금강정비사업 이후 수환경모니터링

〈 2단계 2차년도(2017년) 보고서 〉

2017. 12.

충청남도 Chungcheongnam-do

세종특별자치시

대전광역시 DAEJEON METROPOLITAN CITY

차 례

차 례 ····· Ⅰ

표 차 례 ····· Ⅵ

그림차례 ····· Ⅻ

제1장 연구 개요 ····· 1-1

1. 과업의 목적 및 범위 ····· 1-1

가. 과업의 목적 ····· 1-1

나. 2차년 과업의 기본방향 ····· 1-1

다. 과업 기간 ····· 1-2

라. 조사 범위 ····· 1-2

마. 연구 추진경과 ····· 1-4

바. 연구 수행체계 ····· 1-5

2. 금강유역 일반현황 ····· 1-6

가. 금강유역 현황 ····· 1-6

나. 수계의 구성 ····· 1-10

다. 주요시설물 현황 ····· 1-12

3. 금강정비사업 개요 ····· 1-15

가. 금강정비사업 주요내용 ····· 1-15

나. 금강정비사업 구간 ····· 1-21

4. 금강 모니터링의 필요성 ····· 1-22

5. 2단계 1차년 모니터링 연구 결과 ····· 1-26

가. 본류 수질 모니터링 평가 ····· 1-26

나. 연별 보 수질 모니터링 평가 ····· 1-32

다. 생태계 모니터링 평가 ····· 1-33

라. 수생태계 건강성 평가 ····· 1-36

마. 하상변화 평가 ····· 1-44
바. 하상 퇴적물 평가 ····· 1-46
사. 지하수 수위 현황 평가 ····· 1-48
아. 총평 및 모니터링 개선방안 ····· 1-49

6. 2단계 2차년도 조사·연구 방법 ····· 1-52
가. 수질 모니터링 ····· 1-52
나. 수생태 모니터링 ····· 1-53
다. 하상·퇴적토 모니터링 ····· 1-54
라. 지하수 모니터링 ····· 1-55
마. 수자원 모니터링 ····· 1-55

제2장 수질 모니터링 ····· 2-1

1. 국가 수질 모니터링 체계 ····· 2-1
가. 환경부 물환경측정망 ····· 2-1
나. 수질측정망별 운영현황 ····· 2-2

2. 지류하천 수질·유량모니터링 결과 ····· 2-12
가. 지류하천 모니터링 조사지점 ····· 2-12
나. 1단계(2011년~2015년) 지류하천의 수질변화 분석 ····· 2-20
다. 2단계(2016년~2017년) 지류하천의 월별 수질변화 분석 ····· 2-34
라. 단계별 지류하천의 수질변화 비교·분석 ····· 2-48

3. 본류 수질 모니터링 결과 ····· 2-75
가. 금강 본류 모니터링 조사지점 ····· 2-75
나. 1단계(2011년~2015년) 금강 본류의 월별 수질변화 분석 ····· 2-79
다. 2단계(2016년~2017년) 금강 본류의 월별 수질변화 분석 ····· 2-102
라. 단계별 금강 본류의 수질변화 비교·분석 ····· 2-124
마. 금강 본류 상·하류간 수질변화 분석 및 평가 ····· 2-166
바. 유하거리에 따른 수질변화 평가 ····· 2-174
사. 배출부하량 개선 ····· 2-194
아. 금강정비사업 수질개선 목표 평가 ····· 2-201

4. 금강 보 지점 및 인근 수질 모니터링 결과 ····· 2-202
가. 금강 3개보와 보 인근 모니터링 조사지점 ····· 2-202

나. 2단계(2016년~2017년) 월별 수질변화 분석 ····· 2-203
다. 금강 보 인근 연도별 수질변화 비교·분석 ····· 2-211
라. 금강 3개보 단계별 수질변화 비교·분석 ····· 2-218

5. 조류 발생현황 평가 ····· 2-224
가. 발령 현황 ····· 2-224

제3장 수생태 모니터링 ····· 3-1

1. 생태계 변화관찰 ····· 3-1
가. 조사지점 및 시기 ····· 3-1
나. 조사내용 및 방법 ····· 3-3
다. 조사결과 ····· 3-9
라. 제2단계 3차년(2018년) 모니터링 제안 사항 ····· 3-37

2. 조류 서식변화 실태 조사 ····· 3-39
가. 구간 및 자료 ····· 3-39
나. 금강하류 지역 ····· 3-39
다. 금강중류 지역 ····· 3-43
라. 금강상류 지역 ····· 3-47
마. 종합 고찰 ····· 3-50

3. 수생태계 건강성 평가 ····· 3-53
가. 평가지점 선정 ····· 3-53
나. 부착조류(부착돌말류) ····· 3-57
다. 저서성 대형무척추동물 ····· 3-97
라. 어류 ····· 3-122

제4장 하상 모니터링 ····· 4-1

1. 하상변동 ····· 4-1

2. 보(Weir) ····· 4-3
가. 금강 3개보 일반 현황 ····· 4-3
나. 보 수위 및 방류 현황 ····· 4-5

3. 하상관리 계획 검토 ····· 4-13
가. 준설 계획 ····· 4-13
나. 저류량 ····· 4-14
다. 유출특성 변화 ····· 4-14

4. 하상변화 조사 ····· 4-17
가. 조사 구간 설정 ····· 4-17
나. 측량 방법 ····· 4-21
다. 측량 결과 ····· 4-28
라. 하상 변화 평가 ····· 4-54

제5장 퇴적물 모니터링 ····· 5-1

1. 조사 목적 ····· 5-1

2. 퇴적물의 특성 ····· 5-1

3. 조사 지점 선정 ····· 5-5

4. 채취 및 분석 방법 ····· 5-8
가. 채취시기 ····· 5-8
나. 채취방법 ····· 5-8
다. 분석방법 ····· 5-8

5. 분석 결과 ····· 5-9
가. 입도 ····· 5-9
나. 함수율 ····· 5-9
다. 완전연소가능량 ····· 5-9
라. CODsed ····· 5-10
마. 총 질소 ····· 5-10
바. 총 인 ····· 5-11
사. 수용성인 ····· 5-11
아. C/N 비 ····· 5-11

6. 종합 평가 ····· 5-12

제6장 지하수 수위 모니터링 ····· 6-1

1. 지하수 수위 측정망 ····· 6-1

2. 금강변 수위 관측지점 현황 ····· 6-2
가. 대수층별 지하수 특성 ····· 6-2
나. 금강변 관측망 현황 ····· 6-2

3. 금강변 지하수 수위 조사 결과 ····· 6-5

제7장 2단계 2차년도 모니터링 결과 ····· 7-1

1. 수질 현황 평가 ····· 7-1
가. 금강 본류 수질 평가 ····· 7-1
나. 연별 보 수질 평가 ····· 7-10
다. 조류 발생현황 평가 ····· 7-17

2. 수생태 현황 평가 ····· 7-19
가. 생태계 현황 평가 ····· 7-19
나. 조(鳥)류 서식변화 실태 조사 ····· 7-24
다. 수생태계 건강성 ····· 7-27

3. 하상변화 평가 ····· 7-39
가. 보 상·하류부 ····· 7-39

4. 하상 퇴적물 평가 ····· 7-41

5. 지하수 수위 현황 평가 ····· 7-43

표 차 례

[표 1-1] 금강유역의 형상적 특성 ····· 1-7
[표 1-2] 금강유역의 토지이용 현황 ····· 1-7
[표 1-3] 금강수계 하천 현황 ····· 1-10
[표 1-4] 금강유역 내 주요댐 및 저수지 ····· 1-12
[표 1-5] 대청댐 제원 ····· 1-12
[표 1-6] 용담댐 제원 ····· 1-13
[표 1-7] 금강하굿둑 제원 ····· 1-14
[표 1-8] 금강정비사업의 개요 ····· 1-15
[표 1-9] 4대강 살리기 사업을 통한 수자원 확보계획량 ····· 1-17
[표 1-10] 세종보 제원 ····· 1-18
[표 1-11] 공주보 제원 ····· 1-19
[표 1-12] 백제보 제원 ····· 1-20
[표 1-13] 보 상·하류 2014년~2016년 하상변화(EL. m) ····· 1-45
[표 1-14] 보 상·하류 2015년~2016년 하상변화(EL. m) ····· 1-45
[표 1-15] 연별 지하수위 변화 관측결과 평가(EL. m) ····· 1-48
[표 1-16] 금강 지류 및 본류의 수질모니터링 주기 및 분석항목 ····· 1-53
[표 2-1] 수질측정망별 조사항목, 측정횟수 및 주기현황 ····· 2-3
[표 2-2] 금강수계 일반 및 총량측정망 운영현황 ····· 2-5
[표 2-3] 금강수계 자동측정망 운영현황 ····· 2-11
[표 2-4] 지류하천 수질 및 유량측정지점 현황 ····· 2-13
[표 2-5] 1단계 삼성천의 수질분석결과(2011년~2015년) ····· 2-21
[표 2-6] 1단계 용수천의 수질분석결과(2011년~2015년) ····· 2-22
[표 2-7] 1단계 대교천의 수질분석결과(2011년~2015년) ····· 2-23
[표 2-8] 1단계 정안천의 수질분석결과(2011년~2015년) ····· 2-24
[표 2-9] 1단계 유구천의 수질분석결과(2011년~2015년) ····· 2-25
[표 2-10] 1단계 어천의 수질분석결과(2011년~2015년) ····· 2-26
[표 2-11] 1단계 치성천의 수질분석결과(2011년~2015년) ····· 2-27
[표 2-12] 1단계 지천의 수질분석결과(2011년~2015년) ····· 2-28
[표 2-13] 1단계 은산천의 수질분석결과(2011년~2015년) ····· 2-29
[표 2-14] 1단계 금천의 수질분석결과(2011년~2015년) ····· 2-30
[표 2-15] 1단계 석성천의 수질분석결과(2011년~2015년) ····· 2-31
[표 2-16] 1단계 논산천의 수질분석결과(2011년~2015년) ····· 2-32
[표 2-17] 1단계 강경천의 수질분석결과(2011년~2015년) ····· 2-33
[표 2-18] 2단계 삼성천의 수질분석결과(2016~2017년) ····· 2-35

[표 2-19] 2단계 용수천의 수질분석결과(2016~2017년) ····· 2-36
[표 2-20] 2단계 대교천의 수질분석결과(2016~2017년) ····· 2-37
[표 2-21] 2단계 정안천의 수질분석결과(2016~2017년) ····· 2-38
[표 2-22] 2단계 유구천의 수질분석결과(2016~2017년) ····· 2-39
[표 2-23] 2단계 어천의 수질분석결과(2016~2017년) ····· 2-40
[표 2-24] 2단계 치성천의 수질분석결과(2016~2017년) ····· 2-41
[표 2-25] 2단계 지천의 수질분석결과(2016~2017년) ····· 2-42
[표 2-26] 2단계 은산천의 수질분석결과(2016~2017년) ····· 2-43
[표 2-27] 2단계 금천의 수질분석결과(2016~2017년) ····· 2-44
[표 2-28] 2단계 석성천의 수질분석결과(2016~2017년) ····· 2-45
[표 2-29] 2단계 논산천의 수질분석결과(2016~2017년) ····· 2-46
[표 2-30] 2단계 강경천의 수질분석결과(2016~2017년) ····· 2-47
[표 2-31] 금강 본류 환경부 일반측정망 현황 ····· 2-76
[표 2-32] 금강 본류 환경부 총량측정망 현황 ····· 2-78
[표 2-33] 1단계 금본F지점 수질분석결과(2011년~2015년) ····· 2-81
[표 2-34] 1단계 갑천A지점 수질분석결과(2011년~2015년) ····· 2-82
[표 2-35] 1단계 금본G지점 수질분석결과(2011년~2015년) ····· 2-83
[표 2-36] 1단계 미호C지점 수질분석결과(2011년~2015년) ····· 2-84
[표 2-37] 1단계 연기지점 수질분석결과(2011년~2015년) ····· 2-85
[표 2-38] 1단계 금본H 지점 수질분석결과(2011년~2015년) ····· 2-86
[표 2-39] 1단계 공주1지점 수질분석결과(2011년~2015년) ····· 2-87
[표 2-40] 1단계 곰나루지점 수질분석결과(2011년~2015년) ····· 2-88
[표 2-41] 1단계 금본I지점 수질분석결과(2011년~2015년) ····· 2-89
[표 2-42] 1단계 목면지점 수질분석결과(2011년~2015년) ····· 2-90
[표 2-43] 1단계 공주2지점 수질분석결과(2011년~2015년) ····· 2-91
[표 2-44] 1단계 금본J지점 수질분석결과(2011년~2015년) ····· 2-92
[표 2-45] 1단계 정동지점 수질분석결과(2011년~2015년) ····· 2-93
[표 2-46] 1단계 부여1지점 수질분석결과(2011년~2015년) ····· 2-94
[표 2-47] 1단계 부여2지점 수질분석결과(2011년~2015년) ····· 2-95
[표 2-48] 1단계 성동지점 수질분석결과(2011년~2015년) ····· 2-96
[표 2-49] 1단계 논산A지점 수질분석결과(2011년~2015년) ····· 2-97
[표 2-50] 1단계 강경지점 수질분석결과(2011년~2015년) ····· 2-98
[표 2-51] 1단계 금본K지점 수질분석결과(2011년~2015년) ····· 2-99
[표 2-52] 1단계 양화-1지점 수질분석결과(2011년~2015년) ····· 2-100
[표 2-53] 1단계 금본L지점 수질분석결과(2011년~2015년) ····· 2-101
[표 2-54] 2단계 금본F지점의 수질분석결과(2016년~2017년) ····· 2-103
[표 2-55] 2단계 갑천A지점의 수질분석결과(2016년~2017년) ····· 2-104

[표 2-56] 2단계 금본G지점의 수질분석결과(2016년~2017년) ····· 2-105
[표 2-57] 2단계 미호C지점의 수질분석결과(2016년~2017년) ····· 2-106
[표 2-58] 2단계 연기지점의 수질분석결과(2016년~2017년) ····· 2-107
[표 2-59] 2단계 금본H지점의 수질분석결과(2016년~2017년) ····· 2-108
[표 2-60] 2단계 공주1지점의 수질분석결과(2016년~2017년) ····· 2-109
[표 2-61] 2단계 곰나루지점의 수질분석결과(2016년~2017년) ····· 2-110
[표 2-62] 2단계 금본I지점의 수질분석결과(2016년~2017년) ····· 2-111
[표 2-63] 2단계 목면지점의 수질분석결과(2016년~2017년) ····· 2-112
[표 2-64] 2단계 공주2지점의 수질분석결과(2016년~2017년) ····· 2-113
[표 2-65] 2단계 금본J지점의 수질분석결과(2016년~2017년) ····· 2-114
[표 2-66] 2단계 정동지점의 수질분석결과(2016년~2017년) ····· 2-115
[표 2-67] 2단계 부여1지점의 수질분석결과(2016년~2017년) ····· 2-116
[표 2-68] 2단계 부여2지점의 수질분석결과(2016년~2017년) ····· 2-117
[표 2-69] 2단계 성동지점의 수질분석결과(2016년~2017년) ····· 2-118
[표 2-70] 2단계 논산A지점의 수질분석결과(2016년~2017년) ····· 2-119
[표 2-71] 2단계 강경지점의 수질분석결과(2016년~2017년) ····· 2-120
[표 2-72] 2단계 금본K지점의 수질분석결과(2016년~2017년) ····· 2-121
[표 2-73] 2단계 양화-1지점의 수질분석결과(2016년~2017년) ····· 2-122
[표 2-74] 2단계 금본L지점의 수질분석결과(2016년~2017년) ····· 2-123
[표 2-75] 2003년~2017년 연평균기온 및 연강수량 변화 ····· 2-174
[표 2-76] 금강 본류 및 지류하천 유하거리에 따른 단계별 BOD_5 농도 증감 비교 ·· 2-177
[표 2-77] 금강 본류 및 지류하천 유하거리에 따른 단계별 COD_{Mn} 농도 증감 비교 2-179
[표 2-78] 금강 본류 및 지류하천 유하거리에 따른 단계별 SS 농도 증감 비교 ····· 2-181
[표 2-79] 금강 본류 및 지류하천 유하거리에 따른 단계별 T-N 농도 증감 비교 ···· 2-183
[표 2-80] 금강 본류 및 지류하천 유하거리에 따른 단계별 T-P 농도 증감 비교 ····· 2-185
[표 2-81] 금강 본류 및 지류하천 유하거리에 따른 단계별 Chl-a 농도 증감 비교 ·· 2-187
[표 2-82] 금강 본류 및 지류하천 유하거리에 따른 단계별 수온 증감 비교 ····· 2-189
[표 2-83] 금강 본류 및 지류하천 유하거리에 따른 단계별 pH 증감 비교 ····· 2-191
[표 2-84] 금강 본류 및 지류하천 유하거리에 따른 단계별 DO 농도 증감 비교 ····· 2-193
[표 2-85] 환경기초시설 방류수질 강화에 따른 배출부하량 삭감량 ····· 2-195
[표 2-86] 환경기초시설별 방류수질 강화에 따른 배출부하량 삭감량 ····· 2-195
[표 2-87] 4대강 살리기 마스터플랜에 따른 수질예측 평가 ····· 2-201
[표 2-88] 2단계 세종보 수질분석결과(2016년~2017년) ····· 2-204
[표 2-89] 2단계 공주보 수질분석결과(2016년~2017년) ····· 2-205
[표 2-90] 2단계 공주보 하류 수질분석결과(2016년~2017년) ····· 2-206
[표 2-91] 2단계 백제보 수질분석결과(2016년~2017년) ····· 2-207
[표 2-92] 2단계 백제교 수질분석결과(2016년~2017년) ····· 2-208

[표 2-93] 2단계 황산대교 수질분석결과(2016년~2017년) ····· 2-209
[표 2-94] 2단계 연꽃단지 수질분석결과(2016년~2017년) ····· 2-210
[표 2-95] 수질예보제도 수질관리단계 ····· 2-224
[표 2-96] 수질예보제의 수질관리단계 발령현황 ····· 2-226
[표 3-1] 생태계 변화관찰 기록표(예시) ····· 3-4
[표 3-2] 생태계 변화관찰 기록관리(예시) ····· 3-7
[표 3-3] 변화관찰 평가표 및 조치필요사항(예시) ····· 3-8
[표 3-4] Ⅰ구역 생태계 변화관찰 요약 ····· 3-10
[표 3-5] Ⅱ구역 생태계 변화관찰 요약 ····· 3-14
[표 3-6] Ⅲ구역 생태계 변화관찰 요약 ····· 3-22
[표 3-7] Ⅳ구역 생태계 변화관찰 요약 ····· 3-29
[표 3-8] Ⅴ구역 생태계 변화관찰 요약 ····· 3-34
[표 3-9] 최근 13년간 금강 하류 지역 월동 조류 연도별 개체수(가창오리 제외) ····· 3-41
[표 3-10] 최근 13년간 금강 하류 지역 월동 조류 연도별 우점종(가창오리 제외) ····· 3-42
[표 3-11] 최근 8년간 금강 중류 지역 월동 조류 연도별 개체수 ····· 3-45
[표 3-12] 최근 8년간 금강 중류 지역 월동 조류 연도별 우점종 ····· 3-46
[표 3-13] 최근 10년간 금강 상류 지역 월동 조류 연도별 개체수 ····· 3-49
[표 3-14] 최근 8년간 금강 상류 지역 월동 조류 연도별 우점종 ····· 3-49
[표 3-15] 금강 대권역 중권역별 수생태계 건강성 조사 및 평가 구간수 ····· 3-53
[표 3-16] 금강 수환경 변화에 활용 가능한 수생태계 건강성 조사 및 평가 구간(본류) ··· 3-54
[표 3-17] 금강 수환경 변화에 활용 가능한 수생태계 건강성 조사 및 평가 구간(지류) ·· 3-55
[표 3-18] 부착조류(부착돌말류) 분류군별 기준문헌 ····· 3-57
[표 3-19] 부착돌말지수(TDI) 등급 ····· 3-58
[표 3-20] 부착돌말지수(TDI)에 사용된 종별 오염민감도(s) 및 지표가중치(v) ····· 3-59
[표 3-21] 10년간 금강 본류의 부착조류 종수 및 개체밀도 ····· 3-70
[표 3-22] 9년간 금강 지류의 부착조류 종수 및 개체밀도 ····· 3-71
[표 3-23] 10년간 금강본류 지점별 부착조류 종수 ····· 3-72
[표 3-24] 10년간 금강본류 지점별 부착조류 개체밀도 ····· 3-72
[표 3-25] 9년간 금강지류 지점별 부착조류 종수 ····· 3-75
[표 3-26] 9년간 금강지류 지점별 부착조류 개체밀도 ····· 3-75
[표 3-27] 금강본류 부착조류 Chl-a 농도(㎍/㎠) 평가 결과 ····· 3-90
[표 3-28] 금강본류 부착조류 AFDM 농도(㎎/㎠) 평가 결과 ····· 3-92
[표 3-29] 10년간 금강본류 TDI 등급 및 지수 ····· 3-95
[표 3-30] 9년간 금강지류 TDI 등급 및 지수 ····· 3-96
[표 3-31] 저서성 대형무척추동물의 분류군별 국내 기준 문헌 ····· 3-98
[표 3-32] 저서성 대형무척추동물의 분류군별 국외 기준 문헌 ····· 3-98
[표 3-33] 저서동물지수 등급 ····· 3-99

[표 3-34] 저서성 대형무척추동물 지표생물군의 오탁지수(s) 및 지표가중치(g) ····· 3-99
[표 3-35] 10년간 금강본류의 저서성 대형무척추동물 종수 및 개체밀도 ····· 3-105
[표 3-36] 9년간 금강지류의 저서성 대형무척추동물 종수 및 개체밀도 ····· 3-106
[표 3-37] 10년간 금강본류 지점별 저서성 대형무척추동물 종수 ····· 3-107
[표 3-38] 10년간 금강본류 지점별 저서성 대형무척추동물 개체밀도 ····· 3-107
[표 3-39] 9년간 금강지류 지점별 저서성 대형무척추동물 종수 ····· 3-110
[표 3-40] 9년간 금강지류 지점별 저서성 대형무척추동물 개체수 ····· 3-110
[표 3-41] 10년간 금강본류 및 금강지류의 저서성 대형 무척추동물 회차조사 현황 · 3-112
[표 3-42] 10년간 금강본류 BMI 등급 및 지수 ····· 3-120
[표 3-43] 9년간 금강지류 BMI 등급 및 지수 ····· 3-121
[표 3-44] 어류 종 목록 ····· 3-123
[표 3-45] 주요 어종의 서식 특성 ····· 3-128
[표 3-46] 어류평가지수 등급 ····· 3-130
[표 3-47] 10년간 금강본류와 지류의 어류 종수 및 개체수 ····· 3-131
[표 3-48] 10년간 금강본류 지점별 어류 종수 ····· 3-133
[표 3-49] 10년간 금강본류 지점별 어류 개체수 ····· 3-134
[표 3-50] 9년간 금강지류 지점별 어류 종수 ····· 3-135
[표 3-51] 9년간 금강지류 지점별 어류 개체수 ····· 3-135
[표 3-52] 10년간 금강본류 및 지류의 어류 회차조사 현황 ····· 3-136
[표 3-53] 10년간 금강본류 FAI 등급 및 지수 ····· 3-140
[표 3-54] 9년간 금강지류 FAI 등급 및 지수 ····· 3-141
[표 4-1] 세종보, 공주보, 백제보 시설물 현황 ····· 4-4
[표 4-2] 금강정비사업 하천 준설계획 ····· 4-13
[표 4-3] 보 설치에 따른 저류량 ····· 4-14
[표 4-4] 보 설치에 따른 유출시간 변화 ····· 4-16
[표 4-5] 보 설치에 따른 구간 평균유속 변화 ····· 4-16
[표 4-6] GPS 측량기 ····· 4-22
[표 4-7] DGPS 측량기 ····· 4-22
[표 4-8] 레벨 측량기 ····· 4-23
[표 4-9] 정밀음향측심의(Aqua Ruler200s) ····· 4-23
[표 4-10] 보 상·하류 2017년 하상측량결과(EL. m) ····· 4-31
[표 4-11] 보 상·하류 2016~2017년 하상측량 증감변화(EL. m) ····· 4-31
[표 4-12] 보 상·하류 2016년~2017년 하상변화(EL. m) ····· 4-44
[표 4-13] 금강 3개 보와 조정지댐의 규모 비교 ····· 4-57
[표 5-1] 퇴적물과 하상변동이 환경에 미치는 영향 ····· 5-3
[표 5-2] 퇴적도 시료 채취지점 ····· 5-5
[표 5-3] 표층 퇴적물의 강열감량 및 화학적 산소 요구량(COD_{sed}) 환경기준 ····· 5-13

[표 5-4] 2013-1차 퇴적토 분석 결과 ····· 5-16
[표 5-5] 2013-2차 퇴적토 분석 결과 ····· 5-16
[표 5-6] 2014-1차 퇴적토 분석 결과 ····· 5-17
[표 5-7] 2014-2차 퇴적토 분석 결과 ····· 5-17
[표 5-8] 2015-1차 퇴적토 분석 결과 ····· 5-18
[표 5-9] 2015-2차 퇴적토 분석 결과 ····· 5-18
[표 5-10] 1단계 평균 퇴적토 분석 결과 ····· 5-19
[표 5-11] 2016-1차 퇴적토 분석 결과 ····· 5-20
[표 5-12] 2016-2차 퇴적토 분석 결과 ····· 5-20
[표 5-13] 2017-1차 퇴적토 분석결과 ····· 5-21
[표 5-14] 2017-2차 퇴적토 분석결과 ····· 5-21
[표 6-1] 금강본류 인근 지하수 측정망 현황 ····· 6-3
[표 6-2] 연별 지하수위 변화 관측결과 평가(EL. m) ····· 6-6
[표 7-1] 4대강 살리기 마스터플랜에 따른 수질예측 평가 ····· 7-9
[표 7-2] 수질예보제도의 수질관리단계 발령현황 ····· 7-18
[표 7-3] 보 상·하류 2016년~2017년 하상변화(EL. m) ····· 7-40
[표 7-4] 연별 지하수위 변화 관측결과 평가(EL. m) ····· 7-43

그 림 차 례

[그림 1-1] 수환경 모니터링 2단계 사업의 활용목표 ····· 1-2
[그림 1-2] 수환경 모니터링 2단계 사업의 내용적 범위 ····· 1-3
[그림 1-3] 금강 수 환경 모니터링 2단계 수행체계 ····· 1-5
[그림 1-4] 충청남도·세종특별자치시·대전광역시 행정구역 및 금강유역 수계도 ····· 1-9
[그림 1-5] 금강유역 하천모식도 ····· 1-11
[그림 1-6] 금강정비사업에 포함된 3개보의 설치위치 ····· 1-16
[그림 1-7] 보 설치위치 및 각 보의 관리수위 ····· 1-16
[그림 1-8] 금강정비사업 구간 ····· 1-21
[그림 1-9] 금강 모니터링의 배경 및 필요성 ····· 1-24
[그림 1-10] 4대강 사업 전·후의 변화된 공주지역 금강 ····· 1-25
[그림 1-11] 1단계 수질모니터링 변화 ····· 1-29
[그림 1-12] 8년간 금강본류 부착조류 회차별 종수 및 개체수 변화 ····· 1-36
[그림 1-13] 8년간 금강지류 부착조류 회차별 종수 및 개체수 변화 ····· 1-37
[그림 1-14] 금강본류 유하거리에 따른 연도별 TDI 변화 ····· 1-37
[그림 1-15] 8년간 금강본류 저서성 대형 무척추동물 종수 및 개체수 변화 ····· 1-38
[그림 1-16] 8년간 금강지류 저서성 대형 무척추동물 종수 및 개체수 변화 ····· 1-38
[그림 1-17] 금강본류 유하거리에 따른 연도별 저서성 대형무척추동물 종수 변화 ····· 1-39
[그림 1-18] 금강본류 유하거리에 따른 연도별 저서성 대형무척추동물 개체수 변화 ·· 1-39
[그림 1-19] 8년간 금강본류 어류 종수 및 개체수 변화 ····· 1-40
[그림 1-20] 8년간 금강지류 어류 종수 및 개체수 변화 ····· 1-40
[그림 1-21] 금강본류 유하거리에 따른 연도별 어류 종 수 변화 ····· 1-41
[그림 1-22] 금강본류 유하거리에 따른 연도별 어류 개체수 변화 ····· 1-41
[그림 1-23] 7년간 금강 상류지역 조류 개체수 및 종수 변화 추이 ····· 1-43
[그림 1-24] 7년간 금강 중류지역 조류 개체수 및 종수 변화 추이 ····· 1-43
[그림 1-25] 10년간 금강 하류지역 조류 개체수 및 종수 변화 추이(가창오리 제외) ·· 1-43
[그림 1-26] 2단계 1차년 모니터링 총평 ····· 1-49
[그림 2-1] 국가(환경부) 수질측정망 운영체계도 ····· 2-2
[그림 2-2] 금강수계 수질측정망 지점도 ····· 2-4
[그림 2-3] 지류하천 모니터링 조사지점 ····· 2-12
[그림 2-4] 금강정비사업 이후 단계별 삼성천의 수질변화 ····· 2-50
[그림 2-5] 금강정비사업 이후 단계별 용수천의 수질변화 ····· 2-52
[그림 2-6] 금강정비사업 이후 단계별 대교천의 수질변화 ····· 2-54
[그림 2-7] 금강정비사업 이후 단계별 정안천의 수질변화 ····· 2-56
[그림 2-8] 금강정비사업 이후 단계별 유구천의 수질변화 ····· 2-58

[그림 2-9] 금강정비사업 이후 단계별 어천의 수질변화 ····· 2-60
[그림 2-10] 금강정비사업 이후 단계별 치성천의 수질변화 ····· 2-62
[그림 2-11] 금강정비사업 이후 단계별 지천의 수질변화 ····· 2-64
[그림 2-12] 금강정비사업 이후 단계별 은산천의 수질변화 ····· 2-66
[그림 2-13] 금강정비사업 이후 단계별 금천의 수질변화 ····· 2-68
[그림 2-14] 금강정비사업 이후 단계별 석성천의 수질변화 ····· 2-70
[그림 2-15] 금강정비사업 이후 단계별 논산천의 수질변화 ····· 2-72
[그림 2-16] 금강정비사업 이후 단계별 강경천의 수질변화 ····· 2-74
[그림 2-17] 금강본류 수질평가 지점 ····· 2-79
[그림 2-18] 금강정비사업 이후 단계별 금본F의 수질변화 비교 ····· 2-125
[그림 2-19] 금강정비사업 이후 단계별 갑천A의 수질변화 ····· 2-127
[그림 2-20] 금강정비사업 이후 단계별 금본G의 수질변화 ····· 2-129
[그림 2-21] 금강정비사업 이후 단계별 미호C의 수질변화 ····· 2-131
[그림 2-22] 금강정비사업 이후 단계별 연기의 수질변화 ····· 2-133
[그림 2-23] 금강정비사업 이후 단계별 금본H의 수질변화 ····· 2-135
[그림 2-24] 금강정비사업 이후 단계별 공주1의 수질변화 ····· 2-137
[그림 2-25] 금강정비사업 이후 단계별 곰나루의 수질변화 ····· 2-139
[그림 2-26] 금강정비사업 이후 단계별 금본I의 수질변화 ····· 2-141
[그림 2-27] 금강정비사업 이후 단계별 목면의 수질변화 ····· 2-143
[그림 2-28] 금강정비사업 이후 단계별 공주2의 수질변화 ····· 2-145
[그림 2-29] 금강정비사업 이후 단계별 금본J의 수질변화 ····· 2-147
[그림 2-30] 금강정비사업 이후 단계별 정동의 수질변화 ····· 2-149
[그림 2-31] 금강정비사업 이후 단계별 부여1의 수질변화 ····· 2-151
[그림 2-32] 금강정비사업 이후 단계별 부여2의 수질변화 ····· 2-153
[그림 2-33] 금강정비사업 이후 단계별 성동의 수질변화 ····· 2-155
[그림 2-34] 금강정비사업 이후 단계별 논산A의 수질변화 ····· 2-157
[그림 2-35] 금강정비사업 이후 단계별 금본K의 수질변화 ····· 2-159
[그림 2-36] 금강정비사업 이후 단계별 강경의 수질변화 ····· 2-161
[그림 2-37] 금강정비사업 이후 단계별 양화-1의 수질변화 ····· 2-163
[그림 2-38] 금강정비사업 이후 단계별 금본L의 수질변화 ····· 2-165
[그림 2-39] 금강 본류 및 지류하천의 단계별 BOD_5 농도변화 비교 ····· 2-166
[그림 2-40] 금강 본류 및 지류하천의 단계별 COD_{Mn} 농도변화 비교 ····· 2-167
[그림 2-41] 금강 본류 및 지류하천의 단계별 SS 농도변화 비교 ····· 2-168
[그림 2-42] 금강 본류 및 지류하천의 단계별 평균 T-N 농도변화 비교 ····· 2-169
[그림 2-43] 금강 본류 및 지류하천의 단계별 T-P 농도변화 비교 ····· 2-170
[그림 2-44] 금강 본류 및 지류하천의 단계별 Chl-a 농도변화 비교 ····· 2-171
[그림 2-45] 금강 본류 및 지류하천의 단계별 수온 변화 비교 ····· 2-172

[그림 2-46] 금강 본류 및 지류하천의 단계별 pH 변화 비교 ····· 2-173
[그림 2-47] 금강 본류 및 지류하천의 단계별 DO 농도변화 비교 ····· 2-173
[그림 2-48] 부여기상대 연평균기온 및 연강수량 변화(2003년~2017년) ····· 2-175
[그림 2-49] 부여기상대 일평균기온 변화(2003년~2017년) ····· 2-175
[그림 2-50] 부여기상대 일강수량 변화(2003년~2017년) ····· 2-175
[그림 2-51] 금강본류 유하거리에 따른 단계별 평균 BOD_5 농도변화 ····· 2-176
[그림 2-52] 금강본류 유하거리에 따른 단계별 평균 COD_{Mn} 농도변화 ····· 2-178
[그림 2-53] 금강본류 유하거리에 따른 단계별 평균 SS 농도변화 ····· 2-180
[그림 2-54] 금강본류 유하거리에 따른 단계별 평균 T-N 농도변화 ····· 2-182
[그림 2-55] 금강본류 유하거리에 따른 단계별 평균 T-P 농도변화 ····· 2-184
[그림 2-56] 금강본류 유하거리에 따른 단계별 평균 Chl-a 농도변화 ····· 2-186
[그림 2-57] 금강본류 유하거리에 따른 단계별 평균 수온변화 ····· 2-188
[그림 2-58] 금강본류 유하거리에 따른 단계별 평균 pH변화 ····· 2-190
[그림 2-59] 금강본류 유하거리에 따른 단계별 평균 DO농도 변화 ····· 2-192
[그림 2-60] 금강 3개보 모니터링 지점 ····· 2-202
[그림 2-61] 2016년 및 2017년 세종보의 수질변화 ····· 2-212
[그림 2-62] 2016년 및 2017년 공주보의 수질변화 ····· 2-213
[그림 2-63] 2016년 및 2017년 백제보의 수질변화 ····· 2-214
[그림 2-64] 2016년 및 2017년 백제교의 수질변화 ····· 2-215
[그림 2-65] 2016년 및 2017년 황산대교의 수질변화 ····· 2-216
[그림 2-66] 2016년 및 2017년 완포리연꽃단지의 수질변화 ····· 2-217
[그림 2-67] 금강정비사업 이후 단계별 세종보의 수질변화 ····· 2-219
[그림 2-68] 금강정비사업 이후 단계별 공주보의 수질변화 ····· 2-221
[그림 2-69] 금강정비사업 이후 단계별 백제보의 수질변화 ····· 2-223
[그림 2-70] 연도별 수질예보제의 수질관리단계 발령현황 ····· 2-227
[그림 3-1] 생태계 변화관찰 조사구역 수계도 ····· 3-2
[그림 3-2] Ⅰ구역 조사결과-1 ····· 3-11
[그림 3-3] Ⅰ구역 조사결과-2 ····· 3-12
[그림 3-4] Ⅰ구역 조사결과-3 ····· 3-12
[그림 3-5] Ⅰ구역 조사결과-4 ····· 3-12
[그림 3-6] Ⅰ구역 조사결과-5 ····· 3-12
[그림 3-7] Ⅱ구역 조사결과-1 ····· 3-18
[그림 3-8] Ⅱ구역 조사결과-2 ····· 3-18
[그림 3-9] Ⅱ구역 조사결과-3 ····· 3-19
[그림 3-10] Ⅱ구역 조사결과-4 ····· 3-19
[그림 3-11] Ⅱ구역 조사결과-5 ····· 3-19
[그림 3-12] Ⅱ구역 조사결과-6 ····· 3-19

[그림 3-13] Ⅲ구역 조사결과-1 ····· 3-26
[그림 3-14] Ⅲ구역 조사결과-2 ····· 3-26
[그림 3-15] Ⅲ구역 조사결과-3 ····· 3-26
[그림 3-16] Ⅲ구역 조사결과-4 ····· 3-26
[그림 3-17] Ⅲ구역 조사결과-5 ····· 3-27
[그림 3-18] Ⅲ구역 조사결과-6 ····· 3-27
[그림 3-19] Ⅲ구역 조사결과-7 ····· 3-27
[그림 3-20] Ⅲ구역 조사결과-8 ····· 3-27
[그림 3-21] Ⅲ구역 조사결과-9 ····· 3-28
[그림 3-22] Ⅲ구역 조사결과-10 ····· 3-28
[그림 3-23] Ⅳ구역 조사결과-1 ····· 3-31
[그림 3-24] Ⅳ구역 조사결과-2 ····· 3-31
[그림 3-25] Ⅳ구역 조사결과-3 ····· 3-31
[그림 3-26] Ⅳ구역 조사결과-4 ····· 3-31
[그림 3-27] Ⅳ구역 조사결과-5 ····· 3-32
[그림 3-28] Ⅳ구역 조사결과-6 ····· 3-32
[그림 3-29] Ⅳ구역 조사결과-7 ····· 3-32
[그림 3-30] Ⅳ구역 조사결과-8 ····· 3-32
[그림 3-31] Ⅳ구역 조사결과-9 ····· 3-33
[그림 3-32] Ⅳ구역 조사결과-10 ····· 3-33
[그림 3-33] Ⅴ구역 조사결과-1 ····· 3-35
[그림 3-34] Ⅴ구역 조사결과-2 ····· 3-35
[그림 3-35] Ⅴ구역 조사결과-3 ····· 3-36
[그림 3-36] Ⅴ구역 조사결과-4 ····· 3-36
[그림 3-37] Ⅴ구역 조사결과-5 ····· 3-36
[그림 3-38] Ⅴ구역 조사결과-6 ····· 3-36
[그림 3-39] 최근 13년간 금강 하류 지역 월동 조류 개체수 변화 추이 ····· 3-41
[그림 3-40] 최근 13년간 금강 하류 지역 우점 월동조류 개체수 변화 추이 ····· 3-42
[그림 3-41] 최근 13년간 금강 하류 지역 큰고니 개체수 변화 추이 ····· 3-43
[그림 3-42] 최근 8년간 금강 중류 지역 월동 조류 개체수 변화 추이 ····· 3-45
[그림 3-43] 최근 8년간 금강 중류 지역 우점 월동조류 개체수 변화 추이 ····· 3-46
[그림 3-44] 최근 10년간 금강 상류 지역 월동 조류 개체수 변화 추이 ····· 3-49
[그림 3-45] 최근 8년간 금강 상류지역 우점 월동 조류 개체수 변화 추이 ····· 3-50
[그림 3-46] 농경지를 이용한 습지 조성(수조류 서식지) ····· 3-51
[그림 3-47] 하중도 조성 ····· 3-51
[그림 3-48] 공원 및 자전거길 주변의 은폐 식재 ····· 3-52
[그림 3-49] 금강 수환경 변화에 활용 가능한 수생태계 건강성 조사 및 평가 구간 ··· 3-56

[그림 3-50] 10년간 금강본류 부착조류 종수 및 개체밀도 변화 ····· 3-70
[그림 3-51] 9년간 금강지류 부착조류 종수 및 개체밀도 변화 ····· 3-71
[그림 3-52] 금강본류 지점별, 조사시기별 부착조류 관측 종수 변화(1) ····· 3-73
[그림 3-53] 금강본류 지점별, 조사시기별 부착조류 관측 종수 변화(2) ····· 3-73
[그림 3-54] 금강본류 지점별, 조사시기별 부착조류 관측 종수 변화(3) ····· 3-73
[그림 3-55] 금강본류 지점별, 조사시기별 부착조류 개체밀도 변화(1) ····· 3-74
[그림 3-56] 금강본류 지점별, 조사시기별 부착조류 개체밀도 변화(2) ····· 3-74
[그림 3-57] 금강본류 지점별, 조사시기별 부착조류 개체밀도 변화(3) ····· 3-74
[그림 3-58] 금강지류 지점별, 조사시기별 부착조류 관측 종수 변화(1) ····· 3-76
[그림 3-59] 금강지류 지점별, 조사시기별 부착조류 관측 종수 변화(2) ····· 3-76
[그림 3-60] 금강지류 지점별, 조사시기별 부착조류 관측 종수 변화(3) ····· 3-76
[그림 3-61] 금강지류 지점별, 조사시기별 부착조류 관측 개체밀도 변화(1) ····· 3-77
[그림 3-62] 금강지류 지점별, 조사시기별 부착조류 관측 개체밀도 변화(2) ····· 3-77
[그림 3-63] 금강지류 지점별, 조사시기별 부착조류 관측 개체밀도 변화(3) ····· 3-77
[그림 3-64] 유하거리에 따른 사업 전·후 부착조류 관측 종수 변화 ····· 3-78
[그림 3-65] 유하거리에 따른 사업 이후 부착조류 관측 개체밀도 변화 ····· 3-78
[그림 3-66] 금강본류 2008년 주요 부착조류 평균밀도(cell/㎠) ····· 3-80
[그림 3-67] 금강본류 2009년 주요 부착조류 평균밀도(cell/㎠) ····· 3-81
[그림 3-68] 금강본류 2010년 주요 부착조류 평균밀도(cell/㎠) ····· 3-82
[그림 3-69] 금강본류 2011년 주요 부착조류 평균밀도(cell/㎠) ····· 3-83
[그림 3-70] 금강본류 2012년 주요 부착조류 평균밀도(cell/㎠) ····· 3-84
[그림 3-71] 금강본류 2013년 주요 부착조류 평균밀도(cell/㎠) ····· 3-85
[그림 3-72] 금강본류 2014년 주요 부착조류 평균밀도(cell/㎠) ····· 3-86
[그림 3-73] 금강본류 2015년 주요 부착조류 평균밀도(cell/㎠) ····· 3-87
[그림 3-74] 금강본류 2016년 주요 부착조류 평균밀도(cell/㎠) ····· 3-88
[그림 3-75] 금강본류 2017년 주요 부착조류 평균밀도(cell/㎠) ····· 3-89
[그림 3-76] 금강본류 지점별 부착조류 단위면적당 Chl-a 변화(1) ····· 3-91
[그림 3-77] 금강본류 지점별 부착조류 단위면적당 Chl-a 변화(2) ····· 3-91
[그림 3-78] 금강본류 지점별 부착조류 단위면적당 Chl-a 변화(3) ····· 3-91
[그림 3-79] 금강본류 지점별 부착조류 단위면적당 AFDM 변화(1) ····· 3-93
[그림 3-80] 금강본류 지점별 부착조류 단위면적당 AFDM 변화(2) ····· 3-93
[그림 3-81] 금강본류 지점별 부착조류 단위면적당 AFDM 변화(3) ····· 3-93
[그림 3-82] 10년간 금강본류 TDI 등급 및 지수변화 ····· 3-95
[그림 3-83] 9년간 금강지류 TDI 등급 및 지수변화 ····· 3-96
[그림 3-84] 10년간 금강본류 저서성 대형무척추동물 종수 및 개체수 변화 ····· 3-105
[그림 3-85] 9년간 금강지류 저서성 대형무척추동물 종수 및 개체수 변화 ····· 3-106
[그림 3-86] 금강본류 지점별, 조사시기별 저서성 대형무척추동물 관측 종수 변화(1) · 3-108

[그림 3-87] 금강본류 지점별, 조사시기별 저서성 대형무척추동물 관측 종수 변화(2) · 3-108
[그림 3-88] 금강본류 지점별, 조사시기별 저서성 대형무척추동물 관측 종수 변화(3) · 3-108
[그림 3-89] 금강본류 지점별, 조사시기별 저서성 대형무척추동물 개체밀도 변화(1) … 3-109
[그림 3-90] 금강본류 지점별, 조사시기별 저서성 대형무척추동물 개체밀도 변화(2) … 3-109
[그림 3-91] 금강지류 지점별, 조사시기별 저서성 대형무척추동물 관측 종수 변화(1) · 3-111
[그림 3-92] 금강지류 지점별, 조사시기별 저서성 대형무척추동물 관측 종수 변화(2) · 3-111
[그림 3-93] 금강지류 지점별, 조사시기별 저서성 대형무척추동물 관측 종수 변화(3) · 3-111
[그림 3-94] 금강지류 지점별, 조사시기별 저서성 대형무척추동물 관측 개체밀도 변화(1) · 3-112
[그림 3-95] 금강지류 지점별, 조사시기별 저서성 대형무척추동물 관측 개체밀도 변화(2) · 3-112
[그림 3-96] 유하거리에 따른 사업 전·후 저서성 대형무척추동물 관측 종수 변화 …· 3-118
[그림 3-97] 유하거리에 따른 사업 이후 저서성 대형무척추동물 관측 개체수 변화 · 3-118
[그림 3-98] 10년간 금강본류 BMI 등급 및 지수변화 ····· 3-120
[그림 3-99] 9년간 금강지류 BMI 등급 및 지수변화 ····· 3-121
[그림 3-100] 10년간 금강본류 어류 종수 및 개체수 변화 ····· 3-131
[그림 3-101] 9년간 금강지류의 어류 종수 및 개체수 변화 ····· 3-132
[그림 3-102] 10년간 금강본류 지점별 어류 종수 변화 ····· 3-133
[그림 3-103] 10년간 금강본류 지점별 어류 개체수 변화 ····· 3-134
[그림 3-104] 금강본류 유하거리에 따른 단계별 어류 종수 변화 ····· 3-138
[그림 3-105] 금강본류 유하거리에 따른 단계별 어류 개체수 변화 ····· 3-138
[그림 3-106] 10년간 금강본류 FAI 등급 및 지수변화 ····· 3-140
[그림 3-107] 9년간 금강지류 FAI 등급 및 지수변화 ····· 3-141
[그림 4-1] 공주보의 고정보구간 종단면 형상 ····· 4-3
[그림 4-2] 세종보 일평균 수위 현황(EL. m) ····· 4-6
[그림 4-3] 세종보 일평균 방류 현황(㎥/s) ····· 4-6
[그림 4-4] 세종보 일평균 강우 현황(㎜) ····· 4-6
[그림 4-5] 세종보 수위저하 시범운영 전(2017년 2월 18일) ····· 4-7
[그림 4-6] 세종보 수위저하 시범운영 후(2017년 3월 22일) ····· 4-7
[그림 4-7] 공주보 일평균 수위 현황(EL. m) ····· 4-9
[그림 4-8] 공주보 일평균 방류 현황(㎥/s) ····· 4-9
[그림 4-9] 공주보 일평균 강우 현황(㎜) ····· 4-9
[그림 4-10] 공주보 상시개방(2017년 6월 1일 14:00시) ····· 4-10
[그림 4-11] 백제보 일평균 수위 현황(EL. m) ····· 4-12
[그림 4-12] 백제보 일평균 방류 현황(㎥/s) ····· 4-12
[그림 4-13] 백제보 일평균 강우 현황(㎜) ····· 4-12
[그림 4-14] 금강정비사업 전·후 저수위의 비교 ····· 4-15
[그림 4-15] 세종보 측량구간 ····· 4-18
[그림 4-16] 공주보 측량구간 ····· 4-19

[그림 4-17] 백제보 측량구간 ····· 4-20
[그림 4-18] 세종보 기준점 설치 및 시험 ····· 4-25
[그림 4-19] 백제보 기준점 설치 ····· 4-26
[그림 4-20] 백제보 수심측량 및 수위측량 ····· 4-26
[그림 4-21] 수심측량 정확도 점검 ····· 4-27
[그림 4-22] 공주보 수심측량 ····· 4-27
[그림 4-23] 세종보 수심측량 항적도 ····· 4-28
[그림 4-24] 공주보 수심측량 항적도 ····· 4-29
[그림 4-25] 백제보 수심측량 항적도 ····· 4-29
[그림 4-26] 세종보 인근 금강정비사업 계획 하상 ····· 4-32
[그림 4-27] 세종보 상·하류부 금강정비사업 계획 하상 ····· 4-33
[그림 4-28] 세종보 인근 하상 2017년 ····· 4-34
[그림 4-29] 세종보 상·하류부 하상 2017년 ····· 4-35
[그림 4-30] 공주보 인근 금강정비사업 계획 하상 ····· 4-36
[그림 4-31] 공주보 상·하류부 금강정비사업 계획 하상 ····· 4-37
[그림 4-32] 공주보 인근 하상 2017년 ····· 4-38
[그림 4-33] 공주보 상·하류부 하상 2017년 ····· 4-39
[그림 4-34] 백제보 인근 금강정비사업 계획 하상 ····· 4-40
[그림 4-35] 백제보 상·하류부 금강정비사업 계획 하상 ····· 4-41
[그림 4-36] 백제보 인근 하상 2017년 ····· 4-42
[그림 4-37] 백제보 상·하류부 하상 2017년 ····· 4-43
[그림 4-38] 세종보 인근 하상 2016년 vs 2017년 변화 ····· 4-45
[그림 4-39] 세종보 상·하류부 하상 2016년 vs 2017년 변화 ····· 4-46
[그림 4-40] 세종보 상류부 2016년 vs 2017년 하상변화면적 ····· 4-47
[그림 4-41] 세종보 하류부 2016년 vs 2017년 하상변화면적 ····· 4-47
[그림 4-42] 공주보 인근 하상 2016년 vs 2017년 변화 ····· 4-48
[그림 4-43] 공주보 상·하류부 하상 2016년 vs 2017년 변화 ····· 4-49
[그림 4-44] 공주보 상류부 2016년 vs 2017년 하상변화면적 ····· 4-50
[그림 4-45] 공주보 하류부 2016년 vs 2017년 하상변화면적 ····· 4-50
[그림 4-46] 백제보 인근 하상 2016년 vs 2017년 변화 ····· 4-51
[그림 4-47] 백제보 상·하류부 하상 2016년 vs 2017년 변화 ····· 4-52
[그림 4-48] 백제보 상류부 2016년 vs 2017년 하상변화면적 ····· 4-53
[그림 4-49] 백제보 하류부 2016년 vs 2017년 하상변화면적 ····· 4-53
[그림 4-50] 대청조정지댐 하류부 전경 ····· 4-58
[그림 4-51] 충주조정지댐 하류부 전경 ····· 4-58
[그림 4-52] 합천조정지댐 전경 ····· 4-59
[그림 5-1] 오염 퇴적물의 발생 및 수체에 미치는 영향 ····· 5-4

[그림 5-2] 세종보 퇴적토 채취 단면 ····· 5-6
[그림 5-3] 공주보 퇴적토 채취 단면 ····· 5-6
[그림 5-4] 백제보 퇴적토 채취 단면 ····· 5-7
[그림 5-5] 세종보 2015년과 2016년 퇴적물 시료채취 ····· 5-15
[그림 5-6] 공주보 2015년과 2016년 퇴적물 시료채취 ····· 5-15
[그림 5-7] 백제보 2015년과 2016년 퇴적물 시료채취 ····· 5-15
[그림 5-8] 세종보 상·하류지점 퇴적토 평균 입도 변화 ····· 5-22
[그림 5-9] 공주보 상·하류지점 퇴적토 평균 입도 변화 ····· 5-22
[그림 5-10] 백제보 상·하류지점 퇴적토 평균 입도 변화 ····· 5-22
[그림 5-11] 세종보 상·하류지점 퇴적토 함수율 변화 ····· 5-23
[그림 5-12] 공주보 상·하류지점 퇴적토 함수율 변화 ····· 5-23
[그림 5-13] 백제보 상·하류지점 퇴적토 함수율 변화 ····· 5-23
[그림 5-14] 세종보 상·하류지점 퇴적토 완전연소가능량 변화 ····· 5-24
[그림 5-15] 공주보 상·하류지점 퇴적토 완전연소가능량 변화 ····· 5-24
[그림 5-16] 백제보 상·하류지점 퇴적토 완전연소가능량 변화 ····· 5-24
[그림 5-17] 세종보 상·하류지점 퇴적토 CODsed 농도 변화 ····· 5-25
[그림 5-18] 공주보 상·하류지점 퇴적토 CODsed 농도 변화 ····· 5-25
[그림 5-19] 백제보 상·하류지점 퇴적토 CODsed 농도 변화 ····· 5-25
[그림 5-20] 세종보 상·하류지점 퇴적토 총질소 농도 변화 ····· 5-26
[그림 5-21] 공주보 상·하류지점 퇴적토 총질소 농도 변화 ····· 5-26
[그림 5-22] 백제보 상·하류지점 퇴적토 총질소 농도 변화 ····· 5-26
[그림 5-23] 세종보 상·하류지점 퇴적토 수용성인 농도 변화 ····· 5-27
[그림 5-24] 공주보 상·하류지점 퇴적토 수용성인 농도 변화 ····· 5-27
[그림 5-25] 백제보 상·하류지점 퇴적토 수용성인 농도 변화 ····· 5-27
[그림 5-26] 세종보 상·하류지점 퇴적토 총인 농도 변화 ····· 5-28
[그림 5-27] 공주보 상·하류지점 퇴적토 총인 농도 변화 ····· 5-28
[그림 5-28] 백제보 상·하류지점 퇴적토 총인 농도 변화 ····· 5-28
[그림 5-29] 세종보 상·하류지점 퇴적토 C/N비 변화 ····· 5-29
[그림 5-30] 공주보 상·하류지점 퇴적토 C/N비 변화 ····· 5-29
[그림 5-31] 백제보 상·하류지점 퇴적토 C/N비 변화 ····· 5-29
[그림 6-1] 금강본류 인근 지하수 측정망 위치도 ····· 6-3
[그림 6-2] 단계별 지하수위 변화(EL. m) ····· 6-7
[그림 6-3] 세종부강(청원부용)(암반) 수위변화(2007년~2016년) ····· 6-7
[그림 6-4] 세종부강(청원부용)(암반) 수위변화(2017년) ····· 6-7
[그림 6-5] 세종부강(청원부용)(충적) 수위변화(2007년~2016년) ····· 6-8
[그림 6-6] 세종부강(청원부용)(충적) 수위변화(2017년) ····· 6-8
[그림 6-7] 공주1(암반) 수위변화(2009년~2017년) ····· 6-8

[그림 6-8] 공주탄천(암반) 수위변화(2016년) ····· 6-9
[그림 6-9] 공주탄천(암반) 수위변화(2017년) ····· 6-9
[그림 6-10] 부여부여(암반) 수위변화(2007년~2016년) ····· 6-9
[그림 6-11] 부여부여(암반) 수위변화(2017년) ····· 6-10
[그림 6-12] 부여부여(충적) 수위변화(2007년~2016년) ····· 6-10
[그림 6-13] 부여부여(충적) 수위변화(2017년) ····· 6-10
[그림 6-14] 부여양화(암반) 수위변화(2007년~2016년) ····· 6-11
[그림 6-15] 부여양화(암반) 수위변화(2017년) ····· 6-11
[그림 7-1] 금강본류 유하거리에 따른 단계별 평균 BOD_5 농도 변화 ····· 7-4
[그림 7-2] 금강본류 유하거리에 따른 단계별 평균 COD_{Mn} 농도변화 ····· 7-5
[그림 7-3] 금강본류 유하거리에 따른 단계별 평균 SS 농도변화 ····· 7-5
[그림 7-4] 금강본류 유하거리에 따른 단계별 평균 T-N 농도변화 ····· 7-6
[그림 7-5] 금강본류 유하거리에 따른 단계별 평균 T-P 농도변화 ····· 7-6
[그림 7-6] 금강본류 유하거리에 따른 단계별 평균 Chl-a 농도변화 ····· 7-7
[그림 7-7] 금강본류 유하거리에 따른 단계별 평균 수온변화 ····· 7-7
[그림 7-8] 금강본류 유하거리에 따른 단계별 평균 pH변화 ····· 7-8
[그림 7-9] 금강본류 유하거리에 따른 단계별 평균 DO농도 변화 ····· 7-8
[그림 7-10] 금강정비사업 이후 단계별 세종보의 수질변화 ····· 7-12
[그림 7-11] 금강정비사업 이후 단계별 공주보의 수질변화 ····· 7-14
[그림 7-12] 금강정비사업 이후 단계별 백제보의 수질변화 ····· 7-16
[그림 7-13] 연도별 수질예보제의 수질관리단계 발령현황 ····· 7-17
[그림 7-14] I구역(금산지역) 조사 결과 ····· 7-19
[그림 7-15] Ⅱ구역(세종지역) 조사 결과 ····· 7-20
[그림 7-16] Ⅲ구역(공주지역) 조사 결과 ····· 7-21
[그림 7-17] Ⅳ구역(부여·청양지역) 조사 결과 ····· 7-22
[그림 7-18] Ⅴ구역(부여·논산·서천) 조사 결과 ····· 7-23
[그림 7-19] 최근 10년간 금강 상류 지역 월동 조류 개체수 변화 추이 ····· 7-25
[그림 7-20] 최근 8년간 금강 중류 지역 월동 조류 개체수 변화 추이 ····· 7-25
[그림 7-21] 최근 13년간 금강 하류 지역 월동 조류 개체수 변화 추이(가창오리 제외) ··· 7-25
[그림 7-22] 10년간 금강본류 부착돌말류 회차별 종수 및 개체수 변화 ····· 7-28
[그림 7-23] 9년간 금강지류 부착돌말류 회차별 종수 및 개체수 변화 ····· 7-28
[그림 7-24] 10년간 금강본류 TDI 등급 및 지수변화 ····· 7-29
[그림 7-25] 9년간 금강지류 TDI 등급 및 지수변화 ····· 7-30
[그림 7-26] 10년간 금강본류 저서성 대형무척추동물 종수 및 개체수 변화 ····· 7-32
[그림 7-27] 9년간 금강지류 저서성 대형무척추동물 종수 및 개체수 변화 ····· 7-32
[그림 7-28] 10년간 금강본류 BMI 등급 및 지수변화 ····· 7-33
[그림 7-29] 9년간 금강지류 BMI 등급 및 지수변화 ····· 7-34

[그림 7-30] 10년간 금강본류 어류 종수 및 개체수 변화 ····· 7-36
[그림 7-31] 9년간 금강지류의 어류 종수 및 개체수 변화 ····· 7-36
[그림 7-32] 10년간 금강본류 FAI 등급 및 지수변화 ····· 7-37
[그림 7-33] 9년간 금강지류 FAI 등급 및 지수변화 ····· 7-38

제1장 연구 개요

1. 과업의 목적 및 범위
2. 금강유역 일반현황
3. 금강정비사업 개요
4. 금강 모니터링의 필요성
5. 2단계 1차년도 모니터링 연구 결과
6. 2단계 2차년도 조사 · 연구 방법

제1장 연구개요

1. 과업의 목적 및 범위

가. 과업의 목적

◦ 금강정비사업 이후 하천환경이 급격하게 변화되었으며 이에 따른 하천변화 현황의 자주적인 모니터링과 분석능력 확보를 통한 최적의 금강 관리방안 마련이 필요함

◦ 큰빗이끼벌레 대량 출현, 보 주변 하상토 실지렁이 서식 등 수생태 변화에 따른 장기적이고 지속적인 모니터링을 통해 신뢰성 있는 자료구축과 원인분석이 필요함

◦ 본보고서는 「금강정비사업 이후 수환경 모니터링 2단계 사업」(2016~2020)의 2차년도(2017. 1. 1~2017.12.31) 과업 내용임

나. 2차년 과업의 기본방향

◦ 유역 공동체(대전, 세종, 충남)와 함께하는 금강 수환경 조사

◦ 1단계 추진 시 깊이 있는 조사가 이루어지지 못한 부분의 조사 강화

◦ 금강정비사업 전·후 수질 및 수서생물 등 변화상을 중심으로 수질·수리/수문·생태계, 지하수 분야의 지속적인 모니터링 실시

- 수질, 유량, 수생태, 하상, 지하수의 종합 모니터링

- 전·후의 자료를 비교·검증하여 성과분석 및 대안 마련

◦ 금강 全구간에 대해 환경영향평가서 협의내용 이행상황 조사를 통한 신뢰성 있는 자료 축적 및 미진사항 발굴·개선방안 제시

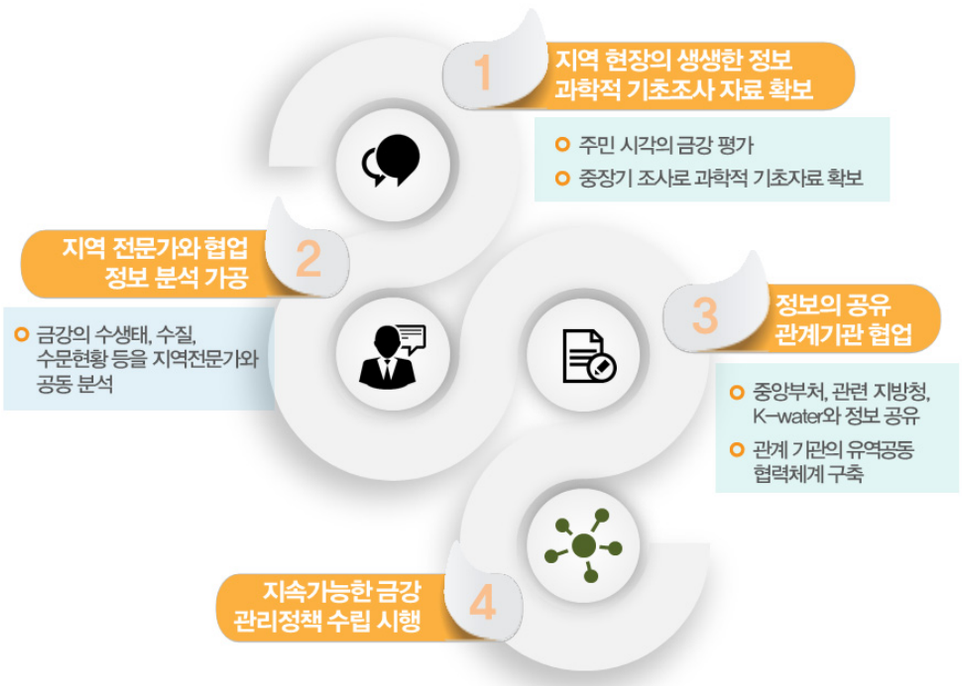
◦ 금강 全구간 하천자연도 평가 및 하천의 변화상(침식, 유로변경 등)에 대한 연속적 조사

◦ 본류 및 지류지천에 대한 수생태 등의 정밀분석 및 지역실정과 부합하는 사업 개선 방향 제시

- 중앙부처 관측 자료와 자체 실측 병행을 통한 효율화

◦ 지역주체인 지역민 NGO와 함께하는 거버넌스(협업)체계 구축

◦ 금강정비사업에 대한 평가 중심에서 거버넌스 구축을 통한 공동 대안 제시



[그림 1-1] 수환경 모니터링 2단계 사업의 활용목표

다. 과업 기간

◦ 금 회 수행기간 : 2017. 1. ~ 2017. 12. (2차년도)

※ 총 과업 수행기간 : 2016. 2. ~ 2020. 12. (1년 단위로 조사결과 도출)

라. 조사 범위

1) 공간적 범위

◦ 충남도, 세종시 관내 금강정비사업 전 구간 및 주요 지천의 금강본류 합류부 (갑천, 유등천, 대전천은 조사 시기, 방법 등 협의 후 대전시 자체조사, 자료공유)

◦ 세종보, 공주보, 백제보의 상·하류 및 금강하구언 유역

2) 시간적 범위

◦ 2017년 1월~ 2017년 12월(2단계 2차년도)

※ 2단계 총 과업기간 : 2016년 ~ 2020년(1년 단위로 조사결과 도출)

3) 내용적 범위

◦ 금강정비사업 이후 수질·유량 및 수생태, 지하수 등에 대한 변화 현상

◦ 하천변화(침식, 유로변경 등) 상시 현장조사

◦ 보 운영 및 관리에 따른 시뮬레이션 실험

◦ 모니터링 조사결과를 바탕으로 금강 하천환경 변화에 따른 문제점 발굴, 개선 방안 제시 등 정책제언

[그림 1-2] 수환경 모니터링 2단계 사업의 내용적 범위

마. 연구 추진경과

◦ 2011. 11. 7. 금강정비사업 이후 수환경 모니터링 1단계 1차년도 착수

◦ 2011. 11. 23. 1단계 1차년도 착수 보고회

◦ 2012. 3. 2. 1단계 1차년도 중간 보고회

◦ 2012. 9. 3. 1단계 1차년도 연차 보고회

◦ 2012. 9. 12. 1단계 1차년도 준공

◦ 2012. 12. 3. 금강정비사업 이후 수환경 모니터링 1단계 2차년도 착수

◦ 2012. 12. 10. 1단계 2차년도 착수 보고회

◦ 2013. 5. 27. 1단계 2차년도 중간 보고회

◦ 2013. 8. 20. 1단계 2차년도 최종 보고회

◦ 2013. 10. 31. 1단계 2차년도 준공

◦ 2013. 12. 27. 금강정비사업 이후 수환경 모니터링 1단계 3차년도 착수

◦ 2014. 1. 15. 1단계 3차년도 착수 보고회

◦ 2014. 6. 27. 1단계 3차년도 중간 보고회

◦ 2014. 12. 18. 1단계 3차년도 최종 보고회

◦ 2014. 12. 26. 1단계 3차년도 준공

◦ 2014. 12. 27. 금강정비사업 이후 수환경 모니터링 1단계 4차년도 착수

◦ 2015. 02. 03. 1단계 4차년도 착수 보고회

◦ 2015. 06. 23. 1단계 4차년도 중간 보고회

◦ 2015. 12. 10. 1단계 4차년도 최종 보고회

◦ 2015. 12. 18. 1단계 4차년도 준공

◦ 2016. 02. 29. 금강정비사업 이후 수환경 모니터링 2단계 1차년도 착수

◦ 2016. 03. 30. 2단계 1차년도 착수 보고회

◦ 2016. 08. 31. 2단계 1차년도 중간 보고회

◦ 2016. 12. 13. 2단계 1차년도 최종 보고회

◦ 2016. 12. 20. 2단계 1차년도 준공

◦ 2017. 1. 1. 금강정비사업 이후 수환경 모니터링 2단계 2차년도 착수

◦ 2017. 2. 28. 2단계 2차년도 착수 보고회

◦ 2017. 7. 27. 2단계 2차년도 중간 보고회

◦ 2017. 12. 6. 2단계 2차년도 최종 보고회

◦ 2017. 12. 31. 2단계 2차년도 준공

바. 연구 수행체계

[그림 1-3] 금강 수환경 모니터링 2단계 수행체계

2. 금강유역 일반현황

가. 금강유역 현황

◦ 금강유역은 동경 126° 40′ 25″ ~ 128° 03′ 53″, 북위 35° 34′ 47″ ~ 37° 03′ 03″ 사이인 한반도 중서부에 위치함

- 우리나라 제3의 유역으로서 유역면적은 9,912.15 ㎢이고 유로연장은 397.79 ㎞임
- 동서길이가 약 120 ㎞ 정도이고 남북길이는 약 160 ㎞로 남북길이가 긴 편임
- 유역 내에는 총 8개 광역자치단체가 위치하며, 자치단체별 유역면적 비율은 충청남도와 세종시가 38.7%, 충청북도가 34.1%를 차지하며, 그 외 전라북도 18.7%, 대전광역시 5.5% 경상북도 2.8%, 경기도 0.2%, 경상남도 0.01% 순으로 차지함

◦ 금강유역의 북쪽은 차령산맥을 끼고 우리나라에서 제일 큰 한강유역과 접해 있으며, 동쪽은 소백산맥을 경계로 낙동강유역과 접하고, 남쪽은 섬진강 및 만경강 유역과 서쪽으로는 서해와 접해 있어 산악지형이 유역의 경계를 형성하고 있고, 중·하류 쪽에는 청원평야와 논산평야가 형성되어 있으며 북서쪽에는 안성천, 삽교천 유역과 접하고 있음

◦ 금강유역의 충적 평야지는 중·하류부의 청주부근과 하류부의 논산~강경지역에 발달되어 있으며, 중산간분지는 미호천지류와 대전, 금산, 옥천, 부여부근에 산재되어 있고 하류부에는 넓은 구릉지가 발달되어 있음

◦ 남한의 5대강 중 3번째에 해당하는 규모로 금강유역의 특성을 [표 1-1]에 제시하였음

◦ 금강유역의 토지이용 상태는 산림 면적이 6,088 ㎢로 전체 유역면적의 61.42%를 차지하고 있으며, 다음으로 농경지(논, 밭)와 시가지가 각각 2,800 ㎢(28.3%)과 429 ㎢(4.3%)를 점유하고 있음

- 산림의 구성 비율이 우리나라 전체 평균인 65.5%보다 약 4% 작은 반면, 농경지 구성비는 우리나라 평균(21.7%)에 비해 약 7% 큰 것으로 조사됨

[표 1-1] 금강유역의 형상적 특성

구분	내용
유역면적(㎢)	9,912.15
유역둘레(㎞)	724.28
형상계수	1.12
수계밀도	2.51
평균경사(%)	15.28
유로연장(㎞)	397.79

※ 유역면적(drainage area): 유역의 평면상 면적을 말하는 것으로 어느 한 지점을 동일한 유출지점으로 갖는 지표면의 범위
※ 유역둘레(basin perimeter): 수평면상으로 투영된 주어진 차수의 유역의 경계를 따라 측정한 길이
※ 형상계수(shape factor): 유역면적과 동일한 면적을 가지는 원의 직경에 대한 유역의 주 하천 길이의 비
※ 수계밀도(drainage density): 유역면적에 대한 유역 내 하천 총길이의 비
※ 평균경사(average slope): 유역의 고저차와 유로연장의 비
※ 유로연장(basin length): 유역 출구점으로부터 유역 분수계에 이르는 최대거리

[표 1-2] 금강유역의 토지이용 현황

구 분	면 적 (㎢)	비 율 (%)
합계	9,912.15	100.00
수역	133.82	1.35
시가지	428.79	4.33
나지	131.37	1.33
습지	3.91	0.04
초지	326.22	3.29
산림	6,088.00	61.42
논	1,955.42	19.73
밭	844.62	8.52

◦ 금강 중·하류에 접하고 있는 기초자치단체는 모두 9개 시·군으로 봉황천이 합류하는 금산군, 미호천이 합류하는 세종시로부터 금강하굿둑까지 대전광역시, 세종시, 공주시, 청양군, 부여군, 논산시, 서천군, 익산시, 군산시가 좌안 또는 우안에 위치함

◦ 금강에는 대청호 상류지역에 위치한 금산군의 중심부를 통과하는 금산천과 봉황천이 유입되며, 금산군 동부지역은 남에서 북으로 산악지형 하천특성인 사행형태를 띠며 흐름

◦ 세종시 지역은 주요 지류하천인 미호천이 유입되며 세종보가 위치하고 있음

- 특히, 미호천이 유입되는 합류지역은 하천 양안에 습지가 넓게 분포하고 있어 생태적으로 중요한 곳이며, 세종시 행정중심복합도시 조성에 따라 다양한 공사 진행 중

◦ 공주시는 금강이 관통하여 흐르고 있으며, 공주보가 위치하고 있음

- 세종시와 경계지점부터 신공주대교 지점까지 양안에 산림과 도로가 분포하고 제외지가 협소한 특성을 보이고 있으나, 신공주대교 하류지역은 토사퇴적으로 형성된 넓은 면적의 하중도가 분포

◦ 청양군 지역은 차령산맥의 여맥이 동북에서 서남으로 뻗어 서북부와 동남부로 나뉘어져 있으며, 금강의 좌안에는 공주시와 부여군이 위치하고 있고 말단지역에는 백제보가 위치하고 있음

◦ 또한, 금강은 부여군의 중앙부를 관통하고 있으며, 금강정비사업 이전부터 금강하굿둑으로 인한 Backwater의 영향으로 수심이 깊고 유속이 낮아 유사의 퇴적이 시작되는 구간임

- 부여군 하류 지역은 논산시를 관통하여 흐르고 있는 논산천이 유입되는 구간으로써 금강하굿둑에 의해 하구호의 전형적인 특성이 나타남

◦ 금강의 최하류 구간인 금강 하구호는 충남의 논산시, 서천군, 부여군과 전북의 익산시 및 군산시가 연접하며, 호소 형태의 특성을 보이고 있음

- 수심은 약 4~8 m를 유지하고 있고, 하상면의 고도는 평균 해수면 이하로 유지되고 있어 하굿둑건설 전에는 해수의 유입이 이루어졌던 지역

[그림 1-4] 충청남도·세종특별자치시·대전광역시 행정구역 및 금강유역 수계도

나. 수계의 구성

◦ 금강 및 미호천 수계의 하천현황은 [표 1-3]과 같이 금강에는 국가하천이 7개, 지방하천이 461개로 총 468개소의 하천이 있으며, 미호천에는 국가하천이 1개, 지방하천이 54개로 총 55개의 하천이 있음

◦ 하천등급별 연장은 국가하천구간이 전체 하천연장의 12.9%, 지방하천이 전체 하천연장의 87.1%를 차지하고 있어 대부분이 지방하천이며, 금강수계 내 주요하천 현황 및 모식도는 [그림 1-5]와 같음

[표 1-3] 금강수계 하천 현황

구분	유역면적 (㎢)	간선유로연장 (㎞)	하천등급	하천개수 (개)	하천연장 (㎞)
금강	9,912	398	합계	468	3,789.59
			국가	7	4,81.50
			지방	461	3,258.09
미호천	1,855	89	합계	55	616.09
			국가	1	59.13
			지방	54	576.96

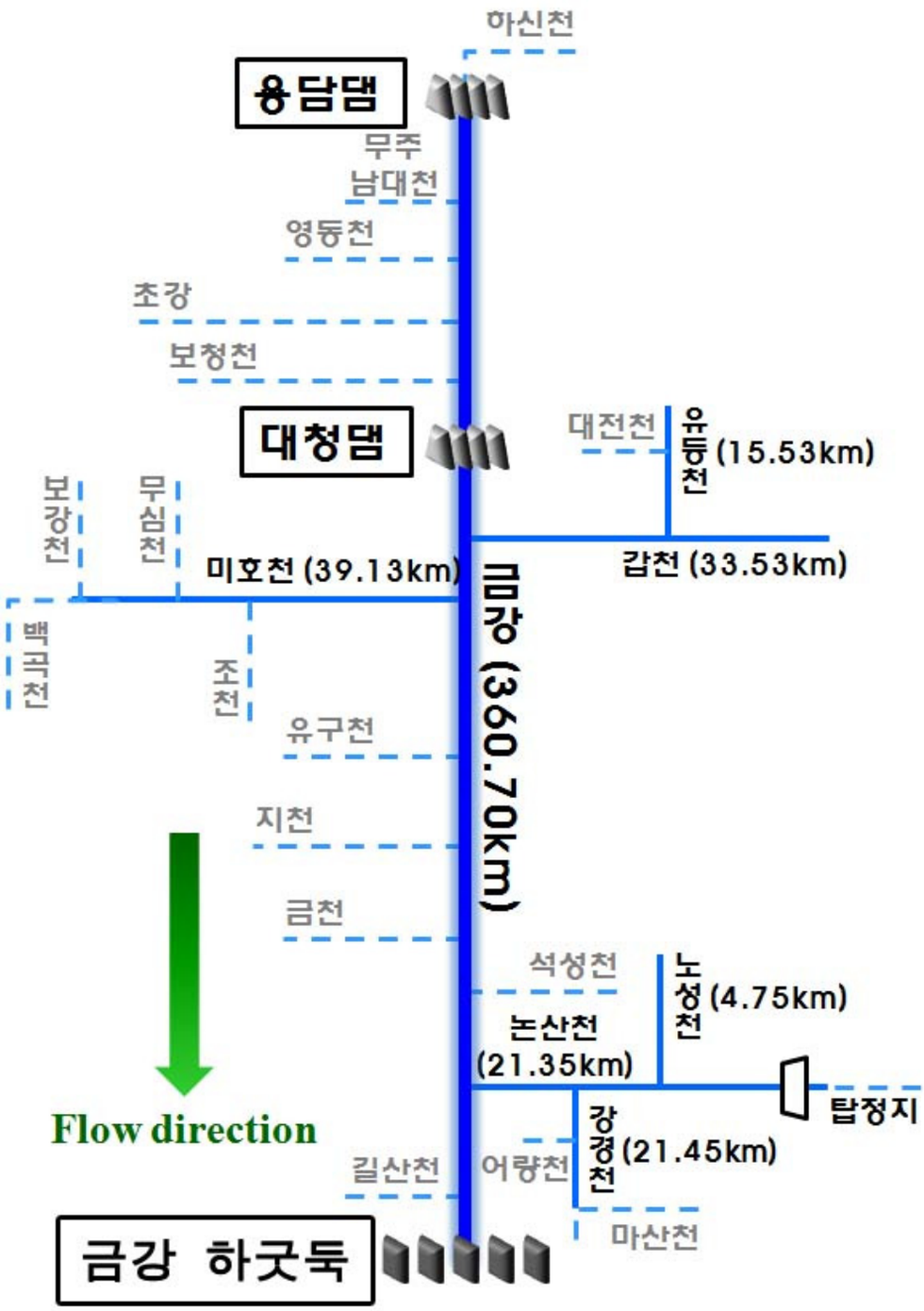


표 시	구 분	개소수	연장(km)
	국가하천	7	481.50
	지방하천	461	3,258.09
합 계		468	3,739.59

[그림 1-5] 금강유역 하천모식도

다. 주요시설물 현황

◦ 금강본류의 주요 댐은 [표 1-4]와 같이, 다목적댐인 대청댐과 용담댐이 있으며, 주요 지류하천에 설치한 대규모 농업용 저수지로는 백곡천의 백곡지, 미호천의 미호지, 논산천의 탑정지 등이 있음

[표 1-4] 금강유역 내 주요댐 및 저수지

구분	다목적댐		저수지
	대청댐	용담댐	금강하굿둑
준공년도	1980	2001	1990
관할기관	한국수자원공사	한국수자원공사	한국농어촌공사

1) 대청댐

◦ 대청댐은 4대강유역 종합개발계획의 일환으로 건설한 다목적댐이며 금강하구에서 약 150 ㎞ 상류, 대전시 동북방 16 ㎞ 지점에 축조된 콘크리트 중력식과 사력식의 복합 댐임

◦ 대청댐 유역면적은 금강유역의 총 42.25%인 4,189 ㎢이고, 만수면적 72.8 ㎢, 유효저수량 790백만 ㎥이며, 홍수조절용량은 250백만 ㎥인 다목적 댐임

[표 1-5] 대청댐 제원

구분		제원
위치	좌안	대전광역시 대덕구 미호동
	우안	충북 청원군 문의면 덕유리
유역면적(㎢)		4,189
댐	댐길이(m)	495
	댐높이(m)	72
	총저수량(백만㎥)	1,490
	유효저수량(백만㎥)	790
	계획홍수위(EL. m)	80

2) 용담댐

◦ 용담댐은 2021년 전주, 군산, 익산, 장항 지역 장래 용수수요의 안정적인 공급을 위해 1992년 착공하여 2001년 완공된 다목적댐으로, 대청댐에서 190 ㎞, 금강 하굿둑에서 340 ㎞ 상류지역에 위치함

◦ 대청댐 유역 안에 위치한 용담댐 유역면적은 928.83 ㎢으로 금강유역 전체 면적의 9.37%에 해당하고, 대청댐 유역면적의 22.17%를 차지하고 있음

[표 1-6] 용담댐 제원

구분		제원
위치	좌안	전북 진안군 용담면 월계리
	우안	전북 진안군 안천면 삼락리
유역면적(㎢)		929
댐	댐길이(m)	498
	댐높이(m)	70
	총저수량(백만㎥)	815
	유효저수량(백만㎥)	672
	계획홍수위(EL. m)	266

3) 금강하굿둑

◦ 금강하굿둑은 대단위 농업종합개발사업 일환으로 금강, 동진강, 만경강 하류 연안 농경지에 용수를 공급하고, 군산, 익산, 전주시를 비롯한 인근 소도시에 생·공·용수를 공급하기 위하여 금강하구(군산상류 5 ㎞ 지점)에 1983년 11월에 착공하여 1990년 11월에 준공하였음

◦ 금강하굿둑 건설로 약 138백만 ㎥ 규모의 담수호가 조성되었으며, 인근 농경지 43,000 ㏊에 농업용수를 공급하고, 충남 및 전북 인근도시에 생활, 공업용수를 공급하고 있으며, 하굿둑에 4차선 도로와 복선철도를 부설하였고, 금강과 연안지역의 생태계 복원의 필요성이 제기되어 해수순환 중심으로 생태복원에 대하여 다각적으로 논의 중임

[표 1-7] 금강하굿둑 제원

구분		제원
위치	좌안	전북 군산시 성산면 성덕리
	우안	충남 서천군 마서면 도삼리
유역면적(㎢)		9,912
방조제	연장(m)	1,127
	제방고(EL. m)	16.60
	금강호	총저수량(백만㎥)
	유효저수량(백만㎥)	200
	관리수위(EL. m)	2.0(3월~6월), 1.0(7월~2월)

3. 금강정비사업 개요

가. 금강정비사업 주요내용

◦ 금강정비사업은 하도정비와 3개보(세종보, 공주보, 백제보) 건설이 가장 큰 부분을 차지하고 있음

- 세부내용으로 하도정비·준설 0.5억 ㎥, 보설치 3개소, 생태하천조성 124 ㎞, 제방보강 71 ㎞, 자전거도로 248 ㎞, 양·배수장 설치, 농업용 저수지 증고, 수질대책(공공하수처리시설과 폐수종말처리시설의 총인 저감 시설 도입 등)

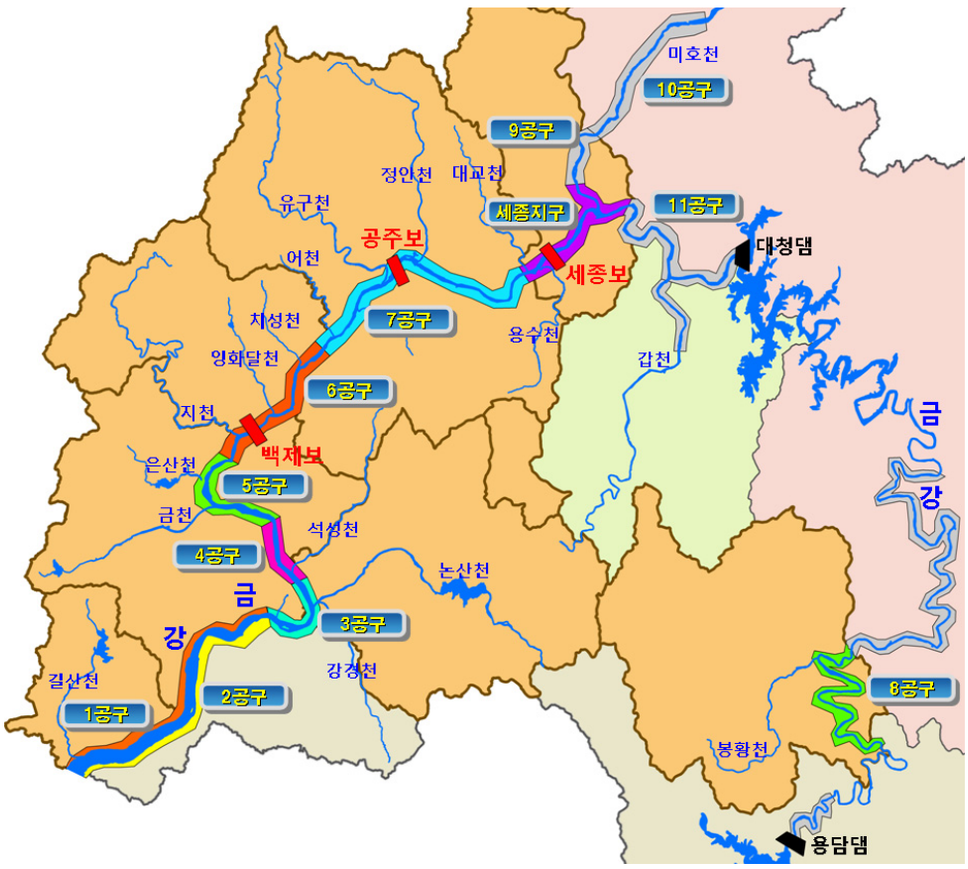
◦ 소요 예산규모는 67.1%가 하천에 관련되고, 농업용저수지 증고 사업에 27.4%, 수질개선에 5.5%가 투입되었고, 주민 보상비는 위의 각 항목에 부분적으로 포함되어 있음

◦ 보의 설치지점은 [그림 1-6] 및 [그림 1-7]과 같으며, 세종보 상류에서 금강 하굿둑까지 관리수위에 의해 관리되고 대부분 구간이 호소와 유사한 형태의 유동을 나타내고 있음

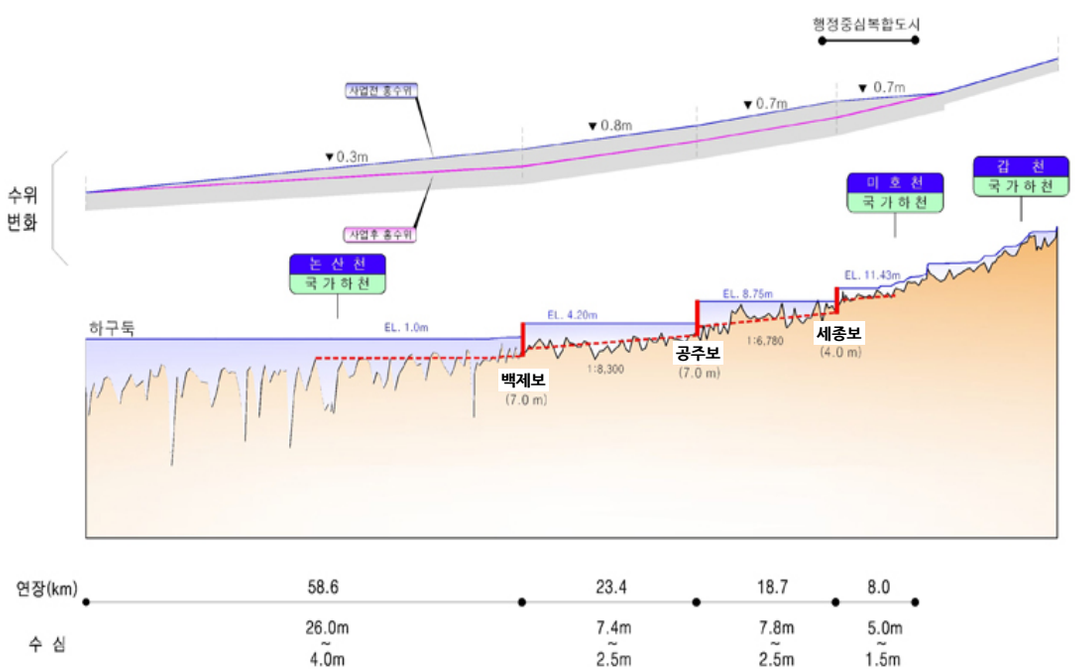
[표 1-8] 금강정비사업의 개요

(사업비 단위 : 억 원)

구 분	사 업 내 용		금 강		충청남도·세종시		비율(%)
			사업량	사업비	사업량	사업비	
총 계				31,723		20,026	100
국 토 해양부 (하천)	소 계			16,598		13,741	52.3
	공 사 비	하도정비·준설	0.5억㎥	3,720	0.40억㎥	2,860	11.7
		보 설 치	3개소	2,023	3개소	2,023	6.4
		생태하천조성	41/124㎞	5,772	27/106㎞	2,753	18.2
		제 방 보 강	26/71㎞	2,371	14/29㎞	1,113	7.5
		자전거도로	248㎞	303	192㎞	272	1.0
		양·배수장 등 기타	1식	2,409	1식	2,245	7.6
		보상비			1식	2,475	
농림부	농업용저수지 증고		30개소	6,767	11개소	2,689	21.3
환경부	수 질 대 책		338개소	8,358	150개소	3,596	26.3



[그림 1-6] 금강정비사업에 포함된 3개보의 설치위치



[그림 1-7] 보 설치위치 및 각 보의 관리수위

◦ 4대강 살리기 사업으로 명명한 금강정비사업은 정부에서 기후변화 등으로 인한 물 부족 및 홍수 대비, 자연과 인간의 공생, 국토 재창조, 지역균형 발전과 녹색성장 기반 구축을 목적으로 추진하였음

◦ 4대강 살리기 사업을 통한 물 부족 대비 수자원 확보량은 1,282백만 ㎥로, 16개소의 다기능 보를 통해 796백만 ㎥, 96개소 농업용 저수지에 대한 둑높임 사업을 통해 242백만 ㎥, 영주댐 등 3개소의 신규 댐을 건설하여 244백만 ㎥의 수자원을 확보하고자 하였음

[표 1-9] 4대강 살리기 사업을 통한 수자원 확보계획량

(단위 : 백만㎥/s)

구분	개소수	전국	한강	낙동강	금강	영산강	섬진강
다기능보	16	796	40	672	46	38	-
저수지	96	242	10	98	56	66	12
신규댐	3	244	-	244	-	-	-
계	115	1,282	50	1,014	102	104	12

[표 1-10] 세종보 제원

유역면적(㎢)	6,942	길이(m)	348
정상표고(EL.m)	11.8	높이(m)	2.8~4.0
계획홍수위(EL.m)	23.43	계획홍수량(㎥/초)	12,795
상한수위(EL.m)	12.3	관리수위 저수용량(백만㎥)	5.7
관리수위(EL.m)	11.8	하한수위 저수용량(백만㎥)	0.9
하한수위(EL.m)	8.2	갈수위(EL.m)	9.6

전도식 가동보 2식	형식	개량형 전도식 가동보
	규모	길이 80.0m × 높이 2.8m × 2문 보 기둥 길이 0.5m × 4EA
	월류언 정부표고	EL. 9.00m
전도식 가동보 1식	형식	개량형 전도식 가동보
	규모	길이 60.0m × 높이 4.0m × 1문 보 기둥 길이 0.5m × 2EA
	월류언 정부표고	EL. 7.80m
고정보	형식	콘크리트 중력식
	규모	길이 125.0m × 높이 2.8~4.0m
	월류언 정부표고	EL. 11.80m
소수력 발전	형식	횡축 카플란(Kaplan)수차(동기발전기)
	규모	2,310㎾(770㎾ × 3기)
	유효낙차	2.51m
	발전 사용수량	113.4m3/초(37.8m3/초 x 3기)
어도	위치	좌안
	형식	자연형 수로식 어도
	규모	길이 355m × 폭 4~40m
	월류언	EL. 11.4m

[표 1-11] 공주보 제원

유역면적(㎢)	7,408	길이(m)	280
정상표고(EL.m)	8.75	높이(m)	7
계획홍수위(EL.m)	17.72	계획홍수량(㎥/초)	12,040
상한수위(EL.m)	9.25	관리수위 저수용량(백만㎥)	15.5
관리수위(EL.m)	8.75	하한수위 저수용량(백만㎥)	1.6
하한수위(EL.m)	2.6	갈수위(EL.m)	3.3

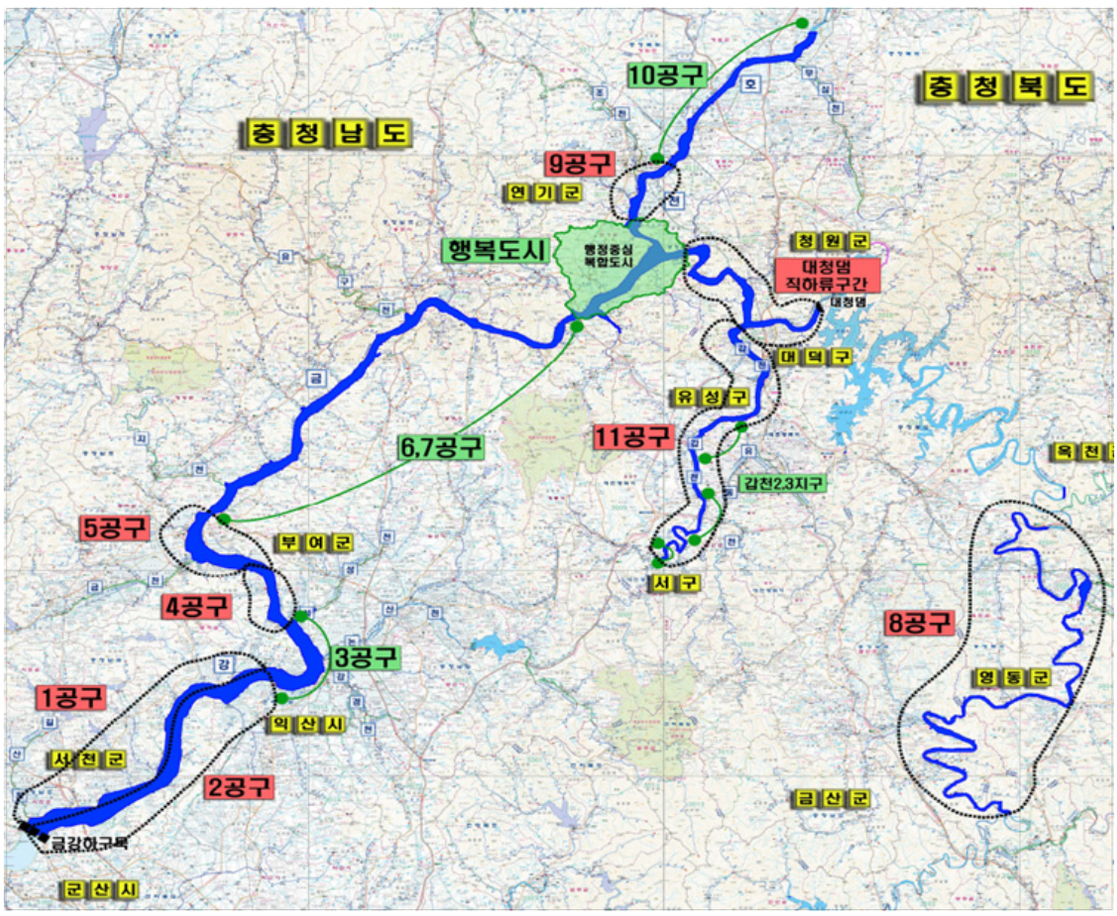
가동보 3문	형식	수문형가동보(리프트게이트)
	규모	길이 20m × 높이 7m × 1문, 길이 40m × 높이 7m × 2문 보 기둥 길이 3.0m × 6EA
	월류언 정부표고	EL. 2.05m
전도식 가동보 3문	형식	복합형가동보
	규모	길이 40m × 높이 1m × 3문
	월류언 정부표고	EL. 7.75m
고정보	형식	콘크리트 중력식
	규모	길이 36m × 높이 7m
	월류언 정부표고	EL. 8.75m
공도교	형식	강박스 거더교 + IPC 거더교
	규모	길이 465m × 폭 11.5m
	하단표고	EL. 21.87m
소수력발전	형식	횡축 카플란(Kaplan)수차(동기발전기)
	규모	3,000㎾(1,500㎾ × 2기)
	유효낙차	4.20m
	발전 사용수량	90.0m^3/초(45.0m^3/초 x 2기)
어도	위치	자연형(좌안), 인공형(우안)
	형식	복합형(자연형 + 인공형)
	규모	자연형(길이 260m × 폭 3m) 아이스하버식 (길이 140m × 폭 6m)
	월류언	EL. 8.40m(자연형), EL. 8.60m(인공형)

[표 1-12] 백제보 제원

유역면적(㎢)		7,976	길이(m)	311
정상표고(EL.m)		4.2	높이(m)	5.3
계획홍수위(EL.m)		12.62	계획홍수량(㎥/초)	12,580
상한수위(EL.m)		4.7	관리수위 저수용량(백만㎥)	24.2
관리수위(EL.m)		4.2	하한수위 저수용량(백만㎥)	5.7
하한수위(EL.m)		1.0	갈수위(EL.m)	1.0
가동보 3문	형식	2단 쉘게이트		
	규모	길이 36m × 높이 5.3m × 3문, 게이트 높이 : (상단) 2.75m, (하단) 2.55m 보 기둥 길이 3.0m × 4EA		
	월류언 정부표고	EL. -1.1m		
고정보	형식	콘크리트 중력식		
	규모	길이 191.0m × 높이 5.3m		
	월류언 정부표고	EL. 4.2m		
공도교	형식	2주형 판형교(소수주형 판형교)		
	규모	길이 680.0m × 폭 7.0m		
	하단표고	EL. 15.52m(피어 상단 높이)		
소수력발전	형식	횡축 카플란(Kaplan)수차(동기발전기)		
	규모	2,640㎾(660㎾ × 4기)		
	유효낙차	2.30m		
	발전 사용수량	138.0m^3/초(34.5m^3/초 × 4기)		
어도	위치	우안		
	형식	자연형 어도		
	규모	길이 820m × 폭 12m		
	월류언	EL. 3.9m		

나. 금강정비사업 구간

◦ 충남과 세종시 지역을 중심으로 시행한 금강정비사업의 구간은 [그림 1-8]에 표현한 바와 같음



[그림 1-8] 금강정비사업 구간

4. 금강 모니터링의 필요성

◦ 하천은 인류가 가장 쉽게 이용할 수 있어 오랜 역사를 통해 인류 생활과 문명의 발생 및 발전에 가장 중요한 요건임

◦ 하천은 최근 삶의 질을 충족하는데 중요한 역할을 하고 있으며, 인간을 포함한 모든 동·식물 및 미생물의 생존과 더불어 자연의 변화를 완충해주는 공간으로 그 의미는 매우 크다고 볼 수 있음

◦ 우리나라 과거 하천은 재해를 피하기 위한 방재목적과 생·농·공업용수 등의 활용을 위한 안정적인 수자원 확보 목적으로 관리되었으며, 최근 수자원으로서의 가치를 유지하기 위하여 수질보전 목적으로 관리하여 왔음

◦ 그러나 현재는 하천의 생태적인 가치와 지역 주민과 이용자들을 위한 친수공간으로서 가치를 고려하여 관리하는 추세로 변모하고 있음

◦ 하지만 도시지역 하천은 생태적 가치보다 도시의 안전을 위한 치수 사업으로 진행됨

◦ 이처럼 하천의 이용목적에 따라 다양한 치수사업, 정비사업 등이 지속적으로 추진되어 왔으며, 그에 따라 인위적으로 하천의 제방을 높이거나 하도를 직선·평탄화하는 사업들이 빈번히 이루어짐

◦ 4대강 살리기 사업의 일환으로 추진된 금강정비사업은 2009년 10월에 착공하여 2012년 7월에 준공하였음

- 금강정비사업은 비도시 지역인 동시에 우수한 자연적 생태환경을 유지하고 있는 금강본류 구간에도 도시형 치수사업의 형태를 적용
- 특히, 금강본류에 설치된 3개의 보(세종보, 공주보, 백제보)는 물이용 측면에서 건설되었으나, 농업용수와 공업용수 등 수자원을 필요로 하는 지역과는 관련성이 다소 떨어짐
- 보에 의한 금강물의 체류기간이 길어져 다양한 수질악화 현상이 초래될 수 있으며, 생태적 가치가 뛰어나고 다양한 생물종이 서식하고 있던 공간이 단조로운 형태로 변화
- 뿐만 아니라 지속적인 하상 준설과 정비로 본류 및 지류에서 다발적으로 침식과 퇴적현상이 나타나고 있음

◦ 지형학적으로 하천은 고지대와 저지대를 연결하는 통로이며, 땅을 구성하는

주성분인 토사와 생태계를 뒷받침하는 양분을 다양한 흐름 형태로 이동·공급하는 역할을 함

◦ 주로 강우 시 유역 내 토양의 노면에서 강우낙하의 충격이나 씻김현상에 의한 침식으로 공급되며 이렇게 수체로 유입된 토사와 양분은 하천에서 퇴적과 침식을 반복하게 됨

◦ 침식과 퇴적이 지속적으로 반복되는 과정에서 유입과 유출의 평형을 이루지 못하고 과도한 유출이나 축적이 이루어지는 경우, 하천환경은 본래의 모습을 잃고 재해에 취약해지며 수생태계가 불안정하고 수자원으로서의 가치를 상실하게 됨

- 중·장기적으로 하천의 흐름은 형태에 따라 역학적으로 안정적인 평형하상으로 복귀되는 특성이 있음

- 인위적인 흐름의 특성을 변화시키는 준설이나 구조물을 축조하는 경우, 침식과 퇴적을 반복하여 상류에서 유입되는 유사량과 유출되는 유사량이 같아 침식과 퇴적이 균형을 이루게 되어 하상의 상승이나 저하가 일어나지 않는 안정상태가 유지되어 실질적인 하상변동이 없는 안정된 하도인 평형하천으로 회귀

◦ 이러한 평형하천으로의 회귀과정에서 하도의 경사가 급변하는 구간은 급격한 침식이 진행되거나 퇴적이 이루어지며 하상의 커다란 변동을 초래함

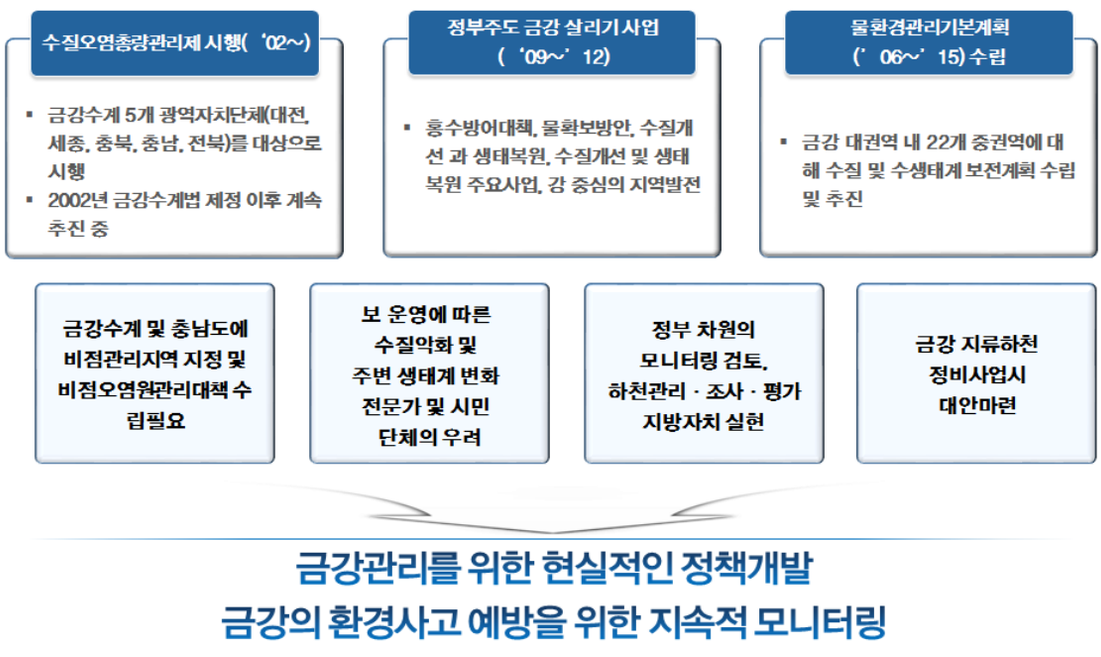
◦ 하상변동이 발생하면 홍수 소통능력의 변화, 호안의 파괴, 취수 곤란, 내수 배제 곤란, 지하수위 변동 등이 발생하므로 하상변동이 심할 것으로 판단되며, 이를 안정하도로 유지할 수 있는 대책을 수립해야 할 필요가 있음

- 특히, 하상변동은 지형을 변화시키기도 하고 과거에 조성된 구조물들의 지반을 변형시키는 원인이 되기도 하며, 경우에 따라서 인재(人災)의 원인으로 작용하기도 함

◦ 하천의 지형적 특성과 생태적 환경을 바꾸는 금강정비사업은 막대한 예산이 투입되는 대규모 사업임에도 불구하고 짧은 기간에 하천기본계획이 수정되고 사전환경성검토와 환경영향평가가 통과되는 등 그간 보기 어려운 사업추진 속도를 보여준 사례에 해당함

- 사업완료를 앞당기기 위하여 무리하게 추진속도를 내는 것은 사업의 설계 및 평가 차원에서 많은 부실을 낳기 마련임

◦ 따라서 금강 모니터링은 금강과 함께 생활하는 유역 주민의 입장에서 충청남도와 세종특별자치시 지역에서 진행된 금강정비사업의 현황을 점검하고, 사업의 시공 및 운영단계에서 발생할 수 있는 환경적 문제점들을 모니터링 하여 지속적으로 금강의 보전과 이용을 조화롭게 추진 할 수 있는 정책수립의 기초자료를 확보하기 위하여 반드시 필요함



[그림 1-9] 금강 모니터링의 배경 및 필요성

(a) 2007년 4월 22일

(b) 2012년 7월 24일

[그림 1-10] 4대강 사업 전·후의 변화된 공주지역 금강

5. 2단계 1차년 모니터링 연구 결과

가. 본류 수질 모니터링 평가

1) BOD_5

◦ BOD_5 농도는 1단계 연구기간동안에 사업 전보다 대부분의 구간에서 낮아졌음

◦ 2단계 1차년도에는 1단계 연구기간보다 BOD_5 농도는 세종보, 공주보, 백제보 지역을 중심으로 증가폭이 두드러졌으며, 세종보 하류에서는 39.8%가 증가하였으나 전체적으로 평균 12.9% 정도 증가한 것으로 나타났음

◦ 환경기초시설의 방류수질 개선에 따른 유량이 많은 주요 지류하천의 수질이 상당한 폭으로 개선되었음에도 불구하고, 금강본류의 수질이 과거의 수준으로 돌아가는 것은 외부오염원에 의한 것보다는 내부생산량 증가와 보 상류 하상에 침적되어 있는 퇴적물의 재부상 등에 의한 영향인 것으로 유추할 수 있음

2) COD_{Mn}

◦ COD_{Mn}변화를 살펴보면, 1단계 시작시점에는 수질이 개선되었으나, 해가 갈수록 수질농도가 증가하기 시작하여 사업 전 수질과 유사한 수준을 보이고 있음

◦ COD_{Mn} 농도는 2단계 1차년도에 세종보 상류를 제외한 전 구간에서 1단계보다 오히려 높아졌으며 백제보 하류에서는 최대 29.2%까지 증가하였음

◦ COD_{Mn}는 난분해성 유기물 함량을 나타내는 지표 가운데 하나로서, BOD_5 농도에 비해 사업 전 수준을 훨씬 초과하고 있는 것으로 나타나 금강본류의 정체구간의 증가로 인해 유기물의 내부생산량 증가 및 축적 등이 지속적으로 진행되고 있음을 유추할 수 있음

3) SS

◦ SS 농도는 1단계 초기 보 설치로 인한 유속감소로 무기물과 유기물의 침강성이 높아져 수중의 SS 농도가 감소하기 시작하였으며, 후반기에는 사업 이전보다 대부분 구간에서 감소하였음

◦ 2단계 1차년도에는 1단계보다 더욱 큰 폭으로 농도가 감소하였으며, 미호C 지점에서는 최대 53.8% 가량 감소하였고, 사업 전과 비교했을 때 백제보 인근에서 가장 크게 농도가 감소하였음

4) T-N

◦ T-N 농도변화를 살펴보면 1단계는 모든 구간에서 사업 전보다 낮은 수준으로 감소되는 것으로 나타났으며, 2단계 1차년도에는 보가 설치되어있는 금강본류 구간에 1단계보다 농도가 증가하기는 하였지만 모든 구간에서 사업 전보다 감소하였음

5) T-P

◦ T-P 농도는 지류하천에 위치한 환경기초시설(공공하수처리시설, 폐수종말처리시설 등)의 고도처리로 인해 사업이후 매년 지속적으로 감소하여 1단계 동안 모든 구간에서 평균농도의 절반정도로 수질등급 0.1 ㎎/L이하인 약간 좋음(Ⅱ) 등급의 수준을 보였음

◦ 2단계 1차년도에는 1단계보다 대부분의 구간에서 농도가 감소하였으며, 유기물 지표인 BOD_5나 COD_{Mn}와 달리 영양염류인 T-N과 유사하게 지속적으로 낮아지고 있는 현상을 보이고 있음

6) Chl-a

◦ Chl-a 농도는 1단계 시작시점에는 사업 전보다 낮았으나 지속적으로 증가하기 시작하여 후반기에는 모든 구간에서 사업 이전 수준을 상회하거나 유사한 수준을 보였음

◦ 2단계 1차년도에는 1단계보다 대부분의 구간에서 크게 증가하였는데, 특히 세종보 하류에서는 약 2배 정도 증가하였으며, 모든 구간에서 평균 29.1% 증가한 것으로 나타났음

◦ 물속 조류는 독성뿐만 아니라 그 자체가 유기물(BOD_5, COD_{Mn}, TOC 등)이고, 사멸 시 용존산소(DO) 소비와 관련되어 수질악화를 초래하므로 발생 저감을 위한 지속적인 관리가 필요함

◦ T-N과 T-P 농도는 지속적으로 감소하고 수온, BOD_5, COD_{Mn}가 상승하는 현상을 종합적으로 분석해보면, 금강본류에서 조류발생을 제어하기 위해서는 영양염류인 T-P만 제어하기 보다는 보 건설에 따른 수온, 유기물, 유속, 수심 변화 등을 포함하여 통합적인 시각에서 평가하고 관리하여야 할 것으로 판단됨

7) 수온

◦ 수온은 대기의 기온변화와 직접적인 관련이 있는 항목으로 1단계 동안 백제보 하류구간을 제외한 대부분의 구간에서 사업 전보다 낮게 관측되었음

◦ 2단계 1차년도에는 보 상류 중심으로 1단계보다 온도가 다소 상승하였고, 보 수위 유지를 위한 담수로 인해 표면적이 증가하고 유속감소로 인한 체류시간 증가 등으로 인해 수온이 약간 높아진 것으로 사료됨

8) pH

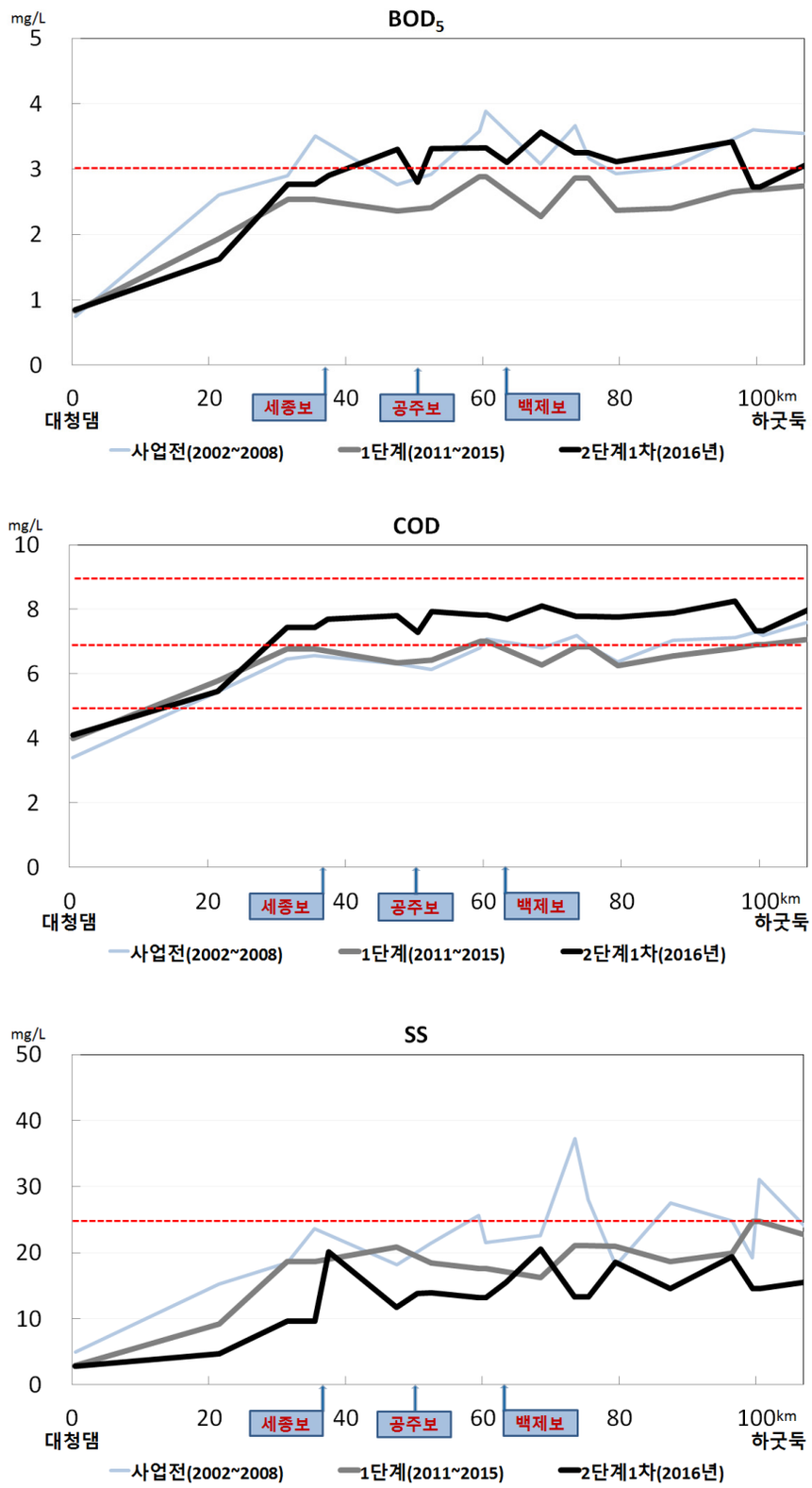
◦ pH 변화를 살펴보면, 사업 전에는 구간별 변화폭이 큰 것으로 나타났지만 1단계에는 전보다 완만한 변동을 보였음

◦ 2단계 1차년도에는 백제보 인근을 제외한 전 구간에서 1단계보다 pH가 평균 1.1% 정도 낮아졌음

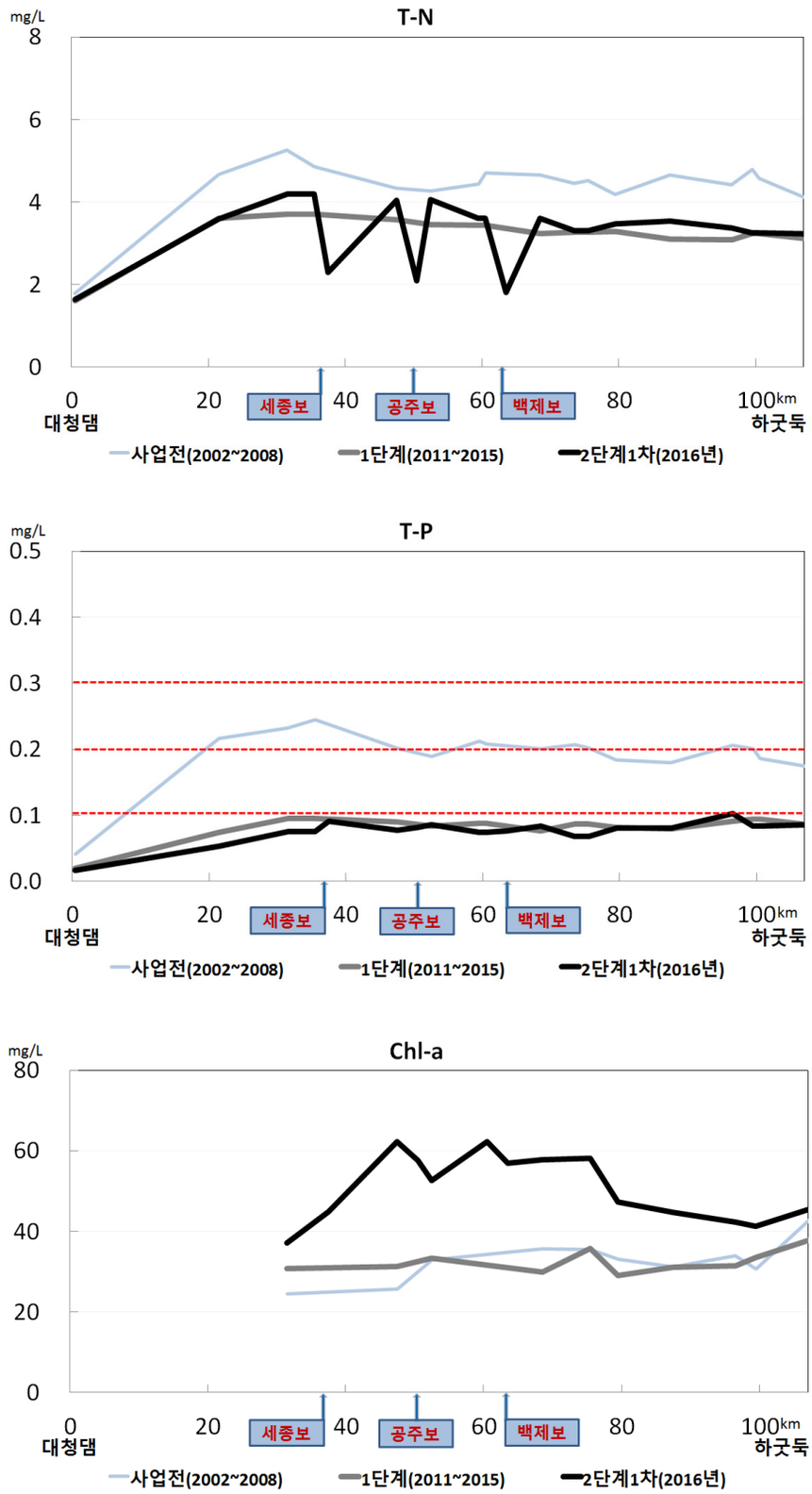
9) DO

◦ DO 농도는 1단계 동안 사업 전보다 하류를 제외한 모든 구간에 DO가 증가하는 경향을 보였음

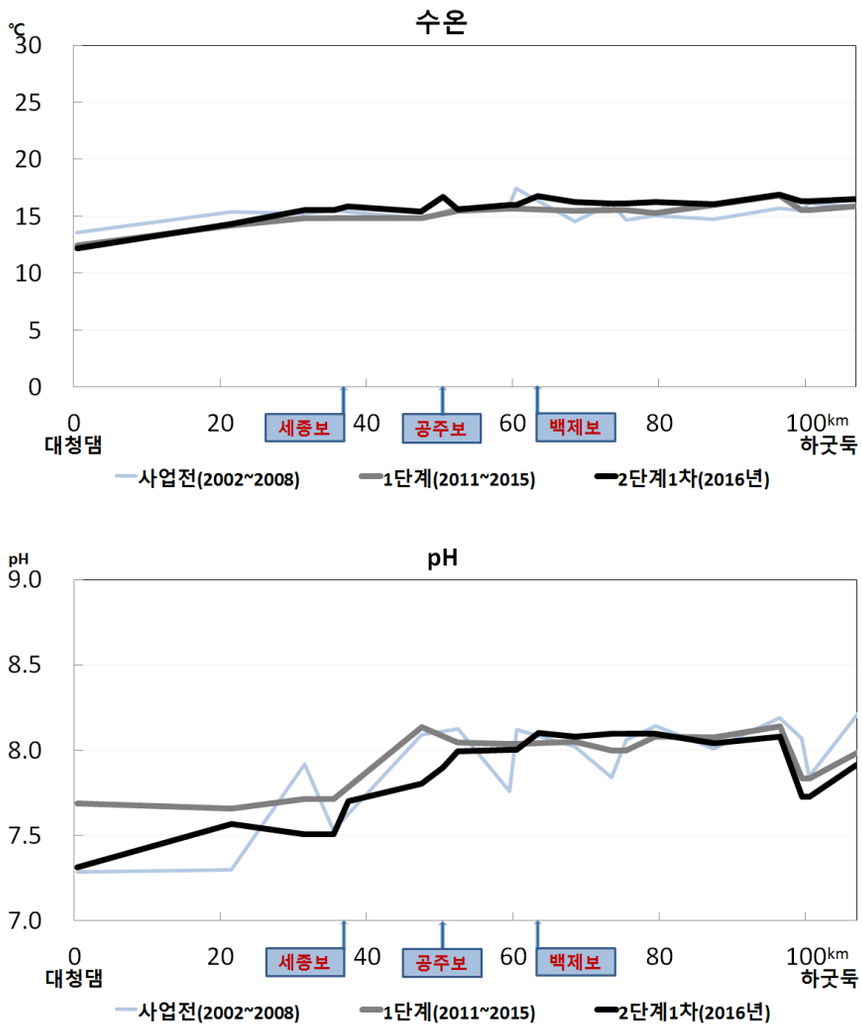
◦ 2단계 1차년도에는 체류시간 증가에 따른 조류 증가로 인해 조류 발생지역을 중심으로 용존산소 농도가 대부분의 구간에서 증가하였음



[그림 1-11] 1단계 수질모니터링 변화



[그림 1-11] 1단계 수질모니터링 변화(계속)



[그림 1-11] 1단계 수질모니터링 변화(계속)

나. 연별 보 수질 모니터링 평가

◦ BOD_5는 2015년보다 2016년도에 대부분 농도가 상승하였고 변동 폭도 컸으며, 백제보에서는 8월~9월에 나쁨(Ⅴ) 등급 수준의 최대농도 값을 보였음

◦ COD_{Mn}는 2015년보다 2016년도에 대부분 농도가 상승하였고 변동 폭도 컸으며, 세종보에서 3월에 20.9 ㎎/L을 기록하며 아주 나쁨(Ⅵ) 등급 수준의 최대농도 값을 보였음

◦ T-P는 2015년보다 2016년도에 대부분 농도가 상승하였고 변동 폭도 컸으며, 특히 7~8월에 세종보에서 최대 0.329 ㎎/L를 기록하였고, 공주보와 백제보에서도 최대농도 값을 보였음

◦ Chl-a는 2015년보다 2016년도에 대부분 농도가 상승하였으며, 월평균농도가 공주보에서 6월에 99.0 ㎎/L, 세종보에서는 8월에 96.2 ㎎/L로 급증하였음

◦ 남조류세포수는 2015년과 2016년 모두 여름철에 증가하였는데, 특히 백제보에서 8월 평균 남조류세포수가 49,382 세포/㎖로 최고치를 보였으며, 세종보의 경우에는 3월에도 남조류세포수가 증가하였으나 1,000 세포/㎖ 미만으로 상대적으로 작은 수치를 보였음

◦ 수온은 2015년과 비교하여 큰 변화는 없었으며, pH는 월별로 변동 폭이 큰 것으로 나타났으며, 3개보 모두 7월의 평균 pH가 2015년보다 2016년에 감소하는 경향을 보였음

다. 생태계 모니터링 평가

1) Ⅰ구역(17.1㎞)

◦ 금산군에 해당되며, 비교적 생태환경현황이 타 지역에 비해 우수한 편임

◦ 시설현황

- 수통지구 둔치 등, 탐방객들의 출입과 차량 도강으로 쓰레기가 발생하고 야구장 방치, 잔디광장 무단출입으로 훼손, 식재식물은 잡초와 함께 자람

◦ 경관(정비사업 전 생태환경이 우수한 지역)

- 4륜 차량 동호회 하천을 진입 훼손, 수통리, 방우리 이동통로 차량 진입 훼손, 수변지대 행락객 장기 야영으로 소각행위 및 쓰레기 발생 심각

◦ 동·식물 현황

- 천내습지, 상수원보호구역 해제 후 낚시꾼 증가로 쓰레기 방치가 증가하고 있으며 수통리 지역부터 제원면 천내리, 우안과 좌안 둔치 및 산기슭에 생태계 교란종 가시박과 돼지풀 등이 밀생, 제거 대책과 외래종 유입 차단 대책 필요

2) Ⅱ구역(12.5㎞)

◦ 세종보 및 주변지역이 조사 주요 대상지역에 해당함

◦ 시설(세종보)

- 상류의 담수된 물은 악취가 나며 부유물과 녹조가 관찰되고, 강바닥은 갈색의 저니층이 매년 쌓이고 있고 녹조발생이 지속되고 있으며 가동보 시설의 정기점검 보수공사를 반복하고 있고, 겨울철도 녹조가 유지되며 3월 정기점검을 위해 수문을 개방한 시점에서 세종보 상류에 녹조 잔재물들이 가득함

◦ 경관

- 2013년 역행침식으로 2014년 복구공사를 진행한 금강의 지류 삼청천이 2016년 7월 강우로 다시 무너져 내렸고 아직도 진행 중이며, 하상안정화에는 더 많은 시간이 필요

- 관리는 산책로와 자전거도로 주변에서 제초 작업만 이루어 졌으며 합강리 모래 재퇴적 진행, 생태 산란처 돌무더기 일부 유실

◦ 동·식물 현황

- 큰빗이끼벌레의 서식이 줄어들고, 붉은깔다구와 실지렁이는 상류 전역으로 확산되었으며 수달(합강리, 세종보 어도, 용수천, 대교천 합류점 모래톱), 고라니, 너구리의 흔적 확인

- 장남평야, 합강리 습지에 천연기념물 제203호 재두루미와 세계적 희귀조 호사비오리(천연기념물 448호)가 관찰되었고 장남평야 중심에서 합강습지와 부강지역으로 서식지역을 상류로 옮겨가고 있음

3) Ⅲ구역(35.9㎞)

◦ 공주보 및 주변지역이 조사 주요 대상지역에 해당됨

◦ 시설(공주보)

- 공주보 부실공사로 바닥보호공 침식 세굴로 가라앉아 대규모 하자보수 공사 진행 중이며 공주보 전체 바닥보호공 경계부에 쇠말뚝을 박고, 그 뒷면에 콘크리트 보강공사 진행

- 공주보~예당저수지 도수로 공사로 유구천 합류점 하류 지점에 대형 시설물을 착공하였고 금강 보흥천 합류점 역행 세굴이 지속적으로 발생, 교량 및 도로 공사로 탁수 유입 가중

◦ 경관

- 왕촌천 합류점 전국체육대회 조정경기장 조성으로 둔치 훼손 복원 필요. 고마나루, 옥룡동 배수문 등 소규모 지류하천 생활하수 등 오염원 유입이 지속

- 고마나루 선착장 주변, 펄층에 정수성식물인 마름이 서식하고 새들목, 공주보 상류에 근접할수록 하상 세굴로 인한 경사가 심해지고, 바닥은 펄층이 형성

◦ 동·식물 현황

- 정수성 수생식물 마름 생육, 큰빗이끼벌레 서식, 펄조개, 말조개가 폐사하였고 방류로 인한 천연기념물 수달 은신처 노출, 하상에 물고기 폐사체 잔존 확인

- 자라 폐사 및 폭염 노출, 펄조개, 말조개, 민물담치 서식을 확인하였으며 수상공연장 하상 펄층 형성, 주변 큰빗이끼벌레가 수중 및 하상에 서식

4) Ⅳ구역(24.2㎞)

◦ 백제보 및 주변지역이 조사 주요 대상지역에 해당됨

◦ 시설(백제보)

- 대부분 담수형태로 운영
- 부영양화로 수질이 탁하고 악취가 발생함

◦ 경관

- 백제보~보령댐 도수로 공사로 금강~은산천 합수부 지점에 대형시설물 건설
- 부여 지천에 역행침식이 재 발생, 이전에 유실된 곳에서 더 안쪽의 제방이 붕괴되고 농경지까지 유실(점차 확장)

◦ 동·식물 현황

- 백제보 상·하류에 대규모 녹조가 발생하고 백제보 상류 인공습지에 마름이 대거 번식
- 어류 산란기 백제보 상류 습지지역 낚시가 성행(차량진입 지속적으로 목격)
- 부여 왕진교 주변 마름, 붉은깔따구, 실지렁이, 큰빗이끼벌레의 서식 확인

5) Ⅴ구역(38.3㎞)

◦ 금강하굿둑에서 부여 웅포대교 주변지역이 주요 조사대상지역에 해당함

◦ 경관

- 완포리, 시음리, 지역 둔치는 구간마다 식재식물이 고사하고, 모래나 흙이 쌓여 나대지로 변모
- 망월리 천변, 와초리 둔치 헤어리베치 녹비작물 외래식물 재배가 지속

◦ 동·식물 현황

- 환경부 지정 생태계교란종인 가시박 생육 면적이 확장(금강하구 수변)
- 금강하굿둑에서 신성리까지 구간에는 하천변 갈대, 모새달이 관찰
- 육상식물(확장세)도 함께 경쟁하며 자람

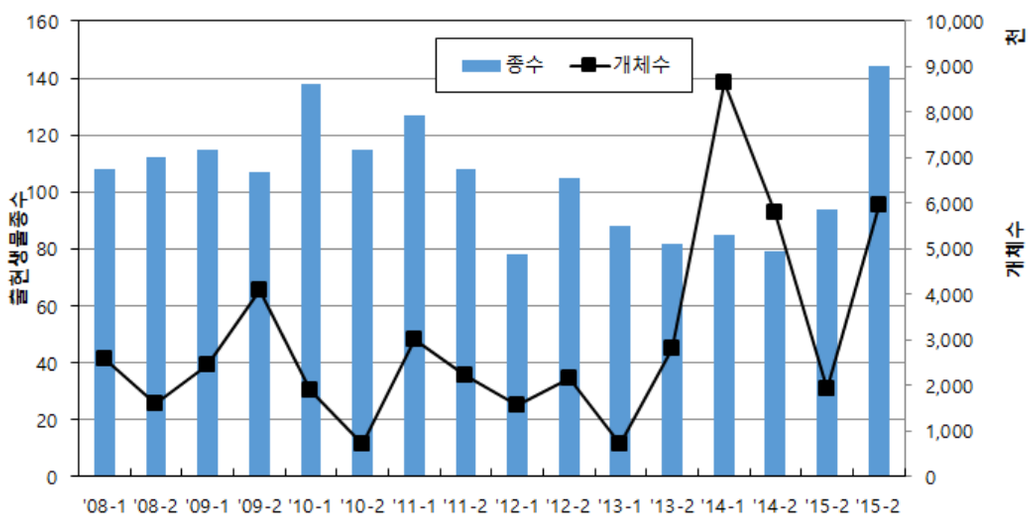
라. 수생태계 건강성 평가

1) 부착조류

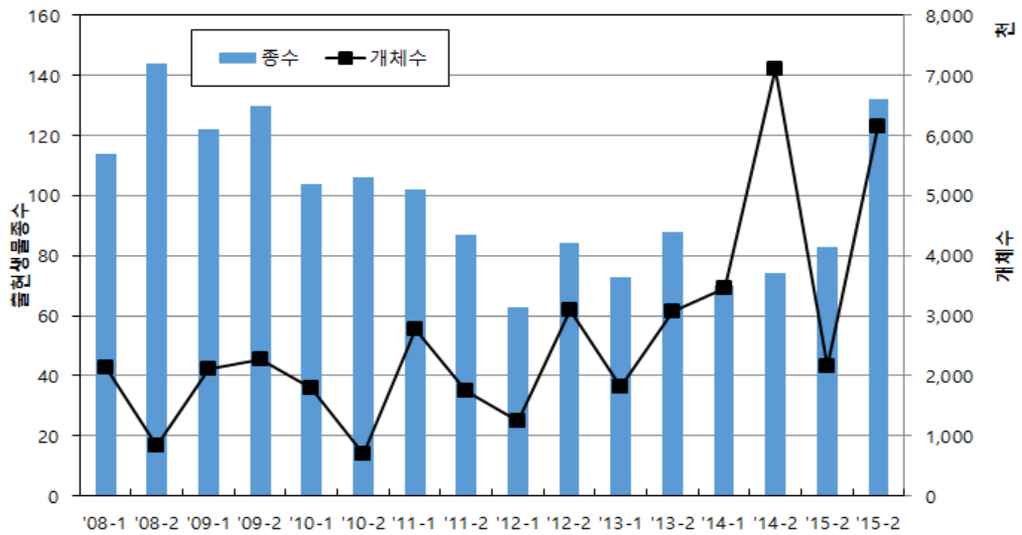
◦ 환경부 수생태 건강성 관측 자료에서 부착조류의 과거 8년(2008년~2015년)간 금강본류 12개의 구간과 금강지류 11개로 총 23개소의 연간 2회씩 총 16회의 자료를 분석함

◦ 금강본류의 회차별 종수와 개체수 변화를 살펴보면, 과거 8년간은 계속 감소하지만, 사업 후 1단계 모니터링 기간 동안 연간 증감을 반복하며 증가하였으며, 개체수가 2014년 1차에 8,658,557개로 급증하여 최근까지 계속 증가하는 추세임

◦ 금강지류의 회차별 종수와 개체수 변화를 살펴보면, 과거 8년간 종수는 감소하고 개체수는 증가하는 추세이며, 사업 후 1단계 모니터링 기간 동안 종수가 매년 증감을 반복하며 거의 변화 없이 미세하게 증가하였고, 개체수는 2014년 2차에 급증한 이후 최근까지 꾸준히 증가하고 있는 추세임

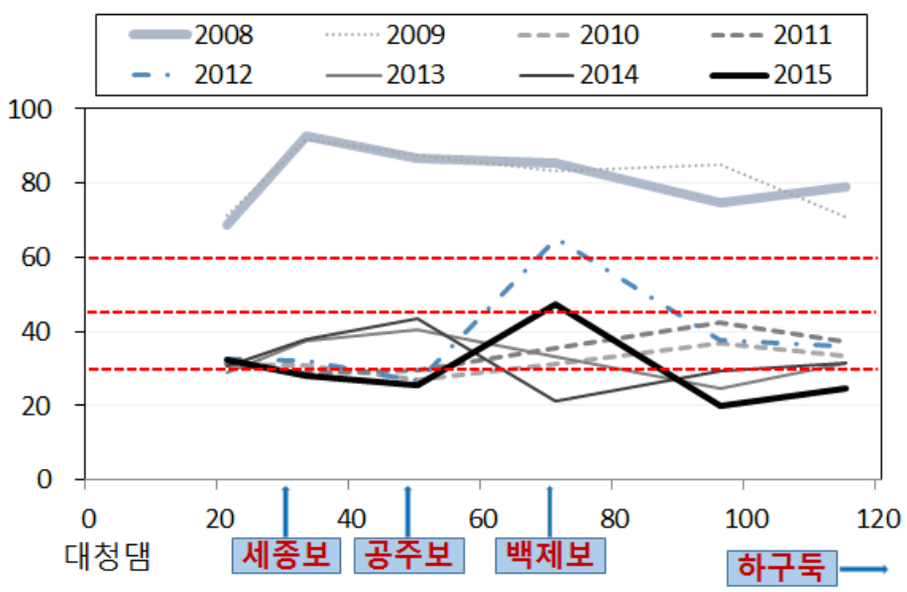


[그림 1-12] 8년간 금강본류 부착조류 회차별 종수 및 개체수 변화



[그림 1-13] 8년간 금강지류 부착조류 회차별 종수 및 개체수 변화

◦ 금강본류를 유하거리에 따른 연별 TDI 지수를 분석한 결과 사업 전보다 많이 낮아졌으며 백제보 구간에서 지수가 높아지는 듯하였으나 금강하류로 갈수록 지수가 점점 감소하였고 최근 2015년에 가장 낮게 분석되어 건강성이 점점 불량하게 변한 것으로 판단됨



※ 0≦~<30 : '불량(D)', 30≦~<45 : '보통(C)', 45≦~<60 : '양호(B)', 60≦~≦100 : '최상(A)'

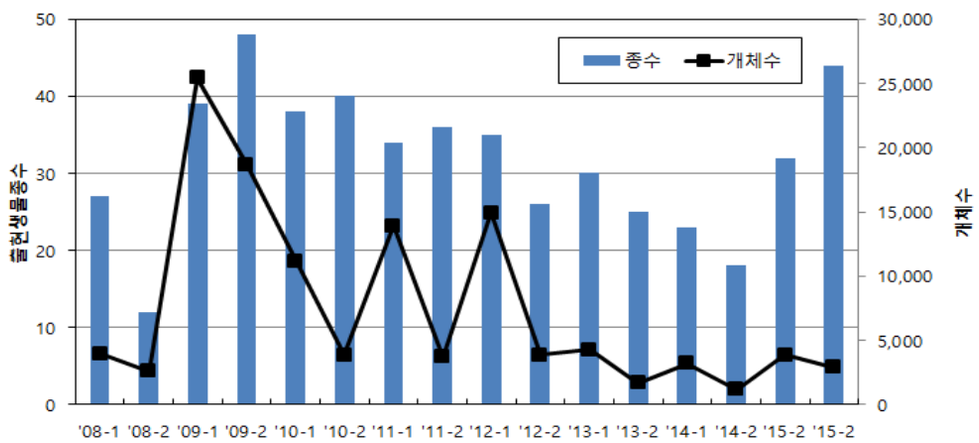
[그림 1-14] 금강본류 유하거리에 따른 연도별 TDI 변화

2) 저서성 대형무척추동물

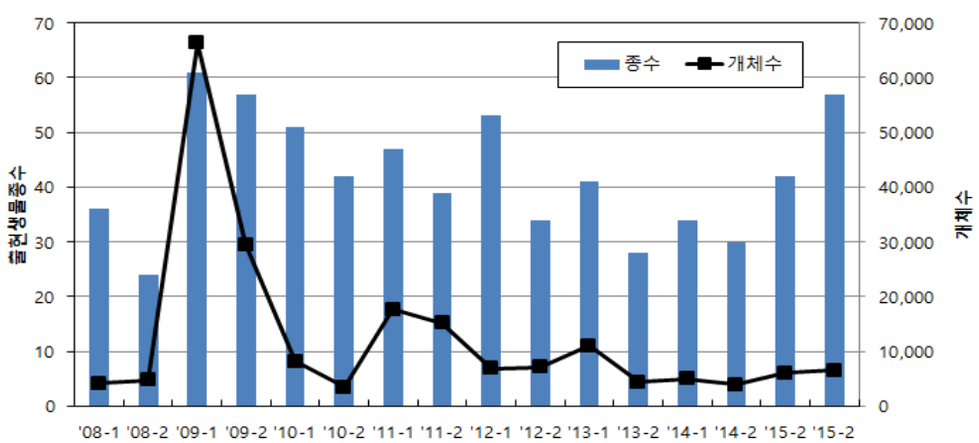
◦ 환경부 수생태 건강성 관측 자료에서 저서성 대형무척추동물의 과거 8년(2008년~2015년)간 금강본류 12개의 구간과 금강지류 11개로 총 23개소의 연간 2회씩 총 16회의 자료를 분석함

◦ 금강본류와 지류에서 과거 8년간 조사된 저서성 대형무척추동물 종은 본류에서 122종 지류에서 142종 총 172종으로 조사되었고 이 중 20종은 매년 1회 이상씩 출현하는 것으로 조사되었음

◦ 종수는 사업이후 1단계 모니터링 기간 동안 본류, 지류에서 모두 감소추세였다가 2015년에 증가하였고, 개체수는 사업 이후 본류와 지류 모두 급감하여 최근까지도 계속 감소하고 있는 추세임



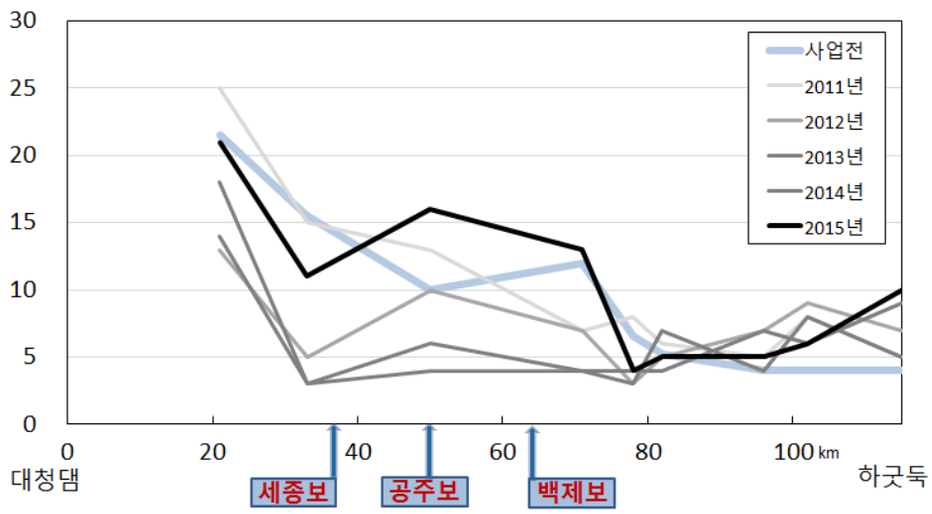
[그림 1-15] 8년간 금강본류 저서성 대형 무척추동물 종수 및 개체수 변화



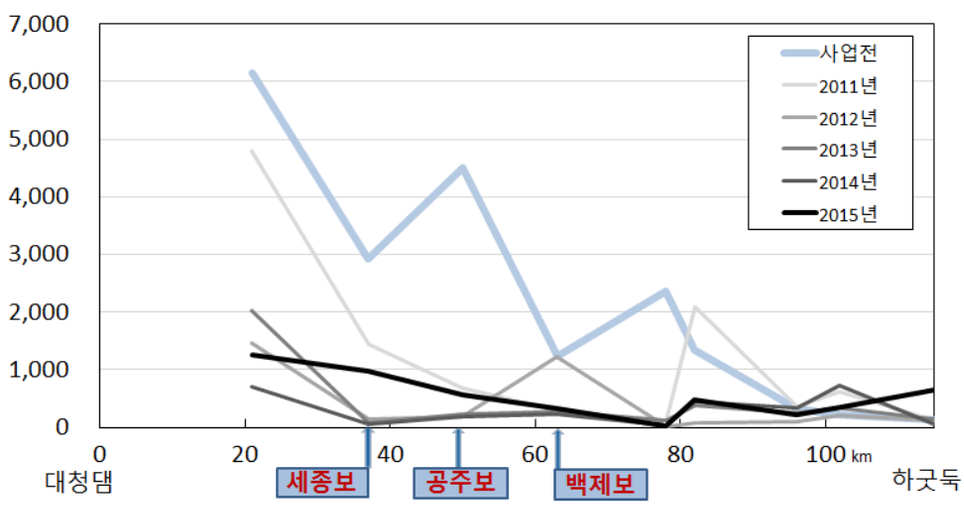
[그림 1-16] 8년간 금강지류 저서성 대형 무척추동물 종수 및 개체수 변화

◦ 금강본류의 유하거리에 따른 저서성 대형무척추동물의 연별 종수 변화를 살펴보면, 2011년부터 2015년까지 5년간 평균종수가 사업 전에 비해 감소하였으며 세종보와 백제보의 상·하류 구간에서의 감소가 심하였음

◦ 금강본류의 유하거리에 따른 저서성 대형무척추동물의 연별 개체수 변화를 살펴보면, 종수와 마찬가지로 1단계 모니터링 평균 5년 동안 급감하였으며 보가 설치되어 있는 지점의 상·하류 구간으로 감소가 심하였음



[그림 1-17] 금강본류 유하거리에 따른 연도별 저서성 대형무척추동물 종수 변화

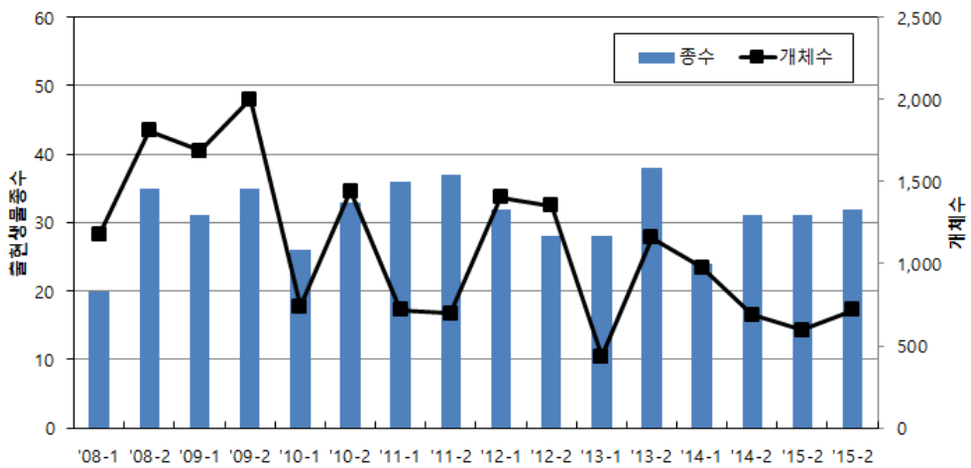


[그림 1-18] 금강본류 유하거리에 따른 연도별 저서성 대형무척추동물 개체수 변화

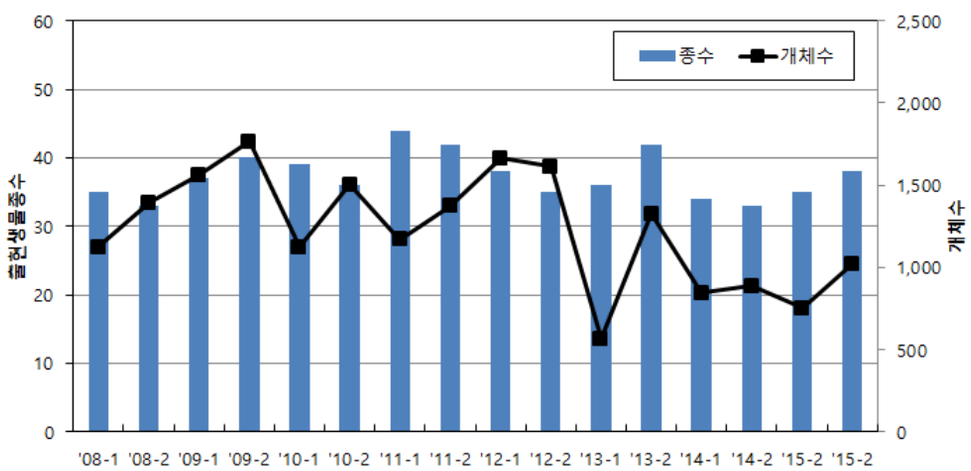
3) 어류

◦ 금강본류와 지류에서 과거 8년간 조사된 어류의 종은 본류에서 56종 지류에서 60종 총 64종으로 조사되었고 이 중 35종은 매년 1회 이상씩 출몰하는 것으로 조사되었음

◦ 종수는 사업이후 1단계 모니터링 기간 동안 본류와 지류에서 모두 연간 증감을 반복하며 최근 1~3종이 더 출몰하고 있고, 개체수는 2013년 1차에 급감하였다가 2차에 다시 증가하였지만 최근 계속 감소추세임



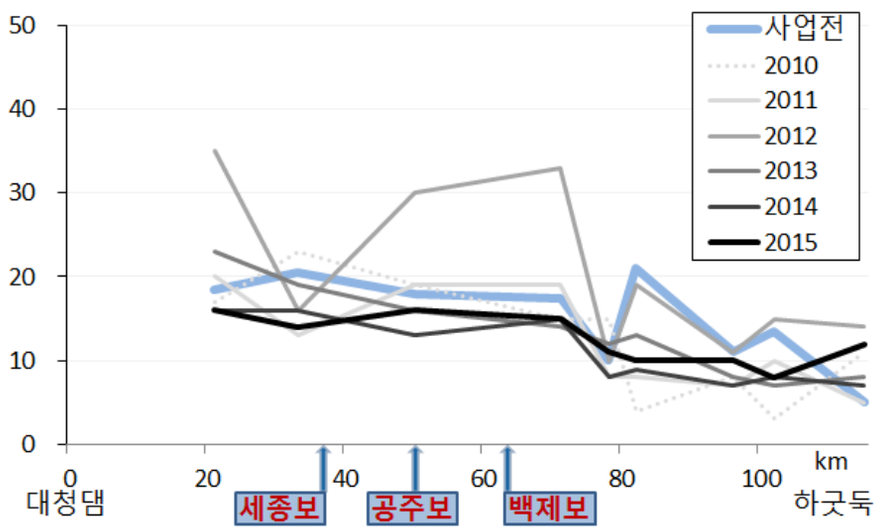
[그림 1-19] 8년간 금강본류 어류 종수 및 개체수 변화



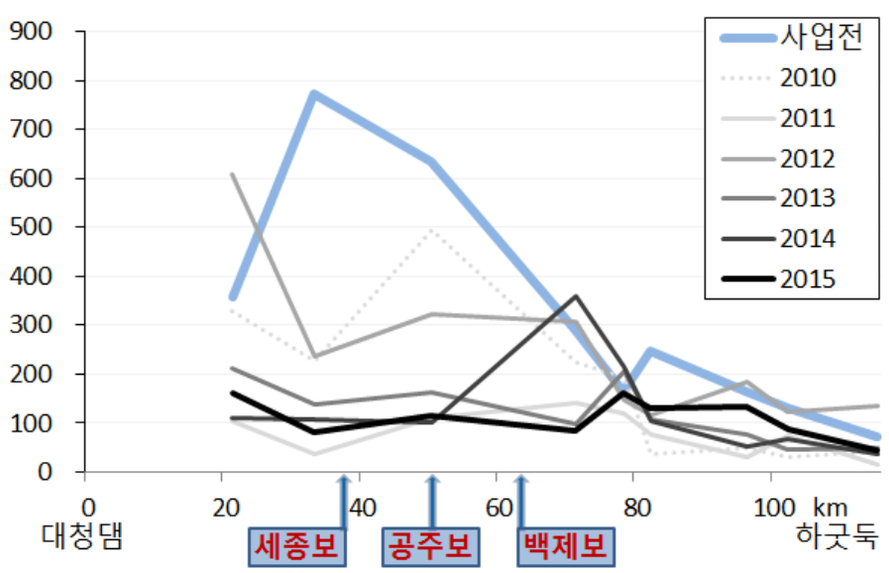
[그림 1-20] 8년간 금강지류 어류 종수 및 개체수 변화

◦ 금강본류의 유하거리에 따른 어류의 연별 종수 변화를 살펴보면, 2011년부터 2015년까지 5년간의 평균종수가 공주보, 백제보 상·하류구간을 제외한 대부분의 구간에서 감소하였고 금강 하류구간에서 크게 감소함

◦ 금강본류의 유하거리에 따른 어류의 연별 개체수 변화를 살펴보면, 전 구간에서 감소하였는데 보가 설치되어 있는 지점의 상·하류 구간으로 감소가 심하였으며 세종보 상류에서 크게 급감함



[그림 1-21] 금강본류 유하거리에 따른 연도별 어류 종수 변화



[그림 1-22] 금강본류 유하거리에 따른 연도별 어류 개체수 변화

4) 조류 서식변화 실태 조사

◦ 금강상류

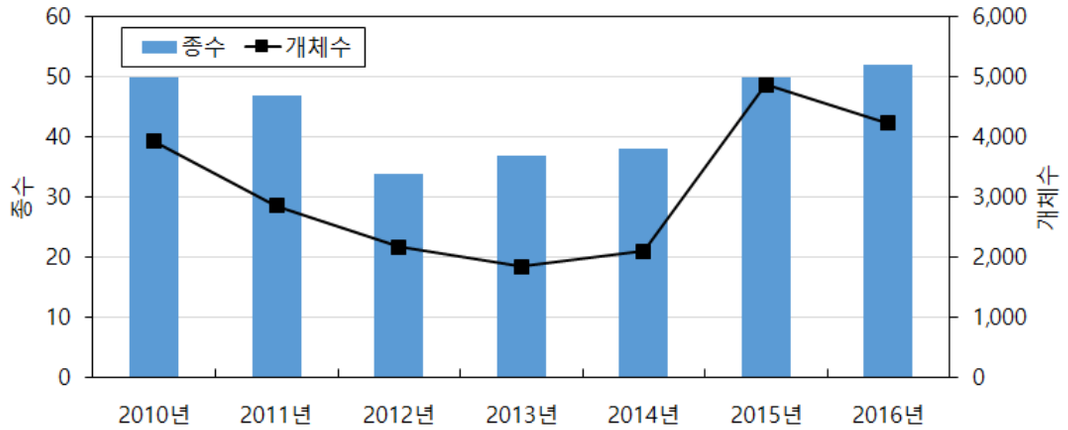
- 금강상류 지역에 서식하는 조류는 사업이후 2013년까지 감소하다가 2015년 급증하면서 최근까지 평균적으로 증가하는 추세를 보이고 있음
- 최고 우점종인 청둥오리와 흰뺨검둥오리의 경우 2015년 급증한 이후 최근 다시 감소하였음

◦ 금강중류

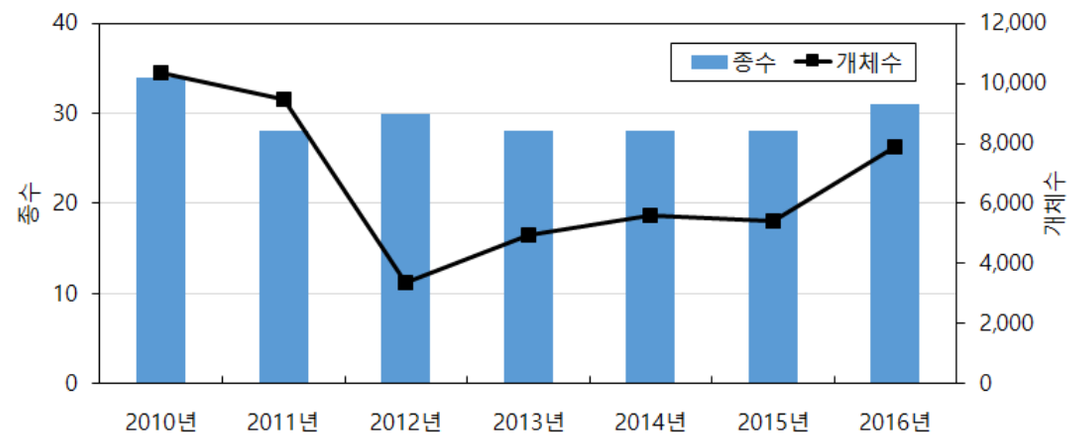
- 금강중류 지역에 서식하는 조류는 지난 7년간 지속적인 감소추세를 보이고 있으며 2012년 개체수의 급감하였으나 최근 다시 증가하고 있음
- 특히 최고우점종인 청둥오리의 경우 2012년에 급감하여 지속적으로 감소추세를 보이고 있으며 환경변화로 인해 깊은 수심의 정수 공간이 조성되고 하중도가 사라짐에 따라 먹이공간과 휴식공간이 사라졌기 때문인 것으로 보임
- 비오리는 깊은 수심에서 잠수하여 어류를 주식으로 하는 종이므로 보 설치로 인해 조성된 정수구간으로 인해 앞으로도 지속적으로 증가할 것으로 보임

◦ 금강하류

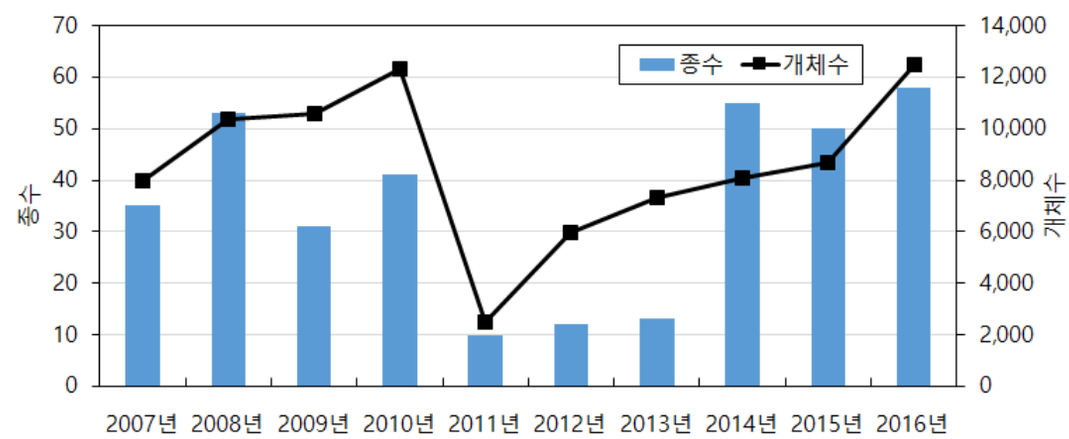
- 금강하류 지역의 조류 개체수를 볼 때 지난 10년간 완만한 변화추세를 보이고 있으며 금강정비사업 직후 2011년 급감하였다가 최근 다시 증가하고 있음
- 특히 최고 우점종인 청둥오리의 경우 2009년에 급증하였다가 정비사업 직후 2011년 급감하였지만 최근 다시 증가하고 있음
- 금강 하류지역에 서식하는 대표적인 멸종위기종인 큰고니의 경우 2011년 최저 개체수를 기록하였지만 2013년까지 다시 증가하여 최근까지 평균적으로는 지속적인 감소추세를 보이고 있음
- 큰고니는 낮은 수심에서 수생식물을 취식하므로 먹이 공간 손실이 개체수 감소의 가장 큰 원인인 것으로 보이며 또한 위협요인에 대해 은폐막 역할을 하던 갈대밭이 제거되고 소음과 시각적 자극이 발생하는 공원 및 자전거 도로 등이 개설된 것도 또 다른 원인으로 보임



[그림 1-23] 7년간 금강 상류지역 조류 개체수 및 종수 변화 추이



[그림 1-24] 7년간 금강 중류지역 조류 개체수 및 종수 변화 추이



[그림 1-25] 10년간 금강 하류지역 조류 개체수 및 종수 변화 추이(가창오리 제외)

마. 하상변화 평가

1) 세종보

◦ 세종보의 2014년부터 2016년까지 2년간 상·하류 인근의 하상변화를 분석한 결과 평균 0.021 m 퇴적되었고, 2015년부터 2016년까지 1년간 상·하류 인근의 하상변화를 분석한 결과 평균 0.041 m 세굴되었음

◦ 보 직하류 중앙에서 세굴이 발생하였으며 수문설치 구간에서 하상변화가 발생함

2) 공주보

◦ 공주보의 2014년부터 2016년까지 2년간 상·하류 인근의 하상변화를 분석한 결과 평균 0.264 m 세굴되었고, 2015년부터 2016년까지 1년간 상·하류 인근의 하상변화를 분석한 결과 평균 0.274 m 세굴되어 2014년보다 더 큰 세굴이 진행되고 있음

◦ 보 직하류에서 2014년과 비교한 변위보다 2015년과 비교했을 때 더 큰 세굴이 진행되고 있으며 수문설치 구간에서 하상변화가 발생한 것임

3) 백제보

◦ 백제보의 2014년부터 2016년까지 2년간 상·하류 인근의 하상변화를 분석한 결과 평균 0.240 m 세굴되었고, 2015년부터 2016년까지 1년간 상·하류 인근의 하상변화를 분석한 결과 평균 0.230 m 세굴되었음

◦ 보 직상류에서 세굴이 계속 진행되고 있으며 수문설치 구간에 하상변화가 발생한 것임

[표 1-13] 보 상·하류 2014년~2016년 하상변화(EL. m)

	세종보		공주보		백제보	
	보상류	보하류	보상류	보하류	보상류	보하류
평 균(m)	-0.0344	0.0765	-0.3083	-0.2188	-0.2963	-0.1841
퇴적부피(㎥)	301,519	181,335	99,126	23,935	83,251	52,136
세굴부피(㎥)	815,567	283,164	1,121,963	213,229	896,584	271,588
퇴적, 세굴 합 계(㎥)	-514,048	-101,829	-1,022,837	-189,294	-813,333	-219,452

[표 1-14] 보 상·하류 2015년~2016년 하상변화(EL. m)

	세종보		공주보		백제보	
	보상류	보하류	보상류	보하류	보상류	보하류
평 균(m)	-0.0708	-0.0106	-0.3138	-0.2339	-0.2688	-0.1914
퇴적부피(㎥)	241,840	146,336	78,516	23,273	67,818	60,167
세굴부피(㎥)	875,246	318,163	1,142,573	213,891	912,017	263,557
퇴적, 세굴 합 계(㎥)	-633,406	-171,827	-1,064,057	-190,618	-844,199	-203,390

4) 하상변동 Nays2D 모의

◦ 세종보의 유속분석 결과 2016년 최대 유량이 흘렀을 때 세종보의 가동보 직하류에서는 최대 유속 2.494 ㎧, 평균 유속 1.359 ㎧로 나타났고 동일 시점에서 상류에서는 최대 유속 0.948 ㎧, 평균 유속 0.412 ㎧로 나타남

◦ 공주보의 유속분석 결과 2016년 최대 유량이 흘렀을 때 공주보의 가동보 직하류에서는 최대 유속 2.143 ㎧, 평균 유속 0.891 ㎧로 나타났고 동일 시점에서 상류에서는 최대 유속 1.062 ㎧, 평균 유속 0.486 ㎧로 나타남

◦ 백제보의 유속분석 결과 2016년 최대 유량이 흘렀을 때 백제보의 가동보 직하류에서는 최대 유속 2.341 ㎧, 평균 유속 0.873 ㎧로 나타났고 동일 시점에서 상류에서는 최대 유속 2.329 ㎧, 평균 유속 0.857 ㎧로 나타남

바. 하상 퇴적물 평가

◦ 함수율 측정결과, 세종보 19.10~42.10%, 공주보 18.90~58.40%, 백제보 19.40~24.60%로 나타남

◦ 완전연소가능량 측정결과, 세종보 0.79~7.19%, 공주보 0.45~13.65%, 백제보 0.44~3.82%로 나타남

◦ COD_{sed} 농도 측정결과, 세종보 0.14~0.90%, 공주보 0.04~2.71%, 백제보 0.07~0.40%로 나타남

◦ 총질소 농도 측정결과, 세종보 259~1,921 ㎎/㎏, 공주보 127~3,426 ㎎/㎏, 백제보 154~675 ㎎/㎏로 나타남

◦ 총인 농도 측정결과, 세종보 198~998 ㎎/㎏, 공주보 176~1,649 ㎎/㎏, 백제보 170~590 ㎎/㎏로 나타남

◦ 수용성인 농도 측정결과, 세종보 불검출~5.8 ㎎/㎏, 공주보 불검출~5.8 ㎎/㎏, 백제보 불검출로 나타남

◦ 2단계 1차년도부터 새롭게 도입된 C/N비 분석 결과를 보면 최대값으로 세종보 8.4, 공주보 8.8, 백제보 8.8로 나타남

◦ 세종보, 공주보, 백제보에 있어서 2013년부터 2016년도까지의 변화 경향을 분석함

- 세종보 상류지점에서는 유기물(완전연소가능량 및 COD_{sed})과 영양염류(총질소, 총인) 지표들은 시간이 지남에 따라 다소 증가 경향을 보이고 있음
- 공주보는 세종보와 같이 상류 구간에서 대체적으로 오염현상이 증가하는 경향을 보이고 있는 한편 하류구역에서 일부 지표항목(COD_{sed}, 총인)의 오염 증가를 보였으나 대부분의 지표항목에서 시간적 오염 증감 변화는 나타내고 있지 않음
- 백제보는 세종보 및 공주보에 비해서 공간적·시간적 오염 변화 특성은 뚜렷하지 않으며 농도 또한 낮게 나타나고 있음

◦ 모니터링 조사 지점에 있어서 세종보, 공주보, 백제보의 지점 간 공간적 특성을 보면 보를 중심으로 상류 구역(1, 2, 3지점)과 하류 구역(4, 5지점)으로 구분할 수 있는데 세종보 및 공주보에서는 상류구역에서 특히 오염현상이 두드러지게 나타나고 있음

◦ 조사 기간 중에 대체적으로 상류가 하류지역보다 유기물 및 영양염류 등의 오염물질이 퇴적되고 있으며 그 원인은 식물플랑크톤과 같은 내부생산에 의한 가능성이 높은 것으로 판단됨

◦ 이러한 이유로는 상류로부터 부하되는 오염물질(유기물 및 영양염류)이 보에 의해 저류되면서 내부적으로 분해 및 용출과 같은 메커니즘을 통해 한층 더 내부생산 속도를 가속화시키고 생산된 유기물들이 막힘 현상에 의해 유속이 느려지면서 퇴적 현상이 상류 구역으로 가속화 된 원인에 의한 것으로 판단됨

◦ 일반적으로 입도 사이즈가 적을수록 유기물 등의 함량이 일반적으로 높게 나타나지만 백제보의 경우 상·하류 간 농도차가 세종보 및 공주보에 비해 매우 적은 특성을 보이는 것으로 나타나며 이에 대해서는 차후 계속적인 퇴적물 모니터링 조사 통해 퇴적물의 물리·화학적 특성을 연구할 필요가 있는 것으로 판단됨

사. 지하수 수위 현황 평가

◦ 지하수위는 매년의 강수량, 강우집중시기, 지하수 이용 등에 크게 영향을 받으며, 수십 년간의 장기자료가 아닌 중기자료를 평가하는 경우 이러한 영향을 더욱 크게 받을 수 있음

◦ 금강정비사업의 영향을 거의 받고 있지 않았던 세종부강(청원부용)(암반, 충적) 지점에서 사업 전에 비해 1단계 모니터링 기간 동안 평균 0.3 m의 지하수위가 하강하였으며, 이는 강수량이나 지하수 이용량의 연관에 더하여 금강정비사업의 영향을 받았을 개연성이 있음

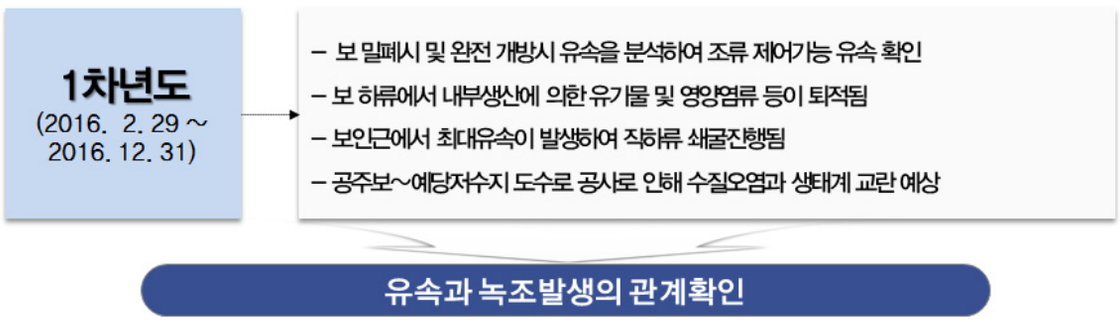
◦ 큰 폭으로 지하수위 변동이 관측되어 금강정비사업의 영향을 받는 것으로 추정되었던 공주1(암반)(0.8m 하강), 공주탄천(암반)(1.0m 상승)은 전년대비 지속적으로 변동 폭이 증가하고 있음

[표 1-15] 연별 지하수위 변화 관측결과 평가(EL. m)

위치	관측 지점명	사업전 (2007~2009)	2012년	2013년	2014년	2015년	1단계 (2012~2015)	단계변화 (1단계-사업전)
세종보 상류	세종부강 (청원부용) (암반)	17.5	17.4	17.3	17.1	16.9	17.2	▼ 0.3
	세종부강 (청원부용) (충적)	17.5	17.3	17.2	17.0	16.9	17.1	▼ 0.4
공주보 직하류	공주1(암반)	7.1	6.5	6.2	6.3	6.2	6.3	▼ 0.8
백제보 상류	공주탄천(암반)	4.4	4.7	5.7	5.7	5.5	5.4	△ 1.0
백제보 하류	부여부여(암반)	7.1	7.2	7.2	7.2	7.1	7.2	△ 0.1
	부여부여(충적)	2.1	2.2	2.0	2.0	1.9	2.0	▼ 0.1
	부여양화(암반)	2.0	1.8	1.8	1.6	1.7	1.7	▼ 0.3

아. 총평 및 모니터링 개선방안

1) 모니터링 총평



[그림 1-26] 2단계 1차년 모니터링 총평

2) 유기물 농도 지속적 증가에 따른 관리방안 필요

◦ 유기물의 기원은 다양한 전문자료 분석에 의한 주요 유입 원인임

- 내부요인 : 조류의 생장과 사멸, 체류시간 장기화로 인한 축적
- 외부요인 : 농경지 배수, 하수처리 방류수, 도시지역 강우유출수(500 ㎥/일 이상의 Ⅰ, Ⅱ 지역 공공하수처리시설 COD_{Mn} 방류기준 20 ㎎/L)

◦ 유기물의 관리방안

- 내부생산 비중 높음 : 자연하천의 유기물 순환 및 자정능력을 복원하여 유기물 적체현상 해소
- 농경지 배수 : 논 담수량의 과학적인 관리로 농경지 배수 최소화, 농업용수 수위·유량 계측 및 관리
- 하수처리 방류수 : 고도처리를 통한 난분해성 용존 유기물 처리 한계방류수가 완충습지를 거쳐 하천으로 방류되도록 관리유역 고지대의 산림, 임야, 전·답으로 방류 유도 → 물재이용, 지하수 함양, 건천화 방지 등의 부대 효과 기대
- 도시지역 강우유출수 : 강우발생 지점(In-situ) 침투능력 확대를 통한 지표 유출 저감

3) 하상 퇴적토의 지속적인 오염방지 방안필요

◦ 오염물질 유입 방지 방안

- 지속적인 환경기초시설의 방류수질 개선
- 강우 시 유입되는 토사와 오염물질 저감 필요

◦ 오염물질 축적 방지 방안

- 유기물과 점토질이 하천수와 함께 순환 될 수 있도록 적정 유속과 수위 유지 필요
- 계절적 수문 조작을 통한 유속 증가와 체류시간의 감소 요구
- 수문 개방 및 수위 저하를 통한 오염축적 관리 가능

◦ 오염물질 축적 개선 방안

- 지속적인 오염물질 축적 시에는 준설이 불가피
- 하천 준설 중 발생하는 교란은 제2의 수생태계 악화 원인이 될 수 있음
- 준설의 적용이 고려될 필요가 있음

4) 수생태계 개선을 위한 방안필요

◦ 생태계다양성 취약화가 심각함

- 단조로운 하상, 미소서식지 유실 심각 (여울, 소, 수심 1~2미만의 수체 공간, 복잡한 물가선)
- 1~2m의 수심 → 전 구간 4~7m 수심 유지, 하상 전구간의 준혐기화
- 잔존 미소서식지 → 큰빗이끼벌레의 서식 확산
- 붉은깔따구 유충, 실지렁이 서식 공간 확산, 기존의 여울성 저서성 대형무척추동물 관측 불가능
- 피폐해진 수서생태계 고착화 진행 → 시간이 지남에 따라 수서생태계 복원이 어려워짐

◦ 유기물 내부생산 저감

- 유역에서 유입되는 유기물·영양염류 관리보다 수체에 정체된 물질관리가 중요
- 수체 ↔ 조류 ↔ 퇴적의 유기물·영양염류 내부생산 연결고리 단절

◦ 녹조 발생억제 방안도입

- 수온증가, 하천유속 감소, 체류시간 증가로 악조건 형성
- 수온(제어 불가), 유기물·영양염류(부영양화 상태로 제어 인자 역할 불가)
- 하천유속·체류시간 → 현재 금강 중하류 환경의 유일한 조류 제어인자

◦ 유기물·영양염류의 자연적인 하류로의 순환이 필요하며 유속 0.1 ㎳ 이상 유지 시 녹조 발생 제어가 가능함

◦ 생태계 다양성 위한 물리적 복원

- 하천 미소서식지 복원을 위하여 구간별 복잡한 자연형 하상으로 회귀하는데 보 유지관리, 수자원 확보, 지류하천 침식 등을 고려
- 수서생태계의 건강성과 지속가능성 담보를 위한 적정 유속과 수위를 확보하는데 다양한 수초가 서식 가능한 저수심 공간과 수중생태계와 육지생태계를 연결하는 복잡한 물가선을 복함

◦ 수생태계의 건강성과 종 다양성 복원시키고 지속적으로 확산하는 큰빗이끼벌레 번식을 제어하며 유속에 크게 영향을 받는 조류확산 제어하고 서식공간과 먹이(수서생물) 확보를 통한 월동 조(鳥)류를 회귀함

6. 2단계 2차년도 조사·연구 방법

가. 수질 모니터링

1) 지류하천 모니터링

◦ 금강으로 유입되는 주요 지류하천의 수질을 분석하여 본류 수질 변화 현상을 평가함

◦ 조사방법

- 측정지점 : 주요지류하천 13개 지점
- 측정항목 : BOD_5, COD_{Mn}, TOC, SS, T-N, NO_3-N, T-P, PO_4-P, Chl-a, 탁도

  ※ 5~10월은 남조류, 마이크로시스티스티스 추가분석
- 시료채취 : 전문 수질조사업체
- 분석기관 : 충남보건환경연구원
- 측정주기 : 2회/월(1월~12월)

2) 금강본류 및 보 인근 모니터링

◦ 환경부 및 국립환경과학원에서 운영 중인 일반측정망 및 총량측정망 자료를 활용하고 추가적으로 보 인근을 모니터링 하여 본류 수질 변화 현상을 평가함

◦ 조사방법

- 측정지점 : 일반측정망 11개 지점, 총량측정망 10개 지점, 보 인근 7개 지점, 총 28개 지점
- 측정항목 : BOD_5, COD_{Mn}, TOC, SS, T-N, NO_3-N, T-P, PO_4-P, Chl-a, 탁도, 남조류, 마이크로시스티스
- 시료채취 : (보 인근 7개 지점) 전문 수질조사업체
- 분석기관 : (보 인근 7개 지점) 충남보건환경연구원
- 자료주기 : 일반측정망 1회/월, 총량측정망 8일 간격, 보 인근 2회/월

[표 1-16] 금강 지류 및 본류의 수질모니터링 주기 및 분석항목

주기	하천	지점	분석항목
2회/월 (1~12월)	지류	13	11항목 (BOD_5, COD_{Mn}, TOC, SS, T-N, NO_3-N, NH_3-N, T-P, PO_4-P, Chl-a, 탁도) ※ 5~10월은 남조류, 마이크로시스티스 추가분석
2회/월 (5~10월)	금강	7	13항목 (BOD_5, COD_{Mn}, TOC, SS, T-N, NO_3-N, NH_3-N, T-P, PO_4-P, Chl-a, 탁도, 남조류, 마이크로시스티스)

3) 조류 발생현황 평가

◦ 수질예보제도와 수질관리 단계에 따라 조류발생의 발령현황을 평가함

◦ 조사방법

- 분석범위 : 3개보 구간

나. 수생태 모니터링

1) 생태계 변화 관찰

◦ 금강정비사업 추진에 따른 생태환경의 구조적 변화 실태를 비교·분석함

◦ 금강 변에 서식하는 주요 동·식물 변화실태를 조사하고 원인을 분석함

◦ 조사방법

- 조사범위
  - 금강 금산군 구간, 총 17.1km
  - 금강 세종시 구간, 총 12.5km
  - 금강 공주시·청양군·부여군·논산시·서천군 구간, 총 98.4km
- 조사기관 : 금강유역환경회의 및 4개 충청권 시민환경단체
- 조사주기 : 3회/월 10일 간격으로 현장 조사

2) 조류 서식변화 실태 조사

◦ 환경부의 '겨울철 조류 동시 센서스' 사업으로 조사된 결과를 활용·분석함

◦ 조사방법

- 조사범위 : 금강 상·중·하류 3개 구간
- 조사항목 : 조류의 종 및 개체수
- 조사주기 : 1회/년

3) 수생태 건강성 평가

◦ 환경부의 '수생태계 건강성 조사 및 평가' 사업으로 조사된 결과를 활용·분석함

◦ 조사방법

- 조사범위 : 금강본류 12개 지점, 금강지류 11개 지점
- 조사항목 : 부착조류, 저서성 대형무척추동물, 어류의 종 및 개체수
- 조사주기 : 2회/년

다. 하상·퇴적토 모니터링

1) 하상 변화 모니터링

◦ 금강정비사업 구간의 퇴적오니 준설 이행여부 및 3개보와 주요 퇴적지점을 중심으로 침적실태를 조사하고 당초 사업계획과 비교·분석, 문제점을 도출함

◦ 보 상·하류를 중심으로 금강정비사업의 준설 공사 및 보설치 준공상태를 확인하고 보설치 및 운영에 따른 하상변동을 확인함

◦ 조사방법

- 측량지점 : 3개보 각각 상·하 4 ㎞ 구간
- 측량내용 : 하천단면 지상측량 및 수심측량
- 측량기관 : 전문 측량업체
- 측정횟수 : 1회/년 이상

2) 퇴적토 성분 및 입도 분석

◦ 보 설치에 따른 하천의 호소화로 인한 퇴적물 성상 변화 현상을 조사함

- 퇴적토 채취 장비를 이용하여 수면 상 선박에서 시료를 채취하여 분석

◦ 하천의 수위 상승과 체류시간 증가로 인한 하상토 입도 변화를 평가함

- 퇴적토 채취 장비를 이용하여 수면 상 선박에서 시료를 채취하여 분석

◦ 조사방법

- 측정지점 : 3개보 각각 상류 3지점, 하류 2지점 총 15지점
- 측정항목 : 입도, 함수율, 완전연소가능량, COD_{sed}, TOC, T-N, T-P, SRP(수용성인), 원소분석(C, H, N, S)
- 시료채취 : 충남연구원
- 분석기관 : 충남보건환경연구원, 일부 위탁
- 측정횟수 : 2회/년(풍수기 전후)

라. 지하수 모니터링

◦ 준설 및 보 설치로 인한 금강 변 농경지 지하수 수위 변화를 조사함

◦ 지하수 이용에 미치는 영향을 조사함

◦ 조사방법

- 금강 변에 위치한 국가지하수관측망의 지하수위자료 분석
- 조사범위 : 금강본류에 위치한 지하수 측정망 5개 지점
- 조사항목 : 수위, 수온, EC
- 조사주기 : 1회/일

마. 수자원 모니터링

◦ 금강 중·하류의 수리권 허가현황, 농업용수 이용현황, 하천 유수 관리 현황 등

◦ 국토관리청, 금강홍수통제소, 수자원공사, 농어촌공사 자료 공유 분석

◦ 조사방법

- 보령댐 및 예당호 도수 및 수자원 이용 모니터링
- 안정적인 수자원 관리 방안 도출

제2장 수질 모니터링

1. 국가 수질 모니터링 체계
2. 지류하천 수질·유량모니터링 결과
3. 본류 수질 모니터링 결과
4. 금강 보지점 및 인근 수질 모니터링 결과
5. 조류 발생현황 평가

제2장 수질 모니터링

1. 국가 수질 모니터링 체계

가. 환경부 물환경측정망

◦ 설치목적

- 하천·호소 등 공공수역의 수질 및 수생태계의 실태를 파악하기 위해 운영하는 물환경측정망의 설치, 운영, 관리에 필요한 전반적 사항을 정함

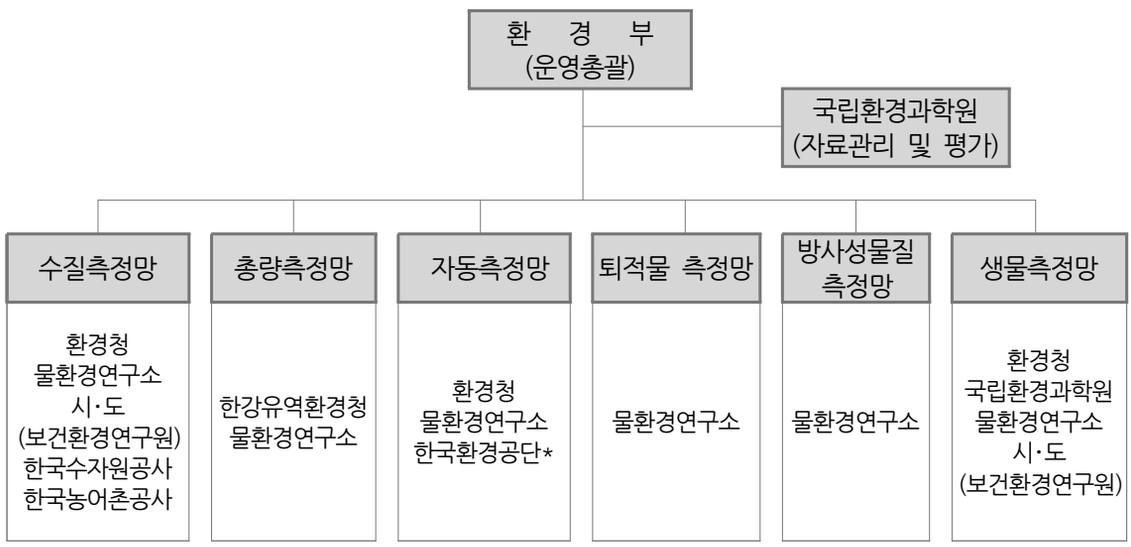
◦ 물환경측정망 구분 및 운영체계

- 수질측정망(시행규칙 제22조제3호·제5호·제6호 및 제23조 관련)
  - 하천·호소 등 공공수역에 대한 수질현황 및 추세파악
  - 주요 환경정책의 효과분석 및 정책수립을 위한 기초자료 확보
- 총량측정망(시행규칙 제22조제2호 관련)
  - 오염총량관리 시행지역의 수질현황 및 수질오염총량제 이행사항 평가
  - 단위유역의 수질, 유량 등 수질오염물질의 총량관리에 필요한 기초자료 확보
- 자동측정망(시행규칙 제22조제4호 관련)
  - 수질오염 사고 시 신속한 대응조치를 위한 수질감시경보 체계 운영
  - 수질예보제 운영 지원 등 수질 일반측정망의 보완적 기능
- 퇴적물 측정망(시행규칙 제22조제7호 관련)
  - 수저 퇴적물의 환경질(Sediment Quality) 현황 조사 및 평가
  - 퇴적물이 수질과 수생태계에 미치는 영향에 대한 기초자료 확보
- 방사성물질 측정망(시행규칙 제26조제4호 관련)
  - 공공수역 방사성물질(^{134}Cs, ^{137}Cs, ^{131}I) 현황조사
  - 방사성물질, 방사성폐기물의 하천·호소 등의 공공수역 유입 여부 조사

- 생물측정망(시행규칙 제22조제8호 관련)
  - 하천, 하구, 호소 등에 대한 수생태계 현황 및 추세 파악
  - 주요 환경정책의 효과분석 및 정책수립을 위한 기초자료 확보

나. 수질측정망별 운영현황

◦ 물환경측정망의 조사기관 및 운영체계는 다음과 같음



※ 한국환경공단은 「한국환경공단법」 제17조제1항에 따른 환경측정망 설치·운영 기관으로서 수질자동측정망에 대한 설치·관리 업무를 대행

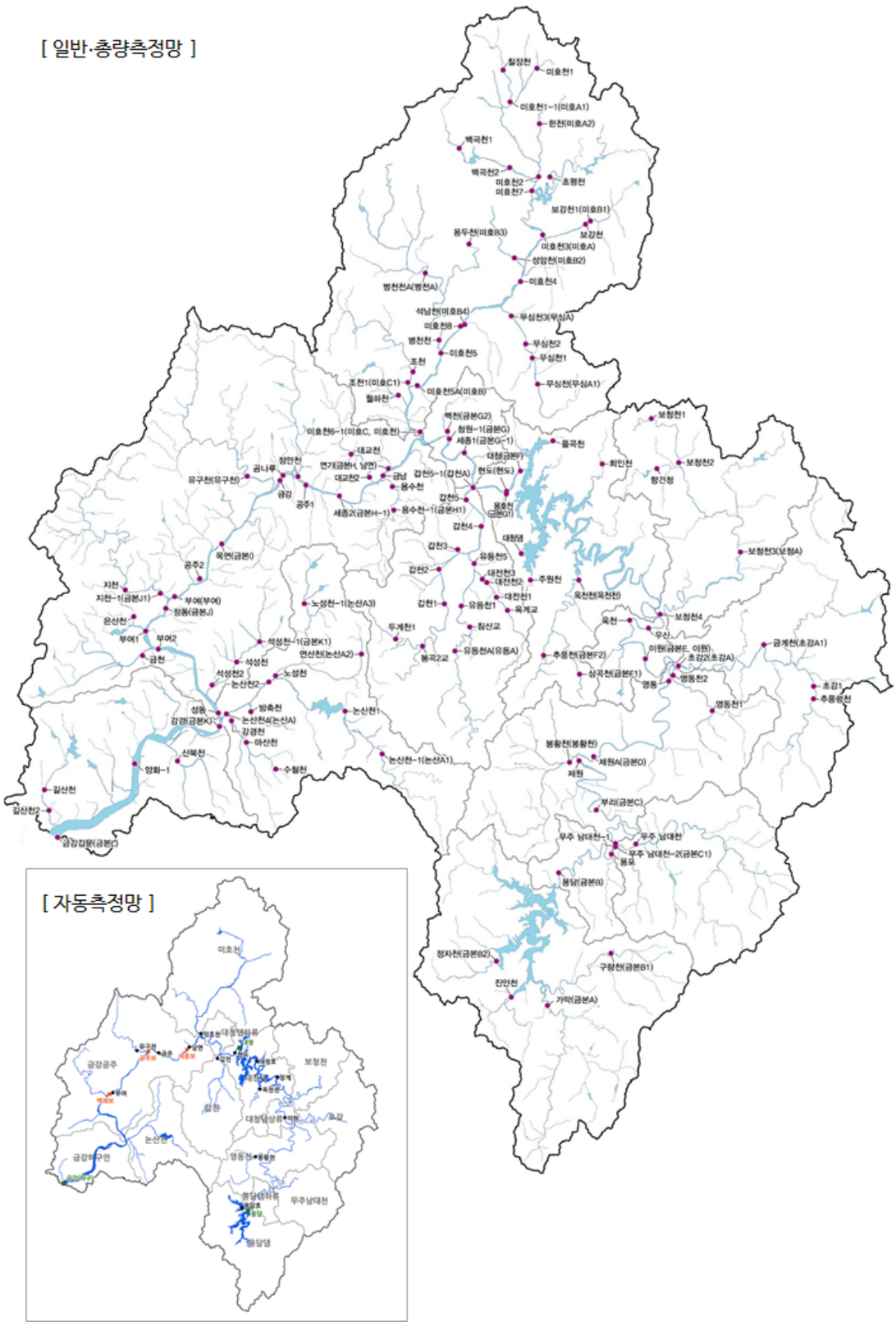
[그림 2-1] 국가(환경부) 물환경측정망 운영체계도

◦ 물환경측정망 중 수질과 관련된 일반 및 총량측정망(하천수), 자동측정망의 조사항목, 측정횟수 및 주기, 조사 시기 등은 다음과 같음

[표 2-1] 수질측정망별 조사항목, 측정횟수 및 주기현황

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>조사항목</th><th>일반
지점</th><th>총량
지점</th><th>중권역
대표</th><th>주요
지점</th><th>보
지점</th><th>예보
지원</th></tr>
<tr><td rowspan="9">일반·총량측정망</td><td rowspan="9">하천수</td><td>페놀류, 분원성대장균군수, 총대장균군수</td><td rowspan="4">12회/년
(매월)</td><td>-</td><td rowspan="4">12회/년
(매월)</td><td rowspan="4" colspan="2">48회/년
(매월 4회)</td><td>*</td></tr>
<tr><td>TOC</td><td rowspan="2">36회
이상/년
(평균 8일)</td><td>*</td></tr>
<tr><td>pH, DO, BOD_5, COD_{Mn}, SS, 총질소, 총인, 수온, 전기전도도</td><td rowspan="3">36회
이상/년
(평균 8일)</td></tr>
<tr><td>NH_3-N, NO_3-N, DTN, DTP, PO_4-P, Chl-a</td><td>-</td></tr>
<tr><td>유량</td><td>-</td><td>36회
이상/년
(평균 8일)</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>Cd, CN, Pb, Cr^{6+}, As, Hg, 안티몬, ABS</td><td>4회/년
(3,6,9,12월)</td><td>-</td><td>4회/년
(3,6,9,12월)</td><td colspan="2">12회/년
(매월)</td><td>*</td></tr>
<tr><td>TCE, PCE, 사염화탄소, 1,2-디클로로에탄, 디클로로메탄, 벤젠, 클로로포름, 1,4-다이옥세인, 포름알데히드, 헥사클로로벤젠</td><td>-</td><td>-</td><td colspan="2">2회/년
(3,9월)</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>PCB, 유기인</td><td>-</td><td>-</td><td colspan="2">1회/년(7월)</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>디에틸헥실프탈레이트 (DEHP)</td><td>-</td><td>-</td><td>1회/년(10월)</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">자동
측정망</td><td>(공통)수온, pH, DO, EC, TOC
(선택)총질소, 총인, NH_3-N, NO_3-N, PO_4-P, 탁도, Chl-a, 페놀, Cu, Pb, Zn, Cd, VOCs(9종 10개 항목),생물 감시 (물벼룩, 조류, 미생물, 황산화미생물 등)</td><td colspan="6">실시간 측정</td></tr>
</table>

1) 둘 이상 용도 또는 중복지점에 해당되는 경우 측정항목 및 횟수가 많은 것에 따름
   * 예보지원지점(하천수)의 경우 일반 또는 총량지점에 따른 중복 측정주기 기재 생략됨
2) 일반 및 총량측정망의 유량은 측정대상 지점에 한함
3) 자동측정망의 측정항목은 측정소별로 별도 설정
4) 자동측정망의 VOCs(9종 10개 항목) : Dichloromethane(다이클로로메테인), Trichloroethylene(트리클로로에틸렌), 1,1,1-trichloroethane(1,1,1-트리클로로에테인), Carbontetrachloride(사염화탄소), Benzene(벤젠), Tetrachloroethylene(테트라클로로에틸렌), Toluene(톨루엔), Ethylbenzene(에틸벤젠), m,p-Xylene(m,p-자일렌), o-Xylene(o-자일렌)



[그림 2-2] 금강수계 수질측정망 지점도

[표 2-2] 금강수계 일반 및 총량측정망 운영현황

권역	수계	중권역(목표기준)	명칭	채 수 지 점	본/지류	유량조사지점	조사기관	구분					
								일반	총량	주요	중권역	보	예보
금강권역	금강	용담댐(Ⅰb)	구량천(금본B1)	전북 무주군 안성면 진도리(세월교)	지	총량유량	금강물환경연구소		○				
			가막(금본A)	전북 진안군 진안읍 가막리(가막교)	본	총량유량	금강물환경연구소	○	○		○		
			진안천	전북 진안군 진안읍 운산리	지		한국수자원공사	○					
			정자천(금본B2)	전북 진안군 정천면 월평리(구암교)	지	총량유량	금강물환경연구소		○				
		용담댐하류(Ⅰa)	용담(금본B)	전북 진안군 용담면 송풍리(신감동교)	본	총량유량	금강물환경연구소		○				
			용포	전북 무주군 무주읍 용포리(용포교)	본		새만금지방환경청	○			○		
		무주남대천(Ⅰa)	무주남대천	전북 무주군 무주읍 읍내리(중앙교)	지	무주	새만금지방환경청	○					
			무주남대천-1	전북 무주군 무주읍 대차리(서면교)	지		새만금지방환경청	○			○		
			무주남대천-2(금본C1)	전북 무주군 무주읍 읍내리(금강본류합류전)	지	총량유량	금강물환경연구소		○				
		영동천(Ⅰa)	부리(금본C)	충남 금산군 부리면 수통리(적벽교)	본	총량유량	금강물환경연구소		○				
			제원	충남 금산군 제원면 저곡리(제원대교)	본		금강유역환경청	○					
			봉황천	충남 금산군 제원면 제원리(제원교)	지		금강유역환경청	○					
			제원A(금본D)	충남 금산군 제원면 천내리(원골 장수교)	본	총량유량	금강물환경연구소		○				
			영동	충북 영동군 심천면 고당리(양강교)	본	옥길	금강유역환경청	○			○		
			영동천1	충북 영동군 영동읍 부용리	지		충청북도	○					
			영동천2	충북 영동군 심천면 초강리(초강교)	지		충청북도	○					
		초강(Ⅰa)	추풍령천	충북 영동군 매곡면	지		충청북도	○					
			초강1	충북 영동군 매곡면 장척리(내장교)	지		충청북도	○					
			금계천(초강A1)	충북 영동군 황간면 금계리(용암교)	지	총량유량	금강물환경연구소		○				
			초강2(초강A)	충북 영동군 심천면 심천리(심천교)	지	총량유량	금강물환경연구소	○	○		○		
		대청댐상류(Ⅰa)	이원(금본E)	충북 옥천군 이원면 지탄리(이원대교)	본	총량유량	금강물환경연구소		○				
			옥천	충북 옥천군 동이면 적하리	본		금강유역환경청	○		○			
			우산	충북 옥천군 동이면 우산리	본		금강유역환경청	○			○		

권역	수계	중권역(목표기준)	명칭	채 수 지 점	본/지류	유량조사지점	조사기관	구분					
								일반	총량	주요	중권역	보	예보
		보청천(Ⅰb)	보청천1	충북 보은군 내북면 이원리(이원초교 300m 하류 다리)	지		충청북도	○					
			보청천2	충북 보은군 보은읍 죽전리(보은대교)	지		충청북도	○					
			항건천	충북 보은군 수한면 교암리(병원리 버스정류장 500m하류 다리)	지		충청북도	○					
			보청천3 (보청A)	충북 옥천군 청산면 대성리 (대성리암 잠수교)	지	총량유량	금강물환경연구소	○	○				
			보청천4	충북 옥천군 청성면 고당리	지		금강유역환경청	○			○		
		대청댐(Ⅰa)	상곡천 (금본F1)	충남 금산군 군북면 상곡리(상곡교)	지	총량유량	금강물환경연구소		○				
			추풍천 (금본F2)	충남 금산군 추부면 성당리(도계교)	지	총량유량	금강물환경연구소		○				
			옥천천	충북 옥천군 군북면 지오리(각신)	지		한국수자원공사	○					
			회인천	충북 보은군 회인면 죽암리(죽암교)	지		충청북도	○					
			주원천	대전 동구 세천동 (세천교)	지		대전광역시	○					
			대청댐	대전 동구 추동 (추동취수탑)	본		금강물환경연구소	○		○			
			품곡천	충북 청주시 문의면 노현리(노현교)	지		충청북도	○					
			대청 (금본F)	충북 청주시 현도면 하석리(대청교)	본	총량유량	금강물환경연구소		○				○
			용호천 (금본G1)	대전 대덕구 용호동 (수도교)	지	총량유량	금강물환경연구소		○				
			현도	대전 대덕구 석봉동	본		금강유역환경청	○			○		○
		갑천(Ⅳ)	두계천1	충남 계룡시 엄사면 엄사리(두계교)	지		충청남도	○					
			봉곡2교	대전 서구 봉곡동 (봉곡2교)	지		대전광역시	○					
			갑천1	대전 서구 정림동 (가수원교)	지		대전광역시	○					
			갑천2	대전 서구 월평동 (만년교)	지	유성	대전광역시	○					
			갑천3	대전 서구 삼천동 (대덕대교)	지		대전광역시	○					
			유등천A (유등A)	충남 금산군 복수면 지량리(징검다리식보)	지	총량유량	금강물환경연구소		○				
			침산교	대전 중구 침산동 (침산교)	지		대전광역시	○					
			유등천1	대전 중구 산성동 (버드내다리)	지		대전광역시	○					

권역	수계	중권역(목표기준)	명칭	채 수 지 점	본/지류	유량조사지점	조사기관	구분					
								일반	총량	주요	중권역	보	예보
			옥계교	대전 중구 옥계동(옥계교)	지		대전광역시	○					
			대전천1	대전 중구 문창동(문창교)	지		대전광역시	○					
			대전천2	대전 중구 선화동(영교)	지		대전광역시	○					
			대전천3	대전 동구 삼성동(현암교)	지		대전광역시	○					
			유등천5	대전 대덕구 오정동(한밭대교)	지		대전광역시	○					
			갑천4	대전 유성구 전민동(갑천교)	지	회덕	대전광역시	○					
			갑천5	대전 유성구(신구교)	지		대전광역시	○					
			갑천5-1(갑천A)	대전 유성구 문평동(금강합류 0.5㎞전)	지	총량유량	금강물환경연구소	○	○	○	○		○
		대청댐하류(Ⅱ)	세종1(금본G-1)	세종 부강면 금호리	본	총량유량	금강물환경연구소		○				
			청원-1(금본G)	세종 부강면 부강리(동양시멘트옆 가교)	본	총량유량(시목교, 백전교 하류 700m)	금강물환경연구소	○	○	○	○		○
			백천(금본G2)	세종 부강면 부강리(세월교)	지	총량유량	금강물환경연구소		○				
		미호천(Ⅲ)	미호천1	충북 음성군 삼성면 천평리	지		금강유역환경청	○					
			칠장천	충북 진천군 광혜원면 월성리(환경시설관리공단 200m 하류)	지		충청북도	○					
			미호천1-1(미호A1)	충북 진천군 이월면 미잠리(미리실교)	지	총량유량	금강물환경연구소		○				
			한천(미호A2)	충북 진천군 덕산면 한천리 (한천교)	지	총량유량	금강물환경연구소		○				
			미호천2	충북 진천군 초평면 오갑리(오갑교)	지		금강유역환경청	○					
			백곡천1	충북 진천군 백곡면 석현리(상송교)	지		충청북도	○					
			백곡천2	충북 진천군 진천읍 신정리	지		충청북도	○					
			미호천7	충북 진천군 문백면 구곡리(농다리)	지		금강유역환경청	○					
			초평천	충북 진천군 초평면 용정리(용정교)	지		충청북도	○					
			미호천3(미호A)	충북 청주시 청원구 오창읍 여천리(여암교)	지	총량유량	금강물환경연구소	○	○				
			보강천1(미호B1)	충북 증평군 증평읍 초중리(증평대교)	지	총량유량	금강물환경연구소		○				
			보강천	충북 증평군 증평읍 연탄리(반탄교)	지		충청북도	○					

권역	수계	중권역(목표기준)	명칭	채 수 지 점	본/지류	유량조사지점	조사기관	구분					
								일반	총량	주요	중권역	보	예보
			성암천(미호B2)	충북 진천군 문백면 도하리(모정교)	지	총량유량	금강물환경연구소		○				
			미호천4	충북 청주시 상당구 외하동(팔결교)	지	북일	금강유역환경청	○					
			무심천(무심A1)	충북 청주시 상당구 남일면 신송리(신송교)	지	총량유량	금강물환경연구소		○				
			무심천1	충북 청주시 상당구 영운동(영운동취수장)	지		충청북도	○					
			무심천2	충북 청주시 상당구 서문동(서문대교)	지		충청북도	○					
			무심천3(무심A)	충북 청주시 흥덕구 문암동(철교, 미호천 합류 1㎞전)	지	총량유량(정하교)	금강물환경연구소	○	○				
			석남천(미호B4)	충북 청주시 흥덕구 강서동 (신대교)	지	총량유량	금강물환경연구소		○				
			미호천8	충북 청주시 옥산면 신촌리(옥산교)	지		금강유역환경청	○					
			병천천A(병천A)	충북 청주시 오창읍 성재리(강정마을 입구 잠수교)	지	총량유량	금강물환경연구소		○				
			용두천(미호B3)	충남 천안시 동남구 동면 화덕리 652(세월교)	지	총량유량	금강물환경연구소		○				
			병천천	충북 청주시 오송읍 쌍청리(쌍청교)	지	옥산	충청북도	○					
			미호천5	충북 청주시 오송읍 궁평리(미호천교)	지		금강유역환경청	○					
			미호천5A(미호B)	세종 연동면 예양리(미호교)	지	총량유량	금강물환경연구소		○				
			조천	세종 조치원읍 상리(조천교)	지		충청남도	○					
			조천1(미호C1)	세종 조치원읍 번암리(세월교)	지	총량유량	금강물환경연구소		○				
			월하천	세종 연서면 봉암리(월암교)	지		금강유역환경청	○					
			미호천6-1(미호C)	세종 연기면 세종리(월산교)	지	총량유량(세월교*, 월하교*)	금강물환경연구소	○	○	○	○		○
		금강공주(II)	연기(금본H)	세종 연기면 세종리(금남교)	본	총량유량(나성교*, 성덕교하류 500m*, 한일교하류 200m*)	금강물환경연구소	○	○				○
			금남	세종 연기면 세종리(세종보 상류 500m)	본		금강물환경연구소	○				○	○
			용수천-1(금본H1)	충남 공주시 반포면 국곡리(세월교)	지	총량유량	금강물환경연구소		○				

권역	수계	중권역(목표기준)	명칭	채 수 지 점	본/지류	유량조사지점	조사기관	구분					
								일반	총량	주요	중권역	보	예보
			용수천	세종 금남면 성덕리(성덕교)	지	예보유량	금강물환경연구소	○					○
			대교천	세종 장군면 도계리(대교)	지		충청남도	○					
			대교천2	세종 연기면 세종리(송학교)	지	총량유량	금강물환경연구소		○				○
			세종2(금본H-1)	세종 장군면 석장리	본	총량유량	금강물환경연구소		○				
			공주1	충남 공주시 금성동(금강교)	본	공주	금강유역환경청	○		○			○
			정안천	충남 공주시 신관동(정안천교)	지	예보유량	금강물환경연구소	○					○
			곰나루	충남 공주시 웅진동(곰나루터)	본		금강유역환경청	○					○
			금강	충남 공주시 우성면 신웅리(공주보 상류 500m)	본		금강물환경연구소	○				○	○
			유구천	충남 공주시 우성면 동대리(동대교)	지	예보유량	금강물환경연구소	○					○
			목면(금본I)	충남 청양군 목면 신흥리(신흥양수장, 어천지천 합류후 2㎞)	본	총량유량(송암교*, 정안천교 하류 200m*, 동대교하류 700m*)	금강물환경연구소		○				○
			공주2	충남 공주시 탄천면 분강리	본	진두	금강유역환경청	○					○
			부여	충남 부여군 부여읍 자왕리(백제보 상류 500m)	본		금강물환경연구소	○				○	○
			지천	충남 청양군 장평면 구룡리(지천교)	지	구룡	충청남도	○					
			지천-1(금본J1)	충남 부여군 규암면 금암리(세월교)	지	총량유량	금강물환경연구소		○				○
			정동(금본J)	충남 부여군 규암면 호암리(백마강교)	본	총량유량(가마교하류 100m*, 중동교*, 세월교*)	금강물환경연구소	○	○				○
			은산천	충남 부여군 규암면 모리(모리교)	지		충청남도	○					
			부여1	충남 부여군 규암면 외리(백제교)	본	규암	금강유역환경청	○		○			○
			금천	충남 부여군 장암면 석동리(석동교)	지	예보유량	금강물환경연구소	○					○
			부여2	충남 부여군 장암면	본	반조원	금강유역환경청	○					○

권역	수계	중권역(목표기준)	명칭	채 수 지 점	본/지류	유량조사지점	조사기관	구분					
								일반	총량	주요	중권역	보	예보
			석성천-1(금본K1)	충남 부여군 초촌면 송정리(군계교)	지	총량유량	금강물환경연구소		○				
			석성천	충남 논산시 성동면 원북리(경교)	지		충청남도	○					
			석성천2	충남 부여군 석성면 석성리(동성교)	지	총량유량	금강물환경연구소		○				○
			성동	충남 논산시 성동면 개척리	본		금강유역환경청	○			○		○
		논산천(Ⅰb)	논산천-1(논산A1)	충남 논산시 양촌면 신기리(세월교)	지	총량유량	금강물환경연구소		○				
			논산천1	충남 논산시 양촌면 신흥리(신흥교)	지		충청남도	○					
			연산천(논산A2)	충남 계룡시 두마면 광석리(화악교)	지	총량유량	금강물환경연구소		○				
			노성천-1(논산A3)	충남 공주시 상월면 신충리(월오교)	지	총량유량	금강물환경연구소		○				
			노성천	충남 논산시 광석면 항월리(노성대교)	지		충청남도	○					
			논산천2	충남 논산시 대교동 (논산대교)	지	논산	충청남도	○					
			방축천	충남 논산시 채운면 장화리(영창교)	지		충청남도	○					
			논산천4(논산A)	충남 논산시 강경읍 북옥리(강경천 합류후 배수장 옆)	지	총량유량(제내교)	금강물환경연구소	○	○	○	○		○
			수철천	충남 논산시 연무읍 봉동리(황화교)	지		충청남도	○					
			마산천	전북 익산시 망성면 무형리(신풍)	지		금강유역환경청	○					
			강경천	충남 논산시 강경읍 흥교리(상강경교)	지		금강유역환경청	○					
		금강하구언(Ⅲ)	강경(금본K)	충남 논산시 강경읍 황산리(황산대교)	본	총량유량(석동교상류 500m*, 경교하류 3㎞*)	금강물환경연구소	○	○				○
			산북천	전북 익산시 성당면 부곡리(연동교)	지	-	금강물환경연구소		○				○
			양화-1	충남 부여군 양화면 내성리(웅포대교)	본	입포	금강유역환경청	○			○		○
			길산천	충남 서천군 기산면 원길리	지		충청남도	○					
			길산천2	충남 서천군 마서면 신포리(장신교)	지	-	금강물환경연구소		○				○
			금강갑문(금본L)	충남 서천군 마서면 도삼리(금강 갑문교)	본	총량유량	금강물환경연구소		○				

[표 2-3] 금강수계 자동측정망 운영현황

수계	중권역	명칭	위 치	본/지	측 정 항 목
금강	용담댐	용담호	전라북도 진안군 용담면 진용로 2210 (수천리 542-28, 용담대교)	본	일반항목, TOC, TN, TP, Chl-a, 생물감시(물벼룩)
	영동천	봉황천	충청남도 금산군 제원면 남사길 73 (명암리 108-1)	지	일반항목, TOC, TN, TP, 탁도
	대청댐 상류	이원	충청북도 옥천군 이원면 옥천로 2927 (원동리 881)	본	일반항목, TOC, TN, TP, 탁도
	대청댐	장계	충청북도 옥천군 장계1길 57 (장계리 47, 장계교)	본	일반항목, TOC, TN, TP, Chl-a, 생물감시(물벼룩), 탁도
		옥천천	충청북도 옥천군 군북면 옥지로 357 (지오리 산 48-1)	지	일반항목, TOC, TN, TP, 탁도
		대청호	충청북도 보은군 회남면 회남로 1530 (신곡리 42-6, 회남대교)	본	일반항목, TOC, TN, TP, Chl-a, 생물감시(조류)
		현도	충청북도 청주시 서원구 현도면 노산하석로 186 (하석리 393-6)	본	일반항목, TOC, TN, TP, NH3-N, NO3-N, 탁도, Chl-a, 생물감시(물벼룩)
	갑천	갑천	대전광역시 대덕구 갑천도시고속도로 336 (문평동 400-4)	지	일반항목, TOC,VOCs 9종, 탁도, Chl-a, 생물감시(미생물)
	미호천	미호천	세종시 연동면 부래미 앞들길 122-34 (합강리 10-21)	지	일반항목, TOC, VOCs 9종, Chl-a, 생물감시(미생물)
	금강 공주	남면	세종시 연기면 갈매로 169 (세종리 551-25)	본	일반항목, TOC, TN, TP, Chl-a, 탁도
		공주	충청남도 공주시 금벽로 510 (신관동 143)	본	일반항목, TOC, VOCs 9종, TN, TP, Chl-a, 탁도, 생물감시(미생물)
		유구천	충청남도 공주시 우성면 동대리길 72-50 (동대리 451-22, 동대교)	지	일반항목, TOC, TN, TP, Chl-a
		부여	충청남도 청양군 청남면 금강변로 724-124 (중산리 567)	본	일반항목, TOC, VOCs 9종, TN, TP, Chl-a, 생물감시(미생물)

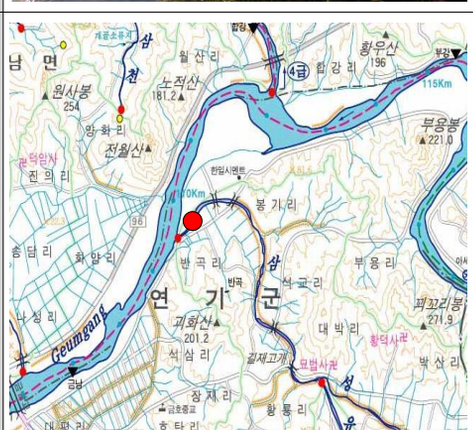
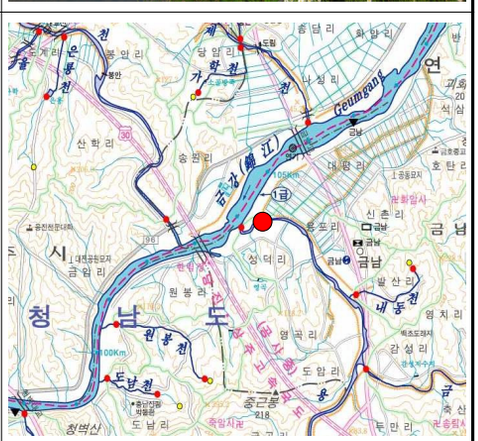
2. 지류하천 수질·유량모니터링 결과

가. 지류하천 모니터링 조사지점

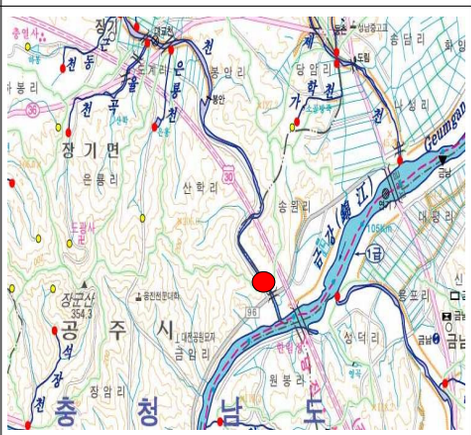
◦ 금강본류에 영향을 미치는 주요 지류하천 13개 하천을 선정하여 금강본류로 유입되는 지류하천의 말단지점에서 수질 및 유량을 측정

[그림 2-3] 지류하천 모니터링 조사지점

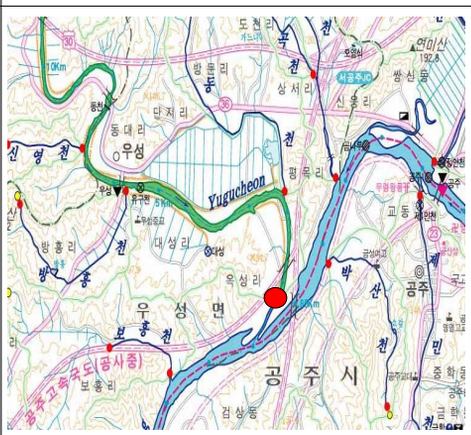
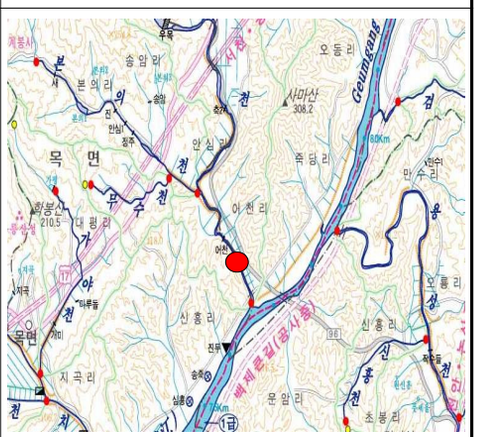
[표 2-4] 지류하천 수질 및 유량측정지점 현황

수 계	금강수계	금강수계
시 · 군	세종특별자치시	세종특별자치시
하 천 명	삼성천	용수천
조사지점	금강 합류 전 지점	금강 합류 전 지점
세부위치	세종시 반곡동	세종시 연기면 세종리
현장사진		
조사지점 약 도		
조사지점 현 황	• 금강 합류 전 상류 100m 지점에서 유량측정 및 채수 • 하폭이 넓고, 수심이 얕으며, 유속이 느림 • 계절에 따라 유량차이가 큼	• 성덕교 100m 하류지점 • 계절에 따른 유량 차이가 큼

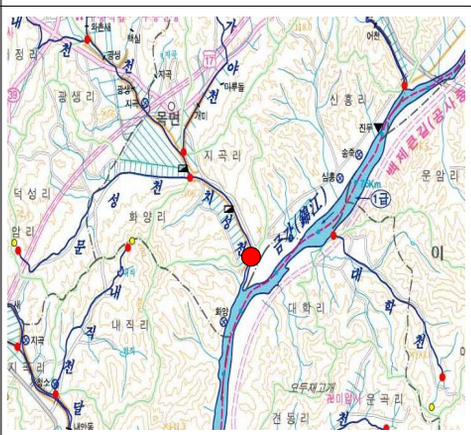
[표 2-4] 지류하천 수질 및 유량측정지점 현황(계속)

수 계	금강수계	금강수계
시 · 군	세종특별자치시	공주시
하 천 명	대교천	정안천
조사지점	금강 합류 전 지점	금강 합류 전 지점
세부위치	세종시 장군면 금암리	공주시 산성동(금성동)
현장사진		
조사지점 약 도		
조사지점 현 황	• 금강 합류 전 지점에서 유량측정 및 채수	• 금강본류 합류 전 약 300m 지점 • 하폭이 넓고 유속이 빠른 편임

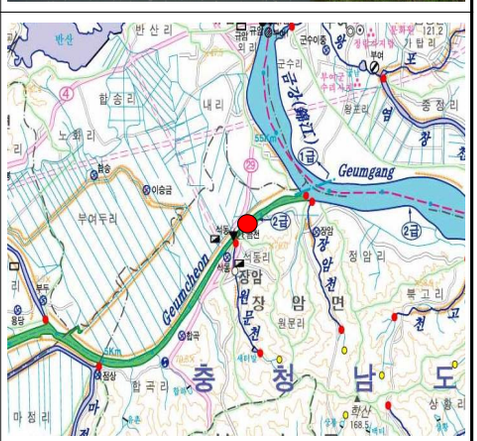
[표 2-4] 지류하천 수질 및 유량측정지점 현황(계속)

수 계	금강수계	금강수계
시 · 군	공주시	청양군
하 천 명	유구천	어천
조사지점	금강 합류 전 지점	금강 합류 전 지점
세부위치	공주시 우성면 평목리	청양군 목면 신흥리
현장사진		
조사지점 약 도		
조사지점 현 황	• 금강 합류 전 지점에서 유량측정 및 채수 • 수심이 깊고 유속이 빠름	• 금강 합류 전 보 부근에서 유량 측정 및 채수

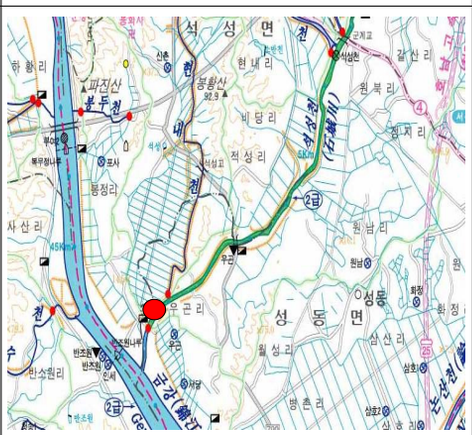
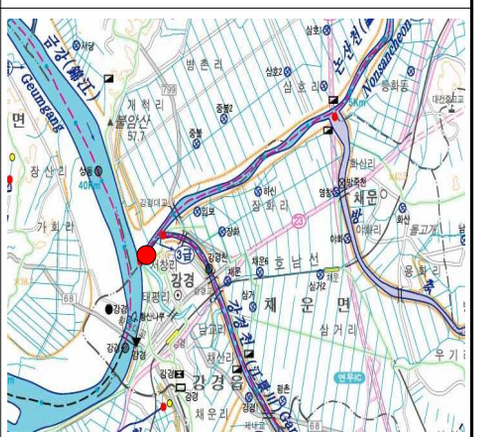
[표 2-4] 지류하천 수질 및 유량측정지점 현황(계속)

수 계	금강수계	금강수계
시 · 군	청양군	청양군
하 천 명	치성천	지천
조사지점	금강 합류 전 지점	금강 합류 전 지점
세부위치	청양군 목면 지곡리	청양군 청남면 인양리
현장사진		
조사지점 약 도		
조사지점 현 황	• 금강 합류 전 지점에서 유량측정 및 채수	• 금강 합류 전 지점에서 유량 측정 및 채수

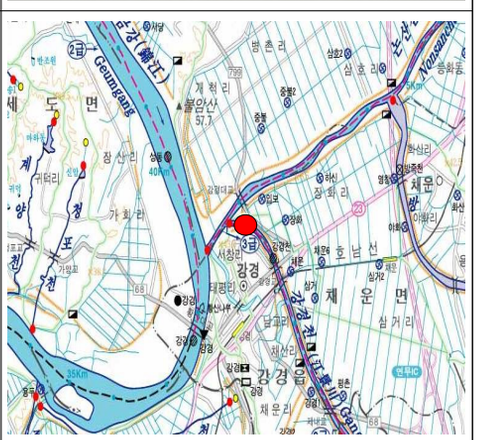
[표 2-4] 지류하천 수질 및 유량측정지점 현황(계속)

수 계	금강수계	금강수계
시 · 군	부여군	부여군
하 천 명	은산천	금천
조사지점	금강 합류 전 지점	금강 합류 전 지점
세부위치	부여군 규암면 규암리	부여군 장암면 석동리
현장사진		
조사지점 약 도		
조사지점 현 황	• 라복교 앞에 보가 있는 지점에서 유량 측정	• 석동교 다리 밑에서 유량 측정 • 원문천 합류 후 지점 • 수위표가 있음

[표 2-4] 지류하천 수질 및 유량측정지점 현황(계속)

수 계	금강수계	금강수계
시 · 군	부여군	논산시
하 천 명	석성천	논산천
조사지점	금강 합류 전 지점	금강 합류 전 지점(논산A)
세부위치	부여군 석성면 봉정리	논산시 강경읍 서창리
현장사진		
조사지점 약 도		
조사지점 현 황	• 금강 합류 전 지점으로 유량이 많음	• 하폭이 넓고 유량이 많음 • 논산천, 강경천, 대흥천 합류 후 채수

[표 2-4] 지류하천 수질 및 유량측정지점 현황(계속)

수 계	금강수계
시 · 군	논산시
하 천 명	강경천
조사지점	금강 합류 전 지점
세부위치	논산시 채운면 장화리
현장사진	
조사지점 약 도	
조사지점 현 황	• 논산천 합류 전 지점으로 수심이 깊고 하폭이 넓어 유량측정 불가

나. 1단계(2011년~2015년) 지류하천의 수질변화 분석

◦ 금강정비사업이 시행된 이후 1단계(2011년~2015년) 금강의 주요 지류하천 13개 지점의 수질자료를 분석하였음

◦ 금강정비사업이 시행된 이후 1단계(2011년~2015년) 연구기간동안 주요 수질항목(BOD_5, COD_{Mn}, SS, T-N, T-P)의 월최대, 월최소, 월평균 수질을 산정하였음

- BOD_5는 대부분의 지류하천에서 5월과 6월에 높았고 변동 폭이 큰 것으로 나타났으며, 장마기와 풍수기가 본격적으로 시작되는 7월~9월 사이에는 낮아지는 경향을 보였음
- COD_{Mn}는 대부분의 지류하천에서 6월과 7월에 높았고 강경천은 6월에 월평균농도가 11 ㎎/L를 초과하여 매우 나쁨(Ⅵ) 수준을 보였으며, 전체기간 동안 농도의 변화폭이 큰 것으로 나타났음
- SS는 대교천, 강경천, 정안천, 석성천에서 7월에 약간 나쁨(Ⅳ) 수준의 수질등급을 보였음
- T-N은 대부분의 지류하천에서 1월과 2월에 높았고 치성천과 지천은 5월에 가장 큰 값을 보였으며, 지류하천 가운데 강경천의 월평균 농도가 가장 높은 것으로 나타났음
- T-P는 대부분의 지류하천에서 9월에 높았고, 다른 지류하천에 석성천이 특히 1단계 전체기간 동안 높은 수준을 보였으며, 1월~3월에는 매우 나쁨(Ⅵ) 수준의 수질등급을 보이는 것으로 분석되었음

[표 2-5] 1단계 삼성천의 수질분석결과(2011년~2015년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)
1	최대	3.3	4.4	10.4	3.884	0.108
	평균	2.2	3.2	4.8	2.150	0.042
	최소	1.2	2.4	0.8	0.176	0.023
2	최대	4.0	16.8	42.4	4.054	0.092
	평균	1.6	5.5	9.9	1.831	0.045
	최소	0.3	1.0	2.0	0.411	0.013
3	최대	1.9	7.1	7.2	2.084	0.215
	평균	1.2	3.9	4.8	1.486	0.048
	최소	0.2	1.6	1.2	0.883	0.015
4	최대	2.2	6.8	13.6	1.921	0.089
	평균	1.2	3.9	5.8	1.219	0.041
	최소	0.3	2.0	1.6	0.582	0.020
5	최대	2.9	9.3	19.2	2.591	0.186
	평균	1.4	6.1	6.8	1.730	0.062
	최소	0.5	2.9	1.6	0.397	0.026
6	최대	3.7	13.0	80.4	2.842	0.151
	평균	1.4	6.7	18.2	1.713	0.051
	최소	0.4	4.5	1.6	0.832	0.022
7	최대	2.1	14.9	126.0	2.202	0.240
	평균	0.9	6.8	20.9	1.385	0.062
	최소	0.4	0.0	2.8	0.656	0.010
8	최대	1.3	6.2	12.4	2.152	0.089
	평균	0.6	4.8	5.1	1.084	0.047
	최소	0.2	3.6	0.8	0.613	0.008
9	최대	1.7	12.9	100.0	2.558	0.208
	평균	0.7	4.5	15.6	1.277	0.062
	최소	0.4	2.3	1.6	0.534	0.020
10	최대	1.5	9.8	37.2	1.422	0.133
	평균	0.7	3.2	9.7	1.023	0.039
	최소	0.3	1.1	0.8	0.511	0.010
11	최대	2.6	4.7	6.0	1.749	0.034
	평균	1.2	2.6	2.4	1.272	0.016
	최소	0.3	0.3	0.8	0.693	0.000
12	최대	2.8	4.3	23.2	2.931	0.054
	평균	1.4	2.6	6.2	2.256	0.037
	최소	0.6	1.8	0.8	1.663	0.001

[표 2-6] 1단계 용수천의 수질분석결과(2011년~2015년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)
1	최대	2.4	3.8	10.0	2.262	0.050
	평균	1.4	2.6	3.3	1.961	0.029
	최소	0.4	1.8	0.8	1.314	0.004
2	최대	3.6	7.5	42.0	3.312	0.075
	평균	2.4	3.8	7.1	2.480	0.049
	최소	0.5	1.0	1.6	1.281	0.026
3	최대	4.0	5.0	8.4	3.282	0.135
	평균	2.1	3.5	4.0	2.307	0.053
	최소	0.4	1.8	0.8	1.714	0.018
4	최대	4.6	4.7	19.2	2.605	0.130
	평균	2.2	3.3	6.3	2.044	0.066
	최소	0.9	2.1	0.8	1.722	0.025
5	최대	6.9	9.7	14.8	4.172	0.351
	평균	2.4	5.4	7.6	2.148	0.111
	최소	1.0	3.0	0.8	1.144	0.027
6	최대	10.8	9.0	42.4	3.336	0.130
	평균	3.1	5.3	10.0	1.965	0.078
	최소	0.7	2.9	0.8	0.916	0.018
7	최대	4.2	10.7	92.0	3.003	0.236
	평균	1.6	5.6	19.1	1.884	0.097
	최소	0.5	3.6	2.0	0.776	0.011
8	최대	3.8	5.2	15.2	1.714	0.181
	평균	1.4	4.1	4.0	1.331	0.064
	최소	0.2	3.1	0.4	0.914	0.006
9	최대	4.2	9.2	52.0	2.382	0.189
	평균	2.1	4.5	9.9	1.159	0.094
	최소	0.6	2.5	1.6	0.438	0.018
10	최대	3.1	6.9	9.6	1.697	0.174
	평균	1.8	3.5	2.1	1.279	0.080
	최소	0.7	2.0	0.8	0.934	0.014
11	최대	1.5	3.1	1.6	1.930	0.047
	평균	1.2	2.7	1.1	1.497	0.027
	최소	0.8	2.3	0.4	1.084	0.005
12	최대	2.7	3.0	3.6	2.995	0.069
	평균	2.0	2.3	2.2	2.415	0.041
	최소	1.1	1.6	1.6	1.741	0.000

[표 2-7] 1단계 대교천의 수질분석결과(2011년~2015년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)
1	최대	2.8	4.8	17.6	3.295	0.066
	평균	1.9	3.5	6.0	2.600	0.029
	최소	1.2	2.4	1.2	1.748	0.000
2	최대	6.0	8.3	20.8	3.557	0.066
	평균	2.2	3.5	5.0	2.499	0.031
	최소	0.6	1.5	0.8	1.426	0.015
3	최대	3.8	6.8	64.8	3.876	0.254
	평균	2.5	4.3	8.6	2.394	0.068
	최소	0.6	2.6	0.4	1.524	0.022
4	최대	8.4	5.0	9.6	3.340	0.087
	평균	2.3	4.0	3.6	2.054	0.044
	최소	0.9	2.1	0.8	1.095	0.020
5	최대	3.2	7.2	19.2	3.276	0.161
	평균	1.7	5.3	6.7	1.895	0.064
	최소	0.3	2.1	0.4	1.045	0.027
6	최대	2.7	6.7	42.4	2.922	0.115
	평균	1.3	5.1	7.3	1.409	0.059
	최소	0.3	3.6	0.8	0.573	0.012
7	최대	2.9	20.0	350.0	3.207	0.221
	평균	1.0	6.4	42.4	2.011	0.082
	최소	0.4	3.8	0.4	0.920	0.024
8	최대	1.7	6.8	23.2	3.226	0.189
	평균	0.7	4.6	7.1	1.670	0.078
	최소	0.2	3.1	0.8	0.603	0.023
9	최대	3.5	12.2	163.2	2.391	0.237
	평균	1.0	4.9	28.2	1.383	0.083
	최소	0.3	3.2	1.6	0.816	0.042
10	최대	1.2	9.0	24.8	2.596	0.111
	평균	0.8	3.6	4.0	1.676	0.055
	최소	0.5	1.7	0.4	0.707	0.023
11	최대	2.0	3.6	2.0	2.844	0.105
	평균	1.4	2.6	1.0	2.186	0.036
	최소	1.1	1.7	0.4	1.742	0.014
12	최대	3.1	5.4	77.6	3.989	0.079
	평균	1.9	3.4	12.1	2.979	0.039
	최소	0.7	2.3	0.8	2.244	0.016

[표 2-8] 1단계 정안천의 수질분석결과(2011년~2015년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)
1	최대	2.3	3.5	6.2	4.251	0.090
	평균	1.7	2.7	2.6	3.520	0.049
	최소	0.9	1.6	0.8	2.752	0.012
2	최대	3.1	6.9	10.8	4.365	0.089
	평균	1.9	3.1	2.5	3.545	0.041
	최소	0.9	1.4	0.4	2.058	0.009
3	최대	3.6	8.5	14.8	4.116	0.678
	평균	2.1	4.0	5.4	3.358	0.104
	최소	1.2	1.8	0.8	2.343	0.009
4	최대	4.7	7.2	10.4	3.999	0.072
	평균	2.6	3.7	4.6	2.768	0.047
	최소	1.2	2.2	2.0	1.321	0.024
5	최대	7.2	11.7	65.2	3.296	0.187
	평균	3.2	5.9	19.1	2.254	0.063
	최소	1.4	2.2	2.0	1.362	0.012
6	최대	7.1	12.2	26.4	3.869	0.115
	평균	2.5	6.3	7.0	1.599	0.046
	최소	0.4	3.3	0.4	0.276	0.017
7	최대	4.1	15.5	238.0	3.161	0.124
	평균	2.1	6.7	30.9	1.624	0.056
	최소	1.0	3.2	1.2	0.448	0.011
8	최대	2.3	5.1	22.0	3.253	0.080
	평균	1.1	3.8	4.8	1.700	0.041
	최소	0.2	2.6	0.4	0.603	0.009
9	최대	3.3	11.0	40.4	2.718	0.640
	평균	1.8	4.9	7.1	1.317	0.130
	최소	0.5	2.7	1.2	0.627	0.008
10	최대	3.1	8.1	10.0	2.927	0.197
	평균	1.3	2.8	2.8	1.739	0.040
	최소	0.4	1.7	0.8	0.800	0.011
11	최대	2.2	3.7	1.6	3.400	0.104
	평균	1.3	2.4	1.2	2.680	0.031
	최소	0.3	1.5	0.4	2.275	0.005
12	최대	2.5	3.5	26.4	4.646	0.056
	평균	1.7	2.5	4.3	3.543	0.034
	최소	0.8	1.8	0.4	1.527	0.000

[표 2-9] 1단계 유구천의 수질분석결과(2011년~2015년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)
1	최대	2.3	4.6	4.8	2.980	0.064
	평균	1.5	3.1	2.0	2.631	0.024
	최소	1.1	1.6	0.4	2.166	0.000
2	최대	2.6	7.0	3.6	3.415	0.095
	평균	1.6	2.8	1.5	2.842	0.031
	최소	0.3	1.1	0.4	1.771	0.004
3	최대	2.8	7.1	18.4	3.513	0.069
	평균	1.8	3.1	3.2	2.587	0.036
	최소	1.0	1.2	0.4	1.991	0.005
4	최대	2.8	5.3	10.8	3.924	0.082
	평균	1.7	3.6	3.3	2.026	0.031
	최소	0.9	2.4	0.4	1.135	0.010
5	최대	5.0	12.4	26.4	3.453	0.170
	평균	1.8	4.7	7.1	1.708	0.045
	최소	0.7	2.8	1.2	1.095	0.013
6	최대	5.3	10.3	26.4	3.382	0.067
	평균	1.7	4.7	5.3	1.697	0.038
	최소	0.2	1.8	0.4	0.620	0.011
7	최대	2.8	8.1	31.6	3.109	0.053
	평균	1.2	4.7	5.8	1.354	0.027
	최소	0.6	2.7	0.4	0.364	0.011
8	최대	2.3	4.6	5.2	2.639	0.065
	평균	1.0	3.3	2.8	1.329	0.032
	최소	0.4	2.6	0.8	0.506	0.007
9	최대	3.4	9.2	20.0	2.104	0.194
	평균	1.2	3.2	7.0	0.984	0.050
	최소	0.5	1.9	0.8	0.586	0.005
10	최대	1.1	8.5	14.8	2.019	0.087
	평균	0.7	3.1	3.0	1.210	0.033
	최소	0.3	1.3	0.4	0.606	0.000
11	최대	2.2	3.2	6.8	2.748	0.031
	평균	1.1	2.2	1.7	1.943	0.018
	최소	0.3	1.8	0.4	1.572	0.009
12	최대	3.8	5.9	6.0	3.283	0.035
	평균	1.9	2.7	1.6	2.629	0.022
	최소	0.5	1.5	0.4	0.718	0.006

[표 2-10] 1단계 어천의 수질분석결과(2011년~2015년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)
1	최대	2.5	4.4	5.4	10.636	0.690
	평균	1.6	2.6	1.9	3.400	0.100
	최소	0.9	1.5	0.4	1.759	0.000
2	최대	2.9	7.5	2.4	3.274	0.061
	평균	1.9	3.0	1.2	2.456	0.024
	최소	1.3	1.1	0.4	1.165	0.010
3	최대	2.2	5.0	9.2	3.039	0.214
	평균	1.4	3.2	2.6	2.472	0.051
	최소	0.6	2.0	0.8	1.994	0.006
4	최대	2.4	5.4	6.0	2.862	0.061
	평균	1.3	3.1	3.4	2.250	0.032
	최소	0.4	1.6	0.8	1.458	0.011
5	최대	3.5	9.9	28.8	7.203	0.126
	평균	1.8	5.5	10.5	2.879	0.068
	최소	0.3	3.1	0.8	1.507	0.024
6	최대	4.0	7.8	16.0	3.387	0.064
	평균	1.9	5.7	6.5	2.024	0.044
	최소	0.5	2.9	1.6	0.700	0.012
7	최대	1.9	7.3	41.6	2.754	0.067
	평균	1.0	5.2	7.1	1.751	0.035
	최소	0.6	3.2	1.2	0.818	0.009
8	최대	2.4	7.2	5.2	2.440	0.072
	평균	0.9	3.8	2.8	1.421	0.034
	최소	0.2	2.4	1.2	0.715	0.010
9	최대	1.0	8.3	42.4	1.939	0.219
	평균	0.7	3.6	8.7	1.095	0.064
	최소	0.5	1.3	0.4	0.264	0.000
10	최대	1.7	5.7	6.8	2.183	0.064
	평균	0.8	2.9	2.8	1.411	0.026
	최소	0.3	1.6	0.4	0.618	0.000
11	최대	4.5	2.6	26.4	2.692	0.031
	평균	1.3	2.3	4.7	1.953	0.016
	최소	0.3	1.9	0.4	1.231	0.007
12	최대	2.5	3.1	4.0	2.973	0.040
	평균	1.5	2.3	1.2	2.408	0.022
	최소	1.0	1.5	0.4	1.042	0.009

[표 2-11] 1단계 치성천의 수질분석결과(2011년~2015년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)
1	최대	25.8	34.1	16.4	5.757	0.116
	평균	4.8	7.0	5.1	2.845	0.043
	최소	0.3	1.5	1.6	2.080	0.011
2	최대	4.9	31.6	28.0	3.261	0.071
	평균	2.4	6.1	4.5	2.555	0.033
	최소	1.2	1.9	0.8	0.888	0.010
3	최대	3.1	10.2	16.4	3.363	0.075
	평균	1.8	4.7	4.5	2.614	0.049
	최소	0.7	2.0	0.8	2.064	0.013
4	최대	2.9	10.9	17.2	4.823	0.120
	평균	1.7	5.0	8.7	2.537	0.049
	최소	0.5	3.3	1.6	1.586	0.028
5	최대	9.2	12.8	49.6	6.785	1.103
	평균	4.2	8.1	11.6	3.567	0.155
	최소	1.5	5.2	2.0	1.350	0.032
6	최대	6.5	14.3	60.8	3.570	0.170
	평균	3.0	9.6	13.9	2.217	0.089
	최소	0.9	5.9	1.6	0.685	0.036
7	최대	4.8	12.9	96.0	3.811	0.091
	평균	2.1	8.2	18.4	2.095	0.056
	최소	0.8	3.8	1.6	0.473	0.017
8	최대	3.7	11.2	132.8	2.785	0.107
	평균	1.6	7.0	26.8	1.567	0.057
	최소	0.8	3.1	1.6	0.574	0.015
9	최대	4.2	10.9	40.0	3.576	0.249
	평균	2.1	6.2	11.9	1.241	0.108
	최소	0.8	3.6	0.8	0.594	0.029
10	최대	4.2	8.3	37.2	2.031	0.085
	평균	1.6	4.9	8.6	1.558	0.047
	최소	0.4	3.1	1.6	0.873	0.017
11	최대	4.1	3.8	43.6	2.585	0.028
	평균	1.6	3.1	7.5	1.952	0.020
	최소	0.3	2.7	0.8	1.273	0.011
12	최대	3.1	4.2	8.4	3.446	0.045
	평균	2.0	3.0	2.7	2.563	0.027
	최소	1.0	2.0	0.8	0.854	0.008

[표 2-12] 1단계 지천의 수질분석결과(2011년~2015년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)
1	최대	3.4	4.7	40.8	3.018	0.052
	평균	2.0	2.6	10.5	2.672	0.021
	최소	0.3	1.4	0.8	2.337	0.010
2	최대	3.3	7.3	33.6	3.408	0.071
	평균	2.1	3.3	4.9	2.654	0.024
	최소	0.6	1.3	0.8	1.506	0.004
3	최대	4.4	6.1	48.8	4.416	0.346
	평균	2.1	3.8	8.2	2.534	0.060
	최소	0.8	2.2	0.8	1.996	0.008
4	최대	5.3	5.7	119.2	3.517	0.081
	평균	1.9	3.8	15.6	2.094	0.040
	최소	0.4	2.9	1.6	0.804	0.010
5	최대	6.0	19.1	31.6	7.037	0.191
	평균	3.5	7.7	15.9	3.377	0.071
	최소	0.4	3.8	3.6	1.483	0.025
6	최대	3.7	10.6	129.2	3.439	0.083
	평균	2.4	7.4	16.6	1.986	0.051
	최소	0.9	4.6	0.4	0.605	0.021
7	최대	2.8	8.2	107.2	3.593	0.058
	평균	1.6	5.7	16.7	1.845	0.038
	최소	0.7	3.8	1.2	0.600	0.014
8	최대	2.5	6.9	70.4	3.251	0.074
	평균	1.2	4.7	12.4	1.487	0.044
	최소	0.7	3.4	1.2	0.620	0.014
9	최대	1.9	8.9	67.2	2.060	0.843
	평균	1.1	4.1	15.9	1.146	0.124
	최소	0.7	2.8	1.2	0.705	0.016
10	최대	2.0	8.3	100.0	2.051	0.079
	평균	1.1	3.7	11.7	1.450	0.031
	최소	0.3	2.6	1.2	0.813	0.000
11	최대	2.3	3.2	8.4	2.862	0.041
	평균	1.3	2.5	3.0	1.954	0.019
	최소	0.6	2.0	0.4	1.191	0.008
12	최대	3.8	4.8	26.8	3.557	0.047
	평균	2.0	2.8	6.4	2.780	0.025
	최소	1.0	2.0	0.8	1.208	0.009

[표 2-13] 1단계 은산천의 수질분석결과(2011년~2015년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)
1	최대	4.2	4.9	3.6	3.976	0.272
	평균	2.3	2.6	2.0	3.065	0.077
	최소	0.6	1.0	0.4	1.844	0.000
2	최대	4.0	9.6	7.6	4.043	0.063
	평균	2.2	4.1	3.0	3.016	0.028
	최소	1.5	1.6	0.8	2.118	0.013
3	최대	3.1	7.6	28.0	3.292	0.146
	평균	2.0	4.7	6.5	2.349	0.056
	최소	1.1	2.9	0.8	1.906	0.018
4	최대	11.0	9.1	40.0	3.257	0.146
	평균	2.7	4.4	11.7	1.861	0.061
	최소	0.7	2.8	3.6	0.536	0.036
5	최대	8.6	11.5	40.4	3.516	0.142
	평균	2.7	6.1	13.5	1.694	0.069
	최소	0.7	3.6	2.8	0.746	0.030
6	최대	5.3	15.0	16.8	3.152	0.085
	평균	2.6	8.6	7.0	1.374	0.052
	최소	1.5	5.0	2.0	0.640	0.022
7	최대	3.8	9.3	23.0	3.090	0.148
	평균	1.6	6.7	8.6	1.645	0.067
	최소	0.5	4.3	2.0	0.618	0.019
8	최대	3.0	10.0	11.6	2.515	0.094
	평균	1.5	5.8	7.0	1.339	0.057
	최소	0.7	2.6	2.0	0.429	0.008
9	최대	1.8	9.9	34.8	3.828	0.434
	평균	1.2	5.5	10.8	1.213	0.098
	최소	0.3	3.7	0.8	0.626	0.034
10	최대	2.0	6.2	5.6	2.521	0.065
	평균	1.0	3.8	2.5	1.443	0.035
	최소	0.4	1.8	0.8	0.631	0.014
11	최대	1.4	5.0	6.4	2.741	0.049
	평균	1.1	3.6	3.3	1.665	0.022
	최소	0.9	2.1	1.6	0.218	0.009
12	최대	3.6	5.0	6.0	3.599	0.042
	평균	2.0	3.3	3.2	2.730	0.027
	최소	1.0	2.3	0.8	1.260	0.008

[표 2-14] 1단계 금천의 수질분석결과(2011년~2015년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)
1	최대	3.3	5.1	6.8	3.621	0.156
	평균	2.2	3.4	4.1	2.973	0.053
	최소	0.6	2.3	2.0	1.878	0.012
2	최대	3.8	10.8	12.4	3.889	0.128
	평균	2.7	4.6	5.6	3.045	0.060
	최소	1.7	2.0	1.2	2.044	0.032
3	최대	4.9	9.7	31.6	4.009	0.172
	평균	3.4	6.3	17.2	2.617	0.082
	최소	2.2	4.2	0.8	1.310	0.045
4	최대	10.2	11.3	50.0	3.264	0.138
	평균	5.6	7.3	29.4	1.820	0.072
	최소	2.6	5.3	8.4	0.840	0.035
5	최대	7.2	13.1	46.4	7.041	0.290
	평균	4.8	8.9	21.9	2.955	0.109
	최소	1.3	6.7	2.0	0.852	0.017
6	최대	8.6	17.9	65.6	5.498	0.102
	평균	5.3	10.4	14.3	2.904	0.071
	최소	2.2	5.5	2.8	0.938	0.031
7	최대	4.7	13.1	26.4	3.073	0.133
	평균	2.9	8.5	15.4	1.761	0.056
	최소	0.5	5.3	5.6	0.601	0.018
8	최대	4.8	12.7	29.2	2.384	0.155
	평균	2.6	7.4	13.0	1.634	0.079
	최소	1.0	4.1	2.0	0.540	0.008
9	최대	3.7	9.9	35.6	3.693	0.538
	평균	2.3	7.4	13.8	1.563	0.147
	최소	0.8	5.2	2.0	0.533	0.026
10	최대	3.1	7.6	11.6	2.318	0.087
	평균	2.2	5.0	5.9	1.526	0.053
	최소	1.3	3.3	2.4	0.884	0.023
11	최대	2.3	5.6	10.8	2.312	0.089
	평균	1.7	3.9	3.9	1.860	0.026
	최소	1.2	1.5	1.2	1.142	0.008
12	최대	3.3	5.6	12.4	3.807	0.096
	평균	2.4	4.1	5.6	2.927	0.058
	최소	1.7	2.7	0.8	1.034	0.017

[표 2-15] 1단계 석성천의 수질분석결과(2011년~2015년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)
1	최대	8.2	9.2	26.0	12.150	1.132
	평균	4.4	5.7	10.6	6.638	0.638
	최소	2.6	2.1	3.6	3.437	0.033
2	최대	15.3	12.7	30.0	10.451	2.170
	평균	5.9	7.4	8.4	6.176	0.551
	최소	2.7	3.5	2.0	3.940	0.111
3	최대	21.2	16.1	55.2	9.520	1.798
	평균	7.1	8.9	19.7	5.695	0.528
	최소	3.5	4.6	2.8	2.231	0.074
4	최대	18.4	11.7	58.4	5.611	1.186
	평균	8.0	8.8	29.2	4.172	0.494
	최소	3.1	6.2	14.8	2.346	0.028
5	최대	7.8	13.3	70.0	6.379	0.386
	평균	5.3	9.1	30.1	3.683	0.170
	최소	1.1	1.9	4.4	0.351	0.037
6	최대	6.9	13.4	53.2	4.073	0.452
	평균	4.2	10.2	20.0	2.667	0.184
	최소	2.4	7.2	4.0	0.602	0.015
7	최대	4.6	11.7	118.8	3.683	0.579
	평균	3.3	8.7	30.8	2.422	0.184
	최소	1.9	6.3	5.2	0.520	0.034
8	최대	5.0	9.2	50.4	3.608	0.372
	평균	2.6	7.0	16.1	2.001	0.137
	최소	1.0	4.5	0.8	1.223	0.070
9	최대	4.1	10.8	106.4	2.457	0.653
	평균	2.3	6.1	21.9	1.372	0.188
	최소	0.4	4.7	2.4	0.584	0.052
10	최대	4.4	9.0	11.2	3.876	0.424
	평균	2.4	6.4	5.2	2.606	0.187
	최소	0.4	4.9	1.2	1.006	0.028
11	최대	3.9	8.4	19.6	5.022	0.492
	평균	2.7	5.9	9.7	3.525	0.322
	최소	2.1	3.8	2.0	2.115	0.136
12	최대	5.2	11.2	16.0	5.697	0.590
	평균	3.1	5.8	8.8	4.210	0.274
	최소	1.5	3.4	5.2	1.821	0.094

[표 2-16] 1단계 논산천의 수질분석결과(2011년~2015년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)
1	최대	4.1	5.9	32.8	6.221	0.306
	평균	2.5	3.4	7.9	4.217	0.123
	최소	0.9	2.2	0.8	2.213	0.021
2	최대	3.8	8.9	25.0	6.150	0.243
	평균	3.1	4.5	7.6	4.060	0.092
	최소	1.9	3.0	2.0	2.001	0.025
3	최대	8.7	8.4	54.4	5.806	0.234
	평균	3.6	5.0	14.2	3.549	0.113
	최소	1.3	2.6	2.4	1.889	0.041
4	최대	7.8	8.4	68.4	4.813	0.168
	평균	3.1	5.5	16.7	2.700	0.067
	최소	1.4	3.4	6.4	1.843	0.016
5	최대	8.6	13.1	35.2	4.771	0.178
	평균	4.5	8.2	14.6	2.919	0.093
	최소	2.7	5.6	6.8	1.576	0.021
6	최대	7.2	14.6	54.8	3.946	0.372
	평균	4.6	9.8	13.1	2.453	0.104
	최소	3.1	6.0	2.4	1.150	0.038
7	최대	6.8	12.7	23.2	2.930	0.111
	평균	3.7	8.1	12.9	2.036	0.061
	최소	2.3	4.6	6.4	0.728	0.025
8	최대	4.2	8.2	42.8	2.641	0.130
	평균	2.8	6.1	15.9	1.578	0.061
	최소	1.5	4.0	3.2	0.828	0.012
9	최대	5.3	8.1	25.2	1.989	0.535
	평균	2.4	6.0	9.4	1.158	0.108
	최소	0.2	3.4	2.4	0.579	0.029
10	최대	5.3	9.7	17.2	3.290	0.111
	평균	2.9	5.8	7.2	2.175	0.054
	최소	1.3	2.4	0.8	1.034	0.013
11	최대	4.5	7.3	5.2	5.838	0.108
	평균	1.7	4.4	3.2	2.693	0.042
	최소	1.0	2.4	0.8	0.691	0.013
12	최대	4.2	6.2	41.6	4.938	0.557
	평균	1.9	4.0	10.0	3.375	0.130
	최소	0.7	2.6	3.2	1.524	0.042

[표 2-17] 1단계 강경천의 수질분석결과(2011년~2015년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)
1	최대	6.1	7.7	11.0	11.012	0.439
	평균	3.4	4.9	6.8	7.772	0.295
	최소	1.1	2.0	3.6	4.404	0.115
2	최대	6.9	10.7	24.0	10.540	1.136
	평균	4.9	6.9	8.9	7.452	0.319
	최소	3.0	4.7	1.6	3.165	0.149
3	최대	9.0	14.0	48.8	10.318	0.787
	평균	6.0	8.3	16.3	6.958	0.334
	최소	1.0	5.9	0.4	2.986	0.145
4	최대	10.4	17.7	85.6	13.845	0.489
	평균	6.2	9.4	31.0	5.999	0.213
	최소	1.8	6.6	7.2	2.597	0.048
5	최대	24.5	13.8	60.0	8.476	0.335
	평균	8.1	10.5	23.0	4.803	0.176
	최소	3.9	6.8	5.6	1.644	0.034
6	최대	17.7	16.6	43.2	4.949	0.312
	평균	6.8	11.5	16.3	3.922	0.181
	최소	3.5	7.1	3.2	1.020	0.061
7	최대	9.6	15.3	31.2	8.684	0.414
	평균	4.9	10.5	18.2	3.858	0.169
	최소	3.3	4.8	8.0	0.652	0.033
8	최대	4.8	12.1	70.0	7.026	0.260
	평균	3.5	8.7	16.5	3.069	0.123
	최소	1.4	4.9	3.6	1.557	0.062
9	최대	8.4	11.9	29.6	4.347	1.637
	평균	3.6	8.3	10.3	2.291	0.334
	최소	0.4	4.5	2.0	0.931	0.040
10	최대	5.5	11.1	23.2	4.690	0.233
	평균	3.2	7.8	8.0	3.373	0.146
	최소	1.9	4.9	0.4	1.002	0.076
11	최대	4.0	6.8	12.0	6.003	0.379
	평균	2.4	5.4	3.7	4.762	0.179
	최소	1.5	3.6	0.8	3.645	0.089
12	최대	6.0	10.4	32.0	7.459	0.501
	평균	3.4	5.2	8.2	5.416	0.234
	최소	1.2	3.7	0.8	2.987	0.137

다. 2단계(2016년~2017년) 지류하천의 월별 수질변화 분석

◦ 금강 수환경 모니터링 1단계(2011년~2015년) 수행이후 2단계 1, 2차년도(2016-2017년) 주요 지류하천 13개 지점의 수질자료를 분석하였음

◦ 본 과업은 2단계(2016년~2020년) 연구사업 가운데 2017년 2월말부터 2017년 12월까지 수행하는 2차년도 연구용역으로 지류하천의 수질분석을 위하여 4월부터 12월까지 채수를 수행하여 총 9개월간의 수질변화를 분석하였음

◦ 월별 분석은 1단계 수환경 모니터링 수행이후 2단계 1, 2차년도인 2016년 1월부터 2017년 12월의 주요 수질항목(BOD_5, COD_{Mn}, SS, T-N, T-P)의 월최대, 월최소, 월평균 수질변화를 분석하였으며, 결과는 다음과 같음

- BOD_5는 대부분 지류에서 5월과 6월에 높았고, 강경천은 특히 6월에 월평균 수질이 8.2 ㎎/L로 나쁨(Ⅴ)의 등급을 보였음
- COD_{Mn}는 모든 지류하천에서 5월과 6월에 가장 높았고, 치성천, 금천, 석성천, 강경천은 5월에 매우 나쁨(Ⅵ)의 등급을 보였으며, 금천의 경우에는 월최대 15.3 ㎎/L로 최고농도를 기록하였음
- SS는 4~6월에 대부분 지류에서 높은 수준을 보였으며, 강경천은 4월, 논산천은 5월, 금천은 7월, 은산천은 8월에 높았던 것으로 나타나 시간변화에 따라 하류에서 중류방향으로 SS농도가 점진적으로 변화하는 현상을 보였음
- T-N은 4~5월에 대부분 지류에서 높았고, 지류하천 가운데 강경천이 월평균 농도가 가장 높은 경향을 보였음
- T-P는 모든 지류하천에서 5~8월에 높았으며, 용수천은 5월에 최대값 농도가 0.537 ㎎/L로 매우 나쁨(Ⅵ)의 등급을 보였고, 논산천은 5월에 최대값 농도가 0.551 ㎎/L로 가장 높았던 것으로 나타났음

[표 2-18] 2단계 삼성천의 수질분석결과(2016~2017년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)
2	최대	1.7	1.8	3.6	0.55	0.021
	평균	1.7	1.8	3.6	0.55	0.021
	최소	1.7	1.8	3.6	0.55	0.021
3	최대	1.3	4.2	5.2	1.25	0.024
	평균	1.3	3.0	3.2	0.87	0.024
	최소	1.2	1.8	1.2	0.49	0.024
4	최대	1.4	9.2	12.0	1.19	0.020
	평균	1.1	5.7	10.2	0.92	0.019
	최소	0.8	2.2	8.4	0.65	0.018
5	최대	1.4	9.3	11.6	1.89	0.172
	평균	1.2	7.3	8.8	1.40	0.087
	최소	0.9	5.5	736	1.00	0.024
6	최대	3.8	10.1	83.2	1.16	0.064
	평균	2.9	8.0	52.1	0.90	0.046
	최소	1.1	5.1	6.0	0.52	0.020
7	최대	1.8	9.3	74.0	2.17	0.151
	평균	1.0	6.3	29.9	1.70	0.082
	최소	0.8	4.1	8.2	1.28	0.047
8	최대	1.8	6.2	81.6	2.01	0.098
	평균	1.1	4.8	50.5	1.19	0.047
	최소	0.6	3.8	9.2	0.71	0.027
9	최대	3.1	5.5	30.8	10.03	0.058
	평균	1.2	3.8	19.2	2.63	0.049
	최소	0.5	2.4	10.0	0.52	0.046
10	최대	4.7	4.7	38.8	2.40	0.047
	평균	1.7	3.3	19.3	1.14	0.031
	최소	0.6	2.1	4.4	0.45	0.017
11	최대	1.6	3.7	24.0	1.74	0.091
	평균	1.1	2.7	7.4	0.90	0.029
	최소	0.7	1.8	0.4	0.43	0.008
12	최대	1.8	3.5	28.8	4.59	0.147
	평균	1.2	2.6	9.4	2.57	0.048
	최소	0.6	1.9	2.0	0.88	0.010

[표 2-19] 2단계 용수천의 수질분석결과(2016~2017년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)
2	최대	2.1	2.5	2.4	2.03	0.042
	평균	2.1	2.5	2.4	2.03	0.042
	최소	2.1	2.5	2.4	2.03	0.042
3	최대	1.2	3.0	2.0	0.71	0.013
	평균	1.1	2.2	1.2	0.68	0.012
	최소	0.9	1.3	0.4	0.64	0.012
4	최대	1.9	3.7	5.6	1.86	0.031
	평균	1.3	3.7	5.0	1.28	0.022
	최소	0.7	3.7	4.4	0.71	0.014
5	최대	2.0	7.1	8.4	3.57	0.079
	평균	1.8	5.0	3.5	1.69	0.047
	최소	1.4	3.2	1.6	0.36	0.008
6	최대	10.4	8.0	23.6	5.21	0.537
	평균	5.6	6.4	16.0	2.31	0.168
	최소	2.4	5.5	6.8	0.61	0.024
7	최대	2.3	4.9	10.4	2.56	0.075
	평균	1.1	4.0	6.9	1.48	0.046
	최소	0.5	3.0	3.6	1.01	0.028
8	최대	6.9	7.2	6.8	3.88	0.437
	평균	3.6	4.9	5.4	2.67	0.238
	최소	0.7	2.9	4.0	1.42	0.018
9	최대	1.4	5.0	5.2	1.13	0.115
	평균	1.0	3.6	3.5	0.87	0.079
	최소	0.6	2.8	2.4	0.60	0.055
10	최대	1.5	3.5	6.4	0.95	0.063
	평균	1.1	2.9	4.9	0.85	0.045
	최소	0.5	2.3	2.4	0.80	0.036
11	최대	1.7	3.4	2.7	1.75	0.114
	평균	1.6	3.0	1.4	1.24	0.058
	최소	1.4	2.3	0.4	0.87	0.029
12	최대	2.0	2.7	1.2	3.23	0.070
	평균	1.3	2.5	1.1	2.27	0.052
	최소	1.0	2.2	0.8	1.79	0.032

[표 2-20] 2단계 대교천의 수질분석결과(2016~2017년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)
2	최대	1.4	9.8	8.8	7.46	0.027
	평균	1.4	9.8	8.8	7.46	0.027
	최소	1.4	9.8	8.8	7.46	0.027
3	최대	6.8	7.2	8.0	3.79	0.029
	평균	3.9	4.6	4.8	2.37	0.019
	최소	1.0	2.0	1.6	0.95	0.009
4	최대	3.0	6.4	13.6	2.62	0.028
	평균	2.4	6.3	9.6	2.12	0.024
	최소	1.7	6.2	5.6	1.62	0.020
5	최대	1.4	8.9	4.4	3.02	0.098
	평균	1.0	7.7	3.3	1.97	0.061
	최소	0.6	5.9	1.2	0.84	0.035
6	최대	4.8	7.2	9.2	2.28	0.112
	평균	2.0	6.0	4.3	1.58	0.072
	최소	0.6	5.4	0.8	0.90	0.050
7	최대	9.2	11.9	12.4	2.93	0.407
	평균	3.6	6.6	6.9	2.40	0.181
	최소	0.7	3.5	2.0	1.95	0.117
8	최대	3.0	5.8	60.4	2.32	0.255
	평균	1.5	4.7	19.5	1.54	0.116
	최소	0.5	3.9	4.8	1.08	0.041
9	최대	9.2	9.5	41.1	10.07	0.491
	평균	3.1	5.7	15.8	3.73	0.199
	최소	0.5	2.7	4.0	0.89	0.068
10	최대	8.2	9.4	21.6	9.00	0.156
	평균	3.7	6.0	10.1	4.01	0.082
	최소	0.5	3.4	3.2	0.74	0.020
11	최대	8.6	10.6	7.6	9.48	0.099
	평균	2.9	5.2	3.0	3.71	0.046
	최소	0.8	3.2	0.4	0.92	0.017
12	최대	6.9	7.4	36.0	8.52	0.144
	평균	2.5	4.5	8.8	3.99	0.069
	최소	1.2	2.7	0.4	1.38	0.031

[표 2-21] 2단계 정안천의 수질분석결과(2016~2017년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)
2	최대	1.6	1.8	3.6	2.45	0.023
	평균	1.6	1.8	3.6	2.45	0.023
	최소	1.6	1.8	3.6	2.45	0.023
3	최대	2.3	2.6	6.4	1.75	0.023
	평균	1.8	2.4	4.6	1.72	0.020
	최소	1.2	2.1	2.8	1.69	0.016
4	최대	3.3	5.5	11.2	3.47	0.064
	평균	3.2	5.1	10.0	2.22	0.041
	최소	3.1	4.6	8.8	0.97	0.017
5	최대	2.5	8.6	12.0	3.39	0.075
	평균	1.9	6.6	6.1	1.74	0.046
	최소	1.1	4.2	2.4	0.64	0.026
6	최대	5.4	13.1	11.6	3.04	0.174
	평균	2.7	8.1	9.5	1.77	0.109
	최소	1.1	4.9	8.4	0.90	0.082
7	최대	1.4	5.6	6.6	3.18	0.186
	평균	1.0	4.2	3.9	2.68	0.081
	최소	0.6	3.3	1.2	2.38	0.036
8	최대	2.3	4.3	11.2	1.39	0.189
	평균	1.3	3.7	6.2	1.12	0.060
	최소	0.6	3.1	3.2	0.89	0.021
9	최대	0.8	4.5	6.0	2.02	0.050
	평균	0.7	3.6	3.9	1.31	0.040
	최소	0.6	2.5	2.8	0.92	0.034
10	최대	1.8	4.9	24.8	1.51	0.049
	평균	1.4	3.4	11.2	1.13	0.031
	최소	0.8	2.4	2.4	0.93	0.013
11	최대	1.2	4.9	3.3	2.38	0.096
	평균	1.1	3.3	2.0	1.92	0.056
	최소	1.0	2.4	0.8	1.58	0.021
12	최대	1.8	2.1	1.6	2.58	0.031
	평균	1.3	2.0	0.9	2.07	0.022
	최소	1.0	1.7	0.4	1.78	0.014

[표 2-22] 2단계 유구천의 수질분석결과(2016~2017년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)
2	최대	2.6	2.8	2.8	1.94	0.012
	평균	2.6	2.8	2.8	1.94	0.012
	최소	2.6	2.8	2.8	1.94	0.012
3	최대	1.3	1.6	2.0	2.53	0.029
	평균	1.0	1.2	1.6	1.93	0.021
	최소	0.6	0.7	1.2	1.32	0.012
4	최대	1.1	4.0	13.6	1.56	0.011
	평균	1.1	4.0	11.0	1.10	0.011
	최소	1.1	3.9	8.4	0.63	0.011
5	최대	1.6	7.3	10.4	2.17	0.044
	평균	1.1	4.9	5.5	1.24	0.037
	최소	0.6	1.9	0.8	0.50	0.029
6	최대	2.1	9.1	9.6	1.32	0.130
	평균	1.6	5.9	6.4	1.10	0.081
	최소	1.2	2.9	4.4	0.83	0.047
7	최대	1.5	4.6	17.6	2.44	0.158
	평균	1.0	4.1	9.6	1.85	0.058
	최소	0.5	3.4	3.2	1.47	0.014
8	최대	1.8	4.7	48.0	1.35	0.195
	평균	1.0	3.4	14.6	1.01	0.061
	최소	0.6	2.0	4.8	0.75	0.020
9	최대	1.1	3.8	4.4	0.77	0.057
	평균	0.8	3.1	3.9	0.69	0.045
	최소	0.5	2.4	3.2	0.63	0.039
10	최대	1.2	3.1	16.0	0.56	0.050
	평균	0.9	2.9	7.2	0.46	0.029
	최소	0.5	2.5	1.2	0.41	0.012
11	최대	1.3	3.1	4.4	1.97	0.092
	평균	1.0	2.2	2.3	1.24	0.042
	최소	0.9	1.8	0.8	0.82	0.017
12	최대	1.0	1.8	1.2	1.98	0.032
	평균	1.0	1.7	0.7	1.60	0.020
	최소	0.9	1.4	0.4	1.22	0.012

[표 2-23] 2단계 어천의 수질분석결과(2016~2017년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)
2	최대	1.4	1.7	0.4	1.36	0.011
	평균	1.4	1.7	0.4	1.36	0.011
	최소	1.4	1.7	0.4	1.36	0.011
3	최대	1.1	2.1	2.0	1.67	0.022
	평균	1.0	2.0	1.6	1.40	0.016
	최소	0.8	1.8	1.2	1.13	0.009
4	최대	1.3	4.7	6.0	2.86	0.015
	평균	1.0	4.1	4.6	1.76	0.014
	최소	0.7	3.5	3.2	0.67	0.012
5	최대	3.8	9.3	14.0	3.88	0.135
	평균	2.2	7.3	9.1	3.00	0.090
	최소	1.1	5.0	6.0	2.17	0.053
6	최대	2.4	8.3	8.8	1.22	0.101
	평균	1.7	6.2	6.4	0.96	0.058
	최소	1.1	5.0	2.4	0.83	0.027
7	최대	2.1	6.7	75.6	2.73	0.122
	평균	1.1	4.3	18.2	2.02	0.055
	최소	0.6	3.5	0.4	1.33	0.022
8	최대	1.7	4.1	8.8	1.70	0.196
	평균	1.0	3.2	6.2	1.11	0.063
	최소	0.7	2.1	4.0	0.65	0.023
9	최대	0.9	4.4	11.2	7.62	0.067
	평균	0.7	3.2	4.6	2.59	0.041
	최소	0.5	2.5	1.2	0.50	0.027
10	최대	1.6	5.1	16.8	1.89	0.102
	평균	1.1	2.8	7.0	1.25	0.042
	최소	0.6	1.6	1.2	0.70	0.014
11	최대	1.3	3.1	7.6	1.92	0.071
	평균	1.1	2.3	2.7	1.49	0.027
	최소	0.9	1.8	0.4	1.13	0.010
12	최대	1.5	2.3	10.0	2.68	0.032
	평균	1.0	1.9	3.3	1.59	0.020
	최소	0.5	1.7	0.4	0.67	0.007

[표 2-24] 2단계 치성천의 수질분석결과(2016~2017년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)
2	최대	4.1	12.9	2.8	1.33	0.018
	평균	4.1	12.9	2.8	1.33	0.018
	최소	4.1	12.9	2.8	1.33	0.018
3	최대	3.6	6.5	5.2	1.45	0.046
	평균	2.0	5.7	5.0	1.26	0.036
	최소	0.4	4.8	4.8	1.07	0.025
4	최대	2.0	8.8	12.8	2.23	0.021
	평균	1.6	7.3	11.2	1.39	0.017
	최소	1.2	5.8	9.6	0.54	0.013
5	최대	4.7	15.5	20.0	5.02	0.213
	평균	4.1	11.3	14.3	3.51	0.125
	최소	3.4	5.9	8.4	2.49	0.079
6	최대	4.5	14.3	28.0	1.99	0.130
	평균	2.6	10.8	15.6	1.53	0.080
	최소	1.1	8.7	9.6	1.07	0.028
7	최대	1.4	6.1	8.0	3.21	0.205
	평균	1.1	5.7	5.0	2.54	0.117
	최소	0.8	4.8	1.6	1.82	0.050
8	최대	4.9	8.9	10.4	1.58	0.213
	평균	1.9	6.2	7.1	1.13	0.074
	최소	0.7	3.6	4.8	0.53	0.026
9	최대	4.1	11.0	17.6	8.54	0.149
	평균	1.6	6.4	9.2	2.90	0.093
	최소	0.5	3.0	2.4	1.03	0.047
10	최대	2.0	10.1	12.4	1.95	0.071
	평균	1.1	5.6	7.9	1.16	0.051
	최소	0.7	2.2	3.2	0.53	0.016
11	최대	2.8	10.1	10.0	2.21	0.080
	평균	1.9	6.6	6.0	1.62	0.043
	최소	0.8	2.0	1.6	0.96	0.014
12	최대	3.7	11.5	8.8	3.58	0.078
	평균	2.0	7.2	7.1	2.33	0.040
	최소	0.8	2.3	2.8	0.96	0.021

[표 2-25] 2단계 지천의 수질분석결과(2016~2017년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)
2	최대	0.8	2.4	0.8	2.03	0.013
	평균	0.8	2.4	0.8	2.03	0.013
	최소	0.8	2.4	0.8	2.03	0.013
3	최대	1.7	3.7	9.6	1.41	0.018
	평균	1.2	2.7	5.4	1.23	0.015
	최소	0.7	1.6	1.2	1.05	0.012
4	최대	1.4	8.1	12.4	3.39	0.058
	평균	1.3	6.5	11.2	2.03	0.036
	최소	1.1	4.8	10.0	0.67	0.014
5	최대	4.3	8.7	16.0	3.49	0.096
	평균	2.6	7.7	8.5	2.74	0.073
	최소	1.7	6.6	4.4	0.76	0.059
6	최대	4.9	8.6	27.6	1.31	0.097
	평균	2.7	6.9	13.9	0.95	0.072
	최소	1.4	5.1	6.8	0.79	0.045
7	최대	1.7	5.4	13.2	3.02	0.151
	평균	1.1	4.4	7.5	2.23	0.072
	최소	0.6	2.9	3.6	1.68	0.035
8	최대	2.2	5.1	12.8	1.85	0.191
	평균	1.5	4.4	8.2	1.23	0.062
	최소	1.1	3.9	6.4	0.77	0.016
9	최대	1.9	4.4	10.4	0.86	0.062
	평균	1.3	4.1	7.7	0.72	0.046
	최소	0.7	3.7	6.4	0.58	0.025
10	최대	1.3	3.6	3.2	0.97	0.076
	평균	1.0	3.4	2.9	0.81	0.059
	최소	0.4	3.1	2.8	0.59	0.044
11	최대	1.8	3.6	3.8	1.37	0.096
	평균	1.3	3.1	2.6	1.17	0.045
	최소	0.9	2.8	0.8	1.04	0.015
12	최대	1.5	2.8	5.6	1.75	0.028
	평균	1.4	2.6	3.2	1.37	0.023
	최소	1.3	2.3	1.2	0.92	0.016

[표 2-26] 2단계 은산천의 수질분석결과(2016~2017년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)
2	최대	1.1	2.5	2.8	1.83	0.009
	평균	1.1	2.5	2.8	1.83	0.009
	최소	1.1	2.5	2.8	1.83	0.009
3	최대	1.8	5.0	10.8	1.50	0.016
	평균	1.6	3.5	6.8	1.13	0.015
	최소	1.3	1.9	2.8	0.76	0.014
4	최대	1.3	8.8	27.2	2.32	0.071
	평균	1.2	8.1	19.2	1.42	0.045
	최소	1.0	7.3	11.2	0.51	0.018
5	최대	3.1	10.7	29.2	2.47	0.095
	평균	2.4	8.8	18.0	1.77	0.065
	최소	1.1	7.0	6.8	0.97	0.032
6	최대	2.8	12.1	14.4	0.92	0.101
	평균	2.2	10.4	11.6	0.79	0.062
	최소	1.6	9.2	7.2	0.66	0.020
7	최대	2.4	5.5	27.2	2.21	0.128
	평균	1.4	5.0	10.0	1.84	0.069
	최소	0.8	4.4	0.4	1.47	0.041
8	최대	4.5	10.9	58.8	1.53	0.259
	평균	2.8	7.7	28.4	1.01	0.082
	최소	0.7	4.3	8.8	0.63	0.024
9	최대	2.2	8.2	35.2	7.25	0.070
	평균	1.7	5.6	16.1	2.23	0.055
	최소	1.2	3.1	4.0	0.57	0.038
10	최대	1.2	5.2	23.6	3.37	0.077
	평균	0.9	4.1	9.8	1.47	0.047
	최소	0.6	2.4	0.4	0.73	0.015
11	최대	1.5	4.2	3.3	1.94	0.099
	평균	1.1	2.8	2.3	1.36	0.031
	최소	0.9	1.9	0.4	0.72	0.012
12	최대	1.4	3.1	2.4	3.23	0.028
	평균	1.2	2.4	1.0	1.87	0.018
	최소	0.9	0.6	0.4	0.53	0.007

[표 2-27] 2단계 금천의 수질분석결과(2016~2017년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)
2	최대	1.4	3.2	4.8	3.13	0.085
	평균	1.4	3.2	4.8	3.13	0.085
	최소	1.4	3.2	4.8	3.13	0.085
3	최대	2.7	4.2	22.4	1.20	0.020
	평균	2.0	3.8	16.4	1.07	0.019
	최소	1.2	3.4	10.4	0.94	0.018
4	최대	4.9	8.6	30.8	2.12	0.102
	평균	3.5	6.9	21.4	1.36	0.058
	최소	2.0	5.2	12.0	0.59	0.014
5	최대	8.2	15.3	35.2	5.36	0.125
	평균	3.9	10.4	21.9	3.07	0.089
	최소	2.1	8.0	13.2	1.96	0.033
6	최대	5.8	14.8	29.6	2.54	0.110
	평균	4.6	11.9	20.1	1.39	0.057
	최소	4.0	8.5	15.2	0.72	0.021
7	최대	3.9	8.1	32.4	2.28	0.710
	평균	2.8	6.8	14.4	1.59	0.185
	최소	1.3	5.2	5.2	1.16	0.022
8	최대	4.0	7.9	32.8	1.43	0.621
	평균	2.6	6.7	21.4	1.12	0.176
	최소	1.0	4.8	8.0	0.69	0.019
9	최대	4.7	9.3	27.6	1.07	0.103
	평균	3.0	7.5	13.6	0.82	0.067
	최소	2.0	5.4	4.4	0.63	0.046
10	최대	2.4	6.7	20.8	1.81	0.078
	평균	1.7	5.8	15.6	1.18	0.061
	최소	0.9	4.8	10.4	0.64	0.031
11	최대	1.7	5.9	8.0	1.54	0.105
	평균	1.5	4.6	6.0	1.34	0.049
	최소	1.4	3.9	4.4	1.03	0.013
12	최대	1.8	3.7	4.4	1.63	0.053
	평균	1.7	3.2	2.7	1.16	0.038
	최소	1.7	2.7	1.6	0.82	0.027

[표 2-28] 2단계 석성천의 수질분석결과(2016~2017년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)
2	최대	1.2	2.9	6.0	3.04	0.045
	평균	1.2	2.9	6.0	3.04	0.045
	최소	1.2	2.9	6.0	3.04	0.045
3	최대	5.0	6.2	29.2	1.87	0.026
	평균	3.8	5.4	24.0	1.62	0.021
	최소	2.5	4.5	18.8	1.38	0.015
4	최대	4.6	7.2	35.2	3.03	0.116
	평균	3.9	7.0	28.6	2.01	0.069
	최소	3.1	6.7	22.0	0.98	0.021
5	최대	7.8	12.7	38.4	3.95	0.085
	평균	5.3	11.4	23.3	2.85	0.065
	최소	1.0	10.0	10.4	1.54	0.038
6	최대	7.8	12.6	25.6	2.84	0.105
	평균	4.9	10.6	24.0	1.84	0.071
	최소	2.8	9.7	22.0	1.23	0.031
7	최대	6.0	6.6	22.8	3.13	0.176
	평균	3.2	6.1	13.5	2.15	0.101
	최소	1.4	5.7	7.6	1.28	0.045
8	최대	2.8	7.2	24.0	1.78	0.192
	평균	2.1	6.2	19.0	1.37	0.070
	최소	1.3	4.5	12.0	1.14	0.022
9	최대	1.7	7.0	15.6	1.44	0.125
	평균	1.4	6.1	10.8	1.20	0.077
	최소	1.2	5.2	8.0	1.01	0.049
10	최대	2.2	6.3	14.4	2.14	0.083
	평균	1.6	5.4	10.0	1.80	0.063
	최소	0.9	4.6	7.6	1.52	0.027
11	최대	2.9	6.0	13.6	2.60	0.123
	평균	2.2	5.5	9.1	2.25	0.061
	최소	1.2	5.0	4.8	2.01	0.013
12	최대	2.4	4.6	4.8	2.62	0.058
	평균	2.0	4.2	3.9	2.22	0.053
	최소	1.7	3.8	3.2	1.68	0.045

[표 2-29] 2단계 논산천의 수질분석결과(2016~2017년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)
2	최대	1.6	2.5	4.4	2.46	0.042
	평균	1.6	2.5	4.4	2.46	0.042
	최소	1.6	2.5	4.4	2.46	0.042
3	최대	6.5	7.2	19.6	3.02	0.043
	평균	4.3	5.6	15.0	2.68	0.040
	최소	2.0	3.9	10.4	2.35	0.036
4	최대	5.4	6.0	16.0	2.26	0.077
	평균	5.3	5.4	14.6	1.84	0.045
	최소	5.2	4.8	13.2	1.42	0.012
5	최대	7.8	11.3	28.8	3.15	0.551
	평균	5.2	8.7	18.3	2.57	0.203
	최소	3.6	5.2	7.6	1.94	0.025
6	최대	6.3	11.3	20.4	2.38	0.107
	평균	5.1	9.2	17.2	2.03	0.057
	최소	3.8	7.8	12.8	1.44	0.030
7	최대	5.0	6.7	19.2	3.00	0.133
	평균	2.3	5.2	12.2	2.01	0.081
	최소	1.2	4.4	7.2	1.26	0.022
8	최대	3.8	8.8	20.8	1.87	0.197
	평균	2.7	6.6	14.8	1.34	0.082
	최소	0.7	4.9	9.6	1.00	0.015
9	최대	3.7	7.7	13.2	2.12	0.463
	평균	2.5	6.9	13.2	1.13	0.180
	최소	1.7	5.9	13.2	0.41	0.035
10	최대	2.1	5.6	11.2	2.06	0.070
	평균	1.7	4.6	8.0	1.86	0.056
	최소	1.1	4.0	3.2	1.61	0.038
11	최대	2.3	4.6	13.2	3.03	0.150
	평균	1.6	4.3	8.3	2.81	0.065
	최소	1.3	4.0	5.8	2.41	0.019
12	최대	1.7	3.9	8.0	3.30	0.052
	평균	1.6	3.5	4.8	2.86	0.035
	최소	1.5	3.1	2.8	2.40	0.021

[표 2-30] 2단계 강경천의 수질분석결과(2016~2017년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)
2	최대	1.4	3.2	4.8	3.13	0.085
	평균	1.4	3.2	4.8	3.13	0.085
	최소	1.4	3.2	4.8	3.13	0.085
3	최대	2.7	4.2	22.4	1.20	0.020
	평균	2.0	3.8	16.4	1.07	0.019
	최소	1.2	3.4	10.4	0.94	0.018
4	최대	4.9	8.6	30.8	2.12	0.102
	평균	3.5	6.9	21.4	1.36	0.058
	최소	2.0	5.2	12.0	0.59	0.014
5	최대	8.2	15.3	35.2	5.36	0.125
	평균	3.9	10.4	21.9	3.07	0.089
	최소	2.1	8.0	13.2	1.96	0.033
6	최대	5.8	14.8	29.6	2.54	0.110
	평균	4.6	11.9	20.1	1.39	0.057
	최소	4.0	8.5	15.2	0.72	0.021
7	최대	3.9	8.1	32.4	2.28	0.710
	평균	2.8	6.8	14.4	1.59	0.185
	최소	1.3	5.2	5.2	1.16	0.022
8	최대	4.0	7.9	32.8	1.43	0.621
	평균	2.6	6.7	21.4	1.12	0.176
	최소	1.0	4.8	8.0	0.69	0.019
9	최대	4.7	9.3	27.6	1.07	0.103
	평균	3.0	7.5	13.6	0.82	0.067
	최소	2.0	5.4	4.4	0.63	0.046
10	최대	2.4	6.7	20.8	1.81	0.078
	평균	1.7	5.8	15.6	1.18	0.061
	최소	0.9	4.8	10.4	0.64	0.031
11	최대	1.7	5.9	8.0	1.54	0.105
	평균	1.5	4.6	6.0	1.34	0.049
	최소	1.4	3.9	4.4	1.03	0.013
12	최대	1.8	3.7	4.4	1.63	0.053
	평균	1.7	3.2	2.7	1.16	0.038
	최소	1.7	2.7	1.6	0.82	0.027

라. 단계별 지류하천의 수질변화 비교·분석

◦ 금강정비사업이 시행된 이후 1단계(2011년~2015년)와 2단계(2016년~2017년) 연구기간 동안 금강의 주요 지류하천 13개 지점의 수질자료를 비교·분석하였음

◦ 금강 수환경 모니터링 1단계 연구기간과 2단계 1, 2차년도(2016년 1월~2017년 12월) 연구기간 사이에 주요 수질항목(BOD_5, COD_{Mn}, SS, T-N, T-P)의 월최대, 월최소, 월평균 수질변화를 비교·분석하였음

- BOD_5는 대부분 지류하천에서 1단계 연구기간보다 전체적으로 평균 농도는 감소하였으나, 용수천은 6월과 8월, 치성천은 5월, 은산천은 8월, 석성천은 5월과 6월, 논산천은 4~6월 기간 동안 1단계보다 높은 농도를 보이는 것으로 나타났음

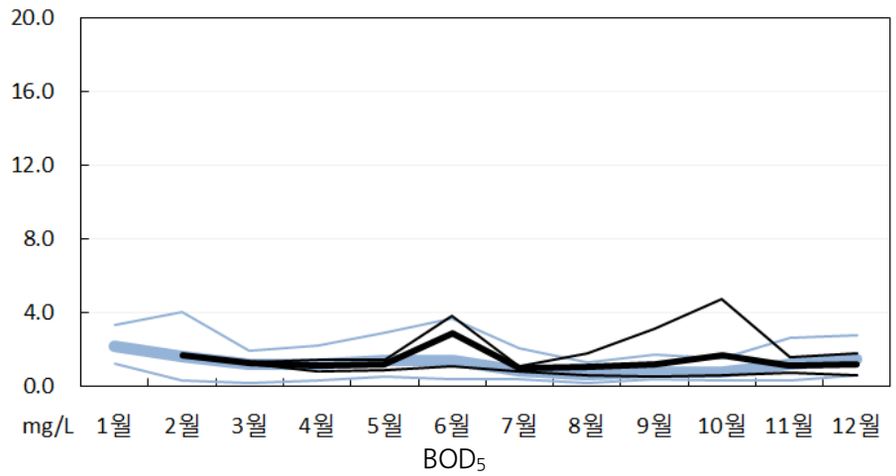
- COD_{Mn}는 대부분 지류하천에서 1단계보다 전체적으로 평균 농도가 감소하였으며, 특히, 7월에는 농도가 많이 감소하는 경향을 보인 반면, 이와는 반대로 4월~6월 사이에는 1단계보다 더 높은 농도를 보이는 것으로 나타났음

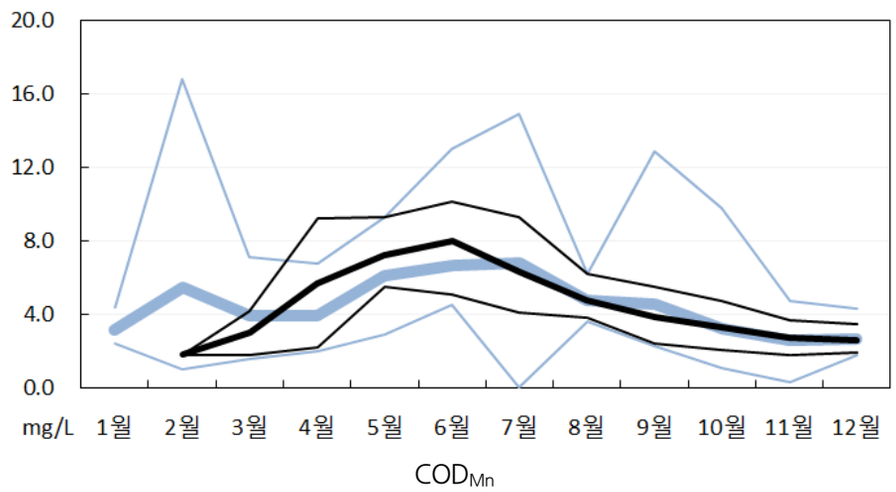
- SS는 대부분 지류하천에서 1단계보다 변동 폭이 좁고 완만한 경향을 보였으며, 10월에는 1단계보다 높은 농도 값을 보였음

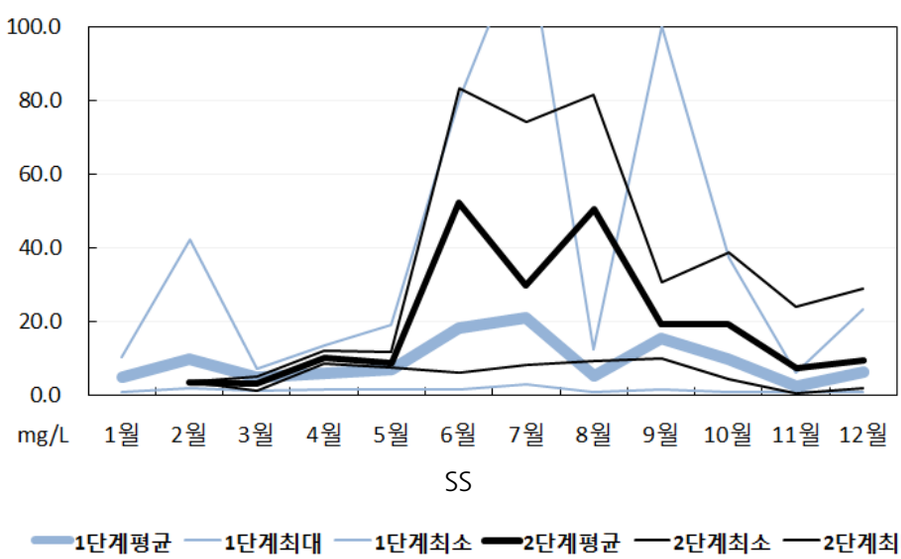
- T-N은 대부분 지류하천에서 1단계보다 전체적으로 평균 농도가 비슷하거나 감소하였으며, 특히, 강경천의 경우에는 전체기간 동안 1단계에 비해 수질 농도가 큰 폭으로 감소하였음

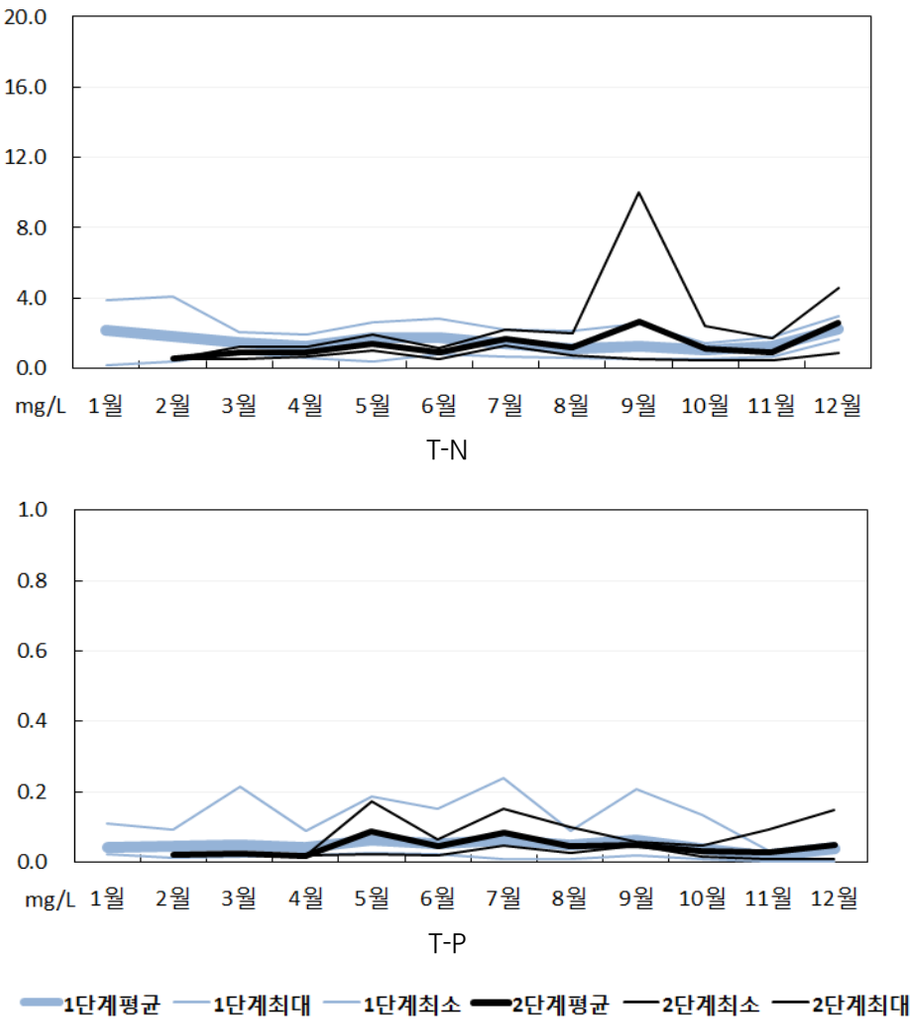
- T-P는 대부분 지류하천에서 1단계보다 변동 폭이 완만하였고, 7월~8월 사이에는 1단계보다 높은 수준을 보였으며, 용수천, 금천, 강경천 등은 수질 농도가 급격히 증가하는 경향을 보였음

1) 삼성천


20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
mg/L 1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
BOD5

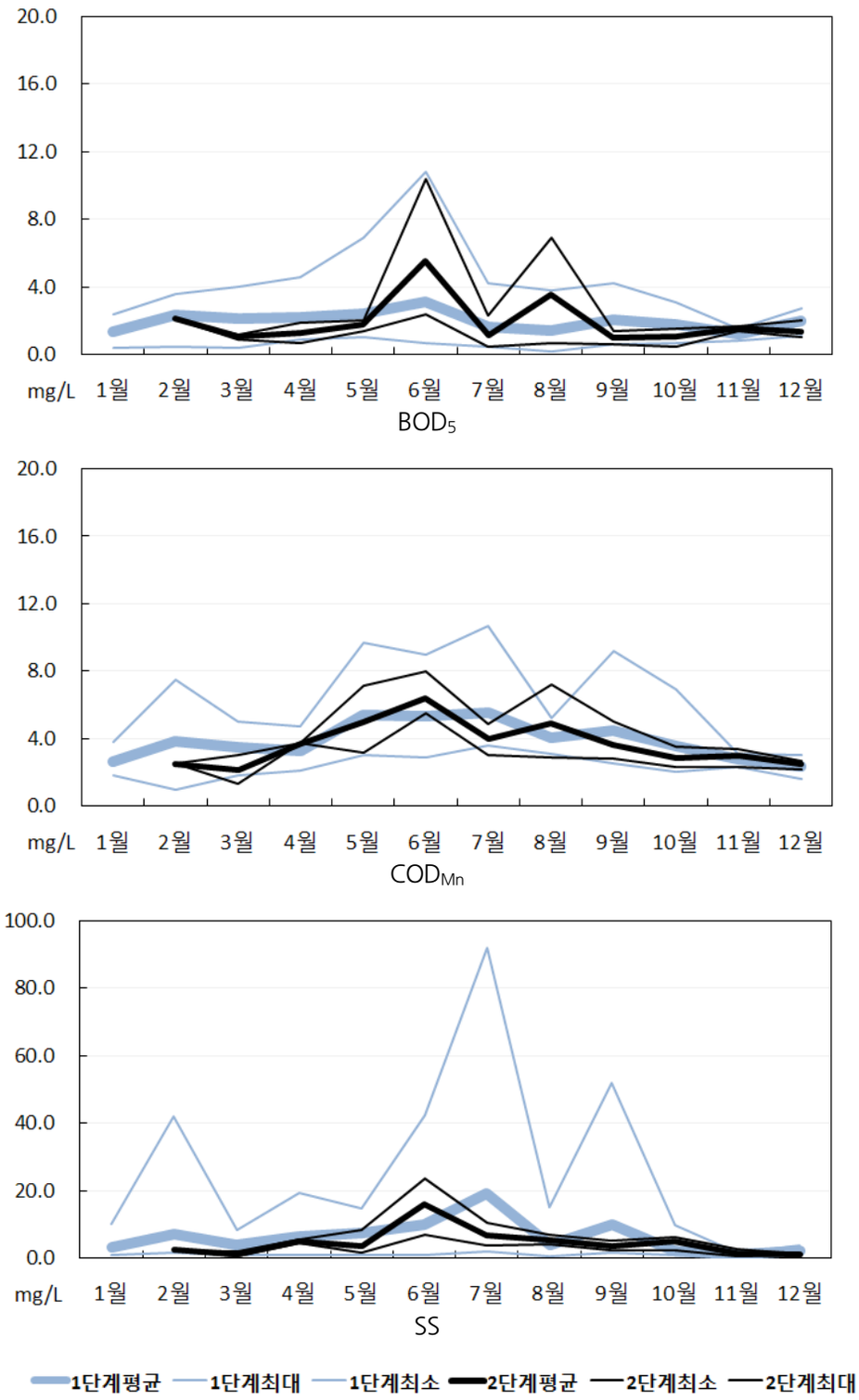

20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
mg/L 1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
CODMn

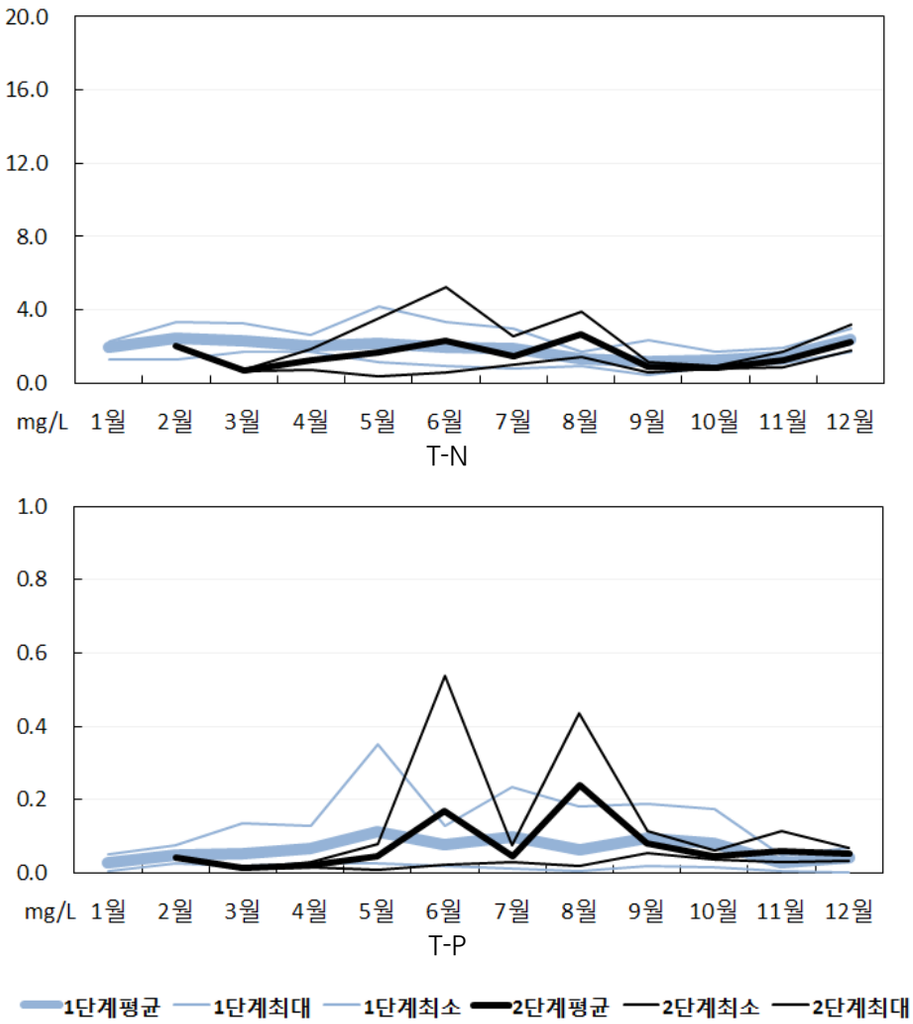

100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
mg/L 1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
SS
1단계평균 1단계최대 1단계최소 2단계평균 2단계최소 2단계최대



[그림 2-4] 금강정비사업 이후 단계별 삼성천의 수질변화

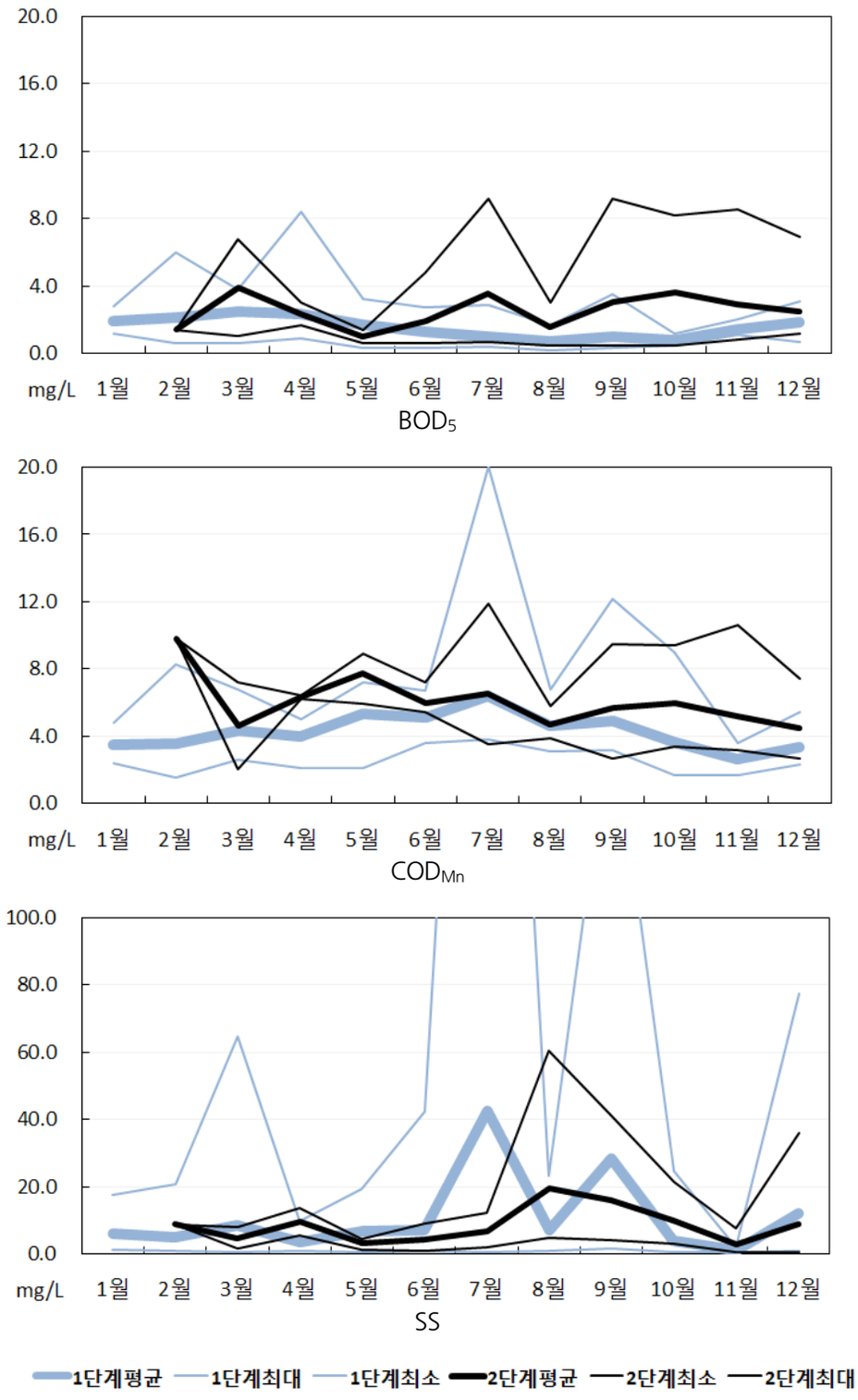
2) 용수천

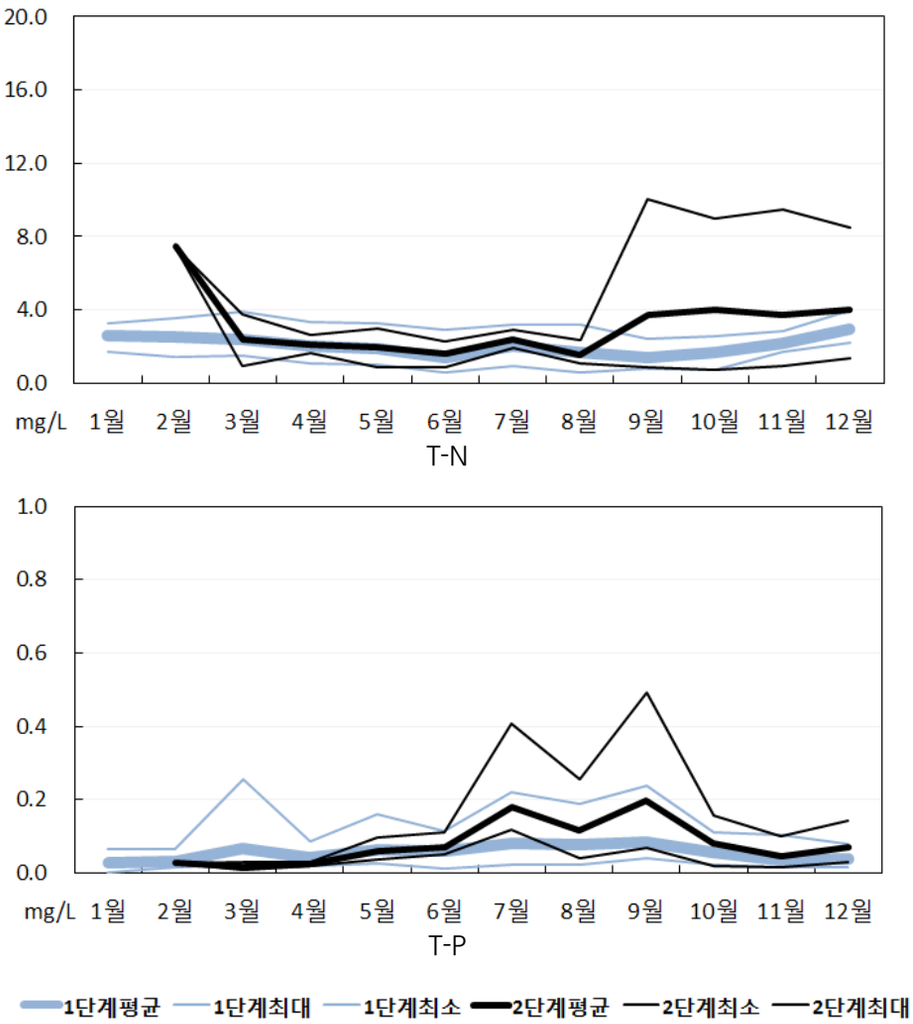

20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
mg/L
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
BOD5
20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
mg/L
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
CODMn
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
mg/L
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
SS
1단계평균
1단계최대
1단계최소
2단계평균
2단계최소
2단계최대



[그림 2-5] 금강정비사업 이후 단계별 용수천의 수질변화

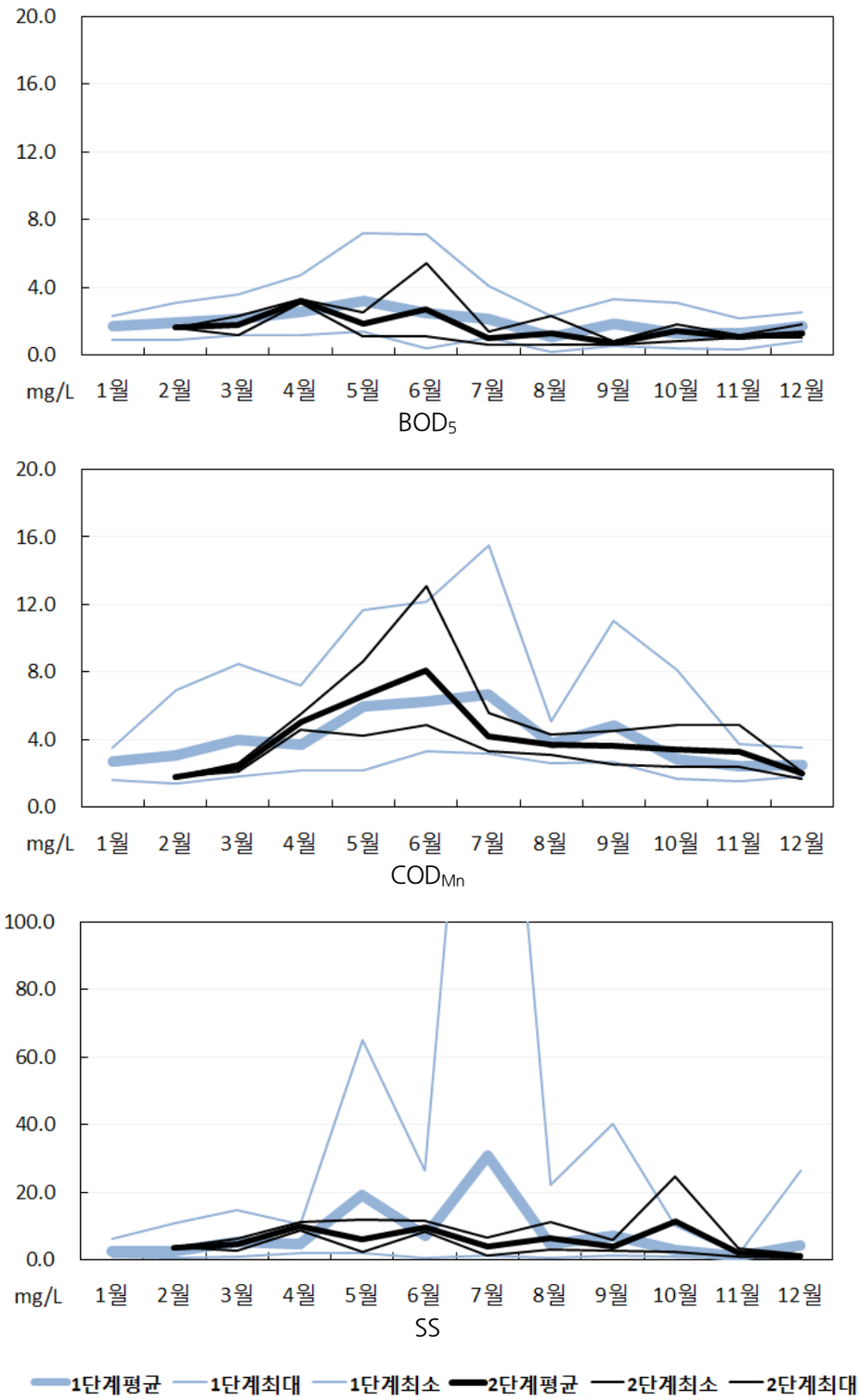
3) 대교천

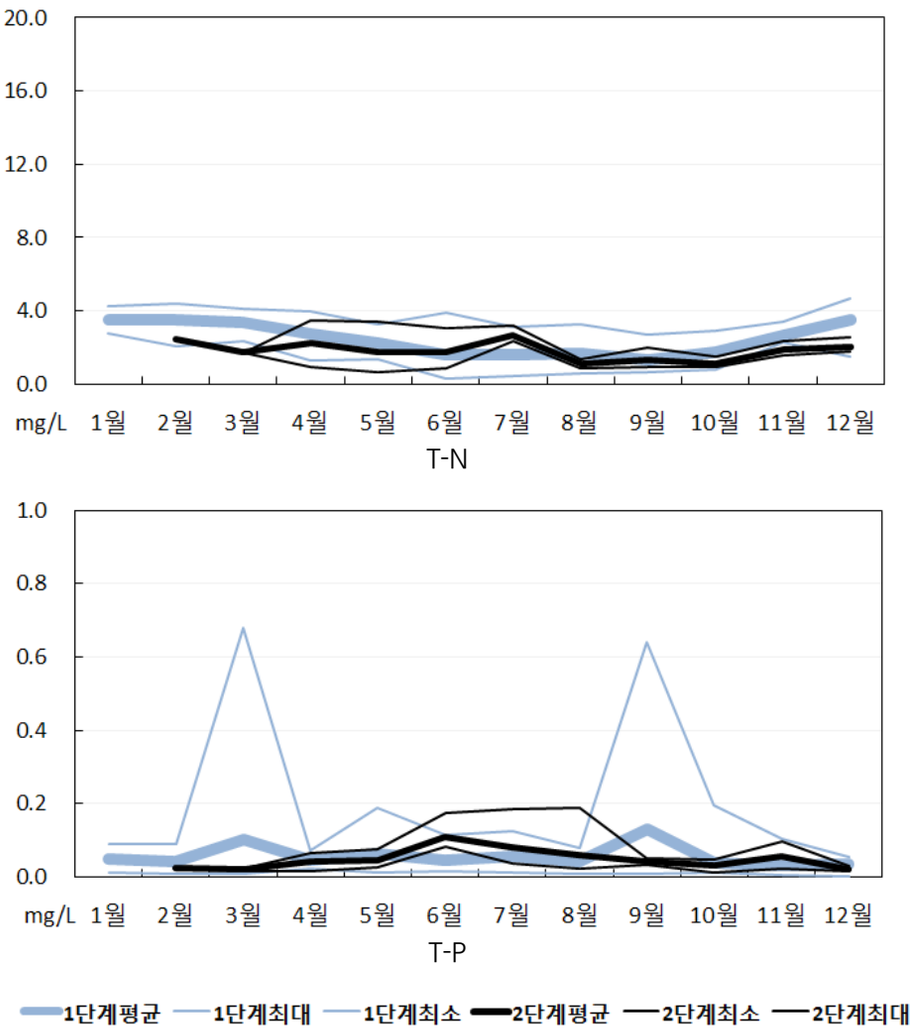

20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
mg/L 1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
BOD5
20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
mg/L 1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
CODMn
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
mg/L 1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
SS
1단계평균 1단계최대 1단계최소 2단계평균 2단계최소 2단계최대



[그림 2-6] 금강정비사업 이후 단계별 대교천의 수질변화

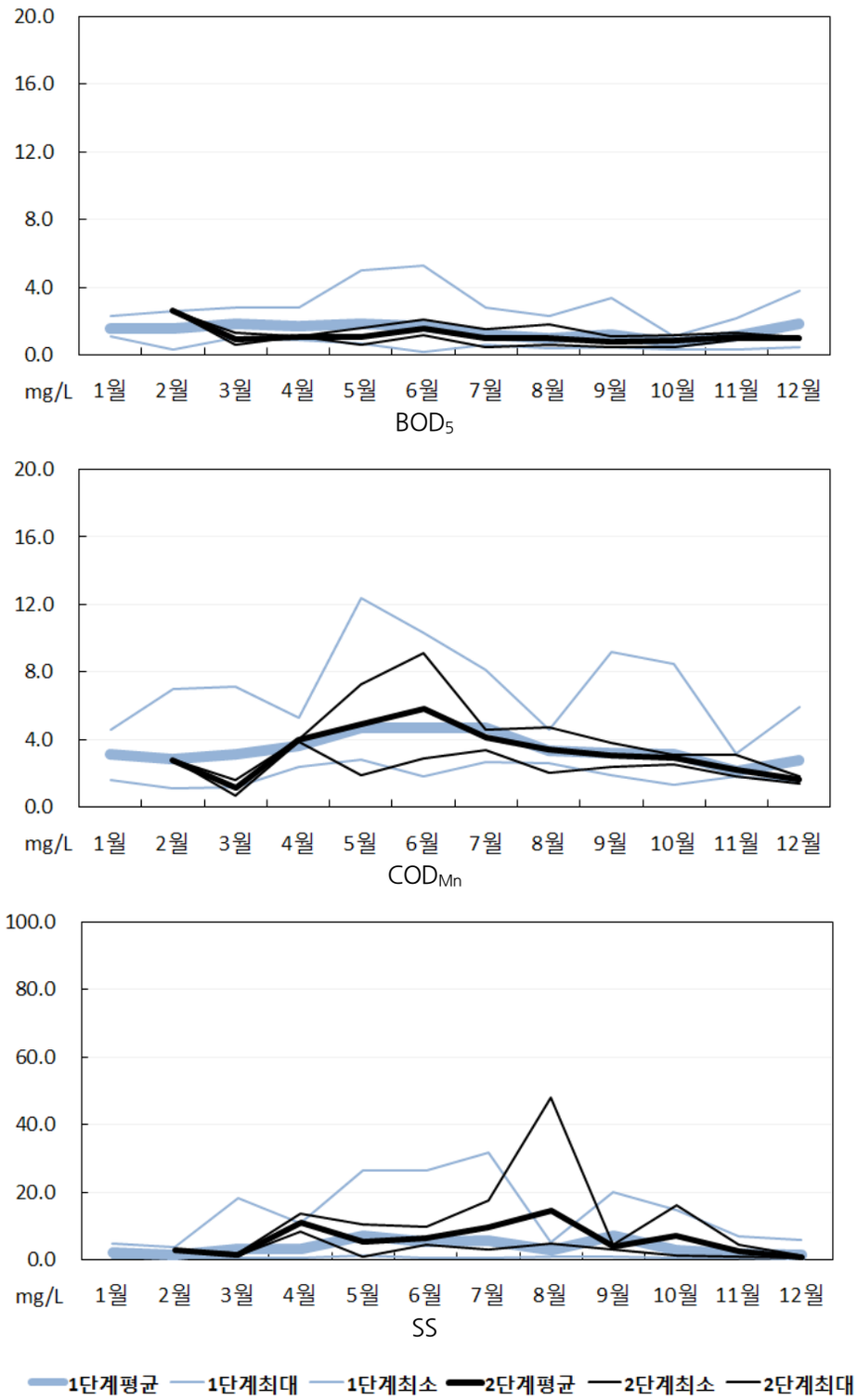
4) 정안천

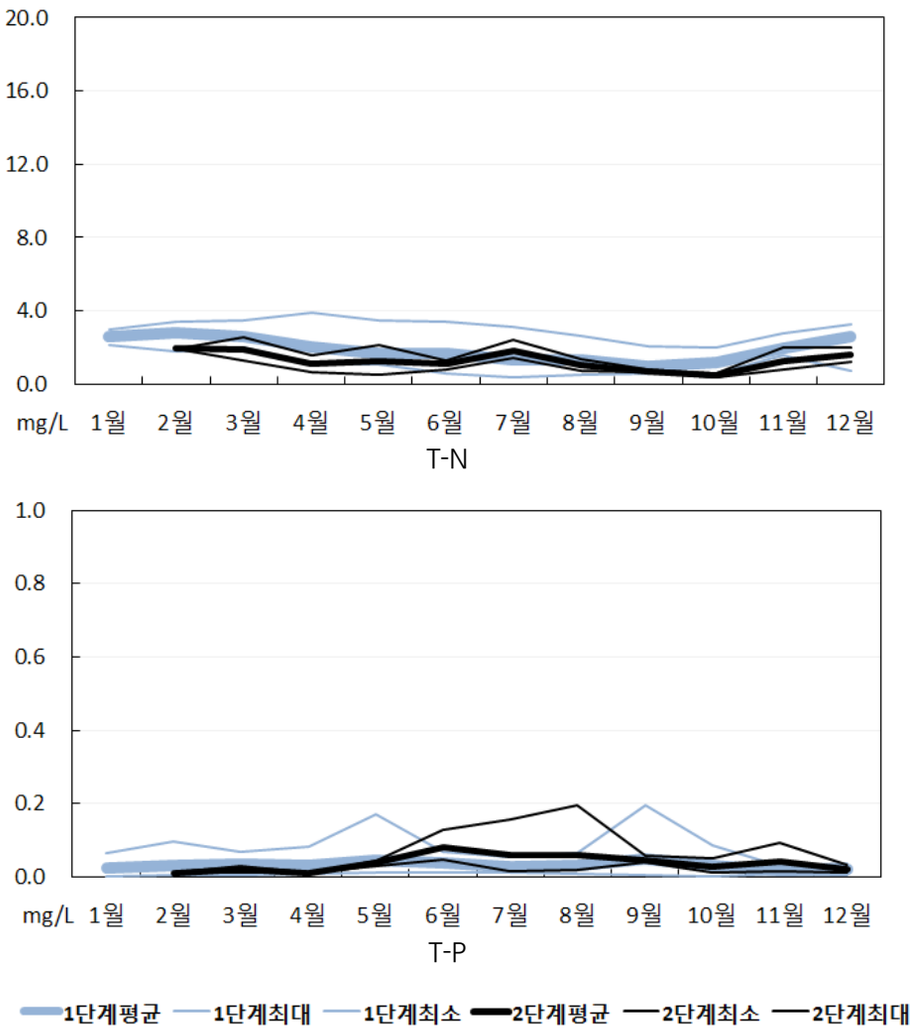

20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
mg/L 1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
BOD5
20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
mg/L 1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
CODMn
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
mg/L 1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
SS
1단계평균 1단계최대 1단계최소 2단계평균 2단계최소 2단계최대



[그림 2-7] 금강정비사업 이후 단계별 정안천의 수질변화

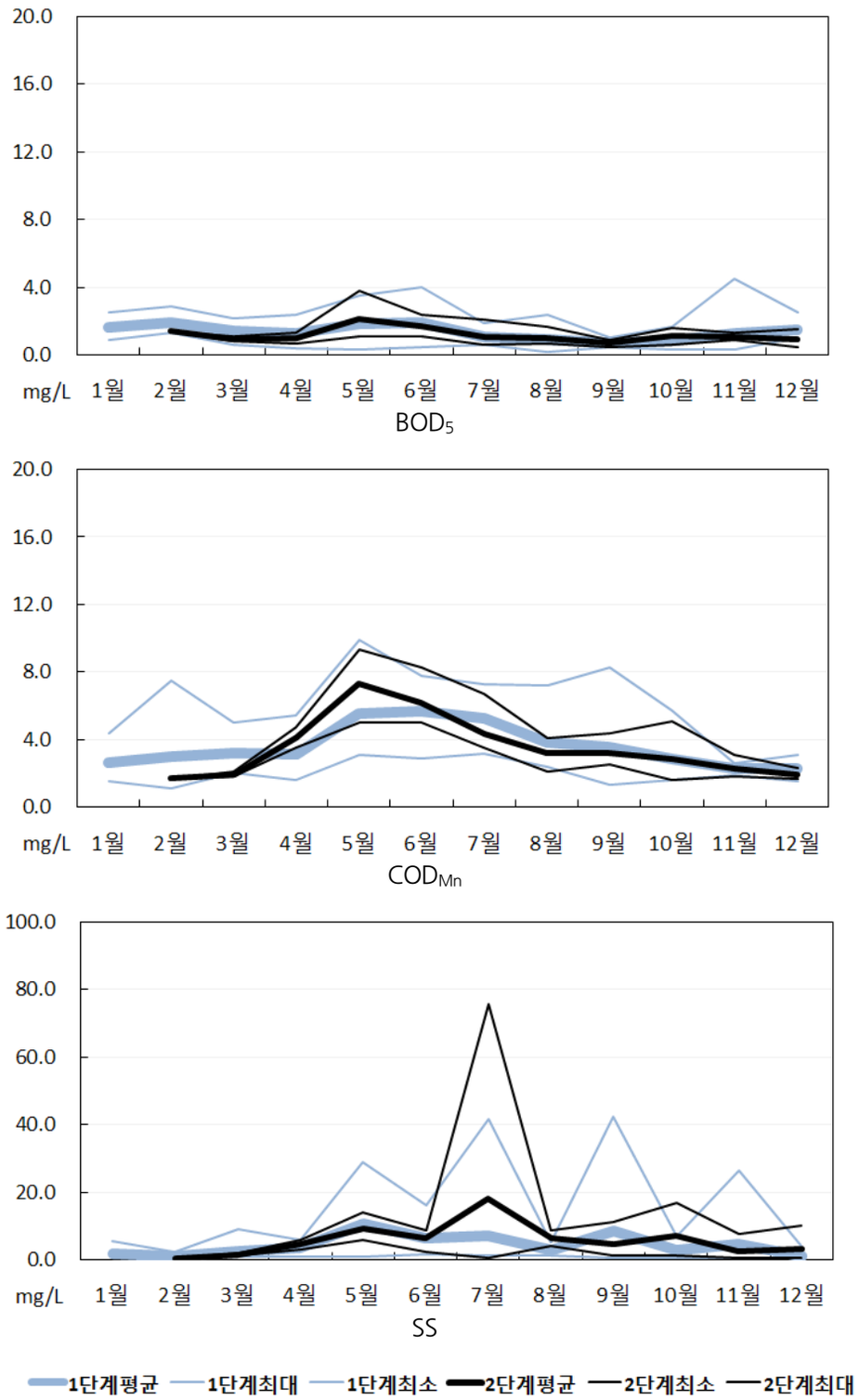
5) 유구천

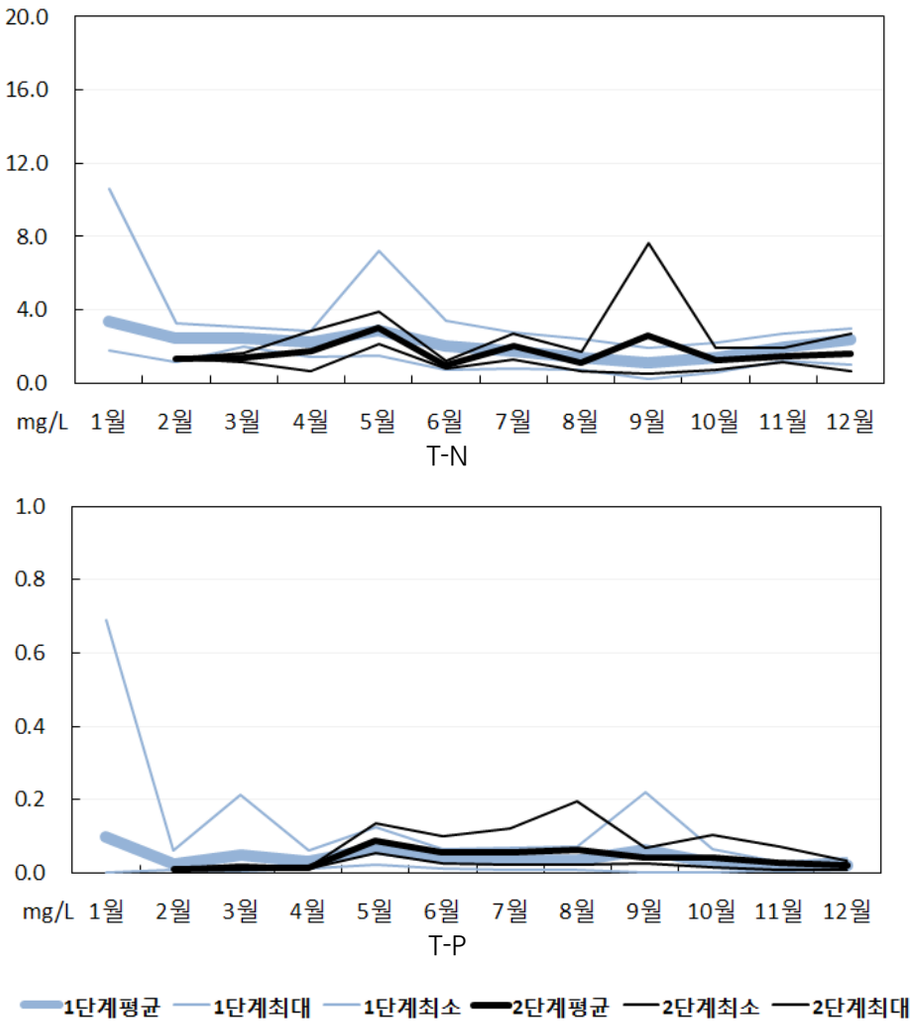

20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
mg/L 1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
BOD5
20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
mg/L 1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
CODMn
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
mg/L 1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
SS
1단계평균 1단계최대 1단계최소 2단계평균 2단계최소 2단계최대



[그림 2-8] 금강정비사업 이후 단계별 유구천의 수질변화

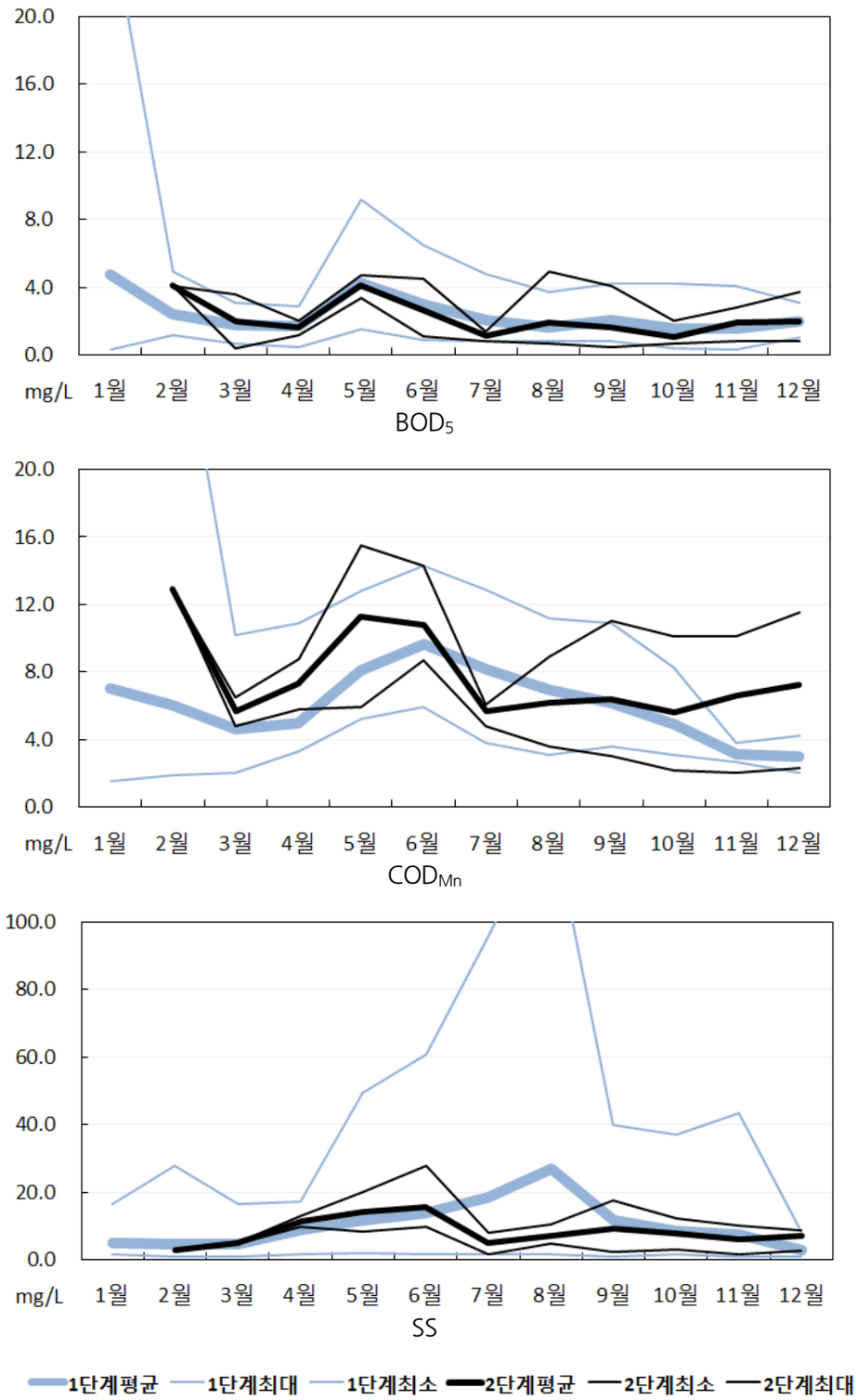
6) 어천

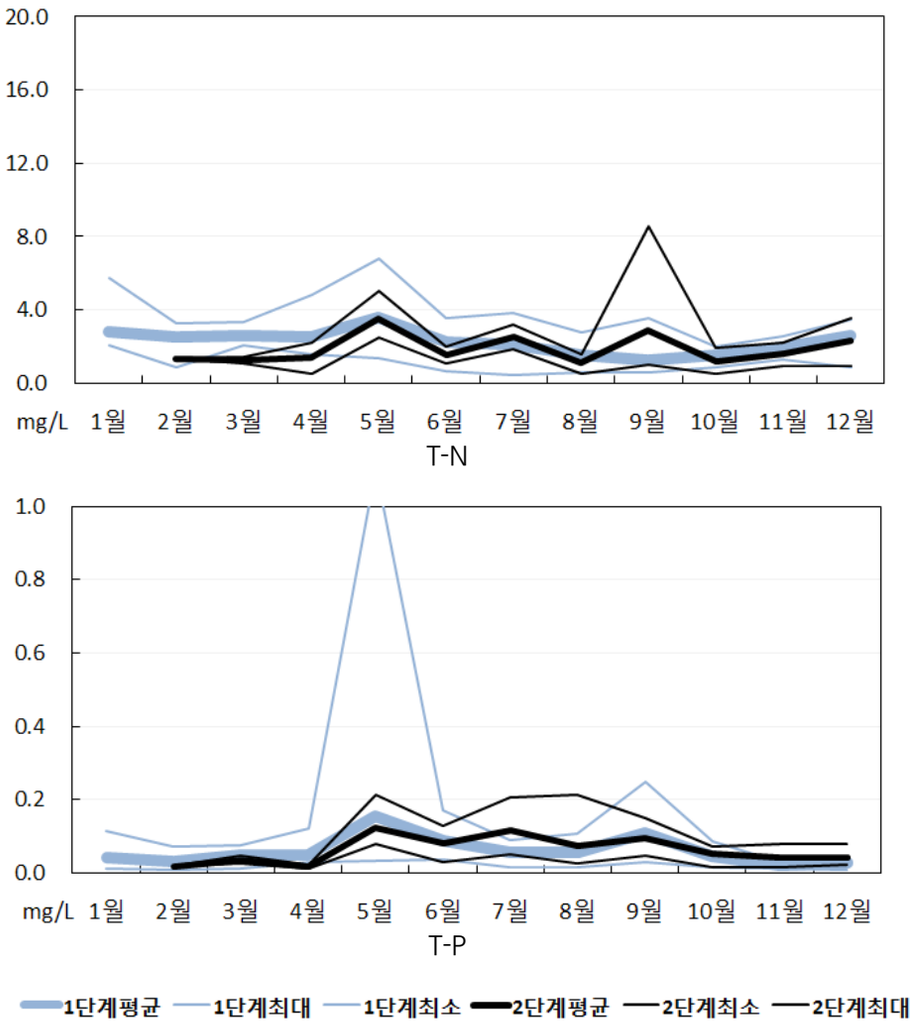

20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
mg/L 1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
BOD5
20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
mg/L 1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
CODMn
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
mg/L 1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
SS
1단계평균 1단계최대 1단계최소 2단계평균 2단계최소 2단계최대



[그림 2-9] 금강정비사업 이후 단계별 어천의 수질변화

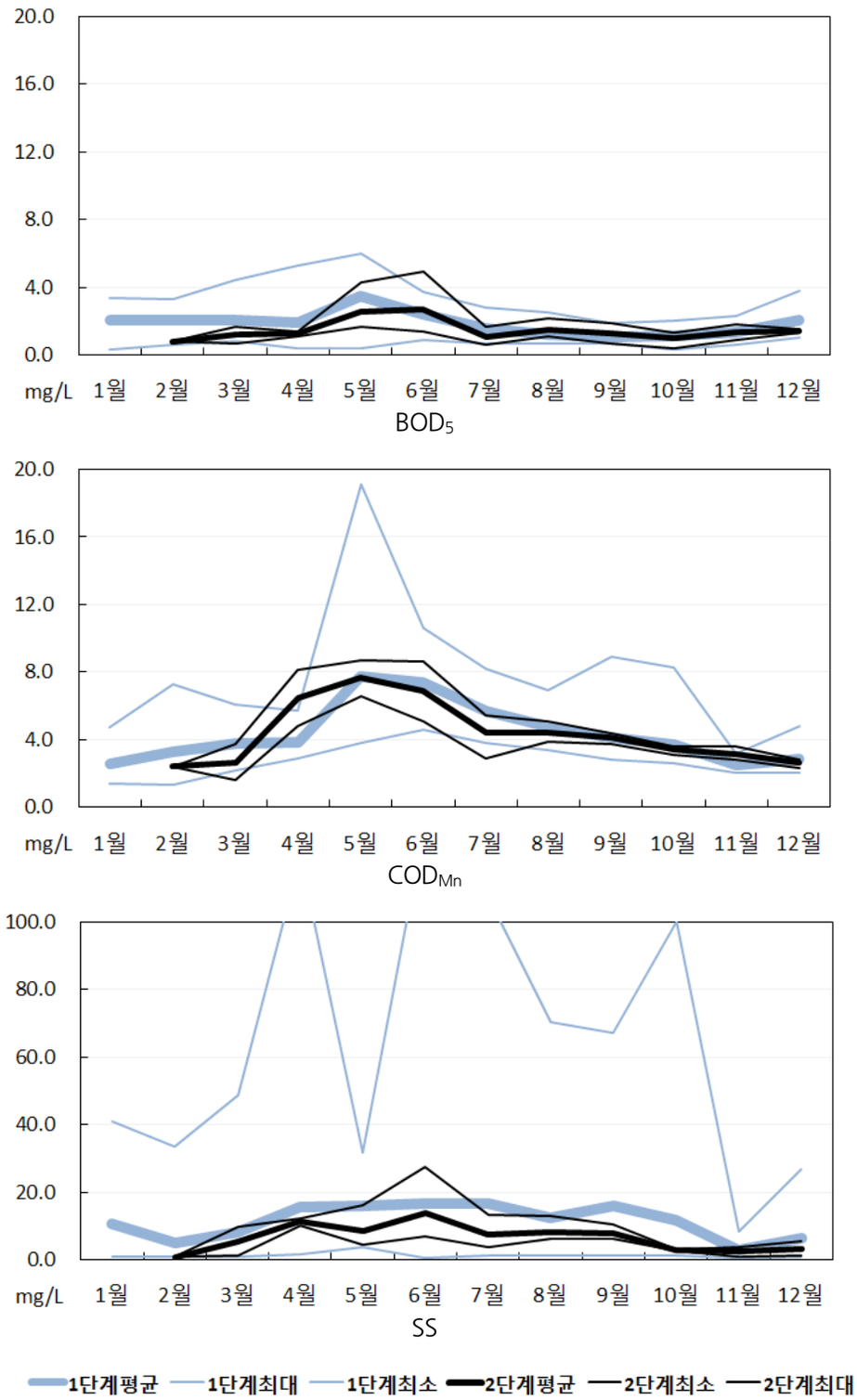
7) 치성천

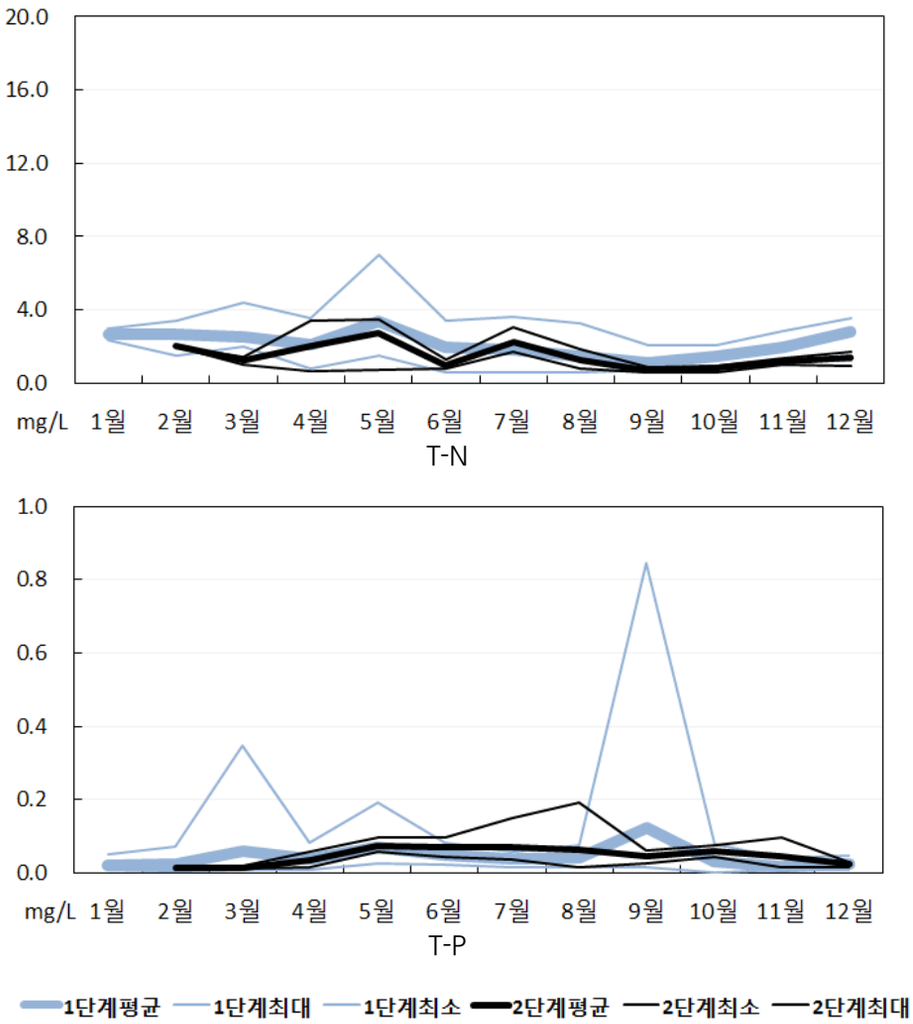

20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
mg/L 1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
BOD5
20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
mg/L 1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
CODMn
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
mg/L 1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
SS
1단계평균 1단계최대 1단계최소 2단계평균 2단계최소 2단계최대



[그림 2-10] 금강정비사업 이후 단계별 치성천의 수질변화

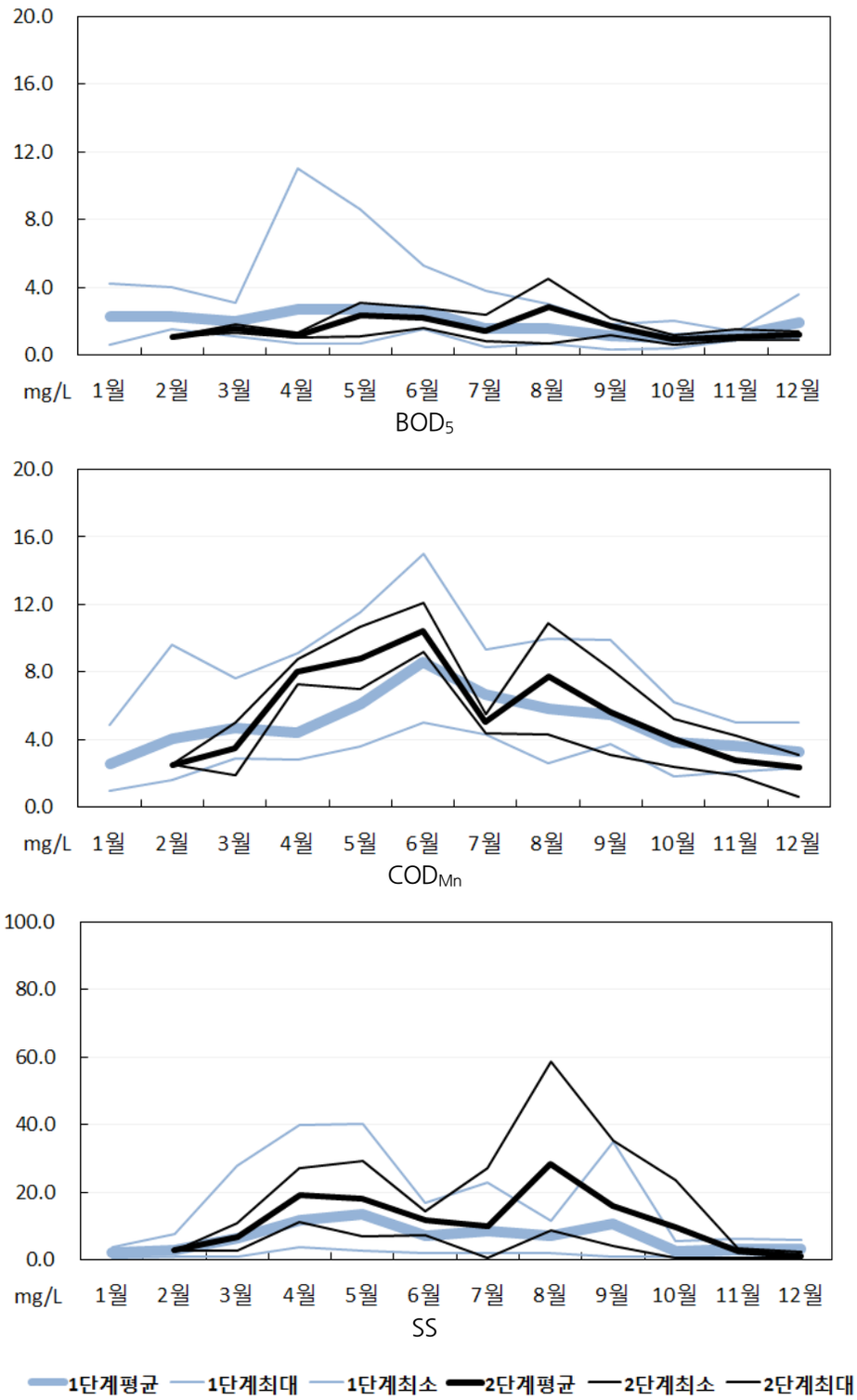
8) 지천

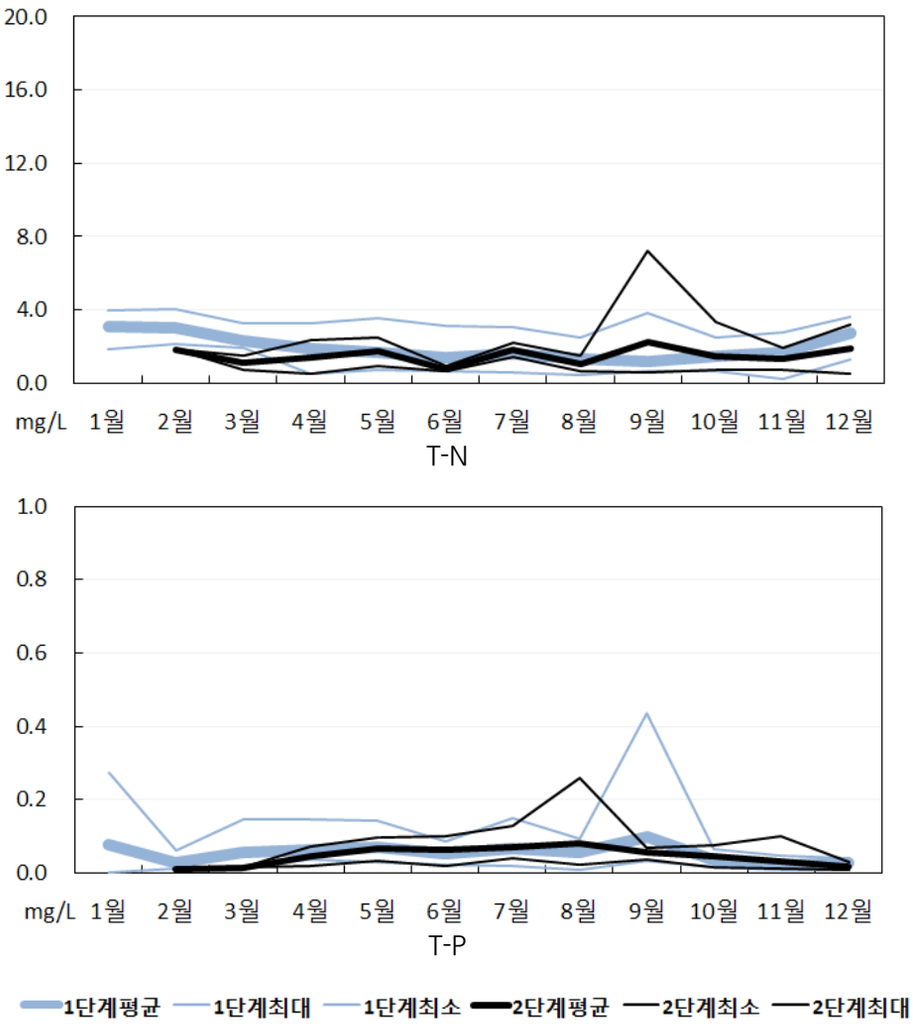

20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
mg/L
1월
2월
3월
4월
5월
6월
7월
8월
9월
10월
11월
12월
BOD5
CODMn
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
SS
1단계평균
1단계최대
1단계최소
2단계평균
2단계최소
2단계최대



[그림 2-11] 금강정비사업 이후 단계별 지천의 수질변화

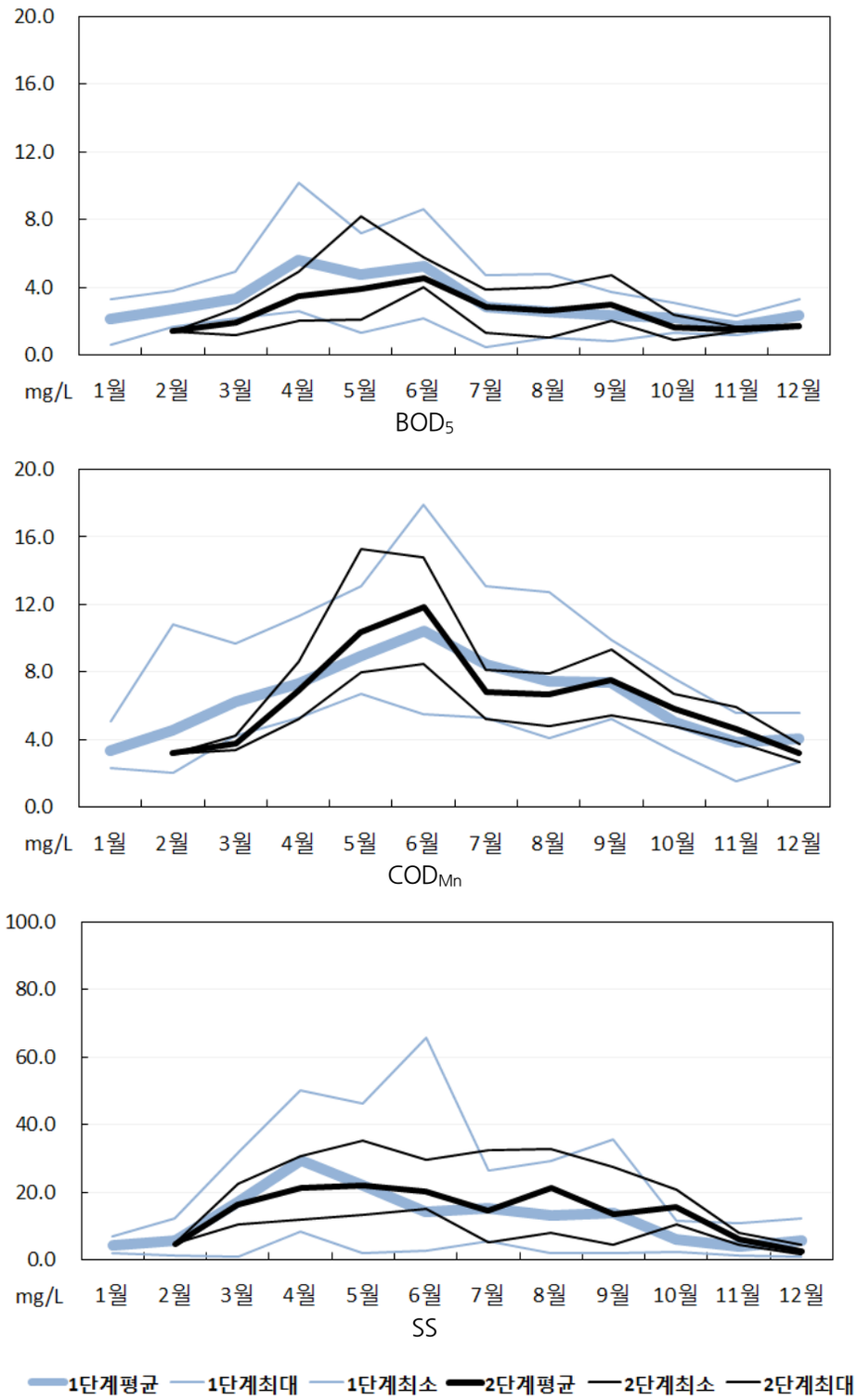
9) 은산천

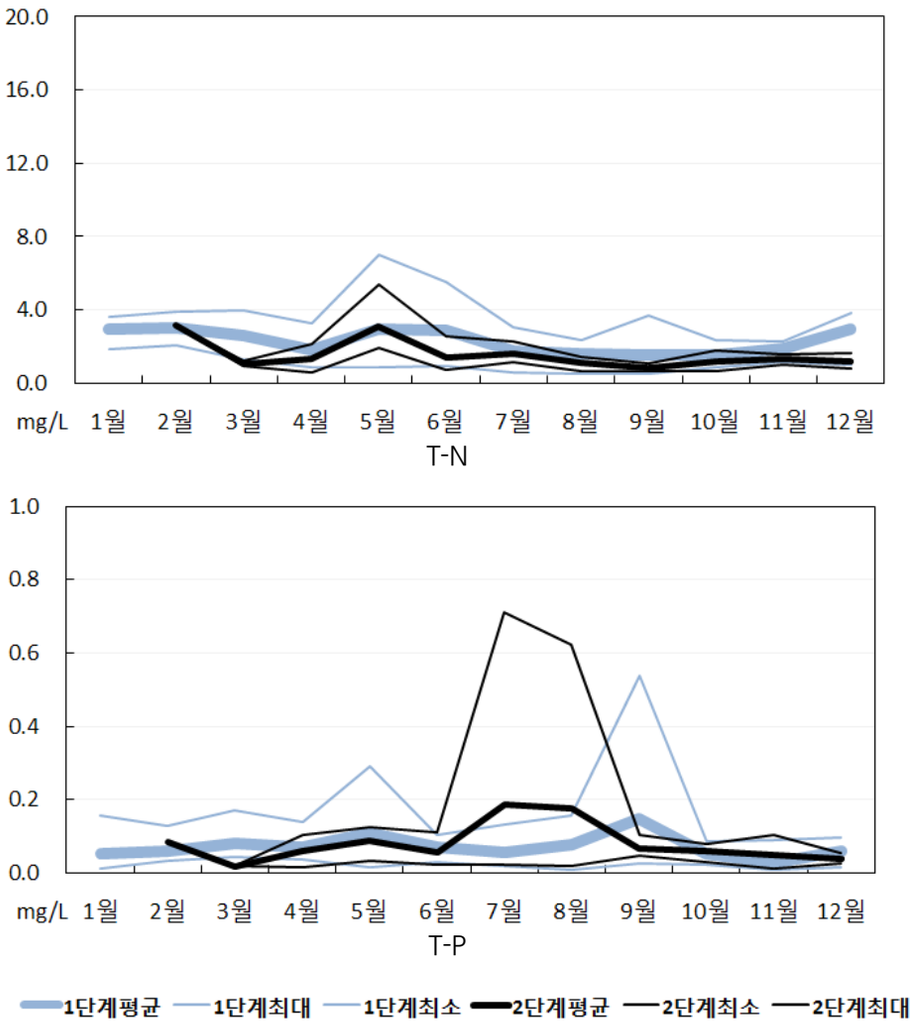

20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
mg/L 1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
BOD5
20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
mg/L 1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
CODMn
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
mg/L 1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
SS
1단계평균 1단계최대 1단계최소 2단계평균 2단계최소 2단계최대



[그림 2-12] 금강정비사업 이후 단계별 은산천의 수질변화

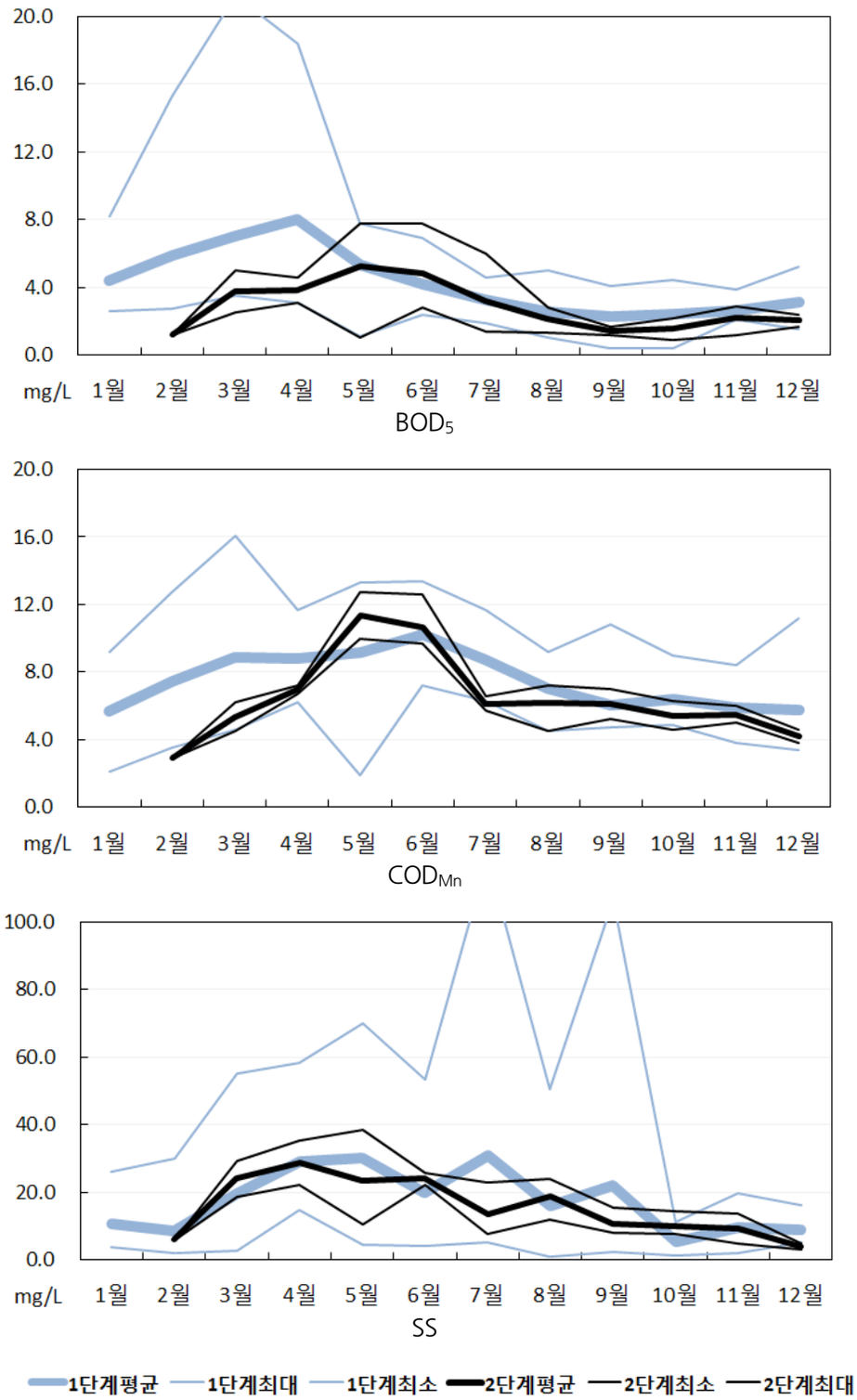
10) 금천

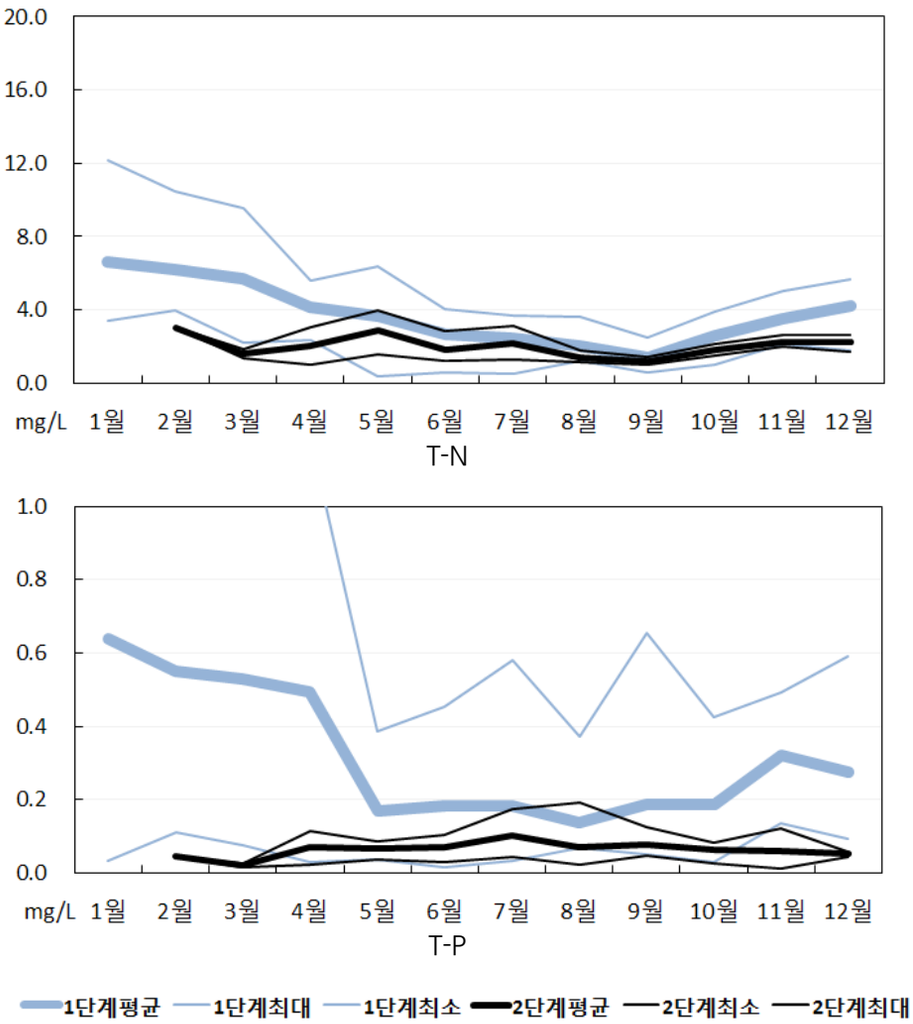

20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
mg/L
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
BOD5
20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
mg/L
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
CODMn
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
mg/L
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
SS
1단계평균
1단계최대
1단계최소
2단계평균
2단계최소
2단계최대



[그림 2-13] 금강정비사업 이후 단계별 금천의 수질변화

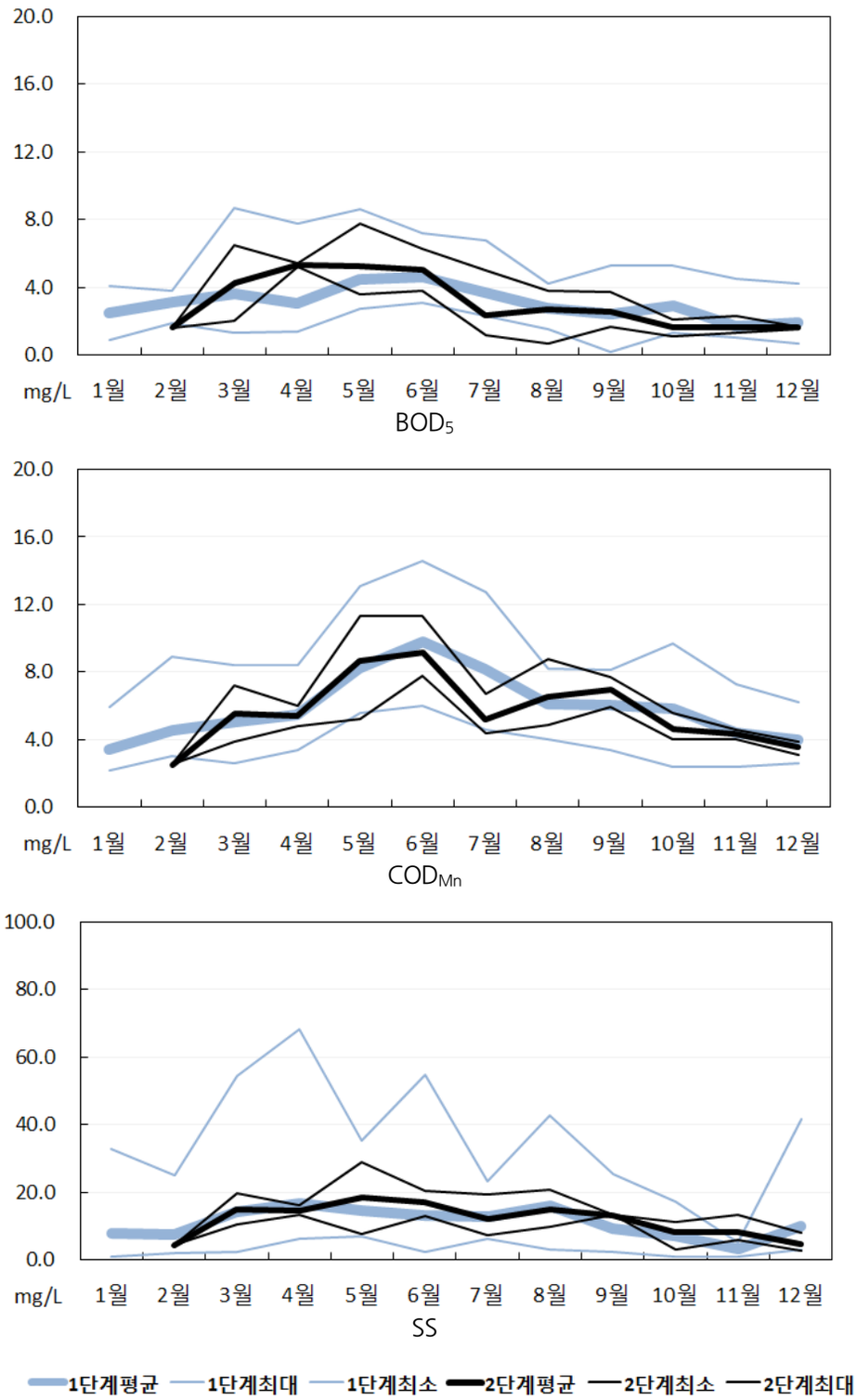
11) 석성천

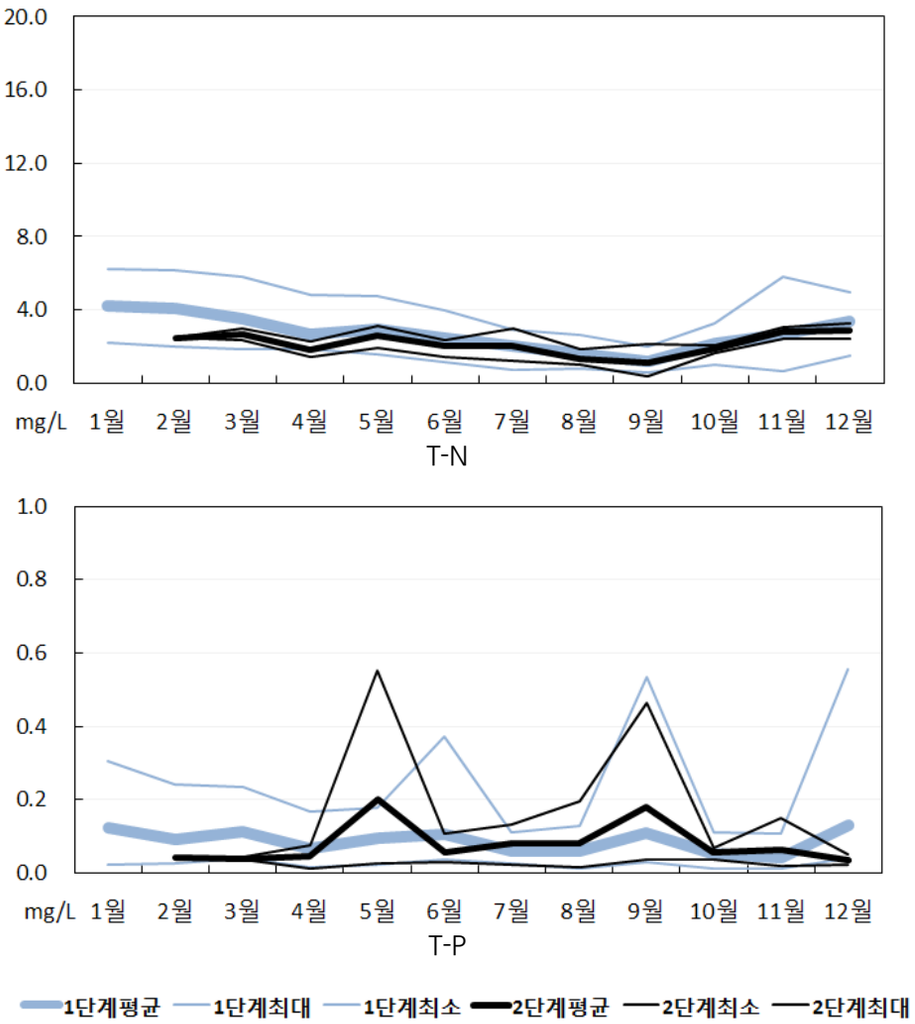

20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
mg/L 1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
BOD5
20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
mg/L 1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
CODMn
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
mg/L 1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
SS
1단계평균 1단계최대 1단계최소 2단계평균 2단계최소 2단계최대



[그림 2-14] 금강정비사업 이후 단계별 석성천의 수질변화

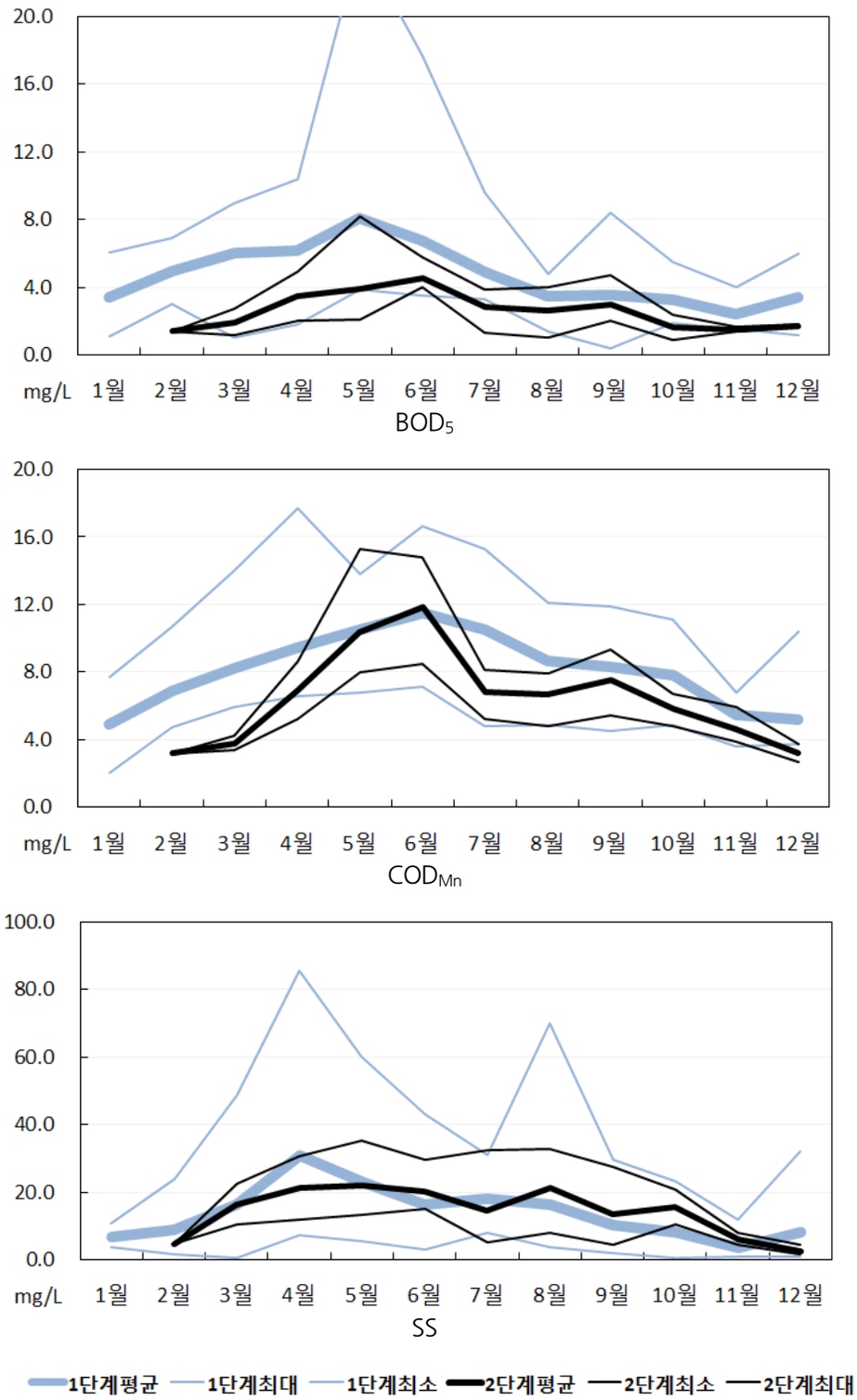
12) 논산천

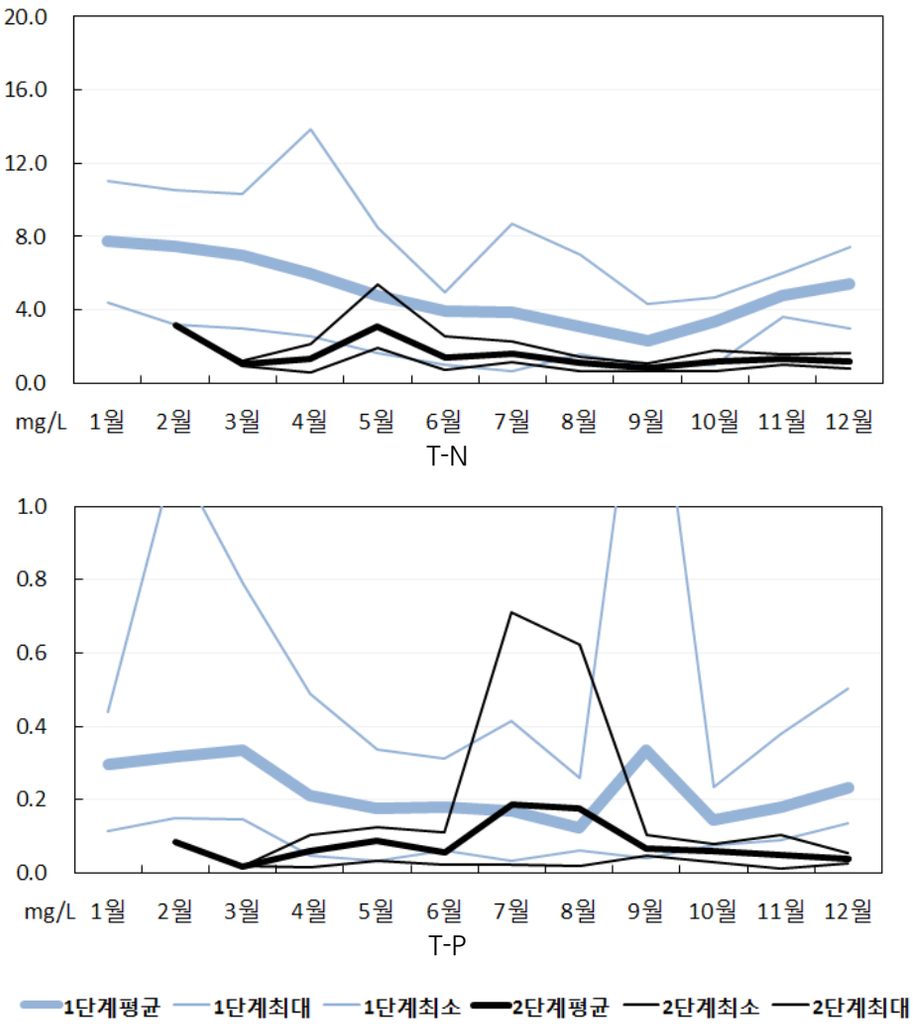

20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
mg/L 1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
BOD5
20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
mg/L 1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
CODMn
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
mg/L 1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
SS
1단계평균 1단계최대 1단계최소 2단계평균 2단계최소 2단계최대



[그림 2-15] 금강정비사업 이후 단계별 논산천의 수질변화

13) 강경천


20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
mg/L
1월
2월
3월
4월
5월
6월
7월
8월
9월
10월
11월
12월
BOD5
COD Mn
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
SS
1단계평균
1단계최대
1단계최소
2단계평균
2단계최소
2단계최대



[그림 2-16] 금강정비사업 이후 단계별 강경천의 수질변화

3. 본류 수질 모니터링 결과

가. 금강 본류 모니터링 조사지점

1) 일반측정망 조사지점

◦ 금강정비사업 이후 단계별 수질을 비교하기 위하여 국가측정망인 환경부 일반측정망 자료를 활용하였음

◦ 금강 중·하류지역의 최상류 지점인 연기지점부터 하류의 양화-1지점까지 총 11개 지점의 수질자료를 활용하였음

- 연기지점은 행정구역 상 세종특별자치시 연기면 세종리에 해당하고, 금강물환경연구소에서 측정 중이며, 금강 금남지점을 지나 세종보 상류 전 지점에 측정지점이 위치해 있음
- 공주1지점은 행정구역상 충청남도 공주시 금성동에 해당하고, 금강유역환경청에서 측정 중이며, 금강 상왕지점을 지나 공주보 상류 전 지점에 측정 지점이 위치해 있음
- 곰나루지점은 행정구역상 충청남도 공주시 웅진동에 해당하고, 금강유역환경청에서 측정 중이며, 공주보 하류지점을 지나 바로 측정 지점이 위치해 있음
- 목면지점은 행정구역상 충청남도 청양군 목면 신흥리에 해당하고, 금강물환경연구소에서 측정 중이며, 공주보와 백제보 중간 지점에 측정 지점이 위치해 있음
- 공주2지점은 행정구역상 충청남도 공주시 탄천면 분강리에 해당하고, 금강유역환경청에서 측정 중이며 금강 이인지점을 지나 백제보 상류 전 지점에 측정지점이 위치해 있음
- 정동지점은 행정구역상 충청남도 부여군 규암면 호암리에 해당하고, 금강물환경연구소에서 측정 중이며, 백제보 하류지점을 지나 바로 측정 지점이 위치해 있음
- 부여1지점은 행정구역상 충청남도 부여군 규암면 외리에 해당하고, 금강유역환경청에서 측정 중이며, 백제교에 측정 지점이 위치해 있음

- 부여2지점은 행정구역상 충청남도 부여군 장암면 반조원리에 해당하고, 금강유역환경청에서 측정 중이며, 금강 장암지점을 지나 바로 측정지점이 위치해 있음

- 성동지점은 행정구역상 충청남도 논산시 성동면 개척리에 해당하고, 금강유역환경청에서 측정 중이며, 부여2와 강경사이 석성천 합류 후에 측정 지점이 위치해 있음

- 강경지점은 행정구역상 충청남도 논산시 강경읍 황산리에 해당하고, 금강물환경연구소에서 측정 중이며, 금강 세도지점 바로 전에 측정지점이 위치해 있음

- 양화-1지점은 행정구역상 충청남도 부여군 양화면 내성리에 해당하고, 금강유역환경청에서 측정 중이며, 웅포대교에 측정 지점이 위치해 있음

[표 2-31] 금강 본류 환경부 일반측정망 현황

측정지점	측정기관	위치	구조물
연기	금강물환경연구소	세종특별자치시 연기면 세종리	금남교
공주1	금강유역환경청	충청남도 공주시 금성동	금강교
곰나루	금강유역환경청	충청남도 공주시 웅진동	곰나루터
목면	금강물환경연구소	충청남도 청양군 목면 신흥리	신흥양수장, 어천지천 합류 후 2 ㎞
공주2	금강유역환경청	충청남도 공주시 탄천면 분강리	진두
정동	금강물환경연구소	충청남도 부여군 규암면 호암리	백마강교
부여1	금강유역환경청	충청남도 부여군 규암면 외리	백제교
부여2	금강유역환경청	충청남도 부여군 장암면 반조원리	반조원
성동	금강유역환경청	충청남도 논산시 성동면 개척리	논산시분뇨처리장
강경	금강물환경연구소	충청남도 논산시 강경읍 황산리	황산대교
양화-1	금강유역환경청	충청남도 부여군 양화면 내성	웅포대교

2) 총량측정망 조사지점

◦ 하천 수질과 유량자료를 추가적으로 확보하기 위하여 환경부 총량측정망 자료를 활용하였음

◦ 총량측정망은 오염물질(부하량)의 유역단위 거동분석을 위하여 설치한 측정망으로, 수질변화의 원인을 분석하기 위한 자료로도 활용하며 하천 상·하류 간 또는 본류·지류 간의 오염원인 관계를 규명하는데 활용이 가능함

◦ 금강 중·하류지역의 최상류 지점인 금본F 지점부터 하류의 금본L지점까지 총 10개 지점의 자료를 활용하였음

- 금본F지점은 행정구역상 충청북도 청원군 현도면 하석리에 해당하고 금강물환경연구소에서 측정 중이며, 대청댐 방류수문에서 0.5 ㎞에 측정 지점이 위치해 있음

- 갑천A지점은 행정구역상 대전광역시 유성구 구즉동에 해당하고, 금강물환경연구소에서 측정 중이며, 금강 합류 0.5 ㎞ 전 지점으로 갑천에 측정 지점이 위치해 있음

- 금본G지점은 행정구역상 세종특별자치시 금남면 집현리에 해당하고 금강물환경연구소에서 측정 중이며, 미호천 합류 전 금강본류에 측정 지점이 위치해 있음

- 미호C지점은 행정구역상 세종특별자치시 연기면 세종리에 해당하고, 금강물환경연구소에서 측정 중이며, 금강본류 합류 전 미호천에 측정 지점이 위치해 있음

- 금본H지점은 행정구역상 세종특별자치시 연기면 세종리에 해당하고, 금강물환경연구소에서 측정 중이며, 금강본류 금남교에 측정 지점이 위치해 있음

- 금본I지점은 행정구역상 충청남도 청양군 목면 신흥리에 해당하고, 금강물환경연구소에서 측정중이며, 금강본류 신흥양수장 인근에 측정 지점이 위치해 있음

- 금본J지점은 행정구역상 충청남도 부여군 규암면 호암리에 해당하고, 금강물환경연구소에서 측정 중이며, 금강본류 백마강교에 측정 지점이 위치해 있음

- 논산A지점은 행정구역상 충청남도 논산시 강경읍 복옥리에 해당하고, 금강물환경연구소에서 측정 중이며, 금강 합류전 논산천 강경대교에 측정 지점이 위치해 있음

- 금본K지점은 행정구역상 충청남도 논산시 강경읍 황산리에 해당하고, 금강물환경연구소에서 측정 중이며, 금강본류 황산대교에 측정 지점이 위치해 있음

- 금본L지점은 행정구역상 충청남도 부여군 양화면 내성리에 해당하고, 금강물환경연구소에서 측정 중이며, 금강본류 금강갑문교에 측정 지점이 위치해 있음

[표 2-32] 금강 본류 환경부 총량측정망 현황

측정지점	측정기관	위치	구조물
금본F	금강물환경연구소	충청북도 청원군 현도면 하석리	금강본류
갑천A	금강물환경연구소	대전광역시 유성구 구즉동	갑천
금본G	금강물환경연구소	세종특별자치시 금남면 집현리	금강본류
미호C	금강물환경연구소	세종특별자치시 연기면 세종리	미호천
금본H	금강물환경연구소	세종특별자치시 연기면 세종리	금강본류
금본I	금강물환경연구소	충청남도 청양군 목면 신흥리	금강본류
금본J	금강물환경연구소	충청남도 부여군 규암면 호암리	금강본류
논산A	금강물환경연구소	충청남도 논산시 강경읍 복옥리	논산천
금본K	금강물환경연구소	충청남도 논산시 강경읍 황산리	금강본류
금본L	금강물환경연구소	충청남도 서천군 마서면 도삼리	금강 갑문교

[그림 2-17] 금강본류 수질평가 지점

나. 1단계(2011년~2015년) 금강 본류의 월별 수질변화 분석

◦ 환경부 일반 및 총량측정망 자료를 바탕으로 금강정비사업이 시행된 이후 1단계(2011년~2015년) 금강본류의 월최대, 월최소, 월평균 수질을 분석하였음

◦ 수질항목 가운데 본 연구에서 비교·검토가 가능한 BOD_5, COD_{Mn}, SS, T-N, T-P의 월최대, 월최소, 월평균 수질을 산정하였으며, 일반측정망에서는 Chl-a를 추가하여 총 6개 항목을 조사하였음

- BOD_5는 전체적으로 보통(Ⅲ) 등급 수준으로 4월~5월에 농도가 증가하는 경향을 보였고, 금강본류로 유입되는 갑천과 미호천의 월평균 농도가 가장 높았으며, 여름철에는 특히 미호C지점이 다른 지점보다 농도가 높은 것으로 분석되었음

- COD_{Mn}는 대부분 5월~6월에 농도가 증가하였고, 갑천A지점이 다른 지점에 비해 월평균농도가 가장 높았음. 6월에는 금강으로 유입되는 주요 지류하천인 갑천(갑천A), 미호천(미호C), 논산천(논산A) 지점의 수질이 매우 나쁨(Ⅵ) 수준을 보였음

- SS는 5월과 8월에 증가하였으며, 논산A지점의 6월 월평균 농도가 167.2 ㎎/L로

나쁨(Ⅴ)등급 수준을 초과하여 금강 하류에 위치한 지점 가운데 월평균 농도가 가장 높은 것으로 나타났음

- T-N은 겨울철인 1월~2월에 높았으며, 측정지점 가운데 갑천A지점의 월평균 농도가 가장 높은 것으로 분석되었음
- T-P는 보통(Ⅲ) 등급 수준으로 8월에 가장 크게 증가하는 경향을 보였으며, 갑천A지점은 월평균농도가 다른 측정지점에 비해 가장 높았고 여름철보다는 겨울철에 농도가 높아지는 경향을 보였음
- Chl-a는 4월, 7월, 10월에 증가하는 경향을 보였고, 하류에 위치한 양화-1 지점은 월평균 농도가 가장 높았으며, 7월에 월평균 농도가 75 ㎎/㎥로 가장 크게 증가하였음

[표 2-33] 1단계 금본F지점 수질분석결과(2011년~2015년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)
1	최대	1.2	3.9	3.3	1.714	0.021
	평균	0.7	3.5	1.6	1.495	0.012
	최소	0.3	3.0	0.4	1.308	0.007
2	최대	1.0	4.7	11.5	1.742	0.090
	평균	0.7	3.6	2.3	1.526	0.019
	최소	0.5	3.1	0.7	1.245	0.002
3	최대	1.4	4.7	6.1	2.071	0.027
	평균	0.7	3.6	2.1	1.572	0.011
	최소	0.5	2.9	0.2	1.261	0.002
4	최대	2.1	6.1	5.0	3.130	0.265
	평균	0.8	3.9	1.6	1.667	0.022
	최소	0.5	3.2	0.5	1.229	0.004
5	최대	1.1	5.2	2.9	2.224	0.029
	평균	0.8	3.9	1.8	1.579	0.010
	최소	0.6	3.1	0.7	1.160	0.004
6	최대	1.2	4.6	6.9	2.111	0.184
	평균	0.9	3.9	2.1	1.748	0.025
	최소	0.5	3.1	0.3	1.287	0.004
7	최대	1.5	4.8	39.0	2.279	0.124
	평균	0.9	3.8	5.7	1.718	0.024
	최소	0.6	3.2	0.5	1.262	0.006
8	최대	2.0	5.6	24.3	2.468	0.135
	평균	0.9	4.3	6.1	1.755	0.032
	최소	0.6	3.3	0.6	1.230	0.011
9	최대	1.3	6.6	12.4	2.881	0.041
	평균	0.8	4.7	3.2	1.734	0.025
	최소	0.5	3.4	0.9	1.231	0.006
10	최대	1.5	6.4	7.6	2.003	0.044
	평균	1.0	4.5	3.2	1.468	0.023
	최소	0.6	3.2	1.3	0.981	0.009
11	최대	1.1	5.8	3.8	1.702	0.034
	평균	0.8	4.1	2.4	1.381	0.018
	최소	0.3	3.0	1.5	0.929	0.001
12	최대	1.0	7.0	3.9	2.054	0.020
	평균	0.8	4.1	2.4	1.580	0.015
	최소	0.6	2.9	1.5	1.085	0.010

[표 2-34] 1단계 갑천A지점 수질분석결과(2011년~2015년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)
1	최대	9.6	14.3	59.5	19.733	0.857
	평균	5.3	10.8	8.4	11.778	0.232
	최소	2.5	7.6	2.7	6.454	0.052
2	최대	11.7	15.3	14.0	18.827	1.146
	평균	5.5	11.5	7.9	12.784	0.250
	최소	2.3	6.9	3.0	6.557	0.067
3	최대	9.6	17.1	29.5	20.505	0.478
	평균	5.6	11.8	9.6	11.271	0.199
	최소	3.3	8.5	2.7	5.234	0.069
4	최대	10.7	15.0	22.7	16.278	0.414
	평균	5.9	11.4	10.3	9.745	0.171
	최소	2.7	7.6	5.2	4.625	0.068
5	최대	12.9	17.8	206.7	12.541	0.525
	평균	6.2	12.3	22.3	7.842	0.224
	최소	2.4	8.6	4.2	4.602	0.063
6	최대	8.7	18.2	105.5	11.755	0.614
	평균	4.8	12.6	16.1	7.990	0.226
	최소	2.2	7.5	5.6	4.129	0.071
7	최대	5.2	15.6	65.6	9.785	0.274
	평균	3.2	10.1	14.3	6.411	0.154
	최소	0.8	5.8	3.7	2.246	0.065
8	최대	5.2	14.6	70.0	9.937	0.399
	평균	2.9	8.6	15.7	5.349	0.136
	최소	1.3	4.4	2.7	2.931	0.058
9	최대	6.0	11.7	43.0	9.342	0.324
	평균	2.8	8.8	11.1	6.702	0.143
	최소	0.9	4.5	3.4	3.004	0.069
10	최대	6.3	12.5	27.4	11.400	0.529
	평균	2.6	9.0	7.7	7.882	0.166
	최소	1.0	6.7	2.4	4.535	0.068
11	최대	5.7	11.3	17.8	10.691	0.349
	평균	2.8	8.6	7.2	8.268	0.168
	최소	1.3	6.6	2.5	5.565	0.050
12	최대	6.0	13.6	22.3	11.509	0.471
	평균	3.1	9.1	6.0	9.147	0.127
	최소	1.5	6.7	2.3	6.578	0.054

[표 2-35] 1단계 금본G지점 수질분석결과(2011년~2015년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)
1	최대	3.6	6.4	21.0	5.850	0.225
	평균	1.9	5.3	3.9	4.072	0.066
	최소	1.1	4.2	0.9	2.431	0.020
2	최대	3.0	7.1	10.3	6.396	0.331
	평균	2.0	5.5	4.0	4.277	0.071
	최소	0.9	4.1	1.2	2.462	0.024
3	최대	3.8	7.9	20.8	8.449	0.121
	평균	2.5	6.1	6.9	4.383	0.061
	최소	1.1	4.7	1.2	2.583	0.025
4	최대	7.1	8.7	12.9	4.922	0.124
	평균	2.7	5.9	5.8	3.513	0.066
	최소	0.5	4.1	1.4	2.293	0.031
5	최대	7.7	15.4	255.0	4.618	0.618
	평균	2.4	5.9	17.7	2.835	0.077
	최소	0.8	4.3	0.8	1.885	0.017
6	최대	3.7	9.0	101.5	3.335	0.113
	평균	2.0	5.6	13.0	2.647	0.055
	최소	1.0	4.4	2.7	2.181	0.019
7	최대	2.8	7.0	57.0	4.264	0.146
	평균	1.7	5.6	13.7	2.881	0.074
	최소	0.7	4.3	3.7	2.179	0.035
8	최대	2.9	7.9	56.0	4.049	0.169
	평균	1.8	5.8	17.0	2.687	0.081
	최소	0.6	4.7	3.1	2.254	0.039
9	최대	5.4	9.9	50.3	4.355	0.152
	평균	1.8	6.2	11.0	3.101	0.082
	최소	0.9	5.0	2.8	1.935	0.039
10	최대	5.4	8.9	22.6	6.439	0.173
	평균	1.7	6.3	6.8	4.074	0.085
	최소	0.9	5.2	3.9	2.786	0.038
11	최대	2.5	7.0	11.7	6.309	0.137
	평균	1.5	5.7	5.0	4.209	0.082
	최소	0.8	4.4	1.4	3.167	0.030
12	최대	2.4	6.3	7.4	6.988	0.477
	평균	1.4	5.4	3.6	4.685	0.085
	최소	1.0	4.1	1.5	2.457	0.022

[표 2-36] 1단계 미호C지점 수질분석결과(2011년~2015년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)
1	최대	6.5	9.7	9.2	9.944	0.354
	평균	3.7	7.9	5.6	7.538	0.112
	최소	1.8	6.0	2.0	5.384	0.045
2	최대	5.6	11.3	19.4	14.762	0.195
	평균	4.0	8.3	8.6	7.907	0.114
	최소	1.7	6.6	3.5	5.082	0.063
3	최대	7.7	12.5	24.2	8.539	0.236
	평균	4.7	9.1	12.4	6.530	0.120
	최소	2.4	7.6	2.7	5.022	0.047
4	최대	10.3	17.1	65.5	6.670	0.301
	평균	5.9	10.0	19.0	5.224	0.144
	최소	2.8	7.2	6.6	3.654	0.071
5	최대	14.9	21.7	370.0	6.771	1.105
	평균	6.1	11.2	37.9	4.269	0.150
	최소	3.2	6.8	9.0	3.202	0.018
6	최대	8.8	18.0	257.5	4.235	0.246
	평균	6.1	12.6	38.4	3.278	0.142
	최소	2.3	6.9	14.8	2.568	0.064
7	최대	9.1	19.5	628.0	4.757	0.291
	평균	4.6	10.0	56.2	3.282	0.157
	최소	2.0	5.7	4.6	2.350	0.045
8	최대	5.9	13.8	569.0	4.004	0.602
	평균	3.5	8.8	70.6	2.787	0.190
	최소	1.8	5.1	8.4	1.989	0.060
9	최대	9.2	16.3	283.0	4.938	0.198
	평균	3.4	8.1	32.1	3.443	0.125
	최소	1.3	5.3	5.2	2.355	0.077
10	최대	6.3	10.4	27.0	5.648	0.255
	평균	2.7	6.9	9.3	4.136	0.105
	최소	0.9	5.7	4.3	3.037	0.047
11	최대	4.1	8.3	20.0	5.972	0.185
	평균	2.6	6.6	8.0	4.788	0.100
	최소	1.0	4.9	3.0	3.859	0.017
12	최대	4.3	7.1	15.6	6.947	0.134
	평균	2.4	6.1	5.6	5.808	0.076
	최소	1.2	5.4	2.8	4.582	0.038

[표 2-37] 1단계 연기지점 수질분석결과(2011년~2015년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)	Chl-a (㎎/㎥)
1	최대	5.0	12.9	44.6	6.421	0.275	30.2
	평균	1.9	6.1	6.5	4.689	0.086	7.5
	최소	1.0	4.4	0.9	2.701	0.028	2.8
2	최대	2.7	7.6	12.8	8.140	0.268	43.4
	평균	2.0	6.1	5.4	5.368	0.087	10.5
	최소	1.1	4.2	1.5	2.875	0.032	3.3
3	최대	4.8	9.1	17.0	6.796	0.169	32.8
	평균	2.8	7.0	8.5	4.874	0.085	17.2
	최소	1.1	5.1	2.8	3.009	0.025	5.6
4	최대	6.1	10.6	179.0	5.896	0.427	64.3
	평균	3.3	7.1	18.3	3.947	0.089	29.7
	최소	1.5	5.3	2.6	2.737	0.029	9.5
5	최대	5.6	9.8	130.7	4.584	0.284	105.8
	평균	3.1	7.3	19.2	3.018	0.084	40.4
	최소	1.2	4.9	3.7	2.080	0.028	7.7
6	최대	5.0	13.0	118.5	3.783	0.226	76.1
	평균	2.9	7.1	23.2	2.567	0.089	47.1
	최소	1.7	5.3	8.1	2.012	0.017	11.6
7	최대	4.4	12.1	329.0	3.499	0.534	130.3
	평균	2.8	7.6	40.8	2.755	0.122	63.3
	최소	1.5	5.4	7.6	2.134	0.034	7.6
8	최대	4.0	8.7	373.0	3.032	0.609	109.1
	평균	2.5	6.5	42.6	2.499	0.127	38.6
	최소	1.4	4.1	9.7	1.924	0.039	5.6
9	최대	5.7	10.8	90.9	3.932	0.210	155.6
	평균	2.7	7.3	25.9	2.798	0.113	54.7
	최소	1.0	3.9	5.5	2.065	0.037	3.9
10	최대	6.6	12.8	91.3	4.831	0.259	146.6
	평균	2.4	6.9	14.1	3.709	0.091	38.7
	최소	1.1	4.5	3.4	2.519	0.035	5.0
11	최대	2.6	6.9	13.4	5.747	0.130	23.6
	평균	1.7	6.0	6.9	4.142	0.093	6.8
	최소	0.9	4.4	3.1	3.074	0.050	1.6
12	최대	3.4	6.5	13.6	5.873	0.180	9.9
	평균	1.7	5.8	5.6	4.562	0.070	3.9
	최소	1.2	5.0	1.8	3.304	0.033	1.7

[표 2-38] 1단계 금본H 지점 수질분석결과(2011년~2015년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)
1	최대	5.0	12.9	44.6	6.421	0.275
	평균	1.9	6.1	6.5	4.689	0.086
	최소	1.0	4.4	0.9	2.701	0.028
2	최대	2.7	7.6	12.8	8.140	0.268
	평균	2.0	6.1	5.4	5.368	0.087
	최소	1.1	4.2	1.5	2.875	0.032
3	최대	4.8	9.1	17.0	6.796	0.169
	평균	2.8	7.0	8.5	4.874	0.085
	최소	1.1	5.1	2.8	3.009	0.025
4	최대	6.1	10.6	179.0	5.896	0.427
	평균	3.3	7.1	18.3	3.947	0.089
	최소	1.5	5.3	2.6	2.737	0.029
5	최대	5.6	9.8	130.7	4.584	0.284
	평균	3.1	7.3	19.2	3.018	0.084
	최소	1.2	4.9	3.7	2.080	0.028
6	최대	5.0	13.0	118.5	3.783	0.226
	평균	2.9	7.1	23.2	2.567	0.089
	최소	1.7	5.3	8.1	2.012	0.017
7	최대	4.4	12.1	329.0	3.499	0.534
	평균	2.8	7.6	40.8	2.755	0.122
	최소	1.5	5.4	7.6	2.134	0.034
8	최대	4.0	8.7	373.0	3.032	0.609
	평균	2.5	6.5	42.6	2.499	0.127
	최소	1.4	4.1	9.7	1.924	0.039
9	최대	5.7	10.8	90.9	3.932	0.210
	평균	2.7	7.3	25.9	2.798	0.113
	최소	1.0	3.9	5.5	2.065	0.037
10	최대	6.6	12.8	91.3	4.831	0.259
	평균	2.4	6.9	14.1	3.709	0.091
	최소	1.1	4.5	3.4	2.519	0.035
11	최대	2.6	6.9	13.4	5.747	0.130
	평균	1.7	6.0	6.9	4.142	0.093
	최소	0.9	4.4	3.1	3.074	0.050
12	최대	3.4	6.5	13.6	5.873	0.180
	평균	1.7	5.8	5.6	4.562	0.070
	최소	1.2	5.0	1.8	3.304	0.033

[표 2-39] 1단계 공주1지점 수질분석결과(2011년~2015년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)	Chl-a (㎎/㎥)
1	최대	2.8	7.5	35.4	7.041	0.166	13.8
	평균	1.6	5.8	7.6	4.709	0.069	4.5
	최소	0.8	4.2	2.1	3.663	0.028	0.2
2	최대	3.7	9.2	90.7	6.056	0.261	17.5
	평균	1.9	5.9	14.2	4.525	0.070	8.2
	최소	1.0	3.9	3.2	2.728	0.025	2.1
3	최대	4.0	9.7	27.9	6.679	0.239	33.6
	평균	2.5	6.6	12.2	4.612	0.091	17.1
	최소	0.8	5.1	3.6	2.992	0.039	5.0
4	최대	7.1	10.5	138.3	4.819	0.371	136.5
	평균	3.6	6.8	23.1	3.714	0.087	40.8
	최소	1.8	4.1	5.3	2.501	0.037	7.7
5	최대	6.8	11.5	251.1	4.426	0.251	95.7
	평균	4.0	7.4	30.3	2.846	0.072	43.2
	최소	2.0	5.3	9.8	2.287	0.026	7.4
6	최대	4.6	8.4	49.1	3.288	0.127	103.0
	평균	3.1	6.6	22.5	2.503	0.073	51.0
	최소	0.9	4.1	14.9	2.047	0.017	5.8
7	최대	4.4	9.4	230.4	3.357	0.436	127.6
	평균	2.4	6.8	38.3	2.621	0.149	38.3
	최소	1.1	4.1	11.3	2.023	0.038	3.7
8	최대	3.2	10.5	327.9	3.166	0.511	108.5
	평균	2.1	6.4	51.8	2.551	0.135	39.1
	최소	0.8	4.0	11.8	2.186	0.046	3.8
9	최대	4.3	8.7	35.8	3.410	0.431	94.1
	평균	2.0	6.3	17.9	2.701	0.108	50.6
	최소	0.6	3.9	9.9	2.084	0.055	1.9
10	최대	4.8	10.5	58.5	4.536	0.135	141.5
	평균	2.3	6.6	15.8	3.469	0.079	56.4
	최소	0.8	4.4	7.9	2.537	0.040	7.3
11	최대	5.1	10.5	19.6	5.401	0.125	168.1
	평균	1.5	5.7	9.5	4.111	0.074	22.1
	최소	0.6	4.3	3.3	3.186	0.036	3.3
12	최대	2.1	6.5	20.2	5.445	0.237	8.6
	평균	1.3	5.3	7.3	4.496	0.071	4.5
	최소	0.6	4.5	2.1	3.414	0.031	1.2

[표 2-40] 1단계 곰나루지점 수질분석결과(2011년~2015년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)	Chl-a (㎎/㎥)
1	최대	2.7	7.2	29.0	5.745	0.069	22.0
	평균	1.4	5.4	5.8	4.557	0.044	6.9
	최소	0.8	4.5	2.4	3.807	0.031	1.0
2	최대	2.1	8.6	13.2	5.900	0.072	24.3
	평균	1.5	5.7	6.1	4.348	0.049	8.5
	최소	0.9	4.3	3.2	2.774	0.027	2.1
3	최대	3.3	7.8	24.2	5.375	0.192	46.3
	평균	2.5	6.4	9.1	4.400	0.067	23.9
	최소	1.6	5.2	4.8	3.121	0.041	6.5
4	최대	8.6	10.4	143.1	5.164	0.326	77.4
	평균	3.3	6.5	19.8	3.637	0.078	32.4
	최소	1.2	2.8	6.0	2.533	0.034	6.5
5	최대	6.1	8.6	28.7	3.218	0.106	99.6
	평균	4.3	7.6	16.0	2.610	0.062	55.4
	최소	2.5	5.8	8.9	2.221	0.037	12.2
6	최대	5.3	8.5	73.0	3.060	0.152	66.7
	평균	3.4	7.0	18.7	2.390	0.070	47.0
	최소	1.7	4.5	6.7	1.895	0.038	17.0
7	최대	3.8	9.2	84.9	3.101	0.309	76.2
	평균	2.6	6.8	24.3	2.642	0.131	39.8
	최소	1.2	4.3	7.0	2.024	0.028	3.8
8	최대	3.8	13.4	597.7	3.290	1.040	100.4
	평균	2.4	7.1	70.0	2.612	0.179	46.5
	최소	1.3	5.1	12.7	2.281	0.061	6.6
9	최대	3.4	8.8	29.7	3.900	0.177	84.8
	평균	2.0	6.5	16.3	2.622	0.094	46.8
	최소	0.6	4.2	9.7	2.041	0.055	3.8
10	최대	5.7	10.9	46.2	4.202	0.131	143.5
	평균	2.6	6.7	14.9	3.383	0.072	61.3
	최소	0.8	4.7	6.7	2.763	0.045	10.0
11	최대	5.9	10.2	15.2	5.295	0.123	131.3
	평균	1.5	5.8	9.3	4.014	0.069	21.8
	최소	0.6	4.4	3.4	3.330	0.042	3.3
12	최대	2.0	6.6	19.4	5.523	0.217	8.6
	평균	1.3	5.4	6.9	4.604	0.069	4.6
	최소	0.6	4.3	2.0	3.643	0.031	1.4

[표 2-41] 1단계 금본l지점 수질분석결과(2011년~2015년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)
1	최대	2.4	6.6	53.7	6.020	0.306
	평균	1.6	5.5	9.9	4.503	0.075
	최소	1.0	4.0	1.9	2.668	0.028
2	최대	3.4	7.5	58.0	7.628	0.213
	평균	2.2	6.2	11.5	5.221	0.084
	최소	1.5	4.3	1.2	3.307	0.025
3	최대	3.6	8.1	36.3	5.832	0.148
	평균	2.9	6.9	12.1	4.630	0.071
	최소	1.4	5.1	4.9	2.953	0.025
4	최대	7.7	11.3	56.0	5.549	0.219
	평균	4.0	7.7	17.4	3.687	0.084
	최소	2.0	5.6	1.2	2.535	0.023
5	최대	5.6	11.2	272.9	4.648	0.423
	평균	3.8	8.2	28.3	2.851	0.088
	최소	1.0	5.9	5.1	1.919	0.024
6	최대	5.5	10.0	39.6	3.175	0.214
	평균	3.8	7.6	17.8	2.327	0.085
	최소	2.0	5.7	5.1	1.784	0.031
7	최대	4.5	11.3	147.0	3.193	0.299
	평균	2.8	7.7	30.0	2.427	0.114
	최소	1.4	5.3	6.1	1.702	0.034
8	최대	5.6	9.1	144.5	3.264	0.296
	평균	2.6	7.2	33.8	2.371	0.126
	최소	1.3	4.0	10.3	1.760	0.054
9	최대	4.8	8.7	36.4	3.420	0.151
	평균	2.7	7.2	16.1	2.438	0.091
	최소	1.0	6.0	7.1	1.763	0.042
10	최대	5.5	9.1	49.6	4.319	0.228
	평균	3.5	7.5	14.4	3.197	0.081
	최소	1.4	5.2	5.1	2.236	0.030
11	최대	4.4	7.5	12.8	4.928	0.123
	평균	2.2	6.0	7.9	3.849	0.076
	최소	0.7	4.2	3.4	2.891	0.027
12	최대	1.8	6.8	7.9	4.890	0.150
	평균	1.4	5.3	4.6	4.303	0.066
	최소	0.7	4.1	2.1	3.287	0.031

[표 2-42] 1단계 목면지점 수질분석결과(2011년~2015년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)	Chl-a (㎎/㎥)
1	최대	2.4	6.6	53.7	6.020	0.306	19.9
	평균	1.6	5.5	9.9	4.503	0.075	8.6
	최소	1.0	4.0	1.9	2.668	0.028	1.9
2	최대	3.4	7.5	58.0	7.628	0.213	30.7
	평균	2.2	6.2	11.5	5.221	0.084	11.7
	최소	1.5	4.3	1.2	3.307	0.025	3.3
3	최대	3.6	8.1	36.3	5.832	0.148	53.3
	평균	2.9	6.9	12.1	4.630	0.071	27.2
	최소	1.4	5.1	4.9	2.953	0.025	11.6
4	최대	7.7	11.3	56.0	5.549	0.219	72.4
	평균	4.0	7.7	17.4	3.687	0.084	41.7
	최소	2.0	5.6	1.2	2.535	0.023	23.5
5	최대	5.6	11.2	272.9	4.648	0.423	99.9
	평균	3.8	8.2	28.3	2.851	0.088	67.1
	최소	1.0	5.9	5.1	1.919	0.024	17.1
6	최대	5.5	10.0	39.6	3.175	0.214	105.9
	평균	3.8	7.6	17.8	2.327	0.085	53.2
	최소	2.0	5.7	5.1	1.784	0.031	3.5
7	최대	4.5	11.3	147.0	3.193	0.299	91.9
	평균	2.8	7.7	30.0	2.427	0.114	52.3
	최소	1.4	5.3	6.1	1.702	0.034	11.5
8	최대	5.6	9.1	144.5	3.264	0.296	143.6
	평균	2.6	7.2	33.8	2.371	0.126	46.6
	최소	1.3	4.0	10.3	1.760	0.054	2.2
9	최대	4.8	8.7	36.4	3.420	0.151	115.1
	평균	2.7	7.2	16.1	2.438	0.091	48.0
	최소	1.0	6.0	7.1	1.763	0.042	5.2
10	최대	5.5	9.1	49.6	4.319	0.228	124.8
	평균	3.5	7.5	14.4	3.197	0.081	67.1
	최소	1.4	5.2	5.1	2.236	0.030	14.3
11	최대	4.4	7.5	12.8	4.928	0.123	60.7
	평균	2.2	6.0	7.9	3.849	0.076	22.3
	최소	0.7	4.2	3.4	2.891	0.027	4.7
12	최대	1.8	6.8	7.9	4.890	0.150	15.6
	평균	1.4	5.3	4.6	4.303	0.066	6.7
	최소	0.7	4.1	2.1	3.287	0.031	2.2

[표 2-43] 1단계 공주2지점 수질분석결과(2011년~2015년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)	Chl-a (㎎/㎥)
1	최대	2.2	7.1	18.8	5.852	0.099	32.7
	평균	1.4	5.3	4.6	4.418	0.040	10.8
	최소	0.8	4.3	1.6	3.630	0.027	1.2
2	최대	3.7	7.7	20.9	5.532	0.102	46.1
	평균	1.9	5.9	7.8	4.291	0.053	15.1
	최소	0.9	4.3	2.8	2.881	0.025	2.1
3	최대	3.6	7.9	28.2	4.975	0.164	40.8
	평균	2.6	6.5	9.9	4.162	0.056	24.8
	최소	1.9	5.3	4.4	3.028	0.029	7.6
4	최대	5.0	7.9	33.4	4.849	0.085	66.6
	평균	3.2	6.5	12.6	3.610	0.058	37.4
	최소	1.6	3.8	4.5	2.793	0.031	9.4
5	최대	5.3	8.2	20.2	3.207	0.090	78.5
	평균	3.8	7.2	12.9	2.528	0.059	42.0
	최소	2.1	6.2	7.6	2.139	0.031	12.9
6	최대	4.0	8.0	21.2	2.914	0.129	69.8
	평균	2.6	6.6	11.9	2.190	0.064	34.6
	최소	1.1	4.5	5.4	1.724	0.024	6.2
7	최대	4.2	9.6	132.7	3.040	0.493	81.5
	평균	2.5	6.9	24.8	2.411	0.124	37.3
	최소	0.8	4.3	8.6	1.872	0.030	4.4
8	최대	3.4	13.0	698.8	3.169	0.964	71.1
	평균	2.1	7.0	64.4	2.411	0.162	38.3
	최소	0.8	4.9	8.8	1.888	0.050	4.6
9	최대	3.7	8.1	37.1	2.927	0.183	61.4
	평균	1.8	6.1	16.9	2.324	0.092	31.3
	최소	0.7	4.1	7.1	1.985	0.054	2.8
10	최대	3.9	9.2	17.4	3.719	0.099	80.6
	평균	2.3	6.4	12.2	2.953	0.064	47.4
	최소	1.0	4.8	8.1	2.179	0.035	17.8
11	최대	2.9	7.6	15.7	5.117	0.132	63.1
	평균	1.6	5.7	8.8	3.648	0.065	26.9
	최소	0.6	4.5	2.9	2.991	0.033	6.7
12	최대	2.4	6.2	13.4	5.462	0.151	26.7
	평균	1.4	5.2	5.7	4.217	0.063	10.1
	최소	0.7	4.2	2.4	3.479	0.031	2.2

[표 2-44] 1단계 금본J지점 수질분석결과(2011년~2015년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)
1	최대	3.3	6.8	109.7	6.215	0.302
	평균	1.7	5.4	16.0	4.399	0.077
	최소	1.0	4.0	1.6	2.635	0.027
2	최대	3.9	7.7	36.7	7.607	0.305
	평균	2.3	6.1	12.7	5.041	0.086
	최소	1.2	4.3	1.4	2.826	0.019
3	최대	4.7	8.5	41.0	5.851	0.225
	평균	3.0	6.9	15.6	4.483	0.074
	최소	1.6	5.2	3.0	3.118	0.026
4	최대	6.5	10.4	40.3	5.156	0.213
	평균	3.8	7.5	18.0	3.550	0.079
	최소	2.2	5.4	8.5	2.313	0.022
5	최대	5.4	15.2	522.9	5.086	0.610
	평균	3.6	7.9	41.3	2.793	0.096
	최소	1.0	5.6	6.0	2.102	0.024
6	최대	5.7	9.7	99.7	3.288	0.317
	평균	3.8	7.5	24.5	2.242	0.091
	최소	2.1	5.1	8.2	1.482	0.019
7	최대	4.3	8.5	104.5	3.221	0.237
	평균	2.8	7.0	27.7	2.378	0.105
	최소	1.4	4.7	10.0	1.778	0.033
8	최대	5.0	9.0	156.0	3.004	0.259
	평균	2.6	6.8	36.7	2.287	0.121
	최소	1.4	4.6	8.3	1.623	0.057
9	최대	3.6	8.1	36.4	3.216	0.154
	평균	2.6	6.9	17.9	2.284	0.088
	최소	1.0	5.8	7.8	1.445	0.044
10	최대	4.6	9.2	40.3	3.702	0.213
	평균	3.1	7.2	16.6	2.875	0.078
	최소	1.8	6.0	5.2	1.937	0.021
11	최대	4.1	7.2	33.0	4.234	0.127
	평균	2.4	6.1	12.4	3.462	0.077
	최소	1.4	4.6	5.0	2.670	0.027
12	최대	2.5	7.0	13.2	4.760	0.141
	평균	1.8	5.7	7.4	4.072	0.064
	최소	1.1	4.7	2.7	3.193	0.034

[표 2-45] 1단계 정동지점 수질분석결과(2011년~2015년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)	Chl-a (㎎/㎥)
1	최대	3.3	6.8	109.7	6.215	0.302	43.5
	평균	1.7	5.4	16.0	4.399	0.077	12.3
	최소	1.0	4.0	1.6	2.635	0.027	2.0
2	최대	3.9	7.7	36.7	7.607	0.305	48.6
	평균	2.3	6.1	12.7	5.041	0.086	19.6
	최소	1.2	4.3	1.4	2.826	0.019	3.6
3	최대	4.7	8.5	41.0	5.851	0.225	59.0
	평균	3.0	6.9	15.6	4.483	0.074	32.9
	최소	1.6	5.2	3.0	3.118	0.026	7.4
4	최대	6.5	10.4	40.3	5.156	0.213	82.9
	평균	3.8	7.5	18.0	3.550	0.079	47.0
	최소	2.2	5.4	8.5	2.313	0.022	16.2
5	최대	5.4	15.2	522.9	5.086	0.610	86.7
	평균	3.6	7.9	41.3	2.793	0.096	49.6
	최소	1.0	5.6	6.0	2.102	0.024	13.9
6	최대	5.7	9.7	99.7	3.288	0.317	70.4
	평균	3.8	7.5	24.5	2.242	0.091	53.5
	최소	2.1	5.1	8.2	1.482	0.019	32.2
7	최대	4.3	8.5	104.5	3.221	0.237	78.4
	평균	2.8	7.0	27.7	2.378	0.105	46.2
	최소	1.4	4.7	10.0	1.778	0.033	7.4
8	최대	5.0	9.0	156.0	3.004	0.259	73.5
	평균	2.6	6.8	36.7	2.287	0.121	33.7
	최소	1.4	4.6	8.3	1.623	0.057	5.7
9	최대	3.6	8.1	36.4	3.216	0.154	62.1
	평균	2.6	6.9	17.9	2.284	0.088	35.4
	최소	1.0	5.8	7.8	1.445	0.044	7.3
10	최대	4.6	9.2	40.3	3.702	0.213	79.1
	평균	3.1	7.2	16.6	2.875	0.078	45.2
	최소	1.8	6.0	5.2	1.937	0.021	10.4
11	최대	4.1	7.2	33.0	4.234	0.127	56.5
	평균	2.4	6.1	12.4	3.462	0.077	31.6
	최소	1.4	4.6	5.0	2.670	0.027	7.5
12	최대	2.5	7.0	13.2	4.760	0.141	30.2
	평균	1.8	5.7	7.4	4.072	0.064	13.7
	최소	1.1	4.7	2.7	3.193	0.034	3.8

[표 2-46] 1단계 부여1지점 수질분석결과(2011년~2015년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)	Chl-a (㎎/㎥)
1	최대	3.0	6.7	37.4	5.874	0.170	51.9
	평균	1.6	5.5	9.3	4.478	0.061	12.3
	최소	0.7	4.5	2.2	3.528	0.025	1.4
2	최대	3.9	7.9	41.4	5.426	0.199	46.0
	평균	2.0	5.9	11.9	4.319	0.070	14.3
	최소	1.0	4.2	3.1	2.901	0.025	1.7
3	최대	4.1	7.7	31.5	5.971	0.157	55.9
	평균	2.8	6.6	12.8	4.518	0.067	27.2
	최소	1.6	5.2	4.6	3.245	0.032	5.6
4	최대	10.9	12.7	260.7	5.049	0.228	96.4
	평균	4.0	6.9	26.1	3.530	0.069	47.6
	최소	2.2	4.7	5.7	2.661	0.032	9.6
5	최대	7.3	10.2	291.5	4.403	0.132	71.6
	평균	3.8	7.1	29.5	2.738	0.064	30.4
	최소	2.3	5.7	8.2	2.134	0.031	10.2
6	최대	5.5	7.8	67.8	3.951	0.214	75.5
	평균	2.8	6.4	16.5	2.314	0.078	31.4
	최소	0.8	4.7	5.2	1.654	0.029	4.2
7	최대	3.8	10.1	429.0	3.089	0.610	81.7
	평균	2.4	6.7	50.2	2.464	0.166	32.2
	최소	0.8	4.5	8.6	1.868	0.043	3.6
8	최대	2.6	10.2	365.4	2.894	0.315	59.6
	평균	1.7	6.4	46.6	2.396	0.126	30.0
	최소	0.6	3.6	7.5	1.738	0.058	3.5
9	최대	3.8	9.9	65.9	2.986	0.181	86.0
	평균	1.8	6.0	17.8	2.308	0.088	34.7
	최소	0.6	3.5	8.7	1.798	0.058	1.8
10	최대	3.2	9.2	25.4	3.708	0.096	77.6
	평균	2.3	6.5	13.4	2.813	0.066	44.9
	최소	1.1	5.0	7.5	2.101	0.027	13.4
11	최대	3.2	8.5	14.6	5.171	0.119	55.4
	평균	1.8	5.8	10.1	3.415	0.066	28.7
	최소	0.8	4.4	3.9	2.825	0.037	7.0
12	최대	2.7	6.5	23.9	5.293	0.179	36.6
	평균	1.5	5.2	7.0	4.048	0.062	14.4
	최소	0.8	4.3	2.5	3.494	0.035	1.9

[표 2-47] 1단계 부여2지점 수질분석결과(2011년~2015년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)	Chl-a (㎎/㎥)
1	최대	3.1	7.8	17.3	7.778	0.099	53.4
	평균	1.7	5.7	8.5	4.472	0.049	15.3
	최소	0.8	4.6	1.0	3.364	0.032	1.0
2	최대	4.0	7.7	34.2	5.312	0.163	47.3
	평균	2.2	5.7	10.7	4.083	0.061	16.4
	최소	1.0	4.3	2.3	2.908	0.026	1.8
3	최대	4.1	7.6	19.2	5.336	0.105	53.4
	평균	2.8	6.6	11.5	4.106	0.058	27.7
	최소	1.9	5.1	4.5	3.125	0.028	13.9
4	최대	4.5	8.5	37.8	4.632	0.155	74.0
	평균	3.0	6.6	16.4	3.442	0.069	38.1
	최소	1.4	3.4	4.8	2.570	0.039	5.0
5	최대	6.2	9.9	30.8	3.412	0.190	70.2
	평균	3.5	7.3	18.0	2.563	0.073	30.7
	최소	2.0	6.2	9.1	1.794	0.040	9.0
6	최대	3.8	8.5	39.0	2.919	0.156	63.1
	평균	2.7	7.2	17.3	2.225	0.072	30.2
	최소	1.8	5.2	7.7	1.749	0.027	9.8
7	최대	8.5	9.7	102.9	3.151	0.413	158.7
	평균	2.9	7.2	31.3	2.442	0.128	45.6
	최소	0.8	4.8	11.2	1.837	0.039	4.0
8	최대	4.1	11.8	189.4	2.944	0.541	92.2
	평균	1.9	6.9	35.0	2.341	0.126	34.2
	최소	0.9	4.8	9.8	1.828	0.053	3.3
9	최대	5.2	16.3	61.7	2.956	0.149	105.6
	평균	2.2	7.4	28.1	2.168	0.096	39.2
	최소	0.6	4.6	9.0	1.597	0.067	2.3
10	최대	3.8	10.7	86.2	3.646	0.121	79.3
	평균	2.4	6.7	20.0	2.672	0.073	44.8
	최소	1.2	5.0	7.8	2.313	0.028	18.6
11	최대	3.0	9.5	55.8	4.035	0.125	62.9
	평균	1.9	6.0	15.8	3.275	0.069	29.6
	최소	0.9	4.5	5.4	2.928	0.033	5.0
12	최대	3.0	6.4	21.3	5.198	0.172	44.0
	평균	1.6	5.5	8.6	3.917	0.071	18.4
	최소	0.8	4.0	2.7	3.044	0.036	2.5

[표 2-48] 1단계 성동지점 수질분석결과(2011년~2015년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)	Chl-a (㎎/㎥)
1	최대	4.4	7.9	26.5	6.008	0.213	79.1
	평균	2.3	6.0	12.8	4.380	0.084	20.7
	최소	0.8	4.2	1.1	3.554	0.030	2.4
2	최대	3.4	7.9	36.8	5.238	0.164	41.1
	평균	2.3	6.2	10.5	4.182	0.071	17.6
	최소	0.9	4.6	2.6	2.962	0.030	1.3
3	최대	3.6	8.1	27.7	5.548	0.200	41.8
	평균	2.9	6.9	15.1	4.146	0.079	26.0
	최소	2.4	5.3	7.3	3.051	0.027	10.6
4	최대	10.0	11.8	96.6	4.554	0.147	125.2
	평균	4.3	7.5	21.7	3.518	0.081	50.4
	최소	2.3	4.9	6.1	2.746	0.029	9.5
5	최대	6.0	9.5	45.4	3.633	0.127	55.2
	평균	3.7	7.4	16.7	2.582	0.073	24.0
	최소	1.4	5.6	5.7	1.997	0.042	6.2
6	최대	4.5	8.7	48.8	3.011	0.206	48.2
	평균	2.7	7.2	18.0	2.294	0.083	24.5
	최소	1.4	5.4	8.3	1.849	0.040	8.9
7	최대	5.0	11.1	63.5	3.146	0.339	138.2
	평균	2.6	7.4	25.2	2.351	0.123	34.7
	최소	1.6	4.9	12.0	1.627	0.048	6.9
8	최대	5.3	10.8	222.8	2.948	0.448	175.0
	평균	2.6	7.4	48.8	2.284	0.141	39.8
	최소	1.2	4.8	9.6	1.629	0.074	3.4
9	최대	4.8	9.1	62.2	3.013	0.215	66.7
	평균	2.1	6.7	22.6	2.180	0.103	28.8
	최소	0.6	4.4	8.2	1.414	0.045	2.9
10	최대	3.8	9.5	55.4	3.724	0.150	102.9
	평균	2.6	6.8	20.3	2.538	0.083	47.8
	최소	1.2	4.5	7.1	2.025	0.034	12.4
11	최대	3.0	7.6	31.7	3.888	0.161	60.4
	평균	2.0	6.0	12.4	3.157	0.075	28.8
	최소	1.2	4.8	6.6	2.258	0.044	9.3
12	최대	3.2	8.5	19.6	4.488	0.154	67.8
	평균	2.0	6.1	10.9	3.929	0.085	28.9
	최소	1.1	4.6	3.0	3.211	0.044	4.5

[표 2-49] 1단계 논산A지점 수질분석결과(2011년~2015년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)
1	최대	6.0	13.8	92.0	9.133	0.408
	평균	2.4	5.2	11.3	5.914	0.183
	최소	1.1	3.6	2.5	3.451	0.038
2	최대	3.9	8.5	14.2	8.251	0.270
	평균	2.5	5.2	8.9	5.752	0.177
	최소	1.4	3.4	2.5	3.008	0.072
3	최대	6.6	11.5	66.5	8.380	0.273
	평균	3.8	7.6	23.5	5.384	0.180
	최소	2.1	4.2	7.0	3.491	0.088
4	최대	7.9	12.1	70.3	6.865	0.258
	평균	3.9	7.6	20.8	3.643	0.120
	최소	2.1	5.3	6.8	2.409	0.043
5	최대	7.9	12.7	61.5	5.802	0.277
	평균	5.2	9.6	30.8	3.555	0.134
	최소	2.7	7.2	10.4	2.136	0.044
6	최대	18.1	43.9	2,710.0	4.913	0.487
	평균	5.5	12.9	167.2	3.224	0.153
	최소	1.0	8.0	7.4	2.293	0.059
7	최대	7.4	15.4	322.0	4.181	0.587
	평균	4.4	9.6	50.2	2.638	0.165
	최소	2.5	6.1	8.3	1.726	0.063
8	최대	5.1	8.7	105.0	3.820	0.265
	평균	2.7	7.1	30.8	2.209	0.130
	최소	1.5	4.5	12.8	1.216	0.059
9	최대	4.7	9.3	36.8	3.365	0.221
	평균	2.7	7.1	21.7	2.201	0.115
	최소	1.0	5.5	5.2	1.252	0.050
10	최대	5.0	14.1	98.0	6.021	0.377
	평균	3.4	7.4	22.2	3.156	0.139
	최소	1.6	4.6	9.3	2.069	0.031
11	최대	4.8	11.4	35.5	5.862	0.343
	평균	2.4	6.3	13.3	3.606	0.127
	최소	0.8	4.2	6.4	2.220	0.020
12	최대	2.8	7.3	29.3	6.112	0.282
	평균	1.8	5.0	9.7	4.287	0.130
	최소	0.9	3.8	3.0	2.922	0.064

[표 2-50] 1단계 강경지점 수질분석결과(2011년~2015년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)	Chl-a (㎎/㎥)
1	최대	4.3	6.8	32.3	5.404	0.202	49.1
	평균	2.1	5.6	12.4	4.242	0.087	17.6
	최소	1.2	4.0	2.3	2.768	0.034	3.4
2	최대	4.2	8.6	37.1	7.357	0.208	62.7
	평균	2.7	6.3	13.4	4.996	0.097	22.1
	최소	1.3	3.9	4.3	3.091	0.030	5.6
3	최대	3.9	9.0	29.3	5.912	0.164	58.3
	평균	3.1	7.2	15.9	4.589	0.080	33.4
	최소	2.1	6.1	7.7	3.105	0.036	10.0
4	최대	5.0	8.6	34.5	5.240	0.124	111.0
	평균	3.5	7.4	16.0	3.693	0.074	55.0
	최소	2.0	6.5	8.2	2.255	0.028	23.0
5	최대	5.0	11.9	485.0	6.759	0.424	86.8
	평균	3.4	7.7	46.3	3.008	0.103	34.8
	최소	1.8	5.8	6.4	2.046	0.033	13.0
6	최대	6.5	13.7	117.3	3.304	0.257	60.5
	평균	3.1	7.8	33.8	2.453	0.107	29.3
	최소	1.7	5.6	4.4	1.731	0.030	12.4
7	최대	3.5	9.0	123.0	3.041	0.301	51.6
	평균	2.6	7.2	31.8	2.366	0.109	30.7
	최소	1.2	5.0	8.7	1.633	0.045	7.9
8	최대	4.3	8.9	220.8	2.749	0.299	53.3
	평균	2.4	6.8	43.5	2.163	0.125	25.2
	최소	1.3	4.4	8.0	1.362	0.037	6.9
9	최대	3.5	8.4	76.0	3.513	0.164	66.1
	평균	2.1	6.7	23.9	2.203	0.093	27.8
	최소	1.0	5.6	6.2	1.091	0.060	8.0
10	최대	4.0	9.3	177.0	3.566	0.213	99.6
	평균	2.5	7.0	27.4	2.627	0.087	48.7
	최소	1.8	5.4	8.6	1.870	0.026	13.1
11	최대	2.9	7.7	20.7	4.222	0.174	136.4
	평균	2.2	6.3	13.1	3.276	0.082	38.4
	최소	1.2	5.1	8.3	2.735	0.031	15.1
12	최대	2.9	6.9	16.6	4.351	0.161	58.5
	평균	2.0	6.0	11.2	3.746	0.081	30.3
	최소	1.2	5.1	6.9	2.784	0.042	4.5

[표 2-51] 1단계 금본K지점 수질분석결과(2011년~2015년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)
1	최대	4.3	6.8	32.3	5.404	0.202
	평균	2.1	5.6	12.4	4.242	0.087
	최소	1.2	4.0	2.3	2.768	0.034
2	최대	4.2	8.6	37.1	7.357	0.208
	평균	2.7	6.3	13.4	4.996	0.097
	최소	1.3	3.9	4.3	3.091	0.030
3	최대	3.9	9.0	29.3	5.912	0.164
	평균	3.1	7.2	15.9	4.589	0.080
	최소	2.1	6.1	7.7	3.105	0.036
4	최대	5.0	8.6	34.5	5.240	0.124
	평균	3.5	7.4	16.0	3.693	0.074
	최소	2.0	6.5	8.2	2.255	0.028
5	최대	5.0	11.9	485.0	6.759	0.424
	평균	3.4	7.7	46.3	3.008	0.103
	최소	1.8	5.8	6.4	2.046	0.033
6	최대	6.5	13.7	117.3	3.304	0.257
	평균	3.1	7.8	33.8	2.453	0.107
	최소	1.7	5.6	4.4	1.731	0.030
7	최대	3.5	9.0	123.0	3.041	0.301
	평균	2.6	7.2	31.8	2.366	0.109
	최소	1.2	5.0	8.7	1.633	0.045
8	최대	4.3	8.9	220.8	2.749	0.299
	평균	2.4	6.8	43.5	2.163	0.125
	최소	1.3	4.4	8.0	1.362	0.037
9	최대	3.5	8.4	76.0	3.513	0.164
	평균	2.1	6.7	23.9	2.203	0.093
	최소	1.0	5.6	6.2	1.091	0.060
10	최대	4.0	9.3	177.0	3.566	0.213
	평균	2.5	7.0	27.4	2.627	0.087
	최소	1.8	5.4	8.6	1.870	0.026
11	최대	2.9	7.7	20.7	4.222	0.174
	평균	2.2	6.3	13.1	3.276	0.082
	최소	1.2	5.1	8.3	2.735	0.031
12	최대	2.9	6.9	16.6	4.351	0.161
	평균	2.0	6.0	11.2	3.746	0.081
	최소	1.2	5.1	6.9	2.784	0.042

[표 2-52] 1단계 양화-1지점 수질분석결과(2011년~2015년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)	Chl-a (㎎/㎥)
1	최대	4.4	8.7	16.5	4.997	0.086	127.2
	평균	2.5	6.3	9.2	4.119	0.055	43.4
	최소	1.2	4.3	3.1	3.630	0.042	3.8
2	최대	4.6	8.7	18.6	5.136	0.129	79.3
	평균	2.5	6.1	9.7	4.001	0.058	31.8
	최소	0.9	4.1	4.3	2.818	0.034	2.5
3	최대	4.6	9.2	22.0	5.628	0.107	95.2
	평균	3.2	7.2	12.2	4.034	0.056	41.0
	최소	2.0	6.0	7.4	3.184	0.038	19.1
4	최대	9.1	10.3	40.9	4.733	0.108	114.2
	평균	4.2	7.3	14.7	3.491	0.059	52.5
	최소	2.3	5.6	6.7	2.648	0.036	11.7
5	최대	5.2	8.9	39.3	3.324	0.103	46.4
	평균	3.1	7.2	12.5	2.441	0.062	25.6
	최소	1.4	5.3	5.3	2.000	0.031	8.2
6	최대	8.9	18.9	27.9	3.130	0.156	183.1
	평균	3.0	8.6	14.2	2.406	0.074	38.2
	최소	1.7	6.1	6.2	1.875	0.034	7.7
7	최대	19.9	30.7	77.8	3.146	0.287	338.6
	평균	4.3	9.8	24.7	2.237	0.110	75.0
	최소	1.5	4.9	6.8	1.418	0.051	7.1
8	최대	4.9	17.9	868.7	3.036	0.781	181.5
	평균	2.4	8.7	83.1	2.247	0.146	42.5
	최소	1.0	5.1	8.8	1.601	0.049	3.0
9	최대	3.5	11.0	56.2	2.794	0.141	63.3
	평균	1.7	6.9	19.7	2.021	0.084	31.6
	최소	0.7	4.2	5.6	1.003	0.044	3.9
10	최대	3.7	10.6	36.3	3.165	0.151	91.9
	평균	2.3	6.8	18.5	2.264	0.073	49.6
	최소	1.4	4.9	6.6	1.549	0.040	18.1
11	최대	2.9	8.7	20.6	4.825	0.104	58.0
	평균	2.2	6.3	10.6	3.012	0.062	36.8
	최소	1.6	5.0	7.3	2.131	0.036	14.8
12	최대	4.0	7.9	12.5	4.573	0.114	100.8
	평균	2.4	6.3	8.8	3.683	0.065	41.0
	최소	1.1	4.7	4.9	3.084	0.032	7.9

[표 2-53] 1단계 금본L지점 수질분석결과(2011년~2015년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)
1	최대	4.5	10.6	23.5	5.414	0.099
	평균	2.8	6.9	12.8	3.725	0.059
	최소	1.7	5.3	6.6	2.882	0.032
2	최대	6.6	12.6	33.0	5.695	0.126
	평균	3.6	8.3	17.0	4.304	0.077
	최소	1.4	4.5	6.0	2.805	0.025
3	최대	5.6	12.5	25.7	5.671	0.104
	평균	4.1	8.5	16.2	4.148	0.065
	최소	2.4	6.2	6.8	2.968	0.024
4	최대	4.6	8.9	18.0	4.680	0.095
	평균	3.3	7.3	11.0	3.608	0.056
	최소	2.0	6.0	5.1	2.537	0.028
5	최대	3.7	9.2	67.5	4.565	0.156
	평균	2.5	7.2	14.0	2.784	0.067
	최소	1.4	5.9	5.8	1.906	0.031
6	최대	3.8	10.8	58.8	3.553	0.207
	평균	2.4	7.9	17.1	2.393	0.071
	최소	1.0	6.1	4.9	1.569	0.027
7	최대	2.9	9.8	70.5	3.174	0.200
	평균	2.1	7.4	23.4	2.124	0.088
	최소	1.3	5.0	8.8	1.292	0.029
8	최대	4.5	14.7	328.0	2.809	0.300
	평균	2.4	7.6	50.3	2.167	0.116
	최소	1.0	5.0	8.1	1.272	0.053
9	최대	5.6	19.6	66.5	2.711	0.146
	평균	2.8	8.6	25.1	1.790	0.097
	최소	1.2	5.5	5.0	0.734	0.046
10	최대	6.9	24.9	62.0	3.546	0.125
	평균	2.5	8.4	24.4	2.019	0.078
	최소	1.5	5.8	9.3	0.707	0.029
11	최대	6.7	21.4	72.7	4.518	0.273
	평균	2.3	7.2	15.8	2.715	0.075
	최소	1.2	5.1	6.1	1.924	0.023
12	최대	3.5	8.1	14.3	3.634	0.078
	평균	2.8	6.9	11.0	3.110	0.060
	최소	1.9	5.6	7.4	2.768	0.028

다. 2단계(2016년~2017년) 금강 본류의 월별 수질변화 분석

◦ 금강 수환경 모니터링 1단계(2011년~2015년) 수행이후 2단계(2016년~2017년) 금강본류 21개 지점의 수질자료를 분석하였음

◦ 수질항목 가운데 본 연구에서 비교 · 검토가 가능한 BOD_5, COD_{Mn}, SS, T-N, T-P의 월최대, 월최소, 월평균 수질을 산정하였으며, 일반측정망에서는 Chl-a를 추가하여 총 6개 항목을 조사하였음

- BOD_5는 보통(Ⅲ) 등급 수준으로 3월, 5월, 6월에 높았고, 미호천 말단인 미호C지점은 6월에 월평균 8.4 ㎎/L로 나쁨(Ⅴ) 등급의 수준을 보였음
- COD_{Mn}는 6월과 8월에 급증하였으며, 미호C, 논산A, 양화-1지점은 6월, 갑천A, 미호C, 공주2, 부여2, 성동, 양화-1지점 등에서 8월에 매우 나쁨(Ⅵ) 등급의 수준을 보였음
- SS는 7월과 8월 사이에 농도가 급증하였고, 금강 중·하류구간에 위치한 지점의 월평균농도가 높은 수준을 보였으며, 부여1지점은 7월에 월평균 농도가 최대 323.4 ㎎/L까지 급상승하는 경향을 보였음
- T-N은 1월~3월에 높은 수준을 보였으며, 다른 지점에 비해 갑천A지점의 월평균 농도가 높은 경향을 보였음
- T-P는 주로 여름과 가을에 높은 경향을 보였으며, 논산A지점의 월평균 농도가 높은 반면, 성동 지점은 7월에 농도가 상승하는 경향을 보였음
- Chl-a는 여름철인 8월과 9월 사이에 가장 높은 것으로 나타났으며, 공주1 지점은 6월에 114.1 ㎎/㎥를 기록하여 무더위가 시작되면서 예년에 비해 녹조현상이 일찍 나타나는 현상을 보였음

[표 2-54] 2단계 금본F지점의 수질분석결과(2016년~2017년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)
1	최대	0.7	6.1	2.2	1.7	0.026
	평균	0.6	4.1	1.2	1.5	0.014
	최소	0.5	2.6	0.6	1.2	0.005
2	최대	0.8	4.1	3.8	1.6	0.015
	평균	0.6	3.2	1.4	1.4	0.010
	최소	0.4	2.1	0.8	1.2	0.005
3	최대	1.0	5.0	2.2	4.5	0.020
	평균	0.6	3.6	1.5	1.8	0.013
	최소	0.4	2.7	0.9	1.3	0.004
4	최대	1.0	3.8	2.5	1.8	0.024
	평균	0.7	3.4	1.4	1.4	0.013
	최소	0.5	3.0	0.4	1.2	0.003
5	최대	1.1	3.8	6.5	1.5	0.022
	평균	0.7	3.3	1.9	1.4	0.008
	최소	0.5	2.7	0.5	1.1	0.000
6	최대	1.1	4.2	6.5	1.9	0.014
	평균	0.8	3.5	2.1	1.5	0.007
	최소	0.6	2.8	0.9	1.3	0.000
7	최대	1.5	5.7	12.1	2.1	0.034
	평균	0.9	4.4	5.8	1.7	0.020
	최소	0.6	3.4	1.0	1.3	0.006
8	최대	1.4	5.5	6.2	2.2	0.054
	평균	0.8	4.5	3.8	1.9	0.021
	최소	0.5	3.6	0.8	1.5	0.011
9	최대	1.8	5.6	8.6	2.0	0.028
	평균	0.9	4.6	3.2	1.6	0.020
	최소	0.4	3.8	1.3	1.1	0.011
10	최대	1.1	7.0	3.5	1.8	0.083
	평균	0.8	5.1	2.2	1.6	0.040
	최소	0.5	3.8	0.9	1.4	0.017
11	최대	1.2	5.5	4.3	2.0	0.017
	평균	0.8	4.4	2.1	1.6	0.014
	최소	0.4	3.8	1.1	1.4	0.011
12	최대	1.2	4.9	2.9	1.6	0.022
	평균	0.9	4.4	1.9	1.5	0.013
	최소	0.7	3.7	0.9	1.4	0.007

[표 2-55] 2단계 갑천A지점의 수질분석결과(2016년~2017년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)
1	최대	3.9	13.9	5.2	9.9	0.132
	평균	2.1	9.1	2.7	8.6	0.093
	최소	1.4	7.0	1.6	7.7	0.053
2	최대	6.5	11.0	15.4	8.7	0.204
	평균	3.4	9.0	5.8	7.8	0.123
	최소	2.2	6.6	2.4	6.4	0.077
3	최대	5.4	11.7	13.4	9.5	0.162
	평균	4.2	9.8	7.9	7.6	0.106
	최소	3.0	7.0	3.0	4.5	0.041
4	최대	4.5	11.6	11.3	8.0	0.199
	평균	3.3	8.9	7.8	5.8	0.116
	최소	1.9	7.3	4.8	3.7	0.063
5	최대	6.3	12.5	14.8	7.6	0.304
	평균	3.8	10.1	8.6	5.8	0.148
	최소	1.9	8.7	4.9	4.2	0.077
6	최대	5.0	13.3	13.4	7.7	0.667
	평균	3.8	10.8	8.5	5.8	0.187
	최소	2.6	9.4	3.8	4.6	0.095
7	최대	8.6	11.2	78.0	5.8	0.266
	평균	3.4	7.8	15.2	4.7	0.107
	최소	1.7	5.8	2.8	3.2	0.049
8	최대	8.3	12.2	52.7	6.6	0.251
	평균	4.6	10.2	15.2	5.1	0.139
	최소	1.6	6.7	5.6	2.8	0.067
9	최대	4.8	11.5	26.3	7.9	0.436
	평균	2.7	9.0	8.2	5.8	0.135
	최소	1.2	6.6	3.2	3.8	0.054
10	최대	3.0	8.8	9.0	8.3	0.151
	평균	1.5	7.1	4.2	6.5	0.104
	최소	0.6	6.2	2.0	4.8	0.066
11	최대	4.4	9.2	9.4	9.8	0.122
	평균	1.9	7.6	4.6	8.1	0.082
	최소	1.2	6.5	1.5	6.9	0.064
12	최대	3.4	9.1	4.0	9.1	0.553
	평균	2.1	8.3	3.0	8.0	0.140
	최소	1.4	7.5	2.4	6.5	0.058

[표 2-56] 2단계 금본G지점의 수질분석결과(2016년~2017년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)
1	최대	1.6	7.2	4.4	7.7	0.070
	평균	1.3	6.4	2.2	5.8	0.055
	최소	1.1	5.5	1.2	3.9	0.038
2	최대	4.5	7.7	11.4	7.6	0.178
	평균	2.2	6.4	4.1	5.2	0.075
	최소	1.4	4.5	1.8	3.9	0.042
3	최대	5.1	9.8	17.8	8.4	0.180
	평균	2.9	7.7	7.0	5.3	0.072
	최소	1.6	5.5	3.2	3.7	0.039
4	최대	4.2	8.7	12.2	6.3	0.108
	평균	2.6	6.8	7.9	3.8	0.067
	최소	1.7	5.7	4.2	2.7	0.038
5	최대	4.3	8.2	13.8	3.5	0.160
	평균	2.1	5.8	7.3	2.6	0.061
	최소	1.1	4.9	3.8	1.8	0.034
6	최대	2.3	7.3	15.6	2.6	0.060
	평균	1.8	5.7	7.5	2.1	0.043
	최소	1.2	4.6	4.8	1.9	0.033
7	최대	6.2	13.3	97.5	3.1	0.323
	평균	2.7	7.7	34.3	2.8	0.119
	최소	1.0	6.0	9.4	2.4	0.046
8	최대	2.5	7.7	25.5	3.6	0.095
	평균	1.9	6.6	15.0	2.9	0.070
	최소	0.9	5.3	9.1	2.1	0.022
9	최대	1.9	7.2	12.6	4.2	0.085
	평균	1.4	5.8	7.0	3.3	0.063
	최소	0.9	4.8	3.2	2.5	0.032
10	최대	2.5	6.9	6.1	4.8	0.154
	평균	1.3	5.5	3.5	3.9	0.079
	최소	0.8	4.8	1.4	2.9	0.045
11	최대	1.4	7.6	6.0	5.1	0.074
	평균	1.2	5.6	3.7	4.1	0.046
	최소	0.7	4.7	1.0	3.4	0.025
12	최대	1.7	6.2	4.6	4.7	0.193
	평균	1.2	5.5	3.2	4.0	0.053
	최소	0.7	4.8	2.6	3.1	0.015

[표 2-57] 2단계 미호C지점의 수질분석결과(2016년~2017년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)
1	최대	3.6	12.9	5.4	8.3	0.196
	평균	2.6	8.4	3.3	7.4	0.085
	최소	1.9	6.2	2.0	5.6	0.038
2	최대	6.3	13.0	11.8	9.1	0.196
	평균	4.3	9.2	6.9	7.9	0.115
	최소	1.4	6.9	3.9	6.7	0.067
3	최대	7.3	11.7	14.0	9.4	0.197
	평균	5.5	10.2	9.8	7.3	0.119
	최소	4.0	8.1	7.2	5.6	0.063
4	최대	8.5	14.5	30.3	6.8	0.232
	평균	6.7	12.0	17.2	5.7	0.140
	최소	4.1	8.7	11.0	4.6	0.068
5	최대	10.0	19.1	40.3	6.1	0.234
	평균	6.2	13.4	21.7	4.6	0.126
	최소	3.3	10.1	13.5	3.5	0.071
6	최대	9.9	16.0	30.0	5.2	0.155
	평균	8.4	15.0	20.8	3.6	0.114
	최소	7.0	12.3	12.8	1.9	0.081
7	최대	6.4	17.9	369.0	3.7	0.625
	평균	4.2	10.7	70.6	3.2	0.227
	최소	1.9	7.3	6.4	2.6	0.100
8	최대	6.9	17.3	219.0	3.6	0.451
	평균	4.8	10.8	46.7	2.9	0.160
	최소	2.7	6.8	12.8	2.2	0.057
9	최대	4.6	9.7	14.0	3.9	0.138
	평균	3.7	8.6	11.4	3.3	0.090
	최소	2.8	6.6	8.8	2.3	0.048
10	최대	3.8	8.2	11.2	5.9	0.146
	평균	2.0	7.1	6.8	4.8	0.109
	최소	1.1	6.1	2.4	3.7	0.091
11	최대	4.8	8.5	13.2	6.8	0.158
	평균	2.2	6.7	5.0	6.1	0.101
	최소	1.4	6.0	1.2	5.2	0.056
12	최대	4.2	8.7	5.6	9.0	0.161
	평균	2.3	7.3	4.2	7.1	0.094
	최소	1.4	6.0	2.4	5.9	0.054

[표 2-58] 2단계 연기지점의 수질분석결과(2016년~2017년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)	Chl-a (㎎/㎥)
1	최대	2.4	10.5	3.8	7.6	0.072	13.0
	평균	1.8	7.6	2.3	6.5	0.057	7.1
	최소	1.4	6.0	1.5	5.0	0.043	2.7
2	최대	4.8	8.9	17.6	7.5	0.164	35.4
	평균	2.7	7.6	7.6	5.7	0.095	16.0
	최소	1.9	6.0	2.0	4.0	0.057	6.2
3	최대	5.8	11.0	14.9	6.8	0.111	76.2
	평균	3.8	8.4	9.7	5.2	0.088	41.0
	최소	2.7	7.3	5.8	4.4	0.075	23.2
4	최대	8.3	11.3	22.0	6.2	0.112	117.5
	평균	4.7	8.9	12.7	4.0	0.085	60.3
	최소	3.1	7.3	6.6	3.3	0.049	19.9
5	최대	5.9	10.4	17.8	4.3	0.096	113.9
	평균	4.0	8.1	13.0	3.2	0.076	59.4
	최소	1.8	5.8	6.9	2.0	0.037	21.5
6	최대	4.0	8.4	14.0	2.6	0.077	77.0
	평균	2.9	7.1	9.6	2.2	0.058	51.1
	최소	2.1	5.9	4.4	2.0	0.039	23.7
7	최대	5.5	13.5	204.0	3.4	0.514	38.9
	평균	2.7	7.6	53.1	2.8	0.158	17.7
	최소	1.1	5.6	12.4	2.3	0.047	6.5
8	최대	5.0	9.1	33.3	2.9	0.155	105.7
	평균	3.2	7.6	20.0	2.6	0.090	62.2
	최소	1.6	5.5	13.8	2.4	0.032	5.8
9	최대	3.6	9.3	16.2	3.8	0.220	99.1
	평균	2.6	7.1	10.8	3.1	0.091	55.9
	최소	1.9	5.6	5.2	2.6	0.036	23.8
10	최대	2.8	6.7	16.2	4.4	0.191	73.6
	평균	1.5	6.0	8.7	3.8	0.106	23.9
	최소	1.1	5.3	4.7	3.0	0.079	7.1
11	최대	2.0	6.4	5.8	5.5	0.074	9.8
	평균	1.2	5.7	3.7	4.8	0.055	7.6
	최소	0.8	5.2	1.9	3.9	0.037	6.0
12	최대	1.8	6.9	3.6	6.0	0.052	10.2
	평균	1.4	6.0	2.9	5.2	0.044	7.4
	최소	1.1	5.1	1.2	4.4	0.028	3.0

[표 2-59] 2단계 금본H지점의 수질분석결과(2016년~2017년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)
1	최대	2.4	10.5	3.8	7.6	0.072
	평균	1.8	7.6	2.3	6.5	0.057
	최소	1.4	6.0	1.5	5.0	0.043
2	최대	4.8	8.9	17.6	7.5	0.164
	평균	2.7	7.6	7.6	5.7	0.095
	최소	1.9	6.0	2.0	4.0	0.057
3	최대	5.8	11.0	14.9	6.8	0.111
	평균	3.8	8.4	9.7	5.2	0.088
	최소	2.7	7.3	5.8	4.4	0.075
4	최대	8.3	11.3	22.0	6.2	0.112
	평균	4.7	8.9	12.7	4.0	0.085
	최소	3.1	7.3	6.6	3.3	0.049
5	최대	5.9	10.4	17.8	4.3	0.096
	평균	4.0	8.1	13.0	3.2	0.076
	최소	1.8	5.8	6.9	2.0	0.037
6	최대	4.0	8.4	14.0	2.6	0.077
	평균	2.9	7.1	9.6	2.2	0.058
	최소	2.1	5.9	4.4	2.0	0.039
7	최대	5.5	13.5	204.0	3.4	0.514
	평균	2.7	7.6	53.1	2.8	0.158
	최소	1.1	5.6	12.4	2.3	0.047
8	최대	5.0	9.1	33.3	2.9	0.155
	평균	3.2	7.6	20.0	2.6	0.090
	최소	1.6	5.5	13.8	2.4	0.032
9	최대	3.6	9.3	16.2	3.8	0.220
	평균	2.6	7.1	10.8	3.1	0.091
	최소	1.9	5.6	5.2	2.6	0.036
10	최대	2.8	6.7	16.2	4.4	0.191
	평균	1.5	6.0	8.7	3.8	0.106
	최소	1.1	5.3	4.7	3.0	0.079
11	최대	2.0	6.4	5.8	5.5	0.074
	평균	1.2	5.7	3.7	4.8	0.055
	최소	0.8	5.2	1.9	3.9	0.037
12	최대	1.8	6.9	3.6	6.0	0.052
	평균	1.4	6.0	2.9	5.2	0.044
	최소	1.1	5.1	1.2	4.4	0.028

[표 2-60] 2단계 공주1지점의 수질분석결과(2016년~2017년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)	Chl-a (㎎/㎥)
1	최대	3.3	7.3	7.0	6.9	0.095	29.0
	평균	2.2	6.2	3.9	5.6	0.067	14.2
	최소	1.3	5.6	2.8	4.6	0.041	4.9
2	최대	4.9	8.2	14.5	8.2	0.125	46.2
	평균	3.2	7.4	7.1	6.3	0.076	22.5
	최소	1.4	6.3	2.4	4.7	0.056	9.1
3	최대	6.0	10.4	15.0	7.6	0.111	103.6
	평균	4.5	8.7	9.8	5.7	0.091	61.9
	최소	3.6	7.5	5.2	4.3	0.065	25.7
4	최대	6.2	11.0	27.7	5.2	0.133	131.0
	평균	5.1	10.0	15.6	4.1	0.101	87.9
	최소	3.1	6.9	9.1	3.1	0.056	40.5
5	최대	5.9	11.3	19.3	3.8	0.130	152.8
	평균	4.3	9.4	13.3	2.6	0.071	86.1
	최소	2.1	7.0	5.0	2.0	0.022	36.7
6	최대	6.6	11.3	21.6	2.6	0.097	189.4
	평균	4.4	9.1	15.9	2.1	0.079	114.1
	최소	2.9	7.7	9.8	1.5	0.061	79.4
7	최대	4.9	16.7	250.0	3.2	0.562	85.9
	평균	3.3	9.5	59.8	2.7	0.196	38.6
	최소	1.4	5.6	8.4	2.1	0.042	10.5
8	최대	4.0	9.9	41.0	2.8	0.135	131.9
	평균	3.0	7.9	19.3	2.3	0.085	72.8
	최소	0.8	4.8	8.7	1.9	0.028	7.0
9	최대	4.8	9.8	18.2	3.2	0.135	138.1
	평균	4.0	8.3	13.9	2.7	0.098	100.5
	최소	3.2	6.9	7.3	2.3	0.055	43.4
10	최대	4.7	9.6	18.6	4.3	0.180	133.8
	평균	3.0	7.4	11.1	3.5	0.109	74.1
	최소	1.9	6.2	7.3	2.3	0.080	13.9
11	최대	1.8	6.6	6.9	5.3	0.081	27.6
	평균	1.3	5.8	3.9	4.5	0.056	14.6
	최소	0.9	4.9	2.1	3.7	0.039	3.7
12	최대	4.8	6.8	5.5	5.8	0.131	63.2
	평균	1.8	6.1	3.7	4.8	0.052	16.0
	최소	1.1	5.3	2.2	2.8	0.028	2.4

[표 2-61] 2단계 곰나루지점의 수질분석결과(2016년~2017년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)	Chl-a (㎎/㎥)
1	최대	3.5	7.6	6.3	7.0	0.070	51.0
	평균	2.4	6.4	4.0	5.7	0.053	27.7
	최소	1.1	5.6	2.6	4.6	0.038	5.7
2	최대	4.9	8.2	15.6	7.7	0.095	63.6
	평균	2.8	6.8	6.7	5.8	0.065	24.4
	최소	1.8	5.6	2.6	4.5	0.050	9.2
3	최대	7.1	10.0	13.1	7.6	0.086	92.7
	평균	4.4	8.2	9.4	5.5	0.065	56.5
	최소	2.4	6.4	5.2	4.0	0.044	25.9
4	최대	5.8	10.8	14.0	4.9	0.127	108.3
	평균	4.9	9.2	11.9	3.9	0.087	58.0
	최소	3.9	7.6	10.0	3.2	0.061	26.7
5	최대	5.9	10.3	23.7	3.8	0.104	120.8
	평균	4.8	8.6	13.5	2.8	0.088	60.1
	최소	3.4	7.2	6.5	2.4	0.070	16.8
6	최대	5.4	10.1	25.9	2.6	0.114	112.7
	평균	4.5	8.4	15.4	2.1	0.088	83.1
	최소	3.1	7.1	8.0	2.0	0.073	34.0
7	최대	4.5	11.3	151.3	3.8	0.369	64.7
	평균	2.5	8.5	38.7	2.9	0.175	24.5
	최소	1.0	5.8	13.4	2.3	0.079	4.9
8	최대	4.0	12.1	45.2	3.2	0.238	94.1
	평균	2.7	8.2	21.1	2.7	0.139	36.5
	최소	1.0	5.2	8.3	2.2	0.094	3.5
9	최대	4.7	11.6	26.5	3.4	0.145	145.5
	평균	3.8	8.9	19.8	2.8	0.109	101.0
	최소	2.6	6.6	12.6	2.3	0.071	47.6
10	최대	2.8	8.4	11.9	4.0	0.141	75.1
	평균	2.4	7.4	11.3	3.2	0.094	56.6
	최소	1.9	6.4	10.8	2.5	0.073	12.5
11	최대	2.3	7.8	6.6	4.7	0.081	55.0
	평균	1.7	7.2	5.3	4.2	0.067	28.3
	최소	1.2	6.7	3.9	3.3	0.059	16.1
12	최대	3.1	7.4	7.1	5.8	0.099	15.8
	평균	1.7	6.0	4.0	4.8	0.051	10.0
	최소	1.3	4.9	2.6	3.4	0.035	5.3

[표 2-62] 2단계 금본I지점의 수질분석결과(2016년~2017년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)
1	최대	3.9	7.4	7.4	6.7	0.051
	평균	2.8	6.5	4.7	5.7	0.047
	최소	1.8	4.6	3.2	4.9	0.042
2	최대	5.2	8.4	11.0	6.5	0.101
	평균	2.7	7.1	7.1	5.4	0.070
	최소	1.2	5.9	2.8	4.6	0.048
3	최대	6.0	10.1	17.0	6.3	0.114
	평균	4.7	9.0	13.3	4.9	0.076
	최소	3.5	6.8	10.3	4.0	0.049
4	최대	4.8	9.6	15.7	5.6	0.091
	평균	4.3	8.7	11.1	3.8	0.073
	최소	3.0	7.0	8.8	2.5	0.043
5	최대	5.6	11.0	17.2	3.8	0.105
	평균	4.4	8.7	12.9	2.6	0.068
	최소	3.6	7.9	5.8	2.0	0.038
6	최대	6.4	10.4	17.1	2.3	0.085
	평균	4.7	8.6	10.7	1.8	0.053
	최소	4.0	7.5	5.6	1.5	0.033
7	최대	5.6	21.0	84.3	3.4	0.640
	평균	3.1	9.2	34.0	2.7	0.196
	최소	1.4	5.2	14.4	2.3	0.056
8	최대	3.3	10.4	50.8	2.6	0.154
	평균	2.7	8.1	29.7	2.1	0.096
	최소	1.7	5.5	6.4	1.6	0.043
9	최대	5.0	10.0	23.3	3.1	0.162
	평균	3.4	8.0	14.9	2.4	0.093
	최소	2.3	6.3	7.0	1.9	0.045
10	최대	4.2	8.4	22.7	3.7	0.182
	평균	3.0	7.2	13.4	3.0	0.104
	최소	1.8	6.7	6.6	2.1	0.050
11	최대	3.1	7.0	18.2	4.9	0.081
	평균	1.9	6.1	8.2	4.1	0.060
	최소	0.7	4.4	3.8	3.5	0.047
12	최대	2.1	7.0	7.8	5.4	0.044
	평균	1.6	6.0	5.6	4.7	0.038
	최소	1.2	5.1	4.3	4.1	0.031

[표 2-63] 2단계 목면지점의 수질분석결과(2016년~2017년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)	Chl-a (㎎/㎥)
1	최대	3.9	7.4	7.4	6.7	0.051	47.2
	평균	2.8	6.5	4.7	5.7	0.047	33.8
	최소	1.8	4.6	3.2	4.9	0.042	21.4
2	최대	5.2	8.4	11.0	6.5	0.101	72.3
	평균	2.7	7.1	7.1	5.4	0.070	26.8
	최소	1.2	5.9	2.8	4.6	0.048	3.9
3	최대	6.0	10.1	17.0	6.3	0.114	102.0
	평균	4.7	9.0	13.3	4.9	0.076	71.6
	최소	3.5	6.8	10.3	4.0	0.049	43.7
4	최대	4.8	9.6	15.7	5.6	0.091	81.3
	평균	4.3	8.7	11.1	3.8	0.073	53.5
	최소	3.0	7.0	8.8	2.5	0.043	35.1
5	최대	5.6	11.0	17.2	3.8	0.105	104.7
	평균	4.4	8.7	12.9	2.6	0.068	74.4
	최소	3.6	7.9	5.8	2.0	0.038	24.4
6	최대	6.4	10.4	17.1	2.3	0.085	120.5
	평균	4.7	8.6	10.7	1.8	0.053	72.7
	최소	4.0	7.5	5.6	1.5	0.033	29.8
7	최대	5.6	21.0	84.3	3.4	0.640	67.0
	평균	3.1	9.2	34.0	2.7	0.196	29.6
	최소	1.4	5.2	14.4	2.3	0.056	7.6
8	최대	3.3	10.4	50.8	2.6	0.154	113.9
	평균	2.7	8.1	29.7	2.1	0.096	48.5
	최소	1.7	5.5	6.4	1.6	0.043	5.2
9	최대	5.0	10.0	23.3	3.1	0.162	143.5
	평균	3.4	8.0	14.9	2.4	0.093	92.2
	최소	2.3	6.3	7.0	1.9	0.045	48.5
10	최대	4.2	8.4	22.7	3.7	0.182	106.2
	평균	3.0	7.2	13.4	3.0	0.104	71.9
	최소	1.8	6.7	6.6	2.1	0.050	50.8
11	최대	3.1	7.0	18.2	4.9	0.081	71.9
	평균	1.9	6.1	8.2	4.1	0.060	41.4
	최소	0.7	4.4	3.8	3.5	0.047	8.1
12	최대	2.1	7.0	7.8	5.4	0.044	39.9
	평균	1.6	6.0	5.6	4.7	0.038	23.8
	최소	1.2	5.1	4.3	4.1	0.031	9.7

[표 2-64] 2단계 공주2지점의 수질분석결과(2016년~2017년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)	Chl-a (㎎/㎥)
1	최대	4.0	7.0	12.6	5.8	0.063	61.1
	평균	2.8	6.6	7.1	4.9	0.047	34.5
	최소	1.6	5.9	2.6	3.8	0.029	14.6
2	최대	4.9	7.9	11.6	6.8	0.066	55.3
	평균	3.1	7.2	7.2	5.5	0.051	32.0
	최소	1.5	6.6	3.2	4.4	0.043	13.0
3	최대	5.7	9.8	20.7	6.8	0.080	99.3
	평균	4.9	8.5	13.1	5.0	0.062	64.1
	최소	3.8	7.6	6.7	4.2	0.044	38.6
4	최대	7.4	9.8	18.7	4.6	0.093	79.7
	평균	4.2	8.2	11.8	3.6	0.063	41.3
	최소	2.7	7.4	5.1	3.0	0.044	15.8
5	최대	6.8	9.7	29.5	3.1	0.094	105.8
	평균	4.4	8.3	17.1	2.6	0.077	55.1
	최소	3.0	6.8	6.1	2.3	0.060	17.2
6	최대	7.1	9.6	43.9	2.0	0.098	74.5
	평균	3.4	7.8	17.2	1.9	0.080	36.2
	최소	1.4	6.4	6.1	1.7	0.060	11.1
7	최대	3.3	13.9	194.6	3.4	0.484	50.4
	평균	2.2	8.4	44.4	2.7	0.185	26.3
	최소	1.2	5.4	8.4	2.2	0.085	4.4
8	최대	5.6	13.6	55.9	2.8	0.283	80.3
	평균	2.7	8.6	25.5	2.5	0.152	38.9
	최소	1.2	5.6	8.5	1.6	0.098	5.4
9	최대	4.7	11.3	25.6	3.0	0.139	118.1
	평균	3.0	8.4	18.3	2.4	0.101	77.9
	최소	2.1	6.2	8.2	2.1	0.059	37.2
10	최대	2.8	8.2	16.6	3.1	0.097	63.5
	평균	2.3	7.6	14.8	2.9	0.079	50.7
	최소	1.9	6.9	10.7	2.7	0.064	33.0
11	최대	3.2	8.4	12.6	4.2	0.078	95.8
	평균	2.5	7.5	9.8	3.7	0.062	65.4
	최소	1.1	6.6	5.7	3.4	0.052	34.3
12	최대	5.9	8.7	84.4	5.8	0.092	132.1
	평균	2.3	6.2	14.9	4.9	0.052	46.8
	최소	1.1	5.1	2.2	4.3	0.036	4.9

[표 2-65] 2단계 금본J지점의 수질분석결과(2016년~2017년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)
1	최대	4.1	8.8	11.5	6.1	0.067
	평균	2.9	6.9	8.0	4.9	0.048
	최소	0.7	3.3	1.3	3.2	0.019
2	최대	4.3	8.4	12.0	5.7	0.103
	평균	3.1	7.0	8.5	5.1	0.063
	최소	0.8	3.8	1.7	4.2	0.040
3	최대	5.0	8.7	13.7	6.1	0.087
	평균	4.0	8.4	10.0	4.7	0.068
	최소	3.0	7.9	3.4	3.7	0.038
4	최대	5.4	9.9	18.0	5.3	0.098
	평균	4.2	8.7	11.1	3.7	0.064
	최소	3.1	7.6	5.2	2.6	0.033
5	최대	5.0	8.8	21.5	3.4	0.163
	평균	3.9	8.0	15.6	2.5	0.085
	최소	2.7	6.3	10.0	2.1	0.060
6	최대	4.5	8.6	14.5	2.4	0.094
	평균	3.7	7.8	11.4	1.7	0.063
	최소	2.9	6.9	8.8	1.2	0.044
7	최대	3.8	13.0	92.0	3.1	0.313
	평균	2.7	7.7	32.5	2.6	0.118
	최소	1.5	5.8	10.8	1.9	0.055
8	최대	4.4	11.9	44.3	2.7	0.172
	평균	3.1	8.5	25.6	2.1	0.094
	최소	2.0	6.1	12.2	1.6	0.054
9	최대	3.4	10.3	23.8	2.6	0.156
	평균	3.1	7.5	15.0	2.2	0.079
	최소	2.2	5.8	5.3	1.9	0.030
10	최대	3.8	7.5	22.8	3.2	0.166
	평균	2.8	7.1	14.1	2.7	0.098
	최소	1.6	5.9	9.2	2.0	0.047
11	최대	3.7	9.1	17.0	4.8	0.069
	평균	2.9	7.2	11.1	3.9	0.054
	최소	2.0	5.6	4.1	3.3	0.028
12	최대	2.8	7.6	11.2	4.9	0.054
	평균	2.2	6.7	7.8	4.4	0.039
	최소	1.5	5.2	1.2	3.7	0.028

[표 2-66] 2단계 정동지점의 수질분석결과(2016년~2017년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)	Chl-a (㎎/㎥)
1	최대	4.1	8.8	11.5	6.1	0.067	73.1
	평균	2.9	6.9	8.0	4.9	0.048	49.3
	최소	0.7	3.3	1.3	3.2	0.019	4.2
2	최대	4.3	8.4	12.0	5.7	0.103	58.7
	평균	3.1	7.0	8.5	5.1	0.063	32.9
	최소	0.8	3.8	1.7	4.2	0.040	5.2
3	최대	5.0	8.7	13.7	6.1	0.087	77.4
	평균	4.0	8.4	10.0	4.7	0.068	53.6
	최소	3.0	7.9	3.4	3.7	0.038	38.5
4	최대	5.4	9.9	18.0	5.3	0.098	111.7
	평균	4.2	8.7	11.1	3.7	0.064	60.4
	최소	3.1	7.6	5.2	2.6	0.033	16.1
5	최대	5.0	8.8	21.5	3.4	0.163	77.6
	평균	3.9	8.0	15.6	2.5	0.085	55.4
	최소	2.7	6.3	10.0	2.1	0.060	21.5
6	최대	4.5	8.6	14.5	2.4	0.094	69.6
	평균	3.7	7.8	11.4	1.7	0.063	39.8
	최소	2.9	6.9	8.8	1.2	0.044	14.8
7	최대	3.8	13.0	92.0	3.1	0.313	44.4
	평균	2.7	7.7	32.5	2.6	0.118	30.3
	최소	1.5	5.8	10.8	1.9	0.055	10.3
8	최대	4.4	11.9	44.3	2.7	0.172	92.6
	평균	3.1	8.5	25.6	2.1	0.094	42.7
	최소	2.0	6.1	12.2	1.6	0.054	6.0
9	최대	3.4	10.3	23.8	2.6	0.156	147.4
	평균	3.1	7.5	15.0	2.2	0.079	73.6
	최소	2.2	5.8	5.3	1.9	0.030	40.4
10	최대	3.8	7.5	22.8	3.2	0.166	86.9
	평균	2.8	7.1	14.1	2.7	0.098	58.6
	최소	1.6	5.9	9.2	2.0	0.047	24.5
11	최대	3.7	9.1	17.0	4.8	0.069	109.3
	평균	2.9	7.2	11.1	3.9	0.054	64.4
	최소	2.0	5.6	4.1	3.3	0.028	34.8
12	최대	2.8	7.6	11.2	4.9	0.054	80.6
	평균	2.2	6.7	7.8	4.4	0.039	48.0
	최소	1.5	5.2	1.2	3.7	0.028	12.6

[표 2-67] 2단계 부여1지점의 수질분석결과(2016년~2017년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)	Chl-a (㎎/㎥)
1	최대	3.6	7.3	12.0	5.4	0.058	63.8
	평균	2.9	6.5	8.6	4.5	0.047	40.5
	최소	1.3	5.3	4.9	3.4	0.028	11.6
2	최대	4.6	8.0	18.7	6.6	0.068	55.6
	평균	2.9	6.5	10.6	4.9	0.055	27.8
	최소	1.9	5.2	4.4	3.8	0.038	14.4
3	최대	5.8	8.8	13.9	5.9	0.070	84.8
	평균	4.3	8.0	11.7	4.7	0.058	55.4
	최소	3.6	6.9	7.8	3.8	0.029	24.0
4	최대	6.0	10.3	16.0	4.9	0.094	98.4
	평균	3.9	8.2	10.4	3.6	0.064	48.1
	최소	1.9	7.3	5.6	2.6	0.048	9.1
5	최대	4.9	8.7	16.0	2.9	0.089	64.5
	평균	3.6	7.7	10.8	2.6	0.077	36.8
	최소	2.4	6.2	7.2	2.2	0.066	9.0
6	최대	4.2	10.5	14.2	2.0	0.098	47.4
	평균	2.8	7.5	10.7	1.9	0.081	30.6
	최소	1.8	6.2	8.1	1.7	0.073	14.6
7	최대	2.9	16.6	323.4	3.5	0.490	33.4
	평균	2.1	8.7	67.0	2.6	0.186	22.7
	최소	1.1	5.0	9.9	1.9	0.068	5.2
8	최대	3.7	11.3	48.8	3.2	0.177	82.2
	평균	2.3	8.1	23.2	2.5	0.129	32.5
	최소	1.1	5.7	9.8	1.5	0.090	5.5
9	최대	3.6	10.4	19.8	2.7	0.134	120.8
	평균	2.6	8.1	14.3	2.4	0.091	70.9
	최소	1.4	6.0	9.9	2.1	0.068	32.4
10	최대	3.0	8.7	20.3	2.9	0.098	96.9
	평균	2.3	7.6	14.2	2.6	0.079	60.3
	최소	1.7	6.4	7.6	2.3	0.061	21.4
11	최대	2.8	8.0	12.0	4.6	0.090	60.8
	평균	2.2	6.5	9.3	3.8	0.065	43.1
	최소	1.0	5.3	5.9	3.1	0.050	24.9
12	최대	3.6	7.2	11.4	5.4	0.056	77.1
	평균	2.2	6.2	7.2	4.5	0.044	37.9
	최소	1.6	5.1	3.4	4.0	0.039	15.5

[표 2-68] 2단계 부여2지점의 수질분석결과(2016년~2017년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)	Chl-a (㎎/㎥)
1	최대	3.8	8.2	13.5	5.6	0.061	71.9
	평균	3.1	7.2	9.0	4.6	0.048	43.4
	최소	1.9	6.4	4.4	3.7	0.031	17.6
2	최대	4.1	7.8	15.5	6.2	0.067	41.3
	평균	2.8	6.6	8.7	5.3	0.048	26.1
	최소	1.7	5.8	3.1	4.1	0.020	7.1
3	최대	4.7	8.4	19.6	5.9	0.081	66.3
	평균	3.8	7.9	12.9	4.9	0.057	53.9
	최소	3.2	7.4	10.7	3.8	0.039	37.0
4	최대	5.2	9.5	26.6	4.4	0.091	83.4
	평균	3.6	7.9	13.7	3.5	0.066	40.1
	최소	1.9	6.5	6.2	2.6	0.035	10.3
5	최대	4.6	8.7	15.6	2.9	0.095	59.7
	평균	3.3	7.6	11.4	2.5	0.071	33.8
	최소	1.9	5.7	8.6	2.3	0.048	12.0
6	최대	6.3	8.5	16.8	2.3	0.112	53.7
	평균	3.1	7.6	13.2	1.9	0.083	31.8
	최소	1.9	5.4	8.4	1.6	0.059	15.7
7	최대	3.4	8.3	74.6	3.2	0.272	47.8
	평균	2.2	7.3	27.5	2.6	0.139	25.6
	최소	1.3	5.6	8.8	1.9	0.085	5.7
8	최대	7.6	17.6	58.5	3.0	0.237	133.8
	평균	3.2	9.2	25.7	2.5	0.156	45.4
	최소	1.1	5.0	14.0	1.8	0.103	8.4
9	최대	4.0	10.2	23.3	2.7	0.130	103.3
	평균	2.7	8.4	16.9	2.3	0.101	60.8
	최소	1.5	6.0	11.8	1.9	0.074	12.9
10	최대	3.2	9.1	23.9	2.9	0.109	88.5
	평균	2.9	8.5	18.5	2.5	0.101	55.2
	최소	2.2	7.6	15.9	2.3	0.094	26.2
11	최대	3.0	7.5	15.0	3.8	0.090	40.7
	평균	2.4	7.4	12.8	3.4	0.070	34.1
	최소	1.5	7.4	9.5	2.9	0.051	26.5
12	최대	4.1	7.6	12.4	6.1	0.055	79.8
	평균	2.7	6.8	9.0	4.6	0.048	50.2
	최소	1.5	5.8	5.7	3.9	0.036	27.9

[표 2-69] 2단계 성동지점의 수질분석결과(2016년~2017년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)	Chl-a (㎎/㎥)
1	최대	4.6	8.5	13.0	5.3	0.122	95.4
	평균	3.1	7.0	9.3	4.4	0.067	47.8
	최소	2.0	5.5	5.7	4.0	0.035	11.7
2	최대	4.1	8.8	17.5	5.7	0.126	38.2
	평균	2.9	6.6	9.7	4.9	0.084	26.2
	최소	1.8	5.4	4.3	4.2	0.040	11.6
3	최대	5.1	9.1	22.5	5.9	0.092	76.3
	평균	4.3	8.2	14.7	4.7	0.074	59.2
	최소	3.4	7.4	10.7	3.4	0.049	41.9
4	최대	6.6	10.2	17.9	4.2	0.087	96.2
	평균	4.1	8.3	12.2	3.4	0.065	37.6
	최소	2.2	6.9	6.0	2.5	0.040	8.7
5	최대	7.7	14.1	31.9	4.2	0.147	59.6
	평균	4.8	9.3	15.4	2.9	0.096	34.9
	최소	3.9	5.8	8.9	2.3	0.064	18.8
6	최대	7.3	9.8	17.5	2.3	0.102	43.8
	평균	3.5	8.4	11.6	2.0	0.077	30.7
	최소	1.7	6.2	6.6	1.7	0.054	14.5
7	최대	4.3	11.9	176.1	3.2	0.516	65.3
	평균	3.1	9.6	71.0	2.6	0.219	37.8
	최소	1.8	7.3	22.4	2.2	0.088	16.4
8	최대	8.2	18.4	114.8	3.1	0.251	159.6
	평균	3.3	10.0	41.8	2.5	0.159	52.2
	최소	1.1	5.8	11.5	1.6	0.098	6.6
9	최대	3.4	11.3	30.8	2.8	0.173	67.9
	평균	2.8	8.6	19.3	2.3	0.113	46.6
	최소	2.3	6.2	12.3	2.0	0.068	26.7
10	최대	4.4	9.5	26.3	2.5	0.131	80.7
	평균	2.9	8.8	20.3	2.2	0.110	48.6
	최소	2.1	7.8	13.4	1.9	0.085	25.6
11	최대	3.1	7.6	25.3	4.5	0.105	72.4
	평균	2.6	7.1	13.6	3.5	0.076	43.8
	최소	1.9	6.4	9.3	2.9	0.050	26.2
12	최대	4.0	8.8	35.2	4.7	0.130	71.1
	평균	3.3	7.3	14.9	4.1	0.092	53.0
	최소	2.8	6.5	7.6	3.4	0.039	38.6

[표 2-70] 2단계 논산A지점의 수질분석결과(2016년~2017년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)
1	최대	2.4	6.0	8.6	5.6	0.163
	평균	1.6	4.9	6.8	5.2	0.120
	최소	1.1	3.6	3.6	4.6	0.043
2	최대	3.9	9.0	19.3	7.4	0.241
	평균	2.2	5.9	10.7	5.1	0.158
	최소	1.3	4.7	4.0	3.0	0.070
3	최대	6.0	11.9	52.5	6.1	0.216
	평균	3.6	8.1	17.8	4.4	0.109
	최소	1.4	4.4	7.4	2.9	0.049
4	최대	5.1	11.0	27.5	6.9	0.131
	평균	3.7	8.1	17.4	3.6	0.094
	최소	2.0	6.1	9.0	2.2	0.037
5	최대	8.7	13.8	46.0	3.6	0.169
	평균	5.4	11.0	29.2	3.0	0.137
	최소	3.5	9.1	15.3	2.3	0.074
6	최대	7.5	17.0	88.0	3.7	0.242
	평균	5.0	13.1	33.2	2.7	0.122
	최소	2.5	8.8	19.3	1.7	0.071
7	최대	4.1	10.4	50.0	3.0	0.263
	평균	2.9	7.5	26.3	2.5	0.124
	최소	1.7	5.3	13.0	2.2	0.060
8	최대	4.5	12.4	190.7	2.4	0.405
	평균	3.3	9.4	43.0	1.9	0.159
	최소	1.6	5.8	19.7	1.6	0.096
9	최대	4.1	10.5	19.5	2.5	0.387
	평균	3.0	7.6	14.1	2.0	0.139
	최소	1.8	3.6	10.3	1.5	0.040
10	최대	5.3	8.6	20.3	4.6	0.311
	평균	2.8	7.2	13.6	3.1	0.142
	최소	1.0	6.3	8.6	2.1	0.074
11	최대	5.4	8.8	18.7	5.4	0.166
	평균	3.2	6.9	11.2	4.4	0.112
	최소	1.6	5.1	6.8	3.6	0.081
12	최대	4.3	12.2	16.3	5.8	0.271
	평균	2.4	6.8	9.8	5.1	0.142
	최소	1.0	3.8	7.0	4.1	0.092

[표 2-71] 2단계 강경지점의 수질분석결과(2016년~2017년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)	Chl-a (㎎/㎥)
1	최대	3.8	8.8	18.2	5.5	0.101	89.4
	평균	3.3	7.5	11.5	4.7	0.072	58.7
	최소	2.4	5.8	4.7	4.0	0.043	37.2
2	최대	4.8	9.0	27.0	5.5	0.127	53.8
	평균	3.1	7.2	12.7	5.0	0.079	33.6
	최소	2.1	5.5	5.2	4.5	0.064	19.1
3	최대	4.5	9.6	14.6	5.5	0.089	85.8
	평균	3.7	8.4	10.7	4.6	0.067	54.3
	최소	2.7	7.4	6.9	3.6	0.036	17.0
4	최대	4.6	8.7	17.4	4.8	0.084	71.5
	평균	3.6	8.0	12.5	3.5	0.063	45.3
	최소	2.9	7.2	8.2	2.4	0.042	26.6
5	최대	4.3	9.9	36.3	3.3	0.117	41.1
	평균	3.5	8.7	19.7	2.8	0.099	32.4
	최소	2.8	8.1	11.3	2.3	0.077	21.8
6	최대	5.4	11.5	25.7	3.2	0.104	41.3
	평균	3.3	9.0	15.8	2.0	0.077	31.2
	최소	2.0	6.5	12.0	1.5	0.052	19.2
7	최대	4.1	11.5	45.3	3.7	0.284	66.2
	평균	3.0	7.3	23.8	2.7	0.126	36.1
	최소	2.1	5.3	7.8	2.0	0.059	10.5
8	최대	3.2	9.1	91.5	2.4	0.120	36.8
	평균	2.1	7.5	30.6	1.9	0.102	21.2
	최소	1.2	5.7	13.1	1.4	0.082	5.9
9	최대	3.7	8.7	23.2	2.5	0.250	83.5
	평균	2.8	6.9	14.1	2.0	0.099	45.2
	최소	1.9	3.7	9.0	1.7	0.033	19.1
10	최대	3.5	7.9	23.0	2.9	0.202	72.0
	평균	2.2	6.8	17.1	2.5	0.112	39.1
	최소	1.1	5.6	8.5	1.9	0.050	17.3
11	최대	2.8	6.7	15.3	4.5	0.078	59.9
	평균	2.2	6.2	10.4	3.6	0.064	39.5
	최소	1.6	5.5	6.5	3.2	0.056	24.2
12	최대	3.3	7.3	12.8	4.6	0.060	68.9
	평균	2.8	6.6	10.9	4.0	0.049	56.5
	최소	2.4	5.7	7.3	3.5	0.043	35.4

[표 2-72] 2단계 금본K지점의 수질분석결과(2016년~2017년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)
1	최대	3.8	8.8	18.2	5.5	0.101
	평균	3.3	7.5	11.5	4.7	0.072
	최소	2.4	5.8	4.7	4.0	0.043
2	최대	4.8	9.0	27.0	5.5	0.127
	평균	3.1	7.2	12.7	5.0	0.079
	최소	2.1	5.5	5.2	4.5	0.064
3	최대	4.5	9.6	14.6	5.5	0.089
	평균	3.7	8.4	10.7	4.6	0.067
	최소	2.7	7.4	6.9	3.6	0.036
4	최대	4.6	8.7	17.4	4.8	0.084
	평균	3.6	8.0	12.5	3.5	0.063
	최소	2.9	7.2	8.2	2.4	0.042
5	최대	4.3	9.9	36.3	3.3	0.117
	평균	3.5	8.7	19.7	2.8	0.099
	최소	2.8	8.1	11.3	2.3	0.077
6	최대	5.4	11.5	25.7	3.2	0.104
	평균	3.3	9.0	15.8	2.0	0.077
	최소	2.0	6.5	12.0	1.5	0.052
7	최대	4.1	11.5	45.3	3.7	0.284
	평균	3.0	7.3	23.8	2.7	0.126
	최소	2.1	5.3	7.8	2.0	0.059
8	최대	3.2	9.1	91.5	2.4	0.120
	평균	2.1	7.5	30.6	1.9	0.102
	최소	1.2	5.7	13.1	1.4	0.082
9	최대	3.7	8.7	23.2	2.5	0.250
	평균	2.8	6.9	14.1	2.0	0.099
	최소	1.9	3.7	9.0	1.7	0.033
10	최대	3.5	7.9	23.0	2.9	0.202
	평균	2.2	6.8	17.1	2.5	0.112
	최소	1.1	5.6	8.5	1.9	0.050
11	최대	2.8	6.7	15.3	4.5	0.078
	평균	2.2	6.2	10.4	3.6	0.064
	최소	1.6	5.5	6.5	3.2	0.056
12	최대	3.3	7.3	12.8	4.6	0.060
	평균	2.8	6.6	10.9	4.0	0.049
	최소	2.4	5.7	7.3	3.5	0.043

[표 2-73] 2단계 양화-1지점의 수질분석결과(2016년~2017년)

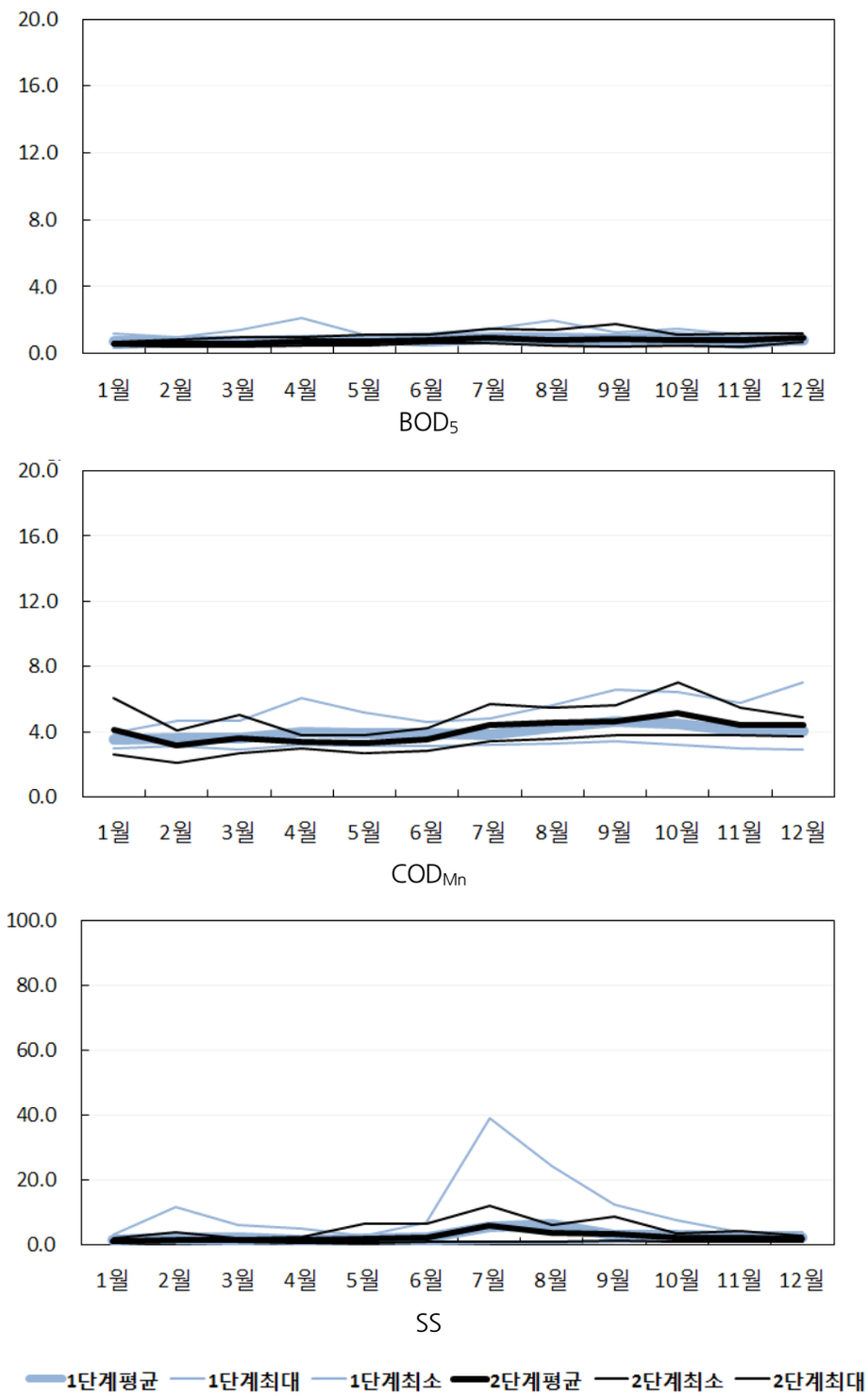
월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)	Chl-a (㎎/㎥)
1	최대	4.1	9.0	14.7	4.5	0.076	110.3
	평균	3.7	7.9	10.7	4.1	0.059	74.9
	최소	3.2	6.5	7.4	3.8	0.046	42.8
2	최대	6.8	9.0	16.7	5.4	0.119	93.6
	평균	4.2	8.0	12.0	4.7	0.064	66.0
	최소	2.6	6.9	6.7	4.2	0.046	33.9
3	최대	6.0	10.0	16.5	5.9	0.069	90.4
	평균	4.6	8.7	13.0	4.6	0.058	70.8
	최소	3.5	7.2	8.2	3.8	0.038	41.6
4	최대	5.2	12.3	20.9	4.4	0.099	55.2
	평균	3.7	8.4	9.1	3.5	0.055	29.4
	최소	1.8	6.7	5.6	3.0	0.033	4.6
5	최대	5.2	10.8	16.8	2.9	0.092	89.9
	평균	3.5	9.0	11.0	2.4	0.065	40.8
	최소	1.6	7.7	5.6	1.8	0.048	8.5
6	최대	8.9	23.2	43.7	2.7	0.176	180.0
	평균	4.1	12.5	15.5	2.3	0.079	62.0
	최소	1.7	8.1	4.9	1.7	0.053	19.7
7	최대	3.8	9.3	68.7	3.2	0.257	73.0
	평균	2.6	8.1	33.5	2.6	0.139	39.4
	최소	1.9	6.3	14.6	1.9	0.075	8.4
8	최대	5.7	22.1	41.8	3.1	0.178	178.2
	평균	3.0	9.6	20.3	2.5	0.131	51.8
	최소	1.0	5.1	10.4	1.5	0.091	10.3
9	최대	3.4	12.8	39.3	2.4	0.185	57.8
	평균	2.3	8.6	19.2	2.1	0.114	32.5
	최소	1.2	5.8	9.8	1.5	0.072	8.6
10	최대	2.3	8.4	46.3	2.6	0.184	45.0
	평균	2.0	7.6	28.8	2.4	0.123	28.9
	최소	1.6	6.4	15.8	2.0	0.082	9.9
11	최대	2.9	8.0	47.4	3.8	0.138	55.7
	평균	2.7	7.1	17.4	3.0	0.091	40.4
	최소	2.1	6.3	9.4	2.2	0.046	28.6
12	최대	4.5	8.4	14.3	4.6	0.070	90.4
	평균	3.5	7.2	10.5	4.0	0.053	49.9
	최소	2.4	5.8	4.6	3.5	0.039	20.7

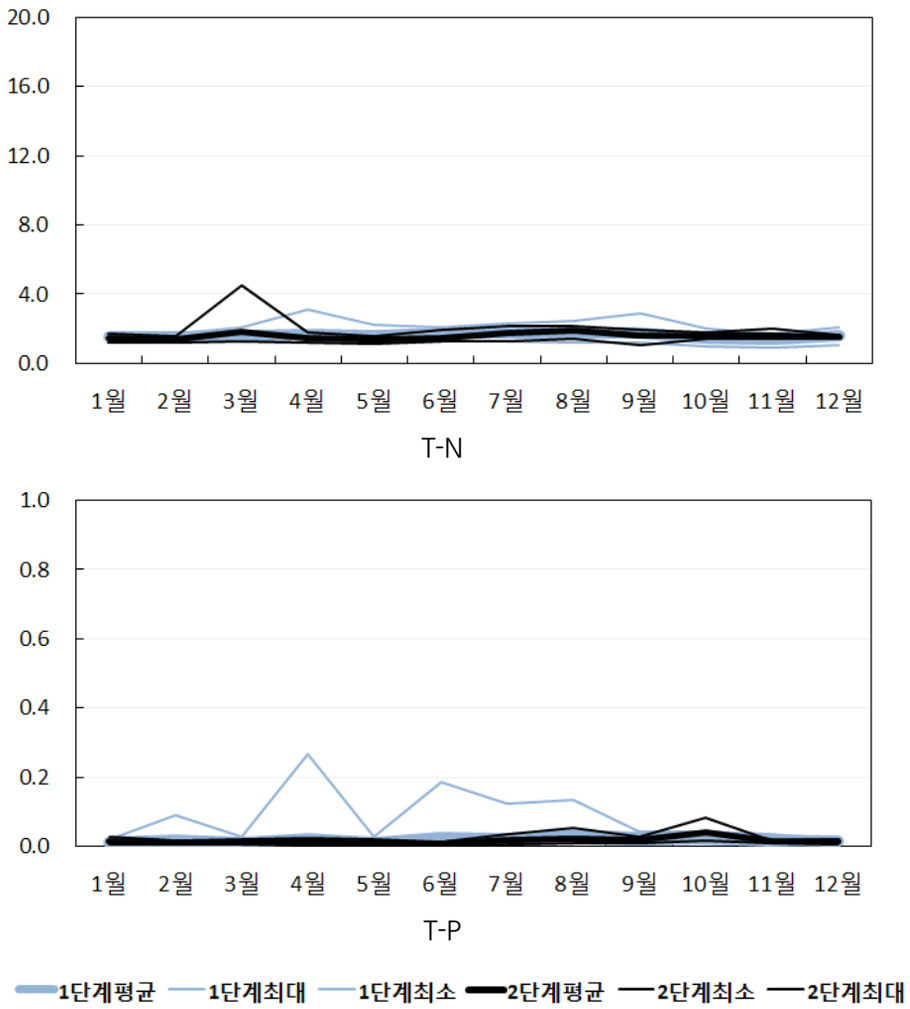
[표 2-74] 2단계 금본L지점의 수질분석결과(2016년~2017년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	SS (㎎/ℓ)	T-N (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)
1	최대	3.9	10.2	18.5	4.4	0.088
	평균	2.9	7.6	9.9	4.0	0.054
	최소	2.2	6.1	4.9	3.7	0.033
2	최대	6.4	10.4	29.0	4.7	0.123
	평균	4.8	9.7	16.9	4.2	0.079
	최소	2.9	8.9	6.0	3.9	0.057
3	최대	5.3	10.1	25.2	5.1	0.089
	평균	3.5	8.5	13.6	4.5	0.056
	최소	1.5	6.9	5.4	3.8	0.036
4	최대	4.0	9.8	15.4	5.2	0.104
	평균	2.9	7.6	9.8	3.8	0.059
	최소	1.4	6.6	5.4	3.2	0.031
5	최대	4.1	9.1	12.4	2.7	0.096
	평균	2.4	7.7	9.3	2.5	0.065
	최소	1.6	6.9	6.6	2.3	0.047
6	최대	4.2	11.2	21.2	2.5	0.067
	평균	2.4	9.0	10.1	1.7	0.043
	최소	1.2	7.9	4.3	0.9	0.026
7	최대	3.7	11.4	180.0	2.8	0.320
	평균	2.5	7.5	84.3	2.5	0.130
	최소	1.9	4.1	10.5	2.2	0.056
8	최대	2.3	11.7	39.2	2.4	0.144
	평균	1.8	7.3	21.1	1.7	0.068
	최소	1.3	5.7	11.3	0.4	0.048
9	최대	3.3	9.2	27.3	2.3	0.177
	평균	2.4	7.1	18.6	1.8	0.096
	최소	1.9	6.1	9.5	0.8	0.032
10	최대	2.7	8.7	24.5	2.3	0.181
	평균	1.9	6.9	17.2	2.0	0.100
	최소	1.4	6.0	9.2	1.7	0.062
11	최대	3.3	8.1	22.0	3.2	0.093
	평균	2.4	6.8	11.8	2.7	0.066
	최소	1.8	6.1	5.2	2.3	0.039
12	최대	2.8	6.9	10.4	3.3	0.069
	평균	2.4	6.1	8.9	2.9	0.042
	최소	1.5	5.5	7.5	2.6	0.032

라. 단계별 금강 본류의 수질변화 비교·분석

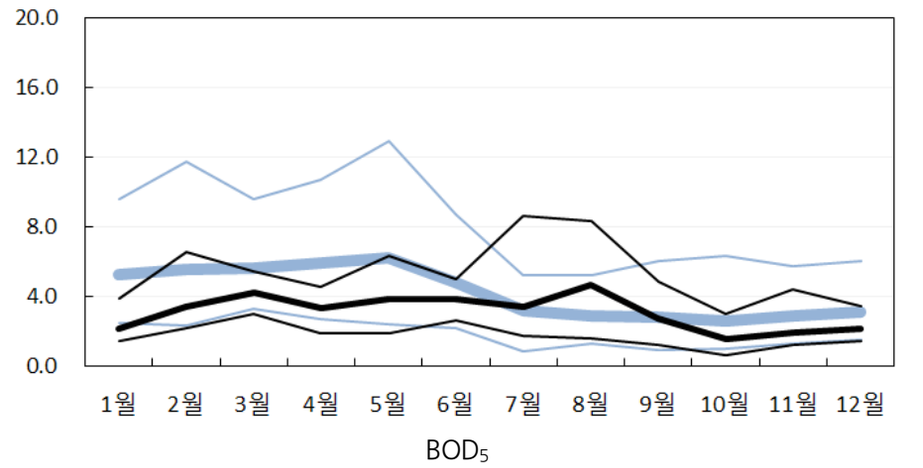
1) 금본F



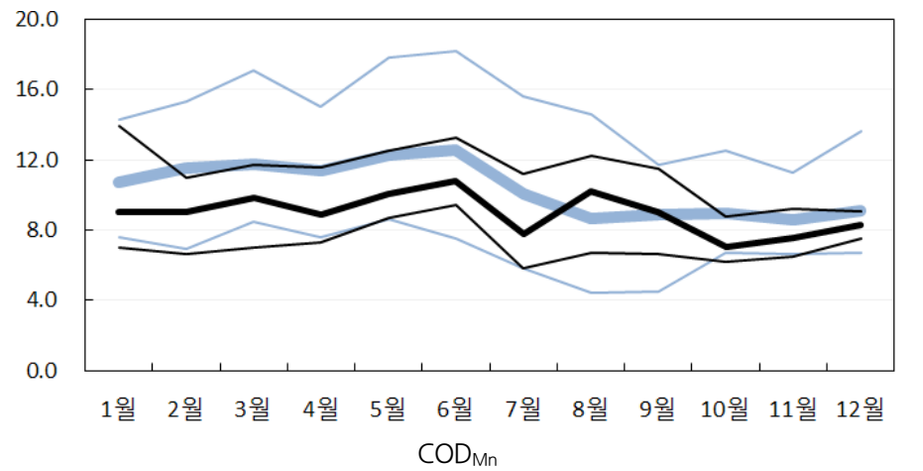


[그림 2-18] 금강정비사업 이후 단계별 금본F의 수질변화 비교

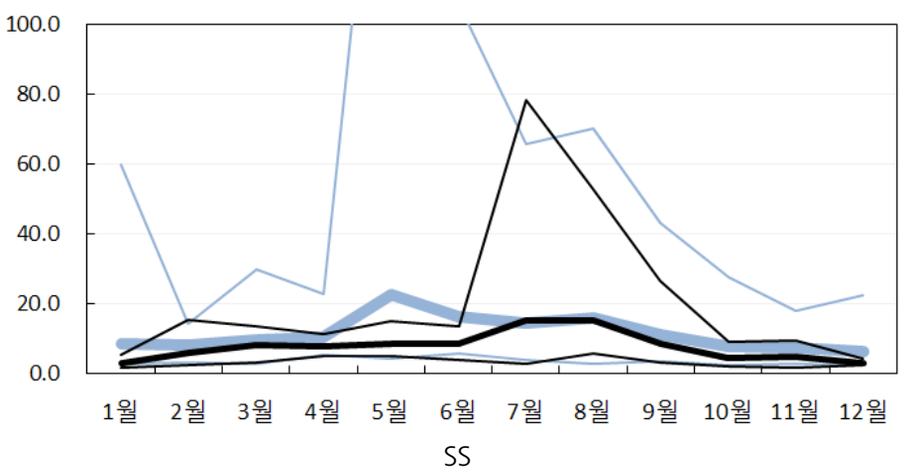
2) 갑천A



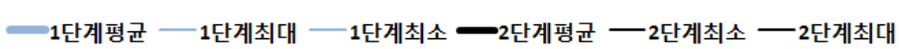
BOD_5

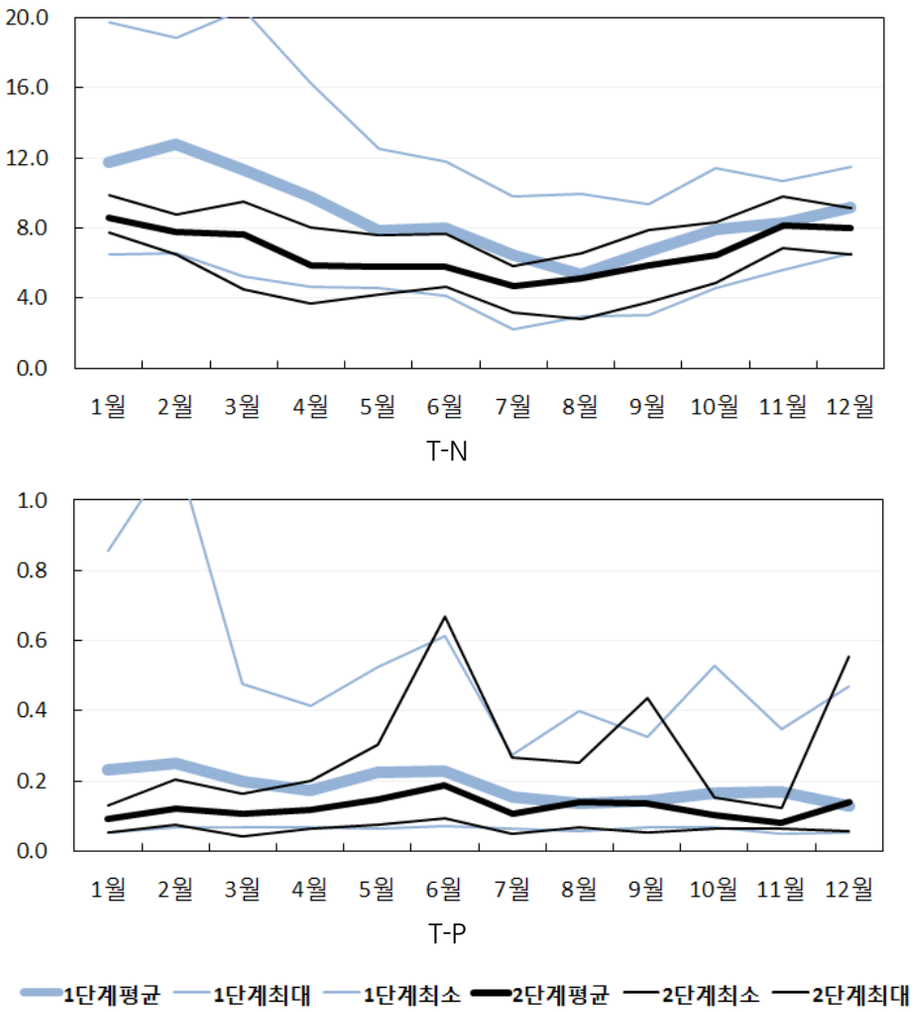


COD_{Mn}



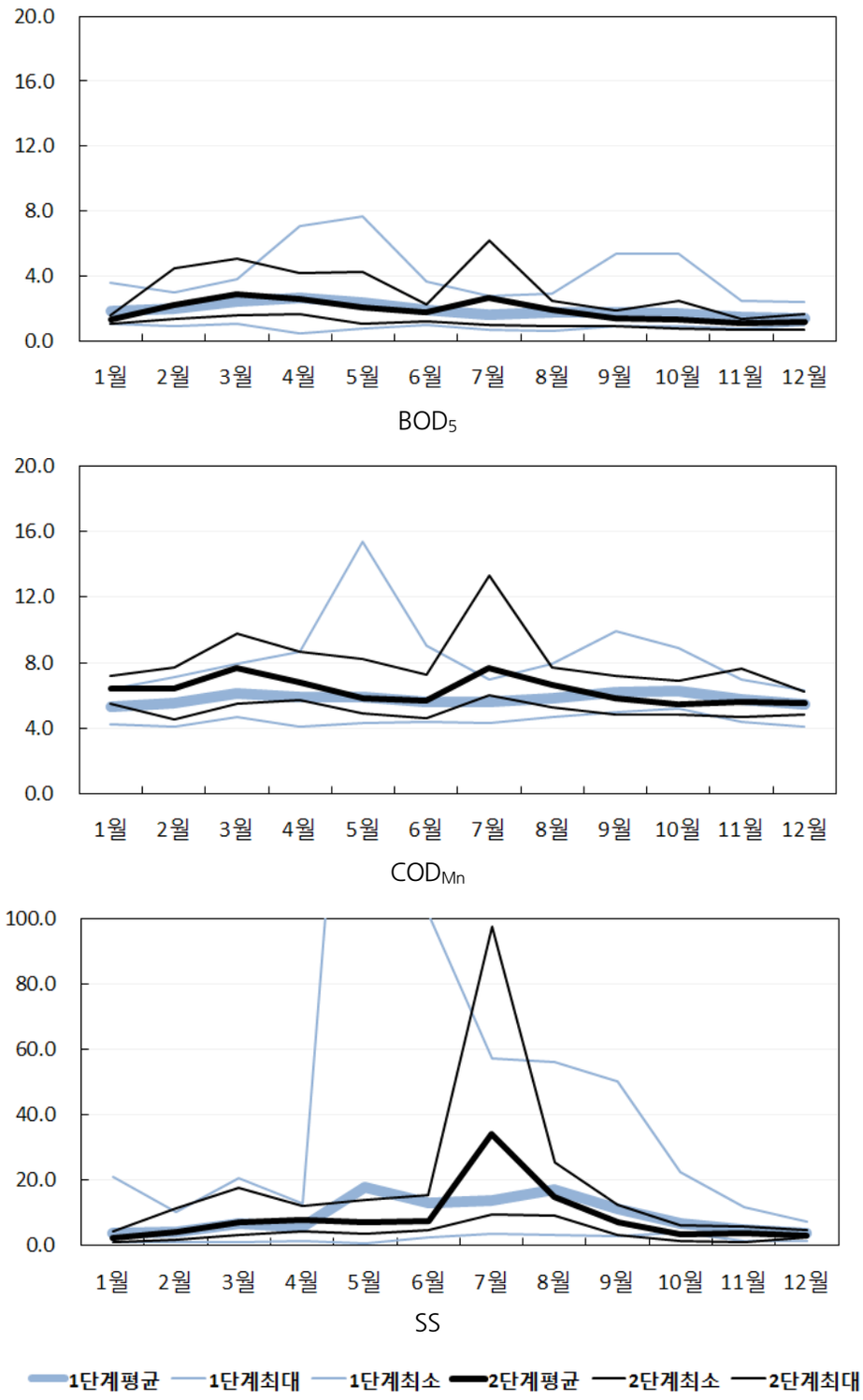
SS

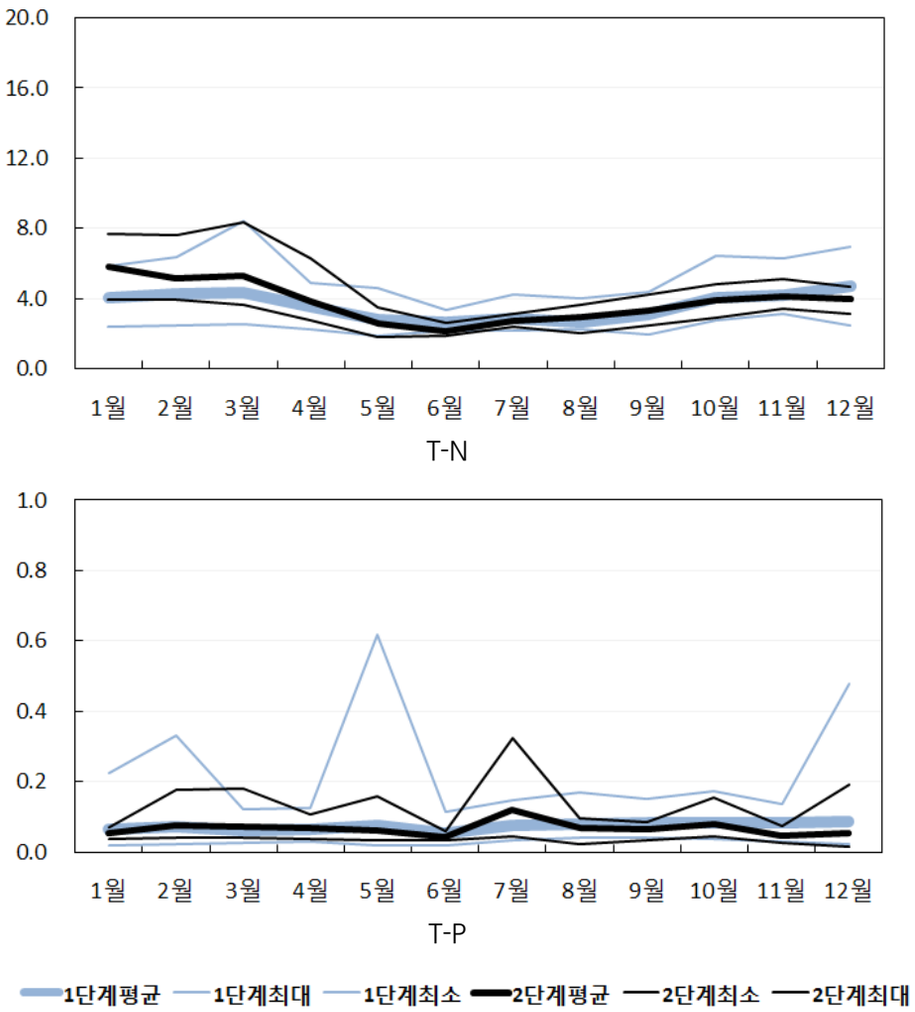




[그림 2-19] 금강정비사업 이후 단계별 갑천A의 수질변화

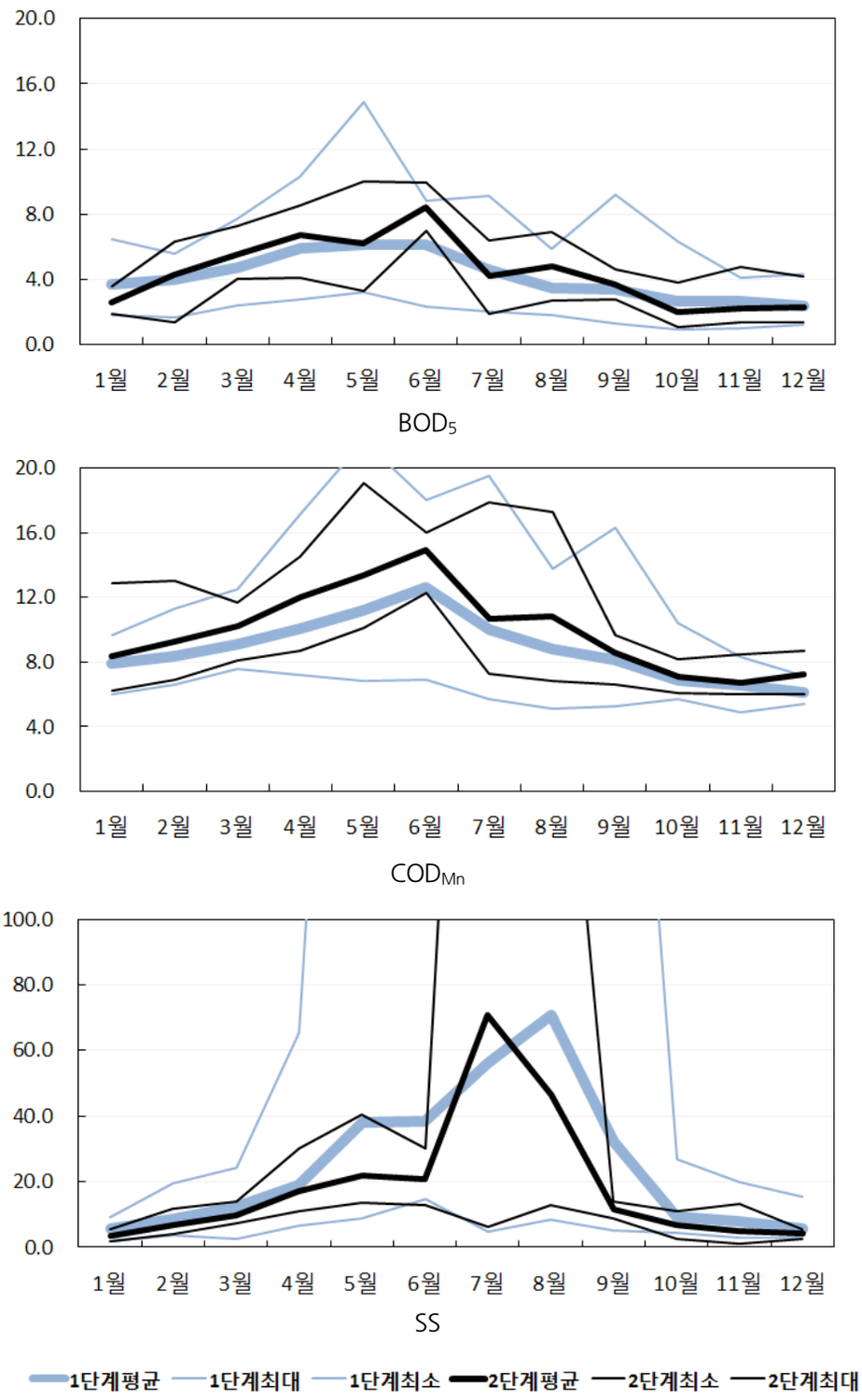
3) 금본G

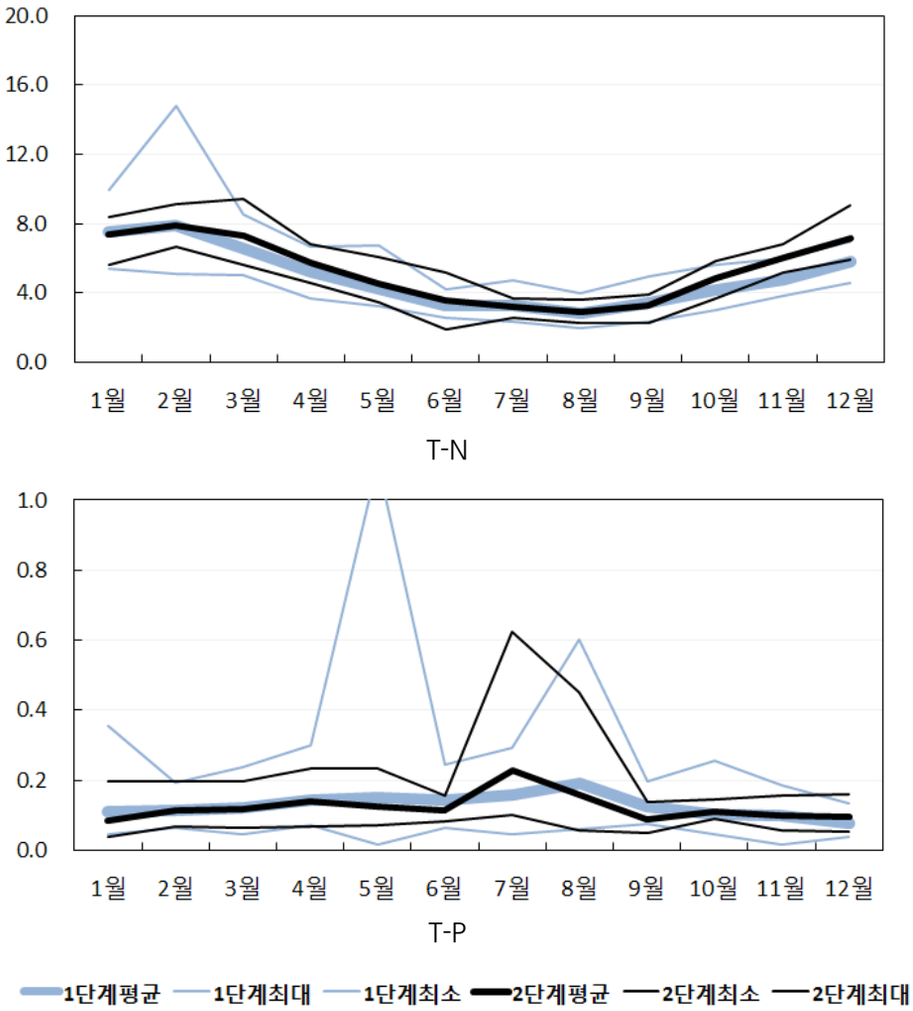

20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
BOD5
20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
CODMn
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
SS
1단계평균 1단계최대 1단계최소 2단계평균 2단계최소 2단계최대



[그림 2-20] 금강정비사업 이후 단계별 금본G의 수질변화

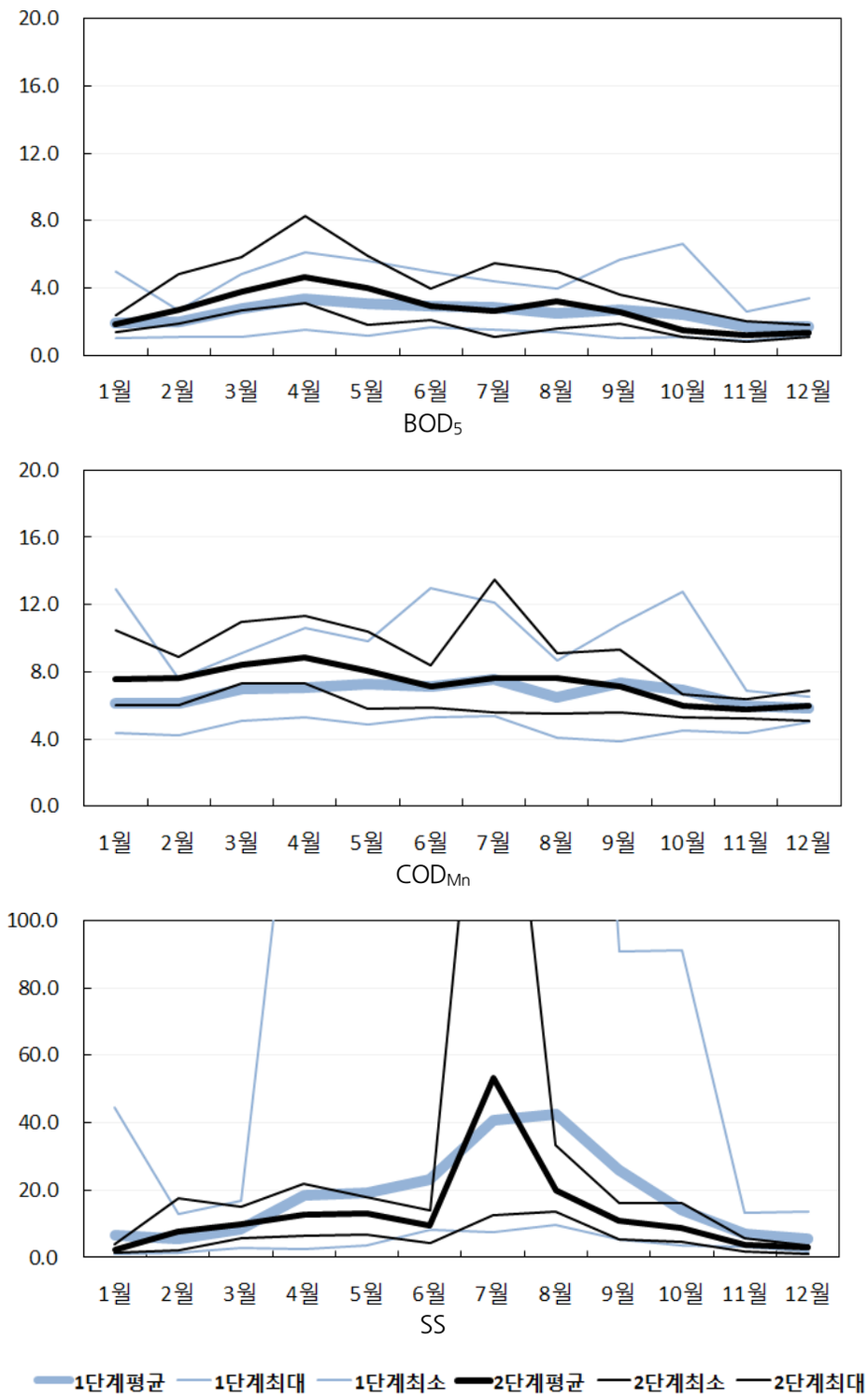
4) 미호C

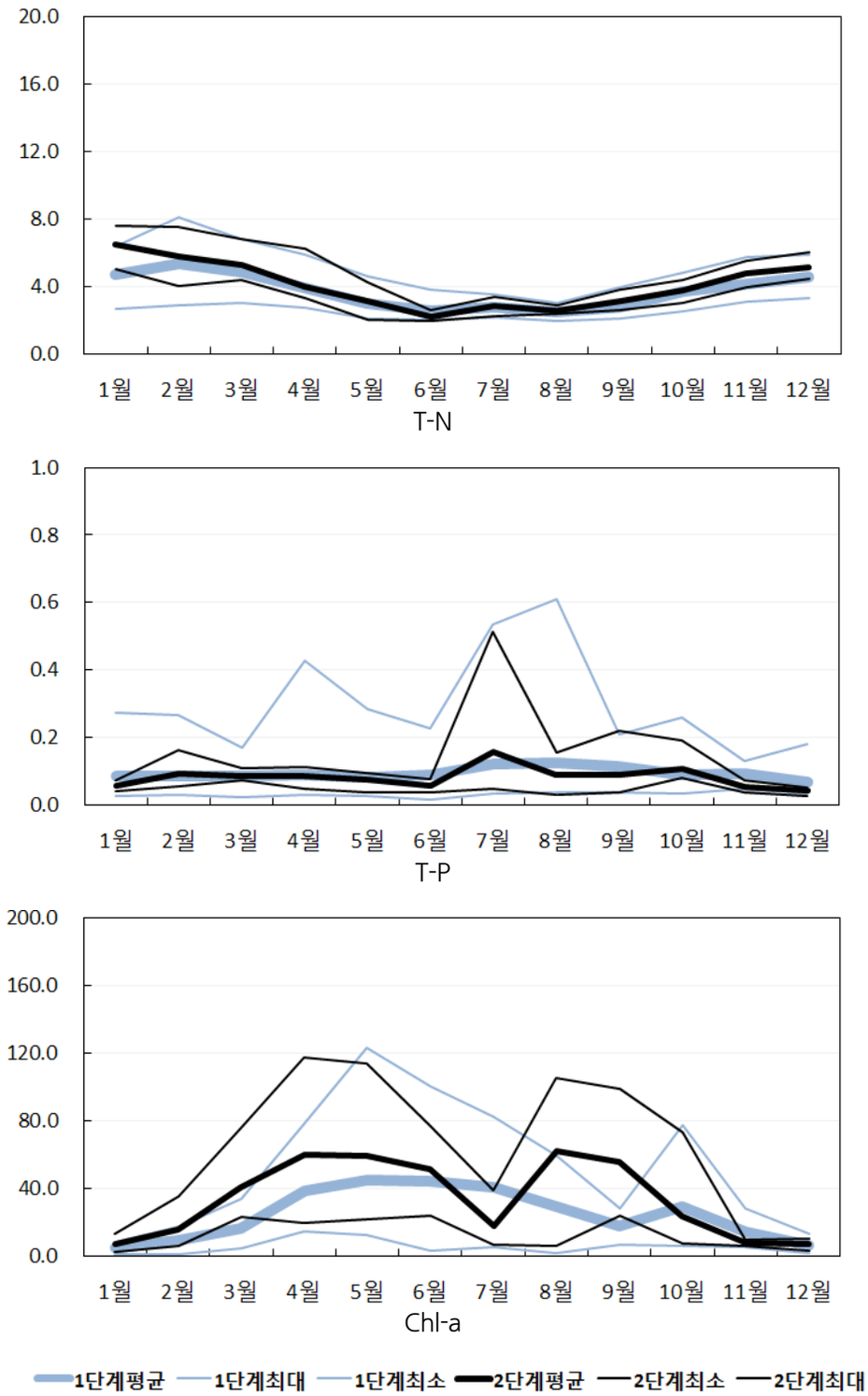

20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
BOD5
20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
CODMn
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
SS
1단계평균 1단계최대 1단계최소 2단계평균 2단계최소 2단계최대



[그림 2-21] 금강정비사업 이후 단계별 미호C의 수질변화

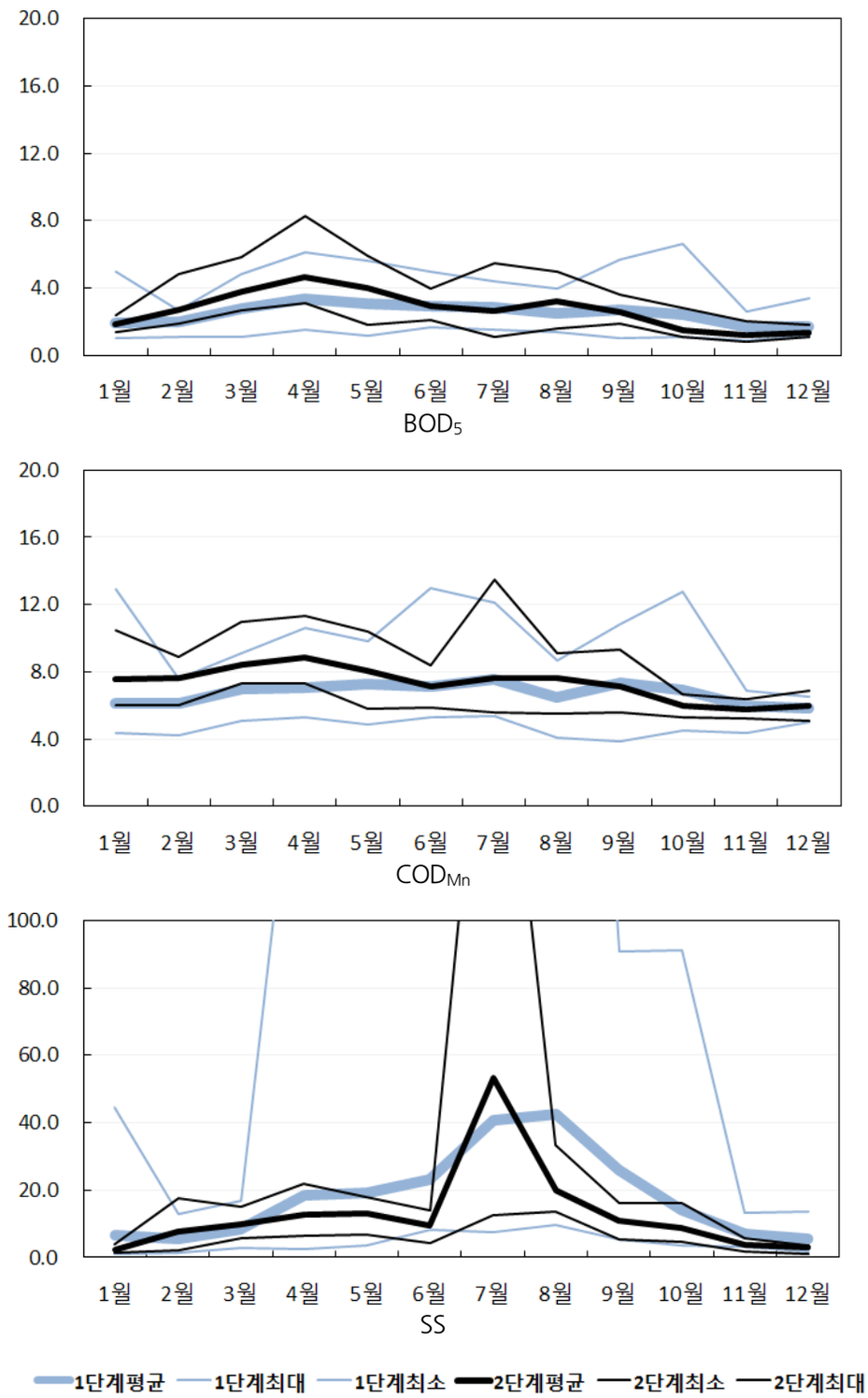
5) 연기

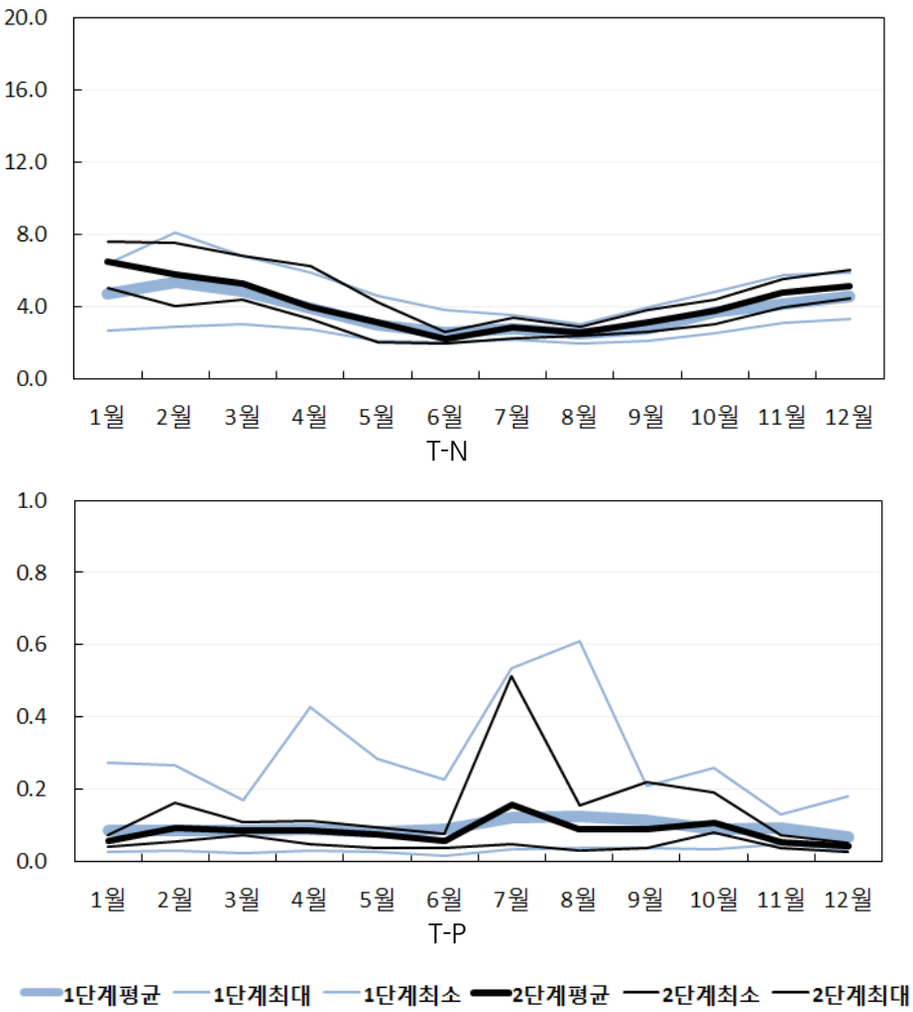

20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
BOD5
20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
CODMn
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
SS
1단계평균 1단계최대 1단계최소 2단계평균 2단계최소 2단계최대



[그림 2-22] 금강정비사업 이후 단계별 연기의 수질변화

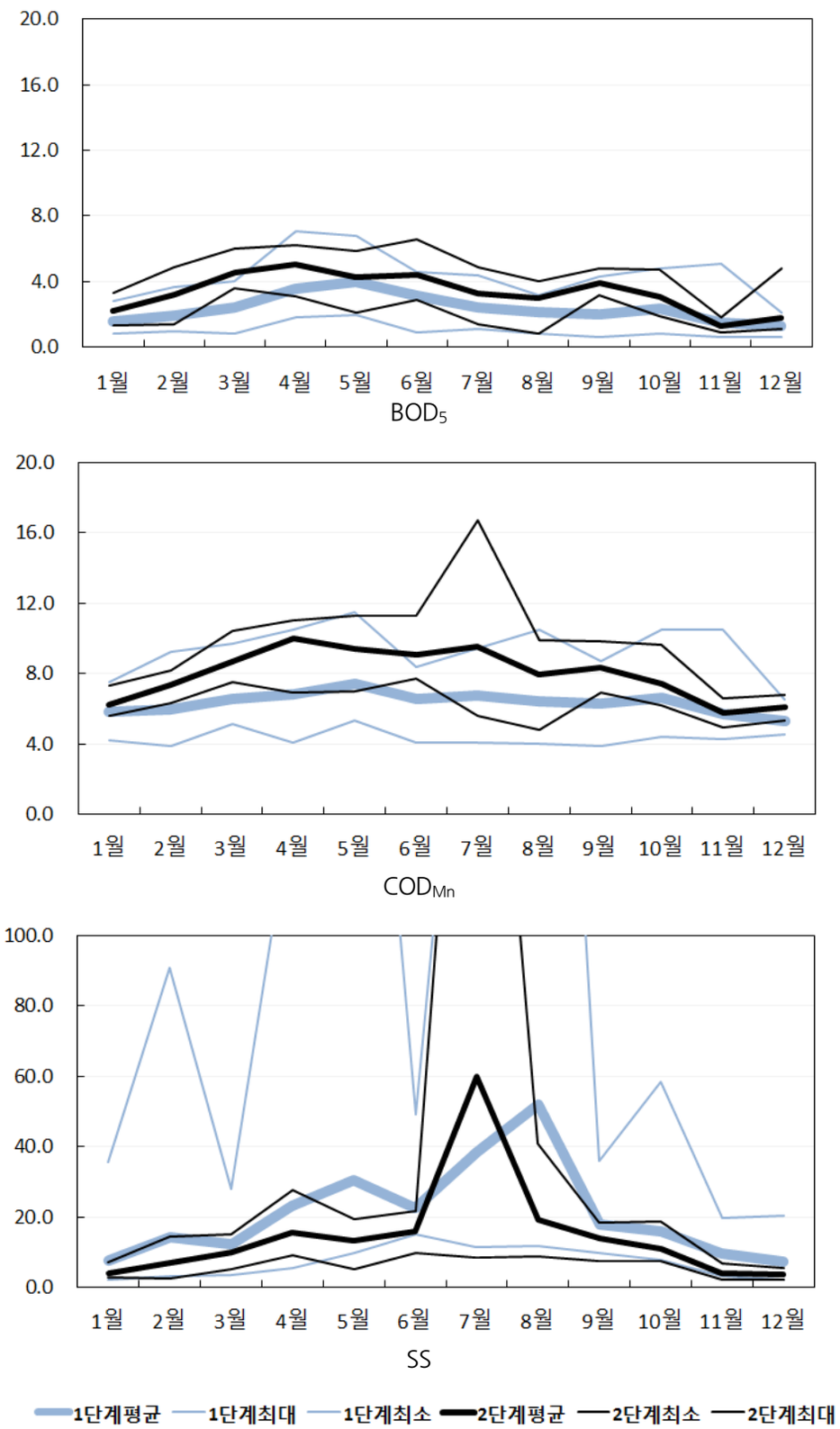
6) 금본H

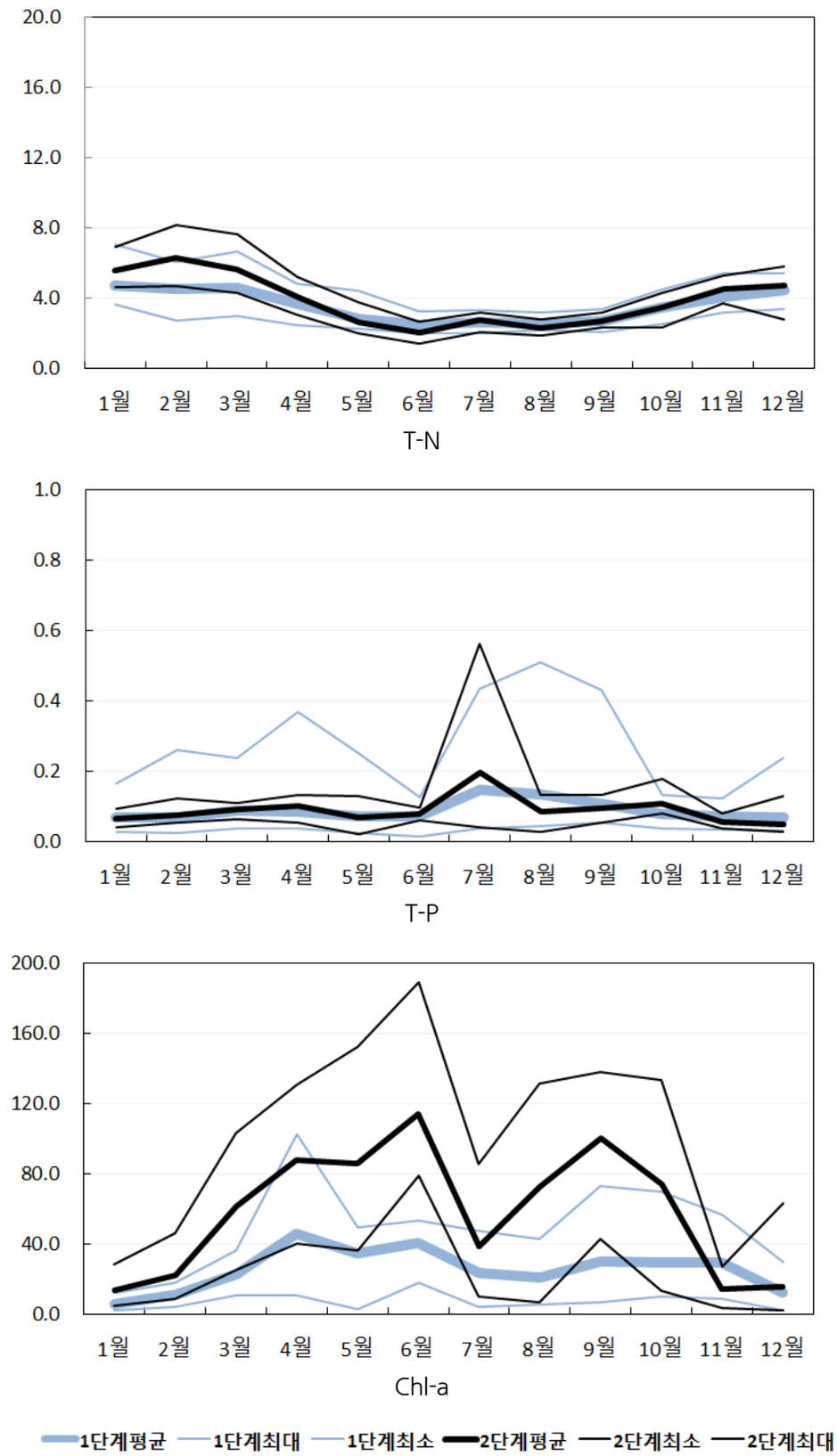

20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
BOD5
20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
CODMn
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
SS
1단계평균
1단계최대
1단계최소
2단계평균
2단계최소
2단계최대



[그림 2-23] 금강정비사업 이후 단계별 금본H의 수질변화

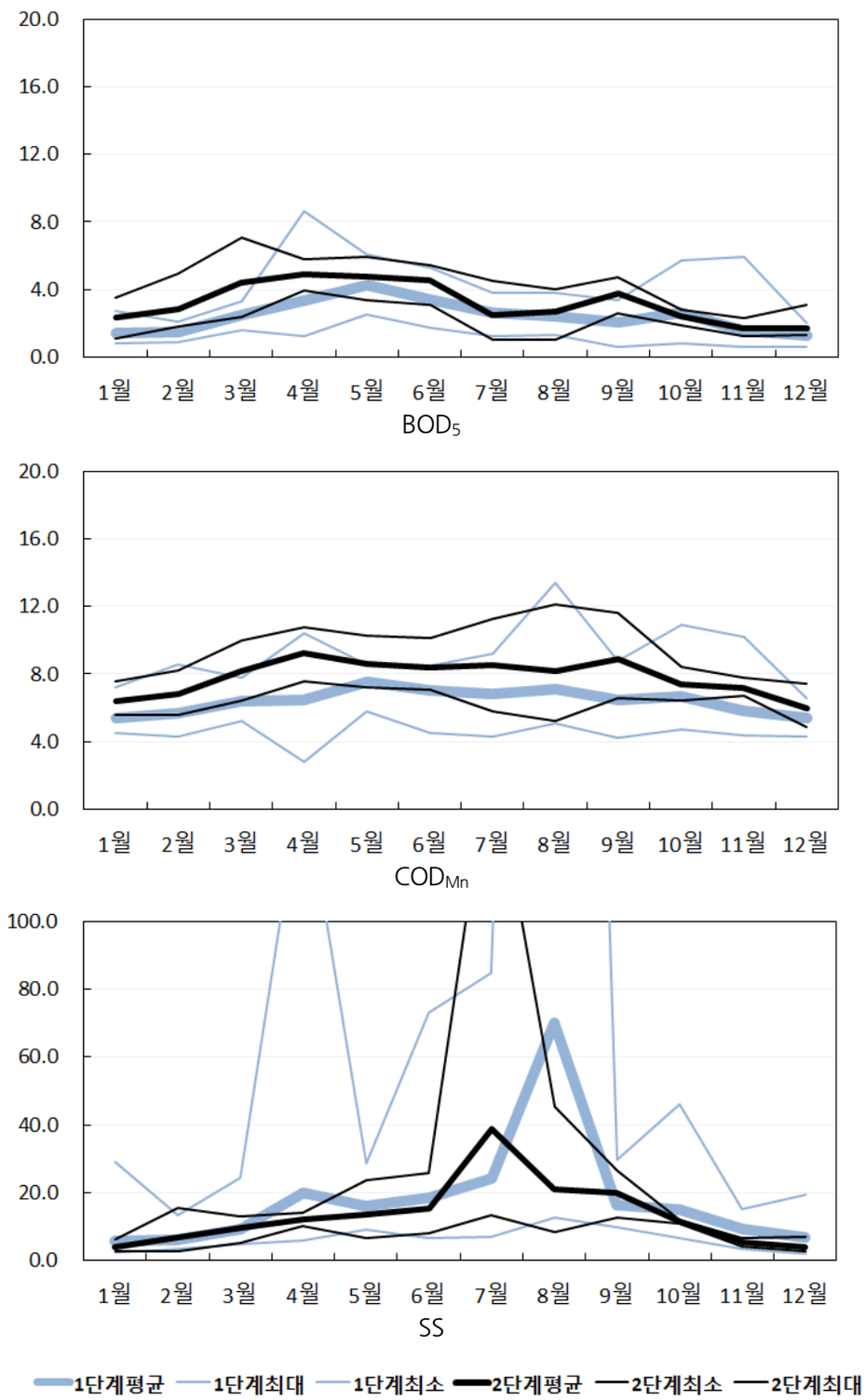
7) 공주1

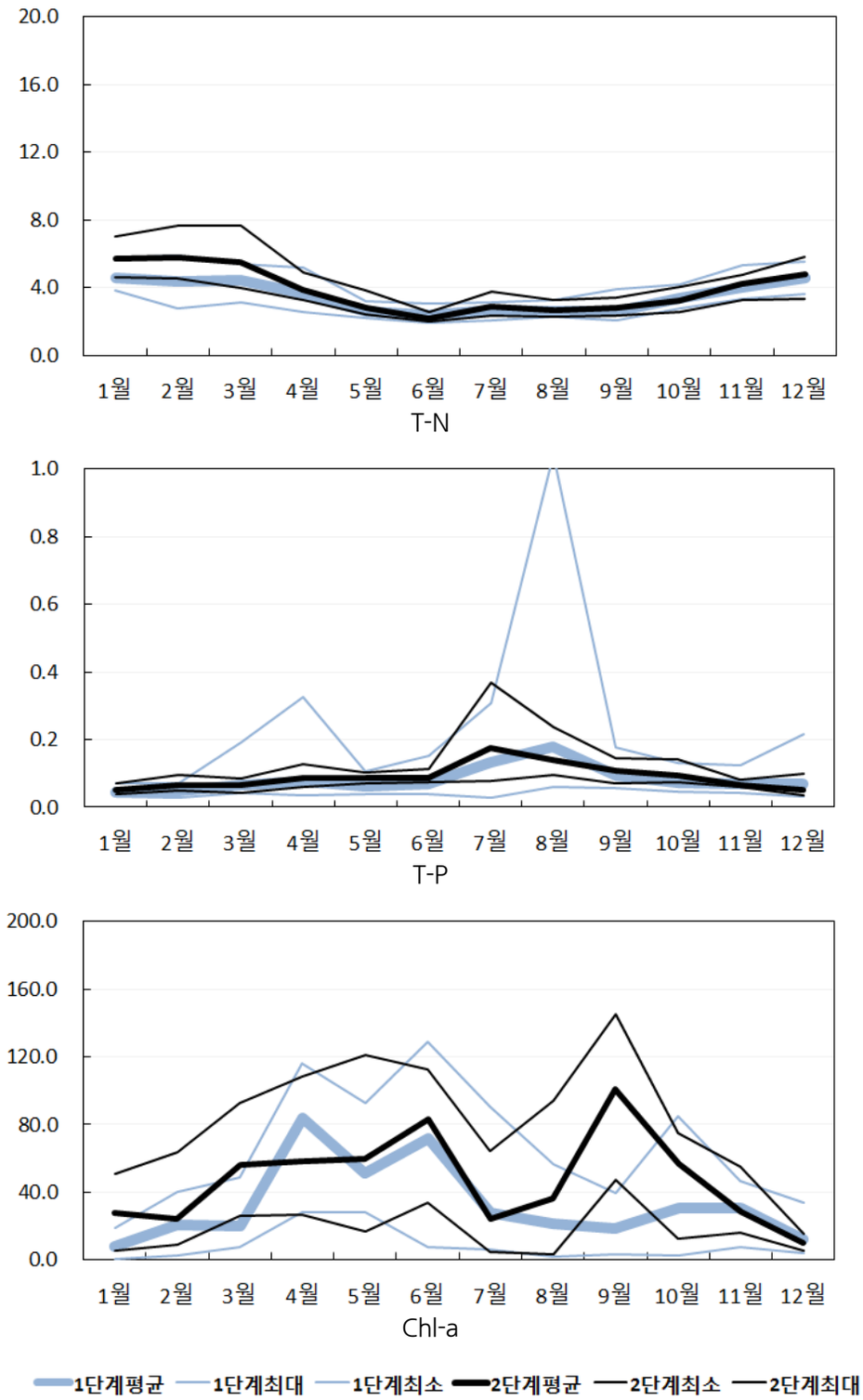

20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
BOD5
20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
CODMn
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
SS
1단계평균 1단계최대 1단계최소 2단계평균 2단계최소 2단계최대



[그림 2-24] 금강정비사업 이후 단계별 공주1의 수질변화

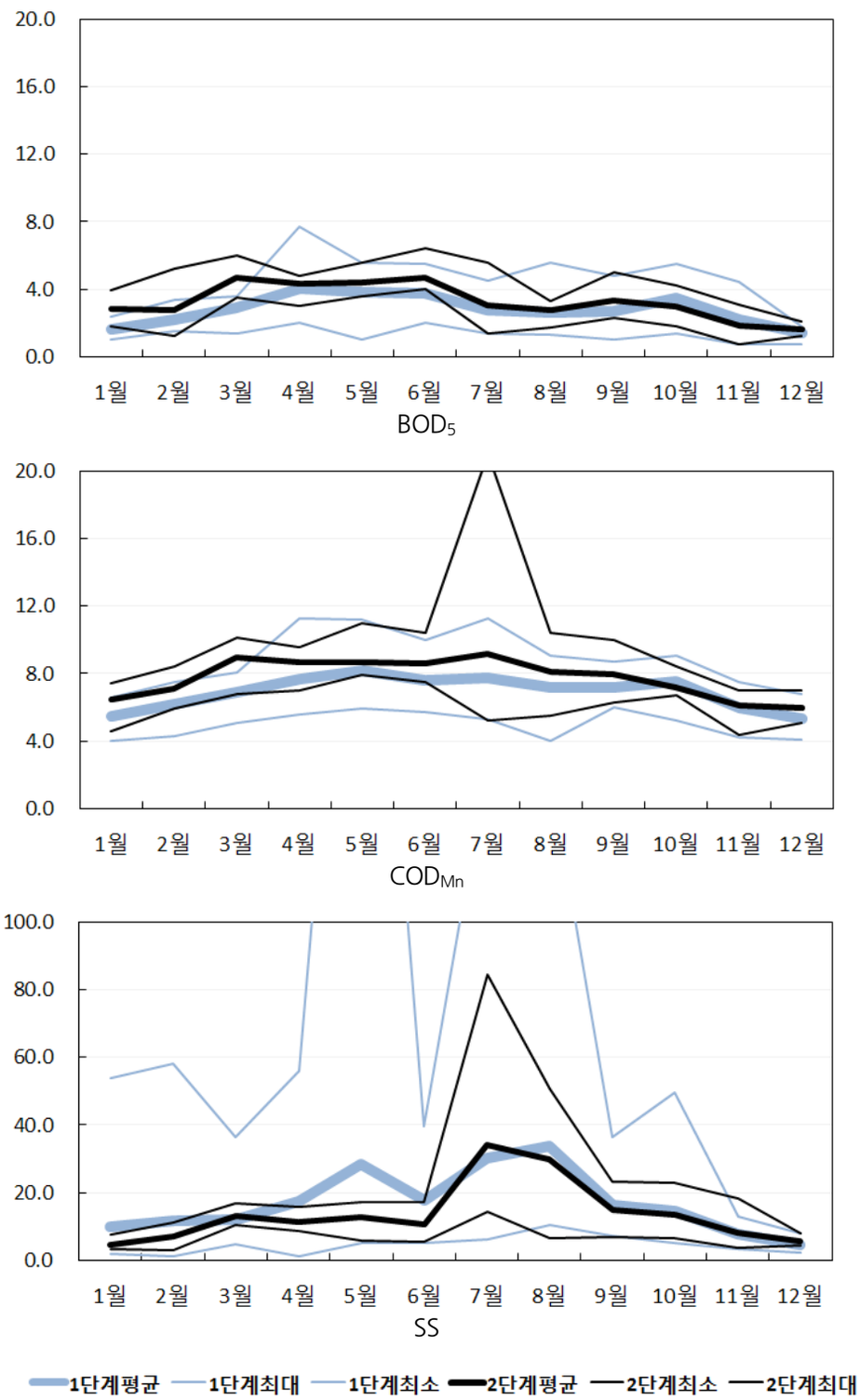
8) 곰나루

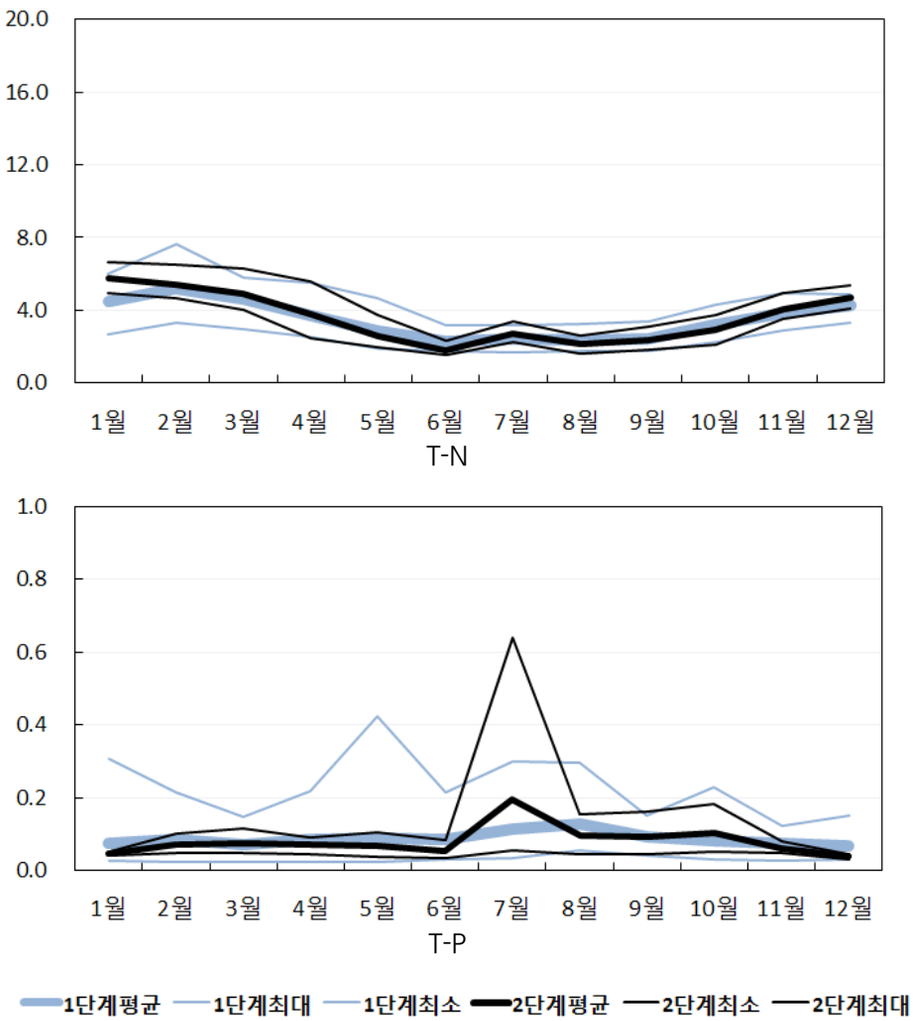

20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
BOD5
20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
CODMn
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
SS
1단계평균
1단계최대
1단계최소
2단계평균
2단계최소
2단계최대



[그림 2-25] 금강정비사업 이후 단계별 곰나루의 수질변화

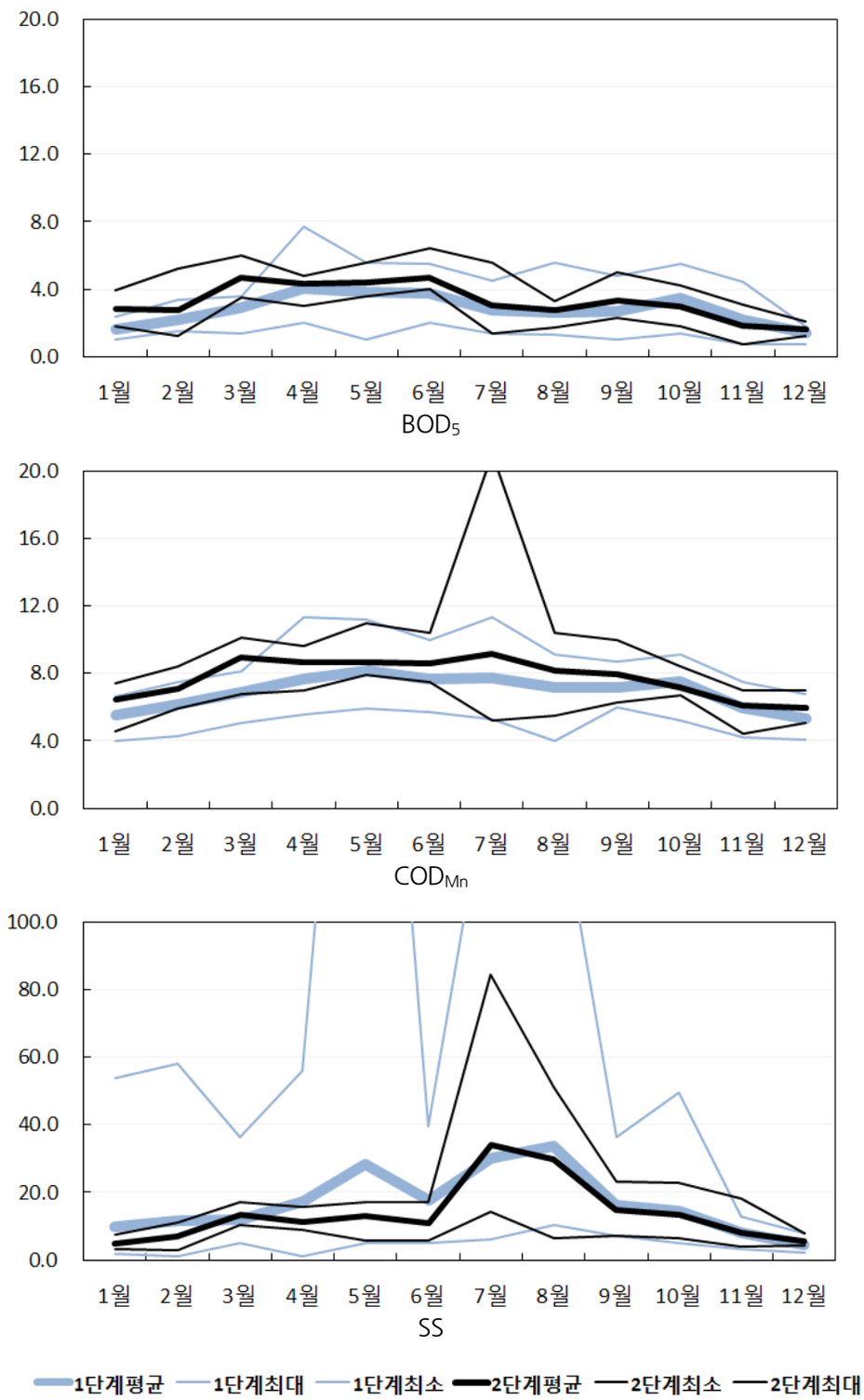
9) 금본

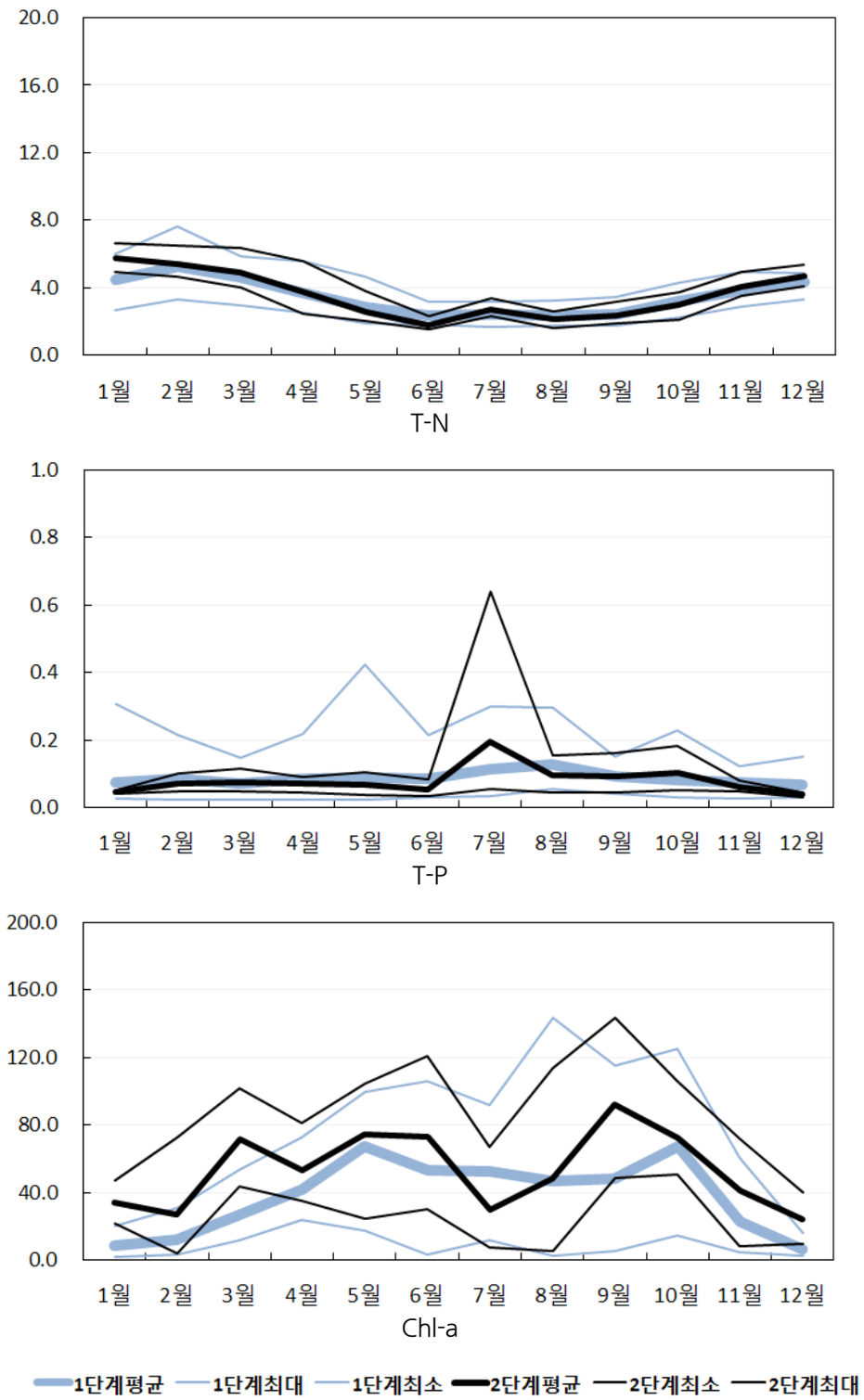

20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
BOD5
20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
CODMn
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
SS
1단계평균
1단계최대
1단계최소
2단계평균
2단계최소
2단계최대



[그림 2-26] 금강정비사업 이후 단계별 금본l의 수질변화

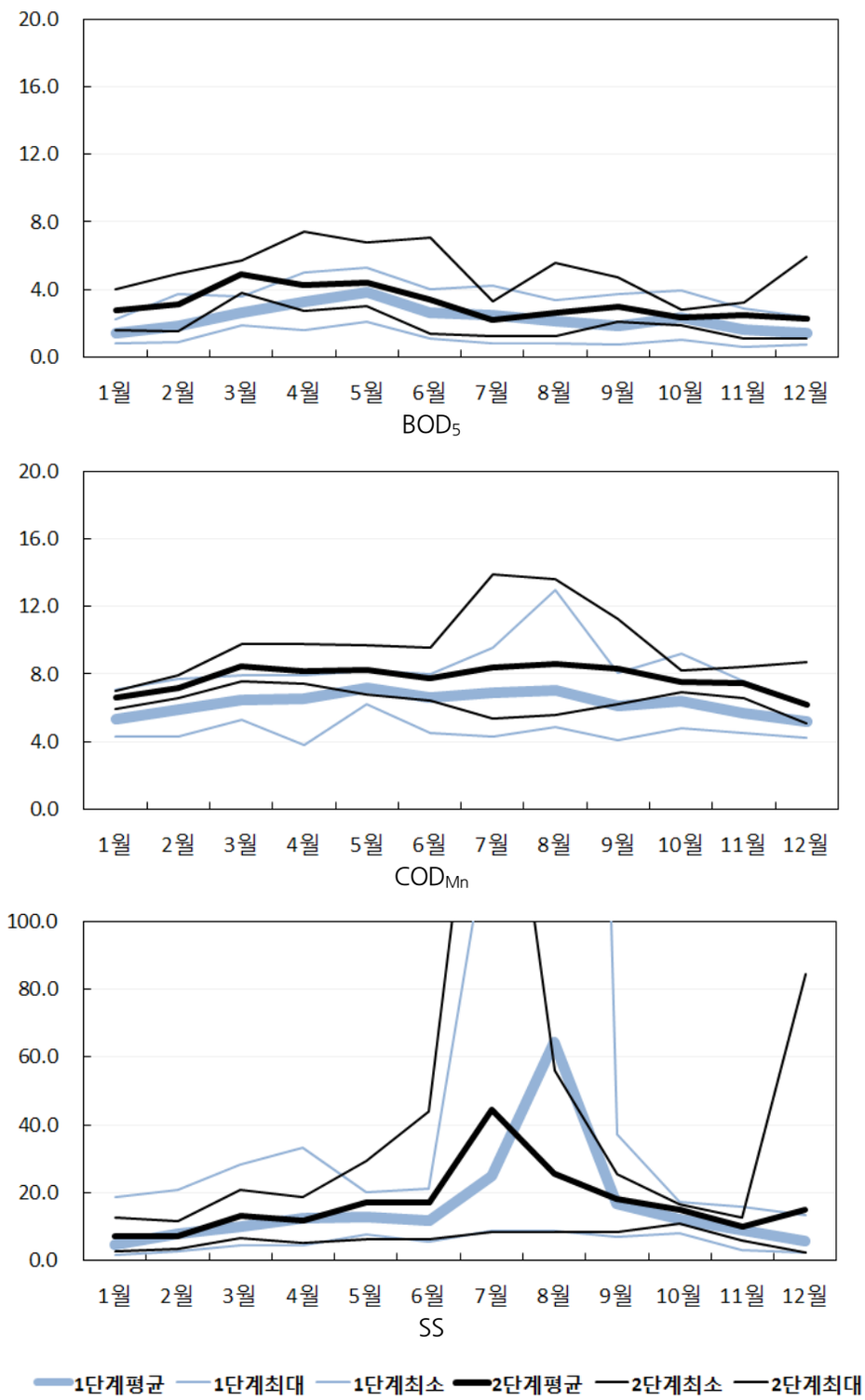
10) 목면

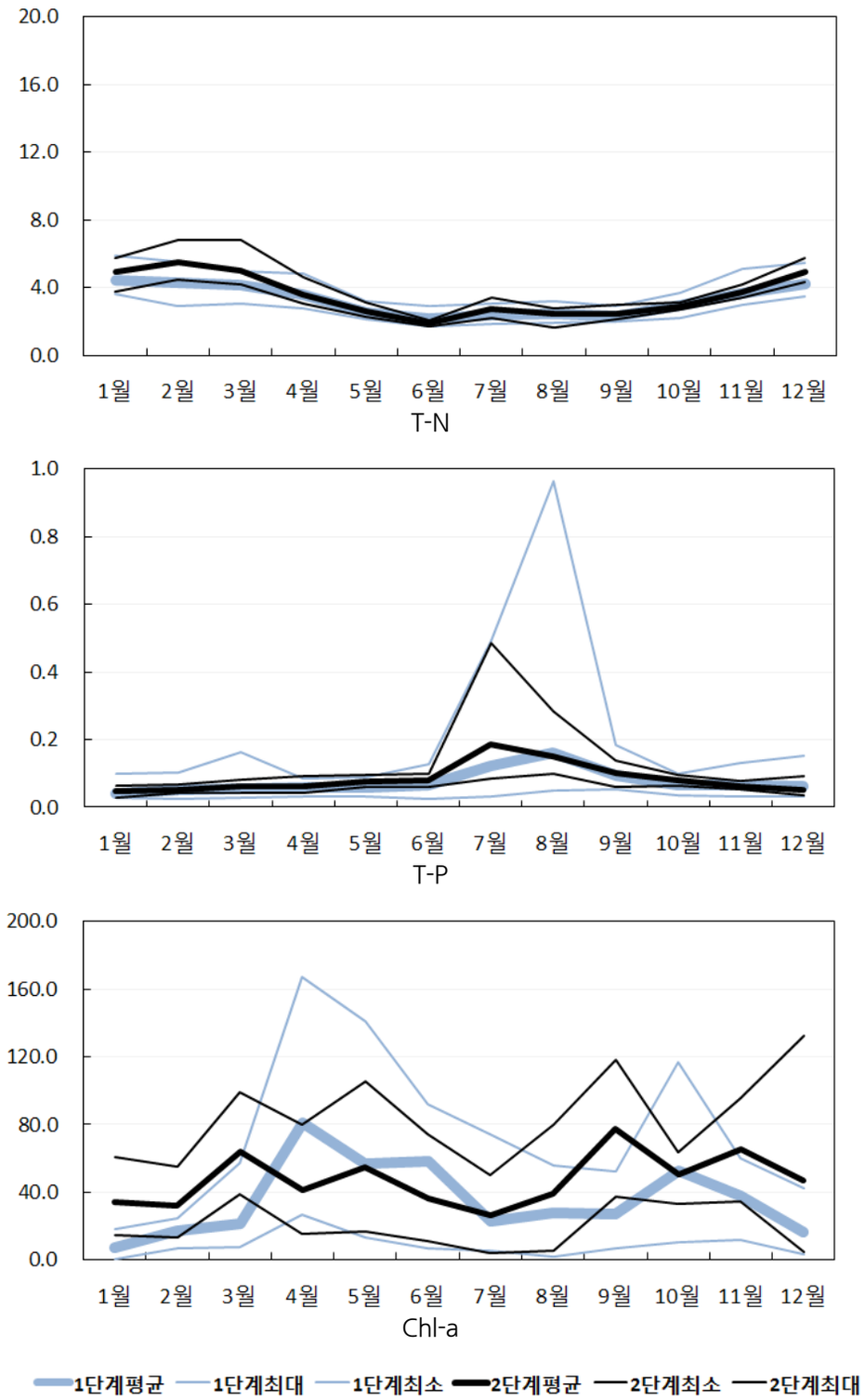

20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
BOD5
20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
CODMn
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
SS
1단계평균
1단계최대
1단계최소
2단계평균
2단계최소
2단계최대



[그림 2-27] 금강정비사업 이후 단계별 목면의 수질변화

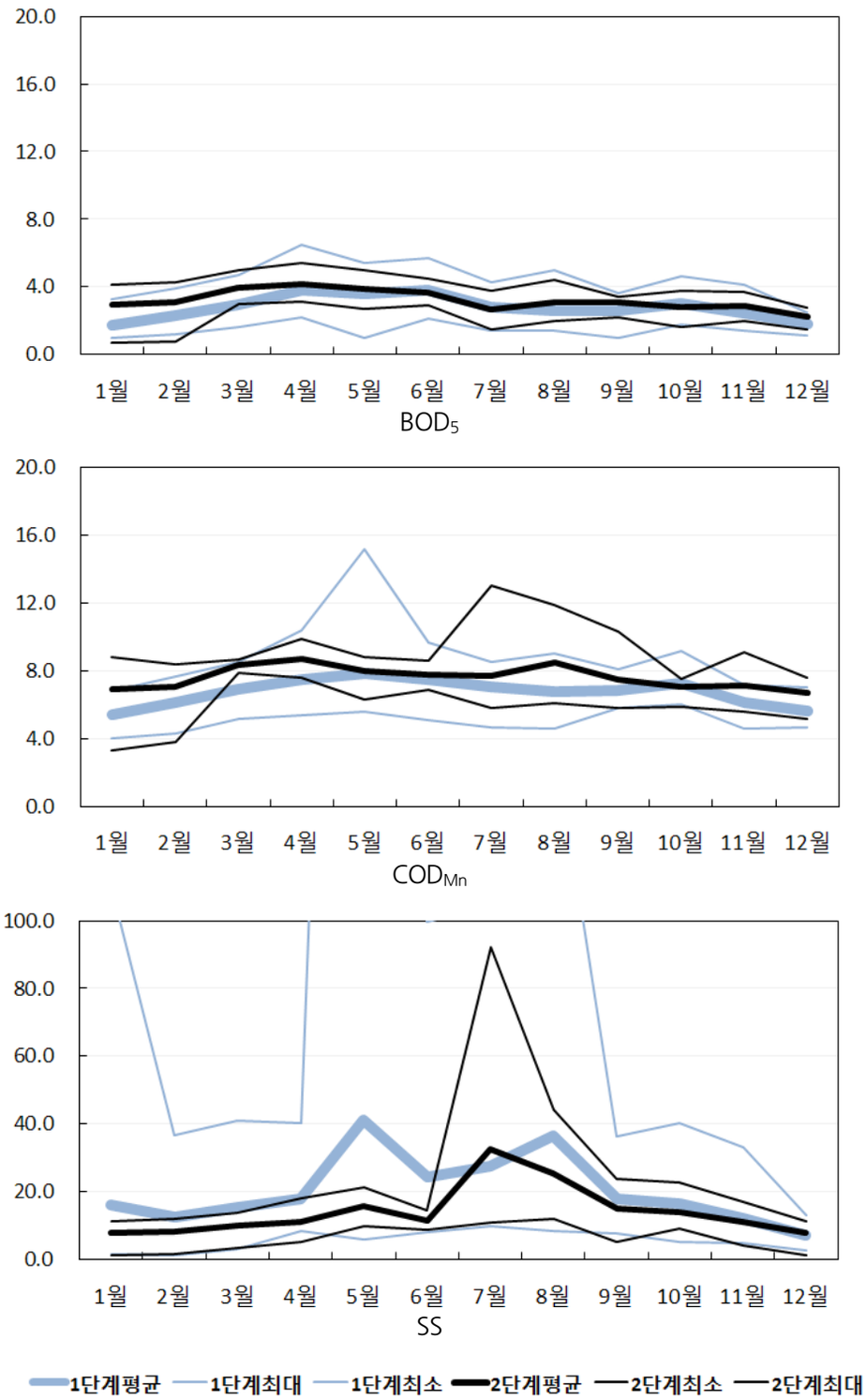
11) 공주2

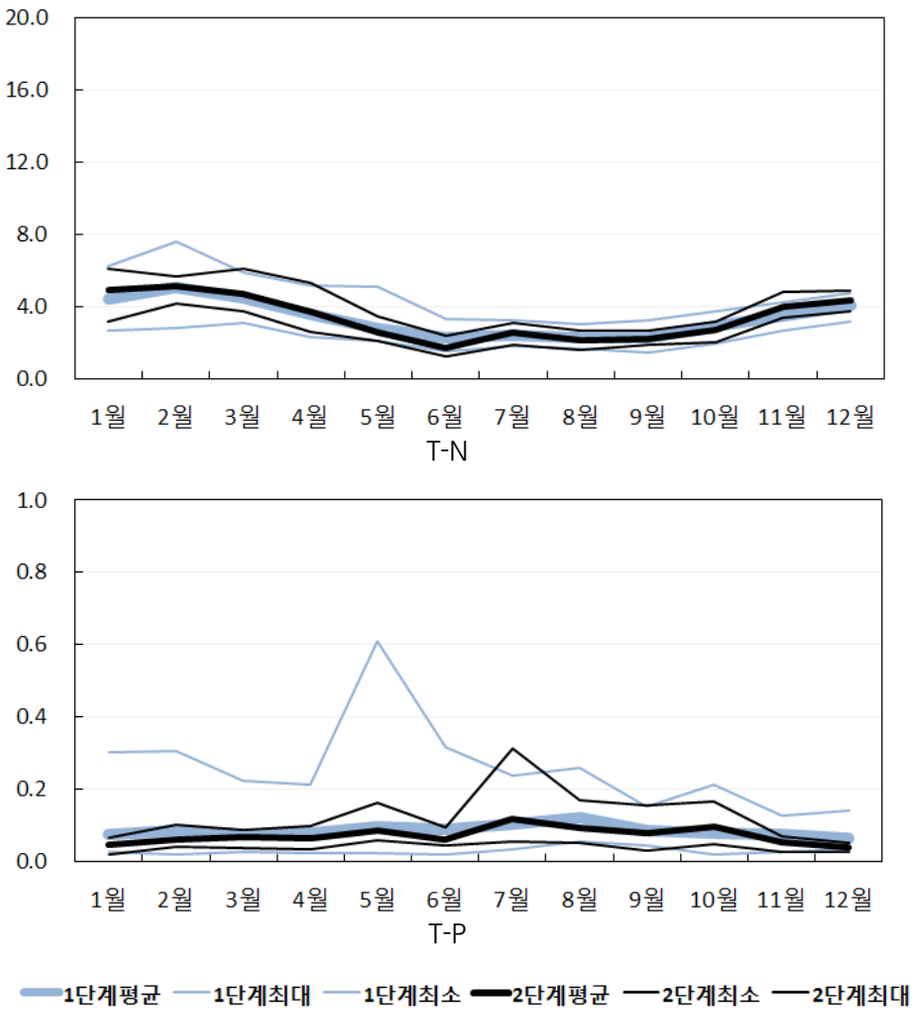

20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
BOD5
20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
CODMn
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
SS
1단계평균
1단계최대
1단계최소
2단계평균
2단계최소
2단계최대



[그림 2-28] 금강정비사업 이후 단계별 공주2의 수질변화

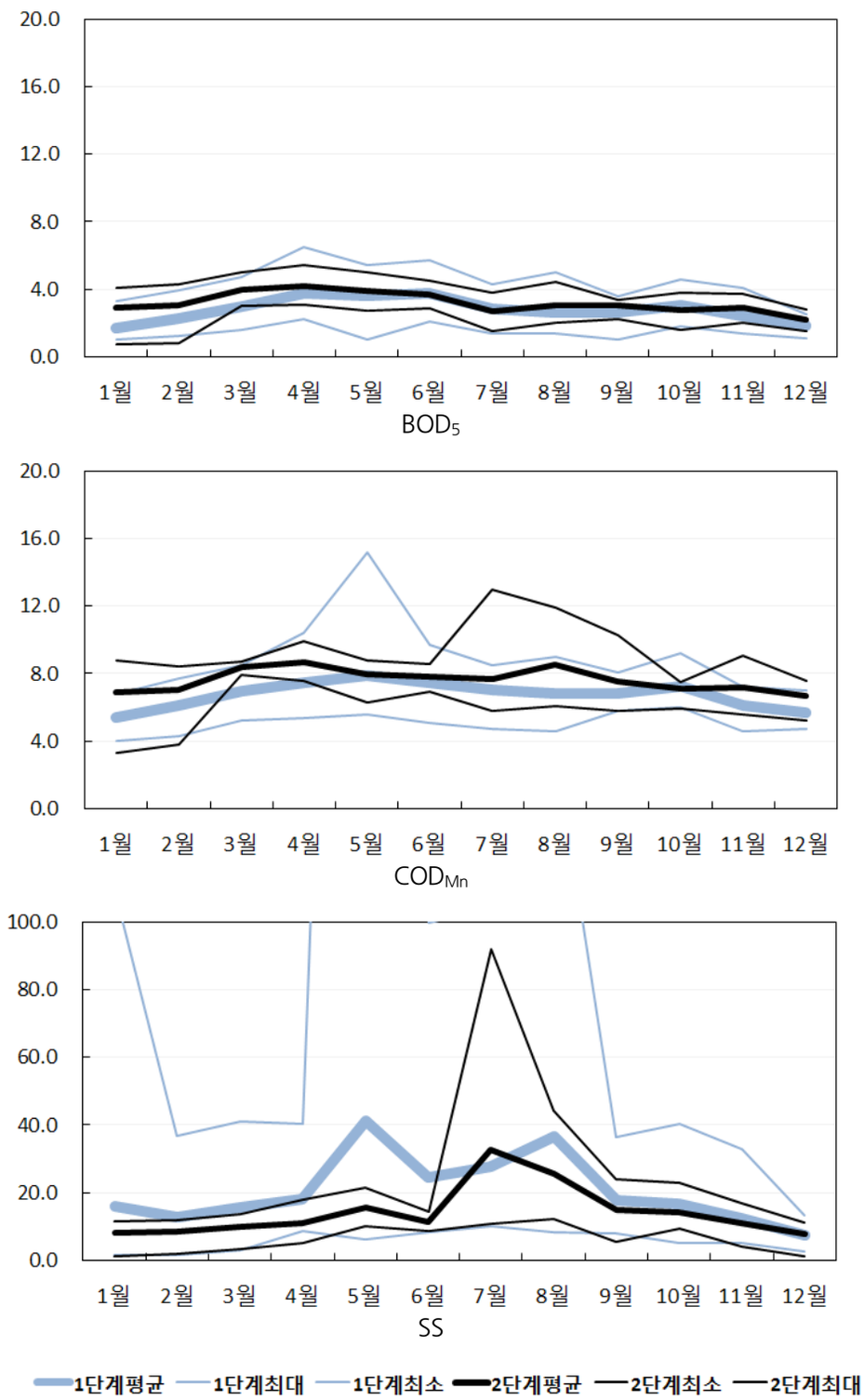
12) 금본J

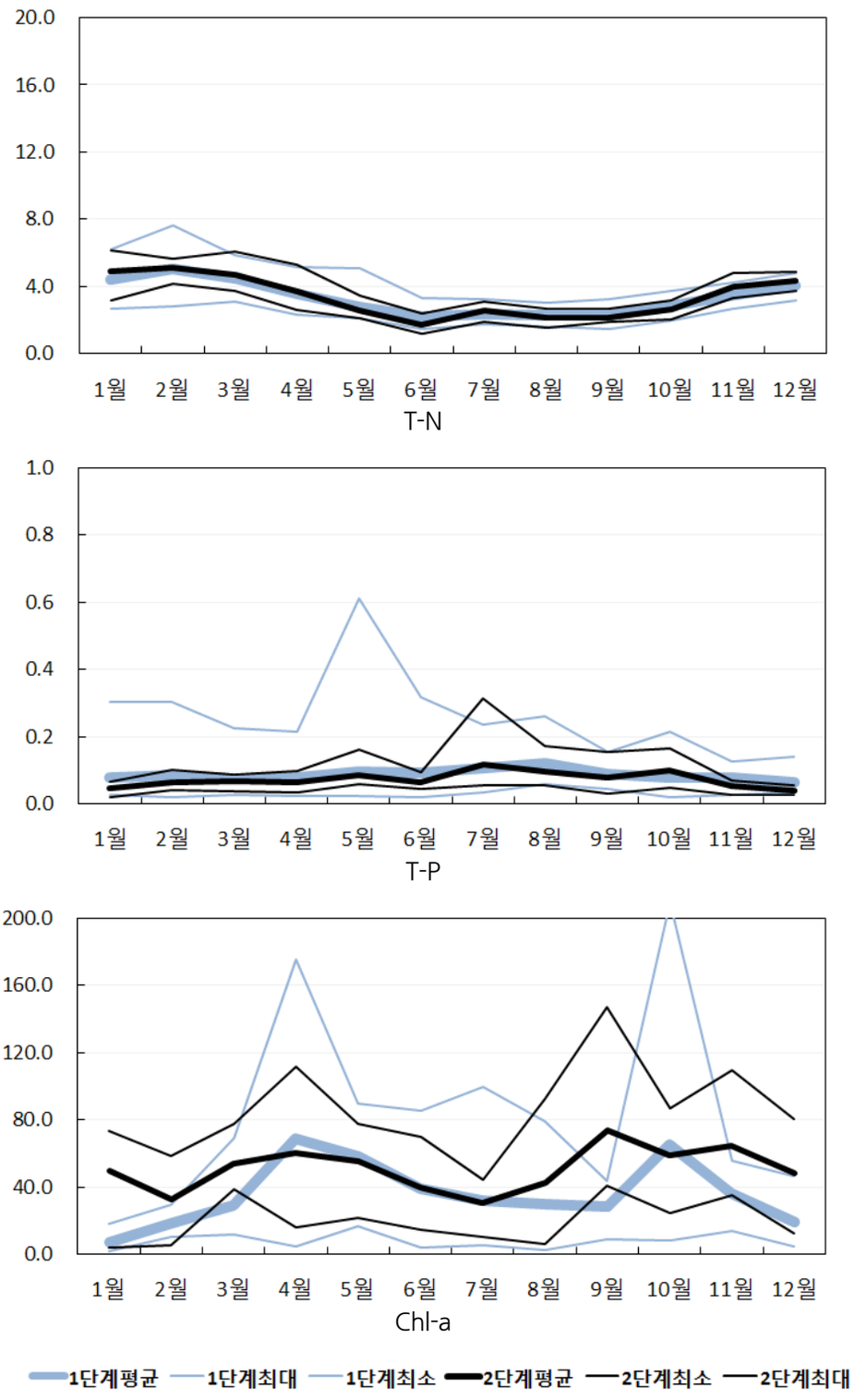

20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
BOD5
20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
CODMn
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
SS
1단계평균 1단계최대 1단계최소 2단계평균 2단계최소 2단계최대



[그림 2-29] 금강정비사업 이후 단계별 금본J의 수질변화

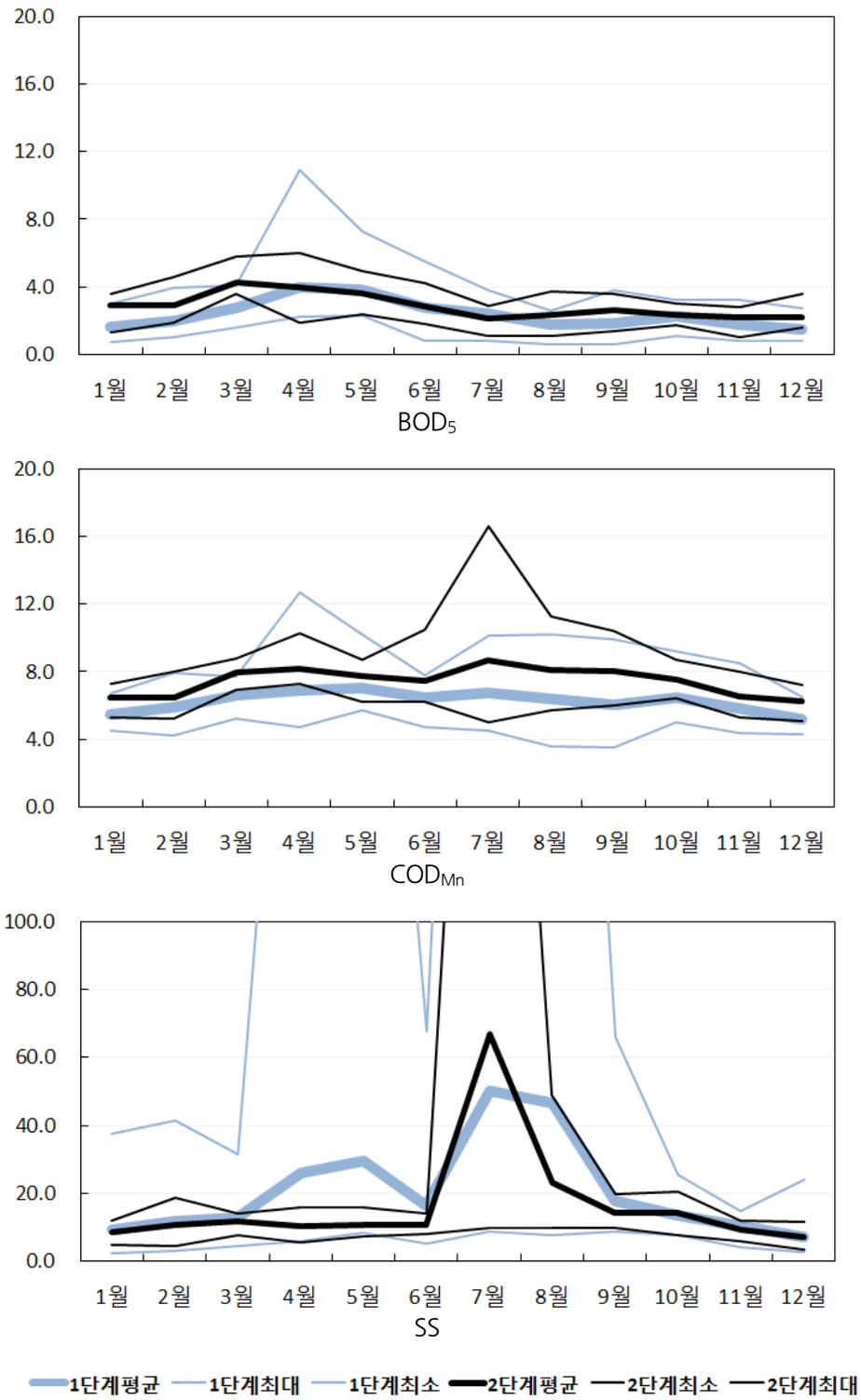
13) 정동

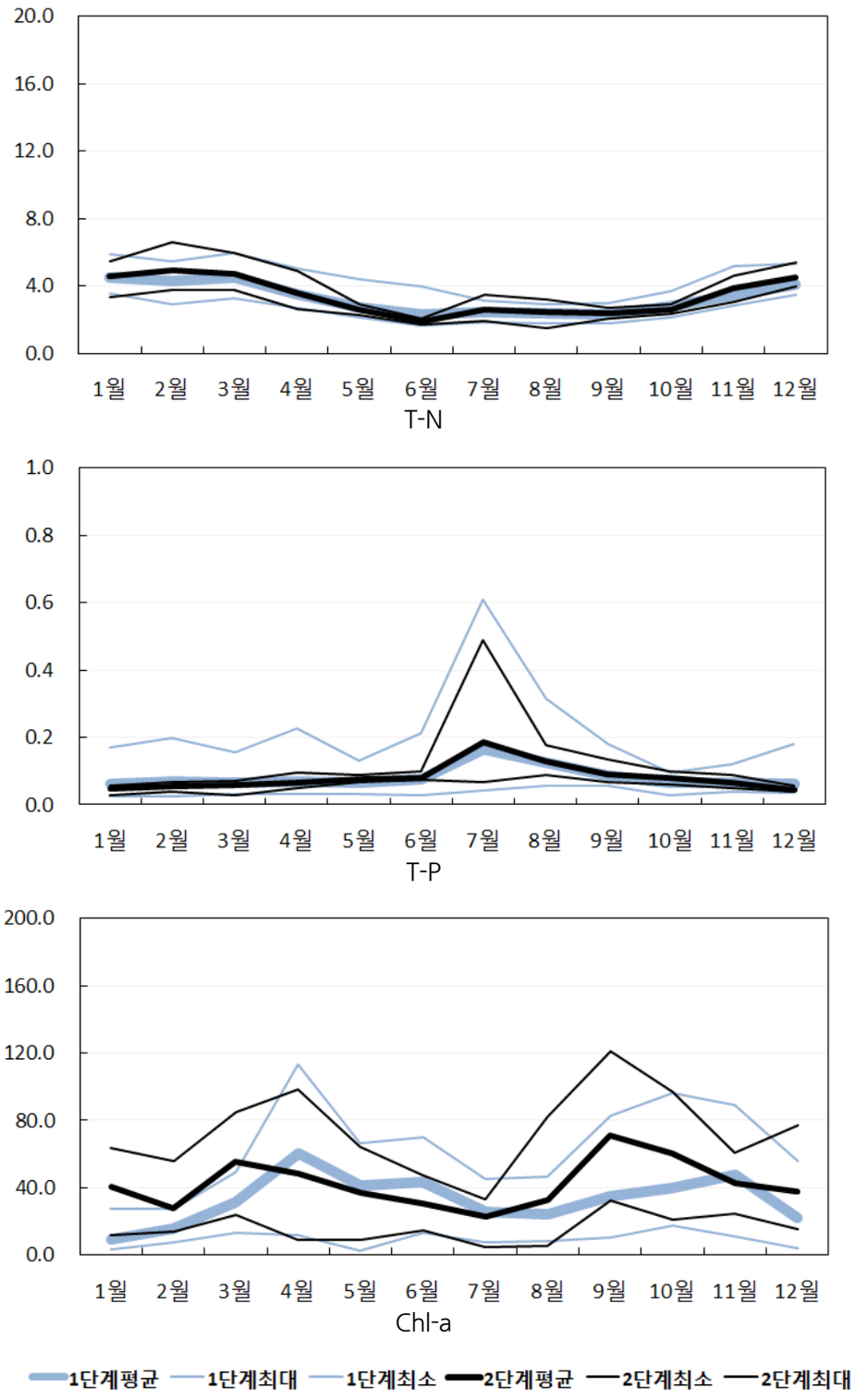

20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
BOD5
20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
CODMn
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
SS
1단계평균
1단계최대
1단계최소
2단계평균
2단계최소
2단계최대



[그림 2-30] 금강정비사업 이후 단계별 정동의 수질변화

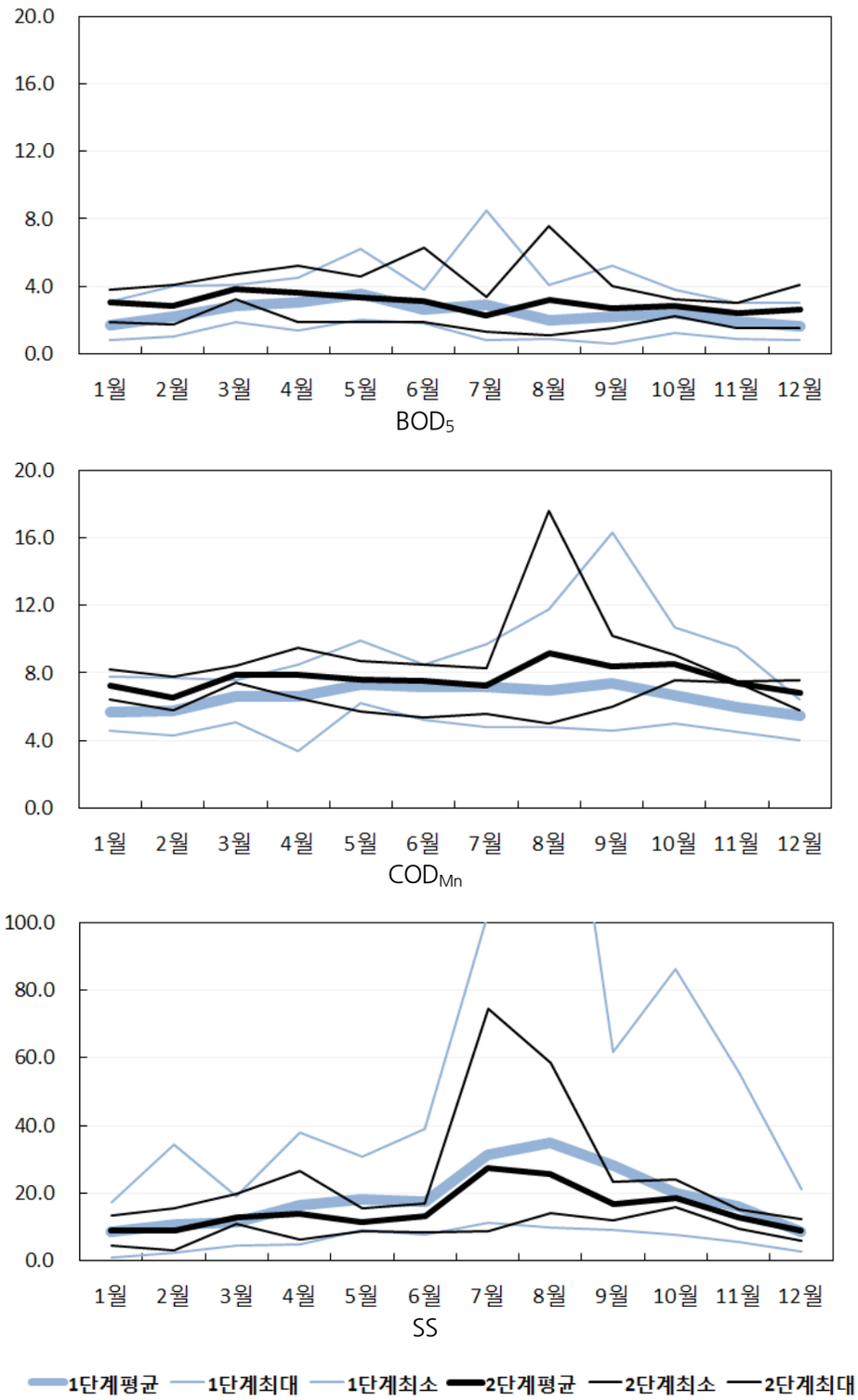
14) 부여1

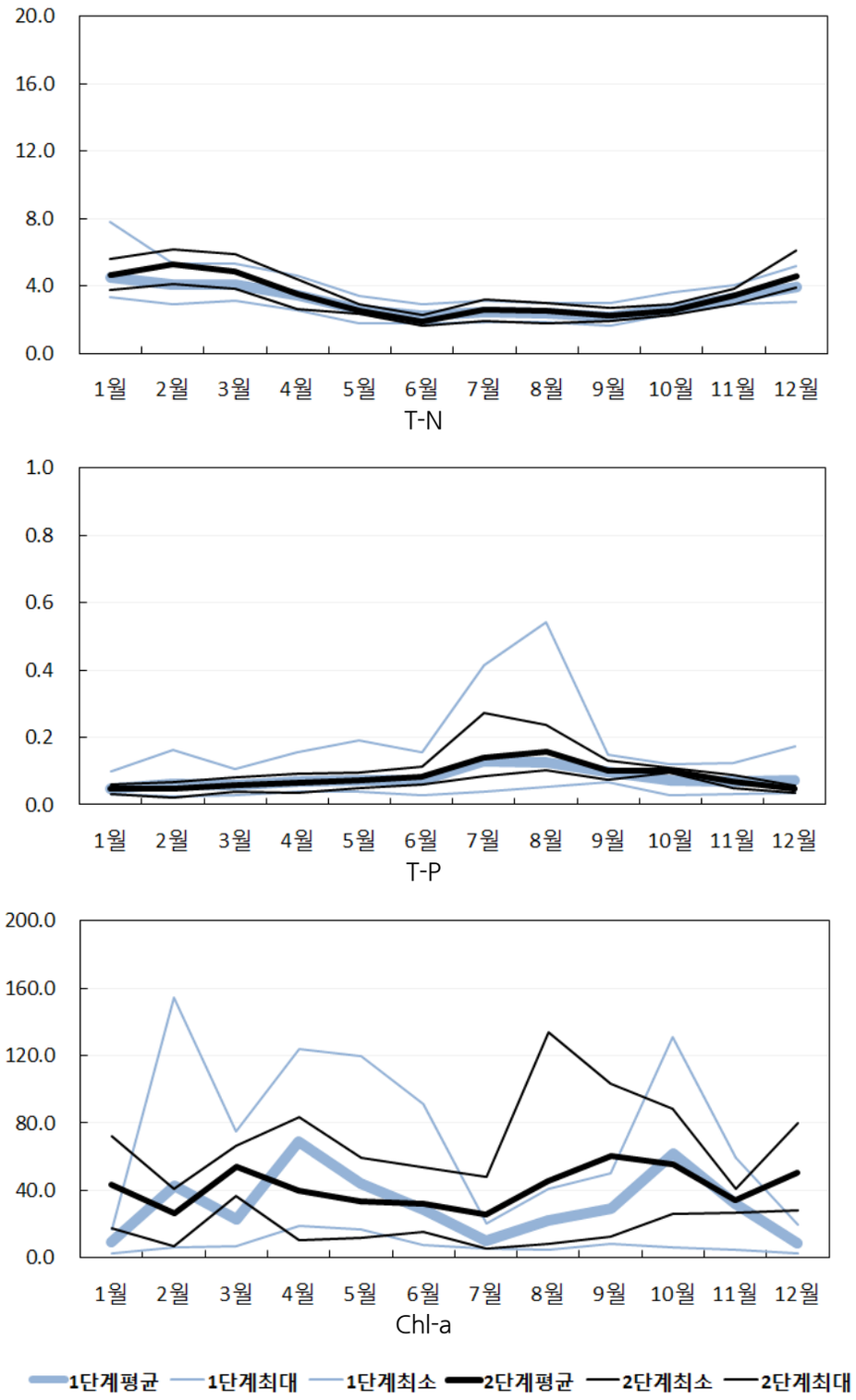

20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
BOD5
20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
CODMn
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
SS
1단계평균
1단계최대
1단계최소
2단계평균
2단계최소
2단계최대



[그림 2-31] 금강정비사업 이후 단계별 부여1의 수질변화

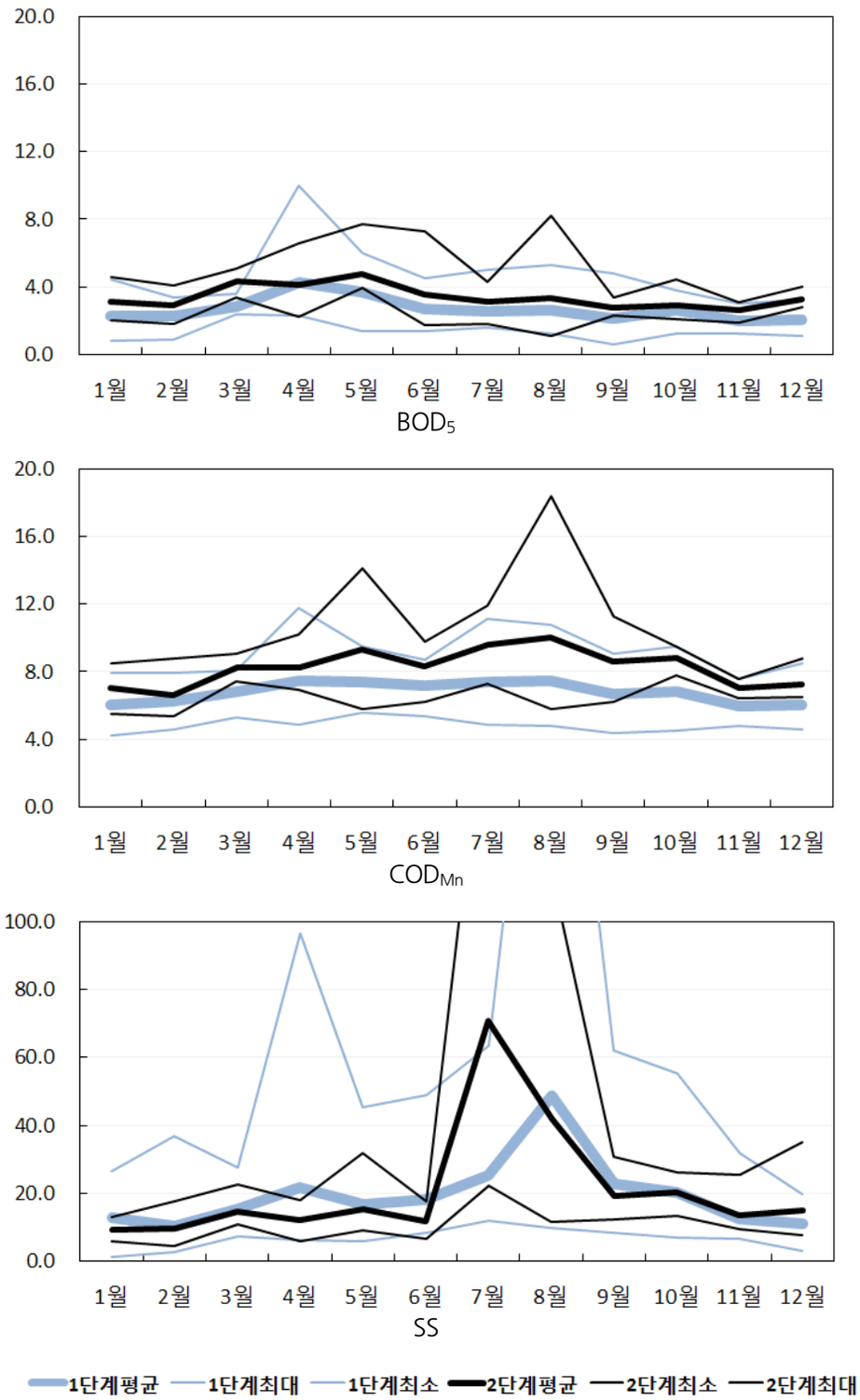
15) 부여2

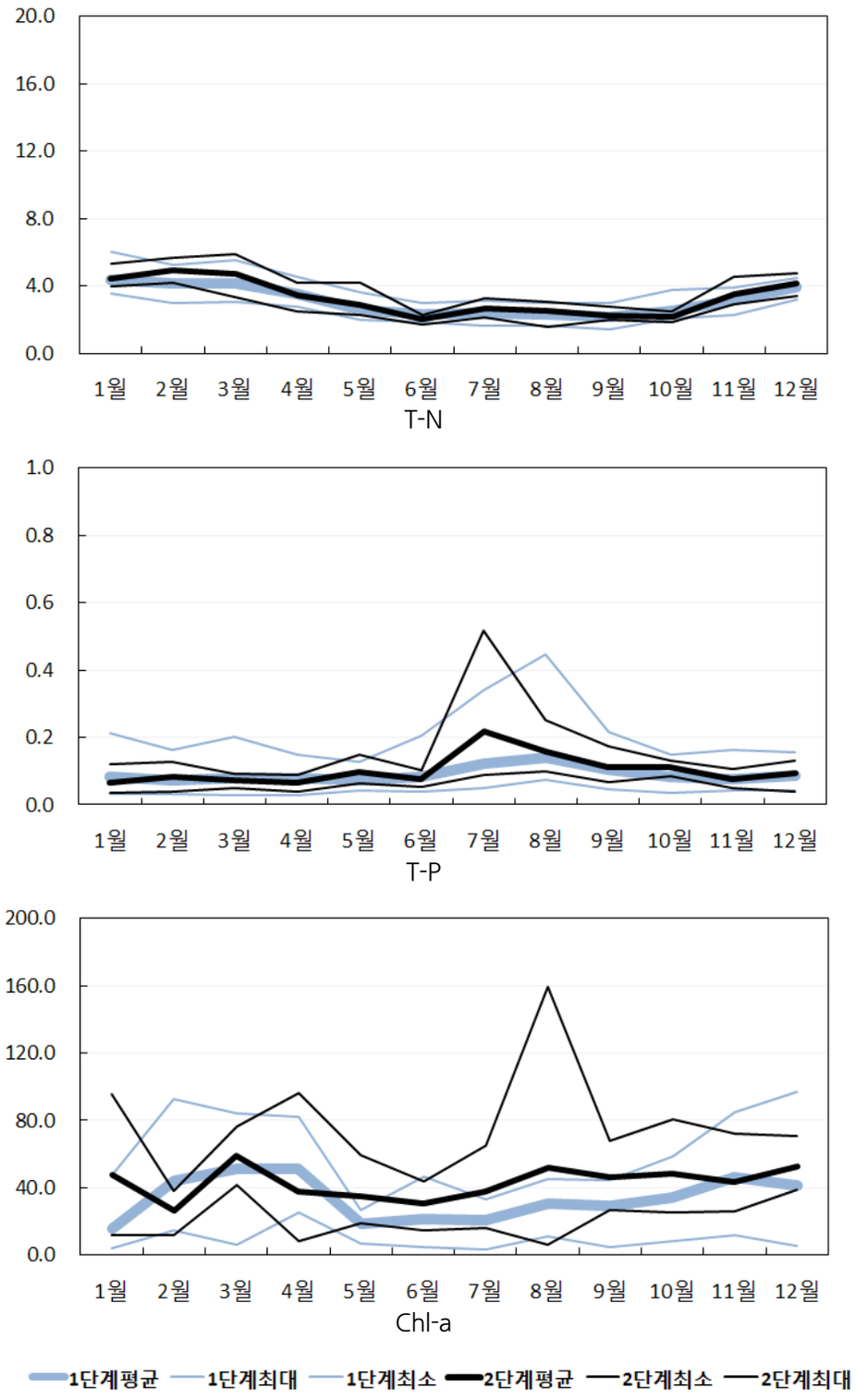

20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
BOD5
20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
CODMn
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
SS
1단계평균
1단계최대
1단계최소
2단계평균
2단계최소
2단계최대



[그림 2-32] 금강정비사업 이후 단계별 부여2의 수질변화

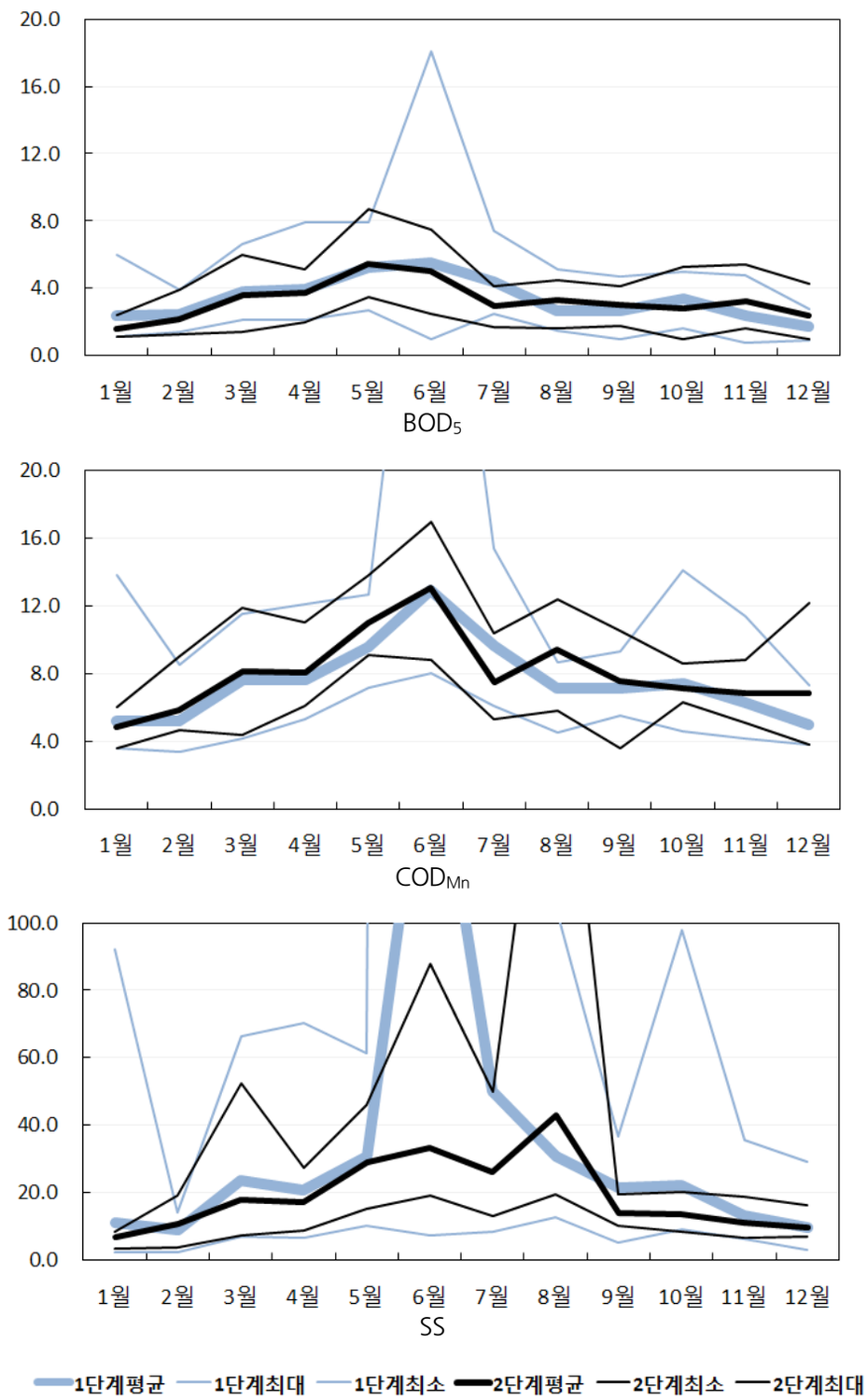
16) 성동

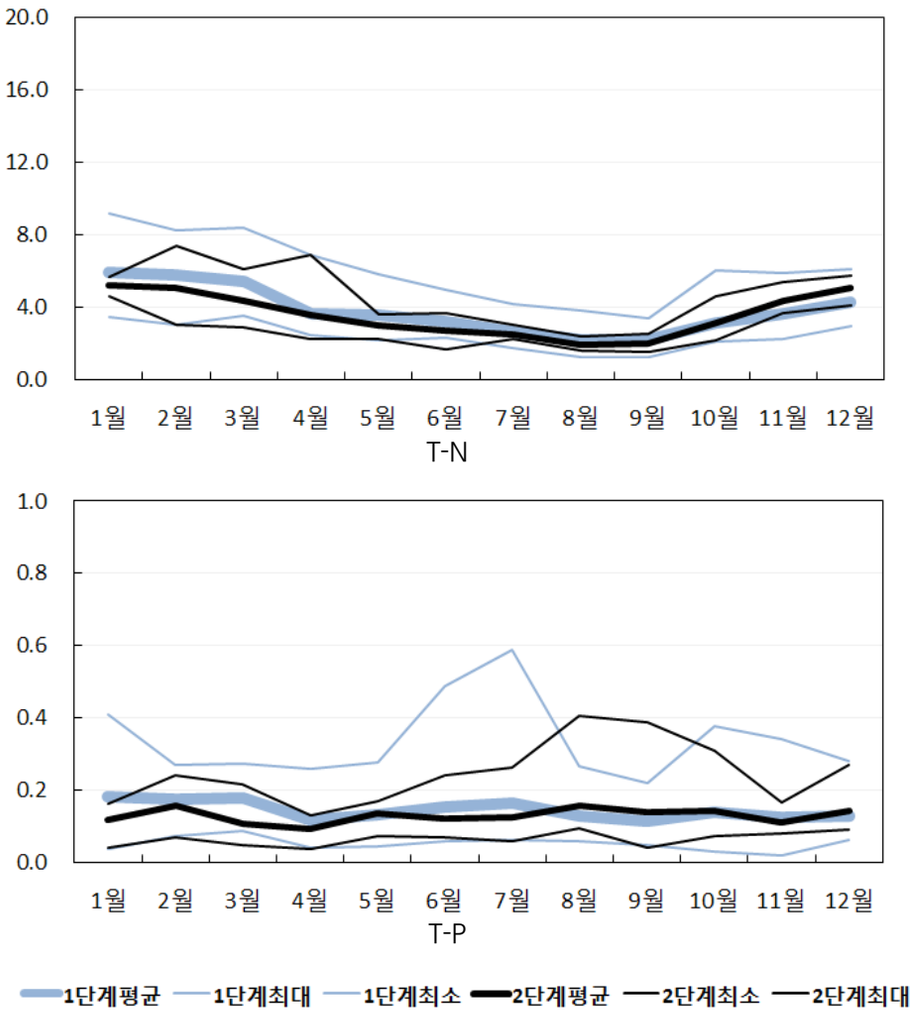

20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
BOD5
20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
CODMn
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
SS
1단계평균
1단계최대
1단계최소
2단계평균
2단계최소
2단계최대



[그림 2-33] 금강정비사업 이후 단계별 성동의 수질변화

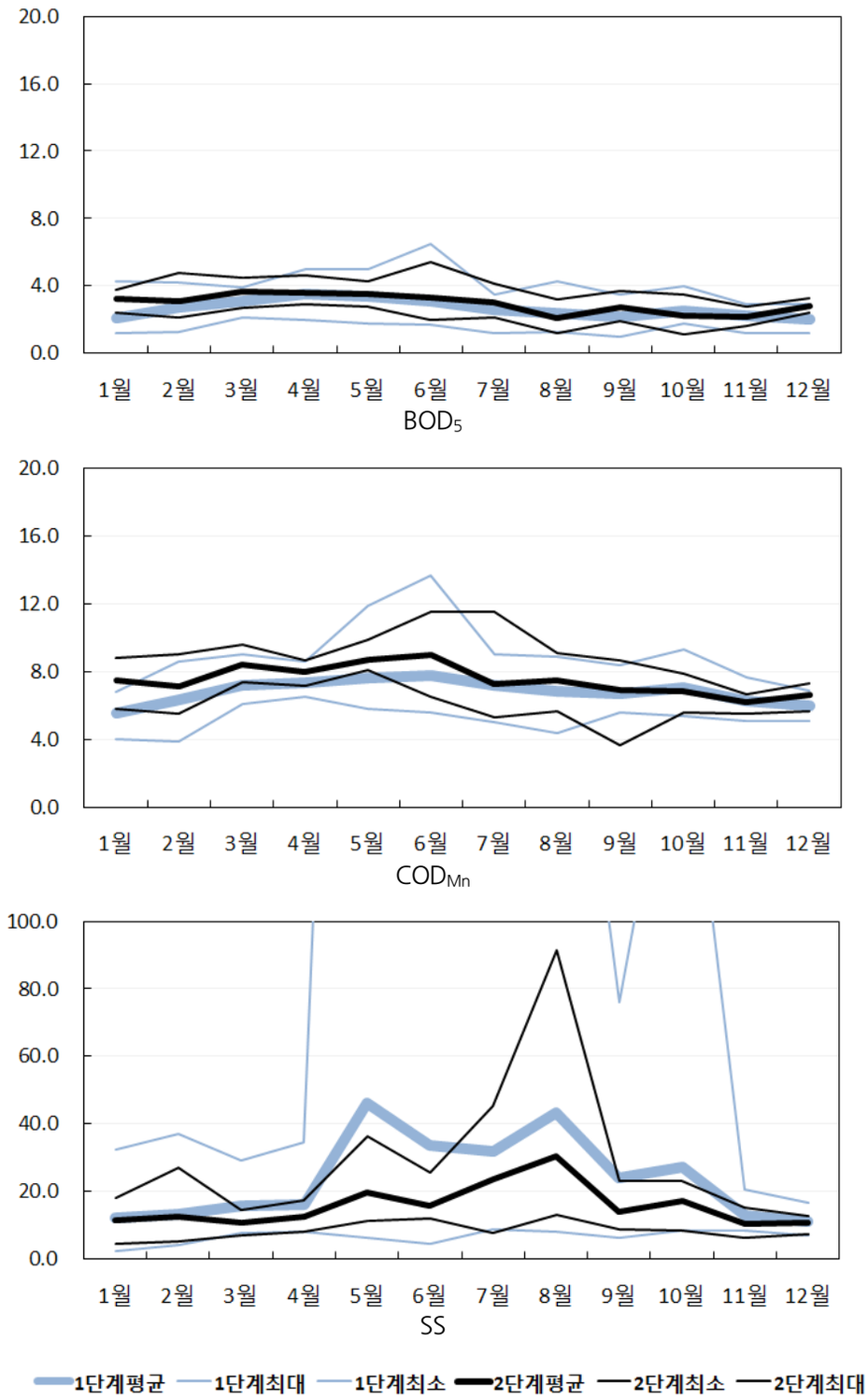
17) 논산A

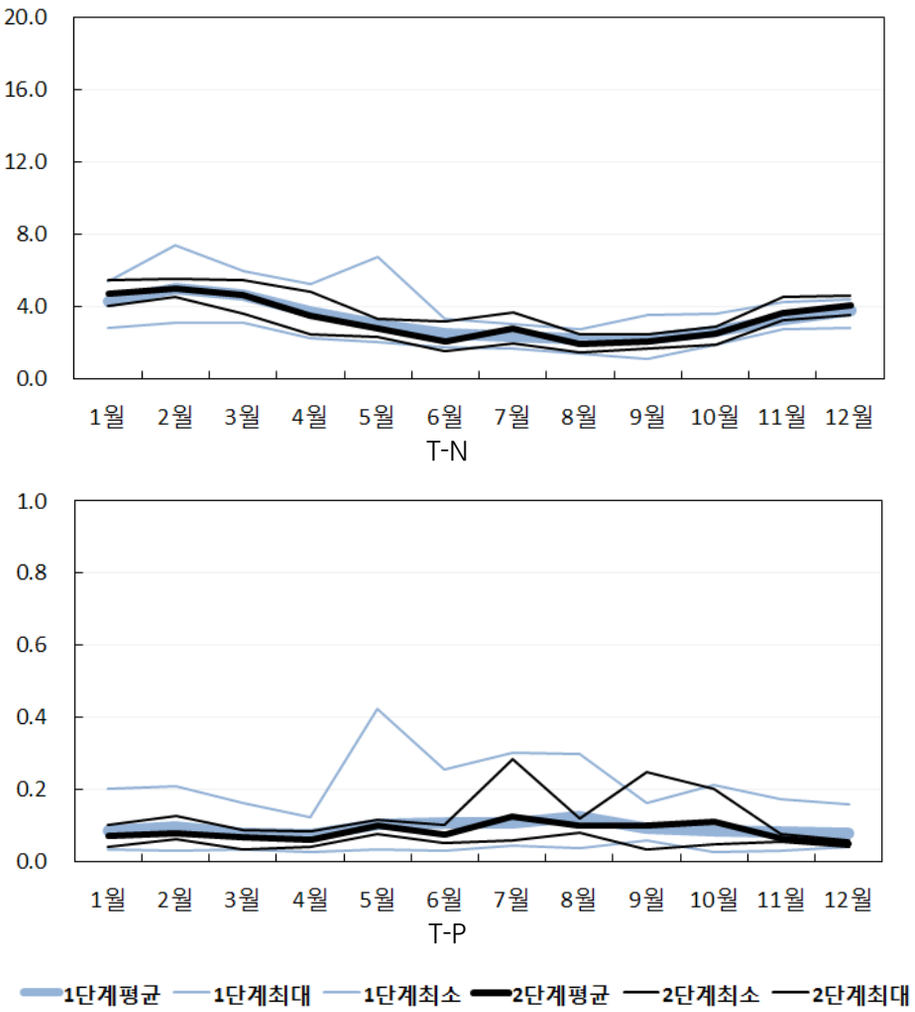

20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
BOD5
20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
CODMn
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
SS
1단계평균
1단계최대
1단계최소
2단계평균
2단계최소
2단계최대



[그림 2-34] 금강정비사업 이후 단계별 논산A의 수질변화

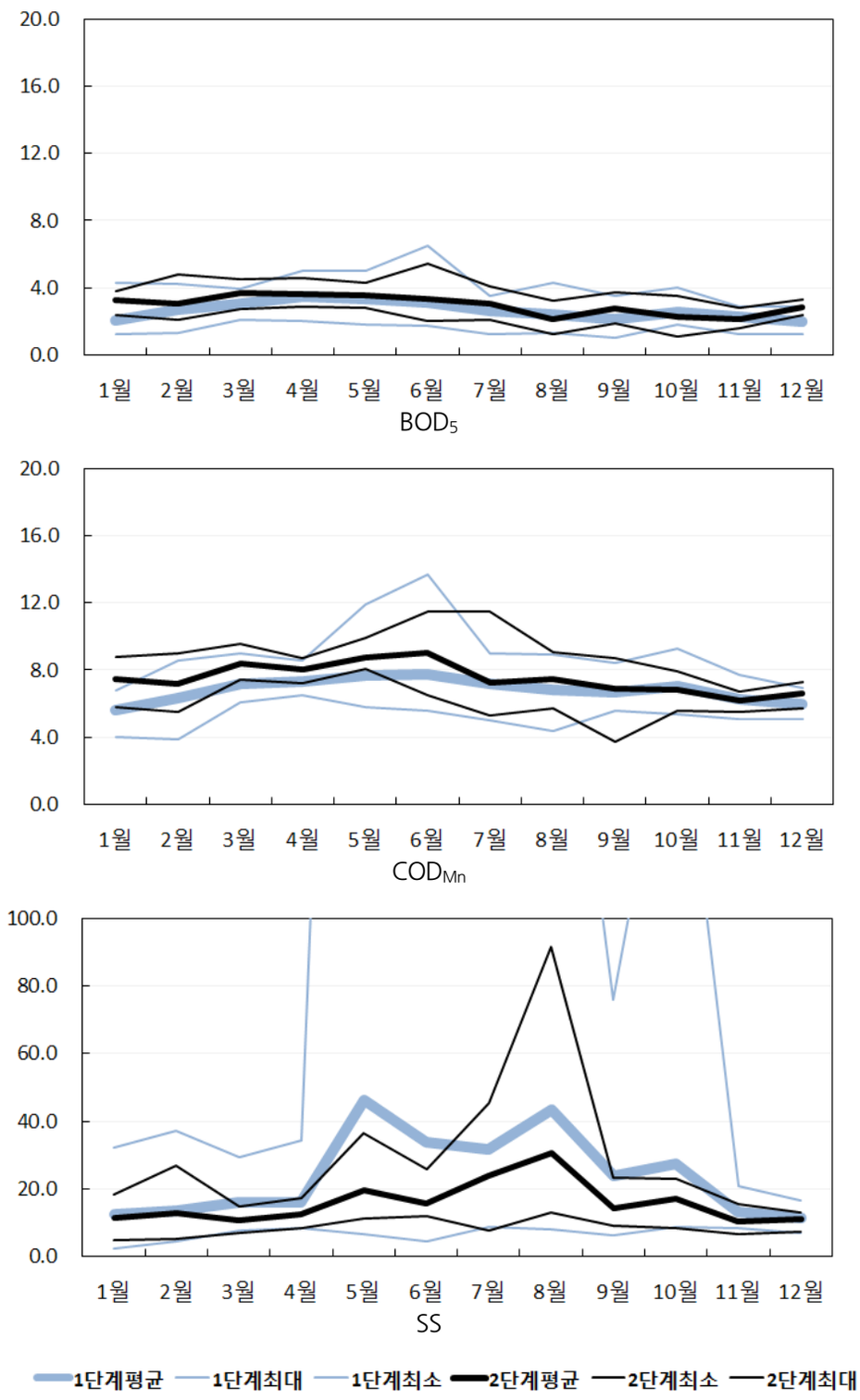
18) 금본K

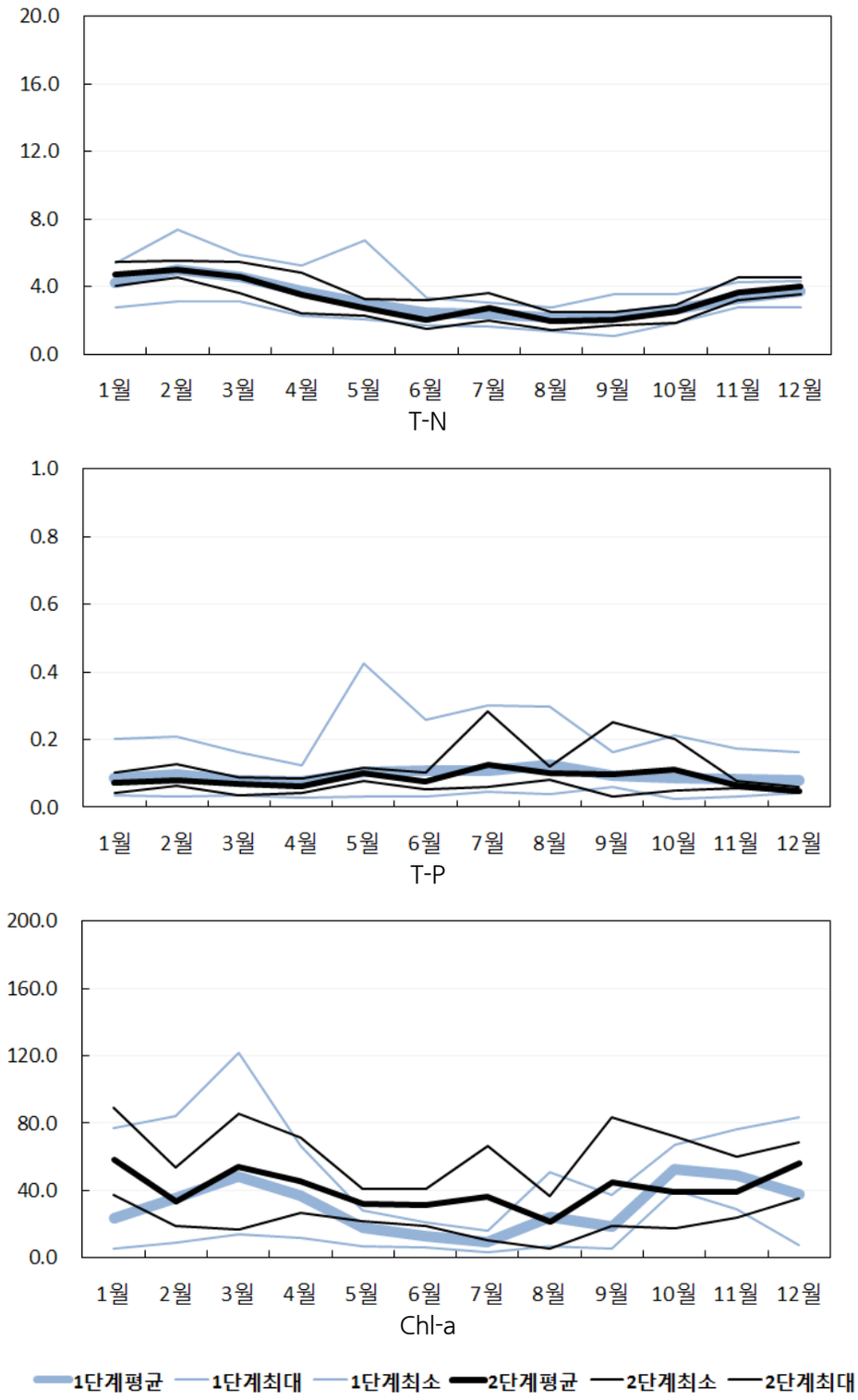

20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
BOD5
20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
CODMn
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
SS
1단계평균
1단계최대
1단계최소
2단계평균
2단계최소
2단계최대



[그림 2-35] 금강정비사업 이후 단계별 금본K의 수질변화

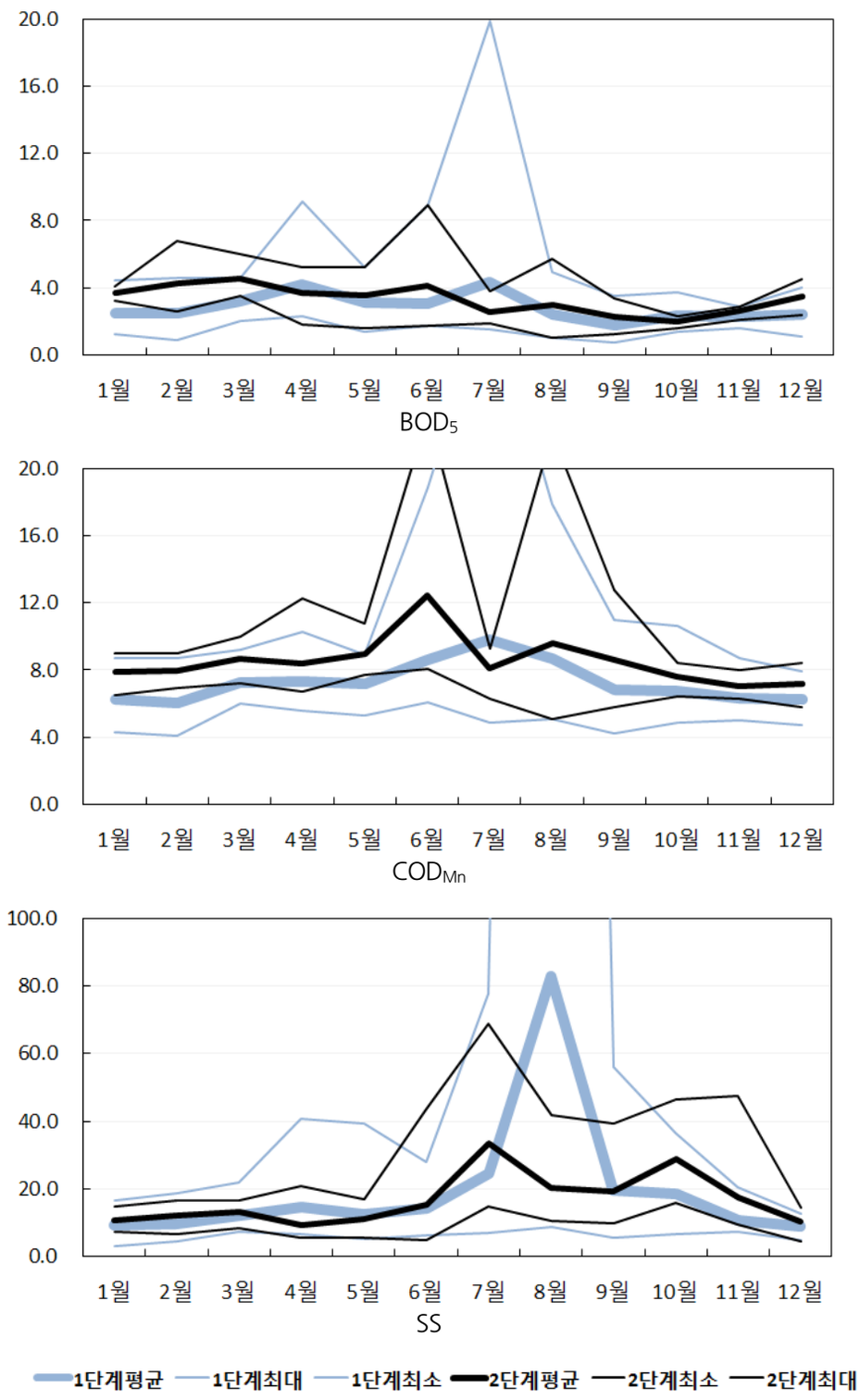
19) 강경

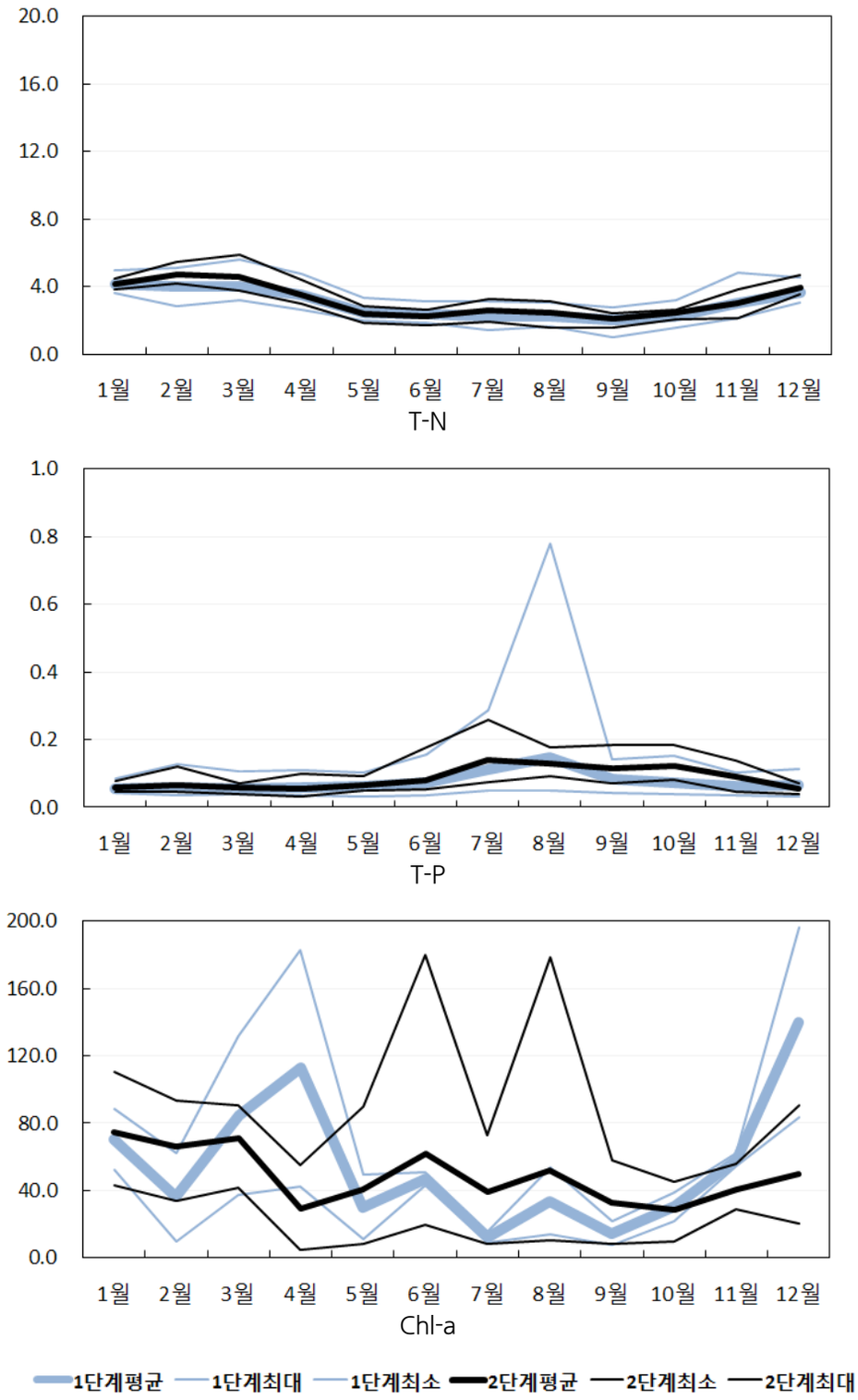

20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
BOD5
20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
CODMn
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
SS
1단계평균
1단계최대
1단계최소
2단계평균
2단계최소
2단계최대



[그림 2-36] 금강정비사업 이후 단계별 강경의 수질변화

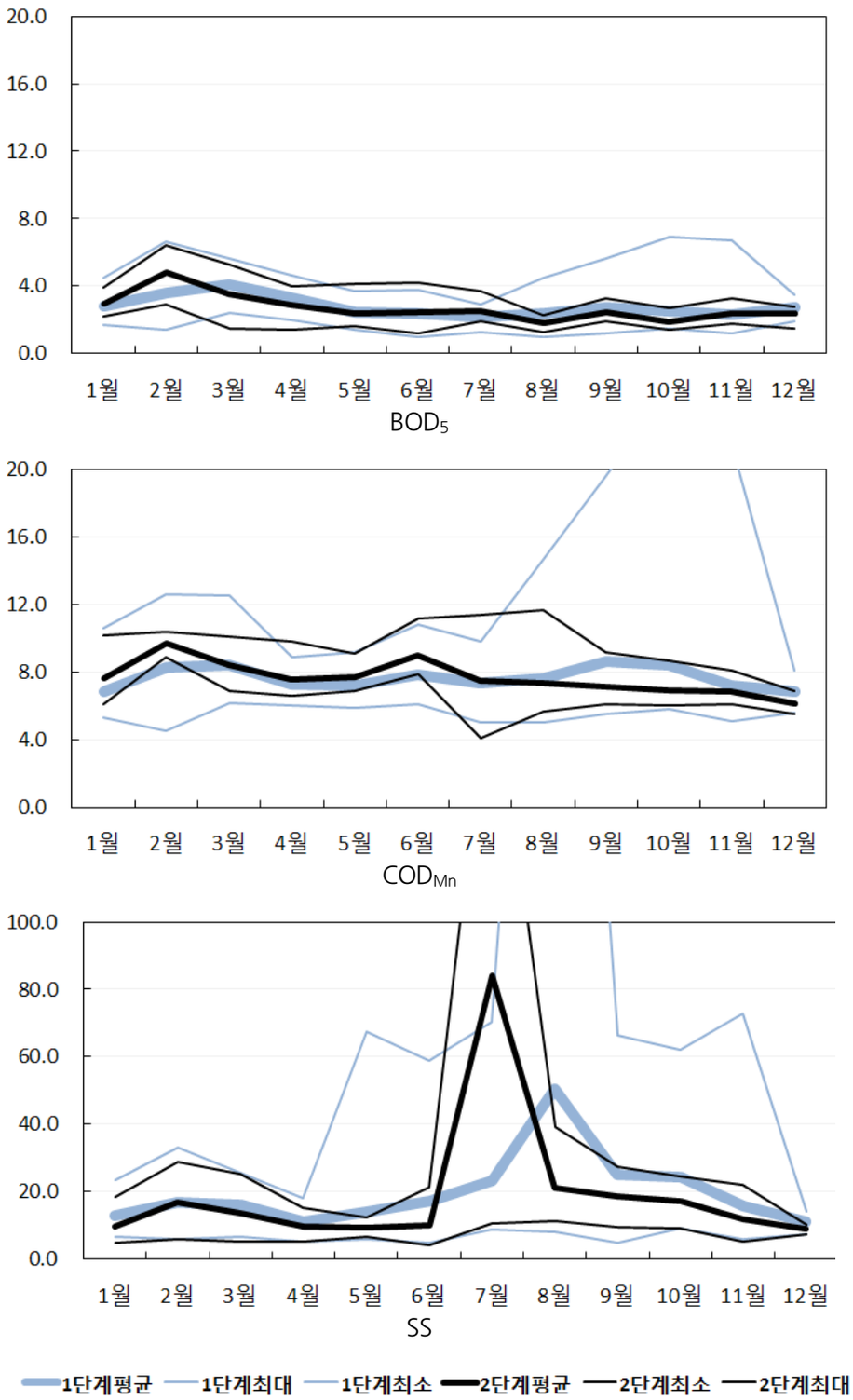
20) 양화-1

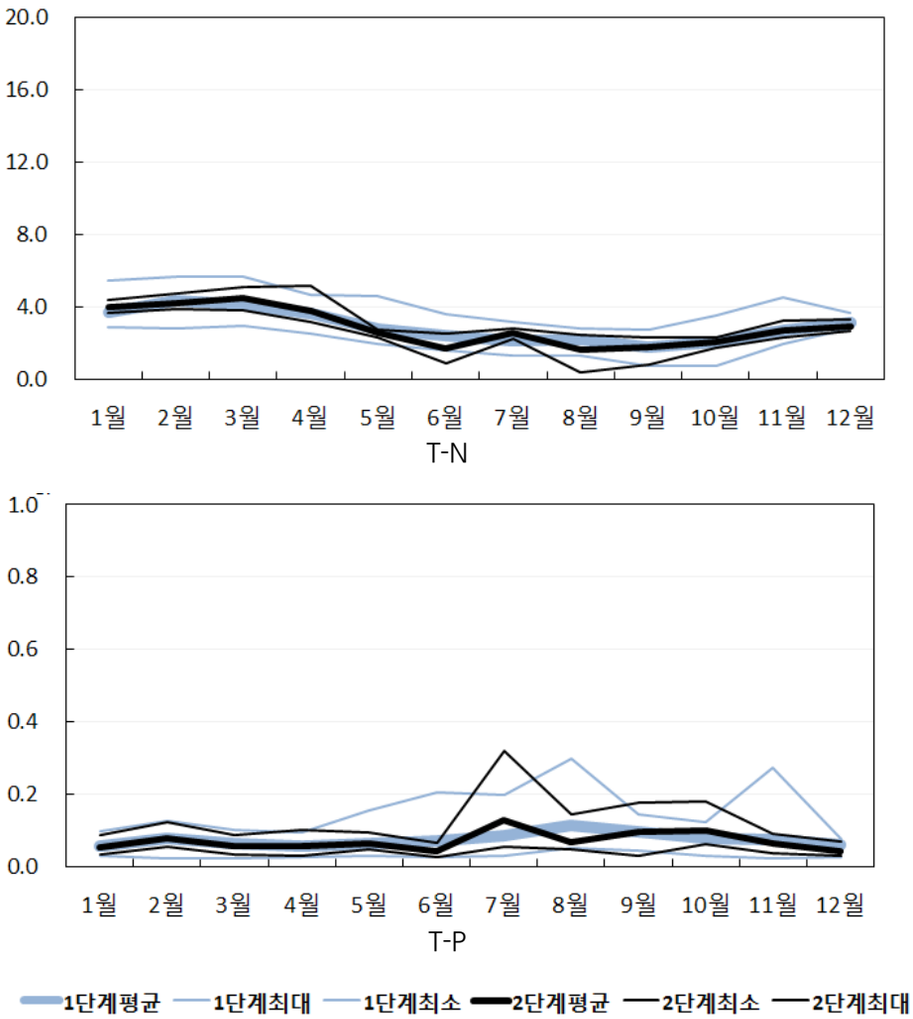

20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
BOD5
20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
CODMn
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
SS
1단계평균
1단계최대
1단계최소
2단계평균
2단계최소
2단계최대



[그림 2-37] 금강정비사업 이후 단계별 양화-1의 수질변화

21) 금본L


20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
BOD5
20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
CODMn
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
SS
1단계평균
1단계최대
1단계최소
2단계평균
2단계최소
2단계최대



[그림 2-38] 금강정비사업 이후 단계별 금본L의 수질변화

마. 금강 본류 상·하류간 수질변화 분석 및 평가

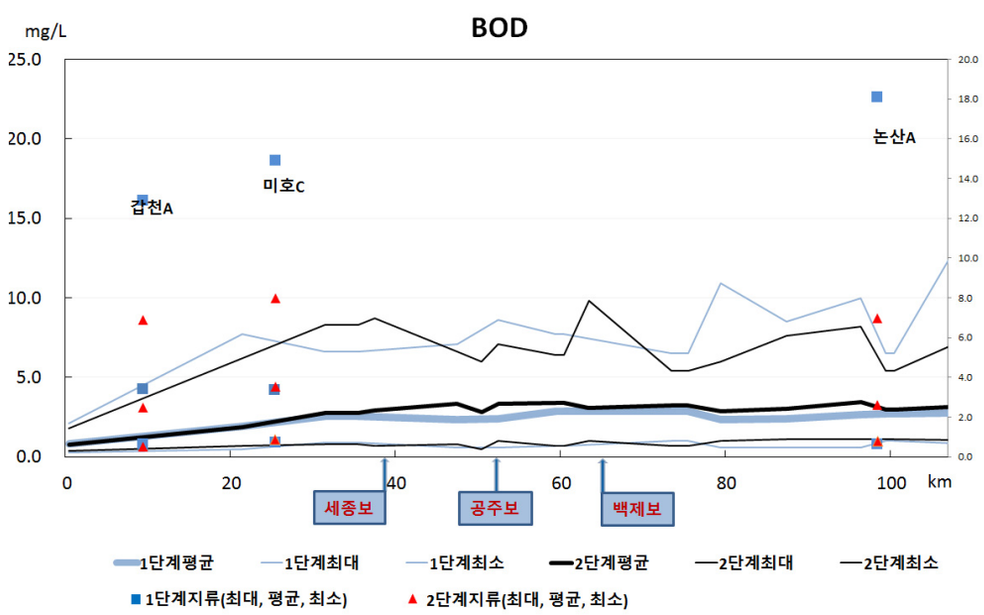
◦ 금강정비사업이 시행된 이후 1단계(2011년~2015년)와 2단계(2016~2017년) 연구기간 동안 금강본류와 지류하천인 갑천, 미호천, 논산천의 수질변화를 분석하였음

◦ 수질항목 가운데 본 연구에서 비교·검토가 가능한 BOD_5, COD_{Mn}, SS, T-N, T-P, Chl-a, 수온, pH, DO 등 총 9개 항목을 분석하였음

◦ BOD5는 보가 설치되어 있는 중류구간에서 1단계보다 2단계에서 평균농도가 높아진 경향을 보였음

◦ 갑천과 미호천의 BOD_5 농도는 1단계보다 낮아진 것으로 나타났는데, 이는 2012년부터 공공하수처리시설의 강화된 방류수질 기준에 따라 개선된 결과인 것으로 판단됨(10.0 ㎎/L → 5.0 ㎎/L)

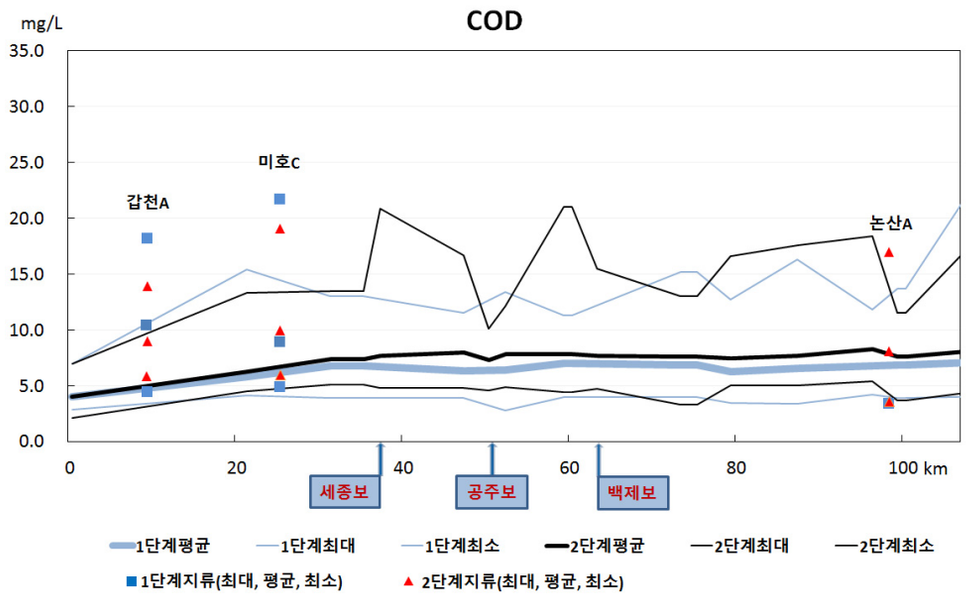
◦ 갑천과 미호천의 BOD_5 농도는 1단계보다 2단계에서 10.0 ㎎/L → 5.0 ㎎/L 까지 낮아진 것으로 보이나, 전체구간에서 평균 농도 값을 볼 때 전체 농도 값이 20 ㎞ 구간부터 1단계보다 높은 값을 보이고 있음



※ BOD_5 : ≦1 매우 좋음(Ia), ≦2 좋음(Ib), ≦3 약간 좋음(Ⅱ), ≦5 보통(Ⅲ), ≦8 약간 나쁨(Ⅳ), ≦10 나쁨(Ⅴ), 〉10 매우 나쁨(Ⅵ)

[그림 2-39] 금강 본류 및 지류하천의 단계별 BOD_5 농도변화 비교

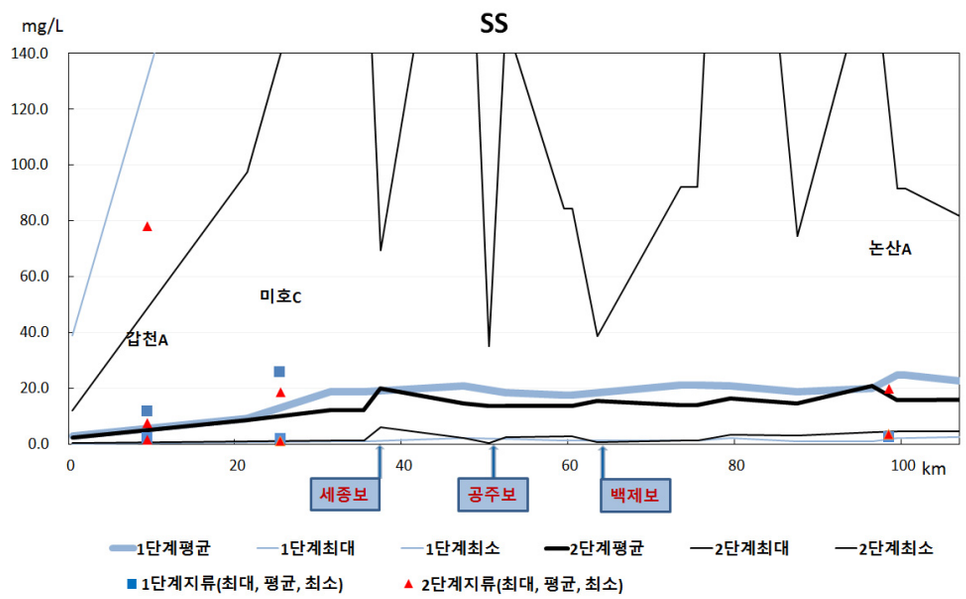
◦ COD_{Mn} 농도는 전체 구간에서 1단계보다 상승하였고, 갑천과 미호천이 합류된 이후부터 상승하기 시작하여 2단계에서는 세종보에서 연평균 최대 농도 값이 3월 20.9 ㎎/L, 4월 11.3 ㎎/L로 매우 나쁨(Ⅵ) 등급 이상의 수준을 보였음



※ COD_{Mn} : ≦2 매우 좋음(Ia), ≦4 좋음(Ib), ≦5 약간 좋음(Ⅱ), ≦7 보통(Ⅲ), ≦9 약간 나쁨(Ⅳ), ≦11 나쁨(Ⅴ), >11 매우 나쁨(Ⅵ)

[그림 2-40] 금강 본류 및 지류하천의 단계별 COD_{Mn} 농도변화 비교

◦ SS 농도는 보 설치에 따른 영향을 직접적으로 알 수 있는 지표로서 유속 감소로 인해 모든 구간에서 SS 농도가 1단계보다 감소한 것으로 나타났으며, 주요 지류하천인 갑천, 미호천, 논산천 등에서는 평균농도가 1단계보다 모두 증가하였음

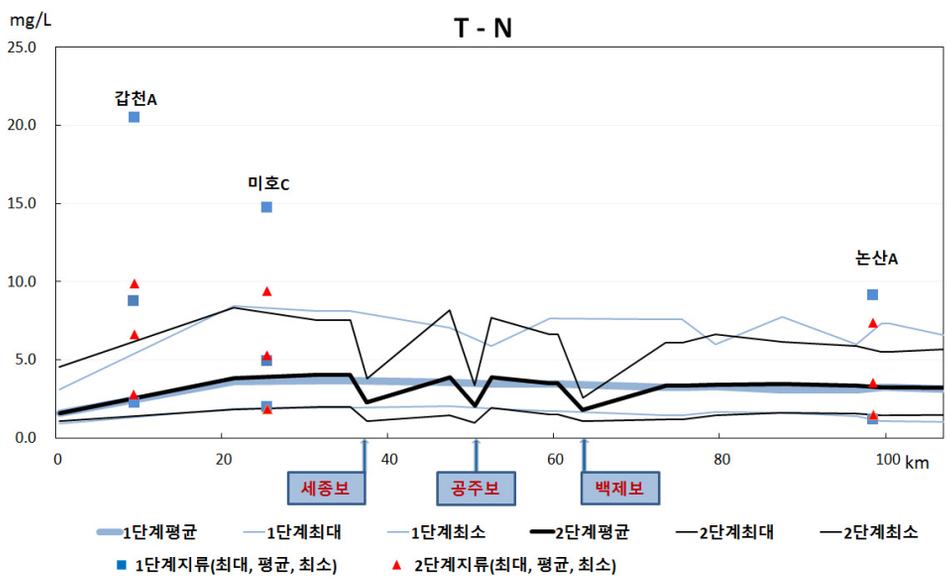


※ SS : ≦25 매우 좋음(Ia), ≦25 좋음(Ib), ≦25 약간 좋음(Ⅱ), ≦25 보통(Ⅲ), ≦100 약간 나쁨(Ⅳ), 쓰레기 등이 떠 있지 않을 것, 나쁨(Ⅴ)

[그림 2-41] 금강 본류 및 지류하천의 단계별 SS 농도변화 비교

◦ T-N은 환경기초시설 방류수 수질강화에 따른 영향을 적게 받은 항목으로서 유역에서 배출되는 오염부하량이 금강정비사업 전·후에 변화가 거의 없는 항목임

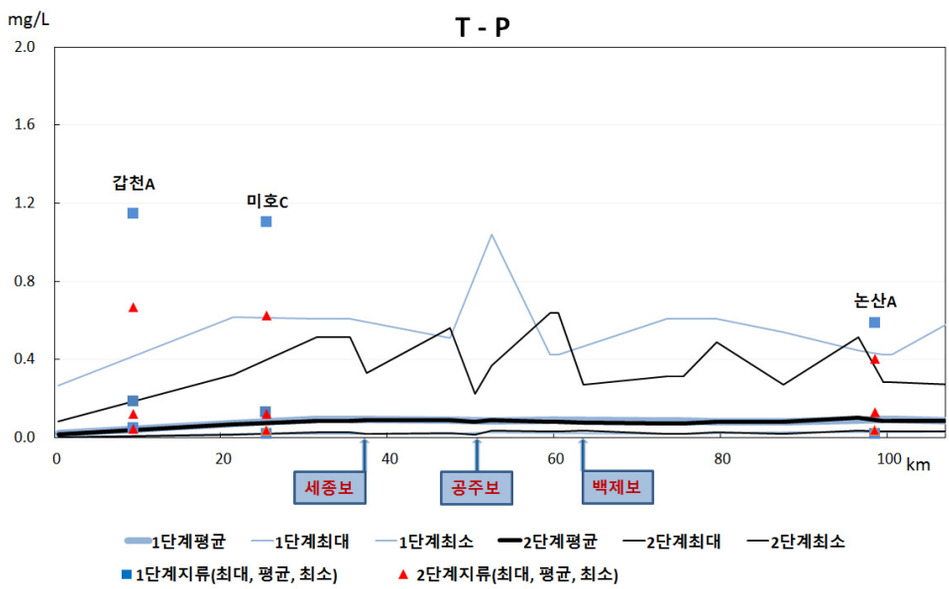
◦ 2단계 분석결과 최소 최대 평균 데이터의 경우 세종보, 공주보, 백제보에서 급격히 하락하였다가 다시 증가하는 경향을 보이며 큰 변화가 없었던 1단계 분석결과와는 다른 결과를 보였음



[그림 2-42] 금강 본류 및 지류하천의 단계별 평균 T-N 농도변화 비교

◦ T-P는 다양한 수질 항목 중 조류발생 제어인자인 영양염류 항목으로 호소 또는 유속이 극히 느린 저류구간의 하천에서 조류 발생을 억제하기 위하여 관리되는 항목임

◦ 금강본류로 유입되는 지류하천에서는 1단계보다 현격하게 농도가 낮아져 본류에서도 대부분의 구간에서 낮아진 경향을 보였음

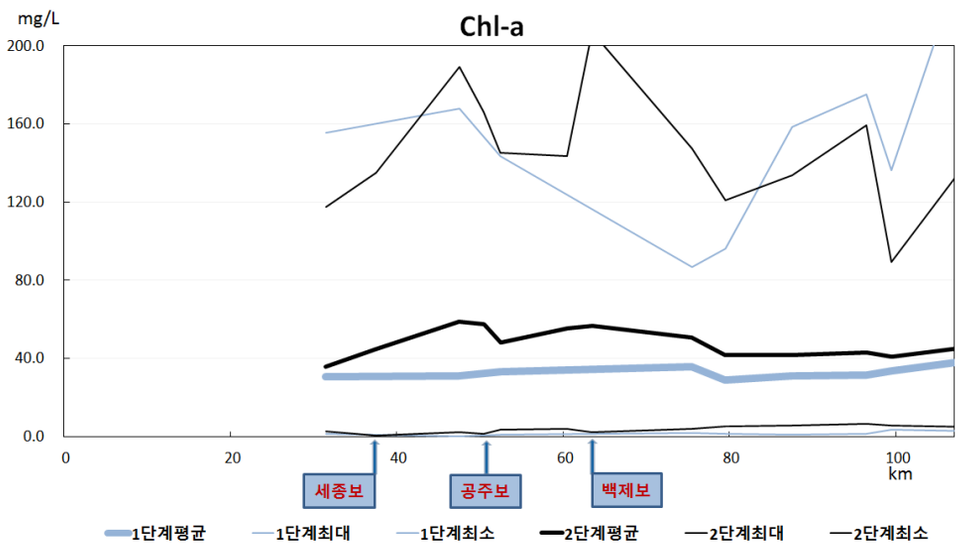


※ T-P : ≦0.02 매우 좋음(Ia), ≦0.04 좋음(Ib), ≦0.1 약간 좋음(Ⅱ), ≦0.2 보통(Ⅲ), ≦0.3 약간 나쁨(Ⅳ), ≦0.5 나쁨(Ⅴ), ＞0.5 매우 나쁨(Ⅵ)

[그림 2-43] 금강 본류 및 지류하천의 단계별 T-P 농도변화 비교

◦ Chl-a 농도는 상류 일부 구간에 측정이 이루어지지 않아 자료가 없으나, 1단계와 비교하여 전반적으로 증가한 것으로 나타났으며, 특히, 보가 설치되어 있는 구간(세종보, 공주보, 백제보) 상류지점에서 농도가 크게 증가한 것으로 나타났음

◦ 전체적으로 Chl-a 농도는 1단계 이후 증가한 것으로 나타났는데, 이는 COD_{Mn} 증가와 보 설치에 따른 하천유속 감소로 체류시간이 증가한 것이 영향을 미친 것으로 판단되며, 장기적으로 오염물질이 퇴적물 등에 축적될 경우 식물성플랑크톤의 번성이 가속화될 가능성이 매우 높을 것으로 예상됨

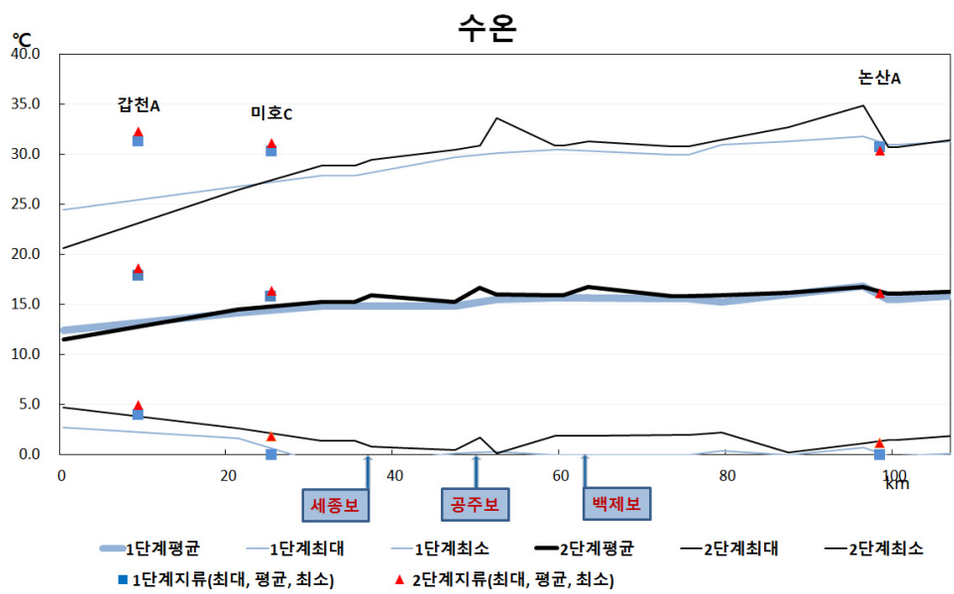


[그림 2-44] 금강 본류 및 지류하천의 단계별 Chl-a 농도변화 비교

◦ 수온은 대기온도의 변화와 직접적인 관계가 있으며, 1단계 이후 공주보 상류 구간 및 백제보 하류구간의 수온이 이전보다 다소 높아진 것으로 나타났음

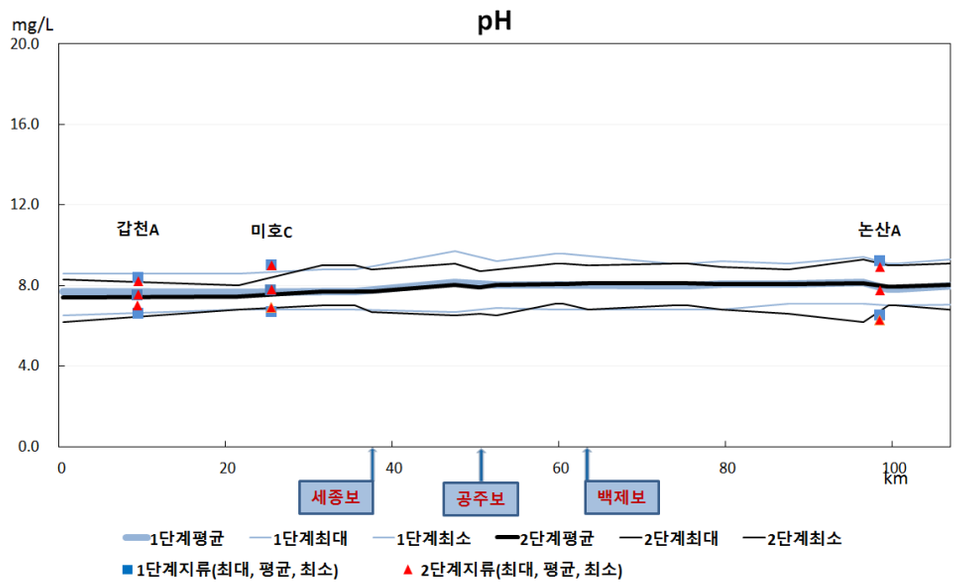
◦ 겨울철에 해당하는 최저수온을 비교해보면, 세종보에서 백제보 하류에 이르는 구간에서 0 ℃ 미만으로 수온이 낮아졌고, 광범위한 지역에서 하천 수면이 동결하는 현상이 관측되었음

◦ 2016년 세종보에서 백제보에 이르는 동일구간의 수온이 0 ℃ 이상으로 높아졌으며, 하천 수면이 동결하는 현상이 급격하게 줄어든 것으로 관측되었음



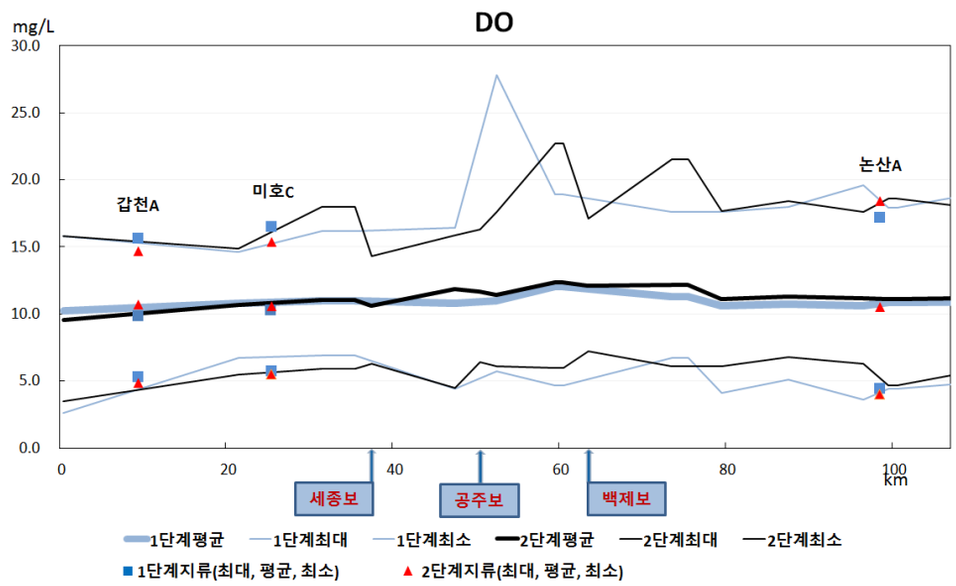
[그림 2-45] 금강 본류 및 지류하천의 단계별 수온 변화 비교

◦ pH는 1단계 이후 금강 본류 및 지류하천에서 다소 감소하였음



[그림 2-46] 금강 본류 및 지류하천의 단계별 pH 변화 비교

◦ DO 농도는 대기 중에서 전달되거나 수중 광합성에 의하여 높아지는데, 1단계 이후 정체수역에서 식물성 플랑크톤 증가로 인한 녹조발생 현상 등으로 보 전·후 DO 농도가 높아진 것으로 나타났음



※ DO : ≧7.5 매우 좋음(Ia), ≧5.0 좋음(Ib), ≧5.0 약간 좋음(II), ≧5.0 보통(III), ≧2.0 약간 나쁨(IV), ≧2.0 나쁨(V), 〈 2.0 매우 나쁨(VI)

[그림 2-47] 금강 본류 및 지류하천의 단계별 DO 농도변화 비교

바. 유하거리에 따른 수질변화 평가

1) 연도별 기온 및 강수량 평가

◦ 수질과 유량에 큰 영향을 미치는 기온과 강수현황을 비교·평가하기 위하여 부여기상대의 자료를 조사하였음

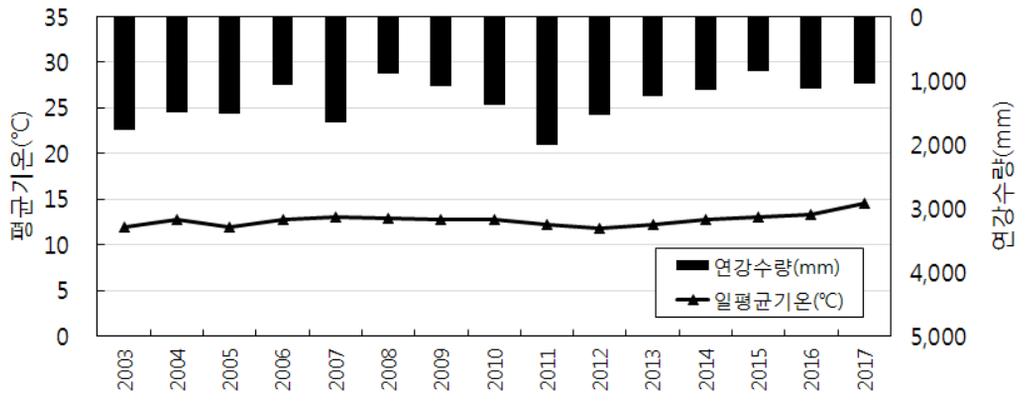
◦ 2003년부터 2017년까지 연평균 기온을 비교해 볼 때, 기온변화는 크지 않지만 지속적으로 증가하는 경향을 보였음

◦ 연평균 기온의 경우, 최저 11.8 ℃에서 최고 14.6 ℃ 범위까지 변화하였으며, 연강수량은 848.8~2,014.7 ㎜의 범위에서 변화하는 것으로 나타났음

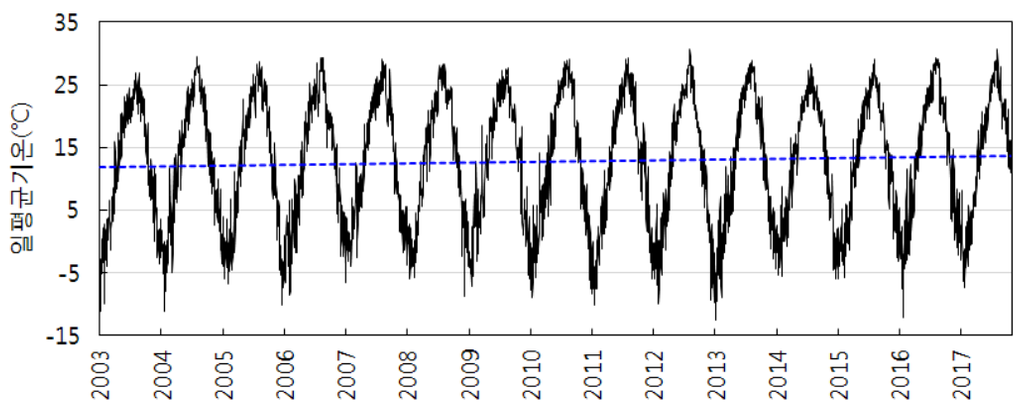
◦ 2007년과 2011년은 평균 강수량 보다 매우 높은 반면, 2008년과 2015년은 평균 강수량보다 훨씬 적은 강수량을 보였음

[표 2-75] 2003년~2017년 연평균기온 및 연강수량 변화

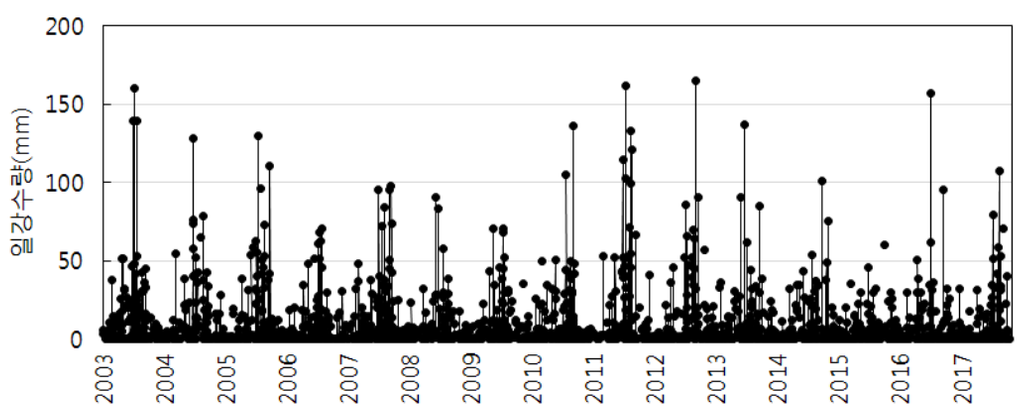
연도	일평균기온(℃)	강수량(㎜)
2003년	11.9	1,780.0
2004년	12.7	1,493.9
2005년	11.9	1,527.0
2006년	12.8	1,076.5
2007년	13.0	1,651.3
2008년	12.8	902.1
2009년	12.8	1,089.6
2010년	12.7	1,378.3
2011년	12.1	2,014.7
2012년	11.8	1,545.8
2013년	12.3	1,236.3
2014년	12.8	1,142.1
2015년	13.0	848.8
2016년	13.3	1,129.3
2017년	14.6	1,053.1
평균	12.7	1,324.6



[그림 2-48] 부여기상대 연평균기온 및 연강수량 변화(2003년~2017년)



[그림 2-49] 부여기상대 일평균기온 변화(2003년~2017년)



[그림 2-50] 부여기상대 일강수량 변화(2003년~2017년)

2) 금강본류 유하지점별 수질변화 평가

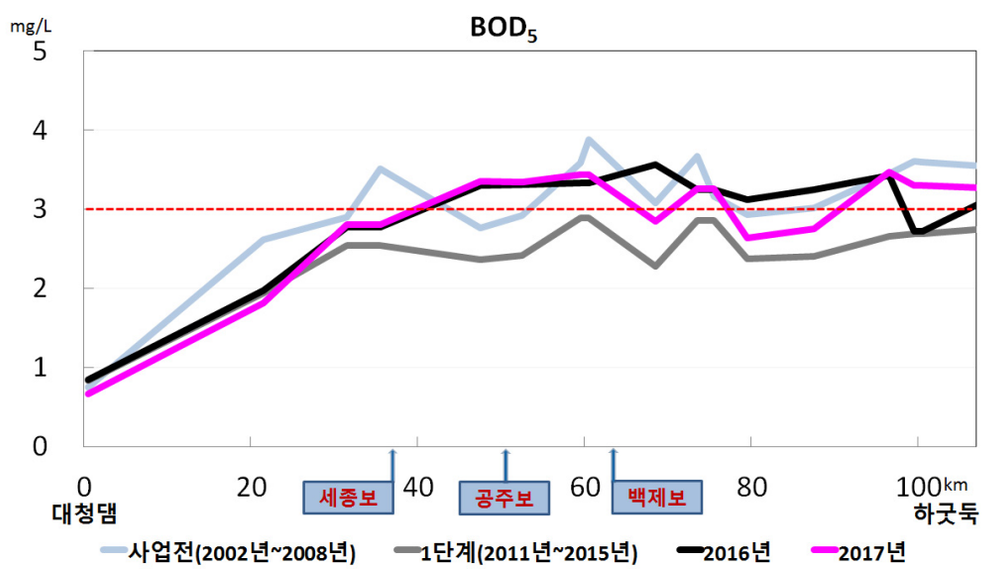
◦ 금강정비사업이 시행되기 전(2002~2008년), 금강 수환경 모니터링 1단계(2011년~2015년) 연구기간 및 2단계 (2016년~2017) 등 총 4개의 기간으로 구분하여 대청댐방류부터 금강 하굿둑까지 유하거리에 따른 수질변화를 평가하였음

◦ 수질항목 가운데 본 연구에서 비교 · 검토가 가능한 BOD_5, COD_{Mn}, SS, T-N, T-P, Chl-a, 수온, pH, DO 등 총 9개 항목을 분석하였음

◦ BOD_5 농도는 1단계 연구기간동안에 사업 전보다 대부분의 구간에서 낮아졌음

◦ 2단계 분석결과, 1단계 연구기간보다 BOD_5 농도는 세종보, 공주보, 백제보 지역을 중심으로 증가폭이 두드러졌으며, 세종보 하류에서는 40.9%, 백제보 하류에서는 42.0%가 증가하였고 전체적으로 평균 13.4% 정도 증가한 것으로 나타났음

◦ 환경기초시설의 방류수질 개선에 따라 유량이 많은 주요 지류하천의 수질이 상당한 폭으로 개선되었음에도 불구하고, 금강본류의 수질이 과거의 수준으로 돌아가는 것은 외부오염원에 의한 것보다는 내부생산량 증가와 보 상류 하상에 침적되어 있는 퇴적물의 재부상 등에 의한 영향인 것으로 유추할 수 있음



※ BOD_5 : ≤1 매우 좋음(Ia), ≤2 좋음(Ib), ≤3 약간 좋음(Ⅱ), ≤5 보통(Ⅲ), ≤8 약간 나쁨(Ⅳ), ≤10 나쁨(Ⅴ), >10 매우 나쁨(Ⅵ)

[그림 2-51] 금강본류 유하거리에 따른 단계별 평균 BOD_5 농도변화

[표 2-76] 금강 본류 및 지류하천 유하거리에 따른 단계별 BOD_5 농도 증감 비교

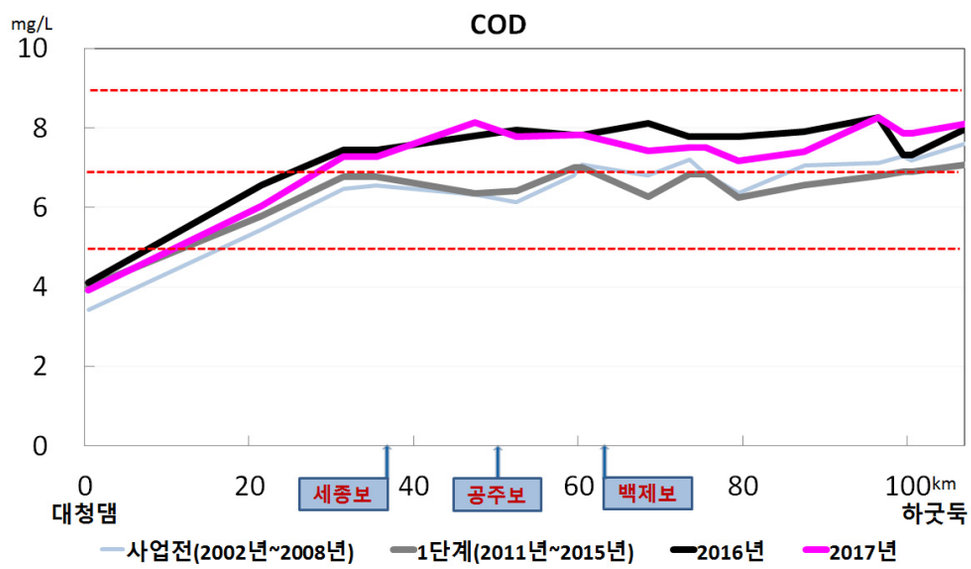
지점명	주요지류		본류		증감	비고
	1단계	2단계	1단계	2단계		
금본F			0.8	0.8	-8.9%	대청댐 방류
갑천A	4.2	3.1			-26.9%	
금본G			1.9	1.9	-2.4%	
미호C	4.2	4.4			5.7%	
연기			2.5	2.8	9.8%	
금본H			2.5	2.8	9.8%	세종보 상류
공주1			2.4	3.3	40.9%	세종보 하류
곰나루			2.4	3.3	37.7%	공주보 하류
금본I			2.9	3.4	17.1%	
목면			2.9	3.4	17.1%	백제보 상류
공주2			2.3	3.2	42.0%	백제보 하류
금본J			2.9	3.3	13.8%	
정동			2.9	3.3	13.8%	
부여1			2.4	2.9	21.7%	
부여2			2.4	3.0	25.9%	
성동			2.7	3.4	29.6%	
논산A	3.4	3.3			-4.5%	
강경			2.7	3.0	11.5%	
금본K			2.7	3.0	11.5%	
양화-1			2.8	3.4	19.4%	
금본L			2.8	2.7	-2.6%	
평 균	4.0	3.6	2.5	2.9	13.4%	

◦ COD_{Mn} 변화를 살펴보면, 1단계 시작시점에는 수질이 개선되었으나, 해가 갈수록 수질농도가 증가하기 시작하여 사업 전 수질과 유사한 수준을 보이고 있음

◦ COD_{Mn} 농도는 2단계에서 세종보 상류를 제외한 전 구간에서 1단계보다 증가하였고 보 구간에서 증가폭이 두드러졌으며, 세종보 하류에서 25.5%, 백제보 하류에서 24.0%가 증가한 것으로 나타남

- 2017년의 경우 2016년에 비해 백제보 하류부터 다소 낮아졌으나, 하굿둑 인근에서 다시 높아진 것으로 나타남

◦ COD_{Mn}는 난분해성 유기물 함량을 나타내는 지표 가운데 하나로서, BOD_5 농도에 비해 사업 전 수준을 훨씬 초과하고 있는 것으로 나타나 금강본류의 정체구간의 증가로 인해 유기물의 내부생산량 증가 및 축적 등이 지속적으로 진행되고 있음을 유추할 수 있음



※ COD_{Mn} : ≦2 매우 좋음(Ia), ≦4 좋음(Ib), ≦5 약간 좋음(Ⅱ), ≦7 보통(Ⅲ), ≦9 약간 나쁨(Ⅳ), ≦11 나쁨(Ⅴ), ＞11 매우 나쁨(Ⅵ)

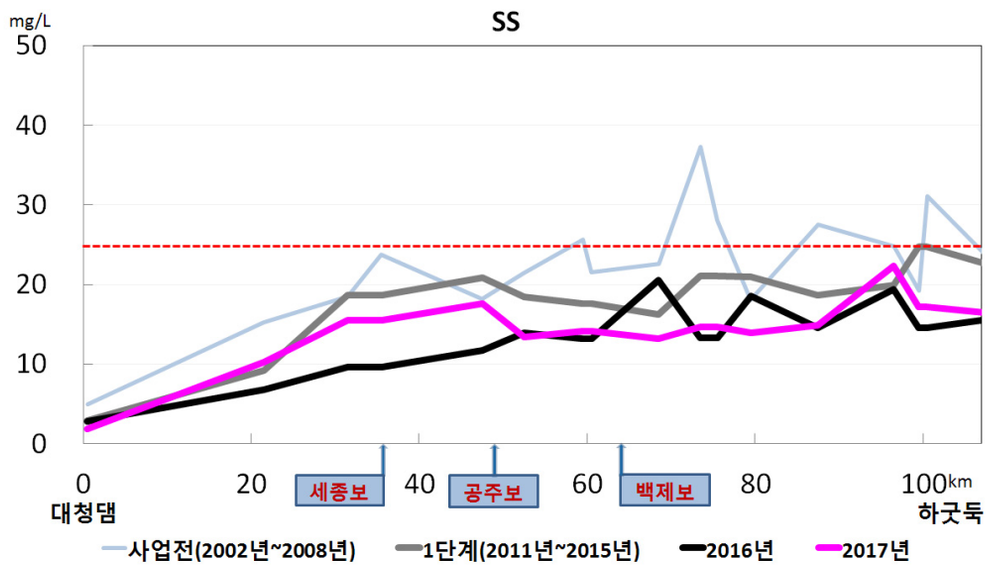
[그림 2-52] 금강본류 유하거리에 따른 단계별 평균 COD_{Mn} 농도변화

[표 2-77] 금강 본류 및 지류하천 유하거리에 따른 단계별 COD_{Mn} 농도 증감 비교

지점명	주요지류		본류		증감	비고
	1단계	2단계	1단계	2단계		
금본F			4.0	4.0	0.4%	대청댐 방류
갑천A	10.4	9.0			-13.5%	
금본G			5.8	6.3	8.7%	
미호C	8.9	9.9			12.3%	
연기			6.8	7.4	8.7%	
금본H			6.8	7.4	8.7%	세종보 상류
공주1			6.3	8.0	25.5%	세종보 하류
곰나루			6.4	7.9	22.6%	공주보 하류
금본I			7.0	7.8	11.8%	
목면			7.0	7.8	11.8%	백제보 상류
공주2			6.3	7.8	24.0%	백제보 하류
금본J			6.8	7.6	11.9%	
정동			6.8	7.6	11.9%	
부여1			6.3	7.5	19.8%	
부여2			6.6	7.7	16.8%	
성동			6.8	8.3	21.5%	
논산A	7.6	8.1			5.7%	
강경			6.9	7.6	9.9%	
금본K			6.9	7.6	9.9%	
양화-1			7.3	8.6	18.3%	
금본L			7.7	7.8	0.9%	
평 균	9.0	9.0	6.6	7.5	11.8%	

◦ SS 농도는 1단계 초기 보 설치로 인한 유속감소로 무기물과 유기물의 침강성이 높아져 수중의 SS 농도가 감소하기 시작하였으며, 후반기에는 사업 이전보다 대부분 구간에서 감소하였음

◦ 2단계에는 1단계보다 더욱 큰 폭으로 농도가 감소하였으며, 강경과 금본K 지점에서는 최대 36.4% 가량 감소하였고, 사업 전과 비교했을 때 백제보 인근에서 가장 크게 농도가 감소하였음



※ SS : ≦25 매우 좋음(Ia), ≦25 좋음(Ib), ≦25 약간 좋음(Ⅱ), ≦25 보통(Ⅲ), ≦100 약간 나쁨(Ⅳ), 쓰레기 등이 떠 있지 아니할 것, 나쁨(Ⅴ)

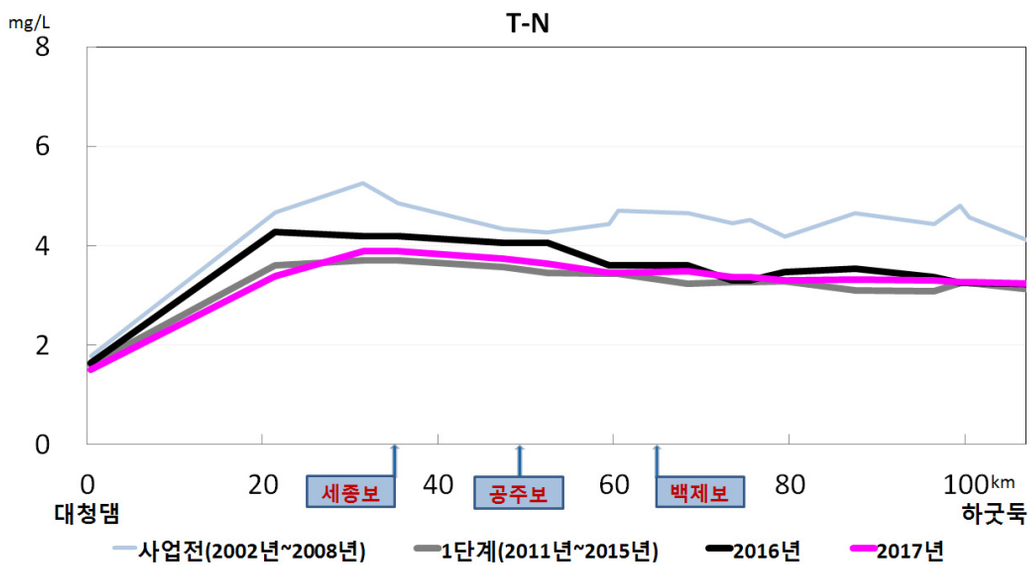
[그림 2-53] 금강본류 유하거리에 따른 단계별 평균 SS 농도변화

[표 2-78] 금강 본류 및 지류하천 유하거리에 따른 단계별 SS 농도 증감 비교

지점명	주요지류		본류		증감	비고
	1단계	2단계	1단계	2단계		
금본F			2.9	2.3	-20.3%	대청댐 방류
갑천A	11.5	7.7			-33.3%	
금본G			9.2	8.5	-7.5%	
미호C	25.6	18.7			-27.0%	
연기			18.7	12.4	-33.8%	
금본H			18.7	12.4	-33.8%	세종보 상류
공주1			20.9	14.7	-29.7%	세종보 하류
곰나루			18.4	13.7	-25.7%	공주보 하류
금본I			17.6	13.6	-22.3%	
목면			17.6	13.6	-22.3%	백제보 상류
공주2			16.3	17.1	5.0%	백제보 하류
금본J			21.1	13.9	-33.9%	
정동			21.1	13.9	-33.9%	
부여1			20.9	16.3	-22.0%	
부여2			18.6	14.7	-21.0%	
성동			19.9	20.8	4.4%	
논산A	34.9	19.8			-43.3%	
강경			24.8	15.7	-36.4%	
금본K			24.8	15.7	-36.4%	
양화-1			20.1	16.2	-19.3%	
금본L			20.0	18.6	-7.0%	
평 균	24.0	15.4	18.4	14.1	-23.8%	

◦ T-N 농도변화를 살펴보면 1단계는 모든 구간에서 사업 전보다 낮은 수준으로 감소되는 것으로 나타났으며, 2단계에는 보가 설치되어있는 금강본류 구간에 1단계보다 농도가 증가하기는 하였지만 모든 구간에서 사업 전보다 감소함

- 2017년의 경우 2016년에 비해 거의 모든 구간에서 T-N의 농도가 낮아진 것으로 나타남



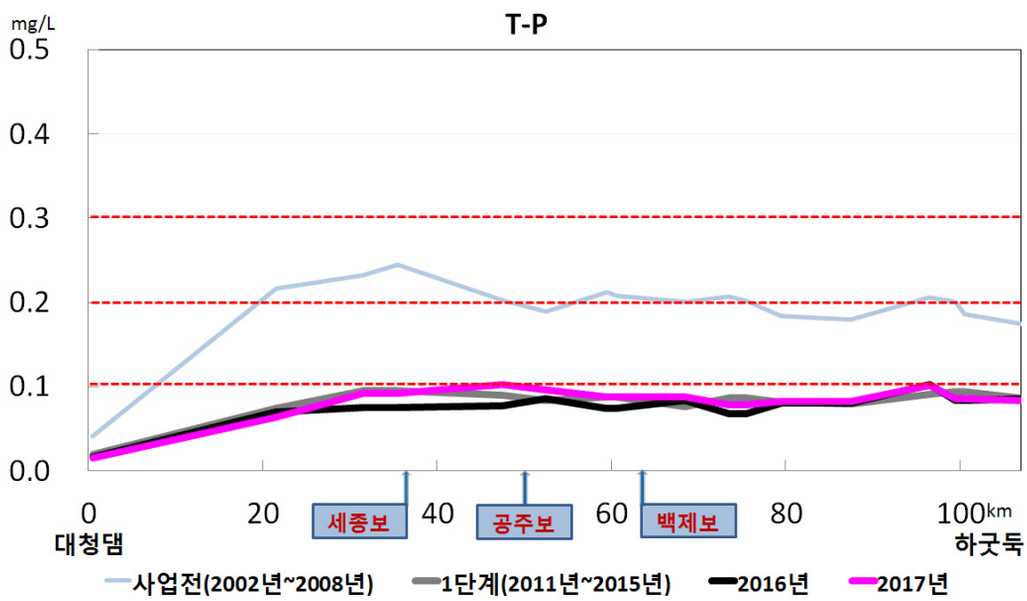
[그림 2-54] 금강본류 유하거리에 따른 단계별 평균 T-N 농도변화

[표 2-79] 금강 본류 및 지류하천 유하거리에 따른 단계별 T-N 농도 증감 비교

지점명	주요지류		본류		증감	비고
	1단계	2단계	1단계	2단계		
금본F			1.60	1.57	-1.9%	대청댐 방류
갑천A	8.72	6.63			-24.0%	
금본G			3.60	3.83	6.5%	
미호C	4.88	5.32			9.1%	
연기			3.70	4.05	9.4%	
금본H			3.70	4.05	9.4%	세종보 상류
공주1			3.57	3.89	9.0%	세종보 하류
곰나루			3.46	3.87	11.8%	공주보 하류
금본I			3.44	3.53	2.6%	
목면			3.44	3.53	2.6%	백제보 상류
공주2			3.23	3.54	9.7%	백제보 하류
금본J			3.27	3.34	1.9%	
정동			3.27	3.34	1.9%	
부여1			3.28	3.39	3.4%	
부여2			3.10	3.44	10.7%	
성동			3.09	3.34	8.2%	
논산A	3.76	3.54			-6.1%	
강경			3.24	3.25	0.4%	
금본K			3.24	3.25	0.4%	
양화-1			2.96	3.20	8.3%	
금본L			2.88	2.85	-1.2%	
평 균	5.79	5.16	3.23	3.40	3.4%	

◦ T-P 농도는 지류하천에 위치한 환경기초시설(공공하수처리시설, 폐수종말처리시설 등)의 고도처리로 인해 사업이후 매년 지속적으로 감소하여 1단계 및 2단계 모든 구간에서 평균농도의 절반정도로 수질등급 0.1 ㎎/L이하인 약간 좋음(Ⅱ) 등급의 수준을 보였음

◦ 2단계에는 1차년도(2016년)의 경우 1단계보다 대부분의 구간에서 농도가 감소하였으며, 2차년도(2017년)의 경우 1단계보다 농도가 증가한 구간이 나타났으나, 유기물 지표인 BOD_5나 COD_{Mn}와 달리 영양염류인 T-N과 유사하게 사업 전보다 지속적으로 낮아지고 있는 현상을 보이고 있음



※ T-P : ≦0.02 매우 좋음(Ia), ≦0.04 좋음(Ib), ≦0.1 약간 좋음(Ⅱ), ≦0.2 보통(Ⅲ), ≦0.3 약간 나쁨(Ⅳ), ≦0.5 나쁨(Ⅴ), ＞0.5 매우 나쁨(Ⅵ)

[그림 2-55] 금강본류 유하거리에 따른 단계별 평균 T-P 농도변화

[표 2-80] 금강 본류 및 지류하천 유하거리에 따른 단계별 T-P 농도 증감 비교

지점명	주요지류		본류		증감	비고
	1단계	2단계	1단계	2단계		
금본F			0.020	0.016	-20.0%	대청댐 방류
갑천A	0.183	0.123			-32.5%	
금본G			0.074	0.067	-8.9%	
미호C	0.128	0.123			-3.8%	
연기			0.095	0.083	-12.5%	
금본H			0.095	0.083	-12.5%	세종보 상류
공주1			0.090	0.090	0.0%	세종보 하류
곰나루			0.083	0.090	8.5%	공주보 하류
금본I			0.088	0.080	-8.1%	
목면			0.088	0.080	-8.1%	백제보 상류
공주2			0.076	0.085	12.3%	백제보 하류
금본J			0.087	0.073	-16.2%	
정동			0.087	0.073	-16.2%	
부여1			0.082	0.082	-0.4%	
부여2			0.080	0.081	2.2%	
성동			0.091	0.102	11.9%	
논산A	0.146	0.130			-10.7%	
강경			0.094	0.084	-10.4%	
금본K			0.094	0.084	-10.4%	
양화-1			0.076	0.084	10.9%	
금본L			0.076	0.071	-6.5%	
평 균	0.152	0.126	0.082	0.078	-6.3%	

◦ Chl-a 농도는 1단계 시작시점에는 사업 전보다 낮았으나 지속적으로 증가하기 시작하여 후반기에는 모든 구간에서 사업 이전 수준을 상회하거나 유사한 수준을 보였음

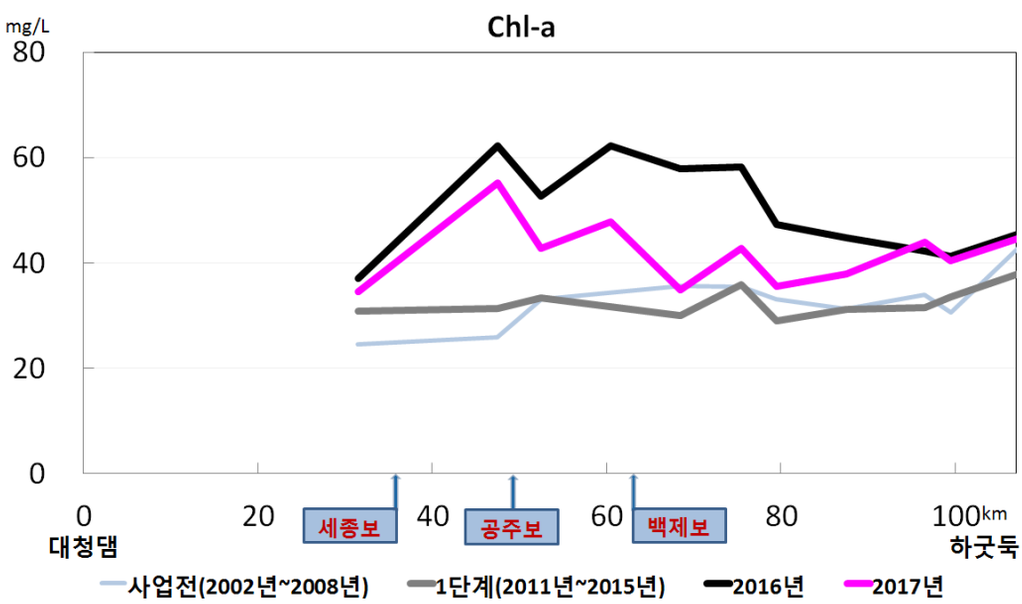
◦ 유하거리에 따른 분석 결과, 1단계는 공주보 이전에는 사업 전 보다 높았으나 공주보 이후 사업 전에 비해 다소 낮아진 것으로 나타났음

◦ 2단계에는 1단계보다 대부분의 구간에서 크게 증가하였는데, 특히 세종보 하류에서는 약 2배 정도(87.6%)가 증가하였으며 모든 구간에서 평균 38.1% 증가한 것으로 나타났음

- 2017년의 경우 2016년에 비하여 농도가 다소 감소한 것으로 나타남

◦ 물속 조류는 독성뿐만 아니라 그 자체가 유기물(BOD_5, COD_{Mn}, TOC 등)이고, 사멸 시 용존산소(DO) 소비와 관련되어 수질악화를 초래하므로 발생 저감을 위한 지속적인 관리가 필요함

◦ T-N과 T-P농도는 지속적으로 감소하고 수온, BOD_5, COD_{Mn}가 상승하는 현상을 종합적으로 분석해보면, 금강본류에서 조류발생을 제어하기 위해서는 영양염류인 T-P만 제어하기 보다는 보 건설에 따른 수온, 유기물, 유속, 수심 변화 등을 포함하여 통합적인 시각에서 평가하고 관리하여야 할 것으로 판단됨



[그림 2-56] 금강본류 유하거리에 따른 단계별 평균 Chl-a 농도변화

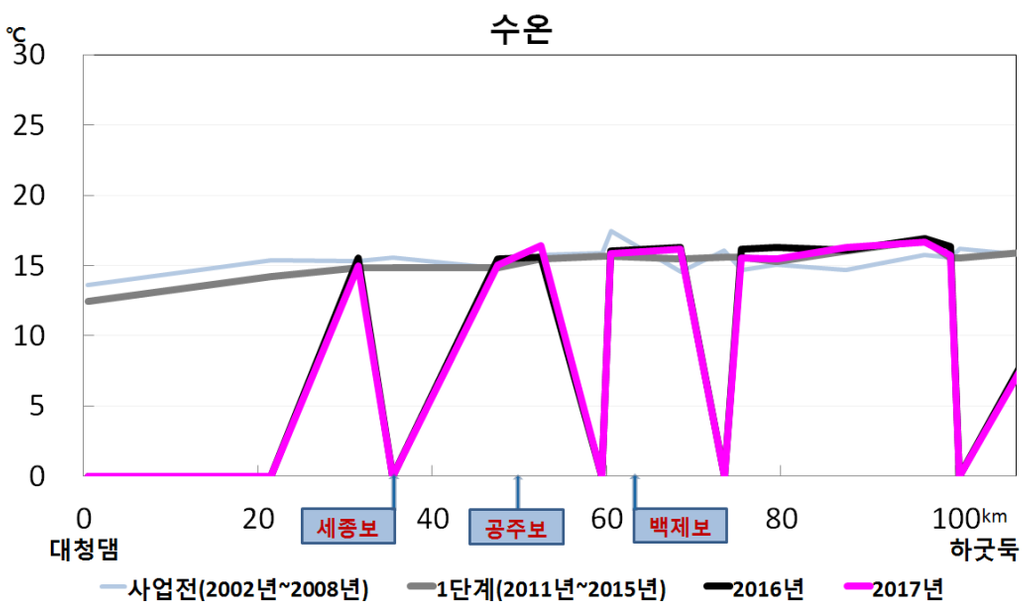
[표 2-81] 금강 본류 및 지류하천 유하거리에 따른 단계별 Chl-a 농도 증감 비교

지점명	주요지류		본류		증감	비고
	1단계	2단계	1단계	2단계		
금본F						대청댐 방류
갑천A	-	-				
금본G						
미호C	-	-				
연기			30.8	35.9	16.6%	
금본H						세종보 상류
공주1			31.3	58.7	87.6%	세종보 하류
곰나루			33.4	48.2	44.5%	공주보 하류
금본I						
목면						백제보 상류
공주2						백제보 하류
금본J						
정동			35.8	51.0	42.2%	
부여1			29.0	41.7	43.8%	
부여2			31.2	41.6	33.6%	
성동			31.4	43.1	37.0%	
논산A	-	-				
강경			33.5	40.8	21.7%	
금본K						
양화-1			42.6	49.6	16.5%	
금본L						
평 균	-	-	33.2	45.6	38.1%	

◦ 수온은 대기의 기온변화와 직접적인 관련이 있는 항목으로 1단계 동안 백제보 하류구간을 제외한 대부분의 구간에서 사업 전보다 다소 낮게 관측되었음

◦ 2단계에는 보 상류 중심으로 1단계보다 온도가 다소 상승하였고, 보 수위 유지를 위한 담수로 인해 표면적이 증가하고 유속감소로 인한 체류시간 증가 등으로 인해 수온이 약간 높아진 것으로 사료됨

- 2016년과 2017년의 경우 유하거리에 따른 수온변화 패턴이 비교적 동일하게 나타남



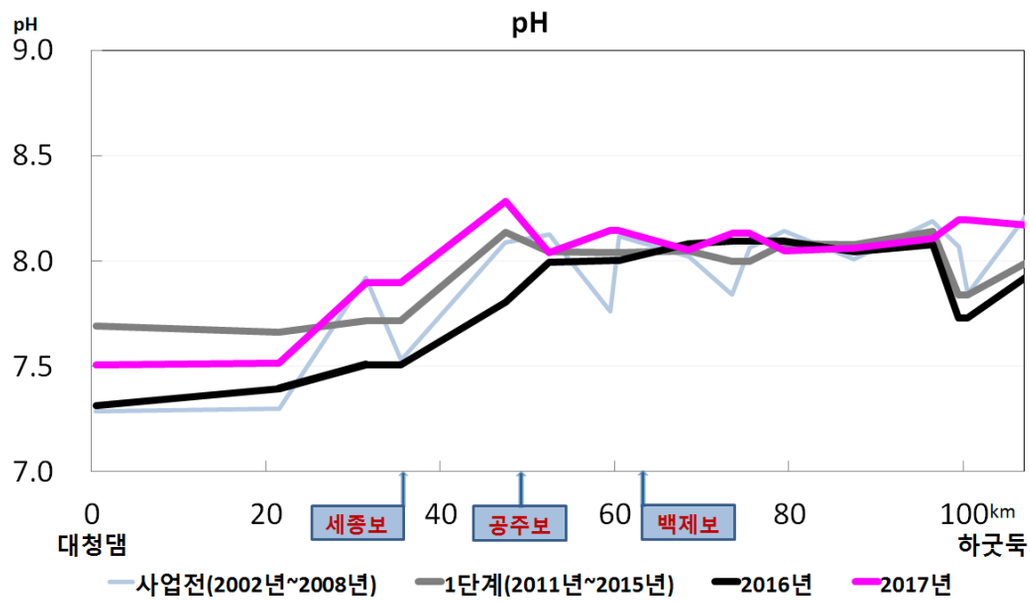
[그림 2-57] 금강본류 유하거리에 따른 단계별 평균 수온변화

[표 2-82] 금강 본류 및 지류하천 유하거리에 따른 단계별 수온 증감 비교

지점명	주요지류		본류		증감	비고
	1단계	2단계	1단계	2단계		
금본F			12.4	11.5	-7.5%	대청댐 방류
갑천A	17.8	18.7			4.5%	
금본G			14.2	14.5	2.0%	
미호C	15.8	16.4			4.0%	
연기			14.8	15.3	2.8%	
금본H			14.8	15.3	2.8%	세종보 상류
공주1			14.8	15.2	3.0%	세종보 하류
곰나루			15.5	16.0	3.3%	공주보 하류
금본I			15.7	15.9	1.8%	
목면			15.7	15.9	1.8%	백제보 상류
공주2			15.5	16.2	4.6%	백제보 하류
금본J			15.6	15.9	1.9%	
정동			15.6	15.9	1.9%	
부여1			15.3	15.9	4.0%	
부여2			16.0	16.2	1.1%	
성동			16.8	16.8	-0.2%	
논산A	15.6	16.1			3.6%	
강경			15.5	16.1	3.3%	
금본K			15.5	16.1	3.3%	
양화-1			16.3	16.5	0.9%	
금본L			16.0	16.4	2.5%	
평 균	16.4	17.1	15.3	15.6	2.1%	

◦ pH 변화를 살펴보면, 사업 전에는 구간별 변화폭이 큰 것으로 나타났지만 1단계에는 전보다 완만한 변동을 보였음

◦ 2단계 1차년도에는 백제보 인근을 제외한 전 구간에서 1단계보다 pH가 낮아졌으나, 2단계 2차년도에는 유하거리 20 ㎞ 이후부터 1단계보다 pH가 높이진 것으로 나타남



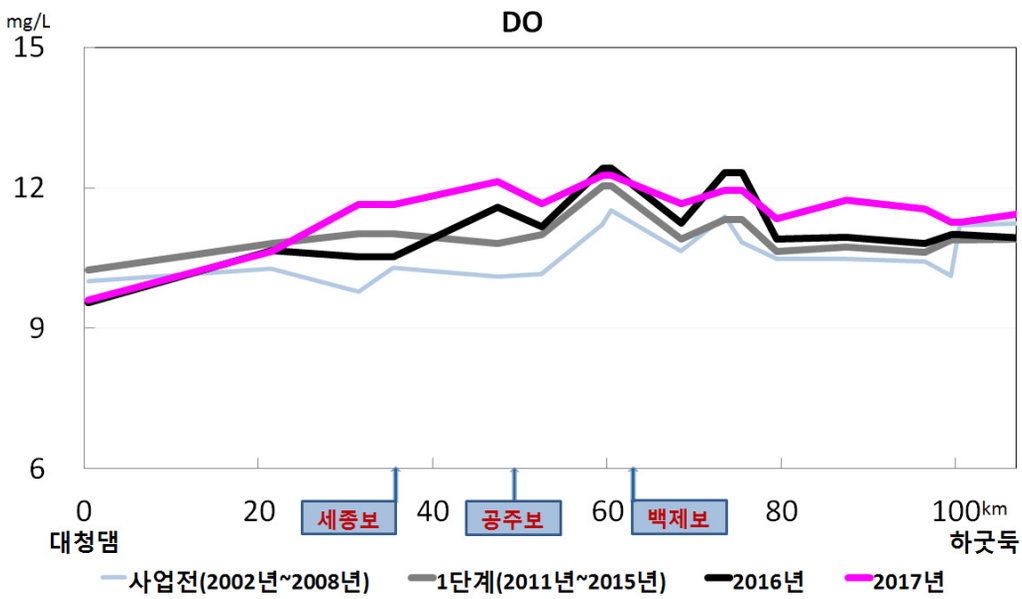
[그림 2-58] 금강본류 유하거리에 따른 단계별 평균 pH변화

[표 2-83] 금강 본류 및 지류하천 유하거리에 따른 단계별 pH 증감 비교

지점명	주요지류		본류		증감	비고
	1단계	2단계	1단계	2단계		
금본F			7.7	7.4	-3.7%	대청댐 방류
갑천A	7.5	7.5			0.6%	
금본G			7.7	7.5	-2.7%	
미호C	7.7	7.8			0.8%	
연기			7.7	7.7	-0.3%	
금본H			7.7	7.7	-0.3%	세종보 상류
공주1			8.1	8.0	-1.1%	세종보 하류
곰나루			8.0	8.0	-0.4%	공주보 하류
금본I			8.0	8.1	0.4%	
목면			8.0	8.1	0.4%	백제보 상류
공주2			8.0	8.1	0.2%	백제보 하류
금본J			8.0	8.1	1.5%	
정동			8.0	8.1	1.5%	
부여1			8.1	8.1	-0.1%	
부여2			8.1	8.1	-0.3%	
성동			8.1	8.1	-0.6%	
논산A	7.7	7.8			0.5%	
강경			7.8	7.9	1.4%	
금본K			7.8	7.9	1.4%	
양화-1			8.2	8.2	-0.3%	
금본L			8.2	8.2	-0.4%	
평 균	7.7	7.7	8.0	8.0	-0.1%	

◦ DO 농도는 1단계 동안 사업 전보다 하류를 제외한 모든 구간에 DO가 증가하는 경향을 보였음

◦ 2단계에는 체류시간 증가에 따른 조류 증가로 인해 조류 발생지역 중심으로 용존산소 농도가 대부분의 구간에서 증가하였음



※ DO : ≧7.5 매우 좋음(Ia), ≧5.0 좋음(Ib), ≧5.0 약간 좋음(Ⅱ), ≧5.0 보통(Ⅲ), ≧2.0 약간 나쁨(Ⅳ), ≧2.0 나쁨(Ⅴ), 〈 2.0 매우 나쁨(Ⅵ)

[그림 2-59] 금강본류 유하거리에 따른 단계별 평균 DO 농도 변화

[표 2-84] 금강 본류 및 지류하천 유하거리에 따른 단계별 DO 농도 증감 비교

지점명	주요지류		본류		증감	비고
	1단계	2단계	1단계	2단계		
금본F			10.2	9.6	-6.5%	대청댐 방류
갑천A	9.8	10.7			9.3%	
금본G			10.8	10.6	-1.5%	
미호C	10.2	10.6			3.1%	
연기			11.0	11.1	0.4%	
금본H			11.0	11.1	0.4%	세종보 상류
공주1			10.8	11.9	9.6%	세종보 하류
곰나루			11.0	11.4	3.6%	공주보 하류
금본I			12.0	12.3	2.5%	
목면			12.0	12.3	2.5%	백제보 상류
공주2			10.9	11.4	5.0%	백제보 하류
금본J			11.3	12.1	7.2%	
정동			11.3	12.1	7.2%	
부여1			10.6	11.1	4.4%	
부여2			10.7	11.3	5.3%	
성동			10.6	11.2	5.1%	
논산A	10.4	10.5			1.2%	
강경			10.9	11.1	2.2%	
금본K			10.9	11.1	2.2%	
양화-1			10.9	11.2	3.0%	
금본L			11.0	10.6	-3.9%	
평 균	10.1	10.6	11.0	11.3	3.0%	

사. 배출부하량 개선

◦ 금강정비사업은 유역 내 환경기초시설의 방류수 수질개선을 위한 고도처리 사업 등이 포함되어 있음

◦ 또한 「하수도법」 과 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 개정됨에 따라 환경기초시설의 방류수질이 2011년부터 단계적으로 강화되었으며, 이에 따라 대부분 환경기초시설의 방류수질이 T-P 항목 중심으로 개선되었음

◦ 특히, 유량이 많고 수질농도가 높은 대전광역시 갑천 및 청주시 미호천 유역에 위치한 환경기초시설의 방류수 수질개선으로 인해 금강의 수질이 크게 개선되었다고 평가할 수 있음

◦ [표 2-85]는 금강수계 수질오염총량관리 기본계획 수립 당시(2008년) 대전광역시, 충청북도, 충청남도의 대청댐 하류에 위치한 환경기초시설의 방류량과 수질이며, 2012년부터는 환경기초시설에 강화된 방류수질을 적용하여 추정한 결과임

◦ 환경기초시설 방류수질 강화에 따른 추정 삭감량은 BOD_5 기준 13,499.9 kg/일에서 5,651.9 kg/일로 58.1% 삭감되었으며, 조류발생의 주요 인자인 T-P는 1,496.4 kg/일에서 370.4 kg/일로 75.3% 삭감되어 많은 양이 감소한 것으로 나타났음

◦ 수질관리정책에 따라 기 수립된 계획들에 의해 환경기초시설 방류수 수질개선이 광역적으로 이루어졌으며, 금강본류의 BOD_5와 T-P의 수질이 크게 낮아져 배출부하량이 사업 이전보다 매우 낮아졌음

◦ 따라서 녹조발생 저감 및 금강의 생태적인 건강성 회복을 위해서 영양염류 등 배출부하량 저감 사업 외에 유속 회복과 체류시간 단축 등 물리적인 대책이 수반되어야 할 것으로 판단됨

[표 2-85] 환경기초시설 방류수질 강화에 따른 배출부하량 삭감량

구분	방류량 및 부하량(kg/일)		
	유량(㎥/일)	BOD_5	T-P
2008년	1,199,410.9	13,499.9	1,496.4
2012년 방류수질 강화 적용		5,651.9	370.4
삭감량		7,848.0	1,127.4
삭감률		58.1	75.3

[표 2-86] 환경기초시설별 방류수질 강화에 따른 배출부하량 삭감량

단위 유역	시군	처리시설명	방류량(㎥/일) 및 수질(㎎/ℓ)			수질 개선 (㎎/ℓ)		삭감량 (kg/일)	
			유량	BOD_5	T-P	BOD_5	T-P	BOD_5	T-P
금본D	금산군	금산읍하수종말처리시설	11,552	8.0	1.80	5.0	0.30	34.7	17.3
금본D	금산군	금성농공단지폐수처리서설	70	18.1	0.20	18.1	0.20	0.0	0.0
금본D	금산군	역평지구마을하수처리시설	35	15.9	2.70	10.0	2.00	0.2	0.0
금본D	금산군	신동지구마을하수처리시설	60	10.0	2.00	10.0	2.00	0.0	0.0
금본D	금산군	수통지구마을하수처리시설	60	10.0	2.00	10.0	2.00	0.0	0.0
금본D	금산군	느재지구마을하수처리시설	50	10.0	2.00	10.0	2.00	0.0	0.0
금본D	금산군	금산지방공단폐수처리설	1,512	5.7	0.60	5.0	0.30	1.1	0.5
금본D	금산군	제원간이오수처리시설	212	33.7	2.20	10.0	2.00	5.0	0.0
금본F	금산군	성당지구마을하수처리시설	42	22.0	2.20	10.0	2.00	0.5	0.0
금본F	금산군	추부문화마을하수처리시설	35	26.3	4.90	10.0	2.00	0.6	0.1
금본F	금산군	추정지구마을하수처리시설	52	37.7	4.50	10.0	2.00	1.4	0.1
유등A	금산군	복수농공단지폐수처리시설	59	18.1	0.70	18.1	0.30	0.0	0.0
갑천A	논산시	상수락지구마을하수도	37	9.6	1.50	9.6	1.50	0.0	0.0
갑천A	논산시	하수락지구마을하수도	36	8.8	2.50	8.8	2.00	0.0	0.0
갑천A	계룡시	계룡하수종말처리장	16,472	7.3	1.50	5.0	0.30	37.9	19.8
금본G	세종시	황우제지구마을하수도	38	7.5	5.40	7.5	4.00	0.0	0.1
병천A	천안시	문화마을하수도	33	9.0	1.50	9.0	1.50	0.0	0.0
병천A	천안시	도촌마을하수도	27	9.8	0.80	9.8	0.80	0.0	0.0
병천A	천안시	양곡마을하수도	37	12.0	1.80	10.0	1.80	0.1	0.0
병천A	천안시	운용마을하수도	25	3.6	1.40	3.6	1.40	0.0	0.0
병천A	천안시	전곡마을하수도	17	4.2	1.50	4.2	1.50	0.0	0.0
병천A	천안시	공달원마을하수도	28	8.7	2.20	8.7	2.20	0.0	0.0
병천A	천안시	병천하수종말처리시설	4,556	7.1	1.20	5.0	0.30	9.6	4.1
미호B	세종시	노리미지구마을하수도	36	7.5	5.40	7.5	4.00	0.0	0.1

단위 유역	시군	처리시설명	방류량(㎥/일) 및 수질(㎎/ℓ)			수질 개선 (㎎/ℓ)		삭감량 (kg/일)	
			유량	BOD_5	T-P	BOD_5	T-P	BOD_5	T-P
미호C	세종시	당산지구마을하수도	24	7.5	5.40	7.5	4.00	0.0	0.0
미호C	세종시	월산산업단지폐수종말처리장	2,699	6.3	0.80	6.3	0.30	0.0	1.3
미호C	세종시	미꾸지지구마을하수도	8	7.5	5.40	7.5	4.00	0.0	0.0
미호C	세종시	산수골지구마을하수도	6	7.5	5.40	7.5	4.00	0.0	0.0
미호C	세종시	양골지구마을하수도	17	7.5	5.40	7.5	4.00	0.0	0.0
미호C	세종시	국말지구마을하수도	11	11.0	6.10	10.0	4.00	0.0	0.0
미호C	세종시	독골지구마을하수도	29	9.9	7.70	9.9	4.00	0.0	0.1
미호C	세종시	조치원산업단지폐수종말처리장	362	24.9	7.10	20.0	0.30	1.8	2.5
미호C	세종시	새덧말1지구마을하수도	27	7.5	5.40	7.5	4.00	0.0	0.0
미호C	세종시	새덧말2지구마을하수도	10	7.5	5.40	7.5	4.00	0.0	0.0
미호C	세종시	송정지구마을하수도	12	7.5	5.40	7.5	4.00	0.0	0.0
미호C	세종시	쌍류지구마을하수도	37	7.5	5.40	7.5	4.00	0.0	0.1
미호C	세종시	검단지구마을하수도	16	7.5	5.40	7.5	4.00	0.0	0.0
미호C	세종시	양진터지구마을하수도	34	7.5	5.40	7.5	4.00	0.0	0.0
미호C	세종시	소정고등지구마을하수도	62	7.3	1.90	7.3	1.90	0.0	0.0
미호C	세종시	노장1지구마을하수도	59	5.9	1.70	5.9	1.70	0.0	0.0
미호C	세종시	노장3지구마을하수도	37	7.5	5.40	7.5	4.00	0.0	0.1
미호C	세종시	노장농공단지폐수종말처리장	204	13.1	0.50	13.1	0.30	0.0	0.0
미호C	세종시	보덕2지구마을하수도	37	7.5	5.40	7.5	4.00	0.0	0.1
미호C	세종시	금사지구마을하수도	40	15.5	14.20	10.0	4.00	0.2	0.4
미호C	세종시	달전지구마을하수도	43	9.2	3.50	9.2	2.00	0.0	0.1
미호C	세종시	전의하수종말처리장	1,991	6.6	1.70	5.0	0.30	3.2	2.8
미호C	세종시	신정지구마을하수도	58	4.8	4.30	4.8	2.00	0.0	0.1
미호C	세종시	전의산업단지폐수종말처리장	655	5.8	3.50	5.8	0.30	0.0	2.1
미호C	세종시	조치원하수종말처리장	28,402	9.5	1.80	5.0	0.30	127.8	42.6
금본H	공주시	공암하수종말처리시설	1,200	8.5	1.00	5.0	0.30	4.2	0.8
금본H	공주시	동학사하수종말처리시설	1,214	8.8	0.70	5.0	0.30	4.6	0.5
금본H	세종시	감성지구마을하수도	59	28.4	2.60	10.0	2.00	1.1	0.0
금본H	세종시	송담1리문화마을지구마을하수도	49	15.2	1.70	10.0	1.70	0.3	0.0
금본H	세종시	작은갈뫼지구마을하수도	13	7.5	5.40	7.5	4.00	0.0	0.0
금본I	공주시	검상농공단지폐수처리시설	196	14.7	5.40	14.7	0.30	0.0	1.0
금본I	공주시	공주시위생매립시설	109	88.0	1.60	50.0	1.60	4.1	0.0
금본I	공주시	공주시하수종말처리시설	30,833	6.2	0.80	5.0	0.30	37.0	15.4
금본I	공주시	화월마을하수처리시설	29	7.5	3.90	7.5	3.90	0.0	0.0
금본I	공주시	원골마을하수처리시설	41	9.8	2.00	9.8	2.00	0.0	0.0
금본I	공주시	상왕마을하수처리시설	31	16.2	2.20	10.0	2.20	0.2	0.0

단위 유역	시군	처리시설명	방류량(㎥/일) 및 수질(㎎/ℓ)			수질 개선 (㎎/ℓ)		삭감량 (kg/일)	
			유량	BOD_5	T-P	BOD_5	T-P	BOD_5	T-P
금본I	공주시	우성문화마을하수처리시설	46	9.0	1.90	9.0	1.90	0.0	0.0
금본I	공주시	강변말지구마을하수처리시설	27	9.2	1.80	9.2	1.80	0.0	0.0
금본I	공주시	공주시축산폐수공공처리시설	170	9.2	0.10	9.2	0.10	0.0	0.0
금본I	공주시	유구하수종말처리시설	2,805	8.7	1.00	5.0	0.30	10.4	2.0
금본I	공주시	작은골지구마을하수처리시설	15	9.1	1.70	9.1	1.70	0.0	0.0
금본I	공주시	의당문화마을하수처리시설	149	9.8	2.90	9.8	2.00	0.0	0.1
금본I	공주시	초봉마을하수처리시설	35	6.3	1.70	6.3	1.70	0.0	0.0
금본I	공주시	안골마을하수처리시설	58	5.8	1.40	5.8	1.40	0.0	0.0
금본I	공주시	용문마을하수처리시설	15	5.1	1.60	5.1	1.60	0.0	0.0
금본I	공주시	산수말마을하수처리시설	25	5.2	1.70	5.2	1.70	0.0	0.0
금본I	공주시	정안농공단지폐수처리시설	122	21.0	3.30	20.0	0.30	0.1	0.4
금본I	공주시	어물마을하수처리시설	40	7.2	1.70	7.2	1.70	0.0	0.0
금본I	청양군	목면안심마을하수도	50	8.0	3.10	8.0	2.00	0.0	0.1
금본J	부여군	강시울지구마을공공하수처리시설	40	44.9	3.20	10.0	3.20	1.4	0.0
금본J	청양군	대치상갑3-1마을하수도	12	7.9	1.70	7.9	1.70	0.0	0.0
금본J	청양군	대치상갑3-2마을하수도	6	9.7	1.90	9.7	1.90	0.0	0.0
금본J	청양군	대치상갑3-3마을하수도	3	9.2	1.90	9.2	1.90	0.0	0.0
금본J	청양군	대치장곡2-1마을하수도	74	9.9	4.60	9.9	2.00	0.0	0.2
금본J	청양군	대치장곡2-2마을하수도	5	9.3	1.90	9.3	1.90	0.0	0.0
금본J	청양군	목면대평마을하수도	40	8.4	1.50	8.4	1.50	0.0	0.0
금본J	청양군	목면지곡2-1마을하수도	12	9.3	1.90	9.3	1.90	0.0	0.0
금본J	청양군	목면지곡2-2마을하수도	15	9.4	2.60	9.4	2.60	0.0	0.0
금본J	청양군	장평구룡2-1마을하수도	40	9.8	2.20	9.8	2.20	0.0	0.0
금본J	청양군	장평구룡2-2마을하수도	11	9.0	2.40	9.0	2.40	0.0	0.0
금본J	청양군	정산마치마을하수도	16	9.5	2.70	9.5	2.70	0.0	0.0
금본J	청양군	정산농공단지폐수종말처리장	417	24.5	0.10	20.0	0.10	1.9	0.0
금본J	청양군	정산해남마을하수도	22	8.6	1.80	8.6	1.80	0.0	0.0
금본J	청양군	청남아산마을하수도	37	8.3	10.50	8.3	4.00	0.0	0.2
금본J	청양군	청남왕진마을하수도	19	7.4	5.30	7.4	2.00	0.0	0.1
금본J	청양군	청남인양마을하수도	74	7.7	4.10	7.7	2.00	0.0	0.2
금본J	청양군	청양군하수종말처리장	4,233	5.8	0.70	5.0	0.30	3.4	1.7
논산A	공주시	경천마을하수처리시설	63	4.1	1.20	4.1	1.20	0.0	0.0
논산A	공주시	계룡문화마을하수처리시설	209	9.8	2.20	9.8	2.00	0.0	0.0
논산A	공주시	갑사마을하수처리시설	349	2.7	0.70	2.7	0.70	0.0	0.0
논산A	논산시	가야곡농공단지오폐수종말처리장	155	21.1	1.60	20.0	0.30	0.2	0.2
논산A	논산시	장호지구마을하수도	23	3.6	0.90	3.6	0.90	0.0	0.0

단위 유역	시군	처리시설명	방류량(㎥/일) 및 수질(㎎/ℓ)			수질 개선 (㎎/ℓ)		삭감량 (kg/일)	
			유량	BOD_5	T-P	BOD_5	T-P	BOD_5	T-P
논산A	논산시	옥거리지구마을하수도	23	4.2	1.20	4.2	1.20	0.0	0.0
논산A	논산시	마구평리마을하수도	173	9.8	2.10	9.8	2.00	0.0	0.0
논산A	논산시	논산시하수종말처리장	11,285	9.6	2.40	5.0	0.30	51.9	23.7
논산A	논산시	모촌지구마을하수도	30	7.4	1.90	7.4	1.90	0.0	0.0
논산A	논산시	논산시축산폐수공공처리장	267	3.4	0.90	3.4	0.90	0.0	0.0
논산A	논산시	연무양돈단지공동처리장	116	21.4	5.00	21.4	5.00	0.0	0.0
논산A	논산시	메꽃지구마을하수도	30	4.6	1.80	4.6	1.80	0.0	0.0
금본K	논산시	득윤리마을하수도	42	9.6	5.30	9.6	2.00	0.0	0.1
금본K	논산시	성광원양돈단지공동처리장	10	30.0	5.00	30.0	5.00	0.0	0.0
금본K	논산시	광석양돈단지공동처리장	60	63.4	5.00	30.0	5.00	2.0	0.0
금본K	논산시	논산시분뇨처리장	87	3.1	0.10	3.1	0.10	0.0	0.0
금본K	논산시	우곤지구마을하수도	60	7.0	1.00	7.0	1.00	0.0	0.0
금본K	논산시	논산지방산업단지폐수종말처리장	151	9.8	0.80	9.8	0.30	0.0	0.1
금본K	부여군	규암문화마을공공하수처리시설	65	6.0	4.20	6.0	2.00	0.0	0.1
금본K	부여군	백강1마을공공하수처리시설	25	47.9	5.60	10.0	4.00	0.9	0.0
금본K	부여군	백강2마을공공하수처리시설	46	36.2	5.10	10.0	4.00	1.2	0.1
금본K	부여군	백강3마을공공하수처리시설	32	9.3	4.60	9.3	4.00	0.0	0.0
금본K	부여군	신대마을공공하수처리시설	32	26.5	4.00	10.0	4.00	0.5	0.0
금본K	부여군	백제역사재현단지공공하수처리시설	274	6.2	1.80	5.0	0.30	0.3	0.4
금본K	부여군	금지마을공공하수처리시설	30	5.7	1.00	5.7	1.00	0.0	0.0
금본K	부여군	온수서촌마을공공하수처리시설	40	42.1	4.00	10.0	4.00	1.3	0.0
금본K	부여군	온해마을공공하수처리시설	40	7.8	1.00	7.8	1.00	0.0	0.0
금본K	부여군	서우내지구공공하수처리시설	24	12.4	2.70	10.0	2.70	0.1	0.0
금본K	부여군	서운마을공공하수처리시설	95	16.0	1.90	10.0	1.90	0.6	0.0
금본K	부여군	지티마을공공하수처리시설	22	31.2	3.90	10.0	3.90	0.5	0.0
금본K	부여군	부여공공하수처리시설	12,624	8.1	1.60	5.0	0.30	39.1	16.4
금본K	부여군	석성문화마을공공하수처리시설	75	3.9	4.90	3.9	2.00	0.0	0.2
금본K	부여군	시강마을공공하수처리시설	22	111.3	7.80	10.0	2.00	2.2	0.1
금본K	부여군	옥산문화마을공공하수처리시설	41	24.1	3.10	10.0	3.10	0.6	0.0
금본K	부여군	가좌마을공공하수처리시설	35	8.9	2.20	8.9	2.20	0.0	0.0
금본K	부여군	와라리마을공공하수처리시설	22	11.2	2.40	10.0	2.40	0.0	0.0
금본K	부여군	대양골마을공공하수처리시설	17	10.0	2.00	10.0	2.00	0.0	0.0
금본K	부여군	부여은산농공단지폐수종말처리시설	52	4.8	1.00	4.8	0.30	0.0	0.0
금본K	부여군	하홍마을공공하수처리시설	20	13.2	3.10	10.0	3.10	0.1	0.0
금본K	부여군	곡촌1마을공공하수처리시설	19	6.3	4.20	6.3	4.00	0.0	0.0
금본K	부여군	곡촌2마을공공하수처리시설	15	30.3	4.40	10.0	4.00	0.3	0.0

단위 유역	시군	처리시설명	방류량(㎥/일) 및 수질(㎎/ℓ)			수질 개선 (㎎/ℓ)		삭감량 (kg/일)	
			유량	BOD_5	T-P	BOD_5	T-P	BOD_5	T-P
금본K	부여군	장정마을공공하수처리시설	25	51.6	5.10	10.0	2.00	1.0	0.1
금본K	부여군	부여군분뇨처리시설	50	1.0	0.20	1.0	0.20	0.0	0.0
금본K	부여군	초촌문화마을공공하수처리시설	86	12.4	1.00	10.0	1.00	0.2	0.0
금본K	부여군	남촌마을공공하수처리시설	60	10.0	2.00	10.0	2.00	0.0	0.0
금본L	부여군	상금지구마을공공하수처리시설	30	14.4	3.30	10.0	3.30	0.1	0.0
금본L	부여군	지석리마을공공하수처리시설	27	6.5	1.60	6.5	1.60	0.0	0.0
금본L	서천군	화산마을공공하수처리시설	14	6.3	1.20	6.3	1.20	0.0	0.0
금본L	서천군	서천공공하수처리시설	4,055	1.4	0.50	1.4	0.30	0.0	0.8
금본L	서천군	두왕마을공공하수처리시설	1	2.2	1.70	2.2	1.70	0.0	0.0
금본L	서천군	여사마을공공하수처리시설	21	3.9	0.80	3.9	0.80	0.0	0.0
금본G	청원군	부용검시마을하수도	19	4.4	2.50	4.4	2.00	0.0	0.0
금본G	청원군	부용산업단지폐수종말처리장	2,225	3.8	1.34	3.8	0.30	0.0	2.3
금본G	청원군	청원(등곡)축산폐수공공처리장	128	7.6	0.86	7.6	0.86	0.0	0.0
금본G	청원군	현도산업단지폐수종말처리장	5,284	1.4	3.87	1.4	0.30	0.0	18.9
무심A	청원군	고은(삼거리)마을하수도	3	2.4	3.13	2.4	3.13	0.0	0.0
미호A	진천군	가암마을하수도	64	6.2	1.73	6.2	1.73	0.0	0.0
미호A	진천군	광혜원산업단지폐수종말처리장	6,071	4.9	1.69	4.9	0.30	0.0	8.4
미호A	진천군	내촌문화마을하수도	115	5.4	1.13	5.4	1.13	0.0	0.0
미호A	진천군	양촌1_2마을하수도	85	4.0	1.04	4.0	1.04	0.0	0.0
미호A	진천군	지전마을하수도	52	1.8	1.29	1.8	1.29	0.0	0.0
미호A	진천군	진천하수종말처리장	10,719	2.4	0.49	2.4	0.30	0.0	2.0
미호A	진천군	덕산처리장	565	2.3	0.50	2.3	0.30	0.0	0.1
미호A	진천군	이월처리장	896	2.0	0.82	2.0	0.30	0.0	0.5
미호A	진천군	진천궁동마을하수도	40	6.1	2.37	6.1	2.37	0.0	0.0
미호A	진천군	진천중방마을하수도	60	8.1	1.65	8.1	1.65	0.0	0.0
미호A	진천군	사지마을하수도	26	16.6	1.85	10.0	1.85	0.2	0.0
미호A	진천군	도종마을하수도	37	6.2	1.64	6.2	1.64	0.0	0.0
미호A	진천군	초평농공단지공동방지시설	93	11.6	0.18	11.6	0.18	0.0	0.0
미호A	진천군	진천석복마을하수도	23	7.3	1.76	7.3	1.76	0.0	0.0
미호A	진천군	광혜원농공단지공동방지시설	141	11.9	0.90	11.9	0.30	0.0	0.1
미호A	음성군	금왕산업단지폐수종말처리장	1,356	4.0	0.14	4.0	0.14	0.0	0.0
미호A	음성군	대소산업단지폐수종말처리장	2,513	1.7	0.07	1.7	0.07	0.0	0.0
미호A	음성군	대풍산업단지폐수종말처리장	1,379	4.5	2.84	4.5	0.30	0.0	3.5
미호A	음성군	맹동산업단지폐수종말처리장	440	2.5	0.51	2.5	0.30	0.0	0.1
미호A	음성군	하이텍산업단지폐수종말처리장	836	6.2	0.28	6.2	0.28	0.0	0.0
미호A	음성군	대소하수종말처리장	1,141	2.5	1.30	2.5	0.30	0.0	1.1

단위 유역	시군	처리시설명	방류량(㎥/일) 및 수질(㎎/ℓ)			수질 개선 (㎎/ℓ)		삭감량 (kg/일)	
			유량	BOD_5	T-P	BOD_5	T-P	BOD_5	T-P
미호A	음성군	대소문화마을하수도	123	25.7	2.63	10.0	2.00	1.9	0.1
미호A	음성군	태생리마을하수도	22	12.5	2.27	10.0	2.00	0.1	0.0
미호A	음성군	부윤리마을하수도	56	6.0	1.10	6.0	1.10	0.0	0.0
미호A	음성군	미곡리마을하수도	17	5.9	1.35	5.9	1.35	0.0	0.0
미호B	괴산군	사리마을하수도	194	1.6	1.04	1.6	1.04	0.0	0.0
미호B	괴산군	청안마을하수도	208	1.8	0.80	1.8	0.80	0.0	0.0
미호B	괴산군	새골마을하수도	25	2.3	0.69	2.3	0.69	0.0	0.0
미호B	괴산군	사리농공단지폐수종말처리장	100	4.8	1.00	4.8	0.30	0.0	0.1
미호B	증평군	광덕마을하수도	23	2.9	1.83	2.9	1.83	0.0	0.0
미호B	증평군	증평수질개선사업소	16,179	2.4	0.78	2.4	0.30	0.0	7.8
미호B	청원군	강내마을하수도	25	1.2	1.46	1.2	1.46	0.0	0.0
미호B	청원군	궁현리문화마을하수도	30	1.7	1.37	1.7	1.37	0.0	0.0
미호B	청원군	내수하수종말처리장	4,016	4.1	0.27	4.1	0.27	0.0	0.0
미호B	청원군	묵방1마을하수도	71	2.8	2.30	2.8	2.00	0.0	0.0
미호B	청원군	묵방2마을하수도	25	1.3	2.33	1.3	2.33	0.0	0.0
미호B	청원군	북이내추마을하수도	140	1.6	1.14	1.6	1.14	0.0	0.0
미호B	청원군	북이용계마을하수도	22	1.7	2.13	1.7	2.13	0.0	0.0
미호B	청원군	선바위마을하수도	20	1.6	1.91	1.6	1.91	0.0	0.0
미호B	청원군	오창과학산업단지폐수종말처리장	59,249	2.3	0.37	2.3	0.30	0.0	4.1
미호B	청원군	외수마을하수도	35	2.1	1.94	2.1	1.94	0.0	0.0
미호B	청원군	우산1리마을하수도	30	1.4	1.17	1.4	1.17	0.0	0.0
미호B	청원군	우산2리마을하수도	40	1.1	1.78	1.1	1.78	0.0	0.0
미호B	청원군	저곡1공구마을하수도	40	1.1	1.17	1.1	1.17	0.0	0.0
미호B	청원군	저곡2공구마을하수도	30	1.1	1.31	1.1	1.31	0.0	0.0
미호B	청원군	청원(내수)축산폐수공공처리장	185	3.5	0.11	3.5	0.11	0.0	0.0
미호B	청원군	청원비중리문화마을하수도	220	1.2	1.10	1.2	1.10	0.0	0.0
미호B	청원군	청원용두마을하수도	45	1.7	3.22	1.7	3.22	0.0	0.0
미호B	청원군	청원중리마을하수도	20	1.3	1.84	1.3	1.84	0.0	0.0
미호B	청주시	청주산업단지폐수종말처리장	20,794	6.7	1.09	6.7	0.30	0.0	16.4
미호B	청주시	청주하수종말처리장	223,141	9.9	1.02	5.0	0.30	1093.4	160.7
갑천A	대전시	대전하수종말처리장	643,424	14.8	1.40	5.0	0.30	6305.6	707.8
갑천A	대전시	대덕 산단 환경사업소	48,104	2.1	1.00	2.1	0.30	0.0	33.7
갑천A	대전시	자운대오수처리장	4,910	15.4	0.3	5.0	0.30	51.1	-
부하량 합계				13499.9	1497.8	5651.9	370.4	7848	1127.4

아. 금강정비사업 수질개선 목표 평가

◦ 4대강 살리기 마스터플랜에서 “수영 가능한 좋은 물(Ⅱ급수, 약간 좋음)”을 목표로 수질개선 계획을 수립한바 있음

- 오염도가 높고 배출부하량이 많은 갑천과 미호천을 중점관리유역으로 선정하여 관리계획 수립
- COD_{Mn}, T-P 하천수질 환경기준을 신설하고 T-P 등 환경기초시설 방류기준 강화
- 환경기초시설 확충 및 고도화하며 동시에 비점오염 저감 대책 추진

◦ 2017년 환경부 일반 및 총량측정망 수질자료를 분석한 결과, 대청댐, 대청댐 하류, 금강공주, 논산천 지점에서 2017년 실측 수질이 사업 후 예측수질을 초과하였음

◦ T-P 항목의 경우 2017년 실측 수질이 하천생활환경기준으로 사업 후 예측수질을 만족하였으나, 정체수역으로 변화된 금강을 호소 생활환경기준으로 평가해보면 대청댐 중권역을 제외한 하류권역이 모두 약간 나쁨(Ⅳ) 이상의 등급을 유지하고 있어 조류발생에 취약한 환경인 것으로 판단됨

[표 2-87] 4대강 살리기 마스터플랜에 따른 수질예측 평가

중권역명	중권역 대표지점	사업 후 예측 수질		1단계 실측 수질		2017년 실측 수질		사업 후 2017년 평가		
								BOD_5	T-P	
		BOD_5	T-P	BOD_5	T-P	BOD_5	T-P		예측기준	호소기준
대청댐	현도	0.5	0.035	0.6	0.019	0.6	0.016	초과	달성	Ⅰb (좋음)
갑천	갑천5-1	4.4	0.264	4.3	0.196	3.1	0.128	달성	달성	Ⅴ (나쁨)
대청댐하류	청원-1	1.7	0.122	2.0	0.079	1.8	0.064	초과	달성	Ⅳ (약간 나쁨)
금강공주	성동	2.4	0.128	2.6	0.098	3.5	0.101	초과	달성	Ⅳ (약간 나쁨)
논산천	논산천4	2.9	0.173	3.4	0.150	3.6	0.129	초과	달성	Ⅴ (나쁨)
금강하구언	양화-1	3.9	0.103	2.8	0.082	3.2	0.081	달성	달성	Ⅳ (약간 나쁨)

4. 금강 보 지점 및 인근 수질 모니터링 결과

가. 금강 3개보와 보 인근 모니터링 조사지점

◦ 금강에 설치되어있는 세종보, 공주보 및 백제보와 보 인근의 수질을 측정하였음

[그림 2-60] 금강 3개보 모니터링 지점

나. 2단계(2016년~2017년) 월별 수질변화 분석

◦ 금강 수환경 모니터링 2단계인 2016년부터 2017년까지 금강 3개보(세종보, 공주보, 백제보)와 보 인근(공주보 하류, 백제교, 황산대교, 완포리연꽃단지)의 수질자료를 분석하였음

◦ 주요 수질항목인 BOD_5, COD_{Mn}, T-P, Chl-a, 수온, pH, 남조류세포수 등의 월최대, 월최소, 월평균 수질을 평가하였음

- BOD_5는 세종보의 경우 3월과 4월에 보통(III) 등급의 수준을 보인 반면, 공주보는 4월, 백제보는 5월에 월평균 농도가 높게 측정되었고, 세종보는 3월, 6월 공주보는 4월, 6월 백제보는 8월, 9월에 최대농도 값을 보였음

- COD_{Mn}는 3월과 8월에 3개보 모두 높은 농도를 보였으며, 봄에는 세종보 20.9 ㎎/L, 가을엔 백제보 15.5 ㎎/L로 최대농도 값을 보였음

- T-P 농도는 여름에 가장 높은 것으로 나타났고 3개보 가운데 세종보에서 최대농도 값을 보였는데, 이는 보 상류에 위치한 대전광역시, 청주시 등의 대도시에서 유출되는 오염물질들이 합류되는 구간이므로 다른 지점에 비해 비교적 높게 나타난 것으로 판단됨

- Chl-a와 남조류세포수는 수질예보제의 수질관리단계를 판단하는 기준항목으로 3개보에서 8월~9월에 높은 것으로 나타났음

- 수온과 pH는 여름철인 8월에 가장 높게 나타났으며, 7월에는 pH가 가장 낮게 나타나는 경향을 보였음

[표 2-88] 2단계 세종보 수질분석결과(2016년~2017년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)	Chl-a (㎎/㎥)	수온 (℃)	pH	남조류 세포수 (개체수/㎖)	탁도 (NTU)
1	최대	3.0	7.6	0.093	12.3	7.6	8.1	0	
	평균	1.7	6.6	0.065	8.3	4.7	7.7	0	
	최소	1.0	6.0	0.043	3.8	0.8	7.4	0	
2	최대	4.5	10.2	0.156	25.9	7.5	7.9	275	
	평균	2.6	8.1	0.105	14.7	5.5	7.6	66	
	최소	1.5	7.0	0.075	7.6	3.3	7.4	0	
3	최대	8.7	20.9	0.177	89.8	12.6	8.4	6,075	
	평균	4.3	9.9	0.095	44.0	10.1	7.8	552	
	최소	2.5	7.3	0.060	16.5	5.5	7.3	0	
4	최대	5.3	11.3	0.182	129.0	18.0	9.1	125	
	평균	4.6	9.7	0.106	84.3	16.3	8.3	14	
	최소	2.8	6.7	0.052	29.8	12.5	7.2	0	
5	최대	6.0	10.2	0.141	134.9	20.9	9.1	0	5.400
	평균	3.9	7.9	0.078	66.9	18.5	8.3	0	3.850
	최소	1.3	5.1	0.025	17.6	16.0	7.3	0	1.700
6	최대	6.9	8.9	0.168	103.1	22.2	8.8	2,213	21.000
	평균	3.3	7.2	0.068	55.0	20.1	8.0	201	10.363
	최소	1.7	4.8	0.024	0.5	17.0	7.1	0	6.020
7	최대	4.3	7.1	0.329	58.0	26.9	7.7	1,040	93.700
	평균	2.5	6.4	0.128	22.8	23.9	7.4	168	31.260
	최소	1.2	5.7	0.070	3.6	18.7	6.7	0	6.100
8	최대	4.9	10.5	0.195	126.6	29.5	8.8	6,360	8.600
	평균	3.6	7.8	0.088	71.6	26.3	8.1	2,860	5.710
	최소	0.9	4.5	0.021	6.4	20.3	7.5	180	3.790
9	최대	5.4	8.5	0.330	104.3	26.0	8.5	4,040	8.030
	평균	2.9	7.2	0.099	63.6	23.4	8.0	982	5.618
	최소	1.9	5.0	0.041	24.3	21.2	7.0	0	3.640
10	최대	2.7	7.0	0.149	60.2	22.7	8.4	260	12.000
	평균	1.6	5.9	0.086	21.8	18.0	7.6	42	9.726
	최소	0.8	4.2	0.021	3.2	14.0	7.1	0	6.480
11	최대	2.7	8.7	0.107	12.6	14.9	8.7	0	
	평균	1.2	6.2	0.066	8.0	10.8	7.8	0	
	최소	0.7	5.0	0.046	5.1	7.3	6.9	0	
12	최대	1.4	7.8	0.142	9.0	8.6	8.1	0	
	평균	1.2	6.3	0.067	6.4	4.9	7.8	0	
	최소	0.8	5.4	0.026	3.5	1.5	7.4	0	

[표 2-89] 2단계 공주보 수질분석결과(2016년~2017년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)	Chl-a (㎎/㎥)	수온 (℃)	pH	남조류 세포수 (개체수/㎖)	탁도 (NTU)
1	최대	3.1	7.1	0.067	49.2	6.4	8.0	0	
	평균	2.0	6.3	0.051	24.4	4.5	7.7	0	
	최소	1.4	5.3	0.033	6.4	2.7	7.4	0	
2	최대	3.6	8.7	0.126	51.1	6.7	8.0	0	
	평균	2.7	7.9	0.090	23.7	4.7	7.7	0	
	최소	1.5	7.1	0.065	14.0	1.7	7.5	0	
3	최대	5.4	10.4	0.120	106.1	12.5	9.0	0	
	평균	4.1	9.1	0.078	71.1	10.0	8.3	0	
	최소	2.7	7.3	0.046	29.2	5.6	7.4	0	
4	최대	6.4	11.9	0.150	147.5	17.4	9.2	60	
	평균	4.7	9.6	0.089	76.1	15.2	8.4	11	
	최소	2.8	6.4	0.054	31.0	10.9	7.4	0	
5	최대	5.9	11.9	0.116	104.6	21.5	9.1	380	54.300
	평균	4.1	8.0	0.068	63.8	19.5	8.4	44	16.575
	최소	1.7	5.1	0.020	24.6	18.1	7.4	0	2.300
6	최대	5.6	10.1	0.089	166.3	24.3	8.9	3,850	9.000
	평균	4.3	7.7	0.065	90.2	21.5	8.5	480	5.263
	최소	2.8	5.7	0.035	44.5	17.5	8.0	0	1.940
7	최대	4.0	7.4	0.186	67.2	28.2	8.4	3,860	128.000
	평균	2.4	6.0	0.111	21.2	24.8	7.5	900	35.700
	최소	1.2	4.6	0.047	1.4	20.3	6.6	0	3.100
8	최대	6.0	8.7	0.222	94.8	31.0	8.7	23,350	9.400
	평균	2.9	7.1	0.089	53.9	27.1	8.1	7,079	7.362
	최소	1.4	4.0	0.019	3.2	20.8	7.5	170	3.840
9	최대	4.9	9.3	0.154	151.1	25.9	8.7	8,740	8.700
	평균	3.2	7.3	0.091	78.7	23.3	8.2	2,977	6.564
	최소	1.9	5.2	0.042	10.8	21.3	6.8	0	4.010
10	최대	3.9	8.2	0.171	110.2	21.4	8.5	7,340	11.400
	평균	2.6	6.6	0.084	62.8	17.7	7.9	1,005	6.314
	최소	0.5	4.6	0.016	4.8	14.5	7.1	0	2.180
11	최대	3.2	6.7	0.090	34.5	13.6	8.0	0	
	평균	1.3	5.7	0.061	15.9	10.1	7.6	0	
	최소	0.7	5.0	0.050	3.9	6.7	7.2	0	
12	최대	1.5	6.2	0.161	18.2	7.8	7.8	0	
	평균	1.3	5.8	0.055	10.2	5.4	7.6	0	
	최소	1.1	5.2	0.033	5.6	2.9	7.1	0	

[표 2-90] 2단계 공주보 하류 수질분석결과(2016년~2017년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)	Chl-a (㎎/㎥)	남조류 세포수 (개체수/㎖)	탁도 (NTU)
6	최대	7.2	8.1	0.093	82.2		6.2
	평균	5.6	7.4	0.073	55.5		5.1
	최소	3.9	6.6	0.053	28.8		3.9
7	최대	5.0	6.1	0.121	18.3		10.4
	평균	3.5	5.7	0.109	13.0		6.8
	최소	1.9	5.3	0.097	7.6		3.1
8	최대	5.3	5.5	0.028	54.0	8,583	9.2
	평균	3.3	5.0	0.022	31.1	8,583	6.1
	최소	1.3	4.4	0.015	8.2	8,583	2.9
9	최대	5.9	6.8	0.106	63.3		28.1
	평균	4.7	5.9	0.079	48.2		18.7
	최소	3.4	5.0	0.052	33.0		9.2
10	최대	3.6	7.2	0.055	53.4		4.3
	평균	3.2	6.3	0.043	52.0		3.5
	최소	2.8	5.4	0.030	50.6		2.7

[표 2-91] 2단계 백제보 수질분석결과(2016년~2017년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)	Chl-a (㎎/㎥)	수온 (℃)	pH	남조류 세포수 (개체수/㎖)	탁도 (NTU)
1	최대	4.3	9.2	0.075	74.7	5.7	8.6	0	
	평균	3.1	7.3	0.050	50.3	4.1	8.2	0	
	최소	2.5	5.6	0.033	21.5	1.9	7.8	0	
2	최대	4.0	8.6	0.104	61.2	5.9	8.7	0	
	평균	3.1	7.8	0.076	37.6	4.3	8.0	0	
	최소	1.3	7.1	0.063	17.5	2.8	7.2	0	
3	최대	4.7	10.6	0.102	105.3	12.4	9.2	140	
	평균	3.9	8.8	0.061	62.7	9.1	8.6	20	
	최소	2.6	7.5	0.031	35.1	4.7	7.7	0	
4	최대	4.7	9.1	0.093	80.5	16.5	8.5	625	
	평균	3.6	8.3	0.068	45.4	15.1	8.1	128	
	최소	2.2	7.2	0.040	16.4	11.8	7.6	0	
5	최대	5.7	9.8	0.096	93.7	21.9	9.0	1,950	10.200
	평균	3.8	7.7	0.059	56.4	20.0	8.5	284	5.778
	최소	1.8	5.0	0.026	15.8	18.1	7.8	0	2.610
6	최대	3.6	9.0	0.103	69.7	25.1	8.7	2,920	15.300
	평균	2.9	7.0	0.060	36.8	23.3	8.3	547	6.718
	최소	1.7	5.1	0.026	11.9	21.4	7.7	0	1.080
7	최대	4.6	7.0	0.270	63.3	28.1	7.9	13,035	59.000
	평균	2.3	5.9	0.104	28.0	24.7	7.3	2,634	18.970
	최소	1.0	4.7	0.037	2.1	21.2	6.8	0	5.100
8	최대	8.8	12.9	0.217	207.4	31.3	9.0	145,198	21.300
	평균	3.1	7.8	0.090	50.4	27.3	8.2	30,308	10.858
	최소	0.9	4.4	0.045	7.0	20.2	7.4	340	3.290
9	최대	9.8	15.5	0.125	119.6	25.7	9.0	9,760	19.700
	평균	3.2	8.0	0.078	65.0	23.3	8.5	6,002	11.956
	최소	1.9	4.5	0.035	9.4	21.7	7.8	402	6.660
10	최대	5.4	8.1	0.162	95.3	22.2	9.0	4,640	19.600
	평균	2.9	6.9	0.084	54.0	18.2	8.1	1,261	12.506
	최소	1.5	5.0	0.031	10.4	15.1	7.4	0	6.630
11	최대	3.6	8.2	0.105	128.4	14.1	9.0	0	
	평균	2.2	6.5	0.062	53.1	10.0	8.2	0	
	최소	0.9	5.1	0.046	8.4	5.7	7.6	0	
12	최대	2.5	7.8	0.189	74.3	6.7	8.2	0	
	평균	1.9	6.4	0.061	36.4	5.6	7.7	0	
	최소	1.3	5.2	0.017	14.5	4.5	6.9	0	

[표 2-92] 2단계 백제교 수질분석결과(2016년~2017년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)	Chl-a (㎎/㎥)	남조류 세포수 (개체수/㎖)	탁도 (NTU)
5	최대	4.4	7.3	0.109	56.9		6.7
	평균	3.2	5.9	0.067	30.4		3.8
	최소	1.5	4.2	0.036	5.0		2.1
6	최대	4.2	6.4	0.094	24.1	1,438	6.1
	평균	2.8	5.7	0.055	20.1	359	4.2
	최소	1.8	5.0	0.029	17.3	0	1.0
7	최대	3.5	5.9	0.280	51.4		130.0
	평균	2.1	5.3	0.118	18.7		34.7
	최소	1.3	4.3	0.047	1.0		0.7
8	최대	8.2	11.4	0.374	160.9	73,223	14.5
	평균	3.6	7.6	0.112	57.5	20,011	9.4
	최소	1.6	4.5	0.029	3.9	0	5.8
9	최대	4.1	7.8	0.121	77.2	245	14.8
	평균	3.0	6.4	0.084	35.7	81	9.4
	최소	2.2	4.6	0.059	3.4	0	6.2
10	최대	4.1	5.4	0.056	56.3		7.5
	평균	3.1	5.2	0.042	23.3		4.5
	최소	2.2	5.1	0.020	1.1		2.6

[표 2-93] 2단계 황산대교 수질분석결과(2016년~2017년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)	Chl-a (㎎/㎥)	남조류 세포수 (개체수/㎖)	탁도 (NTU)
5	최대	5.9	8.1	0.107	67.6		10.4
	평균	4.9	7.6	0.058	45.2		5.5
	최소	3.2	6.7	0.018	31.6		2.7
6	최대	7.2	9.2	0.097	113.3	4,088	14.8
	평균	5.4	8.2	0.052	65.3	1,022	8.3
	최소	3.7	6.2	0.027	0.3	0	1.0
7	최대	3.5	6.3	0.146	31.3		75.6
	평균	2.2	5.5	0.082	13.7		28.8
	최소	1.3	4.4	0.040	1.4		1.3
8	최대	4.2	7.6	0.208	90.2	4,333	20.4
	평균	3.1	6.1	0.110	49.3	2,166	9.0
	최소	1.5	4.6	0.041	14.2	0	4.5
9	최대	4.3	8.0	0.109	151.1		20.4
	평균	3.2	6.2	0.077	74.6		11.2
	최소	2.2	4.6	0.053	27.5		6.1
10	최대	2.4	6.5	0.099	18.3		13.4
	평균	2.3	5.5	0.061	15.0		6.4
	최소	2.1	4.4	0.017	6.5		2.5

[표 2-94] 2단계 연꽃단지 수질분석결과(2016년~2017년)

월	구분	BOD_5 (㎎/ℓ)	COD_{Mn} (㎎/ℓ)	T-P (㎎/ℓ)	Chl-a (㎎/㎥)	남조류 세포수 (개체수/㎖)	탁도 (NTU)
5	최대	3.5	8.8	0.137	57.5		22.0
	평균	3.1	7.0	0.079	22.6		8.4
	최소	2.5	5.3	0.018	16.5		2.3
6	최대	12.0	17.2	0.127	272.2	87,031	34.7
	평균	6.6	11.4	0.068	110.7	27,028	15.9
	최소	2.6	8.4	0.014	26.6	0	5.1
7	최대	3.8	7.1	0.120	95.0	78,938	101.0
	평균	3.0	5.8	0.070	37.2	17,543	28.2
	최소	1.8	5.0	0.028	3.0	0	4.6
8	최대	150.0	73.9	0.414	78077.2	463333	85.2
	평균	40.6	25.3	0.229	19567.7	164552	32.6
	최소	2.0	6.9	0.031	24.41	9023	11.8
9	최대	230.0	186.0	0.518	1,119.4	364,167	602.0
	평균	49.1	43.9	0.162	239.4	91,042	137.8
	최소	2.5	5.2	0.020	2.8	0	12.0
10	최대	3.5	8.3	0.095	20.2		55.6
	평균	2.2	6.4	0.058	16.6		18.3
	최소	1.3	4.8	0.027	5.3		4.3

다. 금강 보 인근 연도별 수질변화 비교·분석[1)]

◦ 금강 3개보와 보 인근의 2016년과 2017년의 수질변화를 비교·분석하였음

◦ 주요 수질항목인 BOD_5, COD_{Mn}, T-P, Chl-a, 수온, pH, 남조류세포수 등의 월최대, 월최소, 월평균 수질을 산정하였음

- BOD_5는 2016년 대비 2017년도에서 평균농도가 상승하였고 공주보에서 가장 큰 폭(2.80→3.49 ㎎/L)으로 상승하였음, 백제보, 세종보에서는 2016년 3월, 8월~9월에 나쁨(Ⅴ) 등급 수준의 최대농도 값을 보였으나 2017년 수질등급 보통(Ⅲ)수준을 유지하였음

- COD_{Mn}는 2016년에 비해 2017년에 대부분 농도가 감소하였고, 2016년 3월, 세종보에서 20.9 ㎎/L을 기록하며 아주 나쁨(Ⅵ)등급 수준의 최대농도 값을 보였으나 2017년 3월의 경우 절반수준인 7.3~9.4 ㎎/L의 범위를 보였음

- T-P는 2016년보다 2017년도에 대부분 농도가 감소하였으며, 세종보의 경우 7~11월 변동 폭이 가장 크고 2017년 0.330 ㎎/L로 가장 높은 수치를 보였음

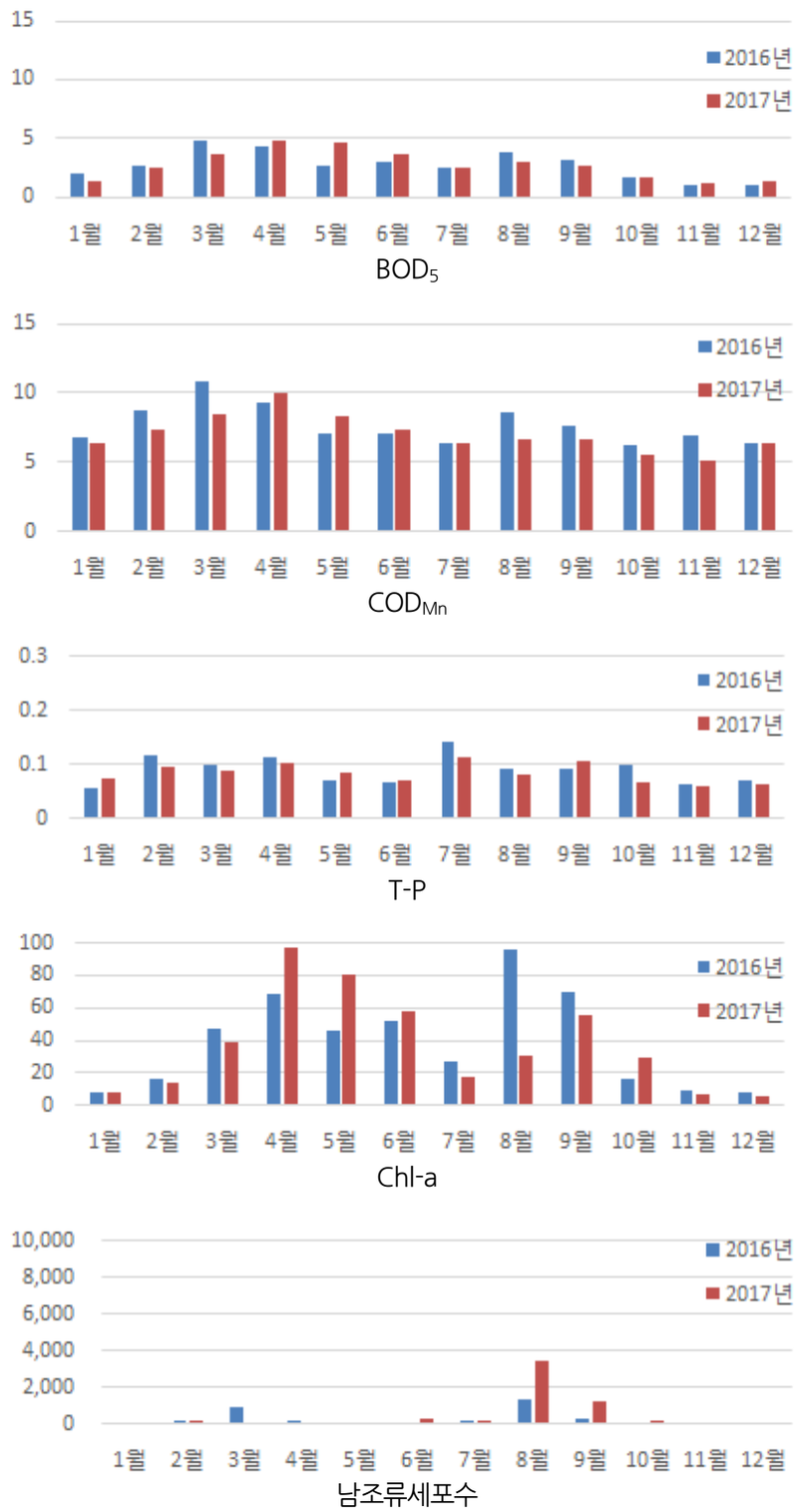
- Chl-a는 전년대비 대부분 농도가 감소하였으며, 연평균농도가 세종보에서 39.56 ㎎/L, 공주보에서 51.75 ㎎/L 백제보에서 51.60 ㎎/L로 2016년 보다 각각 5.36 ㎎/L, 5.80 ㎎/L, 15.32 ㎎/L 감소하였으며 항목별 상관관계를 비교·분석한 결과 COD와의 관계에서 0.66의 결정계수 값을 보이므로 조류 발생 이후 사멸된 조류의 부패 등으로 인하여 COD 농도에 기여했을 가능성이 있음

- 남조류세포수는 2016년과 2017년도 모두 6월~10월 사이 크게 증가하였고, 특히 8월에 가장 높게 나타났는데 2016년 대비 2017년에 모든 지점에서 50% 이하로(수질관리발령단계 미만) 감소하였음

- 지점별로 백제보의 경우 계절별 변화가 뚜렷하게 나타나지 않았으며, 완포리 연꽃단지의 경우 8월과 9월 모든 항목에서 다른 지점보다 월등히 높게 나타났고, 2017년의 경우 2016년에 비해 비교적 개선되었으나 다른 지점에 비해서는 높게 나타남

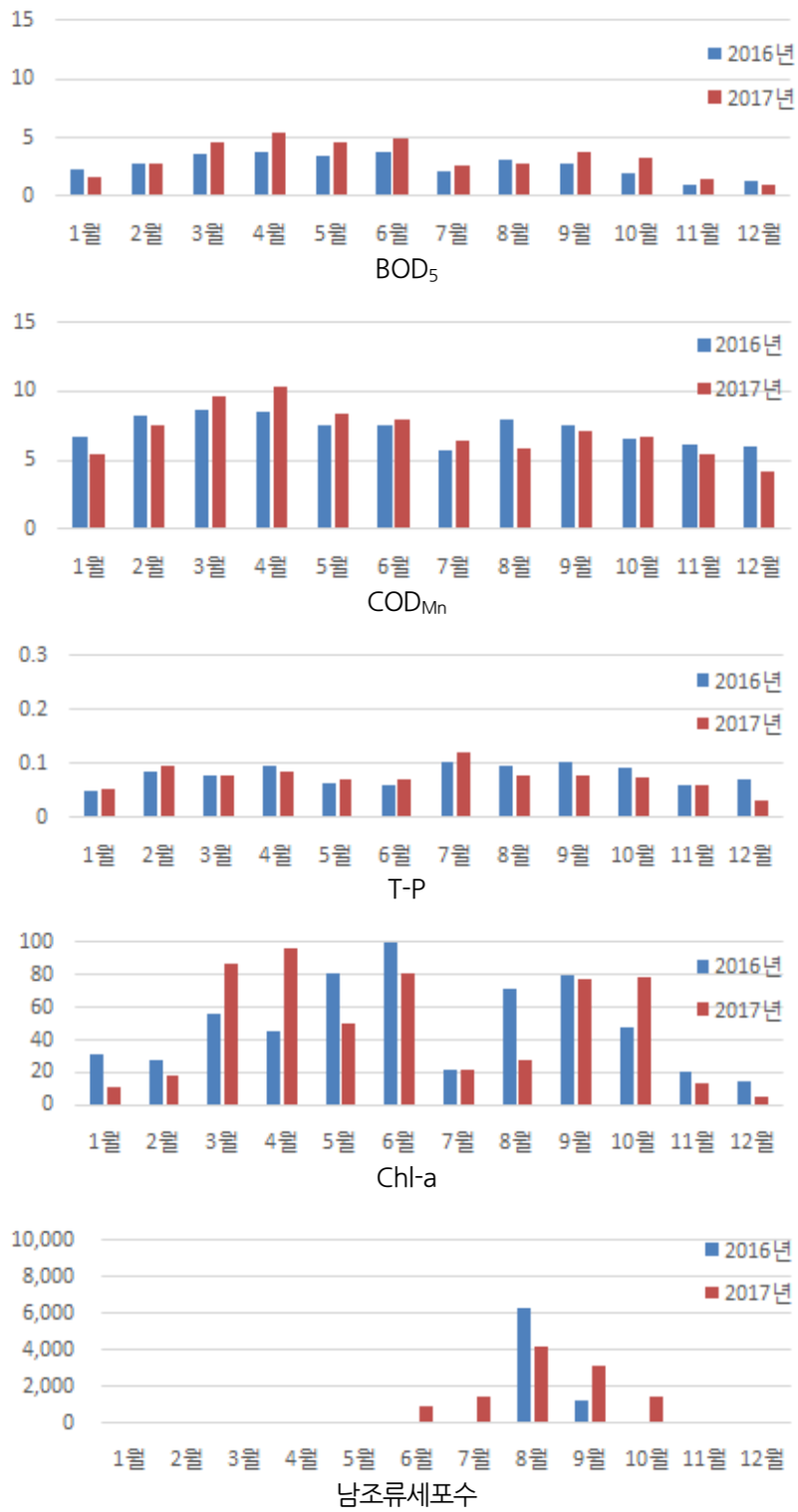
1) 공주보하류 지점의 경우 2017년에 처음 수질 측정을 시작하여 2016년과 비교하지 못함

1) 세종보



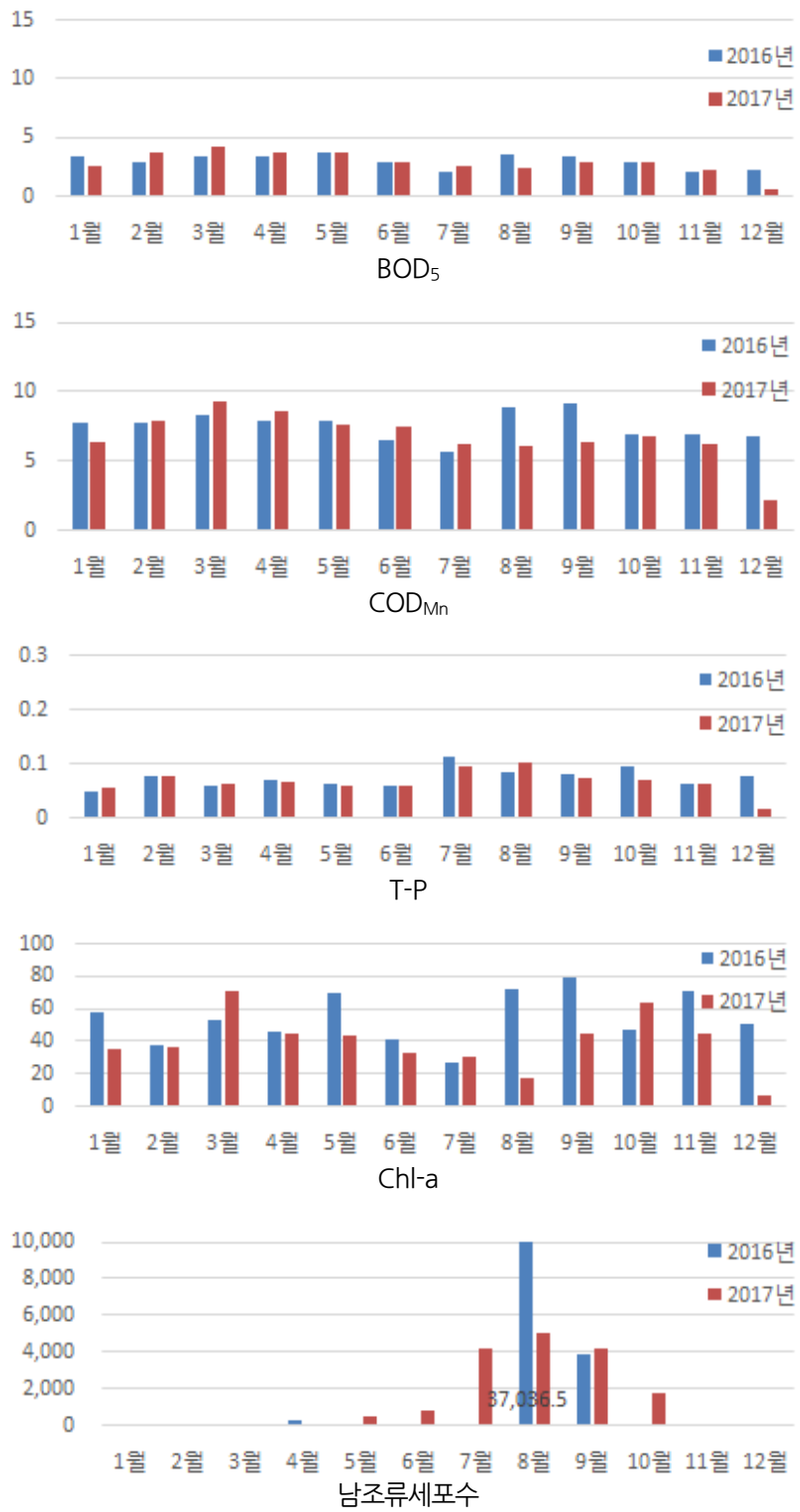
[그림 2-61] 2016년 및 2017년 세종보의 수질변화

2) 공주보



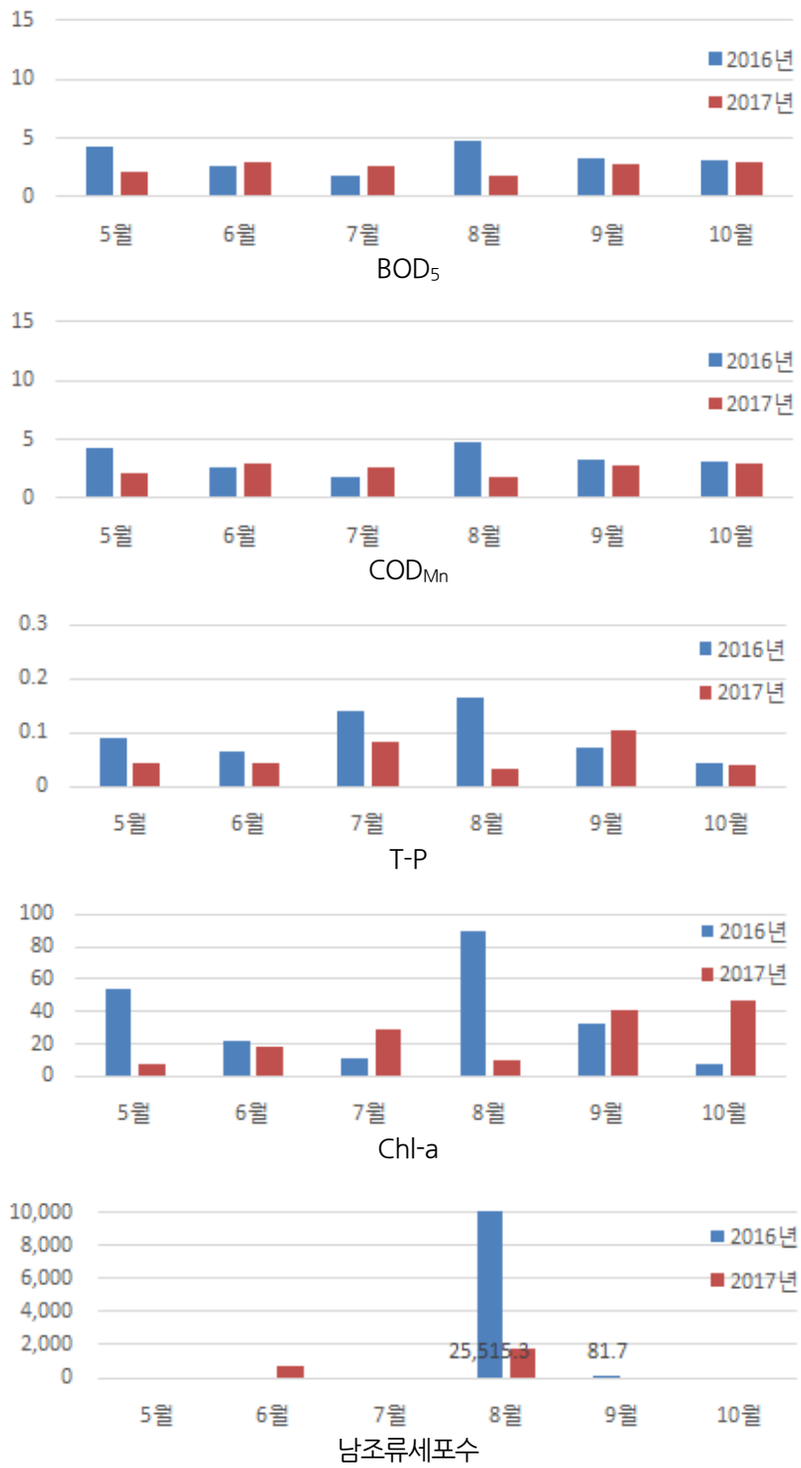
[그림 2-62] 2016년 및 2017년 공주보의 수질변화

3) 백제보



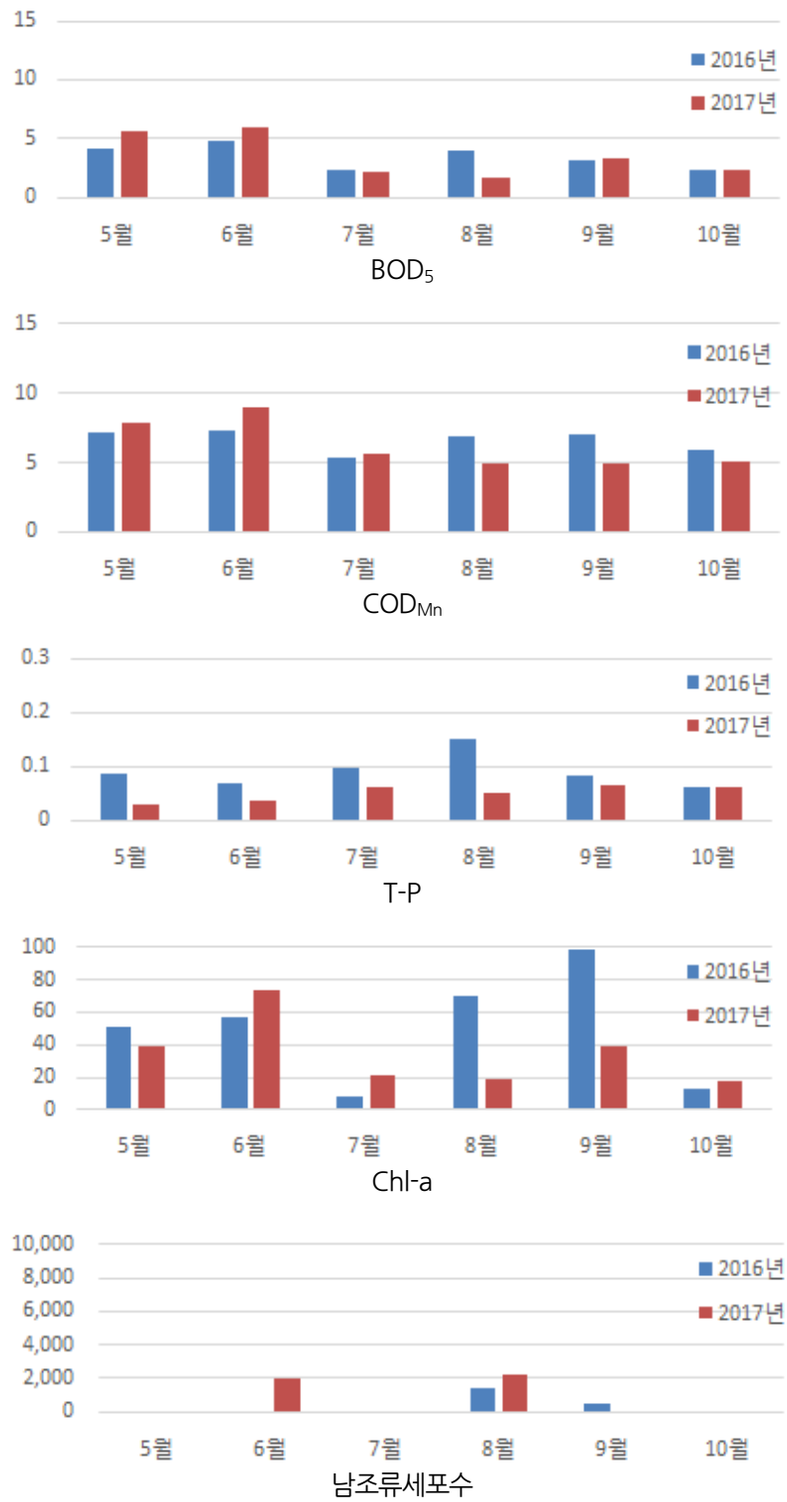
[그림 2-63] 2016년 및 2017년 백제보의 수질변화

4) 백제교



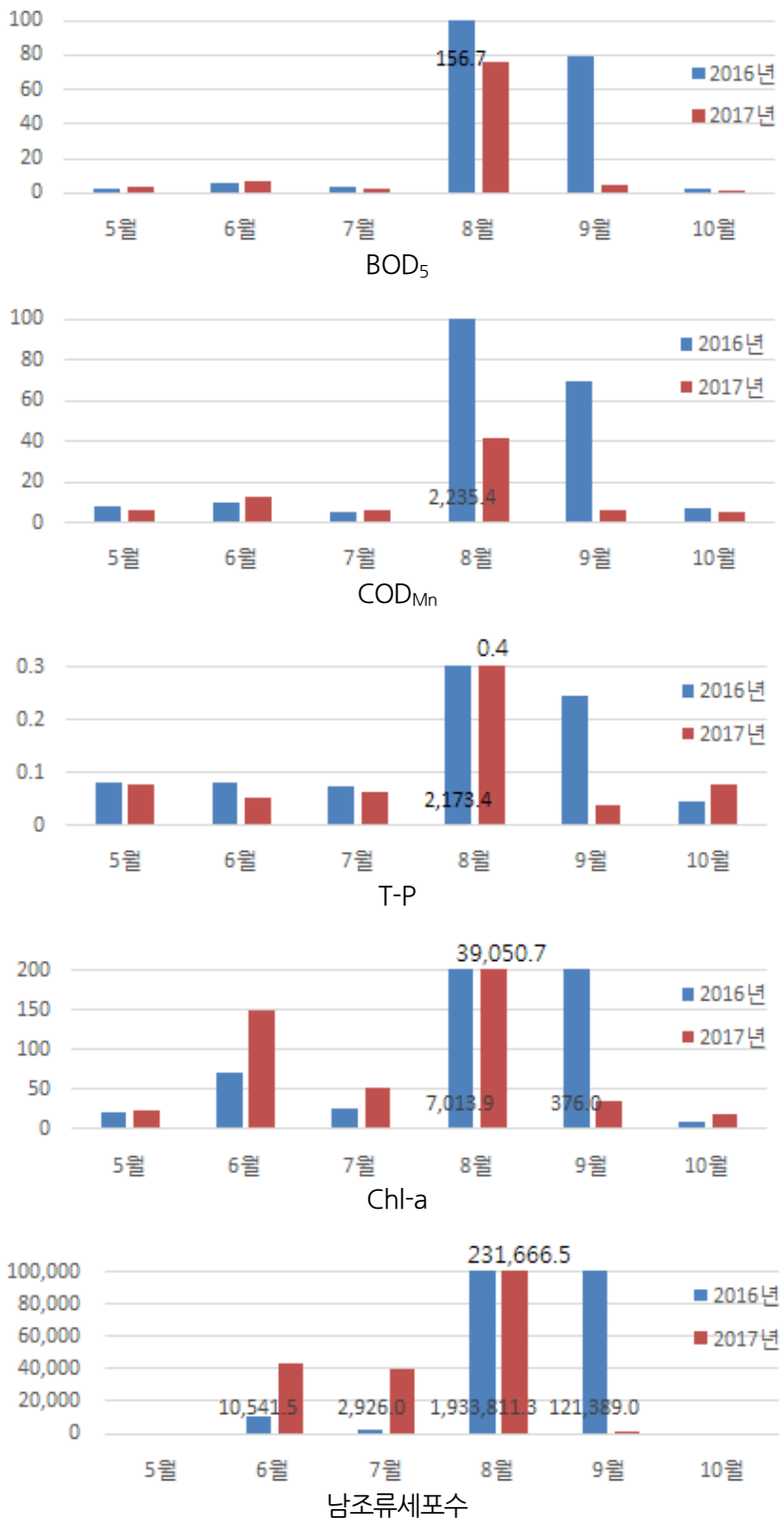
[그림 2-64] 2016년 및 2017년 백제교의 수질변화

5) 황산대교



[그림 2-65] 2016년 및 2017년 황산대교의 수질변화

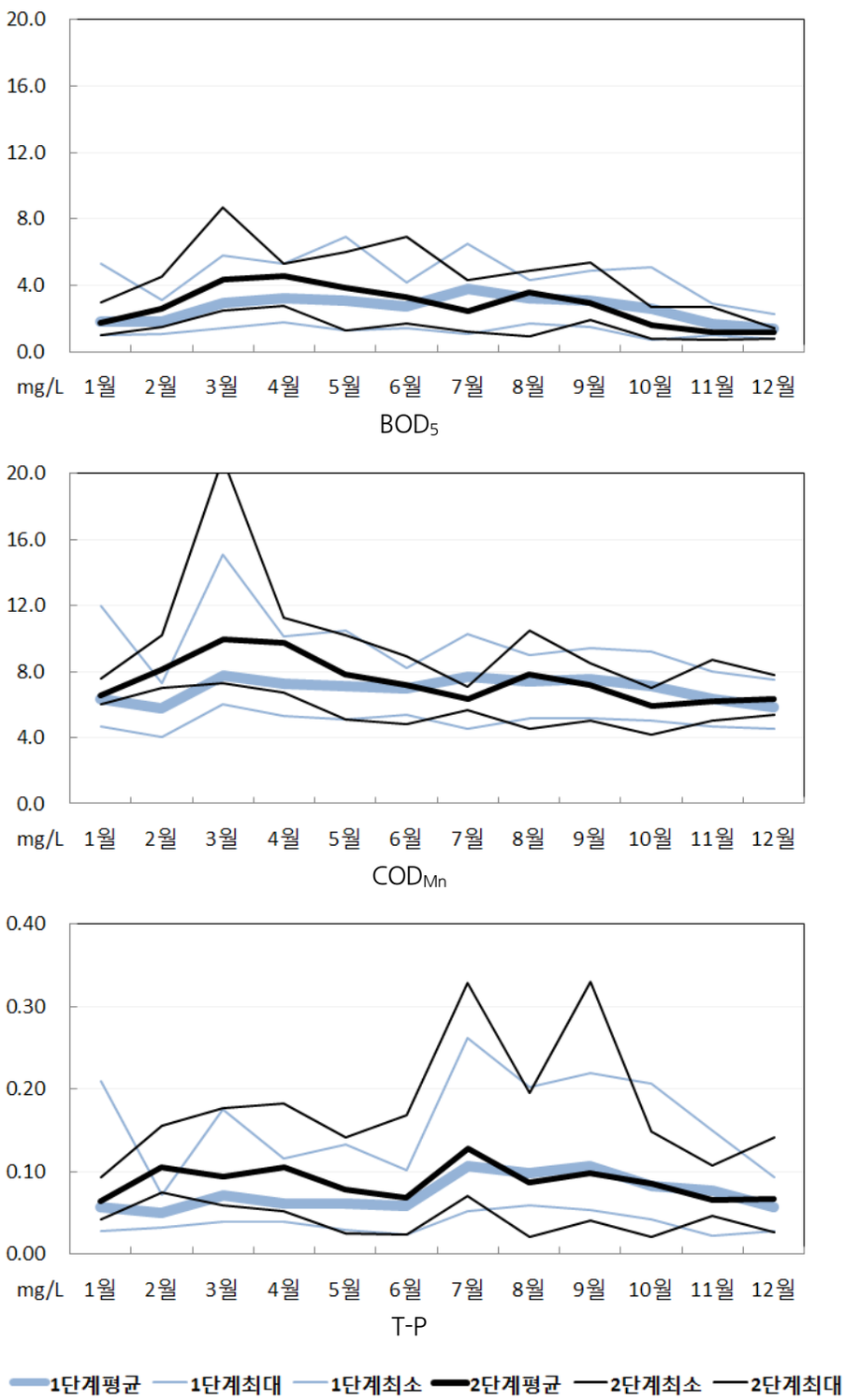
6) 완포리연꽃단지

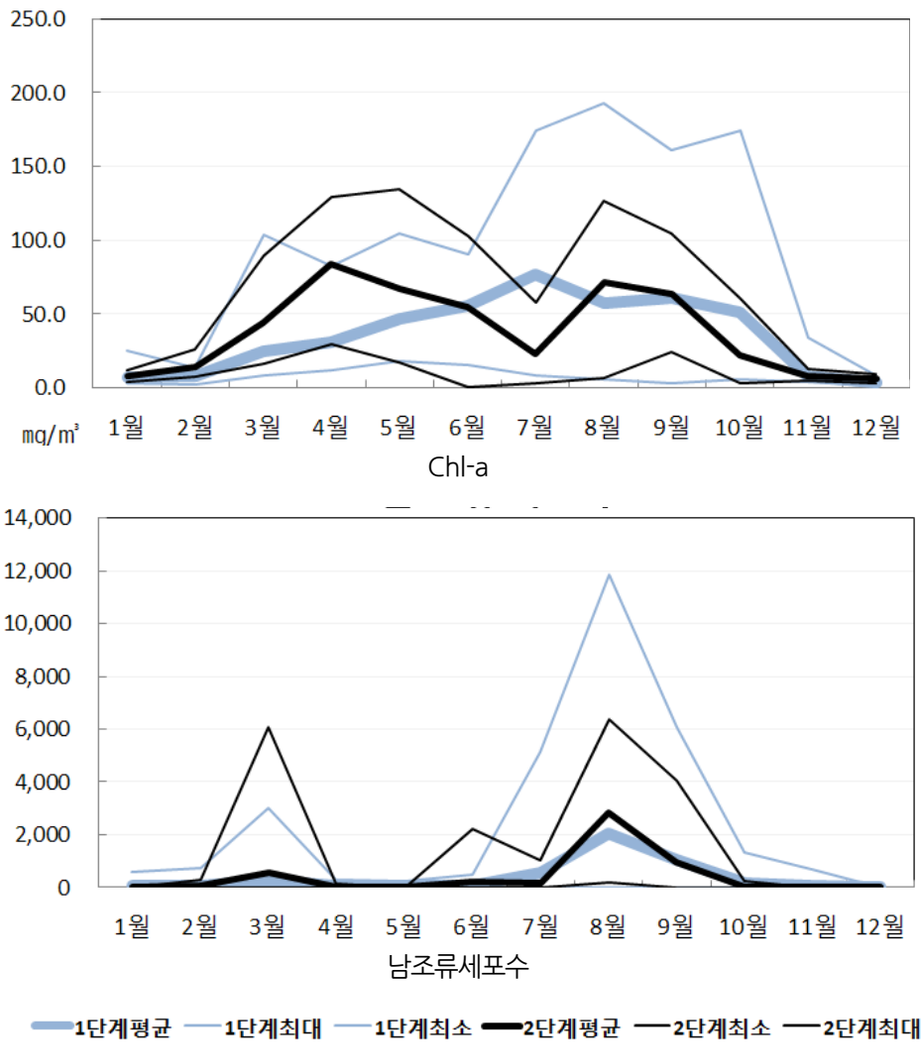


[그림 2-66] 2016년 및 2017년 완포리연꽃단지의 수질변화

라. 금강 3개보 단계별 수질변화 비교·분석

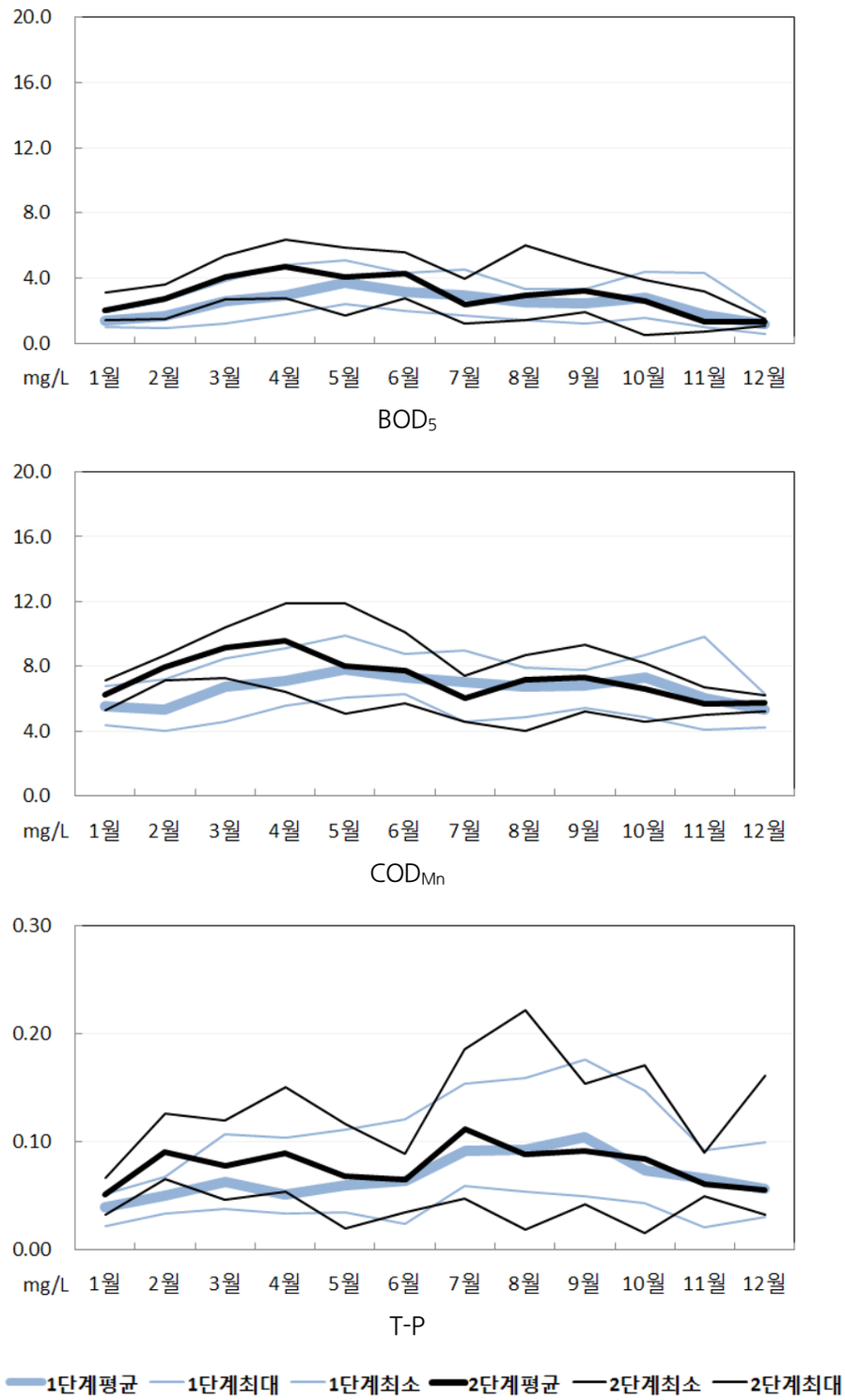
1) 세종보

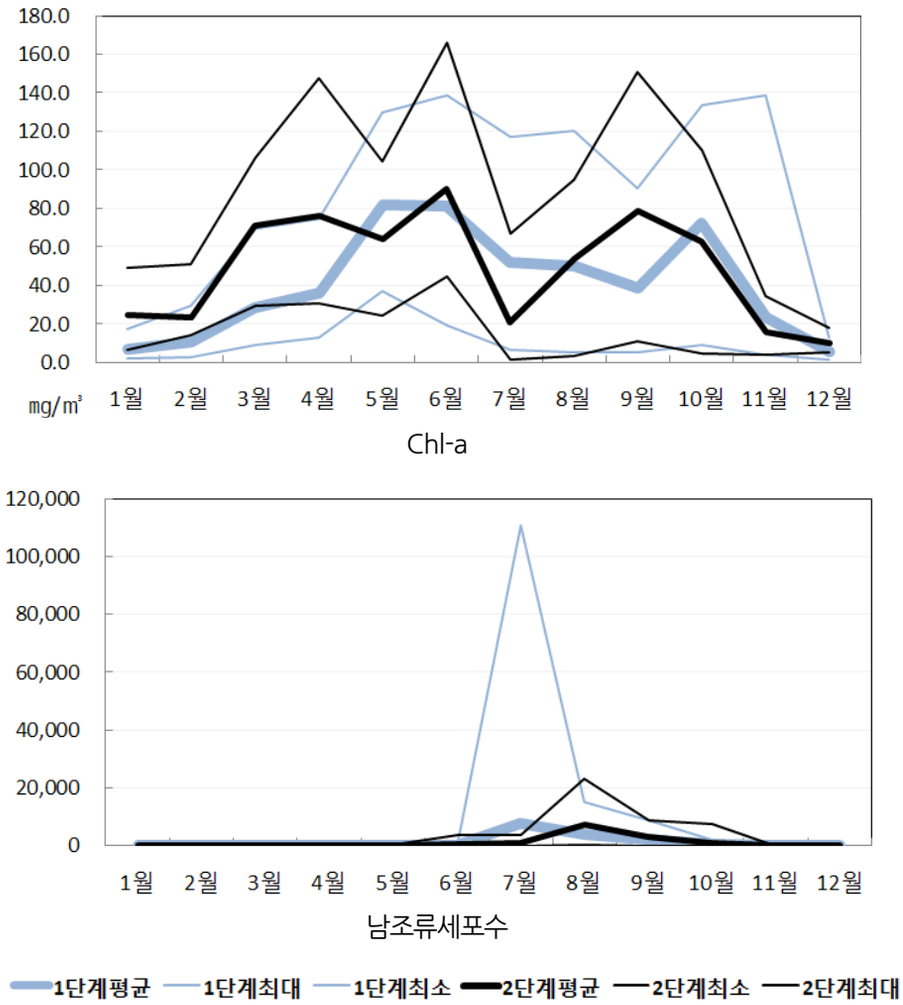




[그림 2-67] 금강정비사업 이후 단계별 세종보의 수질변화

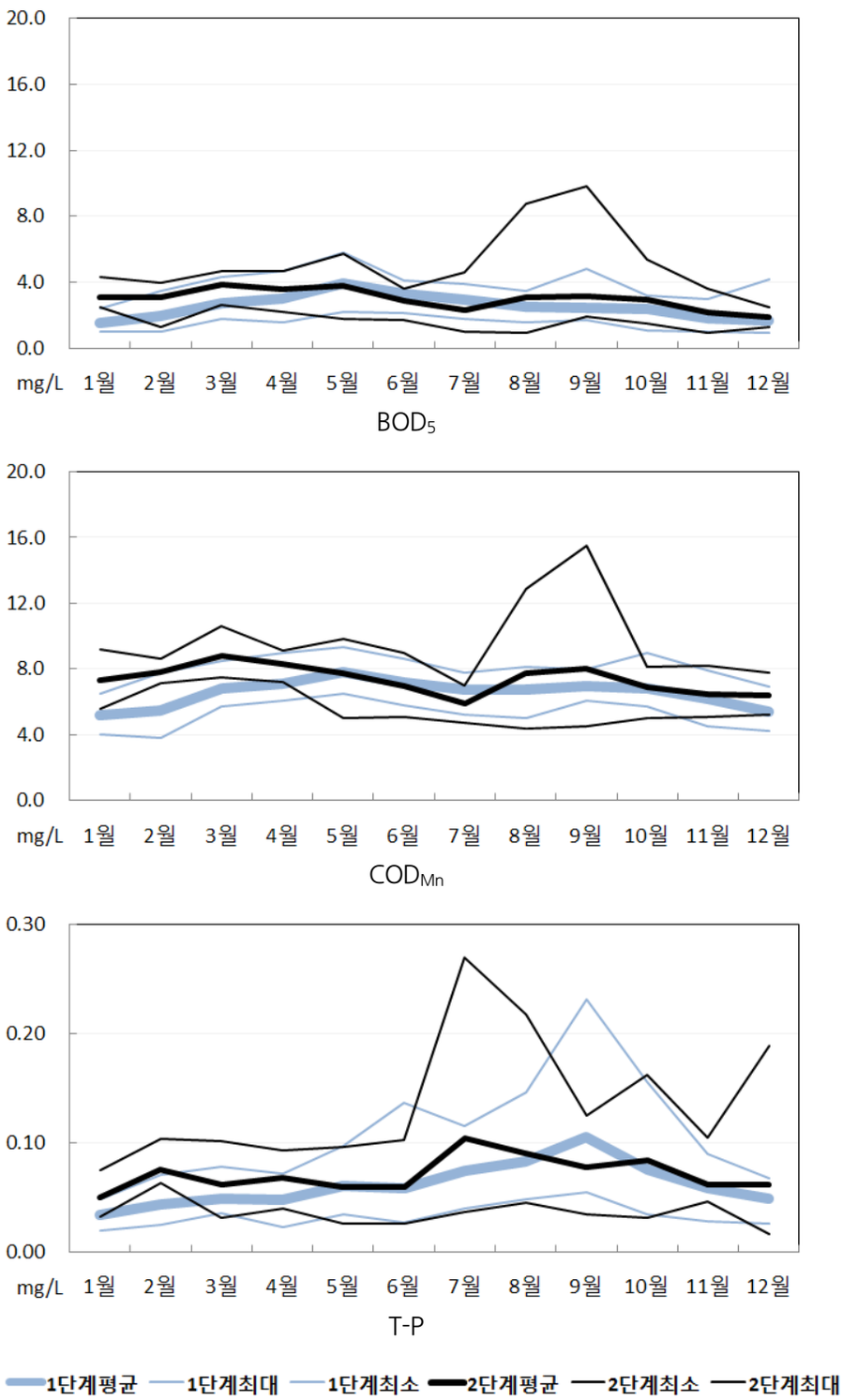
2) 공주보

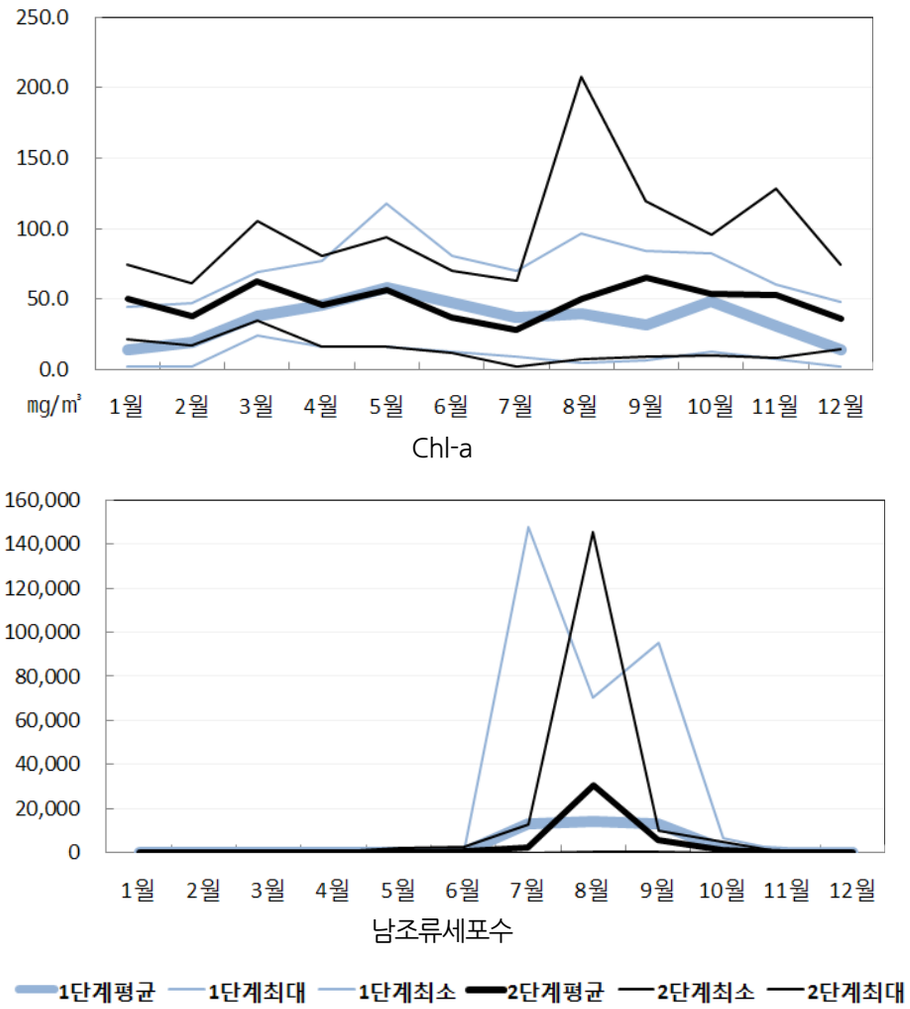

20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
mg/L 1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
BOD5
20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
mg/L 1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
CODMn
0.30
0.20
0.10
0.00
mg/L 1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
T-P
1단계평균 1단계최대 1단계최소 2단계평균 2단계최소 2단계최대



[그림 2-68] 금강정비사업 이후 단계별 공주보의 수질변화

3) 백제보


20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
mg/L 1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
BOD5
20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
mg/L 1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
CODMn
0.30
0.20
0.10
0.00
mg/L 1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
T-P
1단계평균 1단계최대 1단계최소 2단계평균 2단계최소 2단계최대



[그림 2-69] 금강정비사업 이후 단계별 백제보의 수질변화

5. 조류 발생현황 평가

가. 발령 현황

◦ 환경부에서는 공공수역의 오염이나 훼손을 사전에 억제하고 쾌적한 하천 환경을 유지하기 위하여 수질예보제도를 운영하고 있음

◦ 수질관리단계는 수질관리 강화기준(Chl-a 농도 70㎎/㎥) 초과비율, 지속기간, 남조류세포수에 따라 관심, 주의, 경계, 심각의 4단계로 구분하고 있으며, 남조류세포수가 10,000 세포/㎖ 이상일 경우에는 수질관리 강화기준을 35 ㎎/㎥로 강화함

[표 2-95] 수질예보제도 수질관리단계

남조류세포수 (세포/㎖) / Chl-a 예측 농도 (㎎/㎥)	10,000 미만[1)]	10,000 이상	50,000 이상	2×10^5 이상
35㎎/㎥을 초과하고 7일 중 4일 이상 유지	-	관심단계[2)]	주의단계	경계단계
70㎎/㎥을 초과하고 7일 중 4일 이상 유지	관심단계	주의단계	경계단계	심각단계
105㎎/㎥을 초과하고 7일 중 4일 이상 유지	주의단계	경계단계	심각단계	심각단계
140㎎/㎥을 초과하고 7일 중 4일 이상 유지	경계단계	심각단계	심각단계	심각단계
175㎎/㎥을 초과하고 7일 중 4일 이상 유지	심각단계	심각단계	심각단계	심각단계

비고)

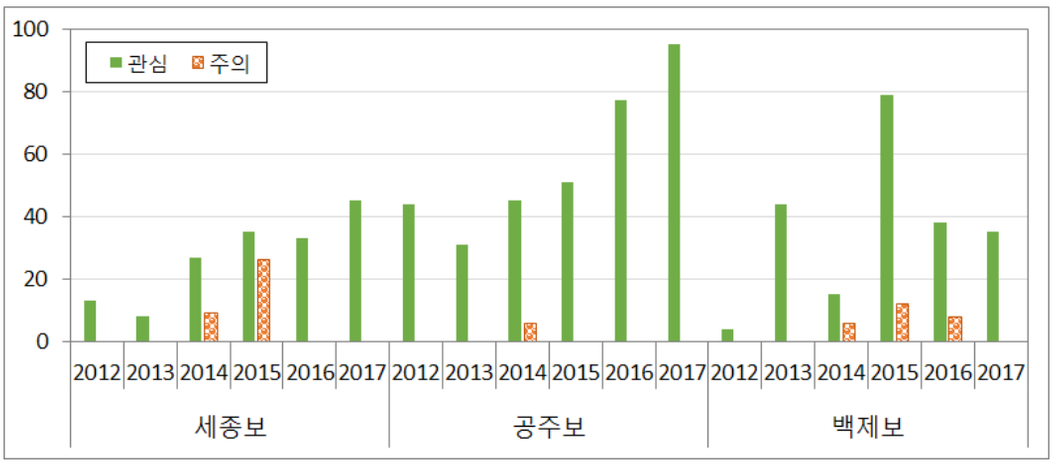
1. 남조류세포수는 유해남조류인 Anabaena, Aphanizomenon, Microcystis, Oscillatoria속 세포수의 합으로 함
2. Chl-a 농도가 70㎎/㎥을 초과하여 수질관리 단계 최초 발령 시에는 초과한 날 이후 전반적으로 농도 상승이 예상될 경우 발령함
3. [1)]남조류세포수가 10,000 미만일 경우, 수질관리단계 발령을 위한 Chl-a 농도 기준은 각각 70㎎/㎥, 120㎎/㎥, 160㎎/㎥, 200㎎/㎥ 초과 시로 완화함
4. [2)]남조류세포수가 10,000 초과 시에는 Chl-a 예측농도 값과 관계없이 “관심”단계를 발령함

◦ 발령절차

- 1단계(평상시) : Chl-a 농도, 남조류세포수를 포함한 주 1회 수질모니터링 실시 및 주 2회 단기수질예보 발표(월요일과 목요일)
- 2단계(수질관리 단계 발령) : Chl-a 예측 농도 값과 남조류세포수 측정값이 모두 수질관리 단계 발령 기준을 만족할 때 그 정도에 따라 관심~심각 단계를 발표, 남조류세포수가 10,000세포/㎖ 이상으로 출현 시 Chl-a 농도 예측결과와 관계없이 관심단계 우선 발령
- 3단계(모니터링 강화) : 수질관리 단계 발령 시 모니터링을 주 2회로 강화
- 4단계(수질관리 단계의 조정) : Chl-a 예측 농도 및 남조류세포수 기준을 모두 만족 시 상위 단계로 격상하고, 한 항목이라도 기준 미만 시 하위 단계로 격하
- 5단계(수질관리 단계의 해제) : 수질관리 단계 발령 기간 중 남조류세포수가 10,000 미만일 경우에는 Chl-a 예측 농도가 '관심'단계 발령기준(70 ㎎/㎥을 초과하고 4일 이상 유지)을 만족하지 못할 때 수질관리 단계를 해제하고, 반대로 남조류세포수가 1회라도 10,000세포/㎖ 이상일 경우에는 Chl-a 예측 농도가 '관심'단계 발령기준(35㎎/㎥을 초과하고 4일 이상 유지)을 만족하지 못하면서 동시에 남조류세포수가 연속 2회 10,000세포/㎖ 미만인 경우에 해제

[표 2-96] 수질예보제의 수질관리단계 발령현황

발령단계		2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년
전체 발령기간		**44일간** (5.10~5.28, 6.7~6.11, 6.14~6.29, 8.9~8.10, 10.8~10.9)	**48일간** (5.7~5.27, 6.3~6.6, 8.16~8.29, 10.14~10.16, 10.30~11.4)	**64일간** (4.1~4.7, 4.10, 5.19~5.25, 6.17~8.4)	**127일간** (4.21~5.3, 5.18~6.1, 6.9~6.17, 7.14~7.19, 7.21~7.29, 8.13~10.5, 10.13~11.1)	**81일간** (3.24~4.4, 5.25~6.16, 8.4~9.18)	**119일간** (3.14~4.13, 4.24~5.28, 6.15~6.26, 7.27~8.3, 8.10~8.16, 9.19~9.25, 10.12~10.30)
관심	세종보	**13일** (5.10~5.17, 6.14~6.17, 8.10)	**8일** (8.22~8.29)	**27일** (4.10, 6.23~7.7, 7.14, 7.18~7.20, 7.25~7.31)	**35일** (7.14~7.19, 8.27~9.7, 9.30, 10.13~10.18, 10.23~11.1)	**33일** (8.17~9.18)	**45일** (4.24~5.28, 6.16~6.25)
	공주보	**44일** (5.10~5.28, 6.7~6.11, 6.14~6.29, 8.9~8.10, 10.8~10.9)	**31일** (5.13~5.26, 8.16~8.29, 10.14~10.16)	**45일** (4.1~4.7, 5.19~5.25, 6.17~7.14, 7.21~7.23)	**51일** (6.9~6.17, 7.16~7.19, 8.20~9.16, 10.13~10.22)	**77일** (3.24~4.4, 5.25~6.16, 8.8~9.18)	**95일** (3.21~4.13, 4.27~5.22, 6.15~6.26, 8.10~8.16, 9.19~9.25, 10.12~10.30)
	백제보	**4일** (5.10~5.13)	**44일** (5.7~5.27, 6.3~6.6, 8.20~8.29, 10.14~10.16, 10.30~11.4)	**15일** (7.21~8.4)	**79일** (4.21~5.3, 5.18~6.1, 7.21~7.29, 8.25~10.5)	**38일** (8.4~16, 8.25~9.18)	**35일** (3.14~4.2, 7.27~8.3, 8.10~8.16)
주의	세종보	-	-	**9일** (7.8~7.13, 7.15~7.17)	**26일** (9.8~9.29, 10.19~10.22)	-	-
	공주보	-	-	**6일** (7.15~7.20)	-	-	-
	백제보	-	-	**6일** (7.15~7.20)	**12일** (8.13~8.24)	**8일** (8.17~8.24)	-
경계	세종보	-	-	-	-	-	-
	공주보	-	-	-	-	-	-
	백제보	-	-	-	-	-	-
심각	-	-	-	-	-	-	-



[그림 2-70] 연도별 수질예보제의 수질관리단계 발령현황

◦ 세종보, 공주보는 관심단계의 수질예보 발령이 꾸준히 증가하고 있는 추세이며, 백제보의 경우 2015년 이후 감소추세를 보이고 있고, 2017년에는 3개보에서 주의단계 발령이 없었음

◦ 세종보는 상류에 위치한 대전광역시, 청주시 등의 대도시에서 유출되는 오염물질들이 최초로 합류하는 구간으로서 보의 설치로 인하여 발생하는 조류의 영향이 큼

◦ 2017년 공주보는 다른 보에 비해 관심단계 발령이 많았는데, 이는 9~10월에 Chl-a가 70 ㎎/㎥을 초과하였고 기온하강이 예년보다 늦어져 늦게까지 녹조현상이 나타난 것으로 판단됨

◦ 백제보는 3개 보 중 유일하게 최근 감소추세를 보이고 있으며, 2017년 관심단계 발령 일수가 가장 적었고, 3월 중순에서 4월초, 7월 말에서 8월 중순까지 수질예보 발령이 있었음

제3장 수생태 모니터링

1. 생태계 변화관찰

2. 조류 서식변화 실태 조사

3. 수생태계 건강성 평가

제3장 수생태 모니터링

1. 생태계 변화관찰

가. 조사지점 및 시기

1) 조사지점

◦ 금강정비사업 구간 총 128 ㎞ 구간을 5개 구역으로 구획한 후 조사를 실시하였으며, 각 구간별 해당 공구 및 공간정보는 아래와 같음

◦ 또한, 조사구역에 유입되는 주요 지류하천의 말단지점에서 상류 약 100 m의 지류하천 구간을 포함하여 조사를 실시함

- Ⅰ구역 : 금산군 (총 17.1 ㎞)
  모니터링 담당 단체 : 금산참여연대
- Ⅱ구역 : 세종특별자치시 (총 12.5 ㎞)
  모니터링 담당 단체 : 대전환경운동연합
- Ⅲ구역 : 공주시, 청양군 (총 35.9 ㎞)
  모니터링 담당 단체 : 금강유역환경회의
- Ⅳ구역 : 논산시, 청양군, 부여군 (총 24.2 ㎞)
  모니터링 담당 단체 : 대전충남녹색연합
- Ⅴ구역 : 논산시, 부여군, 서천군 (총 38.3 ㎞)
  모니터링 담당 단체 : (사)서천생태문화학교

[그림 3-1] 생태계 변화관찰 조사구역 수계도

2) 조사시기

◦ 2017년 1월부터 2017년 12월까지의 자료를 정리하였으며 조사주기는 구역별로 역행침식 조사 시기를 포함하여 전월대비 수생태계 변동이 관찰되지 않은 달을 일부 제외하고, 월 1회 또는 2회 이상을 원칙으로 하여 실시함

◦ 2017년 1월부터 2017년 12월까지 상시조사를 운영하되, 2017년에는 1주일 단위로 보고하며, 비정기보고 형태로 특이사항 발생 시 보고를 실시함

나. 조사내용 및 방법

◦ 구간별 금강 양안에 대하여 현장조사를 실시하였고, 사진촬영 등 현장기록(관찰구간을 대표할 수 있는 지역의 생물군락 혹은 각종 특이사항, 지형을 배경으로 사진을 촬영하여 기록, 매번 동일한 장소 또는 지점에서 반복적으로 촬영)을 하였으며, Check list에 따라 조사를 시행함

1) 관찰원칙

◦ 구간별 형상변경 등 외형적인 변화관찰에 중점을 두고 야생 동·식물의 서식지 및 생물상의 변화 상태를 같은 시기에 지속적·반복적으로 관찰함

◦ 조사를 통하여 자연적 또는 인위적 요인으로 인하여 생태계의 변화가 뚜렷하다고 인정되는 지역을 관찰한 경우에는 향후 보완 정밀조사를 실시할 예정임

2) 조사내용

◦ 생태계 변화관찰 Check List는 [표 1-1]~[표 1-3]과 같으며, 세부항목은 간결하게 통합하여 기록하였으며, 조사내용은 아래의 사항을 중심으로 관찰하였음

- 사업 전 생태계에 대하여는 문헌조사 등을 통한 자료 확보
- 관찰지역, 관찰유형, 지리적 환경 등 일반사항
- 각종 토지이용, 시설 설치, 기타 지형훼손 등 형상변경
- 식생 및 주요 동·식물의 분포와 출현 동·식물상의 변화
- 외래 동·식물, 생태계 교란종의 유입 등에 관한 사항 관찰
- 준설사업으로 인하여 발생한 준설토 적치장 환경 조사
- 하천에 설치된 시설 운영·관리 실태 조사 및 개선방안 제시
- 농지 제거 후 설치한 관상용 수목 경작지 운영 현황 조사
- 준공 후 지속적인 준설사업 진행 현황 조사
- 기타 주변 현황 등

[표 3-1] 생태계 변화관찰 기록표(예시)

1. 일반사항	① 관찰일자			② 관 찰 자	소속 : 성명 : 소속 : 성명 :	
	③ 관찰지역	관찰지점 :	수계(하천명)	행정구역명 (양안기록)	지리환경	
	④ 생물서식 공간유형	면적	1.매우넓음 2.넓음 3.협소함 4.매우협소합		대략적 면적 기술 :	
		보전상태	1.매우불량 2.불량 3.양호 4.매우양호			
		형태	1.나대지 2.습지 3.자연하천. 4.기타		형태기술 :	
		특이사항				
2. 기상현황	① 대기온도	℃	② 습 도	%	③ 강우량	

구 분			내 용			사진 번호	전월대비 변화 (조치할 내용)
3. 경 관	① 토지이용	재경작	규모	면적계산 : 지점길이 :			
			위치	세부적으로 작성 :			
			기타특이사항				
	② 하천/호소 준설·구조 변경	역행침식	규 모	면적계산 : 지점길이 :			
			위 치	세부적으로 작성 :			
			발생형태	합류, 병목지점, 시설물에 의한 발생 등등 추론하여 기술			
			기타특이사항				
		재퇴적	규 모	면적계산 : 지점길이 :			
			위 치	세부적으로 작성 :			
			발생형태	합류점, 병목 등 추론하여 기술			
			기타특이사항				
		습지훼손	규 모	면적계산 : 지점길이 :			
			위 치	세부적으로 작성 :			
			훼손형태	개발과 개입, 자연적 변화 등 기술 :			
			기타특이사항				
4. 형상변경	① 수위·수량의 증감유발 행위	보	수질(보상류)	1.매우나쁨 2.나쁨 3.보통 4.양호 5.매우양호	내용 :		
			수위	1.매우낮음 2.낮음 3.보통 4.높음 5.매우높음			
			운영현황	1.미담수 2.적음 3.보통 4.많음 5.완전담수			
			기타특이사항				
		어도	어류이동여부	1.아주없음 2.적음 3.보통 4.많음 5.매우많음	개체수 (마리/ 분)		
			수위	1.매우낮음 2.낮음 3.보통 4.높음 5.매우높음			
			수량	1.매우적음 2.적음 3.보통 4.많음 5.매우많음			

			효용성	1.매우낮음 2.낮음 3.보통 4.높음 5.매우높음			
			기타특이사항				
		기타					
	② 각종 시설물 신·증축	호안	훼손여부	1.매우심함 2.심함 3.보통 4.보전됨 5.잘보전됨	훼손규모 (㎡)		
			기타특이사항				
		하상보호공	훼손여부	1.매우심함 2.심함 3.보통 4.보전됨 5.잘보전됨	훼손규모 (㎡)		
			기타특이사항				
		교각	쇄굴발생여부	1.매우심함 2.심함 3.보통 4.보전됨 5.쇄굴없음	훼손규모 (㎡)		
			기타특이사항				
		기타					
	③ 천변 공간 개발 사항	둔치시설물	이용인원	1.매우적음 2.적음 3.보통 4.많음 5.매우많음	이용인원 (명/ 분)		
			둔치훼손여부	1.매우심함 2.심함 3.보통 4.보전됨 5.잘보전됨	훼손규모 (㎡)		
			관리여부	1.매우안됨 2.안됨 3.보통 4.잘됨 5.매우잘됨	관리내용 서술:		
			활용성	1.매우낮음 2.낮음 3.보통 4.높음 5.매우높음	위 세문항을 종합적으로 평가		
			기타특이사항				
		자전거도로	이용자수	1.매우적음 2.적음 3.보통 4.많음 5.매우많음	이용인원 (명/ 분)		
			훼손여부	1.매우심함 2.심함 3.보통 4.보전됨 5.잘보전됨	훼손규모 (㎡)		
			관리여부	1.매우안됨 2.안됨 3.보통 4.잘됨 5.매우잘됨			
			활용성	1.매우낮음 2.낮음 3.보통 4.높음 5.매우높음	위 세 문항을 종합적으로 평가		
			기타특이사항				
		기타					
	④ 택지개발, 입지조성, 골재채취						
	⑤ 산불, 벌목, 수해, 태풍 등등 기타 인위적, 자연적 재해		재해지역 : 피해위치 : 피해정도 :				
	⑥ 기타						
5.동·식물상 변화	① 식생정보 및 주요생물상 - 관찰종명 또는 개체수		동물흔적 :				
			식생분포 :				
			조류 :				
			어류 :				
			기타 :				
	② 국내고유종(희귀종포함), 천연기념물 및 멸종위기종의 분포 및 출현 - 고유종(희귀종포함), 천연기념물 및 멸종위기종의 밀도 증감, 출현 및 위협 요인		동물흔적 :				
			식생현황 :				
			조류 :				
			어류 :				
			기타 :				
	③ 외래 동·식물 및 생태계교란 종의 침입여부 및 피해 - 특정종이 갑자기 증가하거나 밀도가 높았던 종들의 감소 현황 - 전년도 비교 외부 유입종(국내종) 이나 외래종의 출현 사항		동물흔적 :				
			식생현황 :				
			조류 :				
			어류 :				
			기타 :				

	④ 동·식물 방사·이식					
	⑤ 불법 포획, 채취					
	⑥ 산불·재해 등으로 인한 동식물 피해					
	⑦ 수질, 폐기물, 유독물질 등 환경오염					
	⑧ 기타 야생 동·식물 서식지 및 인근지역 소리·빛·연기·악취 유무					
	⑨ 기 타					
6. 수 질	① 수질	육안평가 (전체적 상황)	1.매우나쁨 2.나쁨 3.보통 4.양호 5.매우양호	관리내용 서술:		
	② 수위		1.매우낮음 2.낮음 3.보통 4.높음 5.매우높음			
	③ 악취		1.매우심함 2.심함 3.보통 4.양호 5.매우양호			
	④ 탁도		1.매우흐림 2.흐림 3.보통 4.맑음 5.매우맑음	위 세문항을 종합적으로 평가 :		
	⑤ 부영양화	서술형	발생여부 및 정도 서술 :			
	⑥ 채수여부		일자, 시각 및 채수자 성명 :			
7. 기 타	① 문화재 훼손	훼손지역 훼손위치 훼손정도				
	② 주민피해	피해정도				
	③ 주민 인터뷰	인터뷰내용				
8. 관 리						
9. 보 호						
10. 자료문헌						
11. 종합의견						

※ 형상변경 / 경관 항목 : 사업시행자, 위치, 용도, 규모, 기간, 진행사항 등을 육하원칙에 따라 간략히 기재하고 지도 표시 또는 사진 촬영

※ 동·식물상의변화 항목 : - 변화관찰지역과 그 인접지역에서 주요 동식물의 포획·채취 행위와 개체 수의 증·감 및 출현빈도 등 변화상태 또는 그 정황을 육하원칙에 따라 간략히 기재하고 필요시 지도에 표시

- 식생조사표 작성 및 관찰지역 내 주요생물상(지형, 식물상, 저서성대형무척추동물, 육상곤충, 담수어류, 양서파충류, 조류, 포유류)에 대한 목격사항이나 문헌내용 및 보호대상 생물종(멸종위기종, 고유종, 천연기념물 등) 리스트 작성·관찰
- 고유종(희귀종포함) 및 멸종위기종의 밀도 증감 및 출현 현황
- 멸종위기종 등 주요 동·식물의 경우 지리정보, 개체 수, 분포면적, 위협요인 등 기재

[표 3-2] 생태계 변화관찰 기록관리(예시)

<table>
<tr><td>1. 관련사진
(많을 경우 추가)</td><td>설명</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="4">2. 피해규모 서술 :</td></tr>
<tr><td colspan="4">3. 피해 상태(현장 그림 또는 현장 위치 약도) :</td></tr>
<tr><td colspan="4">4. 피해사진 (많을 경우 별첨)</td></tr>
<tr><td>5. 피해 지점 기준으로
상류에서 바라본 사진</td><td colspan="2">(좌안)</td><td>(우안)</td></tr>
<tr><td>6. 피해 지점 기준으로
하류에서 바라본 사진</td><td colspan="2">(우안)</td><td>(좌안)</td></tr>
</table>

[표 3-3] 변화관찰 평가표 및 조치필요사항(예시)

관찰 지역명	복원사업	출입통제	훼손요인 제거	순찰 강화	보호지역지정	별도조치 필요 없음
	변화정도	변화범위	변화속도	변화지속성	변화요인 출처	요인통제 가능성

3) 생태계 변화관찰 Check List 기입 세부내용

◦ 형상변경

- 사업시행자, 위치, 용도, 규모, 기간, 진행사항 등을 6하 원칙에 따라 간략히 기재하고 지도에 표시 또는 사진을 촬영하여 기록

◦ 동식물상의 변화

- 변화관찰지역과 그 인접지역에서 주요 동·식물의 포획·채취 행위와 개체수의 증감 및 출현빈도 등 변화상태 또는 그 정황을 육하원칙에 따라 간략히 기재하고 필요시 위치를 표시
- 관찰지역 내 주요생물상(지형, 식물상, 저서성대형무척추동물, 육상곤충, 담수어류, 양서·파충류, 조류, 포유류)에 대한 목격사항이나 문헌내용 및 보호대상 생물종(멸종위기종, 고유종, 천연기념물 등)에 대해 리스트를 작성하고 관찰
- 고유종(희귀종포함) 및 멸종위기종의 출현 현황(발자국, 배설물 등)을 관찰하여 기재

다. 조사결과

◦ 구역별 조사를 실시하였으며, 각 구역에 대한 변화관찰 사항을 요약하여 제시함

◦ 실시간 현장조사를 통한 금강 환경 정보 취득으로 하천 및 하천 주변 생태 변화상의 일일 변화를 모니터링하고 정보 공유와 해결 방안을 제시함

1) Ⅰ구역

◦ Ⅰ구역은 금산군(17.1㎞)에 해당되며, 비교적 생태환경현황이 다른 지역에 비해 우수한 편에 해당되는 구간임

◦ 금산군 천내습지 구역에는 환경부 지정 생태계교란종 가시박이 매년 확산하고 있고, 둔치공원에 식재한 식물들을 덮을 정도로 가시박이 자라고, 2017년에도 천내습지는 가시박 대발생 지역임 [그림 3-2]

◦ 천내습지 제방 아래는 곳곳이 냉장고 등 대형 폐기물과 각종 생활, 건축, 영농 폐기물이 무단으로 투기되어 방치되어 있음 [그림 3-2]

◦ 금강 본류와 만나는 금산 봉황천 합류점(대청지구) 둔치와 모래톱은 공사 후 둔치, 하도 내 관리 등 인위적인 간섭이 줄어들자, 식생이 복원되기 시작하였고, 멸종위기야생동물 2급인 삵이 물고기를 사냥하는 모습이 확인되었고, 철새들이 찾아오고 있어 보호 조치가 시급히 필요함 [그림 3-3]

◦ 천내습지 주변은 멸종위기종(1급) 두드럭조개 서식지이고, 멸종위기종(2급)이자 천연기념물 제201호 큰고니가 관찰되는 등 생물종다양성이 높은 곳으로서 습지보호지역 지정 등 보호 대책이 절실함 [그림 3-3]

◦ 대산리 방면 금강과 봉황천, 조정천 합류점 좌안 둔치는 초화류 식재지를 포클레인으로 걷어내고 유채를 경작하기 시작했고, 야구동호회에서 설치한 시설이 계속 남아있으나, 설치 시설은 2017년에도 방치되어 있고 야구장 전면은 초지로 자연 천이가 일어나고 있음 [그림 3-4]

◦ 천내습지는 저곡리 방면 좌안 둔치에서 자라고 있던 버드나무 등이 마을 시설물의 시야를 가린다고 하여 무단으로 벌목되어 훼손당하였고, 상류의 가시박이 둔치로 확산되고 있음 [그림 3-5]

◦ 금산군 금강 둔치 주변은 차량 폐오일과 페인트 사용 후 각종 쓰레기가 투기되고 있으며, 분리수거가 잘 되지 않은 혼입된 종량제 봉투와 각종 봉투가 매번 같은 장소에 방치되어 빠른 수거가 필요함 [그림 3-5]

◦ 부리면 예미리 한국타이어연수원 앞은 도로 확장 공사를 이유로 강변의 자전거 도로 옆을 임시 우회도로로 사용함으로써 차량 통행에 따라 비점오염물질 발생 원인이 되고 있으며, 좌안 강변에 차일을 치고 평상을 설치하여 불법 영업을 지속하고 있어, 주변은 소식과 행락객 쓰레기가 다량 발생하고 있음 [그림 3-6]

[표 3-4] Ⅰ구역 생태계 변화관찰 요약

구분	조사내용		비고
	2단계 1차년도(2016년)	2단계 2차년도(2017년)	
Ⅰ구역	■ 인삼골 오토캠핑장은 관리 인력이 배치되어 있으나 관리는 캠핑 장소에 국한되고 함께 만들어진 둔치공원의 관리는 여전히 방치되어 있음 ■ 금산군 지역은 정비사업 전부터 경관 및 생태환경이 우수한 지역임 ■ 4륜 차량 동호회 하천을 진입 훼손, 수통리 방우리 이동통로 차량 진입 훼손, 수변지대 행락객 장기 야영으로 소각행위 및 쓰레기 발생 심각함 ■ 수통지구 둔치 등, 탐방객들의 출입과 차량 도강으로 쓰레기가 발생함 ■ 야구장 방치, 잔디광장 무단출입으로 훼손, 식재식물은 잡초와 함께 자람 ■ 천내습지, 상수원보호구역 해제 후 낚시꾼 증가로 쓰레기 방치 증가함 ■ 수통리 지역부터 제원면 천내리, 우안과 좌안 둔치 및 산기슭에 생태계 교란종 가시박과 돼지풀 등이 밀생, 제거 대책과 외래종 유입 차단 대책이 필요함 ■ 평촌리 자전거도로는 차량진입 통로가 되어 차량의 하천 진입이 계속되고, 도로변에 하천을 불법점유하고, 평상을 대여하는 영업행위가 근절되지 않고 있음 ■ 제원면 용화리 오토캠핑장은 음식물 폐기물이 제때 처리되지 않아 악취가 발생함 ■ 수통리의 4대강 사업 후 둔치 시설은 방치되고 있고 행락객의 쓰레기가 쌓인 채로 자주 수거되지 않고 있음 ■ 천내습지는 상수원보호구역이 해제되면서 낚시꾼의 출입이 잦고, 감돌고기, 두드럭조개 등 멸종위기종에 위협이	■ 인삼골 오토캠핑장은 관리 인력이 배치되어 있으나 관리는 캠핑 장소에 국한되고 함께 만들어진 둔치공원의 관리는 제대로 이루어지지 않음 ■ 금산군 지역은 4대강 정비사업 전부터 경관 및 생태환경이 우수한 지역이었음 ■ 4륜 차량 동호회 하천을 진입 훼손, 수통리 방우리 이동통로 차량 진입 훼손, 수변지대 행락객 장기 야영으로 소각행위 및 쓰레기 발생이 여전히 심각함 ■ 금산군 천내습지 구역에는 환경부 지정 생태계교란종 가시박이 매년 확산하고 있고, 둔치공원에 식재한 식물들을 덮을 정도로 가시박이 자라고, 2017년에도 천내습지는 가시박 대발생 지역임 ■ 천내습지 제방 아래는 곳곳이 냉장고 등 대형 폐기물과 각종 생활, 건축, 영농 폐기물이 무단으로 투기되어 방치되어 있음 ■ 금강 본류와 만나는 금산 봉황천 합류점(대청지구) 둔치와 모래톱은 공사 후 둔치, 하도 내 관리 등 인위적인 간섭이 줄어들자, 식생이 복원되기 시작하였고, 멸종위기야생동물 2급인 삵이 물고기를 사냥하는 모습이 확인되었고, 철새들이 찾아오고 있어 보호 조치가 시급히 필요함 ■ 대산리 방면 금강과 봉황천, 조정천 합류점 좌안 둔치는 초화류 식재지를 포클레인으로 걷어내고, 유채를 경작하기 시작했고, 야구동호회에서 설치한 시설이 계속 남아있으나, 2017년에도 방치되어 있고, 야구장 전면은 초지로 자연 천이가 일어나고 있음	

구분	조사내용		비고
	2단계 1차년도(2016년)	2단계 2차년도(2017년)	
	되고 있는 상황임 ■ 부리면 어재리에 설치한 수변공원은 방문객이 없고 관리도 되지 않으면서 가시박이 침입해 있음 ■ 오랫동안 방치된 구간에서는 버드나무 등 관목과 초본류가 다시 들어와 재자연화가 이루어지고 있음	■ 천내습지는 저곡리 방면 좌안 둔치에서 자라고 있던 버드나무 등이 마을 시설물의 시야를 가린다고 하여 무단으로 벌목되어 훼손당했고, 상류의 가시박이 둔치로 확산되고 있음 ■ 천내습지와 상류와 하류 주변은 멸종위기종(1급) 두드럭조개 서식지이고, 멸종위기종(2급)이자 천연기념물 201호 큰고니가 관찰되는 등 생물종다양성이 풍부한 곳으로서 습지보호지역 지정 등 보호 대책이 절실함 ■ 금산군 금강 둔치 주변은 차량 폐오일과 폐 페인트 등 각종 쓰레기가 투기되고 있으며, 분리수거가 잘 되지 않은 혼입된 종량제 봉투와 각종 봉투가 매번 같은 장소에 방치되어 빠른 수거가 필요함 ■ 부리면 예미리의 한국타이어연수원 앞은 도로 확장 공사를 이유로 강변의 자전거 도로 옆을 임시 우회도로로 사용함으로써 차량 통행에 따라 비점오염물질 발생 원인이 되고 있으며, 좌안 강변에 차일을 치고 평상을 설치하여 불법영업을 지속하고 있어, 주변은 소식과 행락객 쓰레기가 다량 발생하고 있음 ■ 부리면 어재리(압수)에 설치한 수변공원을 방문객이 없고 관리도 되지 않으면서 방치되고 있고, 생태계교란종 가시박이 확산되고 있음 ■ 수통리의 4대강 사업장은 방치되고 있고 행락객의 쓰레기가 치워지지 않고 있음 ■ 수변공원은 대부분 자생식물이 우점하고 있는 상황임	

[그림 3-2] Ⅰ구역 조사결과-1

[그림 3-3] Ⅰ구역 조사결과-2

[그림 3-4] Ⅰ구역 조사결과-3

[그림 3-5] Ⅰ구역 조사결과-4

[그림 3-6] Ⅰ구역 조사결과-5

2) Ⅱ구역

◦ Ⅱ구역은 12.5 ㎞로 세종보 및 주변지역이 조사 주요 대상지역에 해당됨

◦ 장마기에 부유쓰레기가 넘쳐나고, 큰빗이끼벌레의 서식이 줄어들고, 바닥 펄층은 붉은깔다구와 실지렁이 서식은 확산되어가고 있음. 세종보 상류 전역으로 서식지역을 확장해 나가고 있음 [그림 3-7], [그림 3-10]

◦ 세종보는 2월과 10월에 수리점검을 다시 받아 부실설계 논란을 이어가고 있고, 매년 부실한 설계와 시공으로 관리비용만 낭비되는 대표적인 부실보임 [그림 3-8], [그림 3-9]

◦ 세종시 구간 내 마리나 선착장 퇴적토 위로 녹조찌꺼기가 가득한 상태로 관찰되었음. 겨울철도 녹조가 유지됨. 2017년 2월 수리점검을 위해 수문을 개방한 시점에서도 세종보 상류는 녹조와 녹조사체가 바닥에 가득한 상태였음 [그림 3-9], [그림 3-10], [그림 3-12]

◦ 수달과 고라니 등 다양한 동물서식 흔적을 찾을 수 있음. 2017년 11월에 천연기념물 제228호인 2마리의 흑두루미가 다시 관찰됨. 흑두루미는 장남평야와 합강리를 월동지로 선택하여 머물렀던 점은 매우 의미 있음. 흑두루미의 경우 순천만을 제외한 다른 지역에서의 월동이 거의 없기에 보호를 위한 대책마련이 시급함 [그림 3-11]

◦ 6월 상시 개방이후 가장 문제가 되고 있는 것이 용수에 관한 부분인데, 용수 확보를 위한 시설인 양수장과 취수장에 대한 보완이 필요함. 더불어 4대강 사업과정에서 이런 양수장이 하천의 바닥까지 취수구를 옮기지 않았는지를 평가하고 부실설계에 대한 부분을 점검할 필요가 있음 [그림 3-11]

◦ 둔치공원 시설과 금남대교 배드민턴장과 농구장 등 Ⅱ구역에 위치한 시설물은 관리가 매우 부족하고, 둑마루 및 자전거도로는 수시로 포장하거나 바닥이 균열되어 중간 중간 금이 가고 부서진 곳이 많고, 이용객이 매우 적음 [그림 3-12]

[표 3-5] Ⅱ구역 생태계 변화관찰 요약

구분	조사내용		비고
	2단계 1차년도(2016년)	2단계 2차년도(2017년)	
Ⅱ구역	■ Ⅱ구역은 금강정비사업 세종1·2공구 구간(12.5 ㎞)으로 합강정을 중심으로 미호천 보행교와 합강리 오토캠핑장, 미호천과 금강이 합류되는 합강리 습지에서부터 세종보 및 그 주변지역과 공주산림박물관이 자리 잡고 있는 불티교 상류에 이르는 세종특별자치시 구간이 조사 주요 대상지역에 해당되고, 지류 하천인 삼성천, 용수천, 대교천 합류점 등이 포함됨 ■ Ⅱ구역은 4대강 정비사업 이외에도 세종특별시 건설계획에 의하여 지속적으로 공사가 이루어지고 있음. 월산리 방면의 금강3교는 완공되었고, 부강리 방면 금강4교 교량공사가 완료됨. 강 양안 제내지는 대규모 도시(세종시) 개발공사가 진행 중으로 분진과 소음피해가 발생할 수밖에 없는 구조임. 또한, 토목공사가 진행 중으로 우기 시 탁수 발생의 주요 원인이 되고 있음 ■ 학나래교 하류 하수관거 복수로 공사가 다시 진행 중에 있어 2구역 주변으로 대규모 공사가 이루어지고 있고, 세종시 전역의 대규모 공사는 금강 물환경에 중대한 영향을 미치고 있음. 대부분 하천 주변의 공사들은 마무리되어 가지만, 삼성천을 중심으로 대규모 공사가 진행되고 있음. 삼성천 주변으로 사람들의 접근이 용이하지 않은 구조를 유지하고 있으나, 도시가 개발될 경우 유입인구가 늘어나 하천의 오염이나 지형변화가 일어날 가능성이 많음 ■ 미호천 보행교 상류와 하류를 중심으로 한 합강리 습지는 미호천과 금강본류에서부터 밀려온 모래로 재퇴적되어 대규모 하중도와 모래톱이 지형이 재형성되어 가고 있음 ■ 생태산란처 형태로 조성한 돌무더기의 일부는 훼손되어 제 기능을 상실하였고, 낚시를 즐기는 사람들의 좌대가 곳곳에 설치되어 있음. 이곳을 중심으로 생태계가 회복되고 있어 향후 보전방안을 마련하는 것이 필요함 ■ 합강리 습지(우안)는 4대강 사업으로 준설의 진행하지는 않았지만, 우안의 제방공사로 인한 습지면적 축소와	■ Ⅱ구역은 금강정비사업 세종1·2공구 구간(12.5㎞)으로 합강정을 중심으로 미호천 보행교와 합강리 오토캠핑장, 미호천과 금강이 합류되는 합강리 습지에서부터 세종보와 그 주변지역과 공주산림박물관이 자리 잡고 있는 불티교에 이르기까지 세종특별자치시 구간이 조사 주요 대상지역에 해당됨. 여기에 삼성천, 용수천, 대교천 합류점 등이 포함됨 ■ Ⅱ구역은 4대강 정비사업 이외에도 세종특별시 건설계획에 의해 지속적으로 공사가 이루어지고 있고, 월산리 방면의 금강3교는 완공되었고, 부강리 방면 금강4교 교량공사가 완료되었음 ■ 1,2공구의 경우 세종시의 대규모 공사는 금강에 환경에 중대한 영향을 미치고 있음. 대부분 하천 주변의 공사들은 마무리 되어가지만, 삼성천을 중심으로 대규모 공사가 진행되고 있고, 삼성천 주변으로 사람들의 접근이 용이하지 않은 구조를 유지하고 있으나, 도시가 개발될 경우 유입인구가 늘어나 하천의 오염이나 지형변화가 일어날 가능성이 많음 ■ 미호천 보행교 상류와 하류를 중심으로 한 합강리 습지는 미호천과 금강본류에서부터 밀려온 모래로 재 퇴적되어 대규모 하중도와 모래톱이 지형이 형성되어 가고 있음 ■ 생태산란처 형태로 조성한 돌무더기의 일부는 훼손되어 제 기능을 상실함. 낚시를 즐기는 사람들의 좌대가 곳곳에 설치되어 있고, 이곳을 중심으로 생태계가 회복되고 있어 향후 보전방안을 마련하는 것이 필요함 ■ 합강리 습지(우안)는 4대강 사업으로 준설의 진행하지는 않았지만, 우안의 제방공사로 인한 습지면적 축소와 좌측의 저수로 구간의 공사로 인한 생물 피해는 지속되고 있음. 합강리 습지에 찾아오던 기러기 무리는 현재 관찰이 되지 않음. 양화리 앞쪽으로 찾아오던 황오리 200여 마리는 2014년부터 확인되지 않고 있음. 합강리 상류에 쌓이는 토사와 모래톱을	

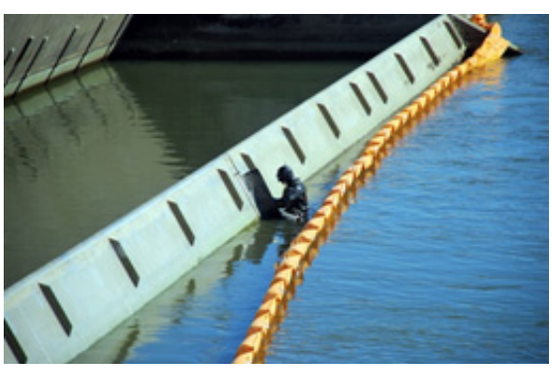
구분	조사내용		비고
	2단계 1차년도(2016년)	2단계 2차년도(2017년)	
	좌측의 저수로 구간의 준설로 인한 생물 피해는 지속되고 있는 것으로 추정됨 ■ 합강리 습지에 찾아오던 기러기 무리는 현재 아예 관찰이 되고 있지 않고, 양화리 앞쪽으로 찾아오던 황오리 200여 마리는 2014년에는 확인이 되지 않다가, 2015년 들어서 약 150여 마리가 한참 상류지역으로 이동한 것을 확인했으나, 2016년에는 아직 확인되고 있지 않음. 합강리 상류에 쌓이는 토사와 모래톱을 중심으로 생태계의 균형을 다시 찾아가고 있는 것으로 보이지만, 새들의 서식처로 자리하기에는 아직 많이 부족하다는 것을 알 수 있음 ■ 합강리 습지는 4대강공사 전에 비하여 습지 식생이 축소되었고, 철새의 규모 축소를 가져왔음. 이제 합강리의 겨울 철새들은 거의 모습을 보이지 않음 ■ 세종지구 본류에 합류되는 지천인 한림천, 삼성천은 2015년에 이어 지속적인 역행침식이 발생하였음. 특히 삼성천의 경우는 지난해 보강공사를 한 호안블럭이 모두 소실된 형태로 침식이 발생하여 하상 안정화에 시간이 더 필요해 보였음 ■ 역행침식이 심각했던 대교천 하류에는 대규모 하중도가 형성되었음. 이로서 대교천의 경우 하상이 안정화 되어 가고 있는 것으로 보이며, 쌓인 토사를 준설하지 않는다면, 추가적인 침식은 거의 없을 것으로 예상됨 ■ 합강리를 포함한 세종시 인근 강변 습지 구역은 금강의 대표적인 조류 관찰지역이었으나, 겨울철 오리들은 급감하고 있는 것으로 보임 올 10월 멸종위기종 호사비오리가 관찰되었고, 2015년 11월~ 3월까지 흑두루미가 월동한 것을 확인했음. 특히 2015년 11월에 찾아온 흑두루미는 장남평야와 합강리를 월동지로 선택하여 머물렀던 점은 매우 의미가 있음. 이런 희귀종과 보호종을 보전할 수 있는 방안 모색이 시급함 ■ 매우 귀한 법적보호 조류들이 지속적으로 관찰되고 있는 점은 매우 긍정적으로 판단할 수 있으나, 과거 더 많은 종들이 서식하거나 기착했을 가능성이 높음.	중심으로 생태계의 균형을 다시 찾아가고 있는 것으로 보이지만, 새들의 서식처로 자리하기에는 아직 많이 부족함 ■ 합강리 습지는 4대강공사 전에 비하여 습지 식생이 축소되었고, 철새의 규모 축소를 가져왔고, 이제 합강리의 겨울 철새들은 거의 모습을 보이지 않음 ■ 세종지구 본류에 합류되는 지천인 한림천, 삼성천은 지속적인 역행침식이 발생함. 특히 삼성천의 경우는 지난해 보강공사를 한 호안블럭이 다시 침식, 세굴되었음 ■ 역행침식이 심각했던 대교천 하류에는 대규모 하중도가 형성되었음. 대교천의 경우 하상이 안정화 되어 가고 있는 것으로 보이며, 쌓인 토사를 준설하지 않는다면, 추가적인 침식은 거의 없을 것으로 예상되나, 수문 개방이 이루어지게 된다면 다시 한 번 하상의 변화가 생길 가능성이 높은 지역으로 꾸준한 모니터링이 필요한 지역임 ■ 합강리를 포함한 세종시 인근 강변 습지 구역은 금강의 대표적인 조류 관찰지역이었으나, 겨울철 오리들은 급감하고 있는 것으로 보임 ■ 2017년 11월에 천연기념물 228호인 2마리의 흑두루미가 다시 관찰됨. 흑두루미는 장남평야와 합강리를 월동지로 선택하여 머물렀던 점에서 매우 의미 있음. 흑두루미의 경우 순천만을 제외한 다른 지역에서의 월동이 거의 없기에 보호를 위한 대책마련이 시급함 ■ 매우 귀한 법적보호종 조류들이 지속적으로 관찰되고 있는 점은 매우 긍정적으로 판단할 수 있으나, 과거 더 많은 종들이 서식하거나 기착했을 가능성이 높은 지역임. 향후 개발이나 서식처의 추가 훼손을 막기 위해서 지속적인 모니터링과 감시가 필요함 ■ 합강공원과 세종보와 삼성천 주변은 환경부가 지정한 생태계교란종인 가시박과 돼지풀이 대규모로 번성하고 있어 제거작업 등의 대응책을 마련해야 함. 2구역의 하중도 대부분에 가시박이 대규모로 번성하고 있는데, 매년 조사와 비교하면 확산되고 있음 ■ 세종보 상류는 2017년도 어김없이 녹조가 발생하여 수질예보제가 발령됨.	

구분	조사내용		비고
	2단계 1차년도(2016년)	2단계 2차년도(2017년)	
	매월 현장을 돌아보는 시스템이 없었기 때문임. 현장의 환경변화에 민감한 종이 떠난 것을 감안하면 이런 관찰 시스템의 정착이 과거 있었다면, 4대강 사업 등의 개발로 인한 서식처 훼손을 막을 수 있을 가능성은 높았을 것으로 판단됨. 향후 개발이나 서식처의 추가 훼손을 막기 위해서 지속적인 모니터링이 필요함 ■ 합강공원과 세종보와 삼성천 주변은 생태계교란종인 가시박과 돼지풀이 대규모로 번성하고 있어 제거작업 등의 대응책을 마련해야 할 때가 되었음. Ⅱ구역의 하중도 대부분에 가시박이 대규모로 번성하고 있음. 환경부가 지정한 생태계교란종인 가시박이 발견되었는데, 매년 조사와 비교하면 확산되고 있는 것으로 보임 ■ 세종보는 상류는 2013년~2016년 어김없이 녹조가 발생하여 수질예보제를 발령하였음. 녹조에는 마이크로시스틴의 독소가 있으나, 시민들이 녹조에 대한 정보 접근이 불가함. 유역 내 주민에게도 내용을 공유하는 수질예보제의 제도적 보완이 필요함 ■ 세종보 어도시설은 차단목이 추가로 시공되었지만 어류의 왕래는 거의 없는 것으로 관찰되었음. 세종보는 어도를 통한 회귀성 어류 이동을 육안으로 확인지 못하고 있음. 세종보 상류 금강교에서부터 소수력발전소 앞의 물은 정체되어 악취가 나고, 부유물, 녹조가 관찰되었고, 강바닥은 짙푸르고 갈색의 썩은 저니층이 쌓이기를 반복하였음 ■ 2015년 금강에 가장 특이한 현상이었던 큰빗이끼벌레는 2016년 서식을 확인하였지만, 범위와 규모가 축소되었음. 전문가들에 따르면 수질의 오염이 서식규모의 축소를 가져왔을 것으로 추정됨. 하지만, 일부지역에서는 아직도 대규모로 큰빗이끼벌레가 서식하는 것으로 확인되었음 ■ Ⅱ구역에 위치한 시설물은 관리가 매우 부족한 것으로 판단됨. 자전거도로는 중간에 금이 가고 부서진 곳을 손가락으로 헤아릴 수 없을 정도로 많음. 또한 식재한 수목들은 대부분이 자연의 식생으로 변형되어가고 있음.	녹조 독성 대한 시민들의 정보 접근이 불가한데, 정보공개요구에도 불과하고 지자체끼리만 내용을 공유하는 정도로 유지되는 수질예보제 제도적 보완이 시급함. 적극적으로 시민들에게 알리고 공유하기 위한 노력이 필요함. 물놀이의 안전을 위해서라도 현재 시스템의 개선이 무엇보다 필요함 ■ 세종보 어도시설은 차단목이 추가로 시공되었지만 어류의 왕래는 거의 없는 것으로 관찰됨. 세종보는 어도를 통한 회귀성 어류이동을 육안으로 확인 안 됨. 세종보 상류 금강교에서부터 소수력발전소 앞에 물은 정체되어 악취가 나고, 부유물, 녹조가 관찰되었고, 강바닥은 짙푸르고 갈색의 썩은 저니층이 쌓이기를 반복함 ■ 특히 7월 큰 강우로 인해 세종보 상류에 대규모의 쓰레기가 쌓였음. 보의 구조적 안전성 이외에 쓰레기 등의 처리시스템에도 빨간불이 켜졌다고 할 수 있음. 보에 걸리는 일부 쓰레기를 수거하였으나, 대부분의 쓰레기는 하류로 방류되어졌음. 더불어 소수력 발전소에 쓰레기들이 대거 걸리면서 홍수기에 연례행사처럼 수거가 진행됨 ■ 2017년 큰빗이끼벌레의 대규모 번성은 확인하지 못했음. 범위와 규모가 축소됨. 전문가들에 따르면 수질의 오염이 서식규모의 축소를 가져왔을 것으로 추정됨. 하지만, 지천을 중심으로 일부지역에서는 아직도 대규모로 큰빗이끼벌레가 서식하는 경우가 있어 향후 추이를 지켜볼 필요가 있음 ■ Ⅱ구역에 위치한 시설물은 관리가 매우 부족함. 자전거도로는 중간 중간 금이 가고 부서진 곳을 손가락으로 헤아릴 수 없을 정도로 많음. 또한 식재한 수목들은 대부분이 자연의 식생으로 변형되어가고 있고, 식재를 한 예산의 낭비를 여실히 입증해줌. 세종보를 중심으로 개발된 첫마을 인근을 제외하고는 산책하는 사람을 찾을 수 없음 ■ 세종시가 개발된 이후 이용객은 증가 요인이 있을 것으로 보임. 하지만 장남평야와 합강 습지 등은 오히려 이용객의 증가를 통제할 수 있는 시스템을	

구분	조사내용		비고
	2단계 1차년도(2016년)	2단계 2차년도(2017년)	
	식재를 한 예산의 낭비를 여실히 입증해주고 있다고 할 수 있음. 세종보를 중심으로 개발된 첫마을 인근을 제외하고는 산책하는 사람을 찾을 수 없는 점은 예산낭비의 아쉬움을 더욱 깊게 만들고 있음 ■ 세종시가 개발된 이후 이용객이 증가하였을 것으로 보임. 하지만 장남평야와 합강습지 등은 오히려 이용객의 증가를 통제할 수 있는 시스템을 통해 자연과 공존이 가능한 도시의 하천으로서의 개념 변화를 꾀할 필요가 있음. 자연스럽게 복원되고 있는 지역을 추가로 개발하여 금강을 훼손한다면 세종시 구간은 그야말로 인공 수로로 변모할 것이기 때문임 ■ 동물의 경우 포유류는 고라니와 수달 족적, 너구리와 수달의 배설물 흔적이 매번 조사 때마다 관찰되었음. 특히 수달 흔적은 세종보 어도, 미호천 보행교 아래 모래톱, 마리나선착장, 용수천과 대교천 보행교 아래와 합류점에서 발견되었음 구간별로 서식하는 개체수가 다를 것으로 추정되어 세부적 조사가 필요한 상황임. 환경부가 모니터링한 자료를 수집하여 함께 기록할 필요가 있음 ■ 자전거도로는 봄, 가을 주말에 이용객이 일시 늘어나는 것을 제외하고는 시설 이용은 저조하였음. 또한, 시간이 갈수록 금이 가거나 부서지는 자전거도로가 발생하면서, 안전을 위한 관리가 필요할 것으로 보임. 안전관리를 지속적으로 하기 보다는 실제 이용하지 않는 도로를 폐쇄하여 자연으로 돌려주는 방안을 모색하는 것이 예산낭비와 관리 인력을 줄이는데 도움이 될 것임 ■ 1년에 2회 정도의 제초작업을 통해 산책로와 자전거도로를 관리하는 것이 전부인 수준임. 제초작업 이후 풀을 제방이나 둔치에 그대로 방치되어 우기에 하천으로 유입되어 부영양화의 원인 물질이 될 수 있어 조치가 필요한 상황임 ■ 세종보의 경우 겨울 정기검진 이외에 우기 피스톤의 기름유출 사고와 10월 고장 등이 꾸준히 발생하는 애물단지가	통해 자연과 공존이 가능한 도시의 하천으로서의 개념 변화를 꾀할 필요가 있음. 자연스럽게 복원되고 있는 지역을 추가로 개발하여 금강을 훼손한다면 세종시 구간은 그야말로 인공 수로로 변모할 것이기 때문임. 야생동물에게 위협이 될 수 있는 사람의 증가는 치명적일 수 있음 ■ 동물의 경우 포유류는 고라니와 수달 족적, 너구리와 수달의 배설물 흔적이 매번 조사 때마다 관찰됨. 특히 수달 흔적은 세종보 어도, 미호천 보행교 아래 모래톱, 마리나선착장, 용수천과 대교천 보행교 아래 와 합류점에서 발견됨. 구간별로 서식하는 개체수가 다를 것으로 추정되어 세부적 조사가 필요함. 환경부가 모니터링한 자료를 수집하여 함께 기록할 필요가 있음 ■ 자전거도로는 봄, 가을 주말에 이용객이 일시 늘어나는 것을 제외하고는 시설 이용은 저조함. 또한, 금이 가거나 부서지는 자전거도로가 발생하면서, 안전을 위한 관리가 필요함. 안전관리를 지속적으로 하기 보다는 실제 이용하지 않는 도로를 폐쇄하여 자연으로 돌려주는 방안을 모색하는 것이 예산낭비와 관리 인력을 줄일 수 있는데 도움이 될 것임 ■ 1년에 2회 정도의 제초작업을 통해 산책로와 자전거도로를 관리하고 있음. 하지만, 제초작업 이후 풀을 제방이나 둔치에 그대로 방치되어 우기에 하천으로 유입되어 부영양화의 원인 물질이 될 수 있어 조치가 필요함 ■ 하천관리 상황을 종합해볼 때 전체적으로 수변공원의 이용 상황을 면밀히 분석하고, 생태계의 서식현황 조사와 평가를 통해 공원을 자연으로 돌릴 수 있도록 조치가 필요함. 재자연화를 통해 일부 지역은 자연생태계의 회복에 맡기고 사람의 이용이 많은 곳은 공원의 관리를 제대로 진행하는 선택과 집중이 필요함 ■ 세종보는 2017년에도 역시 2월 펄스 방류를 핑계로 점검이 있었고, 10월 다시 정기점검이라는 이유로 유압실린더의 토사를 제거함. 세종보는 구조적 결함을 확인할 수 있는 대책을 마련해야 하고, 구조적 결함이외에도 실제 세종보의	

구분	조사내용		비고
	2단계 1차년도(2016년)	2단계 2차년도(2017년)	
	되었음. 이런 애물단지인 세종보는 구조적 결함을 확인 할 수 있는 대책을 마련해야 할 것으로 보이며, 구조적 결함 이외에도 실제 세종보의 유지가 필요한 것인 지까지도 검증이 필요함 ■ 세종보의 이런 구조적 결함과 4대강의 16개의 보에 비해 적은 규모이기 때문에 시범적인 철거를 통해 생태계의 회복 가능성을 진단해 볼 필요가 있음. 가능하다면, 이런 시도를 통해 4대강 사업으로 건설된 보 전체로 확대하여 시행해 볼 필요가 있음 ■ 2016년 가장 두드러진 금강유역의 변화는 녹조의 농도가 짙어지고, 범위가 확산되었다는 것과 환경부 4급수 지정 동물인 실지렁이와 붉은깔따구의 출현임 ■ 대규모 녹조는 강을 녹색으로 물들였으며, 녹조라떼를 연상케 할 정도였음. 또한, 4급수에 서식하는 동물들의 서식범위 역시 확장되고 개체수도 증가하였음	유지가 필요한 것인지 까지도 검증이 필요함 ■ 또한 현재 상시개방으로 수문을 전면 개방함에 따라, 상류의 대규모 모래톱이 드러나면서 과거의 자연하천의 모습을 확인해 볼 수 있는 곳이 바로 세종보임 ■ 6월 상시 개방이후 가장문제가 되고 있는 것이 용수에 관한 부분인데, 용수 확보를 위한 시설인 양수장과 취수장에 대한 보완이 필요함. 더불어 4대강 사업과정에서 이런 양수장이 하천의 바닥까지 취수구를 옮기지 않았는지를 평가하고 부실설계에 대한 부분을 점검할 필요가 있음 ■ 2017년에는 전년도 대비해 녹조는 대량 발생하지 않았지만, 꾸준히 녹조가 발생하여 하천의 환경을 위협하고 있음. 환경부 4급수 지정 동물인 실지렁이와 붉은깔따구도 지속적으로 확장되고 있는 상황으로 보이는 것은 수질에 위협이 되고 있음	

[그림 3-7] Ⅱ구역 조사결과-1



[그림 3-8] Ⅱ구역 조사결과-2

[그림 3-9] Ⅱ구역 조사결과-3

[그림 3-10] Ⅱ구역 조사결과-4

[그림 3-11] Ⅱ구역 조사결과-5

[그림 3-12] Ⅱ구역 조사결과-6

3) Ⅲ구역

◦ Ⅲ구역은 35.9 ㎞로 공주보 및 주변지역이 조사 주요 대상지역에 해당됨

◦ 공주시내 공산성 앞 수변공원은 초화류 식재와 홍수 등으로 2017년에도 유실이 반복되고 있음 [그림 3-13]

◦ 어천리 상류 방향의 죽당지구는 바이오 억새를 경관용으로 식재하였다가 수확하였고, 청보리를 다시 식재하는 것을 반복하고 있어, 행정에서 둔치 경작을 조장하고 있음. 관리되지 않은 둔치는 대부분 자연 천이가 진행 중임 [그림 3-13]

◦ 공주보 주변은 생태계교란종 가시박 이외에도 가시상추가 유입되어 확산되고 있는 추세로 관찰됨 [그림 3-14]

◦ 쌍신공원 둔치 주차장 주변은 일제강점기 일본인이 숨겨둔 금괴를 캐기 위한 대규모 굴착공사가 진행 중임. 하천점용허가를 받은 이곳은 하천법상 야영, 취사 등이 금지되어 있는 곳으로 그보다 더 심한 훼손이 이루어지고 있음 [그림 3-14]

◦ 우성면의 금강 우안 옥성리 둠벙 습지에서는 우리나라 자생식물 중 가장 잎이 큰 가시연꽃이 자생하고 있는 것으로 확인되었음. 가시연꽃은 멸종위기종 2급으로, 잎이 너무 커서 좁은 습지에서 살 수 없고 씨앗이 발아하는 데 여러 해가 걸려 번식이 더디기에 대규모 습지 준설과 수질 오염에 취약하여 시급한 보호대책이 필요함 [그림 3-15]

◦ 공주보 시설 보행교에서 멸종위기종 1급인 수염풍뎅이 사체가 관찰되었는데, 이는 금강에서 1999년 보고되어 기록된 이후로 18년 만에 관찰된 것임 [그림 3-15]

◦ 고마나루는 유네스코 문화유산이면서 역사문화유적이지만, 무속인의 방생과 기도, 낚시꾼의 쓰레기 방치와 낚시로 포획된 물고기 사체가 방치되는 일이 자주 발생함 [그림 3-16]

◦ 청벽대교 아래 좌안 벼랑과 도로변 산기슭, 우안 둔치 주변은 생태계교란종 가시박이 상왕동과 새들목에 이르기까지 수변 구역 전체를 뒤덮고 있어 지속적인 제거작업이 필요함 [그림 3-16]

◦ 청양의 지천과 금강합류점은 모래가 유입되어 퇴적되는 곳인데, 2017년에는 모래로 쌓이는 하상이 침식되어 낮아진 것으로 나타났고, 천연기념물 454호, 멸종위기종 1급인 미호종개 서식지에서는 미호종개 관찰이 되지 않고 있음 [그림 3-17]

◦ 공주보 상류 수상공연장, 고마나루 데크 주변, 우안 쌍신공원 곰상 주변과 새들목 상류 좌안은 펄층이 형성되었고, 정수성 식물인 마름과 연, 큰빗이끼벌레 등이 서식하고, 상시방류로 방류로 펄조개, 말조개가 폐사되었고, 장마기 후 폭염으로 8월에 녹조가 발생하기 시작하였음 [그림 3-17], [그림 3-18]

◦ 공주보 상류 우안의 강변 모래톱에서는 외래유입종인 중국줄무늬목거북이 자주 관찰되고 있음. [그림 3-18]

◦ 공주보 상류 우안 쌍신공원 곰상 수변지역에는 행락객의 소각과 낚시꾼 쓰레기가 방치되어 있고, 부유쓰레기가 만곡부에 쌓이고, 마름이 자라고 있으며, 환경부가 지정한 생태계교란종 가시박과 단풍잎돼지풀이 확산됨 [그림 3-19]

◦ 공주보 1차 상시 개방 이후, 공주 새들목 상류 좌안의 혈저천 합류점은 상류인 지류에서 유입되는 수질이 본류보다 좋기 때문에 맑은 물이 유입되는 것으로 대비되어 나타났음 [그림 3-19], [그림 3-22]

◦ 백제보 상류 좌안 자왕리 나루터 주변 버드나무는 수위가 상승한 채 침수가 오래되어 고사하였고, 둔치는 풀깍기 작업구간 이외의 지역은 자연 천이로 초화류 식생지와 구분이 되지 않음. 이용객이 없어 복원지역으로 변화가 필요함 [그림 3-21]

◦ 백제보 수문 개방 후 수위가 낮아지자, 어천리 하중도 습지 등이 드러나고, 지류하천 합류점은 모래가 유입되고, 지류의 상대적으로 맑은 물이 본류로 들어오는 모습이 관찰되었으며, 공주보 아래 바닥보호공 등 시설물이 유실되고 세굴이 발생하였던 것이 확인되었음. 매년 보수 공사를 하였음에도 공사한 부분도 떨어져 나갔음이 확인됨 [그림 3-20], [그림 3-21]

◦ 공주 새들목에는 가시박이 유입되어 자라고 있는 한편, 둠벙에서는 수생식물인 희귀종 흑삼릉이 자생하고, 주변둔치에서 산림청 보호식물로 희귀종인 낙지다리가 자생하는 것으로 확인됨 [그림 3-20], [그림 3-22]

[표 3-6] Ⅲ구역 생태계 변화관찰 요약

구분	조사내용		비고
	2단계 1차년도(2016년)	2단계 2차년도(2017년)	
Ⅲ구역	■ 청벽대교 인근부터 공주대교에 이르는 구역이 한파와 물 흐름이 정체되어, 모두 결빙되는 겨울로 기록되었음 ■ 청벽대교 아래 좌안 벼랑과 공주대교 상류 좌안과 새들목에 환경부 지정 생태계교란종 가시박이 계속 관찰됨 ■ 금강 우안 석장리 박물관 구석기문화 축제장 행사를 대비해 둔치를 훼손하고 조성한 주차장 옆 강변에는 생태계교란종 가시박이 터널을 이루듯 번성하여 수목을 뒤덮어 고사시킴 ■ 석장리 건너편 좌안 둔치는 축제장, 왕촌천 합류점 인근은 전국체전 조정 경기장 본부석 설치 공사로 인해 둔치가 훼손되었고, 축제나 경기 이후 복원이 안 된 채로 남았음 ■ 장암리에서 석장리 박물관 둔치 주차장 옆으로 연결된 하수관에서는 오염된 하수가 그대로 흘러나오고 있음 ■ 혈저천은 겨울임에도 매우 흐리고 오염되고 바닥에 갈조류가 끼어 있음 ■ 공주 새들목에서 고라니, 너구리 배설물 흔적이 관찰되고, 배암차즈기, 괴불주머니, 갓, 개망초, 소리쟁이, 여뀌, 갈대, 도꼬마리 등이 관찰되었으며, 꿩, 청둥오리, 흰뺨검둥오리, 딱따구리, 말조개, 펄조개 등이 관찰됨 ■ 공주보 상류 새들목 하중도 주변은 펄층이 형성되었고, 정수성 수생식물 마름, 큰빗이끼벌레가 서식하고, 일시적인 방류로 펄조개, 말조개가 폐사되었으며, 방류로 천연기념물 수달 등의 은신처가 노출되었음 ■ 백제큰다리 아래 강가 좌안 만곡부에는 부유쓰레기와 조류 사체가 밀려와 항상 쌓여 있음 ■ 쌍신공원 아래 우안 강가에 정수성 수생식물인 부레옥잠이 관찰되고, 대형 펄조개가 많이 서식하고 있음 ■ 고마나루 선착장 주변은 펄층에서 큰빗이끼벌레 관찰, 정수성식물 마름이 생육하고, 일시적인 방류 시 폭염으로 자라 폐사, 펄조개, 말조개 서식 확인, 펄조개 일부 폐사가 발생함	■ 강바닥은 전 구간에 걸쳐서 조류 사체가 가라앉아 있거나 떠있고, 녹색과 갈색으로 해캄이 끼어있고, 겨울에도 보로 인해 담수가 되고, 전체적으로 특별한 관리행위는 없었음 ■ 6월1일 공주보 상시 개방이 이루어졌고, 11월 1일 백제보 수문 개방으로 3구역 전체 구간의 수위가 내려감으로써 강바닥이 드러나고, 모래톱과 하중도가 나타나기 시작함 ■ 인위적인 관리가 되지 않은 둔치는 자연 천이가 진행되고, 생물종다양성이 증가하고 있음 ■ 공주보는 수상공연장 주변 좌안은 둔치가 점점 침식 쇄굴 현상이 가속화되고 있고, 보아래 바닥보호공이 세굴되어 바닥이 가라앉았고, 시설물이 유실되어 방치됨 ■ 자전거쉼터는 이용객이 거의 없고, 공주보 수상공연장 옆 도로는 도색과 도포가 일어나 들뜨고 떨어져 나갔음 ■ 유네스코 고마나루 쉼터는 모닥불을 피우고 쓰레기를 태운 재가 그대로 방치되어 있고, 낚시꾼이 버린 어분 비닐이 방치되어 있으며, 생태계교란종인 단풍잎돼지물이 자라고 있음 ■ 도심지 구간과 자전거도로 주변과 데크 시설 일부를 제외하면 특별한 관리행위는 없고, 전 구간에 걸쳐서 강물이 2016년 보다 더 흐리고 검은 색임 ■ 어천리 합류점 아래 헬기착륙장 주변에 생태계교란종 가시박이 확산되었음 ■ 공주 시내 공산성 앞 수변공원은 초화류 식재와 홍수 등으로 2017년에도 유실이 반복되고 있음 ■ 어천리 상류 방향의 죽당지구는 바이오억새를 경관용으로 식재하였다가 수확하였고, 청보리를 다시 식재하는 것을 반복하고 있어, 행정에서 둔치 경작을 조장하고 있음. 관리되지 않은 둔치는 대부분 자연 천이가 진행 중임	

구분	조사내용		비고
	2단계 1차년도(2016년)	2단계 2차년도(2017년)	
	■ 공주보 상류 수상공연장 하상도 펄층이 형성되었으며, 주변에는 큰빗이끼벌레가 수중 및 하상에 서식하고 있음 ■ 수상공연장 안의 가동 중단되고 방치된 녹조저감 버블기 안에도 큰빗이끼벌레가 대량 확산 관찰되었음 ■ 공주보 상류는 보에 근접할수록 하상 세굴로 경사가 심해지고, 바닥은 펄층 형성, 큰빗이끼벌레 등이 관찰, 조개류 폐사, 물고기 폐사체가 수중에 일부 잔존함 ■ 금강 우안 쌍신공원 아래 습지에는 하상에 펄층이 두텁게 형성되어 있고, 마름 대량 번식, 버드나무 고사, 가시박 생육, 낚시쓰레기 증가, 실지렁이와 깔따구가 관찰되었음 ■ 공주보는 2016년에도 부실공사로 바닥보호공 침식 세굴로 가라앉아 공주보 전체 구간에 바닥보호공 경계부에 쇠말뚝을 박고, 콘크리트를 붓는 대규모 하자보수 공사가 진행 중임 ■ 전 구역에 걸쳐서 자전거쉼터는 평상시에 이용객이 거의 없고, 공주보 수상공연장 옆 산책도로는 도색과 도포가 일어나 들뜨고 떨어져 나갔음 ■ 공주보~예당저수지 도수로 공사로 유구천 합류점 하류 지점에 대형 시설물 공사가 착공되었고, 수질이 저하된 금강 수자원의 예당저수지 유입과 큰빗이끼벌레 유입 등으로 수질오염과 생태계교란이 예상됨 ■ 금강 보흥천 합류점 역행 세굴이 매년 발생하고 있고, 교량 및 도로 공사로 탁수 유입이 가중되고 있으며, 상류 농장에서 발생하는 가축분뇨가 금강으로 그대로 흘러들어오는 경우가 매번 관찰됨 ■ 어천리 상류 우안 둔치는 공주시에서 억새밭을 조성하여 길렀다가 모두 제거하고, 청보리 등 다른 식물을 식재할 계획이 확인됨 ■ 초화류 식재지는 대부분 자연 천이가 진행 중이고, 둔치 수목은 생태계교란종 가시박으로 뒤덮여 고사하고, 고마나루 주변 유적은 무거운 돌을 차단막으로 설치하였으나, 차량 진입이 자주 일어나고, 우드볼경기장으로 건너가는 데크다리의	■ 공주보 주변은 생태계교란종 가시박 이외에도 가시상추가 유입되어 확산되고 있는 추세로 관찰됨 ■ 공주보 시설 보행교에서 멸종위기 야생동물 1급인 수염풍뎅이 사체가 관찰되었는데, 이는 금강에서 1999년 보고되어 기록된 이후로 18년 만에 관찰한 것임 ■ 고마나루는 유네스코 문화유산이면서 역사문화유적이지만, 무속인의 방생과 기도, 낚시꾼의 쓰레기 방치와 낚시로 포획된 물고기 사체가 방치되어 있음 ■ 청양의 지천과 금강합류점은 모래가 유입되어 퇴적되는 곳인데, 2017년에는 모래로 쌓인 하상이 침식되어 낮아진 것으로 나타났고, 천연기념물(45호) 이자 멸종위기종(1급)인 미호종개 서식지에서는 미호종개가 관찰이 되지 않고 있음 ■ 공주보 상류 우안의 강변 모래톱에서는 외래유입종인 중국줄무늬목거북이 자주 출현하고 있음 ■ 공주보 1차 상시 개방 이후, 공주 새들목 상류 좌안의 혈저천 합류점은 상류인 지류에서 유입되는 수질이 본류보다 좋기 때문에 맑은 물이 유입되는 것으로 나타났음 ■ 공주보 상시 개방 후 5일이 경과하자, 혈저천 합류점에서 본류와 지류하천의 수질이 대비되어 나타남 ■ 공주 새들목에는 가시박이 유입되어 자라고 있는 한편, 둠벙습지에서는 수생식물인 흑삼릉이 자생하고, 주변둔치에서 산림청 보호식물로 희귀종인 낙지다리가 자생하는 것으로 확인됨 ■ 백제보 상시 개방 조치에 따라 수위가 낮아지자, 공주보 아래 바닥보호공 등 시설물이 유실되고 세굴이 발생하였던 것이 확인되었음. 매년 보수 공사를 하였음에도 공사한 부분도 떨어져 나갔음이 확인됨. ■ 우성면의 금강 우안 옥성리 둠벙 습지에서는 우리나라 자생식물 중 가장 잎이 큰 가시연꽃이 자생하고	

구분	조사내용		비고
	2단계 1차년도(2016년)	2단계 2차년도(2017년)	
	시설물 주변 경관 조명 등은 훼손됨 ■ 강바닥은 전 구간에 걸쳐서 조류사체가 가라앉아 있거나 떠있고, 녹색과 갈색으로 해캄이 끼어있고, 겨울에도 보로 인해 담수가 되고, 전체적으로 특별한 관리 행위는 없음 ■ 고마나루 옆 지류 5번 배수문 아래 도랑에 생활하수 유입으로 항상 검은색을 띰 ■ 탄천면 견동리 둔치 공원은 그늘이나 습지 식생이 자라지 않고, 꽃밭 식재가 없는 상태이고, 휴게시설은 이용객이 없음 ■ 어천리 합류점 아래 헬기착륙장 주변에 생태계교란종 가시박이 시들어 내려앉아 있음 ■ 전 구간에 걸쳐서 고라니 발자국이 관찰됨 ■ 공주보 우드볼 경기장 주변에 식수대 이용을 위한 과정을 뚫어 펌프가 설치되었는데, 임시가동 펌핑으로 물길이 형성되어 옆 제방이 침식 세굴이 발생하였음. 현재는 공사가 완료되었음 ■ 공주보 수상공연장은 불교의 방생법회가 이루어져 생태계교란종 유입이 예상됨 ■ 공주 새들목은 놀이시설 난개발 방지와 낚시꾼 등 오염원 출입을 차단했던 곳에 가시박 제거 및 청소를 위해 차량과 포클레인이 진입한 흔적이 있음 ■ 청벽대교 아래에 좌안 어씨네 부근 도로 주변에 생활쓰레기가 투기되어 있고, 청벽대교 아래 수질 부영양화 심하고 강물 빛이 누런색을 띠고 있음 ■ 혈저천 교량 제방 연결부 침하로 교량 연결부위가 더 넓게 벌어짐 ■ 공주 수상공연장 옆 자전거도로 포장 박리현상으로 들떠있고, 이용객이 거의 없음 ■ 고마나루와 수상공연장, 우드볼구장 주변은 잡초 제거 작업이 이루어짐 ■ 공주 새들목은 생태계교란종인 가시박이 수목과 둔치를 뒤덮고 있음. 물 건너 좌안 둔치도 빽빽하게 자라고 있음. 가시박과 더불어 단풍잎돼지풀과 돼지풀이 웃자라고 있으며, 기생초 등 식재식물이 뒤덮어가고 있음 ■ 쌍신공원 앞은 정체수역으로 마름이 넓게 자라고 있고, 만곡부에는 부유쓰레기와	있는 것으로 확인되었음. 멸종위기종 2급으로서, 잎이 너무 커서 좁은 습지에서 살 수 없고 씨앗이 발아하는 데 여러 해가 걸려 번식이 더디기에 대규모 습지 준설과 수질 오염에 취약하여 시급한 보호대책이 필요함 ■ 쌍신공원 둔치 주차장 주변은 일제강점기 일본인이 숨겨둔 금괴를 캐기 위한 대규모 굴착공사가 진행 중임. 하천점용허가를 받은 이곳은 하천법상 야영, 취사 등이 금지되어 있는 곳으로, 그보다 더 심한 훼손이 되고 있음 ■ 쌍신공원 수변 우안 강가에 정수성 수생식물인 마름, 부레옥잠, 부유쓰레기, 조류 사체 등이 방치되어 부패되고 있어 오염원이 됨 ■ 청벽대교 아래 좌안 벼랑과 도로변 산기슭, 우안 둔치 주변은 생태계교란종 가시박이 상왕동과 새들목에 이르기까지 수변 전체를 뒤덮고 있어 지속적인 제거작업이 필요함 ■ 백제보 상류 좌안 자왕리 나루터 주변 버드나무는 수위가 상승한 채 침수가 오래되어 고사하였고, 둔치는 풀깍기 외의 지역은 자연 천이로 초화류 식생지와 구분이 되지 않음. 이용객이 없어 복원지역으로 변화가 필요함 ■ 공주보 상류 수상공연장, 우안 쌍신공원 곰상 주변과 새들목 상류 좌안은 펄층이 형성되었고, 정수성 식물인 마름과 연, 큰빗이끼벌레 등이 서식하고, 상시방류로 방류로 펄조개, 말조개가 폐사함 ■ 고마나루 선착장 주변은 펄층에서 큰빗이끼벌레 관찰, 정수성식물 마름이 생육하고, 장마 후 폭염으로 8월에 녹조가 발생하기 시작하였음 ■ 공주보 상류 우안 쌍신공원 곰상 수변지역에는 행락객이 소각과 낚시꾼 쓰레기가 방치되어 있고, 부유쓰레기가 만곡부에 쌓이고, 마름이 자라고 있으며, 환경부가 지정한 생태계교란종 가시박과 단풍잎돼지풀이 확산됨	

구분	조사내용		비고
	2단계 1차년도(2016년)	2단계 2차년도(2017년)	
	폐사된 민물고기가 자주 목격되고 있음. 강바닥은 조류가 많이 끼어 있고, 거품이 발생하고, 냄새가 심함. 버드나무는 고사하여 잘려나감 ■ 쌍신공원 둔치는 행락객이 피운 모닥불 소각재가 방치되어 있음. 큰빗이끼벌레가 다수 관찰되고, 부유쓰레기가 만곡부에 쌓이고, 마름이 자라고 있으며, 생태계 교란종 가시박, 단풍잎돼지풀 등이 관찰됨 ■ 곰나루둔치공원과 수상공연장은 공주보 둔치공원 식재식물은 보통의 둔치식물들로 천이가 진행 중이고, 물억새와 수크령 등 식재식물은 드문드문 자라거나 관찰이 어렵고, 안내판들은 관리가 되지 않고 있음 ■ 공주보 상류의 곰나루 주변은 행락객이 버린 쓰레기와 낚시꾼이 버린 낚시도구와 어분가루 등이 방치되어 있으며, 소각재 흔적이 남아있음 ■ 유구천 둔치는 생태하천 복원사업 공사로 차량출입이 늘어나고 기존의 물길과 둔치를 파헤치는 준설과 공사가 진행 중임. 유구천 중류에서도 큰빗이끼벌레 군체가 관찰되고 있음 ■ 어천리 상류 우안 둔치는 불법농작물을 금지하는 것과 달리 공주시에서 억새밭을 조성하여 길렀다가 모두 제거하고, 청보리 등 다른 식물을 식재할 계획이 확인됨 ■ 목면 신흥리 우안의 강변에 불법으로 설치한 낚시 좌대 시설은 말뚝이 그대로 방치되어 있고, 물빛은 탁하고 펄흙이 쌓였으며, 냄새가 심하게 남 ■ 치성천 가마교 아래는 침식을 방지하기 위한 바닥보호공이 우안 쪽이 상대적으로 내려앉음. 사면은 블록으로 직강화공사가 되었고, 치성천 상류로부터 유입되는 가축분뇨가 돌 틈 사이에 걸려 있음 ■ 금강 본류 왕진교 아래 강바닥은 진흙 펄로 변해 있으며, 하수구처럼 시커먼 색으로 변하고 썩은 냄새가 심하게 났고, 깔따구와 실지렁이가 서식하고 있음을 관찰하였음 ■ 왕진교 아래 수중과 버드나무 가지에서 큰빗이끼벌레가 다수 관찰되고, 교각 주변에 가시박이 번성하고 있음	■ 백제보 수문 개방 후 수위가 낮아지자, 어천리 하중도 습지 등이 드러나고, 지류하천 합류점은 모래가 유입되고, 지류의 상대적으로 맑은 물이 본류로 들어오는 모습이 관찰됨 ■ 금강 본류 왕진교 아래 강바닥은 진흙 펄로 변해 있으며, 하수구처럼 시커먼 색으로 변했고, 썩은 냄새가 심하게 났고, 깔따구와 실지렁이가 2017년에도 관찰됨 ■ 공주보 주변은 환삼덩굴, 개망초, 달뿌리풀, 갈대, 소리쟁이, 명아주, 단풍잎돼지풀, 강아지풀, 돼지풀, 칡, 여뀌, 도꼬마리, 가시박, 미국쑥부쟁이 등이 관찰됨 ■ 고마나루 옆 지류 5번 배수문아래 도랑에 생활하수 유입으로 검게 썩어 있고, 해캄 등 녹조류와 오니층이 덮여 있으며, 세굴로 인하여 바닥에서 강으로 연결된 하수관이 노출됨 ■ 공주보 상류 전구간은 바닥은 물살이 일렁이는 강가를 제외하고 전체가 짙은 녹색으로 조류 썩은 사체가 가라앉아 있음 ■ 전 구간에 걸쳐서 고라니 발자국과 배설물이 관찰됨 ■ 공주보 상류 고마나루와 수상공연장 주변은 부영양화가 가속되고 물에서는 악취가 발생함 ■ 공주보 아래 바닥보호공 주변은 철파일로 촘촘히 박는 공사를 하였으나, 세굴이 된 것으로 확인됨 ■ 고마나루 둔치공원과 수상공연장은 골프연습장으로 사용된 골프공 흔적이 남아 있어, 주민들의 산책이나 방문객의 안전에도 위협이 될 수 있음 ■ 공주보 둔치 공원 식재식물은 보통의 둔치식물들로 천이가 진행 중이고, 물억새와 수크령 등 식재식물은 드문드문 자라거나 관찰이 어렵고, 안내판들은 관리가 되지 않고 있음	

[그림 3-13] Ⅲ구역 조사결과-1

[그림 3-14] Ⅲ구역 조사결과-2

[그림 3-15] Ⅲ구역 조사결과-3

[그림 3-16] Ⅲ구역 조사결과-4

[그림 3-17] Ⅲ구역 조사결과-5

[그림 3-18] Ⅲ구역 조사결과-6

[그림 3-19] Ⅲ구역 조사결과-7

[그림 3-20] Ⅲ구역 조사결과-8

[그림 3-21] Ⅲ구역 조사결과-9

[그림 3-22] Ⅲ구역 조사결과-10

4) Ⅳ구역

◦ Ⅳ구역은 24.2 ㎞로 백제보 및 주변지역이 조사 주요 대상지역에 해당됨

◦ 부여 지천 등 금강 곳곳 지류지천에서 역행침식 현상이 확인됨 [그림 3-23]

◦ 백마강교 아래에서 백마강 둔치 공원 조성공사 진행 중임 [그림 3-24]

◦ 백제보 상·하류 1km 낚시 금지 구역 내 낚시 흔적 및 쓰레기가 발견됨 [그림 3-25]

◦ 부여 장하리에 폐준설선이 방치되어 있으며 녹이 많이 슬어 있음 [그림 3-26]

◦ 6월부터 부여 웅포대교, 왕포천~금강 합수부, 장하리 제방 등에서 대규모 녹조가 발생함 [그림 3-27]

◦ 웅포대교 우안 백제수상레저 시설물, 백제보 좌안 상류 수변공원 선착장에서 수달의 먹이활동 흔적과 삵의 배설물을 확인함 [그림 3-28]

◦ 금강-보령댐 도수로 취수구 오탁방지막 내 녹조가 발생함 [그림 3-29]

◦ 백제보 상류 우안 수변공원, 왕진교 인근에서 붉은깔따구와 실지렁이가 발견됨 [그림 3-30]

◦ 장마철에는 왕진교에 쓰레기 섬이 생김 [그림 3-31]

◦ 11월 세종보, 백제보 수문 개방으로 왕진교에 모래톱이 형성됨 [그림 3-32]

[표 3-7] Ⅳ구역 생태계 변화관찰 요약

구분	조사내용		비고
	2단계 1차년도(2016년)	2단계 2차년도(2017년)	
Ⅳ구역	■ Ⅳ구역은 4대강 정비공사가 전 구간에 걸쳐 진행된 구간임 ■ 3월부터 4권역에 많은 양의 조류사체가 떠오르고 제거작업을 진행, 2015년 녹조제거 후 바닥에 가라앉았던 사체들이 떠오른 것으로 보임. 작년에 비해 규모와 범위가 증가함 ■ 백제보 주변에 청둥오리를 비롯해 오리류들이 대규모로 관찰되고 있으나 작년에 비해 무리의 규모가 감소했음, 작년에 보았던 가마우지 무리 올해는 관찰되지 못함 ■ 백제보 직하류 어도부근 사석에서 수달 배설물 확인됨 ■ 3~5월 물고기 산란시기에 어도를 이용하지 못하고 백제보 주변과 수력발전소 주변에 물고기가 많이 관찰됨, 보에 막혀 이동하지 못하고 있음 ■ 백제보 좌안 직하류에서 2015년 겨울부터 시작한 양수장 공사가 계속 진행됨 ■ 2016년 백제보~보령댐 도수로 공사 완공, 공사과정에서 쓰레기가 방치되어 산더미처럼 쌓여있고 폐자재가 널브러져 있음 ■ 부여 시음지구 황포돛배 유람선 선착장 보행로 보수공사 및 주변에 소나무가 식재됨 ■ 부여 규암면 호암리 계류장 부근에 선박 수실시설(도크)공사 진행됨 ■ 장마기간 동안 상류에서 흘러내려온 부유물 및 쓰레기가 백제보에 걸려 가득함	■ Ⅳ구역은 4대강 정비공사가 전 구간에 걸쳐 진행된 구간임 ■ 3월은 부여 지천에 역행침식으로 농지가 깎여 유실됨. 금강 곳곳의 지류지천에서 역행침식 현상을 볼 수 있었음 ■ 4월은 백마강교 아래 백마강 둔치 생활체육공원 다목적광장 조성공사가 진행됨. 금강권역 대부분의 수변공원이 이용객이 없고 효용성이 떨어지는 상황에서 불필요한 조성공사로 보임 ■ 백제보 상·하류 1 ㎞ 구간은 낚시 행위 금지구역이지만 낚시 흔적 및 쓰레기가 곳곳에서 발견됨. 단속이 필요함 ■ 부여 장하리 폐준설선은 여전히 방치되어 녹슬고 있으며, 내부에 기름통 등 오염물질들이 있어 강을 오염시킬 가능성이 높음. 또한 올 해 장마와 같이 폭우가 오게 되면 떠내려 가는 사고가 일어날 수 있음 ■ 5월경 녹조 알갱이가 피어오르기 시작하다 6월에 금강 전역에 발생하기 시작해 날이 풀리는 10월까지 계속됨. 부여 웅포대교와 왕포천-금강 합수부 등에서 극심하게 발생함 ■ 웅포대교 우안 백제수상레저 시설물, 백제보 우안 상류 수변공원에서 수달 먹이흔적 발견. 수변공원 선착장에서는 삵의 배설물도 확인함 ■ 백제보 우안 상류 소쟁이천, 수변공원 등에서 여름철 녹조 제거용 수차가 설치되어 작동하고 있으나 효과가 미비함. 장마철 폭우로 일부 유실됨	

구분	조사내용		비고
	2단계 1차년도(2016년)	2단계 2차년도(2017년)	
	■ 부여 현북리 자전거도로(데크)의 교각을 지지해주는 지반이 작년에 이어 올해도 침식, 사석으로 보강공사 진행됨 ■ 둔치 제초작업은 잘 이루어지는 편이지만 데크 시설물의 경우 파손되거나 낡은 시설물의 관리가 안 되고 있음 ■ 5월부터 녹조 알갱이가 피어오르기 시작하다 7월~8월에 금강 전역에 녹조가 발생함. 특히 왕포천~금강 합수부 지점, 백제보 상·하류 녹조가 극심하게 나타남(백제역사유적지구인 나성 왕포천 부근에 자리하고 있음) ■ 왕진교 좌안 지점, 백제보 상류 인공습지 지점, 부여 수상공연장 지점 등 만곡부 지점에서 마름이 광범위하게 번식하고 있음 ■ 큰빗이끼벌레가 관찰됨, 왕진교 좌안 지점에서 확인, 2015년에 비해 발견된 양 및 크기는 감소된 것 같음 ■ 붉은깔따구와 실지렁이가 관찰됨, 왕진교 우안 지점, 부여 수상공연장 주변, 백제보 직상류 등 펄층으로 이루어진 곳에서 발견됨 ■ 부여 중정리 왕포천 부근의 자전거 스테이션은 방문객이 없으며 시설물은 방치되어 있음 ■ 부여 장하리 폐준설선은 방치되어 금강에 정박하고 있으며 녹이 많이 슬어있는 상태로 오염물질(기름)이 유입될 가능성이 높음 ■ 논산천 합수부 상류 2 ㎞ 지점의 둔치공원 산책로가 차량 진입으로 인해 땅이 파이면서 훼손됨 ■ 자전거도로, 둔치 시설물이 비교적 관리가 되고 있으나 이용하는 방문객이 매우 적어 활용도가 매우 낮음 ■ 4권역 중 인위적인 관리를 하지 않고 방치해 놓은 일부 둔치들은 겨울로 들어서면서 억새들이 자생하여 아름다운 경관이 형성되고 있음. 해당구역의 구간은 관리를 하지 않는 것이 오히려 보전에 도움이 될 것임	■ 금강-보령댐 도수로 취수구 오탁방지막 내 녹조가 발생함. 보령댐의 물은 식수로도 사용하기 때문에 녹조의 독성물질 마이크로시스티스가 장기적으로 주민들 건강에 악영향을 미칠 수 있음. 뿐만 아니라 도수로를 통해 다른 수계의 물이 섞이는 것이 생태계에 악영향을 미칠 수 있기 때문에 도수로가 아닌 해당 수계에서 해결할 수 있는 방식이 필요해 보임 ■ 부여에는 백제보 상류 우안, 좌안의 수변공원과 세도면에 위치한 수변공원, 중정리 자전거스테이션, 수상공연장 등 이용객이 전혀 없으며, 관리가 되지 않아 효용성이 매우 떨어지는 공원과 시설들이 매우 많음. 이런 곳 중 일부는 관리되지 않음으로써 재자연화되는 현상을 발견할 수 있었음. 효용성이 떨어지는 곳을 생태계에 영향을 최소화하는 방식으로 재자연화 할 필요가 있어 보임 ■ 금강 전역에서 가시박이 번성함 ■ 왕진교 좌안, 백제보 상류 인공습지, 부여 수상공연장 등 만곡부 지점에서 마름이 광범위하게 번식하고 있음 ■ 백제보 상류 우안 수변공원과 왕진교 인근에서 환경부 지정 4급수 오염지표종 붉은깔따구와 실지렁이가 발견됨 ■ 7~8월 장마철 쓰레기와 부유물이 대량 흘러내려와 백제보 시설물에 가득 걸림. 왕진교 부근에는 쓰레기 섬이 만들어지기도 함 ■ 금강 세종보와 공주보 수문 일부 개방으로 백제보 상류 왕진교 인근에서 모래톱이 형성되는 등 생태계 회복 움직임 발견됨. 그러나 수문 개방 모니터링이 행정기관 위주로 이루어지고 있어 지역 주민과 시민들이 참여하는 민관 합동 모니터링이 필요함	

[그림 3-23] Ⅳ구역 조사결과-1

[그림 3-24] Ⅳ구역 조사결과-2

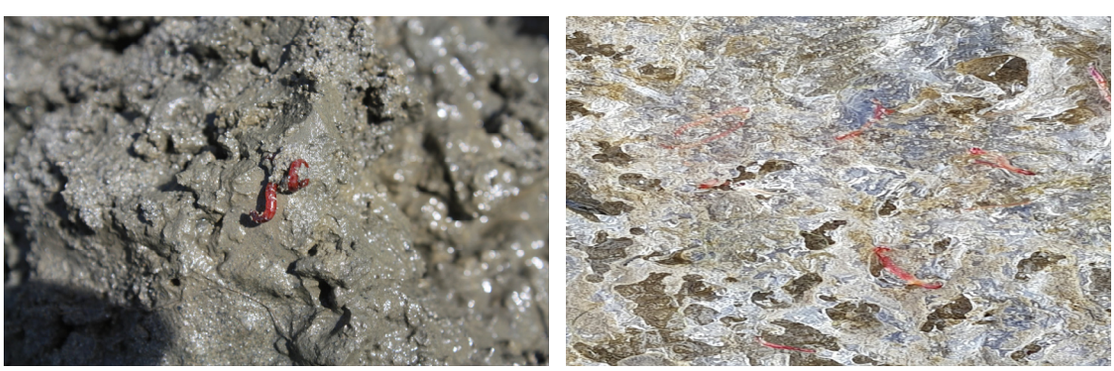
[그림 3-25] Ⅳ구역 조사결과-3

[그림 3-26] Ⅳ구역 조사결과-4

[그림 3-27] Ⅳ구역 조사결과-5

[그림 3-28] Ⅳ구역 조사결과-6

[그림 3-29] Ⅳ구역 조사결과-7



[그림 3-30] Ⅳ구역 조사결과-8

[그림 3-31] Ⅳ구역 조사결과-9

[그림 3-32] Ⅳ구역 조사결과-10

5) Ⅴ구역

◦ Ⅴ구역은 38.3 ㎞로 금강하구둑에서 부여 웅포대교 주변지역이 주요 조사대상 지역에 해당함

◦ 환경부 지정 생태계교란종 가시박 생육 면적이 금강생태공원, 서천군조류생태전시관 주변 둔치 준변, 옥포리, 망월리 천변, 도삼리 수변지역, 봉선지 등에서 매년 확장되는 추세로, 지역 단체들이 제거작업을 실시하였음 [그림 3-33]

◦ 녹조현상이 심각한 수준으로 발생하였음. 와초리 등 금강 본류와 만나는 지류 하천인 길산천, 광암천, 단상천 등 합류 지점에서 녹조 발생이 매년 반복되고 있음 [그림 3-34]

◦ 녹조는 5월 말경부터 발생하였고, 8월에 가장 심했음. 올해도 금강에 전체적으로 녹조가 발생함. [그림 3-35]

◦ 망월리 천변, 와초리 둔치 헤어리베치 녹비작물 외래식물 경작과 재배가 지속됨 [그림 3-36]

◦ 화양리 금강 본류와 수변구역 모래톱 주변에서 천연기념물 수달이 관찰됨 [그림 3-36]

◦ 금강 본류에는 주로 기러기류가 많이 관찰되는데, 금강 변 먹이환경이 개선되지 않고 있음. 볏짚 존치가 필요함. 꿩, 비둘기, 물닭, 솔새류, 오리류 등이 관찰되었고, 몇몇 곳에서 새둥지가 발견되었음. 2017년에는 천연기념물 201호이자 멸종위기종인 큰고니와 국제적인 취약종인 가창오리떼가 보이지 않고 있음 [그림 3-37]

◦ 금강대교 아래 하중도인 모래톱 등에 부유 쓰레기가 방치되고, 불법 어선이 방치됨 [그림 3-38]

[표 3-8] Ⅴ구역 생태계 변화관찰 요약

구분	조사내용		비고
	2단계 1차년도(2016년)	2단계 2차년도(2017년)	
Ⅴ구역	■ Ⅴ구역은 금강하굿둑에서 신성리 갈대밭에 이르기까지 갈대, 억새, 모새달 군락이 서식을 하고 있으나, 모새달이 이전보다 적게 관찰됨 ■ 올해에도 녹조현상이 심각한 수준으로 발생하였음. 금강 본류와 만나는 지류하천(길산천, 광암천, 단상천) 합류지점에서 녹조 발생이 매년 반복되고 있음. 녹조는 5월 말경부터 발생하였고, 8월에 가장 심했음. 올해도 금강변 전체적으로 녹조가 발생함 ■ 하천변 관리는 제대로 관리되고 있지 않는 것으로 보임. 천변 이용이나 시설이 방치되고 여러 잡풀이 자라고 있었음 ■ 용산리 수변에 불법소각으로 발생한 소각재가 방치됨 ■ 완포리, 시음리, 지역 둔치는 구간마다 식재식물이 고사하고, 모래나 흙이 쌓여 나대지로 변하고 있음 ■ 망월리 천변, 와초리 둔치 헤어리베치 녹비작물로 외래식물 재배가 지속됨 ■ 환경부 지정 생태계교란종 가시박 생육면적이 확장(금강하구 수변)되고 있음 ■ 웅포대교 아래 시음리 가는 강변길 수변에 생태계교란종인 가시상추가 관찰되기 시작하였음	■ Ⅴ구역은 금강하굿둑에서 신성리 갈대밭 구간으로 대표 식물종은 갈대와 모새달이 서식하고 있으나 육상식물과 외래생태계 교란종인 가시박이 점차 확산되고 있음 ■ 금강변은 생태계교란종 가시박 제거작업으로 많이 사라졌으나, 몇 군데서 발견되고 있어 지속적인 모니터와 제거작업 필요한데, 지역 시민단체가 제거활동을 매년 실시하고 있으나 좀 더 적극적인 대책이 필요함 ■ 금강 둔치와 유입 지류 하천변 불법 소각과 쓰레기 투기와 방치 문제가 해결되지 않고 있음 ■ 모래톱 주변에 쓰레기가 많이 쌓이고 있어 수거가 필요함 ■ 모래톱 주변에 불법그물과 어업 허가가 없는 선박이 방치되어 있음 ■ 올해에도 녹조현상이 발생함. 특히, 금강 본류와 만나는 지류하천(길산천, 광암천, 단상천) 합류 지점에서 녹조 발생이 매년 반복되고 있음 ■ 금강 천변에 매년 반복되는 경작사업이 올 해도 추진됨. 사업효과나 금강변 생태환경에 도움이 되지 않는 것으로 개선이 필요함	

구분	조사내용		비고
	2단계 1차년도(2016년)	2단계 2차년도(2017년)	
	■ 강변 둔치는 육상식물(확장세)도 함께 경쟁하며 자라고 있음 ■ 금강 본류에는 오리류가 휴식, 모래톱에는 기러기류가 휴식, 한산면과 시음리, 도삼리 등에 큰고니(91마리, 86마리), 재두루미(7마리)가 관찰되었고, 금년에도 가창오리가 보이지 않음 ■ 금강호 안의 토사퇴적이 가속되어 하상이 높아지고 있고, 상류로부터 밀려온 녹조 발생으로 하구역 주민들이 피해를 호소하고 있음을 확인함 ■ 금강생태공원, 서천군조류생태전시관 주변 둔치 준변, 옥포리, 망월리 천변, 도삼리 수변지역에 환경부 지정 생태계 교란종 가시박 생육 및 면적이 매년 확장되는 추세임 ■ 신아리 앞 금강생태공원 둔치는 금강변 하천 공사로, 겨울철새에게 영향을 주고 있음	■ 2017년에는 처음으로 금강 모래톱에 2차례에 걸쳐 모니터링을 실시하였는데, 주요 식물종은 갈대, 모새달이 서식하고 있으며, 천연기념물 제330호인 수달이 관찰되었음 ■ 수달 외에 고라니, 꿩, 비둘기, 물닭, 솔새류, 오리류 등이 관찰되었고, 몇몇 곳에서 새둥지가 발견되었음 ■ 2017년에는 천연기념물 201호이자 멸종위기종인 큰고니와 국제적인 취약종인 가창오리떼가 보이지 않고 있음 ■ 망월리 등지에서 주로 기러기류가 많이 관찰되는데, 금강변 먹이환경이 개선되지 않고 있음. 볏짚 존치가 필요하고, 겨울철 휴식공간이 사람들의 천변이용으로 새들에게 영향을 줌	

[그림 3-33] V구역 조사결과-1

[그림 3-34] V구역 조사결과-2

[그림 3-35] V구역 조사결과-3

[그림 3-36] V구역 조사결과-4

[그림 3-37] V구역 조사결과-5

[그림 3-38] V구역 조사결과-6

6) 상시 모니터링 운영

◦ 조사주기

- 일일 반복기록을 통한 변화 전·후 비교 기록
- 매일 지속조사 : 실시간 현장조사를 통한 금강 환경 정보 취득
- 급격한 환경변화 또는 특이사항 발생 시 비정기 추가 조사 실시

◦ 조사내용

- 하천 변화상 사진 촬영 및 위치 정보 기록
- 천변 시설물, 보, 교량 등의 구조물 이상 현상 모니터링
- 하천의 인위적인 오염행위 및 오염물질 유출현상 모니터링
- 기타 하천 생태계 및 지역주민에 피해 우려 현상 모니터링

◦ 조사결과 조치

- 2017년 1월 3일부터 2016년 12월 1일까지 주간 상시 모니터링 운영
- 주간 상시 모니터링 조사표를 1주일 단위로 보고서로 작성하여 전달
- 상시 모니터링 결과는 모니터링 참가 단체와 오마이뉴스, SNS(페이스북) 등을 통하여 공유하고, 공개하여 해당 기관 등에서 필요한 조치가 이루어지도록 영향을 주고 있으며, 중요한 발생 사항은 충남연구원에서 충남도 물관리정책과로 보고

라. 제2단계 3차년(2018년) 모니터링 제안 사항

◦ 2단계 3차년(2018년) 금강 생태계변화관찰 운영 방향 및 대안을 제시함.

◦ 금강 보 수문 개방으로 수위가 저하되며 드러난 강바닥은 퇴적으로 인해 저질토가 되어있음. 강바닥 저질토에 대한 일반적인 항목 외에도, 중금속, 의약품, 호르몬제 등 건강에 치명적인 영향을 미칠 수 있는 항목도 모니터링이 필요함

◦ 염수 지표종인 붉은깔따구와 실지렁이 모니터링을 강화하고, 하상 펄층 형성 등, 수문 개방으로 인한 유속 증가에 따른 수질과 수중 오염 변화를 살피고, 그에 따른 서식 변동과 분포 사항을 주의 깊게 관찰함

◦ 강변 둔치의 자연적인 천이로 일부 구간별로 재자연화가 일어나고 있음. 인구 밀집지에서 떨어진 사람들이 찾지 않는 둔치공원은 방치하여 자연으로 되돌리는 방식으로 관리 개념을 전환해야 하겠고, 둔치 등 수변구역의 변화 구역을 지도화 하는데 필요한 구역 경계를 산출할 수 있도록 염두에 두고 모니터링을 진행할 필요가 있음

◦ 모니터링을 지속하면서, 상습 쓰레기 소각지역, 생태계교란종(가시박 등) 확산, 지자체에서 주도하고 반복되는 둔치 재경작 등 모니터링 과정에서 반복되는 생태계 교란 및 훼손사항에 대해 근절 및 중단 조치가 필요함

◦ 2018년 물수지 상황 변화에 따른 금강의 도수로 주변과 양 수계 연결에 따른 수질논란과 광역 간 생태계교란을 가져올 것이 예상되므로, 구체적인 변화를 관찰해야 함

◦ 수문상시 개방 조치에서 드러난 보 시설 안전은 수중조사와 물리적인 조사를 시행하여 공개하고, 더 나아가 금강의 보 시설 및 운영과 영향을 전면적으로 평가하는데 모니터링 결과가 반영되어야 하겠으며, 이를 토대로 시범적으로 철거 가능한 보를 선정할 수 있도록 수리가 반복되는 보 시설을 중심으로 그 주변의 생태계 변화를 집중적으로 모니터링 활동이 필요함

◦ 점진적인 수문 개방 조치에도 불구하고, 방류에 의한 수생태계 충격이 수중생물의 폐사로 연결되고 있어, 현재 한국수자원공사가 관리하는 세종보, 공주보, 백제보 등 가동보 운영과 수문 개방으로 인한 충격을 최소화할 수 있는 운영방안이 정밀하게 연구되어야 하겠음

◦ 현재 금강 세종보와 백제보 수문을 일부만 개방했음에도 특정 구간에서 모래톱이 형성되는 등 재자연화 현상이 확인되었음. 보 수문을 전면 개방하여 수생태계 모니터링을 진행해야함

◦ 현재 보 수문 개방 이후 변화상 모니터링이 행정 기관 위주로 진행되고 있음. 4대강 사업이 이명박 정부 하에 행정기관과 사업에 찬동하는 전문가들 위주로, 시민들의 의견에는 귀를 닫은 채 일방적으로 진행된 사업인 만큼 문재인 정부 하에 이루어지는 모니터링은 지역 주민과 시민들이 함께 추진되어야 함

◦ 모니터링 결과를 금강유역환경청, 시·군 지자체와 협의하여 2018년부터라도 협의와 개선대책을 세울 필요가 있음

◦ 금강변, 그리고 인근 저주지, 하천에 가시박 확산이 급격하게 늘고 있음. 모니터링 결과를 토대로 가시박이 더 확산되지 않도록 적극적인 대응이 필요함

2. 조류 서식변화 실태 조사

가. 구간 및 자료

1) 조사 자료

◦ 본보고서는 국립생물자원관에서 시행하는 '겨울철 조류 동시센서스'의 자료를 토대로 작성하였음

◦ '겨울철 조류 동시센서스'의 경우 년 1회 1월에 시행하며 2014년의 경우 1월과 12월 총 2회 실시하였음

◦ 본보고서는 동일 시점 간의 분석을 위해 1월 자료만 취하여 분석하였음

2) 구간 구분

◦ 금강의 경우 환경부(국립생물자원관)에서는 금강상류, 금강중류, 금강하류, 금강 하구 등 총 4구간으로 구분하여 조사하였음

◦ 다만 2008년 이전까지는 금강 하류(금강호)구간에서만 조사하였으며 2008년과 2009년에는 금강 하류(금강호)와 금강 상류 등 2구간으로 이후 2010년부터는 금강하구, 금강하류(금강호), 금강중류, 금강상류 등 총 4구간에 대하여 조사를 실시함

◦ 본보고서는 금강하구를 제외하고 총 3구간에 대한 자료를 사용하였으며, 금강 하류지역에 대해서는 2005년 자료부터 사용하였고 금강 중류와 금강상류 지역은 2010년 이후 자료부터 사용하였음

나. 금강하류 지역

1) 구간 범위

◦ 금강하류 지역은 금강호 구간(웅포대교부터 금강하구둑)과 황산대교까지를 포함함

◦ 부여군(세도면, 양화면)과 서천군(한산면, 황양면), 논산시(강경읍) 지역이 해당됨

2) 서식지 변화 상황

◦ 웅포대교 주변 모래톱 제거

- 월동 조류의 주된 휴식처인 모래톱이 제거되었으며 일부 공간에 남아있지만 면적이 크게 줄어들었음
- 이로 인해 이 지역에서 먹이 활동 및 휴식 활동을 하던 개리와 큰고니가 사라졌음

◦ 제외지 양안 갈대밭 제거

- 본 구간 양측에 위치하던 갈대밭이 사라졌음
- 이로 인해 하천 양안, 제방 등에서 발생하는 시각적, 청각적 위협요인(disturbance)이 하천으로 직접적으로 유입되어 서식지 기능을 약화시킴
- 또한 갈대밭 자체가 곤충 및 야생동물의 서식지 역할을 하므로 갈대밭이 사라짐에 따라 이곳에서 직접 서식하거나 먹이 활동을 하던 생물들이 사라지게 됨

◦ 제방 혹은 제외지내에 자전거도로

- 금강 제방과 제외지에 마련된 자전거 도로는 최근 들어 이용객이 줄어들어 강도는 전보다 덜하지만 위협요인이 지속적으로 발생하고 있음

◦ 고수부지 내 체육시설, 공원 조성

- 금강 주변 일부 공간에 조성된 고수부지로 인해 서식지 유형이 변하는 등 서식공간이 줄어들었음

3) 서식지 변화 문제점

◦ 휴식 및 먹이활동 공간 축소

- 하중도, 모래톱과 같은 습지 조류의 중요 휴식처가 사라짐으로 인해 서식지 질이 전반적으로 저하되었으며 높아진 수위로 인해 하천 내 식생대가 사라짐에 따라 먹이공간이 사라지게 되어 종 구성이 단순해지는 결과를 초래하였음

◦ 위협요인 증가(disturbance)

- 제외지 내 고수부지 조성과 자전거도로 개설로 인해 위협요인 발생하며 완충 공간 역할을 하던 갈대밭 또한 제거됨에 따라 하천에 서식하던 조류는 위협요인에 직접 노출되게 됨

◦ 먹이자원의 양적 감소

- 곤포사일리지 제작으로 인한 농경지 내 먹이자원의 감소와 더불어 하천 내 먹이활동 공간의 축소는 조류 서식지 측면에서 금강이 지닌 가장 큰 문제점임

4) 최근 13년간 월동조류 서식 현황

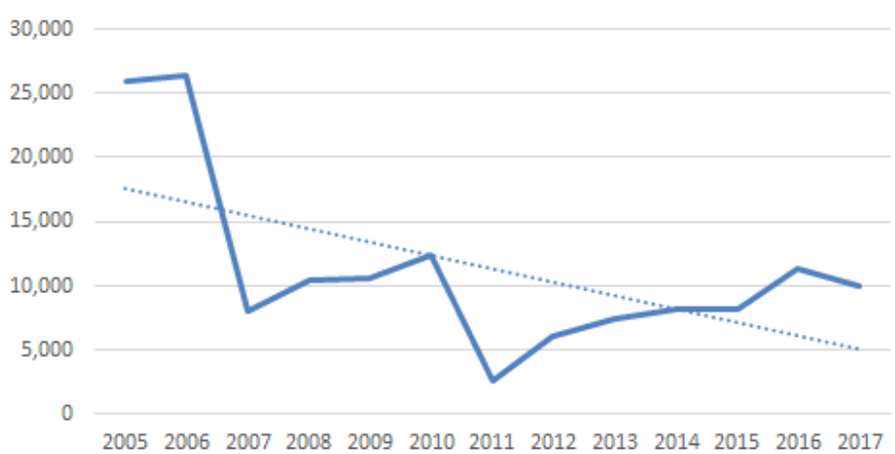
◦ 개체수 변화 추이

- 2005~2017년까지 가창오리를 제외한 월동 조류의 전체 개체수는 총 2,497개체~26,401개체였음

- 금강하류 지역의 월동 조류의 개체수 변화 추이를 볼 때 최근 13년간 지속적인 감소 추세를 보이고 있으며 특히 2006년과 2007년에 급격한 감소를 보였음

[표 3-9] 최근 13년간 금강 하류 지역 월동 조류 연도별 개체 수(가창오리 제외)

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
개체수	26,040	26,401	7,983	10,388	10,606	12,325	2,497	5,975	7,346	8,072	8,086	11274	9,950



[그림 3-39] 최근 13년간 금강 하류 지역 월동 조류 개체수 변화 추이

◦ 주요 우점종

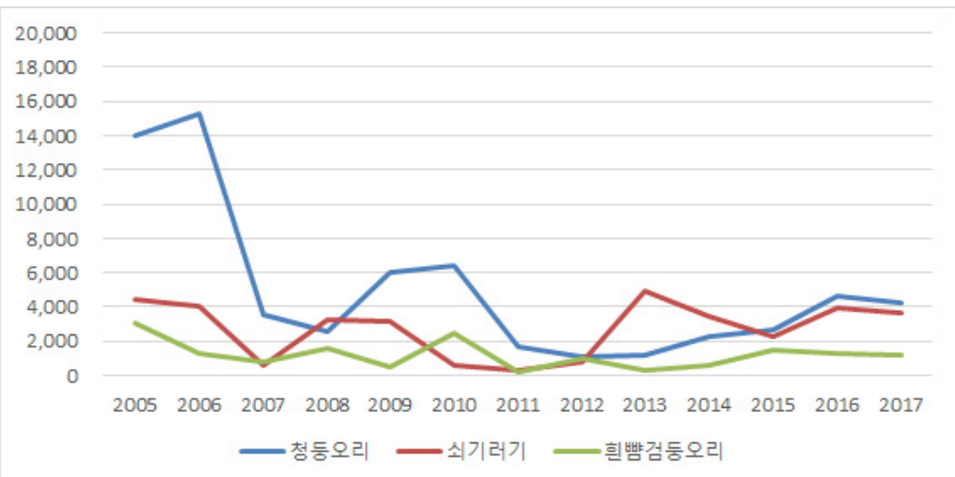
- 금강하류 지역에서 우점적으로 서식하는 월동조류는 청둥오리, 쇠기러기, 흰뺨검둥오리 등이며 특히 청둥오리가 최고 우점을 보이고 있음

[표 3-10] 최근 13년간 금강 하류 지역 월동 조류 연도별 우점종(가창오리 제외)

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1순위	청둥오리 (14045)	청둥오리 (15298)	청둥오리 (3563)	쇠기러기 (3293)	청둥오리 (6055)	청둥오리 (6384)	청둥오리 (1669)	큰기러기 (2750)	쇠기러기 (4900)	쇠기러기 (3500)	쇠기러기 (2300)	청둥오리 (4655)	청둥오리 (4250)
2순위	쇠기러기 (4443)	큰기러기 (4250)	큰기러기 (1883)	청둥오리 (2583)	쇠기러기 (3138)	흰뺨검둥오리 (2474)	쇠기러기 (290)	청둥오리 (1058)	청둥오리 (1176)	청둥오리 (2280)	청둥오리 (2650)	쇠기러기 (3929)	쇠기러기 (3640)
3순위	흰뺨검둥오리 (3012)	쇠기러기 (4072)	흰뺨검둥오리 (770)	흰뺨검둥오리 (1556)	흰뺨검둥오리 (498)	쇠기러기 (570)	쇠오리 (265)	흰뺨검둥오리 (980)	쇠오리 (350)	흰뺨검둥오리 (640)	흰뺨검둥오리 (1467)	흰뺨검둥오리 (1330)	흰뺨검둥오리 (1150)

◦ 주요 우점종 개체수 변화 추이

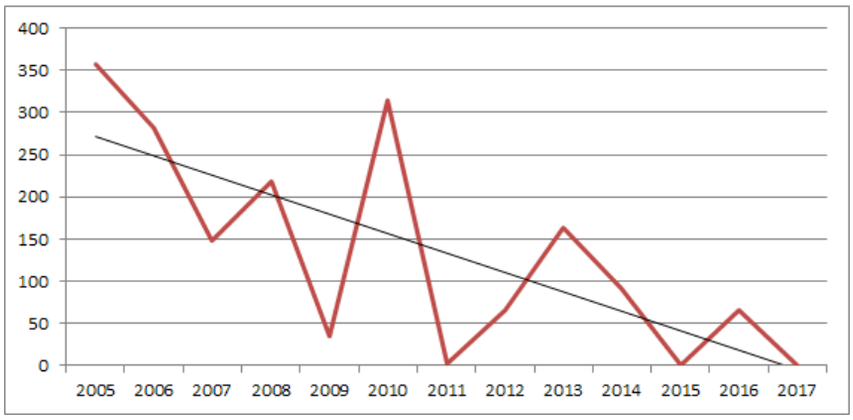
- 우점적으로 서식하는 청둥오리, 쇠기러기, 흰뺨검둥오리의 13년간 개체군 변화추이를 볼 때 최고 우점종인 청둥오리는 급격한 감소 추세를 보이고 있음
- 반면 흰뺨검둥오리와 쇠기러기는 등락을 보이고 있음



[그림 3-40] 최근 13년간 금강 하류 지역 우점 월동조류 개체수 변화 추이

5) 큰고니 개체수 변화

◦ 금강하류 지역 대표적 멸종위기종인 큰고니의 경우 지난 13년간 개체수는 지속적인 감소 추세를 보이고 있으며 특히 2015년과 2017년의 경우 한 마리도 관찰되지 않았음



[그림 3-41] 최근 13년간 금강 하류 지역 큰고니 개체수 변화 추이

6) 결론 및 고찰

◦ 금강하류 지역의 월동조류 개체수를 볼 때 최근 13년간 지속적인 감소추세를 보이고 있음

◦ 특히 이 지역 최고 우점종인 청둥오리의 경우 2006년과 2007년을 기점으로 급격한 감소를 보이고 있음

◦ 청둥오리의 경우 농경지의 낙곡과 하천변 얕은 수심의 공간의 수생식물을 주로 섭취하는 종이므로 수생식물과 농경지 내 낱알의 양이 줄어듦에 따른 변화인 것으로 보임

◦ 쇠기러기와 흰뺨검둥오리의 경우 개체수의 변화는 뚜렷하지 않으며 이는 금강을 휴식공간으로만 사용하며 제외지 환경 변화에 크게 영향을 받지 않기 때문인 것으로 보임

◦ 큰고니는 낮은 수심에서 수생식물을 취식하므로 먹이 공간 손실이 금강하류 큰고니 개체수 감소의 가장 큰 원인인 것으로 보이며 은폐막 역할을 하던 갈대밭이 제거됨에 따른 위협요인의 증가가 또 다른 요인으로 작용한 것으로 보임

다. 금강중류 지역

1) 구간 범위

◦ 금강중류 지역은 논산 강경의 황산대교부터 공주 반포면의 청벽대교까지를 포함함

◦ 부여군(세도면, 장암면, 규암면), 청양군(청남면, 목면) 공주시(우성면, 반포면) 지역이 해당됨

2) 서식지 변화 상황

◦ 보 설치에 따른 구조적 다양성 결여

- 다양한 수조류의 서식이 가능하게 했던 다양한 수심이 형성된 여건이 사라짐에 따른 깊은 수심의 공간으로 조성
- 다양한 종의 먹이활동 및 서식 공간인 여울이 사라지고 또한 전체적으로 유속이 느려지고 정수(고인 물) 공간으로 조성됨

◦ 모래톱 사라짐

- 조류의 번식지 및 휴식처로 이용되던 모래톱이 사라짐

◦ 제방 혹은 제외지내에 자전거도로 개설

- 제방과 제외지 내 조성된 자전거에 의해 위협요인이 증가함

◦ 고수부지 내 체육시설, 공원 조성

- 고수부지 내 조성된 체육시설과 공원에 의해 서식지 공간이 줄어듦과 동시에 위협요인의 발생 횟수가 증가함

3) 서식지 변화 문제점

◦ 서식지 구조 단순화

- 다양한 수심, 다양한 유속, 다양한 하상구조 등의 변화로 서식 종의 다양성이 감소함

◦ 자전거도로, 체육시설로 인한 위협요인(disturbance) 증가

- 증가한 위협요인에 의해 서식지 질이 감소하고 궁극적으로 서식 종이 사라짐

◦ 먹이자원의 양적 감소

- 먹이 공간 및 자원 감소에 따라 서식 개체수가 감소함

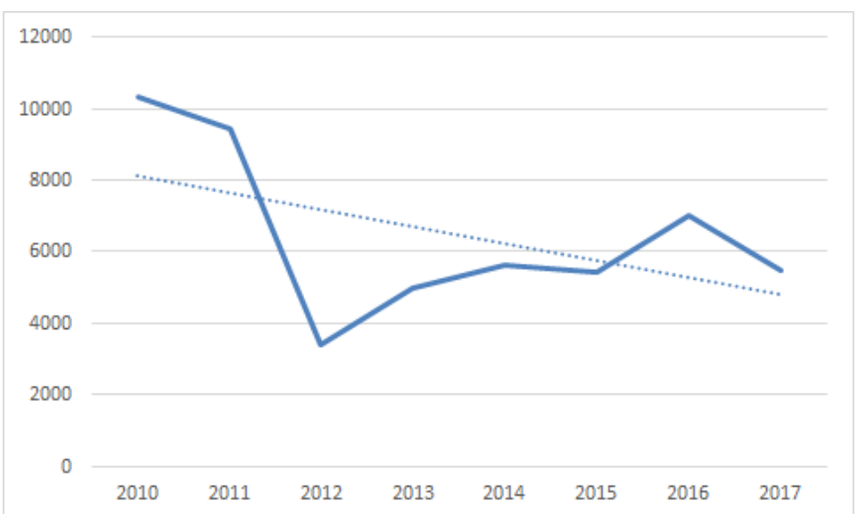
4) 최근 8년간 월동 개체군 변화 추이

◦ 개체수 변화 추이

- 최대 관찰 개체수는 10,348개체였으며 최소 개체수는 3,381개체였음
- 2012년 금강 내 하천 사업이 추진되던 시기에 개체수가 급격히 감소한 후 완만하게 증가하는 추세 후 다시 개체수 감소를 보임
- 대체적으로 최근 8년간 금강 중류 지역 서식 월동조류의 전체 개체수는 대체로 감소 추세에 있음

[표 3-11] 최근 8년간 금강 중류 지역 월동 조류 연도별 개체수

구분	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
개체수	10,348	9,451	3,381	4,971	5,601	5,407	7,033	5,462



[그림 3-42] 최근 8년간 금강 중류 지역 월동 조류 개체수 변화 추이

◦ 주요 우점종

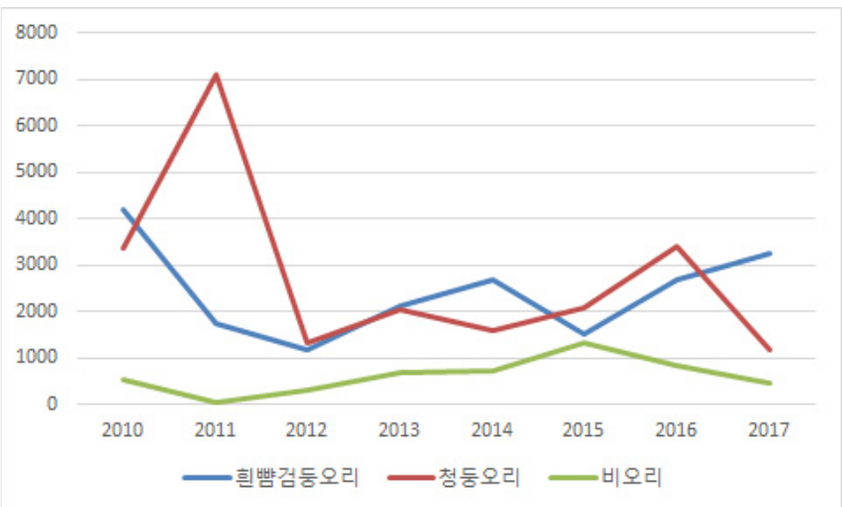
- 금강 중류 지역에 우점적으로 서식하는 종은 청둥오리, 흰뺨검둥오리, 비오리, 쇠기러기, 쇠오리 등임
- 특히 흰뺨검둥오리(5회)와 청둥오리(3회)가 최고우점을 보였음

[표 3-12] 최근 8년간 금강 중류 지역 월동 조류 연도별 우점종

구분	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1순위	흰뺨검둥오리 (4198)	청둥오리 (7090)	청둥오리 (1332)	흰뺨검둥오리 (2113)	흰뺨검둥오리 (2666)	흰뺨검둥오리 (2066)	청둥오리 (3385)	흰뺨검둥오리 (3231)
2순위	청둥오리 (3353)	흰뺨검둥오리 (1754)	흰뺨검둥오리 (1190)	청둥오리 (2030)	청둥오리 (1606)	청둥오리 (1513)	흰뺨검둥오리 (2681)	청둥오리 (1190)
3순위	쇠기러기 (976)	비오리 (46)	비오리 (319)	비오리 (670)	비오리 (704)	비오리 (1308)	비오리 (820)	비오리 (452)
4순위	비오리 (518)		쇠오리 (319)					

◦ 주요 우점종 개체수 변화 추이

- 청둥오리의 경우 급격한 감소 이후 증가추세를 보이고 있으나 과거 최고치에는 미치지 못하고 있음
- 흰뺨검둥오리의 경우도 감소와 상승을 반복하고 있으며 비오리의 경우 완만한 증가 추세를 보이다 감소하는 추세임



[그림 3-43] 최근 8년간 금강 중류 지역 우점 월동조류 개체수 변화 추이

5) 결론 및 고찰

◦ 금강 중류의 경우 주변 농경지와 제외지 내 습초지 공간이 부족한 구간이므로 오리기러기류의 서식이 타 지역과 비교해서 적은 편임

◦ 금강중류 지역에 서식하는 월동조류는 최근 8년간 지속적인 감소추세를 보이고 있음

◦ 특히 최고우점종인 청둥오리의 경우 급격히 감소하였으며 이는 먹이활동이 어려운 깊은 수심이 조성되고 또한 휴식 장소로 이용하는 하중도가 사라짐에 따른 서식지 질이 현저히 낮아진 이유에 의한 것으로 보임

◦ 반면 비오리의 경우 깊은 수심에서 잠수하여 어류를 주식으로 하는 종이므로 보 설치로 인해 조성된 정수구간으로 인해 서식 여건이 조성된 탓에 개체수가 증가한 것으로 보이며 2016, 2017년의 경우 개체수가 감소한 것에 대해서는 아직 분명한 원인을 찾을 수가 없음

라. 금강상류 지역

1) 구간 범위

◦ 금강 상류지역은 대전시 유성구 및 청주시 서원구의 갑천 합류지점으로부터 공주시 반포면의 청벽대교까지를 포함함

◦ 대전시 유성구, 청주시 서원구 일부와 세종특별자치시(장군면, 금남면, 연기면, 연동면, 부강면) 지역이 해당됨

2) 서식지 변화 상황

◦ 도시 건설로 인한 먹이 공간 축소

- 가장 큰 서식 여건의 변화는 세종시 건설로 인해 금강 주변 농경지 면적이 크게 감소함에 따라 먹이공간이 크게 줄어든 것임
- 특히 국립중앙수목원 위치할 농경지의 경우 금강변에 인접하여 위치함에 따라 과거 많은 수조류가 이곳에서 먹이활동을 하였음

◦ 제외지 준설로 인한 서식지 구조 단순화 및 습초지 면적 감소

- 다양한 월동조류가 휴식 및 취식활동을 하던 합강리 미호천 합수부 지역의 모래톱 제거와 육상화로 인해 서식지 다양성이 훼손되었음
- 특히 수조류 최적의 서식지인 습초지의 면적이 감소하여 안정적인 휴식공간과

먹이공간이 줄어들었음

◦ 제방 혹은 제외지 내에 자전거도로 개설

- 제방과 제외지 내에 개설된 자전거도로에 의해 위협요인이 증가하였음

◦ 고수부지 내 공원 조성

- 세종 도심 내 금강 변과 외곽의 고수부지에 조성된 한글공원 등과 같은 공원 시설로 인해 서식지의 면적이 감소하고 위협요인도 증가하였음

3) 서식지 변화 문제점

◦ 먹이활동 공간 축소

- 수조류 최상의 먹이공간인 습초지 면적이 크게 감소하였음(합강리 합수부 주변)

- 공원 신설로 인해 서식지 면적 감소로 의해 전반적으로 먹이활동 공간이 줄어들었음

◦ 위협요인(disturbance) 증가

- 공원 시설과 자전거 도로, 야영장 개설로 인해 위협요인이 증가하였음

- 위협요인의 완충 공간 공간의 부재함

◦ 농경지, 제외지 먹이자원의 양적 감소

- 금강 내부의 습초지의 감소와 주변 농경지가 사라짐에 따라 먹이 공간 및 먹이량이 줄어들었음

4) 최근 10년간 개체군 변화 추이

◦ 개체수 변화 추이

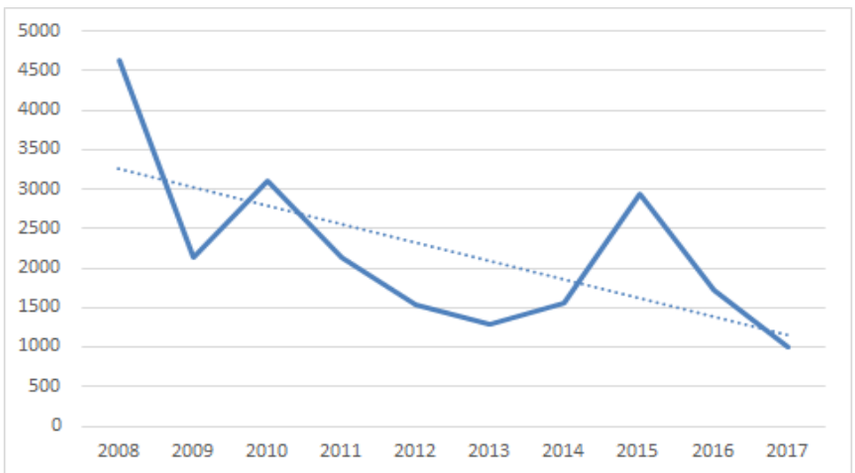
- 월동 수조류의 개체수는 최대 4,631개체였으며 최소 993개체였음

- 최근 10년간 금강상류 지역 서식 월동 수조류의 전체 개체수는 대체로 감소 추세에 있음

- 다만 2014년, 2015년 증가하였지만 이후 감소하고 있음

[표 3-13] 최근 10년간 금강상류 지역 월동 조류 연도별 개체수

구분	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
개체수	4,631	2,137	3,115	2,133	1,537	1,292	1,568	2,949	1,734	993



[그림 3-44] 최근 10년간 금강상류 지역 월동 조류 개체수 변화 추이

◦ 주요 우점종

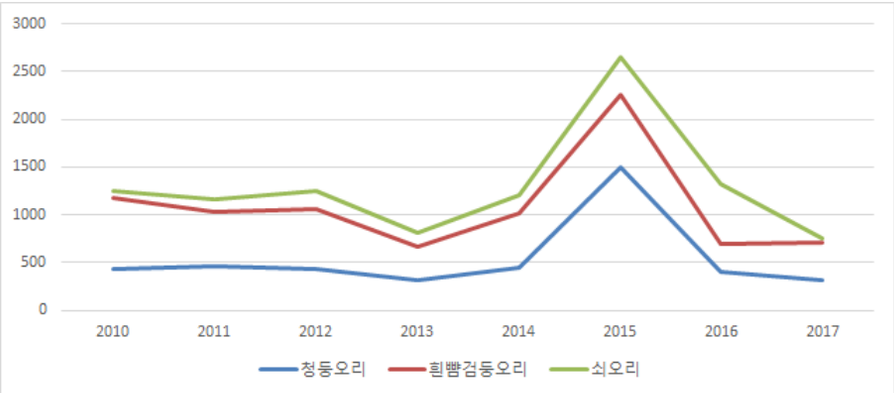
- 금강상류 지역에 우점적으로 서식하는 종은 청둥오리, 흰뺨검둥오리, 쇠오리, 쇠기러기 등임
- 흰뺨검둥오리(5회)와 청둥오리(1회), 큰기러기(1회), 쇠오리(1회)가 최고 우점을 보이고 있음

[표 3-14] 최근 8년간 금강상류 지역 월동 조류 연도별 우점종

구분	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1순위	큰기러기 (1,150)	흰뺨 검둥오리 (562)	흰뺨 검둥오리 (624)	흰뺨 검둥오리 (350)	흰뺨 검둥오리 (564)	청둥오리 (1,495)	쇠오리 (636)	흰뺨 검둥오리 (383)
2순위	흰뺨 검둥오리 (740)	청둥오리 (467)	청둥오리 (432)	청둥오리 (316)	청둥오리 (450)	흰뺨 검둥오리 (754)	청둥오리 (398)	청둥오리 (321)
3순위	청둥오리 (432)	쇠기러기 (420)	쇠오리 (195)	쇠오리 (142)	비오리 (199)	쇠오리 (389)	흰뺨 검둥오리 (292)	쇠오리 (45)
4순위	황오리 (270)	큰기러기 (420)		큰기러기 (115)	쇠오리 (187)	비오리 (174)		
5순위		쇠오리 (125)						

◦ 주요 우점종 개체수 변화 추이

- 최근 8년간 금강상류 지역의 최고 우점종인 흰빰검둥오리와 청둥오리, 쇠오리의 경우 2015년 급격한 증가를 제외하고 대체로 큰 변화를 보이지 않음



[그림 3-45] 최근 8년간 금강 상류지역 우점 월동 조류 개체수 변화 추이

5) 결론 및 고찰

◦ 금강상류 지역에 서식하는 월동조류는 2015년 일시적 증가 외에 큰 변화를 보이지 않음

◦ 일시적 증가는 인근 금강 지역의 서식지질 악화로 인한 일시적 이동에 의한 것이거나 제외지 내 습지의 질이 개선된 것에 의한 것인지 앞으로 지속적인 관찰이 필요할 것으로 보임

마. 종합 고찰

1) 주요 현황 및 문제점

◦ 보 건설 및 준설에 따른 환경변화

- 수심의 다양성 훼손 : 서식 공간 변화로 종 다양성 감소

- 준설 : 번식지 및 휴식공간으로 중요한 하중도가 사라지고 수조류의 먹이공간인 수생식물이 사라짐

◦ 하천변 고수부지 내 공원 및 자전거도로 개설

- 서식지 면적의 감소와 완충공간이 사라짐에 따라 위협요인 증가

◦ 도시화로 인한 제내지 농경지 면적 감소

- 먹이 공간 및 먹이량의 감소

2) 개선점

◦ 하천 주변 서식지(습지) 조성

- 면적이 감소한 다양한 수심을 지닌 습지 형태의 서식지 조성이 필요함
- 하천변 휴경 농경지의 4계절 무논 조성을 통한 습지 제공이 가장 현실적임

◦ 하중도 제공

- 수조류의 번식과 휴식처 제공을 위해 하천 내에 하중도를 제공하며 일부 보 개방을 통한 일정 수준의 하중도를 조성함
- 경우에 따라서는 번식 조류를 위한 '뜨는 인공섬' 조성도 고려해볼 필요가 있음

[그림 3-46] 농경지를 이용한 습지 조성

[그림 3-47] 하중도 조성

◦ 은폐식재 및 은폐소 제공

- 하천 서식지의 안정성을 확보하기 위해 자전거길 주변에 은폐식재 혹은 은폐막 설치가 필요하며 주요 먹이 공간 혹은 휴식처와 같은 공간 주변의 경우에는 설치가 필수적임

- 도심 주변 생태 체험 및 교육 활동이 이뤄지는 곳 또한 은폐소 설치도 필요함

[그림 3-48] 공원 및 자전거길 주변의 은폐 식재

◦ 먹이공급

- 습지 조류의 먹이제공을 위해 제외지 내 습지 혹은 제내지 조성된 서식지(무논)에 수생식물을 인공적으로 식재하여 먹이를 제공할 경우 서식지 질을 향상 시킬 수 있음
- 겨울철 월동조류가 월동하는 시기에는 금강 주변 지역에 볍씨 제공을 통해 먹이량을 증대시킬 경우 보다 많은 개체수가 월동케 할 수 있음

3. 수생태계 건강성 평가

가. 평가지점 선정

◦ 환경부는 2007년 이후로 수생태계 건강성 조사 및 평가를 5대강 대권역 및 제주 수계를 대상으로 수행하고 있으며, 매년 '수생태계 건강성 조사 및 평가' 연구보고서를 4개 대권역으로 구분하여 발간하고 있음

◦ 조사 결과는 물환경정보시스템을 통해 대국민 서비스를 하고 있으며, 본 연구에서는 환경부의 기초 조사결과를 토대로 각 구간을 분석하였음

◦ 2017년 기준 전국 5대강 대권역 및 제주 수계의 1,159개 구간에 대하여 환경부의 '생물측정망 조사 및 평가지침(국립환경과학원 제 2016-67호, 제 2016-372호)'에 따라 부착조류(부착돌말류), 저서성 대형무척추동물, 어류에 대한 수생태계 현황조사 및 건강성 평가를 실시하였으며, 지속적으로 조사 지점을 확대하고 있음

◦ 2017년 금강 대권역의 총 조사지점은 금강 수계 156개 지점, 만경강 수계 28개 지점, 동진강 수계 13지점, 삽교천 수계 32개 지점, 금강서해 등 기타 수계 14개 지점 등 총 176개 하천, 243개 지점을 대상으로 조사 및 평가를 실시하였음

[표 3-15] 금강 대권역 중권역별 수생태계 건강성 조사 및 평가 구간 수

수계	금강(156)													
중권역명	용담댐	용담댐 하류	무주 남대천	영동천	초강	대청댐 상류	보청천	대청댐	갑천	대청댐 하류	미호천	금강 공주	논산천	금강 하구언
조사 구간수 (개)	10	2	7	6	8	4	6	6	9	2	13	54	16	10

수계	만경강(28)	동진강(13)	삽교천(32)	기타(14)			
중권역명	만경강	동진강	삽교천	대호방조제	부남방조제	금강서해	직소천
조사 구간수 (개)	28	13	32	4	2	4	4

◦ 금강 대권역에서 세종·충남이 위치한 중권역과 추가 주요 중권역은 갑천, 대청댐 하류, 미호천, 금강공주, 논산천, 금강하구언 중권역임

◦ 이 중 금강정비사업 이후 수환경 변화 상태의 모니터링에 활용 가능한 구간은 본류 12개 지점, 지류 11개 지점으로 항목별로 금강정비사업 이전인 2007년 또는 2008년부터 자료가 지속적으로 축적되고 있음

◦ 물환경측정망 운영계획(환경부 제2016-58호)에 따르면, 하천 생물측정망 수생생물 분야는 3년 주기로 연 2회 측정을 실시하고 있으며, 상시지점에 대해서는 모든 항목에 대하여 매년 측정을 실시하고 있음

◦ 본 연구에 활용 가능한 지점에 대하여 상시지점은 본류 12개 지점 중 11개 지점에 해당하며, 지류 11개 지점은 일반지점임

- 2016년의 경우 모든 지점이 조사 대상이었고, 2017년의 경우 상시지점에 대해서만 조사가 진행되었음

[표 3-16] 금강 수환경 변화에 활용 가능한 수생태계 건강성 조사 및 평가 구간(본류)

수계	중권역	코드		조사 구간명*	행정구역명	상시/일반	비고
		2015	2017				
금강	갑천	G052	3009G081	B갑천7 (갑천07)	대전광역시 유성구 구즉동 금강합류 0.5km전(불무교 하류)	상시	주요지점/ 중권역대표
	대청댐 하류	G054	3010G030	B금강20 (금강28)	세종특별자치시 부강면 부강리 (모현레미콘 옆 가교)	상시	주요지점/ 중권역대표
	미호천	G074	3011G088	B미호천12 (미호천10)	세종특별자치시 연기면 세종리 (월산교)	상시	주요지점/ 중권역대표 보지점
	금강 공주	G076	3012G010	B금강23 (금강29)	세종특별자치시 나성동 (금남교)	상시	세종보 구간
	금강 공주	G078	3012G048	B금강26 (금강30)	충청남도 공주시 금성동 (금강교)	상시	주요지점, 공주보 구간
	금강 공주	G081	3012G096	B금강29 (금강31)	충청남도 공주시 탄천면 분강리 (도선관리사무소 앞)	상시	백제보 구간
	금강 공주	G083	3012G148	B금강30 (금강32)	충청남도 부여군 규암면 호암리 (백마강교)	상시	보지점
	금강 공주	G087	3012G156	B금강31 (금강33)	충청남도 부여군 규암면 외리 (백제대교)	상시	주요지점
	금강 공주	G088	3012G208	B금강32 (금강35)	충청남도 논산시 성동면 개척리 (개척배수장 상류)	상시	중권역대표
	논산천	G097	3013G054	B논산천6 (논산천05)	충청남도 논산시 강경읍 북욱리 (강경대교 밑 배수갑문)	상시	주요지점/ 중권역대표
	금강 하구언	G098	3014G003	B금강33 (금강36)	충청남도 논산시 강경읍 황산동 (황산나루터 선착장 옆 황산대교 밑)	일반	
	금강 하구언	G100	3014G039	B금강34 (금강37)	충청남도 부여군 양화면 내성리 (웅포대교)	상시	중권역대표

* 괄호 안은 2016년 이전 조사구간명 임.

[표 3-17] 금강 수환경 변화에 활용 가능한 수생태계 건강성 조사 및 평가 구간(지류)

수계	중권역	코드		조사 구간명*	행정구역명	상시/일반	비고
		2015	2017				
금강	갑천	G051	3009G045	B갑천5 (갑천06)	대전광역시 서구 삼천동 (대덕대교)	일반	
	미호천	G072	3011G078	B미호천10 (미호천09)	충북 청주시 흥덕구 오송읍 궁평리(미호천교)	일반	
	금강 공주	G075	3012G014	B용수천B2 (용수천03)	세종특별자치시 금남면 성덕리 (성덕교)	일반	
	금강 공주	G077	3012G016	B대교천B1 (대교천02)	세종특별자치시 장군면 도계리 (대교)	일반	
	금강 공주	G079	3012G046	B정안천3 (정안천03)	충청남도 공주시 신관동 (정안천교)	일반	
	금강 공주	G080	3012G070	B유구천4 (유구천04)	충청남도 공주시 우성면 동대리 (동대교)	일반	
	금강 공주	G082	3012G136	B지천7 (지천05)	충청남도 청양군 장평면 구룡리 (지천교)	일반	
	금강 공주	G084	3012G162	B은산천 (은산천02)	충청남도 부여군 규암면 모리 (모리교)	일반	
	금강 공주	G085	3012G180	B금천B2 (금천03)	충청남도 부여군 장암면 석동리 (석동교)	일반	
	금강 공주	G086	3012G196	B석성천3 (석성천03)	충청남도 논산시 성동면 원북리 (경교)	일반	
	논산천	G095	3013G048	B논산천5 (논산천04)	충청남도 논산시 논산읍 대교동 (논산대교(탑정호 수문 하류))	일반	

* 괄호 안은 2016년 이전 조사구간명 임.

[그림 3-49] 금강 수환경 변화에 활용 가능한 수생태계 건강성 조사 및 평가 구간

나. 부착조류(부착돌말류)

1) 조사 및 평가방법

◦ 조사방법은 환경부의 '생물측정망 조사 및 평가지침(국립환경과학원 제 2016-67호, 제 2016-372호)'에 따름

◦ 조사대상 : 부착규조류 총 출현량(세포수/㎠)

◦ 조사시기 : 홍수기 전·후의 2회 조사 (봄: 5~6월, 가을: 9~10월)

◦ 조사 및 채집 장소

- 조사대상 하천을 대표할 수 있는 장소로 선정하며, 하천의 중심부근 평균 10~50 ㎝/sec 정도의 유속을 가진 여울(riffle) 지역으로서 하상이 호박돌, 조약돌 등 지름 10 ㎝ 정도의 기질로 구성된 지점을 선정

◦ 부착조류(부착돌말류) 동정은 참고문헌 활용

[표 3-18] 부착조류(부착돌말류) 분류군별 기준문헌

제 목	저 자	출 처	발행년도	비 고
수생태계 건강성 조사 및 평가를 위한 한국산 돌말류 생태도감	환경부 /국립환경과학원		2011	부착돌말류 분류 및 생태 참고문헌
한국산 돌말류(석조류)의 분류체계 연구 Ⅰ. 분류체계와 분류계급의 한국명화	이 등	한국조류학회지 10:1-11	1995	부착돌말류 분류체계 참고
한국산 돌말류(석조류)의 분류체계 연구 Ⅱ. 출현목록	이 등	한국조류학회지 10:13-77	1995	국내 부착돌말류 출현목록 참고
Süβwasserflora von Mitteleuropa Bacillariophyceae	K. Krammer and H. Lange-Bertalot	Elsevier	1997	부착돌말류 분류 참고문헌
淡水硅藻生態圖鑑	Watanabe	內田老鶴圃	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		부착돌말류 분류 및 형태 참고문헌(일본)

◦ 부착조류 생물량 측정

- 부착조류 생물량은 단위면적당 클로로필-a(Chlorophyll-a), 유기물량(ash-free dry matter, AFDM), 세포밀도, 세포의 생체량 등으로 측정
- Chlorophyll-a는 전체 조류생물량의 0.5~2.0%의 범위이며, 조류의 종류, 빛과 영양염 농도에 따라 비율이 변화함. Chlorophyll-a 분석방법은 수질오염공정시험기준 또는 표준법(Standard methods)을 따름
- Ash-Free Dry Matter(AFDM) 분석은 부착조류 군집 전체의 유기물을 측정하는 것이며, 유기물은 세균, 곰팡이, 작은 동물류 및 부식질의 생물량을 포함함. 분석방법은 표준법(Standard methods)을 따름

◦ 부착돌말 영양지수(TDI: Trophic Diatiom Index)

- 각 구간에서 출현한 종의 상대밀도, 종의 오염민감도 및 지표 값을 사용하여 계산함

TDI = 100 - {(WMS × 25) - 25}
WMS : weighted mean sensitivity (가중평균민감도)
WMS = ΣAj·Sj·Vj/ΣAj·Vj
Aj : abundance (proportion) of species in sample (표본 내 종의 상대풍부도, %)
Sj : pollution sensitivity of species, 1≤S≤5 (종의 오염 민감도, 1~5 범위)
Vj : indicator value, 1≤V≤3 (종의 지표값, 1~3 범위)

- 해당 하천에서 채취한 시료를 이용하여 만든 표본에서 계수된 돌말류의 상대빈도와 해당종의 오염민감도 및 지표가중치를 이용하여 계산된 점수에 따라 등급을 구분
- 부착돌말류 평가등급은 5단계로 구분. 5등급의 구분은 “A”, “B”, “C”, “D”, “E” 이며, 각각의 등급은 매우 좋음, 좋음, 보통, 나쁨, 매우 나쁨의 환경상태로 규정함

[표 3-19] 부착조류 생물등급 판정

등급구분	환경상태	부착돌말지수 범위(TDI)
A	매우 좋음	90 ≦ ~ ≦ 100
B	좋음	70 ≦ ~ < 90
C	보통	50 ≦ ~ < 70
D	나쁨	30 ≦ ~ < 50
E	매우나쁨	0 ≦ ~ < 30

- TDI는 부착조류(부착돌말류)를 통해 수중의 영양염의 상태를 평가하므로, 출현종의 상대적 분포와 빈도는 인의 농도에 기준하며, 인은 총인(TP)보다는 조류가 직접 흡수하는 형태인 인산염인(PO_4-P)이 더 적절하여 무기인의 농도에 따라 출현종의 상대빈도를 plotting함
- 전체 조사구간을 인산염인의 농도에 따라 5개 그룹으로 구분함
- 오염민감도(s)는 지표종 분석을 통하여 각 분류군에 대하여 IndVal이 가장 높게 나타난 그룹을 분석하고 1~5의 점수를 부여함
- 지표가중치(v)는 몬테카를로 시험을 통하여 유의성이 높은 분류군에 높은 가중치를 부여하며, 범위는 1~3 임

[표 3-20] 부착돌말지수(TDI)에 사용된 종별 오염민감도(s) 및 지표가중치(v)

분류군				번호	S	V
중심돌말목 Centrales	체돌말과 Cosinodiscaceae	체돌말속 Coscinodiscus	*Coscinodiscus*	1	2	1
	반원돌말과 Hemidiscaceae	바퀴돌말속 Actinocyclus	*Actinocyclus normanii*	2	1	1
			Actinocyclus	3	1	1
	원통돌말과 Melosiraceae	원통돌말속 Melosira	*Melosira nummuloides*	4	5	2
			Melosira varians	5	4	3
			Melosira	6	5	2
		Pleurosira	*Pleurosira*	7	3	1
		사슴돌말속 Stephanopyxis	*Stephanopyxis*	8	3	1
	끈원반돌말과 Thalassiosirace	골편돌말속 Skeletonema	*Skeletonema costatum*	9	1	1
		대롱돌말속 Aulacoseira	*Aulacoseira alpigena*	10	2	1
			Aulacoseira ambigua	11	2	1
			Aulacoseira distans	12	2	1
			Aulacoseira granulata	13	5	3
			Aulacoseira granulata var. angustissima	14	2	1
			Aulacoseira italica	15	2	1
			Aulacoseira	16	2	1
		왕관돌말속 Cyclostephanos	*Cyclostephanos*	17	4	1
			Cyclostephanos dubius	18	4	1
			Cyclostephanos invisitatus	19	4	1
		단추돌말속 Cyclotella	*Cyclotella asterocostata*	20	3	3
			Cyclotella atomus	21	3	1
			Cyclotella cistula	22	3	3
			Cyclotella cryptica	23	3	3
			Cyclotella meneghiniana	24	4	3
			Cyclotella ocellata	25	3	3

분류군				번호	S	V
			Cyclotella pseudostelligera	26	4	1
			Cyclotella radiosa	27	5	3
			Cyclotella stelligera	28	1	1
			Cyclotella woltereckii	29	3	3
			Cyclotella	30	3	3
		고리돌기돌말속 Stephanodiscus	*Stephanodiscus hantzschii*	31	5	3
			Stephanodiscus rotula	32	5	3
			Stephanodiscus	33	5	3
		끈원반돌말속 Thalassiosira	*Thalassiosira bramaputrae*	34	4	3
			Thalassiosira weissflogii	35	4	3
			Thalassiosira	36	4	3
	실패돌말과 Biddulphiaceae	Hydrosera	*Hydrosera*	37	3	1
깃돌말목 Pennales	김발돌말과 Fragilariaceae	별돌말속 Asterionella	*Asterionella formosa*	38	1	1
			Asterionella	39	1	1
		막돌말속 Diatoma	*Diatoma ehrenbergii*	40	5	1
			Diatoma mesodon	41	5	1
			Diatoma moniliformis	42	5	1
			Diatoma tenuis	43	5	1
			Diatoma vulgaris	44	4	2
			Diatoma	45	5	1
		김발돌말속 Fragilaria	*Fragilaria berolinensis*	46	5	3
			Fragilaria bidens	47	5	3
			Fragilaria brevistriata	48	5	3
			Fragilaria capitellata	49	2	2
			Fragilaria capucina	50	4	1
			Fragilaria capucina var. gracilis	51	3	2
			Fragilaria capucina var. mesolepta	52	5	1
			Fragilaria capucina var. rumpens	53	1	1
			Fragilaria capucina var. vaucheriae	54	5	1
			Fragilaria construens	55	5	3
			Fragilaria construens f. binodis	56	2	3
			Fragilaria construens f. venter	57	2	1
			Fragilaria crotonensis	58	4	1
			Fragilaria crotonensis var. oregona	59	5	3
			Fragilaria delicatissima	60	5	3
			Fragilaria elliptica	61	1	1
			Fragilaria exigua	62	5	3
			Fragilaria famelica	63	5	3
			Fragilaria fasciculata	64	5	3
			Fragilaria nana	65	5	3
			Fragilaria parasitica	66	5	3
			Fragilaria perminuta	67	5	3

분류군				번호	S	V
			Fragilaria pinnata	68	4	1
			Fragilaria pulchella	69	5	3
			Fragilaria robusta	70	5	3
			Fragilaria tenera	71	5	3
			Fragilaria ulna	72	5	3
			Fragilaria ulna var. acus	73	5	3
			Fragilaria ulna var. angustissima	74	5	3
			Fragilaria vaucheriae	75	5	3
			Fragilaria	76	5	3
		낫돌말속 Hannaea	*Hannaea arcus var. subarcus*	77	2	2
			Hannaea	78	2	2
		부채돌말속 Meridion	*Meridion circulare*	79	5	2
			Meridion circulare var. constrictum	80	4	1
			Meridion	81	5	2
		뭉치돌말속 Opephora	*Opephora*	82	4	1
		Punctastriata	*Punctastriata linearis*	83	3	1
			Punctastriata	84	3	1
		붕어돌말속 Rhaphoneis	*Rhaphoneis*	85	5	1
		대바늘돌말속 Synedra	*Synedra inaequalis*	86	2	3
			Synedra	87	5	1
		볼록뼈돌말속 Tabellaria	*Tabellaria fenestrata*	88	5	1
			Tabellaria flocculosa	89	5	1
			Tabellaria	90	5	1
	땅콩돌말과 Achnanthaceae	땅콩돌말속 Achnanthes	*Achnanthes alteragracillima*	91	1	3
			Achnanthes bioretii	92	5	2
			Achnanthes brevipes	93	5	2
			Achnanthes clevei	94	5	2
			Achnanthes confervacea	95	5	2
			Achnanthes conspicua	96	5	2
			Achnanthes convergens	97	1	3
			Achnanthes crenulata	98	5	2
			Achnanthes delicatula	99	5	2
			Achnanthes exigua	100	5	3
			Achnanthes hungarica	101	5	2
			Achnanthes imperfecta	102	5	2
			Achnanthes impexa	103	5	2
			Achnanthes inflata	104	5	2
			Achnanthes japonica	105	5	2
			Achnanthes kolbei	106	5	2
			Achnanthes laevis	107	4	3
			Achnanthes lanceolata	108	1	1
			Achnanthes lanceolata ssp. dubia	109	5	2
			Achnanthes lanceolata ssp. robusta	110	5	2

분류군				번호	S	V
			Achnanthes lanceolata ssp. rostrata	111	5	2
			Achnanthes laterostrata	112	5	2
			Achnanthes linearis	113	5	2
			Achnanthes longipes	114	5	2
			Achnanthes microcephala	115	5	2
			Achnanthes minutissima	116	1	3
			Achnanthes minutissima var. jackii	117	5	2
			Achnanthes minutissima var. saprophila	118	5	2
			Achnanthes minutissima var. scotica	119	5	2
			Achnanthes montana	120	5	2
			Achnanthes oblongella	121	5	2
			Achnanthes subatomoides	122	5	2
			Achnanthes subhudsonis	123	1	1
			Achnanthes subhudsonis var. kraeuselii	124	5	2
			Achnanthes	125	5	2
		낟알돌말속 Cocconeis	*Cocconeis neothumensis*	126	2	1
			Cocconeis pediculus	127	2	3
			Cocconeis placentula	128	2	3
			Cocconeis placentula var. euglypta	129	2	1
			Cocconeis placentula var. lineata	130	1	3
			Cocconeis scutellum	131	2	1
			Cocconeis	132	2	1
	윷돌말과 Bacillariaceae	윷돌말속 Bacillaria	*Bacillaria paradoxa*	133	4	1
		밀알돌말속 Denticula	*Denticula subtilis*	134	3	1
			Denticula tenuis	135	1	2
			Denticula	136	3	1
		마름돌말속 Hantzschia	*Hantzschia amphioxys*	137	5	3
			Hantzschia	138	5	3
		등침돌말속 Nitzschia	*Nitzschia acicularis*	139	4	3
			Nitzschia amphibia	140	5	3
			Nitzschia calida	141	5	3
			Nitzschia capitellata	142	5	3
			Nitzschia communis	143	5	3
			Nitzschia constricta	144	5	3
			Nitzschia dissipata	145	4	3
			Nitzschia filiformis	146	5	3
			Nitzschia fonticola	147	1	2
			Nitzschia frustulum	148	4	3
			Nitzschia gessneri	149	5	3
			Nitzschia gracilis	150	4	1

분류군				번호	S	V
			Nitzschia hantzschiana	151	5	3
			Nitzschia hungarica	152	5	3
			Nitzschia inconspicua	153	1	2
			Nitzschia lanceolata	154	5	3
			Nitzschia lanceolata	155	5	3
			Nitzschia levidensis	156	5	3
			Nitzschia levidensis var. victoriae	157	5	3
			Nitzschia linearis	158	5	3
			Nitzschia lorenziana	159	5	3
			Nitzschia microcephala	160	5	3
			Nitzschia nana	161	5	3
			Nitzschia palea	162	5	1
			Nitzschia palea var. debilis	163	5	3
			Nitzschia paleacea	164	3	1
			Nitzschia perminuta	165	5	3
			Nitzschia recta	166	5	3
			Nitzschia sigma	167	5	3
			Nitzschia sinuata	168	5	3
			Nitzschia sinuata var. tabellaria	169	1	3
			Nitzschia subacicularis	170	5	3
			Nitzschia sublinearis	171	5	3
			Nitzschia terrestris	172	5	3
			Nitzschia thermalis	173	5	3
			Nitzschia tryblionella	174	5	3
			Nitzschia tryblionella var. salinarum	175	5	3
			Nitzschia umbonata	176	5	3
			Nitzschia	177	5	3
	피각돌말과 Epithemiaceae	피각돌말속 Epithemia	*Epithemia adnata*	178	2	1
			Epithemia	179	2	1
		활돌말속 Rhopalodia	*Rhopalodia constricta*	180	3	3
			Rhopalodia gibba	181	3	3
			Rhopalodia operculata	182	3	3
			Rhopalodia	183	3	3
	눈썹돌말과 Eunotiaceae	가시막대돌말속 Actinella	*Actinella brasiliensis*	184	2	1
			Actinella	185	2	1
		눈썹돌말속 Eunotia	*Eunotia arcus*	186	2	1
			Eunotia bilunaris	187	2	1
			Eunotia bilunaris var. linearis	188	2	1
			Eunotia exigua	189	2	1
			Eunotia flexuosa	190	2	1
			Eunotia formica	191	2	1
			Eunotia incisa	192	2	1
			Eunotia intermedia	193	2	1
			Eunotia lapponica	194	2	1
			Eunotia minor	195	2	1
			Eunotia monodon	196	2	1

분류군				번호	S	V
			Eunotia monodon var. bidens	197	2	1
			Eunotia muscicola	198	2	1
			Eunotia muscicola var. tridentula	199	2	1
			Eunotia pectinalis	200	2	1
			Eunotia	201	2	1
	쪽배돌말과 Naviculaceae	버들돌말속 Amphipleura	*Amphipleura pellucida*	202	5	1
			Amphipleura	203	5	1
		보리돌말속 Amphora	*Amphora angusta*	204	4	3
			Amphora coffeaeformis	205	4	3
			Amphora copulata	206	4	3
			Amphora inariensis	207	4	3
			Amphora montana	208	4	3
			Amphora oligotraphenta	209	4	3
			Amphora ovalis	210	4	3
			Amphora pediculus	211	1	2
			Amphora veneta	212	4	3
			Amphora	213	4	3
		짝배돌말속 Anomoeoneis	*Anomoeoneis gomphonemacea*	214	5	1
			Anomoeoneis vitrea	215	5	1
			Anomoeoneis	216	5	1
		Brachysira	*Brachysira brebissonii*	217	1	3
		오이돌말속 Caloneis	*Caloneis bacillum*	218	3	2
			Caloneis molaris	219	3	2
			Caloneis silicula	220	3	2
			Caloneis	221	3	2
		Craticula	*Craticula ambigua*	222	5	3
		반달돌말속 Cymbella	*Cymbella affinis*	223	2	2
			Cymbella amphicephala	224	3	3
			Cymbella amphioxys	225	3	3
			Cymbella aspera	226	3	3
			Cymbella cistula	227	3	3
			Cymbella cuspidata	228	3	3
			Cymbella cymbiformis	229	3	3
			Cymbella delicatula	230	1	3
			Cymbella elginensis	231	3	3
			Cymbella incerta	232	3	3
			Cymbella japonica	233	3	3
			Cymbella lacustris	234	1	3
			Cymbella lanceolata	235	3	3
			Cymbella lancettula	236	3	3
			Cymbella leptoceros	237	1	1
			Cymbella mesiana	238	3	3
			Cymbella minuta	239	2	3
			Cymbella naviculiformis	240	3	3
			Cymbella prostrata	241	3	3
			Cymbella proxima	242	3	3
			Cymbella silesiaca	243	1	3

분류군				번호	S	V
			Cymbella tumida	244	1	2
			Cymbella tumidula	245	3	3
			Cymbella turgidula	246	1	3
			Cymbella turgidula var. nipponica	247	3	3
			Cymbella	248	3	3
		악기돌말속 Didymosphenia	*Didymosphenia geminata*	249	3	1
			Didymosphenia	250	3	1
		도관돌말속 Diploneis	*Diploneis interrupta*	251	3	1
			Diploneis oblongella	252	3	1
			Diploneis ovalis	253	3	1
			Diploneis smithii var. rhombica	254	3	1
			Diploneis subovalis	255	3	1
			Diploneis	256	3	1
		버선코반달돌말속 Encyonema	*Encyonema neogracile*	257	5	1
			Encyonema	258	5	1
		좁은반달돌말속 Encyonopsis	*Encyonopsis leei*	259	2	1
			Encyonopsis	260	2	1
		쪽잎돌말속 Frustulia	*Frustulia amphipleuroides*	261	5	1
			Frustulia rhomboides	262	5	1
			Frustulia rhomboides var. crassinervia	263	5	1
			Frustulia vulgaris	264	5	1
			Frustulia	265	5	1
		Gomphoneis	*Gomphoneis*	266	5	1
		쐐기돌말속 Gomphonema	*Gomphonema acuminatum*	267	5	2
			Gomphonema affine	268	5	2
			Gomphonema angustatum	269	5	2
			Gomphonema angustum	270	5	1
			Gomphonema apuncto	271	5	2
			Gomphonema augur	272	5	2
			Gomphonema augur var. sphaerophorum	273	5	2
			Gomphonema augur var. turris	274	5	2
			Gomphonema clavatum	275	5	2
			Gomphonema clevei	276	1	3
			Gomphonema dichotomum	277	5	2
			Gomphonema entolejum	278	5	2
			Gomphonema globiferum	279	5	2
			Gomphonema gracile	280	5	2
			Gomphonema intricatum	281	5	2
			Gomphonema intricatum var. vibrio	282	5	2
			Gomphonema minutum	283	4	1
			Gomphonema olivaceum	284	5	3
			Gomphonema olivaceum var. olivaceoides	285	5	2

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

분류군				번호	S	V
			Navicula goeppertiana	331	4	1
			Navicula gregaria	332	4	1
			Navicula intermedia	333	5	3
			Navicula lanceolata	334	5	3
			Navicula lundii	335	5	3
			Navicula medioconvexa	336	5	3
			Navicula menisculus	337	5	3
			Navicula meniscus	338	5	3
			Navicula microcephala	339	5	3
			Navicula minima	340	1	3
			Navicula minuscula	341	3	1
			Navicula minuscula var. muralis	342	5	3
			Navicula mutica	343	5	3
			Navicula neoventricosa	344	5	3
			Navicula notha	345	5	3
			Navicula peregrina	346	5	3
			Navicula perminuta	347	4	1
			Navicula protracta	348	5	3
			Navicula pseudolanceolata	349	5	3
			Navicula pupula	350	5	3
			Navicula pygmaea	351	5	3
			Navicula radiosa	352	5	3
			Navicula radiosafallax	353	5	3
			Navicula recens	354	5	3
			Navicula reichardtiana	355	5	3
			Navicula rhynchocephala	356	5	3
			Navicula saprophila	357	4	1
			Navicula schroeteri	358	5	3
			Navicula seminuloides	359	5	3
			Navicula seminuloides	360	5	3
			Navicula seminulum	361	4	1
			Navicula stroemii	362	5	3
			Navicula subminuscula	363	4	3
			Navicula subtilissima	364	5	3
			Navicula symmetrica	365	5	3
			Navicula tenelloides	366	5	3
			Navicula tenera	367	5	3
			Navicula tripunctata	368	5	3
			Navicula trivialis	369	4	2
			Navicula tuscula	370	5	3
			Navicula veneta	371	5	3
			Navicula viridula	372	2	2
			Navicula viridula var. linearis	373	5	3
			Navicula viridula var. rostellata	374	3	1
			Navicula yuraensis	375	5	3
			Navicula zanoni	376	5	3
			Navicula	377	5	3

분류군				번호	S	V
		베틀북돌말속 Neidium	*Neidium affine*	378	5	3
			Neidium ampliatum	379	5	3
			Neidium iridis	380	5	3
			Neidium	381	5	3
		빗살돌말속 Pinnularia	*Pinnularia anglica*	382	5	3
			Pinnularia appendiculata	383	5	3
			Pinnularia borealis	384	5	3
			Pinnularia braunii	385	5	3
			Pinnularia braunii var. amphicephala	386	5	3
			Pinnularia divergens	387	5	3
			Pinnularia gibba	388	5	3
			Pinnularia interrupta	389	5	3
			Pinnularia maior	390	5	3
			Pinnularia microstauron	391	5	3
			Pinnularia microstauron var. brebissonii	392	5	3
			Pinnularia subcapitata	393	5	3
			Pinnularia viridis	394	5	3
		갯나선돌말속 Pleurosigma	*Pleurosigma angulatum*	395	5	1
			Pleurosigma	396	5	1
		볼록반달돌말속 Reimeria	*Reimeria sinuata*	397	1	3
		가지돌말속 Rhoicosphenia	*Rhoicosphenia abbreviata*	398	3	1
			Rhoicosphenia	399	5	2
		십자돌말속 Stauroneis	*Stauroneis acuta*	400	5	3
			Stauroneis anceps	401	5	3
			Stauroneis javanica	402	5	3
			Stauroneis nobilis	403	5	3
			Stauroneis phoenicenteron	404	5	3
			Stauroneis	405	5	3
	방패돌말과 Surirellaceae	깍지돌말속 Cymatopleura	*Cymatopleura elliptica*	406	4	1
			Cymatopleura solea	407	4	1
			Cymatopleura	408	4	1
		지렁이돌말속 Stenopterobia	*Stenopterobia*	409	4	1
		방패돌말속 Surirella	*Surirella amphioxys*	410	4	3
			Surirella angusta	411	4	1
			Surirella biseriata	412	4	3
			Surirella brebissonii	413	4	3
			Surirella linearis	414	4	3
			Surirella minuta	415	5	3
			Surirella ovalis	416	4	3
			Surirella pantocsekii	417	4	3
			Surirella robusta	418	4	3
			Surirella splendida	419	4	3
			Surirella tenera	420	4	3
			Surirella	421	4	3

2) 평가결과

◦ 환경부 수생태 건강성 관측 자료에서 부착조류의 과거 10년(2008년~2017년)간 금강 본류 12개 구간과 금강 지류 11개 구간의 연간 2회씩, 총 20회의 자료를 분석함

- 금강본류의 B금강33 지점의 조사주기는 매년조사에서 3년 이상의 조사시기로 변경되어 2017년에는 미조사 되었음

- 금강지류의 조사주기는 매년조사에서 3년 이상의 조사시기로 변경되어 2017년에는 미조사 되었으며, 다음조사는 2019년에 있을 예정임

◦ 금강 본류와 지류에서 과거 10년간 조사된 부착조류의 종은 총 108~248종으로 매년 본류에서 98~213종, 지류에서 84~177종이 조사되었으며, 이 중 35종은 매년 1회 이상 출몰하는 것으로 조사되었음

◦ 부착조류 종수는 금강 본류의 경우 사업 전 일정수준을 유지하다가 1단계 모니터링 기간 동안 감소하는 경향을 보였고 2015년부터 다소 증가추세를 보였으며, 금강 지류의 경우 2008년 이후 계속 감소추세를 보이다 2015년부터 증가하는 경향이 나타났음

- 2014년의 경우 본류 98종, 지류 84종으로 최저치를 기록하였고, 2016년까지 증가하다가 본류의 경우 2017년에 일부 감소함

◦ 부착조류 개체밀도는 전체적으로 증가추세를 나타내고 있으며, 본류의 경우 2013년까지 낮은 개체밀도를 보이다가 2014년부터 증가추세를 보이며 회차별로 증감을 반복하고 있고, 2017년 2차 조사에서는 기존보다 낮은 개체밀도를 보임

- 2014년 본류 개체밀도의 급격한 증가는 B갑천7과 B금강20지점이 급격히 증가하여 평균 수치가 높아진 것으로 나타났으며, 이 두 지점을 제외할 경우 2012~2013년과 유사한 것으로 평가

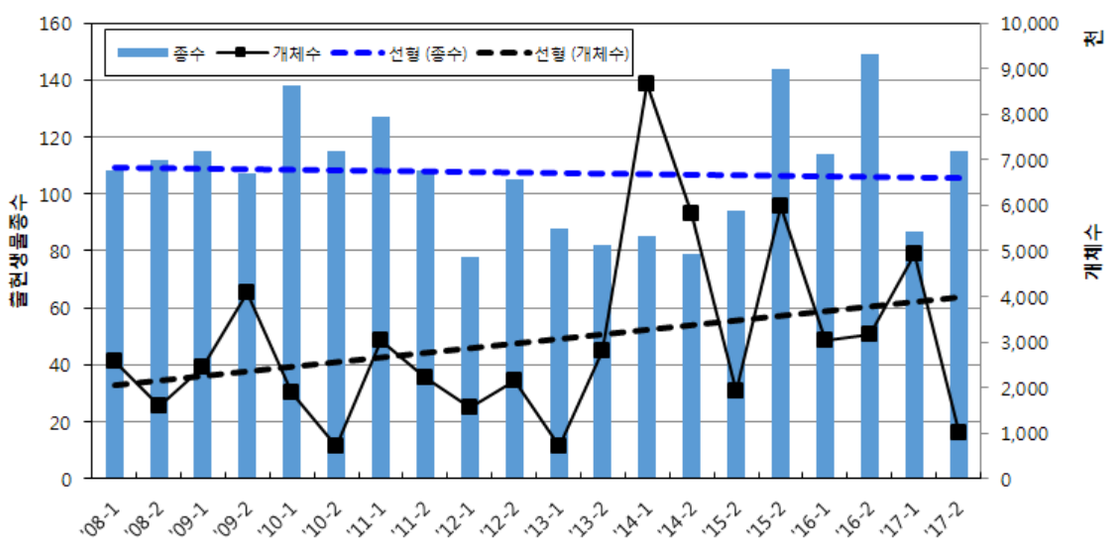
◦ 지류의 경우 회차별로 증감을 반복하고 있는 것으로 나타났으나, 대체로 증가하는 경향을 보이고 있으며, 2014년 2회차 및 2015년 2회차에 급격히 증가하여 평균 수치가 높아졌다가 2016년에 다소 감소한 것으로 나타남

- 2014년 지류 개체밀도의 급격한 증가는 B갑천5와 B금천B2지점이 급격히 증가하여 평균 수치가 높아진 것으로 나타났으며, 2015년의 경우 모든 지점에서 대체로 높아진 것으로 나타남

[표 3-21] 10년간 금강본류의 부착조류 종수 및 개체밀도

년도	회차	출현생물종수		개체밀도 (cell/cm^2)		
		회차별	전체	최저	평균	최대
2008	1	108	130	46,924	285,538	601,090
	2	112		11,294	178,483	433,524
2009	1	115	137	70,952	244,034	634,129
	2	107		12,141	408,217	1,233,792
2010	1	138	213	26,478	158,420	347,520
	2	115		1,451	72,440	225,600
2011	1	127	168	5,000	252,032	600,000
	2	108		6,809	184,852	650,980
2012	1	78	160	34,170	131,729	262,216
	2	105		13,183	179,074	663,230
2013	1	88	121	27,710	60,333	139,392
	2	82		50,592	234,103	663,230
2014	1	85	98	15,455	721,546	3,406,650
	2	79		11,680	483,527	2,365,729
2015	1	94	180	35,654	159,600	416,000
	2	144		204,072	498,032	1,514,518
2016	1	114	191	47,003	252,173	1,061,088
	2	149		668,272	265,032	598,442
2017	1	87	143	9,068	449,670	2,617,729
	2	115		9,070	90,385	333,333

※ 본류 지점 중 B금강33 지점은 일반 측정지점으로 2017년에는 조사가 이루어지지 않음

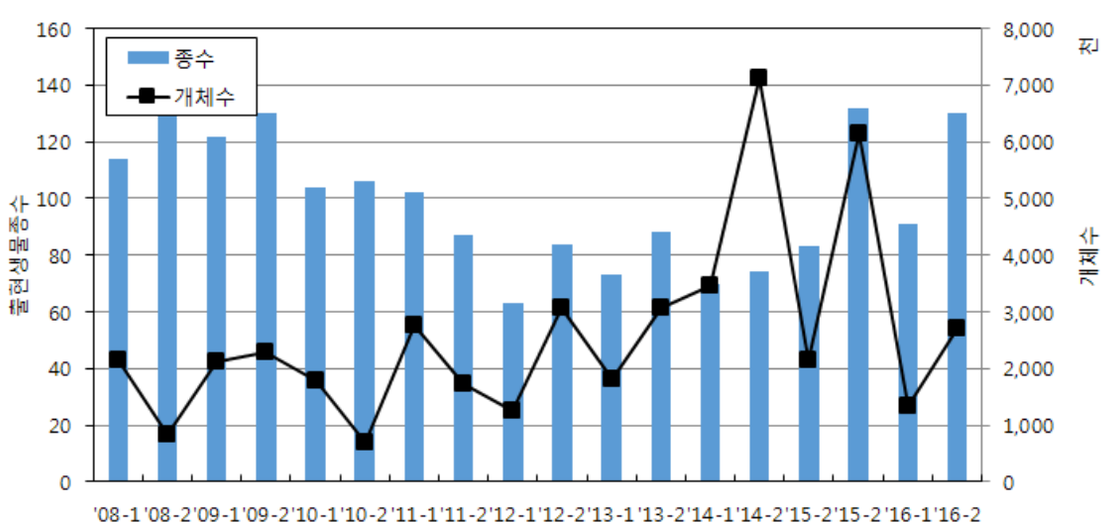


[그림 3-50] 10년간 금강본류 부착조류 종수 및 개체밀도 변화

[표 3-22] 9년간 금강지류의 부착조류 종수 및 개체밀도

년도	회차	출현생물종수		개체밀도 (cell/cm^2)		
		회차별	전체	최저	평균	최대
2008	1	114	172	85,820	194,409	354,554
	2	144		11,182	75,270	244,939
2009	1	122	173	84,645	192,131	351,566
	2	130		11,182	207,207	1,166,400
2010	1	104	169	32,130	163,460	291,874
	2	106		3,589	63,751	187,520
2011	1	102	125	27,076	252,208	1,488,834
	2	87		42,253	157,792	290,926
2012	1	63	125	34,546	112,904	321,500
	2	84		83,696	280,272	528,281
2013	1	73	116	21,516	175,263	1,225,920
	2	88		83,696	303,843	528,281
2014	1	70	84	14,749	330,216	1,458,428
	2	74		9,600	674,620	2,772,580
2015	1	83	165	30,151	225,157	1,083,200
	2	132		104,867	619,830	1,642,293
2016	1	99	177	31,610	140,656	554,511
	2	144		18,996	263,873	806,374

※ 지류 지점은 모두 일반 측정지점으로 2017년에는 조사가 이루어지지 않음



[그림 3-51] 9년간 금강지류 부착조류 종수 및 개체밀도 변화

◦ 금강본류에서 지난 10년간 조사지점별 부착조류의 종수와 개체수를 분석함

- 금강본류의 관측종수는 하류로 갈수록 감소하는 경향을 보였으며 대부분의 지점에서 사업 전 에 비해 1단계 모니터링 기간에 감소하는 경향을 보였고 2015년 이후 증가하는 경향이 나타남

- 금강본류의 출현개체밀도는 하류로 갈수록 대체로 감소하는 경향을 보이고 있으며, 지점별로 B갑천7, B금강20은 2014년 급격히 증가했다가 감소추세를 보였고, B금강29는 2017년 1차 조사에서 급격히 증가한 것으로 나타남

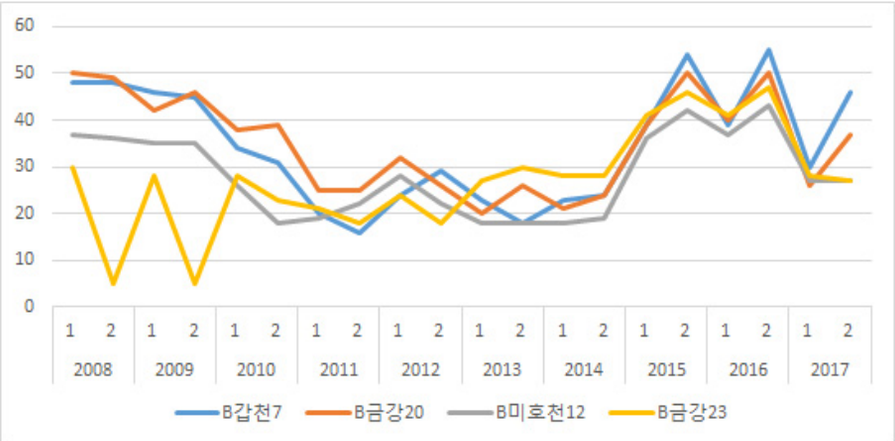
[표 3-23] 10년간 금강본류 지점별 부착조류 종수

조사 시기	B갑천 7	B금강 20	B미호천 12	B금강 23	B금강 26	B금강 29	B금강 30	B금강 31	B금강 32	B논산천 6	B금강 33	B금강 34
2008	49	50	37	33	57	55	-	-	45	60	-	56
2009	49	48	38	31	50	51	51	-	36	46	-	47
2010	57	67	42	47	59	61	48	20	36	39	28	40
2011	27	35	32	30	35	33	24	24	40	35	44	43
2012	45	47	38	35	30	46	34	41	44	42	48	51
2013	35	41	32	45	43	35	37	44	31	35	35	21
2014	25	24	19	28	29	23	23	35	24	37	31	16
2015	81	75	67	75	75	73	68	39	38	46	42	33
2016	81	76	68	75	76	73	44	47	49	44	50	43
2017	56	44	42	44	23	43	34	33	36	39	-	58

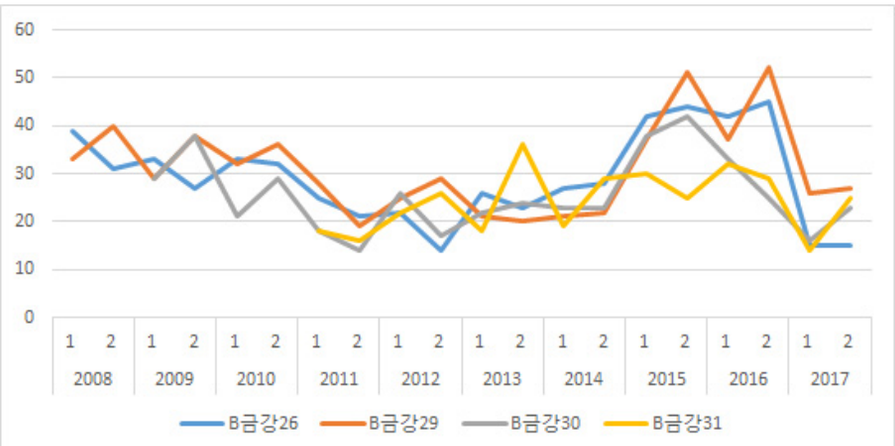
[표 3-24] 10년간 금강본류 지점별 부착조류 개체밀도

(단위 : 천 cell/㎠)

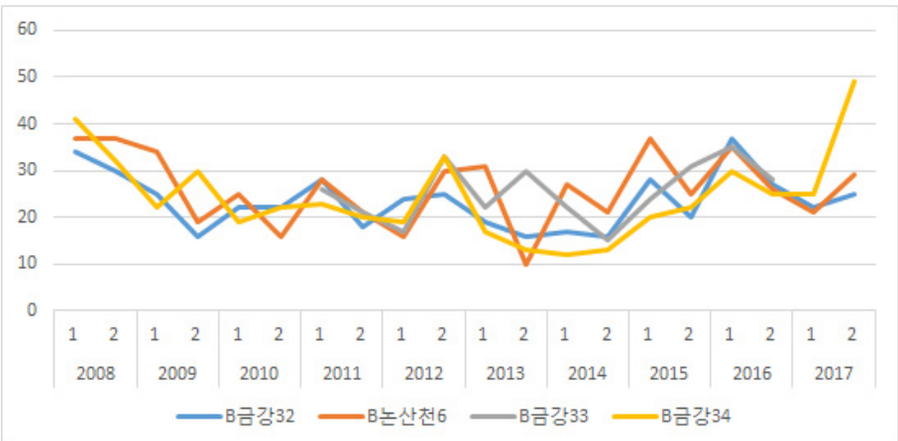
조사 시기	B갑천 7	B금강 20	B미호천 12	B금강 23	B금강 26	B금강 29	B금강 30	B금강 31	B금강 32	B논산천 6	B금강 33	B금강 34
2008	791	659	434	1,023	253	305	-	-	372	269	-	70
2009	767	604	432	1,056	206	261	299	-	1,107	486	-	1,305
2010	210	148	116	74	190	106	28	232	563	473	188	298
2011	972	655	691	197	185	278	12	419	562	568	384	320
2012	577	718	218	122	593	367	137	126	116	221	254	281
2013	363	718	178	125	444	312	111	394	146	368	231	143
2014	4,092	5,772	304	483	511	1,120	435	477	371	403	313	180
2015	976	1,569	252	264	452	500	303	1,036	515	1,014	513	498
2016	1,729	1,422	652	546	550	636	77	68	109	124	216	77
2017	805	901	249	249	21	2,688	33	31	383	227	-	165



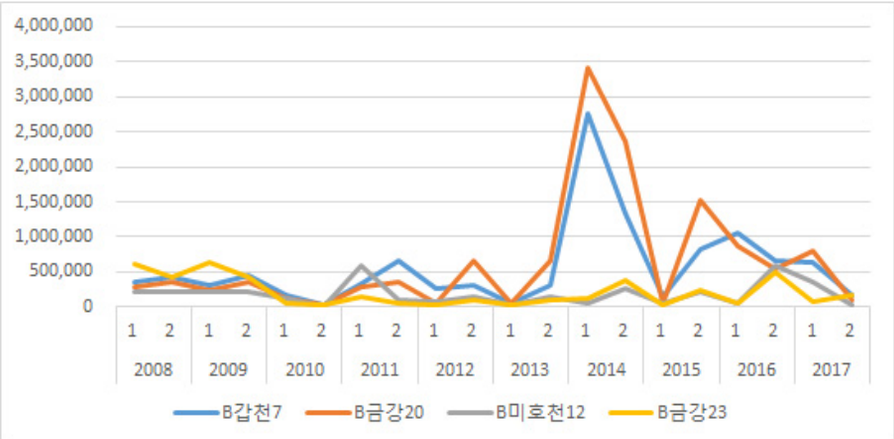
[그림 3-52] 금강본류 지점별, 조사시기별 부착조류 관측 종수 변화(1)



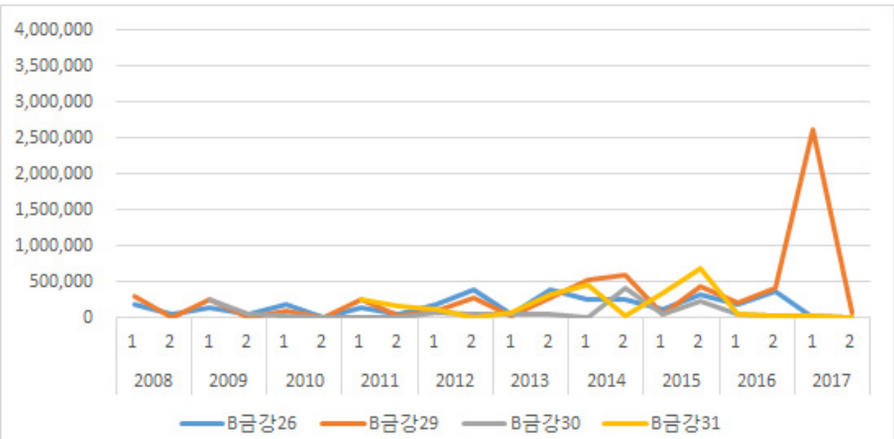
[그림 3-53] 금강본류 지점별, 조사시기별 부착조류 관측 종수 변화(2)



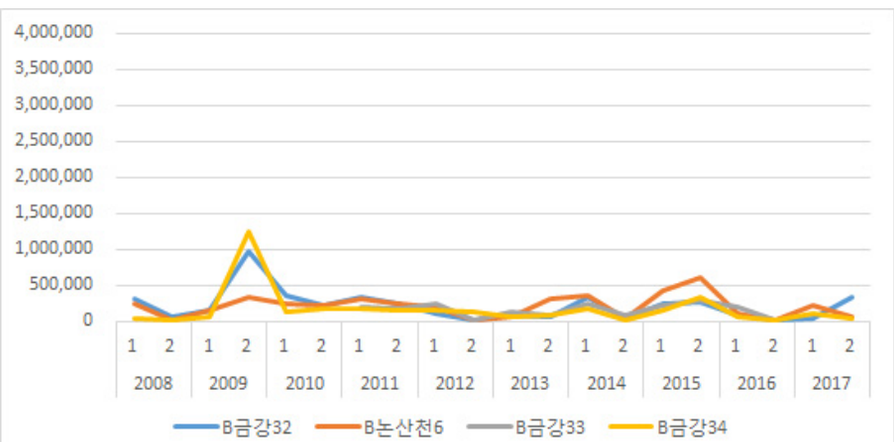
[그림 3-54] 금강본류 지점별, 조사시기별 부착조류 관측 종수 변화(3)



[그림 3-55] 금강본류 지점별, 조사시기별 부착조류 개체밀도 변화(1)



[그림 3-56] 금강본류 지점별, 조사시기별 부착조류 개체밀도 변화(2)



[그림 3-57] 금강본류 지점별, 조사시기별 부착조류 개체밀도 변화(3)

◦ 금강지류에서 지난 9년간 조사지점별 부착조류의 종수와 개체수를 분석함

- 금강지류에서의 관측종수는 사업 전에 비해 1단계 모니터링 기간에 감소하는 경향을 보였고 2015년 이후 대체로 증가하는 경향이 나타났지만 B논산천5의 경우는 변화가 적었으며 B은산천은 2015년에 잠시 증가하다가 다시 감소하였음

- 금강지류에서의 출현개체밀도는 매년 증감을 반복하다 대체로 2014년에 급격히 증가하였고, 지점별로 B석성천3은 2009년 증가하였다가 감소한 후 2015년에 다시 증가하였으며 B미호천10은 2011년에 급격히 증가하였다가 감소하여 비슷한 변화추세를 보였음

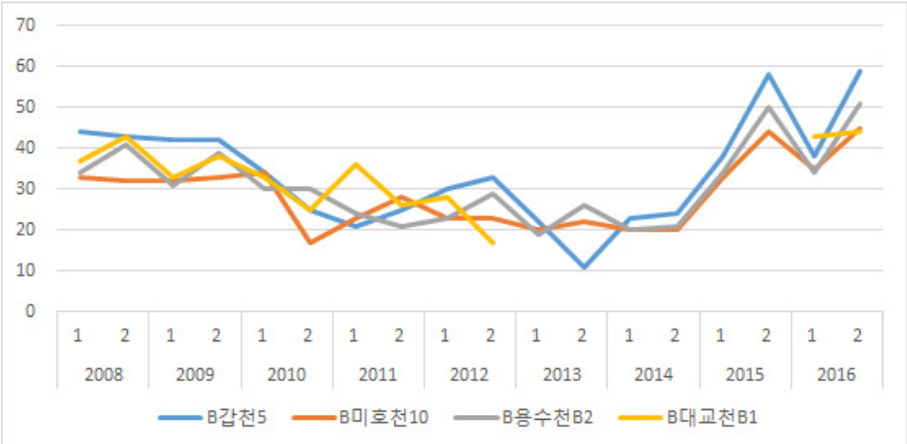
[표 3-25] 9년간 금강지류 지점별 부착조류 종수

조사 시기	B갑천 5	B미호천 10	B용수천 B2	B대교천 B1	B정안천 3	B유구천 4	B지천 7	B은산천	B금천 B2	B석성천 3	B논산천 5
2008	44	33	59	69	62	65	48	74	66	43	54
2009	45	35	56	63	56	56	44	67	60	44	50
2010	53	45	56	56	58	56	49	51	26	24	37
2011	32	36	36	48	43	38	33	38	40	23	41
2012	51	39	44	37	40	42	38	32	45	44	35
2013	28	35	37	-	41	36	36	29	39	38	47
2014	24	20	21	-	29	20	25	18	23	42	44
2015	79	67	72	-	83	75	72	61	75	34	44
2016	79	69	72	74	84	75	72	40	47	46	45

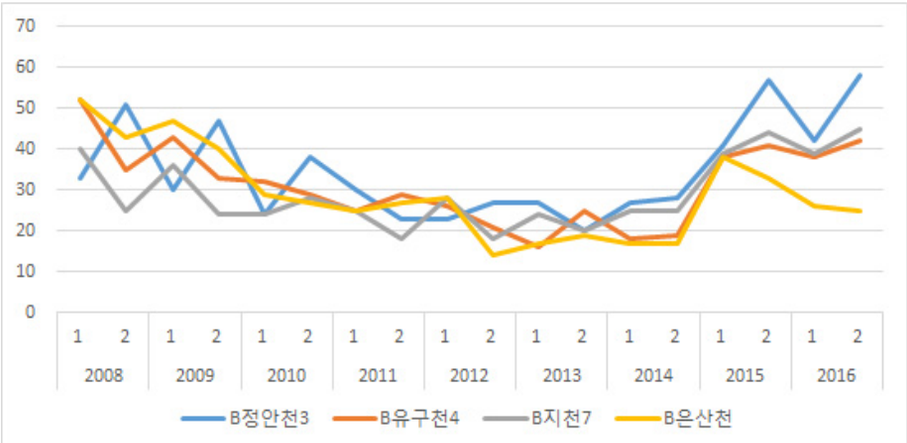
[표 3-26] 9년간 금강지류 지점별 부착조류 개체밀도

(단위 : 천 cell/㎠)

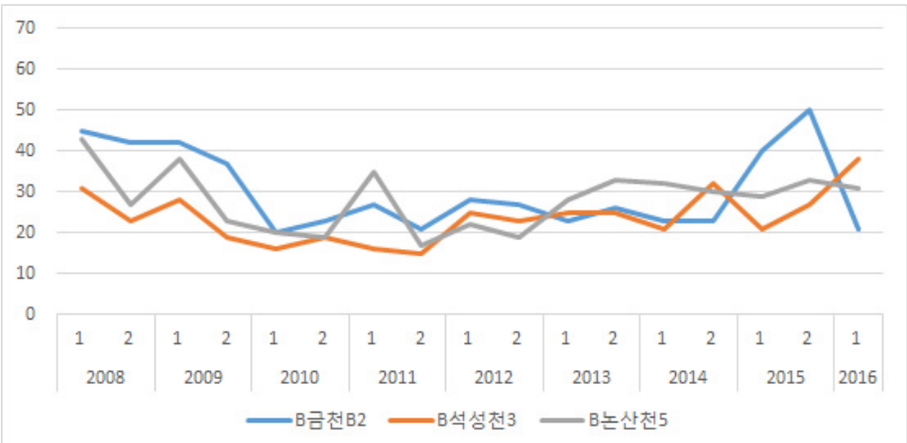
조사 시기	B갑천 5	B미호천 10	B용수천 B2	B대교천 B1	B정안천 3	B유구천 4	B지천 7	B은산천	B금천 B2	B석성천 3	B논산천 5
2008	344	441	189	414	113	220	152	253	412	209	219
2009	354	463	178	406	110	214	154	253	403	1,303	554
2010	463	38	175	208	152	250	161	86	461	239	266
2011	203	1,581	422	368	201	453	230	110	285	273	384
2012	633	173	545	474	202	538	626	176	172	438	348
2013	565	181	491	0	176	529	567	146	130	658	1,434
2014	4,231	623	575	0	247	1,654	98	1,029	1,860	197	62
2015	1,728	412	558	0	156	717	371	243	1,032	1,298	1,776
2016	1,361	556	633	332	461	442	214	154	90	64	144



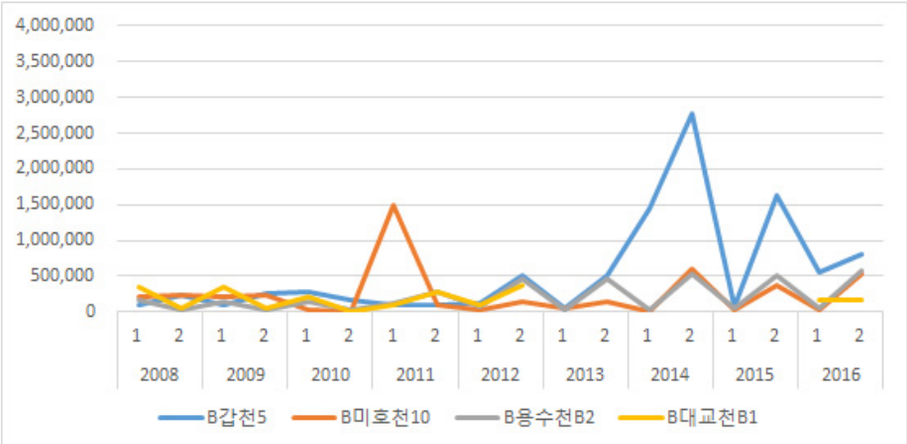
[그림 3-58] 금강지류 지점별, 조사시기별 부착조류 관측 종수 변화(1)



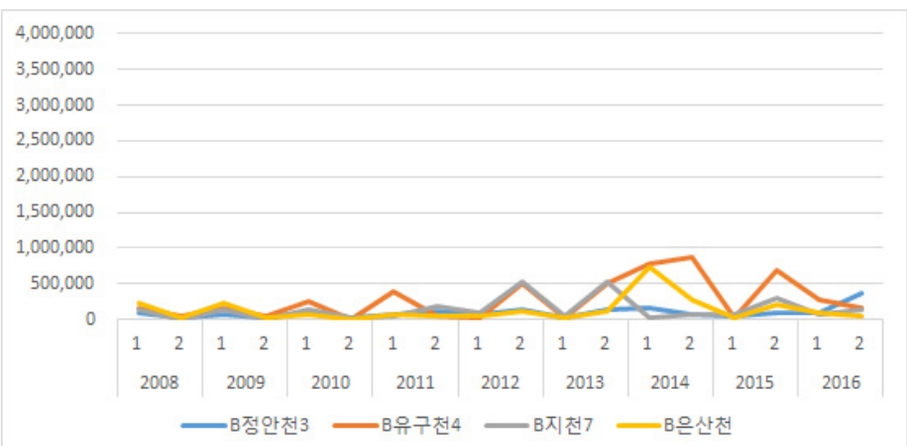
[그림 3-59] 금강지류 지점별, 조사시기별 부착조류 관측 종수 변화(2)



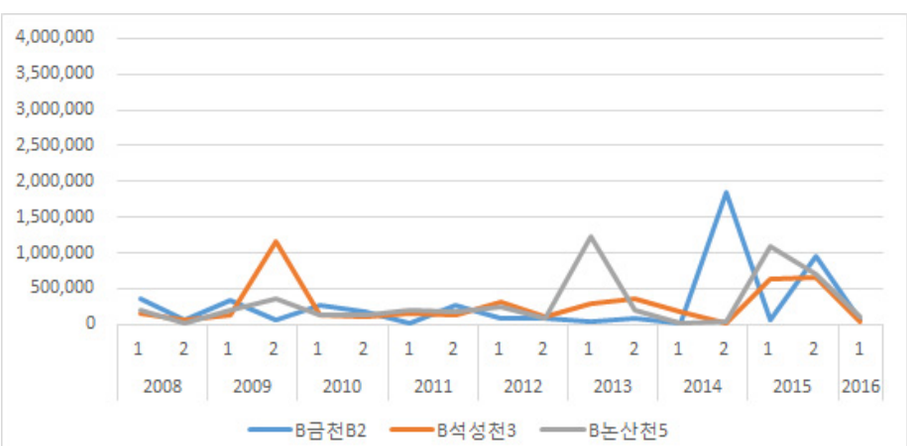
[그림 3-60] 금강지류 지점별, 조사시기별 부착조류 관측 종수 변화(3)



[그림 3-61] 금강지류 지점별, 조사시기별 부착조류 관측 개체밀도 변화(1)



[그림 3-62] 금강지류 지점별, 조사시기별 부착조류 관측 개체밀도 변화(2)

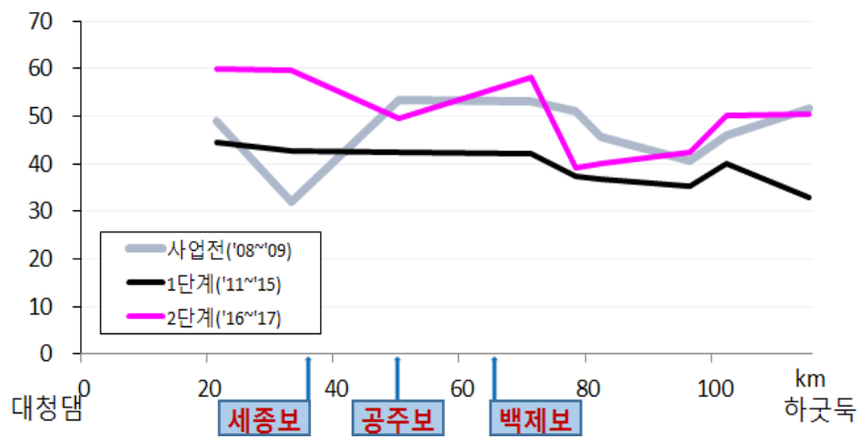


[그림 3-63] 금강지류 지점별, 조사시기별 부착조류 관측 개체밀도 변화(3)

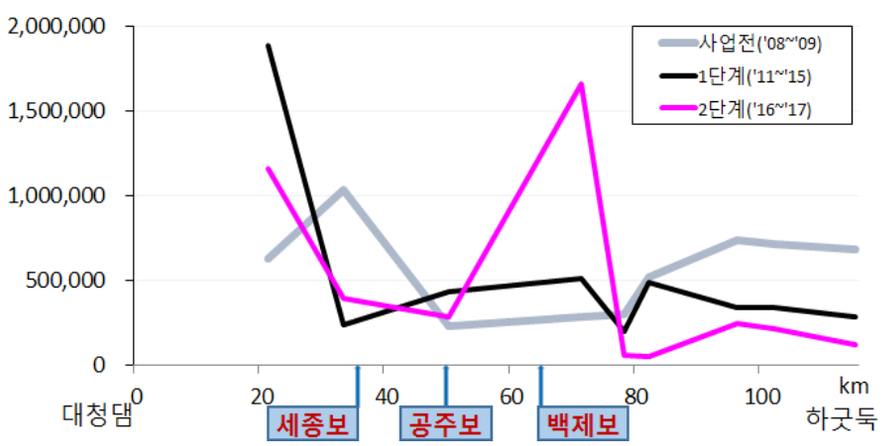
◦ 금강본류의 유하거리에 따른 부착조류의 관측 종수 변화는 1단계 모니터링의 경우 보 구간까지 일정한 수준을 유지하다 백제보 이후 감소하는 경향이 나타났고, 2단계 모니터링의 경우 1단계 모니터링에 비해 보 구간까지 많은 종수를 보이다 백제보가 설치 된 구간에서 관측 종수의 급격한 감소 현상이 나타남

◦ 개체밀도는 세종보 상류의 경우 사업전보다 오히려 개체밀도가 높게 나타났으나, 1단계 및 2단계 모니터링 시 세종보 이후 급격한 감소가 일어났고, 백제보 이후 다시 급격한 감소현상이 일어남. 2단계 모니터링 기간인 2016년의 경우 1단계에 비해 백제보 이후 개체밀도 감소가 더욱 급격하게 나타남

◦ 하천환경 변화로 종수의 급격한 감소 지역과 개체수의 급격한 감소 지역이 일부 상이하게 나타났으며, 이와 같은 부착조류의 종수와 개체밀도의 감소는 금강정비사업이 하천에 미치는 충격이 컸음을 보여주고 있음



[그림 3-64] 유하거리에 따른 사업 전·후 부착조류 관측 종수 변화



[그림 3-65] 유하거리에 따른 사업 이후 부착조류 관측 개체밀도 변화

◦ 2008년 1차 관측 시 *Navicula mutica, Cyclotella atomus*의 밀도가 가장 높게 나타났으며, 2차 관측 시 *Navicula protracta, Fragilaria crotonensis*의 밀도가 높게 나타났음

◦ 2009년 1차 관측 시 *Navicula mutica, Cyclotella atomus*의 밀도가 가장 높게 나타나 2008년 1차 관측결과와 유사한 경향을 보였으며, 2차 관측 시 *Achnanthes impexa, Nitzschia bryophila, Achnanthes(other), Nitzschia inconspicua*의 밀도가 높게 나타났음

◦ 2010년 1차 관측 시 종별 관측 밀도의 편차가 크지 않았으며, *Achnanthes subhudsonis, Navicula contenta*와 *Nitzschia palea*이 높게 나타났고, 2차 관측 시 *Gomphonema inaequilongum, Stephanodiscus hantzschii, Achnanthes adnata*가 높게 나타났음

◦ 2011년 1차 관측 시 *Fragilaria pinnata, Navicula cryptocephala, Gomphonema parvulum*이 높게 나타났고, 2차 관측 시 *Achnanthes subhudsonis, Achnanthes convergens*와 *Melosira varians*이 높게 나타났음

◦ 2012년 1차 관측 시 *Nitzschia commutata, Navicula cryptotenella, Navicula accomoda*이 높게 나타났고, 2차 관측 시 *Achnanthes convergens, Gomphonema clevei*와 *Navicula viridula var. rostellata*가 높게 나타났음

◦ 2013년 1차 관측 시 *Fragilaria ulna*이 높게 나타났고, 2차 관측 시 *Cyclotella atomus*과 *Fragilaria pinnata*가 높게 나타났음

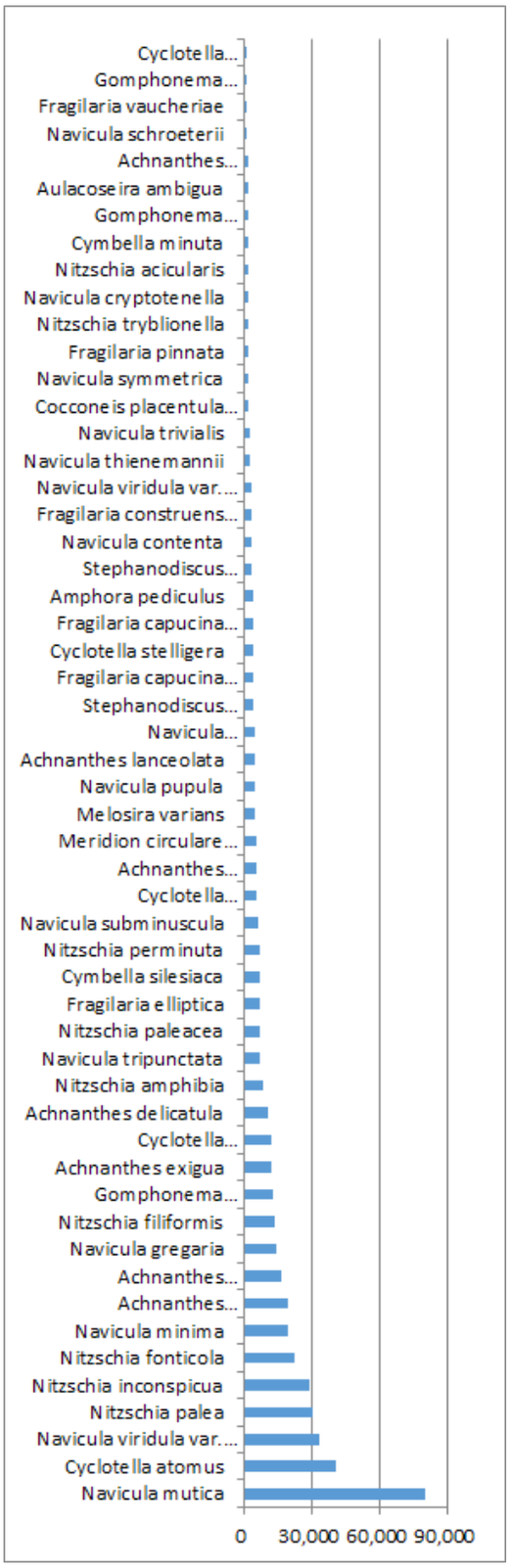
◦ 2014년 1차 관측 시 *Synedra ulna var. contracta*와 *Cyclotella meneghiniana*가 높게 나타났고, 2차 관측 시 *Synedra ulna var. contracta*가 높게 나타났음

◦ 2015년 1차 관측 시 *Cyclotella meneghiniana*와 *Aulacoseira granulata*가 높게 나타났고, 2차 관측 시 *Aulacoseira granulata*가 높게 나타났음

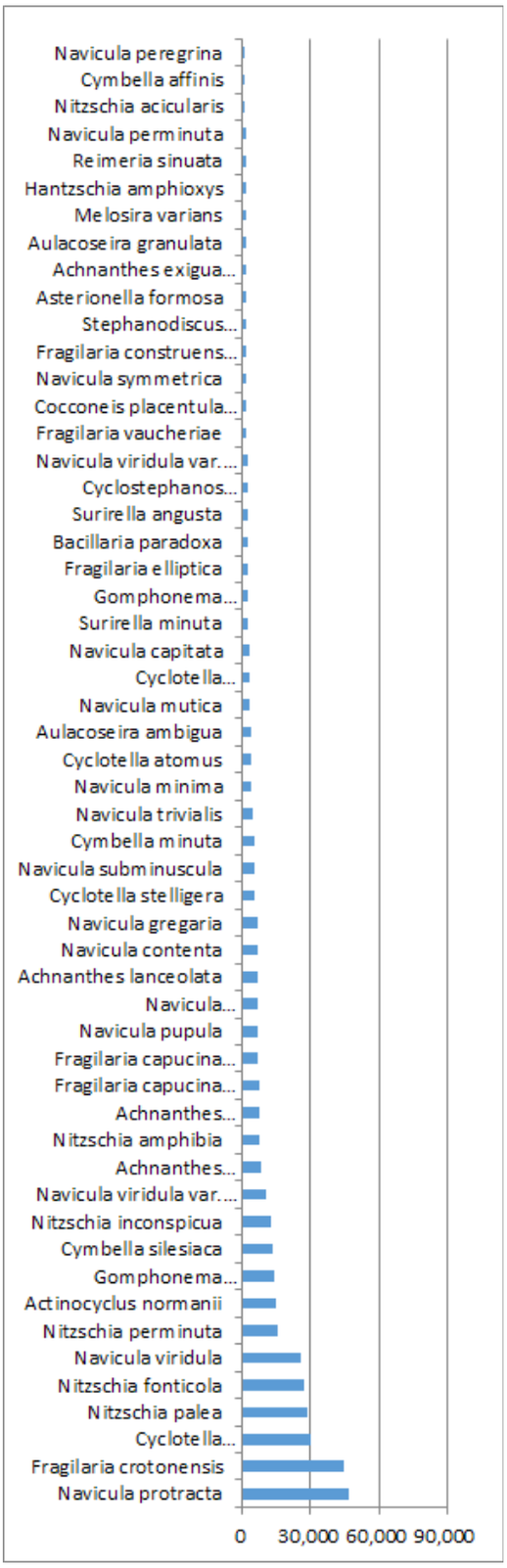
◦ 2016년 1차 관측 시 *Achnanthes convergens*와 *Cyclotella meneghiniana*가 높게 나타났고, 2차 관측 시 *Achnanthes convergens, Achnanthes subhudsonis, Cyclotella meneghiniana*가 높게 나타났음

◦ 2017년 1차 관측 시 *Nitzschia palea*, *Fragilaria construens f. venter*가 높게 나타났고, 2차 관측 시 *Achnanthes convergens*, *Fragilaria pinnata*가 높게 나타났음

  - 지점별로 금강하류를 제외한 거의 모든 지점에서 *Fragilaria construens f. venter*가 가장 우점 하였고, B금강29 지점에서는 *Nitzschia palea*가 최대 밀도를 보였음

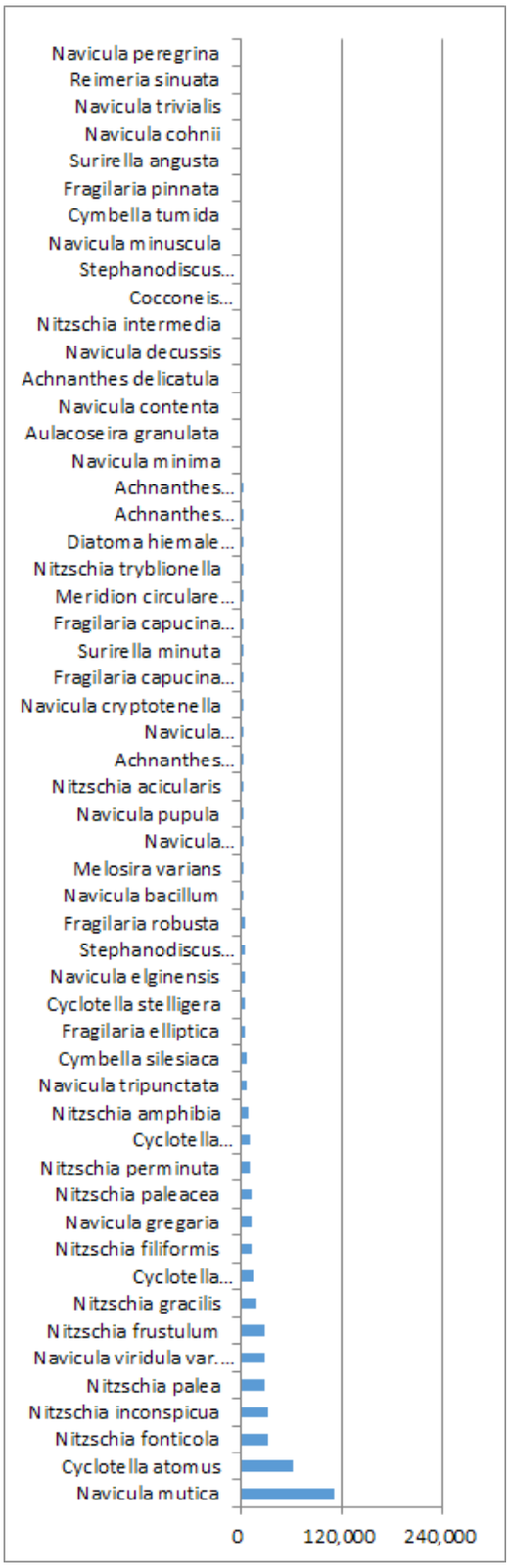


2008년 1차

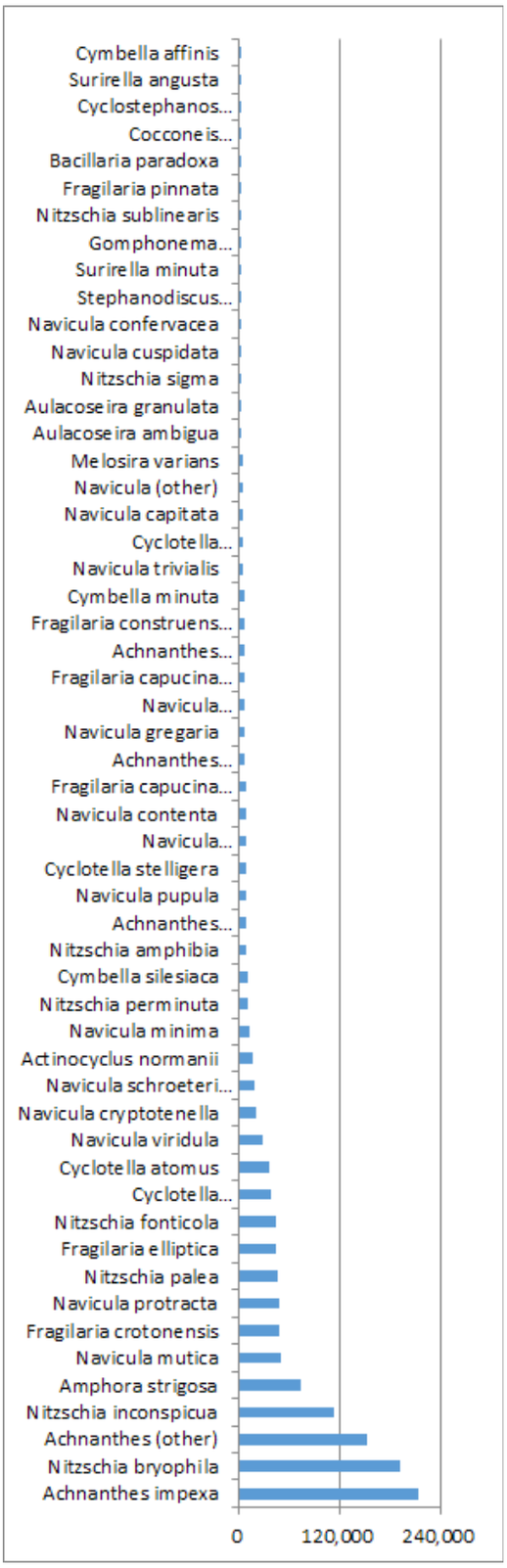


2008년 2차

[그림 3-66] 금강본류 2008년 주요 부착조류 평균밀도(cell/㎠)

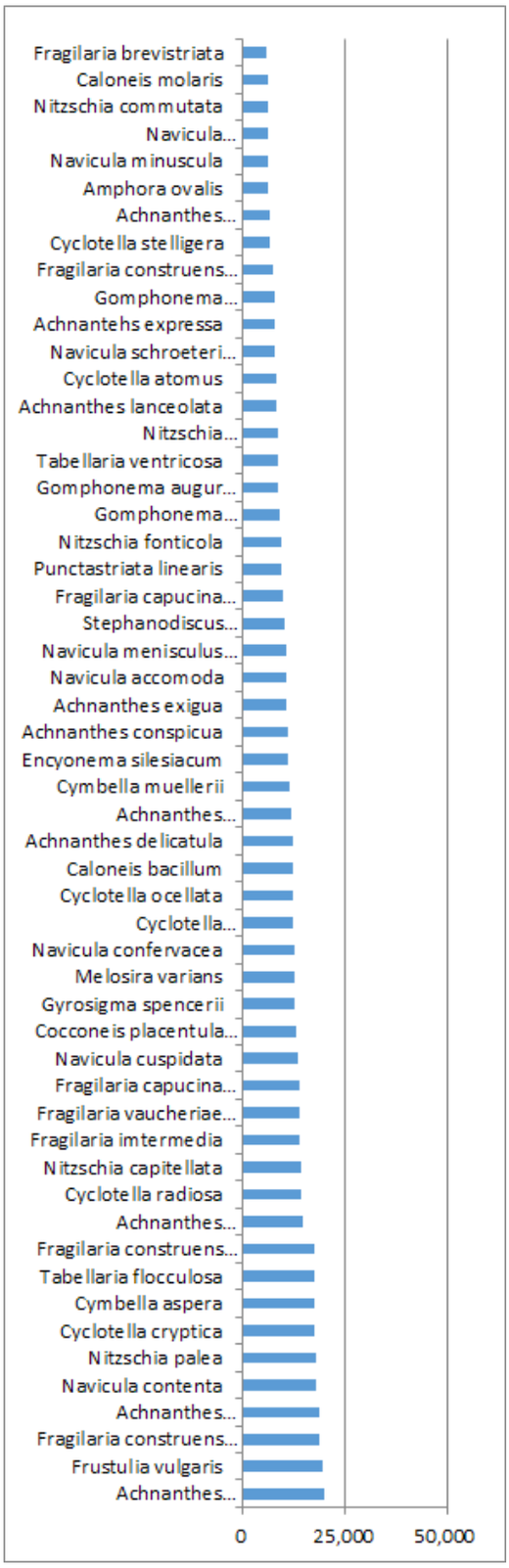


2009년 1차

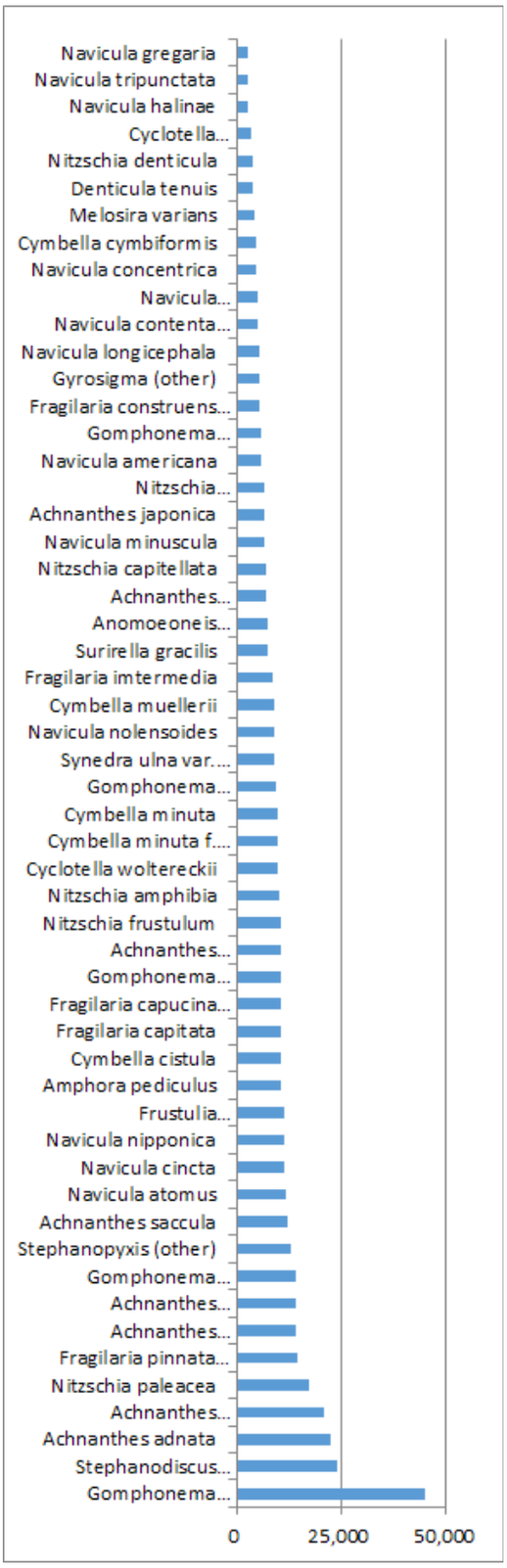


2009년 2차

[그림 3-67] 금강본류 2009년 주요 부착조류 평균밀도(cell/㎠)



2010년 2차

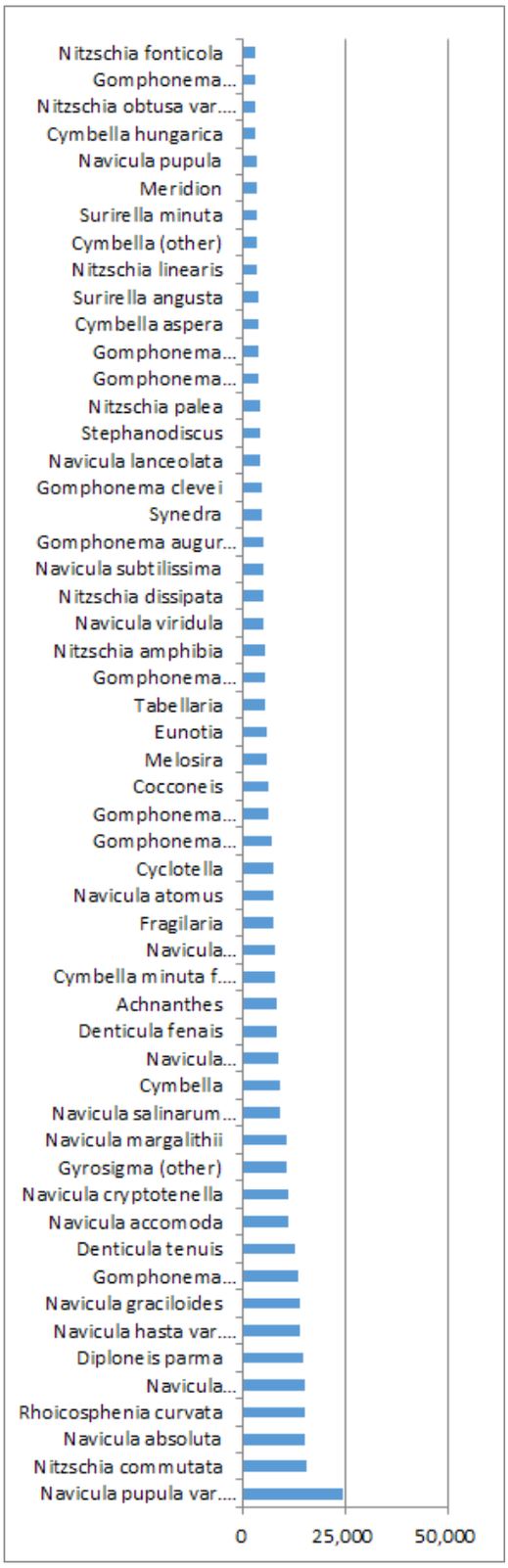


2010년 2차

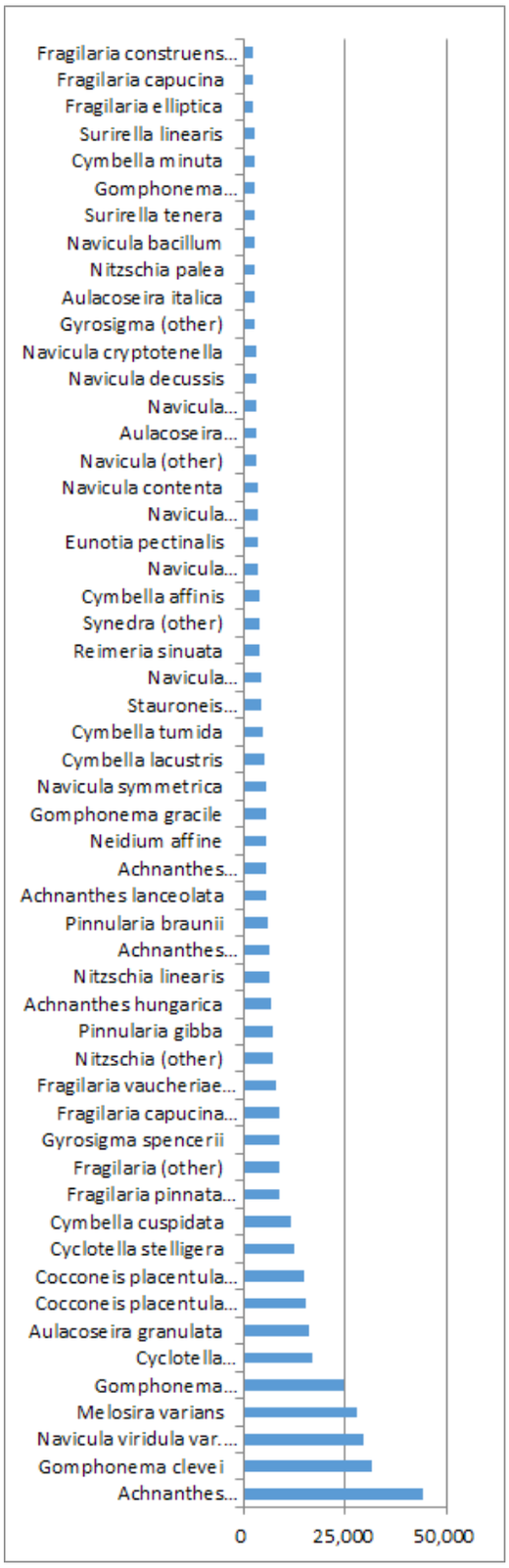
[그림 3-68] 금강본류 2010년 주요 부착조류 평균밀도(cell/㎠)

2011년 1차 2011년 2차

[그림 3-69] 금강본류 2011년 주요 부착조류 평균밀도(cell/㎠)

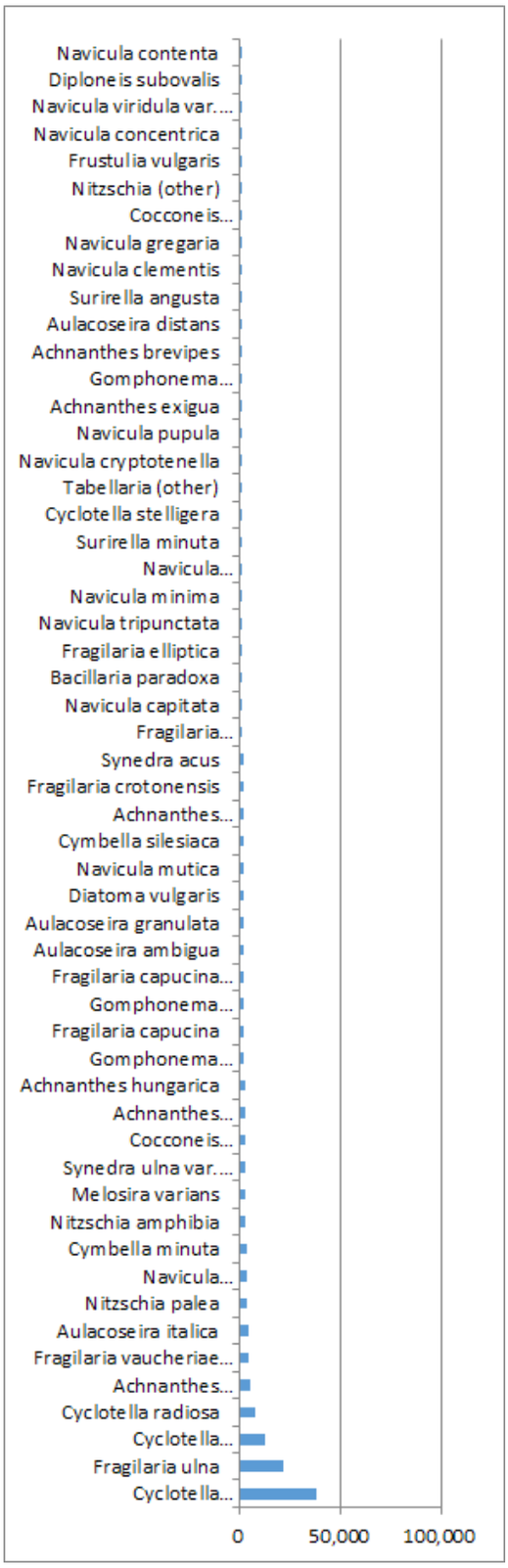


2012년 1차



2012년 2차

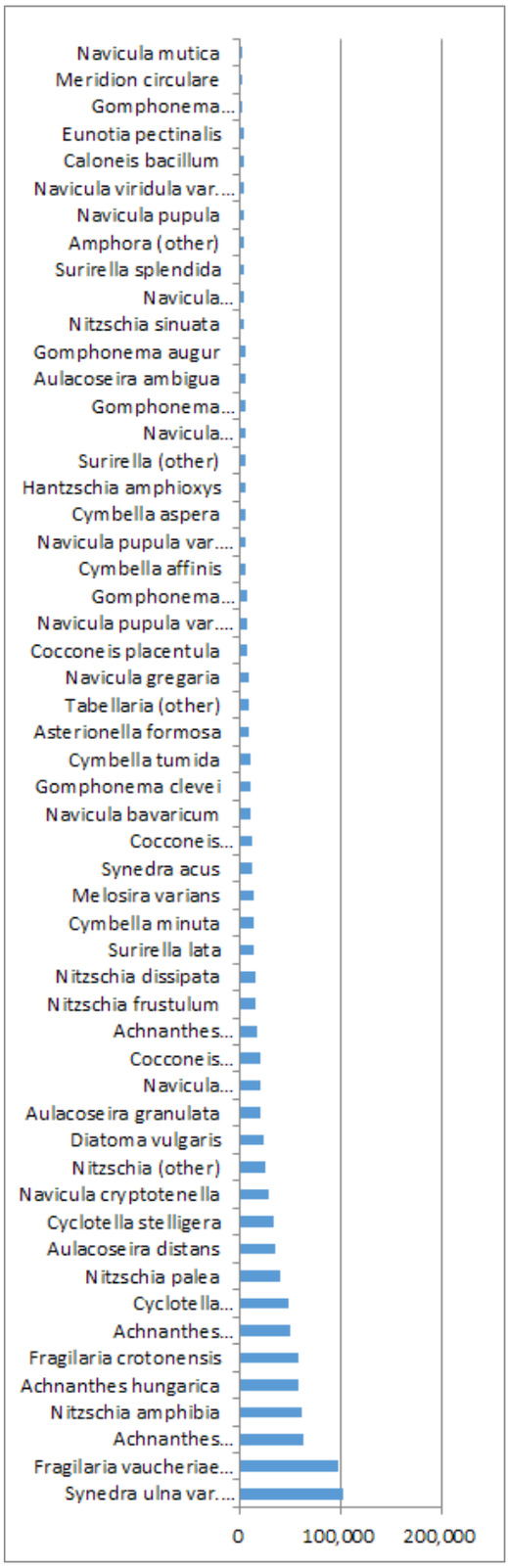
[그림 3-70] 금강본류 2012년 주요 부착조류 평균밀도(cell/㎠)



2013년 1차 2013년 2차

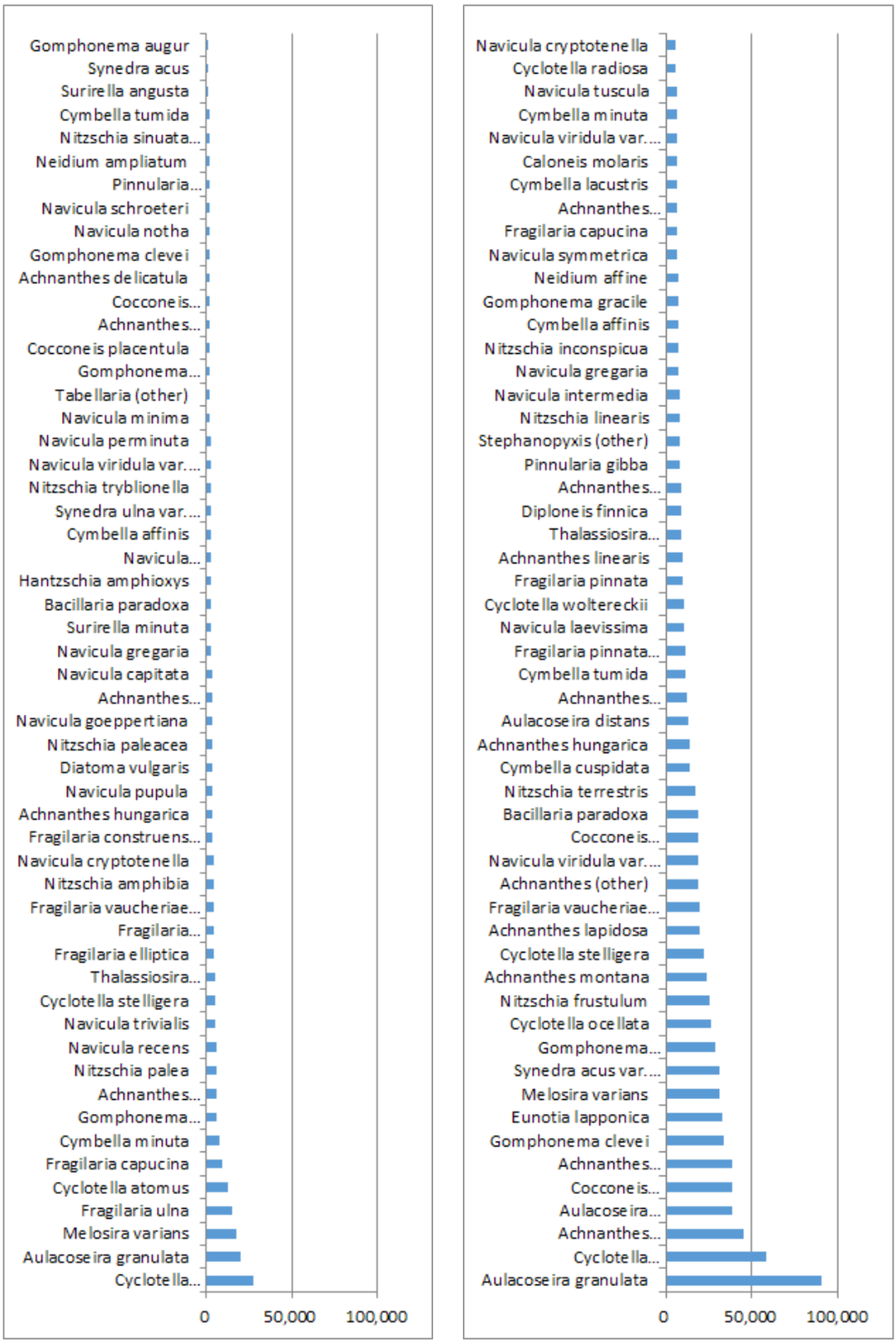
[그림 3-71] 금강본류 2013년 주요 부착조류 평균밀도(cell/㎠)

2014년 1차



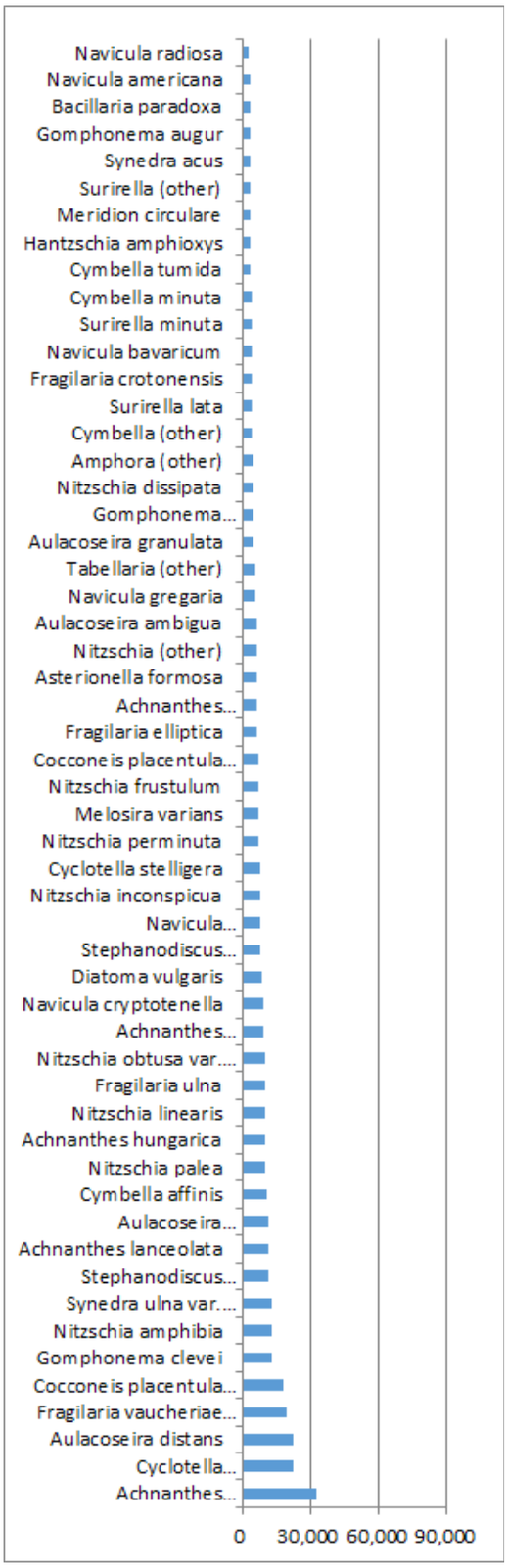
2014년 2차

[그림 3-72] 금강본류 2014년 주요 부착조류 평균밀도(cell/㎠)

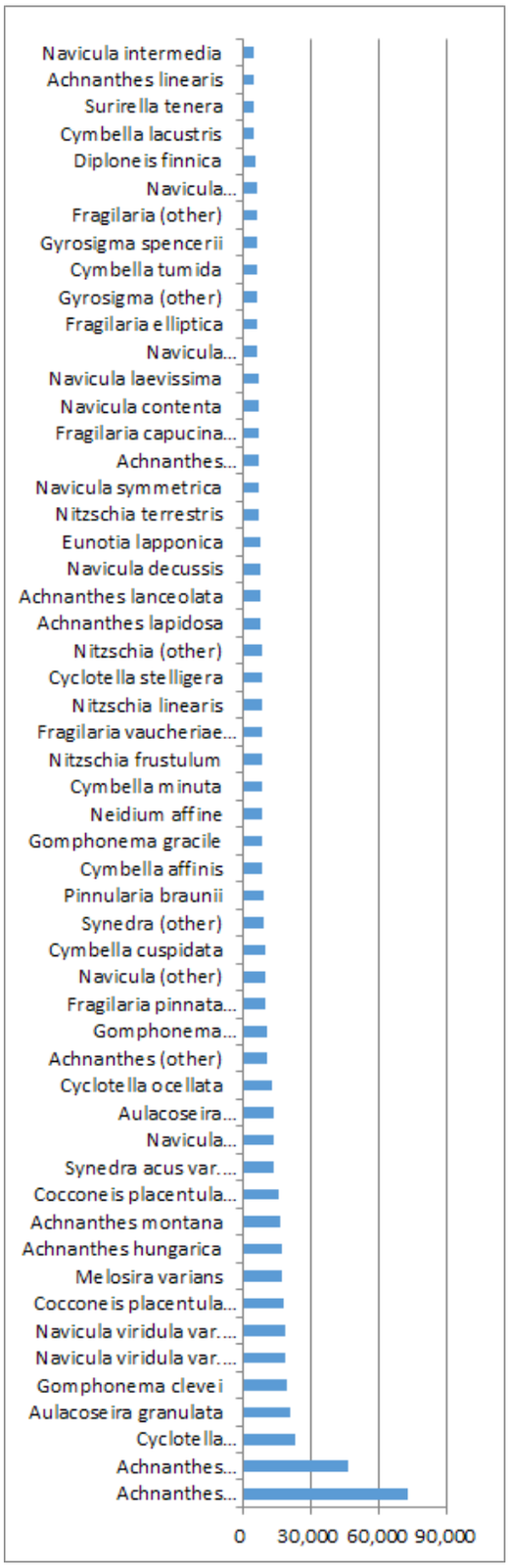


2015년 1차 2015년 2차

[그림 3-73] 금강본류 2015년 주요 부착조류 평균밀도(cell/㎠)

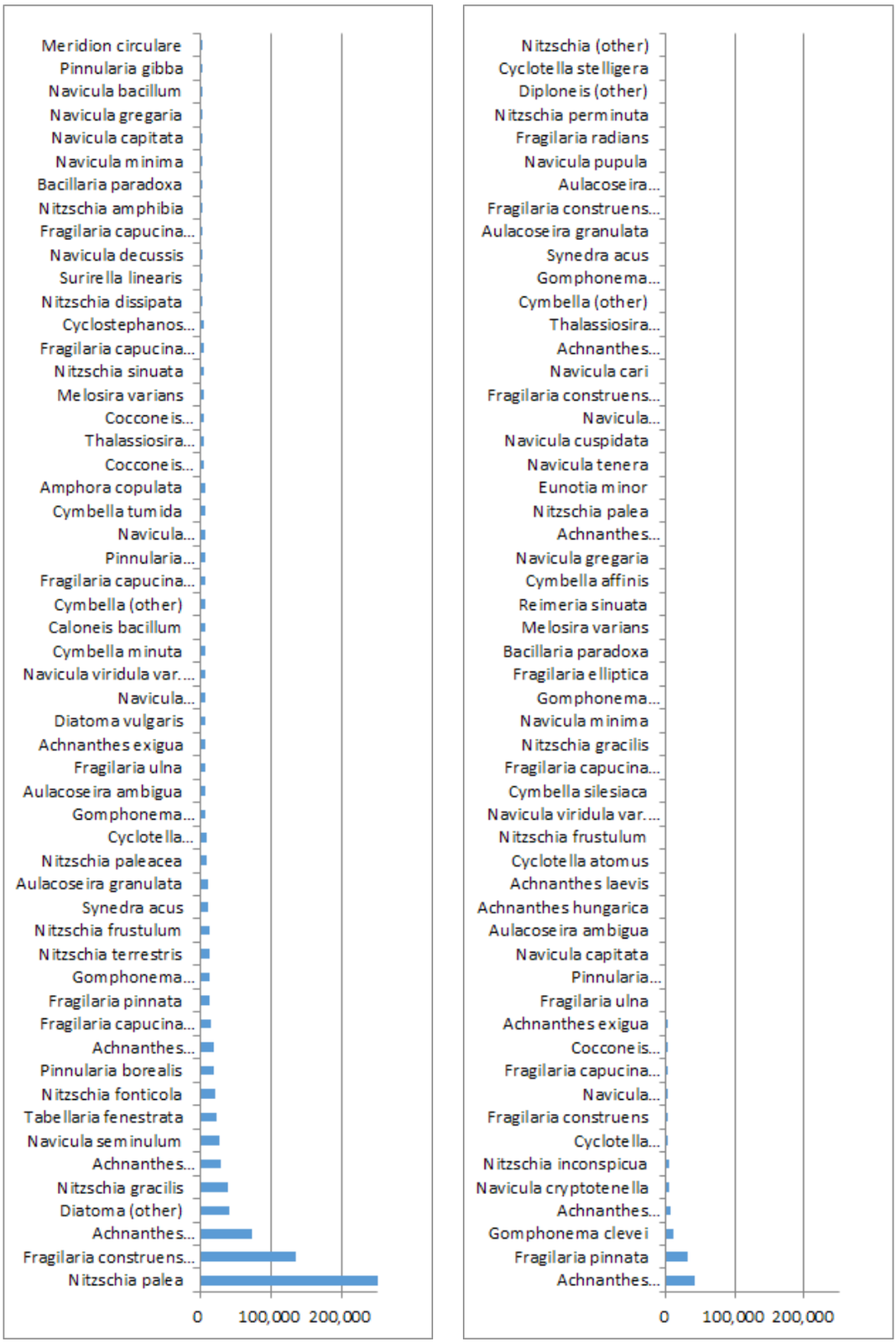


2016년 1차



2016년 2차

[그림 3-74] 금강본류 2016년 주요 부착조류 평균밀도(cell/㎠)



2017년 1차 2017년 2차

[그림 3-75] 금강본류 2017년 주요 부착조류 평균밀도(cell/㎠)

◦ 금강본류의 부착조류 생물량 분석 결과 중 단위면적당 Chl-a 농도는 연간 변화 추세는 뚜렷하게 나타나지 않고 있으나 논산천 합류 후 금강하류의 경우 낮은 농도를 유지하다 2013년 이후 증가한 것으로 나타남

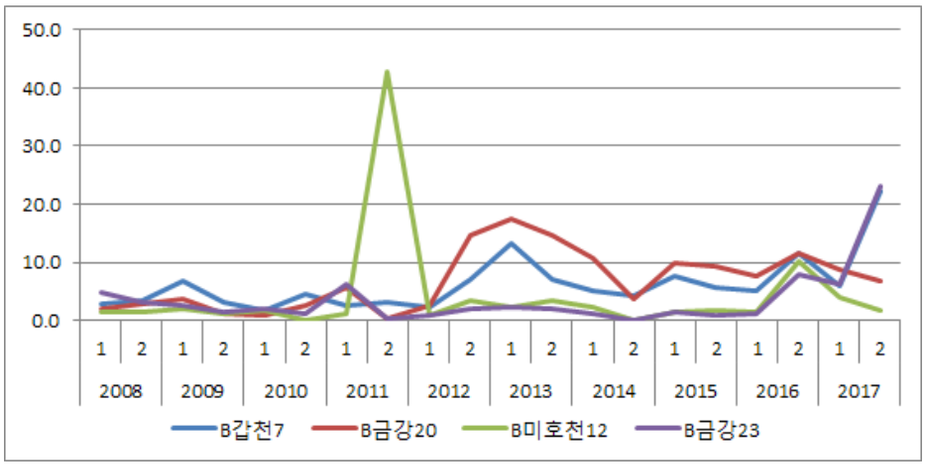
◦ 금강본류 구간 중 상대적으로 상류에 위치한 구간보다 하류에 위치한 B금강30~B금강34에서 전반적으로 상당히 낮은 것으로 나타남

◦ 금강본류의 부착조류 생물량 분석 결과 중 단위면적당 AFDM(ash-free dry matter) 농도는 대부분의 구간에서 2012년 이후 2차 측정 시 급격히 증가하는 경향을 나타냈고 B금강31~B금강34에서는 변화가 적은 것으로 나타남

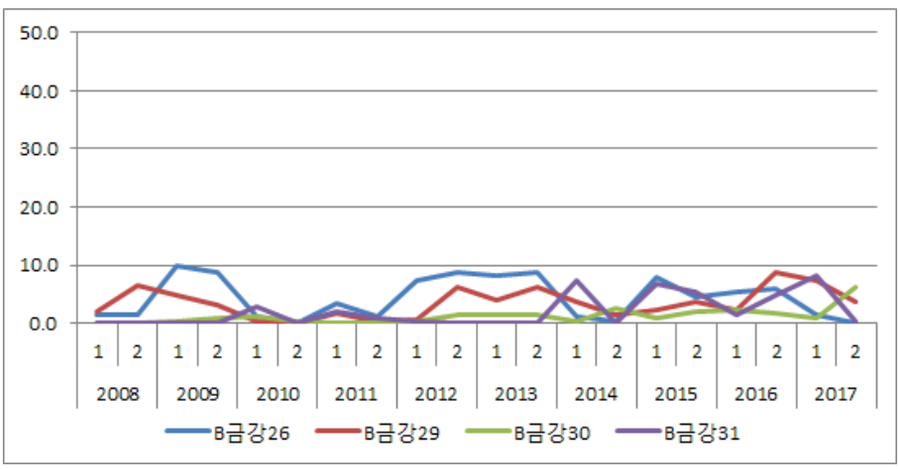
◦ 모든 구간에서 2012년도 이후 AFDM 농도가 증가하고 있음을 확인 할 수 있으며, 증가폭은 B금강31 이하의 하류 지역보다 3개보의 영향을 받는 중류 이상의 지역이 더 큰 것으로 나타남

[표 3-27] 금강본류 부착조류 Chl-a 농도(㎍/㎠) 평가 결과

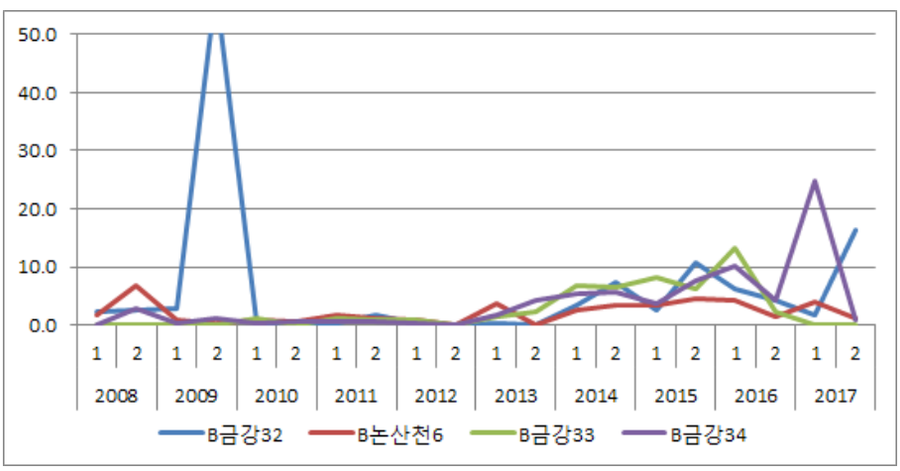
조사 시기	B갑천 7	B금강 20	B미호천 12	B금강 23	B금강 26	B금강 29	B금강 30	B금강 31	B금강 32	B논산천 6	B금강 33	B금강 34
2008-1	2.8	2.2	1.6	4.8	1.4	2.2	-	-	2.4	1.8	-	0.1
2008-2	3.4	2.8	1.5	3.3	1.6	6.5	-	-	2.5	6.7	-	2.9
2009-1	6.7	3.7	2.0	2.5	9.8	4.9	0.4	-	3.0	0.8	-	0.3
2009-2	3.1	1.3	1.1	1.6	8.9	3.2	1.0	-	57.7	0.4	-	1.2
2010-1	1.9	0.9	1.9	2.2	1.3	0.3	1.2	2.8	0.3	0.9	1.1	0.4
2010-2	4.5	2.6	0.1	1.1	0.1	0.2	0.4	-	0.2	0.6	-	0.8
2011-1	2.8	5.7	1.1	6.1	3.5	1.8	0.0	2.1	0.3	1.9	1.3	0.7
2011-2	3.2	0.4	42.6	0.3	1.2	0.3	0.1	1.0	1.7	1.4	1.1	0.6
2012-1	2.3	2.6	0.8	0.8	7.5	0.6	0.5	0.3	0.3	0.8	1.0	0.4
2012-2	7.0	14.8	3.4	2.0	8.9	6.3	1.4	0.1	0.0	0.1	0.1	0.2
2013-1	13.3	17.5	2.5	2.4	8.4	4.0	1.5	0.2	0.5	3.8	1.6	1.9
2013-2	7.0	14.8	3.4	2.0	8.9	6.3	1.4	0.1	0.0	0.2	2.4	4.2
2014-1	5.3	10.6	2.2	1.1	1.3	3.8	0.5	7.4	3.3	2.7	6.9	5.4
2014-2	0.2	3.8	0.1	0.2	0.3	1.5	2.6	0.2	7.5	3.4	6.4	5.7
2015-1	7.8	10.0	1.6	1.6	7.9	2.3	1.0	6.9	2.5	3.4	8.4	3.7
2015-2	5.7	9.3	1.7	1.1	4.6	3.9	2.0	5.5	10.9	4.7	6.3	7.6
2016-1	5.1	7.7	1.6	1.2	5.6	2.2	2.4	1.4	6.2	4.2	13.3	10.1
2016-2	11.7	11.7	10.1	8.0	5.9	8.9	1.9	4.9	4.3	1.5	2.4	4.4
2017-1	6.0	8.9	3.9	6.2	1.4	7.5	1.1	8.2	1.7	4.1	-	24.8
2017-2	22.3	6.8	1.7	23.1	0.2	3.7	6.1	0.4	16.4	1.2	-	0.8



[그림 3-76] 금강본류 지점별 부착조류 단위면적당 Chl-a 변화(1)



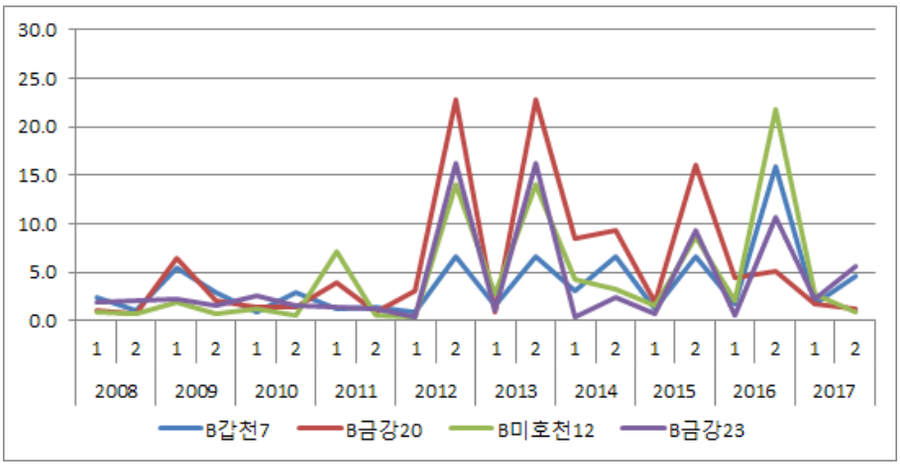
[그림 3-77] 금강본류 지점별 부착조류 단위면적당 Chl-a 변화(2)



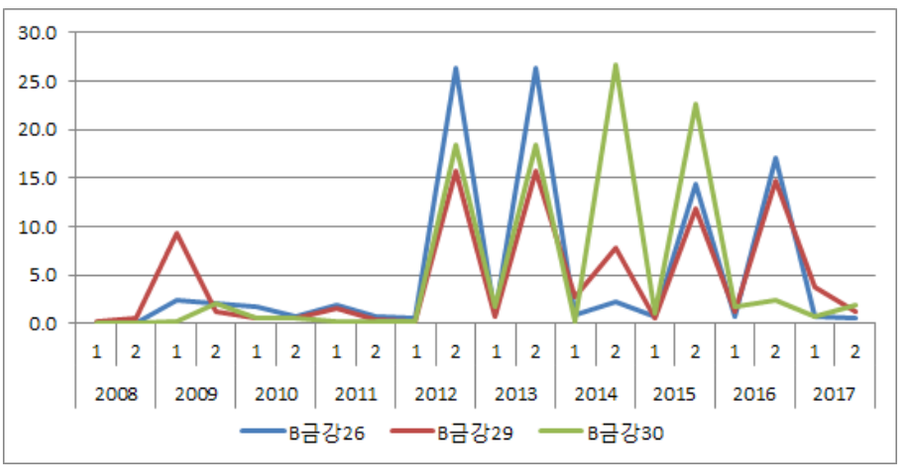
[그림 3-78] 금강본류 지점별 부착조류 단위면적당 Chl-a 변화(3)

[표 3-28] 금강본류 부착조류 AFDM 농도(㎎/㎠) 평가 결과

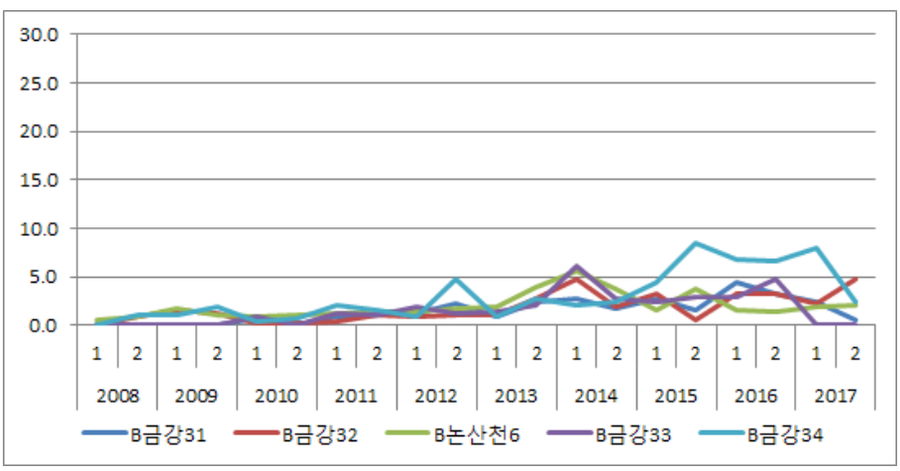
조사 시기	B갑천 7	B금강 20	B미호천 12	B금강 23	B금강 26	B금강 29	B금강 30	B금강 31	B금강 32	B논산천 6	B금강 33	B금강 34
2008-1	2.4	1.0	0.9	1.9	0.1	0.3	0.0	0.0	0.1	0.6	0.0	0.1
2008-2	1.1	0.7	0.7	2.1	0.1	0.5	0.0	0.0	0.9	0.9	0.0	1.1
2009-1	5.4	6.5	1.9	2.2	2.5	9.4	0.3	0.0	1.5	1.8	0.0	1.0
2009-2	3.0	2.0	0.7	1.5	2.1	1.2	2.0	0.0	1.3	1.1	0.0	1.9
2010-1	0.9	1.4	1.3	2.6	1.8	0.5	0.6	0.7	0.2	0.8	0.9	0.4
2010-2	2.9	1.4	0.6	1.6	0.7	0.5	0.5	0.0	0.2	1.0	0.0	0.7
2011-1	1.3	3.9	7.2	1.4	2.0	1.5	0.3	0.9	0.4	1.3	1.2	2.0
2011-2	1.4	0.9	0.6	1.2	0.7	0.3	0.2	1.0	1.1	1.3	1.2	1.5
2012-1	0.9	3.0	0.3	0.5	0.6	0.2	0.2	1.2	0.9	1.4	1.8	0.9
2012-2	6.7	22.8	14.0	16.3	26.4	15.8	18.5	2.2	1.0	1.7	1.2	4.7
2013-1	1.6	0.9	2.8	1.1	0.9	0.8	1.8	0.9	1.1	1.9	1.5	0.9
2013-2	6.7	22.8	14.0	16.3	26.4	15.8	18.5	2.4	2.8	3.9	2.0	2.7
2014-1	3.2	8.5	4.3	0.4	0.9	2.8	0.3	2.7	4.7	5.6	6.2	2.1
2014-2	6.6	9.3	3.3	2.4	2.2	7.8	26.6	1.8	1.9	3.7	2.8	2.4
2015-1	1.2	1.9	1.5	0.8	0.7	0.5	1.0	2.7	3.2	1.6	2.4	4.5
2015-2	6.6	16.1	8.7	9.3	14.3	11.8	22.5	1.5	0.5	3.7	3.0	8.4
2016-1	1.7	4.5	2.1	0.6	0.7	1.2	1.7	4.4	3.3	1.5	2.9	6.8
2016-2	15.9	5.1	21.8	10.7	17.1	14.8	2.4	3.3	3.2	1.4	4.8	6.7
2017-1	1.7	1.8	2.7	2.3	0.7	3.7	0.7	2.5	2.2	1.8	-	7.9
2017-2	4.5	1.2	1.0	5.6	0.6	1.3	1.9	0.6	4.7	2.0	-	2.4



[그림 3-79] 금강본류 지점별 부착조류 단위면적당 AFDM 변화(1)



[그림 3-80] 금강본류 지점별 부착조류 단위면적당 AFDM 변화(2)



[그림 3-81] 금강본류 지점별 부착조류 단위면적당 AFDM 변화(3)

◦ 금강본류 12개소 지점의 과거 10년간 연간 2회씩 총 20회의 TDI 지수를 분석하였음

- 2008년과 비교하여 준설이 본격적으로 시작된 2010년 이후 모든 구간에서 TDI지수가 급격히 낮아진 후 증감을 반복하고 있으며, 백제보 상류에 위치한 왕진교 인근에 설정된 B금강29 구간에서 가장 변화폭이 큰 것으로 나타났고, B갑천7, B금강20과 금강하류인 B금강31~B금강34는 2014년까지 감소하다가 증가추세를 보이는 것으로 나타남

- 2017년의 경우 B갑천7, B금강20, B금강32 구간은 2016년에 비해 등급이 좋아진 것으로 나타났으나, B금강29, B미호천12 구간은 등급이 나빠진 것으로 나타남

- 금강본류의 경우 2013년 이후 모든 구간에서 'C(보통) ~ 'E(매우 나쁨)'으로 나타났고, 특히 2017년의 경우 B갑천7, B금강20, B금강32를 제외한 모든 지점에서 'D(나쁨)'이하 등급으로 건강성이 나쁜 것으로 조사됨

◦ 금강지류 11개소 지점의 과거 9년간 연간 2회씩 총 18회의 TDI 지수를 분석하였음

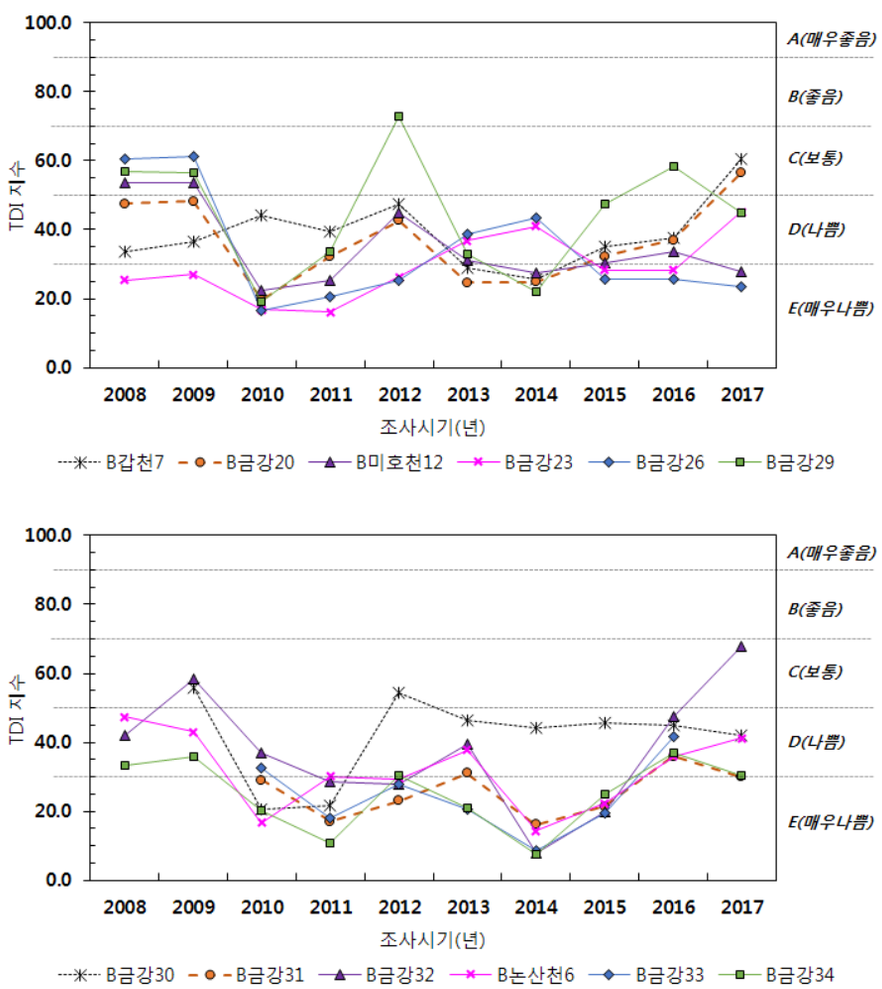
- 금강지류의 TDI 등급은 B석성천3을 제외하고 2010년 이후 모든 구간에서 감소한 것으로 나타났으며, 이후 증감을 반복하는 것으로 나타났고, B석성천3의 경우 꾸준히 증가한 것으로 나타남

- 2016년의 경우 B용수천B2, B석성천3, B논산천5에서 'C(보통)' 등급으로 나타났으며, 다른 구간의 경우 'D(나쁨)'~'E(매우 나쁨)' 등급으로 건강성이 나쁜 것으로 조사됨

[표 3-29] 10년간 금강본류 TDI 등급 및 지수

조사 시기	B갑천 7	B금강 20	B미호천 12	B금강 23	B금강 26	B금강 29	B금강 30	B금강 31	B금강 32	B논산천 6	B금강 33	B금강 34
2008	33.8(D)	47.6(D)	53.5(C)	25.3(E)	60.5(C)	56.7(C)	-	-	42.2(D)	47.4(D)	-	33.3(D)
2009	36.5(D)	48.2(D)	53.6(C)	27.0(E)	61.1(C)	56.4(C)	55.8(C)	-	58.2(C)	43.1(D)	-	36.0(D)
2010	44.3(D)	19.7(E)	22.5(E)	16.9(E)	16.7(E)	19.2(E)	20.5(E)	29.1(E)	36.9(D)	16.7(E)	32.7(D)	20.3(E)
2011	39.3(D)	32.3(D)	25.2(E)	16.1(E)	20.7(E)	33.5(D)	21.7(E)	17.0(E)	28.7(E)	30.1(D)	17.9(E)	10.9(E)
2012	47.4(D)	42.7(D)	44.7(D)	26.3(E)	25.2(E)	73.0(B)	54.4(C)	23.0(E)	28.0(E)	29.5(E)	27.7(E)	30.3(D)
2013	29.0(E)	24.6(E)	30.9(D)	36.8(D)	38.7(D)	32.9(D)	46.3(D)	31.0(D)	39.5(D)	37.7(D)	20.6(E)	20.8(E)
2014	25.5(E)	24.8(E)	27.5(E)	40.9(D)	43.5(D)	22.0(E)	44.1(D)	16.2(E)	8.0(E)	14.3(E)	8.5(E)	7.5(E)
2015	35.0(D)	32.3(D)	30.2(D)	28.3(E)	25.6(E)	47.3(D)	45.7(D)	21.5(E)	19.9(E)	22.4(E)	19.5(E)	24.9(E)
2016	37.6(D)	37.0(D)	33.8(D)	28.3(E)	25.8(E)	58.3(C)	45.0(D)	35.9(D)	47.5(D)	36.0(D)	41.6(D)	36.9(D)
2017	60.6(C)	56.5(C)	27.9(E)	45.2(D)	23.5(E)	44.8(D)	41.9(D)	30.1(D)	67.9(C)	41.3(D)	-	30.4(D)

※ 0 ≦~＜30 : 'E(매우 나쁨)', 30 ≦~＜50 : 'D(나쁨)', 50 ≦~＜70 : 'C(보통)', 70 ≦~≦ 90 : 'B(좋음)', 90 ≦~≦ 100 : 'A(매우 좋음)'

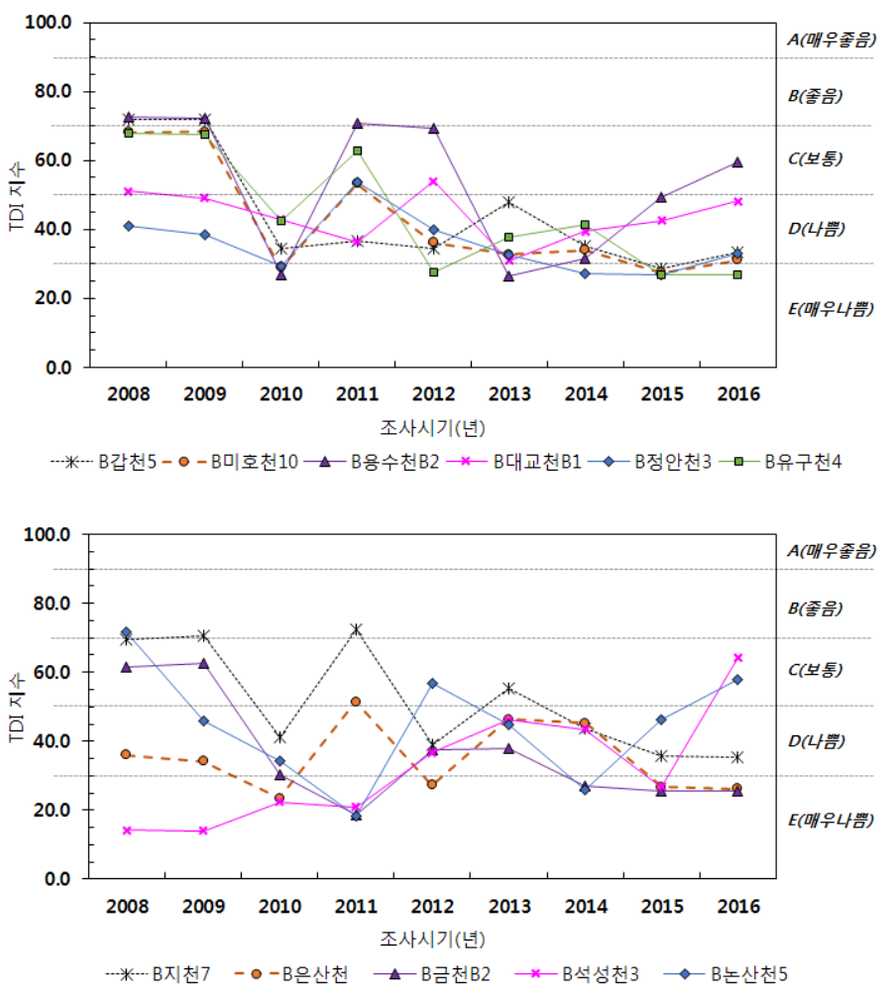


[그림 3-82] 10년간 금강본류 TDI 등급 및 지수변화

[표 3-30] 9년간 금강지류 TDI 등급 및 지수

조사 시기	B갑천 5	B미호천 10	B용수천 B2	B대교천 B1	B정안천 3	B유구천 4	B지천 7	B은산천	B금천 B2	B석성천 3	B논산천 5
2008	71.7(B)	68.1(C)	72.5(B)	51.1(C)	40.9(D)	67.9(C)	69.7(C)	36.1(D)	61.7(C)	14.3(E)	71.8(B)
2009	71.9(B)	68.3(C)	72.3(B)	49.1(D)	38.5(D)	67.4(C)	70.8(B)	34.3(D)	62.8(C)	14.1(E)	46.1(D)
2010	34.5(D)	28.9(E)	26.9(E)	43(D)	29.3(E)	42.3(D)	41.2(D)	23.5(E)	30.4(D)	22.5(E)	34.3(D)
2011	36.7(D)	53.2(C)	70.9(B)	36.3(D)	53.8(C)	62.7(C)	72.5(B)	51.5(C)	18.6(E)	20.9(E)	18.4(E)
2012	34.3(D)	36.2(D)	69.5(C)	54(C)	39.8(D)	27.7(E)	38.9(D)	27.3(E)	37.6(D)	36.8(D)	56.9(C)
2013	47.8(D)	32.7(D)	26.5(E)	31(D)	32.6(D)	37.7(D)	55.4(C)	46.4(D)	37.9(D)	46.2(D)	44.9(D)
2014	35.3(D)	34(D)	31.7(D)	39.4(D)	27.1(E)	41.5(D)	43.6(D)	45.3(D)	27.1(E)	43.5(D)	26.1(E)
2015	28.8(E)	27.5(E)	49.5(D)	42.5(D)	26.9(E)	27(E)	35.9(D)	26.7(E)	25.7(E)	26.8(E)	46.3(D)
2016	33.5(D)	31.2(D)	59.4(C)	48.1(D)	33(D)	27(E)	35.3(D)	26.2(E)	25.7(E)	64.1(C)	57.9(C)

※ 0 ≦~＜30 : 'E(매우 나쁨)', 30 ≦~＜50 : 'D(나쁨)', 50 ≦~＜70 : 'C(보통)', 70 ≦~≦ 90 : 'B(좋음)', 90 ≦~≦ 100 : 'A(매우 좋음)'



[그림 3-83] 9년간 금강지류 TDI 등급 및 지수변화

다. 저서성 대형무척추동물

1) 조사 및 평가방법

◦ 조사방법은 환경부의 '생물측정망 조사 및 평가지침(국립환경과학원 제 2016-67호, 제 2016-372호)'에 따름

◦ 조사대상 : 저서성 대형무척추동물 출현종수 및 출현개체 수(개체/㎡)
저서동물지수 및 생물등급

◦ 조사시기

- 홍수기 전후의 2회 조사를 원칙(봄: 3~4월, 가을: 9~10월)
- 강우 등에 의해 유량 등의 급격한 변화가 있을 시에는 조사를 중단하고 추후(10일~15일)에 재조사를 실시

◦ 조사지점

- 조사결과의 일관성 있는 비교를 위해 비교적 하상구조가 동일한 구간을 조사지점으로 선정하고, 수심 50 ㎝ 이하의 하천에서는 가능한 한 조립질의 하상을 가진 여울 중심부에서 채집하며, 수심 50 ㎝ 이상의 깊은 하천에서는 수변에서 수심 50 ㎝~1 m 범위에서 채집

◦ 채집

- 수심 50 ㎝ 이하의 하천 여울에서는 서버넷(Surber sampler; 30×30 ㎝, 망목 1.0 ㎜)을 이용하여 3회 이상 채집
- 수심 50 ㎝ 이상의 깊은 하천에서는 막대가 연결된 드렛지(망목 1.0 ㎜) 또는 그랩을 이용하여 3회 이상 채집

◦ 동정

- 수서곤충의 분류 및 동정은 "한국동식물도감 제30권 동물편(수서곤충류)(윤 1988)", "수서곤충검색도설(윤, 1995)", "한국의 수서곤충(원 등, 2005)" 등을 따름
- 연체동물의 동정은 "한국동식물도감 제32권 동물편(연체동물Ⅰ)(권, 1990)", "원색패류도감(권 등, 1992)" 및 "신원색한국패류도감(권 등, 2002)"을 따르고, 거머리류는 "한국산 거머리강(환형동물문)의 분류(송, 1995)"를

따르며, 기타 분류군은 일본을 포함한 외국의 자료를 이용하여 분류군을 동정함

[표 3-31] 저서성 대형무척추동물의 분류군별 국내 기준 문헌

분류군	제목	저자	년도
수서곤충	한국동식물도감 제30권 동물편 (수서곤충류)	윤일병	1988
수서곤충	수서곤충검색도설	윤일병	1995
깔따구류	한국산 깔따구속 (파리목: 깔따구과)의 분류	윤과 전	1992
꼬마하루살이류	깜장하루살이(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	한국동물분류학회	1997
수서곤충	한국의 수서곤충	원 등	2005

[표 3-32] 저서성 대형무척추동물의 분류군별 국외 기준 문헌

분류군	제목	저자	년도
수서곤충	An Introduction to the Aquatic Insects of North America	Merritt and Cummins	1984, 1996
담수 대형무척추동물	Freshwater Macroinvertebrates of Northeastern North America	Peckarsky et al.	1990
수서곤충	Aquatic entomology	Mc Cafferty	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

◦ 저서동물지수(BMI: Benthic Macroinvertebrate Index)

- 출현한 각 지표생물군의 오탁지수 및 지표가중치를 적용하여 계산함

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

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)

- 지표생물종의 출현도는 지표생물군이외의 모든 종을 포함한 출현 개체수의 순위 백분율 범위에 따라 1~5의 값을 부여함

- 저서성 대형무척추동물 생물등급은 5단계로 구분. 5등급의 구분은 “A”, “B”, “C”, “D”, “E” 이며, 각각의 등급은 매우 좋음, 좋음, 보통, 나쁨, 매우 나쁨의 환경상태로 규정함

[표 3-33] 저서동물지수 등급

등급구분	환경상태	저서동물지수(BMI) 범위
A	매우 좋음	80 ≦ BMI ≦ 100
B	좋음	65 ≦ BMI < 80
C	보통	50 ≦ BMI < 65
D	나쁨	35 ≦ BMI < 50
E	매우 나쁨	0 ≦ BMI < 35

[표 3-34] 저서성 대형무척추동물 지표생물군의 오탁지수(s) 및 지표가중치(g)

지표생물군			학명	번호	오탁지수 s	지표가중치 g
편형동물문 Phylum Turbellaria	플라나리아속		*Dugesia*	1	0.7	3
	산골플라나리아속		*Phagocata*	2	0.5	4
유선형동물문 Nematomorpha	연가시		*Gordius aquaticus*	3	0.6	3
연체동물문 Mollusca	복족강 Gastropoda	논우렁이속	*Cipangopaludina*	4	1.8	3
		왕우렁이	*Pomacea canaliculata*	5	1.6	3
		염주쇠우렁이	*Gabbia misella*	6	2.6	4
		쇠우렁이	*Parafossarulus manchouricus*	7	1.6	3
		둥근잎기수우렁이	*Stenothyra glabra*	8	2.2	4

지표생물군			학명	번호	오탁지수 s	지표가중치 g
		알다슬기속	*Koreanomelania*	9	1.3	3
		띠구슬다슬기속	*Koreoleptoxis*	10	1.2	3
		참다슬기	*Semisulcospira coreana*	11	0.5	4
		주름다슬기	*Semisulcospira forticosta*	12	0.5	3
		곳체다슬기	*Semisulcospira gottschei*	13	0.5	3
		다슬기	*Semisulcospira libertina*	14	0.4	4
		좀주름다슬기	*Semisulcospira tegulata*	15	0.5	4
		기타 다슬기속	*Other Semisulcospira*	16	0.9	4
		애기물달팽이	*Austropeplea ollula*	17	2	3
		물달팽이	*Radix auricularia*	18	1.6	2
		기타 물달팽이과	*Other Lymnaeidae*	19	1.2	3
		왼돌이물달팽이	*Physa acuta*	20	2.7	2
		또아리물달팽이	*Gyraulus convexiusculus*	21	2.4	3
		수정또아리물달팽이	*Hippeutis cantori*	22	2.5	3
		배꼽또아리물달팽이	*Polypylis hemisphaerula*	23	2.9	2
		민물삿갓조개	*Laevapex nipponica*	24	1.7	4
		뾰족쨈물우렁이	*Oxyloma hirasei*	25	2.5	3
	이매패강 Bivalvia	민물담치	*Limnoperna fortunei*	26	1.9	5
		말조개속	*Unio*	27	1.8	2
		재첩속	*Corbicula*	28	0.9	3
		산골조개과	*Sphaeriidae*	29	0.8	4
	다모강 Polychaeta	갯지렁이과	*Nereidae*	30	1.7	4
	빈모강 Oligochaeta	줄지렁이속	*Eisenia*	31	2.1	2
		물지렁이	*Chaetogaster limnaei*	32	3.5	4
		아가미지렁이	*Branchiura sowerbyi*	33	3.8	5
		실지렁이	*Limnodrilus gotoi*	34	3.5	4
	거머리강 Hirudinea	넙적거머리과	*Glossiphoniidae*	35	3	2
		말거머리속	*Whitmania*	36	1.7	1
		참거머리	*Hirudo nipponia*	37	3.3	3
		돌거머리	*Erpobdella lineata*	38	2.6	2
			Barbronia weberi	39	2.8	4
절지동물문 Arthropoda	갑각강 Crustacea	잔벌레속	*Gnorimosphaeroma*	40	0.3	5
		물벌레속	*Asellus*	41	2.3	2
		옆새우속	*Gammarus*	42	0.6	4
		새뱅이과	*Atyidae*	43	1.9	3
		징거미새우속	*Macrobrachium*	44	2.7	3
		줄새우	*Palaemon paucidens*	45	1.5	2
		참게속	*Eriocheir*	46	2.4	3
	내구강 Entognatha	톡토기목	*Collembola*	47	0	5
곤충강 Insecta	하루살이목 Order Ephemeroptera	옛하루살이	*Siphlonurus chankae*	48	0.2	5
		피라미하루살이속	*Ameletus*	49	0.1	5
		깨알하루살이	*Acentrella gnom*	50	0.7	3
		콩알하루살이	*Acentrella sibirica*	51	0.2	4
		길쭉하루살이	*Alanites muticus*	52	0.9	4
		애하루살이속	*Baetiella*	53	0.3	4
		개똥하루살이	*Baetis fuscatus*	54	1.8	1

지표생물군			학명	번호	오탁지수 s	지표가중치 g
		나도꼬마하루살이	*Baetis pseudothermicus*	55	2.1	2
		감초하루살이	*Baetis silvaticus*	56	0.1	5
		방울하루살이	*Baetis ursinus*	57	0.7	3
		연못하루살이	*Cloeon dipterum*	58	2.5	3
		입술하루살이	*Labiobaetis atrebatinus*	59	1.7	3
		깜장하루살이속	*Nigrobaetis*	60	0.2	4
		작은갈고리하루살이	*Procloeon maritimum*	61	0.5	3
		갈고리하루살이	*Procloeon pennulatum*	62	0.8	3
		빗자루하루살이속	*Isonychia*	63	0	5
		봄처녀하루살이속	*Cinygmula*	64	0	5
		몽땅하루살이	*Ecdyonurus bajkovae*	65	0	5
		참납작하루살이	*Ecdyonurus dracon*	66	0.1	5
		꼬리치레하루살이	*Ecdyonurus joernensis*	67	0.6	3
		두점하루살이	*Ecdyonurus kibunensis*	68	0.1	5
		네점하루살이	*Ecdyonurus levis*	69	0.6	3
		흰부채하루살이	*Epeorus nipponicus*	70	0	5
		점박이부채하루살이	*Epeorus latifolium*	71	0	5
		부채하루살이	*Epeorus pellucidus*	72	0.1	5
		중부채하루살이	*Eperous aesculus*	73	0	5
		긴부채하루살이	*Eperous maculatus*	74	0	5
		납작하루살이속	*Heptagenia*	75	0.1	5
		산납작하루살이	*Rhithrogena na*	76	0	5
		세갈래하루살이	*Choroterpes altioculus*	77	0.4	4
		두갈래하루살이	*Paraleptophlebia japonica*	78	0.1	5
		작은강하루살이	*Potamanthus formosus*	79	0.7	3
		금빛하루살이	*Potamanthus yooni*	80	1	4
		가람하루살이	*Potamanthus luteus oriens*	81	0.9	4
		강하루살이	*Rhoenanthus coreanus*	82	0.7	4
		흰하루살이	*Ephoron shigae*	83	0.2	4
		동양하루살이	*Ephemera orientalis*	84	0.8	3
		가는무늬하루살이	*Ephemera separigata*	85	0.1	5
		사할린하루살이	*Ephemera sachalinensis*	86	0.7	3
		무늬하루살이	*Ephemera strigata*	87	0.1	5
		민하루살이속	*Cincticostella*	88	0.1	5
		뿔하루살이속	*Drunella*	89	0	5
		긴꼬리하루살이	*Ephacerella longicaudata*	90	0	5
		범꼬리하루살이	*Ephemerella setigera*	91	0.4	4
		쇠꼬리하루살이	*Ephemerella ignita*	92	0.8	3
		기타 알락하루살이속	*Other Ephemerella*	93	0.3	4
		등줄하루살이속	*Uracanthella*	94	0.5	3
		방패하루살이	*Potamanthellus chinensis*	95	0.2	4
		등딱지하루살이	*Caenis nishinoae*	96	1.2	3
		등딱지하루살이 KUa	*Caenis KUa*	97	0.8	3
	잠자리목 Odonata	작은등줄실잠자리속	*Cercion*	98	2.3	3
		아시아실잠자리속	*Ischnura*	99	2.7	3
		자실잠자리	*Copera annulata*	100	2.3	3
		방울실잠자리	*Platycnemis phillopoda*	101	2.3	3
		검은물잠자리	*Calopteryx atrata*	102	1.2	4

지표생물군			학명	번호	오탁지수 s	지표가중치 g
		물잠자리	*Calopteryx japonica*	103	0.9	3
		마아키측범잠자리속	*Anisogomphus*	104	0.2	4
		쇠측범잠자리	*Davidius lunatus*	105	0.7	3
		어리측범잠자리	*Shaogomphus postacularis epophthalmus*	106	1.3	4
		푸른측범잠자리속	*Nihonogomphus*	107	0.6	4
		노란측범잠자리	*Lamelligomphus ringens*	108	0.4	4
		측범잠자리	*Ophiogomphus obscura*	109	0.3	4
		어리장수잠자리	*Sieboldius albardae*	110	0.1	5
		호리측범잠자리	*Stylurus annulatus*	111	1.6	3
		가시측범잠자리속	*Trigomphus*	112	0.8	4
		잔산잠자리속	*Macromia*	113	0.9	3
		밀잠자리속	*Orthetrum*	114	2.5	3
		좀잠자리속	*Sympetrum*	115	2.5	3
	강도래목 Plecoptera	밀잠자리붙이	*Deielia phaon*	116	1.3	4
		민강도래속	*Nemoura*	117	0.1	5
		기타 강도래목	*Other Plecoptera*	118	0	5
	노린재목 Hemiptera	물벌레속	*Hesperocorixa*	119	2.9	4
		꼬마물벌레속	*Micronecta*	120	2.2	2
		물자라	*Muljarus japonicus*	121	3.1	3
	뱀잠자리목 Megaloptera	뱀잠자리붙이	*Parachauliodes asahinai*	122	0.2	4
		노란뱀잠자리	*Protohermes xanthodes*	123	0.2	5
	딱정벌레목 Coleoptera	점박이물땡땡이	*Berosus signaticollis punctipennis*	124	3.5	3
		좀물땡땡이속	*Helochares*	125	3	3
		점물땡땡이속	*Laccobius*	126	2.9	3
		무늬여울벌레	*Optioservus variabilis*	127	0.2	4
		긴다리여울벌레속	*Stenelmis*	128	0.6	3
		기타 여울벌레과	*Other Elmidae*	129	0.7	4
		넓은물삿갓벌레 KUa	*Mataeopsephus KUa*	130	0.4	4
		기타 물삿갓벌레과	*Other Psephenidae*	131	0.5	3
	파리목 Diptera	명주각다귀 KUa	*Antocha KUa*	132	0.4	3
		무늬애기각다귀 KUa	*Dicranomyia KUa*	133	0.3	4
		애기각다귀 KUa	*Dicranota KUa*	134	0.5	4
		검정날개각다귀속	*Hexatoma*	135	0	5
		각다귀속	*Tipula*	136	1.4	2
		나방파리속	*Psychoda*	137	3.5	4
		별모기과	*Dixidae*	138	2.8	3
		모기과	*Culicidae*	139	3.5	3
		먹파리속	*Simulium*	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
		물멧모기 KUa	*Bibiocephala KUa*	144	0.1	5
		멧모기 KUa	*Philorus KUa*	145	0.6	4
		개울등에 KUa	*Atherix KUa*	146	0.1	5
		긴개울등에속	*Suragina*	147	0.1	5

지표생물군			학명	번호	오탁지수 s	지표가중치 g
		동애등에 KUa	*Stratiomyia KUa*	148	3	3
		춤파리과	*Empididae*	149	0.8	3
		장다리파리과	*Dolichopodidae*	150	0.9	3
		여린황등에	*Tabanus kinoshitai*	151	0.9	3
		기타 등에과	*Other Tabanidae*	152	1.7	2
		꽃등에과	*Syrphidae*	153	3.9	5
		물가파리과	*Ephydridae*	154	3.3	3
		집파리과	*Muscidae*	155	3.2	3
	날도래목 Trichoptera	넓은머리물날도래	*Rhyacophila brevicephala*	156	0.4	5
		물날도래 KUa	*Rhyacophila KUa*	157	0.1	5
		물날도래 KUb	*Rhyacophila KUb*	158	0.7	4
		기타 믈날도래속	*Other Rhyacophila*	159	0	5
		애날도래 KUa	*Hydroptila KUa*	160	0.8	3
		긴발톱물날도래 KUa	*Apsilochorema KUa*	161	0	5
		큰광택날도래 KUa	*Agapetus KUa*	162	0	5
		광택날도래 KUa	*Glossosoma KUa*	163	0.1	5
		넓은입술날도래 KUa	*Dolophilodes KUa*	164	0	5
		입술날도래 KUa	*Wormaldia KUa*	165	0.4	4
		연날개수염치레각날도래	*Stenopsyche bergeri*	166	0	5
		수염치레각날도래	*Stenopsyche marmorata*	167	0	5
		곰줄날도래	*Arctopsyche ladogensis*	168	0.1	5
		꼬마줄날도래	*Cheumatopsyche brevilineata*	169	0.6	3
		기타 꼬마줄날도래속	*Other Cheumatopsyche*	170	0.8	3
		줄날도래	*Hydropsyche kozhantschikovi*	171	0.8	3
		동양줄날도래	*Hydropsyche orientalis*	172	0.4	4
		흰점줄날도래	*Hydropsyche valvata*	173	0.9	3
		줄날도래 KD	*Hydropsyche KD*	174	0	5
		큰줄날도래	*Macrostemum radiatum*	175	0.8	4
		깃날도래 KUa	*Plectrocnemia KUa*	176	0.1	5
		별날도래	*Ecnomus tenellus*	177	1.9	2
		통날도래 KUa	*Psychomyia KUa*	178	0.7	3
		띠무늬우묵날도래	*Hydatophylax nigrovittatus*	179	0	5
		갈색우묵날도래속	*Notopsyche*	180	0.1	5
		일본가시날도래	*Goera japonica*	181	0.1	5
		가시우묵날도래	*Neophylax ussuriensis*	182	0	5
		애우묵날도래속	*Apatania*	183	0.2	4
		네모집날도래속	*Lepidostoma*	184	0.1	5
		털날도래 KUa	*Gumaga KUa*	185	0.3	4
		날개날도래	*Molanna moesta*	186	0.5	3
		바수염날도래속	*Psilotreta*	187	0	5
		나비날도래속	*Ceraclea*	188	0.6	3
		청나비날도래 KUa	*Mystacides KUa*	189	0.4	4
	나비목 Lepidoptera	나비목	*Lepidoptera*	190	2.5	4

2) 평가결과

◦ 환경부 수생태 건강성 관측 자료에서 저서성 대형무척추동물의 과거 10년(2008년~2017년)간 금강 본류 12개 구간 연간 2회씩 총 20회의 자료와 과거 9년(2008년~2016년)간 금강지류 11개 구간의 연간 2회씩, 총 18회의 자료를 분석함

- 금강본류의 B금강33 지점의 조사주기는 매년조사에서 3년 이상의 조사시기로 변경되어 2017년에는 미조사 되었음
- 금강지류의 조사주기는 매년조사에서 3년 이상의 조사시기로 변경되어 2017년에는 미조사 되었으며, 다음조사는 2019년에 있을 예정임

◦ 금강 본류와 지류에서 과거 조사된 저서성 대형무척추동물의 종은 본류에서 매년 34~59종, 지류에서 40~79종이며, 조사구간 전체에서 총 47~97종으로 이 중 12종은 매년 1회 이상 출몰하는 것으로 조사되었음

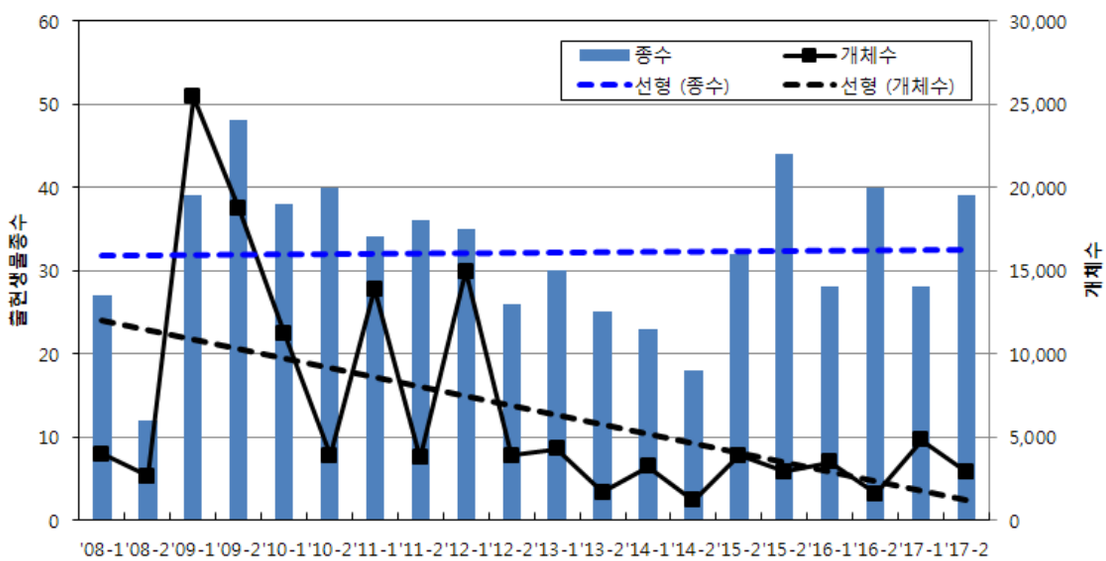
◦ 저서성 대형무척추동물의 종수는 사업이후 1단계 모니터링 기간 동안 본류와 지류에서 모두 감소하는 경향을 보이다 2015년에 증가하였고, 개체밀도는 사업전에 비해 1단계 모니터링 기간에 지속적으로 감소하여 낮은 상태를 유지하는 것으로 나타남

◦ 2016년 지류에서는 전년과 종수는 동일한데 비해 개체밀도는 절반가량 감소한 것으로 조사되었고, 2017년 본류에서는 전년에 비해 회차별 종수는 비슷하였으나 전체 종수는 감소하였고, 개체밀도는 약간 증가한 것으로 나타남

[표 3-35] 10년간 금강본류의 저서성 대형무척추동물 종수 및 개체밀도

년도	회차	출현생물종수		개체밀도 (cell/cm^2)		
		회차별	전체	최저	평균	최대
2008	1	27	34	62.9	441.5	1,385.2
	2	12		3.7	290.9	1,325.9
2009	1	39	59	14.8	2,541.5	9,429.6
	2	48		148.1	1,869.2	5,892.6
2010	1	38	55	11.1	930.5	7,437.0
	2	40		11.1	387.8	1,796.3
2011	1	34	52	37.0	1,158.0	4,848.1
	2	36		37.0	310.2	759.2
2012	1	35	43	7.4	1,243.8	11,884.4
	2	26		11.1	321.9	1,713.1
2013	1	30	34	48.1	356.1	1,466.7
	2	25		33.3	139.8	559.3
2014	1	23	28	25.9	266.8	765.9
	2	18		7.4	97.8	281.2
2015	1	32	56	14.8	321.8	870.4
	2	44		14.8	242.8	500.0
2016	1	28	58	25.9	289.6	795.5
	2	40		29.6	131.7	432.9
2017	1	28	47	11.1	436.3	1,128.5
	2	39		18.5	264.0	884.3

※ 본류 지점 중 B금강33 지점은 일반 측정지점으로 2017년에는 조사가 이루어지지 않음

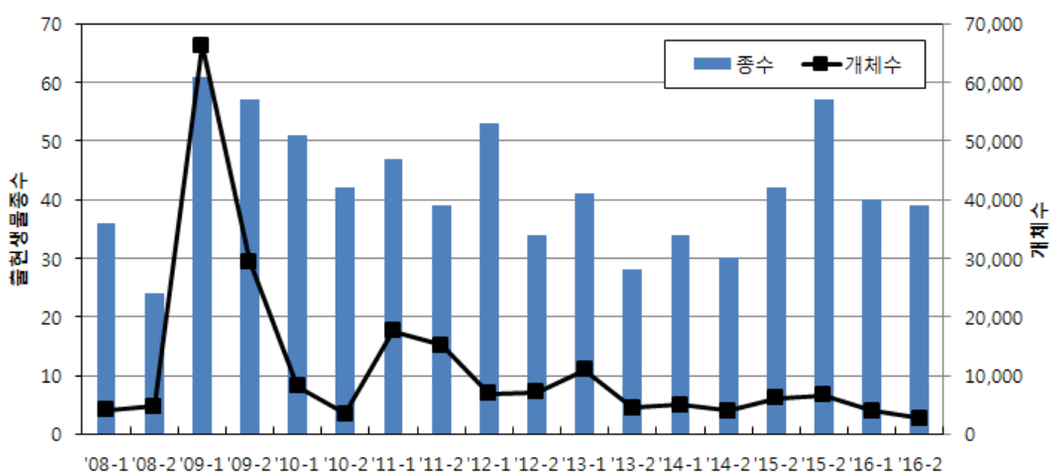


[그림 3-84] 10년간 금강본류 저서성 대형무척추동물 종수 및 개체수 변화

[표 3-36] 9년간 금강지류의 저서성 대형무척추동물 종수 및 개체밀도

년도	회차	출현생물종수		개체밀도 (cell/cm^2)		
		회차별	전체	최저	평균	최대
2008	1	36	54	85.1	377.1	1,014.8
	2	24		18.5	432.0	1,688.9
2009	1	61	79	388.8	6,030.6	21,503.7
	2	57		170.4	2,677.1	6,303.7
2010	1	51	62	29.6	747.8	2,729.6
	2	42		7.4	310.4	1,355.5
2011	1	47	55	318.5	1,603.0	3,922.2
	2	39		177.8	1,374.7	3,337.0
2012	1	53	56	99.9	630.0	1,739.0
	2	34		59.2	645.5	2,630.7
2013	1	41	44	22.2	998.5	3,722.2
	2	28		22.2	404.2	1,387.5
2014	1	34	40	25.9	453.6	1,443.0
	2	30		14.8	360.0	1,790.8
2015	1	42	73	18.5	554.4	1,229.6
	2	57		22.2	598.5	2,040.7
2016	1	40	73	18.5	515.7	1,631.7
	2	44		22.2	274.2	1,084.1

※ 지류 지점은 모두 일반 측정지점으로 2017년에는 조사가 이루어지지 않음



[그림 3-85] 9년간 금강지류 저서성 대형무척추동물 종수 및 개체수 변화

◦ 금강본류에서 지난 10년간 조사지점별 저서성 대형무척추동물의 종수와 개체수를 분석함

- 금강본류의 관측종수는 하류로 갈수록 종수가 감소하는 경향을 보였음. 지점별로 B갑천7, B금강20, B미호천12, B금강23, B금강29에서 감소하는 경향, B금강26, B금강30, B금강32, B금강34에서는 큰 변화가 없는 것으로 나타났으며, B논산천6의 경우 2016년까지 증가하다 2017년에 감소한 것으로 나타남

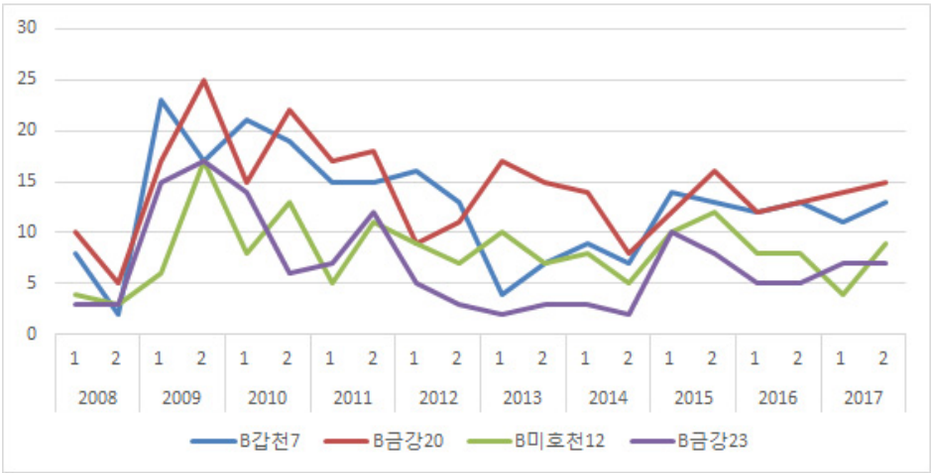
- 금강본류의 출현개체밀도는 하류로 갈수록 대체로 감소하는 경향을 보이고 있으며, 지점별로 B갑천7, B금강20, B미호천12는 사업 이후 급격히 감소한 것으로 나타남

[표 3-37] 10년간 금강본류 지점별 저서성 대형무척추동물 종수

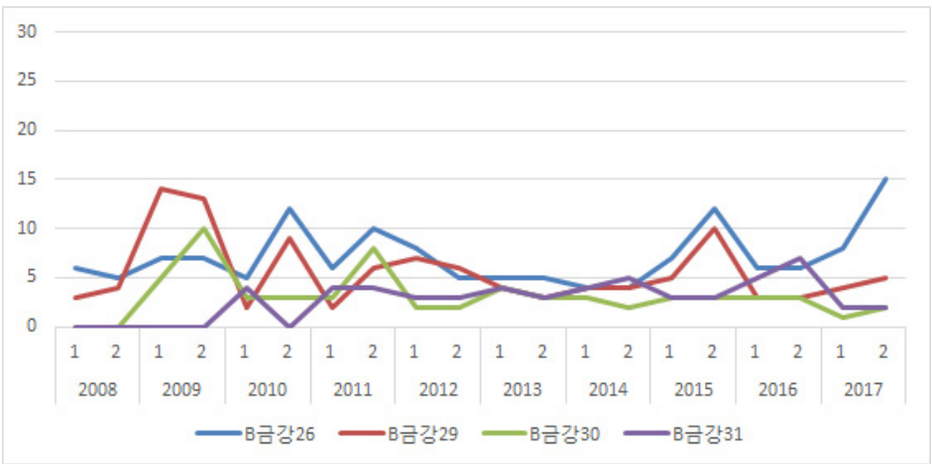
조사 시기	B갑천 7	B금강 20	B미호천 12	B금강 23	B금강 26	B금강 29	B금강 30	B금강 31	B금강 32	B논산천 6	B금강 33	B금강 34
2008	9	15	6	5	8	5	-	-	3	5	-	5
2009	27	28	20	26	12	19	13	-	5	13	-	3
2010	29	28	17	17	16	9	5	4	6	8	6	4
2011	22	25	13	15	13	7	8	6	5	10	8	5
2012	19	13	11	5	10	7	3	5	7	8	9	7
2013	8	18	11	3	6	4	4	4	7	5	6	9
2014	9	14	8	3	4	4	3	7	4	12	8	5
2015	19	21	17	11	16	13	4	5	5	13	6	10
2016	20	22	13	7	11	5	6	11	7	28	12	9
2017	10	15	9	7	18	4	2	2	3	5	-	7

[표 3-38] 10년간 금강본류 지점별 저서성 대형무척추동물 개체밀도

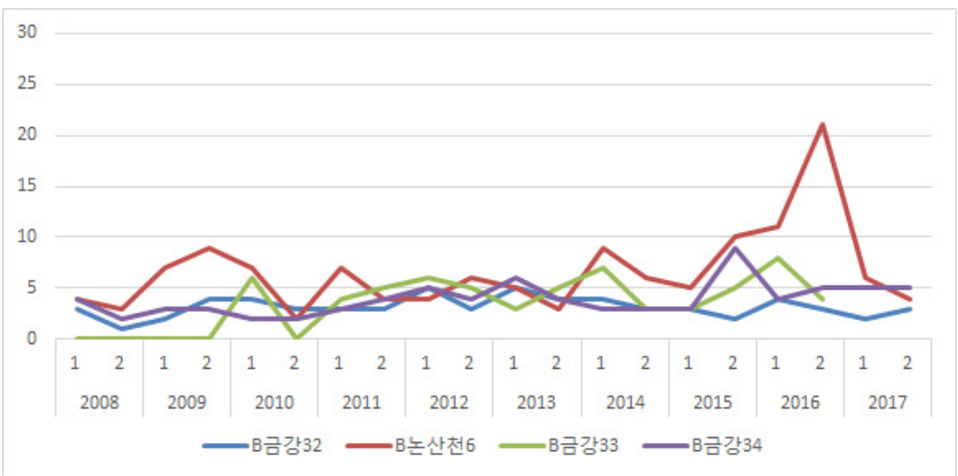
조사 시기	B갑천 7	B금강 20	B미호천 12	B금강 23	B금강 26	B금강 29	B금강 30	B금강 31	B금강 32	B논산천 6	B금강 33	B금강 34
2008	315	518	296	396	2,711	715	-	-	259	1,274	-	107
2009	11,385	11,796	3,111	5,470	6,311	1,763	2,370	-	385	1,352	-	163
2010	7,989	3,170	478	296	644	307	107	326	67	315	282	1,063
2011	1,630	4,789	5,007	1,444	678	285	111	2,085	356	481	626	126
2012	13,598	1,462	995	152	196	1,221	19	78	104	640	200	126
2013	485	2,026	1,304	81	233	274	111	381	259	307	340	148
2014	359	715	193	52	196	219	33	448	337	1,047	722	56
2015	800	1,252	352	970	563	337	30	470	226	781	348	648
2016	778	693	96	130	111	56	237	377	141	1,228	463	747
2017	2,013	1,277	603	252	1,539	481	30	163	211	174	-	962



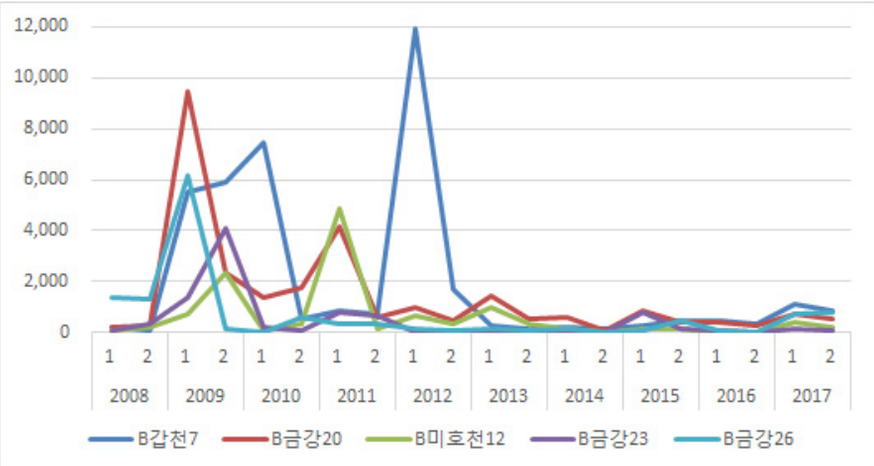
[그림 3-86] 금강본류 지점별, 조사시기별 저서성 대형무척추동물 관측 종수 변화(1)



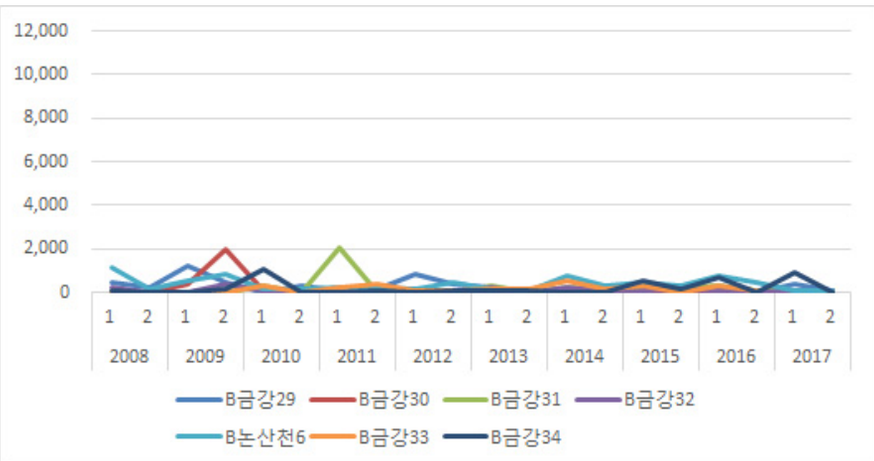
[그림 3-87] 금강본류 지점별, 조사시기별 저서성 대형무척추동물 관측 종수 변화(2)



[그림 3-88] 금강본류 지점별, 조사시기별 저서성 대형무척추동물 관측 종수 변화(3)



[그림 3-89] 금강본류 지점별, 조사시기별 저서성 대형무척추동물 개체밀도 변화(1)



[그림 3-90] 금강본류 지점별, 조사시기별 저서성 대형무척추동물 개체밀도 변화(2)

◦ 금강지류에서 지난 9년간 조사지점별 저서성 대형무척추동물의 종수와 개체수를 분석함

- 금강지류의 관측종수는 증감을 반복하였지만 대체로 감소하는 경향을 보이고 있으며, 2014년 이후에는 대체로 증가하는 경향이 나타났고 B갑천5, B미호천10, B금천B2, B석성천3은 변화 정도는 적었으나 감소하는 경향을 보임

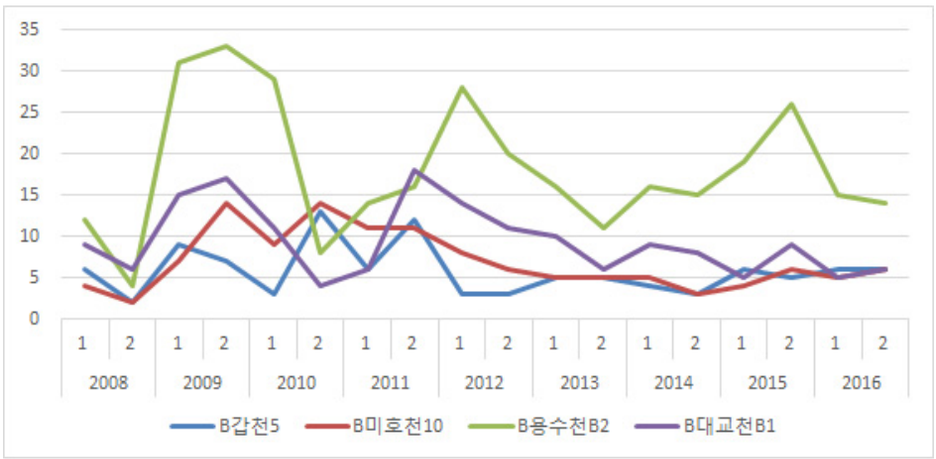
- 금강지류의 출현개체밀도는 2009년 이후 급격히 감소하였고, 1단계 모니터링 기간 동안 증감을 반복하고 있으나 2014년 이후에는 더욱 적은 출현개체밀도를 보였고, B갑천5, B미호천10, B석성천3, B논산천5의 경우 출현개체밀도가 적고 변화 또한 적은 것으로 나타남

[표 3-39] 9년간 금강지류 지점별 저서성 대형무척추동물 종수

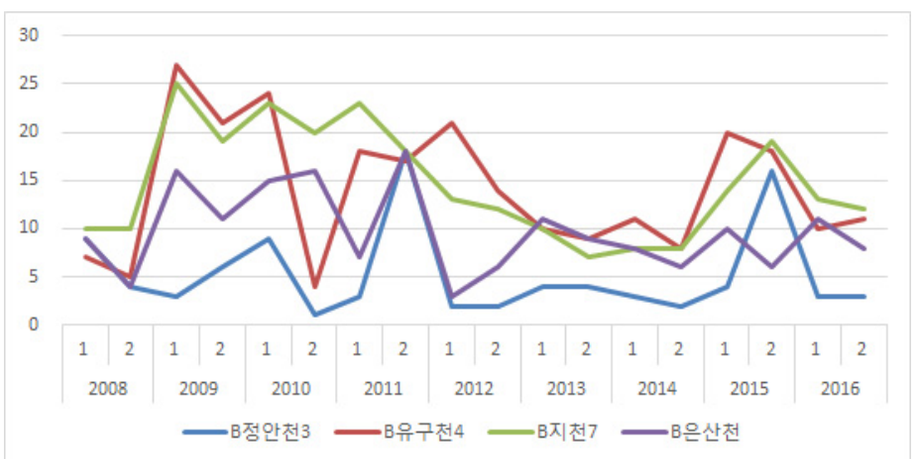
조사 시기	B갑천 5	B미호천 10	B용수천 B2	B대교천 B1	B정안천 3	B유구천 4	B지천 7	B은산천	B금천 B2	B석성천 3	B논산천 5
2008	7	5	15	14	11	9	17	10	6	16	14
2009	11	17	42	23	8	33	31	21	14	13	19
2010	14	20	30	14	9	24	32	25	9	8	19
2011	17	16	27	19	19	24	27	22	16	12	18
2012	3	9	28	15	2	23	15	6	13	17	16
2013	5	6	16	11	6	12	10	11	8	10	17
2014	4	5	17	9	3	12	9	8	7	9	22
2015	11	7	34	12	18	30	26	14	7	7	17
2016	10	9	28	6	4	19	23	19	7	14	23

[표 3-40] 9년간 금강지류 지점별 저서성 대형무척추동물 개체수

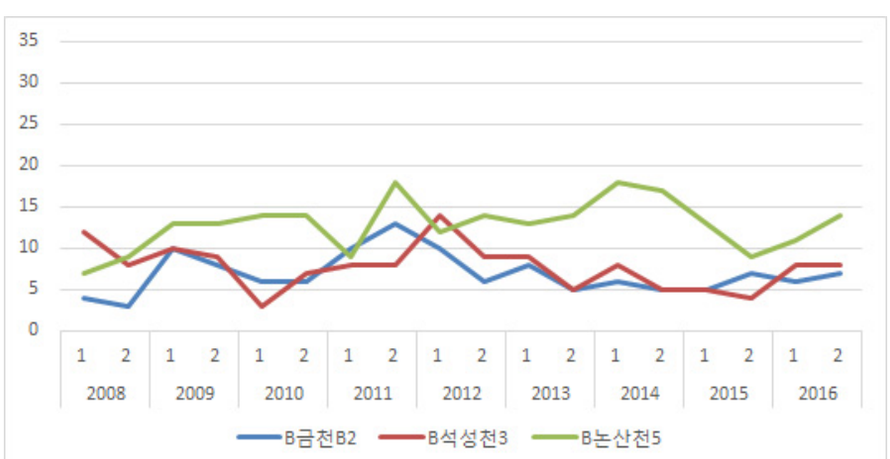
조사 시기	B갑천 5	B미호천 10	B용수천 B2	B대교천 B1	B정안천 3	B유구천 4	B지천 7	B은산천	B금천 B2	B석성천 3	B논산천 5
2008	492	148	133	767	1,293	441	1,956	326	307	1,170	1,867
2009	1,793	3,326	9,667	9,807	12,119	7,855	14,822	4,918	27,167	1,755	2,556
2010	133	622	2,830	1,252	659	493	2,730	893	296	300	1,433
2011	600	1,633	3,359	5,378	4,230	2,422	7,259	2,337	2,737	1,930	870
2012	588	755	2,372	1,302	211	951	910	211	178	4,140	2,412
2013	585	1,459	726	1,093	44	596	1,756	830	263	5,110	2,967
2014	263	656	482	574	41	382	348	219	185	2,808	2,993
2015	141	381	3,270	556	219	1,970	2,252	211	304	2,231	1,147
2016	315	252	504	-	41	270	478	1,247	-	1,436	2,146



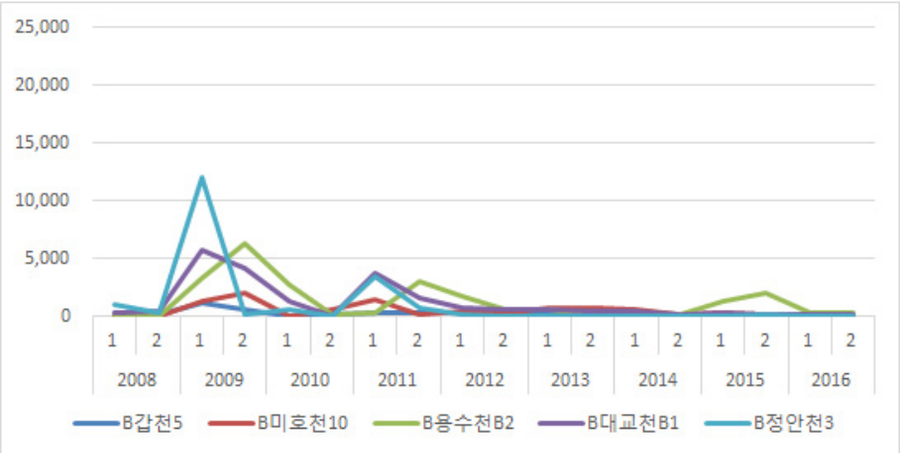
[그림 3-91] 금강지류 지점별, 조사시기별 저서성 대형무척추동물 관측 종수 변화(1)



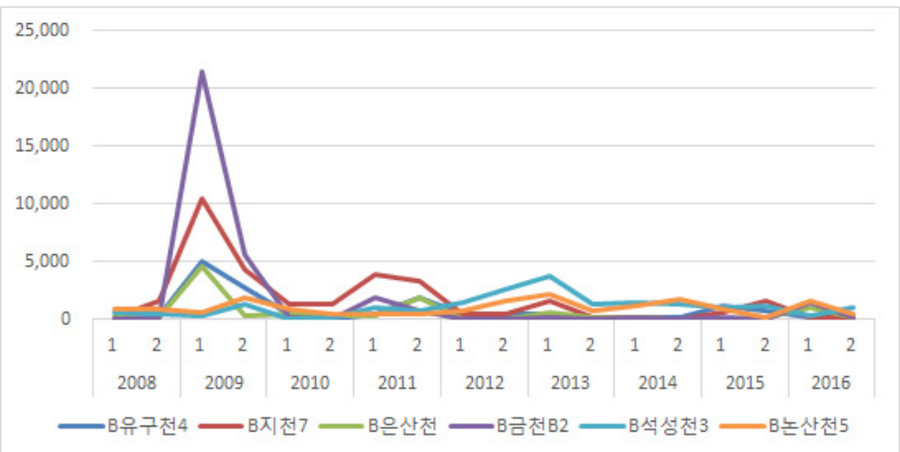
[그림 3-92] 금강지류 지점별, 조사시기별 저서성 대형무척추동물 관측 종수 변화(2)



[그림 3-93] 금강지류 지점별, 조사시기별 저서성 대형무척추동물 관측 종수 변화(3)



[그림 3-94] 금강지류 지점별, 조사시기별 저서성 대형무척추동물 관측 개체밀도 변화(1)



[그림 3-95] 금강지류 지점별, 조사시기별 저서성 대형무척추동물 관측 개체밀도 변화(2)

[표 3-41] 10년간 금강본류 및 금강지류의 저서성 대형 무척추동물 회차조사 현황

학 명	국 명	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Acentrella gnom	깨알하루살이		2	1,2	2	1,2	1	1	1,2		
Acentrella sibirica	콩알하루살이		1	1,2	1		1,2	2			
Agapetus KUa	큰광택날도래 KUa								2		
Alanites muticus	길쭉하루살이									1	
Alboglossiphonia heteroclita	달팽이넙적거머리	1	1	2			2		1		
Alboglossiphonia lata	조개넙적거머리		1,2	1,2	1,2	1	1,2		2	1,2	2
Anax KUa	왕잠자리 KUa									2	2
Anax parthenope julius	왕잠자리								2		
Antocha KUa	명주각다귀 KUa	2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	2	1,2
Apatania KUa	애우묵날도래 KUa					1			1		
Aquaris paludum	소금쟁이	1,2	1		1			1	2	2	2
Asellus hilgendorfii	물벌레			1,2							

학 명	국 명	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Asellus sp.	물벌레류	2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Austropeplea ollula	애기물달팽이						1				
Baetiella tuberculata	애호랑하루살이		1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2		1	
Baetis fuscatus	개똥하루살이	1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Baetis silvaticus	감초하루살이									1	
Baetis ursinus	방울하루살이		1,2	1		1,2		1,2	1	1	
Batracobdella paludosa	연두넙적거머리		2		1	1					
Berosus japonicus	새가슴물땡땡이									1	
Berosus signaticollis punctipennis	점박이물땡땡이	2	1	2		1					
Branchiura sowerbyi	아가미지렁이		1		1				1,2		
Caenis KUa	등딱지하루살이 KUa	1		1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	2	2
Caenis nishinoae	등딱지하루살이		1,2	2					2		
Calopteryx atrata	검은물잠자리			2		1			1	2	2
Calopteryx japonica	물잠자리					1					
Caridina denticulata denticulata	새뱅이				2	2			2		
Ceraclea KUa	나비날도래 KUa	2									
Ceraclea KUb	나비날도래 KUb		1	1					2		
Ceraclea KUc	나비날도래 KUc				2						
Ceratopogonidae sp.	등에모기류		1		1	1	1				
Cercion calamorum	등검은실잠자리	1	1,2								
Chaetogaster limnaei	물지렁이	1			1	2	1	2	1		1
Cheumatopsyche brevilineata	꼬마줄날도래	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	2	1,2
Cheumatopsyche KUa	꼬마줄날도래 KUa	2	1,2	1	1,2		1,2	1	1,2	2	2
Cheumatopsyche KUb	꼬마줄날도래 KUb		1,2	2	1,2	1,2	1		1,2	1	
Chironomidae sp. (red type)	깔따구류 sp. (red type)	1									
Chironomidae spp. (red type)	깔따구류 spp. (red type)	2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	2	1,2
Chironomidae spp. (red type 아닌 것)	깔따구류 spp. (non-red type)	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	2	1,2
Choroterpes altioculus	세갈래하루살이	1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	2
Chrysomelidae sp.	잎벌레류	2	2								
Cipangopaludina chinensis malleata	논우렁이	2	2	1		2			2	1	
Cipangopaludina japonica	큰논우렁이								2		
Cloeon dipterum	연못하루살이	1	1,2	2	2	2	2	2	2	2	2
Copera annulata	자실잠자리	1			1						
Corbicula corolata	공주재첩								1	1,2	2
Corbicula fluminea	재첩	1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1	1,2	1,2	2
Corbicula papyracea	엷은재첩								2		
Crocothemis servilia	고추잠자리						1				
Culex sp.	모기류				2	1					
Culicidae sp.	모기류	1,2	1,2		2	2	2	2	1,2	2	2
Cybister sp. (larva)	물방개류(유충)					1					
Davidius lunatus	쇠측범잠자리				2						

학 명	국 명	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Deielia phaon	밀잠자리붙이								2		
Diplectrona KUa	산골줄날도래 KUa									1	
Dolichopodidae sp.	장다리파리류			1					2		1
Drunella sp.	뿔하루살이류									1	
Dugesia japonica	플라나리아		1		1,2	1	1	1,2	1		
Dugesia sp.	플라나리아류	1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1	1
Ecdyonurus bajkovae	몽땅하루살이									1	
Ecdyonurus dracon	참납작하루살이									1	
Ecdyonurus joernensis	꼬리치레하루살이		1,2	1,2	1	1	1				
Ecdyonurus kibunensis	두점하루살이		1		1,2	1,2			1	2	2
Ecdyonurus levis	네점하루살이	1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1	1,2	2	2
Ecdyonurus sp.	납작하루살이류									1	
Ecnomus tenellus	별날도래		1,2	1	1,2			1	1,2	2	2
Eisenia sp.	줄지렁이류								1,2		
Elmidae sp.	여울벌레류(성충)	2				1	1			1	
Elmidae sp. (larva)	여울벌레류(유충)		1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1	2	2
Enochrus simulans	애넓적물땡땡이						1,2				
Epeorus pellucidus	부채하루살이		1,2	1	1,2	1,2	1,2	1,2	1	2	2
Ephemera orientalis	동양하루살이	1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	2	1,2
Ephemerella imanishii	칠성하루살이									1	
Ephemerella kozhovi	흰등하루살이		1		1,2			1			
Ephydridae sp.	물가파리류	1,2	2	1		1	1		1	2	2
Eristalis KUa	흰줄꽃등에 KUa									1	
Erpobdella lineata	돌거머리	1		2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Eubrianax KUa	둥근물삿갓벌레 KUa								1		
Gabbia misella	염주쇠우렁이	1	1,2	1,2							
Gammarus sobaegensis	보통옆새우						1				
Gammarus sp.	옆새우류		2								
Gerridae sp.	소금쟁이류	1									
Gerris sp.	소금쟁이류								2		
Glossiphonia complanata	갈색넙적거머리	1				2					1
Goera japonica	일본가시날도래		1								
Gomphidia confluens	어리부채장수잠자리									2	2
Gordius aquaticus	연가시		1	2					2		
Gyraulus convexiusculus	또아리물달팽이	1	2	1		1		1	2	1,2	2
Haliplus sp.	큰물진드기류									1	
Helichus sp.	여울벌레붙이	2									
Helobdella stagnalis	민물넙적거머리				1,2						
Helochares striatus	좀물땡땡이		2								
Helochares sp.	좀물땡땡이류								2		
Helodidae sp. (larva)	알꽃벼룩류(유충)						2	1		2	2
Hemiclepsis marginata	녹색넙적거머리						1				
Hesperocorixa kolthoffi	왕물벌레	1	2								
Hesperocorixa sp.	물벌레류									1	
Hippeutis cantori	수정또아리물달팽이		2	1,2	2				2	1,2	2
Hirudinidae sp.	거머리류			1							

학 명	국 명	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Hirudo nipponia	참거머리	1	1,2	1,2	1,2						
Hydaticus sp.	줄물방개류	1									
Hydraenidae sp.	호리가슴땡땡이류									1	
Hydrophilidae sp.1	물땡땡이류 sp.1	2									
Hydropsyche kozhantschikovi	줄날도래	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	2	1,2
Hydropsyche KUb	줄날도래 KUb		1,2								
Hydropsyche orientalis	동양줄날도래	1				1,2	1				1
Hydropsyche valvata	흰점줄날도래	2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	2	2
Hydroptila KUa	애날도래 KUa		1,2	1,2	1,2	1	1,2		2	2	2
Ischnura asiatica	아시아실잠자리	1	2			2			2	2	2
Labiobaetis atrebatinus	입술하루살이	1		1,2	2	1,2	1		1,2	2	2
Laccobius bedeli	점물땡땡이	1									
Laccobius binotatus	두점물땡땡이									1	
Laccobius sp.	점물땡땡이류			1		1			1		
Laccophilus lewisius	무늬깨알물방개	1									
Laevapex nipponicus	민물삿갓조개		1						2	1	
Limnodrilus gotoi	실지렁이	1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Limnoperna fortunei	민물담치									1,2	2
Limnoperna forunei	민물담치	1	1,2	1,2	1,2	1					
Macrobrachium nipponense	징거미새우		1,2	2	1	1	2	2	2	2	1,2
Macromia manchuria	만주잔산잠자리					1					
Macrostemum radiatum	큰줄날도래		1,2	1	2			2	1,2	1,2	2
Mataeopsephus KUa	넓은물삿갓벌레 KUa		1,2	1,2		1,2	1	1,2		2	2
Micronecta sedula	꼬마물벌레	1,2	1,2	1	1,2	1		1	1,2	2	1,2
Micronecta sp.	꼬마물벌레류		1	1,2							
Mucidae sp.	집파리류		2	1	1	1			1,2		
Muljarus japonicus	물자라	1									
Mystacides KUa	청나비날도래 KUa	2	2		1				2		1
Nigrobaetis bacillus	깜장하루살이	1	1,2	2	1,2	1					
Onychogomphus ringens	노란측범잠자리		1,2	1,2	1	1,2		2	1,2		
Optioservus variabilis	무늬여울벌레		1								
Ormosia sp.	모기각다귀류									1	
Orthetrum albistylum speciosum	밀잠자리					1				2	2
Orthetrum japonicum internum	중간밀잠자리									2	2
Oxyloma hirasei	뾰족쨈물우렁이			1					2	2	2
Palaemon modestus	각시흰새우				2						
Palaemon paucidens	줄새우			2		1			2		
Paracercion calamorum	등검은실잠자리								1,2	2	2
Paracercion hieroglyphicum	등줄실잠자리									2	2
Paracercion siboldii	왕등줄실잠자리									1	
Parachauliodes asahinai	뱀잠자리붙이								1		
Parachauliodes continentalis	대륙뱀잠자리		2								

학 명	국 명	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Parafossarulus manchouricus	쇠우렁이		1								1
Paratya compressa	생이	1									
Pedica KUa	장수각다귀 KUa									1	
Peltodytes sinensis	중국물진드기	2								2	2
Physa acuta	왼돌이물달팽이	1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Platycnemis phillopoda	방울실잠자리		1,2	1,2			1		1,2	2	2
Plectrocnemia KUa	깃날도래 KUa								2		
Polypylis hemisphaerula	배꼽또아리물달팽이								2		
Pomacea canaliculata	왕우렁이							2	2	2	2
Potamanthellus chinensis	방패하루살이									1	
Potamanthus (Potamanthodes) formosus	작은강하루살이	1		1	1						
Potamanthus formosus	작은강하루살이					1,2	1,2	1,2	1	1,2	2
Potamanthus luteus oriens	가람하루살이								1		
Potamanthus yooni	금빛하루살이					1,2			1		
Procloeon maritimum	작은갈고리하루살이			1,2					2		
Procloeon pennulatum	갈고리하루살이		2	2	1,2	1					1
Protohermes grandis	뱀잠자리		2								
Psephenidae sp.	물삿갓벌레류		1								
Psephenoides KUa	물삿갓벌레과 KUa	2	1,2	1,2	1,2	1,2			2		
Psephenoides sp.	물삿갓벌레류								1		
Psephenoides ? sp.	물삿갓벌레류									1	
Pseudothemis zonata	노란허리잠자리								2		
Pseudovelia tibialis sexseta	낙동털깨알소금쟁이									1	
Psychoda KUa	나방파리 KUa	2		1	1		2				
Psychomyia KUa	통날도래 KUa		1,2	1,2	1	1		1,2	2		
Radix auricularia	물달팽이	1	1,2	1	1	2	1,2	1,2	1,2	1,2	2
Ranatra unicolor	방게아재비				1						
Rhithrogena japonica	산골하루살이									1	
Rhithrogena na	산납작하루살이 na						1				
Rhoenanthus (Potamanthindus) coreanus	강하루살이	1	1,2	1,2	1,2						
Rhoenanthus coreanus	강하루살이					1	1,2	2	1,2	1,2	2
Rhyacophila KUb	물날도래 KUb	2									
Rhyacophila kumgangsanica	금강산물날도래	1									
Rhyacophila nigrocephala	검은머리물날도래		1								
Semisulcospira coreana	참다슬기		1			1					
Semisulcospira forticosta	주름다슬기		1	1		1		1	1		
Semisulcospira gottschei	곳체다슬기					2					
Semisulcospira libertina	다슬기		2	1,2		1			2	2	2
Serratella ignita	쇠꼬리하루살이									1	
Serratella setigera	범꼬리하루살이	1	2	1,2	2	1,2	2	1,2	1,2	2	2
Sieboldius albardae	어리장수잠자리				1						

학 명	국 명	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Simulium KUa	남방먹파리 KUa									1	
Simulium sp.	먹파리류	2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1	1	1	
Sphaerium (Musculium) lacustre japonicum	삼각산골조개			1							
Stenelmis sp.	긴다리여울벌레류	2	2	1,2	1,2					1,2	2
Stenelmis vulgaris	긴다리여울벌레					1			2		
Stenopsychidae sp.	각날도래류									1	
Stenothyra glabra	둥근입기수우렁이		1							2	2
Stratiomyia KUa	동애등에 KUa								2	2	2
Stylurus annulata	호리측범잠자리					1					
Sympecma paedisca	묵은실잠자리									1	
Sympetrum depressiusculum	고추좀잠자리	1									
Tabanus sp.	등에류	2	1,2							2	2
Tipula KUa	각다귀 KUa		1			1	1				
Tipula KUb	각다귀 KUb	1	1,2	1		1,2	1,2	2		2	2
Tipula sp.	각다귀류	2							2		1
Toryx tagoi	개구리넙적거머리				2			1	2	1	
Unio douglasiae	말조개				1						
Uracanthella rufa	등줄하루살이	1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	2	2
Uracanthella sp.	등줄하루살이류		2								
Whitmania pigra	말거머리									1	
Wormaldia KUa	입술날도래 KUa	2									
1차 조사		47	70	63	58	68	49	39	55	52	22
2차 조사		29	68	54	52	44	38	36	72	60	60
1, 2차 조사		7	48	42	39	35	31	26	35	17	13
전체		69	9	75	71	77	56	49	92	95	69

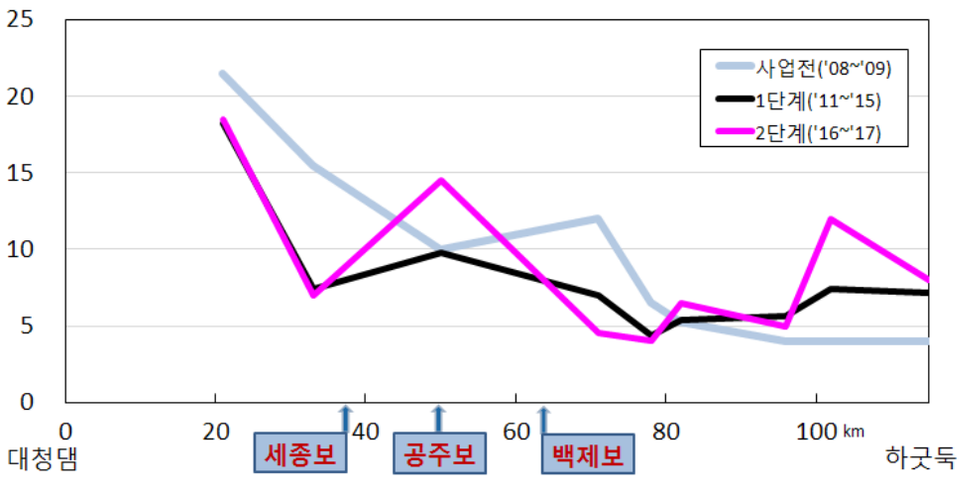
※ 2017년의 경우 금강본류에 대해서만 조사한 결과임

◦ 금강본류의 유하거리에 따른 저서성 대형무척추동물의 관측 종수 변화를 살펴보면, 세종보와 백제보가 설치 된 구간에서 관측 종수의 감소 현상이 급격한 것으로 나타남. 이러한 감소현상은 1단계 모니터링부터 지속적으로 나타났으며, 특히 세종보가 위치한 구간의 경우 지속적인 감소를 보이고 있음

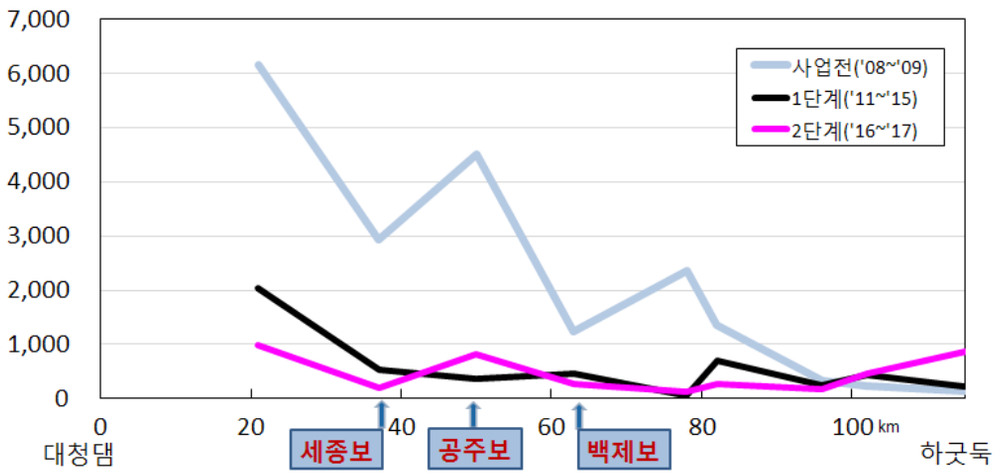
◦ 개체밀도도 마찬가지로 사업 이후 큰 감소가 있었으며, 감소폭은 보 구간을 지나면서 크게 나타났고, 1단계 모니터링 시보다 2단계 모니터링 시의 개체밀도가 더욱 감소한 것으로 나타남

◦ 하천환경 변화로 종수의 급격한 감소 지역과 개체수의 급격한 감소 지역이 일부 상이하게 나타났음

◦ 이와 같은 저서성 대형무척추동물 종수와 개체밀도의 감소는 금강정비사업이 하천에 미치는 충격이 컸음을 보여주고 있음



[그림 3-96] 유하거리에 따른 사업 전·후 저서성 대형무척추동물 관측 종수 변화



[그림 3-97] 유하거리에 따른 사업 이후 저서성 대형무척추동물 관측 개체수 변화

◦ 금강본류 12개소 지점의 과거 10년간 연간 2회씩 총 20회의 BMI 지수를 분석하였음

- 상류보다 하류의 건강성이 나쁜 등급에 많이 해당하였고 1단계 모니터링 기간 동안 대체로 증감을 반복하며 등급이 낮아지는 추세로 조사되었으며 2017년에는 B갑천7, B금강20, B금강29의 지수 및 등급이 높아진 것으로 나타남

- 2017년 기준 금강 하류의 저서성 대형무척추 동물의 건강성은 'E(매우 나쁨)'으로 대체로 2016년에 비해 건강성이 나빠진 것으로 나타남

◦ 금강지류 11개소 지점의 과거 9년간 연간 2회씩 총 18회의 BMI 지수를 분석하였음

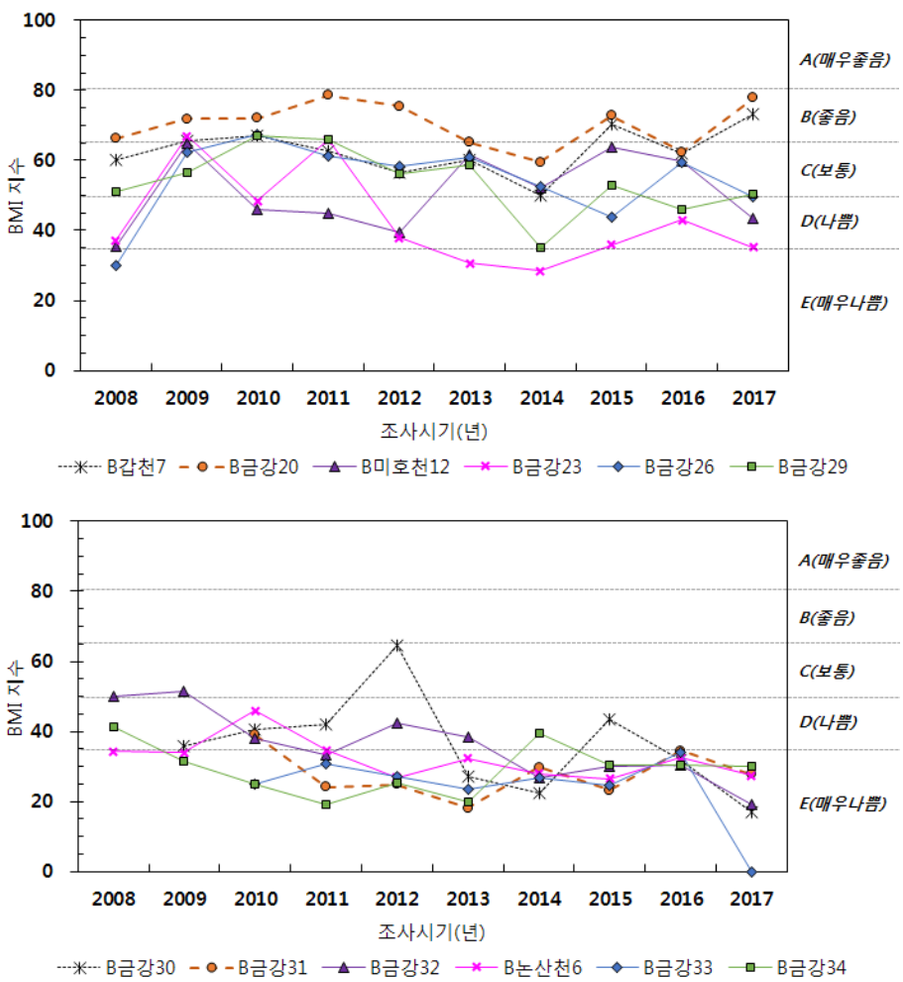
- 금강지류의 BMI 등급은 증감을 반복하며 최근까지 다양한 등급으로 분포하고 있으며, B용수천B2, B유구천4에서 'A(매우 좋음)' ~ 'B(좋음)' 등급으로 사업 전 보다 건강성이 좋아진 것으로 나타남

- 2016년에는 B용수천B2, B유구천4, B지천7에서 'A(매우 좋음)' 등급으로 건강성이 좋은 곳으로 나타났으며, B갑천5, B미호천10, B은산천, B금천B2에서 'D(나쁨)'~'E(매우 나쁨)' 등급으로 건강성이 나쁜 것으로 조사됨

[표 3-42] 10년간 금강본류 BMI 등급 및 지수

조사 시기	B갑천 7	B금강 20	B미호천 12	B금강 23	B금강 26	B금강 29	B금강 30	B금강 31	B금강 32	B논산천 6	B금강 33	B금강 34
2008	60.3(C)	66.3(B)	35.6(D)	37.1(D)	30.0(E)	51.0(C)	-	-	50.2(C)	34.3(E)	-	41.3(D)
2009	65.5(B)	71.8(B)	64.7(C)	66.9(B)	62.4(C)	56.6(C)	36.0(D)	-	51.4(C)	33.9(E)	-	31.6(E)
2010	67.2(B)	72.1(B)	46.1(D)	48.4(D)	67.4(B)	67.0(B)	40.5(D)	39.1(D)	38.2(D)	45.9(D)	24.9(E)	24.9(E)
2011	62.5(C)	78.5(B)	44.7(D)	65.9(B)	61.1(C)	65.8(B)	41.9(D)	24.1(E)	33.2(E)	34.7(E)	30.9(E)	19.0(E)
2012	56.5(C)	75.4(B)	39.5(D)	37.9(D)	58.2(C)	56.1(C)	64.7(C)	24.8(E)	42.3(D)	26.8(E)	27.3(E)	25.5(E)
2013	60.2(C)	65.1(B)	61.7(C)	30.7(E)	60.9(C)	58.5(C)	27.2(E)	18.1(E)	38.3(D)	32.4(E)	23.6(E)	19.9(E)
2014	50.1(C)	59.5(C)	52.0(C)	28.4(E)	52.5(C)	35.2(D)	22.4(E)	29.7(E)	26.9(E)	28(E)	26.7(E)	39.5(D)
2015	70.3(B)	72.8(B)	63.6(C)	35.9(D)	43.7(D)	53(C)	43.4(D)	23.2(E)	30.2(E)	26.5(E)	24.6(E)	30.4(E)
2016	61.8(C)	62.4(C)	59.7(C)	42.9(D)	59.5(C)	45.8(D)	31.9(E)	34.5(E)	30.3(E)	32.5(E)	33.9(E)	30.5(E)
2017	73.3(B)	77.7(B)	43.3(D)	35.2(D)	49.6(D)	50.4(C)	17.1(E)	27.8(E)	19.2(E)	27.4(E)	-	30.2(E)

※ 0 ≦ ~ < 35 : 'E(매우 나쁨)', 35 ≦ ~ < 50 : 'D(나쁨)', 50 ≦ ~ < 65 : 'C(보통)', 65 ≦ ~ ≦ 80 : 'B(좋음)', 80 ≦ ~ ≦ 100 : 'A(매우 좋음)'

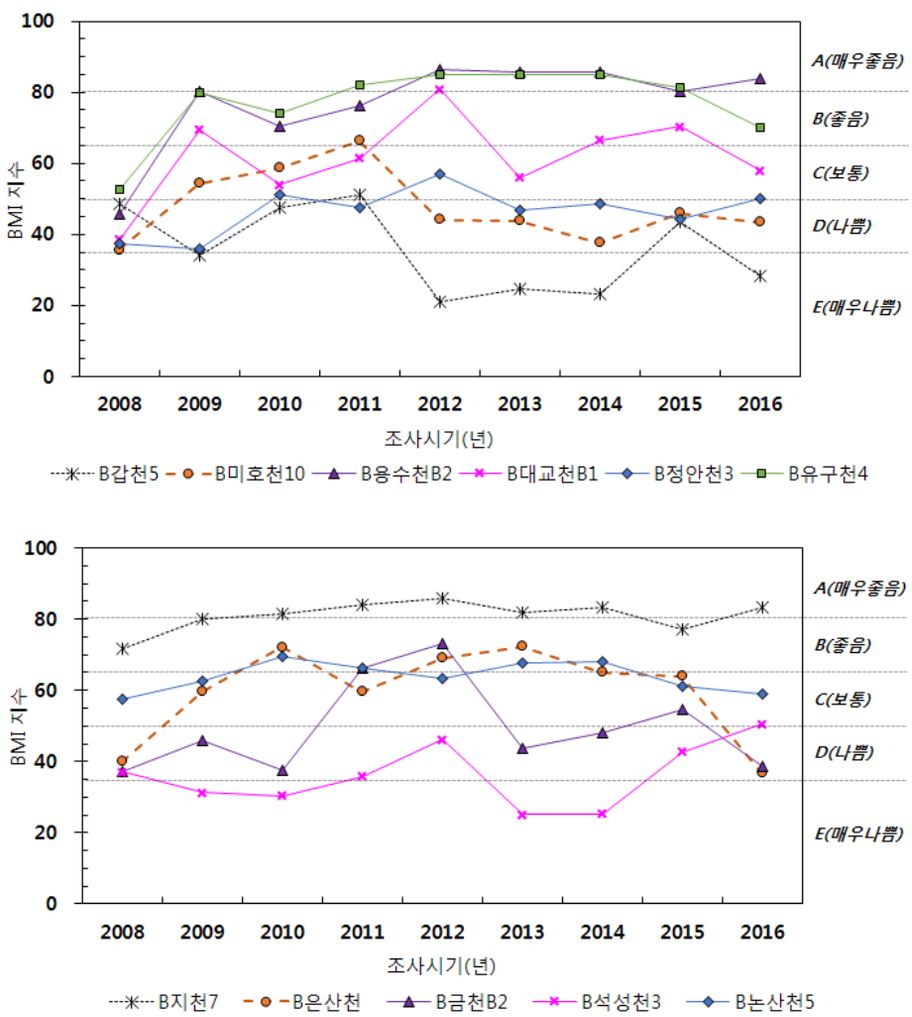


[그림 3-98] 10년간 금강본류 BMI 등급 및 지수변화

[표 3-43] 9년간 금강지류 BMI 등급 및 지수

조사 시기	B갑천 5	B미호천 10	B용수천 B2	B대교천 B1	B정안천 3	B유구천 4	B지천 7	B은산천	B금천 B2	B석성천 3	B논산천 5
2008	48.8(D)	35.7(D)	45.6(D)	38.5(D)	37.4(D)	52.6(C)	71.7(B)	40.1(D)	37.2(D)	37.1(D)	57.6(C)
2009	34.0(E)	54.4(C)	80.4(A)	69.5(B)	36.0(D)	79.9(B)	80.0(A)	59.7(C)	46.0(D)	31.3(E)	62.5(C)
2010	47.5(D)	58.8(C)	70.4(B)	54.0(C)	51.3(C)	73.9(B)	81.6(A)	72.1(B)	37.4(D)	30.4(E)	69.4(B)
2011	51.0(C)	66.3(B)	76.2(B)	61.4(C)	47.5(D)	82.2(A)	83.9(A)	59.7(C)	66.2(B)	35.8(D)	66.4(B)
2012	21.1(E)	44.2(D)	86.4(A)	80.9(A)	56.9(C)	85.1(A)	85.7(A)	69.0(B)	73.1(B)	46.2(D)	63.4(C)
2013	24.7(E)	43.8(D)	85.7(A)	56.0(C)	46.7(D)	85.1(A)	82.0(A)	72.3(B)	43.6(D)	25.2(E)	67.8(B)
2014	23.4(E)	37.7(D)	85.6(A)	66.5(B)	48.8(D)	84.9(A)	83.4(A)	65.1(B)	48.2(D)	25.4(E)	68.2(B)
2015	43.4(D)	46.0(D)	80.1(A)	70.4(B)	44.4(D)	81.2(A)	77.3(B)	64.0(C)	54.7(C)	42.8(D)	61.3(C)
2016	28.3(E)	43.4(D)	83.8(A)	58.0(C)	50.0(C)	70.2(B)	83.5(A)	36.8(D)	38.6(D)	50.5(C)	59.0(C)

※ 0 ≦ ~ < 35 : 'E(매우 나쁨)', 35 ≦ ~ < 50 : 'D(나쁨)', 50 ≦ ~ < 65 : 'C(보통)', 65 ≦ ~ ≦ 80 : 'B(좋음)', 80 ≦ ~ ≦ 100 : 'A(매우 좋음)'



[그림 3-99] 9년간 금강지류 BMI 등급 및 지수변화

라. 어류

1) 조사 및 평가방법

◦ 조사방법은 환경부의 '생물측정망 조사 및 평가지침(국립환경과학원 제 2016-67호, 제 2016-372호)'에 따름

◦ 조사대상 : 어류 출현종수 및 출현 개체수(개체/CPUE), 어류지수

◦ 조사시기

- 일반적으로 일일 최대온도 (Maximum daily temperature)가 19℃ 이상 되는 시기로서, 홍수기 전(5~6월)·후(9~10월)에 실시하는 것이 최적임

◦ 조사 및 채집 장소

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

◦ 채집 장비 및 도구

- 투망(망목 7×7 ㎜), 족대(망목 5×5 ㎜), 삼각망(망목 5×5 ㎜와 15×15 ㎜ 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, 어류 보관용 비닐 및 필기도구

◦ 여울 (Riffle)에서의 채집

- 흐름이 빠른 곳에서 투망을 이용할 경우, 투망을 던진 후 물의 흐름을 따라서 신속하게 수거

- 족대를 사용할 경우, 물이 흐르는 반대방향으로 족대를 대고 채집을 하며 하천 바닥을 강하게 긁어주면서 채집

◦ 흐르는 곳 (Run)에서의 채집

- 흐르는 곳에서는 하천특성에 따라 투망과 족대를 혼용하여 채집하며, 수초 및 돌이 있는 수변부에서는 족대를 사용하여 채집

◦ 소 (Pool)에서의 채집

- 물 흐름에 크게 영향을 받지 않으므로 채집방향을 고려하지 않아도 되며, 족대와 투망 모두 사용이 가능하나, 족대로 채집이 불가능한 수심(대략 조사자의 허리까지의 위치)에서는 주로 투망을 사용

◦ 종 분류 및 개체 수 산정

- 어류체장의 길이가 20mm 이하의 동정이 불가능한 치어의 경우에는 본 조사에 포함시키지 않음
- 종 동정은 채집 시 현장에서 즉시 수행하고 현장에서의 동정이 어려운 경우 10% 포르말린 용액에 고정하여 실험실로 운반 후 동정
- 조사 시 천연기념물, 멸종위기종(환경부 자료 참조)이 채집되었을 때는 기록한 다음에 즉시 놓아주어야 하며, 고정된 표본에는 채집일자, 채집지역, 채집자 등을 기록해야 함

◦ 비정상어종의 감별

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

[표 3-44] 어류 종 목록

강	목	과	국명	학명	내성도 특성	섭식 특성	서식지 특성	외래종
두갑강	칠성장어목	칠성장어과	칠성장어	*Lethenteron japonica Martens*	IS	O		
			다묵장어	*Lethenteron reissneri Dybowski*	SS	O		
조기강	뱀장어목	뱀장어과	뱀장어	*Anguilla japonica Temminck and Schlegel*	IS	C		
			무태장어	*Anguilla marmorata Quoy and Gaimard*	IS	C		
	청어목	멸치과	웅어	*Coilia nasus Temminck and Schlegel*	IS	C		
		청어과	전어	*Konosirus punctatus Temminck and Schlegel*	IS	H		
	잉어목	잉어과	잉어	*Cyprinus carpio Linnaeus*	TS	O		
			이스라엘잉어	*Cyprinus carpio Linnaeus*	TS	O		외래종
			붕어	*Carassius auratus Linnaeus*	TS	O		
			떡붕어	*Carassius cuvieri Temminck and Schlegel*	TS	O		
			초어	*Ctenopharyngodon idellus Cuvier and Valenciennes*	TS	H		외래종
		납자루아과	흰줄납줄개	*Rhodeus ocellatus Kner*	IS	O		
			한강납줄개	*Rhodeus pseudosericeus Arai, Jeon and Ueda*	IS	O		
			각시붕어	*Rhodeus uyekii Mori*	IS	O		

강	목	과	국명	학명	내성도 특성	섭식 특성	서식지 특성	외래종
			떡납줄갱이	*Rhodeus notatus Nichols*	IS	O		
			납자루	*Acheilognathus lanceolatus Temminck and Schlegel*	IS	O		
			묵납자루	*Acheilognathus signifer Berg*	SS	O		
			칼납자루	*Acheilognathus koreensis Kim and Kim*	IS	O		
			임실납자루	*Acheilognathus somjinensis Kim and Kim*	IS	O		
			줄납자루	*Acheilognathus yamatsuatea Mori*	IS	O		
			큰줄납자루	*Acheilognathus majusculus Kim and Yang*	IS	I		
			납지리	*Acheilognathus rhombeus Temminck and Schlegel*	IS	O		
			큰납지리	*Acanthorhodeus macropterus Bleeker*	IS	O		
			가시납지리	*Acanthorhodeus gracilis Regan*	IS	O		
		모래무지아과	참붕어	*Pseudorasbora parva Temminck and Schlegel*	TS	O		
			돌고기	*Pungtungia herzi Herzenstein*	IS	I		
			감돌고기	*Pseudopungtungia nigra Mori*	SS	I		
			가는돌고기	*Pseudopungtungia tenuicorpa Jeon and Choi*	SS	I		
			쉬리	*Coreoleuciscus splendidus Mori*	SS	I	RB	
			새미	*Ladislabia taczanowskii Dybowski*	SS	H	RB	
			참중고기	*Sarcocheilichthys variegatus wakiyae Mori*	SS	I		
			중고기	*Sarcocheilichthys nigripinnis morii Jordan and Hubbs*	IS	I		
			줄몰개	*Gnathopogon strigatus Regan*	IS	I		
			긴몰개	*Squalidus gracilis majimae Jordan and Hubbs*	SS	I		
			몰개	*Squalidus japonicus coreanus Berg*	TS	O		
			참몰개	*Squalidus chankaensis tsuchigae Jordan and Hubbs*	IS	O		
			점몰개	*Squalidus multimaculatus Hosoya and Jeon*	IS	O		
			누치	*Hamibarbus labeo Pallas*	TS	I		
			참마자	*Hamibarbus longirostris Regan*	IS	I		
			어름치	*Hamibarbus mylodon Berg*	SS	I		
			모래무지	*Pseudogobio esocinus Temminck and Schlegel*	IS	I		
			버들매치	*Abbottina rivularis Basilewsky*	TS	O		
			왜매치	*Abbottina springeri Banarescu and Nalbant*	TS	O		
			꾸구리	*Gobiobotia macrocephala Mori*	SS	I	RB	
			돌상어	*Gobiobotia brevibarba Mori*	SS	I	RB	
			흰수마자	*Gobiobotia nakdongensis Mori*	SS	I	RB	
			모래주사	*Microphysogobio koreensis Mori*	SS	O	RB	
			돌마자	*Microphysogobio yaluensis Mori*	IS	O	RB	
			여울마자	*Microphysogobio rapidus Chae and Yang*	SS	O	RB	
			됭경모치	*Microphysogobio jeoni Kim and Yang*	IS	I		
			배가사리	*Microphysogobio longidorsalis Mori*	SS	H	RB	

강	목	과	국명	학명	내성도 특성	섭식 특성	서식지 특성	외래종
			두우쟁이	*Saurogobio dabryi Bleeker*	IS	O		
		황어아과	백련어	*Hypophthalmichthys molitrix Cuvier and Valenciennes*	IS	H		
			대두어	*Aristichthys nobilis Richardson*	TS	H		
			황어	*Tribolodon hakonensis Gunther*	IS	O		
			대황어	*Tribolodon brandtii Dybowski*	IS	I		
			연준모치	*Phoxinus phoxinus Linnaeus*	SS	I		
			버들치	*Rhynchocypris oxycephalus Slauvage and Dabry*	SS	I		
			버들개	*Rhynchocypris steindachneri Dybowski*	SS	I		
			금강모치	*Rhynchocypris kumgangensis Kim*	SS	I		
			버들가지	*Rhynchocypris semotilus Jordan and Starks*	SS	I		
		피라미아과	왜몰개	*Aphyocypris chinensis Gunther*	TS	O		
			갈겨니	*Zacco temminckii Temminck and Schlegel*	SS	I		
			참갈겨니	*Zacco koreanus Kim, Oh and Hosoya*	SS	I		
			피라미	*Zacco platypus Temminck and Schlegel*	TS	O		
			끄리	*Opsarichthys uncirostris amurensis Berg*	TS	C		
			눈불개	*Squaliobarbus curriculus Richardson*	IS	O		
		강준치아과	강준치	*Erythroculter erythropterus Basilewsky*	TS	C		
			백조어	*Culter brevicauda Gunther*	TS	C		
			치리	*Hemiculter eigenmanni Jordan and Metz*	TS	O		
			살치	*Hemiculter leucisculus Basilewsky*	TS	I		
		종개과	종개	*Orthrias toni Dybowsky*	SS	I	RB	
			대륙종개	*Orthrias nudus Bleeker*	SS	I	RB	
			쌀미꾸리	*Lefua costata Kessler*	IS	I		
		미꾸리과	미꾸리	*Misgurnus anguillicaudatus Cantor*	TS	O		
			미꾸라지	*Misgurnus mizolepis Gunther*	TS	O		
			새코미꾸리	*Koreocobitis rotundicaudata Wakiya and Mori*	SS	O	RB	
			얼룩새코미꾸리	*Koreocobitis naktongensis Kim, Park and Nalbant*	SS	O	RB	
			참종개	*Iksookimia koreensis Kim*	IS	I	RB	
			부안종개	*Iksookimia pumila Kim and Lee*	SS	O		
			미호종개	*Iksookimia choii Kim and Son*	SS	I		
			왕종개	*Iksookimia longicorpa Kim, Choi and Nalbant*	IS	I		
			남방종개	*Iksookimia hugowolfeldi Nalbant*	SS	I		
			동방종개	*Iksookimia yongdokensis Kim and Park*	IS	I		
			기름종개	*Cobitis hankugensis Kim, Park, Son and Nalvant*	IS	I		
			점줄종개	*Cobitis lutheri Rendahl*	IS	I		
			줄종개	*Cobitis tetralineata Kim, Park and Nalbant*	IS	I		
			북방종개	*Cobitis pacifica Kim, Park and Nalbant*	IS	I		
			수수미꾸리	*Niwaella multifasciata Wakiya and Mori*	SS	O	RB	

강	목	과	국명	학명	내성도 특성	섭식 특성	서식지 특성	외래종
			좀수수치	*Kichulchoia brevifasciata Kim and Lee*	SS	I	RB	
		동자개과	동자개	*Pseudobagrus fulvidraco Richardson*	TS	I		
			눈동자개	*Pseudobagrus koreanus Uchida*	SS	I	RB	
			꼬치동자개	*Pseudobagrus brevicorpus Mori*	SS	I	RB	
			대농갱이	*Leiocassis ussuriensis Dybowski*	IS	I		
			밀자개	*Leiocassis nitidus Sauvage and Babryi*	TS	I		
		메기과	메기	*Silurus asotus Linnaeus*	TS	C		
			미유기	*Silurus microdorsalis Mori*	SS	C	RB	
		퉁가리과	자가사리	*Liobagrus mediadiposalis Mori*	SS	I	RB	
			퉁가리	*Liobagrus andersoni Regan*	SS	I	RB	
			퉁사리	*Liobagrus obesus Son, Kim and Choo*	SS	I	RB	
	바다빙어목	바다빙어과	빙어	*Hypomesus nipponensis McAllister*	IS	I		
			바다빙어	*Osmerus eperlanus mordax Mitchill*	SS	I		
			은어	*Plecoglossus altivelis altivelis Temminck and Schlegel*	IS	H		
	연어목	연어과	열목어	*Brachymystax lenok tsinlingensis Li*	SS	C		
			연어	*Oncorhynchus keta Walbaum*	SS	C		
			산천어/송어	*Oncorhynchus masou masou Brevoort*	SS	C		
			무지개송어	*Oncorhynchus mykiss Walbaum*	SS	C		외래종
	숭어목	숭어과	숭어	*Mugil cephalus Linnaeus*	TS	H		
			등줄숭어	*Chelon affinis Gunther*	IS	H		
			가숭어	*Chelon haematocheilus Temminck and Schlegel*	TS	H		
	동갈치목	송사리과	송사리	*Oryzias latipes Temminck and Schlegel*	TS	O		
			대륙송사리	*Oryzias sinensis Chen, Uwa and Chu*	TS	O		
		학공치과	줄공치	*Hyporhamphus intermedius Cantor*	IS	H		
			학공치	*Hyporhamphus sajori Temminck and Schlegel*	IS	H		
	큰가시 고기목	큰가시 고기과	큰가시고기	*Gasterosteus aculeatus Linnaeus*	IS	I		
			가시고기	*Pungitius sinensis Guichenot*	IS	I		
			잔가시고기	*Pungitius kaibarae Tanaka*	IS	I		
	드렁허리목	드렁허리과	드렁허리	*Monopterus albus Zuiew*	TS	C		
	쏨뱅이목	양태과	양태	*Platycephalus indicus Linnaeus*	IS	I		
		둑중개과	둑중개	*Cottus koreanus Heckel*	SS	I	RB	
			한둑중개	*Cottus hangiongensis Mori*	SS	I	RB	
			개구리꺽정이	*Myoxocephalus stelleri Tilesius*	IS	C		
			꺽정이	*Trachidermus fasciatus Heckel*	TS	I		
	농어목	농어과	농어	*Lateolabrax japonicus Cuvier*	IS	C		
			점농어	*Lateolabrax maculatus McClelland*	IS	C		
		꺽지과	쏘가리	*siniperca scherzeri Steindachner*	SS	C		
			꺽지	*Coreoperca herzi Herzenstein*	SS	C		
			꺽저기	*Coreoperca kawamebari Temminck and Schlegel*	IS	C		
		검정우럭과	블루길	*Lepomis macrochirus Rafinesque*	TS	I		외래종
			배스	*Micropterus salmoides Lacepede*	TS	C		외래종

강	목	과	국명	학명	내성도 특성	섭식 특성	서식지 특성	외래종
		주둥치과	주둥치	*Nuchequula nuchalis Temminck and Schlegel*	IS	I		
		시클리과	나일틸라피아	*Oreochromis niloticus Linnaeus*	TS	O		외래종
		돛양태과	강주걱양태	*Repomucenus olidus Gunther*	TS	I		
		구굴무치과	구굴무치	*Eleotris oxycephala Temminck and Schlegel*	IS	C		
		동사리과	동사리	*Odontobutis platycephala Iwata and Jeon*	SS	C		
			얼룩동사리	*Odontobutis interrupta Iwata and Jeon*	IS	C		
			남방동사리	*Odontobutis obscura Temminck and Schlegel*	IS	C		
			좀구굴치	*Micropercops swinhonis Gunter*	IS	O		
		망둑어과	날망둑	*Chaenogobius castaneus O'Shaughnessy*	IS	I		
			꼭저구	*Chaenogobius urotaenia Hilgendorf*	IS	I		
			문절망둑	*Acanthogobius flavimanus Temminck and Schlegel*	TS	I		
			흰발망둑	*Acanthogobius lactipes Hilgendorf*	IS	O		
			풀망둑	*Synechogobius hasta Temminck and Schlegel*	TS	I		
			갈문망둑	*Rhinogobius giurinus Rutter*	TS	O		
			밀어	*Rhinogobius brunneus Temminck and Schlegel*	IS	I	RB	
			민물두줄망둑	*Tridentiger bifasciatus Steindachner*	TS	I		
			검정망둑	*Tridentiger obscurus Temminck and Schlegel*	TS	I		
			민물검정망둑	*Tridentiger brevispinis Katsuyama, Arai and Nakamura*	IS	I	RB	
			줄망둑	*Acentrogobius pflaumii Bleeker*	IS	C		
			짱둥어	*Boleophthalmus pectinirostris Linnaeus*	IS	H		
			말뚝망둥어	*Periophthalmus modestus Cantor*	TS	I		
			미끈망둑	*Luciogobius guttatus Gill*	IS	O		
		버들붕어과	버들붕어	*Macropodus ocellatus Cantor*	TS	I		
		가물치과	가물치	*Channa argus Cantor*	TS	C		
	복어목	참복과	까치복	*Takifugu xanthopterus Temminck and Schlegel*	IS	I		
			복섬	*Takifugu niphobles Jordan and Snyder*	IS	I		
			황복	*Takifugu obscurus Abe*	IS	I		

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

[표 3-45] 주요 어종의 서식 특성

어 종	사는곳	크기	서식지	먹이	산란기 (월)
가물치	댐·호수	30~80	수초지대	물고기, 개구리, 새우	5~7
가시납지리	하류	8~12	진흙이 깔린 하류	잡식성	5~8
각시붕어	중·상류	4~5	진흙의 수초지대	부착조류, 플랑크톤	5~7
갈문망둑	하류	7~10	자갈이나 진흙이 깔린 곳, 호수, 저수지	잡식성	7~8
강준치	하류	30~50	물 흐림이 느리고 수량이 많은 곳, 강바닥 무리지어 서식	수서곤충, 물고기	5~7
긴몰개	중·상류	7~10	모래나 진흙의 수초지대	수서곤충, 플랑크톤	5~7
꾹저구	하류	8~10	진흙과 자갈이 깔린곳, 연안기수역, 저수지, 호수	수서곤충, 실지렁이	5~7
끄리	하류	20~40	모래와 자갈이 깔린 곳, 댐, 저수지	물고기, 갑각류, 수서곤충	5~6
납자루	중·상류	5~9	자갈이 깔린 곳	잡식성	5~7
납지리	중·상류	6~8	자갈이 깔린 곳	잡식성	9~11
누치	중·상류	20~70	모래와 자갈이 깔린 곳	돌 및 수서곤충, 잡식성	4~5
눈동자개	중·상류	15~30	돌이나 자갈이 깔린 곳	수서곤충, 물고기	5~6
눈불개	하류	20~40	물 흐름이 느린 곳	잡식성	6~8
대농갱이	중·상류	15~30	모래나 진흙 자갈이 깔린곳	수서곤충, 물고기	5~6
대륙송사리	웅덩이·농수로	3~4	늪, 수로	플랑크톤, 모기유충	5~7
돌고기	중·상류	7~15	자갈이 깔린 곳	잡식성	7~15
돌마자	중·상류	5~12	자갈과 모래가 깔린 곳	부착조류, 수서곤충	5~6
동사리	중·상류	10~18	가잘이나 모래가 깔린 곳	수서곤충, 물고기	5~6
동자개	중·상류	10~20	모래나 진흙, 자갈이 깔린 곳	물고기, 새우, 수서곤충	5~7
됭경모치	하류	5~10	모래가 깔린 곳	잡식성	5~7
떡납줄갱이	중·상류	4~5	진흙의 수초지대	부착조류, 플랑크톤	5~7
떡붕어	댐·호수	4~6	진흙과 모래가 깔린 수초지대	잡식성	4~6
메기	하류	20~50	진흙이 깔린 곳	수서곤충, 물고기	5~7
모래무지	중·상류	13~25	모래가 깔린 곳	모래속 수서곤충, 유기물	5~7
몰개	중·상류	6~25	모래, 수초지대	잡식성	6~7
미꾸라지	웅덩이·농수로	12~20	진흙이 깔린 곳	잡식성	4~6
미꾸리	댐·호수	10~17	진흙이 깔린 수초지대	모기 유충, 유기물	6~7

어 종	사는곳	크기	서식지	먹이	산란기 (월)
미호종개	중·상류	6~12	고운 모래가 깔린 곳	규조류	5~6
민물검정망둑	하류	8~13	자갈이 깔린 곳	잡식성	5~7
밀어	중·상류	5~8	자갈이 깔린 곳	잡식성	5~7
밀자개	하류	10~15	물 흐름이 느린 기수역 강바닥	수서곤충	5`6
배스	댐·호수·강	30~60	돌이 많은 수초지대	물고기, 새, 개구리	5~6
버들매치	중·상류	8~12	모래가 깔린 곳	잡식성	5~6
버들치	계곡	6~11	자갈과 모래가 깔린 곳	잡식성	4~6
붕어	댐·호수	4~6	진흙과 모래가 깔린 수초지대	잡식성	4~6
블루길	댐·호수·강	15~25	저수지나 강, 댐의 수초지대	물고기, 새우 등	2~3
빙어	상류,댐저수지 (회유성)	8~15	물 흐름이 느리거나 정체된 곳	작은 새우, 요각류	10~2
숭어	연안	10~30	연안	잡식성	5~7
쏘가리	중·상류	20~60	틈이 많은 암반, 돌이 깔린 곳	물고기	5~6
얼룩동사리	중·상류	10~18	자갈이나 모래가 깔린 곳	물고기, 수서곤충	9~10
은어	연안, 중·상류 (회유성)	20~30	자갈이 깔린 곳	부착조류	4~6
잉어	댐·호수	30~80	진흙과 모래가 깔린 수초지대	잡식성	5~7
줄납자루	중·상류	6~10	진흙과 자갈이 깔린 곳	수서곤충, 식물성 플랑크톤	5~6
줄몰개	중·상류	5~10	모래와 진흙이 깔린 곳	수서곤충, 플랑크톤	5~6
중고기	중·상류	10~15	진흙이나 모래, 자갈이 깔린 곳	수서곤충	5~7
참갈겨니	상류	12~20	모래나 자갈이 깔린 곳	잡식성	5~7
참마자	상류	15~30	모래나 자갈이 깔린 곳	잡식성	5~7
참몰개	중·상류	8~14	자갈이나 모래, 진흙의 수초지대	잡식성	4~6
참붕어	웅덩이·농수로	6~8	수초지대	잡식성	5~6
참중고기	중·상류	8~10	모래와 자갈이 깔린 곳	수서곤충	6~7
치리	하류	15~20	물높이 중간에서 수면사이	잡식성	5~6
칼납자루	중·상류	5~8	진흙과 자갈이 깔린 수초 지대	잡식성	5~6
큰납지리	하류	6~15	모래와 진흙이 깔린 곳	잡식성	5~7
피라미	중·상류	10~17	진흙이나 모래, 자갈이 깔린 곳	잡식성	5~7
흰수마자	중·상류	4~8	모래가 깔린 곳	수서곤충	6
흰줄납줄개	댐·호수	5~8	수초지대	잡식성	5~8

◦ 어류평가지수(Fish Assessment Index, FAI)

- 메트릭 산정법은 우리나라 하천차수(규모)에 따라 달라지는 메트릭은 M1, M2, M3, M7로 산정하고 나머지 메트릭(M4, M5, M6, M8)은 상대 비율에 의거하여 산정

- 8개의 메트릭은 국내종수, 여울성 저서종수, 민감종수, 내성종의 개체수 비율, 잡식종의 개체수 비율, 국내종의 충식종 개체수 비율, 채집된 국내종의 총 개체수, 비정상종의 개체수임

- 모델값 산정법은 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”임

- 어류가 전혀 채집되지 않을 경우, 최소 가능점수인 “0점”을 부여함

[표 3-46] 어류평가지수 등급

생물등급	환경상태	어류평가지수(FAI)
A	매우 좋음	80 ≦ ~ ≦ 100
B	좋음	60 ≦ ~ < 80
C	보통	40 ≦ ~ < 60
D	나쁨	20 ≦ ~ < 40
E	매우 나쁨	0 ≦ ~ < 20

2) 평가결과

◦ 환경부 수생태 건강성 관측 자료에서 어류의 과거 10년(2008년~2017년)간 금강본류 12개와 금강지류 11개로 총 23개소의 연간 2회씩 총 20회의 자료를 분석함

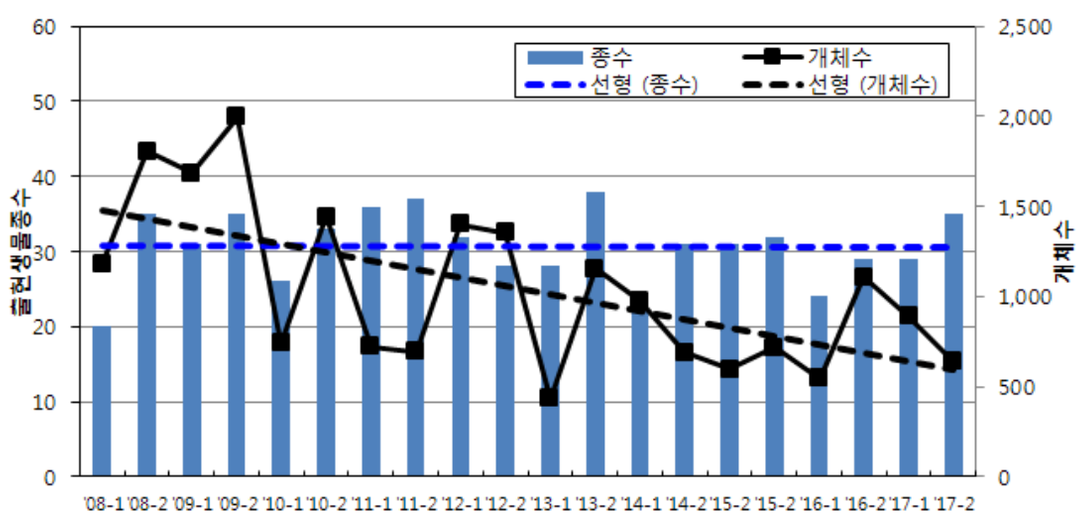
◦ 금강 본류와 지류에서 2017년까지 조사된 어류의 종은 본류에서 58종 지류에서 60종이며 조사구간 총 65종으로 이 중 31종은 매년 1회 이상씩 출몰하는 것으로 조사되었음. 따라서 본류와 지류사이에 종조성 차이는 없는 것으로 나타남

◦ 종수는 사업이후 1단계 모니터링 기간 동안 본류와 지류에서 모두 1~3종이 연간 증감을 반복하고 있으며, 2017년 본류에서는 전년에 비해 8종이 증가하고 개체수가 약간 늘었고, 지류에서는 1단계 모니터링 기간 동안 종수 및 개체수가 감소하다 2014년 기준으로 회복되는 경향이 나타남

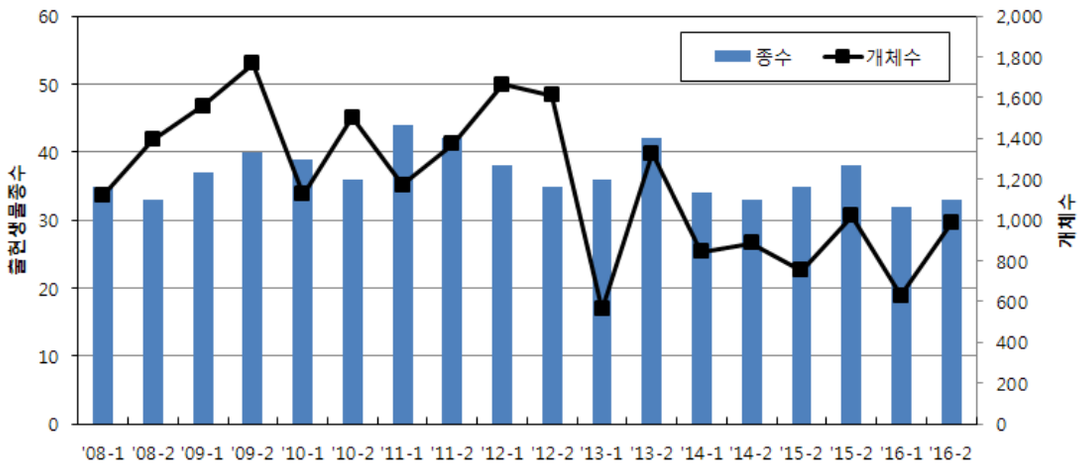
[표 3-47] 10년간 금강본류와 지류의 어류 종수 및 개체수

년도	회차	금강본류				금강지류			
		종수		개체수		종수		개체수	
		회차별	전체	회차별	전체	회차별	전체	회차별	전체
2008	1	20	36	1,176	2,984	35	43	1,121	2,514
	2	35		1,808		33		1,393	
2009	1	31	40	1,685	3,684	37	45	1,561	3,327
	2	35		1,999		40		1,766	
2010	1	26	35	741	2,183	39	43	1,125	2,628
	2	33		1,442		36		1,503	
2011	1	36	45	720	1,416	44	52	1,171	2,544
	2	37		696		42		1,373	
2012	1	32	38	1,402	2,755	38	48	1,666	3,279
	2	28		1,353		35		1,613	
2013	1	28	41	434	1,590	36	45	563	1,889
	2	38		1,156		42		1,326	
2014	1	24	35	978	1,666	34	41	846	1,734
	2	31		688		33		888	
2015	1	31	36	597	1,316	35	43	752	1,774
	2	32		719		38		1,022	
2016	1	24	32	459	1,656	36	44	825	2,027
	2	29		978		36		1,202	
2017	1	29	40	889	1,529	-	-	-	-
	2	35		640		-		-	

※ 본류 지점 중 B금강33 지점은 일반 측정지점으로 2017년에는 조사가 이루어지지 않음
※ 지류 지점은 모두 일반 측정지점으로 2017년에는 조사가 이루어지지 않음



[그림 3-100] 10년간 금강본류 어류 종수 및 개체수 변화



[그림 3-101] 9년간 금강지류의 어류 종수 및 개체수 변화

◦ 금강본류에서 지난 10년간 조사지점별 어류의 종수와 개체수를 분석함

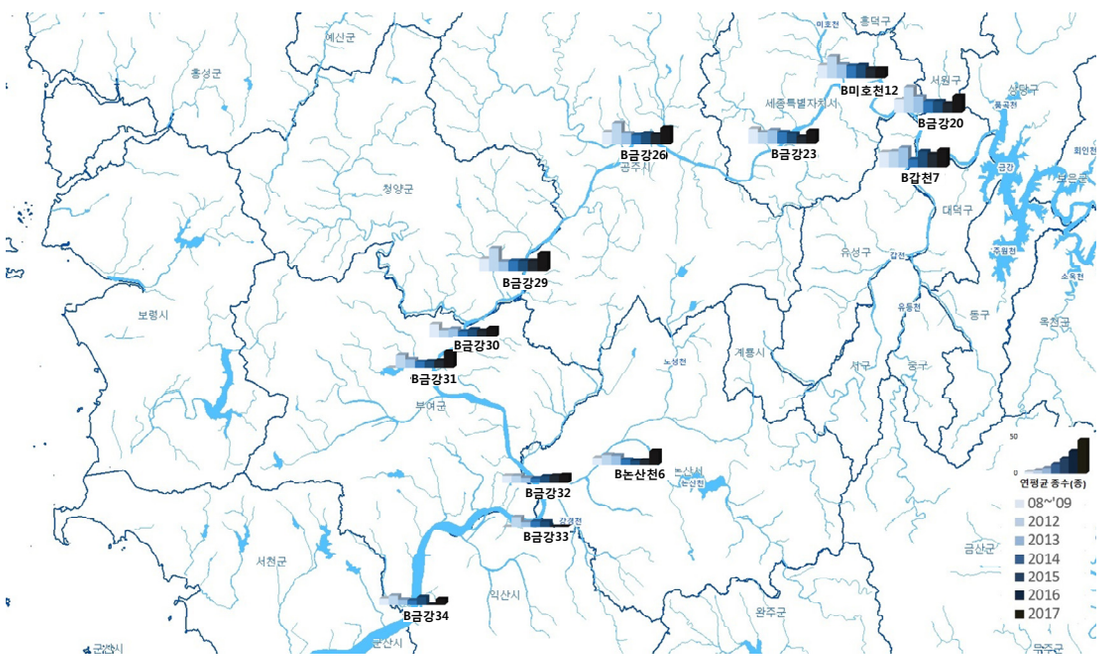
- 종수 변화 분석에 따르면, 하류로 갈수록 종수가 감소하는 경향을 보였고, 1단계 모니터링 기간 동안 증감을 반복하고 있으며, 2013년부터 2017년까지 종수의 증감이 반복되고 있음
- 개체수 변화 분석에 따르면, 하류로 갈수록 개체수는 감소하는 추세이고 사업이후 1단계 모니터링 기간 동안 감소하며 2016년까지 감소하는 경향을 보였으나, 2017년에는 대부분의 하천에서 증가하였음
- 금강본류의 B금강33 지점의 조사주기는 매년조사에서 3년 이상의 조사시기로 변경되어 2017년에는 미조사 되었음

◦ 금강지류에서 지난 9년간 지점별 어류의 종수와 개체수를 분석함

- 종수변화 분석에 따르면, 사업이후 1단계 모니터링기간 동안 감소하다가 2015년 B석성천3, B논산천5를 제외한 대부분의 지점에서 전년에 비해 증가하였으며 2016년까지 비슷한 수준을 보이는 것으로 조사됨
- 개체수 변화 분석에 따르면, 상류의 지류지점이 하류에 위치한 지류지점 보다 개체수가 더 많은 것으로 분석되었고 사업 전 2009년에 B대교천B1에서 675개체로 많은 수가 조사되었지만, 사업이후 꾸준히 감소하는 추세를 보임
- 금강지류의 조사주기는 매년조사에서 3년 이상의 조사시기로 변경되어 2017년에는 미조사 되었으며, 다음조사는 2019년에 있을 예정임

[표 3-48] 10년간 금강본류 지점별 어류 종수

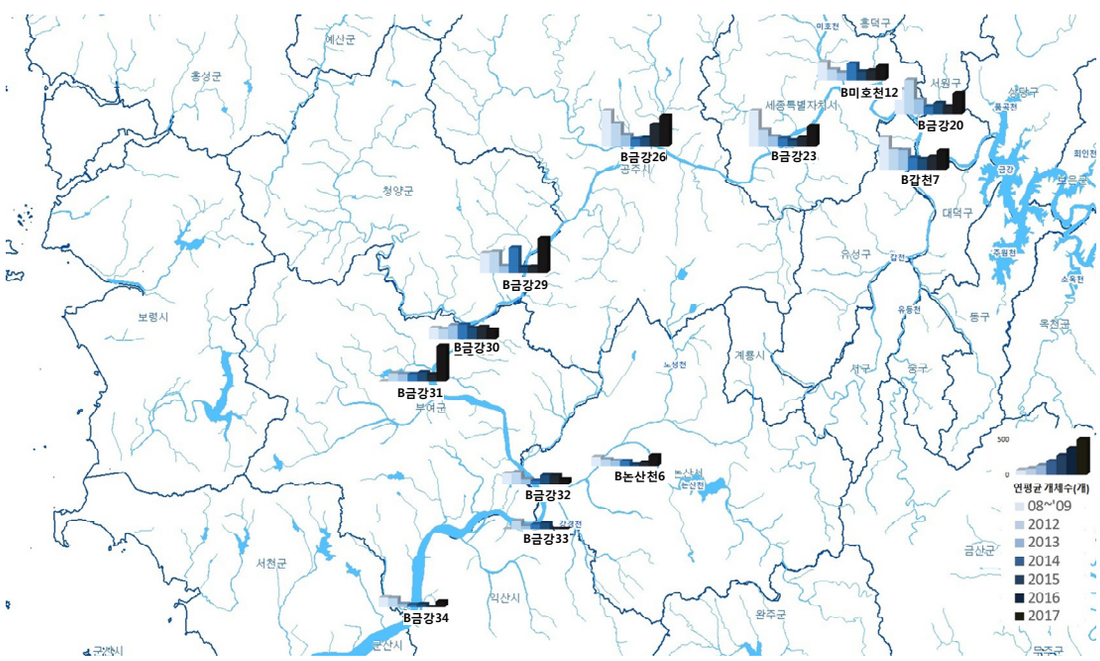
조사 시기	B갑천 7	B금강 20	B미호천 12	B금강 23	B금강 26	B금강 29	B금강 30	B금강 31	B금강 32	B논산천 6	B금강 33	B금강 34
2008	19	19	17	21	17	17	-	-	10	-	-	-
2009	23	18	20	20	19	18	20	-	12	11	-	10
2010	15	17	9	23	19	15	15	4	8	9	3	11
2011	29	20	20	13	19	19	8	8	7	13	10	5
2012	22	18	19	13	15	14	10	10	5	11	8	7
2013	27	23	20	19	16	14	12	13	8	14	7	8
2014	10	16	18	16	13	15	8	9	7	8	8	7
2015	22	16	19	14	16	15	11	10	10	6	8	12
2016	18	13	14	9	14	15	9	11	11	7	11	10
2017	24	18	14	14	8	12	13	14	12	20	-	9



[그림 3-102] 10년간 금강본류 지점별 어류 종수 변화

[표 3-49] 10년간 금강본류 지점별 어류 개체수

조사 시기	B갑천 7	B금강 20	B미호천 12	B금강 23	B금강 26	B금강 29	B금강 30	B금강 31	B금강 32	B논산천 6	B금강 33	B금강 34
2008	508	324	324	486	917	344	-	-	81	-	-	-
2009	583	390	202	1,057	354	236	330	-	249	139	-	144
2010	368	328	104	227	496	225	193	38	50	80	30	44
2011	371	105	212	37	111	142	119	78	31	121	75	14
2012	313	608	156	236	324	306	148	118	184	104	124	134
2013	299	213	113	139	162	98	206	108	77	80	46	49
2014	190	112	239	109	100	361	215	105	53	76	68	38
2015	168	160	127	81	116	83	162	131	134	22	87	45
2016	201	111	143	126	308	88	179	101	131	49	98	121
2017	289	102	201	128	353	655	137	703	72	158	-	84



[그림 3-103] 10년간 금강본류 지점별 어류 개체수 변화

[표 3-50] 9년간 금강지류 지점별 어류 종수

조사 시기	B갑천 5	B미호천 10	B용수천 B2	B대교천 B1	B정안천 3	B유구천 4	B지천 7	B은산천	B금천 B2	B석성천 3	B논산천 5
2008	15	-	15	11	16	13	16	14	19	15	-
2009	17	22	20	15	13	19	23	19	22	10	13
2010	12	25	16	17	14	16	16	21	14	16	11
2011	13	26	21	17	24	20	28	22	18	13	13
2012	17	19	18	19	17	20	23	18	20	13	32
2013	18	17	19	-	15	23	16	21	18	15	14
2014	12	13	15	14	13	14	13	16	19	11	10
2015	22	17	18	12	13	17	18	12	15	19	16
2016	18	17	17	16	14	17	14	8	15	15	15

[표 3-51] 9년간 금강지류 지점별 어류 개체수

조사 시기	B갑천 5	B미호천 10	B용수천 B2	B대교천 B1	B정안천 3	B유구천 4	B지천 7	B은산천	B금천 B2	B석성천 3	B논산천 5
2008	382	-	314	197	228	263	304	163	347	316	-
2009	220	342	384	675	235	263	307	273	180	172	276
2010	127	331	177	491	111	385	274	330	192	117	93
2011	108	258	249	488	288	311	225	255	68	161	133
2012	387	506	170	282	208	485	273	198	316	200	254
2013	139	226	124	-	121	343	251	287	155	116	127
2014	159	312	102	180	183	288	92	175	102	70	71
2015	375	153	187	143	101	179	209	76	83	127	141
2016	232	149	270	232	138	126	139	204	178	143	216

[표 3-52] 10년간 금강 본류 및 지류의 어류 회차조사 현황

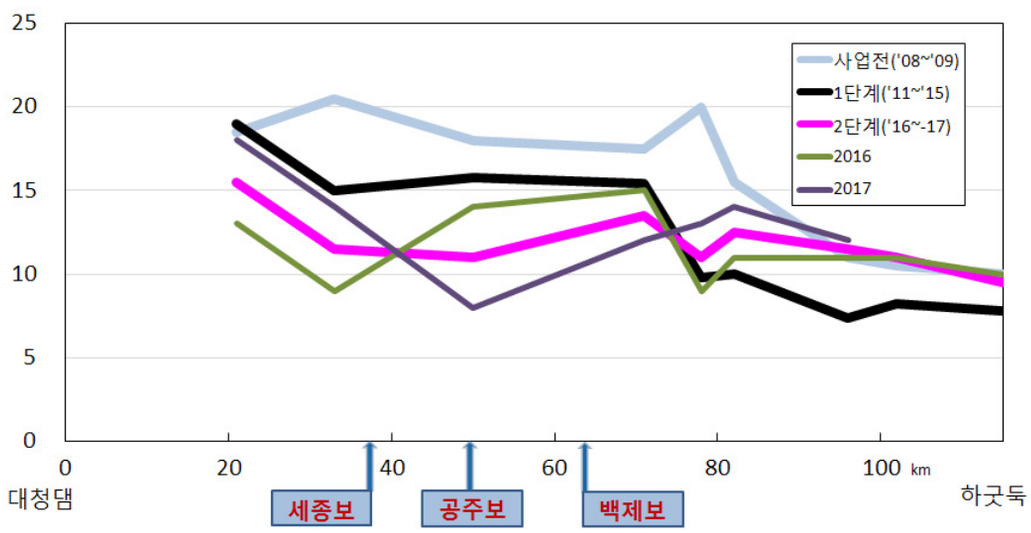
어 종	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
가물치	1	2		1		2	2			
가시납지리	1,2	1	1,2	1,2	1	1,2	1,2	1,2	1	1,2
각시붕어	1,2	1,2	1,2	2	1	2	1	1,2	1	
갈문망둑		2	1	1		1,2	2	1	1,2	2
강준치	1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1	1,2	1,2	1,2
긴몰개	1,2	1,2	1,2	1,2	2	1		2	2	1,2
꺽지			2							
끄리	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
납자루	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
납지리	2	2	1,2	2	2	2	1,2	1,2	2	2
누치	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
눈동자개	2	1,2	1,2	1,2	1,2	2	1,2	1,2	1,2	1,2
눈불개	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
대농갱이				1,2	1,2			1	1	
대륙송사리			2	2	1	1,2	2		2	2
돌고기	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	2
돌마자	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	2	1,2
동사리			2	1	2	2	1	1,2	1,2	2
동자개	1,2	1,2	1,2	1,2	1	1,2	2	1,2	1,2	2
됭경모치	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	2	1,2
드렁허리		2		1					1	
떡납줄갱이	2	1	2	2	1	1,2	1,2		1,2	2
떡붕어	1,2	1,2	1,2	1	1,2	1,2				
메기	1	1,2	1,2	2	2	2	2	1,2	1,2	1,2
모래무지	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
몰개	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
미꾸라지		1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1	1
미꾸리	1,2	1,2	1,2	1,2	2	1	1	1,2	2	2
미호종개					1	2	2			
민물검정망둑	1,2	1,2	1,2	1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
밀어	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
밀자개		2								0
배스	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
버들매치	2	1,2		1,2	1	2	1,2		2	2
버들붕어			1,2							
버들치	1			2	1					
붕어	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
블루길	2	2	1,2	1,2	2	2	2	2	1,2	1,2
빙어					2					

어 종	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
송사리										1
숭어					1	2		2		
쉬리	2		1	1,2	1,2	1,2	1,2	1	2	1,2
쏘가리	1,2	1	2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	2	2
얼룩동사리	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
왜매치	2									2
왜몰개		1		2		1,2	1		2	
은어				1						
잉어	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
자가사리				1						
점줄종개	1,2	1,2	1	1,2	1	1	1	1,2	1	
줄납자루	2			1,2	2					
줄몰개	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	2
중고기	2	1,2	1,2	1,2	1	1,2	1,2	1,2	1,2	2
참갈겨니		2			1,2					1
참마자	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
참몰개	2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	2	1,2
참붕어	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
참종개	1,2	1,2	1,2	1		1,2		1,2	1,2	2
참중고기	1	1,2	1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	2
치리	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	2
칼납자루		2		2	1	2		1		
큰납지리	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1	1,2	1,2	1,2
피라미	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
흰수마자	1			1,2						
흰줄납줄개	1	2						1	1	
1차 조사	37	40	41	47	43	39	38	42	39	29
2차 조사	40	45	42	46	39	47	38	40	42	42
1, 2차 공동조사	30	36	37	38	31	36	31	37	33	26
전체	47	49	46	55	51	50	45	45	48	45

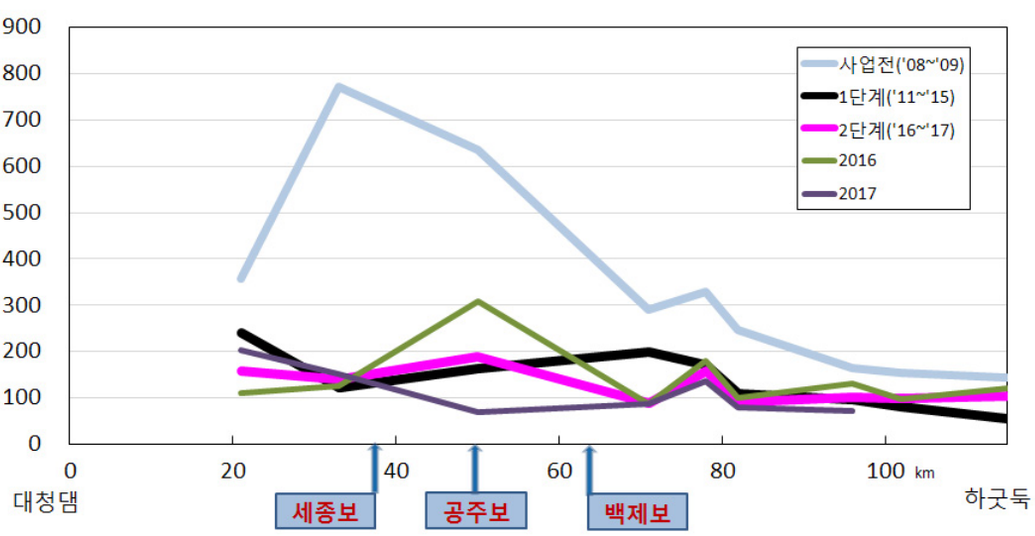
※ 2017년의 경우 금강본류에 대해서만 조사한 결과임

◦ 금강본류의 유하거리에 따른 어류의 연별 종수 변화를 살펴보면, 1단계 모니터링 기간 동안 평균 종수가 사업 전에 비해 감소하였으며 2017년에는 백제보 하류 구간의 일부 지점을 제외한 대부분의 지점에서 1단계보다 증가하였으며, 미조사 지점을 제외한 모든 지점에서 2016년도보다 증가하였음

◦ 금강본류의 유하거리에 따른 어류의 연별 개체수 변화를 살펴보면, 2016년의 개체수는 모든 지점에서 사업 전에 비해 감소하였으며 2017년도 조사 결과는 2016년도의 결과보다는 증가하였으나 사업 전에 비해 여전히 감소되었음



[그림 3-104] 금강본류 유하거리에 따른 단계별 어류 종 수 변화



[그림 3-105] 금강본류 유하거리에 따른 단계별 어류 개체수 변화

◦ 금강본류 12개소 지점의 과거 10년간 연간 2회씩 총 20회의 FAI 지수를 분석하였음

- 상류보다 하류의 건강성이 나쁜 등급에 많이 해당하였고 1단계 모니터링 기간 동안 증감을 반복하며 동급을 유지하는 추세로 조사되었으며 2017년에는 전년보다 지수가 높아져서 등급이 상승하여 건강성이 회복되었음

- 2010년 B금강31과 2014년 B논산천6에서 'E(매우나쁨)'으로 조사되어 건강성이 매우 악화된 시기가 있었음

◦ 금강지류 11개소 지점의 과거 9년간 연간 2회씩 총 18회의 FAI 지수를 분석하였음

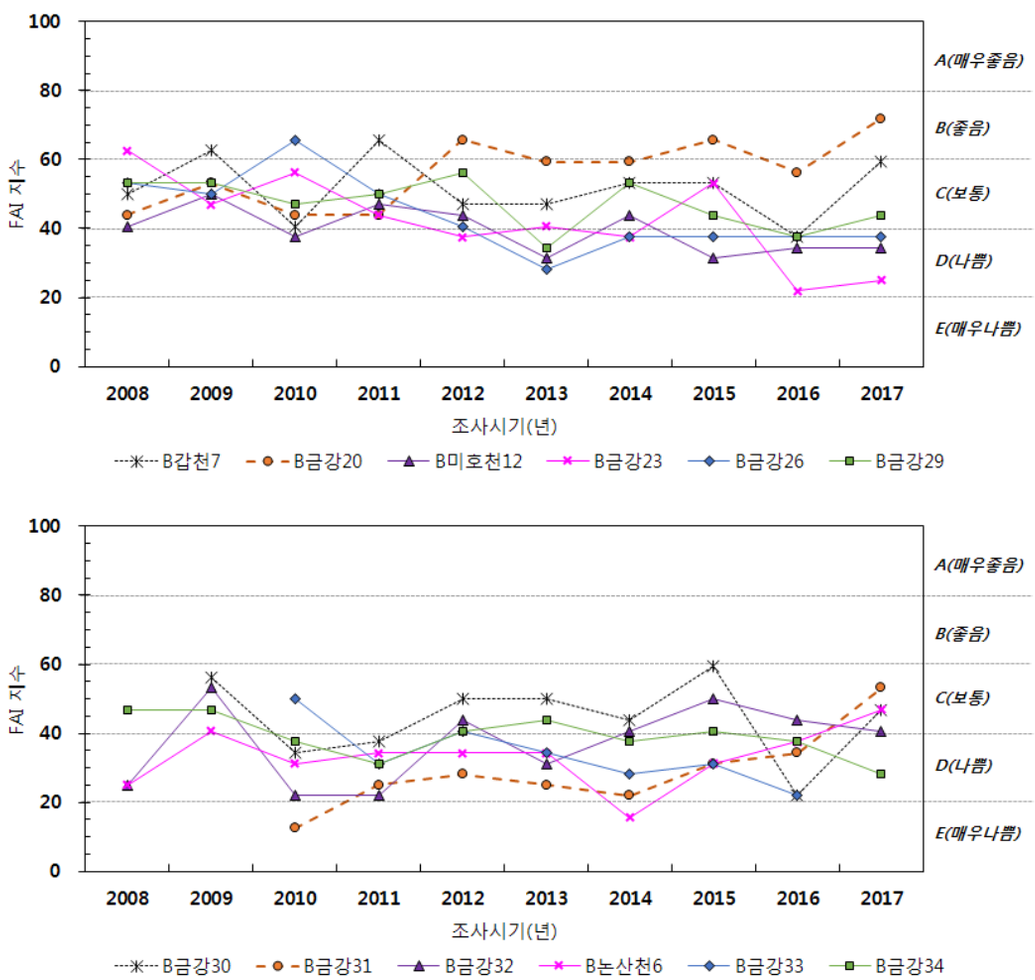
- 사업전과 비슷한 수준으로 증감을 반복하며 최근까지 다양한 등급으로 분포하고 있으며 B유구천4, B지천7에서 평균 'B(좋음)'등급으로 다른 지점보다 건강성이 좋은 반면, B정안천3, B석성천3에서 평균 'D(나쁨)'등급으로 건강성이 나쁜 것으로 조사됨

◦ 금강 본류 및 지류의 FAI지수를 분석한 결과 2016년~2017년에는 지점에 따라 'D(나쁨)'~ 'B(좋음)'의 등급으로 분포하며 본류와 지류 모두에서 평균 'C(보통)'으로 지점 간의 건강성에 대해 편차가 존재하는 것으로 조사되었음

[표 3-53] 10년간 금강본류 FAI 등급 및 지수

조사 시기	B갑천 7	B금강 20	B미호천 12	B금강 23	B금강 26	B금강 29	B금강 30	B금강 31	B금강 32	B논산천 6	B금강 33	B금강 34
2008	50.1(C)	43.8(C)	40.7(C)	62.5(B)	53.2(C)	53.2(C)	-	-	25.0(D)	25.1(D)	-	46.9(C)
2009	62.6(B)	53.2(C)	50.1(C)	46.9(C)	50.1(C)	53.2(C)	56.3(C)	-	53.2(C)	40.7(C)	-	46.9(C)
2010	40.7(C)	43.8(C)	37.5(D)	56.3(C)	65.7(B)	46.9(C)	34.4(D)	12.5(E)	21.9(D)	31.3(D)	50.0(C)	37.5(D)
2011	65.7(B)	43.8(C)	46.9(C)	43.8(C)	50.0(C)	50.0(C)	37.5(D)	25.1(D)	21.9(D)	34.4(D)	31.3(D)	31.3(D)
2012	46.9(C)	65.7(B)	43.8(C)	37.5(D)	40.7(C)	56.3(C)	50.1(C)	28.2(D)	43.8(C)	34.4(D)	40.7(C)	40.7(C)
2013	46.9(C)	59.4(C)	31.3(D)	40.7(C)	28.2(D)	34.4(D)	50.0(C)	25.0(D)	31.3(D)	34.4(D)	34.4(D)	43.8(C)
2014	53.2(C)	59.4(C)	43.8(C)	37.5(D)	37.5(D)	53.2(C)	43.8(C)	21.9(D)	40.7(C)	15.7(E)	28.2(D)	37.5(D)
2015	53.2(C)	65.7(B)	31.3(D)	53.2(C)	37.6(D)	43.8(C)	59.4(C)	31.3(D)	50.1(C)	31.3(D)	31.3(D)	40.7(C)
2016	37.5(D)	56.3(C)	34.4(D)	21.9(D)	37.5(D)	37.5(D)	21.9(D)	34.4(D)	43.8(C)	37.6(D)	21.9(D)	37.6(D)
2017	59.4(C)	71.9(B)	34.4(D)	25(D)	37.5(D)	43.7(C)	46.9(C)	53.1(C)	40.6(C)	46.9(C)	-	28.1(D)

※ 0 ≦ ~ < 20 : 'E(매우 나쁨)', 20 ≦ ~ < 40 : 'D(나쁨)', 40 ≦ ~ < 60 : 'C(보통)', 60 ≦ ~ ≦ 80 : 'B(좋음)', 80 ≦ ~ ≦ 100 : 'A(매우 좋음)'

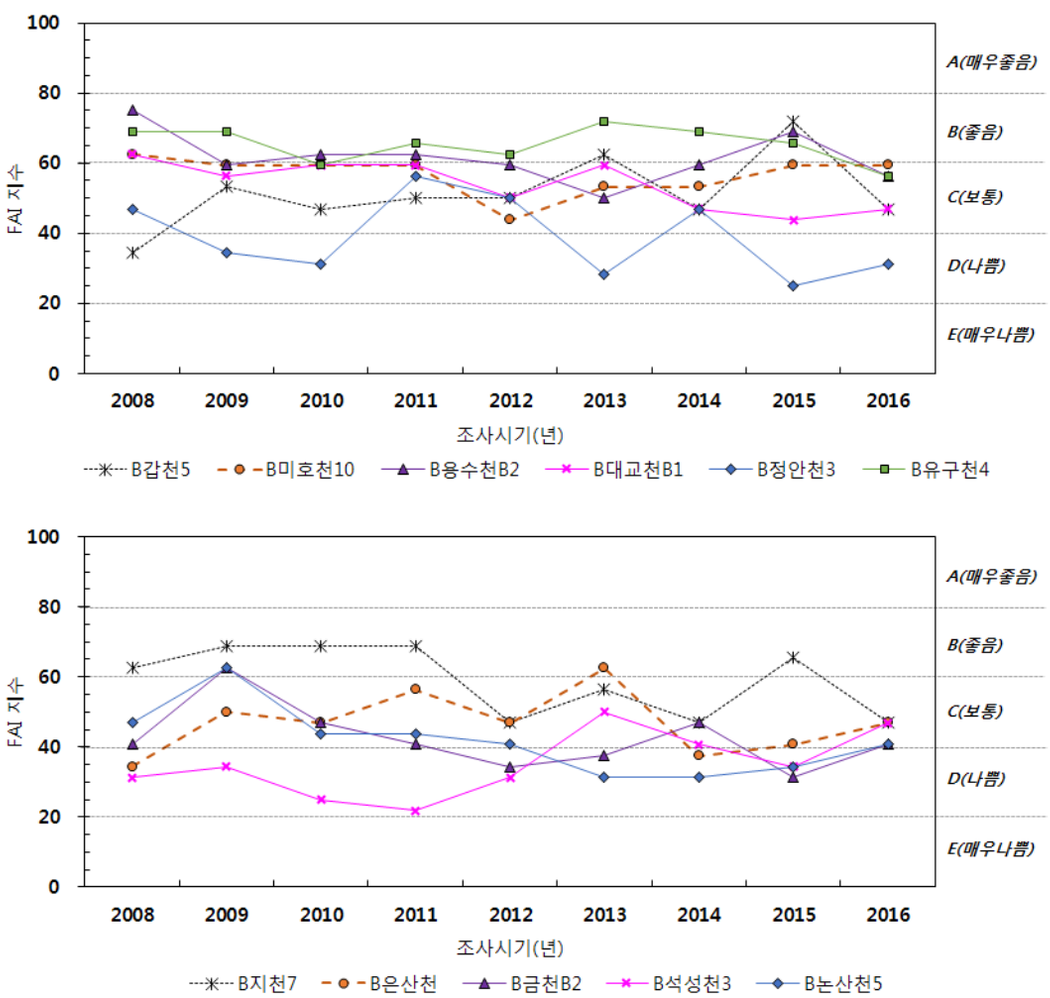


[그림 3-106] 10년간 금강본류 FAI 등급 및 지수변화

[표 3-54] 9년간 금강지류 FAI 등급 및 지수

조사 시기	B갑천 5	B미호천 10	B용수천 B2	B대교천 B1	B정안천 3	B유구천 4	B지천 7	B은산천	B금천 B2	B석성천 3	B논산천 5
2008	34.4(D)	62.5(B)	75.1(B)	62.6(B)	46.9(C)	68.8(B)	62.5(B)	34.4(D)	40.7(C)	31.3(D)	46.9(C)
2009	53.2(C)	59.4(C)	59.4(C)	56.3(C)	34.4(D)	68.8(B)	68.8(B)	50.0(C)	62.6(B)	34.4(D)	62.6(B)
2010	46.9(C)	59.4(C)	62.6(B)	59.4(C)	31.3(D)	59.4(C)	68.8(B)	46.9(C)	46.9(C)	25.0(D)	43.8(C)
2011	50.1(C)	59.4(C)	62.5(B)	59.4(C)	56.3(C)	65.7(B)	68.8(B)	56.3(C)	40.7(C)	21.9(D)	43.8(C)
2012	50.1(C)	43.8(C)	59.4(C)	50.1(C)	50.0(C)	62.5(B)	46.9(C)	46.9(C)	34.4(D)	31.3(D)	40.7(C)
2013	62.6(B)	53.2(C)	50.0(C)	59.4(C)	28.2(D)	71.9(B)	56.3(C)	62.5(B)	37.5(D)	50.0(C)	31.3(D)
2014	46.9(C)	53.2(C)	59.4(C)	46.9(C)	46.9(C)	68.8(B)	46.9(C)	37.5(D)	46.9(C)	40.7(C)	31.3(D)
2015	71.9(B)	59.4(C)	68.8(B)	43.8(C)	25.1(D)	65.7(B)	65.7(B)	40.7(C)	31.3(D)	34.4(D)	34.4(D)
2016	46.9(C)	59.4(C)	56.3(C)	46.9(C)	31.3(D)	56.3(C)	46.9(C)	46.9(C)	40.7(C)	46.9(C)	40.7(C)

※ 0 ≦ ~ < 20 : 'E(매우 나쁨)', 20 ≦ ~ < 40 : 'D(나쁨)', 40 ≦ ~ < 60 : 'C(보통)', 60 ≦ ~ ≦ 80 : 'B(좋음)', 80 ≦ ~ ≦ 100 : 'A(매우 좋음)'



[그림 3-107] 9년간 금강지류 FAI 등급 및 지수변화

제4장 하상 모니터링

1. 하상변동

2. 보(Weir)

3. 하상관리 계획 검토

4. 하상변화 조사

제4장 하상 모니터링

1. 하상변동

◦ 자연적 원인

- 자연적으로 일어나는 하상변동 요인은 충적선상지 활동, 자연적인 하상의 장갑화, 하도의 분기, 만곡과 자연 첩수로의 형성, 기록적인 홍수, 산불, 부목, 토석류, 지진, 화산 활동, 지각 활동 등을 들 수 있음
- 기록적인 홍수에 의한 하상 변동은 자연적으로 원상태의 평형하상으로 회복되기도 하지만 변화의 정도에 따라 회복되지 못하고 새로운 하천의 형태로 평형을 유지하기도 함

◦ 하도 변경

- 자연 상태의 하도에 직강화, 협착화, 준설, 정비, 하도 내 잡목이나 부목의 제거 등을 시행하는 경우 하상 변동을 유발함
- 하도의 직강화는 하상의 저하를 가져오며, 이러한 하상 저하는 통상 하폭의 확대와 병행하여 나타남
- 하도의 직강화는 하상 경사를 증가시킴으로서 흐름의 속도와 세기를 증가시키기 때문에 침식된 하상은 안정되거나, 만곡을 이루어 하상 경사를 줄여서 다시 평형 상태에 도달함
- 이와 같은 하도 변경에 따른 하상저하 현상은 통상 초기에 급작스럽게 진행되나 시간의 흐름에 따라 진행률은 급속히 줄어들어 평형상태를 유지하게 됨

◦ 토지이용의 변화

- 하천 상류 유역의 토지이용 형태가 변화하여 유입되는 부유사의 양이 변화하는 경우, 하천의 하상은 변화하게 됨
- 이러한 유역 활동에 의한 하상의 변화는 비교적 장기간에 걸쳐 이루어지기 때문에 정확한 관측 자료가 없이는 쉽게 식별되지 않음
- 보통 유역의 벌목, 경작화, 도시화 등에 의해 유출률이 증가하는 경우, 하천의 첨두 홍수와 유사 유출률은 증가하게 됨

- 이때 통상 하류 하천의 폭은 넓어지고 만곡도는 줄어들기 마련임
- 특히 도시화는 첨두 홍수의 증가와 유출 지속시간 감소를 동시에 유발하기 때문에 유사 유출에 불리한 여건을 갖게 되고, 도시지역의 하류에 위치한 하천은 하상이 침식되고 하폭은 넓어지며 만곡도는 줄어듦

◦ 골재 채취

- 하천에서 골재 채취는 단시간에 가장 급속한 하상 변동을 가져올 수 있음
- 골재 채취는 국내에서 가장 빈번하고 통상적인 하상변동 요인 중 하나임
- 골재가 채취된 하천의 흐름은 변화되어 하도의 최심선 등 흐름 양상이 달라질 수 있음
- 골재 채취로 인한 두부침식(head-cutting, 역행침식)은 상류 하천에 영향을 줄 수 있어, 충적하천에서 대규모로 골재를 채취하는 경우에는 그에 따른 영향을 면밀히 검토하여 필요시 적절한 대응이 반드시 수반되어야 함
- 또한, 하류 하천의 하상 저하는 지하수위의 저하로 인한 하천변 토지의 식생과 경작에 영향을 미칠 뿐만 아니라 강턱 침윤선의 저하를 가져와서 강턱의 포락을 가져올 수 있음

◦ 댐·보·저수지

- 댐, 보, 저수지 상류에는 배수효과가 발생하여 하류에 유사 이송량이 적은 하천수를 방류하고 상당량의 부유사는 댐이나 보의 상류 하부에 퇴적됨
- 특히, 모래로 하상이 이루어진 하천에서 댐과 보와 같은 구조물 하류 지역의 하상은 부유사 농도가 낮은 방류수로 인하여 넓은 지역에 걸쳐 침식 현상이 발생하며, 구조물 축조 직후부터 하상이 저하됨
- 자갈로 하상이 이루어진 하천에서 저류 구조물의 축조는 오히려 하류 하상의 상승을 가져올 수 있으며, 이는 댐에 의한 유황 조절로 홍수의 충격이 완화되면서 기타지류에서 유입되는 부유사를 본류에서 충분히 세굴 또는 이송시키지 못하기 때문임

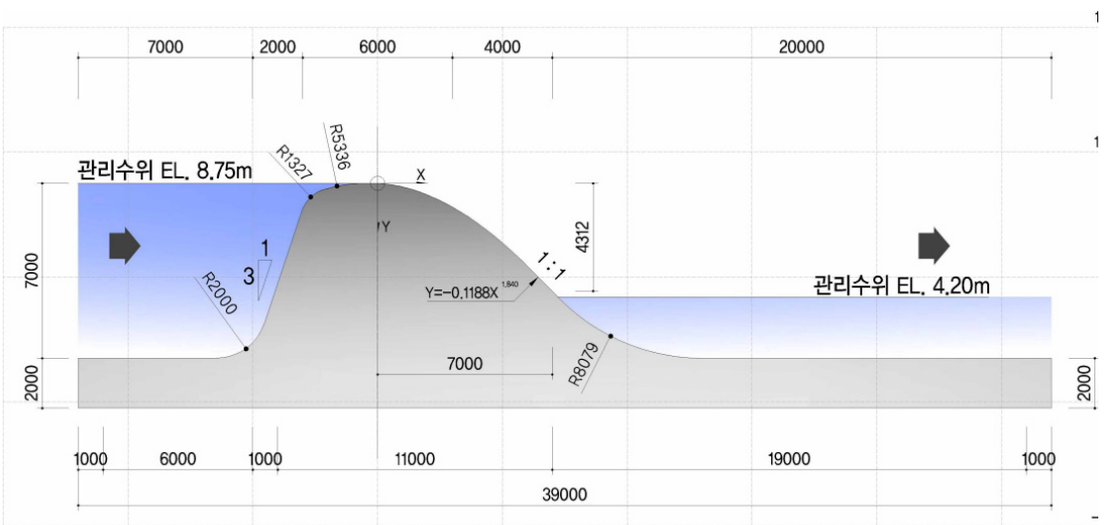
2. 보(Weir)

가. 금강 3개보 일반 현황

◦ 세종보의 전체 길이는 348 m로 가동보 223 m, 고정보 125 m로 구성되어 있으며, 전도식 가동보가 설치되어 있음

◦ 공주보의 전체 길이는 260 m로 가동보 220 m, 고정보 40 m로 구성되어 있으며, 가동보는 승강식 주 수문과 고정보 상부에 전도식 수문이 조합되어 있음

◦ 백제보의 전체 길이는 311 m로 가동보 120 m, 고정보 191 m로 구성되어 있으며, 가동보는 상단 방류형 2단 쉘 게이트 형식으로 평상시 관리수위 유지와 유량조절이 가능하고 상단 및 하단 방류가 모두 가능함



※ 출처 : 금강정비사업 7공구 기본설계보고서

[그림 4-1] 공주보의 고정보구간 종단면 형상

[표 4-1] 세종보, 공주보, 백제보 시설물 현황

구 분		세종보	공주보	백제보
수위	상류 (m)	11.8	8.75	4.2
	하류 (m)	8.75	4.2	2
	상·하류 수위차 (m)	3.05	4.55	2.2
저수량 (백만m^3)		3.7	13.8	23.8
가동보	길이 (m)	223	220	120
	수문현황 (연장×높이@문)	80×2.8@2 60×4@1	40×7@2 20×7@1 40×1@3	36×5.3@3
	수문형식	전도식	승강식, 전도식	쉘 승강식
고정보	길이 (m)	125	32	191
	높이 (m)	3.2~4.3	7	7.2
상류부	바닥보호공 (m)	사석 10	사석 20	사석 9.25~15
	물받이공 (m)	콘크리트 4		
하류부	물받이공 (m)	콘크리트 18	콘크리트 20	콘크리트 13
	바닥보호공 (m)	사석 45	사석 80	사석 60

나. 보 수위 및 방류 현황

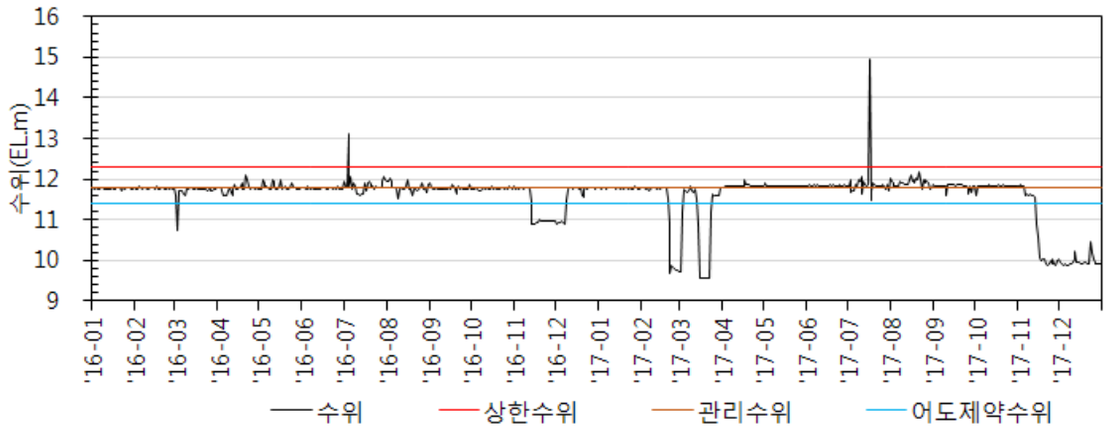
1) 세종보

◦ 세종보 수위 현황

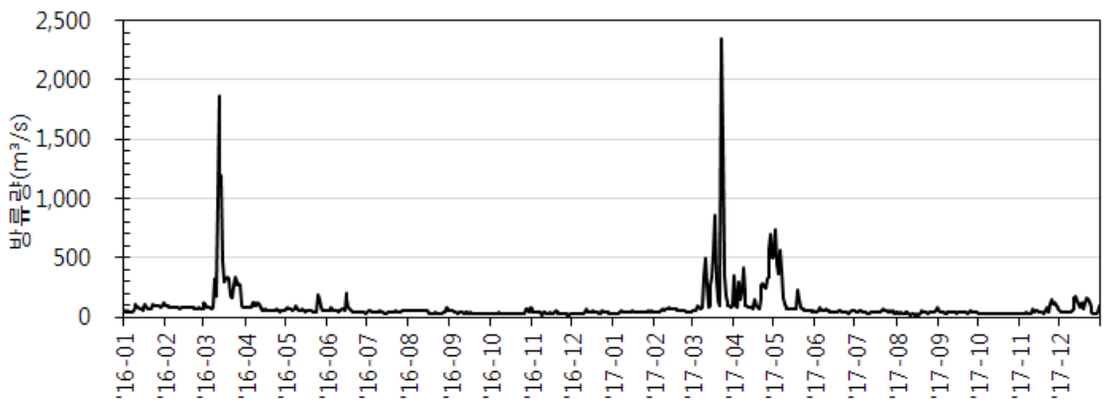
- 세종보는 시험운영기간을 거쳐 2012년 6월 20일 준공하여 수위를 유지하고 있으며 2017년 1월 1일부터 10분 간격의 수위를 분석함
- 2017년 기준 일최대수위는 14.96 m(EL)(2017년 7월 16일)을 기록하였으며, 일최저수위 9.56 m(EL)(2017년 3월 19일), 기간평균 일평균수위 11.4 m(EL)을 유지하는 것으로 나타남
- 최대 수위가 관측된 2017년 7월 16일의 14.96 m(EL)은 일강우량(124.6 ㎜)의 급증으로 수위가 급상승하였음
- 2017년에는 세종보 수위저하 시범운영을 총 2회 실시하였으며 2월 20일부터 3월 4일까지 13일간 9.5 m까지 1차, 3월 13일부터 3월 24일까지 12일간 9.35 m까지 2차로 운영하였음
- 2017년 11월 13일부터 세종보 부분개방을 시작하여 부분개방 이전 2017년 일평균수위가 11.7 m(EL)이었던 것에 비해 부분개방 이후 일평균수위는 10.0 m(EL)을 유지하고 있음
- 부분개방 이후 일최고수위는 10.89 m(EL)(2017년 11월14일), 일최저수위는 9.86 m(EL)(2017년 11월 28일)으로 나타남

◦ 세종보 방류 현황

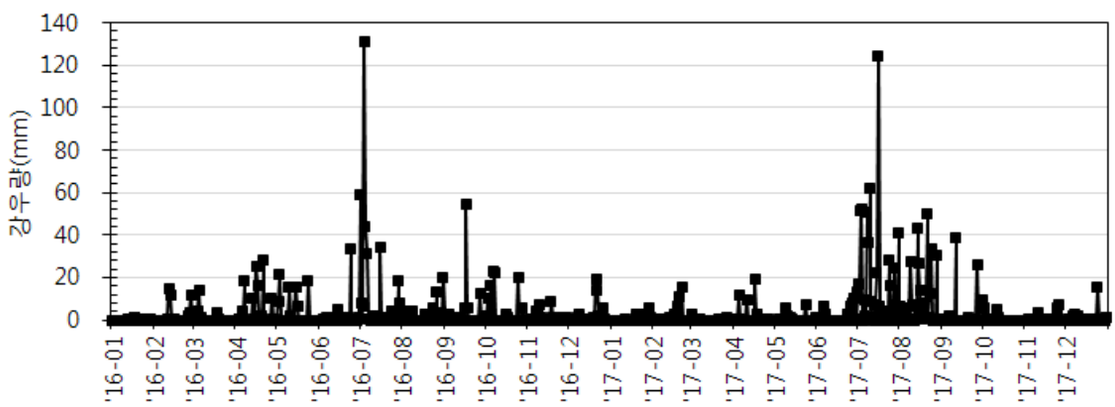
- 세종보 방류량은 준공이후 8월부터 관측되고 있으며 2017년 1월 1일부터 10분 간격의 유량을 분석함
- 2017년 기준 일최고 방류량은 2,354.31 ㎥/s(2017년 7월 16일)를 기록하였으며, 일최저 방류량 11.20 ㎥/s(2017년 3월 23일), 기간평균 일평균 방류량 88.88 ㎥/s를 기록함
- 2017년 7월 17일에 1,507 ㎥/s로 두 번째로 높은 일최고 방류량을 기록하였는데 이는 바로전날인 7월 16일에 2017년 일평균 최대강우 값으로 124.6 ㎜의 장맛비가 내려 보 수위가 높아지면서 수문을 방류한 것으로, 이로 인해 2017년 7월 16일과 7월 17일 양일간 높은 방류량을 기록함



[그림 4-2] 세종보 일평균 수위 현황(EL. m)



[그림 4-3] 세종보 일평균 방류 현황(㎥/s)



[그림 4-4] 세종보 일평균 강우 현황(㎜)

[그림 4-5] 세종보 수위저하 시범운영 전(2017년 2월 18일)

[그림 4-6] 세종보 수위저하 시범운영 후(2017년 3월 22일)

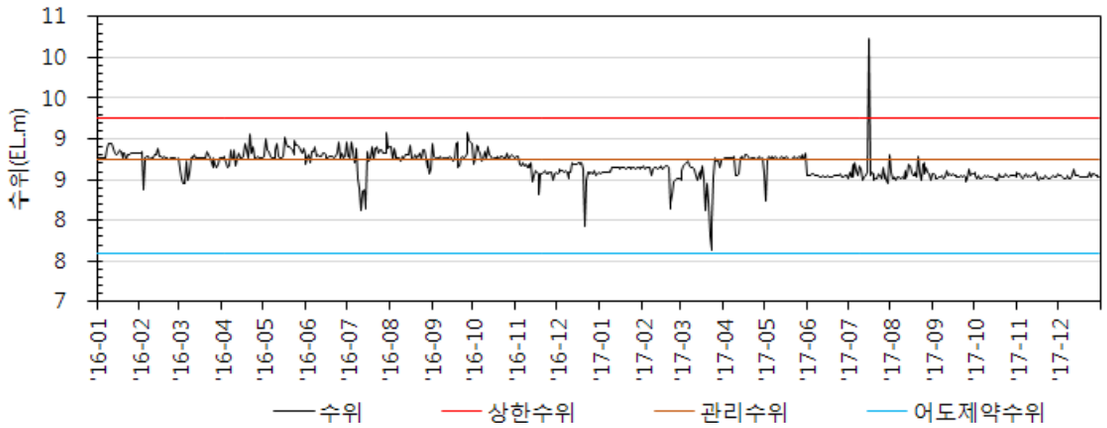
2) 공주보

◦ 공주보 수위 현황

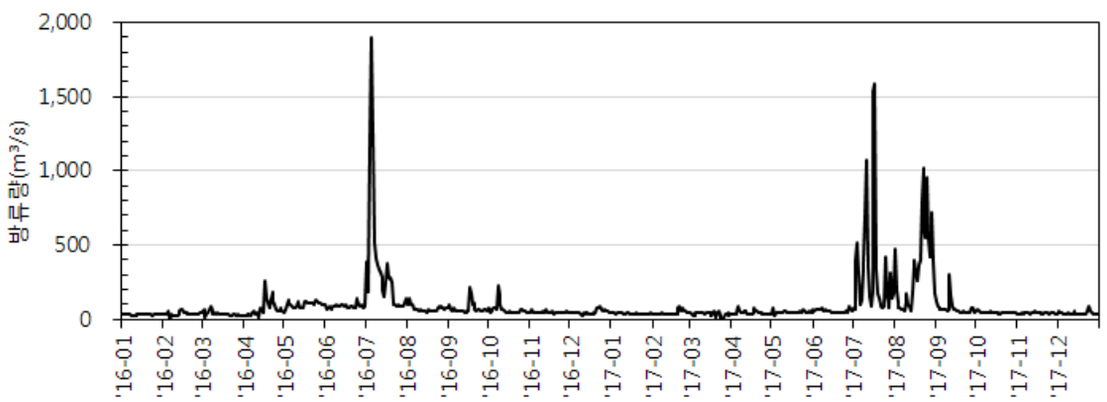
- 공주보는 시험운영기간을 거쳐 2012년 7월 31일 준공하여 수위를 유지하고 있으며 2017년 1월 1일부터 10분 간격의 수위를 분석함
- 일최대수위 10.23 m(EL)(2017년 7월 16일)를 기록하였으며, 일최저수위 7.63 m(EL)(2017년 3월 23일), 기간평균 일평균수위 8.60 m(EL)을 유지하고 있는 것으로 나타남
- 최대 수위가 관측된 2017년 7월 16일의 10.23 m(EL)은 일강우량(111.5 ㎜)의 급증으로 수위가 급상승하였음
- 2017년 6월 1일 공주보 상시개방으로 일평균수위 8.56 m(EL)을 유지하고 있으며, 개방 이전 일평균수위는 8.64 m(EL)이었음
- 상시개방 이후 일최저수위는 8.45 m(EL)(2017년 7월 30일)로 개방 이후 일정한 수위를 유지하는 것으로 나타남

◦ 공주보 방류현황

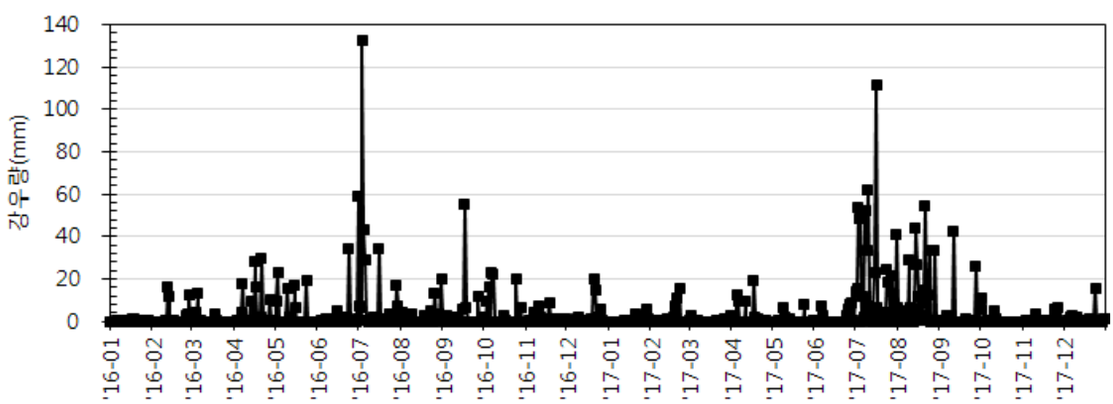
- 공주보 방류량은 준공이후 8월부터 관측되고 있으며 2017년 1월 1일부터 10분 간격의 유량을 분석함
- 일최고 방류량 1,586.95 ㎥/s(2017년 7월 17일)를 기록하였으며, 일최저 방류량 0 ㎥/s(2017년 3월 24일~25일), 기간평균 일평균 방류량 95.3 ㎥/s를 기록함
- 2017년 7월 16일에 두 번째로 높은 일최고 방류량(1,533.48 ㎥/s)을 기록하였는데 이는 일강우의 급증으로 7월 16일, 7월 17일 양일간 방류량을 급증시킨 것으로 판단됨
- 2017년 6월 1일 공주보 상시개방 이후 일평균 방류량은 133.48 ㎥/s, 개방 이전 일평균수위는 41.18 ㎥/s로 상시개방 전과 비교할 때 수위는 비슷한 수준을 유지하는 것으로 나타났으나 방류량의 경우 상당히 증가한 것으로 나타남



[그림 4-7] 공주보 일평균 수위 현황(EL. m)



[그림 4-8] 공주보 일평균 방류 현황(㎥/s)



[그림 4-9] 공주보 일평균 강우 현황(㎜)

[그림 4-10] 공주보 상시개방(2017년 6월 1일 14:00시)

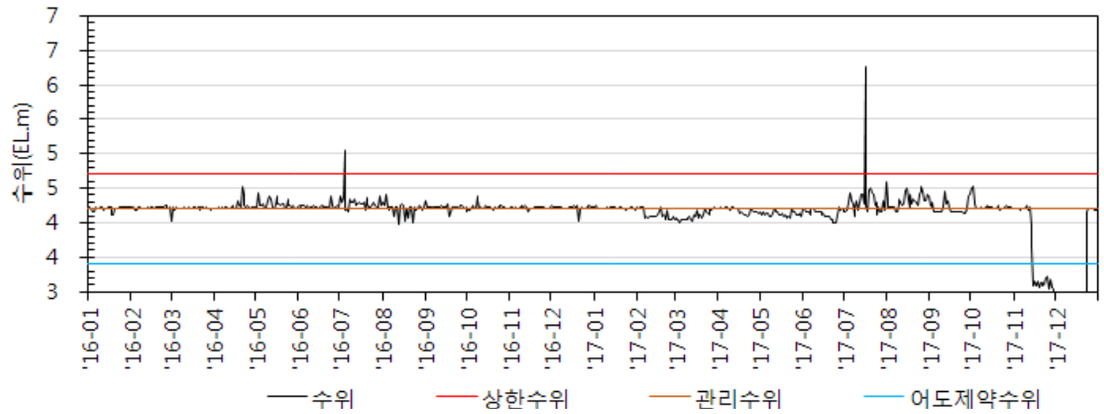
3) 백제보

◦ 백제보 수위 현황

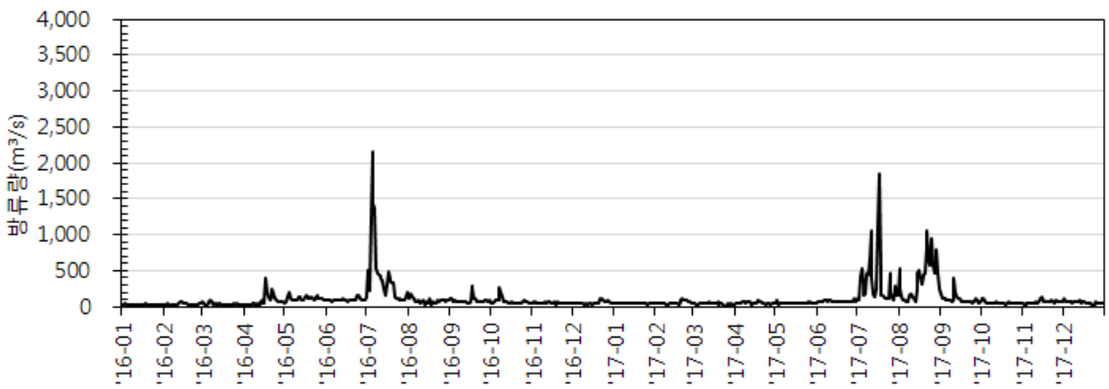
- 백제보는 시험운영기간을 거쳐 2012년 6월 29일 준공하여 수위를 유지하고 있으며 2017년 1월 1일부터 10분 간격의 수위를 분석함
- 일최대수위 6.27 m(EL)(2017년 7월 16일)을 기록하였으며, 일최저수위 2.54 m(EL)(2017년 12월 12일), 기간평균 일평균수위 4.05 m(EL)을 유지하고 있는 것으로 나타남
- 2017년 7월 16일에 일평균 강우가 90.5 ㎜의 장맛비가 내려 7월 5일에 상한수위 4.7 m(EL)을 초과한 6.27 m(EL)로 관측됨
- 2017년 11월 13일 백제보 부분개방으로 개방 이전 2017년 일평균수위가 4.20 m(EL)이었던 것에 비해 개방 이후 일평균수위는 2.88 m(EL)을 유지하여 어도제약수위(3.4 m(EL)) 이하로 나타났으며, 2017년 12월 23일 백제보를 재가동하여 이전 일평균수위(약 4.20 m(EL))를 유지하고 있음
- 부분개방 당시 일최저수위는 2.54 m(EL)(2017년 12월 12일)으로 나타남

◦ 백제보 방류현황

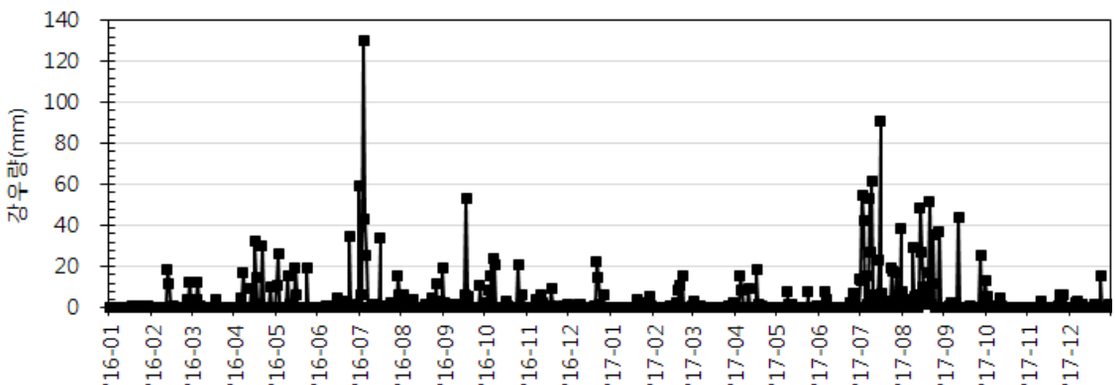
- 백제보 방류량은 준공이후 8월부터 관측되고 있으며 2017년 1월 1일부터 10분 간격의 유량을 분석함
- 일최고 방류량 1,859.88 ㎥/s(2017년 7월 17일)를 기록하였으며, 일최저 방류량 1.3 ㎥/s(2017년 3월 25일), 기간평균 일평균 방류량 112.24 ㎥/s를 기록함
- 2017년 7월 17일은 2017년 7월 16일의 강우량(90.5 ㎜) 급증으로 급상한 수위를 저하시키기 위하여 최고방류량을 기록하였고, 2017년 3월 25일의 최저방류량은 금강상류에서 2차 시범운영 종료일(3월 24일) 이후에 수위 저하를 막기 위하여 최저방류량을 기록한 것이라 사료됨
- 2017년 11월 13일~12월 22일 백제보 개방 당시 일평균 방류량은 693.32 ㎥/s, 개방 이전 일평균 방류량은 119.79 ㎥/s로 상당히 증가한 것으로 나타났으며, 백제보를 가동한 2017년 12월 23일 이후 일평균 방류량은 41.39㎥/s로 나타남



[그림 4-11] 백제보 일평균 수위 현황(EL. m)



[그림 4-12] 백제보 일평균 방류 현황(㎥/s)



[그림 4-13] 백제보 일평균 강우 현황(㎜)

3. 하상관리 계획 검토

가. 준설 계획

◦ 금강수계 하천정비기본계획에 따라 금강정비사업에서는 총 129 ㎞의 구간에서 약 45,395 천㎥의 준설량을 계획함

- 준설량은 하천 연장 1 m당 약 350 ㎥을 준설
- 구간별로 비교할 때, 상류지역으로 하폭이 비교적 좁은 행복도시 시점부터 역조정지댐 구간에서 125 ㎥/m으로 가장 적은 준설을 계획
- 하류지역으로서 비교적 하폭이 넓은 논산천 합류점부터 백제보 구간에서 678 ㎥/m으로 가장 많은 준설량을 계획

◦ 그러나 하구부터 논산천 합류점 사이는 하폭이 넓은 구간임에도 준설계획 구간이 적은 것으로 조사되었음

[표 4-2] 금강정비사업 하천 준설계획

구간명	측 점	연장(m)	준설량(㎥)	단위길이당 준설량 (㎥/m)
총 계		129,470	45,394,854	350.6
하구~논산천 합류점	NO.0+000~NO.33+830	33,830	8,230,751	243.3
논산천 합류점~백제보	NO.33+830~NO.58+570	24,740	16,763,983	677.6
백제보~공주보	NO.58+570~NO.81+980	23,410	9,750,856	416.5
공주보~세종보	NO.81+980~NO.100+710	18,730	5,927,373	316.5
세종보~행복도시시점	NO.100+710~NO.111+400	9,690	2,571,932	265.4
행복도시시점~역조정지댐	NO.111+400~NO.130+470	19,070	2,386,475	125.1

※ 출처: 대전지방국토관리청, 2009. 6, 금강수계하천기본계획 사전환경성검토서(보완)

나. 저류량

◦ 금강정비사업은 3개의 다기능 보를 설치함으로서 하천의 저류량을 증가시킴

◦ 3개의 보가 신설됨으로서 증대되는 저류량은 약 0.5억 ㎥임

◦ 보 사이의 구간길이는 18.7~58.6 ㎞이며, 보의 높이는 3.2~7.2 m 내외임

◦ 보의 최소수심은 2.5~4.0 m를 유지하며, 세종보에서 최대 4 m, 공주보와 백제보에서 최대 7 m임

[표 4-3] 보 설치에 따른 저류량

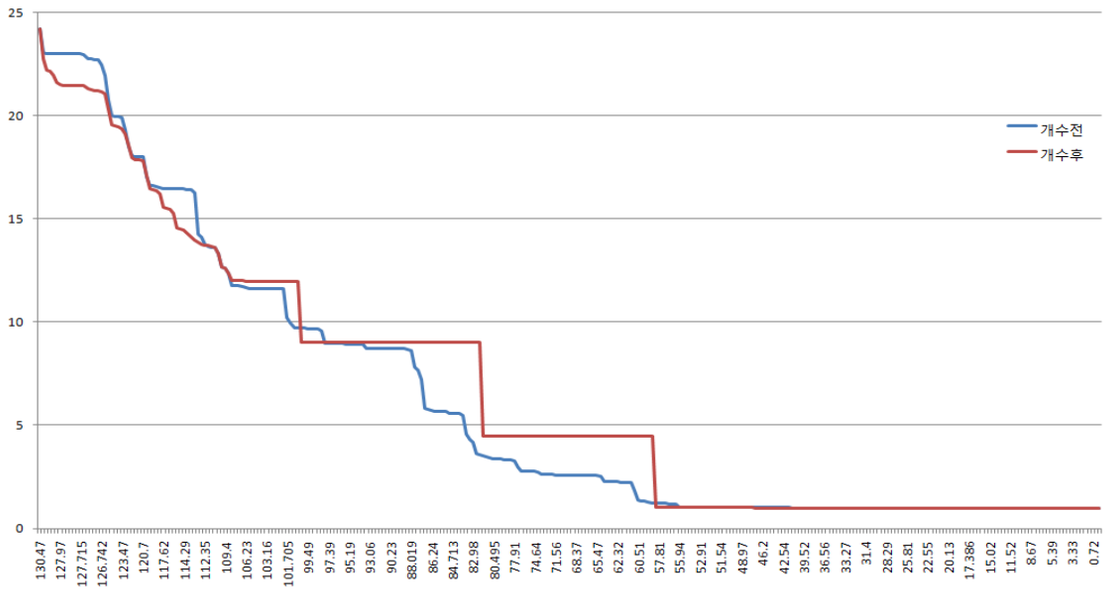
구간	길이 (㎞)	보높이 (m)	관리수위 (EL. m)	저류량(백만㎥)		
				전	후	증가
세종보~조정지	29.7	4	11.4	5.5	6.8	1.3
공주보~세종보	18.7	7	8.8	4.9	15.3	10.4
백제보~공주보	23.4	7	4.2	5.4	23.5	18.1
하굿둑~백제보	58.6	-	1.0	136.0	152.3	16.3
계	130.4			151.8	197.9	46.1

※ 출처 : 국토해양부, 4대강 살리기 사업마스터 플랜

다. 유출특성 변화

◦ 3개의 보가 설치되고 각 보 사이구간이 저수지화 됨으로서 유지되는 수위 변화는 아래와 같으며, 통상적인 댐이 설치되어 있는 하천의 종단수위 변화와 유사하게 나타남

◦ 금강 하굿둑으로부터 약 110 ㎞에 이르는 금강하류 대부분의 구간이 저류 구간으로 변화되었음



※ 출처 : 충청남도, 아름다운 강 비단 강을 위한 보고서

[그림 4-14] 금강정비사업 전·후 저수위의 비교

◦ [표 4-4]는 보가 설치된 이후 보의 계획 저류량과 하천구간별 유량을 고려하고 하천의 단면 변화는 생략하여 개략적으로 도출된 하천수의 유출시간임

◦ 금강정비사업 이전 대청호 조정지로부터 백제보까지 구간별 하천수가 유출되는데 걸리는 시간이 약 0.8~1.4일 이었으나, 사업 이후 1.1~5.6일으로 대폭 증가하여 금강정비사업 이전에 비하여 1.4~4배 증가한 수치임

◦ [표 4-5]는 금강의 보 구간별 거리와 유출시간을 고려하여 구간 평균유속을 산출한 결과로 전 구간에서 급격한 유속 저하 현상이 나타났으며, 특히 공주보와 세종보 담수구간은 0.05~0.09 ㎳로 호수에 준하는 특성을 보이고 있음

◦ 하천이 저류됨으로서 유속이 작아지고 수심이 깊어지는 등 호소에서 나타나는 문제점들이 금강에서도 빈번하게 나타날 수 있으며, 강우 시 발생한 탁수의 지속시간이 길어지고 조류 발생에 취약한 환경이 조성됨

◦ 유속의 급격한 저하로 유입된 부유물질과 토사의 퇴적이 빈번하게 발생할 것으로 예상되며, 보 직하류는 흐름의 낙차 및 보 상·하의 수위 차에 의한 침식으로 하상의 변동이 예상됨

[표 4-4] 보 설치에 따른 유출시간 변화

구간	유량(㎥/s)		유출시간(day)			
			사업전		사업후	
	저수기	평수기	저수기	평수기	저수기	평수기
세종보~조정지	44.21	69.14	1.4	0.9	1.8	1.1
공주보~세종보	46.62	73.07	1.2	0.8	3.8	2.4
백제보~공주보	48.15	76.49	1.3	0.8	5.6	3.6
하굿둑~백제보	57.98	101.32	27.1	15.5	30.4	17.4
계			31.1	18.0	41.6	24.5

※ 환경부 고시 수질오염총량관리 기준유량을 기준으로 산정

[표 4-5] 보 설치에 따른 구간 평균유속 변화

구간	구간 평균유속(㎧)			
	사업전		사업후	
	저수기	평수기	저수기	평수기
세종보~조정지	0.25	0.38	0.19	0.31
공주보~세종보	0.18	0.27	0.06	0.09
백제보~공주보	0.21	0.34	0.05	0.08
하굿둑~백제보	0.03	0.04	0.02	0.04

4. 하상변화 조사

가. 조사 구간 설정

1) 조사 구간 선정 기준

◦ 2차년도 조사 결과 3개 보의 상·하류부 지역에서 침식과 퇴적이 진행된 것으로 조사되었음

◦ 이에 침적구간의 정확한 위치와 정도를 확인할 수 있도록 측량을 수행함

◦ 측량 구간 선정은 추후 보의 안정화 및 하상변동의 피해를 최소화하기 위하여 하상변화 현황 자료가 필요한 구간을 선정하였고, 지속적인 측량이 가능한 구간을 선정함

◦ 또한 보 상·하류부 이외에 준설 후 집중적인 재퇴적이 발생한 구간 고려하고 유량이 적은 건기와 호우로 인하여 유량이 많은 풍수기 모두 측량할 수 있도록 고려함

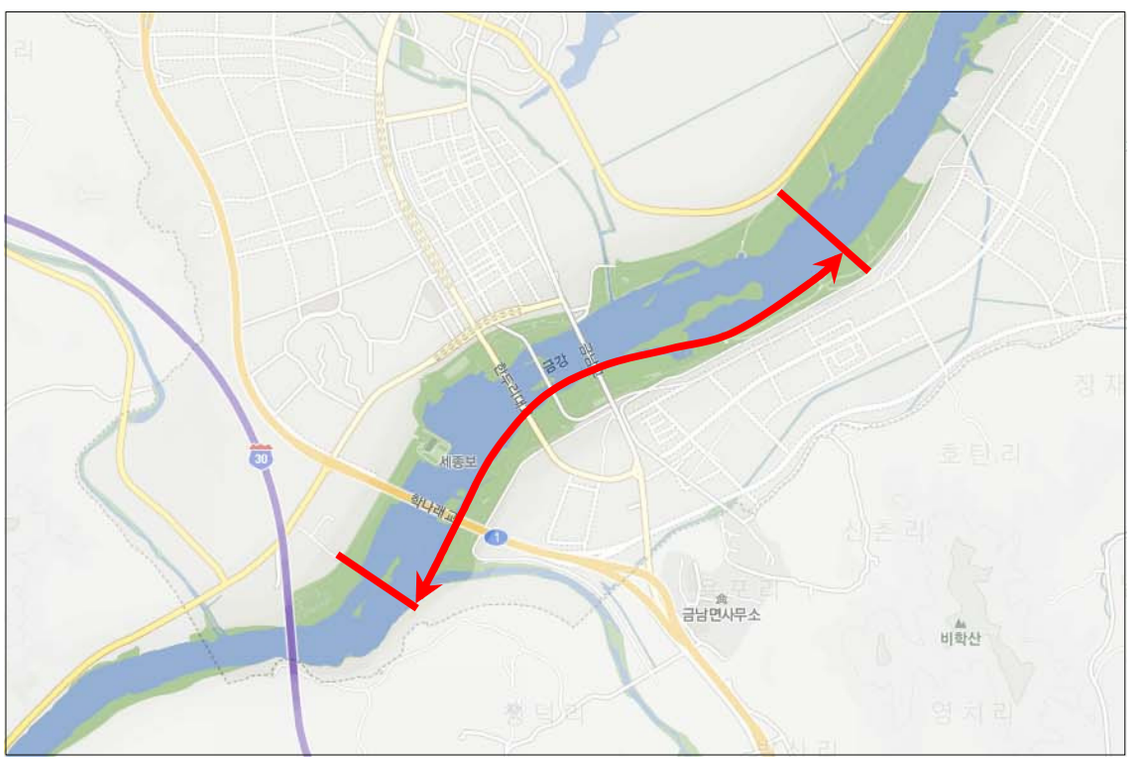
◦ 보 인근 구조물이 있는 경우, 해당 구조물에 대한 안전도 평가에 활용이 가능한 기초자료를 생산할 수 있도록 고려하였고, 보의 개방 시 측량 수행 가능성과 수행자의 안전을 고려함

◦ 하상변화 조사는 과학적이고 객관적인 하상변동 양상을 파악을 목적으로 함

2) 선정된 조사구간

◦ 세종보

- 보 상류 3 ㎞ 구간 전면
- 보 하류 1 ㎞ 구간 전면



[그림 4-15] 세종보 측량구간

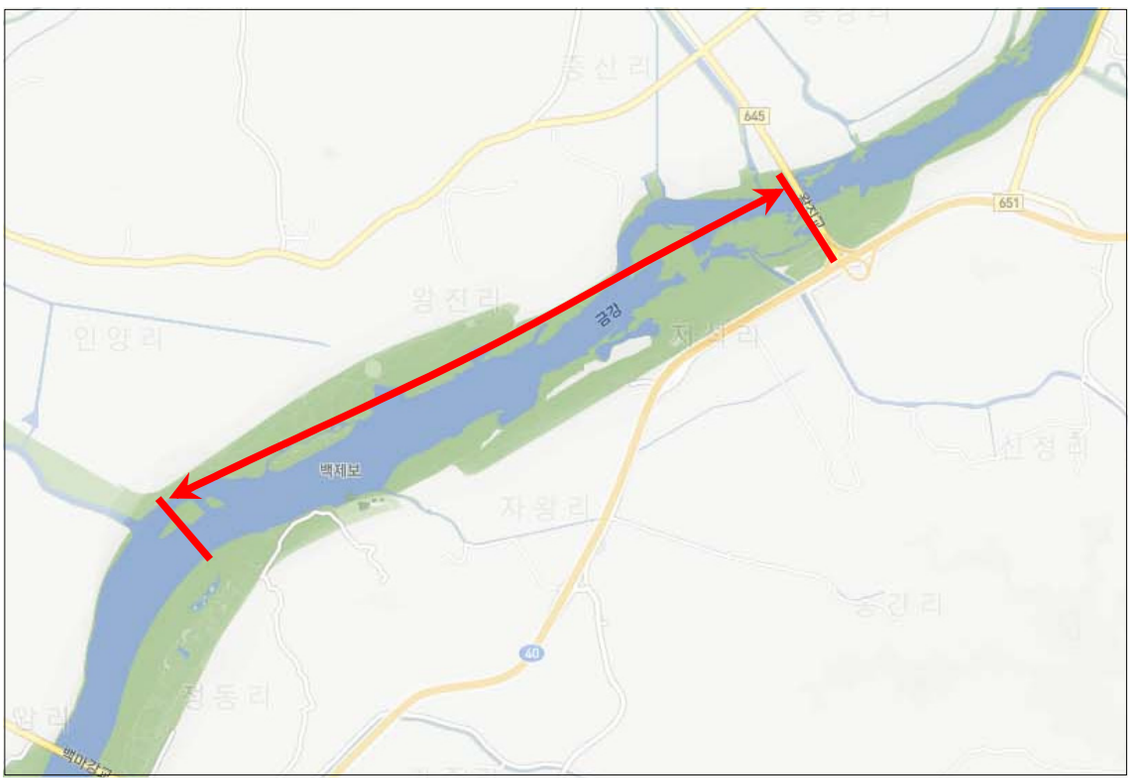
◦ 공주보

- 보 상류 3 ㎞ 구간 전면
- 보 하류 1 ㎞ 구간 전면
- 백제큰다리~공주대교 상류 2 ㎞ 주요 퇴적구간 전면

[그림 4-16] 공주보 측량구간

◦ 백제보

- 보 상류 3 ㎞ 구간 전면
- 보 하류 1 ㎞ 구간 전면



[그림 4-17] 백제보 측량구간

나. 측량 방법

1) 측량 개요

◦ 측량조사는 기준점 및 도근점을 실측하여 연계성 확보함

◦ 측량 기준점은 망실 또는 파손되지 않도록 위치를 선정함

- 기준점 측량 : GPS 기준점 측량 보당 각 2점

◦ 현장에 인접한 국가기준점 성과를 기준으로 기 설치된 공공기준점의 좌표를 확인하였으며, 시공측량 기준점 및 주요시설물의 평면좌표는 공공기준점 성과를 기준으로 결정함

◦ 수준측량은 현장에 인접한 국가수준점 성과를 기준으로 표고를 결정함

- 수준점 측량 : 간접수준측량 보당 각 2점

◦ 수심측량은 천해용 정밀음향측심의를 이용하여 주측심 중앙에서 세운 하천 내 측법선을 기준으로 종/횡 방향 20~40 m간격으로 일정하게 항주하여 수행함

2) 측량 시기

◦ 하천측량은 2회 수행되었으며, 지속적으로 변화하고 있는 하상 형상의 변화상의 검토가 가능함

- 1차 측량 : 2016. 11. 23 ~ 2016. 12. 6

- 2차 측량 : 2017. 11. 23 ~ 2017. 11. 30

3) 측량 장비

◦ GPS 측량기

[표 4-6] GPS 측량기

	기종	G P S	
	제작사	SOKKIA	
	제품명	GSR2700IS	
	성능	1급	L1,L23주파 H:3.0mm±0.5ppm V:10mm±1.0ppm
	용도	기준점 위성관측 및 RTK측량용	

◦ DGPS 측량기

[표 4-7] DGPS 측량기

	기종	D G P S	
	제작사	Trimble	
	제품명	Trimble DSM232 DGPS	
	성능	1급	L1,L23주파 H:0.25mm±1.0ppm V:0.50mm±1.0ppm
	용도	수심측량 시 좌표측량	

◦ 레벨 측량기

[표 4-8] 레벨 측량기

	기종	LEVEL
	제작사	SOKKIA
	제품명	SDL1X
	성능	1급
	용도	수준측량

◦ 정밀음향측심의(Aqua Ruler200s)

[표 4-9] 정밀음향측심의(Aqua Ruler200s)

Item	Specification	Picture
TRANSDUCER	12~210khz	
매인보드	MCU:TMS320F2812(DSP),RAM: 256K×16bit	
A/D보드	MCU:TMS320F2812(DSP), 150Khz Sampling	
Display 보드	MCU:ATMEA128, LCD:128×64 Graphic Display	
프린터	PM216(letter-8.5)/A4Size/	
	최고 프린팅 속도(64mm/sec)	
출력속도	10~300mm/min	
음속	5~200m(범위선택가능)	
분해능	1,450~1,550 m/s(1m/s간격 조절기능)	
송신전력	±1cm(0~200.00)	
펄스폭	Max 1kW(0~1kW가변)	
GAIN 조절	각 주파수별 수동수신 이득, AGC, TVG 조절기능	
포트	RS-232 PORT(UART)	
	송수신율: 4,800~115,200bps	
전원	12 to 24 VDC 60Watts(Option : AC85~220V)	

4) 기준점 측량

◦ GPS 기준점 측량

- 기준점 측량은 3급 기준점의 평면위치 좌표 및 표고를 측량하기 위한 것으로 최신기법의 GPS 위성을 이용한 GPS 측량법과 수준측량을 병행 실시
- 선점
  - 상공시계는 15° 이상을 표준으로 하여 확보하여 관측이 용이하도록 함
  - 측량 지역을 포함하도록 망을 구성하여 기준점이 망실될 경우 재측이 가능토록 함
  - 기준점은 측량 완료시까지 보존될 수 있도록 견고한 지반위에 설치함
- 관측
  - 동시 수신 위성 수는 4개 이상으로 관측
  - 관측방법은 정지측위법(STATIC)으로 관측
  - 관측시간은 60분 이상 위성의 데이터 취득
  - 데이터 취득간격은 30초 이하로 취득
  - GPS 측량 중의 상황(천후, 상공의 시통, 주위상황 및 기타사항)등을 기록

◦ 수준점 측량

- 인근의 국가수준점을 이용, 기설치한 수준점 및 도근점의 높이를 측정하여 높이를 결정하기 위함
- 공공측량 작업규정의 수준측량 작업규정에 준하여 간접수준측량을 실시
- 국가수준점을 기준으로 신설 시공기준점을 간접수준측량하여 그 값을 정하고 측량 시 기존표고와의 연계성을 고려하여 기존 만수위선을 기준으로 측량
- 측량
  - 국토지리정보원에서 발행한 국가수준점을 기준으로 측량
  - 목적지점까지의 최단경로를 취하여 고저측량 노선결정
  - 지반침하 우려가 있는 연약지반을 피하여 수준점 선점

- 작업계획 시 지형도상에서 수준노선 및 매설점 위주로 작업계획도를 작성하여 측량
- 계산 후 성과표에는 수준점 명칭 및 소재지, 표고, 수준측량의 경로 등을 수록하고 점의 위치조서 작성

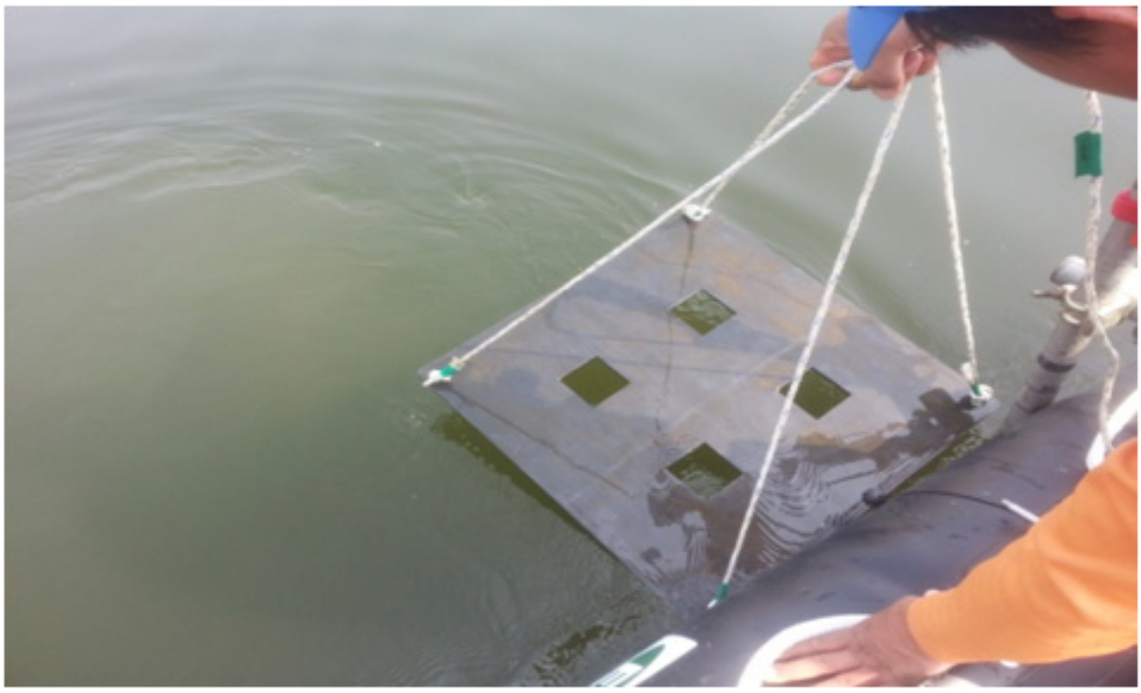
5) 측량 수행

◦ 기준점에 의해 보정된 GPS, DGPS, 정밀음향측심의를 고무보트 선박에 장착하여 하천 측량을 수행함

[그림 4-18] 세종보 기준점 설치 및 시험

[그림 4-19] 백제보 기준점 설치

[그림 4-20] 백제보 수심측량 및 수위측량



[그림 4-21] 수심측량 정확도 점검

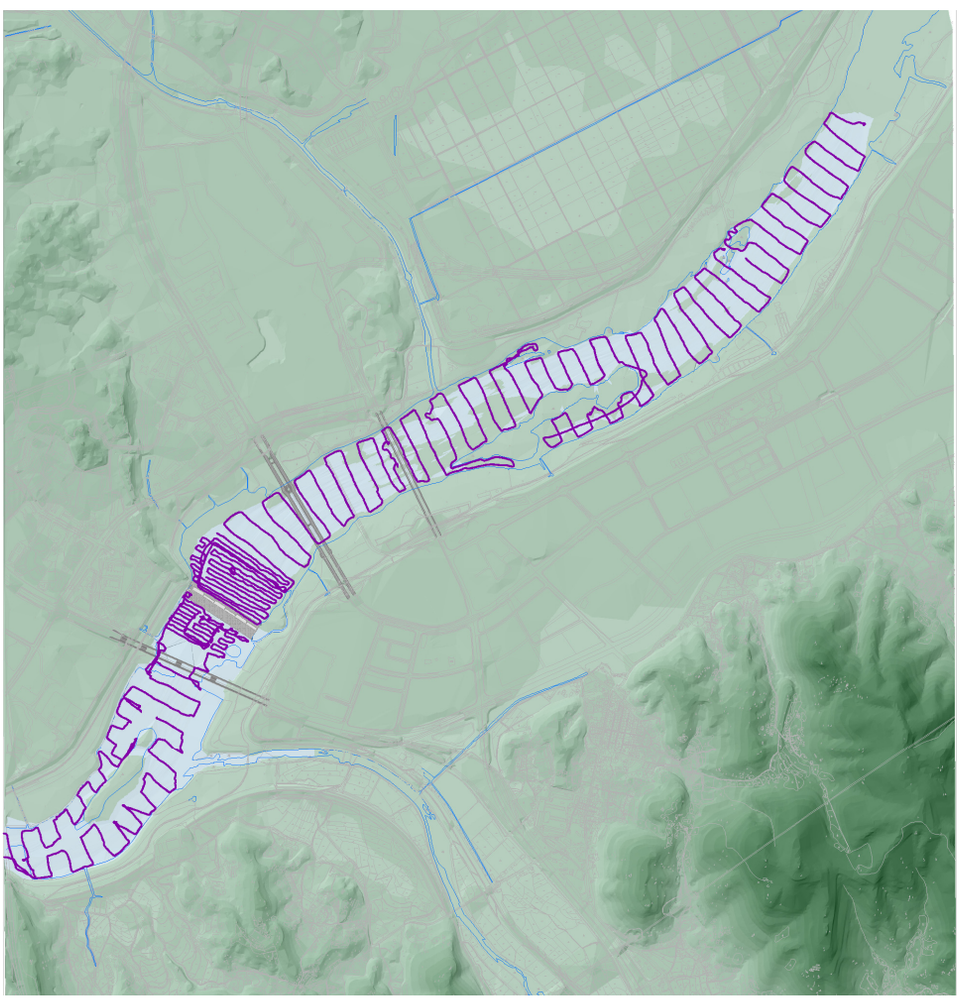
[그림 4-22] 공주보 수심측량

다. 측량 결과

1) 항적도

◦ 세종보 하상 조사를 위한 측량 이동 항적도

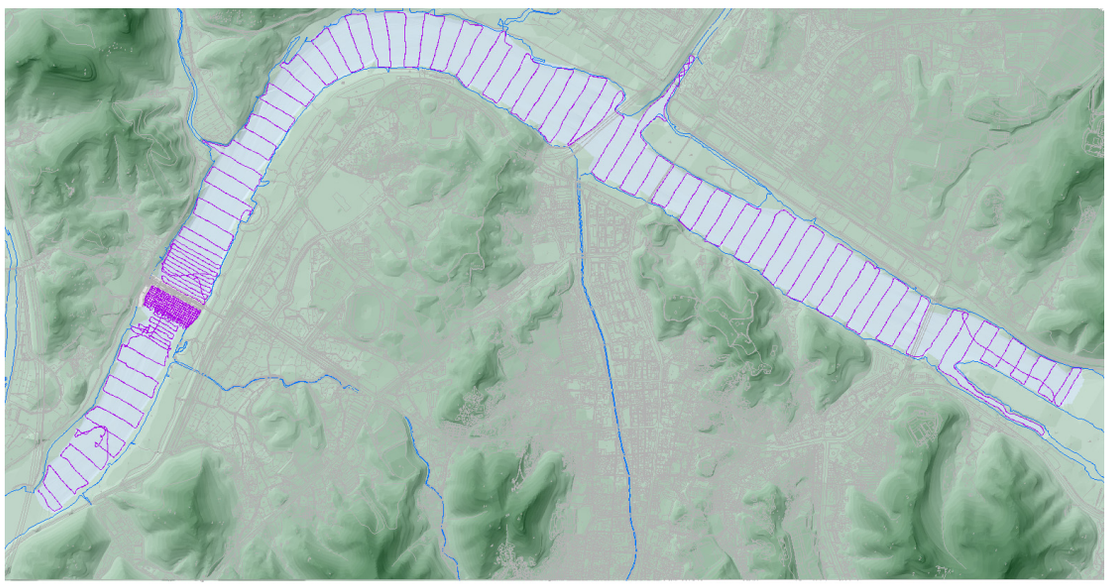
◦ 항적도 위치의 하상 EL. m 데이터를 기록 후 도면화



[그림 4-23] 세종보 수심측량 항적도

◦ 공주보 하상 조사를 위한 측량 이동 항적도

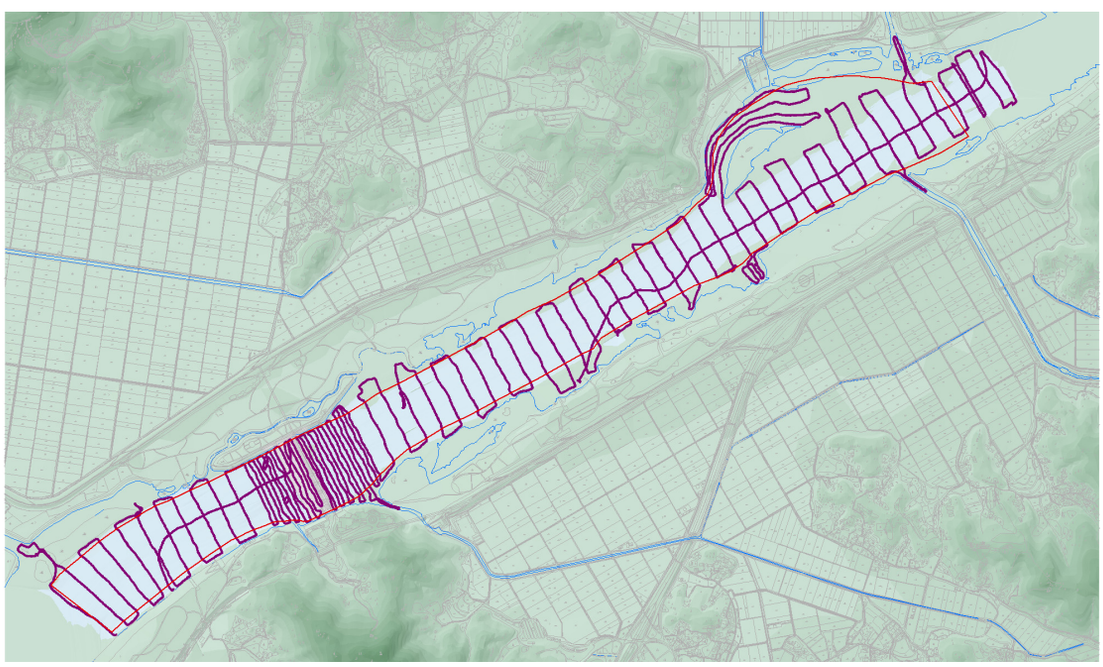
◦ 항적도 위치의 하상 EL. m 데이터를 기록 후 도면화



[그림 4-24] 공주보 수심측량 항적도

◦ 백제보 하상 조사를 위한 측량 이동 항적도

◦ 항적도 위치의 하상 EL. m 데이터를 기록 후 도면화



[그림 4-25] 백제보 수심측량 항적도

2) 하상형태

◦ 관측결과는 0.3~0.5 m 오차범위 내에서 측량되어 신뢰성이 확보되었으며 오류데이터(Fill, Sink)를 수정하고 TIN(Triangulated Irregular Network)을 생성하여 각각의 측량 결과 해석함

◦ 세종보 상류 약 3 ㎞ 하류 약 1.2 ㎞, 공주보 상류 약 4.9 ㎞ 하류 약 1 ㎞, 백제보 상류 약 3 ㎞ 하류 약 1.1 ㎞ 까지 거리의 하상측량을 해석하였음

◦ 세종보 인근 2017년 측량결과 보 상류 평균하상 EL. 9.89 m, 최소 EL. 0.3 m, 최대 EL. 15.3 m이며 보 하류 평균하상 EL. 8.1 m, 최소 EL. -0.2 m, 최대 EL. 15.8 m로 조사되었으며, 세종보부터 마리나선착장까지의 우안의 만곡부에 오탁방지막이 존재하며 직하류 좌안에 EL. 12.5 m의 하중도가 형성되어 있음

◦ 세종보 인근 2017년 측량결과를 2016년과 비교한 결과 보 상류에서 평균 0.1 m 가량 세굴 되었고, 하류 최소 변화값도 3.3 m 감소되어 세굴 되었음

◦ 공주보 인근 2017년 측량결과 보 상류 평균하상 EL. 4.1 m, 최소 EL. -1.4 m, 최대 EL. 11.6 m이며 보 하류 평균하상 EL. 2.0 m, 최소 EL. -6.0 m, 최대 EL. 7.6 m로 조사되었으며, 공주보 상류 1.5 ㎞에서 만곡부가 형성된 영향으로 공주보로부터 약 0.9 ㎞ 상류 우안에 유속이 증가하여 하상이 EL. 약 -0.15 m로 평균보다 낮았음

◦ 공주보 인근 2017년 측량결과를 2016년과 비교한 결과 보 상류에서 평균 0.3 m 가량 퇴적되었고, 하류에서도 평균 0.3 m 가량 퇴적되어 전체적으로 퇴적이 진행되었음

◦ 백제보 인근 2017년 측량결과 보 상류 평균하상 EL. -0.3 m, 최소 EL. -4.0 m, 최대 EL. 10.2 m이며 보 하류 평균하상 EL. -2.7 m, 최소 EL. -10.7 m, 최대 EL. 10.0 m로 조사되었으며, 백제보 상류는 하류에 비해 상대적으로 큰 변화 없는 하상으로 상류 2 ㎞지점 우안에 EL. 5 m의 하중도가 형성되어 있음

◦ 백제보 인근 2017년 측량결과를 2016년과 비교한 결과 보 상류에서 평균 0.2 m 가량 퇴적되었고, 하류에서도 평균 0.2 m 가량 퇴적되어 전체적으로 퇴적이 진행되었음

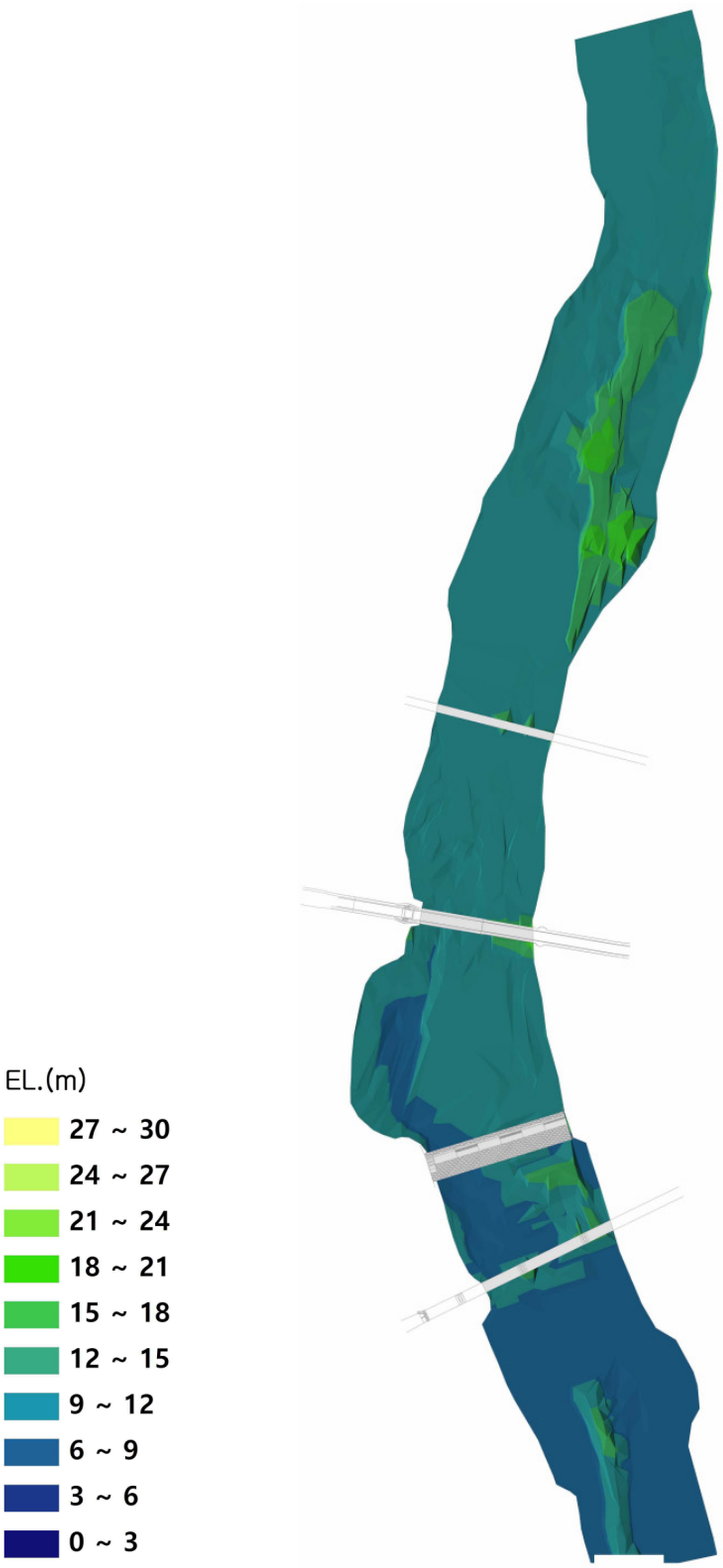
[표 4-10] 보 상·하류 2017년 하상측량결과(EL. m)

	세종보		공주보		백제보	
	보상류	보하류	보상류	보하류	보상류	보하류
면적(㎡)	1,117,086	464,499	1,221,089	237,164	979,835	323,724
평균(m)	9.8	8.1	4.1	2.0	-0.3	-2.7
최대값(m)	15.3	15.8	11.6	7.6	10.2	10.0
최소값(m)	0.3	-0.2	-1.4	-6.0	-4.0	-10.7

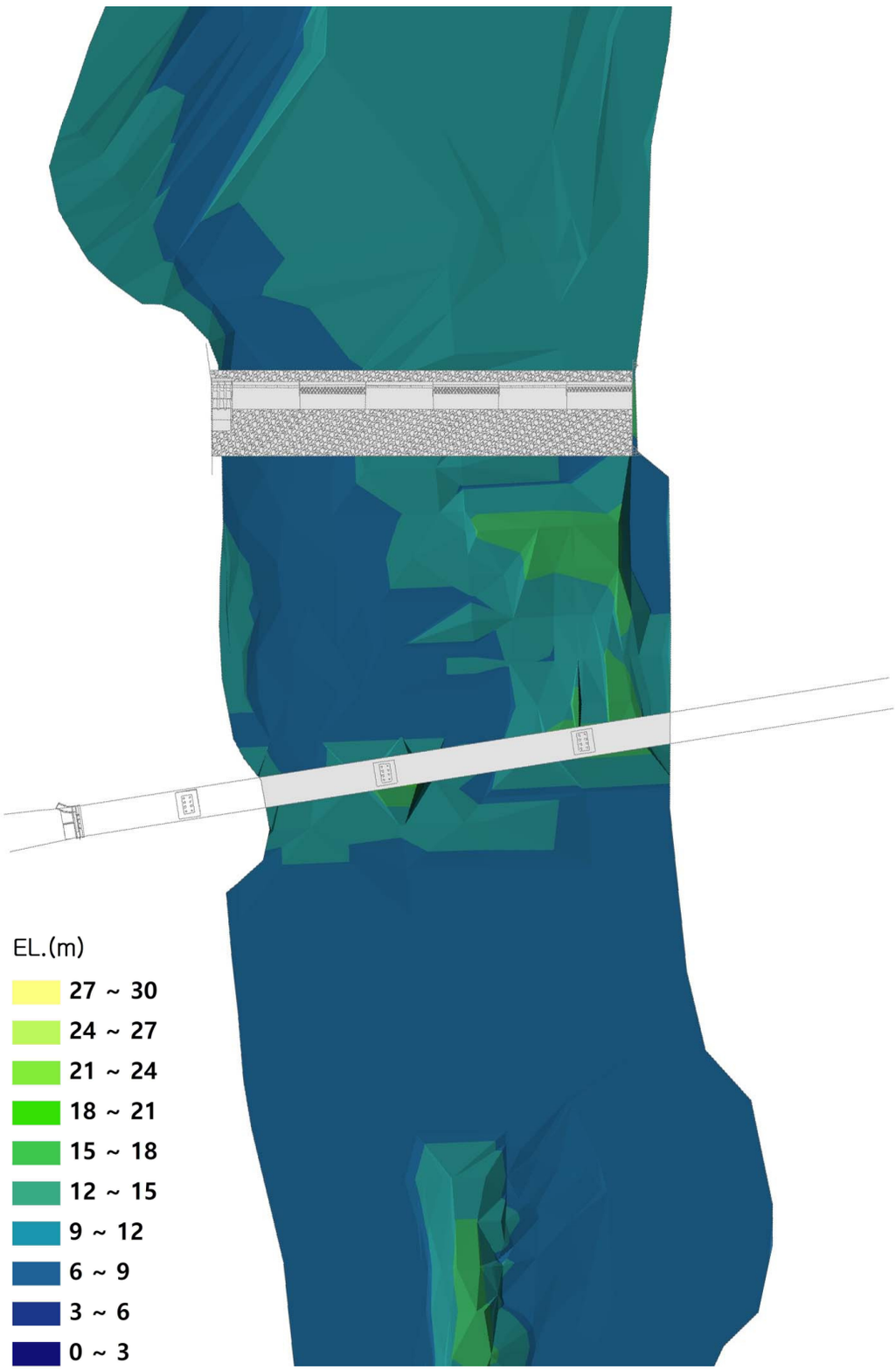
[표 4-11] 보 상·하류 2016~2017년 하상측량 증감변화(EL. m)

구분		보상류			보하류		
		2016년	2017년	증감	2016년	2017년	증감
세종보	평균(m)	9.9	9.8	-0.1	8.1	8.1	0
	최대값(m)	16.8	15.3	-1.5	13.8	15.8	2.0
	최소값(m)	3.6	0.3	-3.3	1.6	-0.2	-1.8
공주보	평균(m)	3.8	4.1	0.3	1.7	2.0	0.3
	최대값(m)	12.2	11.6	-0.6	4.7	7.6	2.9
	최소값(m)	-2.2	-1.4	0.8	-1.4	-6.0	-4.6
백제보	평균(m)	-0.5	-0.3	0.2	-2.9	-2.7	0.2
	최대값(m)	6.5	10.2	3.7	1.2	10.0	8.8
	최소값(m)	-4.3	-4.0	0.3	-10.0	-10.7	-0.7

◦ 금강정비사업의 세종보 인근 계획 하상

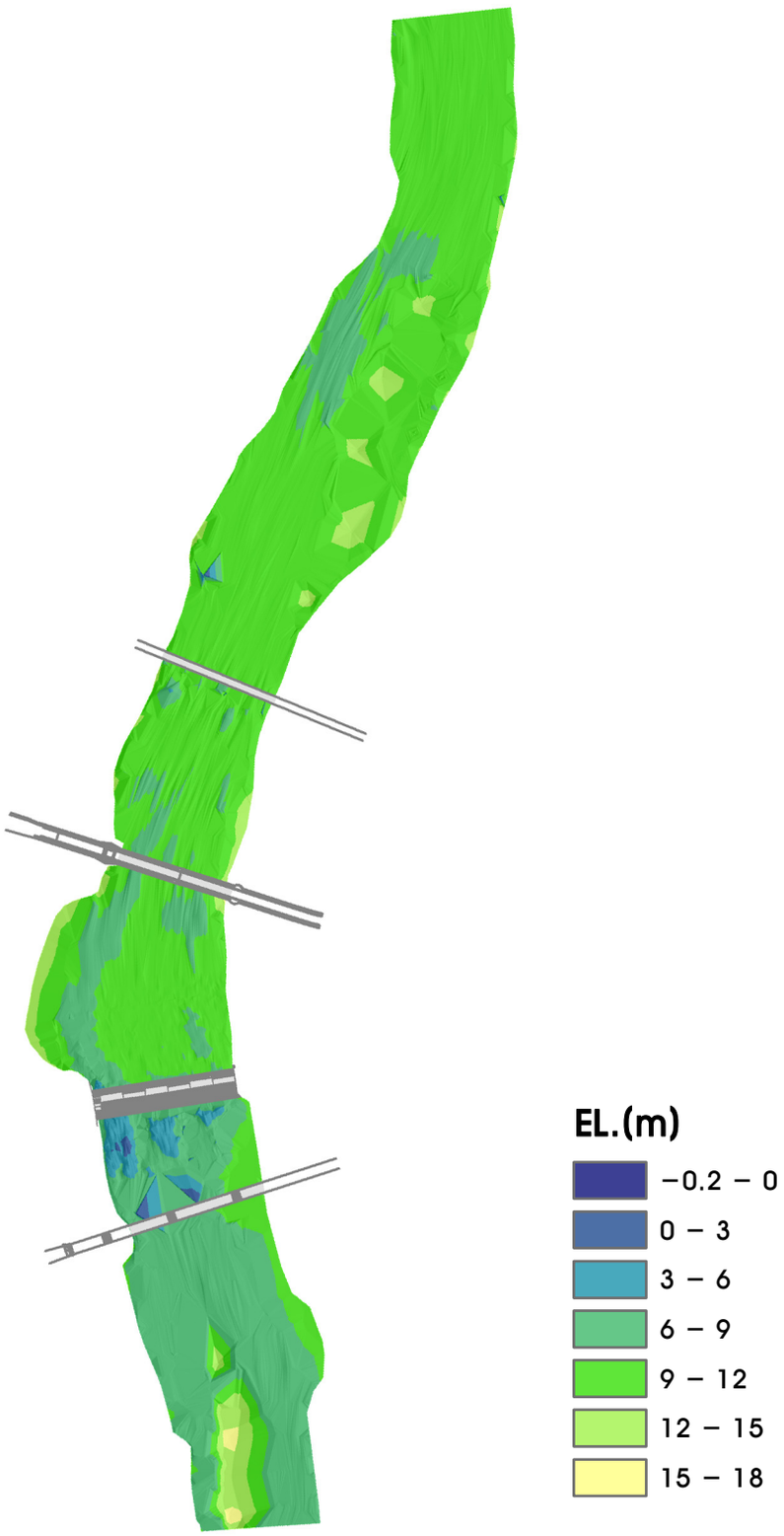


[그림 4-26] 세종보 인근 금강정비사업 계획 하상

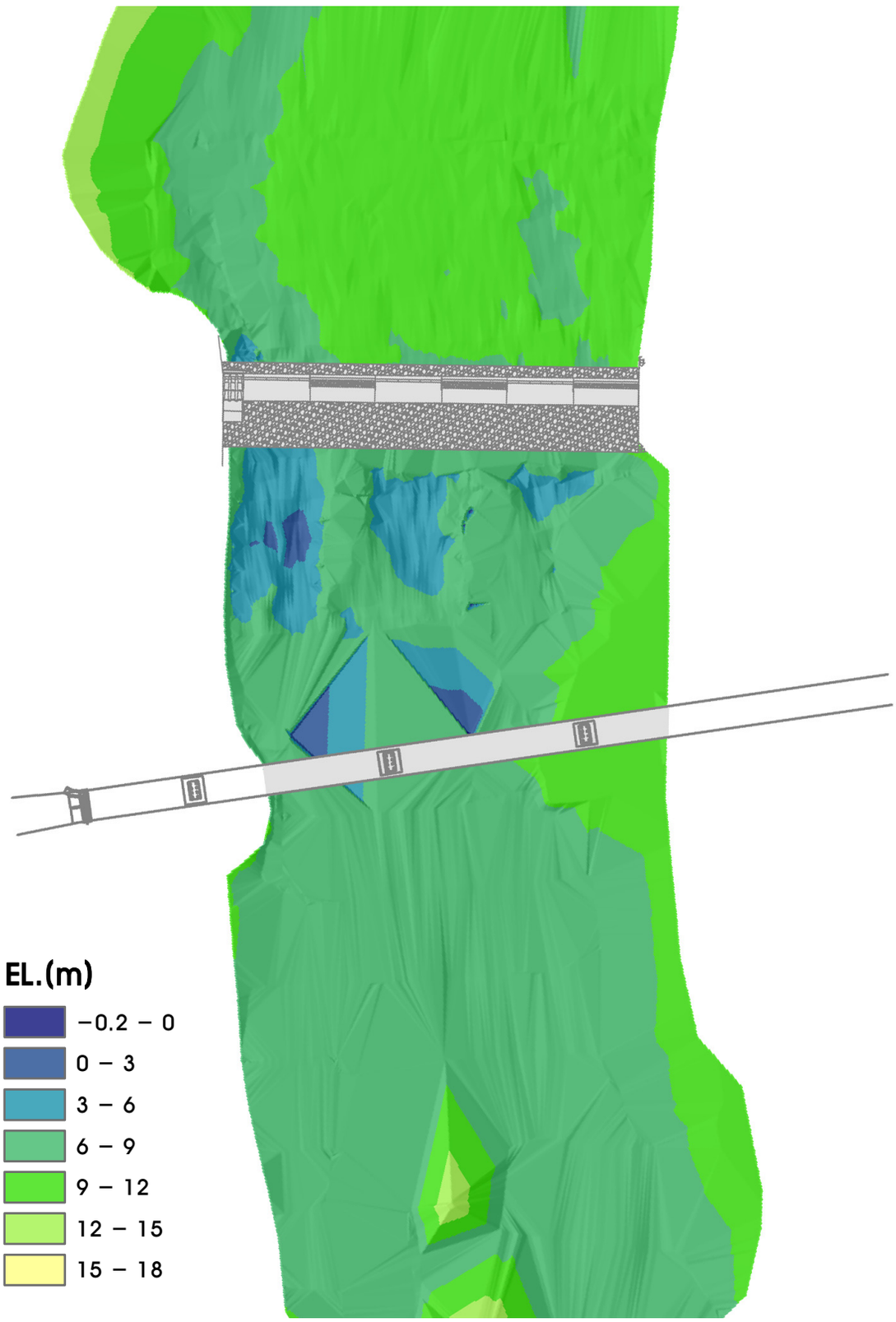


[그림 4-27] 세종보 상·하류부 금강정비사업 계획 하상

◦ 2017년 세종보 인근 하상 측량 결과

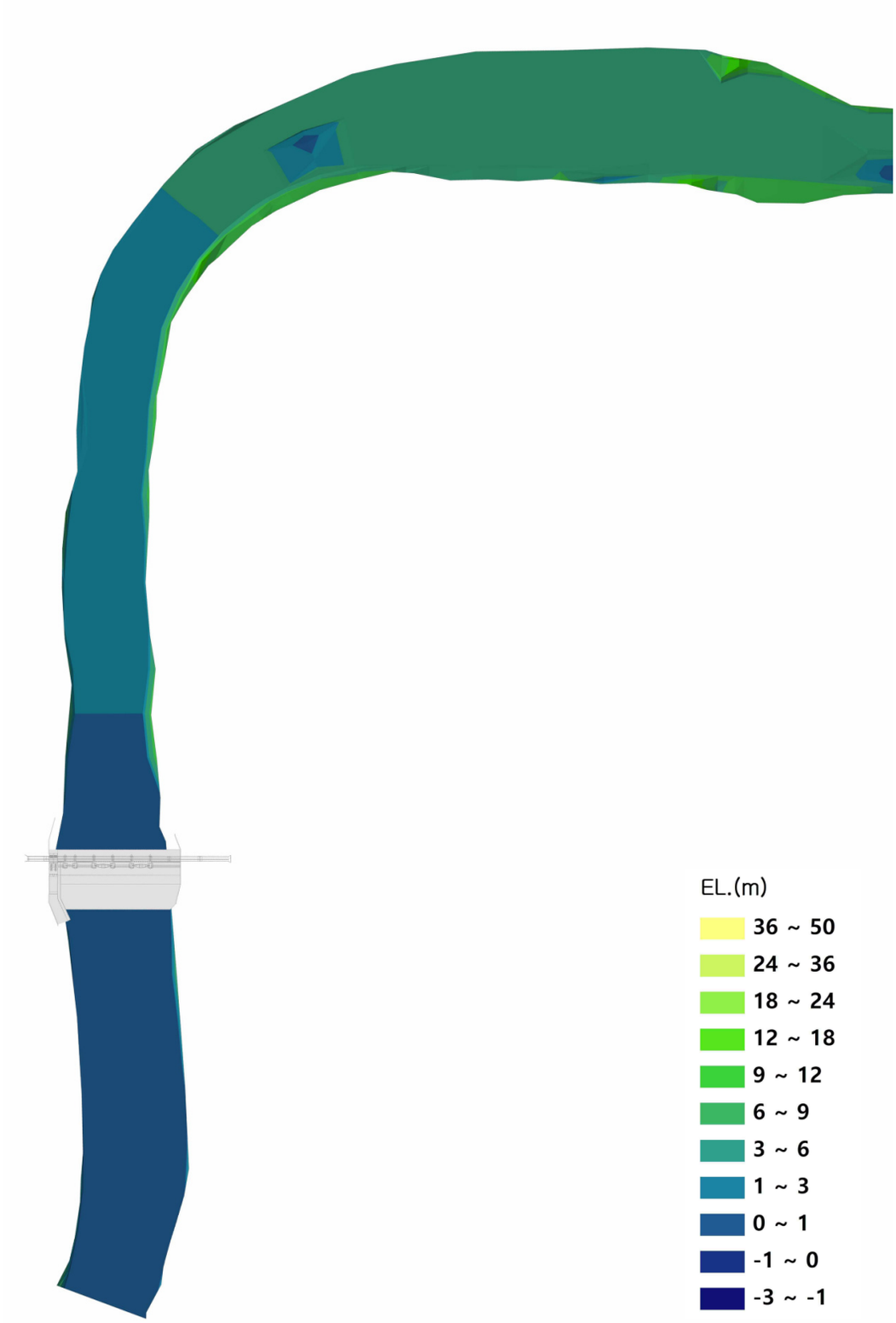


[그림 4-28] 세종보 인근 하상 2017년

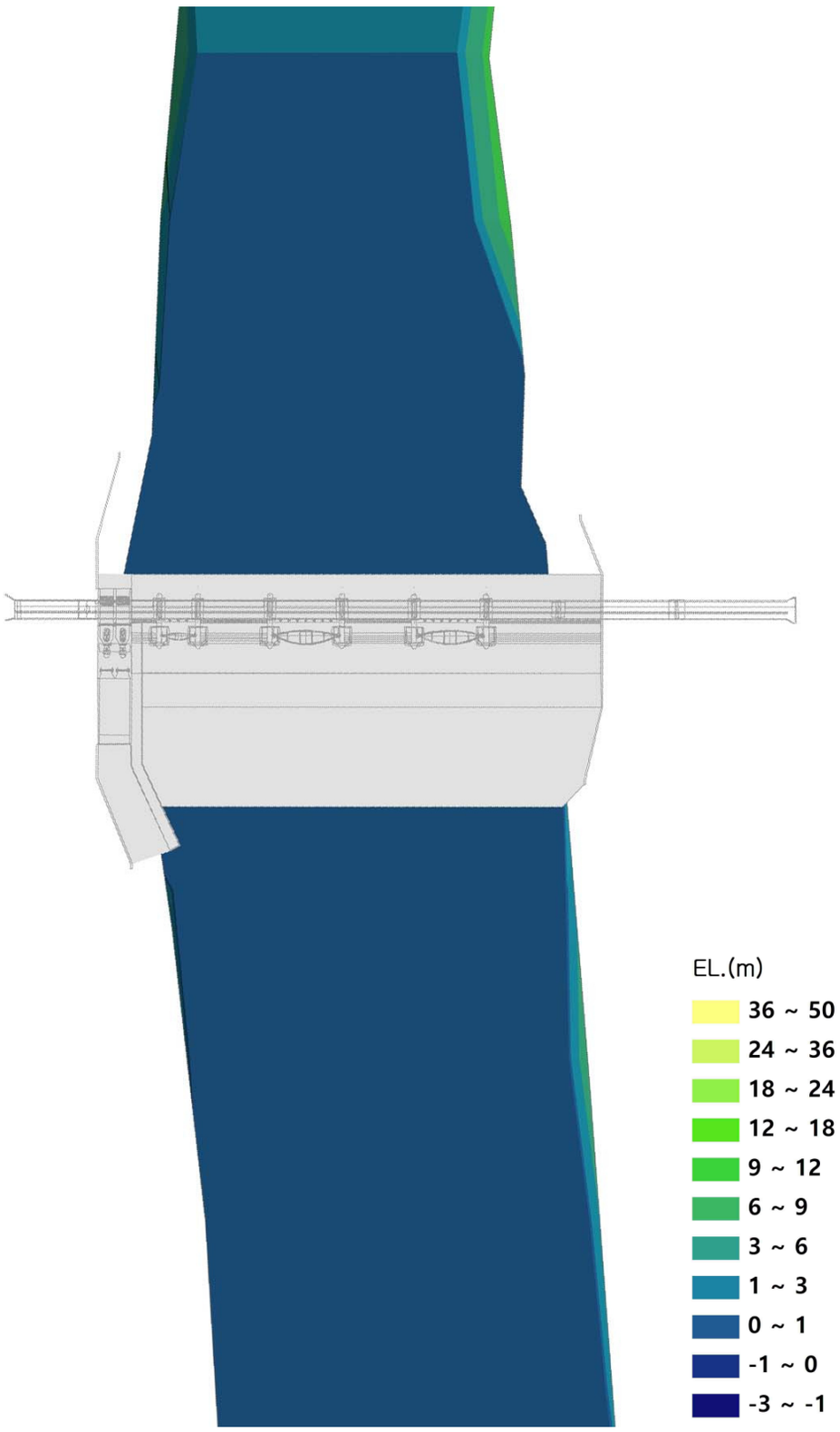


[그림 4-29] 세종보 상·하류부 하상 2017년

◦ 금강정비사업의 공주보 인근 계획 하상

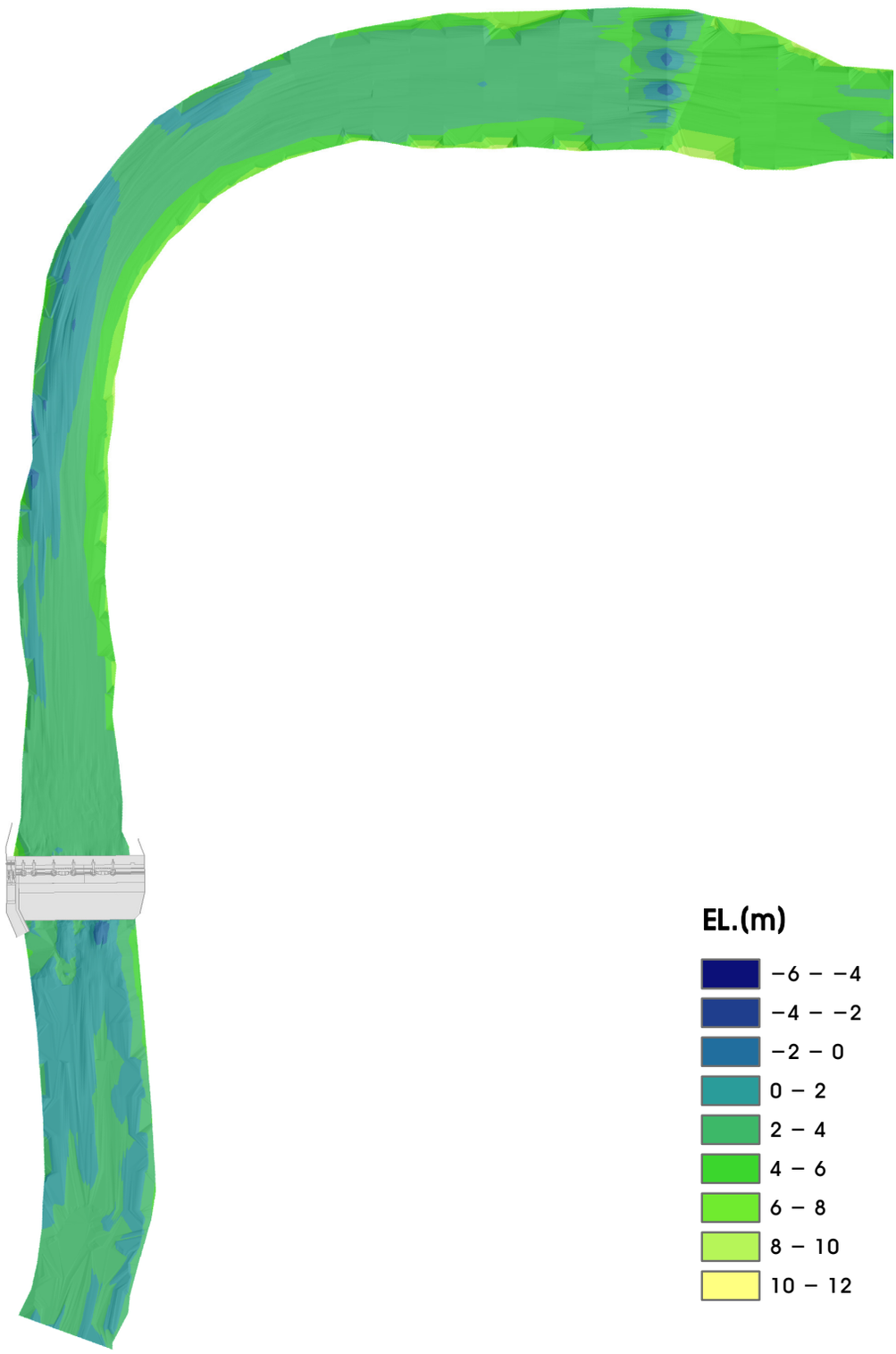


[그림 4-30] 공주보 인근 금강정비사업 계획 하상



[그림 4-31] 공주보 상·하류부 금강정비사업 계획 하상

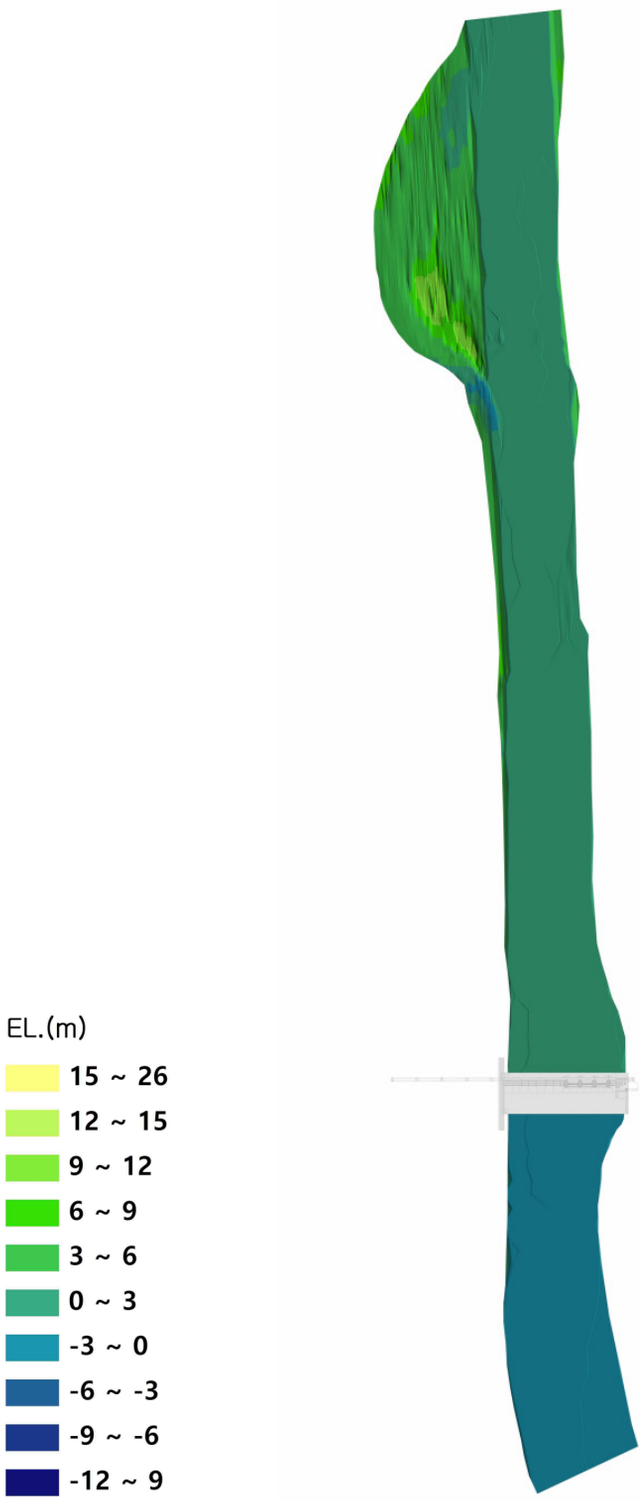
◦ 2017년 공주보 인근 하상 측량 결과



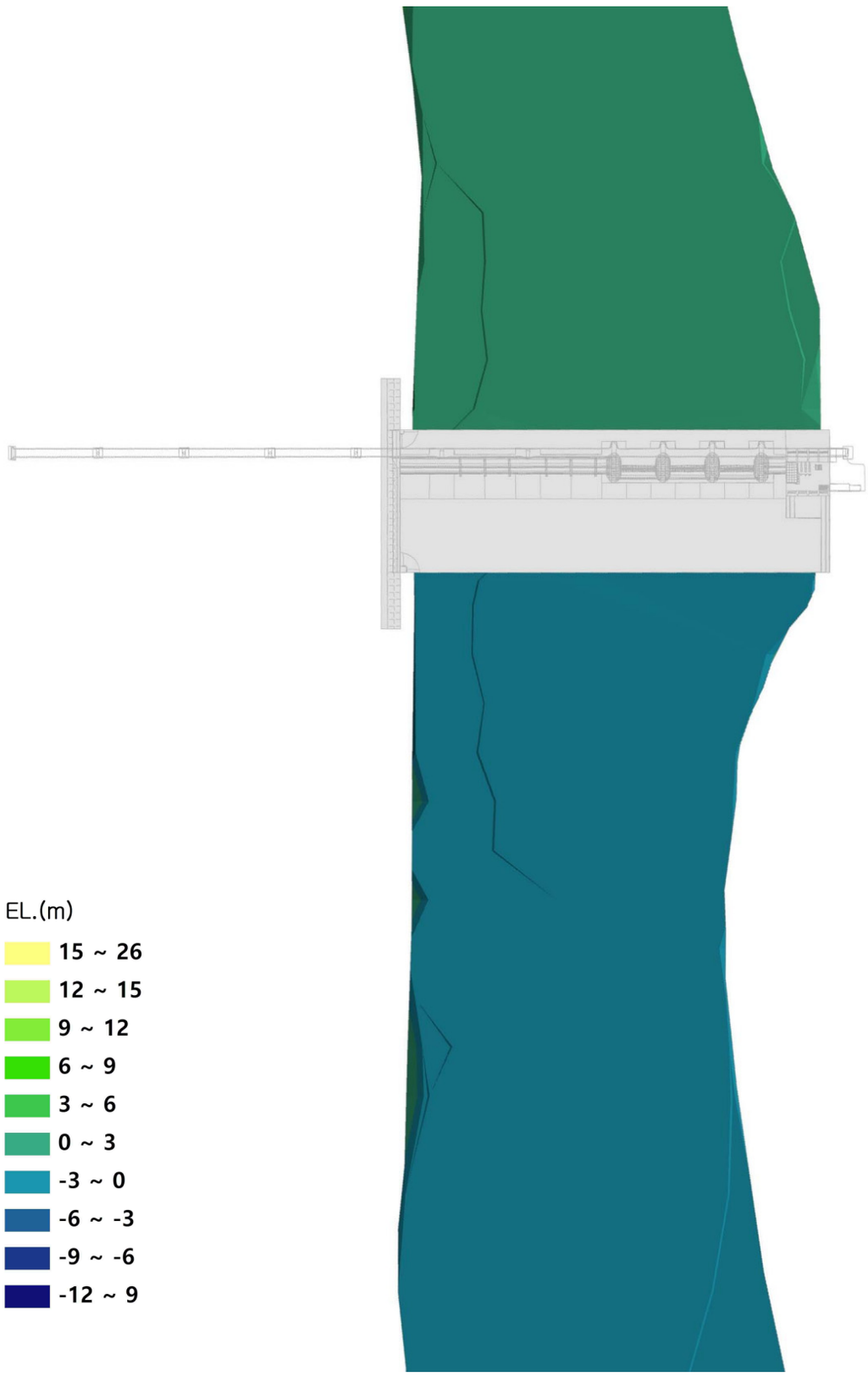
[그림 4-32] 공주보 인근 하상 2017년

[그림 4-33] 공주보 상·하류부 하상 2017년

◦ 금강정비사업 백제보 인근 계획 하상

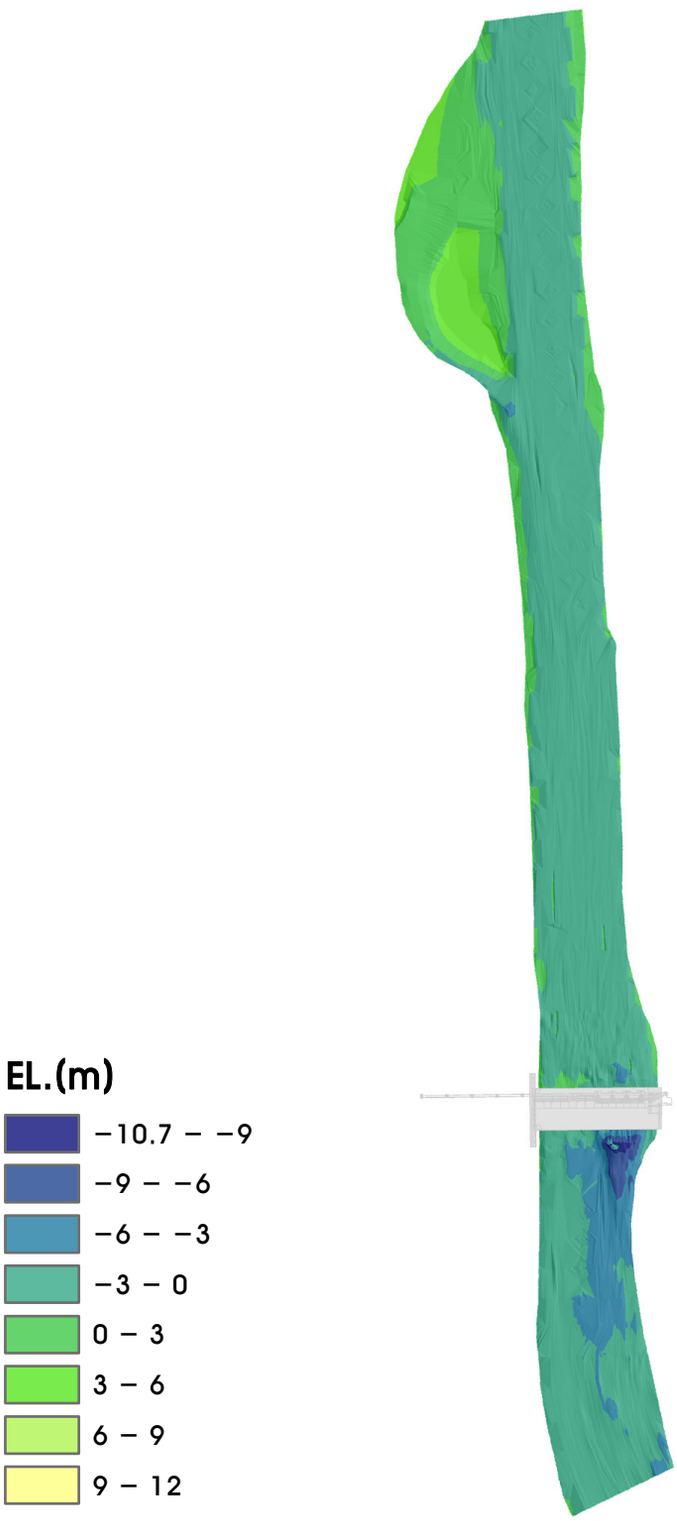


[그림 4-34] 백제보 인근 금강정비사업 계획 하상

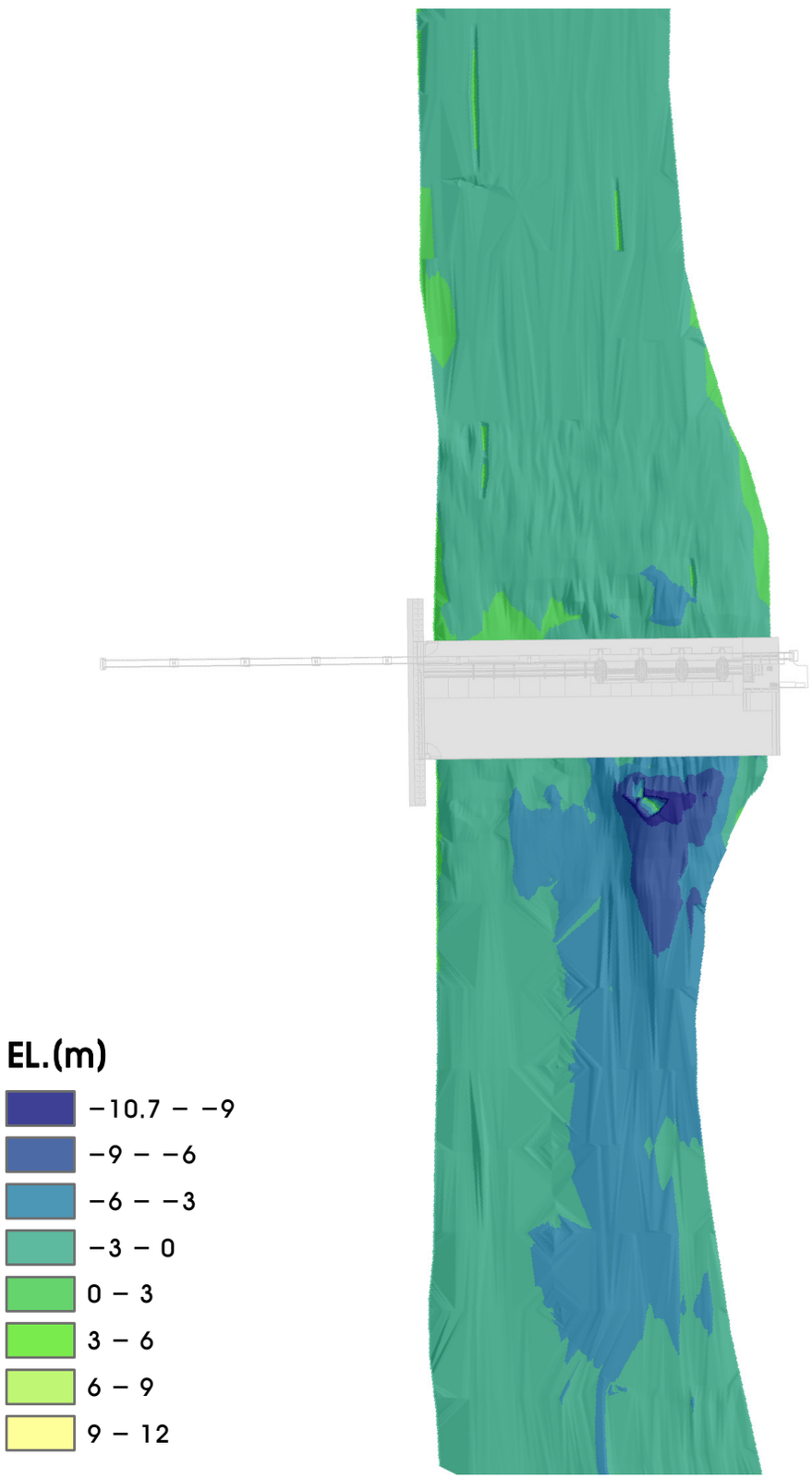


[그림 4-35] 백제보 상·하류부 금강정비사업 계획 하상

◦ 2017년 백제보 인근 하상 측량 결과



[그림 4-36] 백제보 인근 하상 2017년



[그림 4-37] 백제보 상·하류부 하상 2017년

3) 하상변위

◦ 세종보, 공주보, 백제보 인근의 2017년~2016년의 과거 1년간의 측량 결과 하상 변화 형태를 도시하였으며, 각 보 상·하류부 인근을 확대하여 표현하였음

◦ 보 상·하류부 인근의 임의구간은 세종보 상류 약 3 ㎞ 하류 약 1.2 ㎞, 공주보 상류 약 4.9 ㎞ 하류 약 1 ㎞, 백제보 상류 약 3 ㎞ 하류 약 1.1 ㎞ 까지 거리 구간으로 변위를 분석하였음

[표 4-12] 보 상·하류 2016년~2017년 하상변화(EL. m)

	세종보		공주보		백제보	
	보상류	보하류	보상류	보하류	보상류	보하류
평 균(m)	0.0732	-0.0152	0.2324	0.2229	0.1387	0.2105
최대변위(m)	3.8775	4.0598	5.8807	2.8664	5.3932	10.9228
최소변위(m)	-10.8578	-7.9407	-3.4847	-8.3852	-6.4277	-3.6031
표준편차(m)	0.5315	0.8977	0.5458	0.4662	0.3884	0.5200
퇴적부피(㎥)	1,025,420	482,310	392,846	71,224	208,522	101,520
세굴부피(㎥)	-24,763	-30,865	-93,015	-16,527	-70,597	-30,939
퇴적, 세굴 합 계(㎥)	1,000,658	451,445	299,831	54,697	137,926	70,580

◦ 세종보의 2016년부터 2017년까지 1년간 상·하류 인근의 하상변화를 분석한 결과 평균 0.029 m 퇴적되었음

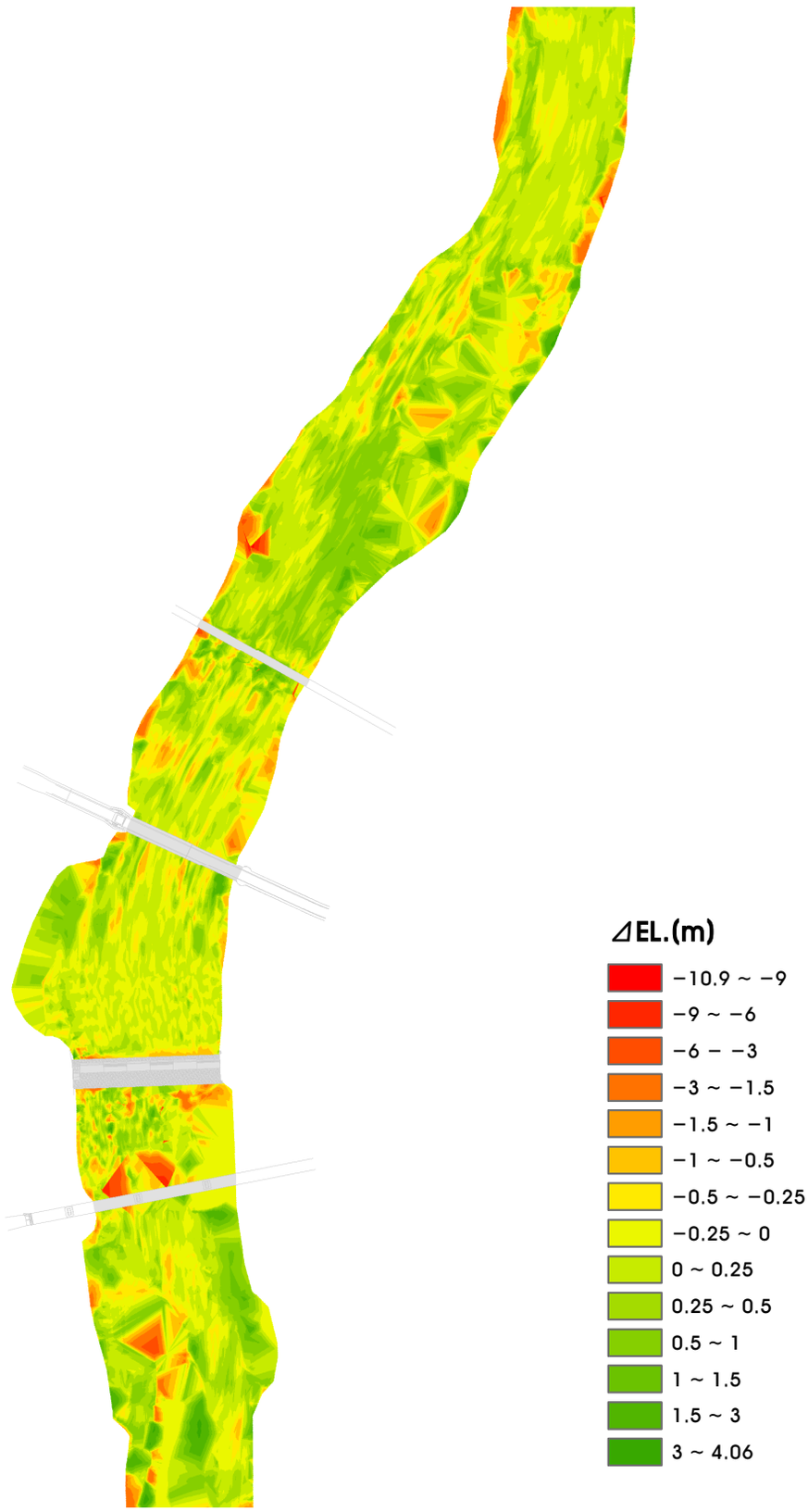
◦ 또한, 보 상·하류 세굴과 퇴적부피 합계를 비교한 결과 상류 1,000,658 ㎥ 퇴적, 하류 451,445 ㎥ 퇴적되어 전체적으로 1,452,103 ㎥ 퇴적되었고 보 직하류 및 교량인근에서만 세굴이 진행되고 있음

◦ 공주보의 2016년부터 2017년까지 1년간 상·하류 인근의 하상변화를 분석한 결과 평균 0.228 m 퇴적되었음

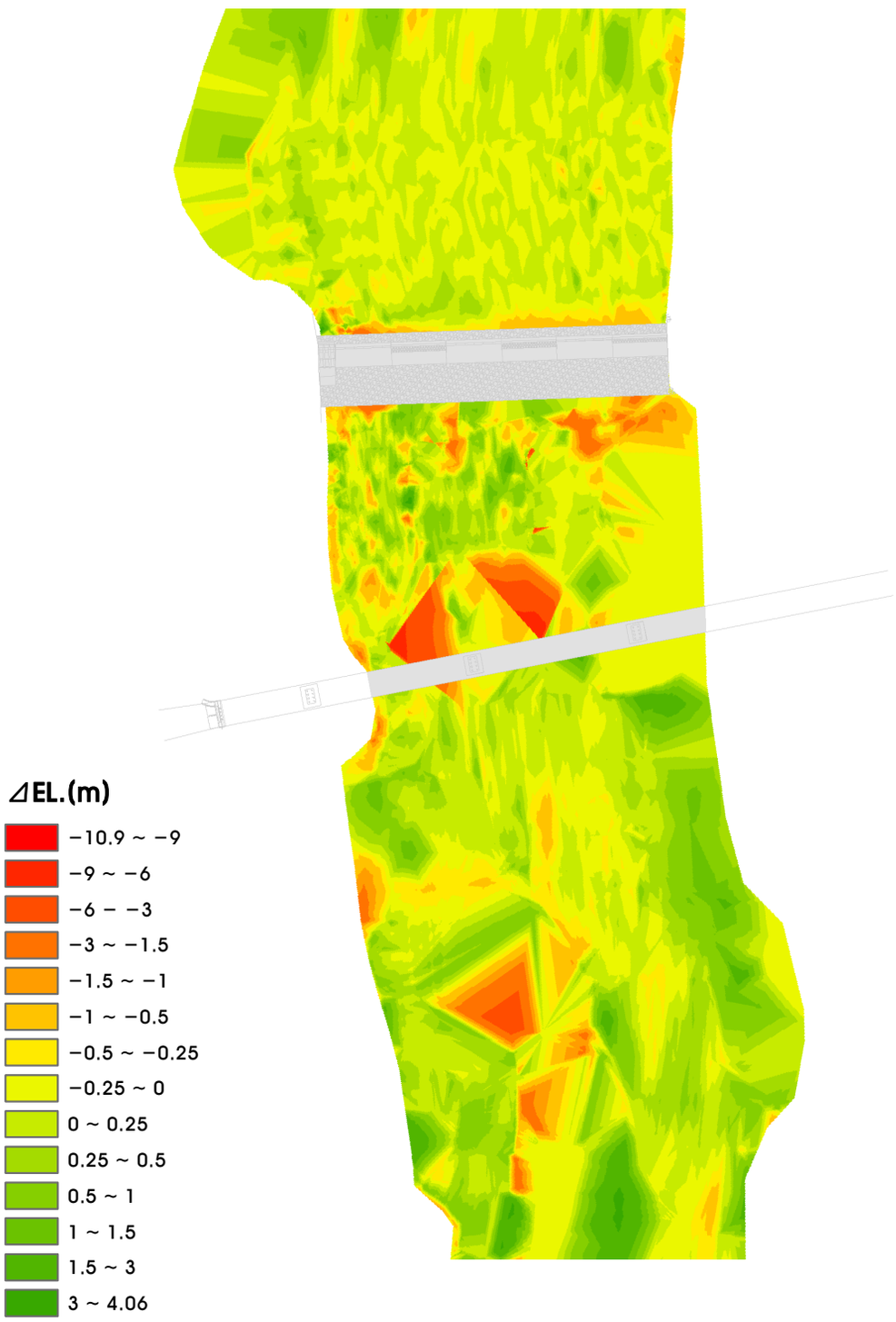
◦ 또한, 보 상·하류 세굴과 퇴적부피 합계를 비교한 결과 상류 229,831 ㎥ 퇴적, 하류 54,697 ㎥ 퇴적되어 전체적으로 354,528 ㎥ 퇴적되었고 보 하류보다는 상류에서 더 큰 퇴적이 진행되고 있음

◦ 백제보의 2016년부터 2017년까지 1년간 상·하류 인근의 하상변화를 분석한 결과 평균 0.175 m 퇴적되었음

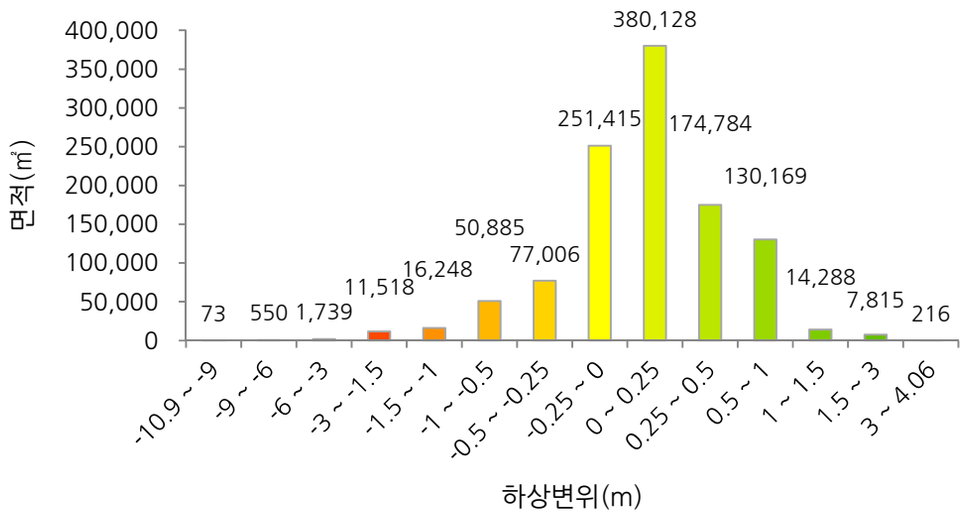
◦ 또한, 보 상·하류 세굴과 퇴적부피 합계를 비교한 결과 상류 137,926 ㎥ 퇴적, 하류 70,580 ㎥ 퇴적되어 전체적으로 208,506 ㎥ 퇴적되었고 보 직하류에서 일부 세굴이 진행되고 있음



[그림 4-38] 세종보 인근 하상 2016년 vs 2017년 변화

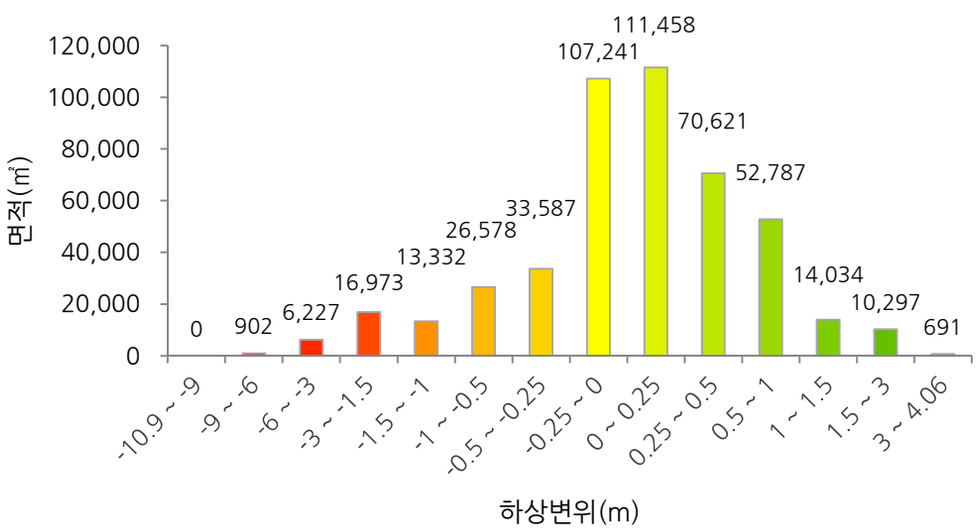


[그림 4-39] 세종보 상·하류부 하상 2016년 vs 2017년 변화



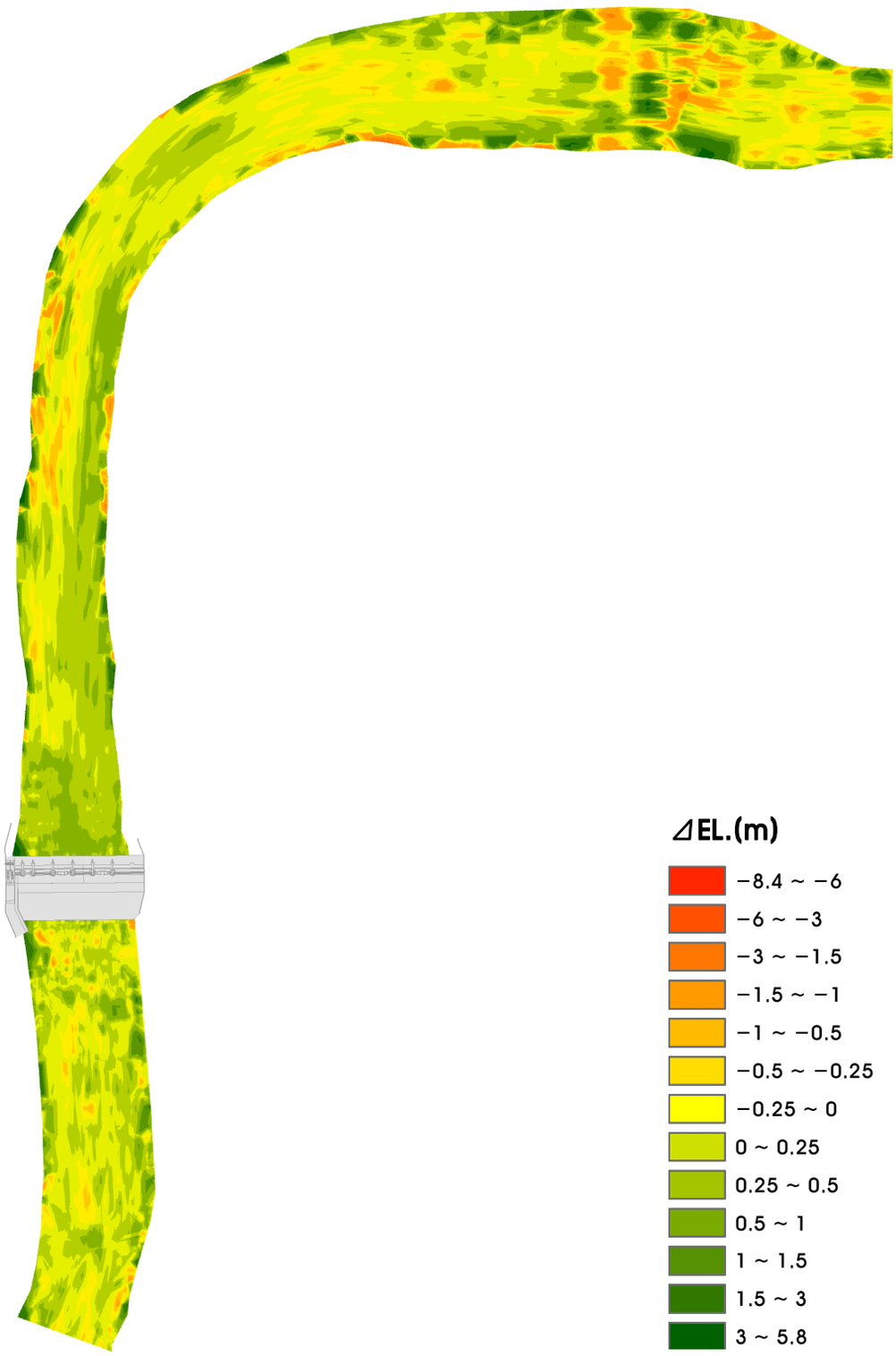
변위(m)	백분율(%)	변위(m)	백분율(%)	변위(m)	백분율(%)	변위(m)	백분율(%)
-10.9 ~ -9	0.01	-1.5 ~ -1	1.45	0 ~ 0.25	34.04	1.5 ~ 3	0.70
-9 ~ -6	0.05	-1 ~ -0.5	4.56	0.25 ~ 0.5	15.65	3 ~ 4.06	0.02
-6 ~ -3	0.16	-0.5 ~ -0.25	6.90	0.5 ~ 1	11.66		
-3 ~ -1.5	1.03	-0.25 ~ 0	22.51	1 ~ 1.5	1.28		

[그림 4-40] 세종보 상류부 2016년 vs 2017년 하상변화면적

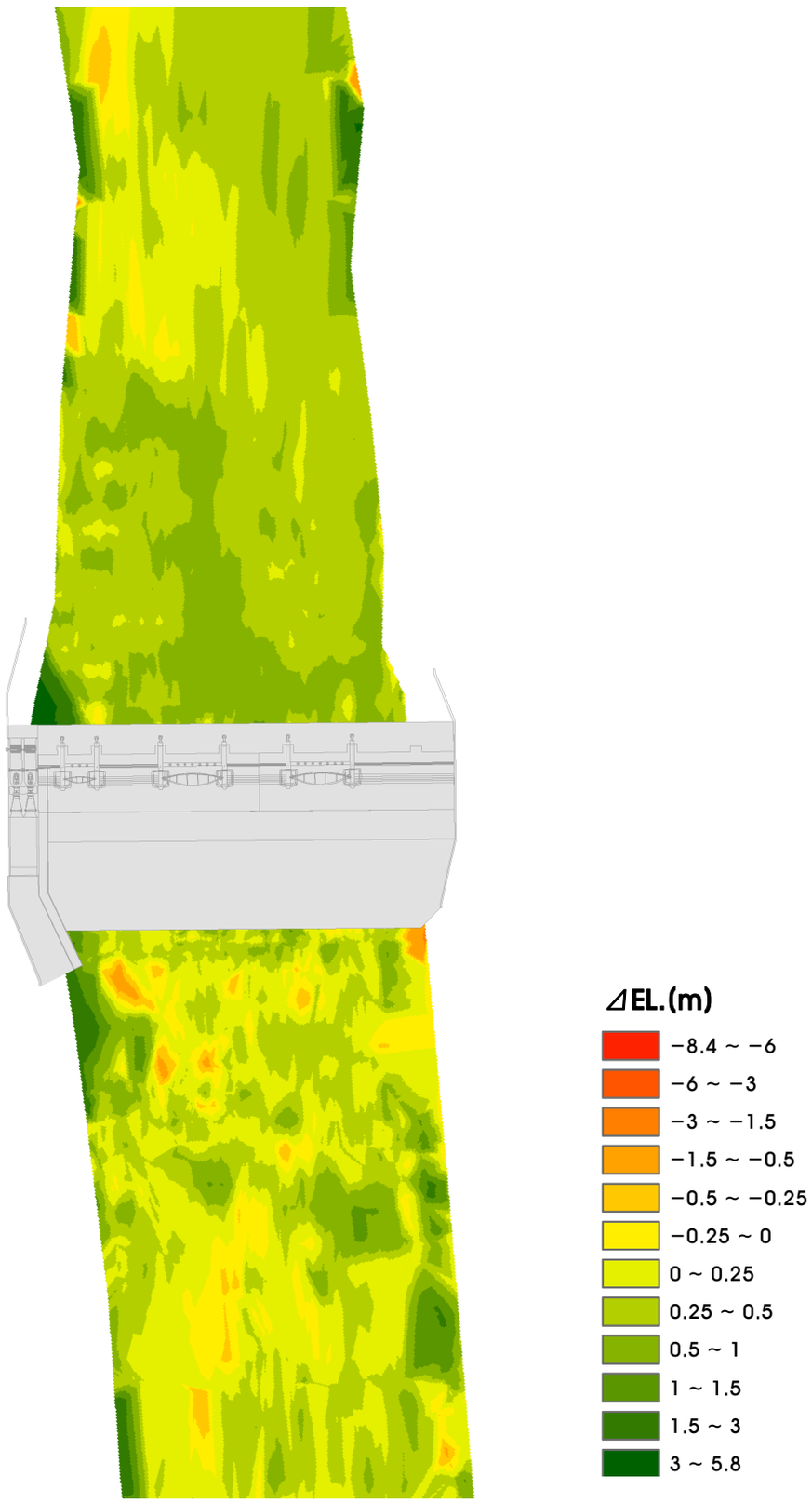


변위(m)	백분율(%)	변위(m)	백분율(%)	변위(m)	백분율(%)	변위(m)	백분율(%)
-10.9 ~ -9	0.00	-1.5 ~ -1	2.87	0 ~ 0.25	23.98	1.5 ~ 3	2.22
-9 ~ -6	0.19	-1 ~ -0.5	5.72	0.25 ~ 0.5	15.20	3 ~ 4.06	0.15
-6 ~ -3	1.34	-0.5 ~ -0.25	7.23	0.5 ~ 1	11.36		
-3 ~ -1.5	3.65	-0.25 ~ 0	23.08	1 ~ 1.5	3.02		

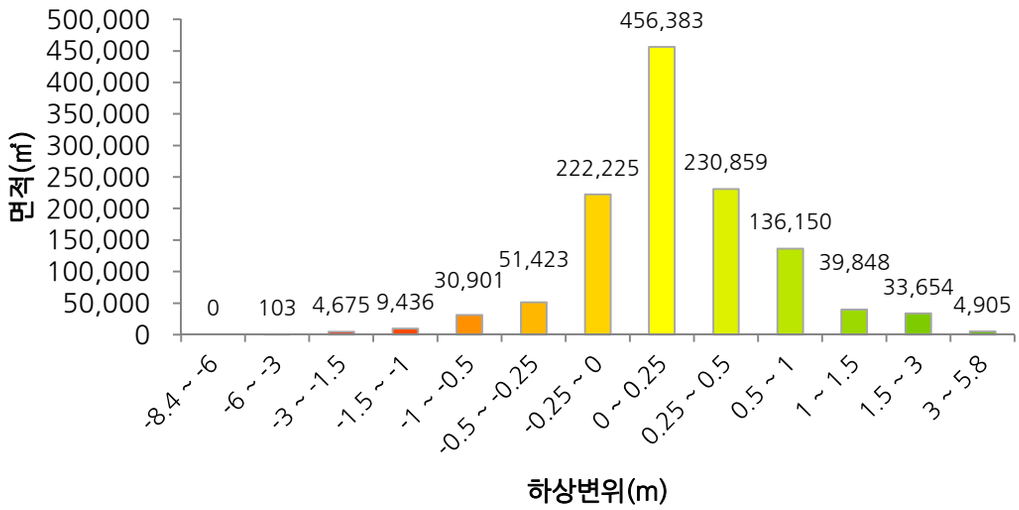
[그림 4-41] 세종보 하류부 2016년 vs 2017년 하상변화면적



[그림 4-42] 공주보 인근 하상 2016년 vs 2017년 변화

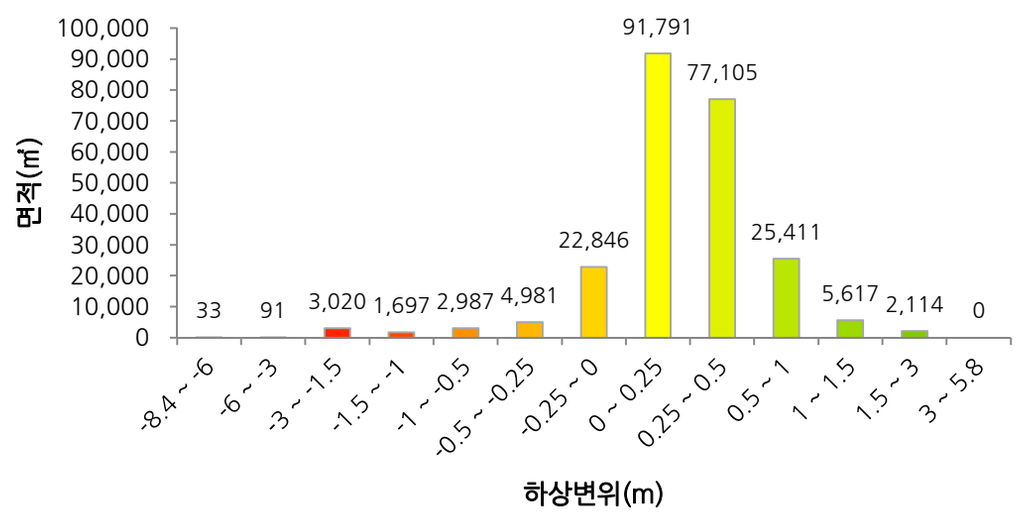


[그림 4-43] 공주보 상·하류부 하상 2016년 vs 2017년 변화



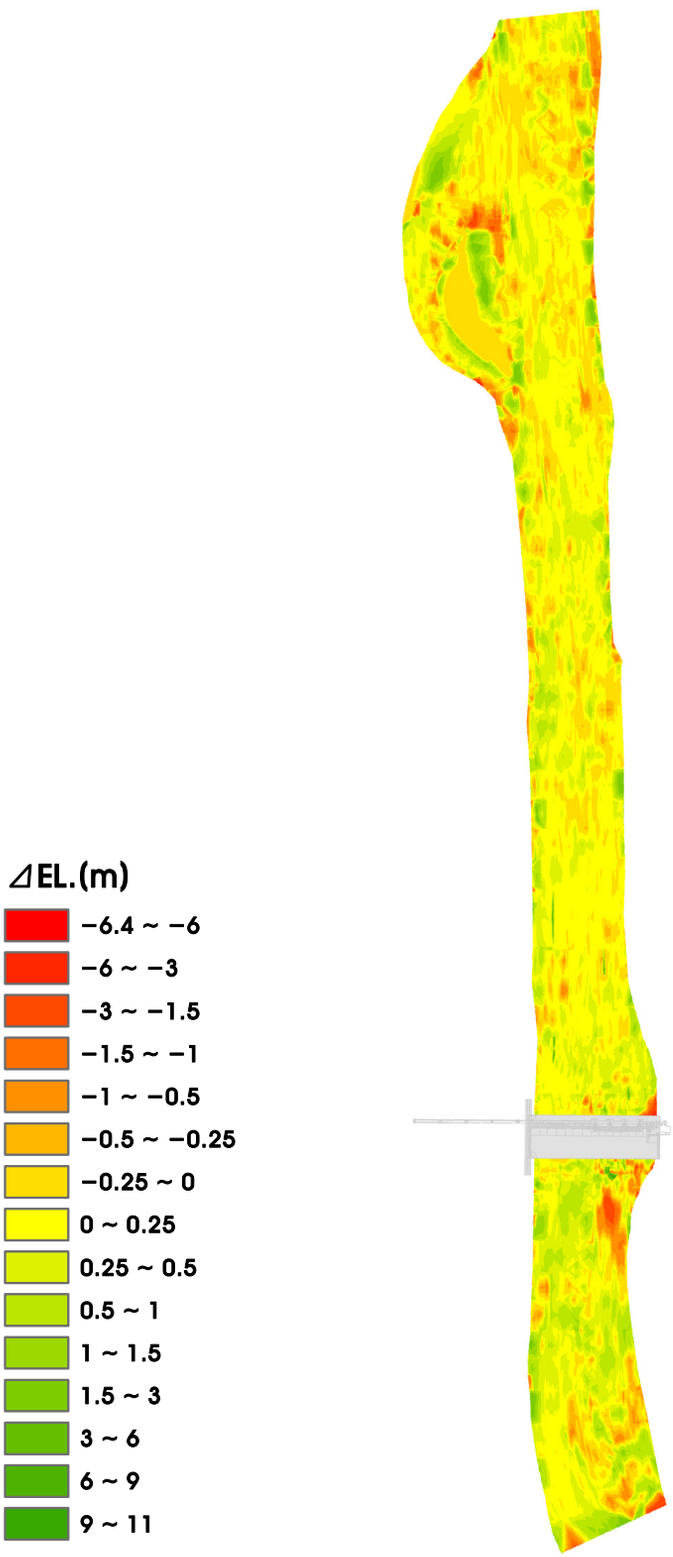
변위(m)	백분율(%)	변위(m)	백분율(%)	변위(m)	백분율(%)	변위(m)	백분율(%)
-8.4 ~ -6	0.00	-1 ~ -0.5	2.53	0.25 ~ 0.5	18.91	3 ~ 5.8	0.40
-6 ~ -3	0.01	-0.5 ~ -0.25	4.21	0.5 ~ 1	11.15		
-3 ~ -1.5	0.38	-0.25 ~ 0	18.21	1 ~ 1.5	3.26		
-1.5 ~ -1	0.77	0 ~ 0.25	37.39	1.5 ~ 3	2.76		

[그림 4-44] 공주보 상류부 2016년 vs 2017년 하상변화면적

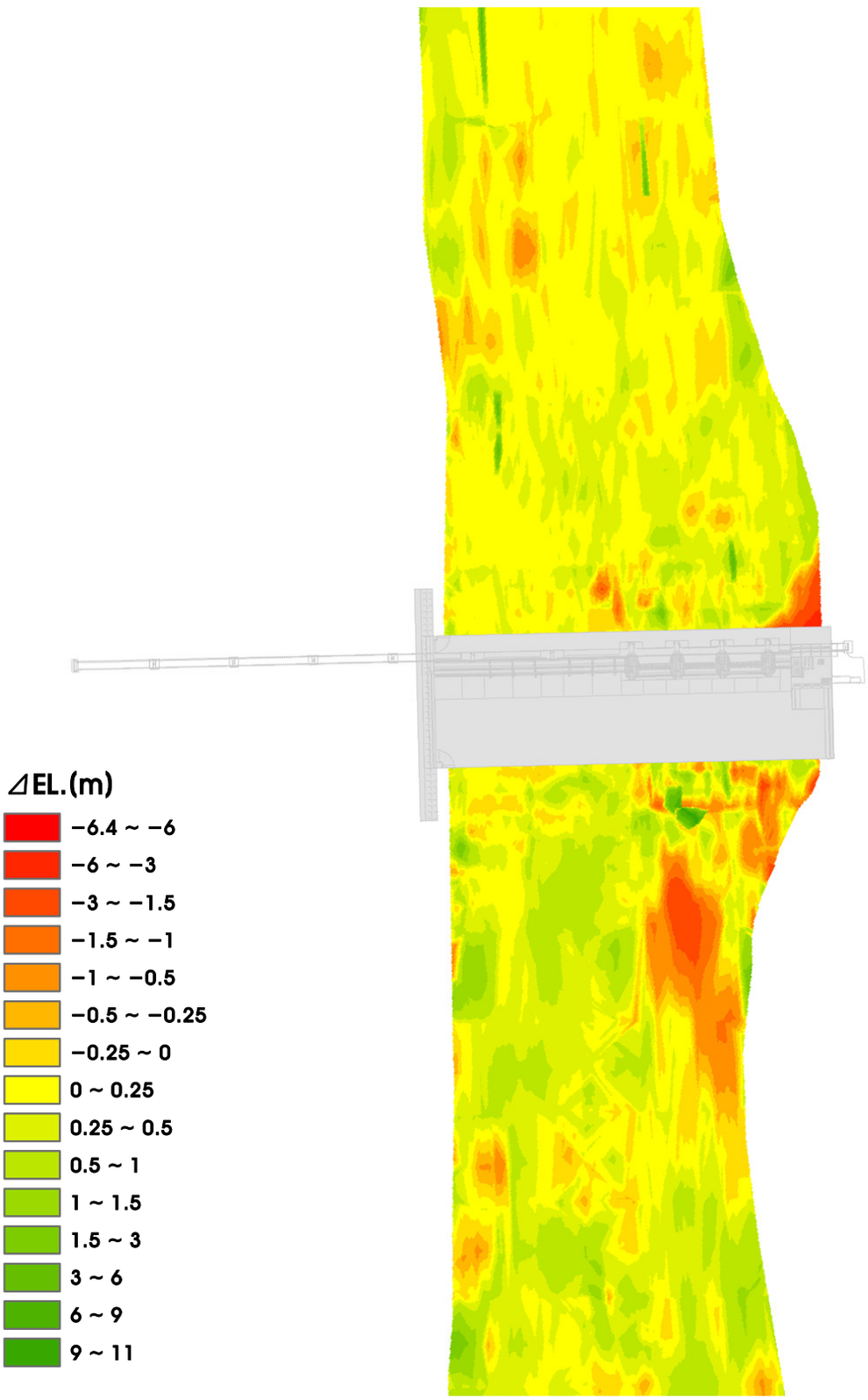


변위(m)	백분율(%)	변위(m)	백분율(%)	변위(m)	백분율(%)	변위(m)	백분율(%)
-8.4 ~ -6	0.01	-1 ~ -0.5	1.26	0.25 ~ 0.5	32.44	3 ~ 5.8	0.00
-6 ~ -3	0.04	-0.5 ~ -0.25	2.10	0.5 ~ 1	10.69		
-3 ~ -1.5	1.27	-0.25 ~ 0	9.61	1 ~ 1.5	2.36		
-1.5 ~ -1	0.71	0 ~ 0.25	38.62	1.5 ~ 3	0.89		

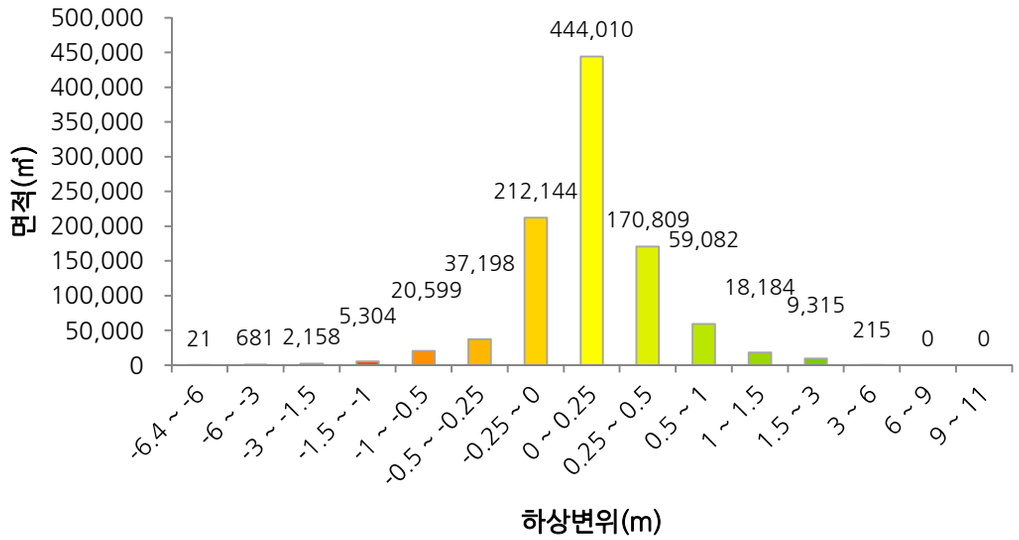
[그림 4-45] 공주보 하류부 2016년 vs 2017년 하상변화면적



[그림 4-46] 백제보 인근 하상 2016년 vs 2017년 변화

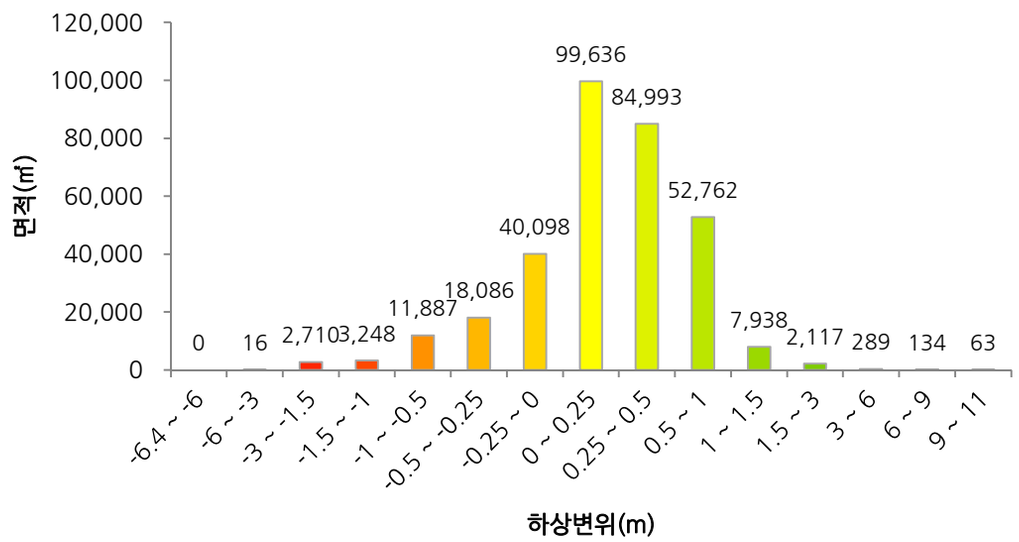


[그림 4-47] 백제보 상·하류부 하상 2016년 vs 2017년 변화



변위(m)	백분율(%)	변위(m)	백분율(%)	변위(m)	백분율(%)	변위(m)	백분율(%)
-6.4 ~ -6	0.00	-1 ~ -0.5	1.86	0.25 ~ 0.5	18.91	3 ~ 6	0.22
-6 ~ -3	0.00	-0.5 ~ -0.25	6.03	0.5 ~ 1	3.80	6 ~ 9	0.07
-3 ~ -1.5	0.02	-0.25 ~ 0	17.43	1 ~ 1.5	2.10	9 ~ 11	0.00
-1.5 ~ -1	0.95	0 ~ 0.25	48.06	1.5 ~ 3	0.54		

[그림 4-48] 백제보 상류부 2016년 vs 2017년 하상변화면적



변위(m)	백분율(%)	변위(m)	백분율(%)	변위(m)	백분율(%)	변위(m)	백분율(%)
-6.4 ~ -6	0.02	-1 ~ -0.5	2.45	0.25 ~ 0.5	12.15	3 ~ 6	0.84
-6 ~ -3	0.04	-0.5 ~ -0.25	16.29	0.5 ~ 1	5.58	6 ~ 9	0.00
-3 ~ -1.5	0.09	-0.25 ~ 0	26.23	1 ~ 1.5	3.67	9 ~ 11	0.00
-1.5 ~ -1	0.65	0 ~ 0.25	30.98	1.5 ~ 3	1.00		

[그림 4-49] 백제보 하류부 2016년 vs 2017년 하상변화면적

라. 하상 변화 평가

◦ 3개보 수문의 직상·하류부에서 하상이 침식되는 현상이 공통적으로 발생하고 있음

◦ 침식은 유수의 에너지와 속도에 의하여 발생하는데, 금강에 설치된 3개보는 수문개방 시 증가하는 유수의 에너지와 속도로 침식현상이 발생한 것으로 보이며, 최근 수문의 개방이 없었던 기간은 보 하류부 침식 현상의 진행이 적었던 것으로 평가됨

1) 준설에 따른 하상변화

◦ 자연하천은 장기간에 걸친 최적화 과정을 통해 하상 구간의 흐름조건에 가장 잘 적응한 하도·하상의 형태와 특성을 가지고 있다는 사실을 인식할 필요가 있음

◦ 준설은 하상의 평형상태를 교란시키는 과정이며 하상변화는 필연적으로 발생함

◦ 일반적인 충적하천의 경우, 흐름의 형태에 따라 소 구간에는 가는 입자의 하상이 구성되고, 여울 구간에는 굵은 입자의 하상이 구성되어 침식과 퇴적의 균형이 유지되는 것이 일반적인 현상임

◦ 준설 이후 자연스럽게 발생하여야 하는 표층 하상재료의 재구성이 보 시설물에 의한 하상재료 유입을 단절시키게 되는 현재 금강의 조건에서는 보다 이해하기 힘든 하상변화가 발생할 수 있음

◦ 준설의 영향은 하상의 저하 및 상승을 모두 야기할 수 있는 가능성을 가지며, 하상의 저하 및 상승을 야기하는 인자들의 상대적 강도에 따라 하상변화의 최종 결과가 도출됨

◦ 다양한 원인이 결과를 야기하는 하상 준설의 영향은 장기간에 걸친 모니터링 과정을 통해서 결정되므로 현장의 여건을 고려하여 원인들을 검토하는 것이 필요함

◦ 또한 준설은 지류와 준설된 본류 합류점에서 낙차 및 단절면을 발생시키게 되며, 이러한 단절면은 다시 지류의 침식으로 진행되어 대규모 유사가 본류에 유입되는 현상을 초래(Head Cut)하고 유입되는 유사는 다시 본류 유입부에 확산 퇴적되어 하상고의 변화를 야기할 수 있음

2) 보 설치에 따른 하상변화

◦ 월류하는 흐름은 필수적으로 하류에서 사류(Supercritical flow)가 발생하며, 사류는 강한 난류흐름, 음압 등을 발생시키기 쉬운 흐름으로 하상에서의 충격 및 소류력 증대를 야기함

◦ 가동보의 수문을 통한 통수는 흐름을 좁은 지역에 집중시키고 이러한 흐름은 강한 에너지를 유지한 채 유하하여 충격 및 소류력 발생을 증대시키며, 보의 상류는 유사의 퇴적 유도하게 됨

◦ 보 상류구간

- 보의 설치 후 상류 정체구간은 난류에너지를 감소시키는 효과가 나타나 부유하여 하류로 이동하던 부유사가 보설치 및 이에 따른 난류에너지 감소로 바닥에 침강하게 됨

◦ 보 하류구간

- 보 하류 지역에서는 충격에 따른 침식을 억제하기 위해 하상보호공 설치가 필수적임, 하상보호공의 끝단은 항상 흐름의 불규칙성을 발생시켜 와류 형성 및 난류 에너지 증대를 야기
- 하상보호공의 길이 및 강도와는 관련 없이 항상 끝단에서는 국부세굴의 문제가 발생할 수 있음. 국부세굴은 일정 유량 이상의 홍수 시에만 발생하는 것이 아니라 거의 모든 흐름조건에서 발생하게 되며, 특히 모래하상의 경우는 지속적인 침식이 하상보호공의 끝단에서 발생할 것으로 예상됨
- 하상보호공은 바닥에 존재하는 대형 유사의 입자간 충격에 의해 파손될 가능성을 항상 가지고 있음. 홍수 시 대규모 유량의 경우 호박돌 이상의 바닥재료 역시 이동시킬 수 있을 정도의 에너지 보유
- 기존의 돌쌈지, 돌망태 등을 이용한 하상보호공은 홍수 시 유실의 위험성 존재(예: 2011년 안동보 돌쌈지 유실)
- 하상보호공 바닥면을 통한 Seepage 및 Piping 현상은 기초 부분의 하상토 유출을 발생시킬 수 있으며, 기초 부분의 하상토 유출은 하상보호공의 대규모 위치 변화 및 붕괴로 이어질 가능성을 배제할 수 없고 이러한 대규모 변화 및 붕괴는 단시간 내에 큰 하상변화를 일으킬 수 있어 세심한 주의가 필요

◦ 보 구조물 안정성

- 하상의 침식과 보체의 자중은 하상의 추가적 압밀을 유도할 수 있으며, 하상의 압밀을 방지하기 위해 기반암까지의 말뚝기초가 적용된 공법이라고 하더라도 소규모의 하상 압밀현상을 방지하기 어려움
- 특히 보의 양안 중 한쪽에만 존재하는 가동보의 수문을 통한 통수는 하상의 횡단 불균형을 초래하여 한 방향 침식을 유도하고 횡적 유사이동을 발생시킬 가능성 존재
- 그러나 현재 기술 개발 여건상 고려하기 어려운 부분과 예측 불가능한 부분이 있어 안전율을 높인 관리 방안의 도출이 필요할 것으로 판단

◦ 보의 설치는 하천을 횡단하는 구조물이 추가됨으로서 Quasi Equilibrium (준평형)상태의 하상 연속성을 단절시키는 역할을 하게 됨, 특히 새로운 흐름 조건에 적응하는 과정에서 하상의 변화는 필연적이며, 기존의 자연하천에 변화가 있는 경우 다시 기존의 형태를 따라가는 현상이 언제든지 발생할 수 있음

3) 물받이공·바닥보호공 평가

◦ 물받이공 및 바닥보호공 설계에 있어서 유수에너지를 충분히 감쇄 가능하도록 설계되지 못한 것으로 평가되며, 비록 규모의 구분상 보의 범주에 속한다 할지라도 실질적으로 하류단에 고유속의 방류수가 갖는 높은 에너지 형태가 댐의 여수로 수준에 준하는 경우, 댐 설계기준에 따른 감세공이 설치되어야 할 것임

◦ 하천설계기준의 보의 정의

- 「일반적으로 보는 하천의 수위를 조절하는 경우는 많지만 유량을 조절하는 경우는 적다. 그러나 최근에는 유량을 조절하여 유수의 정상적인 기능을 유지하기 위한 보가 설치되고 있기 때문에 댐과의 구별이 명확하지 않으나 일반적으로 다음과 같은 조건을 만족하는 경우는 보라고 할 수 있다.」
  - 기초지반에서 고정보 마루까지의 높이가 15 m 미만인 경우
  - 유수 저류에 의한 유량조절을 목적으로 하지 않는 경우
  - 양끝부분을 제방이나 하안에 고정시키는 경우

◦ 댐 설계기준의 적용 범위 정의

- 「이 기준은 댐 건설 및 주변지역 지원 등에 관한 법률 이 정하는 높이 15 m 이상의 다목적댐 및 용수공급, 수력발전, 홍수조절, 환경개선 등을 위하여 건설하는 단일목적댐과 이들 댐과 일체가 되어 그 기능을 하는 부대시설 또는 공작물에 대하여 적용한다.」

- 「이 기준은 다른 법령에 의하여 건설하는 댐 및 댐과 구조가 유사한 높이 15 m 미만의 시설(이하 '소규모댐'이라 한다.)에 대해서도 적용을 권장한다.」

◦ 하천설계기준에서는 댐과 보의 구별이 명확하지 못하나 일반적인 기준에 의하여 구분하고 있으나, 안정성을 요구하는 댐 설계기준에서는 댐과 구조가 유사한 15 m 미만의 시설에 대해서도 적용을 권장하고 있음

◦ 그 예로서 단일목적댐 또는 다목적댐의 하류에 설치된 조정지댐의 경우, 규모 측면에서 댐의 범주에 속하지 않으나 안정성·관리성 등을 고려하여 댐으로 구분하여 관리하고 있음

[표 4-13] 금강 3개 보와 조정지댐의 규모 비교

구 분		세종보	공주보	백제보	대청 조정지댐	충주 조정지댐	합천 조정지댐
저수량 (백만㎥)		3.7	13.8	23.8	4.1	30	1.5
높이 (m)					16.7	21	33
길이 (m)		348	251	311	234	480.7	345
수문현황 (연장×**높이**@문)		80×**2.8**@2 60×**4**@1	40×**7**@2 20×**7**@1 40×**1**@3	36×**5.3**@3	13×**6**@10	15×**7.5**@20	12×**6**@7
통수량 (㎥/s)	저수량	44.21	46.62	48.15	15.12	30.75	5.10
	평수량	69.14	73.07	76.49	25.93	52.15	7.24
	풍수량	160.76	170.49	177.76	54.98	110.51	11.35

[그림 4-50] 대청조정지댐 하류부 전경

[그림 4-51] 충주조정지댐 하류부 전경

[그림 4-52] 합천조정지댐 전경

제5장 퇴적물 모니터링

1. 조사 목적

2. 퇴적물의 특성

3. 조사 지점 선정

4. 채취 및 분석 방법

5. 분석 결과

6. 종합 평가

제5장 퇴적물 모니터링

1. 조사 목적

◦ 퇴적물의 발생, 이동, 퇴적 및 환경조건에 따른 퇴적물과 수체간의 물질순환은 수질관리에 영향을 미칠 수 있음

◦ 또한 퇴적물이 수환경계의 물질순환에 큰 영향을 미치고 있음은 다양한 조사·연구에서 강조되고 있음

◦ 그러나 실제 하천이나 호소의 퇴적물의 물질 성상에 대한 기초연구가 부족한 상태여서 하천·호소의 수체에 미치는 영향정도를 평가하기 어려운 현실임

◦ 이에 급격한 하천 수환경 변화를 겪고 있는 금강에서 퇴적물의 성상을 분석하여 퇴적물의 시기에 따른 오염물질 농도 변화를 분석하고 수질 오염물질의 내부생산과 관련한 연관성을 평가할 필요가 있음

2. 퇴적물의 특성

◦ 토양의 물리·화학적 풍화작용에 의하여 무기성 물질과 토양에 포함된 유기물질 등 하류로 유동·침전하여 퇴적물을 형성하며 강우에 따른 하천의 흐름에너지의 변화에 따라 입경이 달라지며, 이동물질에 포함된 오염물질은 크게 네 종류로 나눌 수 있음

- 유기물질 : 용존유기물은 외부에서 유입되는 부유물질 또는 조류 등의 내부발생 부유물질과 결합함
- 영양염류 : 퇴적물과 결합된 영양염류는 환경조건에 따라 수체로 방출되므로 퇴적물은 오염물질의 저류조 역할을 함
- 독성 무기성 오염물질 : 중금속 등은 부유물질에 흡착되어 유출
- 독성 유기성 오염물질 : 농약 및 각종 화학물질 등은 친수성/소수성 및 용해도 등 특성에 따라 부유물질과 함께 유출

◦ 부유물질의 주요발생원은 풍화작용 및 수체내부 발생원, 즉 조류와 Calcite의 침전이며, 내부적인 발생량과 외부에서 유입되는 오염물질량이 유출량보다

많다면 퇴적물에 오염물질이 축적되고, 또한 수질 농도가 높은 상태로 나타날 수 있음

◦ 부유물질이 발생하여 수체를 따라 이동할 때 그 거리는 입경에 따라 다르고 대부분의 경우에 있어서 점토, 콜로이드 또는 실트질이 이동하게 되며, 입경이 큰 모래 등이 이동되는 경우는 큰 강우사상에 의하여 유속이 매우 빠른 경우임

◦ 호소의 퇴적물의 발생원은 ① 상류 유입 ② 수변의 침식작용 ③ 호소 저층의 침식 ④ 대기 강하물 ⑤ 조류 또는 침전물 같은 내부오염원인데 이중 ①, ②, ⑤의 요인이 가장 큰 영향을 미침

◦ 부유물질의 크기에 따라 이동될 수 있는 거리가 다르며 이로 인해 수체 상·하류 간의 물질혼합이 이루어짐

◦ 오염물질은 부유물질과 결합하여 침전하여 오염된 퇴적물을 형성함

◦ 오염물질이 부유물질과 결합하는 가장 중요한 메커니즘은 흡착이므로 부유물질의 표면적, 즉 입자의 크기가 중요함

◦ 산화환원전위 및 pH 조건에 따라 다르지만 오염물질이 부유물질과 결합하는 주요한 메커니즘은 다음과 같음

- 입자표면에 흡착
- NOM(Natural Organic Matters) 또는 유기물질과 결합
- 탄산염(Carbonate)과 결합
- 황화물(Sulphide)과 결합
- 철 또는 망간 산화물과 결합 등

◦ 수계의 과도한 퇴적물 유입은 저수용량의 감소, 수로 변경, 투명도 감소 등의 원인이 되어 수생태 환경과 위락적 이용에 대한 심미적 가치를 크게 감소시킴

◦ 건설골재의 원료로 사용될 수 있는 모래, 자갈 등은 집중적인 채취의 대상으로, 수로 및 수심 감소의 원인이 되는 퇴적물은 과거 준설대상이 되어왔으며, 하천 통수량의 확보를 위한 하천정비, 홍수통제 사업의 대부분이 하상퇴적물의 준설을 수반하였음

◦ 준설된 퇴적물은 그 양이 많기 때문에 운반의 편의를 위해 준설수역 주위의 준설퇴적물 투기장에 적채되는 것이 보통인데 준설 시 퇴적물의 재부유를

초래하여 수질에 대한 악영향은 물론이고 투기지역에서 강우 시 지속적인 악영향을 미칠 가능성이 있음

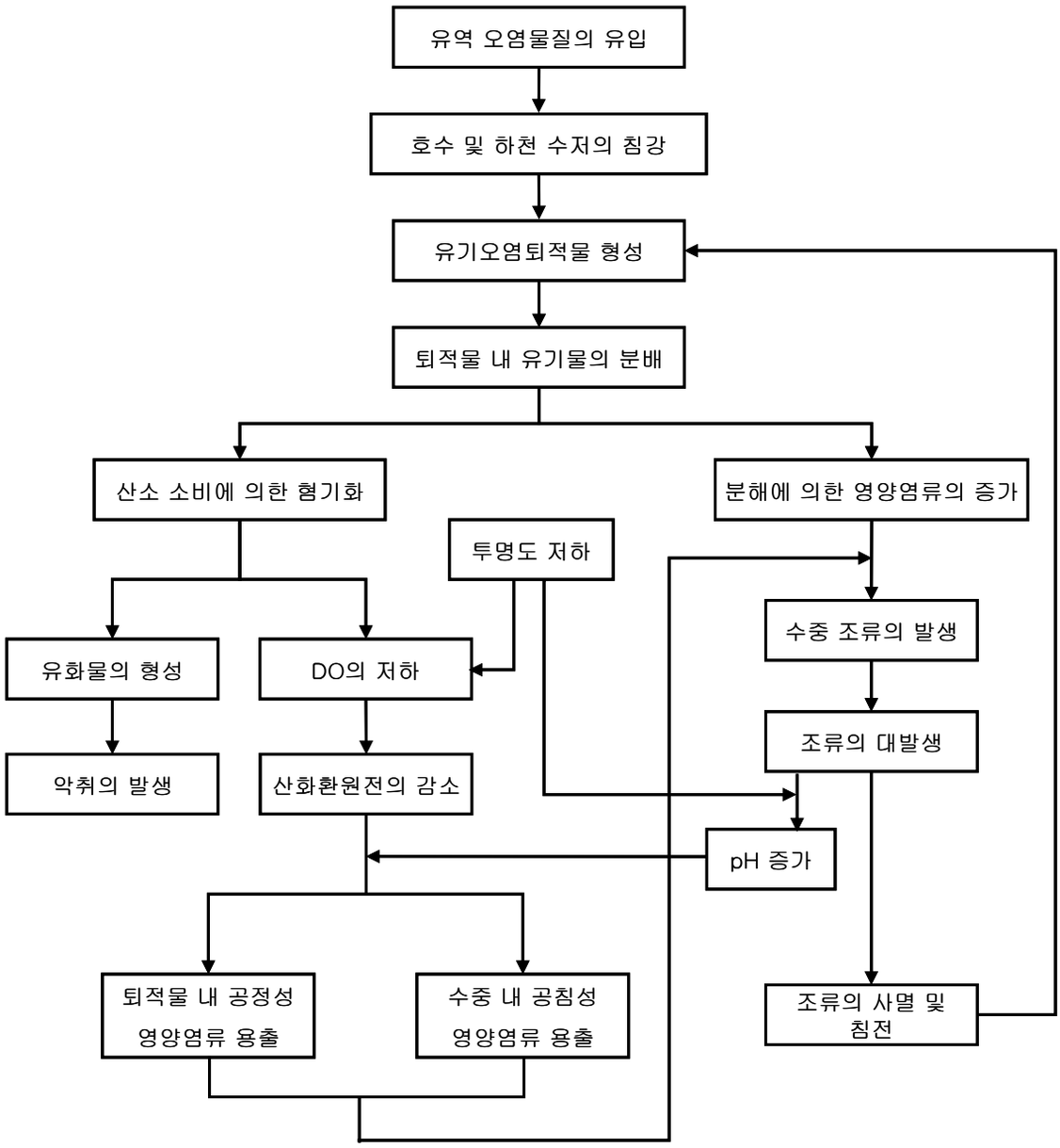
◦ 퇴적물은 저서생물이 부착 또는 생활할 수 있는 공간을 제공하는 동시에 각종 수생생물의 산란장 또는 양육장으로써의 역할을 하고 있음

◦ 어류의 산란에 적절한 조성을 가진 하상에 세립퇴적물이 유입되어 쌓이게 되면 산란장이 매몰되고 해당 어류의 증식에 지대한 악영향을 미치며, 퇴적으로 인한 하상의 변화는 서식지 환경을 악화시켜 궁극적으로 생물다양성 감소의 원인이 되며 반대로 준설로 인한 어류의 서식지 유실과 교란은 퇴적에 의한 영향보다 큰 악영향을 미칠 수 있음

◦ 금강정비사업과 같이 단기간에 하천 하상이 준설된 이후, 준설이전의 하천과 달리 수심이 깊어지고 유속이 느려진 영향으로 과거와 다른 입자 성상의 퇴적물로 하상이 구성되는 경우에 하천 생태계는 극심한 스트레스를 겪게 됨

[표 5-1] 퇴적물과 하상변동이 환경에 미치는 영향

항 목		자연자원 문제	관련 퇴적물 문제
수생생물	어 류	■ 어류의 이동 곤란 ■ 어류의 산란 곤란 ■ 포식자로부터 보호 곤란 ■ 겨울철 양육지 감소 ■ 먹이 감소	■ 이동통로 차단 ■ 산란을 위한 자갈층 손실 ■ 퇴적물의 퇴적 또는 세굴 ■ 하천지형의 변화 ■ 수변녹지 손실 ■ 세립퇴적물 축적으로 산소량 감소
	무척추 동 물	■ 다양성 및 개체밀도 감소	■ 세립퇴적물 축적 ■ 수변 녹지 감소
	양서류	■ 유생 발생 및 성장 장애	■ 세립퇴적물 축적
상 수 원 수		■ 저수용량 감소 ■ 맛 / 미관 악화 ■ 취수구 막힘 ■ 원수 처리 저해	■ 퇴적 ■ 부유물 농도(탁도) ■ 총부유물 ■ 파손, 마모(취수구)
위락 / 심미		■ 미관저해 ■ 하도구조 변경에 따른 낚시, 수영, 래프팅 저해	■ 부유물 농도(탁도) ■ 하도변경 ■ 연못, 웅덩이 수심 감소
농 업		■ 취수펌프 막힘 ■ 가축용 용수공급 곤란 ■ 농업용 저수지 저수용량 감소	■ 부유물 발생 및 퇴적 ■ 가축이 먹기에 너무 탁함
공 업		■ 수처리 필요 ■ 냉각수 부족	■ 장비에 부유물 부착 ■ 부유물 처리 곤란
수 운		■ 수로변경	■ 부유물 퇴적



[그림 5-1] 오염 퇴적물의 발생 및 수체에 미치는 영향

◦ 퇴적물에 포함된 유기물은 미생물에 의해 용존산소를 소모하면서 분해되며, 만일 이 과정에서 수층의 혼합이 이루어지지 않아 지속적인 산소 공급이 중단된다면 유기물이 다량 포함된 퇴적물 주위의 산소는 고갈되고 따라서 퇴적물 내의 저서생물은 생존에 위협을 받게 됨

◦ 더욱이 유기물을 분해하는 미생물은 무산소 환경에서는 메탄, 황화수소 등의 유독성 가스를 생성하는데 이는 저서생물의 생존에 치명적인 악영향을 미침

3. 조사 지점 선정

◦ 3개보에서 각각 5개의 단면을 선정하였으며, 주로 퇴적현상이 발생하는 보 상류 구간에 3개의 측정 단면과 침식이 발생하는 보 하류 3개의 단면을 선정함

◦ 보 상류 구간의 100 m, 300 m, 500 m 지점을 선정함

- 공주보의 경우 퇴적이 가장 빈번하게 발생하는 하천의 곡선구간을 측정하기 위하여 상류 1.5 ㎞ 지점을 선정
- 백제보의 경우 하폭이 넓고 유속이 더 낮으며 하천의 형상이 직선화되어 있어 퇴적의 영향권이 길게 나타날 수 있어 최상류 1 ㎞ 지점부터 선정

◦ 보 하류 구간의 100 m, 300 m 지점을 선정함

- 세종보와 공주보는 각각 100 m 지점과 300 m 지점을 선정하였으나, 백제보의 경우, 하천 폭이 크고 보의 규모가 큰 점을 고려하여 하류에 미치는 영향 범위도 길어질 것으로 평가되어 300 m, 500 m 지점을 선정

[표 5-2] 퇴적도 시료 채취지점

번호	시료명	지점
1	세종보1	세종보 상류 500m
2	세종보2	세종보 상류 300m
3	세종보3	세종보 상류 100m
4	세종보4	세종보 하류 100m
5	세종보5	세종보 하류 300m
6	공주보1	공주보 상류 1.5km
7	공주보2	공주보 상류 300m
8	공주보3	공주보 상류 100m
9	공주보4	공주보 하류 100m
10	공주보5	공주보 하류 300m
11	백제보1	백제보 상류 1km
12	백제보2	백제보 상류 600m
13	백제보3	백제보 상류 300m
14	백제보4	백제보 하류 300m
15	백제보5	백제보 하류 500m

[그림 5-2] 세종보 퇴적토 채취 단면

[그림 5-3] 공주보 퇴적토 채취 단면

[그림 5-4] 백제보 퇴적토 채취 단면

4. 채취 및 분석 방법

가. 채취시기

◦ 1단계 : 2013 ~ 2015

◦ 2단계 : 2016 ~ 2017

나. 채취방법

◦ 환경부 퇴적물 측정망의 퇴적물 채취 및 분석용 시료 조제를 위한 「수질오염공정기준」 ES 04160.1에 따라 수행함

◦ 선정된 하천 유수 단면을 등거리 3등분한 2개의 지점에서 퇴적토를 채취함

◦ 보트를 이용하여 수상에서 반빈 그랩(Van Veen Grab) 채취기를 하상으로 내려 퇴적토를 채취함

◦ 2개의 지점에서 채취한 퇴적토는 각각 동일한 양을 혼합하여 해당 단면의 대표 시료를 제조함

◦ 준비된 시료는 즉시 분석을 위해 운반하거나 보관이 필요한 경우는 냉동하여 보존함

다. 분석방법

◦ 퇴적물 분석은 환경부 퇴적물 측정망의 측정항목을 준용하였으며, 「수질오염공정기준」 에 따라 수행함

- 함수율 : 「수질오염공정기준」ES 04851.1
- 완전연소가능량 : 「수질오염공정기준」ES 04852.1
- 화학적산소요구량(COD_{sed}) : 「수질오염공정기준」ES 04854.1
- 총질소(T-N) : 「수질오염공정기준」ES 04862
- 총인(T-P) : 「수질오염공정기준」ES 04863.1
- 수용성인(SRP) : 「수질오염공정기준」ES 04864.1
- 원소분석(C, N, S, H) : 원소 분석기(PerkinElmer 2400 Series Ⅱ) 분석

5. 분석 결과

가. 입도

◦ 세종보 0.8~4.9 ㎜, 공주보 1.8~4.9 ㎜, 백제보 0.6~2.5 ㎜로 나타남

◦ 공주보 상류에서 미립자 성분(Silt+Clay) 성분 함량이 높았으며, 보 상류부에 인접한 각 보의 3지점에서 1차 측정결과보다 2차 측정 시 미립자 성분 함량이 더욱 높은 값을 나타내고 있음

◦ 보 하류 구간에서 거리에 따른 특성은 세종보, 공주보, 백제보에서 일관성을 나타내고 있지 않으며 시간이 경과함에 따라 보 하류 구간에서는 퇴적입도가 미립자화 되고 있는 경향을 보임

◦ 세종보, 공주보 상류 지점에 다량의 미립자 성분이 퇴적되고 있으며, 세립질 함량이 높은 지점에서 COD_{sed}. T-N, T-P, 강열감량이 다른 지점에 비해 높게 측정됨

나. 함수율

◦ 세종보 20.50~34.30%, 공주보 18.60~39.50%, 백제보 18.90~23.10%로 나타남

◦ 공주보, 세종보, 백제보 순으로 함수율이 높게 분포하고 있으며 특히, 함수율이 높은 공주보에서 하류보다 상류에서 높은 함수율을 나타냈고 있고 이러한 공간적 특성은 입도 분포 특성과 비슷한 경향을 보이고 있음

◦ 이러한 이유는 미립자 성분(Silt+Clay) 함량이 높아질수록 함수량 또한 증가하기 때문인 것으로 판단됨

◦ 보 하류 구간에서는 거리에 따른 특성은 세종보, 공주보, 백제보에서 일관성을 나타내고 있지 않음

다. 완전연소가능량

◦ 세종보 0.84~4.88%, 공주보 0.38~14.81%, 백제보 0.58~8.49%로 나타남

◦ 완전연소가능량은 공주보에서 가장 높은 농도를 보이고 있으며, 각 보 상류 구간의 경우, 보 하류 구간보다 비교적 높은 값을 보이고 있음

◦ 이러한 경향은 상류에서 유입되는 유기물이 보에 의해 차단·침전되고 있다고 판단됨

◦ 시간적 변화 경향을 보면 두드러지게 변화고 있지는 않지만 공주보인 경우 보 상류에서 퇴적되고 있는 경향을 보임

라. COD_{sed}

◦ 세종보 0.13~0.78%, 공주보 0.03~0.77%, 백제보 0.06~0.21%로 나타남

◦ COD_{sed}에서 보 상류 구간이 하류 구간보다 유기물 농도가 매우 높은 경향을 나타내고 있음

◦ 이는 완전가능연소량의 구간별 변화 특성과 비슷한 경향을 보이는 것으로 판단됨

◦ 시간적 변화 경향을 보더라도 시간이 지남에 따라 유기물 퇴적 현상이 나타나고 있는 것으로 판단됨

◦ 1차 조사와 2차 조사 결과를 살펴보면 퇴적물 내부 미립자 성분의 함량에 따라 항목에서 높은 차이를 보임

마. 총 질소

◦ 세종보 125~1,363 ㎎/㎏, 공주보 59~1,532 ㎎/㎏, 백제보 170~443 ㎎/㎏로 나타남

◦ 세 보 구간에서 상류 구간인 1, 2, 3 지점에서 높은 질소 함량을 보인 반면 하류 구간인 4, 5 구간에서는 상류구간에 비해 비교적 낮은 질소 함량을 나타내고 있음

◦ 각 보에서 시간적 변화 특성을 보면 뚜렷한 변화 경향은 나타나지 않았으며, 미립자 성분(Silt+Clay)함량과 비교하였을 때 높은 경향성을 보임

바. 총 인

◦ 세종보 186~779 ㎎/㎏, 공주보 104~1,086 ㎎/㎏, 백제보 129~670 ㎎/㎏로 나타남

◦ 1차, 2차 조사 결과에서 총 인의 변화 경향을 보면 상류 구간에서 하류 구간으로 갈수록 농도가 낮아지는 경향을 보여주고 있으며, 총질소와 같이 미립자 성분 함량에 따른 농도변화를 보이고 있음

◦ 공주보에서 가장 높은 농도를 보여주고 있으며, 세종보, 백제보 순으로 총인 농도가 낮은 결과를 보여주고 있음

사. 수용성인

◦ 세종보 불검출~10.1 ㎎/㎏, 공주보 불검출~11.2 ㎎/㎏, 백제보 불검출~8.1 ㎎/㎏로 나타남

◦ 1차, 2차 조사에서 분석된 각 보의 수용성인 농도를 보면 총인 농도에 비해 매우 낮은 비율을 보이고 있음

◦ 각 보의 퇴적물 인의 존재형태를 예측해 볼 때 Soluble 형태의 인보다 주로 non-soluble한 형태의 인이 주로 존재할 것으로 판단됨

아. C/N 비

◦ C/N비 분석 결과 최대값으로 세종보 8.4, 공주보 8.8, 백제보 8.8로 나타남

◦ 각 보의 C/N비는 전부 10 이하의 값이 나타나고 있어 육지에서 공급된 유기물질뿐만 아니라 본류와 지류하천의 수중에 서식하고 있는 조류 등 생물에 의하여 유기물질이 상당량 생산되는 것으로 유추됨

6. 종합 평가

◦ 세종보, 공주보, 백제보에 있어서 2013~2015년(1단계)부터 2016~2017년(2단계)까지의 변화 경향을 분석함

- 세종보-1 지점의 경우 유기물(완전연소가능량)이 1단계 조사 평균값에 비해 약 3배 가량 증가하였음
- 공주보는 세종보와 같이 상류 구간에서 대체적으로 오염현상이 증가하는 경향을 보이고 있는 한편 하류구역에서 일부 지표항목(COD_{sed}, TP)의 오염 증가를 보였으나 대부분의 지표항목에서는 시간적 오염 증감 변화는 나타나고 있지 않음
- 백제보는 세종보 및 공주보와 비교해서 공간적·시간적 오염 변화 특성은 뚜렷하지 않으며 농도 또한 낮게 나타나고 있음

◦ 모니터링 기간 중 퇴적물에 대한 기존 참고문헌자료 조사결과, 미국환경보호국(EPA)의 유기물오염기준에 의하면 강열감량은 대체로 상류 구역에서 중간 및 심한오염 수준이며 COD_{sed}는 설정하고 있지 않음

- 세종보의 완전연소가능량(%) 및 COD_{sed}(%) 농도는 각각 2013년 1차(1.24~8.91%, 0.3~10.1 ㎎/g), 2013년 2차(0.87~8.67%, 0.4~11.8 ㎎/g), 2015년 2차(0.54~8.36%, 1.4~12.9 ㎎/g), 2016년 1차(0.79~7.19%, 1.4~9.0 ㎎/g)시기의 지점 2, 3에서 중간오염 및 심한 오염 기준치에 달하는 값을 보이고 있으나 1단계 평균값은 지점 3에서만 중간오염에 해당하는 값을 보이고 있음
- 공주보 상류 구간(1, 2, 3)에서의 완전연소가능량(%)은 1단계 평균값에서 6.04~6.99(%)로 중간오염 기준치를 초과하였으며, 2016년 1차 조사에서는 1, 2, 3 지점에서 10.37~13.65(%), 2017년 1차 조사에서는 0.38~14.81(%)로 2016년보다 평균값에서 0.69~5.86(%)로 낮은 수치를 보였으나 2016년과 같이 상류 구간에서 심한오염 기준치를 초과하였음
- 백제보에서는 전체적으로 비오염 수준을 보이고 있음

[표 5-3] 표층 퇴적물의 강열감량 및 화학적 산소 요구량(COD_{sed}) 환경기준

	미국환경보호국(EPA) 기준[1]		
	비오염	중간오염	심한오염
강열감량 기준(%)	<5	5~8	>8
COD_{sed} 기준(㎎/g)	<40	40~80	>80

◦ 분석한 결과 4대강 하구역의 퇴적물 오염 현황(강열감량), 즉 한강 둑 상류에서 3.1~11.1%, 낙동강 둑 상류에서 1.1~10.4%의 값[2]을 보이고 있는 것과 비교해 봐도 결코 낮은 값이 아님을 알 수 있음

◦ 2017년 조사결과 수용성인(SRP) 농도가 비교적 높은 보 상류지점에서의 C/N비는 백제보 하류지점을 제외하고 모두 10이하로 분석됨

◦ 상류구간에는 쉽게 용출될 수 있는 인의 농도가 전년대비 높은 수치를 보였으며 용출된 인은 식물성 플랑크톤이 이용할 확률이 높은 유기물로 보임

◦ 일부구간(공주보, 백제보)에서 C/N비가 10 이상임을 확인하였으며, 이러한 지점의 경우 질소함량이 0.01~0.02% 범위를 보이므로 육상기원의 무기물 함량이 높은 자갈·모래 등으로 판단됨

◦ 수용성인(SRP)의 경우 2016년 조사 시 1단계 조사 중 가장 높은 값을 보인 세종보 상 하류의 평균값보다 약 2~5배 낮은 농도(1.93~4.83 ㎎/㎏)를 보였으나, 2017년 조사에서 상류지점 평균 5.03~6.00 ㎎/㎏ 으로 전년 대비 1~2배가량 증가하였음

◦ 특히, 공주보의 경우 2017년 2차 조사에서 전년 평균농도 보다 약 2.5배가량 상승하였으며(9.13 ㎎/㎏), 이는 1단계 조사에서 가장 높은 수치를 보였던 8.82 ㎎/㎏ 보다 높은 수치임

◦ 모니터링 조사 지점에 있어서 세종보, 공주보, 백제보의 지점 간 공간적 특성을 보면 보를 중심으로 상류 구역(1, 2, 3지점)과 하류 구역(4, 5지점)으로 구분할 수 있는데 세종보 및 공주보의 상류구역에서 특히 오염현상이 두드러지게 나타나고 있음

1) 한국환경정책평가연구원, 2000
2) 국토해양부, 2011

◦ 대체적으로 상류가 하류지역보다 유기물 및 영양염류 등의 오염물질이 퇴적되고 있으며 그 원인은 식물플랑크톤과 같은 내부생산에 의한 가능성이 높은 것으로 판단됨

◦ 원인으로는 상류로부터 부하되는 오염물질(유기물 및 영양염류)이 보에 의해 저류되면서 내부적으로 분해 및 용출과 같은 메커니즘을 통해 한층 더 내부생산 속도를 가속화시키고 생산된 유기물들이 막힘 현상에 의해 유속이 느려지면서 퇴적 현상이 상류 구역으로 가속화 된 것으로 판단됨

◦ 일반적으로 입도 사이즈가 적을수록 유기물 등의 함량이 높게 나타나지만 백제보의 경우 상·하류 간 농도차이가 세종보 및 공주보에 비해 매우 적은 특성을 보이는 것으로 나타났으며 이에 대해서는 차후 계속적인 퇴적물 모니터링 조사 통해 퇴적물의 물리·화학적 특성에 대한 조사 및 연구가 더 필요할 것으로 판단됨

(a) 2016년 (b) 2017년

[그림 5-5] 세종보 2016년과 2017년 퇴적물 시료채취

(a) 2016년 (b) 2017년

[그림 5-6] 공주보 2016년과 2017년 퇴적물 시료채취

(a) 2016년 (b) 2017년

[그림 5-7] 백제보 2016년과 2017년 퇴적물 시료채취

[표 5-4] 2013-1차 퇴적토 분석 결과

지점명	평균입도 (㎜)	함수율 (%)	완전연소 가능량 (%)	COD_{sed} (%)	총질소 (㎎/㎏)	수용성인 (㎎/㎏)	총인 (㎎/㎏)
세종보-1	5.9	21.95	1.24	0.09	불검출	불검출	174
세종보-2	9.0	49.70	8.91	1.01	2,059	12	701
세종보-3	0.4	42.13	7.31	0.50	1,901	7	502
세종보-4	0.6	25.32	1.94	0.19	533	9	369
세종보-5	1.1	25.11	1.62	0.03	불검출	4	190
공주보-1	0.5	22.89	1.71	0.19	574	10	196
공주보-2	0.4	26.50	1.27	0.11	불검출	9	173
공주보-3	1.1	23.15	1.22	0.09	불검출	8	190
공주보-4	9.3	20.78	0.54	0.01	불검출	불검출	113
공주보-5	0.6	22.14	0.77	0.03	불검출	불검출	177
백제보-1	0.8	24.22	2.04	0.04	불검출	4	143
백제보-2	0.5	25.01	1.51	0.08	불검출	6	159
백제보-3	0.5	23.66	0.89	0.05	불검출	5	299
백제보-4	0.4	33.00	3.65	0.69	불검출	6	211
백제보-5	0.6	28.17	2.53	0.33	1,106	8	455

※ 항목별 정량한계 : 총질소 500 ㎎/㎏, 수용성인 4 ㎎/㎏, 총인 40 ㎎/㎏, 정량한계 미만은 불검출

[표 5-5] 2013-2차 퇴적토 분석 결과

지점명	평균입도 (㎜)	함수율 (%)	완전연소 가능량 (%)	COD_{sed} (%)	총질소 (㎎/㎏)	수용성인 (㎎/㎏)	총인 (㎎/㎏)
세종보-1	0.4	22.48	0.87	0.04	불검출	불검출	202
세종보-2	0.2	45.47	8.67	1.18	2,991	6	1,000
세종보-3	0.1	47.38	7.64	0.78	2,913	7	927
세종보-4	0.6	26.33	1.62	0.04	1,418	11	508
세종보-5	0.8	22.72	1.79	0.12	605	10	546
공주보-1	2.0	20.65	2.10	0.25	909	5	473
공주보-2	0.3	38.65	5.63	0.78	2,338	5	1,635
공주보-3	1.9	30.83	3.15	0.35	1,538	4	653
공주보-4	0.7	18.63	0.61	0.01	불검출	불검출	117
공주보-5	1.4	20.29	0.41	0.01	불검출	불검출	106
백제보-1	0.7	30.23	2.89	0.17	2,530	불검출	698
백제보-2	0.4	25.17	2.35	0.18	3,066	7	671
백제보-3	0.3	40.87	6.41	0.60	2,836	불검출	747
백제보-4	0.2	36.54	4.51	0.37	1,754	불검출	526
백제보-5	0.2	36.63	5.20	0.52	2,165	4	665

※ 항목별 정량한계 : 총질소 500 ㎎/㎏, 수용성인 4 ㎎/㎏, 총인 40 ㎎/㎏, 정량한계 미만은 불검출

[표 5-6] 2014-1차 퇴적토 분석 결과

지점명	평균입도 (㎜)	함수율 (%)	완전연소 가능량 (%)	COD_{sed} (%)	총질소 (㎎/㎏)	수용성인 (㎎/㎏)	총인 (㎎/㎏)
세종보-1	8.6	16.93	1.24	0.09	불검출	불검출	264
세종보-2	0.3	38.53	3.79	0.70	1,228	불검출	559
세종보-3	0.4	35.20	3.34	0.69	1,143	6	455
세종보-4	0.5	37.55	1.08	0.69	1,153	9	489
세종보-5	0.4	20.02	2.53	0.12	412	불검출	275
공주보-1	0.6	37.64	3.13	0.65	1,289	6	507
공주보-2	5.3	43.40	9.22	1.54	3,027	9	1,793
공주보-3	0.3	33.02	13.94	1.07	2,194	8	926
공주보-4	4.8	20.07	1.11	0.08	불검출	불검출	190
공주보-5	5.9	19.17	1.15	0.09	불검출	불검출	184
백제보-1	0.8	21.93	1.02	0.13	814	4	349
백제보-2	0.7	22.49	1.03	0.13	821	4	370
백제보-3	0.5	28.95	1.71	0.29	1,680	6	660
백제보-4	0.7	19.39	0.64	0.07	불검출	불검출	210
백제보-5	0.6	21.86	1.47	0.06	불검출	불검출	217

※ 항목별 정량한계 : 총질소 500 ㎎/㎏, 수용성인 4 ㎎/㎏, 총인 40 ㎎/㎏, 정량한계 미만은 불검출

[표 5-7] 2014-2차 퇴적토 분석 결과

지점명	평균입도 (㎜)	함수율 (%)	완전연소 가능량 (%)	COD_{sed} (%)	총질소 (㎎/㎏)	수용성인 (㎎/㎏)	총인 (㎎/㎏)
세종보-1	5.7	20.27	0.83	0.05	불검출	불검출	166
세종보-2	4.6	24.17	0.92	0.05	불검출	불검출	141
세종보-3	0.3	41.93	4.93	0.99	1,495	6	583
세종보-4	3.6	16.05	0.90	0.08	불검출	불검출	239
세종보-5	3.4	18.05	0.71	0.06	불검출	불검출	187
공주보-1	0.2	59.47	10.29	2.56	4,285	7	1,293
공주보-2	0.7	50.53	6.21	1.43	2,794	5	848
공주보-3	0.3	58.02	8.88	2.08	3,910	7	1,254
공주보-4	3.7	19.18	0.57	0.04	불검출	불검출	144
공주보-5	9.0	17.90	0.72	0.12	530	불검출	191
백제보-1	0.6	33.34	2.10	0.62	852	5	256
백제보-2	0.5	30.41	1.66	0.27	551	불검출	232
백제보-3	0.6	27.23	1.40	0.17	539	불검출	80
백제보-4	0.4	28.90	2.14	0.28	561	6	245
백제보-5	0.9	26.47	1.78	0.20	불검출	불검출	187

※ 항목별 정량한계 : 총질소 500 ㎎/㎏, 수용성인 4 ㎎/㎏, 총인 40 ㎎/㎏, 정량한계 미만은 불검출

[표 5-8] 2015-1차 퇴적토 분석 결과

지점명	평균입도 (㎜)	함수율 (%)	완전연소 가능량 (%)	COD_{sed} (%)	총질소 (㎎/㎏)	수용성인 (㎎/㎏)	총인 (㎎/㎏)
세종보-1	0.4	21.40	1.72	0.40	3,229	9	672
세종보-2	0.8	21.73	2.12	0.50	4,413	13	580
세종보-3	1.9	20.60	1.68	0.32	896	5	224
세종보-4	4.1	17.20	1.02	0.21	872	불검출	217
세종보-5	0.7	20.30	0.92	0.21	916	5	274
공주보-1	0.5	46.37	9.76	2.19	4,657	11	1,155
공주보-2	0.7	31.99	4.54	1.23	2,830	10	650
공주보-3	0.3	41.47	8.41	2.03	4,167	8	803
공주보-4	4.2	19.60	0.79	0.15	1,136	10	340
공주보-5	2.5	21.40	0.94	0.15	1,193	8	292
백제보-1	0.4	25.37	1.77	0.42	3,107	6	454
백제보-2	0.8	28.17	2.93	0.69	2,844	7	506
백제보-3	0.5	23.65	1.24	0.29	2,902	불검출	240
백제보-4	0.5	22.70	3.23	0.15	999	5	260
백제보-5	0.7	23.60	0.82	0.14	1,148	불검출	334

※ 항목별 정량한계 : 총질소 500 ㎎/㎏, 수용성인 4 ㎎/㎏, 총인 40 ㎎/㎏, 정량한계 미만은 불검출

[표 5-9] 2015-2차 퇴적토 분석 결과

지점명	평균입도 (㎜)	함수율 (%)	완전연소 가능량 (%)	COD_{sed} (%)	총질소 (㎎/㎏)	수용성인 (㎎/㎏)	총인 (㎎/㎏)
세종보-1	0.7	22.00	1.86	0.69	3,280	12	577
세종보-2	0.4	30.90	4.61	0.85	2,588	12	605
세종보-3	0.4	39.30	8.36	1.29	3,908	10	733
세종보-4	0.6	22.30	0.54	0.14	671	불검출	198
세종보-5	0.6	20.60	0.77	0.17	613	불검출	191
공주보-1	0.3	51.40	10.72	1.98	6,134	8	1,077
공주보-2	0.1	48.00	9.37	1.73	5,193	5	1,142
공주보-3	0.5	39.20	6.34	1.34	3,212	4	474
공주보-4	1.5	21.60	0.75	0.18	819	불검출	189
공주보-5	1.1	20.10	1.10	0.21	715	불검출	231
백제보-1	0.9	20.90	0.92	0.24	956	5	230
백제보-2	0.6	22.60	1.42	0.34	1,014	불검출	269
백제보-3	0.5	23.30	1.60	0.26	1,073	4	242
백제보-4	0.6	21.70	0.40	0.09	516	4	167
백제보-5	0.7	22.60	0.57	0.10	558	불검출	152

※ 항목별 정량한계 : 총질소 500 ㎎/㎏, 수용성인 4 ㎎/㎏, 총인 40 ㎎/㎏, 정량한계 미만은 불검출

[표 5-10] 1단계 평균 퇴적토 분석 결과

지점명	평균입도 (㎜)	함수율 (%)	완전연소 가능량 (%)	COD_{sed} (%)	총질소 (㎎/㎏)	수용성인 (㎎/㎏)	총인 (㎎/㎏)
세종보-1	3.6	20.84	1.29	0.23	3,255	10	343
세종보-2	2.6	35.08	4.84	0.72	2,656	11	598
세종보-3	0.6	37.76	5.54	0.76	2,043	7	571
세종보-4	1.7	24.13	1.18	0.22	929	10	337
세종보-5	1.2	21.13	1.39	0.12	637	6	277
공주보-1	0.7	39.74	6.28	1.30	2,975	8	784
공주보-2	1.3	39.84	6.04	1.14	3,236	7	1,040
공주보-3	0.7	37.61	6.99	1.16	3,004	6	717
공주보-4	4.0	19.98	0.73	0.08	978	10	182
공주보-5	3.4	20.17	0.85	0.10	813	8	197
백제보-1	0.7	26.00	1.79	0.27	1,652	5	355
백제보-2	0.6	25.64	1.82	0.28	1,659	6	368
백제보-3	0.5	27.94	2.21	0.28	1,806	5	378
백제보-4	0.5	27.04	2.43	0.27	957	5	270
백제보-5	0.6	26.56	2.06	0.22	1,244	6	335

※ 항목별 정량한계 : 총질소 500 ㎎/㎏, 수용성인 4 ㎎/㎏, 총인 40 ㎎/㎏, 정량한계 미만은 불검출

[표 5-11] 2016-1차 퇴적토 분석 결과

지점명	평균입도 (㎜)	함수율 (%)	완전연소 가능량 (%)	COD_{sed} (%)	총질소 (㎎/㎏)	수용성인 (㎎/㎏)	총인 (㎎/㎏)	C/N 비
세종보-1	0.2	42.1	4.45	0.89	1,917	5.1	897	7.6
세종보-2	0.3	35.8	4.69	0.66	1,070	4.6	720	8.4
세종보-3	0.3	37.7	7.19	0.90	1,921	4.8	771	7.6
세종보-4	0.8	20.9	0.79	0.16	498	불검출	276	불검출
세종보-5	0.6	22.3	1.24	0.14	259	불검출	198	4.0
공주보-1	0.0	58.1	13.65	2.71	3,426	5.4	1,559	7.5
공주보-2	0.1	58.4	13.17	1.96	2,552	4.8	1,649	7.8
공주보-3	0.1	51.0	10.37	1.61	2,194	불검출	1,143	8.8
공주보-4	0.5	22.1	0.97	0.24	881	불검출	327	불검출
공주보-5	0.5	19.4	3.22	0.11	257	불검출	210	불검출
백제보-1	0.4	24.6	3.28	0.40	675	불검출	590	불검출
백제보-2	0.4	22.0	1.43	0.25	373	불검출	202	불검출
백제보-3	0.3	23.0	1.71	0.35	438	불검출	326	8.8
백제보-4	0.4	21.4	0.82	0.12	310	불검출	177	불검출
백제보-5	0.5	24.0	0.91	0.10	154	불검출	170	불검출

※ 항목별 정량한계 : 총질소 500 ㎎/㎏, 수용성인 4 ㎎/㎏, 총인 40 ㎎/㎏, 정량한계 미만은 불검출

[표 5-12] 2016-2차 퇴적토 분석 결과

지점명	평균입도 (㎜)	함수율 (%)	완전연소 가능량 (%)	COD_{sed} (%)	총질소 (㎎/㎏)	수용성인 (㎎/㎏)	총인 (㎎/㎏)	C/N 비
세종보-1	0.6	19.1	4.11	0.14	564	불검출	468	4.3
세종보-2	0.6	20.4	2.11	0.34	1,655	5.8	885	5.0
세종보-3	0.5	20.4	3.84	0.34	1,093	불검출	711	5.5
세종보-4	0.2	22.5	2.82	0.62	1,231	불검출	627	6.4
세종보-5	0.3	22.5	2.46	0.58	1,609	불검출	998	7.8
공주보-1	0.2	25.6	2.60	0.71	1,003	불검출	630	6.6
공주보-2	0.5	24.9	3.06	0.64	1,168	불검출	779	5.7
공주보-3	0.3	26.9	2.70	0.54	1,221	불검출	677	6.3
공주보-4	0.4	18.9	0.97	0.08	266	5.8	431	2.8
공주보-5	1.1	19.6	0.45	0.04	127	불검출	176	1.7
백제보-1	0.4	20.1	0.58	0.10	653	불검출	275	3.5
백제보-2	0.4	20.0	0.95	0.16	541	불검출	366	4.6
백제보-3	0.4	20.8	0.83	0.11	303	불검출	339	2.8
백제보-4	0.7	19.4	0.52	0.10	380	불검출	283	2.7
백제보-5	0.7	19.7	0.44	0.07	285	불검출	236	1.7

※ 항목별 정량한계 : 총질소 500 ㎎/㎏, 수용성인 4 ㎎/㎏, 총인 40 ㎎/㎏, 정량한계 미만은 불검출

[표 5-13] 2017-1차 퇴적토 분석결과

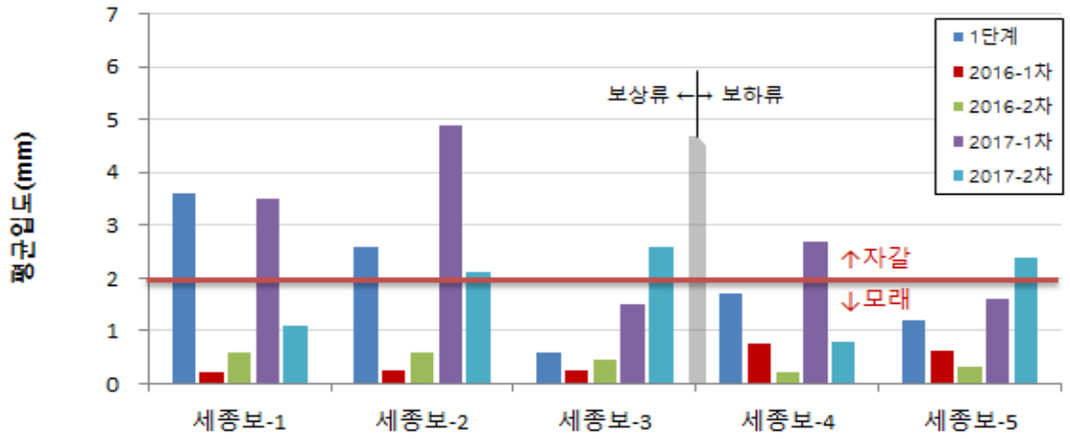
지점명	평균입도 (㎜)	함수율 (%)	완전연소 가능량 (%)	COD_{sed} (%)	총질소 (㎎/㎏)	수용성인 (㎎/㎏)	총인 (㎎/㎏)	C/N 비
세종보-1	3.5	20.5	1.52	0.78	1,363	10.1	735	5.3
세종보-2	4.9	24.8	3.62	0.62	726	7.9	779	6.1
세종보-3	1.5	25.3	4.32	0.46	132	불검출	219	7.2
세종보-4	2.7	23.0	1.47	0.27	264	불검출	523	3.0
세종보-5	1.6	32.6	2.28	0.13	125	불검출	310	0.3
공주보-1	1.8	39.5	14.81	0.09	167	5.8	209	5.5
공주보-2	-0.5	34.7	3.60	0.03	59	불검출	104	18.0
공주보-3	0.0	39.0	8.70	0.05	102	불검출	178	28.0
공주보-4	1.6	22.9	0.75	0.09	525	4.2	199	35.0
공주보-5	2.0	21.6	1.48	0.11	289	불검출	274	14.0
백제보-1	1.1	21.0	5.95	0.21	317	8.1	670	9.4
백제보-2	1.0	22.9	7.30	0.07	255	불검출	232	25.0
백제보-3	1.1	22.2	8.49	0.07	238	불검출	129	37.0
백제보-4	1.3	23.1	6.06	0.14	170	불검출	246	11.7
백제보-5	1.1	21.6	1.65	0.12	243	4.4	299	8.4

※ 항목별 정량한계 : 총질소 500 ㎎/㎏, 수용성인 4 ㎎/㎏, 총인 40 ㎎/㎏, 정량한계 미만은 불검출

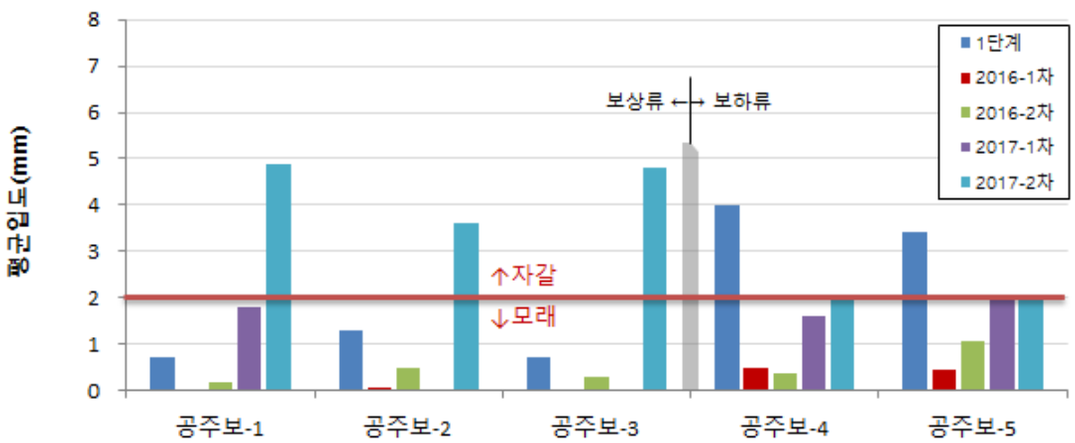
[표 5-14] 2017-2차 퇴적토 분석결과

지점명	평균입도 (㎜)	함수율 (%)	완전연소 가능량 (%)	COD_{sed} (%)	총질소 (㎎/㎏)	수용성인 (㎎/㎏)	총인 (㎎/㎏)	C/N 비
세종보-1	1.1	34.3	4.88	0.15	141	불검출	186	2.5
세종보-2	2.1	27.8	3.81	0.54	810	5.4	507	6.2
세종보-3	2.6	23.0	0.84	0.68	751	9.7	750	7.3
세종보-4	0.8	21.6	1.69	0.13	462	불검출	290	1.0
세종보-5	2.4	24.2	1.15	0.49	519	5.6	480	7.2
공주보-1	4.9	18.6	0.78	0.03	1,532	11.2	1086	8.3
공주보-2	3.6	19.3	0.42	0.71	1,187	6.4	822	8.6
공주보-3	4.8	19.8	0.38	0.77	1,373	9.8	1071	8.7
공주보-4	2.0	19.9	0.88	0.11	132	4.2	356	9.8
공주보-5	2.0	22.6	1.01	0.05	121	불검출	243	12.7
백제보-1	0.8	18.9	1.10	0.13	234	5.7	294	7.3
백제보-2	2.5	20.6	0.60	0.06	443	5.5	634	9.5
백제보-3	1.1	22.9	0.58	0.06	281	불검출	222	14.3
백제보-4	2.5	21.2	3.61	0.07	271	7.9	484	20.5
백제보-5	0.6	21.1	0.87	0.07	124	4.6	273	9.8

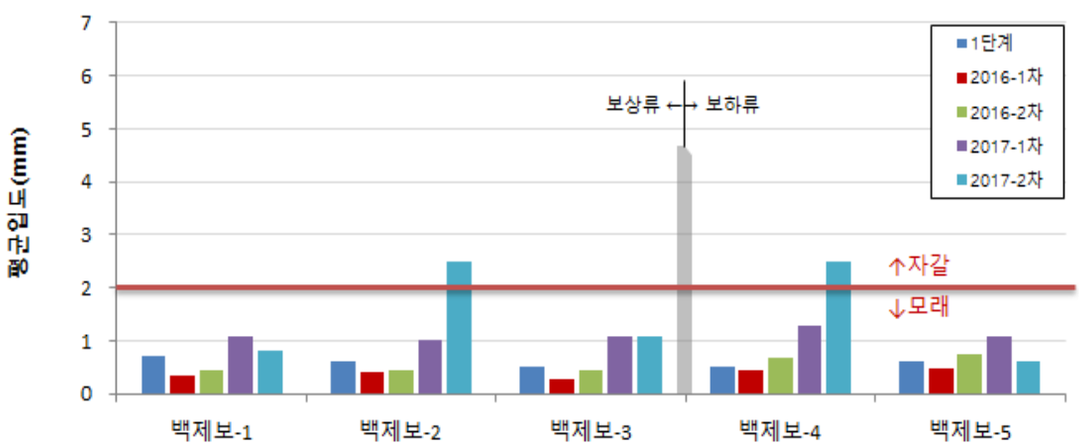
※ 항목별 정량한계 : 총질소 500 ㎎/㎏, 수용성인 4 ㎎/㎏, 총인 40 ㎎/㎏, 정량한계 미만은 불검출



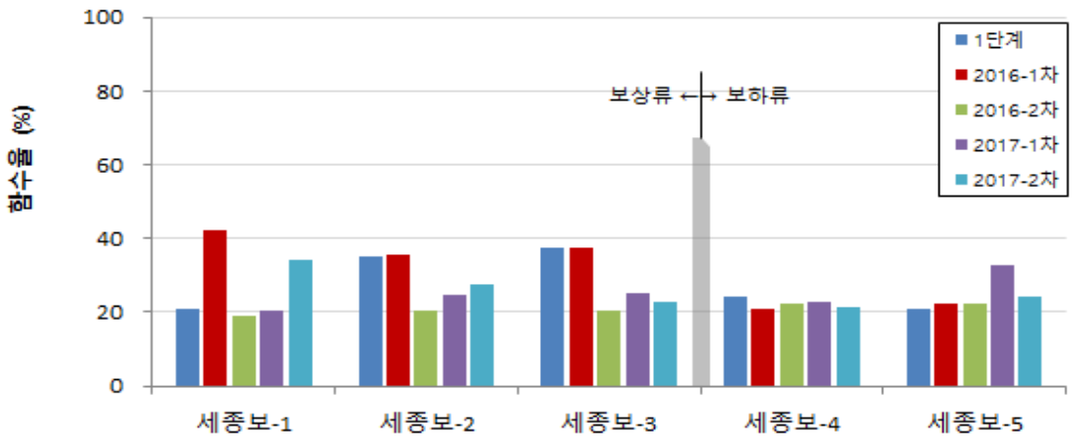
[그림 5-8] 세종보 상·하류지점 퇴적토 평균 입도 변화



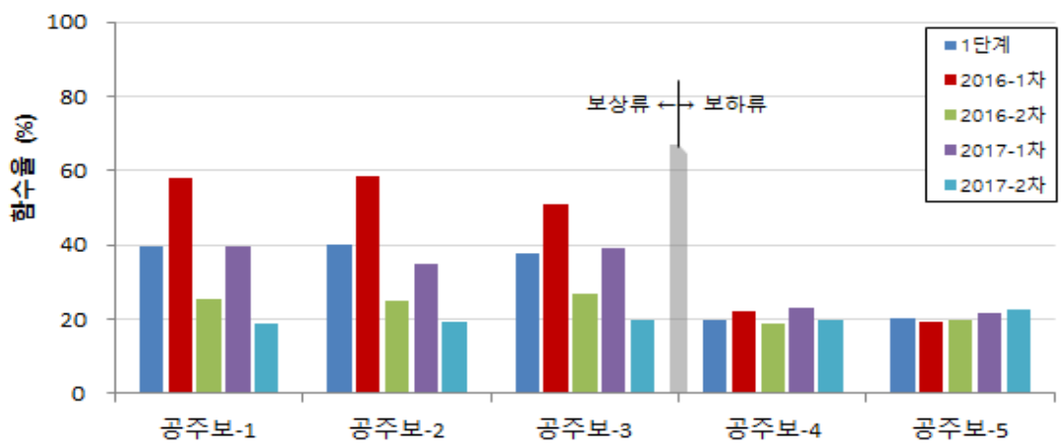
[그림 5-9] 공주보 상·하류지점 퇴적토 평균 입도 변화



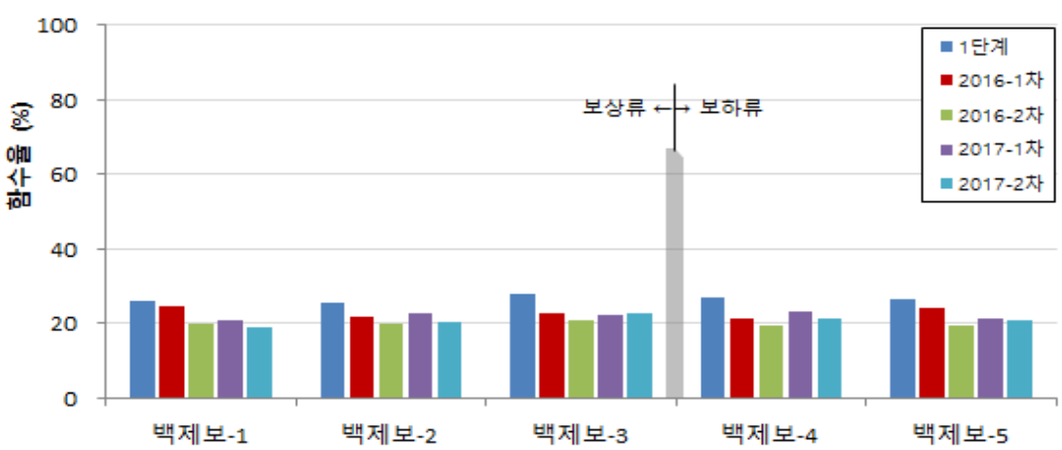
[그림 5-10] 백제보 상·하류지점 퇴적토 평균 입도 변화



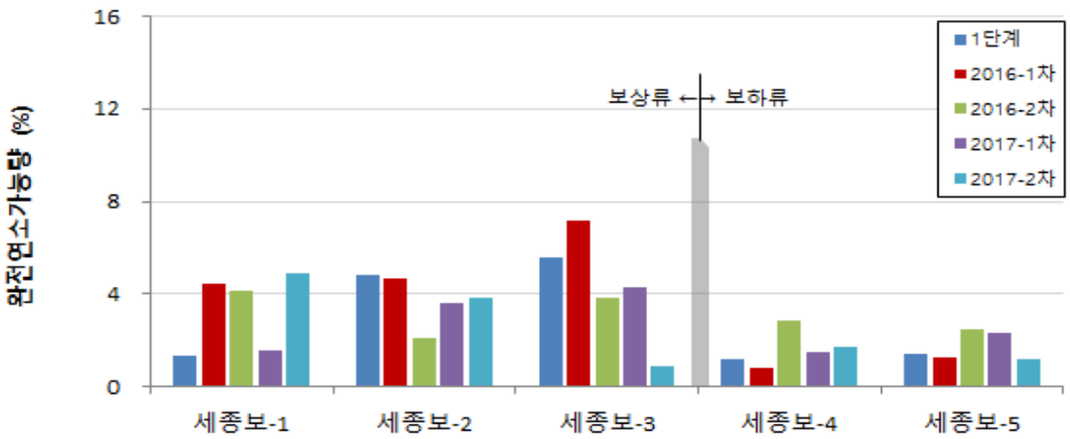
[그림 5-11] 세종보 상·하류지점 퇴적토 함수율 변화



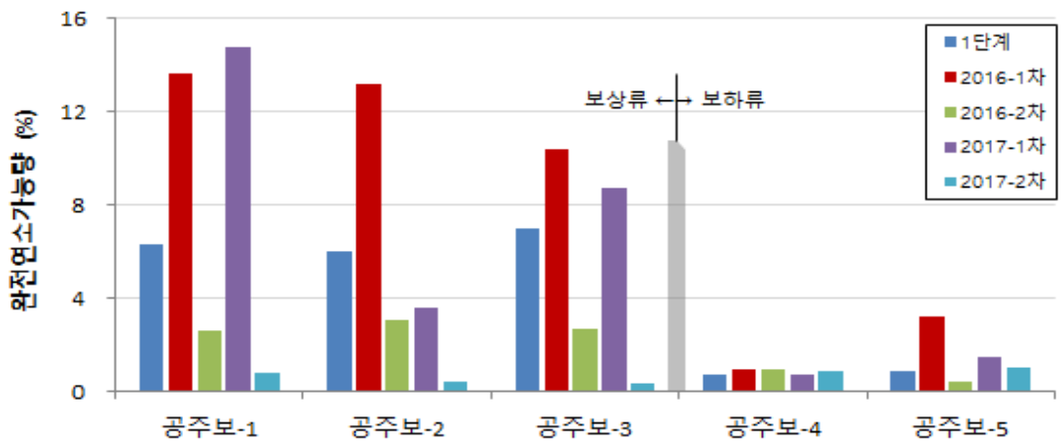
[그림 5-12] 공주보 상·하류지점 퇴적토 함수율 변화



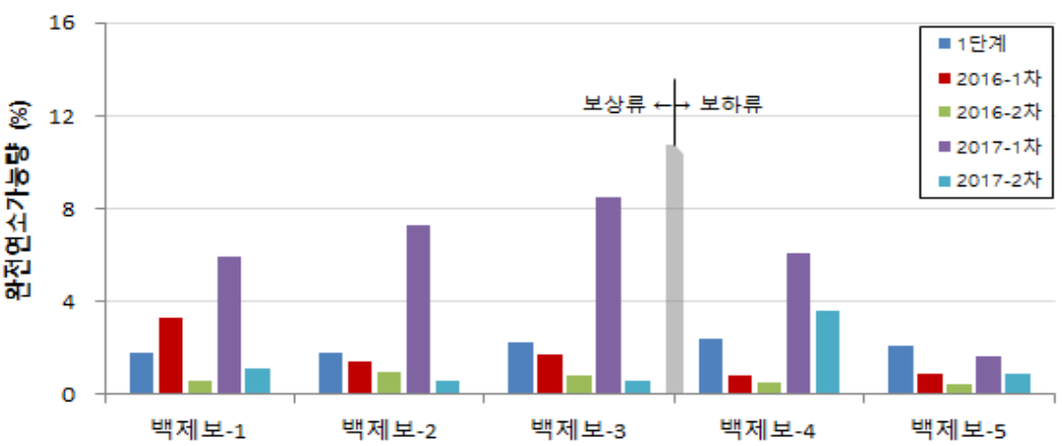
[그림 5-13] 백제보 상·하류지점 퇴적토 함수율 변화



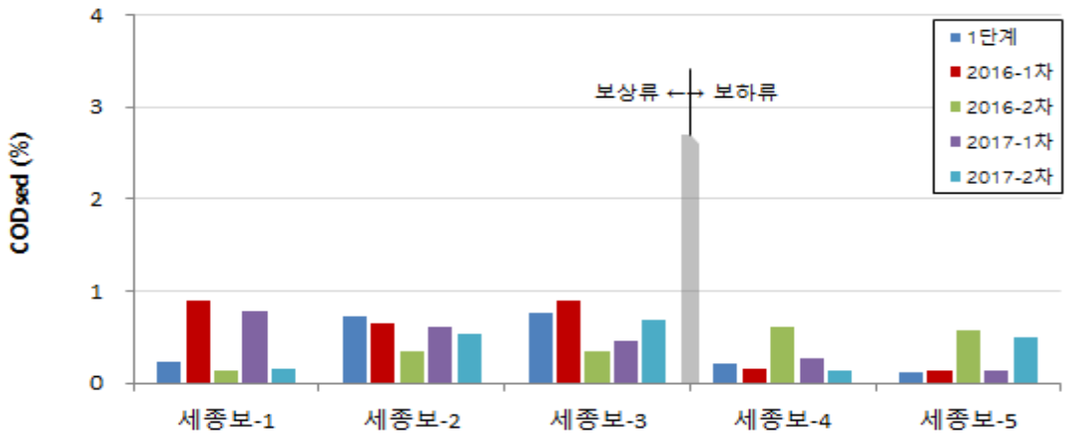
[그림 5-14] 세종보 상·하류지점 퇴적토 완전연소가능량 변화



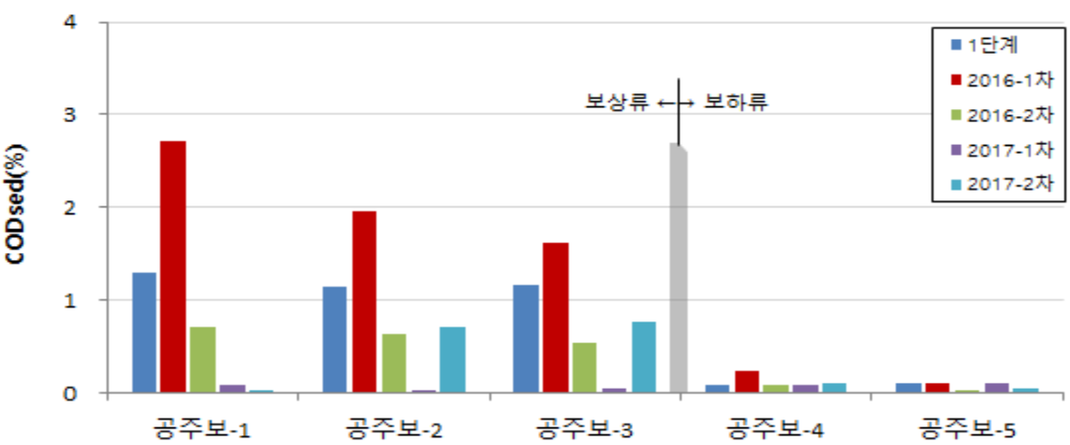
[그림 5-15] 공주보 상·하류지점 퇴적토 완전연소가능량 변화



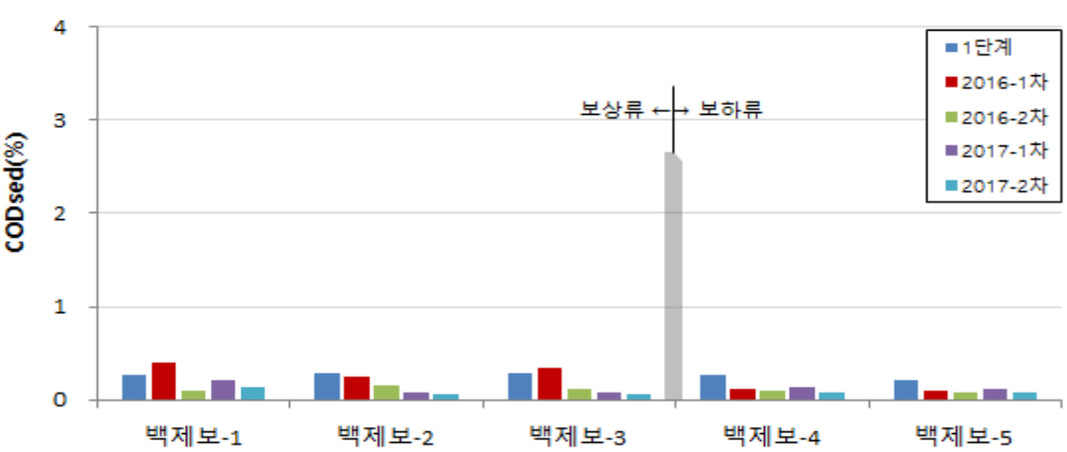
[그림 5-16] 백제보 상·하류지점 퇴적토 완전연소가능량 변화



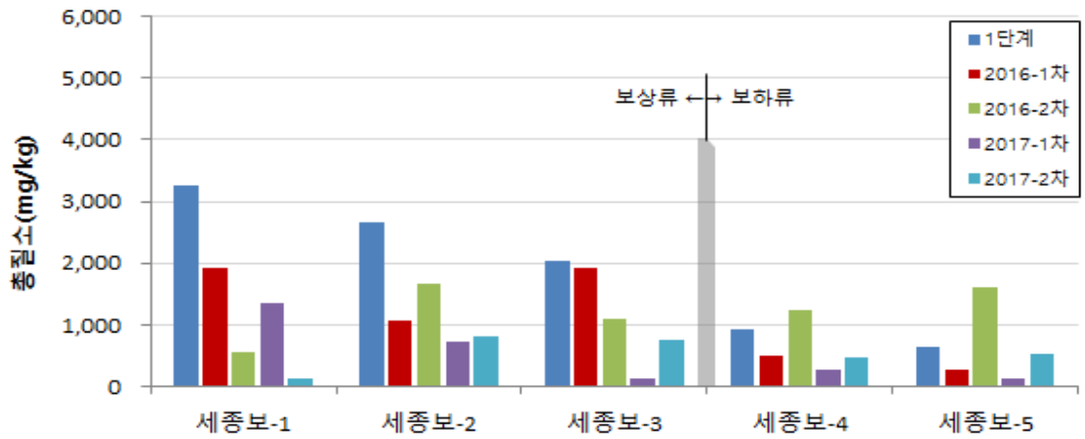
[그림 5-17] 세종보 상·하류지점 퇴적토 COD_{sed} 농도 변화



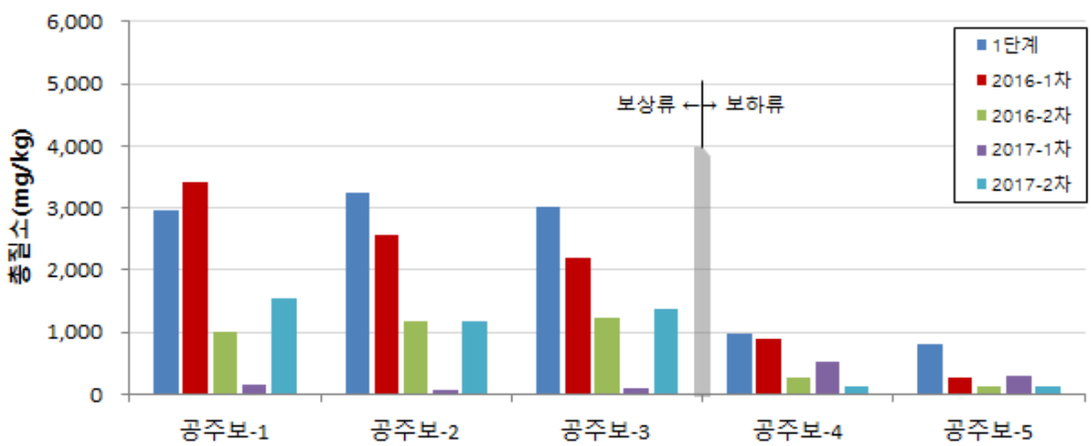
[그림 5-18] 공주보 상·하류지점 퇴적토 COD_{sed} 농도 변화



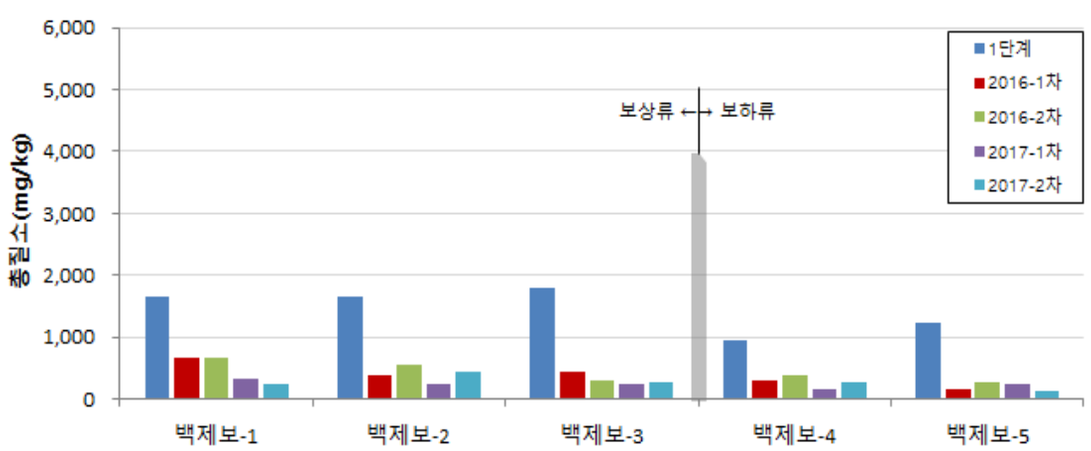
[그림 5-19] 백제보 상·하류지점 퇴적토 COD_{sed} 농도 변화



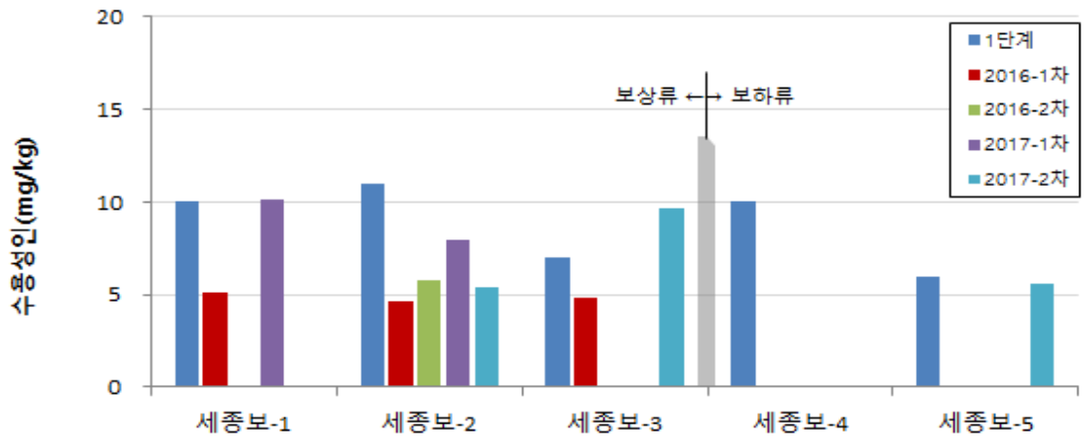
[그림 5-20] 세종보 상·하류지점 퇴적토 총질소 농도 변화



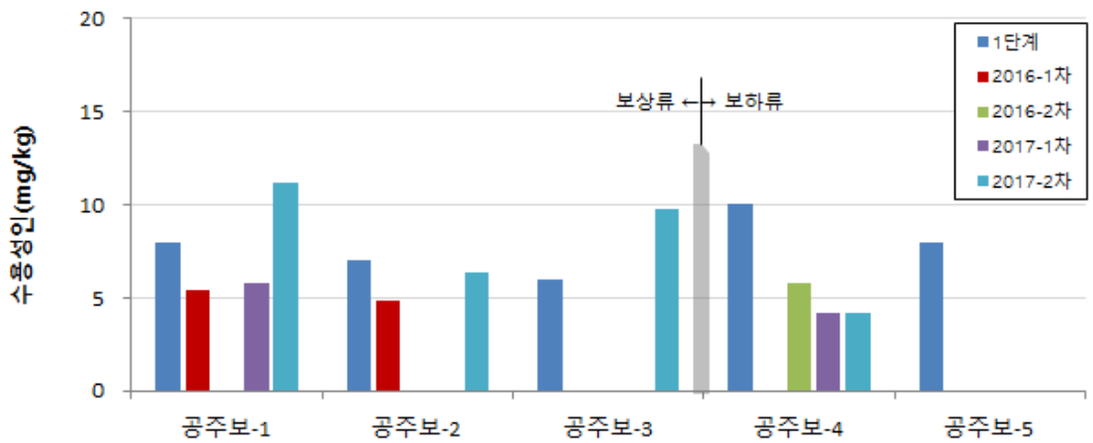
[그림 5-21] 공주보 상·하류지점 퇴적토 총질소 농도 변화



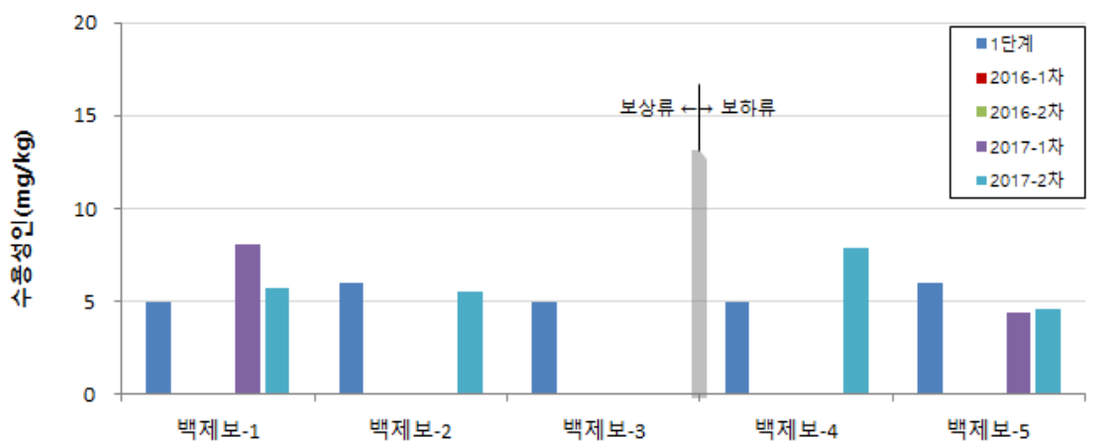
[그림 5-22] 백제보 상·하류지점 퇴적토 총질소 농도 변화



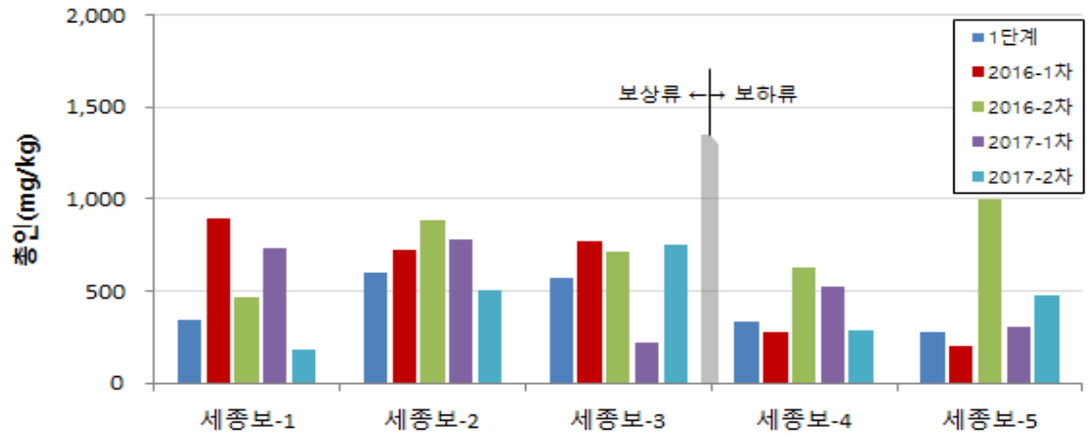
[그림 5-23] 세종보 상·하류지점 퇴적토 수용성인 농도 변화



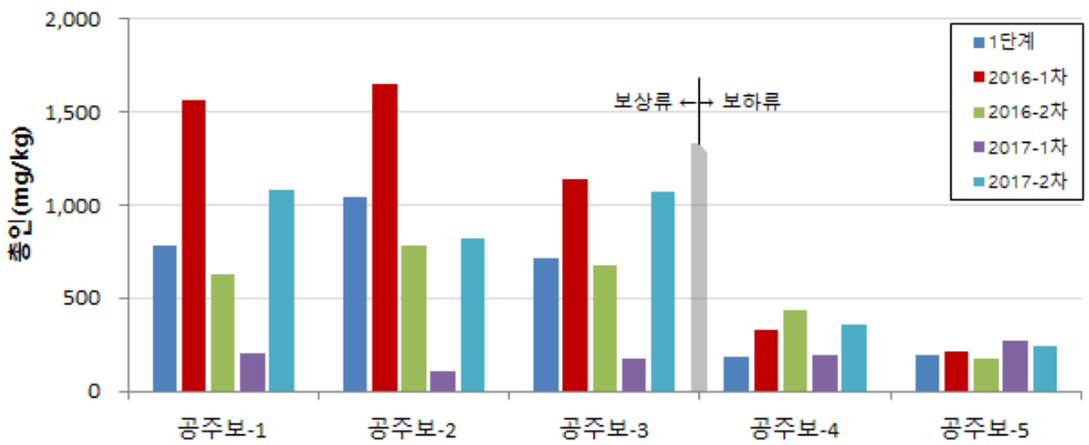
[그림 5-24] 공주보 상·하류지점 퇴적토 수용성인 농도 변화



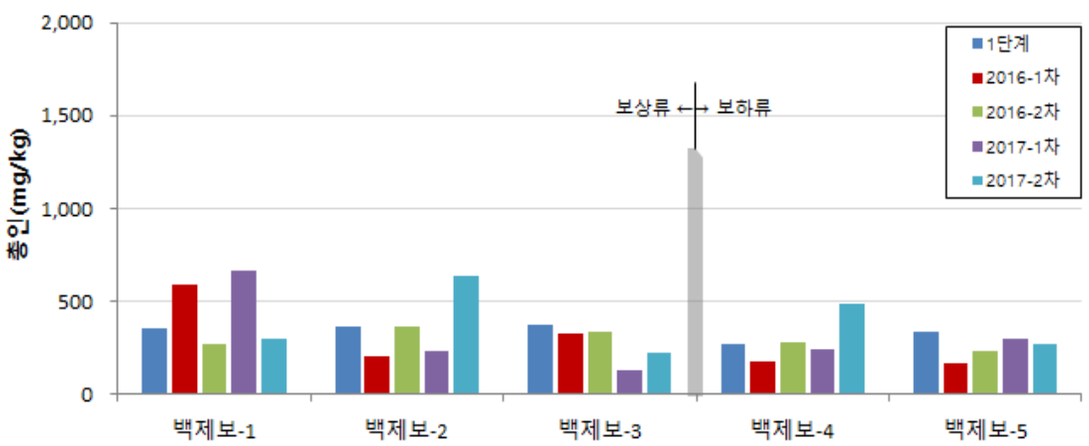
[그림 5-25] 백제보 상·하류지점 퇴적토 수용성인 농도 변화



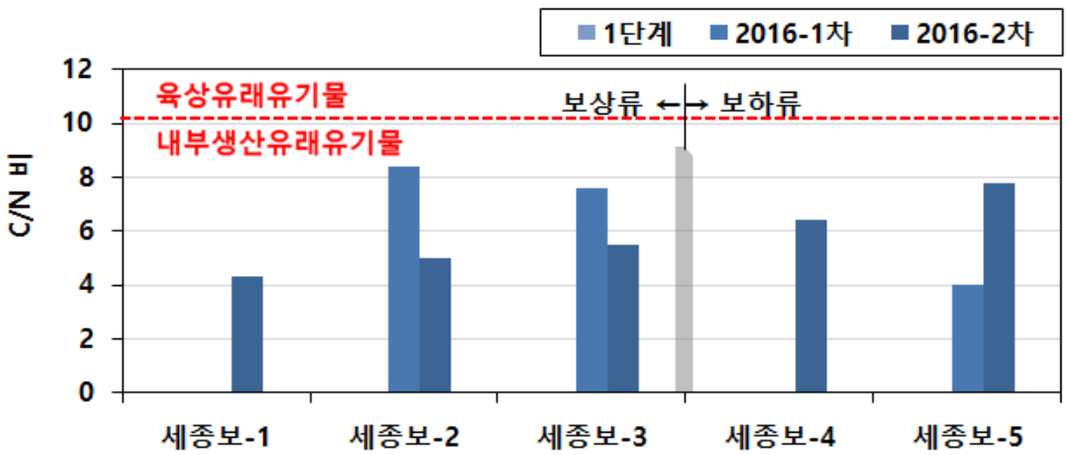
[그림 5-26] 세종보 상·하류지점 퇴적토 총인 농도 변화



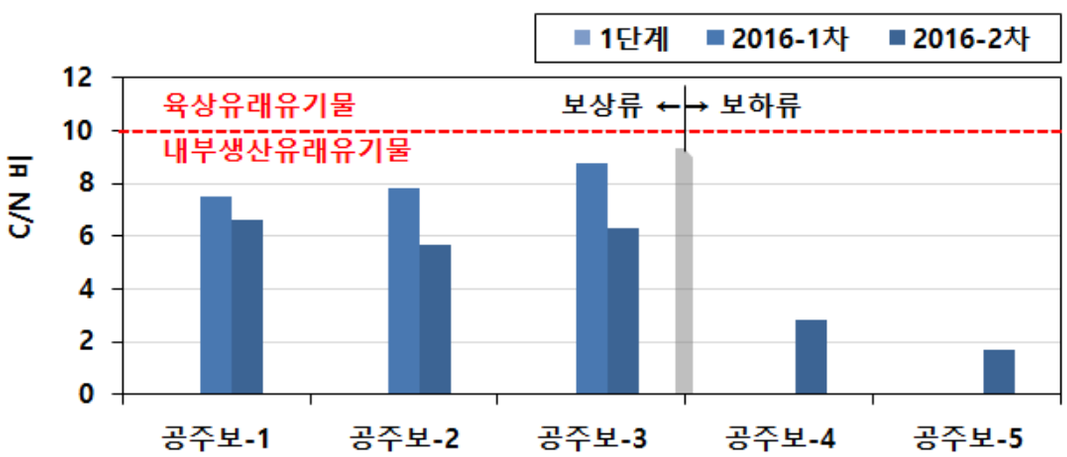
[그림 5-27] 공주보 상·하류지점 퇴적토 총인 농도 변화



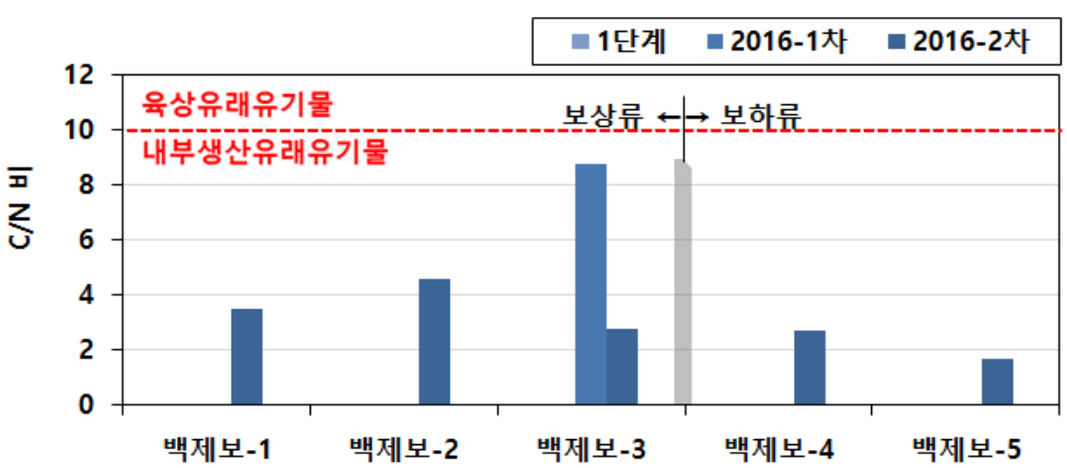
[그림 5-28] 백제보 상·하류지점 퇴적토 총인 농도 변화



[그림 5-29] 세종보 상·하류지점 퇴적토 C/N비 변화



[그림 5-30] 공주보 상·하류지점 퇴적토 C/N비 변화



[그림 5-31] 백제보 상·하류지점 퇴적토 C/N비 변화

제6장 지하수 수위 모니터링

1. 지하수 수위 측정망

2. 금강변 수위 관측지점 현황

3. 금강변 지하수 수위 조사 결과

제6장 지하수 수위 모니터링

1. 지하수 수위 측정망

◦ 국가지하수관측망

- 지하수법 제17조 및 동법 시행령 제27호에 따라 국토해양부가 관리하고 있으며, 한국수자원공사에서 지하수관련 정보를 수집관리 및 제공업무를 대행
- 충청남도 지역에 35개의 측정망이 운영되고 있으며, 지하수 수질에 대한 분포 및 장기적인 수위·수질 변동 추이 파악이 가능

◦ 농촌 지하수관리관측망

- 지하수법 제17조 및 동법시행령 제27조, 농어촌정비법 제18조에 따라 농림수산식품부가 관리하고 있으며 한국농어촌공사에서 위탁하여 농업용 지하수의 오염예방 및 지하수장애 발생방지에 필요한 자료를 제공하는 목적으로 운영
- 2009년 말 기준 충남지역에 14개의 해수침투조사 관측공과 5개 농촌지하수 관리 관측공이 설치되어 있으며 수위, EC, 수온, 양·음이온 등을 측정
- 특히, 해수침투조사관측망은 해안 및 도서지방의 수리지질학적 특성 및 지속적인 양수에 의한 해수침투의 영향을 관측하고 이에 대한 대책 수립의 기초자료를 확보하기 위해 운영

2. 금강변 수위 관측지점 현황

가. 대수층별 지하수 특성

◦ 충적대수층

- 지하수 저장 능력을 가지는 대수층으로서의 기능을 할 수 있을 만큼의 두께를 가지는 충적대수층은 주로 하천과 연안에 넓게 분포하고 있으며, 두께는 대략 2~30 m이고 공당 지하수 산출량은 1일 30~800 ㎥ 정도임
- 지표에 노출되어 있는 지층의 특성상 강우가 직접 함양되는 지층으로 암반층에 비하여 지하수 보충조건이 양호하나 지표수와 상호 연결되어 있으므로 하천의 수량 변화와 수질오염에 민감하게 반응함

◦ 암반대수층

- 고결된 암석의 대수층으로서 최초 암석이 형성될 당시에 만들어진 1차 공극과 변형작용에 의하여 형성된 단층, 파쇄대, 절리 등의 2차 공극에 지하수가 저류, 유동할 수 있으며 이들의 발달 정도에 따라 지하수 부존성이 결정됨

◦ 풍화대대수층

- 기반암의 풍화에 의하여 형성된 풍화대대수층은 순수 암반대수층과는 달리 지표수로부터의 직접 충진이 일어나 주요 대수층을 이룸

나. 금강변 관측망 현황

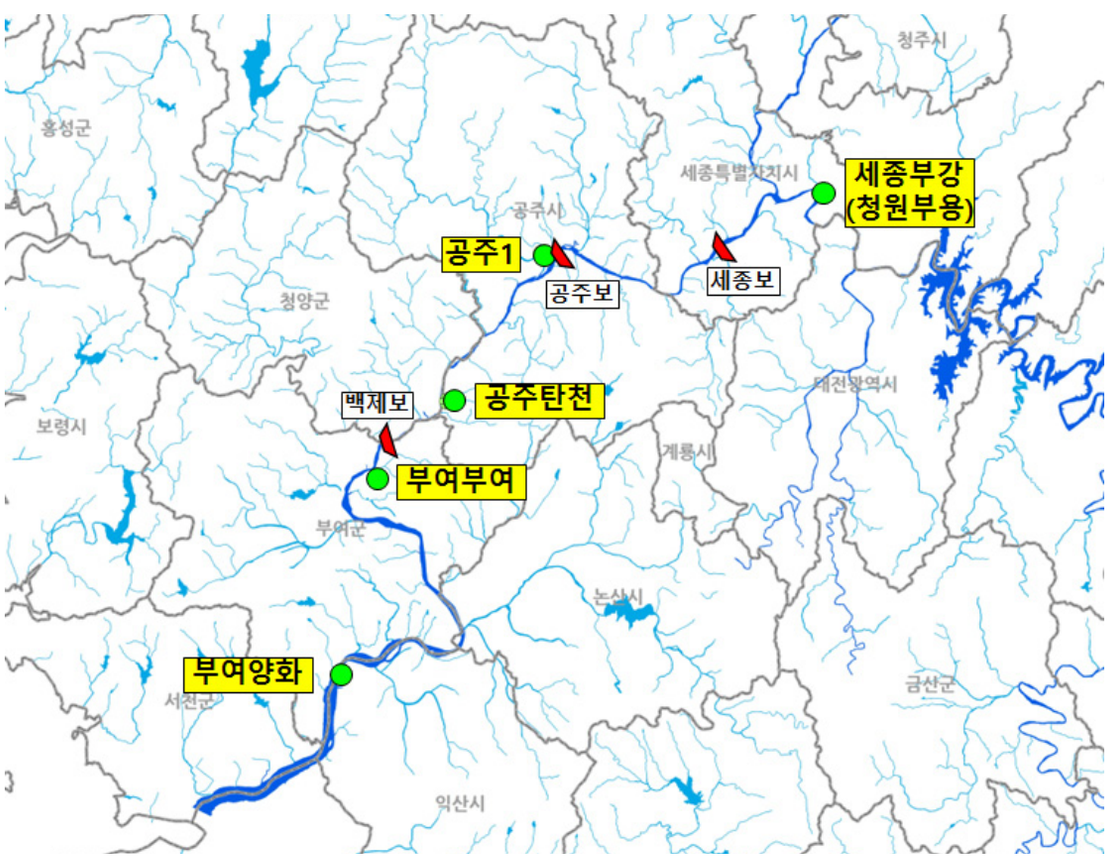
◦ 국가지하수관측망 4지점, 농촌 지하수관리관측망 1지점이 금강본류 인근에 설치되어 있어 지하수위 변화 평가가 가능함

◦ 단 충적층에 설치된 관측망은 2개로 하천 수위 변화에 따른 지하수위 변화를 평가하기엔 다소 부족함

◦ 그러나 암반층에 설치된 관측정이라 할지라도 강우 및 계절에 따라 수위가 급격하게 변하고 있어 지표수의 영향을 크게 받고 있는 것을 볼 수 있으며, 충적층 수위 변화와 관련이 있음

[표 6-1] 금강본류 인근 지하수 측정망 현황

구분	관리 기관	운영 기관	지점명	위치	설치 일자	표고 (EL. m)	정호심도 (m)
국가지하수 관측망	국토 교통부	한국 수자원 공사	세종부강 (청원부용) (암반)	세종특별자치시 부강면 부강리 1149-43	2003.06	23.86	70
			세종부강 (청원부용) (충적)	세종특별자치시 부강면 부강리 1149-43	2003.05	23.86	70
			공주탄천 (암반)	충청남도 공주시 탄천면 견동리 356-2	2003.05	13.39	70
			부여부여 (암반)	충청남도 부여군 부여읍 쌍북리 449-1	1995.12	13.33	90
			부여부여 (충적)	충청남도 부여군 부여읍 쌍북리 449-1	1995.12	13.33	90
			부여양화 (암반)	충청남도 부여군 양화면 입포리 60	1998.05	5.65	76
농촌지하수 관리관측망	농림축산 식품부	한국 농어촌 공사	공주1 (암반)	충청남도 공주시 우성면 상서리 551-8	2008	11.88	70



[그림 6-1] 금강본류 인근 지하수 측정망 위치도

◦ 세종부강(청원부용)(암반, 충적) 지점은 세종보로부터 11.1 ㎞ 상류의 하천변에 위치한 국가 지하수관측망으로서 대청호 조정지댐 이하, 금강 중·하류의 가장 상류에 위치한 지점임

◦ 공주1 지점은 공주보 하류 1.5 ㎞ 지점에서 합류하는 지류인 유구천의 말단에서 상류방향으로 1.8 ㎞에 위치한 농촌지하수관리관측망으로서 농업용수 공급을 위한 암반층의 지하수위 관측을 목적으로 하고 있어 금강정비사업이 지하수위에 영향을 미치는 영향을 가장 정확하게 관측할 수 있는 관측망임

◦ 공주탄천(암반) 지점은 공주보에서 하류방향 16.5 ㎞, 백제보에서 상류방향 6.3 ㎞에 위치하고 있어 백제보의 운영에 따른 지하수위 영향을 평가할 수 있는 위치이나 암반층에 설치되어 있는 관계로 충적층의 수위 변화와 간접적인 관계를 갖고 있음

◦ 부여부여(암반, 충적) 지점은 백제보에서 하류방향 3.6 ㎞에 위치하고 있으며, 암반층과 충적층에 모두 설치되어 있어 준설에 따른 지하수위 변화의 영향을 직접적으로 평가가 가능한 지점임

◦ 부여양화(암반) 지점은 백제보에서 하류방향 40.0 ㎞, 금강하굿둑에서 상류방향 20.1 ㎞에 위치하고 있으며, 암반층에 설치되어 있어 충적층의 수위 변화와 간접적인 관계를 갖고 있음

3. 금강변 지하수 수위 조사 결과

◦ 모든 지점의 관측 자료는 금강정비사업 이전인 2007년부터 2017년까지 10년간의 일단위 지하수 수위 변화를 조사하여 평가하였으며, 2017년 자료는 검·보정 이전의 자료로 2018년 이후에 검증된 자료를 공개할 예정임

- 2008년에 설치된 공주1지점 관측망은 2009년 1월부터 2017년 12월까지 9년간의 일단위 지하수위 관측 자료를 조사하여 평가

◦ 사업 전(2007년~2009년)과 1단계 모니터링(2011년~2015년), 그리고 2단계 모니터링(2016년~2017년)의 지하수 수위를 분석함

- 세종부강(청원부용)(암반) 지점의 지하수위 변화를 추세선을 이용하여 평가한 결과 사업 전 EL. 17.50 m에서 1단계 모니터링 기간 동안 EL. 17.00 m로 0.5 m 하강 후, 2017년에 EL. 16.56 m로 0.44 m 하강하여 10년간 0.94 m 하강하였음

- 세종부강(청원부용)(충적) 지점의 지하수위 변화를 추세선을 이용하여 평가한 결과 사업 전 EL. 17.50 m에서 1단계 모니터링 기간 동안 EL. 16.96 m로 0.54 m 하강 후, 2017년에 EL. 16.55 m로 0.41 m 하강하여 10년간 0.95 m 하강하였음

- 공주1(암반) 지점의 지하수위 변화를 추세선을 이용하여 평가한 결과 사업 전 EL. 7.11 m에서 1단계 모니터링 기간 동안 EL. 6.19 m로 0.92 m 하강하였지만 2016년에 EL. 6.24 m로 0.05 m 상승하였고 이후 2017년에는 6.10 m로 다시 0.14 m 하강하여 10년간 1.10 m 하강하였음

- 공주탄천(암반) 지점의 지하수위 변화를 추세선을 이용하여 평가한 결과 사업 전 EL. 4.40 m에서 1단계 모니터링 기간 동안 EL. 5.59 m로 1.19 m 상승하였지만 2016년에는 EL. 5.48 m, 2017년에는 EL. 5.21 m로 0.38 m 하강하여 10년간 0.81 m 상승하였음

- 부여부여(암반) 지점의 지하수위 변화를 추세선을 이용하여 평가한 결과 사업 전 EL. 7.05 m에서 1단계 모니터링 기간 동안 EL. 7.13 m로 0.08 m 상승하였지만 2017년에는 EL. 7.05 m로 0.06 m 하강하였음

- 부여부여(충적) 지점의 지하수위 변화를 추세선을 이용하여 평가한 결과 사업 전 EL. 2.10 m에서 1단계 모니터링 기간 동안 EL. 1.95 m로 0.15 m 하강 후

2017년에 EL. 1.96 m로 0.01 m 상승하여 10년간 0.14 m 하강한 것으로 나타났음

- 부여양화(암반) 지점의 지하수위 변화를 추세선을 이용하여 평가한 결과 사업 전 EL. 2.00 m에서 1단계 모니터링 기간 동안 EL. 1.79 m로 0.21 m 하강하였지만 2016년에는 EL. 2.05 m로 0.26 m 상승하였다가 2017년에는 EL. 1.99 m로 0.06 m 하강하여 10년간 0.01 m 하강한 것으로 나타났음

◦ 지하수위는 매년의 강수량, 강우집중시기, 지하수 이용 등에 크게 영향을 받으며, 수십 년간의 장기자료가 아닌 중기자료를 평가하는 경우 이러한 영향을 더욱 크게 받을 수 있음

◦ 또한 금강정비사업의 영향을 거의 받고 있지 않았던 세종부강(청원부용)(암반, 충적) 지점에서 사업 전에 비해 1단계 모니터링 기간 동안 평균 0.52 m의 수위가 하강하였고 2017년에도 평균 0.44 m 하강하였으며, 이는 강수량이나 지하수 이용량의 연관에 더하여 금강정비사업의 영향을 받았을 개연성이 있음

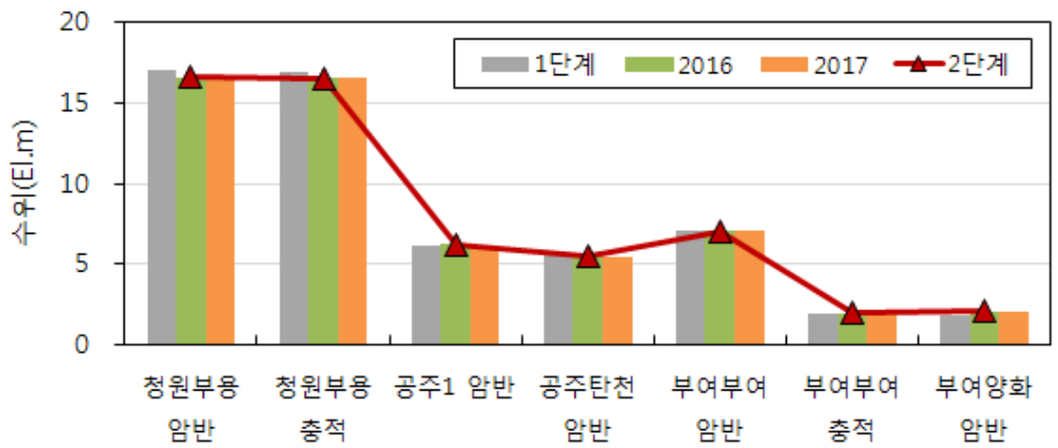
◦ 10년간 큰 폭으로 지하수위 변동이 관측되어 금강정비사업의 영향을 받는 것으로 추정되었던 공주1(암반)(1.01 m 하강), 공주탄천(암반)(0.81 m 상승)은 앞으로도 지속적으로 변동될 것으로 판단됨

[표 6-2] 연별 지하수위 변화 관측결과 평가(EL. m)

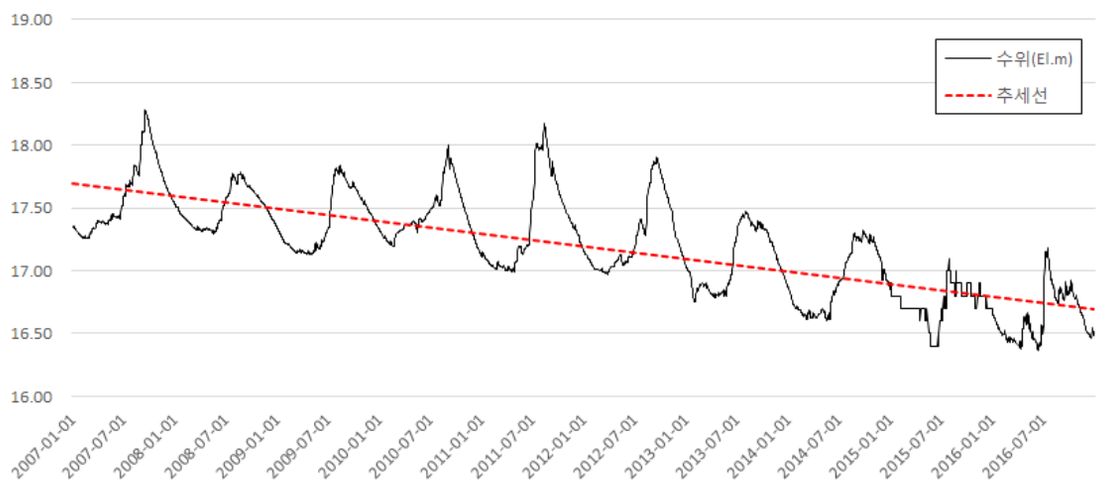
위치	관측 지점명	사업전 (2007년~ 2009년)	1단계 (2012년~ 2015년)	단계변화 (1단계- 사업전)	2단계 (2016년)	2단계 (2017년)	단계변화 (2단계- 1단계)
세종보 상류	세종부강(청원부용)(암반)	17.50	17.00	▼ 0.50	16.63	16.56	▼ 0.44
	세종부강(청원부용)(충적)	17.50	16.96	▼ 0.54	16.53	16.55	▼ 0.41
공주보 직하류	공주1(암반)	7.11	6.19	▼ 0.92	6.24	6.10	▼ 0.09
백제보 상류	공주탄천(암반)	4.40	5.59	△ 1.19	5.48	5.21	▼ 0.38
백제보 하류	부여부여(암반)	7.05	7.13	△ 0.08	7.06	7.05	▼ 0.08
	부여부여(충적)	2.10	1.95	▼ 0.15	1.94	1.96	△ 0.01
	부여양화(암반)	2.00	1.79	▼ 0.21	2.05	1.99	△ 0.20

※ 출처 : 국가지하수정보센터(https://www.gims.go.k)

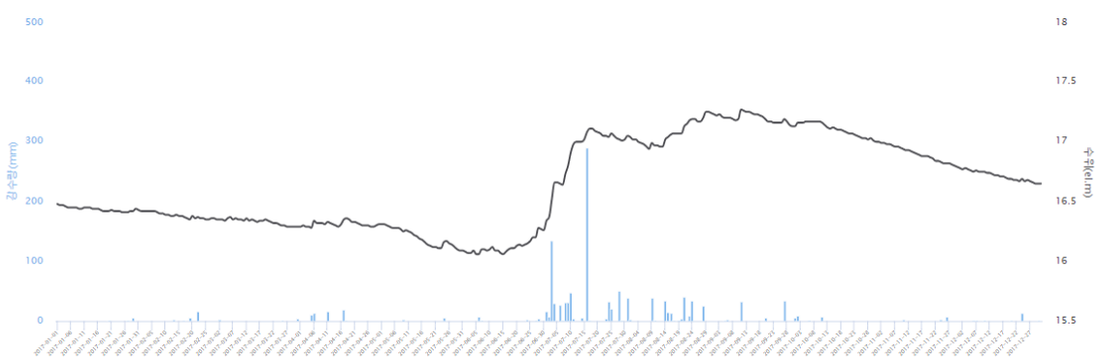
※ 참고 : 2017년 자료는 국가지하수정보센터에서 공개하는 실시간 관측자료(일평균)로 검·보정되지 않았으며 2018년에 자료를 공개할 예정



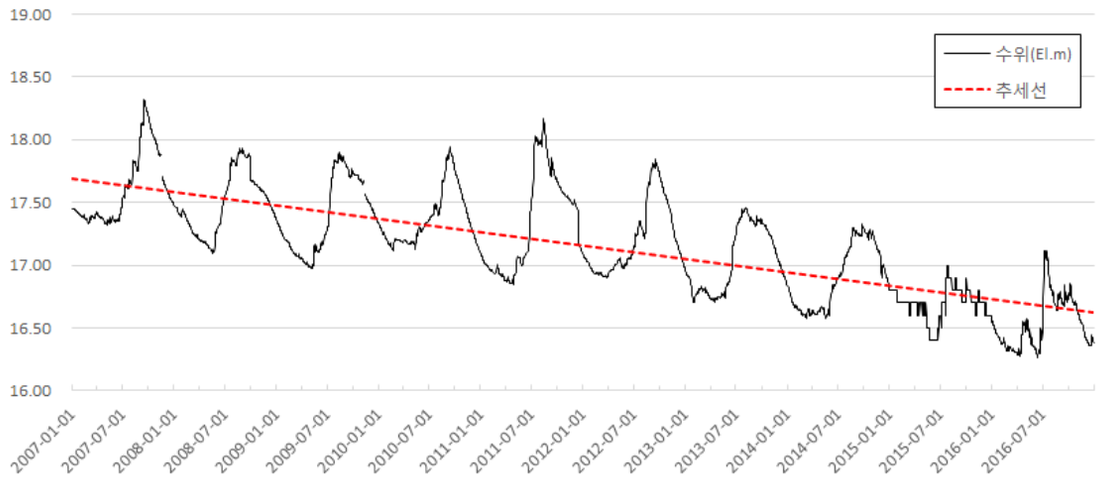
[그림 6-2] 단계별 지하수위 변화(EL. m)



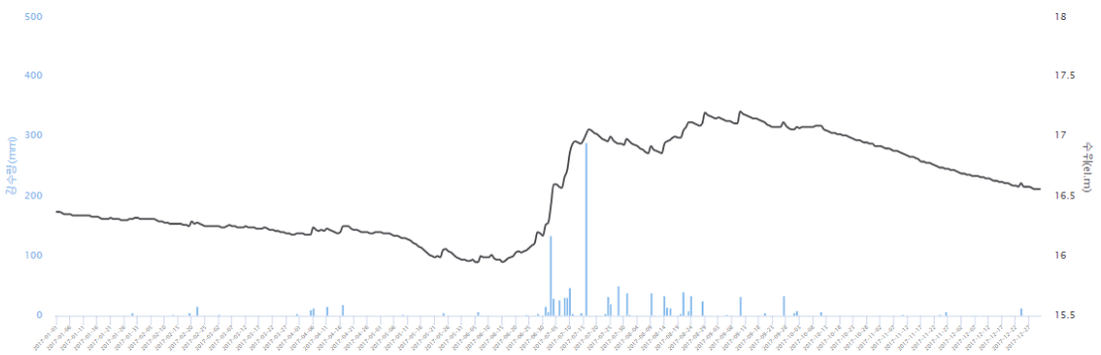
[그림 6-3] 세종부강(청원부용)(암반) 수위변화(2007년~2016년)



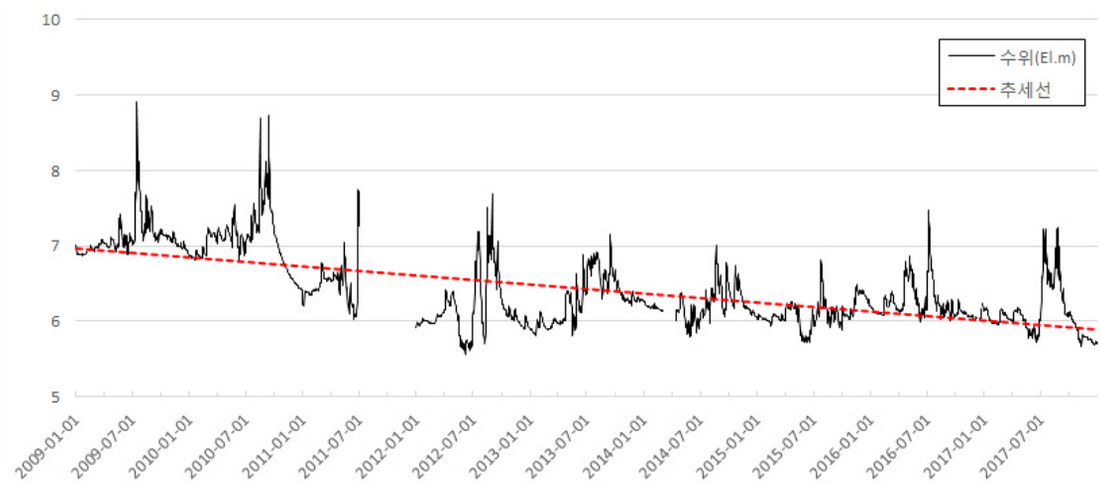
[그림 6-4] 세종부강(청원부용)(암반) 수위변화(2017년)



[그림 6-5] 세종부강(청원부용)(충적) 수위변화(2007년~2016년)

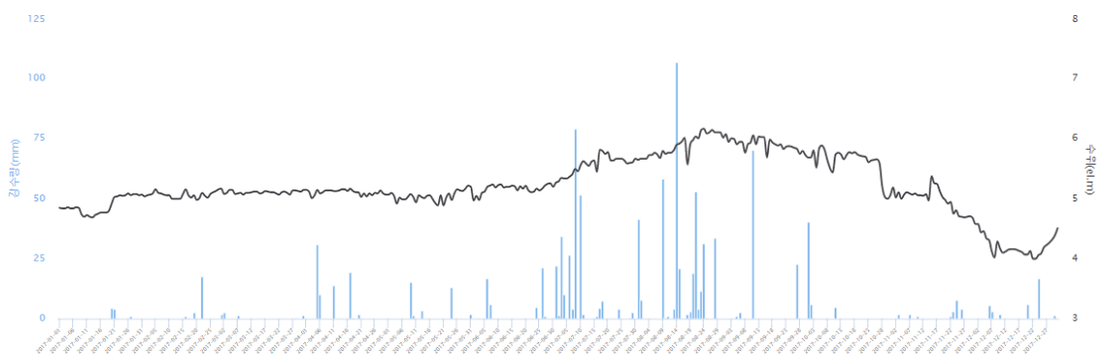


[그림 6-6] 세종부강(청원부용)(충적) 수위변화(2017년)

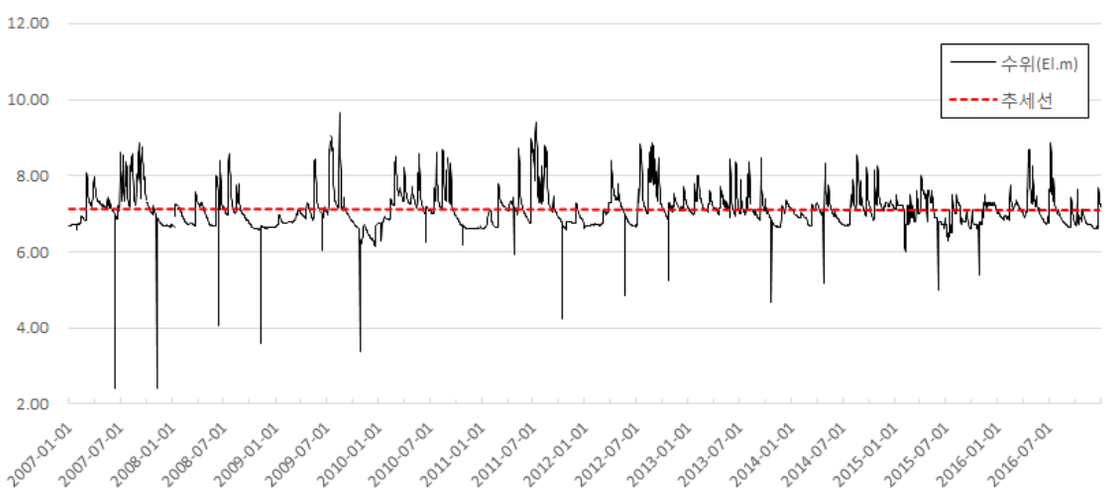


[그림 6-7] 공주1(암반) 수위변화(2009년~2017년)

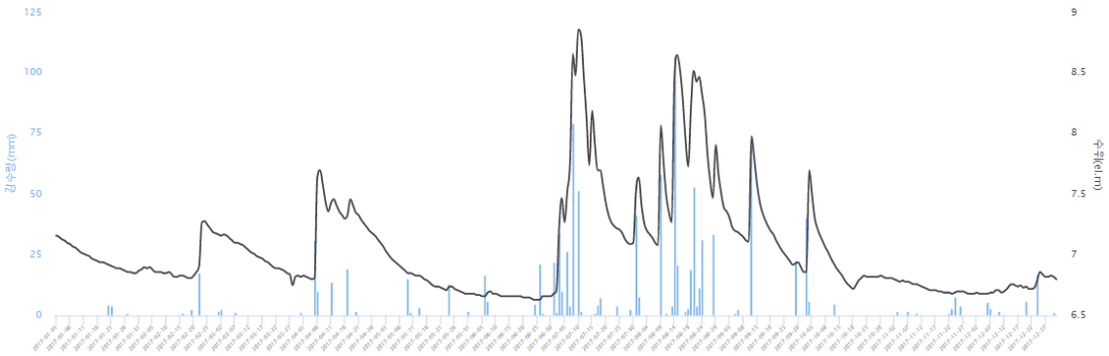
[그림 6-8] 공주탄천(암반) 수위변화(2007년~2016년)



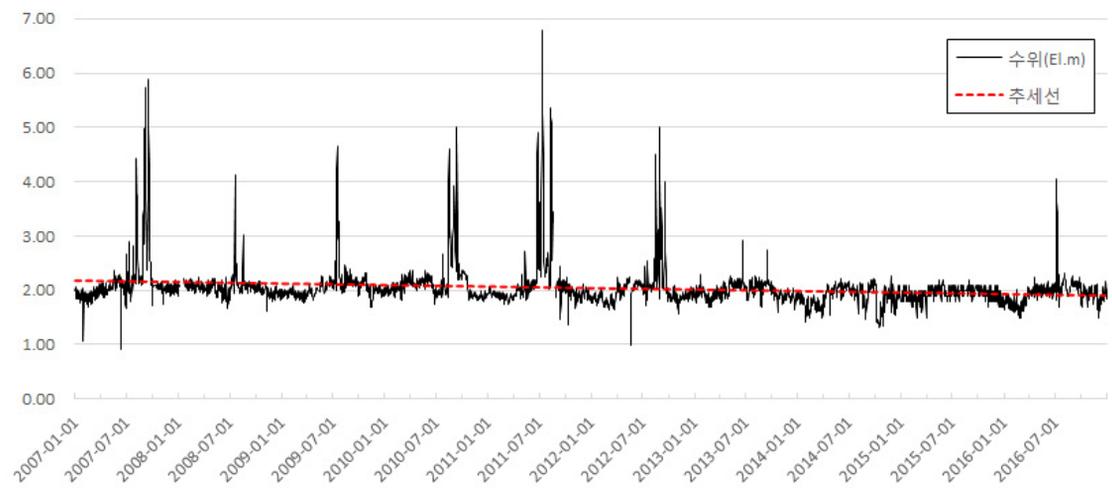
[그림 6-9] 공주탄천(암반) 수위변화(2017년)



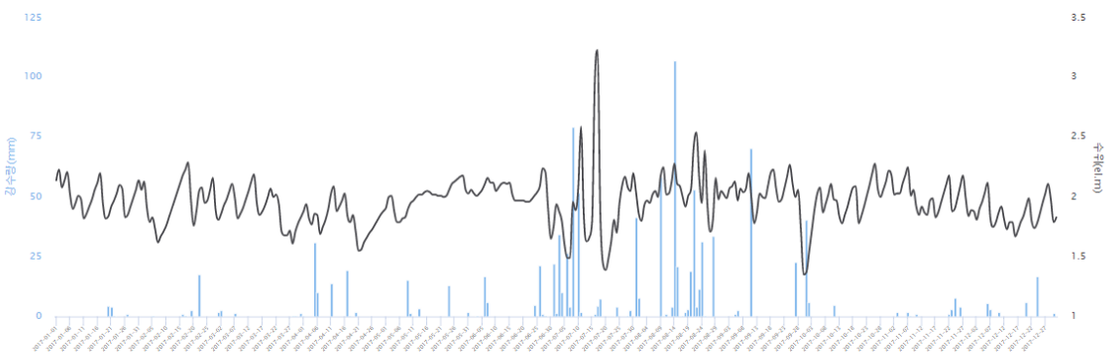
[그림 6-10] 부여부여(암반) 수위변화(2007년~2016년)



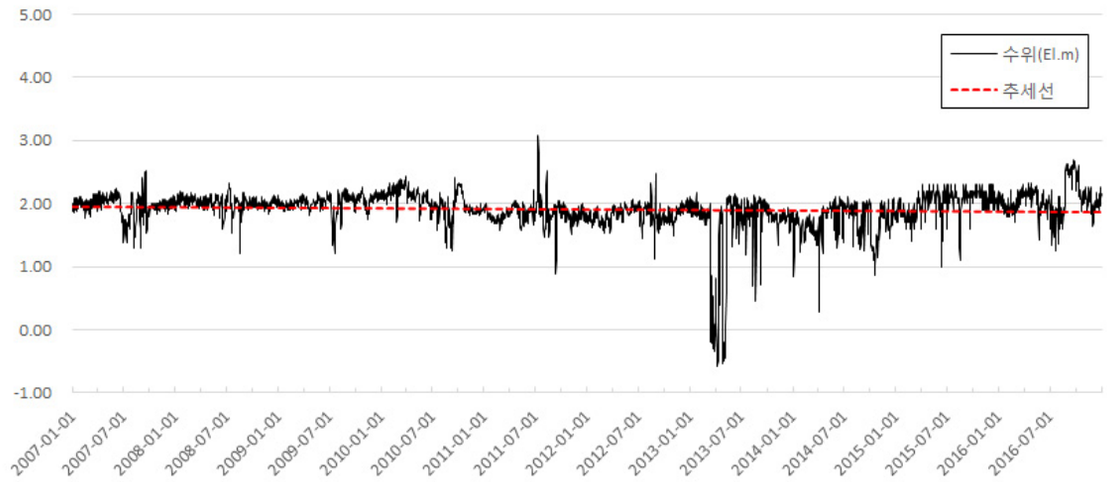
[그림 6-11] 부여부여(암반) 수위변화(2017년)



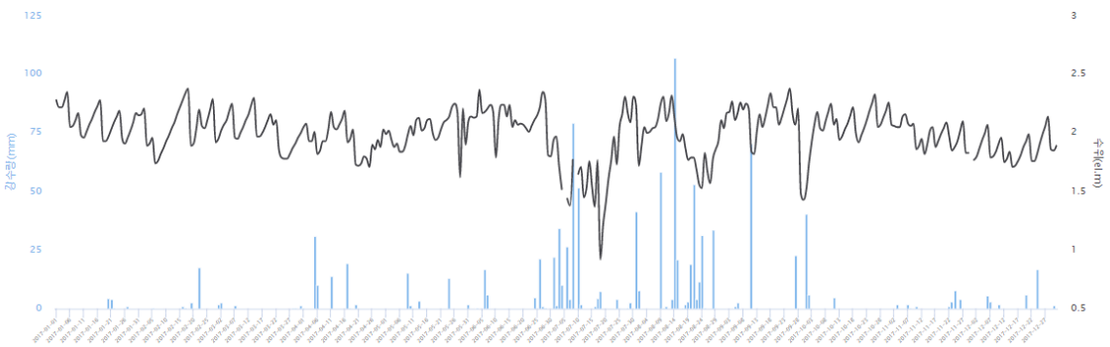
[그림 6-12] 부여부여(충적) 수위변화(2007년~2016년)



[그림 6-13] 부여부여(충적) 수위변화(2017년)



[그림 6-14] 부여양화(암반) 수위변화(2007년~2016년)



[그림 6-15] 부여양화(암반) 수위변화(2017년)

제7장 2단계 2차년도 모니터링 결과

1. 수질 현황 평가

2. 수생태 현황 평가

3. 하상변화 평가

4. 하상 퇴적물 평가

5. 지하수 수위 현황 평가

제7장 2단계 2차년도 모니터링 결과

1. 수질 현황 평가

가. 금강 본류 수질 평가

◦ 금강정비사업이 시행되기 전(2002~2008년), 금강 수환경 모니터링 1단계(2011년~2015년) 연구기간 및 2단계(2016년~2017) 등 총 4개의 기간으로 구분하여 대청댐방류부터 금강 하굿둑까지 유하거리에 따른 수질변화를 평가하였음

◦ 수질항목 가운데 본 연구에서 비교·검토가 가능한 BOD_5, COD_{Mn}, SS, T-N, T-P, Chl-a, 수온, pH, DO 등 총 9개 항목을 분석하였음

1) BOD_5

◦ BOD_5 농도는 1단계 연구기간동안에 사업전보다 대부분의 구간에서 낮아졌음

◦ 2단계 분석결과, 1단계보다 세종보, 공주보, 백제보 지역을 중심으로 BOD_5 농도의 증가폭이 두드러졌으며, 세종보 하류에서는 40.9%, 백제보 하류에서는 42.0%가 증가하였고 전체적으로 평균 13.4% 정도 증가한 것으로 나타났음

◦ 환경기초시설의 방류수질 개선에 따른 유량이 많은 주요 지류하천의 수질이 상당한 폭으로 개선되었음에도 불구하고, 금강 본류의 수질이 과거의 수준으로 돌아가는 것은 외부오염원에 의한 것보다는 내부생산량 증가와 보 상류 하상에 침적되어 있는 퇴적물의 재부상 등에 의한 영향인 것으로 유추할 수 있음

2) COD_{Mn}

◦ COD_{Mn} 농도 변화를 살펴보면, 1단계 시작시점에는 수질이 개선되었으나, 해가 갈수록 수질농도가 증가하여 사업 전 수질과 유사한 수준을 보이고 있음

◦ 2단계에서 세종보 상류를 제외한 전 구간에서 1단계보다 증가하였고 보 구간에서 증가폭이 두드러졌으며, 세종보 하류에서 25.5%, 백제보 하류에서 24.0%가 증가한 것으로 나타남

- 2017년의 경우 2016년에 비해 백제보 하류부터 다소 낮아졌으나, 하굿둑 인근에서 다시 높아진 것으로 나타남

◦ COD_{Mn}는 난분해성 유기물 함량을 나타내는 지표 가운데 하나로서, BOD_5 농도에 비해 사업 전 수준을 훨씬 초과하고 있는 것으로 나타나 금강 본류의 정체구간의 증가로 인해 유기물의 내부생산량 증가 및 축적 등이 지속적으로 진행되고 있음을 유추할 수 있음

3) SS

◦ SS 농도는 1단계 초기 보 설치로 인한 유속감소로 무기물과 유기물의 침강성이 높아져 수중의 SS 농도가 감소하기 시작하였으며, 후반기에는 사업 이전보다 대부분 구간에서 감소하였음

◦ 2단계에는 1단계보다 더욱 큰 폭으로 농도가 감소하였으며, 강경과 금본K 지점에서는 최대 36.4% 가량 감소하였고, 사업전과 비교했을 때 백제보 인근에서 가장 크게 농도가 감소하였음

4) T-N

◦ T-N 농도 변화를 살펴보면 1단계는 모든 구간에서 사업전보다 낮은 수준으로 감소되는 것으로 나타났으며, 2단계에는 보가 설치되어있는 금강 본류구간에 1단계보다 농도가 증가하기는 하였지만 모든 구간에서 사업 전보다 감소함

- 2017년의 경우 2016년에 비해 거의 모든 구간에서 T-N 농도가 낮아진 것으로 나타남

5) T-P

◦ T-P 농도는 지류하천에 위치한 환경기초시설(공공하수처리시설, 폐수종말처리시설 등)의 고도처리로 인해 사업이후 매년 지속적으로 감소하여 1단계 및 2단계 모든 구간에서 평균농도의 절반정도로 수질등급 0.1 ㎎/L 이하인 약간 좋음(Ⅱ) 등급의 수준을 보였음

◦ 2단계에는 1차년도(2016년)의 경우 1단계보다 대부분의 구간에서 농도가 감소하였으며, 2차년도(2017년)의 경우 1단계보다 농도가 증가한 구간이

나타났으나, 유기물 지표인 BOD_5나 COD_{Mn}와 달리 영양염류인 T-N과 유사하게 사업 전보다 지속적으로 낮아지고 있는 현상을 보이고 있음

6) Chl-a

◦ Chl-a 농도는 1단계 시작시점에는 사업전보다 낮았으나 지속적으로 증가하기 시작하여 후반기에는 모든 구간에서 사업 이전 수준을 상회하거나 유사한 수준을 보였음

◦ 유하거리에 따른 분석 결과, 1단계는 공주보 이전에는 사업 전보다 높았으나 공주보 이후 사업 전에 비해 다소 낮아진 것으로 나타났음

◦ 2단계에는 1단계보다 대부분의 구간에서 크게 증가하였는데, 특히 세종보 하류에서는 약 2배 정도(87.6%)가 증가하였으며 모든 구간에서 평균 38.1% 증가한 것으로 나타났음

- 2017년의 경우 2016년에 비하여 농도가 다소 감소한 것으로 나타남

◦ 물속 조류는 독성뿐만 아니라 그 자체가 유기물(BOD_5, COD_{Mn}, TOC 등)이고, 사멸 시 용존산소(DO) 소비와 관련되어 수질악화를 초래하므로 발생 저감을 위한 지속적인 관리가 필요함

◦ T-N과 T-P농도는 지속적으로 감소하고 수온, BOD_5, COD_{Mn}가 상승하는 현상을 종합적으로 분석해보면, 금강 본류에서 조류발생을 제어하기 위해서는 영양염류인 T-P만 제어하기 보다는 보 건설에 따른 수온, 유기물, 유속, 수심 변화 등을 포함하여 통합적인 시각에서 평가하고 관리하여야 할 것으로 판단됨

7) 수온

◦ 수온은 대기의 기온변화와 직접적인 관련이 있는 항목으로 1단계 동안 백제보 하류구간을 제외한 대부분의 구간에서 사업전보다 다소 낮게 관측되었음

◦ 2단계에는 보 상류 중심으로 1단계보다 온도가 다소 상승하였으며, 보 수위 유지를 위한 담수로 인해 표면적이 증가하고 유속감소로 인한 체류시간 증가 등으로 인해 수온이 약간 높아진 것으로 사료됨

- 2016년과 2017년의 경우 유하거리에 따른 수온변화 패턴이 비교적 동일하게 나타남

8) pH

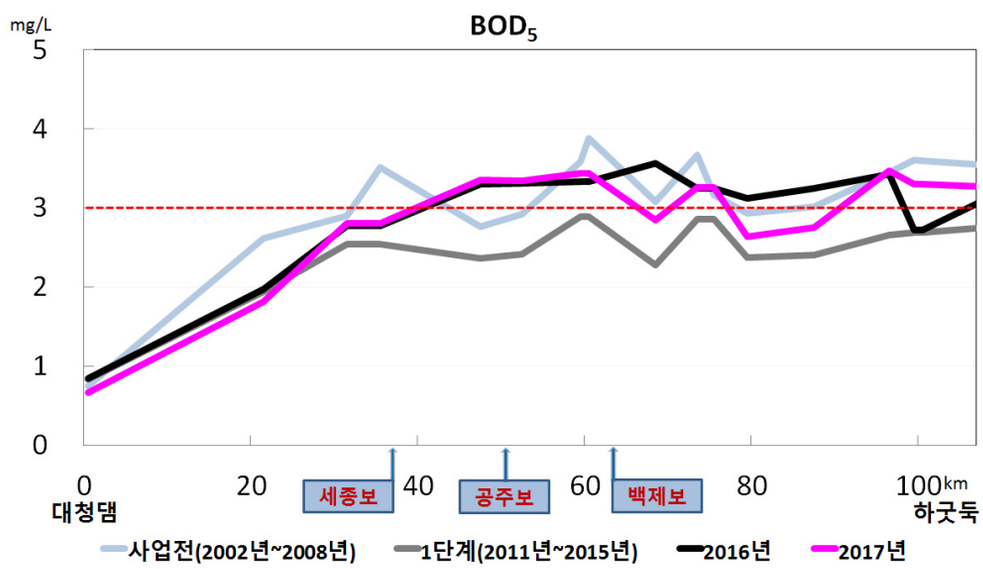
◦ pH 변화를 살펴보면, 사업 전에는 구간별 변화폭이 큰 것으로 나타났지만 1단계에는 전보다 완만한 변동을 보였음

◦ 2단계 1차년도에는 백제보 인근을 제외한 전 구간에서 1단계보다 pH가 낮아졌으나, 2단계 2차년도에서는 유하거리 20 ㎞ 이후부터 1단계보다 pH가 높이진 것으로 나타남

9) DO

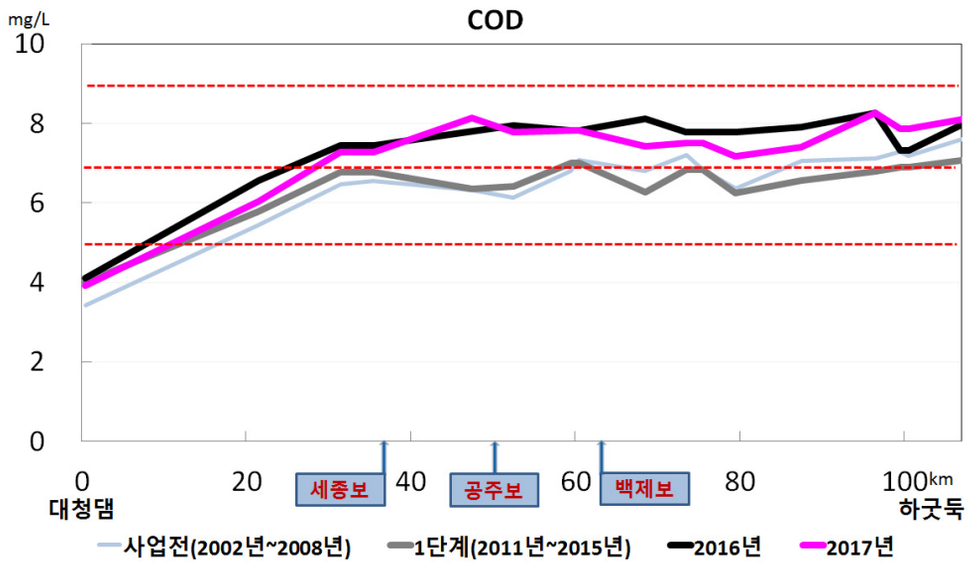
◦ DO 농도는 1단계 동안 사업전보다 하류를 제외한 모든 구간에 DO가 증가하는 경향을 보였음

◦ 2단계에는 체류시간 증가에 따른 조류 증가로 인해 조류 발생지역 중심으로 대부분의 구간에서 증가하였음



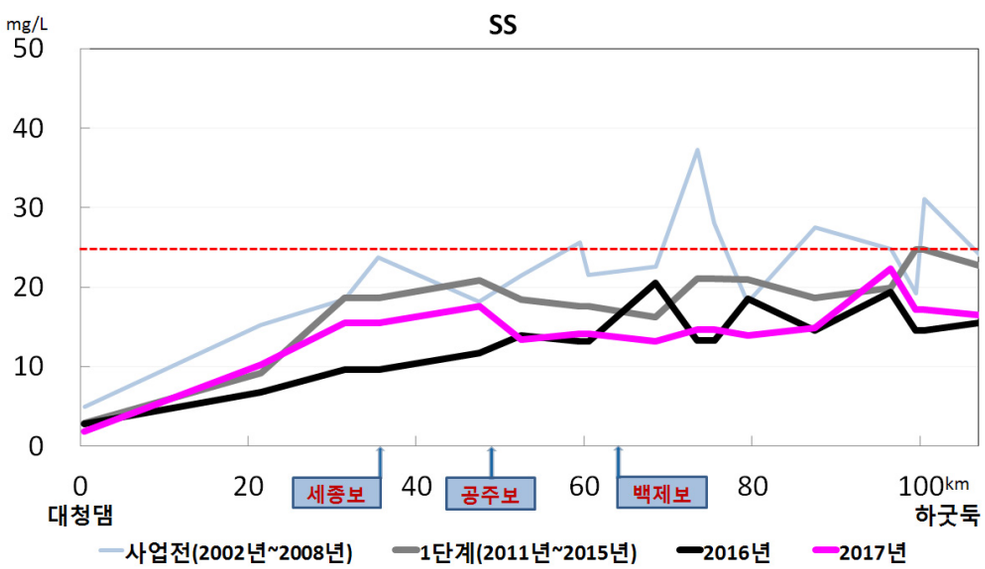
※ BOD_5 : ≤1 매우 좋음(Ia), ≤2 좋음(Ib), ≤3 약간좋음(Ⅱ), ≤5 보통(Ⅲ), ≤8 약간 나쁨(Ⅳ), ≤10 나쁨(Ⅴ), ＞10 매우 나쁨(Ⅵ)

[그림 7-1] 금강본류 유하거리에 따른 단계별 평균 BOD_5 농도 변화



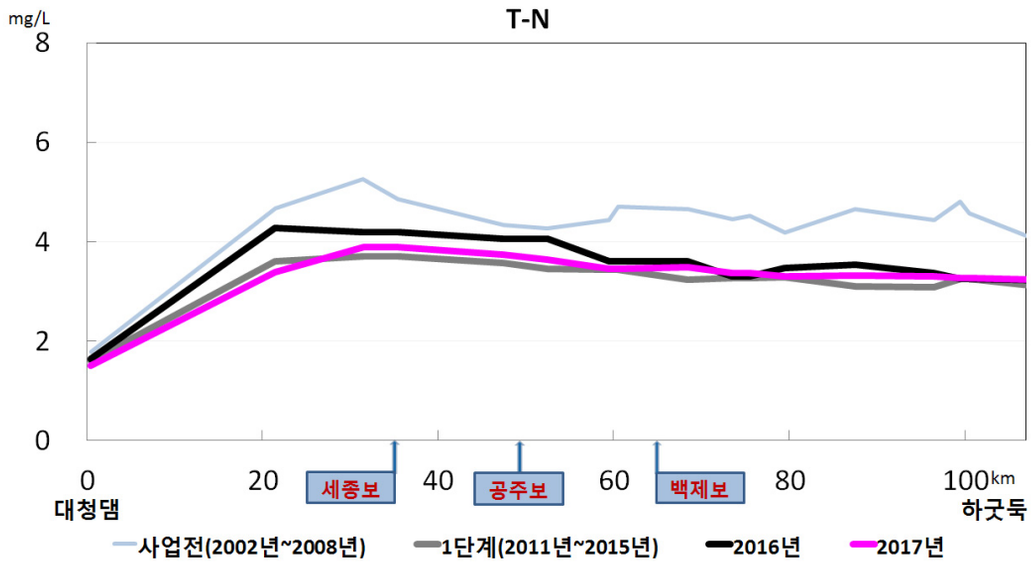
※ COD_{Mn} : ≦2 매우 좋음(Ia), ≦4 좋음(Ib), ≦5 약간 좋음(Ⅱ), ≦7 보통(Ⅲ), ≦9 약간 나쁨(Ⅳ), ≦11 나쁨(Ⅴ), ＞11 매우 나쁨(Ⅵ)

[그림 7-2] 금강본류 유하거리에 따른 단계별 평균 COD_{Mn} 농도변화

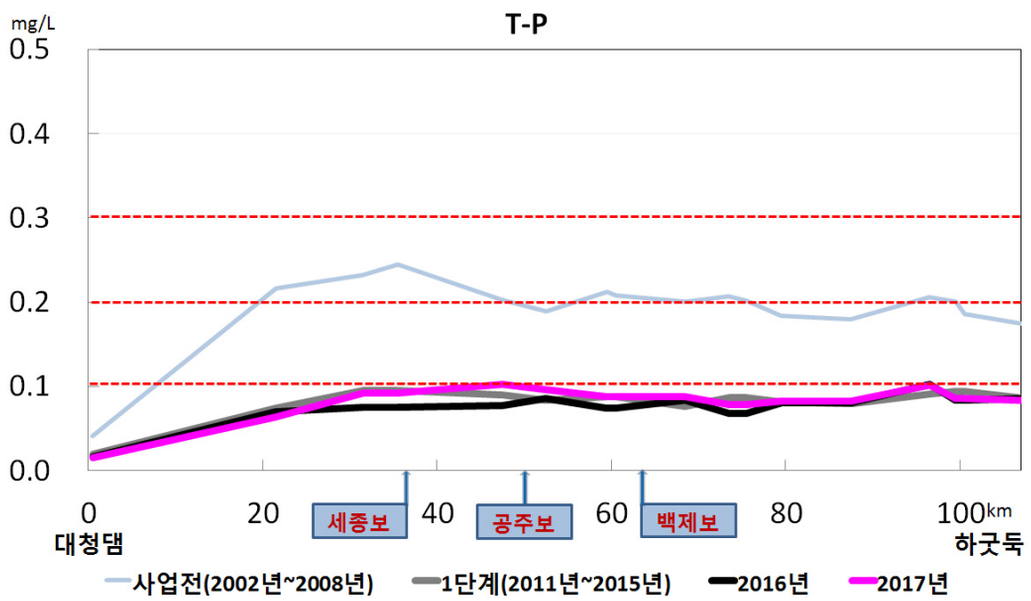


※ SS : ≦25 매우 좋음(Ia), ≦25 좋음(Ib), ≦25 약간 좋음(Ⅱ), ≦25 보통(Ⅲ), ≦100 약간 나쁨(Ⅳ), 쓰레기 등이 떠 있지 아니할 것, 나쁨(Ⅴ)

[그림 7-3] 금강본류 유하거리에 따른 단계별 평균 SS 농도변화

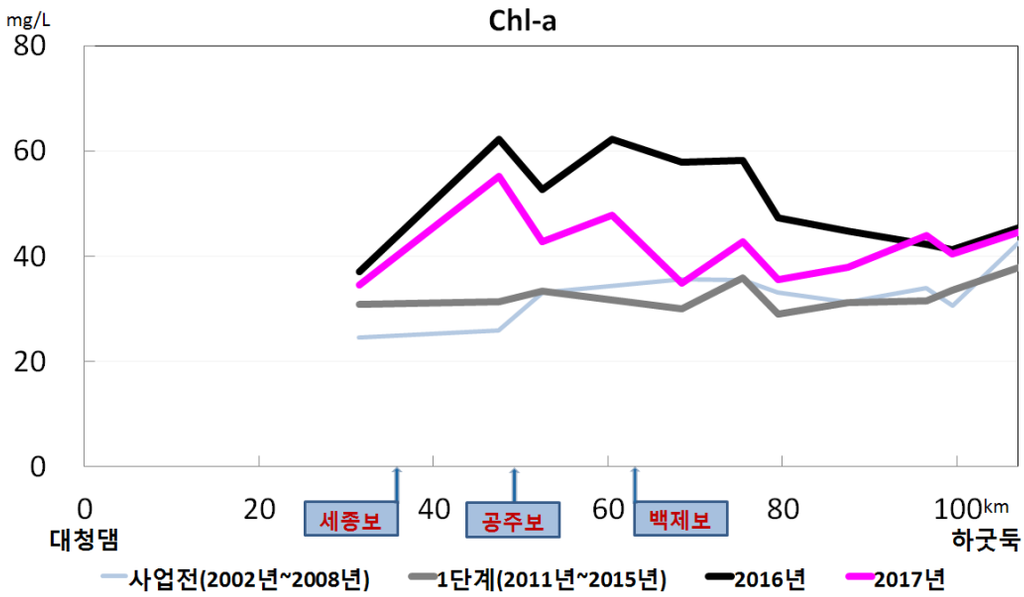


[그림 7-4] 금강본류 유하거리에 따른 단계별 평균 T-N 농도변화

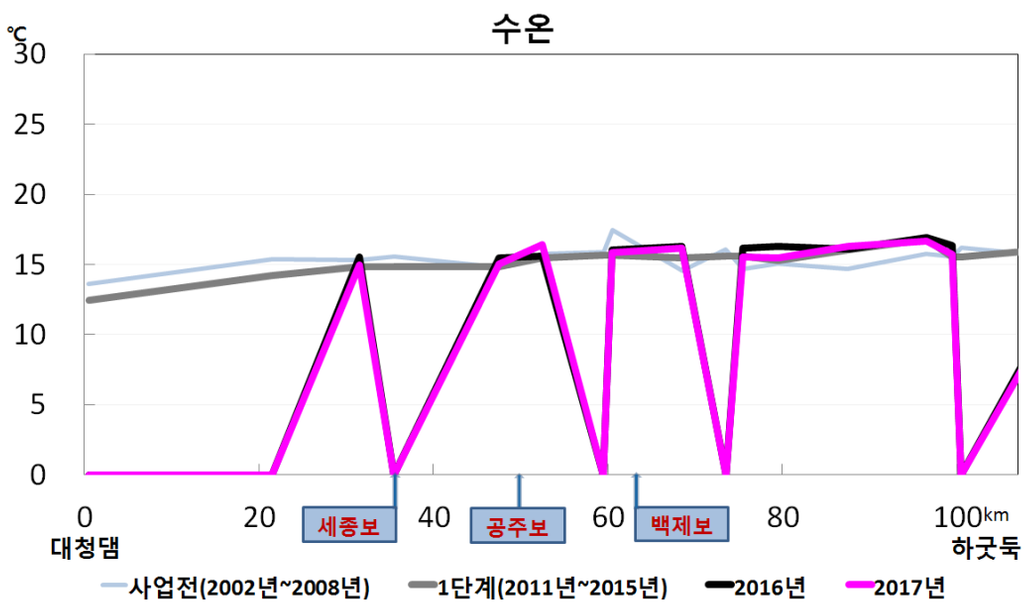


※ T-P : ≦0.02 매우 좋음(Ia), ≦0.04 좋음(Ib), ≦0.1 약간 좋음(Ⅱ), ≦0.2 보통(Ⅲ), ≦0.3 약간 나쁨(Ⅳ), ≦0.5 나쁨(Ⅴ), 〉0.5 매우 나쁨(Ⅵ)

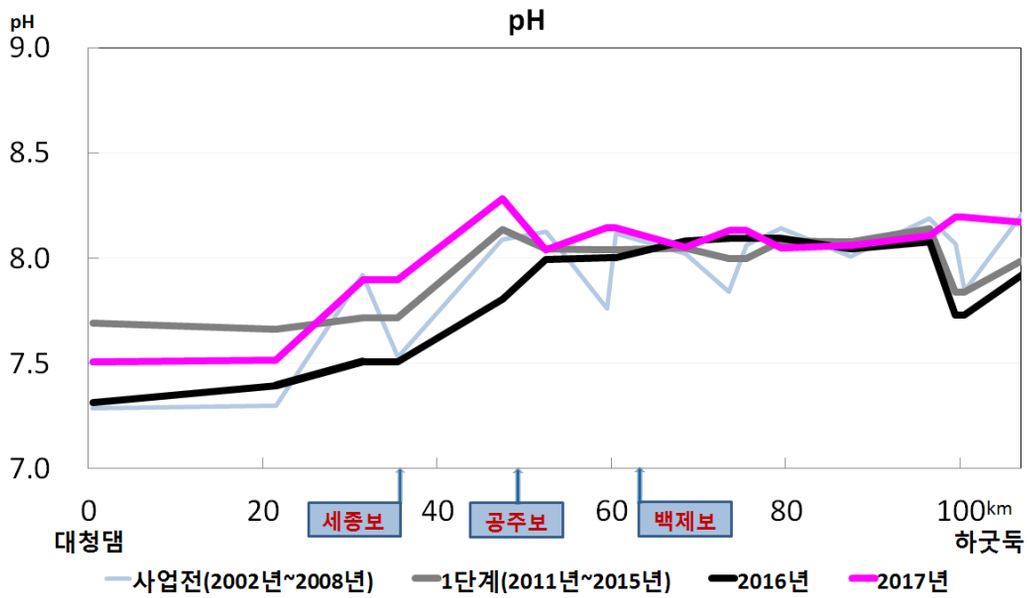
[그림 7-5] 금강본류 유하거리에 따른 단계별 평균 T-P 농도변화



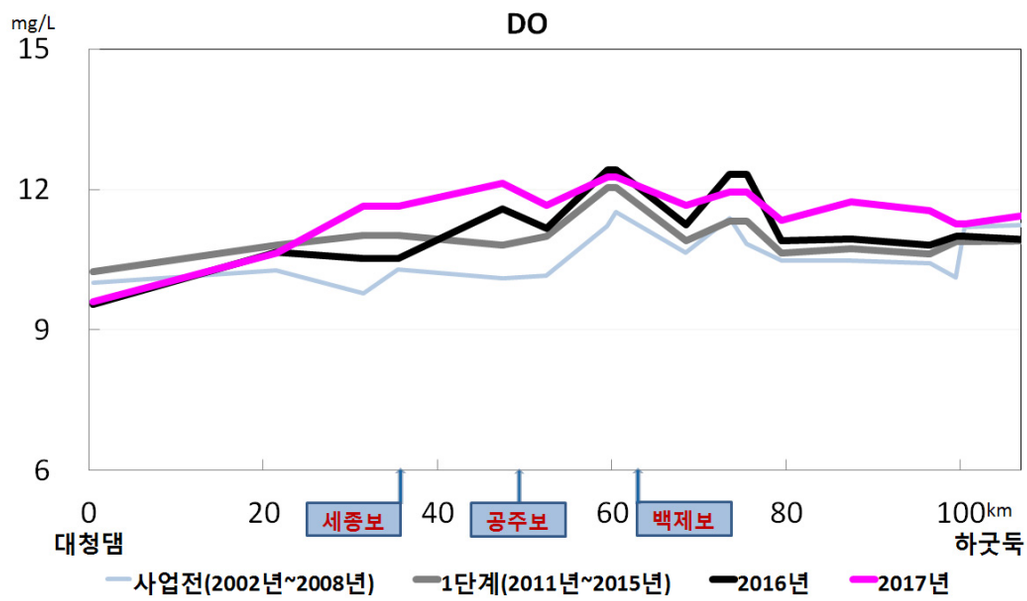
[그림 7-6] 금강본류 유하거리에 따른 단계별 평균 Chl-a 농도변화



[그림 7-7] 금강본류 유하거리에 따른 단계별 평균 수온변화



[그림 7-8] 금강본류 유하거리에 따른 단계별 평균 pH 변화



※ DO : ≧7.5 매우 좋음(Ia), ≧5.0 좋음(Ib), ≧5.0 약간 좋음(Ⅱ), ≧5.0 보통(Ⅲ), ≧2.0 약간 나쁨(Ⅳ), ≧2.0 나쁨(Ⅴ), 〈 2.0 매우 나쁨(Ⅵ)

[그림 7-9] 금강본류 유하거리에 따른 단계별 평균 DO 농도변화

◦ 4대강 살리기 마스터플랜에서 “수영 가능한 좋은 물(Ⅱ급수, 약간 좋음)”을 목표로 수질개선 계획을 수립한바 있음

- 오염도가 높고 배출부하량이 많은 갑천과 미호천을 중점관리유역으로 선정하여 관리계획 수립
- COD_{Mn}, T-P 하천수질 환경기준을 신설하고 T-P 등 환경기초시설 방류기준 강화
- 환경기초시설 확충 및 고도화하며 동시에 비점오염 저감대책 추진

◦ 2017년 환경부 일반 및 총량측정망 수질자료를 분석한 결과, 대청댐, 대청댐 하류, 금강공주, 논산천 지점에서 2017년 실측 수질이 사업 후 예측수질을 초과하였음

◦ T-P 항목의 경우 2017년 실측 수질이 하천생활환경기준으로 사업 후 예측 수질을 만족하였으나, 정체수역으로 변화된 금강을 호소 생활환경기준으로 평가해보면 대청댐 중권역을 제외한 하류권역이 모두 약간 나쁨(Ⅳ) 이상의 등급을 유지하고 있어 조류발생에 취약한 환경인 것으로 판단됨

[표 7-1] 4대강 살리기 마스터플랜에 따른 수질예측 평가

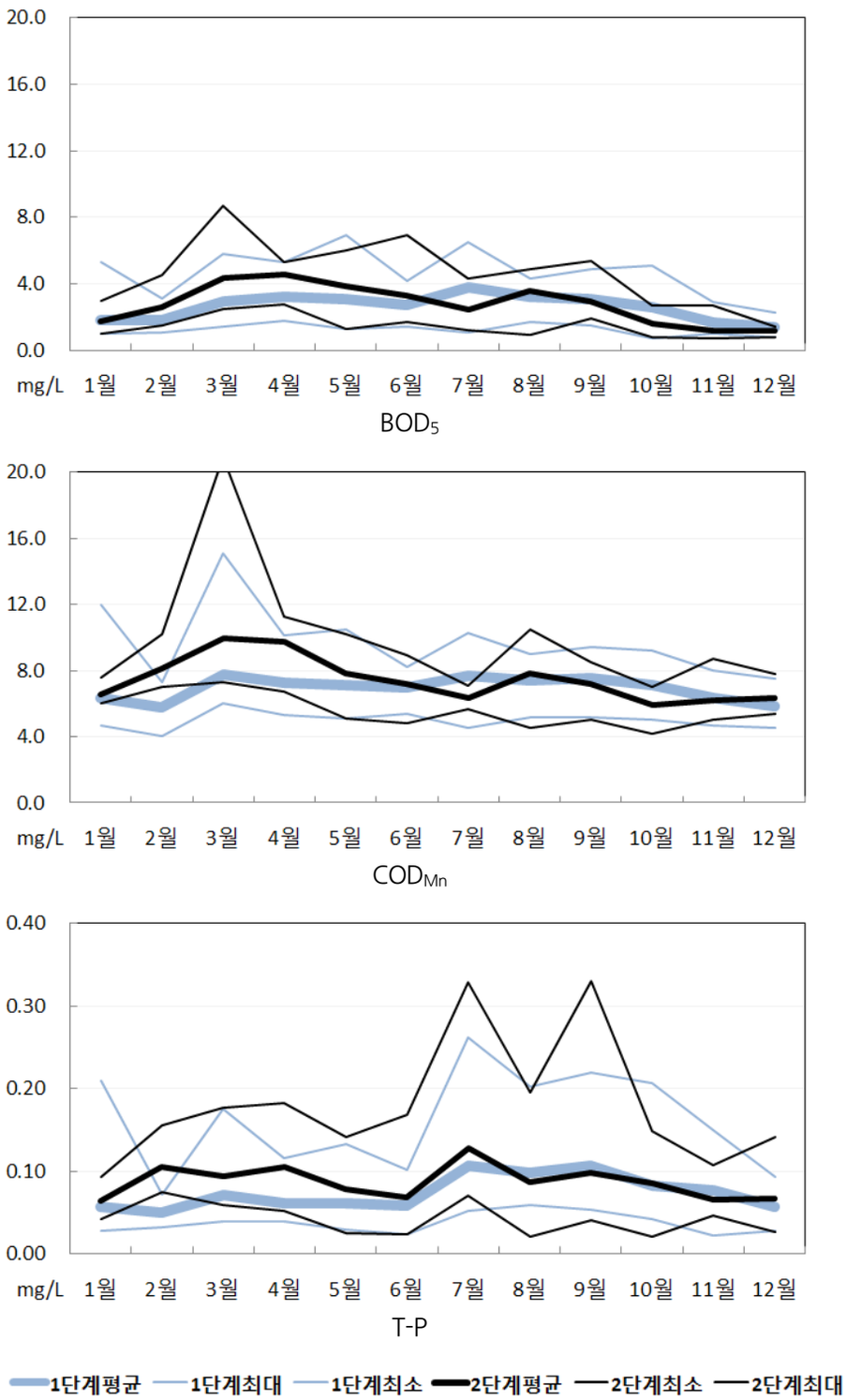
중권역명	중권역 대표지점	사업 후 예측 수질		1단계 실측 수질		2017년 실측 수질		사업 후 2017년 평가		
								BOD_5	T-P	
		BOD_5	T-P	BOD_5	T-P	BOD_5	T-P		예측기준	호소기준
대청댐	현도	0.5	0.035	0.6	0.019	0.6	0.016	초과	달성	Ⅰb (좋음)
갑천	갑천5-1	4.4	0.264	4.3	0.196	3.1	0.128	달성	달성	Ⅴ (나쁨)
대청댐하류	청원-1	1.7	0.122	2.0	0.079	1.8	0.064	초과	달성	Ⅳ (약간 나쁨)
금강공주	성동	2.4	0.128	2.6	0.098	3.5	0.101	초과	달성	Ⅳ (약간 나쁨)
논산천	논산천4	2.9	0.173	3.4	0.150	3.6	0.129	초과	달성	Ⅴ (나쁨)
금강하구언	양화-1	3.9	0.103	2.8	0.082	3.2	0.081	달성	달성	Ⅳ (약간 나쁨)

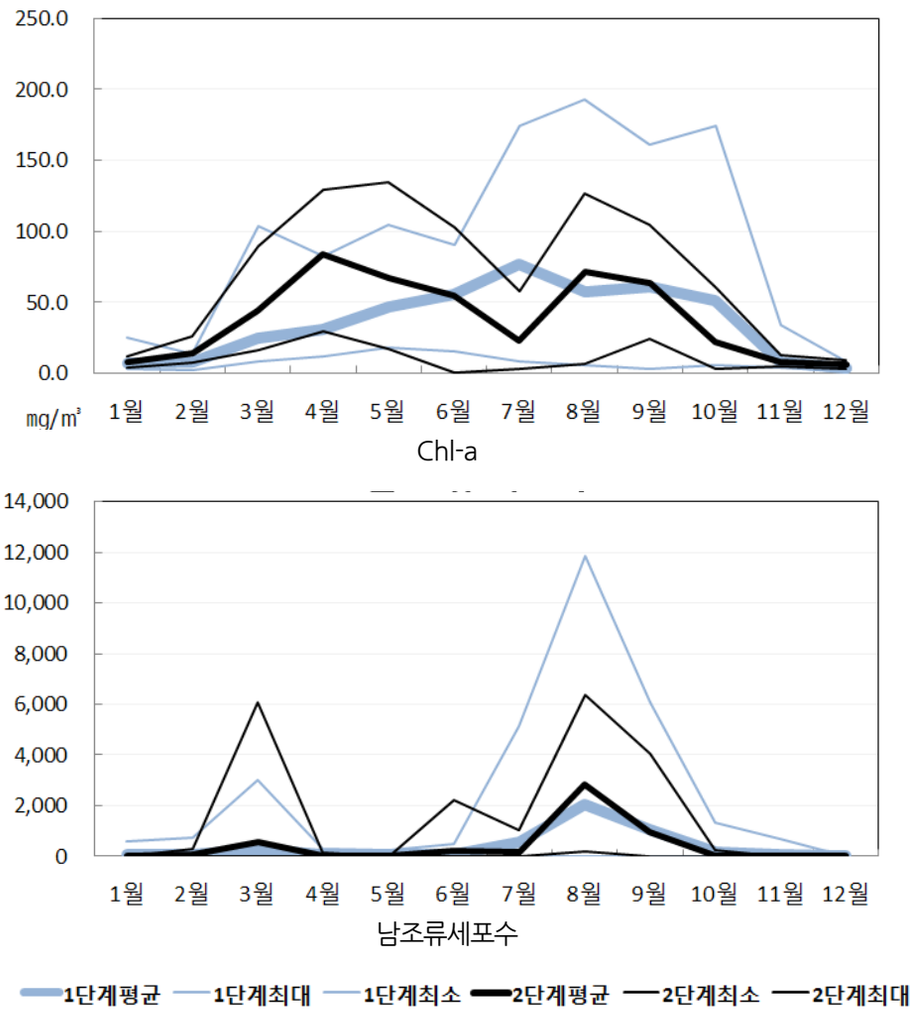
나. 연별 보 수질 평가

◦ 주요 수질항목인 BOD_5, COD_{Mn}, T-P, Chl-a, 수온, pH, 남조류세포수 등의 월최대, 월최소, 월평균 수질을 산정하였음

- BOD_5는 세종보의 경우 3월과 4월에 보통(III) 등급의 수준을 보인 반면, 공주보는 4월, 백제보는 5월에 월평균 농도가 높게 측정되었고, 세종보는 3월, 6월 공주보는 4월, 6월, 백제보는 8월, 9월에 최대농도 값을 보였음
- COD_{Mn}는 3월과 8월에 3개보 모두 높은 농도를 보였으며, 봄에는 세종보 20.9 ㎎/L, 가을엔 백제보 15.5 ㎎/L로 최대농도 값을 보였음
- T-P 농도는 여름에 가장 높은 것으로 나타났고 3개보 가운데 세종보에서 최대농도 값을 보였는데, 이는 보 상류에 위치한 대전광역시, 청주시 등의 대도시에서 유출되는 오염물질들이 합류되는 구간이므로 다른 지점에 비해 비교적 높게 나타난 것으로 판단됨
- Chl-a와 남조류세포수는 수질예보제의 수질관리단계를 판단하는 기준 항목으로 3개보에서 8월~9월에 높은 것으로 나타났음
- 수온과 pH는 여름철인 8월에 가장 높게 나타났으며, 7월에는 pH가 가장 낮게 나타나는 경향을 보였음

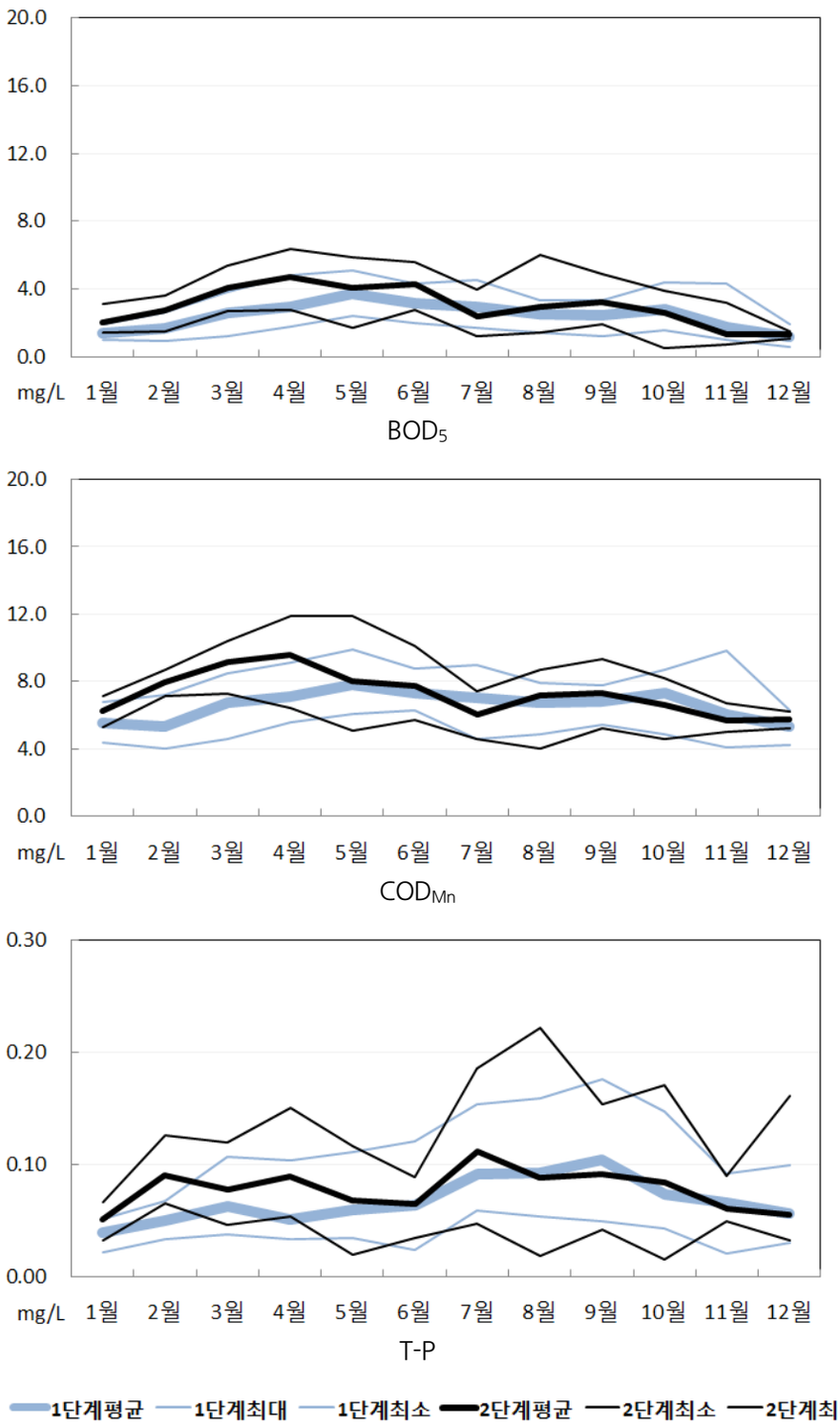
1) 세종보

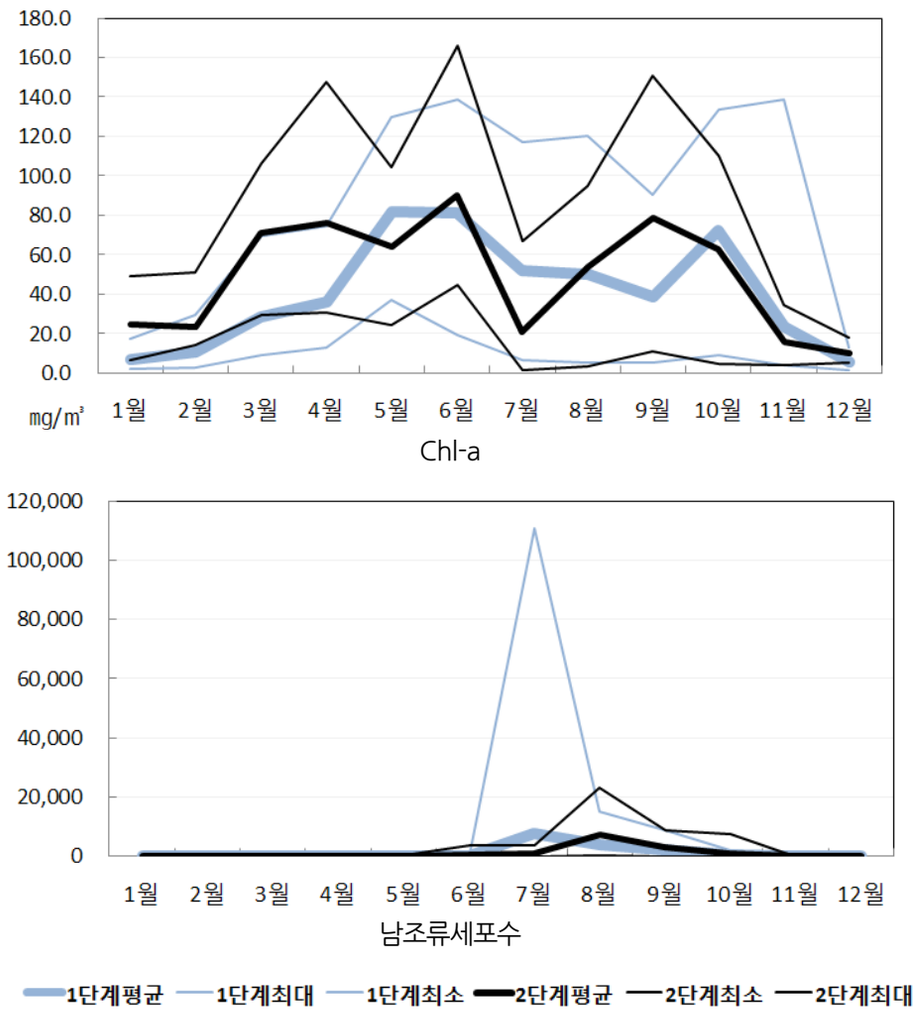

20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
mg/L 1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
BOD5
20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
mg/L 1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
CODMn
0.40
0.30
0.20
0.10
0.00
mg/L 1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
T-P
1단계평균 1단계최대 1단계최소 2단계평균 2단계최소 2단계최대



[그림 7-10] 금강정비사업 이후 단계별 세종보의 수질변화

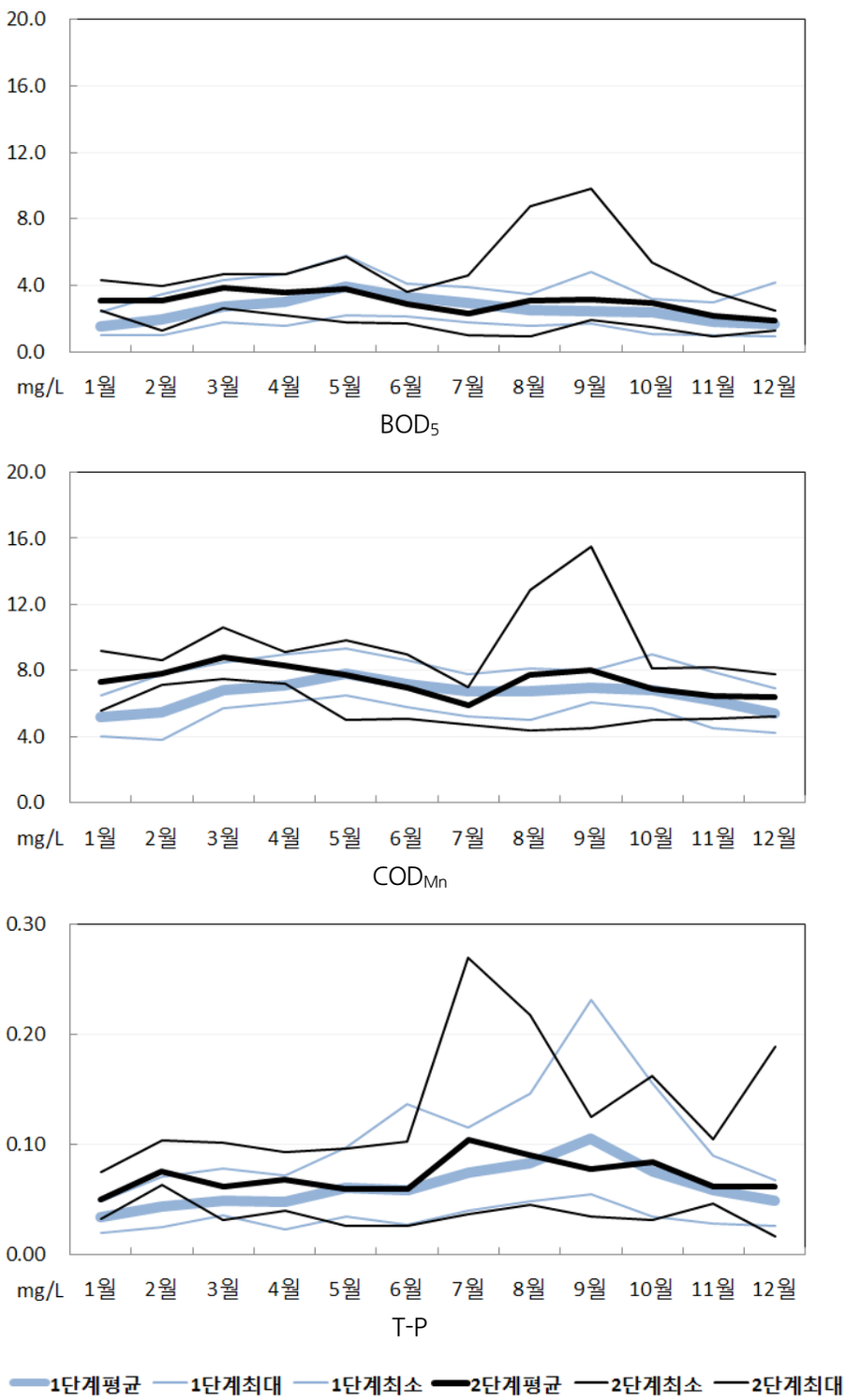
2) 공주보

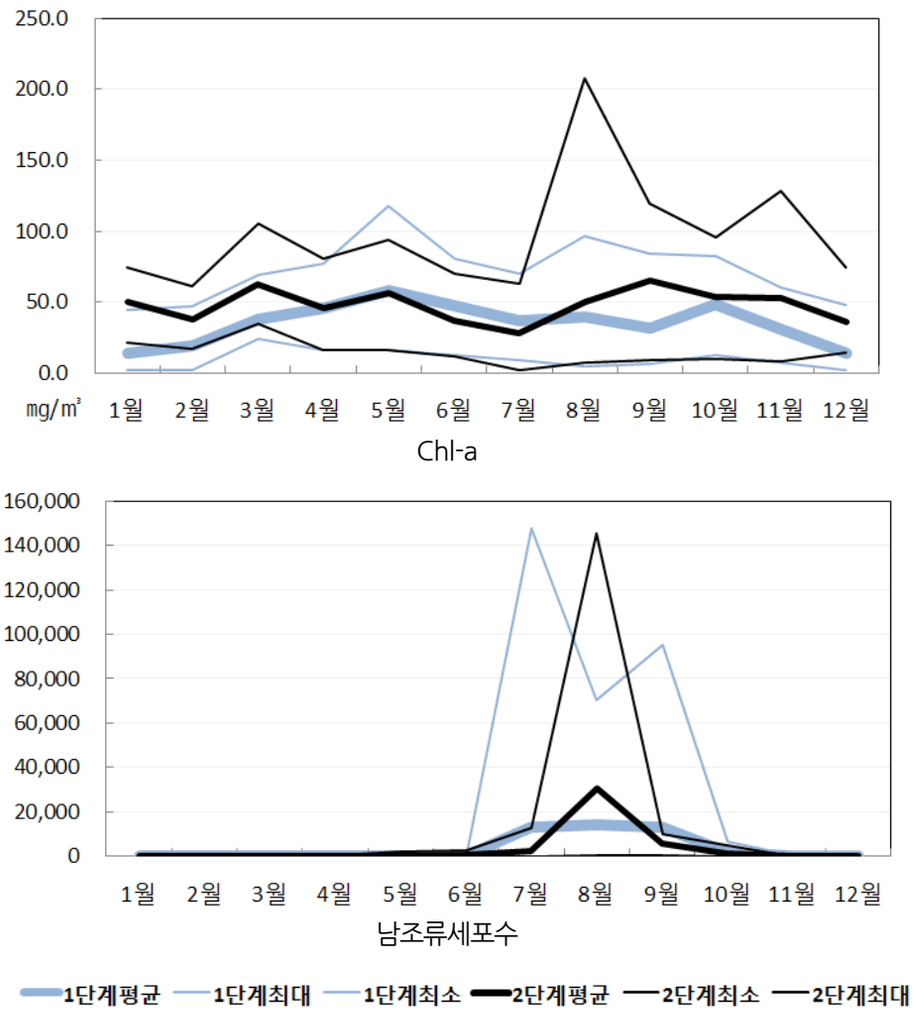

20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
mg/L 1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
BOD5
20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
mg/L 1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
CODMn
0.30
0.20
0.10
0.00
mg/L 1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
T-P
1단계평균 1단계최대 1단계최소 2단계평균 2단계최소 2단계최대



[그림 7-11] 금강정비사업 이후 단계별 공주보의 수질변화

3) 백제보


20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
mg/L 1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
BOD5
20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
mg/L 1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
CODMn
0.30
0.20
0.10
0.00
mg/L 1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
T-P
1단계평균 1단계최대 1단계최소 2단계평균 2단계최소 2단계최대



[그림 7-12] 금강정비사업 이후 단계별 백제보의 수질변화

다. 조류 발생현황 평가

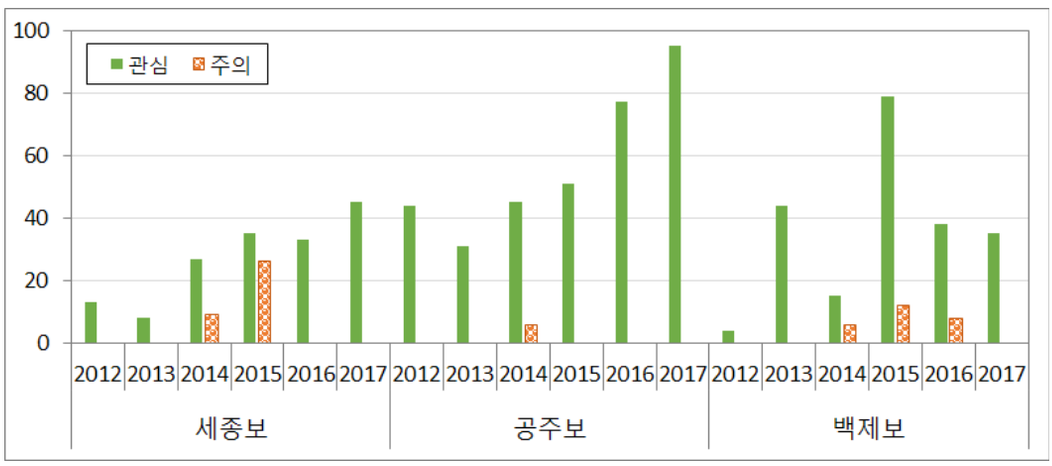
◦ 환경부에서는 공공수역의 오염이나 훼손을 사전에 억제하고 쾌적한 하천 환경을 유지하기 위하여 수질예보제도를 운영하고 있음

◦ 세종보, 공주보는 관심단계의 수질예보 발령이 꾸준히 증가하고 있는 추세이며, 백제보의 경우 2015년 이후 감소추세를 보이고 있고, 2017년에는 3개보에서 주의단계 발령이 없었음

◦ 세종보는 상류에 위치한 대전광역시, 청주시 등의 대도시에서 유출되는 오염물질들이 최초로 합류하는 구간으로서 보의 설치로 인하여 발생하는 조류의 영향이 큼

◦ 2017년 공주보는 다른 보에 비해 관심단계 발령이 많았는데, 이는 9~10월에 Chl-a가 70 ㎎/㎥을 초과하였고 기온하강이 예년보다 늦어져 늦게까지 녹조현상이 나타난 것으로 판단됨

◦ 백제보는 3개 보 중 유일하게 최근 감소추세를 보이고 있으며, 2017년 관심단계 발령 일수가 가장 적었고, 3월 중순에서 4월초, 7월 말에서 8월 중순까지 수질예보 발령이 있었음



[그림 7-13] 연도별 수질예보제의 수질관리단계 발령현황

[표 7-2] 수질예보제도의 수질관리단계 발령현황

발령단계		2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년
전체 발령기간		**44일간** (5.10~5.28, 6.7~6.11, 6.14~6.29, 8.9~8.10, 10.8~10.9)	**48일간** (5.7~5.27, 6.3~6.6, 8.16~8.29, 10.14~10.16, 10.30~11.4)	**64일간** (4.1~4.7, 4.10, 5.19~5.25, 6.17~8.4)	**127일간** (4.21~5.3, 5.18~6.1, 6.9~6.17, 7.14~7.19, 7.21~7.29, 8.13~10.5, 10.13~11.1)	**81일간** (3.24~4.4, 5.25~6.16, 8.4~9.18)	
관심	세종보	**13일** (5.10~5.17, 6.14~6.17, 8.10)	**8일** (8.22~8.29)	**27일** (4.10, 6.23~7.7, 7.14, 7.18~7.20, 7.25~7.31)	**35일** (7.14~7.19, 8.27~9.7, 9.30, 10.13~10.18, 10.23~11.1)	**33일** (8.17~9.18)	**45일** (4.24~5.28, 6.16~6.25)
	공주보	**44일** (5.10~5.28, 6.7~6.11, 6.14~6.29, 8.9~8.10, 10.8~10.9)	**31일** (5.13~5.26, 8.16~8.29, 10.14~10.16)	**45일** (4.1~4.7, 5.19~5.25, 6.17~7.14, 7.21~7.23)	**51일** (6.9~6.17, 7.16~7.19, 8.20~9.16, 10.13~10.22)	**77일** (3.24~4.4, 5.25~6.16, 8.8~9.18)	**95일** (3.21~4.13, 4.27~5.22, 6.15~6.26, 8.10~8.16, 9.19~9.25, 10.12~10.30)
	백제보	**4일** (5.10~5.13)	**44일** (5.7~5.27, 6.3~6.6, 8.20~8.29, 10.14~10.16, 10.30~11.4)	**15일** (7.21~8.4)	**79일** (4.21~5.3, 5.18~6.1, 7.21~7.29, 8.25~10.5)	**38일** (8.4~16, 8.25~9.18)	**35일** (3.14~4.2, 7.27~8.3, 8.10~8.16)
주의	세종보	-	-	**9일** (7.8~7.13, 7.15~7.17)	**26일** (9.8~9.29, 10.19~10.22)	-	-
	공주보	-	-	**6일** (7.15~7.20)	-	-	-
	백제보	-	-	**6일** (7.15~7.20)	**12일** (8.13~8.24)	**8일** (8.17~8.24)	-
경계	세종보	-	-	-	-	-	-
	공주보	-	-	-	-	-	-
	백제보	-	-	-	-	-	-
심각	-	-	-	-	-	-	-

2. 수생태 현황 평가

가. 생태계 현황 평가

1) Ⅰ구역

◦ Ⅰ구역은 금산군(17.1㎞)에 해당되며, 비교적 생태환경현황이 타 지역에 비해 우수한 편에 해당되는 구간임

◦ 경관(정비사업 전 생태환경이 우수한 지역)

- 천내습지 제방 아래는 곳곳이 냉장고 등 대형 폐기물과 각종 생활, 건축, 영농 폐기물이 무단으로 투기되어 방치되어 있음
- 금강 본류와 만나는 금산 봉황천 합류점(대청지구) 둔치와 모래톱은 공사 후 둔치, 하도 내 관리 등 인위적인 간섭이 줄어들자, 식생이 복원되기 시작함

◦ 동·식물 현황

- 금산군 천내습지 구역에는 가시박이 매년 확산하고 있고, 둔치공원에 식재한 식물들을 덮을 정도임. 2017년에도 천내습지는 가시박 대 발생 지역임
- 금산 봉황천 합류점(대청지구)에서 멸종위기야생동물 2급인 삵이 확인되었고, 철새들이 찾아오고 있어 보호 조치가 시급히 필요함
- 천내습지 주변은 멸종위기종(1급) 두드럭조개 서식지이고, 멸종위기종(2급)이자 천연기념물 제201호 큰고니가 관찰되는 등 생물종다양성이 높은 곳으로서 습지보호지역 지정 등 보호 대책이 절실함

[그림 7-14] Ⅰ구역(금산 지역) 조사 결과

2) Ⅱ구역

◦ Ⅱ구역은(12.5㎞)으로 세종보 및 주변지역이 조사 주요 대상지역에 해당됨

◦ 시설(세종보)

- 세종보는 부실설계 논란을 이어가고 있고 2월과 10월에 수리점검을 받았으며, 매년 부실한 설계와 시공으로 관리비용만 낭비되는 대표적인 부실보임

- 둔치공원 시설과 배드민턴장, 농구장 등의 시설물은 관리가 매우 부족하고, 둑마루 및 자전거도로는 수시로 포장하거나 바닥이 균열되어 중간 중간 금이 가고 부서진 곳이 많으며, 이용객이 매우 적음

◦ 경관

- 장마기에 부유쓰레기가 넘쳐나고, 큰빗이끼벌레의 서식이 줄어들고, 바닥 펄층은 붉은깔다구와 실지렁이 서식은 확산되어가고 있음. 세종보 상류 전역으로 서식지역을 확장해 나가고 있음

- 세종시 구간 내 마리나 선착장 퇴적토 위로 녹조찌꺼기가 가득한 상태로 관찰되었음. 겨울철도 녹조가 유지됨. 2017년 2월 수리점검을 위해 수문을 개방한 시점에서도 세종보 상류는 녹조와 녹조사체가 바닥에 가득한 상태였음

◦ 동·식물 현황

- 수달과 고라니 등 다양한 동물서식 흔적을 찾을 수 있음. 2017년 11월에 천연기념물 제 228호인 2마리의 흑두루미가 다시 관찰됨. 흑두루미는 장남평야와 합강리를 월동지로 선택하여 머물렀던 점은 매우 의미 있음. 흑두루미의 경우 순천만을 제외한 다른 지역에서의 월동이 거의 없기에 보호 대책마련이 시급함

[그림 7-15] Ⅱ구역(세종 지역) 조사 결과

3) Ⅲ구역

◦ Ⅲ구역은(35.9㎞)으로 공주보 및 주변지역이 조사 주요 대상지역에 해당됨

◦ 시설(공주보)

- 백제보 수문 개방 후 수위가 낮아지자, 어천리 하중도 습지 등이 드러나고, 지류하천 합류점은 모래가 유입되고, 지류의 상대적으로 맑은 물이 본류로 들어오는 모습이 관찰되었으며, 공주보 아래 바닥보호공 등 시설물이 유실되고 세굴이 발생하였던 것이 확인되었음. 매년 보수 공사를 하였음에도 공사한 부분도 떨어져 나갔음이 확인됨

◦ 경관

- 공주시내 공산성 앞 수변공원은 초화류 식재와 홍수 등으로 2017년에도 유실이 반복되고 있으며, 관리되지 않은 둔치는 대부분 자연 천이가 진행 중임

◦ 동·식물 현황

- 우성면의 금강 우안 옥성리 둠벙 습지에서는 우리나라 자생식물 중 가장 잎이 큰 가시연꽃(멸종위기종 2급)이 자생하고 있는 것으로 확인되었음

- 공주 새들목에는 가시박이 유입되어 자라고 있는 한편, 둠벙에서는 수생식물인 희귀종 흑삼릉이 자생하고, 주변둔치에서 산림청 보호식물로 희귀종인 낙지다리가 자생하는 것으로 확인됨

- 공주보 시설 보행교에서 멸종위기야생동물 1급인 수염풍뎅이 사체가 관찰되었는데, 이는 금강에서 1999년 보고되어 기록된 이후로 18년 만에 관찰된 것임

[그림 7-16] Ⅲ구역(공주 지역) 조사 결과

4) Ⅳ구역

◦ Ⅳ구역은(24.2㎞)으로 백제보 및 주변지역이 조사 주요 대상지역에 해당됨

◦ 시설(백제보)

- 부여 지천 등 금강 곳곳 지류지천에서 역행침식 현상이 확인되었고, 금강-보령댐 도수로 취수구 오탁방지막 내 녹조가 발생함

- 백제보 상류 우안, 좌안의 수변공원과 세도면에 위치한 수변공원, 중정리 자전거스테이션, 수상공연장 등 이용객이 전혀 없으며, 이런 곳 중 일부는 관리가 되지 않음으로써 재자연화되는 현상을 발견할 수 있었음

◦ 경관

- 백마강교 아래에서 백마강 둔치 공원 조성공사 진행 중이며, 백제보 상·하류 1 ㎞ 낚시 금지 구역 내 낚시 흔적 및 쓰레기가 발견됨

- 부여 장하리에 폐준설선이 방치되어 있으며 녹이 많이 슬어 있음

- 6월부터 부여 웅포대교, 왕포천~금강 합수부, 장하리 제방 등에서 대규모 녹조가 발생하였고, 장마철에는 왕진교에 쓰레기섬이 생김

- 11월 세종보, 백제보 수문 개방으로 왕진교에 모래톱이 형성됨

◦ 동·식물 현황

- 웅포대교 우안 백제수상레저 시설물, 백제보 좌안 상류 수변공원 선착장에서 수달의 먹이활동 흔적과 삵의 배설물을 확인하였고, 백제보 상류 우안 수변공원, 왕진교 인근에서 붉은깔따구와 실지렁이가 발견됨

[그림 7-17] Ⅲ구역(공주 지역) 조사 결과

5) Ⅴ구역

◦ Ⅴ구역은(38.3 ㎞)으로 금강하굿둑에서 부여 웅포대교 주변지역이 주요 조사 대상지역에 해당함

◦ 경관

- 녹조현상이 심각한 수준으로 발생하였음. 녹조는 5월 말경부터 발생하였고, 8월에 가장 심했음. 올해도 금강변 전체적으로 녹조가 발생하였고, 와초리 등 금강 본류와 만나는 지류하천인 길산천, 광암천, 단상천 등 합류 지점에서 녹조 발생이 매년 반복되고 있음
- 금강대교 아래 하중도인 모래톱 등에 부유 쓰레기가 방치되고, 불법 어선이 방치됨

◦ 동·식물 현황

- 환경부 지정 생태계교란종 가시박 생육 면적이 금강생태공원, 서천군조류생태전시관 주변 둔치 준변, 옥포리, 망월리 천변, 도삼리 수변지역, 봉선지 등에서 매년 확장되는 추세로, 지역 단체들이 제거작업을 실시하였음
- 화양리 금강 본류와 수변구역 모래톱 주변에서 천연기념물 수달이 관찰됨
- 금강 본류에는 주로 기러기류가 많이 관찰되는데, 금강변 먹이환경이 개선되지 않고 있음. 볏짚 존치가 필요함. 꿩, 비둘기, 물닭, 솔새류, 오리류 등이 관찰되었고, 몇몇 곳에서 새둥지가 발견되었음. 2017년에는 천연기념물 제 201호이자 멸종위기종인 큰고니와 국제적인 취약종인 가창오리떼가 보이지 않고 있음

[그림 7-18] Ⅴ구역(부여·논산·서천) 조사 결과

나. 조(鳥)류 서식변화 실태 조사

1) 금강상류

◦ 금강상류 지역에 서식하는 월동조류는 2015년 일시적 증가 외에 큰 변화를 보이지 않음

◦ 일시적 증가는 인근 금강 지역의 서식지질 악화로 인한 일시적 이동에 의한 것이거나 제외지 내 습지의 질이 개선된 것에 의한 것인지 앞으로 지속적인 관찰이 필요할 것으로 보임

2) 금강중류

◦ 금강중류의 경우 주변 농경지와 제외지 내 습초지 공간이 부족한 구간이므로 오리기러기류의 서식이 타 지역과 비교해서 적은 편임

◦ 금강중류 지역에 서식하는 월동조류는 최근 8년간 지속적인 감소추세를 보이고 있음

◦ 특히 최고우점종인 청둥오리의 경우 급격히 감소하였으며 이는 먹이활동이 어려운 깊은 수심이 조성되고 또한 휴식 장소로 이용하는 하중도가 사라짐에 따라 서식지 질이 현저히 낮아진 이유에 의한 것으로 보임

◦ 반면 비오리의 경우 깊은 수심에서 잠수하여 어류를 주식으로 하는 종이므로 보 설치로 인해 조성된 정수구간으로 인해 서식 여건이 조성된 탓에 개체수가 증가한 것으로 보이며 2016년과 2017년 개체수가 감소한 것에 대해서는 아직 분명한 원인을 찾을 수가 없음

3) 금강하류

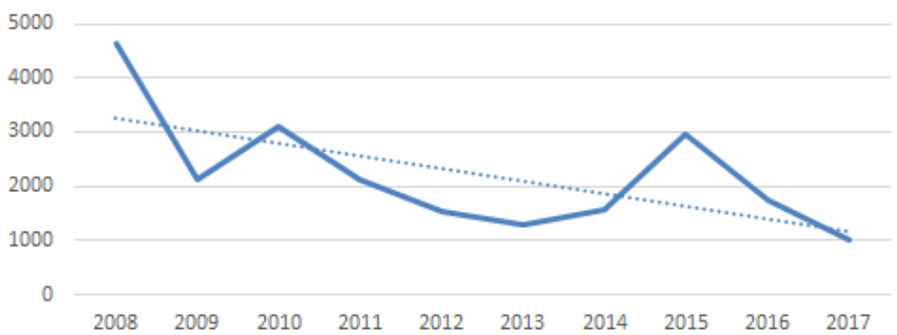
◦ 금강하류 지역의 월동조류 개체수를 볼 때 최근 13년간 지속적인 감소추세를 보이고 있음

◦ 특히 이 지역 최고 우점종인 청둥오리의 경우 2006년과 2007년을 기점으로 급격한 감소를 보이고 있음

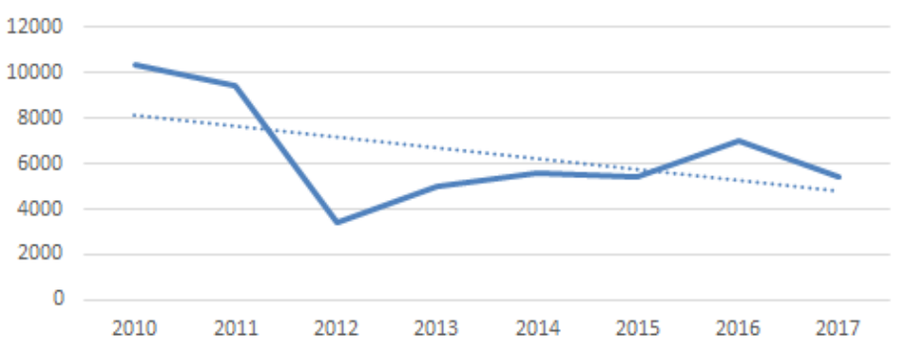
◦ 청둥오리의 경우 농경지의 낙곡과 하천변 얕은 수심의 공간의 수생식물을 주로 섭취하는 종이므로 수생식물과 농경지 내 낱알의 양이 줄어듦에 따른 변화인 것으로 보임

◦ 쇠기러기와 흰뺨검둥오리의 경우 개체수의 변화는 뚜렷하지 않으며 이는 금강을 휴식공간으로만 사용하며 제외지 환경 변화에 크게 영향을 받지 않기 때문인 것으로 보임

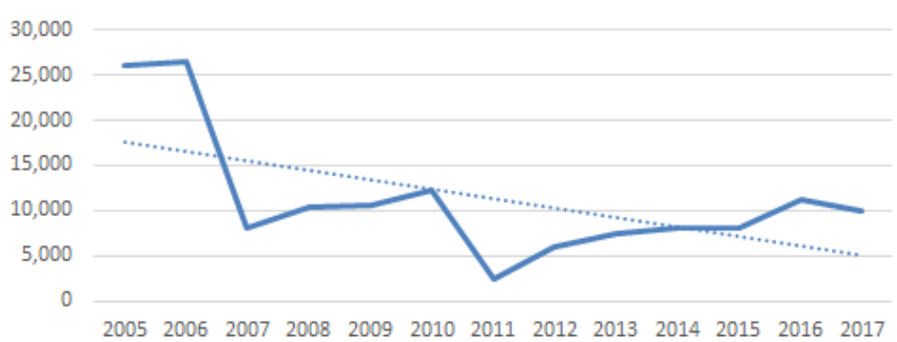
◦ 큰고니는 낮은 수심에서 수생식물을 취식하므로 먹이 공간 손실이 금강하류 큰고니 개체수 감소의 가장 큰 원인인 것으로 보이며 은폐막 역할을 하던 갈대밭이 제거됨에 따른 위협요인의 증가가 또 다른 요인으로 작용한 것으로 보임



[그림 7-19] 최근 10년간 금강상류 지역 월동 조류 개체수 변화 추이



[그림 7-20] 최근 8년간 금강 중류 지역 월동 조류 개체수 변화 추이



[그림 7-21] 최근 13년간 금강 하류 지역 월동 조류 개체수 변화 추이(가창오리 제외)

4) 주요 현황 및 문제점

◦ 보 건설 및 준설에 따른 환경변화

- 수심의 다양성 훼손 : 서식 공간 변화로 종다양성 감소
- 준설 : 번식지 및 휴식공간으로 중요한 하중도가 사라지고 수조류의 먹이공간인 수생식물이 사라짐

◦ 하천변 고수부지 내 공원 및 자전거도로 개설

- 서식지 면적의 감소와 완충공간이 사라짐에 따라 위협요인 증가

◦ 도시화로 인한 제내지 농경지 면적 감소

- 먹이 공간 및 먹이량의 감소

5) 조류 서식지의 복원을 위한 방안

◦ 하천 주변 서식지(습지) 조성, 하중도 제공

- 면적이 감소한 다양한 수심을 지닌 습지 형태의 서식지 조성이 필요하며, 하천변 휴경 농경지의 4계절 무논 조성을 통한 습지 제공이 가장 현실적임
- 수조류의 번식과 휴식처 제공을 위해 하천 내에 하중도를 제공하며 일부 보 개방을 통한 일정 수준의 하중도를 조성하고, 경우에 따라서는 번식 조류를 위한 '뜨는 인공섬' 조성도 고려해볼 필요가 있음

◦ 은폐식재 및 은폐소 제공, 먹이 공급

- 하천 서식지의 안정성을 확보하기 위해 자전거길 주변에 은폐식재 혹은 은폐막 설치가 필요하며 주요 먹이 공간 혹은 휴식처와 같은 공간 주변의 경우에는 설치가 필수적임
- 도심 주변 생태 체험 및 교육 활동이 이뤄지는 곳 또한 은폐소 설치도 필요함
- 습지 조류의 먹이제공을 위해 제외지 내 습지 혹은 제내지 조성된 서식지(무논)에 수생식물을 인공적으로 식재하여 먹이를 제공할 경우 서식지 질을 향상시킬 수 있음
- 겨울철 월동조류가 월동하는 시기에는 금강 주변 지역에 볍씨 제공을 통해 먹이량을 증대시킬 경우 보다 많은 개체수가 월동케 할 수 있음

다. 수생태계 건강성

1) 부착조류

◦ 환경부 수생태 건강성 관측 자료에서 부착돌말류의 과거 10년(2008년~2017년)간 금강본류 12개와 금강지류 11개로 총 23개소의 연간 2회씩 총 20회의 자료를 분석함

- 금강본류의 B금강33 지점과 금강지류의 조사주기는 매년조사에서 3년 이상의 조사시기로 변경되어 2017년에는 미조사 되었고 다음조사는 2019년에 있을 예정임

◦ 금강 본류와 지류에서 과거 9년간 조사된 부착조류의 종은 본류에서 매년 98~213종, 지류에서 84~173종이 조사되었으며, 조사구간 총 108~248종으로 이 중 35종은 매년 1회 이상 출몰하는 것으로 조사되었음

◦ 종수 변화는 금강본류의 경우 사업 전 일정수준을 유지하다가 1단계 모니터링 기간 동안 감소하는 경향을 보였고 2015년에 다소 증가추세를 보였으며, 금강지류의 경우 2008년 이후 계속 감소추세를 보이다 2015년부터 증가하는 경향이 나타남

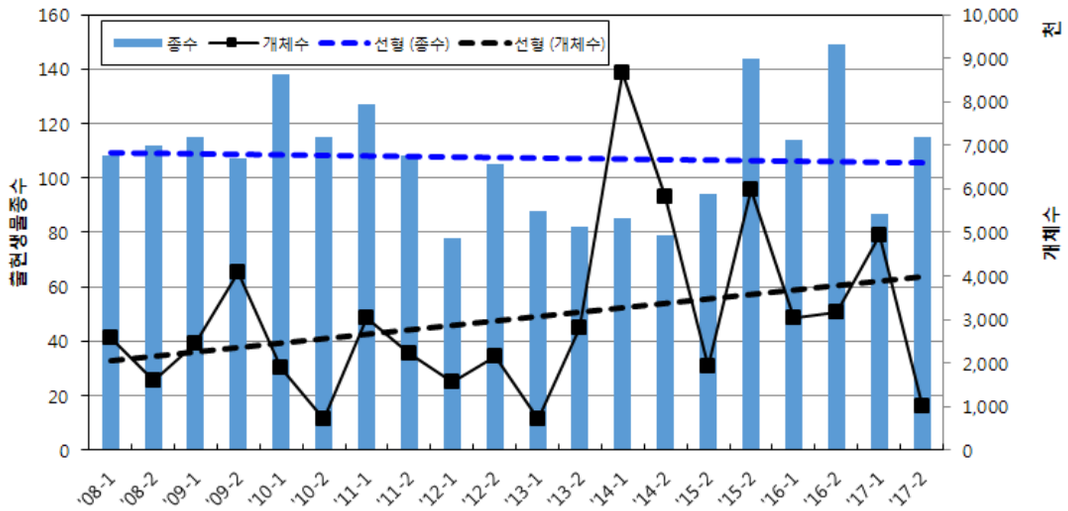
◦ 개체밀도 변화는 전체적으로 증가추세를 나타내고 있으며, 금강본류의 경우 2013년까지 낮은 개체밀도를 보이다가 2014년부터 증가추세를 보이며 회차별로 증감을 반복하고 있고, 2017년 2차 조사에서는 기존보다 낮은 개체밀도를 보임

◦ 금강지류의 개체밀도 변화는 회차별로 증감을 반복하고 있는 것으로 나타났으나, 대체로 증가하는 경향을 보이고 있으며, 2014년 2회차 및 2015년 2회차에 급격히 증가하여 평균 수치가 높아졌다가 2016년에 다소 감소한 것으로 나타남

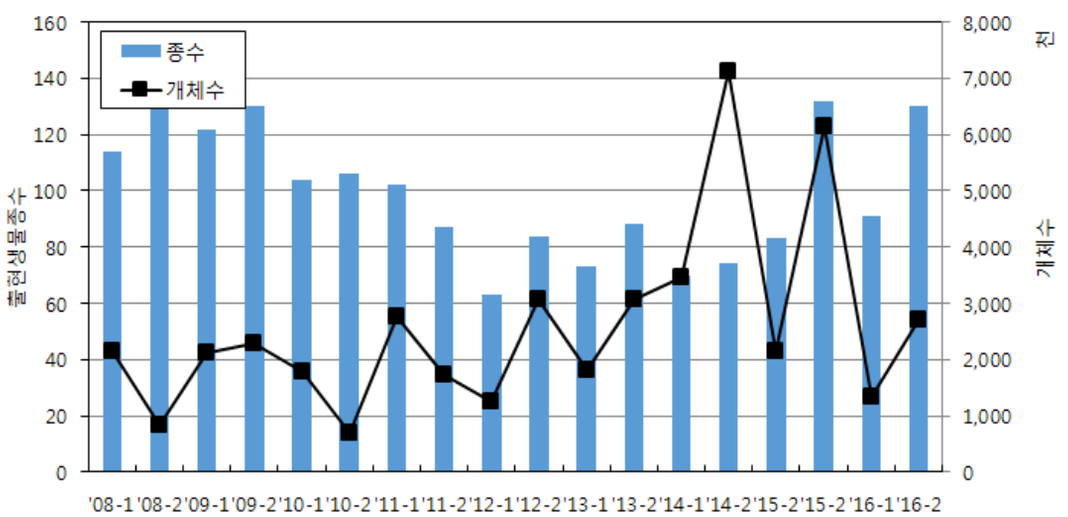
◦ 금강본류의 유하거리에 따른 단계별 관측 종수 변화는 1단계 모니터링의 경우 보 구간까지 일정한 수준을 유지하다 백제보 이후 감소하는 경향이 나타났고, 2단계 모니터링의 경우 1단계 모니터링에 비해 보 구간까지 많은 종수를 보이다 백제보가 설치 된 구간에서 관측 종수의 급격한 감소 현상이 나타남

◦ 개체밀도는 세종보 상류의 경우 사업전보다 오히려 개체밀도가 높게 나타났으나, 1단계 및 2단계 모니터링 시 세종보 이후 급격한 감소가 일어났고, 백제보 이후 다시 급격한 감소현상이 일어남. 2단계 모니터링 기간인 2016년의 경우 1단계에 비해 백제보 이후 개체밀도 감소가 더욱 급격하게 나타남

◦ 하천환경 변화로 종수의 급격한 감소 지역과 개체수의 급격한 감소 지역이 일부 상이하게 나타났으며, 이와 같은 부착조류의 종수와 개체밀도의 감소는 금강정비사업이 하천에 미치는 충격이 컸음을 보여주고 있음



[그림 7-22] 10년간 금강본류 부착돌말류 회차별 종수 및 개체수 변화



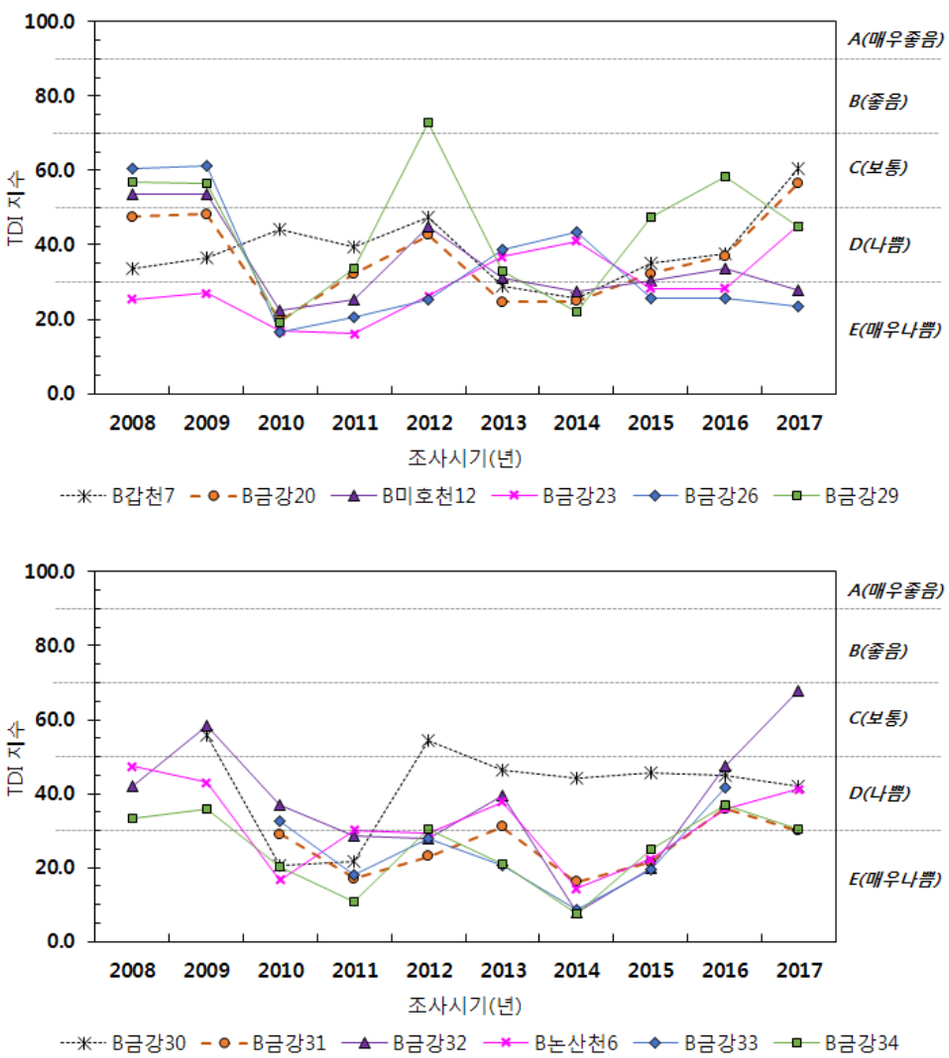
[그림 7-23] 9년간 금강지류 부착돌말류 회차별 종수 및 개체수 변화

◦ 금강본류 12개 지점의 과거 10년간 TDI 지수를 분석한 결과, 2008년과 비교하여 준설이 본격적으로 시작된 2010년 이후 모든 구간에서 TDI지수가 급격히 낮아진 후 증감을 반복하고 있으며, 백제보 상류에 위치한 왕진교 인근에 설정된 금강31 구간에서 가장 변화폭이 큰 것으로 나타났고, 미호천10과 금강하류인 금강33~금강37은 2014년에 감소하였다 증가추세를 보이는 것으로 나타남

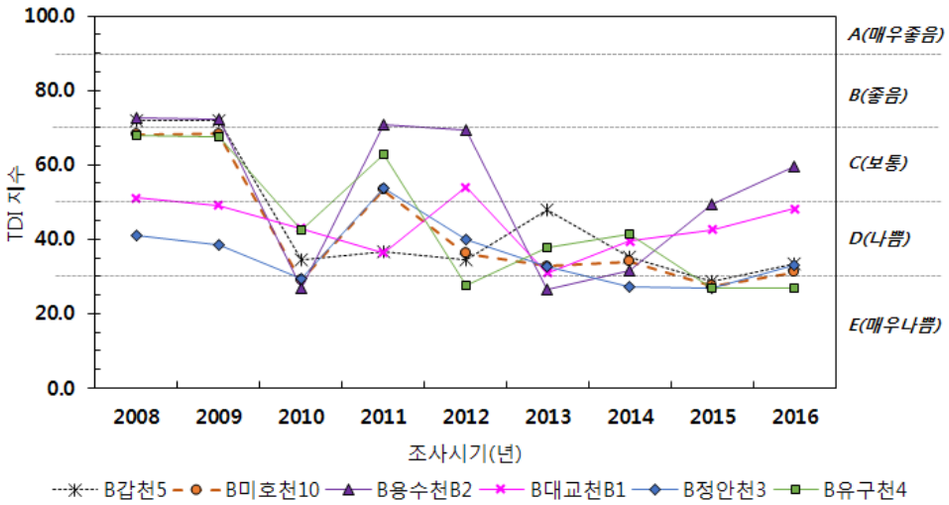
- 2017년의 경우 B갑천7, B금강20, B금강32 구간은 2016년에 비해 등급이 좋아진 것으로 나타났으나, B금강29, B미호천12 구간은 등급이 나빠진 것으로 나타남

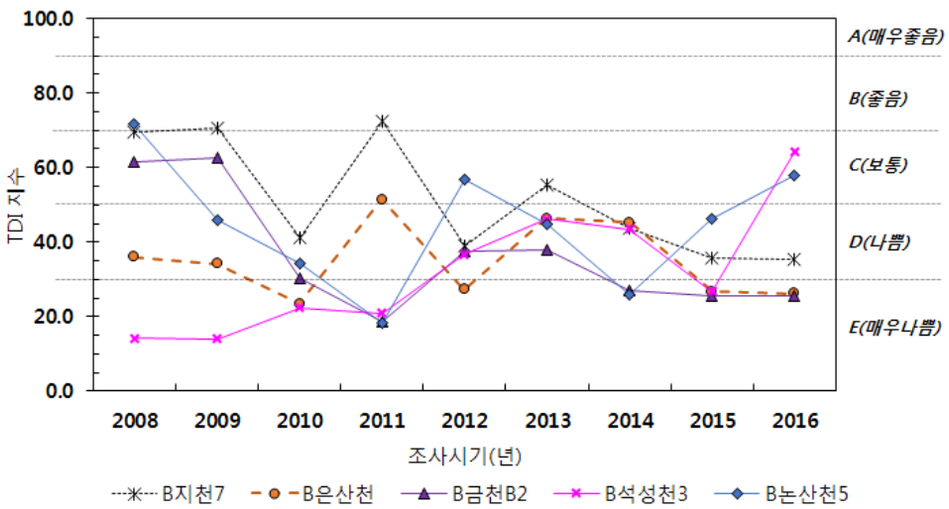
◦ 금강지류 11개소 지점의 과거 10년간 연간 2회씩 총 18회의 TDI 지수를 분석한 결과, B석성천3을 제외하고 2010년 이후 모든 구간에서 감소한 것으로 나타났으며, 이후 증감을 반복하는 것으로 나타났고, B석성천3의 경우 꾸준히 증가한 것으로 나타남

- 2016년의 경우 B용수천B2, B석성천3, B논산천5에서 'C(보통)' 등급으로 나타났으며, 다른 구간의 경우 'D(나쁨)'~'E(매우 나쁨)' 등급으로 건강성이 나쁜 것으로 조사됨



[그림 7-24] 10년간 금강본류 TDI 등급 및 지수변화





[그림 7-25] 9년간 금강지류 TDI 등급 및 지수변화

2) 저서성 대형 무척추동물

◦ 환경부 수생태 건강성 관측 자료에서 저서성 대형 무척추동물의 과거 9년(2008년~2016년)간 금강본류 12개와 금강지류 11개로 총 23개소의 연간 2회씩 총 20회의 자료를 분석함

- 금강본류의 B금강33 지점과 금강지류의 조사주기는 매년조사에서 3년 이상의 조사시기로 변경되어 2017년에는 미조사 되었고 다음조사는 2019년에 있을 예정임

◦ 금강 본류와 지류에서 과거 10년간 조사된 저서성 대형무척추동물의 종은 본류에서 매년 34~59종, 지류에서 40~79종이며, 조사구간 총 47~97종으로 이 중 12종은 매년 1회 이상 출몰하는 것으로 조사되었음

◦ 종수는 사업이후 1단계 모니터링 기간 동안 본류와 지류에서 모두 감소하는 경향을 보이다 2015년에 증가하였고, 개체밀도는 사업 전에 비해 1단계 모니터링 기간에 지속적으로 감소하여 낮은 상태를 유지하는 것으로 나타남

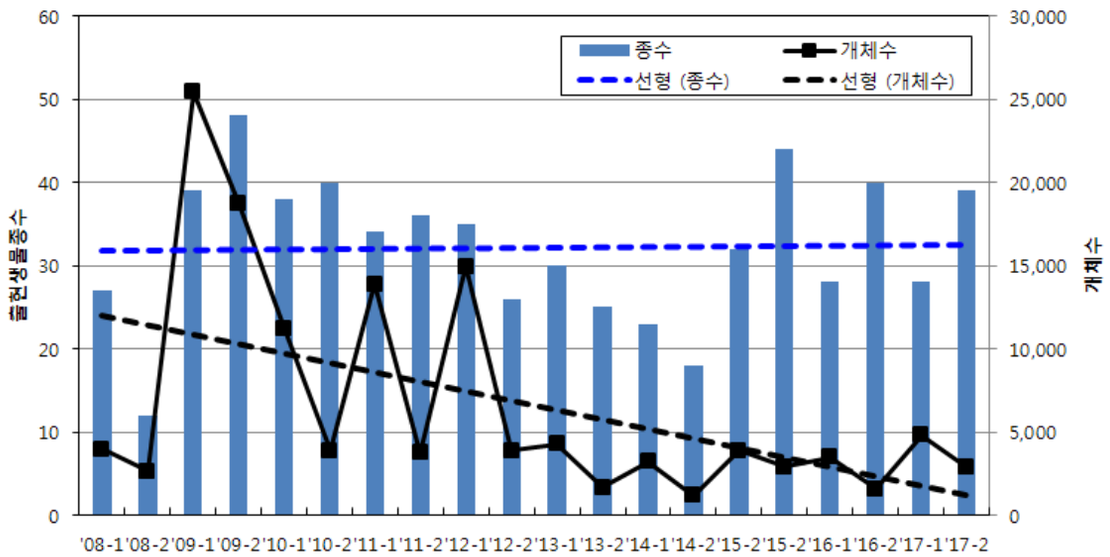
◦ 2016년 지류에서는 전년과 종수는 동일한데 비해 개체밀도는 절반가량 감소한 것으로 조사되었고, 2017년 본류에서는 전년에 비해 회차별 종수는 비슷하였으나 전체 종수는 감소하였고, 개체밀도는 약간 증가한 것으로 나타남

◦ 금강본류의 유하거리에 따른 저서성 대형무척추동물의 관측 종수 변화는 세종보와 백제보가 설치 된 구간에서 관측 종수의 감소 현상이 급격한 것으로 나타남. 이러한 감소현상은 1단계 모니터링부터 지속적으로 나타났으며, 특히 세종보가 위치한 구간의 경우 지속적인 감소를 보이고 있음

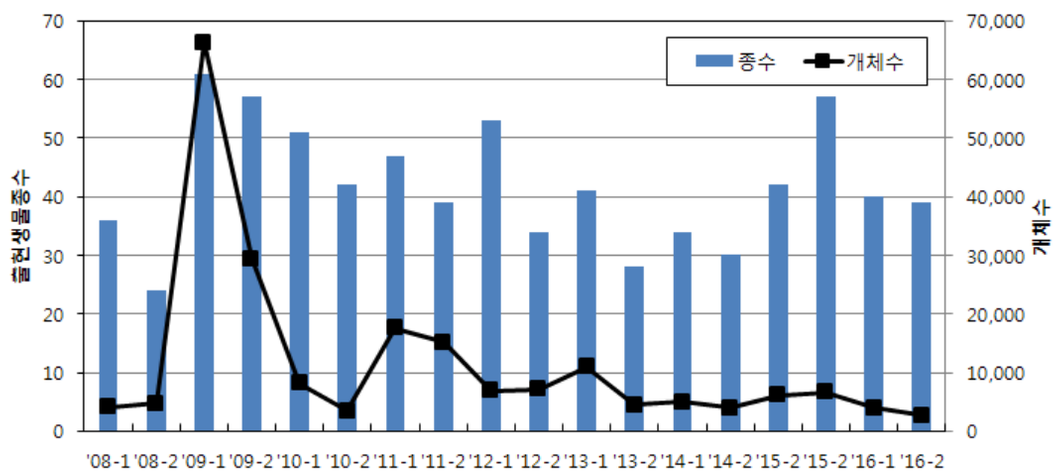
◦ 개체밀도도 마찬가지로 사업 이후 큰 감소가 있었으며, 감소폭은 보 구간을 지나면서 크게 나타났고, 1단계 모니터링 시보다 2단계 모니터링 시점인 2016년의 개체밀도가 더욱 감소한 것으로 나타남

◦ 하천환경 변화로 종수의 급격한 감소 지역과 개체수의 급격한 감소 지역이 일부 상이하게 나타났음

◦ 이와 같은 저서성 대형무척추동물 종수와 개체밀도의 감소는 금강정비사업이 하천에 미치는 충격이 컸음을 보여주고 있음



[그림 7-26] 10년간 금강본류 저서성 대형무척추동물 종수 및 개체수 변화



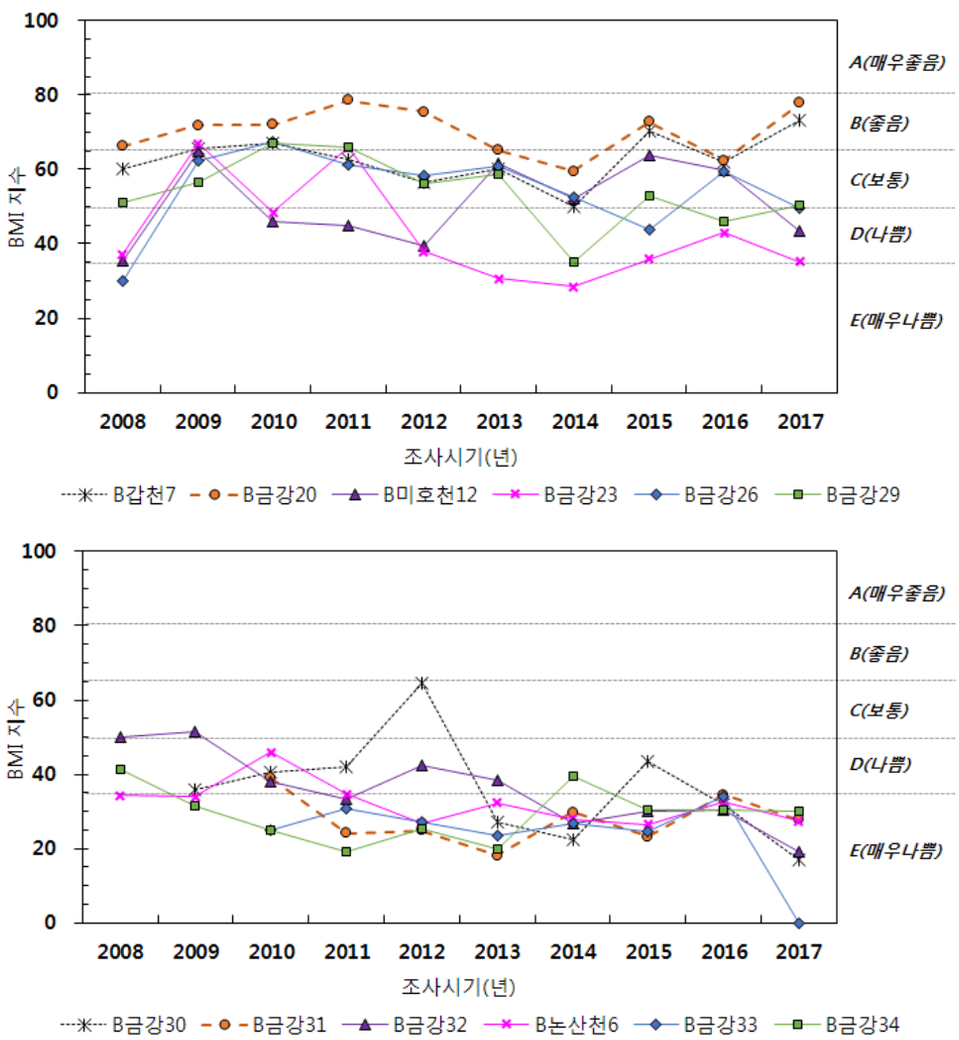
[그림 7-27] 9년간 금강지류 저서성 대형무척추동물 종수 및 개체수 변화

◦ 금강본류 12개소 지점의 과거 10년간 연간 2회씩 총 20회의 BMI 지수를 분석한 결과, 상류보다 하류의 건강성이 나쁜 등급에 많이 해당하였고 1단계 모니터링 기간 동안 대체로 증감을 반복하며 등급이 낮아지는 추세로 조사되었으며 2017년에는 B갑천7, B금강20, B금강29의 지수 및 등급이 높아진 것으로 나타남

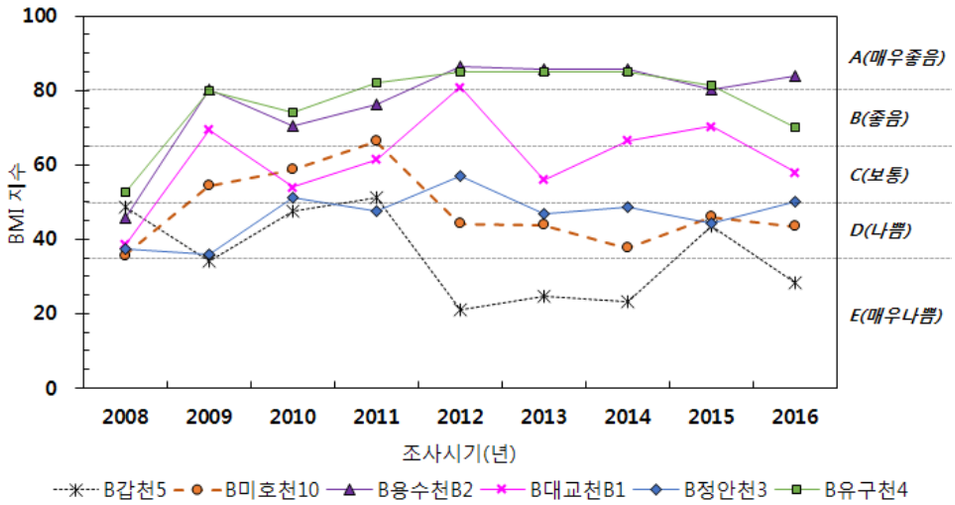
- 2017년 기준 금강 하류의 저서성 대형무척추 동물의 건강성은 'E(매우 나쁨)'으로 대체로 2016년에 비해 건강성이 나빠진 것으로 나타남

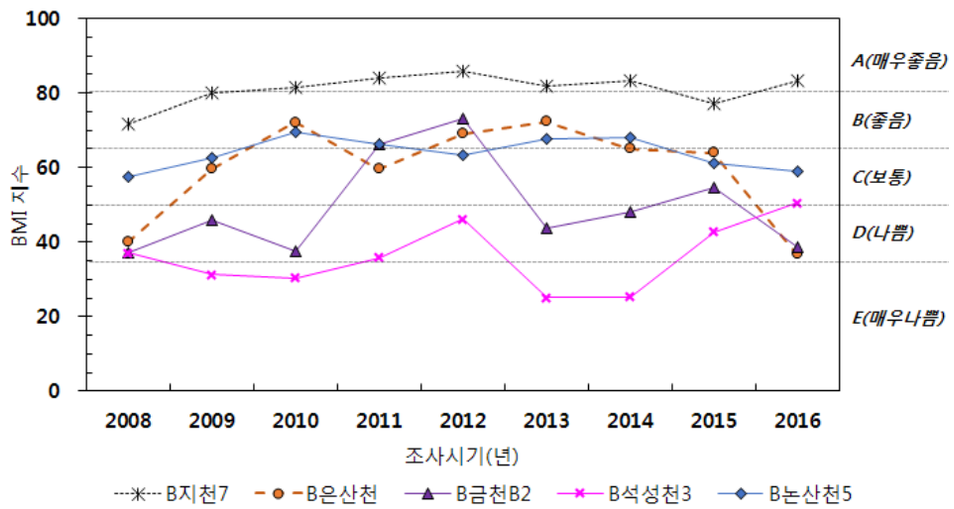
◦ 금강지류 11개소 지점의 과거 9년간 연간 2회씩 총 18회의 BMI 지수를 분석한 결과, BMI 등급은 증감을 반복하며 최근까지 다양한 등급으로 분포하고 있으며, B용수천B2, B유구천4에서 'A(매우 좋음)' ~ 'B(좋음)' 등급으로 사업 전 보다 건강성이 좋아진 것으로 나타남

- 2016년에는 B용수천B2, B유구천4, B지천7에서 'A(매우 좋음)' 등급으로 건강성이 좋은 곳으로 나타났으며, B갑천5, B미호천10, B은산천, B금천B2에서 'D(나쁨)'~'E(매우 나쁨)' 등급으로 건강성이 나쁜 것으로 조사됨



[그림 7-28] 10년간 금강본류 BMI 등급 및 지수변화





[그림 7-29] 9년간 금강지류 BMI 등급 및 지수변화

3) 어류

◦ 환경부 수생태 건강성 관측 자료에서 어류의 과거 10년(2008년~2017년)간 금강본류 12개와 금강지류 11개로 총 23개소의 연간 2회씩 총 20회의 자료를 분석함

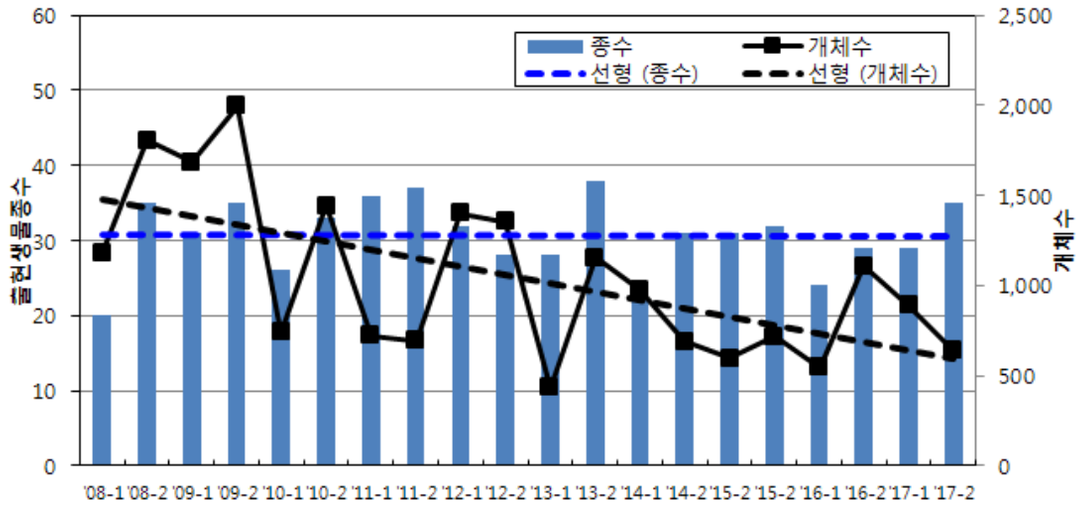
◦ 금강 본류와 지류에서 과거 10년간 조사된 어류의 종은 본류에서 58종, 지류에서 60종이며 조사구간 총 65종으로 이 중 35종은 매년 1회 이상씩 출몰하는 것으로 조사되었음. 따라서 본류와 지류사이에 종조성 차이는 없는 것으로 나타남

◦ 종수는 사업이후 1단계 모니터링 기간 동안 본류와 지류에서 모두 1~3종이 연간 증감을 반복하다가 2017년 본류에서는 전년에 비해 8종이 증가하고 개체수가 약간 늘었고, 지류에서는 1단계 모니터링 기간 동안 종수 및 개체수가 감소하다 2014년 기준으로 회복되는 경향이 나타남

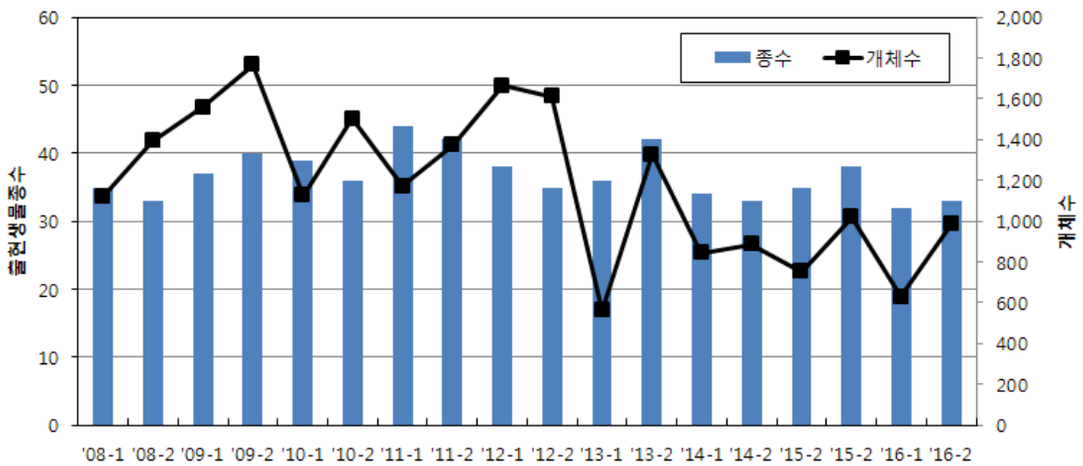
◦ 금강본류의 경우, 하류로 갈수록 종수가 감소하는 경향을 보였고, 1단계 모니터링 기간 동안 증감을 반복하고 있으며, 2013년부터 2017년까지 종수의 증감이 반복되고 있고, 개체수는 하류로 갈수록 감소하는 추세이고 사업이후 1단계 모니터링 기간 동안 감소하며 2016년까지 감소하는 경향을 보였으나, 2017년에는 대부분의 하천에서 증가하였음

◦ 금강지류의 경우, 사업이후 1단계 모니터링기간 동안 종수가 감소하다가 2015년 B석성천3, B논산천5를 제외한 대부분의 지점에서 전년에 비해 증가하였으며 2016년까지 비슷한 수준을 보이는 것으로 조사되었고, 개체수는 상류의 지류지점이 하류에 위치한 지류지점 보다 더 많은 것으로 분석되었고 사업 전 2009년에 B대교천B1에서 675개체로 많은 수가 조사되었지만, 사업 이후 꾸준히 감소하는 추세를 보임

◦ 금강본류의 유하거리에 따른 어류의 연별 종수 및 개체수 변화를 살펴보면, 종수의 경우 1단계 모니터링 기간 동안 평균종수가 사업 전에 비해 감소하였으며 2017년에는 백제보 하류 구간의 일부 지점을 제외한 대부분의 지점에서 1단계 보다 증가하였으며, 미조사지점을 제외한 모든 지점에서 2016년도보다 증가하였음. 개체수의 경우, 2016년의 개체수는 모든 지점에서 사업 전에 비해 감소하였으며 2017년도 조사 결과는 2016년도의 결과보다는 증가하였으나 사업 전에 비해 여전히 감소하였음



[그림 7-30] 10년간 금강본류 어류 종수 및 개체수 변화



[그림 7-31] 9년간 금강지류의 어류 종수 및 개체수 변화

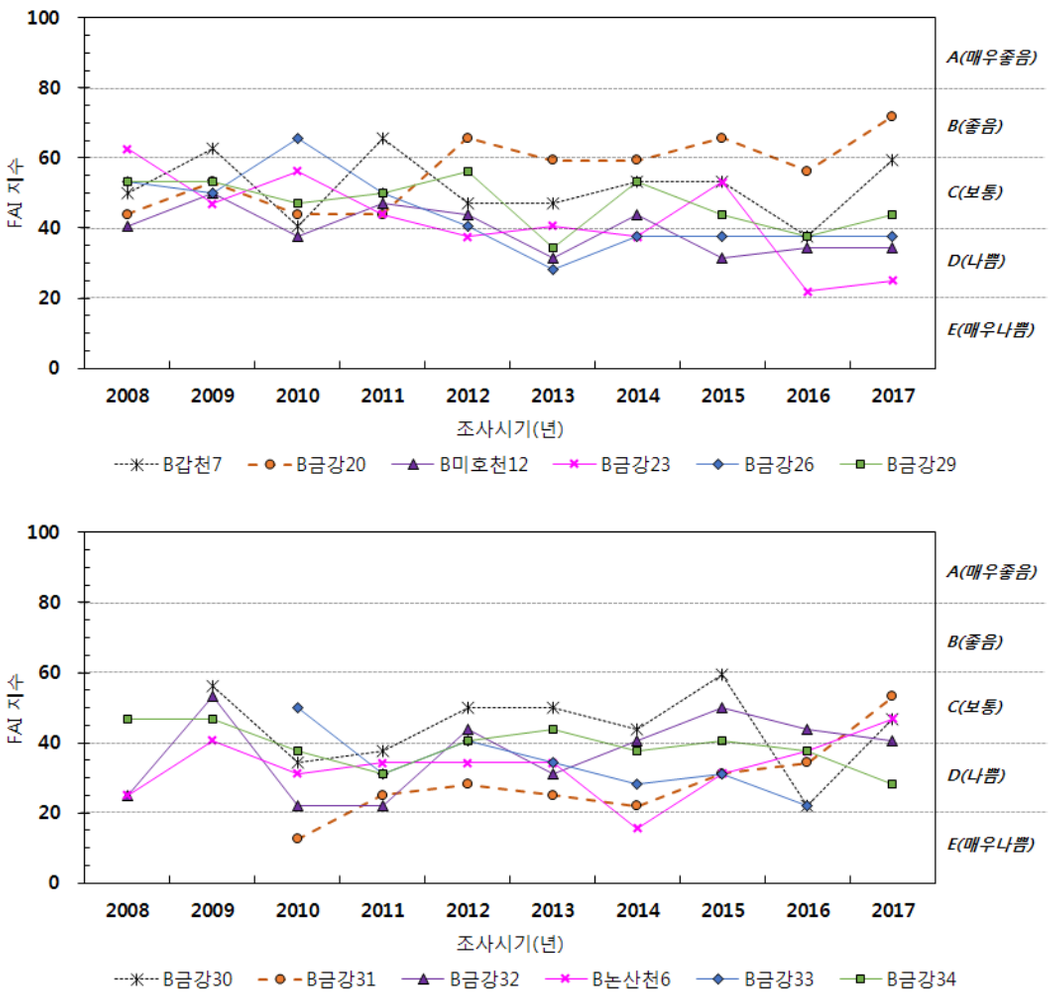
◦ 금강본류 12개소 지점의 과거 10년간 연간 2회씩 총 20회의 FAI 지수를 분석한 결과, 상류보다 하류의 건강성이 나쁜 등급에 많이 해당하였고 1단계 모니터링 기간 동안 증감을 반복하며 동급을 유지하는 추세로 조사되었으며 2017년에는 전년보다 지수가 높아져서 등급이 상승하여 건강성이 회복되었음

- 2010년 금강33과 2014년 논산천05에서 'E(매우 나쁨)'으로 조사되어 건강성이 매우 악화된 시기가 있었음

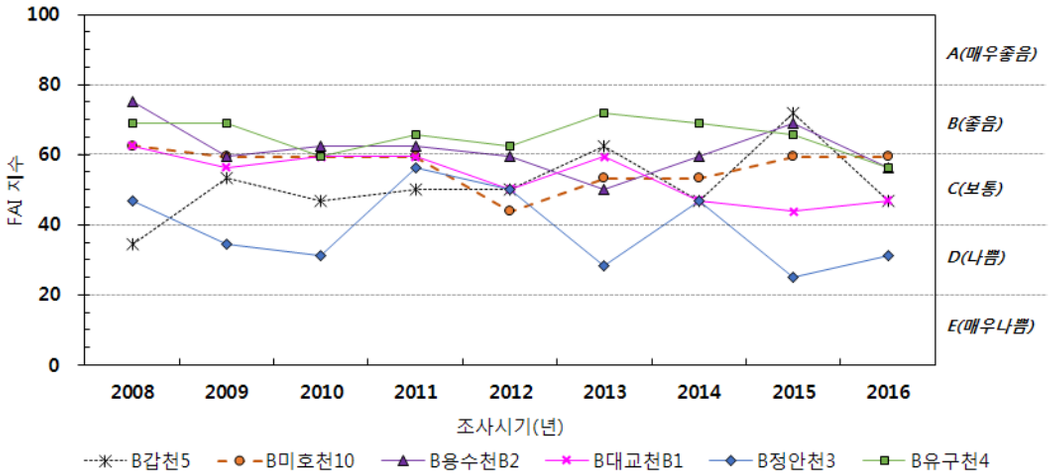
◦ 금강지류 11개소 지점의 과거 9년간 연간 2회씩 총 18회의 FAI 지수를 분석한 결과, 사업전과 비슷한 수준으로 증감을 반복하며 최근까지 다양한 등급으로

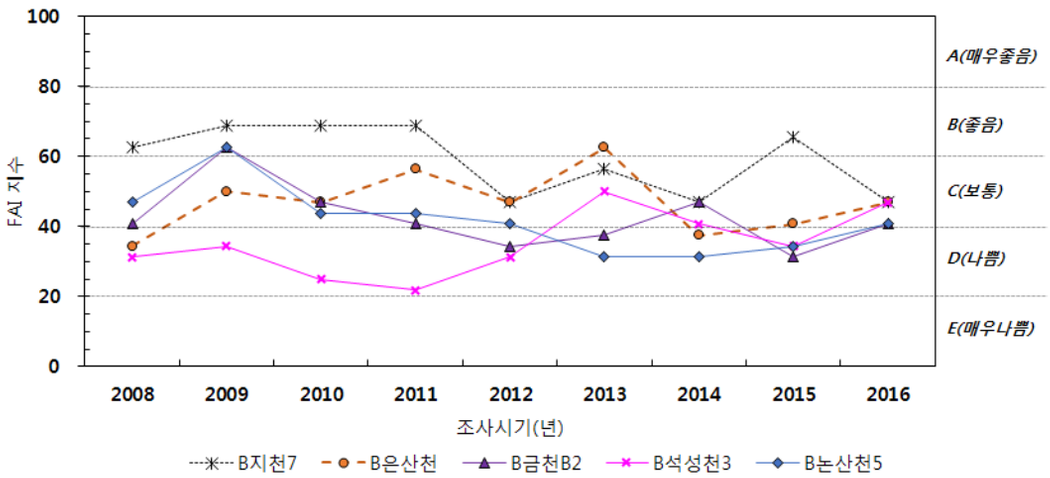
분포하고 있으며 B유구천4, B지천7에서 평균 'B(좋음)'등급으로 다른 지점보다 건강성이 좋은 반면, B정안천3, B석성천3에서 평균 'D(나쁨)'등급으로 건강성이 나쁜 것으로 조사됨

◦ 2017년 금강 본류 및 지류의 FAI지수를 분석한 결과 지점에 따라 'D(나쁨)'~'B(좋음)'의 등급으로 분포하며 본류와 지류 모두에서 평균 'C(보통)'으로 지점간의 건강성에 대해 편차가 존재하는 것으로 조사되었음



[그림 7-32] 10년간 금강본류 FAI 등급 및 지수변화





[그림 7-33] 9년간 금강지류 FAI 등급 및 지수변화

3. 하상변화 평가

가. 보 상·하류부

1) 세종보

◦ 세종보의 2016년부터 2017년까지 1년간 상·하류 인근의 하상변화를 분석한 결과 평균 0.029 m 퇴적되었음

◦ 또한, 보 상·하류 세굴과 퇴적부피 합계를 비교한 결과 상류 1,000,658 ㎥ 퇴적, 하류 451,445 ㎥ 퇴적되어 전체적으로 1,452,103 ㎥ 퇴적되었고 보 직하류 및 교량인근에서만 세굴이 진행되고 있음

2) 공주보

◦ 공주보의 2016년부터 2017년까지 1년간 상·하류 인근의 하상변화를 분석한 결과 평균 0.228 m 퇴적되었음

◦ 또한, 보 상·하류 세굴과 퇴적부피 합계를 비교한 결과 상류 229,831 ㎥ 퇴적, 하류 54,697 ㎥ 퇴적되어 전체적으로 354,528 ㎥ 퇴적되었고 보 하류보다는 상류에서 더 큰 퇴적이 진행되고 있음

3) 백제보

◦ 백제보의 2016년부터 2017년까지 1년간 상·하류 인근의 하상변화를 분석한 결과 평균 0.175 m 퇴적되었음

◦ 또한, 보 상·하류 세굴과 퇴적부피 합계를 비교한 결과 상류 137,926 ㎥ 퇴적, 하류 70,580 ㎥ 퇴적되어 전체적으로 208,506 ㎥ 퇴적되었고 보 직하류에서 일부 세굴이 진행되고 있음

[표 7-3] 보 상·하류 2016년~2017년 하상변화(EL. m)

	세종보		공주보		백제보	
	보상류	보하류	보상류	보하류	보상류	보하류
평 균(m)	0.0732	-0.0152	0.2324	0.2229	0.1387	0.2105
최대변위(m)	3.8775	4.0598	5.8807	2.8664	5.3932	10.9228
최소변위(m)	-10.8578	-7.9407	-3.4847	-8.3852	-6.4277	-3.6031
표준편차(m)	0.5315	0.8977	0.5458	0.4662	0.3884	0.5200
퇴적부피(㎥)	1,025,420	482,310	392,846	71,224	208,522	101,520
세굴부피(㎥)	-24,763	-30,865	-93,015	-16,527	-70,597	-30,939
퇴적, 세굴 합 계(㎥)	1,000,658	451,445	299,831	54,697	137,926	70,580

4. 하상 퇴적물 평가

◦ 입도 측정결과, 세종보 0.8~4.9 ㎜, 공주보 1.8~4.9 ㎜, 백제보 0.6~2.5 ㎜로 나타남

◦ 함수율 측정결과, 세종보 20.50~34.30%, 공주보 18.60~39.50%, 백제보 18.90~23.10%로 나타남

◦ 완전연소가능량 측정결과, 세종보 0.84~4.88%, 공주보 0.38~14.81%, 백제보 0.58~8.49%로 나타남

◦ COD_{sed} 농도 측정결과, 세종보 0.13~0.78%, 공주보 0.03~0.77%, 백제보 0.06~0.21%로 나타남

◦ 총 질소 농도 측정결과, 세종보 125~1,363 ㎎/㎏, 공주보 59~1,532 ㎎/㎏, 백제보 170~443 ㎎/㎏로 나타남

◦ 총 인 농도 측정결과, 세종보 186~779 ㎎/㎏, 공주보 104~1,086 ㎎/㎏, 백제보 129~670 ㎎/㎏로 나타남

◦ 수용성인 농도 측정결과, 세종보 불검출~10.1 ㎎/㎏, 공주보 불검출~11.2 ㎎/㎏, 백제보 불검출~8.1 ㎎/㎏로 나타남

◦ C/N비 분석 결과, 최대값으로 세종보 8.4, 공주 8.8, 백제보 8.8로 나타남

◦ 세종보, 공주보, 백제보에 있어서 2013~2015년(1단계)부터 2016~2017년(2단계)까지의 변화 경향을 분석함

- 세종보-1 지점의 경우 유기물(완전연소가능량)이 1단계 조사 평균값에 비해 약 3배가량 증가하였음
- 공주보는 세종보와 같이 상류 구간에서 대체적으로 오염현상이 증가하는 경향을 보이고 있는 한편 하류구역에서 일부 지표항목(COD_{sed}, TP)의 오염 증가를 보였으나 대부분의 지표항목에서는 시간적 오염 증감 변화는 나타나고 있지 않음
- 백제보는 세종보 및 공주보와 비교해서 공간적·시간적 오염 변화 특성은 뚜렷하지 않으며 농도 또한 낮게 나타나고 있음

◦ 미국환경보호국(EPA)의 유기물오염기준에 의하면 강열감량은 대체로 상류 구역에서 중간 및 심한오염 수준이며 COD_{sed}는 설정하고 있지 않음

- 세종보의 강열감량(%) 및 COD_{sed}(%) 농도는 각각 2013년 1차(1.24~8.91%, 0.3~10.1 ㎎/g), 2013년 2차(0.87~8.67%, 0.4~11.8 ㎎/g), 2015년 2차(0.54~8.36%, 1.4~12.9 ㎎/g), 2016년 1차(0.79~7.19%, 1.4~9.0 ㎎/g) 시기의 지점 2, 3에서 중간오염 및 심한 오염 기준치에 달하는 값을 보이고 있으나 1단계 평균값은 지점 3에서만 중간오염에 해당하는 값을 보임

- 공주보 상류 구간(1, 2, 3)에서의 강열감량(%)은 1단계 평균값에서 6.04~6.99(%)로 중간오염 기준치를 초과하였으며, 2016년 1차 조사에서는 1, 2, 3 지점에서 10.37~13.65(%), 2017년 1차 조사에서는 0.38~14.81(%)로 2016년보다 평균값에서 0.69~5.86(%)로 낮은 수치를 보였으나 2016년과 같이 상류 구간에서 심한오염 기준치를 초과하였음

- 백제보에서는 전체적으로 비오염 수준을 보이고 있음

◦ 4대강 하구역의 퇴적물 오염 현황(강열감량), 즉 한강 둑 상류에서 3.1~11.1%, 낙동강 둑 상류에서 1.1~10.4%의 값[1)]을 보이고 있는 것과 비교해 봐도 결코 낮은 값이 아님을 알 수 있음

◦ 모니터링 조사 지점에 있어서 세종보, 공주보, 백제보의 지점 간 공간적 특성을 보면 보를 중심으로 상류 구역(1,2,3지점)과 하류 구역(4,5지점)으로 구분 할 수 있는데 세종보 및 공주보의 상류구역에서 특히 오염현상이 두드러지게 나타나고 있음

◦ 조사 기간 중에 대체적으로 상류가 하류지역보다 유기물 및 영양염류 등의 오염물질이 퇴적되고 있으며 그 원인은 식물플랑크톤과 같은 내부생산에 의한 가능성이 높은 것으로 판단됨

◦ 이러한 이유로는 상류로부터 부하되는 오염물질(유기물 및 영양염류)이 보에 의해 저류되면서 내부적으로 분해 및 용출과 같은 메커니즘을 통해 한층 더 내부생산 속도를 가속화시키고 생산된 유기물들이 막힘 현상에 의해 유속이 느려지면서 퇴적 현상이 상류 구역으로 가속화 된 원인에 의한 것으로 판단됨

◦ 일반적으로 입도 사이즈가 적을수록 유기물 등의 함량이 일반적으로 높게 나타나지만 백제보인 경우 상·하류 간 농도차이가 세종보 및 공주보에 비해 매우 적은 특성을 보이는 것으로 나타나며 이에 대해서는 차후 계속적인 퇴적물 모니터링 조사 통해 퇴적물의 물리·화학적 특성을 좀 더 조사 및 연구가 필요할 것으로 판단됨

1) 국토해양부, 2011

5. 지하수 수위 현황 평가

◦ 지하수위는 매년의 강수량, 강우집중시기, 지하수 이용 등에 크게 영향을 받으며, 수십 년간의 장기자료가 아닌 중기자료를 평가하는 경우 이러한 영향을 더욱 크게 받을 수 있음

◦ 또한 금강정비사업의 영향을 거의 받고 있지 않았던 세종부강(청원부용)(암반, 충적) 지점에서 사업 전에 비해 1단계 모니터링 기간 동안 평균 0.52 m의 수위가 하강하였고 2017년에도 평균 0.44 m 하강하였으며, 이는 강수량이나 지하수 이용량의 연관에 더하여 금강정비사업의 영향을 받았을 개연성이 있음

◦ 10년간 큰 폭으로 지하수위 변동이 관측되어 금강정비사업의 영향을 받는 것으로 추정되었던 공주1(암반)(1.01 m 하강), 공주탄천(암반)(0.81 m 상승)은 앞으로도 지속적으로 변동될 것으로 판단됨

[표 7-4] 연별 지하수위 변화 관측결과 평가(EL. m)

위치	관측 지점명	사업전 (2007년~ 2009년)	1단계 (2012년~ 2015년)	단계변화 (1단계- 사업전)	2단계 (2016년)	2단계 (2017년)	단계변화 (2단계- 1단계)
세종보 상류	세종부강(청원부용)(암반)	17.50	17.00	▼ 0.50	16.63	16.56	▼ 0.44
	세종부강(청원부용)(충적)	17.50	16.96	▼ 0.54	16.53	16.55	▼ 0.41
공주보 직하류	공주1(암반)	7.11	6.19	▼ 0.92	6.24	6.10	▼ 0.09
백제보 상류	공주탄천(암반)	4.40	5.59	△ 1.19	5.48	5.21	▼ 0.38
백제보 하류	부여부여(암반)	7.05	7.13	△ 0.08	7.06	7.05	▼ 0.08
	부여부여(충적)	2.10	1.95	▼ 0.15	1.94	1.96	△ 0.01
	부여양화(암반)	2.00	1.79	▼ 0.21	2.05	1.99	△ 0.20

※ 출처 : 국가지하수정보센터(https://www.gims.go.k)

※ 참고 : 2017년 자료는 국가지하수정보센터에서 공개하는 실시간 관측자료(일평균)로 검·보정되지 않았으며 2018년에 자료를 공개할 예정

참여 연구진

공동연구책임	이 상 진	충남연구원 환경생태연구부 선임연구위원
	허 재 영	충남도립대학교 총장

내부연구진

백 승 희	충남연구원 환경생태연구부 연구원
노 선 희	충남연구원 환경생태연구부 연구원
김 영 일	충남연구원 물환경연구센터 연구위원
정 옥 식	충남연구원 환경생태연구부 연구위원
이 상 신	충남연구원 기후변화대응연구센터 책임연구원
신 우 석	충남연구원 물환경연구센터 책임연구원
오 용 준	충남연구원 지역도시연구부 연구위원

외부연구진

유 진 수	금강유역환경회의 사무처장
최 병 조	금산참여연대 사무국장)
김 억 수	(사)서천생태문화학교 상임이사
이 경 호	대전환경운동연합 정책기획국장
양 준 혁	대전충남녹색연합 녹색사회국 간사

수질 및 퇴적물 분석

김 준 겸	충청남도보건환경연구원 환경조사과 과장
이 택 중	충청남도보건환경연구원 환경조사과 환경연구사
홍 현 미	충청남도보건환경연구원 환경조사과 환경연구사
김 증 운	충청남도보건환경연구원 환경조사과 환경연구사
김 흥 락	충청남도보건환경연구원 환경조사과 환경연구사
나 은 경	충청남도보건환경연구원 환경조사과 환경연구사
안 지 원	충청남도보건환경연구원 환경조사과

자문위원

안 광 국　　충남대학교 생물과학과 교수

강 형 식　　한국환경정책·평가연구원 물환경연구실장

김 좌 관　　부산가톨릭대학교 환경공학과 교수

박 재 현　　인제대학교 토목도시공학부 교수

행정책임 및 지원

충 청 남 도 기후환경녹지국 물관리정책과

세종특별자치시 환경녹지국 환경정책과

대 전 광 역 시 환경녹지국 맑은물정책과