

금강정비사업 이후 수환경모니터링

〈 2차년도 보고서 〉

2013. 10



충청남도
Chungcheongnam-do



세종 특별자치시



충남발전연구원
Chungnam Development Institute

차 례

제1장 연구 개요	1-1
1. 과업의 목적 및 범위	1-1
가. 과업의 목적	1-1
나. 2차년도 과업의 기본방향	1-1
다. 과업 기간	1-1
라. 조사 범위	1-2
마. 연구 추진경과	1-3
2. 금강유역 일반현황	1-4
가. 금강유역 현황	1-4
나. 수계의 구성	1-8
다. 주요시설물 현황	1-10
3. 금강정비사업 개요	1-13
가. 금강정비사업 주요내용	1-13
나. 금강정비사업 구간	1-16
4. 금강 모니터링의 필요성	1-17
가. 연구배경	1-17
나. 국가 수질 모니터링 체계	1-21
5. 1차년도 연구 결과	1-29
가. 수질 평가	1-29
나. 생태계 변화관찰 결과	1-30
다. 생태 모니터링 중요지점 발굴	1-33
라. 하상변화 평가	1-34
마. 환경영향평가 협의사항 이행평가	1-37
6. 2차년도 조사·연구 방법	1-39
가. 수질 모니터링	1-39
나. 수변생태 모니터링	1-40
다. 하상·퇴적토 모니터링	1-41
라. 지하수 모니터링	1-42

가. 조사 및 정리	3-82
나. 사고의 개요	3-82
다. 금강 물고기 집단폐사 일지	3-83
라. 폐사 규모와 어종	3-88
마. 금강 물고기 집단폐사 원인 분석	3-93

제4장 하상 모니터링 4-1

1. 하상변동	4-1
가. 하상	4-1
나. 하상저하	4-4
다. 하상상승	4-4
라. 인위적인 하상 변화 요인	4-5
2. 보(Weir)	4-7
가. 보의 정의	4-7
나. 설치목적에 따른 분류	4-8
다. 구조와 기능에 따른 분류	4-8
라. 평면형상에 따른 분류	4-10
마. 보의 형식	4-10
바. 금강 3개 보	4-11
3. 하상관리 계획 검토	4-13
가. 준설 계획	4-13
나. 저류량	4-14
다. 유출특성 변화	4-14
4. 하상변화 조사	4-19
가. 조사 구간 설정	4-19
나. 측량 방법	4-23
다. 측량 결과	4-30
라. 하상 분석 결과	4-33
마. 하상 변화 평가	4-57
5. 지류하천 역행침식 조사	4-63
가. 금강정비사업의 하상유지 계획	4-63
나. 역행침식의 특성	4-66

다. 조사 구간	4-67
라. 조사 방법	4-67
마. 조사 결과	4-68
바. 역행침식 발생 현상 평가	4-83
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
제6장 지하수 수위 모니터링	6-1
1. 지하수 수위 측정망	6-1
2. 금강변 수위 관측지점 현황	6-1
가. 대수층별 지하수 특성	6-1
나. 금강변 관측망 현황	6-2
3. 금강변 지하수 수위 조사 결과	6-4
4. 지하수 수위 변화 모의	6-10
가. 모의방법	6-10
나. 모의결과	6-13
5. 관측·모의 비교평가	6-15
제7장 중·하류 우수이용 현황 평가	7-1
1. 평가 목적	7-1
2. 평가 방법	7-1

3. 농업용 양수시설 운영 현황	7-2
4. 농업용수 양수현황 분석	7-6
가. 연간 양수량 변화	7-6
나. 월간 양수량 변화	7-13
5. 중·하류 수자원이용 평가	7-39

제8장 환경영향평가 협의사항 이행평가 8-1

1. 환경영향평가 공구별 협의내용	8-1
가. 1·2공구(서천·익산지구)	8-1
나. 4공구(장암지구)	8-3
다. 5공구(부여지구)	8-3
라. 8공구(대청지구)	8-4
2. 환경영향평가 항목별 협의내용	8-4
가. 전체 공구 공통의견	8-4
나. 3공구(강경지구)	8-14
다. 6·7공구(청남·공주지구)	8-21
라. 행복지구	8-30
3. 환경영향평가 협의내용 이행여부 평가	8-33
가. 1·2·4·5·8공구(서천·익산·장암·부여·대청지구)	8-34
나. 3공구(강경지구)	8-37
다. 6·7공구(청남·공주지구)	8-38
라. 행복지구	8-41

제9장 2차년도 모니터링 결과 9-1

1. 수질 현황 평가	9-1
가. 금강 본류 수질 평가	9-1
나. 탁수발생 현황 평가	9-13
2. 수생태 현황 평가	9-17
가. 생태계 현황 평가	9-17
나. 조류·어류 서식현황	9-22

표 차례

[표 1-1] 금강유역의 형상적 특성	1-5
[표 1-2] 금강유역의 토지이용 현황	1-6
[표 1-3] 금강수계 하천 현황	1-8
[표 1-4] 금강유역내 주요댐 및 저수지	1-10
[표 1-5] 대청댐 제원	1-10
[표 1-6] 용담댐 제원	1-11
[표 1-7] 용담댐 제원	1-12
[표 1-8] 금강정비사업의 개요	1-14
[표 1-9] 4대강 살리기사업을 통한 수자원 확보계획량	1-15
[표 1-10] 일반 및 총량측정망 조사항목, 회수, 시기 현황	1-23
[표 1-11] 자동측정망 측정지점 및 측정항목의 선정기준	1-23
[표 1-12] 금강수계 국가하천측정망 지점 현황	1-25
[표 1-13] 금강수계 자동측정망 운영현황	1-28
[표 1-14] 보 설치에 따른 유출시간 변화	1-35
[표 1-15] 보 설치에 따른 구간 평균유속 변화	1-35
[표 1-16] 금강본류 하상단면 검토결과	1-37
[표 2-1] 환경부 일반측정망	2-2
[표 2-2] 환경부 총량측정망	2-4
[표 2-3] 환경부 일반측정망 금강정비사업 이전 연기 수질자료	2-7
[표 2-4] 환경부 일반측정망 금강정비사업 이전 공주1 수질자료	2-8
[표 2-5] 환경부 일반측정망 금강정비사업 이전 곰나루 수질자료	2-9
[표 2-6] 환경부 일반측정망 금강정비사업 이전 목면 수질자료	2-10
[표 2-7] 환경부 일반측정망 금강정비사업 이전 공주2 수질자료	2-11
[표 2-8] 환경부 일반측정망 금강정비사업 이전 정동 수질자료	2-12
[표 2-9] 환경부 일반측정망 금강정비사업 이전 부여1 수질자료	2-13
[표 2-10] 환경부 일반측정망 금강정비사업 이전 부여2 수질자료	2-14
[표 2-11] 환경부 일반측정망 금강정비사업 이전 성동 수질자료	2-15
[표 2-12] 환경부 일반측정망 금강정비사업 이전 강경 수질자료	2-16
[표 2-13] 환경부 일반측정망 금강정비사업 이전 양화-1 수질자료	2-17
[표 2-14] 환경부 총량측정망 금강정비사업 이전 금분F 수질자료	2-18

[표 2-15]	환경부 총량측정망 금강정비사업 이전 갑천A 수질자료	2-19
[표 2-16]	환경부 총량측정망 금강정비사업 이전 금본G 수질자료	2-20
[표 2-17]	환경부 총량측정망 금강정비사업 이전 미호C 수질자료	2-21
[표 2-18]	환경부 총량측정망 금강정비사업 이전 금본H 수질자료	2-22
[표 2-19]	환경부 총량측정망 금강정비사업 이전 금본I 수질자료	2-23
[표 2-20]	환경부 총량측정망 금강정비사업 이전 금본J 수질자료	2-24
[표 2-21]	환경부 총량측정망 금강정비사업 이전 논산A 수질자료	2-25
[표 2-22]	환경부 총량측정망 금강정비사업 이전 금본K 수질자료	2-26
[표 2-23]	환경부 총량측정망 금강정비사업 이전 금본L 수질자료	2-27
[표 2-24]	환경부 일반측정망 금강정비사업 이후 연기 수질자료	2-29
[표 2-25]	환경부 일반측정망 금강정비사업 이후 공주1 수질자료	2-30
[표 2-26]	환경부 일반측정망 금강정비사업 이후 곰나루 수질자료	2-31
[표 2-27]	환경부 일반측정망 금강정비사업 이후 목면 수질자료	2-32
[표 2-28]	환경부 일반측정망 금강정비사업 이후 공주2 수질자료	2-33
[표 2-29]	환경부 일반측정망 금강정비사업 이후 정동 수질자료	2-34
[표 2-30]	환경부 일반측정망 금강정비사업 이후 부여1 수질자료	2-35
[표 2-31]	환경부 일반측정망 금강정비사업 이후 부여2 수질자료	2-36
[표 2-32]	환경부 일반측정망 금강정비사업 이후 성동 수질자료	2-37
[표 2-33]	환경부 일반측정망 금강정비사업 이후 강경 수질자료	2-38
[표 2-34]	환경부 일반측정망 금강정비사업 이후 양화-1 수질자료	2-39
[표 2-35]	환경부 총량측정망 금강정비사업 이후 금본F 수질자료	2-40
[표 2-36]	환경부 총량측정망 금강정비사업 이후 갑천A 수질자료	2-41
[표 2-37]	환경부 총량측정망 금강정비사업 이후 금본G 수질자료	2-42
[표 2-38]	환경부 총량측정망 금강정비사업 이후 미호C 수질자료	2-43
[표 2-39]	환경부 총량측정망 금강정비사업 이후 금본H 수질자료	2-44
[표 2-40]	환경부 총량측정망 금강정비사업 이후 금본I 수질자료	2-45
[표 2-41]	환경부 총량측정망 금강정비사업 이후 금본J 수질자료	2-46
[표 2-42]	환경부 총량측정망 금강정비사업 이후 논산A 수질자료	2-47
[표 2-43]	환경부 총량측정망 금강정비사업 이후 금본K 수질자료	2-48
[표 2-44]	환경부 총량측정망 금강정비사업 이후 금본L 수질자료	2-49
[표 2-45]	4대강 살리기 마스터플랜에 따른 수질예측 및 평가	2-98
[표 2-46]	봉황천, 삼성천 모니터링 지점현황	2-100
[표 2-47]	용수천, 대교천 모니터링 지점현황	2-101

[표 2-48]	정안천, 유구천 모니터링 지점현황	2-102
[표 2-49]	검상천, 어천 모니터링 지점현황	2-103
[표 2-50]	치성천, 잉화달천 모니터링 지점현황	2-104
[표 2-51]	지천, 은산천 모니터링 지점현황	2-105
[표 2-52]	금천, 석성천 모니터링 지점현황	2-106
[표 2-53]	논산천, 강경천 모니터링 지점현황	2-107
[표 2-54]	사동천 모니터링 지점현황	2-108
[표 2-55]	금강정비사업 이전 봉황천 수질자료	2-110
[표 2-56]	금강정비사업 이전 삼성천 수질자료	2-111
[표 2-57]	금강정비사업 이전 용수천 수질자료	2-112
[표 2-58]	금강정비사업 이전 대교천 수질자료	2-113
[표 2-59]	금강정비사업 이전 정안천 수질자료	2-114
[표 2-60]	금강정비사업 이전 유구천 수질자료	2-115
[표 2-61]	금강정비사업 이전 검상천 수질자료	2-116
[표 2-62]	금강정비사업 이전 어천 수질자료	2-117
[표 2-63]	금강정비사업 이전 치성천 수질자료	2-118
[표 2-64]	금강정비사업 이전 잉화달천 수질자료	2-119
[표 2-65]	금강정비사업 이전 지천 수질자료	2-120
[표 2-66]	금강정비사업 이전 은산천 수질자료	2-121
[표 2-67]	금강정비사업 이전 금천 수질자료	2-122
[표 2-68]	금강정비사업 이전 석성천 수질자료	2-123
[표 2-69]	금강정비사업 이전 논산천 수질자료	2-124
[표 2-70]	금강정비사업 이전 강경천 수질자료	2-125
[표 2-71]	금강정비사업 이전 사동천 수질자료	2-126
[표 2-72]	금강정비사업 이후 봉황천 수질자료	2-128
[표 2-73]	금강정비사업 이후 삼성천 수질자료	2-129
[표 2-74]	금강정비사업 이후 용수천 수질자료	2-130
[표 2-75]	금강정비사업 이후 대교천 수질자료	2-131
[표 2-76]	금강정비사업 이후 정안천 수질자료	2-132
[표 2-77]	금강정비사업 이후 유구천 수질자료	2-133
[표 2-78]	금강정비사업 이후 검상천 수질자료	2-134
[표 2-79]	금강정비사업 이후 어천 수질자료	2-135
[표 2-80]	금강정비사업 이후 치성천 수질자료	2-136

[표 2-81] 금강정비사업 이후 잉화달천 수질자료	2-137
[표 2-82] 금강정비사업 이후 지천 수질자료	2-138
[표 2-83] 금강정비사업 이후 은산천 수질자료	2-139
[표 2-84] 금강정비사업 이후 금천 수질자료	2-140
[표 2-85] 금강정비사업 이후 석성천 수질자료	2-141
[표 2-86] 금강정비사업 이후 논산천 수질자료	2-142
[표 2-87] 금강정비사업 이후 강경천 수질자료	2-143
[표 2-88] 금강정비사업 이후 사동천 수질자료	2-144
[표 2-89] 탁수 모니터링 측정 결과-1	2-185
[표 2-90] 탁수 모니터링 측정 결과-2	2-186
[표 2-91] 2012년도 16개 보의 실제 조류농도(Chl-a mg/m ³) 명세	2-188
[표 3-1] 생태계 변화관찰 기록표(예시)	3-4
[표 3-2] I 구역 생태계 변화관찰 요약	3-7
[표 3-3] II구역 생태계 변화관찰 요약	3-17
[표 3-4] III구역 생태계 변화관찰 요약	3-26
[표 3-5] 구역 생태계 변화관찰 요약	3-29
[표 3-6] V 구역 생태계 변화관찰 요약	3-35
[표 3-7] 조류경보 발령 및 해제기준(호소)	3-48
[표 3-8] 과거 수질예보 발령기준(대청댐 방류지점~금강 하구연)(2011.12.29)	3-48
[표 3-9] 현행 수질예보 발령기준(대청댐 방류지점~금강 하구연)(2013.6.28)	3-48
[표 3-10] 조류 조사지점 및 행정구역	3-53
[표 3-11] 조사지점별 조류 조사결과(5월 하순)	3-55
[표 3-12] 조사지점별 조류 조사결과(7월 하순)	3-57
[표 3-13] 월동기 금강 수계 조사지역별 조류 우점종 및 개체수	3-59
[표 3-14] 금강 본류 구간 서식 어류의 조사지점 및 행정구역	3-63
[표 3-15] 금강 본류 수역에 서식하는 어류 출현 종목록	3-70
[표 3-16] 조사지점별 채집된 어류-(5월)	3-72
[표 3-17] 조사지점별 채집된 어류-(6월)	3-74
[표 3-18] 금강 물고기 폐사 일지	3-84
[표 3-19] 금강 물고기 사체 수거량	3-90
[표 3-20] 백제보 물고기 폐사 전후 부여군 기상 관측 자료	3-105
[표 3-21] 2012년 10월 10일 ~ 18일 부여 수질측정망 수온 변화	3-105
[표 4-1] 하천의 흐름형태와 하상형태의 분류	4-3

[표 4-2] 금강 3개보에 적용된 가동보 수문 형식	4-9
[표 4-3] 세종보, 공주보, 백제보 시설물 현황	4-12
[표 4-4] 금강정비사업 하천 준설계획	4-13
[표 4-5] 보 설치에 따른 저류량	4-14
[표 4-6] 보 설치에 따른 유출시간 변화	4-16
[표 4-7] 보 설치에 따른 구간 평균유속 변화	4-16
[표 4-8] GPS 측량기	4-24
[표 4-9] DGPS 측량기	4-24
[표 4-10] 레벨 측량기	4-25
[표 4-11] 정밀음향측심기(Aqua Ruler200s)	4-25
[표 4-12] 금강 3보와 조정지댐의 규모 비교	4-60
[표 4-13] 금강수계하천기본계획(변경) 하상보호공 관련 문헌-1	4-63
[표 4-14] 금강수계하천기본계획(변경) 하상보호공 관련 문헌-2	4-64
[표 4-15] 금강수계하천기본계획(변경) 하상보호공 계획 지류하천	4-65
[표 5-1] 퇴적물과 하상변동이 환경에 미치는 영향	5-3
[표 5-2] 퇴적도 시료 채취지점	5-5
[표 5-3] 1차 퇴적도 분석 결과	5-11
[표 5-4] 2차 퇴적도 분석 결과	5-12
[표 6-1] 금강본류 인근 지하수 측정망 현황	6-2
[표 6-2] 금강정비사업 전·후 지하수위 변화 조사 결과	6-6
[표 6-3] 보 건설 전·후의 연평균 하천수위자료	6-11
[표 6-4] 4대강정비사업 전·후 평균 수위 변화	6-12
[표 6-5] 관측결과와 모의예측 비교	6-15
[표 7-1] 금강 중·하류 양수시설 운영 현황	7-4
[표 7-2] 금강 중·하류 광역자치단체 연간 양수량	7-8
[표 7-3] 금강 중·하류 시·군 연간 양수량	7-11
[표 7-4] 금강 중·하류 광역자치단체 과거 6년간 월평균 양수량	7-14
[표 7-5] 금강 중·하류 기초자치단체 과거 6년간 월단위 양수량	7-18
[표 7-6] 금강 중·하류 기초자치단체 연간 양수량 및 양수비율	7-39
[표 9-1] 유하거리에 따른 BOD ₅ 농도 사업 전·후 비교	9-2
[표 9-2] 유하거리에 따른 COD _{Mn} 농도 사업 전·후 비교	9-4
[표 9-3] 유하거리에 따른 SS 농도 사업 전·후 비교	9-6
[표 9-4] 유하거리에 따른 T-N 농도 사업 전·후 비교	9-8

[표 9-5] 유하거리에 따른 T-P 농도 사업 전·후 비교	9-10
[표 9-6] 4대강 살리기 마스터플랜에 따른 수질예측 및 평가	9-12
[표 9-7] 관측결과와 모의예측 비교	9-35
[표 9-8] 금강 중·하류 기초자치단체 연간 양수량 및 양수비율	9-36

그 립 차 례

[그림 1-1] 충청남도·세종특별자치시 행정구역 및 금강유역 수계도	1-7
[그림 1-2] 금강유역 하천모식도	1-9
[그림 1-3] 금강정비사업에 포함된 3개보의 위치	1-14
[그림 1-4] 보 설치위치 및 각 보의 관리수위	1-15
[그림 1-5] 금강정비사업 구간	1-16
[그림 1-6] 4대강 사업으로 조성된 백제보	1-18
[그림 1-7] 4대강 사업 전·후의 변화된 공주지역 금강(상: 2007.4.22, 하: 2012.7.24)	1-20
[그림 1-8] 환경부 일반측정망 운영 기본체계도	1-21
[그림 1-9] 환경부 총량측정망 운영 기본체계도	1-22
[그림 1-10] 환경부 자동 수질측정망 운영체계도	1-22
[그림 1-11] 금강수계 국가하천측정망 지점도	1-24
[그림 1-12] 생태계 변화관찰 조사구역 수계도	1-30
[그림 1-13] 생태 정밀 모니터링 조류조사 지점 선정결과	1-33
[그림 1-14] 생태 정밀 모니터링 어류조사 지점 선정결과	1-34
[그림 1-15] 보 설치 위치 및 횡단면 조사 구간	1-36
[그림 2-1] 금강분류 수질평가 지점	2-5
[그림 2-2] 유하거리에 따른 평균 수질 변화(BOD ₅)	2-92
[그림 2-3] 유하거리에 따른 평균 수질 변화(COD)	2-93
[그림 2-4] 유하거리에 따른 평균 수질 변화(SS)	2-94
[그림 2-5] 유하거리에 따른 평균 수질 변화(T-N)	2-95
[그림 2-6] 유하거리에 따른 평균 수질 변화(T-P)	2-96
[그림 2-7] 유하거리에 따른 평균 수질 변화(Chl-a)	2-97
[그림 2-8] 지류하천 모니터링 지점	2-99
[그림 2-9] 금강 분류 탁도 및 SS 측정 지점	2-180
[그림 2-10] 강우 후 탁도의 유하거리 및 시간에 따른 변화 - 1차 조사	2-182
[그림 2-11] 강우 후 SS농도의 유하거리 및 시간에 따른 변화 - 1차 조사	2-182
[그림 2-12] 강우 후 탁도의 유하거리 및 시간에 따른 변화 - 2차 조사	2-184
[그림 2-13] 강우 후 SS농도의 유하거리 및 시간에 따른 변화 - 2차 조사	2-184
[그림 3-1] 생태계 변화관찰 조사구역 수계도	3-1
[그림 3-2] I 구역 조사결과-1	3-9

[그림 3-3] I 구역 조사결과-2	3-9
[그림 3-4] I 구역 조사결과-3	3-9
[그림 3-5] 대산리 잔디광장 야구장	3-10
[그림 3-6] 대산리 공원 석축	3-11
[그림 3-7] 압수공원 인공 습지	3-12
[그림 3-8] 도파 잔디 공원	3-13
[그림 3-9] 용화 인공습지	3-14
[그림 3-10] 자전거 도로	3-15
[그림 3-11] 적벽 인공 둔치	3-16
[그림 3-12] II구역 조사결과-1	3-19
[그림 3-13] II구역 조사결과-2	3-20
[그림 3-14] II구역 조사결과-3	3-20
[그림 3-15] II구역 조사결과-4	3-20
[그림 3-16] II구역 조사결과-5	3-21
[그림 3-17] 합강리 전경	3-22
[그림 3-18] 세종보 하류부 전경	3-23
[그림 3-19] 용수천 말단부 보행교 전경	3-24
[그림 3-20] 대교천 말단부 보행교 전경	3-25
[그림 3-21] III구역 조사결과-1	3-27
[그림 3-22] III구역 조사결과-2	3-28
[그림 3-23] III구역 조사결과-3	3-28
[그림 3-24] III구역 조사결과-4	3-28
[그림 3-25] IV구역 조사결과-1	3-32
[그림 3-26] IV구역 조사결과-2	3-32
[그림 3-27] IV구역 조사결과-3	3-32
[그림 3-28] IV구역 조사결과-4	3-33
[그림 3-29] 장암면 폐준설선 전경	3-33
[그림 3-30] 하황지구 습지조성 전경	3-33
[그림 3-31] 황상대교 하류지역 친수공간 전경	3-34
[그림 3-32] V구역 조사결과-1	3-37
[그림 3-33] V구역 조사결과-2	3-37
[그림 3-34] V구역 조사결과-3	3-37
[그림 3-35] V구역 조사결과-4	3-38

[그림 3-36] 둔치공원 관리 현황	3-39
[그림 3-37] 자전거 도로 관리 현황	3-40
[그림 3-38] 금산 방우8지구 인삼골 캠핑장 운영 현황	3-42
[그림 3-39] 합강리 인근 친수공간 농약 살포 현장(2012. 7. 31)	3-43
[그림 3-40] 세종보 어도 운영 현황	3-45
[그림 3-41] 백제보 녹조발생 현황 및 녹조제거제 적치 현황	3-47
[그림 3-42] 금강하류 친변관리 실태 현장	3-49
[그림 3-43] 신성리갈대밭 생태환경 복원 현황	3-50
[그림 3-44] 철새 서식지 관리 현황	3-51
[그림 3-45] 조류조사 지점 위치 및 개략 현황	3-53
[그림 3-46] 조류 조사지점 현황-1	3-61
[그림 3-47] 조류 조사지점 현황-2	3-62
[그림 3-48] 어류조사 지점 위치 및 개략 현황	3-64
[그림 3-49] 어류 조사지점 현황 사진-1	3-68
[그림 3-50] 어류 조사지점 현황 사진-2	3-69
[그림 3-51] 금강에서 채집된 어류-1	3-80
[그림 3-52] 금강에서 채집된 어류-2	3-81
[그림 3-53] 사고 당시 수거된 폐사 물고기	3-83
[그림 3-54] 좌) 장하리 좌안, 포대 속 사체 수 확인	3-89
[그림 3-55] 물고기 폐사 사고 당시 백제보 상류에 떠오른 물고기 사체	3-89
[그림 3-56] 연도별 서식특성에 따른 어종 변화	3-92
[그림 3-57] 물고기 집단폐사 시작된 곳의 4대강 사업 전과 후 서식환경 변화	3-94
[그림 3-58] 백제보 상류 수심별 용존산소 측정 지점(다음 지도)	3-98
[그림 3-59] 백제보 상류 주간 수심별 용존산소	3-99
[그림 3-60] 백제보 상류 야간 수심별 용존산소	3-99
[그림 3-61] 백제보 상류 주야간 수심별 용존산소 예측	3-100
[그림 3-62] 세종보(상), 공주보(중), 백제보(하) 조류 발생 현황	3-101
[그림 3-63] 백제보 상류 퇴적물 입자 크기와 색깔	3-102
[그림 3-64] 왕진교 지점 일자별 주·야간 용존산소 변화	3-108
[그림 4-1] 하천의 평면형상	4-1
[그림 4-2] 하천의 횡단형상	4-2
[그림 4-3] 하천의 평면형과 종단형	4-2
[그림 4-4] 고정보의 구조	4-8

[그림 4-5] 고정보 및 가동보 유수의 흐름	4-9
[그림 4-6] 공주보의 고정보구간 종단면 형상	4-12
[그림 4-7] 금강정비사업 전·후 저수위의 비교	4-15
[그림 4-8] 탁수가 흐르고 있는 세종보(2012. 7. 24)	4-17
[그림 4-9] 탁수가 흐르고 있는 공주보(2012. 7. 24)	4-17
[그림 4-10] 탁수가 흐르고 있는 백제보(2012. 7. 24)	4-18
[그림 4-11] 세종보 측량구간	4-20
[그림 4-12] 공주보 측량구간	4-21
[그림 4-13] 백제보 측량구간	4-22
[그림 4-14] 세종보 기준점 설치 및 시험	4-27
[그림 4-15] 백제보 기준점 설치	4-28
[그림 4-16] 백제보 수심측량 및 수위측량	4-28
[그림 4-17] 세종보 수심측량	4-29
[그림 4-18] 세종보 수심측량 항적도	4-30
[그림 4-19] 공주보 수심측량 항적도	4-31
[그림 4-20] 백제보 수심측량 항적도	4-32
[그림 4-21] 세종보 금강정비사업 설계 하상 (EL. m)	4-33
[그림 4-22] 세종보 1차 측량 결과 (EL. m)	4-34
[그림 4-23] 세종보 2차 측량 결과 (EL. m)	4-35
[그림 4-24] 세종보 설계도 vs 1차 측량결과 하상변위 (EL. m)	4-37
[그림 4-25] 세종보 1차 vs 2차 측량결과 하상변위 (EL. $\pm 0.6m$ 이내)	4-38
[그림 4-26] 세종보 가동보 담수시 유수 월류 형태 (EL. m)	4-39
[그림 4-27] 세종보 가동보 개방시 유수 흐름 형태 (EL. m)	4-40
[그림 4-28] 공주보 금강정비사업 설계 하상 (EL. m)	4-41
[그림 4-29] 공주보 1차 측량 결과 (EL. m)	4-42
[그림 4-30] 공주보 2차 측량 결과 (EL. m)	4-43
[그림 4-31] 공주보 설계도 vs 1차 측량결과 하상변위 (EL. m)	4-45
[그림 4-32] 공주보 설계도 vs 2차 측량결과 하상변위 (EL. m)	4-46
[그림 4-33] 공주보 가동보 담수시 유수 월류 형태 (EL. m)	4-47
[그림 4-34] 공주보 가동보 개방시 유수 흐름 형태 (EL. m)	4-48
[그림 4-35] 백제보 금강정비사업 설계 하상 (EL. m)	4-49
[그림 4-36] 백제보 1차 측량 결과 (EL. m)	4-50
[그림 4-37] 백제보 2차 측량 결과 (EL. m)	4-51

[그림 4-38] 백제보 설계도 vs 1차 측량결과 하상변위 (EL. m)	4-53
[그림 4-39] 백제보 1차 vs 2차 측량결과 하상변위 (EL. m)	4-54
[그림 4-40] 백제보 가동보 담수시 우수 월류 형태 (EL. m)	4-55
[그림 4-41] 백제보 가동보 개방시 우수 흐름 형태 (EL. m)	4-56
[그림 4-42] 대청조정지댐 하류부 전경	4-61
[그림 4-43] 충주조정지댐 하류부 전경	4-61
[그림 4-44] 합천조정지댐 전경	4-62
[그림 4-45] 주요 침식 발생구간	4-68
[그림 4-46] 대교천 역행침식 현황	4-69
[그림 4-47] 대교천 1지점 역행침식 전경	4-69
[그림 4-48] 대교천 2지점 역행침식 전경	4-70
[그림 4-49] 대교천 3지점 역행침식 전경	4-70
[그림 4-50] 도천 역행침식 현황	4-71
[그림 4-51] 도천 1지점 역행침식 전경	4-71
[그림 4-52] 도천 2지점 역행침식 전경	4-72
[그림 4-53] 도천 3지점 역행침식 전경	4-72
[그림 4-54] 유구천 역행침식 현황	4-73
[그림 4-55] 유구천 1지점 역행침식 및 보 붕괴 전경	4-73
[그림 4-56] 유구천 2지점 역행침식 전경	4-74
[그림 4-57] 유구천 3지점 역행침식 및 취수시설 노출 전경	4-74
[그림 4-58] 보흥천 역행침식 현황	4-75
[그림 4-59] 보흥천 1지점 역행침식 전경	4-75
[그림 4-60] 보흥천 2지점 역행침식 전경	4-76
[그림 4-61] 보흥천 3지점 역행침식 전경	4-76
[그림 4-62] 치성천 역행침식 현황	4-77
[그림 4-63] 치성천 1지점 역행침식 전경	4-77
[그림 4-64] 치성천 2지점 역행침식 전경	4-78
[그림 4-65] 치성천 3지점 역행침식 전경	4-78
[그림 4-66] 잉화달천 역행침식 현황	4-79
[그림 4-67] 잉화달천 1지점 역행침식 전경	4-79
[그림 4-68] 지천 역행침식 현황	4-80
[그림 4-69] 지천 1지점 역행침식 전경	4-80
[그림 4-70] 지천 2지점 역행침식 전경	4-81

[그림 4-71] 지천 3지점 역행침식 전경	4-81
[그림 4-72] 지천 4지점 역행침식 전경	4-82
[그림 4-73] 지천 5지점 역행침식 전경	4-82
[그림 4-74] 지천 6지점 역행침식 전경	4-83
[그림 4-75] 세종지구 지류하천 침식 현황	4-84
[그림 4-76] 도천 역행침식 현황	4-85
[그림 4-77] 유구천 침식 및 보수 현황	4-87
[그림 4-78] 어천 침식 현황	4-88
[그림 4-79] 치성천 가마교 침식 복구 현황	4-89
[그림 4-80] 지천 호안 침식 현황	4-90
[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 상·하류지점 퇴적토 함수율 변화	5-13
[그림 5-6] 공주보 상·하류지점 퇴적토 함수율 변화	5-13
[그림 5-7] 백제보 상·하류지점 퇴적토 함수율 변화	5-13
[그림 5-8] 세종보 상·하류지점 퇴적토 완전연소가능량 변화	5-14
[그림 5-9] 공주보 상·하류지점 퇴적토 완전연소가능량 변화	5-14
[그림 5-10] 백제보 상·하류지점 퇴적토 완전연소가능량 변화	5-14
[그림 5-11] 세종보 상·하류지점 퇴적토 COD _{sed} 농도 변화	5-15
[그림 5-12] 공주보 상·하류지점 퇴적토 COD _{sed} 농도 변화	5-15
[그림 5-13] 백제보 상·하류지점 퇴적토 COD _{sed} 농도 변화	5-15
[그림 5-14] 세종보 상·하류지점 퇴적토 총질소 농도 변화	5-16
[그림 5-15] 공주보 상·하류지점 퇴적토 총질소 농도 변화	5-16
[그림 5-16] 백제보 상·하류지점 퇴적토 총질소 농도 변화	5-16
[그림 5-17] 세종보 상·하류지점 퇴적토 수용성인 농도 변화	5-17
[그림 5-18] 공주보 상·하류지점 퇴적토 수용성인 농도 변화	5-17
[그림 5-19] 백제보 상·하류지점 퇴적토 수용성인 농도 변화	5-17
[그림 5-20] 세종보 상·하류지점 퇴적토 총인 농도 변화	5-18
[그림 5-21] 공주보 상·하류지점 퇴적토 총인 농도 변화	5-18
[그림 5-22] 백제보 상·하류지점 퇴적토 총인 농도 변화	5-18
[그림 6-1] 금강분류 인근 지하수 측정망 위치도	6-3

[그림 6-2] 청원부용(암반) 수위변화	6-6
[그림 6-3] 청원부용(층적) 수위변화	6-7
[그림 6-4] 공주1(층적) 수위변화	6-7
[그림 6-5] 공주탄천(암반) 수위변화	6-8
[그림 6-6] 부여부여(암반) 수위변화	6-8
[그림 6-7] 부여부여(층적) 수위변화	6-9
[그림 6-8] 부여양화(암반) 수위변화	6-9
[그림 6-9] 모의 입력자료(실측 지하수위, 하천수위, 수리전도도, 함양량)	6-10
[그림 6-10] 지하수위 변화 모의결과	6-14
[그림 7-1] 금강 중·하류 양수시설 위치도	7-3
[그림 7-2] 광역자치단체별 연간 양수량 변화 및 연 강수량 변화	7-6
[그림 7-3] 광역자치단체별 연간 양수량(백만m ³ /년) 및 비율 변화	7-7
[그림 7-4] 시·군별 연간 양수량 변화 및 연 강수량 변화-1	7-9
[그림 7-5] 시·군별 연간 양수량 변화 및 연 강수량 변화-2	7-10
[그림 7-6] 금강 중·하류 광역자치단체 과거 6년간 월평균 양수량	7-13
[그림 7-7] 금강 중·하류 시·군 과거 6년간 월평균 양수량-1	7-16
[그림 7-8] 금강 중·하류 시·군 과거 6년간 월평균 양수량-2	7-17
[그림 8-1] 모새달 군락지역 전경(서천지구, 1공구)	8-34
[그림 8-2] 맹꽁이 보전지역 전경(부여지구, 5공구)	8-34
[그림 8-3] 인공습지 전경(장암지구, 4공구)	8-35
[그림 8-4] 자전거도로 전경(장암지구, 4공구)	8-35
[그림 8-5] 다양한 재질의 자전거도로(서천지구, 1공구)	8-36
[그림 8-6] 인공시설물이 설치되어 있는 전경(강경지구, 3공구)	8-37
[그림 8-7] 부여군 호암리 백사장 전경(청남지구, 6공구)	8-38
[그림 8-8] 백제보 및 공주보 어도 전경(청남·공주지구, 6·7공구)	8-39
[그림 8-9] 자전거도가 설치된 전경(청남지구, 6공구)	8-39
[그림 8-10] 친수공간 전경(청남지구, 6공구)	8-40
[그림 8-11] 미호천 인공습지 전경(행복지구)	8-41
[그림 8-12] 세종보 전경(행복지구)	8-42
[그림 8-13] 세종보 어도 전경(행복지구)	8-42
[그림 9-1] 유하거리에 따른 평균 수질 변화(BOD ₅)	9-1
[그림 9-2] 유하거리에 따른 평균 수질 변화(COD _{Mn})	9-3
[그림 9-3] 유하거리에 따른 평균 수질 변화(SS)	9-5

[그림 9-4] 유하거리에 따른 평균 수질 변화(T-N)	9-7
[그림 9-5] 유하거리에 따른 평균 수질 변화(T-P)	9-9
[그림 9-6] 2012년 금강 실측 수질에 따른 목표 달성 평가	9-11
[그림 9-7] 유하거리에 따른 평균 수질 변화(T-P)	9-12
[그림 9-8] 강우 후 탁도의 유하거리 및 시간에 따른 변화 - 1차 조사	9-14
[그림 9-9] 강우 후 SS 농도의 유하거리 및 시간에 따른 변화 - 1차 조사	9-14
[그림 9-10] 강우 후 탁도의 유하거리 및 시간에 따른 변화 - 2차 조사	9-16
[그림 9-11] 강우 후 SS 농도의 유하거리 및 시간에 따른 변화 - 2차 조사	9-16
[그림 9-12] I구역(금산지역) 조사 결과	9-17
[그림 9-13] II구역(세종지역) 조사 결과	9-18
[그림 9-14] III구역(공주지역) 조사 결과	9-19
[그림 9-15] IV구역(부여·청양지역) 조사 결과	9-20
[그림 9-16] V구역(부여·논산·서천) 조사 결과	9-21
[그림 9-17] 세종보 측량결과 하상변위	9-26
[그림 9-18] 세종보 가동보 개방시 우수 흐름 형태 (EL. m)	9-26
[그림 9-19] 공주보 측량결과 하상변위	9-28
[그림 9-20] 공주보 가동보 개방시 우수 흐름 형태 (EL. m)	9-28
[그림 9-21] 백제보 측량결과 하상변위	9-30
[그림 9-22] 백제보 가동보 개방시 우수 흐름 형태 (EL. m)	9-30
[그림 9-23] 주요 침식 발생구간	9-31
[그림 9-24] 지하수위 변화 모의결과	9-34

제1장 연구 개요

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

제1장 연구 개요

1. 과업의 목적 및 범위

가. 과업의 목적

- 금강정비사업의 준공(2009~2012)으로 보 설치 및 운영에 따른 수질악화와 주변 생태계 변화가 우려되고 있음
- 이에 따라 금강비전 추진을 위한 정책개발과 금강정비사업 이후 관리방안 마련을 위하여 수환경 모니터링을 실시하고자 함
- 본 과업은 「금강정비사업 이후 수환경 모니터링」 전체 과업(2011~2015)의 2차년도(2012.12.03~2013.08.29) 과업임

나. 2차년도 과업의 기본방향

- 금강정비사업 준공 전·후 수질 및 수생태 등 변화상을 중심으로 수질·수리/수문·생태계 분야의 모니터링 실시
- 환경영향평가 협의 시 제시(예측)된 수질·수생태계 변화 예측과 모니터링 조사결과를 비교분석
- 생태계 및 지류하천 변화(침식, 유로변경 등) 조사 등은 상시 현장조사가 가능한 지역의 시민단체(NGO)가 조사

다. 과업 기간

- 총과업 수행기간 : 2011. 11. ~ 2015. 2.
- 금회 수행기간 : 2012. 12. ~ 2013. 10.(2차년도)

라. 조사 범위

1) 공간적 범위

- 충청남도 및 세종특별자치시(이하 세종시) 내 위치한 금강 본류 및 지류의 금강정비사업 전구간 대상
 - 금산군, 세종시, 공주시, 청양군, 부여군, 논산시, 서천군 지역의 금강정비사업 구간 및 인근 지류 말단부

2) 시간적 범위

- 금강정비사업 완료 이전 2011년 ~ 완료 이후 2013. 8.

3) 내용적 범위

- 금강정비사업 시행에 따른 수질 및 생태계 변화 모니터링
- 모니터링 결과의 분석에 따른 금강정비사업의 적정 추진여부 평가
- 금강의 지속적인 관리방안 마련을 위한 중장기 연구방안 제시

마. 연구 추진경과

- 2011. 11. 7. 금강정비사업 이후 수환경 모니터링 1차년도 착수
- 2011. 11. 23. 1차년도 착수 보고회 개최
- 2012. 3. 2. 1차년도 중간 보고회 개최
- 2012. 9. 3. 1차년도 연차 보고회 개최
- 2012. 9. 12. 1차년도 준공
- 2012. 12. 3. 금강정비사업 이후 수환경 모니터링 2차년도 착수
- 2012. 12. 10. 2차년도 착수 보고회 개최
- 2013. 5. 27. 2차년도 중간 보고회 개최
- 2013. 8. 20. 2차년도 최종 보고회 개최
- 2013. 10. 31. 2차년도 준공

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 9,912.15km²이고 유로연장은 397.79km임
 - 동서길이가 약 120km 정도이고 남북길이는 약 160km로 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·하류쪽에는 청원평야와 논산평야가 형성되어 있고 북서쪽에는 안성천 사교천 유역과 접하고 있음
- 금강유역의 충적평야지는 중·하류부의 청주부근과 하류부의 논산~강경지역에 발달되어 있으며, 중산간분지는 미호천지류와 대전, 금산, 옥천, 부여부근에 산재되어 있고 하류부에는 넓은 구릉지대가 발달되어 있음
- 한국 주요 5대강의 3번째에 해당하는 규모로 금강유역의 특성을 [표 1-1]에 제시하였음
- 유역면적(drainage area)은 유역의 평면상 면적을 말하는 것으로 어느 한 지점을 동일한 유출점으로 갖는 지표면의 범위임
- 유역둘레(basin perimeter)는 수평면상으로 투영된 주어진 차수의 유역의 경계를 따라 측정한 길이임
- 형상계수(shape factor)는 유역면적과 동일한 면적을 가지는 원의 직경에 대한 유역의 주하천 길이의 비임

- 수계밀도(drainage density)는 유역면적에 대한 유역 내 하천 총길이의 비임
- 유로연장(basin length)은 유역 출구점으로부터 유역 분수계에 이르는 최대거리임
- 평균경사(average slope)는 유역의 고저차와 유로연장의 비이다.

[표 1-1] 금강유역의 형상적 특성

구분	내용
유역면적(km ²)	9,912.15
유역둘레(km)	724.28
형상계수	1.12
수계밀도	2.51
평균경사(%)	15.28
유로연장(km)	397.79

- 금강유역의 토지이용 상태는 산림 면적이 6,088km²로 전체 유역면적의 61.42%를 차지하며, 다음으로 농경지(논, 밭)와 시가지가 각각 2,800km² (28.3%)와 429km²(4.3%)을 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
- 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

[표 1-2] 금강유역의 토지이용 현황

구 분	면 적 (km ²)	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

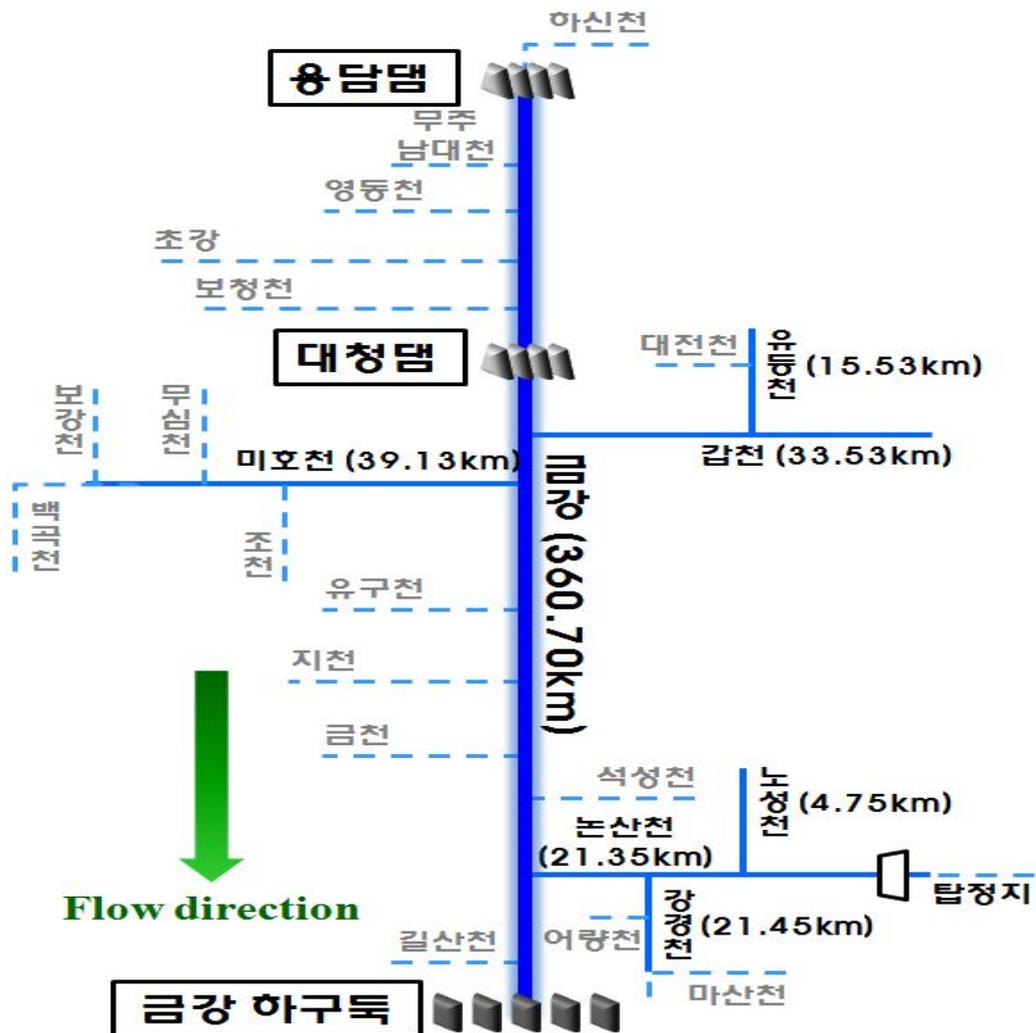
- 금강에는 대청호 상류지역에 위치한 금산군의 중심부를 통과하는 금산천과 봉황천이 유입되며, 금산군 동부지역의 남에서 북으로 산악지형 하천특성을 나타내는 사행형태를 띠며 흐름
- 세종시 지역은 주요 지류하천인 미호천이 유입되며 세종보가 위치하고 있음
 - 특히, 미호천이 유입되는 합강지역은 하천 양안에 습지가 넓게 분포하고 있어 생태적으로 중요한 곳이며, 세종시 행정중심복합도시 구성에 따라 활발한 공사가 진행중임
- 공주시는 금강이 관통하여 흐르고 있으며, 공주보를 포함하고 있음
 - 양안에 산림과 도로가 분포하고 제외지가 협소한 특성을 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 Backwater 영향으로 수심이 깊고 유속이 낮아 유사 퇴적이 시작되는 구간임

나. 수계의 구성

- 금강유역에 위치한 주요 하천은 금강 및 미호천 수계의 하천현황은 [표 1-3]에서 보는 바와 같이 금강수계 전체로는 국가하천이 7개소, 지방하천이 461개소로 총 468개소의 법정하천이 있으며, 미호천은 국가하천이 1개소, 지방하천이 54개소로 총 55개소의 법정하천이 있음
- 하천등급별 연장을 살펴보면, 국가하천구간이 전체 하천연장의 12.9%를 차지하며, 지방하천이 전체 하천연장의 87.1%를 차지하고 있어 전체 하천연장 대부분이 지방하천인 것으로 나타났으며, 금강수계 내 주요하천 현황 및 모식도는 [그림 1-2]에 나타내었음

[표 1-3] 금강수계 하천 현황

구분	유역면적 (km ²)	간선유로연장 (km)	하천등급	하천개소수 (개)	하천연장 (km)
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



표시	구분	개소수	연장(km)
	국가하천	7	481.50
	지방하천	461	3,258.09
합계		468	3,739.59

[그림 1-2] 금강유역 하천모식도

다. 주요시설물 현황

- 금강수계내 주요 댐으로는 [표 1-4]와 같이, 다목적댐인 대청댐과 용담댐이 있으며, 대규모 농업용 저수지로는 백곡천의 백곡지, 미호천의 미호지, 논산천의 탐정지 등이 있음

[표 1-4] 금강유역내 주요댐 및 저수지

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

1) 대청댐

- 대청댐은 4대강유역 종합개발계획의 일환으로 건설된 다목적댐이며 금강 하구로부터 약 150km 상류, 대전시 동북방 16km 지점에 축조된 콘크리트 중력식과 사력댐의 복합댐임
- 대청댐의 유역면적은 금강유역의 총 42.25%인 4,189km²이고, 만수면적은 72.8 km², 유효저수량은 790백만m³이며, 홍수조절용량은 250백만m³인 다목적 댐임

[표 1-5] 대청댐 제원

구분		제원
위치	좌안	대전광역시 대덕구 미호동
	우안	충북 청원군 문의면 덕유리
유역면적(km ²)		4,189
댐	댐길이(m)	495
	댐높이(m)	72
	총저수량(백만 m ³)	1,490
	유효저수량(백만 m ³)	790
	계획홍수위(EL.m)	80

2) 용담댐

- 용담댐은 2021년 전주, 군산, 익산, 장항 지역의 장래 용수수요의 안정적인 공급을 위해 1992년 착공하여 2001년 완공된 다목적댐으로, 대청댐으로부터 190km, 금강하굿둑에서 340km 상류지역에 위치함
- 유역면적은 928.83km²으로 금강 전체 면적의 9.37%를 대청댐 유역의 22.17%를 차지하고 있음

[표 1-6] 용담댐 제원

구분		제원
위치	좌안	전북 진안군 용담면 월계리
	우안	전북 진안군 안천면 삼락리
유역면적(km ²)		929
댐	댐길이(m)	498
	댐높이(m)	70
	총저수량(백만 m ³)	815
	유효저수량(백만 m ³)	672
	계획홍수위(EL.m)	266

3) 금강하굿둑

- 금강하굿둑은 대단위 농업종합개발사업의 일환으로 금강, 동진강, 만경강 하류 연안의 농경지에 용수를 공급하고, 군산, 익산, 전주시를 비롯한 인근 소도시에 생공용수를 공급하기 위하여 금강하구(군산상류 5km 지점) 지점에 1983년 11월에 착공하여 1990년 11월에 준공되었음
- 금강하굿둑의 건설로 인해 약 138백만 m³ 규모의 담수호가 조성되었으며, 인근 농경지 43,000ha에 대해 농업용수를 공급하고, 충남 및 전북 인근도시에 생활, 공업용수를 공급하게 되었으며, 하굿둑에 4차선 도로와 복선철도를 부설하게 되어 지역발전에 크게 이바지하게 되었으나 최근 하천 및 해역 생태계 복원을 위하여 해수유통에 대하여 논의 중임

[표 1-7] 금강하굿둑 제원

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

3. 금강정비사업 개요

가. 금강정비사업 주요내용

- 금강정비사업은 하도정비사업이 가장 큰 부분을 차지하고 있음
 - 하도정비·준설 0.5억m³
 - 보 설치 3개소
 - 생태하천조성 124km
 - 제방보강 71km
 - 자전거도로 248km
 - 양·배수장 설치
 - 농업용 저수지 증고
 - 수질대책
- 67.1%가 하천에 관련된 사업이고, 농업용 저수지 증고 사업이 27.4%를 차지하며, 수질개선에는 5.5%의 예산으로 추진하였으며, 주민 보상비는 위의 각 항목에 부분적으로 포함되어 있음
- 보의 설치지점은 [그림 1-3] 및 [그림 1-4]와 같으며, [그림 1-4]에서 보는 바와 같이 세종보 상류로부터 하굿둑까지는 관리수위에 의해 관리되어 호소와 유사한 형태의 유동을 나타낼 것으로 예상

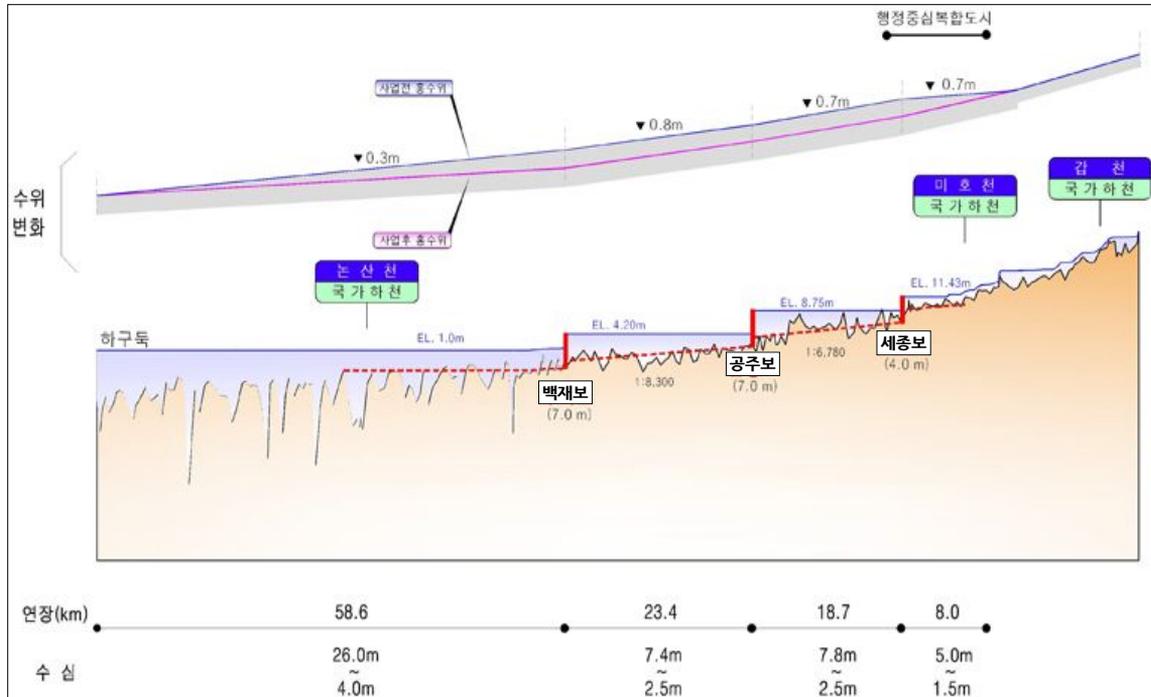
[표 1-8] 금강정비사업의 개요

(단위 : 억원)

구분	사업내용	금강		충청남도·세종시		비율(%)	
		사업량	사업비	사업량	사업비		
총계			31,723		20,026	100	
국토해양부 (하천)	소계		16,598		13,741	52.3	
	공사비	하도정비·준설	0.5억㎡	3,720	0.40억㎡	2,860	11.7
		보설치	3개소	2,023	3개소	2,023	6.4
		생태하천조성	41/124km	5,772	27/106km	2,753	18.2
		제방보강	26/71km	2,371	14/29km	1,113	7.5
		자전거도로	248km	303	192km	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	수질대책	338개소	8,358	150개소	3,596	26.3	



[그림 1-3] 금강정비사업에 포함된 3개보의 위치



[그림 1-4] 보 설치위치 및 각 보의 관리수위

- 금강정비사업을 포함한 4대강살리기 사업은 정부에서 기후변화 등으로 인한 물 부족 및 홍수 대비, 자연과 인간의 공생, 국토 재창조, 지역균형 발전과 녹색성장 기반 구축을 위하여 추진하였음
- 4대강살리기 사업을 통한 물 부족 대비 수자원 확보량은 1,282백만 m^3 로, 16개 소 다기능 보를 통해 796백만 m^3 , 96개소 농업용 저수지에 대한 독높임 사업을 통해 242백만 m^3 , 영주댐 등 3개소의 신규댐을 건설하여 244백만 m^3 의 수자원량의 확보하고자 하였음

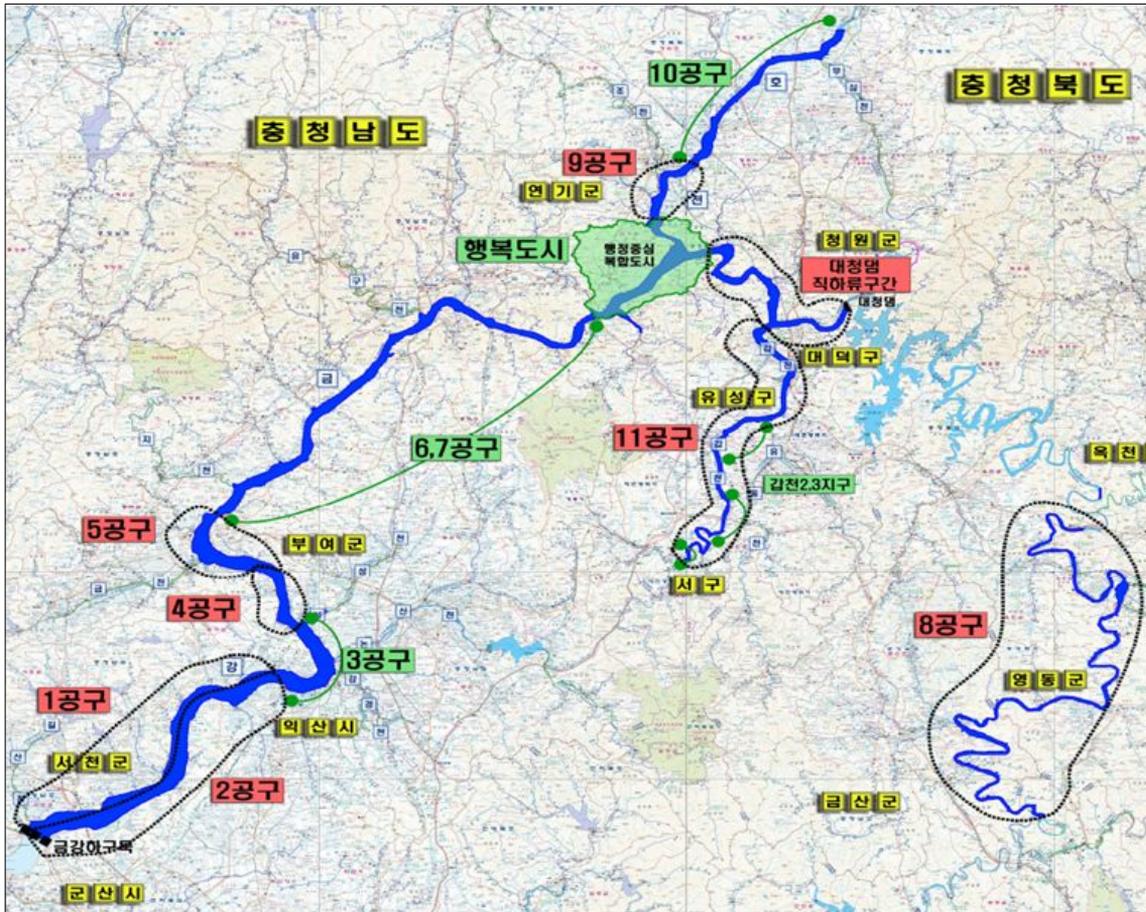
[표 1-9] 4대강 살리기사업을 통한 수자원 확보계획량

(단위 : 백만 m^3/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

나. 금강정비사업 구간

- 충청남도와 세종시에 진행된 금강정비사업의 구간은 [그림 1-5]에 나타난 바와 같음



[그림 1-5] 금강정비사업 구간

4. 금강 모니터링의 필요성

가. 연구배경

- 하천은 인류가 가장 쉽게 이용할 수 있어 오랜 역사를 통해 인류 생활과 문명의 발생 및 발전에 가장 중요한 요건임
- 하천은 최근 삶의 질을 충족하는데 있어 중요한 역할을 하고 있으며, 인간을 포함한 모든 동·식물 및 미생물의 생존과 더불어 자연의 변화를 완충해주는 공간으로서 하천이 갖는 의미는 매우 크다고 볼 수 있음
- 우리나라의 과거 하천은 재해를 피하기 위한 방재목적과 생·농·공업용수 등의 활용을 위한 안정적인 수자원 확보 목적으로 관리되었으며, 이후 수자원으로서의 가치를 유지하기 위하여 수질보전 목적으로 관리되었음
- 그러나 현재는 하천의 생태적인 가치와 지역 주민과 이용자들을 위한 친수공간으로서의 가치를 고려하여 관리하는 추세로 변모하고 있음
- 이러한 하천의 이용적 목적을 이루기 위하여 다양한 치수사업, 정비사업 등이 지속적으로 추진되어 왔으며, 그에 따라 인위적으로 하천의 제방을 높이거나 하도를 직선·평탄화하는 사업들이 빈번히 이루어짐
- 하지만 이는 도시지역에서 하천의 생태적 가치보다 도시의 안전을 위한 치수사업으로 진행됨
- 최근 4대강 살리기 사업의 일환으로 추진된 금강정비사업은 2009년 10월에 착공하여 2012년 7월에 최종적으로 준공하였음
 - 금강정비사업은 비도시 지역인 동시에 우수한 자연적 생태환경을 유지하고 있는 금강본류 구간에도 도시형 치수사업의 형태를 적용하고 있음
 - 특히, 금강 본류에 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 변화됨

- 뿐만 아니라 지속적인 하상 준설과 정비로 금강분류의 하상고가 저하되었으며, 이로 인한 금강의 지류 및 분류에서 다발적으로 침식과 퇴적현상이 나타나고 있음



[그림 1-6] 4대강 사업으로 조성된 백제보

- 지형학적으로 하천은 고지대와 저지대를 연결하는 통로이며, 땅을 구성하는 주 성분인 토사와 생태계를 뒷받침하는 양분을 다양한 흐름 형태로 이동·공급하는 역할을 함
- 주로 강우시 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
- 그렇지만 중장기적으로 하천의 흐름은 형태에 따라 역학적으로 안정적인 평

형하상으로 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 초래
- 하상변동이 발생하면 홍수 소통능력의 변화, 호안의 파괴, 취수 곤란, 내수 배제 곤란, 지하수위 변동 등이 발생하므로 하상변동이 심할 것으로 판단되며, 이를 안정화도로 유지할 수 있는 대책을 수립해야 할 필요가 있음
- 특히, 하상변동은 지형을 변화시키기도 하고 과거에 조성된 구조물들의 기반을 변형시키는 원인이 되기도 하며, 경우에 따라서 인재(人災)의 원인으로 작용하기도 함
- 하천의 지형적 특성과 생태적 환경을 바꾸는 금강정비사업은 막대한 예산이 투입되는 대규모 토목사업임에도 불구하고 짧은 기간에 하천기본계획이 수정되고 사전환경성검토와 환경영향평가가 통과되는 등 전례 보기 어려운 사업추진 속도를 보여주고 있음
- 사업완료를 앞당기기 위하여 무리하게 추진속도를 내는 것은 사업의 설계 및 평가 차원에서 많은 부실을 낳기 마련임
- 이에 따라 본 사업에서는 충청남도 지역에서 이루어지고 있는 금강정비사업의 진행현황을 점검하고, 사업의 시공 및 운영단계에서 발생할 수 있는 환경적 문제점들을 사전에 중·장기적으로 조사하여 추후 금강정비사업이 완료된 이후에 지속적인 금강의 보전과 이용을 조화롭게 추진 할 수 있는 정책을 수립하기 위한 기초자료를 확보하기 위함



[그림 1-7] 4대강 사업 전·후의 변화된 공주지역 금강(상: 2007.4.22, 하: 2012.7.24)

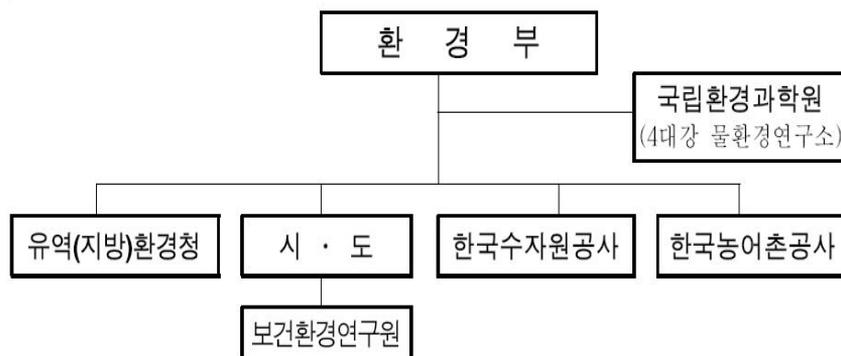
나. 국가 수질 모니터링 체계

1) 환경부 수질측정망

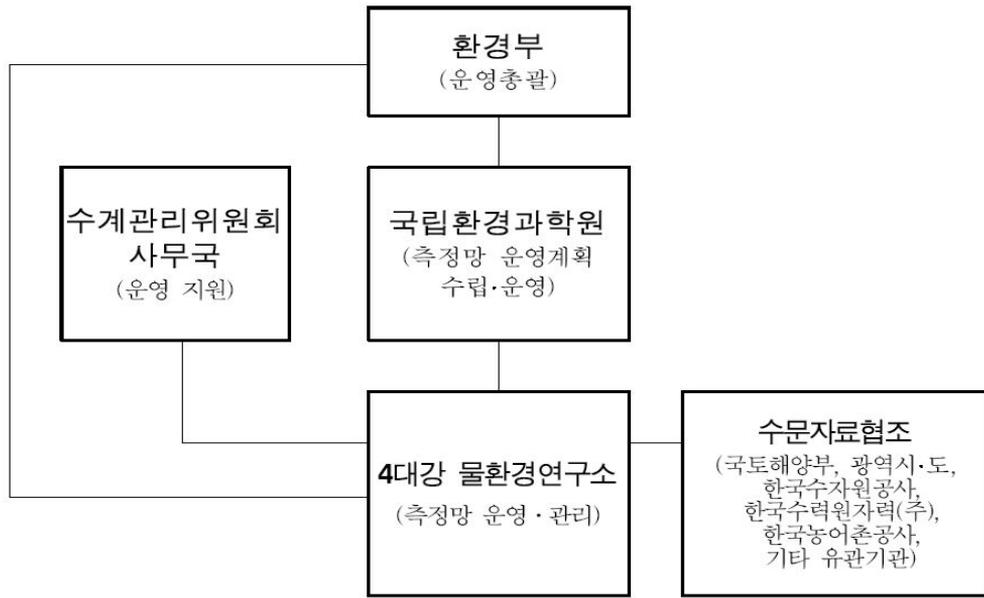
- 일반측정망 : 하천 및 호소 등 공공수역에 대한 수질현황을 파악하여 물환경 정책수립을 위한 기초자료 확보 및 집행된 주요정책의 효과 분석에 활용
- 총량측정망 : 오염총량관리 시행대상지역의 수질현황 및 수질변동과 연계한 수질총량제 이행사항을 평가하고, 단위유역 말단에서 수질과 정확한 유량을 파악하여 수질오염총량관리에 필요한 기초자료 확보
- 자동 수질측정망 : 공공수역의 수질오염도를 실시간으로 측정하여, 수질을 상시 감시하고 수질 오염사고 발생 시 신속한 대응조치를 할 수 있는 조기 경보 체계 구축·운영

2) 측정망별 조사항목, 회수 및 시기

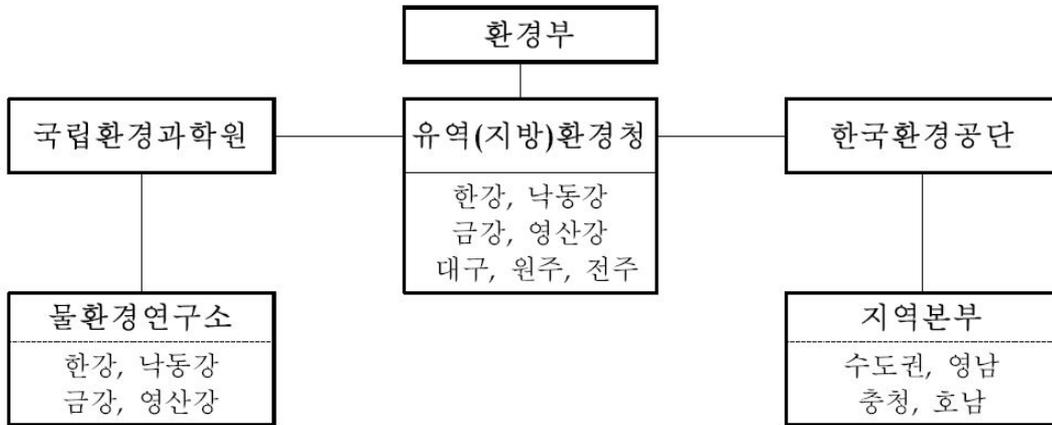
- 하천수(도시관류 포함), 호소수, 농업용수, 공단배수로 구분하여 채수·분석하며, 각각의 조사항목, 조사횟수, 조사시기 등은 다음과 같음
- 채수시설을 대상하천에 직접 설치하여 연속적으로 채수 후 자동 분석되어 결과를 실시간 전송함



[그림 1-8] 환경부 일반측정망 운영 기본체계도



[그림 1-9] 환경부 총량측정망 운영 기본체계도



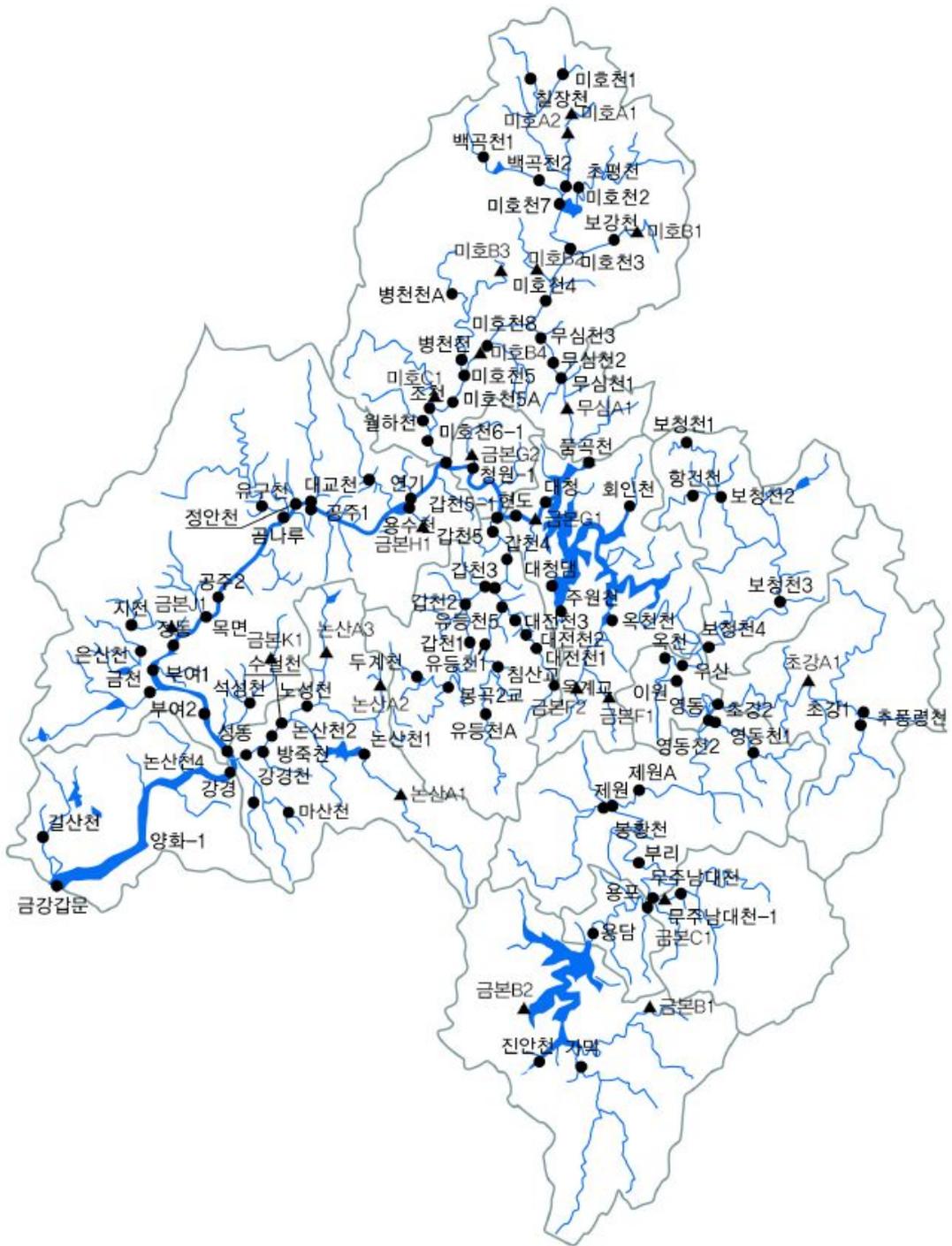
[그림 1-10] 환경부 자동 수질측정망 운영체계도

[표 1-10] 일반 및 총량측정망 조사항목, 회수, 시기 현황

구분		조사항목	조사횟수	시기(월)	비고 (항목선정기준)
하천수 (도시관류포함)	일반 측정망	pH, DO, BOD ₅ , COD, TOC, SS, 총질소, NH ₃ -N, 총인, 수온, 페놀류, 전기전도도, 분원성대장균군수, 총대장균군수, DTN, DTP, PO ₄ -P, 클로로필-a	12회/년 (48회/년)	매 월	하천수질 환경기준 및 하천보호상 필요한 항목
		Cd, CN, Pb, Cr ⁺⁶ , As, Hg, ABS, 안티몬	4회/년 (12회/년)	3, 6, 9, 12월	
		TCE, PCE, 사염화탄소, 1,2-디클로로에탄, 디클로로메탄, 벤젠, 클로로포름	2회/년	3, 9월	
		PCB, 유기인, 디에틸헥실프탈레이트(DEHP)	1회/년	7, 10월	
	총량 측정망	수온, pH, DO, 전기전도도, BOD ₅ , COD, SS, 총질소, 총인, TOC	1회/평균8일	연간 36회 이상	수질오염총량관리 항목
		유량			

[표 1-11] 자동측정망 측정지점 및 측정항목의 선정기준

구분	선정기준	측정항목	
		기본	선택
수질 감시	- 상수원보호구역 및 취수장 상류지역 - 하수처리장, 공단 폐수종말처리장 하류지역	수온, pH, DO, EC, TOC	TN, TP, NH ₃ -N, NO ₃ -N, PO ₄ -P, 생물감시장치, 페놀, 클로로필-a, 탁도, VOSs 9종, 중금속 4종
수질 관리	- 청정지역 - 4대강 수계의 수질변화를 대표할 수 있는 지점	수온, pH, DO, EC, TOC	T-N, T-P, 탁도



[그림 1-11] 금강수계 국가하천측정망 지점도

[표 1-12] 금강수계 국가하천측정망 지점 현황

중권역명 (목표기준)	명 칭	채수지점	구 분	유량조사 여부	조사기관	비 고
무주남대천 (I a)	부리	금산군 부리면 수통리(적벽교)	금강본류	총량유량	금강물환경 연구소	총량지점
영동천 (I a)	봉황천	금산군 제원면 제원리(제원교)	지류		금강유역 환경청	
	제원	금산군 제원면 저곡리(제원대교)	금강본류		금강유역 환경청	
	제원A	금산군 제원면 천내리(원골 장수교)	금강본류	총량유량	금강물환경 연구소	총량지점
대청댐 (I a)	금본F1	금산군 군북면 상곡리(상곡교)	금강본류	총량유량	금강물환경 연구소	총량지점
	금본F2	금산군 추부면 성당리(도계교)	금강본류	총량유량	금강물환경 연구소	총량지점
갑천 (IV)	두계천1	계룡시 엄사면 엄사리(두계교)	지류		충남보건 환경연구원	
	유등천A	금산군 복수면 지량리(징검다리보)	지류	총량유량	금강물환경 연구소	총량지점
대청댐하류 (II)	청원-1	연기군 금남면 봉기리(동야이멘트연 가교)	금강본류	총량유량	금강물환경 연구소	총량지점+ 중권역대 표
미호천 (III)	미호천5A	연기군 동면 예양리 (미호교)	미호천본류	총량유량	금강물환경 연구소	총량지점
	병천천A	충북 청원군 오창읍 성재리(강정마을 입구 잠수교)	지류	총량유량	금강물환경 연구소	총량지점
	미호B3	천안시 동면 화덕리 (상덕교)	미호천본류	총량유량	금강물환경 연구소	총량지점
	미호C1	연기군 조치원읍 번암리(세월교)	미호천본류	총량유량	금강물환경 연구소	총량지점
	조천	연기군 조치원읍 상리(조천교)	지류		충남보건 환경연구원	
	월하천	연기군 서면 봉암리 (월암교)	지류		금강유역 환경청	
	미호천6-1	연기군 남면 월산리 (월산교)	미호천본류	총량유량	금강물환경 연구소	총량지점+ 중권역대 표
금강공주 (II)	연기	연기군 남면 나성리 (금남교)	금강본류	총량유량	금강물환경 연구소	총량지점
	금남	연기군 남면 나성리 (보 상류 500m)	금강본류		금강물환경 연구소	세종보
	금본H1	공주시 반포면 국곡리(세월교)	금강본류	총량유량	금강물환경 연구소	총량지점
	용수천	연기군 금남면 성덕리(성덕교)	지류		충남보건 환경연구원	
	대교천	공주시 장기면 도계리(대교)	지류		충남보건 환경연구원	

중권역명 (목표기준)	명 칭	채수지점	구 분	유량조사 여부	조사기관	비 고
금강공주 (II)	공주1	공주시 금성동(금강교)	금강본류	유량측정	금강유역 환경청	
	정안천	공주시 신관동(정안천교)	지류		충남보건 환경연구원	
	금강	공주시 우성면 신웅리(보 상류500m)	금강본류		금강물환경 연구소	공주보
	곰나루	공주시 웅진동(곰나루터)	금강본류		금강유역 환경청	
	유구천	공주시 우성면 동대리(동대교)	지류	유량측정	충남보건 환경연구원	
	목면	청양군 목면 신흥리(어천합류후2k m)	금강본류	총량유량	금강물환경 연구소	총량지점
	공주2	공주시 탄천면 분강리	금강본류	유량측정	금강유역 환경청	
	부여	부여군 부여읍 자왕리(보 상류500m)	금강본류		금강물환경 연구소	백제보
	정동	부여군 규암면 호암리(백마강교)	금강본류	총량유량	금강물환경 연구소	총량지점
	지천	청양군 장평면 구룡리(지천교)	지류	유량측정	충남보건 환경연구원	
	금본J1	부여군 규암면 금암리(세월교)	금강본류	총량유량	금강물환경 연구소	총량지점
	은산천	부여군 규암면 모리(모리교)	지류		충남보건 환경연구원	
	부여1	부여군 규암면 외리(백제교)	금강본류	유량측정	금강유역 환경청	
	금천	부여군 장암면 석동리(석동교)	지류	유량측정	충남보건 환경연구원	
	부여2	부여군 잠암면(반조원)	금강본류	유량측정	금강유역 환경청	
	금본K1	부여군 초촌면 송정리(군계교)	금강본류	총량유량	금강물환경 연구소	총량지점
	석성천	논산시 성동면 원북리(강경교)	지류		충남보건 환경연구원	
	성동	논산시 성동면 개척리	금강본류		금강유역 환경청	중권역대 표
	논산천 (I b)	논산A1	논산시 양촌면 신기리(세월교)	지류	총량유량	금강물환경 연구소
논산천1		논산시 양촌면 신흥리(신흥교)	지류		금강유역 환경청	
논산A2		계룡시 두마면 광석리(화악교)	지류	총량유량	금강물환경 연구소	총량지점
논산A3		논산시 상월면 신흥리(월오교)	지류	총량유량	금강물환경 연구소	총량지점

중권역명 (목표기준)	명 칭	채수지점	구 분	유량조사 여부	조사기관	비 고
논산천 (Ⅰb)	노성천	논산시 광석면 항월리(노성대교)	지류		충남보건 환경연구원	
	논산천2	논산시 대교동(논산대교)	지류	유량측정	금강유역 환경청	
	방축천	논산시 채운면 장화리(영창교)	지류		충남보건 환경연구원	
	마산천	전북 익산시 망성면 무형리(황화교)	지류		금강유역 환경청	
	수철천	논산시 연무읍 봉동리(황화교)	지류		충남보건 환경연구원	
	강경천	논산시 강경읍 흥교리(상강경교)	지류		금강유역 환경청	
	논산천4	논산시 강경읍 복옥리(강경대교밑 배수갑문)	지류	총량유량	금강물환경 연구소	총량지점+ 중권역대 표
금강하구연 (Ⅲ)	강경	논산시 강경읍 황산리(황산대교)	금강본류	총량유량	금강물환경 연구소	총량지점
	길산천	서천군 기산면 원길리	지류		충남보건 환경연구원	
	양화-1	부여군 양화면 내성리(웅포대교)	금강본류	유량측정	금강유역 환경청	중권역대 표
	금강갑문	서천군 마서면 도삼리	금강본류	총량유량	금강물환경 연구소	총량지점

[표 1-13] 금강수계 자동측정망 운영현황

측정 소명	위치	측정항목	분류 지류	비고
용담호	전북 진안군 용담면 수천리 산4-18	수온, pH, DO, EC, TOC, 생물독성(물벼룩, 미생물), TN, TP, 클로로필-a	분류(용담호)	용담대교
이원	충북 옥천군 이원면 원동리 241-1	수온, pH, DO, EC, TOC, TN, TP, 탁도	분류	초강천 합류후 7km하류
옥천천	충북 옥천군 군북면 지오리 694	수온, pH, DO, EC, TOC, TN, TP, 탁도	지류	옥천하수처리 장 하류 2km
봉황천	금산군 제원면 명암리 476	수온, pH, DO, EC, TOC, TN, TP, 탁도	지류	금강합류전 2.2km
장계	옥천군 안내면 장계리 50-4	수온, pH, DO, EC, TOC, 생물독성(물벼룩, 미생물), TN, TP, 클로로필-a	분류(대청호)	장계교
대청호	충북 보은군 회남면 신곡리 산42-6	수온, pH, DO, EC, TOC, 생물독성(물벼룩, 미생물), TN, TP, 클로로필-a	분류(대청호)	회남대교
현도	충북 청원군 현도면 하석리 393-6	수온, pH, DO, EC, TOC, 생물독성(물벼룩, 미생물), TN, TP, NH ₃ -N, NO ₃ -N, 탁도	분류	대청담 하류 3km
갑천	대전 유성구 봉산동 152외 6필지	수온, pH, DO, EC, TOC, 생물독성(물벼룩,미생물), VOCs 9종, 클로로필-a, 탁도	지류	금강합류전 2.7km
미호천	연기군 동면 옹호리 36-1	수온, pH, DO, EC, TOC, 생물독성(물벼룩, 미생물), VOCs 9종, 클로로필-a	지류	금강합류전 1km
남면	연기군 남면 나성리(금남교)	수온, pH, DO, EC, TOC, TN, TP, 클로로필-a, 탁도	분류	세종보 상류 1km
공주	공주시 신관동 (백제큰다리)	수온, pH, DO, EC, TOC, 생물독성(물벼룩, 미생물), VOCs 9종, TN, TP, 클로로필-a, 탁도	분류	공주보 상류 5km
부여	부여군 부여읍 저석리(왕진교)	수온, pH, DO, EC, TOC, 생물독성(물벼룩, 미생물), VOCs 9종, 클로로필-a	분류	백제보 상류 2km

5. 1차년도 연구 결과

가. 수질 평가

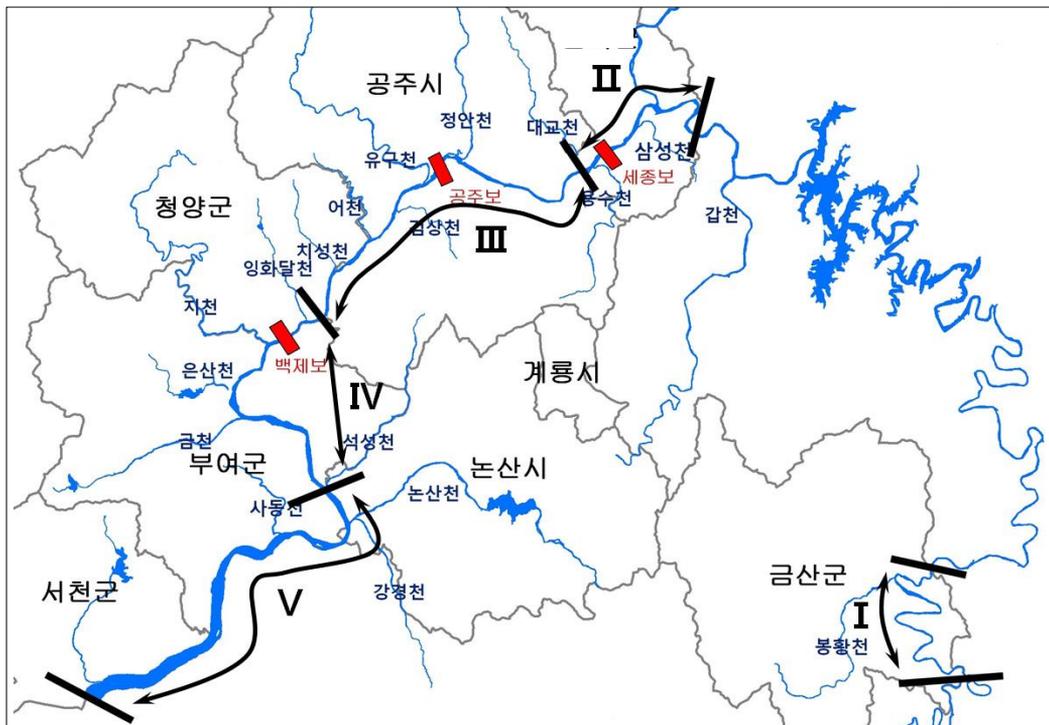
- BOD₅
 - 환경기초시설의 방류수질이 개선되었음에도 공주보 상류 및 보 인근 일부구간에서 과거보다 BOD₅ 농도가 악화
- COD
 - BOD₅와 유사하게 농도가 낮아진 것을 확인
 - 주요 지천의 유입 농도가 개선되지 않았음에도 상당히 개선된 것을 볼 수 있음, 용존 난분해성 유기물질 이외에 폐수 및 산지 등에서 유입된 난분해성 부유물질 등이 호소화된 하천에 침전되어 COD 농도가 낮아졌을 가능성이 있음
- T-N
 - 환경기초시설 방류수 수질강화에 따른 영향을 적게 받은 항목
 - 주요 지천인 갑천, 미호천, 논산천에서 유입된 T-N의 농도가 상당부분 개선되었으며, 지류의 영향에 따라 분류도 상당히 개선되었음
 - 하류로 갈수록 수질이 낮아지는 경향을 보이며, 그 원인이 지류인지 본류의 준설 및 보의 설치에 따른 영향인지에 대한 보다 정확한 판단을 위해서는 지류 모니터링이 요구됨
- T-P
 - 「하수도법」과 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」의 개정에 따라 공공하수처리시설 및 폐수처리시설 방류수의 수질기준 강화에 가장 큰 폭으로 강화된 항목
 - 환경기초시설의 방류수질 강화에 따라 금강 본류 및 주요 지류에서 T-P 농도가 급격히 낮아졌음
- Chl-a
 - 금강정비사업 이전과 비교하여 전반적으로 개선된 것으로 나타났으며, 이는

BOD₅와 T-P의 개선이 영향을 미친것으로 판단되나, 이외에 Chl-a 농도에 영향을 미친 다른 원인이 있을 것으로 추정됨

나. 생태계 변화관찰 결과

1) I 구역

- I 구역은 금산군 금강정비사업 전구간(17.1km)임
- 비교적 생태환경현황이 우수한 구간으로 수달의 서식흔적이 발견되었으며, 말뚝가리, 황조롱이 등 멸종위기종이 다수 서식하는 것으로 확인
- 환경부가 지정한 생태계 교란종인 가시박이 용화리 강변, 천내습지 인근에서 발생하고 있음
- 기존 자연상태의 강변 둔치와 습지생태계가 인공잔디 식재를 위주로 한 공원, 인공연못, 오토캠핑장 등의 조성으로 변화가 이루어지고 있음



[그림 1-12] 생태계 변화관찰 조사구역 수계도

2) II구역

- II구역은 금강정비사업 세종1·2공구 구간(12.5km)임
 - 세종보 및 주변지역이 조사 주요 대상지역에 해당
 - 세종시 건설개발계획에 따른 공사지역으로 합강리 합강정, 오토캠핑장, 세종보 시설 완공을 제외하면, 행복도시지구 개발공사로 공사 중임
 - 세종보의 경우, 세종보 가동보 시설이 수시로 보수공사가 이루어지고 있고 보 소수력발전소 앞에 물이 정체되어 냄새, 부유물, 녹조(3월 이후 발견) 등의 현상이 관찰되었음
 - 세종보 어도시설은 보가 만수위 때만 운영되고 있으며, 현재 어도를 통한 어류이동은 없는 것으로 나타났음
 - 미호천의 보행교 상류에 모래가 재퇴적되는 등의 문제가 발생하고 있으며 미호천 좌안으로도 모래가 재퇴적되는 것으로 나타남
 - 동물의 경우 포유류는 너구리 족적 및 수달 흔적(배설물)이 발견되었으며, 조류는 특히 합강리 습지 지역에서 멸종위기종인 흰꼬리수리, 큰기러기, 고니 등을 포함 약 12종이 관찰되었음
 - 식물의 경우 마른 가지박이 발견되었음

3) III구역

- III구역은 금강정비사업 6·7공구 일부구간(35.9km)임
 - 공주보 및 주변지역이 조사 주요 대상지역에 해당함
 - 곰나루 주변을 포함하여 공주보 상류 안에서 녹조류가 3월부터 조금씩 관찰되었으며, 공주보 좌안 자연형어도는 호우로 유실되어 재공사가 이루어졌음
 - 어도 주변 둔치나 제방은 고운 모래로 쌓여 있어 집중호우나 장마가 오면 유실될 우려가 있는 것으로 보임
 - 생태계 교란종인 가지박은 반포면 청벽대교 아래부터 혈저천 합류점 구간까지, 곰나루 주변, 도천천 합류부까지 관찰되고 있음
 - 금강보 아래 모래톱 지역에 비오리와 흰뺨검둥오리가 월동하고 있는 것으로

관찰되었음

4) IV구역

- IV구역은 금강정비사업 4·5·6공구 일부구간(24.2km)임
 - 백제보 및 주변지역이 조사 주요 대상지역에 해당하며, 이 구간은 금강정비사업 이전 농사를 짓던 곳이 대부분 공원과 자전거 도로로 변화된 구간으로 현재 백제보 수변 둔치공원내 식물은 식재식물 사이로 자생식물과 외래식물(개망초, 달맞이꽃, 갈퀴나물, 환삼덩굴 등)이 동시에 자라고 있는 등 관리가 미흡한 것으로 나타남
 - 백제보의 경우, 완전히 담수상태로 운영중이며 봄철 이후 녹조현상이 지속적으로 발생하였고 백제보 아래로 오염된 거품이 관찰되었으며, 녹조 우려를 대비해 홍보관 창고에 녹조제거제를 쌓아놓고 있는 실정임
 - 현재 어도에 어류이동이 없는 것으로 나타났으나 금강의 3개 보의 어도 중 향후 가장 효율성이 있는 것으로 판단됨
 - 황산대교 인근 세도지구 우안 호안에서 침식(2km 이상)이 발생
 - 생태계 교란종인 가시박은 논산천 합류점 인근에서 관찰되었음
 - 동물은 포유류의 경우 멧돼지, 너구리, 고라니, 조류는 말뚝가리 포함 4종이 관찰되었으며 지천의 경우 멸종위기종 1급 미호종개가 관찰되었고 부여공공하수처리시설 인근에 맹꽂이 서식지가 관찰되었음

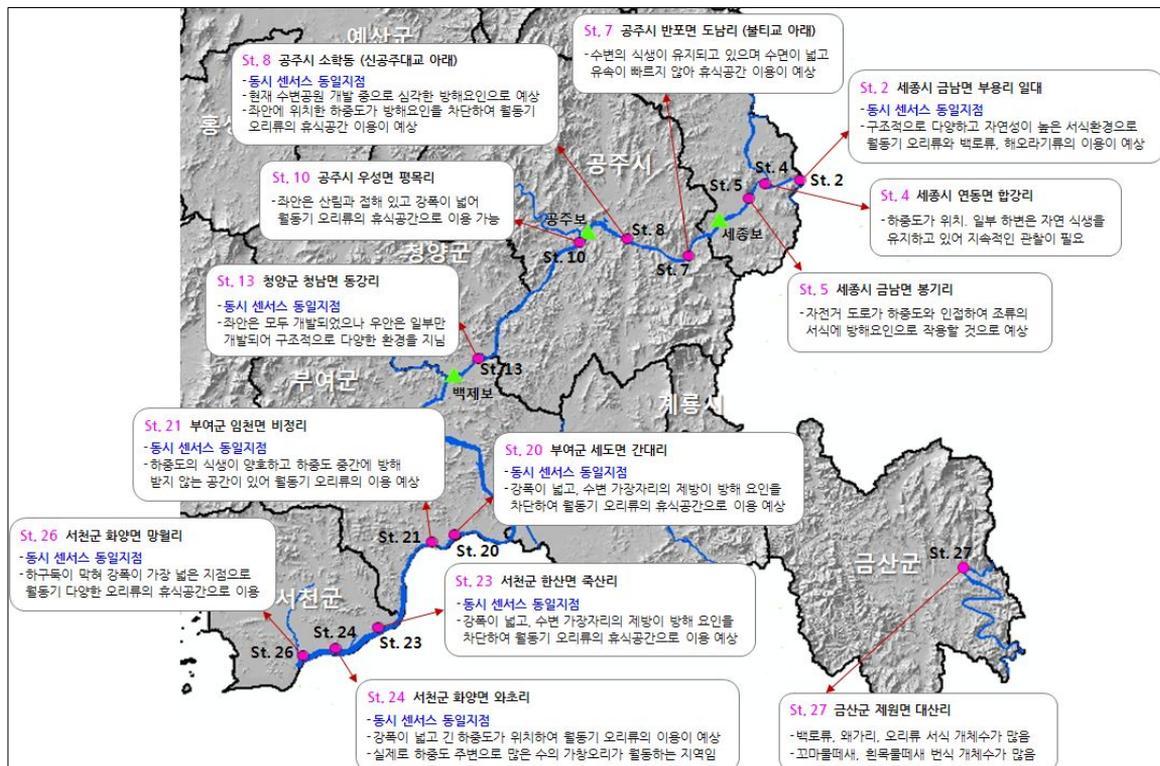
5) V구역

- V구역은 금강정비사업 1·2·3공구 일부구간(38.3km)임
 - 금강하굿둑에서 부여 옹포대교 주변지역이 조사 주요 대상지역에 해당
 - 신성리 갈대밭 지역은 갈대가 우점하고 있으며 물억새, 모새달이 일부 서식하고 있으나 모새달 서식지가 공사로 훼손된 채 방치되고 있는 실정이며, 자전거도로의 경우 이용자가 거의 없는 실정으로 나타났음
 - 조류는 멸종위기종인 새홀리기, 큰기러기 등을 포함하여 흰뺨검둥오리, 청둥오리, 기러기류, 참매, 가창오리 등 10여종이 관찰

- 가시박이 금강하구 인근에서 관찰되는 등 전 구역에 걸쳐 가시박 제거 대책이 필요할 것으로 판단됨

다. 생태 모니터링 중요지점 발굴

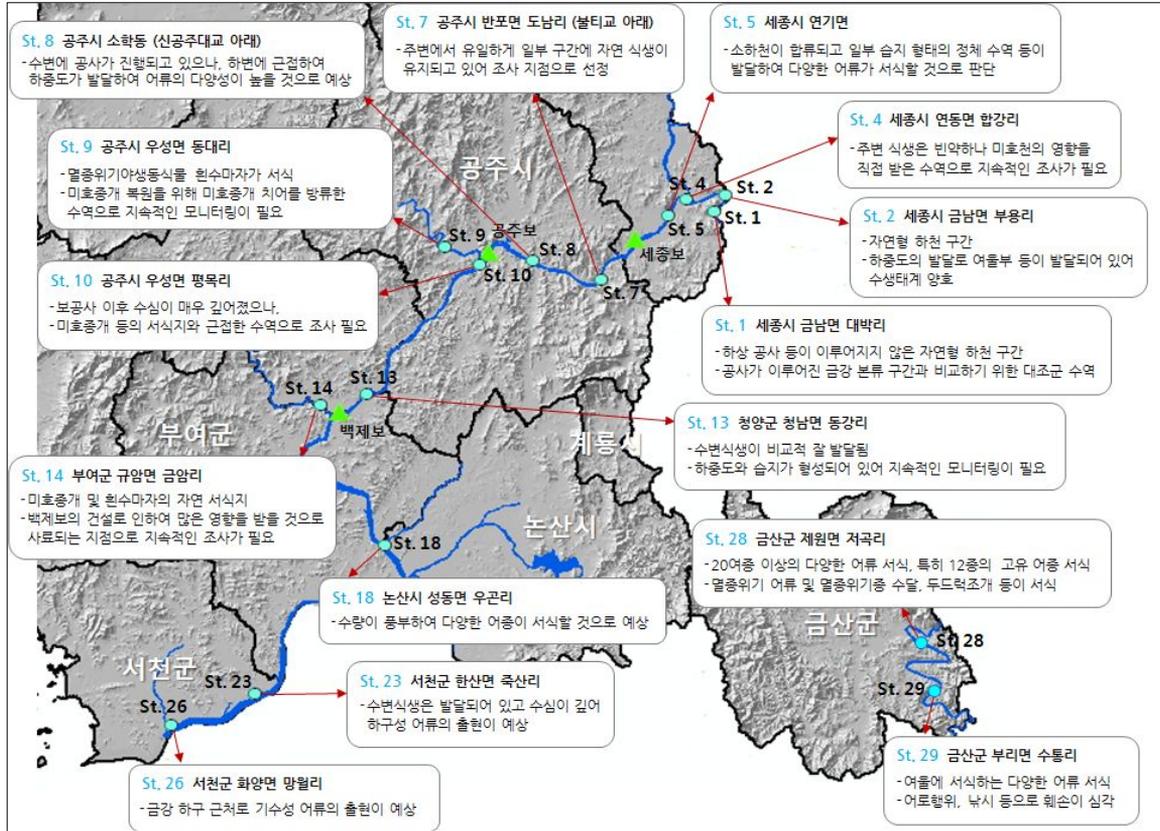
- 생태 정밀 모니터링 지점은 금강정비사업 이전의 서식지 환경, 자연환경조사결과, 강 주변 비오톱 조사 결과 및 본 연구의 서식지 현장조사 결과 등을 토대로 선정
- 금강수계는 금강정비사업 이후 전반적으로 조류의 서식환경에 많은 변화가 발생하였음
- 이로 인해 과거와 비교하여 조류의 분포에도 많은 변화가 있을 것으로 예상되어 조류의 조사지점 선정은 현장조사를 통해 종다양성이 높거나 멸종위기종이 서식하는 지점, 특이한 서식지 유형을 지닌 지점 등을 위주로 선정하였음



[그림 1-13] 생태 정밀 모니터링 조류조사 지점 선정결과

- 담수어류 조사 지점의 선정은 문헌조사 및 현장조사를 토대로 멸종위기종

및 고유종이 서식하는 지점, 하상구조가 다양한 지점 등을 위주로 선정하였음



[그림 1-14] 생태 정밀 모니터링 어류조사 지점 선정결과

라. 하상변화 평가

- 금강정비사업 이전 대청호 조정지로부터 백제보까지 구간별 하천수가 유출되는데 걸리는 시간이 약 0.8~1.4일에서 사업후 1.1~5.6일로 대폭 증가하였으며, 기존 대비 1.4~4배 증가한 수치임
- 전구간에서 급격한 유속 저하 현상이 나타났고 특히, 공주보와 세종보 담수구간은 0.05~0.09m/s로 호수에 준하는 특성을 보였음
- 하천이 저류되면서 유속이 작아지고 수심이 깊어지는 등 호소에서 나타나는 문제점들이 금강에서도 빈번하게 나타날 수 있으며, 강우시 발생한 탁수의 지속시간이 길어지고 조류 발생에 취약한 환경이 조성됨

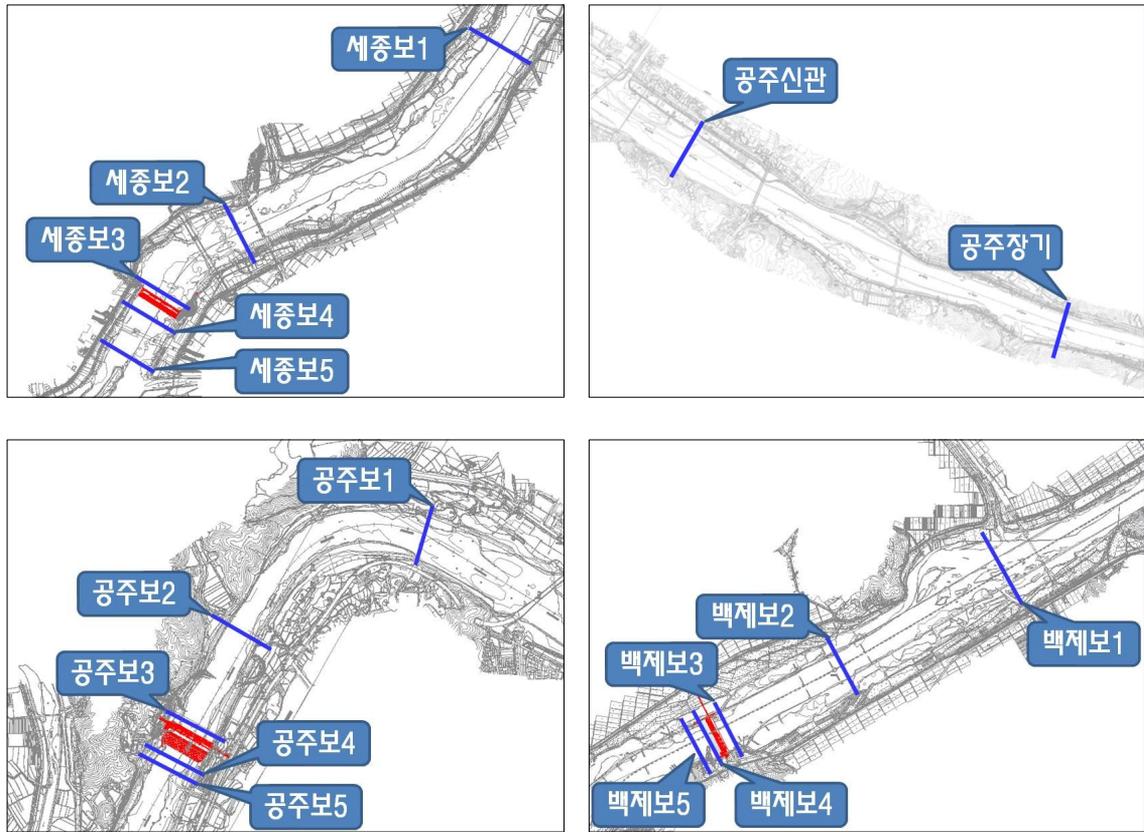
[표 1-14] 보 설치에 따른 유출시간 변화

구간	유량(CMS)		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

[표 1-15] 보 설치에 따른 구간 평균유속 변화

구간	구간 평균유속(m/s)			
	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

- 17개 지점의 단면을 조사한 결과, 5개 지점의 단면에서만 금강정비사업 계획 설계도면과 유사한 단면을 나타냄
- 12개 지점의 단면에서는 당초 사업계획과는 다른 하상단면을 나타내고 있음
- 공주보5, 백제보1, 백제보3, 백제보5 지점은 하상의 변화가 적은 안정 하천의 형태를 보여주고 있으나 당초 설계 계획과 준설심이 약 1~3m 이상 차이를 보이고 있어 준설사업이 잘못 시공되었을 가능성이 있음



[그림 1-15] 보 설치 위치 및 횡단면 조사 구간

[표 1-16] 금강본류 하상단면 검토결과

지점명		계획 비교	하상 변화 평가
세종보	세종보1	일부 상이	안정
	세종보2	일부 상이	안정
	세종보3	상이	침식 진행
	세종보4	일부 상이	침식 진행
	세종보5	일부 상이	안정
공주지역	공주장기	상이	-
	공주신관	상이	-
공주보	공주보1	일부 상이	안정
	공주보2	상이	퇴적 진행
	공주보3	상이	퇴적 진행
	공주보4	상이	침식 진행
	공주보5	상이	안정
백제보	백제보1	상이	안정
	백제보2	상이	하상저하 진행
	백제보3	상이	안정
	백제보4	상이	침식 진행
	백제보5	상이	안정

마. 환경영향평가 협의사항 이행평가

- 전체적으로 환경영향평가 협의내용을 대부분의 공사구간에서 적정하게 이행한 것으로 평가
- 일부 협의내용이 현장과 상이한 부분이 존재하였으며, 지속적인 모니터링 요구됨

1) 생태환경(인공습지 조성)

- 기존 습지의 훼손이 불가피한 경우 인공습지를 조성하였으나, 충분한 습지유량을 확보하지 못해 다양한 식생이 조성되어 있지 않았으며, 생태환경이 적절히 조성되지 못해 대체습지로서의 역할이 불가능한 습지도 존재하는 것으로 보임
- 인공습지의 유지유량은 보 운영에 따라 변화될 가능성이 있으므로, 저수기와 갈수기에도 안정적으로 유지유량을 확보하고 지속적으로 운영할 수 있는 방안 에 대한 검토와 중장기적 모니터링이 필요함

2) 인공구조물(자전거도로 포함)의 설치

- 주민 접근성이 떨어지는 지역에는 인공시설물의 설치를 최소화하고 자연생태 공간으로 조성하도록 하였으나, 인공구조물이 상당부분 설치되어 미관상 좋아 보이지 않으며, 시설의 운영관리 및 활용을 위한 대안이 요구됨
- 자전거도로는 투수성 포장재를 이용하여 설치하여야 하나 콘크리트를 사용하였으며, 수변부에서 이격하여 설치하거나 산지부는 우회하거나 변경하여야 하나, 일부구간이 수변부와 산지부에서 설치되어 환경에 영향을 미칠 것으로 판단됨

3) 어도 설치 및 운영

- 어도는 금강의 3개 보(세종보, 공주보, 백제보)에 대부분 잘 설치되어 있는 것으로 판단되나, 시기적 특성(저수기, 갈수기) 및 보의 가동조건에 따라 어도의 유량변동이 예상되므로 어도가 기능을 제대로 발휘하기 위해 세심한 운영관리가 필요함

4) 수질개선방안

- 수질악화 방지를 위하여 금강의 3개 보에 수중폭기시설이 설치되어 있으나, 가동여부에 대한 확인이 불가능한 실정임
- 2012년 8월초 백제보 인근 금강분류와 금강으로 유입되는 지류하천 모두 조류발생으로 인해 녹조현상이 발생하였으나, 별다른 수질개선방안을 시행하지 않았음
 - 특히, 금강으로 유입되는 지류하천은 보 운영에 따른 체류시간 증가로 인해

진한 녹색을 띄고 있어 분류와 더불어 지류하천에 대한 수질개선 대책마련이 시급한 것으로 판단됨

5) 준설토 적치장

- 하천구역 내 제외지에 준설토를 장기간 적치하지 않도록 하였으나 하천준설편사가 완료된 시점에도 준설토를 적치하고 있어, 강우에 따라 하천유량이 늘어나는 경우, 하천으로 토사가 유출될 가능성이 있음
- 제내지에 있는 준설토 적치장에서 골재/사토 선별작업으로 인해 탁수가 발생되나, 오염저감시설이 없어 인근 하천 및 강으로 유입되고 있어 준설토 적치장에 대한 관리 감독이 필요한 것으로 판단됨

6. 2차년도 조사·연구 방법

가. 수질 모니터링

1) 지류하천 모니터링

- 금강으로 유입되는 주요 지류하천의 수질을 분석하여 분류 수질 변화 현상 평가
- 조사방법
 - 측정지점 : 주요지류하천 17개 지점
 - 측정항목 : BOD₅, COD_{Mn}, SS, T-N, NO₂-N, NO₃-N, NH₃-N, T-P, PO₄-P, Chl-a
 - 시료채취 : 충남발전연구원 3인 2조 2차량의 조사팀 현장 채취
 - 분석기관 : 충남보건환경연구원 분석
 - 측정주기 : 월 3회 10일 간격 지향

2) 조류 및 탁수 모니터링

- 보 설치에 따른 저류 영향으로 하절기 집중적으로 발생하는 조류와 강우에 따라 발생한 탁수의 지속현황 모니터링
- 조사방법
 - 측정지점 : 보 상·하류 주요 지점
 - 측정항목 : BOD₅, COD_{Mn}, SS, T-N, NO₂-N, NO₃-N, NH₃-N, T-P, PO₄-P, Chl-a, 탁도, 식물성플랑크톤
 - 시료채취 : 충남발전연구원 3인 2조 2차량의 조사팀 현장 채취
 - 분석기관 : 충남보건환경연구원 분석
 - 측정주기 : 조류·탁수 발생시

나. 수변생태 모니터링

1) 생태계 변화 관찰

- 금강정비사업 추진에 따른 생태환경의 구조적 변화 실태를 비교·분석
- 금강변에 서식하는 주요 동·식물 변화실태를 조사하고 원인을 분석
- 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 9개 충청권 시민환경단체
 - 조사주기 : 월 3회 10일 간격으로 현장 조사

2) 어류·조류 서식변화 실태조사

- 하천 생태계 변화의 지표 생물인 어류 조사를 통하여 금강정비사업 전·후의 수중 생태계 변화 조사

- 생태 피라미드에서 상위를 차지하고 있는 조류조사를 통하여 금강의 하천을 포함한 주변 생태계 변화 조사
- 조사방법
 - 조사범위
 - 어류 주요 서식지 15지점
 - 조류 주요 서식지 13지점
 - 조사기관 : (주)생물다양성연구소
 - 조사주기 : 계절상 변화 조사

다. 하상·퇴적토 모니터링

1) 하상 변화 모니터링

- 금강정비사업 구간의 퇴적오니 준설 이행여부 및 3개 보와 주요 퇴적지점을 중심으로 침적실태를 조사하고 당초 사업계획과 비교·분석, 문제점 도출
- 보 상·하류를 중심으로 금강정비사업의 준설 공사 및 보설치 준공상태를 확인하고 보 설치 및 운영에 따른 하상변동을 확인
- 조사방법
 - 측량지점 : 3개보 각각 상·하 4km 구간
 - 측량내용 : 하천단면 지상측량 및 수심측량
 - 측량기관 : 충남발전연구원
 - 측정횟수 : 2회

2) 퇴적토 성분 분석

- 보 설치에 따른 하천의 호소화로 인한 퇴적물 성상 변화 현상 조사
- 퇴적토 채취 장비를 이용하여 수면상 선박에서 시료를 채취하여 분석
 - 측정지점 : 3개보 각각 상류 3지점, 하류 2지점

- 측정항목 : 합수율, 완전연소가능량, COD_{sed}, T-N, T-P, SRP
- 시료채취 : 충남발전연구원
- 분석기관 : 충남보건환경연구원 분석
- 측정횟수 : 2회

3) 지류하천 역행침식 조사

- 금강 본류의 준설 및 보에 의한 수위 조절로 인한 주요 지류하천의 역행침식 발생 여부 조사
- 조사방법
 - 조사범위 : 충청남도·세종시 관할 구역의 금강 본류 유입 지류하천
 - 조사기관 : 금강유역환경회의 및 9개 충청권 시민환경단체
 - 조사주기 : 월 1회 이상 현장 수시 조사

라. 지하수 모니터링

- 준설 및 보 설치로 인한 금강변 농경지 지하수 수위 변화 조사
- 지하수 이용에 미치는 영향 조사
- 조사방법
 - 금강변에 위치한 국가지하수관측망의 수위자료 분석

마. 금강 중·하류 유수이용 현황 평가

- 금강 중·하류의 수자원 이용량의 가장 큰 부분을 차지하고 있는 농업용수 이·취수량을 조사하여 중·하류 지역의 구간별 유수 이용 현황 평가
- 평수기·갈수기 중심의 유수이용현황 자료 조사
- 이·취수시설 운영자료 출처 : 한국농어촌공사

바. 환경영향평가 관리방안 이행평가

- 금강수계하천기본계획의 사전환경성검토서와 금강살리기사업 환경영향평가가서 검토
- 금강정비사업의 환경영향평가 협의과정에서 공사시 준수사항의 이행여부 점검
- 금강정비사업 전체 구간을 대상으로 환경영향에 대한 평가를 위한 현장조사

제2장 수질 모니터링

1. 금강 본류 수질 평가

2. 지류하천 모니터링

3. 탁수발생 모니터링

4. 조류 발생현황 평가

제2장 수질 모니터링

1. 금강 본류 수질 평가

가. 금강 본류 수질평가 지점

1) 일반측정망 비교지점

- 금강정비사업 추진 이전의 수질과 이후의 수질을 비교하기 위하여 장기적인 모니터링 지속되고 있는 국가측정망인 환경부 일반측정망 자료를 활용하였음
- 상류의 연기 지점부터 하류의 금강갑문 지점까지 총 11개 지점의 자료를 활용하였음
 - 일반측정망 연기지점은 행정구역상 세종특별자치시 연기면 세종리에 위치해 있으며 금강물환경연구소에서 측정중이며, 금강금남지점을 지나 세종보 상류 전 지점에 측정지점이 위치해 있음
 - 일반측정망 공주1지점은 행정구역상 충청남도 공주시 금성동에 위치해 있으며 금강유역환경청에서 측정중이며, 금강상왕지점을 지나 공주보 상류 전 지점에 측정지점이 위치해 있음
 - 일반측정망 곰나루지점은 행정구역상 충청남도 공주시 웅진동에 위치해 있으며 금강유역환경청에서 측정중이며, 공주보 하류지점을 지나 바로 측정지점이 위치해 있음
 - 일반측정망 목면지점은 행정구역상 충청남도 청양군 목면 신흥리에 위치해 있으며 금강물환경연구소에서 측정중이며, 공주보와 백제보 중간지점에 측정지점이 위치해 있음
 - 일반측정망 공주2지점은 행정구역상 충청남도 공주시 탄천면 분강리에 위치해 있으며 금강유역환경청에서 측정중이며 금강이인지점을 지나 백제보 상류 전 지점에 측정지점이 위치해 있음
 - 일반측정망 정동지점은 행정구역상 충청남도 부여군 규암면 호암리에 위치해 있으며 금강물환경연구소에서 측정중이며, 백제보 하류지점을 지나 바로 측정지점이 위치해 있음

- 일반측정망 부여1지점은 행정구역상 충청남도 부여군 규암면 외리에 위치해 있으며 금강유역환경청에서 측정중이며, 백제교에 측정지점이 위치해 있음
- 일반측정망 부여2지점은 행정구역상 충청남도 부여군 장암면에 위치해 있으며 금강유역환경청에서 측정중이며, 금강장암 지점을 지나 바로 측정지점이 위치해 있음
- 일반측정망 성동지점은 행정구역상 충청남도 논산시 성동면 개척리 위치해 있으며 금강유역환경청에서 측정중이며, 부여2와 강경사이 석성천 합류후에 측정지점이 위치해 있음
- 일반측정망 강경지점은 행정구역상 충청남도 논산시 강경읍 황산리에 위치해 있으며 금강물환경연구소에서 측정중이며, 금강세도 지점 바로 전에 측정지점이 위치해 있음
- 일반측정망 양화-1지점은 행정구역상 충청남도 부여군 양화면 내성리 위치해 있으며 금강유역환경청에서 측정중이며, 옹포대교에 측정지점이 위치해 있음

[표 2-1] 환경부 일반측정망

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 합류후 2km
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	옹포대교

2) 총량측정망 비교지점

- 환경부 일반측정망과 포함하여 보다 다양한 수질자료를 확보하기 위하여 환경부 총량측정망 자료를 추가로 활용하였음
- 총량측정망은 오염물질(부하량)의 유역단위 거동 해석을 위하여 설치한 측정망으로서 수질변화의 원인을 분석하기 위한 자료로도 이용하는데 활용도가 뛰어나며, 하천 상·하류간 또는 본류·지류간의 오염원인 관계를 규명하는데 활용이 가능함
- 상류의 금본F 지점부터 하류의 금본L 지점 까지 총 10개 지점의 자료를 활용하였음
 - 총량측정망 금본F지점은 행정구역상 충청북도 청원군 현도면 하석리 대청교에 위치해 있으며 금강물환경연구소에서 측정중이며, 금강본류에 해당이 되며 대청댐 수문에서 0.5km에 측정지점이 위치해 있음
 - 총량측정망 갑천A지점은 행정구역상 대전광역시 유성구 구즉동에 위치해 있으며 금강물환경연구소에서 측정중이며, 갑천에 해당이 되며 금강과 합류 0.5km전에 측정지점이 위치해 있음
 - 총량측정망 금본G지점은 행정구역상 세종특별자치시 금남면 집현리 동양시멘트옆에 위치해 있으며 금강물환경연구소에서 측정중이며, 금강본류에 해당이 되며 미호천 합류전에 측정지점이 위치해 있음
 - 총량측정망 미호C지점은 행정구역상 세종특별자치시 연기면 세종리 월산교에 위치해 있으며 금강물환경연구소에서 측정중이며, 미호천에 해당이 되며 금강합류전에 측정지점이 위치해 있음
 - 총량측정망 금본H지점은 행정구역상 세종특별자치시 연기면 세종리에 위치해 있으며 금강물환경연구소에서 측정중이며, 금강본류에 해당이 되며 금남교에 측정지점이 위치해 있음
 - 총량측정망 금본I지점은 행정구역상 충청남도 청양군 목면 신흥리에 위치해 있으며 금강물환경연구소에서 측정중이며, 금강본류에 해당이 되며 신흥양수장 인근에 측정지점이 위치해 있음
 - 총량측정망 금본J지점은 행정구역상 충청남도 부여군 규암면 호암리에 위치해 있으며 금강물환경연구소에서 측정중이며, 금강본류에 해당이 되며 백마

강교에 측정지점이 위치해 있음

- 총량측정망 논산A지점은 행정구역상 충청남도 논산시 강경읍 복옥리에 위치해 있으며 금강물환경연구소에서 측정중이며, 논산천으로 금강합류전 강경대교에 측정지점이 위치해 있음
- 총량측정망 금본K지점은 행정구역상 충청남도 논산시 강경읍 황산리에 위치해 있으며 금강물환경연구소에서 측정중이며, 금강본류에 해당이 되며 황산대교에 측정지점이 위치해 있음
- 총량측정망 금본L지점은 행정구역상 충청남도 부여군 양화면 내성리 위치해 있으며 금강물환경연구소에서 측정중이며, 금강갑문교에 위치해 있음

[표 2-2] 환경부 총량측정망

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 2-1] 금강분류 수질평가 지점

나. 금강정비사업 이전 금강 수질

- 금강정비사업이 시행되기 이전인 2003년부터 2008년까지 일반측정망과 총량측정망의 관측자료를 바탕으로 6년간 월최대·월최소·월평균 수질을 산출하였음
- 관측자료 중 본 연구에서 측정한 자료와 비교검토가 가능한 항목인 BOD₅, COD, SS, T-N, T-P, Chl-a의 6개 항목을 조사하였음
- 상당수의 측정지점에서 BOD₅ 농도가 3~6월간 상승하였으며, 변동폭이 커지는 것으로 나타났고, 장마기와 풍수기가 본격적으로 시작되는 7~9월간 낮아지는 경향을 나타내고 있음

[표 2-3] 환경부 일반측정망 금강정비사업 이전 연기 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)
1	최대	4.6	6.3	10.0	6.63	0.342	7.9
	평균	2.3	5.4	5.6	5.53	0.230	5.1
	최소	0.9	3.6	3.0	4.63	0.151	0.7
2	최대	3.0	8.3	25.6	11.20	0.358	17.7
	평균	2.4	6.3	10.3	7.26	0.283	8.9
	최소	1.7	5.3	3.8	5.28	0.189	0.7
3	최대	3.9	8.1	57.6	8.35	0.398	33.7
	평균	2.8	6.2	15.8	6.19	0.271	16.6
	최소	2.0	4.6	3.6	5.00	0.203	4.9
4	최대	6.7	9.3	52.0	10.90	0.341	78.0
	평균	4.1	7.6	18.5	6.77	0.255	38.6
	최소	1.4	5.7	9.6	5.30	0.163	14.5
5	최대	7.3	11.1	41.2	8.93	0.365	123.6
	평균	4.5	8.5	23.1	6.85	0.297	45.1
	최소	1.6	7.0	15.8	3.64	0.235	12.1
6	최대	6.8	9.3	39.2	6.03	0.307	100.6
	평균	4.2	7.5	21.4	4.19	0.220	44.6
	최소	2.0	5.4	9.4	2.95	0.120	3.0
7	최대	4.5	10.0	152.0	5.86	0.374	82.6
	평균	2.8	6.9	42.2	3.93	0.227	40.4
	최소	2.0	4.8	10.3	2.36	0.149	5.1
8	최대	3.8	9.2	59.0	5.03	0.296	59.4
	평균	2.5	6.6	34.5	3.59	0.213	29.4
	최소	1.6	4.9	4.5	2.53	0.132	1.7
9	최대	3.8	7.5	75.5	4.97	0.292	28.5
	평균	2.4	5.9	26.0	3.16	0.176	17.6
	최소	1.8	4.1	8.0	2.64	0.114	6.7
10	최대	4.2	7.7	18.8	5.92	0.352	77.7
	평균	2.4	5.6	11.1	4.35	0.208	29.5
	최소	0.9	4.1	8.4	2.56	0.125	5.7
11	최대	3.7	7.3	13.8	9.02	0.293	28.2
	평균	2.4	5.7	7.9	5.57	0.191	14.3
	최소	1.4	4.6	4.1	3.28	0.091	5.5
12	최대	2.6	5.8	8.9	7.83	0.250	13.1
	평균	2.0	5.6	5.1	5.70	0.213	6.4
	최소	1.2	5.4	2.4	4.32	0.168	1.7

[표 2-4] 환경부 일반측정망 금강정비사업 이전 공주1 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)
1	최대	2.2	5.9	5.9	6.23	0.268	12.2
	평균	1.9	5.2	5.4	5.42	0.231	5.9
	최소	1.3	4.8	4.6	4.43	0.156	2.5
2	최대	2.7	6.7	10.1	6.80	0.286	18.5
	평균	2.4	5.9	6.5	6.02	0.235	11.4
	최소	2.1	5.2	3.2	4.91	0.132	4.6
3	최대	3.9	8.5	12.3	6.54	0.281	36.6
	평균	3.3	6.8	9.1	5.63	0.218	22.9
	최소	2.8	5.0	4.7	4.81	0.151	10.7
4	최대	5.6	9.5	19.1	6.24	0.264	103.0
	평균	4.5	7.8	16.3	5.39	0.209	45.9
	최소	3.1	5.8	13.2	3.48	0.139	10.7
5	최대	5.4	8.3	21.0	5.30	0.321	49.6
	평균	4.4	7.5	16.0	4.31	0.230	35.0
	최소	2.8	6.0	13.0	2.69	0.167	3.4
6	최대	6.8	10.6	28.0	4.21	0.261	53.6
	평균	4.3	8.2	20.9	3.64	0.208	41.1
	최소	1.9	5.6	9.2	2.69	0.129	18.3
7	최대	4.3	7.3	93.9	4.35	0.315	47.9
	평균	2.8	6.4	44.6	3.20	0.198	24.1
	최소	1.8	5.4	16.5	2.43	0.100	4.2
8	최대	1.8	9.5	148.5	3.35	0.201	43.1
	평균	1.6	6.0	45.3	2.95	0.169	21.5
	최소	1.2	4.7	12.1	2.70	0.122	5.5
9	최대	3.2	6.6	27.2	3.79	0.238	73.3
	평균	2.1	5.4	22.4	2.79	0.174	30.3
	최소	1.4	4.2	17.1	2.33	0.115	7.3
10	최대	2.9	7.6	18.2	4.58	0.207	69.7
	평균	1.8	5.6	14.6	3.80	0.172	29.6
	최소	1.1	4.2	10.0	3.12	0.139	10.3
11	최대	3.4	7.0	14.5	4.56	0.221	56.9
	평균	2.0	5.7	10.3	4.07	0.177	29.4
	최소	1.1	4.5	6.4	3.75	0.145	9.0
12	최대	2.8	5.8	13.1	5.89	0.250	29.7
	평균	2.0	5.3	7.0	4.86	0.205	12.4
	최소	1.4	4.7	4.6	4.47	0.148	2.6

[표 2-5] 환경부 일반측정망 금강정비사업 이전 곰나루 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)
1	최대	2.9	5.3	18.0	8.40	0.227	19.2
	평균	2.3	4.5	13.1	5.25	0.175	8.1
	최소	1.3	2.5	6.7	2.58	0.072	0.6
2	최대	3.0	6.7	22.4	7.66	0.300	40.1
	평균	2.4	6.1	10.3	5.65	0.217	20.7
	최소	1.2	5.2	4.4	3.60	0.015	2.9
3	최대	4.1	9.4	34.8	8.66	0.336	48.8
	평균	2.9	6.3	12.7	5.85	0.213	20.0
	최소	1.1	4.1	3.2	3.26	0.067	7.8
4	최대	8.9	10.1	30.4	6.42	0.283	115.8
	평균	5.4	8.0	20.0	5.22	0.230	83.8
	최소	2.9	5.8	12.4	4.18	0.154	28.1
5	최대	7.2	9.7	25.7	6.22	0.312	92.5
	평균	4.4	7.0	19.8	4.17	0.200	51.2
	최소	2.0	4.9	10.4	2.32	0.098	28.3
6	최대	7.5	12.1	36.8	4.97	0.355	129.1
	평균	4.8	8.7	22.6	3.81	0.230	71.9
	최소	1.3	4.8	11.7	2.81	0.121	7.5
7	최대	3.9	10.7	218.0	5.59	0.317	90.3
	평균	2.6	7.5	77.9	3.83	0.218	27.8
	최소	1.6	5.5	7.0	2.46	0.108	6.5
8	최대	3.7	5.9	60.0	5.10	0.181	56.7
	평균	1.5	4.8	26.4	3.03	0.143	21.6
	최소	0.7	3.7	7.0	2.30	0.101	1.7
9	최대	2.4	6.2	69.0	3.26	0.230	39.7
	평균	2.0	5.5	24.0	2.68	0.165	18.5
	최소	1.0	4.1	11.2	2.24	0.130	3.6
10	최대	5.0	8.1	19.3	4.13	0.205	85.2
	평균	2.1	4.8	12.8	3.43	0.136	30.8
	최소	0.8	2.6	6.6	2.69	0.058	2.9
11	최대	4.5	7.4	22.8	4.80	0.259	46.7
	평균	2.7	5.6	11.9	3.94	0.178	31.0
	최소	1.5	4.4	4.6	3.46	0.138	8.0
12	최대	3.0	5.5	9.2	5.18	0.211	33.6
	평균	2.1	4.9	5.2	4.42	0.166	12.5
	최소	1.4	4.0	3.6	3.68	0.105	4.3

[표 2-6] 환경부 일반측정망 금강정비사업 이전 목면 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)
1	최대	-	-	-	-	-	-
	평균	-	-	-	-	-	-
	최소	-	-	-	-	-	-
2	최대	2.4	6.0	11.8	6.09	0.225	-
	평균	2.4	6.0	11.8	6.09	0.225	-
	최소	2.4	6.0	11.8	6.09	0.225	-
3	최대	4.0	6.3	47.5	5.28	0.214	-
	평균	4.0	6.3	47.5	5.28	0.214	-
	최소	4.0	6.3	47.5	5.28	0.214	-
4	최대	7.1	10.0	22.3	5.43	0.204	-
	평균	7.1	10.0	22.3	5.43	0.204	-
	최소	7.1	10.0	22.3	5.43	0.204	-
5	최대	5.4	8.4	31.5	4.65	0.250	-
	평균	5.4	8.4	31.5	4.65	0.250	-
	최소	5.4	8.4	31.5	4.65	0.250	-
6	최대	5.5	8.6	33.3	3.92	0.285	-
	평균	5.5	8.6	33.3	3.92	0.285	-
	최소	5.5	8.6	33.3	3.92	0.285	-
7	최대	2.9	5.9	16.9	3.92	0.199	-
	평균	2.9	5.9	16.9	3.92	0.199	-
	최소	2.9	5.9	16.9	3.92	0.199	-
8	최대	3.0	6.0	23.5	4.45	0.193	-
	평균	3.0	6.0	23.5	4.45	0.193	-
	최소	3.0	6.0	23.5	4.45	0.193	-
9	최대	3.4	7.3	19.2	4.56	0.204	-
	평균	3.4	7.3	19.2	4.56	0.204	-
	최소	3.4	7.3	19.2	4.56	0.204	-
10	최대	4.3	7.8	17.9	4.06	0.199	-
	평균	4.3	7.8	17.9	4.06	0.199	-
	최소	4.3	7.8	17.9	4.06	0.199	-
11	최대	2.1	5.6	7.4	3.77	0.162	-
	평균	2.1	5.6	7.4	3.77	0.162	-
	최소	2.1	5.6	7.4	3.77	0.162	-
12	최대	2.6	6.0	5.8	5.57	0.151	-
	평균	2.6	6.0	5.8	5.57	0.151	-
	최소	2.6	6.0	5.8	5.57	0.151	-

[표 2-7] 환경부 일반측정망 금강정비사업 이전 공주2 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)
1	최대	2.3	6.3	10.4	9.47	0.264	18.3
	평균	1.8	5.2	6.5	6.08	0.202	7.5
	최소	1.3	4.2	3.2	3.46	0.145	0.6
2	최대	3.0	7.1	11.8	6.78	0.251	24.6
	평균	2.5	6.2	7.0	5.99	0.225	17.4
	최소	2.0	5.3	4.4	5.16	0.134	7.3
3	최대	4.2	8.9	13.2	10.45	0.250	57.6
	평균	3.4	7.6	9.5	6.56	0.204	21.7
	최소	2.7	5.8	4.8	4.01	0.147	7.9
4	최대	8.6	10.0	26.8	11.62	0.326	167.5
	평균	5.6	7.7	22.7	6.26	0.233	81.2
	최소	3.0	3.6	16.4	3.90	0.182	26.9
5	최대	7.7	11.9	42.0	5.54	0.278	140.8
	평균	5.3	9.1	24.4	4.10	0.230	57.3
	최소	3.9	6.3	13.3	1.93	0.194	13.4
6	최대	5.7	10.8	36.0	10.08	0.371	91.8
	평균	4.2	8.6	23.3	4.66	0.256	58.5
	최소	3.0	6.0	5.2	2.74	0.168	6.9
7	최대	6.1	9.1	102.4	4.93	0.240	74.6
	평균	2.9	6.9	56.5	3.32	0.179	23.2
	최소	1.5	5.7	11.3	2.40	0.077	5.7
8	최대	3.7	12.5	291.0	6.62	0.341	55.9
	평균	2.3	7.0	68.4	3.64	0.186	27.9
	최소	1.3	4.2	8.0	2.40	0.106	1.8
9	최대	3.2	8.6	41.0	3.77	0.290	52.3
	평균	1.9	5.9	25.4	2.94	0.185	26.9
	최소	0.8	5.1	16.8	2.45	0.096	6.9
10	최대	4.6	8.9	23.5	5.73	0.208	116.9
	평균	2.8	6.3	14.0	3.73	0.165	52.5
	최소	1.2	4.0	9.2	2.78	0.120	10.8
11	최대	3.9	7.6	13.6	4.83	0.222	60.2
	평균	2.5	5.8	7.9	3.92	0.175	37.5
	최소	1.5	4.0	5.2	3.37	0.147	11.7
12	최대	2.8	6.3	8.0	5.87	0.245	42.3
	평균	1.9	5.3	5.1	4.66	0.173	16.3
	최소	1.1	4.5	3.0	4.00	0.108	3.5

[표 2-8] 환경부 일반측정망 금강정비사업 이전 정동 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)
1	최대	1.9	6.9	6.6	7.17	0.288	18.0
	평균	1.7	5.1	4.4	5.62	0.199	7.3
	최소	1.3	4.2	2.4	4.21	0.082	1.5
2	최대	3.0	6.8	16.0	6.48	0.595	29.2
	평균	2.5	5.9	7.1	5.92	0.277	18.6
	최소	2.0	5.4	2.4	5.09	0.135	10.6
3	최대	4.2	9.2	40.0	7.27	0.236	69.0
	평균	3.4	6.7	16.2	5.37	0.219	29.3
	최소	2.6	4.8	6.6	3.58	0.202	11.5
4	최대	7.0	10.2	26.4	6.96	0.274	175.4
	평균	4.7	8.8	17.4	5.54	0.203	68.8
	최소	3.3	6.4	8.0	4.50	0.163	4.3
5	최대	6.5	14.6	54.5	8.69	0.305	89.3
	평균	5.3	9.0	31.8	4.84	0.243	57.8
	최소	4.1	5.9	15.5	2.72	0.160	16.6
6	최대	7.9	11.8	59.0	4.27	0.290	85.1
	평균	5.3	9.1	34.2	3.58	0.229	39.1
	최소	3.7	5.9	12.3	2.73	0.137	3.8
7	최대	6.6	9.4	102.0	4.23	0.230	99.8
	평균	2.9	6.4	60.6	3.48	0.183	32.0
	최소	1.2	4.7	8.5	2.40	0.077	5.2
8	최대	3.7	17.1	472.0	6.24	0.394	78.9
	평균	2.4	7.6	107.1	3.54	0.205	29.7
	최소	1.0	4.8	7.8	2.15	0.120	2.6
9	최대	3.4	8.6	46.0	4.58	0.202	43.7
	평균	2.1	6.3	28.6	3.02	0.164	28.5
	최소	0.9	4.6	15.5	2.21	0.091	8.9
10	최대	5.0	8.1	22.4	5.04	0.188	209.6
	평균	2.7	6.2	16.4	4.07	0.161	65.5
	최소	1.3	4.2	9.2	2.83	0.115	8.3
11	최대	4.0	7.2	14.2	6.02	0.187	55.3
	평균	2.7	5.7	7.9	4.11	0.172	35.9
	최소	1.8	4.5	4.4	3.07	0.143	13.5
12	최대	3.9	6.5	7.7	7.56	0.189	46.6
	평균	2.2	5.3	5.3	5.18	0.161	18.9
	최소	1.3	4.4	1.8	4.13	0.125	4.3

[표 2-9] 환경부 일반측정망 금강정비사업 이전 부여1 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)
1	최대	2.9	6.1	7.1	6.01	0.308	27.3
	평균	2.0	5.3	5.8	5.13	0.210	9.6
	최소	1.4	4.8	4.8	4.19	0.131	3.7
2	최대	3.3	7.1	9.1	7.52	0.259	27.4
	평균	2.5	6.1	6.6	5.86	0.212	16.0
	최소	2.2	5.3	3.8	4.87	0.121	7.9
3	최대	4.5	8.5	37.6	6.39	0.288	49.5
	평균	3.4	6.7	14.0	5.38	0.224	31.5
	최소	2.4	5.5	7.3	4.41	0.184	13.5
4	최대	6.5	9.6	18.1	6.14	0.288	113.5
	평균	4.7	8.1	14.8	5.07	0.201	60.7
	최소	3.1	6.4	11.4	3.29	0.125	12.2
5	최대	6.1	8.3	24.1	5.36	0.272	66.4
	평균	4.7	7.6	16.7	4.33	0.218	41.7
	최소	2.9	5.9	11.1	2.80	0.144	3.0
6	최대	6.2	9.8	34.1	4.81	0.243	70.3
	평균	4.4	8.1	17.9	3.64	0.189	43.7
	최소	2.2	5.8	10.1	2.77	0.131	13.0
7	최대	4.1	7.8	96.5	4.95	0.267	44.9
	평균	2.8	6.6	50.3	3.30	0.181	25.8
	최소	1.5	5.1	16.4	2.49	0.102	7.4
8	최대	2.1	6.6	67.6	3.48	0.205	46.6
	평균	1.8	5.7	36.3	3.01	0.159	24.1
	최소	1.4	5.2	9.8	2.69	0.110	8.7
9	최대	3.5	6.7	39.1	4.06	0.184	83.0
	평균	2.1	5.5	21.6	2.92	0.152	34.8
	최소	1.2	4.5	11.0	2.34	0.114	10.4
10	최대	3.0	7.6	29.4	4.25	0.155	96.4
	평균	1.9	5.7	16.2	3.41	0.138	40.3
	최소	1.1	4.3	10.5	2.92	0.111	17.4
11	최대	4.0	7.0	15.1	4.39	0.205	89.4
	평균	2.4	5.9	10.0	3.77	0.152	47.9
	최소	1.1	4.8	6.1	3.22	0.100	11.5
12	최대	3.3	6.4	13.5	4.54	0.227	55.7
	평균	2.4	5.4	7.0	4.40	0.167	22.0
	최소	1.7	4.5	3.8	4.02	0.118	4.2

[표 2-10] 환경부 일반측정망 금강정비사업 이전 부여2 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)
1	최대	2.1	6.7	13.0	7.15	0.266	17.1
	평균	1.7	5.1	8.1	5.39	0.200	9.5
	최소	1.4	4.3	3.2	3.49	0.147	2.9
2	최대	2.8	7.2	20.4	8.70	0.456	154.3
	평균	2.3	5.8	12.1	5.88	0.259	42.5
	최소	2.0	4.1	3.6	3.96	0.124	6.0
3	최대	4.8	13.0	18.4	22.99	0.302	74.9
	평균	3.1	8.4	13.6	7.63	0.203	23.0
	최소	2.1	6.1	11.8	3.15	0.139	7.1
4	최대	8.2	11.8	29.2	23.95	0.240	124.1
	평균	4.9	9.3	22.9	7.25	0.196	69.3
	최소	2.9	7.6	15.6	1.70	0.147	18.7
5	최대	8.7	15.5	61.6	5.47	0.485	119.7
	평균	5.3	10.1	39.0	3.98	0.255	44.1
	최소	3.7	7.1	9.6	1.78	0.133	16.9
6	최대	6.2	15.4	46.3	7.50	0.245	91.1
	평균	4.3	9.2	23.7	5.08	0.197	28.4
	최소	3.6	5.7	12.4	3.42	0.132	8.0
7	최대	5.2	8.2	113.2	7.97	0.264	20.7
	평균	2.5	6.5	65.8	3.93	0.140	10.1
	최소	1.0	4.2	10.8	2.08	0.070	5.3
8	최대	3.9	7.7	144.0	7.58	0.249	41.2
	평균	2.7	6.0	49.3	3.61	0.166	22.2
	최소	1.4	5.0	13.7	2.51	0.118	4.9
9	최대	3.0	7.0	44.0	2.82	0.185	50.1
	평균	2.0	6.3	24.0	2.20	0.130	29.7
	최소	1.1	5.5	14.4	1.63	0.096	8.4
10	최대	6.0	9.8	146.0	4.82	0.192	131.0
	평균	3.4	7.2	49.7	3.50	0.134	62.1
	최소	1.1	3.8	13.6	1.73	0.091	6.4
11	최대	5.0	6.1	19.0	4.27	0.154	59.7
	평균	2.5	5.4	13.4	3.34	0.129	32.4
	최소	1.3	3.9	5.2	2.31	0.099	4.5
12	최대	2.1	6.1	14.6	5.38	0.202	19.8
	평균	1.6	5.3	8.5	4.16	0.143	8.9
	최소	1.1	4.5	3.2	3.13	0.081	2.7

[표 2-11] 환경부 일반측정망 금강정비사업 이전 성동 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)
1	최대	3.6	7.1	27.2	7.68	0.298	47.2
	평균	2.4	6.3	15.2	5.46	0.197	16.1
	최소	1.6	5.3	3.6	3.63	0.088	4.0
2	최대	6.5	8.4	18.4	6.46	0.616	92.6
	평균	3.8	7.0	14.0	5.49	0.285	44.4
	최소	2.7	5.4	6.0	4.40	0.159	15.1
3	최대	5.0	10.6	99.6	11.99	0.302	84.4
	평균	4.1	8.2	35.9	6.37	0.248	51.0
	최소	3.3	5.7	8.8	4.24	0.136	6.4
4	최대	5.5	12.5	42.4	5.81	0.303	82.3
	평균	4.1	9.1	24.8	5.15	0.187	51.2
	최소	3.1	7.9	16.8	4.58	0.106	25.7
5	최대	7.6	13.0	50.0	6.82	0.452	26.9
	평균	5.0	8.7	24.7	4.55	0.205	18.7
	최소	3.8	6.5	7.2	2.22	0.125	7.0
6	최대	4.8	9.4	34.4	6.08	0.418	46.8
	평균	3.7	8.1	19.4	4.21	0.238	21.6
	최소	2.5	6.9	7.3	2.68	0.149	5.2
7	최대	6.7	7.8	121.0	4.38	0.283	33.2
	평균	3.1	6.7	43.7	3.09	0.201	20.8
	최소	1.5	5.2	9.0	2.28	0.120	3.6
8	최대	6.7	7.6	100.0	5.34	0.321	45.3
	평균	3.6	6.2	34.5	3.54	0.198	30.8
	최소	1.7	5.0	11.0	2.56	0.141	11.1
9	최대	3.4	7.6	84.5	2.93	0.372	44.4
	평균	2.5	6.1	41.6	2.68	0.212	29.2
	최소	1.0	4.7	15.6	2.46	0.100	4.6
10	최대	5.1	7.7	30.4	10.17	0.169	58.6
	평균	2.9	6.1	17.4	4.27	0.139	34.0
	최소	1.4	4.6	9.6	2.11	0.105	8.3
11	최대	4.2	6.7	24.4	5.44	0.227	85.1
	평균	2.8	6.1	14.2	3.68	0.157	46.4
	최소	1.5	5.1	9.2	2.88	0.125	11.8
12	최대	4.6	8.2	14.8	6.17	0.351	97.0
	평균	3.6	6.9	12.0	4.64	0.206	41.6
	최소	2.0	5.8	9.0	3.59	0.134	5.4

[표 2-12] 환경부 일반측정망 금강정비사업 이전 강경 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)
1	최대	4.4	8.1	15.7	7.39	0.248	77.0
	평균	2.7	6.2	9.3	4.98	0.205	23.3
	최소	1.7	4.8	5.2	3.59	0.110	5.5
2	최대	4.6	8.3	17.6	6.99	0.302	84.5
	평균	3.3	7.4	11.2	5.69	0.220	35.9
	최소	2.1	6.1	6.8	4.10	0.146	9.3
3	최대	4.6	14.0	16.5	11.97	0.250	122.0
	평균	3.6	8.3	12.7	6.36	0.205	48.1
	최소	2.4	6.1	10.4	4.61	0.133	14.4
4	최대	5.4	9.6	32.7	6.14	0.358	66.5
	평균	4.4	8.2	16.2	5.03	0.211	37.1
	최소	3.7	6.5	7.6	3.20	0.082	11.7
5	최대	6.2	12.8	47.0	5.42	0.314	28.4
	평균	4.9	9.0	19.4	4.07	0.220	18.3
	최소	3.3	7.3	4.8	3.00	0.158	7.2
6	최대	5.1	10.9	21.7	6.30	0.267	21.4
	평균	4.0	8.9	14.8	4.38	0.214	13.4
	최소	2.9	7.3	5.0	3.47	0.139	6.6
7	최대	6.0	8.6	110.7	11.90	0.352	16.5
	평균	2.9	6.1	46.7	5.15	0.218	9.5
	최소	1.7	3.7	13.4	2.45	0.110	3.1
8	최대	6.2	7.8	61.0	5.86	0.211	51.0
	평균	3.8	6.4	32.5	3.80	0.155	24.2
	최소	1.8	4.6	8.8	2.38	0.082	6.9
9	최대	2.8	6.9	52.5	5.43	0.259	37.2
	평균	2.3	6.1	19.4	3.56	0.147	18.9
	최소	1.6	4.6	1.5	2.35	0.086	5.3
10	최대	7.8	14.3	31.2	4.70	0.480	67.3
	평균	4.3	7.9	20.9	4.09	0.214	52.7
	최소	1.0	3.9	11.2	3.03	0.056	40.3
11	최대	7.8	10.5	46.1	7.37	0.422	76.6
	평균	3.6	6.9	16.5	5.28	0.198	49.2
	최소	1.5	4.2	8.0	3.20	0.127	29.0
12	최대	4.4	7.8	14.8	7.10	0.235	83.5
	평균	3.6	6.4	11.2	5.18	0.195	37.9
	최소	2.0	5.1	7.4	4.25	0.149	7.9

[표 2-13] 환경부 일반측정망 금강정비사업 이전 양화-1 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)
1	최대	5.0	9.2	17.0	4.14	0.197	88.6
	평균	4.0	8.1	13.5	3.98	0.192	70.4
	최소	3.0	7.0	10.0	3.83	0.186	52.1
2	최대	8.1	9.6	24.2	6.89	0.264	62.1
	평균	6.6	8.9	19.1	5.79	0.219	36.1
	최소	5.0	8.1	14.0	4.69	0.174	10.0
3	최대	5.2	12.9	16.3	4.84	0.206	131.5
	평균	5.1	11.2	15.8	4.14	0.174	84.6
	최소	5.0	9.4	15.3	3.44	0.141	37.6
4	최대	5.9	14.0	9.2	4.03	0.214	183.1
	평균	5.6	13.2	9.0	3.86	0.170	112.9
	최소	5.3	12.3	8.7	3.68	0.125	42.7
5	최대	2.8	11.7	19.7	3.94	0.167	49.3
	평균	2.8	9.8	14.2	3.52	0.163	30.1
	최소	2.7	7.8	8.6	3.10	0.158	10.9
6	최대	5.0	10.1	14.0	3.10	0.157	50.6
	평균	4.5	9.3	13.4	2.67	0.146	46.8
	최소	4.0	8.4	12.8	2.25	0.135	42.9
7	최대	4.4	7.1	30.8	2.86	0.190	15.3
	평균	2.5	6.4	21.4	2.56	0.170	12.4
	최소	0.5	5.7	12.0	2.27	0.149	9.4
8	최대	1.8	7.6	39.7	2.55	0.157	53.9
	평균	1.8	6.2	29.6	2.52	0.147	33.9
	최소	1.8	4.7	19.5	2.48	0.136	13.9
9	최대	1.2	6.4	13.6	4.08	0.158	21.8
	평균	1.1	5.5	8.3	3.50	0.130	14.7
	최소	0.9	4.6	3.0	2.91	0.101	7.5
10	최대	1.8	6.0	9.5	2.73	0.146	38.8
	평균	1.4	4.7	7.8	2.60	0.129	30.5
	최소	1.0	3.3	6.0	2.48	0.112	22.2
11	최대	3.6	6.8	11.0	3.05	0.114	62.2
	평균	3.0	6.7	9.5	2.98	0.090	58.3
	최소	2.3	6.5	8.0	2.91	0.066	54.3
12	최대	4.6	9.8	21.7	4.24	0.199	196.5
	평균	3.7	8.1	19.9	4.19	0.185	140.1
	최소	2.8	6.3	18.0	4.13	0.171	83.6

[표 2-14] 환경부 총량측정망 금강정비사업 이전 금본F 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)
1	최대	0.9	4.2	5.4	2.40	0.040	-
	평균	0.6	3.2	3.2	1.43	0.019	-
	최소	0.3	2.4	1.2	0.62	0.007	-
2	최대	2.5	4.8	13.6	2.58	0.132	-
	평균	0.8	3.2	4.2	1.59	0.035	-
	최소	0.3	1.9	1.2	0.50	0.008	-
3	최대	1.1	4.0	7.6	2.29	0.074	-
	평균	0.6	3.1	2.7	1.69	0.031	-
	최소	0.4	2.3	0.8	1.06	0.007	-
4	최대	1.5	3.8	3.9	4.06	0.071	-
	평균	0.7	3.1	2.0	2.02	0.023	-
	최소	0.3	2.2	0.3	0.96	0.001	-
5	최대	1.0	3.6	4.4	3.37	0.064	-
	평균	0.6	3.0	2.4	1.73	0.020	-
	최소	0.3	2.1	0.7	0.86	0.005	-
6	최대	2.1	4.8	16.2	2.86	0.091	-
	평균	0.8	3.1	3.1	1.93	0.032	-
	최소	0.2	2.0	0.9	0.84	0.003	-
7	최대	1.5	5.3	42.8	2.80	0.557	-
	평균	0.8	3.9	11.7	1.96	0.096	-
	최소	0.4	2.5	1.2	1.33	0.003	-
8	최대	1.7	5.4	36.0	3.50	0.144	-
	평균	0.9	4.0	10.6	2.00	0.065	-
	최소	0.3	3.0	0.7	1.17	0.008	-
9	최대	3.6	6.2	29.5	5.07	0.217	-
	평균	0.9	3.9	7.4	1.99	0.060	-
	최소	0.4	2.9	0.4	0.72	0.008	-
10	최대	1.8	4.7	13.5	2.99	0.087	-
	평균	0.8	3.7	4.4	1.72	0.034	-
	최소	0.4	2.8	1.0	0.72	0.011	-
11	최대	1.1	4.9	7.8	2.45	0.064	-
	평균	0.7	3.6	4.1	1.40	0.027	-
	최소	0.4	2.3	1.4	0.63	0.006	-
12	최대	0.9	4.0	7.8	2.99	0.036	-
	평균	0.7	3.2	3.4	1.77	0.018	-
	최소	0.4	2.4	1.5	0.68	0.008	-

[표 2-15] 환경부 총량측정망 금강정비사업 이전 갑천A 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)
1	최대	11.9	11.1	14.2	19.60	1.152	-
	평균	7.0	9.4	7.3	12.79	0.659	-
	최소	5.0	7.3	3.0	2.76	0.259	-
2	최대	10.1	12.4	52.0	25.03	1.692	-
	평균	7.6	10.5	12.3	14.00	0.736	-
	최소	5.2	7.5	4.0	5.40	0.252	-
3	최대	11.1	13.0	59.5	17.16	0.987	-
	평균	6.8	10.2	13.9	12.62	0.606	-
	최소	4.2	5.0	4.4	7.89	0.221	-
4	최대	14.7	16.8	45.0	19.68	1.420	-
	평균	8.2	11.6	17.9	13.66	0.849	-
	최소	3.6	4.1	6.8	9.05	0.190	-
5	최대	20.5	19.3	219.0	26.06	1.708	-
	평균	7.3	11.7	23.9	14.69	0.860	-
	최소	3.3	6.8	6.7	6.47	0.484	-
6	최대	20.6	19.1	138.7	27.62	1.775	-
	평균	8.4	12.1	23.7	13.89	0.974	-
	최소	2.5	6.4	9.5	3.30	0.229	-
7	최대	13.0	30.8	1,675.3	21.51	1.111	-
	평균	4.7	9.2	178.8	9.06	0.503	-
	최소	1.2	3.6	7.8	2.32	0.076	-
8	최대	8.9	10.9	78.0	14.01	0.726	-
	평균	4.8	7.0	21.7	7.30	0.389	-
	최소	1.5	4.5	4.0	2.67	0.253	-
9	최대	8.2	11.6	62.0	17.98	0.818	-
	평균	4.2	7.5	16.2	8.72	0.432	-
	최소	0.9	4.3	4.4	3.44	0.177	-
10	최대	8.5	9.9	13.2	19.11	0.841	-
	평균	4.7	7.5	6.7	12.63	0.598	-
	최소	2.2	6.0	2.3	7.65	0.326	-
11	최대	12.5	14.3	15.2	19.56	1.525	-
	평균	6.0	8.7	8.6	11.65	0.704	-
	최소	2.0	6.7	4.0	7.27	0.429	-
12	최대	7.2	10.2	13.6	21.69	0.918	-
	평균	5.2	8.2	7.0	14.65	0.601	-
	최소	2.9	7.1	3.1	5.02	0.302	-

[표 2-16] 환경부 총량측정망 금강정비사업 이전 금본G 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)
1	최대	2.9	7.4	8.4	6.56	0.364	-
	평균	2.2	5.5	4.4	5.11	0.257	-
	최소	1.3	4.3	2.3	2.40	0.095	-
2	최대	3.9	7.8	32.0	10.52	0.528	-
	평균	2.6	5.6	7.9	5.41	0.238	-
	최소	0.8	3.6	2.3	2.21	0.096	-
3	최대	8.5	11.1	36.5	8.22	0.598	-
	평균	3.0	6.0	10.0	5.77	0.243	-
	최소	0.8	4.2	3.2	2.96	0.082	-
4	최대	6.9	7.7	16.8	8.18	0.506	-
	평균	3.5	6.1	9.0	5.21	0.271	-
	최소	1.8	3.8	1.5	1.76	0.078	-
5	최대	7.0	7.1	49.8	7.90	0.361	-
	평균	3.3	5.5	11.4	3.95	0.218	-
	최소	1.2	3.6	3.8	2.22	0.040	-
6	최대	4.2	7.4	77.3	11.11	0.374	-
	평균	2.6	5.5	14.9	4.65	0.214	-
	최소	1.1	3.2	5.9	2.02	0.094	-
7	최대	6.2	5.9	144.0	8.50	0.588	-
	평균	2.3	4.6	27.5	3.52	0.190	-
	최소	0.3	2.6	4.9	1.52	0.058	-
8	최대	5.6	18.4	498.0	7.57	0.539	-
	평균	2.5	6.0	54.5	3.52	0.195	-
	최소	0.7	3.8	4.8	1.13	0.082	-
9	최대	4.4	6.4	70.0	7.25	0.262	-
	평균	2.1	5.0	16.4	3.79	0.148	-
	최소	0.6	3.2	1.7	1.65	0.052	-
10	최대	3.7	6.4	16.6	7.88	0.418	-
	평균	2.2	5.1	6.9	5.13	0.205	-
	최소	0.9	4.0	2.5	0.67	0.105	-
11	최대	4.4	7.3	13.8	8.18	0.333	-
	평균	2.4	5.3	6.5	4.83	0.207	-
	최소	0.9	3.8	2.7	2.78	0.127	-
12	최대	4.2	7.4	14.0	7.99	0.373	-
	평균	2.0	4.9	5.5	5.63	0.214	-
	최소	1.2	3.7	1.8	2.94	0.160	-

[표 2-17] 환경부 총량측정망 금강정비사업 이전 미호C 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)
1	최대	8.9	11.1	20.0	11.19	0.739	-
	평균	5.9	9.2	11.1	9.04	0.470	-
	최소	4.2	7.5	6.0	7.13	0.258	-
2	최대	8.9	14.2	26.8	14.59	0.600	-
	평균	5.7	9.3	11.4	8.55	0.408	-
	최소	3.3	7.1	4.4	4.03	0.096	-
3	최대	12.1	15.7	127.5	14.38	0.832	-
	평균	6.0	9.9	19.2	9.00	0.440	-
	최소	3.8	5.5	6.0	5.60	0.237	-
4	최대	16.5	16.9	42.4	13.08	0.919	-
	평균	9.3	12.7	22.3	6.90	0.428	-
	최소	3.1	6.4	9.1	4.32	0.195	-
5	최대	12.9	15.1	89.5	12.68	0.725	-
	평균	7.7	11.3	32.0	6.91	0.444	-
	최소	4.4	6.9	9.5	4.05	0.199	-
6	최대	17.4	23.0	598.0	9.96	0.781	-
	평균	8.1	12.4	56.5	5.83	0.437	-
	최소	3.4	6.2	13.0	3.39	0.175	-
7	최대	7.9	14.7	834.0	7.55	0.700	-
	평균	4.0	8.4	129.3	4.11	0.358	-
	최소	1.1	4.7	12.3	1.50	0.202	-
8	최대	8.9	13.2	216.0	7.12	0.600	-
	평균	4.6	8.0	51.1	4.24	0.303	-
	최소	1.4	4.9	4.1	2.52	0.153	-
9	최대	6.7	14.1	178.0	8.91	0.422	-
	평균	3.5	7.1	35.7	4.64	0.263	-
	최소	1.3	3.8	4.8	3.15	0.147	-
10	최대	6.6	12.6	34.0	7.87	0.430	-
	평균	3.6	6.5	9.9	6.03	0.257	-
	최소	1.7	3.9	4.2	3.91	0.131	-
11	최대	7.4	11.1	33.6	8.19	0.583	-
	평균	4.7	7.8	11.7	6.32	0.378	-
	최소	2.2	5.5	4.2	4.39	0.164	-
12	최대	7.3	10.6	30.7	9.57	0.657	-
	평균	4.1	7.1	8.7	7.32	0.368	-
	최소	2.5	5.8	3.0	5.45	0.149	-

[표 2-18] 환경부 총량측정망 금강정비사업 이전 금본H 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)
1	최대	4.9	8.6	24.4	6.94	0.380	-
	평균	3.1	6.4	8.9	5.57	0.289	-
	최소	1.6	4.5	4.1	3.36	0.158	-
2	최대	4.8	11.1	18.0	8.70	0.492	-
	평균	3.2	6.8	8.9	6.02	0.276	-
	최소	2.0	5.5	2.8	3.20	0.086	-
3	최대	6.1	9.8	29.2	8.13	0.401	-
	평균	4.0	7.2	13.2	6.26	0.279	-
	최소	2.2	4.6	6.0	4.32	0.169	-
4	최대	7.3	10.0	50.0	8.84	0.401	-
	평균	4.9	8.1	19.0	5.57	0.282	-
	최소	2.2	6.3	6.6	2.56	0.115	-
5	최대	15.5	13.5	85.2	7.90	0.405	-
	평균	5.2	7.6	26.3	4.60	0.273	-
	최소	2.2	5.4	10.9	2.53	0.091	-
6	최대	6.6	10.2	49.2	10.33	0.445	-
	평균	3.9	7.1	24.7	4.67	0.250	-
	최소	1.5	4.8	15.2	2.54	0.126	-
7	최대	4.6	10.2	776.0	5.66	0.457	-
	평균	2.4	6.1	84.0	3.69	0.221	-
	최소	1.1	4.2	11.1	1.76	0.105	-
8	최대	6.0	8.2	94.3	5.52	0.389	-
	평균	3.0	6.0	34.0	3.57	0.212	-
	최소	1.1	4.2	7.5	2.00	0.132	-
9	최대	5.0	8.0	74.7	5.06	0.232	-
	평균	2.6	5.7	25.9	3.04	0.178	-
	최소	1.0	3.7	4.5	0.64	0.097	-
10	최대	7.3	8.1	20.4	6.01	0.333	-
	평균	3.3	5.8	11.0	4.77	0.213	-
	최소	1.4	3.9	4.6	2.30	0.121	-
11	최대	4.9	7.4	14.4	6.56	0.369	-
	평균	3.0	5.8	9.1	5.11	0.234	-
	최소	1.3	4.1	3.4	2.79	0.128	-
12	최대	4.6	6.6	11.0	8.31	0.293	-
	평균	2.7	5.6	6.3	5.93	0.230	-
	최소	1.2	4.9	3.1	3.77	0.149	-

[표 2-19] 환경부 총량측정망 금강정비사업 이전 금본 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)
1	최대	3.5	7.2	29.0	6.77	0.303	-
	평균	2.4	6.2	8.1	5.43	0.245	-
	최소	1.4	5.1	2.6	2.24	0.175	-
2	최대	4.7	10.2	39.2	6.55	0.347	-
	평균	2.8	6.3	8.2	5.22	0.235	-
	최소	0.4	3.1	4.0	2.21	0.096	-
3	최대	7.7	10.3	47.5	7.04	0.325	-
	평균	3.7	7.4	15.3	5.65	0.232	-
	최소	2.2	4.5	4.0	3.24	0.138	-
4	최대	9.3	13.3	37.2	8.22	0.348	-
	평균	5.8	9.0	20.4	4.84	0.215	-
	최소	2.9	5.0	12.0	1.68	0.099	-
5	최대	6.4	10.6	43.6	8.06	0.292	-
	평균	4.8	7.6	23.7	4.71	0.216	-
	최소	2.3	4.3	10.6	1.20	0.094	-
6	최대	10.6	11.9	58.0	6.88	0.368	-
	평균	5.2	8.2	27.3	4.08	0.242	-
	최소	1.7	4.9	12.6	2.78	0.119	-
7	최대	6.2	13.8	816.0	6.02	0.579	-
	평균	2.7	6.6	103.6	3.29	0.236	-
	최소	0.9	4.3	15.3	1.73	0.121	-
8	최대	4.8	8.9	131.0	8.36	0.309	-
	평균	3.0	5.8	34.1	3.58	0.188	-
	최소	1.0	3.9	6.1	1.92	0.135	-
9	최대	5.1	8.7	69.6	4.89	0.241	-
	평균	2.5	5.5	22.4	3.07	0.160	-
	최소	0.6	3.3	8.8	2.21	0.099	-
10	최대	5.5	9.2	23.2	5.53	0.244	-
	평균	3.4	6.2	13.5	4.18	0.173	-
	최소	1.0	2.9	6.0	1.63	0.105	-
11	최대	5.2	8.5	20.2	7.58	0.299	-
	평균	2.7	5.8	8.9	4.55	0.198	-
	최소	1.4	4.2	4.0	2.38	0.113	-
12	최대	3.1	6.9	8.4	5.90	0.292	-
	평균	2.5	5.6	5.6	5.04	0.204	-
	최소	1.8	4.5	3.8	2.99	0.133	-

[표 2-20] 환경부 총량측정망 금강정비사업 이전 금본J 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)
1	최대	3.0	7.2	13.5	6.27	0.279	-
	평균	2.3	6.2	7.1	5.22	0.221	-
	최소	1.6	5.1	4.2	2.39	0.147	-
2	최대	4.3	10.2	54.0	7.04	0.290	-
	평균	2.9	6.7	11.5	5.30	0.216	-
	최소	1.6	5.1	4.7	2.96	0.086	-
3	최대	6.8	10.6	28.8	8.32	0.337	-
	평균	3.6	7.5	15.6	5.76	0.223	-
	최소	2.3	4.0	6.7	3.84	0.127	-
4	최대	11.6	12.0	53.6	9.56	0.328	-
	평균	6.1	9.6	25.0	4.79	0.212	-
	최소	3.0	5.1	13.6	3.12	0.113	-
5	최대	7.1	11.3	47.8	8.31	0.351	-
	평균	4.8	8.2	26.4	4.70	0.208	-
	최소	0.9	5.0	13.6	2.20	0.069	-
6	최대	10.9	12.3	350.0	6.99	0.482	-
	평균	5.5	8.6	43.6	4.23	0.237	-
	최소	1.5	5.2	14.8	1.92	0.118	-
7	최대	5.4	16.6	1,078.0	6.53	0.625	-
	평균	2.6	7.2	179.4	3.53	0.270	-
	최소	0.8	4.5	13.9	1.82	0.127	-
8	최대	7.1	11.1	155.0	8.72	0.321	-
	평균	2.7	6.3	47.0	3.39	0.190	-
	최소	0.8	4.3	10.2	2.11	0.121	-
9	최대	5.9	9.2	97.6	4.73	0.219	-
	평균	2.6	5.9	31.9	2.96	0.155	-
	최소	0.8	3.2	5.7	1.59	0.091	-
10	최대	6.5	9.7	32.8	5.62	0.223	-
	평균	3.8	6.8	16.1	4.03	0.168	-
	최소	1.3	4.0	6.7	0.53	0.095	-
11	최대	5.8	9.2	23.4	6.55	0.285	-
	평균	2.8	6.0	10.3	4.60	0.184	-
	최소	1.7	4.0	3.4	1.97	0.123	-
12	최대	3.2	6.7	12.2	7.82	0.249	-
	평균	2.6	5.7	7.5	5.39	0.185	-
	최소	1.9	4.4	3.1	3.93	0.115	-

[표 2-21] 환경부 총량측정망 금강정비사업 이전 논산A 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)
1	최대	4.6	8.0	18.8	11.760	0.405	-
	평균	3.0	5.6	9.6	6.426	0.263	-
	최소	2.1	3.9	4.4	2.839	0.174	-
2	최대	7.0	10.2	27.6	14.400	0.450	-
	평균	3.3	6.2	13.4	6.790	0.256	-
	최소	2.0	4.7	3.8	1.813	0.108	-
3	최대	5.6	9.4	22.0	7.813	0.396	-
	평균	3.6	7.0	14.5	5.671	0.259	-
	최소	2.4	4.2	8.8	3.476	0.152	-
4	최대	11.2	12.9	86.0	11.760	0.502	-
	평균	5.1	9.5	24.0	5.954	0.235	-
	최소	2.0	6.2	9.4	1.867	0.073	-
5	최대	9.1	13.4	159.0	11.448	0.386	-
	평균	5.7	10.0	36.2	5.725	0.215	-
	최소	4.1	7.6	12.4	2.506	0.098	-
6	최대	10.9	14.2	198.0	10.940	0.585	-
	평균	5.3	10.2	37.5	5.572	0.233	-
	최소	1.9	7.7	5.2	2.621	0.093	-
7	최대	6.3	11.8	392.0	7.584	0.469	-
	평균	2.9	7.0	66.2	4.246	0.216	-
	최소	1.5	5.0	7.0	1.840	0.066	-
8	최대	4.8	9.9	303.0	6.018	0.388	-
	평균	3.3	6.6	42.1	3.250	0.173	-
	최소	1.6	4.6	8.5	1.600	0.117	-
9	최대	4.6	8.2	121.5	9.173	0.300	-
	평균	2.8	5.9	27.1	4.036	0.156	-
	최소	1.2	3.5	8.4	2.016	0.072	-
10	최대	6.1	8.7	21.6	10.736	0.315	-
	평균	3.6	6.4	13.4	5.364	0.191	-
	최소	1.5	3.7	7.1	1.920	0.113	-
11	최대	7.4	10.2	20.4	8.648	0.544	-
	평균	4.3	7.3	12.9	5.956	0.257	-
	최소	2.1	4.9	6.4	2.172	0.112	-
12	최대	4.1	7.7	20.4	9.607	0.320	-
	평균	2.9	5.3	9.6	6.839	0.249	-
	최소	2.1	4.3	4.3	3.312	0.176	-

[표 2-22] 환경부 총량측정망 금강정비사업 이전 금본K 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)
1	최대	3.8	8.8	26.0	7.80	0.265	-
	평균	2.8	6.9	11.9	5.29	0.209	-
	최소	2.0	5.1	7.6	2.13	0.168	-
2	최대	6.4	9.3	24.0	10.98	0.466	-
	평균	3.8	7.2	14.7	5.44	0.223	-
	최소	2.5	5.7	2.7	2.48	0.084	-
3	최대	7.5	9.6	61.0	16.27	0.276	-
	평균	4.3	7.9	18.5	6.62	0.194	-
	최소	2.4	5.1	8.0	3.51	0.109	-
4	최대	10.3	11.4	122.0	7.68	0.259	-
	평균	5.4	9.0	21.9	4.83	0.176	-
	최소	3.3	6.9	5.7	2.88	0.094	-
5	최대	8.2	10.3	108.0	9.27	0.276	-
	평균	4.5	8.3	22.9	4.88	0.190	-
	최소	2.5	5.1	10.0	2.67	0.088	-
6	최대	6.2	9.8	205.0	7.76	0.366	-
	평균	3.5	7.3	29.5	4.07	0.201	-
	최소	2.3	4.0	11.8	2.48	0.111	-
7	최대	4.0	12.9	388.0	7.01	0.504	-
	평균	2.5	7.2	117.1	4.01	0.233	-
	최소	1.3	5.0	10.1	2.30	0.071	-
8	최대	5.1	10.7	368.0	7.34	0.388	-
	평균	2.9	6.2	52.4	3.43	0.176	-
	최소	1.0	4.6	8.0	1.92	0.108	-
9	최대	4.6	8.2	144.8	6.86	0.192	-
	평균	2.7	5.7	30.5	3.33	0.148	-
	최소	1.3	3.8	10.9	2.02	0.088	-
10	최대	5.8	8.3	22.2	6.32	0.205	-
	평균	3.4	6.2	14.1	3.90	0.141	-
	최소	1.4	4.0	9.8	0.54	0.067	-
11	최대	5.8	9.2	25.6	5.83	0.247	-
	평균	3.5	6.9	15.1	4.31	0.171	-
	최소	2.3	4.8	7.2	2.43	0.093	-
12	최대	4.3	9.6	22.4	7.38	0.225	-
	평균	3.5	7.2	15.1	4.94	0.180	-
	최소	2.5	5.5	8.8	2.83	0.146	-

[표 2-23] 환경부 총량측정망 금강정비사업 이전 금본L 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)
1	최대	6.3	12.7	37.2	6.322	0.220	-
	평균	4.8	9.8	20.2	4.255	0.161	-
	최소	3.4	8.5	15.6	1.680	0.058	-
2	최대	6.3	11.2	33.0	5.832	0.390	-
	평균	4.7	9.2	21.4	4.456	0.182	-
	최소	3.2	7.0	12.8	2.280	0.063	-
3	최대	8.0	15.4	28.8	8.320	0.218	-
	평균	4.8	8.5	16.3	5.351	0.152	-
	최소	2.7	6.3	7.0	3.840	0.068	-
4	최대	6.2	9.6	45.6	11.280	0.173	-
	평균	3.9	7.7	14.1	5.267	0.116	-
	최소	1.6	5.8	4.8	2.880	0.054	-
5	최대	4.8	9.7	108.0	6.607	0.328	-
	평균	3.0	7.3	17.8	3.807	0.144	-
	최소	1.5	5.6	4.2	1.296	0.070	-
6	최대	9.8	13.0	856.0	10.058	0.792	-
	평균	3.3	7.7	50.8	4.932	0.159	-
	최소	2.0	4.4	6.7	1.622	0.060	-
7	최대	4.3	26.3	1,128.0	6.464	0.574	-
	평균	2.5	7.2	162.5	3.635	0.225	-
	최소	1.1	3.6	8.1	2.080	0.094	-
8	최대	4.6	10.0	344.0	5.516	0.375	-
	평균	2.5	6.2	47.1	3.057	0.162	-
	최소	0.8	4.9	7.2	1.728	0.097	-
9	최대	4.2	6.9	168.7	4.499	0.213	-
	평균	2.3	5.7	30.1	2.812	0.120	-
	최소	1.2	3.3	9.8	2.016	0.042	-
10	최대	3.0	7.3	38.3	5.406	0.208	-
	평균	2.1	5.7	16.2	3.242	0.114	-
	최소	1.1	4.6	8.2	1.536	0.054	-
11	최대	4.0	8.5	30.3	5.138	0.165	-
	평균	2.5	6.3	13.9	3.505	0.110	-
	최소	1.4	5.1	8.0	1.248	0.066	-
12	최대	5.0	8.2	23.3	6.732	0.159	-
	평균	3.2	6.7	12.9	3.928	0.120	-
	최소	1.8	5.5	7.2	2.788	0.084	-

다. 금강정비사업 이후 금강 수질

- 금강정비사업이 가장 활발히 진행되었던 2009~2010년 이후인 2011년부터 2013년 8월까지 일반측정망과 총량측정망의 관측자료를 바탕으로 월최대·월최소·월평균 수질을 산출하였음
- 관측자료 중 본 연구에서 측정한 자료와 비교검토가 가능한 항목인 BOD₅, COD, SS, T-N, T-P, Chl-a의 6개 항목을 조사하였음

[표 2-24] 환경부 일반측정망 금강정비사업 이후 연기 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)
1	최대	2.4	6.9	13.4	6.308	0.159	11.3
	평균	2.2	6.4	7.3	5.317	0.124	6.6
	최소	1.9	5.7	3.5	4.048	0.098	2.8
2	최대	2.6	7.0	11.3	6.851	0.217	8.6
	평균	2.3	6.2	7.2	5.600	0.117	7.1
	최소	2.0	4.9	5.0	3.912	0.064	5.1
3	최대	3.3	7.4	11.6	5.858	0.123	20.4
	평균	3.1	7.0	9.8	5.410	0.110	14.4
	최소	3.0	6.5	7.3	5.185	0.103	7.3
4	최대	4.9	8.2	52.4	5.111	0.154	32.3
	평균	3.6	7.4	25.4	4.313	0.117	25.6
	최소	2.3	6.7	7.1	3.726	0.058	17.4
5	최대	4.5	8.6	44.9	3.725	0.136	105.8
	평균	3.3	7.5	22.6	3.301	0.106	49.6
	최소	2.3	6.9	10.9	2.758	0.063	7.7
6	최대	4.4	9.7	44.8	2.965	0.156	67.2
	평균	3.3	7.8	28.5	2.759	0.111	39.0
	최소	2.7	6.8	16.1	2.363	0.059	17.4
7	최대	2.8	8.8	136.1	3.266	0.278	120.2
	평균	2.4	8.5	94.6	3.155	0.222	63.9
	최소	1.9	8.2	53.1	3.043	0.166	7.6
8	최대	2.3	7.1	105.8	2.883	0.248	23.6
	평균	2.3	6.4	75.2	2.548	0.188	14.8
	최소	2.2	5.7	44.6	2.213	0.127	6.0
9	최대	2.4	6.7	25.1	3.764	0.167	15.5
	평균	1.8	6.5	18.4	3.142	0.127	11.2
	최소	1.1	6.2	11.6	2.520	0.086	6.8
10	최대	2.0	6.9	10.1	4.258	0.141	28.3
	평균	2.0	6.8	9.2	4.001	0.111	22.4
	최소	1.9	6.6	8.2	3.743	0.081	16.5
11	최대	1.9	6.4	10.2	4.718	0.125	23.6
	평균	1.8	6.3	8.5	4.166	0.102	14.5
	최소	1.6	6.1	6.8	3.613	0.079	5.3
12	최대	2.1	6.3	11.5	5.181	0.157	4.4
	평균	1.7	6.0	7.7	4.626	0.101	3.4
	최소	1.3	5.7	3.9	4.070	0.045	2.3

[표 2-25] 환경부 일반측정망 금강정비사업 이후 공주1 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)
1	최대	2.1	6.6	19.3	5.538	0.130	3.6
	평균	1.7	5.9	9.3	4.736	0.086	3.1
	최소	1.2	4.7	4.1	3.839	0.038	2.0
2	최대	2.5	7.4	39.7	5.864	0.144	8.6
	평균	2.1	6.1	17.2	4.802	0.088	6.8
	최소	1.5	4.8	5.4	3.537	0.053	5.3
3	최대	3.2	7.3	21.8	5.724	0.165	15.0
	평균	2.6	6.6	12.9	5.073	0.108	13.2
	최소	2.1	6.1	7.9	4.736	0.061	10.1
4	최대	5.2	8.6	43.2	4.357	0.131	79.1
	평균	3.7	6.7	30.5	3.854	0.098	40.2
	최소	2.0	4.9	13.4	3.550	0.048	18.3
5	최대	5.1	8.1	89.4	3.373	0.125	51.8
	평균	4.2	7.7	41.0	2.984	0.079	34.3
	최소	3.7	7.2	16.2	2.681	0.049	9.7
6	최대	3.5	6.9	30.6	2.789	0.079	69.0
	평균	2.9	6.0	25.6	2.546	0.070	45.8
	최소	2.0	5.0	21.2	2.389	0.056	33.1
7	최대	1.8	7.1	112.3	3.001	0.313	25.6
	평균	1.7	6.5	68.8	2.889	0.224	15.4
	최소	1.5	5.9	25.2	2.776	0.134	5.2
8	최대	2.4	7.0	106.8	2.588	0.199	32.7
	평균	2.1	6.3	87.6	2.559	0.189	20.8
	최소	1.7	5.5	68.4	2.529	0.179	8.8
9	최대	2.6	6.4	17.6	3.005	0.115	66.8
	평균	1.7	5.4	15.3	2.612	0.091	35.5
	최소	0.7	4.3	12.9	2.219	0.066	4.1
10	최대	2.4	6.4	21.1	3.818	0.101	48.9
	평균	1.9	5.9	15.0	3.482	0.077	39.9
	최소	1.4	5.3	8.9	3.146	0.053	30.9
11	최대	1.9	6.2	10.4	4.541	0.102	28.4
	평균	1.4	5.4	8.3	4.000	0.079	17.2
	최소	0.9	4.6	6.1	3.459	0.056	5.9
12	최대	1.7	5.7	11.6	4.794	0.146	3.2
	평균	1.5	5.4	8.2	4.412	0.096	3.1
	최소	1.2	5.0	4.8	4.029	0.046	3.0

[표 2-26] 환경부 일반측정망 금강정비사업 이후 곰나루 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)
1	최대	1.8	7.2	29.0	5.152	0.063	4.4
	평균	1.4	5.8	12.1	4.649	0.053	3.0
	최소	1.2	4.8	3.4	3.970	0.035	1.3
2	최대	1.6	8.6	13.2	5.900	0.072	9.8
	평균	1.4	6.2	7.4	4.955	0.056	6.0
	최소	1.3	4.7	3.5	3.520	0.047	3.5
3	최대	3.1	6.2	24.2	5.375	0.192	24.2
	평균	2.6	6.0	12.8	4.960	0.102	16.2
	최소	2.2	5.8	6.7	4.740	0.057	6.5
4	최대	4.4	7.1	50.6	5.164	0.124	47.2
	평균	3.4	6.3	33.5	4.155	0.095	34.0
	최소	2.0	4.6	7.6	3.645	0.044	21.0
5	최대	4.9	8.0	27.9	2.792	0.069	55.2
	평균	4.4	7.9	19.7	2.634	0.061	40.6
	최소	3.6	7.6	14.0	2.535	0.054	12.2
6	최대	4.4	7.3	27.9	2.572	0.074	58.2
	평균	2.8	6.1	20.2	2.411	0.062	38.1
	최소	1.7	4.5	14.0	2.308	0.047	17.9
7	최대	1.9	6.5	84.9	3.001	0.309	24.0
	평균	1.7	6.4	59.9	2.826	0.233	13.9
	최소	1.4	6.3	34.8	2.650	0.157	3.8
8	최대	3.0	8.7	216.5	2.632	0.391	37.5
	평균	2.6	7.5	148.8	2.628	0.318	22.1
	최소	2.1	6.2	81.0	2.624	0.245	6.6
9	최대	1.4	5.1	16.1	3.900	0.117	21.9
	평균	1.2	4.9	13.1	3.039	0.100	14.3
	최소	0.9	4.7	10.0	2.178	0.083	6.7
10	최대	2.4	7.0	21.1	4.061	0.131	43.1
	평균	2.1	6.4	16.8	3.678	0.093	41.1
	최소	1.8	5.8	12.4	3.295	0.054	39.0
11	최대	2.0	6.6	8.1	4.281	0.082	28.9
	평균	1.5	5.9	7.0	3.952	0.071	17.2
	최소	0.9	5.1	5.9	3.623	0.060	5.5
12	최대	1.6	5.6	10.0	5.022	0.130	3.6
	평균	1.5	5.6	9.5	4.644	0.094	3.3
	최소	1.4	5.5	8.9	4.265	0.057	2.9

[표 2-27] 환경부 일반측정망 금강정비사업 이후 목면 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)
1	최대	2.0	6.1	42.7	6.247	0.248	4.0
	평균	1.7	5.6	18.0	5.175	0.130	4.0
	최소	1.4	4.9	5.1	3.724	0.047	4.0
2	최대	2.4	7.1	42.8	6.574	0.201	3.8
	평균	2.0	6.0	18.1	5.456	0.118	3.8
	최소	1.6	4.8	5.6	3.895	0.070	3.8
3	최대	3.1	7.2	27.8	5.458	0.136	21.8
	평균	3.0	7.0	14.9	5.191	0.092	21.8
	최소	2.8	6.8	8.1	4.809	0.066	21.8
4	최대	6.6	10.2	44.3	4.745	0.191	42.0
	평균	4.4	8.0	24.4	4.062	0.113	42.0
	최소	3.1	6.7	8.8	3.699	0.050	42.0
5	최대	4.5	8.7	83.9	3.470	0.172	75.7
	평균	3.7	8.2	36.0	3.116	0.112	75.7
	최소	2.2	7.3	11.8	2.634	0.071	75.7
6	최대	4.3	8.7	23.3	2.753	0.169	61.4
	평균	3.7	7.9	20.0	2.454	0.104	61.4
	최소	3.4	7.4	16.0	2.302	0.049	61.4
7	최대	3.1	8.2	64.6	2.959	0.209	0.0
	평균	2.4	8.0	59.4	2.855	0.193	#DIV/0!
	최소	1.7	7.8	54.2	2.750	0.176	0.0
8	최대	2.8	7.5	57.1	3.043	0.179	27.5
	평균	2.7	7.2	52.2	2.631	0.166	27.5
	최소	2.5	6.8	47.2	2.219	0.152	27.5
9	최대	3.8	6.7	16.4	3.410	0.116	10.1
	평균	2.5	6.7	16.1	2.943	0.100	10.1
	최소	1.2	6.7	15.8	2.476	0.083	10.1
10	최대	4.5	7.8	14.6	3.966	0.140	47.3
	평균	3.5	7.2	12.5	3.560	0.103	47.3
	최소	2.5	6.6	10.4	3.154	0.065	47.3
11	최대	2.9	6.6	11.0	4.404	0.109	5.9
	평균	2.3	6.3	8.1	3.862	0.088	5.9
	최소	1.6	6.0	5.2	3.319	0.066	5.9
12	최대	1.5	6.2	7.0	4.612	0.130	3.1
	평균	1.5	5.6	5.7	4.378	0.088	3.1
	최소	1.4	5.0	4.3	4.143	0.046	3.1

[표 2-28] 환경부 일반측정망 금강정비사업 이후 공주2 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)
1	최대	1.4	7.1	18.8	5.000	0.099	4.2
	평균	1.1	5.8	8.0	4.524	0.058	2.8
	최소	1.0	4.5	2.2	3.841	0.030	1.2
2	최대	1.7	7.2	20.9	5.532	0.085	8.2
	평균	1.5	6.3	11.0	4.750	0.073	5.1
	최소	1.3	4.8	3.0	3.577	0.059	2.8
3	최대	3.4	6.7	28.2	4.961	0.164	28.6
	평균	2.6	6.0	13.6	4.754	0.089	20.7
	최소	2.1	5.3	6.0	4.412	0.045	7.6
4	최대	4.4	7.7	33.4	4.849	0.082	66.6
	평균	3.5	6.5	18.6	4.158	0.064	43.8
	최소	2.7	5.5	5.8	3.733	0.043	29.9
5	최대	5.2	8.1	15.4	3.118	0.078	46.2
	평균	4.2	7.4	11.9	2.775	0.056	32.2
	최소	3.4	6.9	9.3	2.489	0.038	12.9
6	최대	2.8	6.7	11.6	2.366	0.062	45.5
	평균	2.1	5.8	10.2	2.293	0.050	34.3
	최소	1.1	4.5	8.4	2.218	0.039	24.3
7	최대	1.8	6.6	132.7	2.768	0.493	19.2
	평균	1.3	6.4	78.5	2.675	0.321	12.2
	최소	0.8	6.2	24.2	2.581	0.148	5.1
8	최대	2.6	7.9	212.8	2.677	0.353	21.8
	평균	2.0	7.1	145.3	2.633	0.292	14.9
	최소	1.3	6.2	77.8	2.588	0.231	8.0
9	최대	2.0	5.7	14.2	2.927	0.127	44.1
	평균	1.4	5.1	14.0	2.512	0.099	25.1
	최소	0.8	4.4	13.7	2.097	0.071	6.1
10	최대	3.0	7.0	13.1	3.719	0.096	74.6
	평균	2.5	6.4	11.9	3.415	0.070	59.5
	최소	1.9	5.7	10.6	3.111	0.043	44.4
11	최대	2.9	7.2	9.2	5.117	0.132	35.5
	평균	1.9	6.0	7.2	4.247	0.093	23.3
	최소	0.9	4.7	5.1	3.376	0.054	11.1
12	최대	1.7	5.7	5.7	4.643	0.123	5.8
	평균	1.4	5.2	4.9	4.300	0.081	4.7
	최소	1.0	4.6	4.0	3.957	0.039	3.5

[표 2-29] 환경부 일반측정망 금강정비사업 이후 정동 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)
1	최대	1.8	6.4	78.4	5.975	0.262	6.4
	평균	1.6	5.5	29.0	5.104	0.130	4.4
	최소	1.3	4.5	3.9	3.615	0.036	2.9
2	최대	2.6	7.1	34.6	6.349	0.249	9.7
	평균	2.0	5.9	17.3	5.229	0.124	7.8
	최소	1.4	4.7	6.4	3.688	0.060	4.7
3	최대	3.3	7.3	35.6	5.332	0.162	37.5
	평균	2.9	6.8	19.7	4.904	0.096	26.9
	최소	2.3	6.6	11.0	4.183	0.048	7.4
4	최대	5.8	9.5	37.3	4.503	0.180	82.9
	평균	4.1	7.6	23.4	3.916	0.105	52.6
	최소	3.1	6.4	11.2	3.384	0.046	27.8
5	최대	3.9	7.9	129.7	3.673	0.219	51.8
	평균	3.2	7.7	52.8	3.034	0.119	34.5
	최소	2.1	7.4	13.8	2.667	0.064	16.2
6	최대	3.6	7.6	46.1	2.782	0.201	64.1
	평균	3.3	7.5	31.6	2.378	0.114	47.1
	최소	3.0	7.3	18.7	2.168	0.037	37.0
7	최대	2.7	7.3	51.1	2.885	0.188	54.5
	평균	2.1	6.9	49.2	2.822	0.173	31.0
	최소	1.5	6.4	47.2	2.759	0.158	7.4
8	최대	2.7	7.4	65.9	2.849	0.174	18.9
	평균	2.6	7.1	63.2	2.476	0.173	14.4
	최소	2.4	6.7	60.4	2.102	0.172	9.8
9	최대	3.2	7.0	23.1	3.142	0.136	62.1
	평균	2.3	6.7	21.3	2.759	0.106	38.9
	최소	1.3	6.3	19.5	2.376	0.076	15.7
10	최대	3.9	7.7	15.0	3.557	0.108	60.1
	평균	3.2	7.3	13.6	3.372	0.086	53.1
	최소	2.5	6.9	12.2	3.187	0.063	46.0
11	최대	3.0	6.6	19.3	3.855	0.110	56.0
	평균	2.3	6.2	13.2	3.529	0.083	34.7
	최소	1.5	5.8	7.0	3.203	0.055	13.3
12	최대	1.8	6.2	10.7	4.062	0.118	8.2
	평균	1.7	5.8	7.7	3.993	0.086	6.7
	최소	1.6	5.3	4.7	3.923	0.053	5.1

[표 2-30] 환경부 일반측정망 금강정비사업 이후 부여1 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)
1	최대	2.0	6.3	28.3	5.222	0.126	8.3
	평균	1.4	5.5	11.7	4.593	0.080	4.5
	최소	1.0	4.6	2.9	3.949	0.033	1.7
2	최대	1.9	6.8	28.9	4.852	0.147	8.6
	평균	1.8	5.7	15.7	4.411	0.091	7.4
	최소	1.7	4.9	4.6	3.549	0.047	5.0
3	최대	3.6	6.9	28.0	5.432	0.130	32.3
	평균	2.9	6.5	15.6	4.885	0.077	26.4
	최소	2.3	6.3	7.4	4.369	0.047	15.2
4	최대	5.0	7.7	77.9	3.856	0.109	75.3
	평균	4.2	6.8	36.7	3.724	0.075	51.6
	최소	2.8	5.3	9.0	3.460	0.041	39.0
5	최대	5.5	8.1	97.9	3.687	0.095	31.7
	평균	3.9	7.2	40.4	2.885	0.064	25.5
	최소	3.1	6.5	11.5	2.431	0.042	15.0
6	최대	3.1	6.8	30.0	2.765	0.096	40.6
	평균	2.8	6.1	20.2	2.411	0.082	32.7
	최소	2.6	5.2	12.5	2.151	0.073	24.3
7	최대	2.0	7.3	167.5	2.823	0.427	26.4
	평균	1.9	6.8	100.7	2.798	0.298	16.2
	최소	1.8	6.3	33.9	2.773	0.168	5.9
8	최대	1.9	7.1	120.0	2.628	0.182	19.9
	평균	1.7	6.2	88.0	2.487	0.181	17.4
	최소	1.5	5.2	55.9	2.346	0.179	14.8
9	최대	2.6	5.5	13.7	2.712	0.082	68.5
	평균	1.7	5.0	13.1	2.415	0.076	37.6
	최소	0.8	4.5	12.5	2.117	0.069	6.6
10	최대	2.9	6.8	14.2	3.132	0.072	50.6
	평균	2.5	6.4	12.8	3.010	0.058	50.1
	최소	2.1	6.0	11.3	2.888	0.043	49.6
11	최대	2.0	6.3	11.7	3.868	0.076	31.6
	평균	1.6	5.5	8.8	3.561	0.065	25.4
	최소	1.1	4.7	5.9	3.253	0.054	19.2
12	최대	1.6	5.3	10.9	4.327	0.119	9.1
	평균	1.3	5.0	7.2	4.080	0.079	7.3
	최소	1.0	4.7	3.5	3.833	0.038	5.5

[표 2-31] 환경부 일반측정망 금강정비사업 이후 부여2 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)
1	최대	2.0	7.8	16.8	5.128	0.099	7.2
	평균	1.4	6.1	10.9	4.919	0.074	5.6
	최소	1.1	5.1	5.9	4.793	0.043	3.9
2	최대	2.7	7.3	20.8	5.312	0.151	8.3
	평균	1.9	5.7	13.0	4.663	0.091	6.3
	최소	1.4	4.8	2.3	3.467	0.048	5.2
3	최대	3.5	7.6	17.0	5.336	0.092	31.8
	평균	2.8	6.6	13.0	4.717	0.066	21.6
	최소	1.9	5.7	10.4	4.148	0.049	13.9
4	최대	3.5	6.6	37.8	4.205	0.113	48.3
	평균	3.1	6.3	25.1	3.798	0.086	41.2
	최소	2.8	5.8	11.6	3.455	0.057	29.9
5	최대	4.4	8.1	29.5	3.412	0.190	33.9
	평균	3.7	7.4	20.9	2.741	0.099	25.8
	최소	3.0	6.6	15.2	2.319	0.052	16.8
6	최대	3.1	7.3	22.4	2.457	0.092	39.8
	평균	2.4	6.5	18.3	2.346	0.075	34.9
	최소	1.8	5.2	14.7	2.214	0.064	25.4
7	최대	1.8	6.3	102.9	2.852	0.413	20.2
	평균	1.3	6.3	72.3	2.836	0.288	12.1
	최소	0.8	6.2	41.7	2.819	0.162	4.0
8	최대	2.0	6.6	72.8	2.526	0.221	19.3
	평균	1.7	5.7	51.6	2.433	0.178	12.4
	최소	1.3	4.8	30.3	2.339	0.134	5.5
9	최대	3.0	6.1	34.3	2.588	0.087	48.3
	평균	2.0	5.5	23.1	2.410	0.078	28.3
	최소	0.9	4.9	11.8	2.231	0.069	8.2
10	최대	2.7	6.7	32.8	3.646	0.084	54.1
	평균	2.5	6.4	23.9	3.207	0.076	47.9
	최소	2.2	6.0	14.9	2.767	0.067	41.6
11	최대	2.2	6.0	13.9	3.239	0.071	24.0
	평균	1.8	5.5	11.5	3.212	0.066	23.3
	최소	1.3	4.9	9.1	3.184	0.060	22.5
12	최대	1.6	5.5	9.1	4.265	0.130	10.3
	평균	1.4	5.2	7.4	4.009	0.086	8.9
	최소	1.1	4.8	5.6	3.752	0.042	7.4

[표 2-32] 환경부 일반측정망 금강정비사업 이후 성동 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)
1	최대	2.6	7.0	26.5	6.008	0.137	8.1
	평균	1.9	5.8	15.8	4.954	0.111	6.5
	최소	1.4	4.9	3.7	4.283	0.097	4.4
2	최대	3.0	7.8	18.0	5.018	0.164	28.4
	평균	2.0	6.8	13.5	4.528	0.103	15.3
	최소	1.4	5.4	5.9	3.548	0.057	7.9
3	최대	3.1	6.7	27.5	5.548	0.200	29.7
	평균	2.9	6.3	18.5	4.821	0.108	17.1
	최소	2.6	5.6	12.3	4.157	0.062	10.6
4	최대	3.8	7.1	39.1	4.359	0.079	47.2
	평균	3.5	6.7	23.8	3.882	0.073	40.8
	최소	3.3	6.4	13.9	3.494	0.063	33.5
5	최대	4.1	7.1	45.4	3.633	0.116	24.6
	평균	3.6	6.9	23.4	2.848	0.079	23.6
	최소	3.2	6.4	9.0	2.313	0.054	22.0
6	최대	3.4	7.5	36.7	2.575	0.106	46.4
	평균	2.6	6.7	26.1	2.433	0.092	33.1
	최소	1.7	5.4	17.7	2.224	0.065	24.5
7	최대	2.0	6.7	63.5	2.882	0.339	19.6
	평균	2.0	6.4	49.8	2.822	0.252	13.3
	최소	1.9	6.1	36.0	2.762	0.164	6.9
8	최대	2.7	6.9	83.6	2.476	0.218	18.4
	평균	2.6	6.5	80.7	2.443	0.217	13.2
	최소	2.5	6.0	77.8	2.410	0.216	8.0
9	최대	3.0	5.6	25.9	2.807	0.098	28.7
	평균	2.1	5.4	18.1	2.537	0.094	21.3
	최소	1.2	5.1	10.2	2.266	0.089	13.9
10	최대	3.6	7.6	21.5	3.724	0.101	51.1
	평균	3.0	6.8	16.4	3.199	0.093	46.0
	최소	2.3	5.9	11.2	2.674	0.085	40.9
11	최대	2.4	6.6	18.2	3.479	0.082	31.1
	평균	2.1	6.1	14.3	3.297	0.077	30.1
	최소	1.8	5.5	10.4	3.114	0.072	29.0
12	최대	1.9	6.6	11.6	4.209	0.119	25.6
	평균	1.9	6.2	10.5	4.035	0.093	22.3
	최소	1.8	5.7	9.3	3.861	0.067	19.0

[표 2-33] 환경부 일반측정망 금강정비사업 이후 강경 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)
1	최대	3.0	6.8	30.0	5.508	0.186	26.7
	평균	2.0	5.7	16.3	4.765	0.122	11.8
	최소	1.4	4.8	8.7	3.741	0.066	3.4
2	최대	3.8	7.7	25.7	6.735	0.188	62.7
	평균	2.5	6.1	17.6	5.240	0.125	26.1
	최소	1.6	5.1	10.6	3.423	0.093	6.3
3	최대	3.2	7.5	23.6	5.491	0.130	38.4
	평균	3.1	7.2	18.5	5.056	0.102	27.1
	최소	3.0	6.9	14.3	4.257	0.083	10.0
4	최대	4.3	7.5	24.5	4.489	0.103	62.8
	평균	3.5	7.3	19.1	4.099	0.089	50.6
	최소	3.0	7.1	13.4	3.799	0.070	41.1
5	최대	4.0	7.8	139.4	4.302	0.217	31.6
	평균	3.5	7.6	57.9	3.290	0.128	27.1
	최소	3.1	7.4	16.0	2.768	0.082	18.8
6	최대	4.0	8.3	55.8	2.789	0.168	60.5
	평균	3.3	7.9	43.3	2.608	0.127	42.6
	최소	2.9	7.0	29.9	2.440	0.055	32.3
7	최대	3.0	8.0	67.9	2.925	0.172	32.0
	평균	2.4	6.8	56.1	2.843	0.171	20.0
	최소	1.8	5.5	44.2	2.761	0.170	7.9
8	최대	2.3	8.1	71.7	2.698	0.185	22.6
	평균	2.3	7.0	71.4	2.450	0.177	14.8
	최소	2.2	5.9	71.1	2.201	0.168	7.0
9	최대	2.8	6.4	23.7	3.259	0.154	31.2
	평균	2.0	6.2	20.7	2.931	0.123	24.4
	최소	1.2	5.9	17.7	2.603	0.091	17.5
10	최대	2.9	6.6	22.5	3.362	0.112	41.6
	평균	2.6	6.6	18.7	3.100	0.094	40.7
	최소	2.3	6.5	14.9	2.837	0.075	39.7
11	최대	2.4	6.5	15.8	3.491	0.091	50.7
	평균	2.3	6.4	13.7	3.337	0.080	38.9
	최소	2.1	6.2	11.6	3.182	0.069	27.1
12	최대	1.8	6.0	15.5	3.988	0.134	18.3
	평균	1.7	5.9	11.9	3.988	0.099	14.5
	최소	1.6	5.7	8.2	3.987	0.063	10.7

[표 2-34] 환경부 일반측정망 금강정비사업 이후 양화-1 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)
1	최대	3.0	8.1	16.5	4.997	0.086	97.6
	평균	1.9	6.7	10.8	4.520	0.068	38.0
	최소	1.4	4.6	3.8	4.032	0.048	3.8
2	최대	4.6	8.7	18.6	4.950	0.129	79.3
	평균	2.5	6.7	12.1	4.294	0.081	35.6
	최소	1.4	4.4	6.6	3.161	0.053	10.5
3	최대	3.4	7.5	22.0	5.628	0.107	32.1
	평균	3.0	7.0	14.6	4.894	0.072	24.4
	최소	2.6	6.7	10.4	4.006	0.052	19.4
4	최대	5.0	8.1	40.9	4.457	0.108	78.7
	평균	3.9	7.3	24.0	3.952	0.068	61.2
	최소	3.0	6.3	12.9	3.499	0.039	50.2
5	최대	3.7	6.9	39.3	3.324	0.092	26.7
	평균	3.2	6.7	20.6	2.684	0.064	20.6
	최소	2.5	6.5	10.6	2.226	0.050	14.9
6	최대	2.9	8.1	27.5	2.646	0.076	45.5
	평균	2.7	7.2	16.4	2.485	0.065	33.3
	최소	2.6	6.1	10.1	2.233	0.048	22.4
7	최대	2.8	6.2	77.8	2.740	0.287	34.4
	평균	2.2	5.8	49.4	2.659	0.206	20.8
	최소	1.5	5.4	20.9	2.577	0.124	7.1
8	최대	2.6	8.8	254.5	2.512	0.297	28.4
	평균	2.6	7.7	171.7	2.471	0.252	22.1
	최소	2.5	6.6	88.9	2.429	0.207	15.8
9	최대	3.5	6.3	21.4	2.530	0.083	40.6
	평균	2.3	5.7	14.2	2.325	0.067	30.0
	최소	1.0	5.0	6.9	2.120	0.051	19.4
10	최대	3.2	7.4	17.0	3.165	0.081	67.6
	평균	2.5	6.5	16.2	2.805	0.066	57.1
	최소	1.8	5.6	15.4	2.444	0.051	46.5
11	최대	2.4	8.3	16.3	4.825	0.104	49.5
	평균	2.2	7.0	12.9	3.910	0.077	46.3
	최소	2.0	5.6	9.5	2.995	0.050	43.1
12	최대	2.3	6.2	9.0	4.003	0.092	34.7
	평균	2.2	6.1	8.5	3.915	0.077	32.3
	최소	2.0	6.0	7.9	3.827	0.061	29.8

[표 2-35] 환경부 총량측정망 금강정비사업 이후 금분F 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)
1	최대	1.0	3.7	3.3	1,677	0.021	-
	평균	0.7	3.6	1.9	1,486	0.012	-
	최소	0.3	3.3	0.5	1,308	0.007	-
2	최대	1.0	4.7	3.4	1,742	0.090	-
	평균	0.8	3.8	2.1	1,599	0.025	-
	최소	0.6	3.1	0.9	1,320	0.002	-
3	최대	0.9	4.7	6.1	2,071	0.027	-
	평균	0.7	3.7	3.0	1,657	0.013	-
	최소	0.6	3.1	1.1	1,315	0.002	-
4	최대	1.0	6.1	5.0	3,130	0.265	-
	평균	0.7	4.2	2.0	1,773	0.031	-
	최소	0.6	3.5	1.0	1,330	0.005	-
5	최대	1.1	5.2	2.9	2,224	0.029	-
	평균	0.9	4.1	1.9	1,648	0.012	-
	최소	0.6	3.5	0.7	1,299	0.006	-
6	최대	1.2	4.6	6.9	2,111	0.184	-
	평균	0.9	4.2	2.7	1,873	0.038	-
	최소	0.7	3.7	1.0	1,660	0.005	-
7	최대	1.3	4.8	39.0	2,279	0.124	-
	평균	0.9	4.1	11.4	2,010	0.044	-
	최소	0.6	3.4	1.8	1,629	0.010	-
8	최대	1.0	5.6	23.2	2,130	0.135	-
	평균	0.9	5.1	9.3	1,955	0.054	-
	최소	0.7	3.7	2.4	1,766	0.020	-
9	최대	1.3	6.6	12.4	2,392	0.041	-
	평균	0.9	5.8	6.1	1,899	0.035	-
	최소	0.7	4.6	3.3	1,717	0.029	-
10	최대	1.5	6.4	7.6	2,003	0.044	-
	평균	1.1	5.0	4.4	1,776	0.027	-
	최소	0.8	3.8	2.6	1,603	0.009	-
11	최대	1.1	5.8	2.9	1,702	0.034	-
	평균	0.7	4.5	2.6	1,517	0.021	-
	최소	0.3	3.7	2.2	1,414	0.014	-
12	최대	0.9	7.0	3.3	1,976	0.020	-
	평균	0.8	4.8	2.5	1,613	0.015	-
	최소	0.6	3.4	2.0	1,468	0.010	-

[표 2-36] 환경부 총량측정망 금강정비사업 이후 갑천A 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)
1	최대	9.6	14.3	59.5	19.733	0.857	-
	평균	6.9	11.7	11.3	13.686	0.335	-
	최소	3.4	9.8	3.2	8.952	0.096	-
2	최대	11.7	15.3	14.0	18.827	1.146	-
	평균	6.9	12.1	9.4	14.490	0.349	-
	최소	3.7	6.9	7.6	6.557	0.073	-
3	최대	9.6	17.1	29.5	20.505	0.478	-
	평균	7.0	12.3	11.8	13.383	0.284	-
	최소	4.9	8.9	2.7	5.234	0.126	-
4	최대	10.7	15.0	15.2	16.278	0.414	-
	평균	6.9	11.7	9.9	11.316	0.213	-
	최소	4.9	7.9	5.3	6.047	0.120	-
5	최대	12.9	17.5	206.7	12.541	0.525	-
	평균	7.6	12.7	28.2	8.524	0.290	-
	최소	5.8	8.8	9.3	4.602	0.118	-
6	최대	8.7	18.2	105.5	11.755	0.614	-
	평균	6.1	13.8	20.7	8.448	0.307	-
	최소	2.2	7.5	6.9	4.129	0.099	-
7	최대	5.2	14.8	31.4	9.565	0.274	-
	평균	2.6	9.8	16.1	6.854	0.196	-
	최소	0.8	5.8	6.3	3.892	0.102	-
8	최대	3.7	14.2	70.0	7.023	0.399	-
	평균	2.4	7.7	20.6	4.612	0.185	-
	최소	1.3	4.4	5.8	2.931	0.064	-
9	최대	5.2	9.3	14.2	8.971	0.324	-
	평균	2.0	6.9	6.6	6.123	0.159	-
	최소	0.9	4.5	3.4	4.169	0.069	-
10	최대	3.8	12.5	17.6	11.400	0.529	-
	평균	2.4	8.7	8.6	8.583	0.220	-
	최소	1.4	6.7	4.6	6.605	0.078	-
11	최대	4.1	10.0	15.3	10.691	0.349	-
	평균	2.9	8.7	8.1	8.896	0.240	-
	최소	1.9	7.4	3.4	7.173	0.130	-
12	최대	5.6	11.2	9.1	11.509	0.471	-
	평균	3.5	10.0	5.3	10.126	0.206	-
	최소	2.7	8.8	2.9	9.059	0.081	-

[표 2-37] 환경부 총량측정망 금강정비사업 이후 금본G 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)
1	최대	3.6	6.2	4.7	5.850	0.225	-
	평균	2.1	5.3	2.7	4.200	0.086	-
	최소	1.2	4.2	0.9	2.431	0.020	-
2	최대	3.0	7.1	10.0	6.396	0.331	-
	평균	2.2	5.7	4.2	4.734	0.095	-
	최소	1.4	4.1	2.0	2.462	0.034	-
3	최대	3.7	7.9	20.8	8.449	0.121	-
	평균	2.7	6.2	8.4	5.075	0.080	-
	최소	2.0	5.3	2.6	3.746	0.039	-
4	최대	4.4	8.0	12.9	4.922	0.124	-
	평균	2.9	5.7	6.0	3.771	0.072	-
	최소	1.8	4.1	1.4	2.621	0.031	-
5	최대	7.7	15.4	255.0	4.618	0.618	-
	평균	2.9	6.3	24.7	3.047	0.103	-
	최소	1.4	4.3	4.6	1.885	0.031	-
6	최대	3.7	9.0	101.5	3.335	0.113	-
	평균	2.1	5.8	16.8	2.731	0.068	-
	최소	1.3	4.6	5.0	2.181	0.020	-
7	최대	2.3	7.0	35.3	3.674	0.146	-
	평균	1.4	5.8	16.9	2.958	0.095	-
	최소	0.7	5.1	6.2	2.527	0.045	-
8	최대	2.3	7.3	56.0	3.296	0.169	-
	평균	1.6	6.3	25.8	2.623	0.113	-
	최소	0.6	4.9	7.7	2.295	0.063	-
9	최대	3.6	7.6	16.9	4.147	0.141	-
	평균	1.5	6.1	10.4	2.817	0.094	-
	최소	0.9	5.5	5.2	1.935	0.060	-
10	최대	2.1	6.7	9.7	4.617	0.145	-
	평균	1.5	6.1	6.7	3.886	0.087	-
	최소	1.0	5.2	4.4	3.359	0.038	-
11	최대	2.5	7.0	11.7	4.984	0.137	-
	평균	1.7	6.2	6.9	4.099	0.108	-
	최소	1.0	5.7	3.4	3.330	0.053	-
12	최대	2.4	6.3	6.8	5.084	0.272	-
	평균	1.5	5.7	3.5	3.966	0.092	-
	최소	1.1	4.5	1.5	3.159	0.027	-

[표 2-38] 환경부 총량측정망 금강정비사업 이후 미호C 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)
1	최대	6.5	9.1	9.2	9.944	0.354	-
	평균	4.4	8.0	6.3	8.234	0.144	-
	최소	2.3	6.0	4.3	6.022	0.063	-
2	최대	5.6	11.3	19.4	14.762	0.195	-
	평균	4.4	8.6	9.7	8.655	0.141	-
	최소	3.6	6.7	5.8	5.082	0.115	-
3	최대	7.7	11.3	24.2	8.539	0.236	-
	평균	5.2	9.0	14.0	7.124	0.157	-
	최소	3.4	7.6	3.9	5.195	0.119	-
4	최대	10.3	17.1	65.5	6.670	0.301	-
	평균	6.6	10.1	20.8	5.538	0.173	-
	최소	2.8	7.2	6.6	3.686	0.093	-
5	최대	14.9	21.7	370.0	6.771	1.105	-
	평균	6.9	11.0	49.4	4.678	0.192	-
	최소	3.2	6.8	11.2	3.202	0.018	-
6	최대	8.8	18.0	257.5	4.235	0.246	-
	평균	6.4	12.2	47.8	3.391	0.161	-
	최소	2.3	6.9	14.8	2.568	0.065	-
7	최대	5.1	11.5	70.7	4.086	0.264	-
	평균	3.6	8.0	38.8	3.464	0.205	-
	최소	2.5	5.7	14.6	2.795	0.094	-
8	최대	5.9	13.8	569.0	4.004	0.602	-
	평균	2.8	8.3	98.9	3.093	0.253	-
	최소	1.8	5.1	11.1	2.171	0.107	-
9	최대	2.0	6.4	30.0	4.288	0.180	-
	평균	1.7	5.9	16.6	3.633	0.145	-
	최소	1.3	5.5	5.2	3.111	0.125	-
10	최대	4.1	7.2	12.6	4.771	0.255	-
	평균	2.1	6.3	6.8	4.478	0.114	-
	최소	1.2	5.8	4.3	4.112	0.047	-
11	최대	3.8	7.8	20.0	5.645	0.148	-
	평균	3.1	6.8	11.0	4.790	0.119	-
	최소	2.1	5.7	3.9	3.922	0.080	-
12	최대	4.3	7.1	15.6	6.589	0.134	-
	평균	2.7	6.4	7.9	5.760	0.091	-
	최소	1.8	5.7	4.0	5.150	0.048	-

[표 2-39] 환경부 총량측정망 금강정비사업 이후 금본H 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)
1	최대	5.0	12.9	44.6	6.421	0.275	-
	평균	2.3	6.5	9.6	4.829	0.122	-
	최소	1.3	4.6	0.9	2.701	0.033	-
2	최대	2.7	7.6	12.8	8.140	0.268	-
	평균	2.2	6.3	6.7	5.694	0.109	-
	최소	1.8	4.2	3.4	2.875	0.042	-
3	최대	4.8	9.1	17.0	6.796	0.169	-
	평균	3.1	6.9	10.0	5.369	0.110	-
	최소	2.5	5.9	4.0	4.278	0.064	-
4	최대	6.1	10.6	179.0	5.896	0.427	-
	평균	3.6	7.4	25.5	4.396	0.119	-
	최소	1.5	5.6	2.6	2.828	0.029	-
5	최대	5.6	9.8	130.7	4.584	0.284	-
	평균	3.2	7.5	23.3	3.336	0.104	-
	최소	1.2	6.0	5.6	2.679	0.028	-
6	최대	5.0	13.0	118.5	3.783	0.226	-
	평균	3.1	7.4	28.8	2.711	0.108	-
	최소	1.7	5.3	13.4	2.012	0.017	-
7	최대	3.9	12.1	329.0	3.499	0.534	-
	평균	2.4	8.5	88.7	3.138	0.214	-
	최소	1.5	6.2	15.1	2.780	0.105	-
8	최대	3.4	8.7	373.0	3.032	0.609	-
	평균	2.2	6.4	75.2	2.548	0.187	-
	최소	1.4	4.1	10.0	2.082	0.068	-
9	최대	2.8	7.5	61.7	3.932	0.210	-
	평균	1.5	6.5	20.6	2.934	0.113	-
	최소	1.0	5.5	9.5	2.165	0.070	-
10	최대	4.1	7.8	26.0	4.327	0.177	-
	평균	2.0	6.8	9.8	4.034	0.114	-
	최소	1.1	5.9	6.0	3.609	0.052	-
11	최대	2.5	6.8	13.4	5.010	0.130	-
	평균	1.7	6.2	8.3	4.152	0.100	-
	최소	1.3	5.5	5.0	3.158	0.050	-
12	최대	2.7	6.4	13.6	5.337	0.180	-
	평균	1.6	6.1	6.4	4.440	0.083	-
	최소	1.2	5.6	2.4	3.598	0.037	-

[표 2-40] 환경부 총량측정망 금강정비사업 이후 금본 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)
1	최대	2.1	6.3	53.7	6.020	0.306	-
	평균	1.5	5.3	15.6	4.575	0.109	-
	최소	1.0	4.0	3.0	2.668	0.035	-
2	최대	2.7	7.5	58.0	7.628	0.213	-
	평균	2.1	6.1	16.1	5.589	0.113	-
	최소	1.5	4.3	2.8	3.307	0.047	-
3	최대	3.5	7.6	36.3	5.832	0.148	-
	평균	2.9	6.9	15.5	5.166	0.094	-
	최소	2.4	6.6	6.3	4.431	0.053	-
4	최대	7.7	11.3	56.0	5.549	0.219	-
	평균	4.3	7.9	24.2	4.136	0.115	-
	최소	2.0	5.6	1.2	2.658	0.047	-
5	최대	5.6	11.2	272.9	4.648	0.423	-
	평균	3.7	8.3	37.5	3.168	0.110	-
	최소	1.0	5.9	5.1	2.311	0.024	-
6	최대	5.1	10.0	39.6	3.175	0.214	-
	평균	3.6	7.6	22.0	2.470	0.105	-
	최소	2.0	5.7	14.9	1.895	0.038	-
7	최대	4.5	11.3	147.0	3.193	0.299	-
	평균	2.5	8.0	58.6	2.840	0.190	-
	최소	1.4	6.0	21.8	2.483	0.128	-
8	최대	5.6	9.1	144.5	3.264	0.296	-
	평균	2.6	7.2	52.2	2.631	0.165	-
	최소	1.3	4.0	12.4	2.114	0.075	-
9	최대	4.8	7.3	23.0	3.420	0.118	-
	평균	2.1	6.7	16.0	2.787	0.094	-
	최소	1.0	6.1	8.8	2.108	0.078	-
10	최대	5.5	8.8	16.0	4.319	0.220	-
	평균	3.6	7.5	13.0	3.532	0.101	-
	최소	1.4	6.2	10.6	2.695	0.052	-
11	최대	4.4	7.5	12.4	4.928	0.123	-
	평균	2.3	6.1	8.2	3.867	0.089	-
	최소	1.3	4.2	3.4	2.972	0.055	-
12	최대	1.7	6.8	7.9	4.890	0.150	-
	평균	1.4	5.8	5.2	4.299	0.074	-
	최소	1.2	4.7	2.9	3.591	0.031	-

[표 2-41] 환경부 총량측정망 금강정비사업 이후 금본J 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)
1	최대	1.8	6.6	109.7	6.215	0.302	-
	평균	1.4	5.1	25.1	4.542	0.112	-
	최소	1.0	4.0	1.6	2.635	0.027	-
2	최대	3.0	7.7	36.7	7.607	0.305	-
	평균	2.0	6.0	15.6	5.342	0.114	-
	최소	1.2	4.4	3.7	2.826	0.052	-
3	최대	3.5	8.3	41.0	5.851	0.225	-
	평균	2.8	6.8	20.4	4.877	0.097	-
	최소	1.6	5.2	7.4	3.801	0.042	-
4	최대	6.5	10.4	40.3	5.156	0.213	-
	평균	4.1	7.5	23.2	3.987	0.107	-
	최소	2.2	5.4	8.5	2.770	0.048	-
5	최대	4.3	15.2	522.9	5.086	0.610	-
	평균	3.2	7.9	58.0	3.091	0.122	-
	최소	1.0	5.6	9.6	2.415	0.024	-
6	최대	4.6	9.7	99.7	3.288	0.317	-
	평균	3.2	7.3	32.0	2.400	0.113	-
	최소	2.1	5.1	16.2	1.765	0.019	-
7	최대	3.1	7.5	104.5	3.221	0.237	-
	평균	2.2	6.9	48.9	2.813	0.171	-
	최소	1.4	5.9	18.8	2.109	0.075	-
8	최대	5.0	9.0	156.0	3.004	0.259	-
	평균	2.5	7.0	63.2	2.476	0.173	-
	최소	1.4	4.6	15.2	1.755	0.070	-
9	최대	3.2	7.1	27.4	3.216	0.154	-
	평균	2.0	6.5	20.7	2.631	0.096	-
	최소	1.0	5.9	12.3	1.972	0.066	-
10	최대	4.6	9.2	20.0	3.702	0.131	-
	평균	3.3	7.5	14.0	3.412	0.087	-
	최소	1.8	6.2	5.2	3.102	0.055	-
11	최대	4.1	7.2	33.0	4.234	0.119	-
	평균	2.3	6.2	13.4	3.496	0.082	-
	최소	1.4	4.6	5.0	2.871	0.043	-
12	최대	1.9	7.0	13.2	4.760	0.141	-
	평균	1.6	5.9	6.7	4.015	0.075	-
	최소	1.3	4.8	2.7	3.723	0.034	-

[표 2-42] 환경부 총량측정망 금강정비사업 이후 논산A 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)
1	최대	6.0	13.8	92.0	9.133	0.408	-
	평균	2.9	5.6	15.9	6.701	0.227	-
	최소	1.4	3.7	6.1	3.617	0.094	-
2	최대	3.9	8.5	14.2	8.251	0.270	-
	평균	2.7	5.4	9.4	6.109	0.192	-
	최소	1.4	3.4	5.5	3.008	0.079	-
3	최대	6.0	9.2	66.5	8.380	0.273	-
	평균	3.8	7.5	26.5	5.504	0.205	-
	최소	2.4	4.9	12.4	3.491	0.136	-
4	최대	7.9	10.6	70.3	6.865	0.258	-
	평균	4.1	7.4	25.4	4.132	0.156	-
	최소	2.2	5.5	12.5	2.925	0.080	-
5	최대	6.8	12.2	61.5	5.802	0.277	-
	평균	5.0	9.0	35.8	3.962	0.161	-
	최소	2.7	7.2	18.0	2.555	0.071	-
6	최대	18.1	43.9	2,710.0	4.913	0.287	-
	평균	6.0	12.7	242.9	3.594	0.164	-
	최소	1.0	8.0	18.3	2.784	0.061	-
7	최대	7.4	15.4	322.0	4.181	0.587	-
	평균	4.1	9.0	72.2	3.001	0.256	-
	최소	2.6	6.2	18.4	2.007	0.074	-
8	최대	4.5	8.6	105.0	3.820	0.265	-
	평균	2.5	7.1	43.5	2.632	0.177	-
	최소	1.5	4.5	22.2	2.024	0.099	-
9	최대	4.2	7.0	31.4	3.365	0.221	-
	평균	2.3	6.2	19.4	3.039	0.138	-
	최소	1.0	5.5	12.9	2.739	0.084	-
10	최대	4.8	9.1	98.0	6.021	0.373	-
	평균	3.7	7.1	27.4	3.861	0.178	-
	최소	1.6	6.4	9.8	2.606	0.088	-
11	최대	3.4	7.3	24.5	5.862	0.230	-
	평균	2.4	6.2	13.4	3.750	0.126	-
	최소	1.4	4.8	6.4	2.220	0.061	-
12	최대	1.8	6.4	14.3	5.545	0.176	-
	평균	1.6	5.0	9.3	4.209	0.111	-
	최소	1.5	4.0	6.0	2.922	0.070	-

[표 2-43] 환경부 총량측정망 금강정비사업 이후 금본K 수질자료

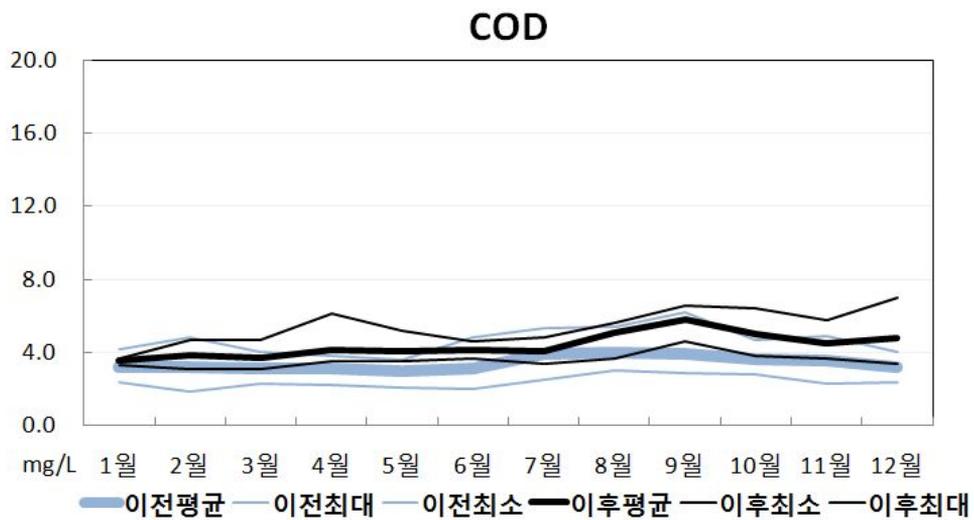
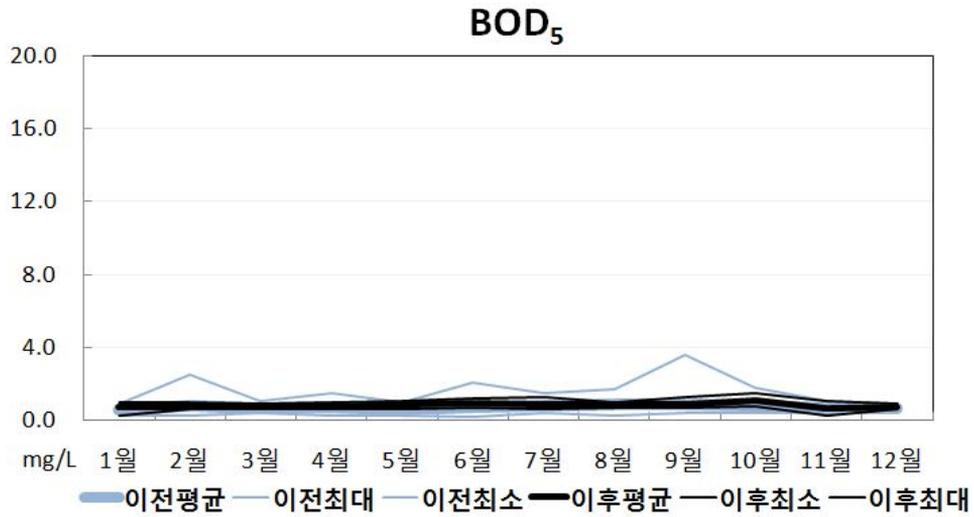
월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)
1	최대	2.3	6.8	32.3	5.404	0.202	-
	평균	1.6	5.3	15.4	4.351	0.106	-
	최소	1.2	4.0	2.3	2.768	0.040	-
2	최대	4.2	8.6	37.1	7.357	0.208	-
	평균	2.7	6.3	16.3	5.303	0.122	-
	최소	1.3	3.9	5.7	3.091	0.057	-
3	최대	3.7	8.2	29.3	5.912	0.164	-
	평균	3.1	7.1	18.9	5.023	0.103	-
	최소	2.1	6.1	7.7	3.981	0.071	-
4	최대	4.8	8.3	34.5	5.240	0.124	-
	평균	3.4	7.2	18.4	4.185	0.092	-
	최소	2.2	6.5	8.9	2.852	0.065	-
5	최대	5.0	11.9	485.0	6.759	0.424	-
	평균	3.6	7.8	64.2	3.382	0.130	-
	최소	2.5	6.0	6.6	2.422	0.037	-
6	최대	6.5	11.7	117.3	3.304	0.257	-
	평균	3.3	7.7	40.5	2.619	0.122	-
	최소	1.9	5.6	13.8	2.153	0.033	-
7	최대	3.5	9.0	123.0	3.041	0.301	-
	평균	2.4	6.9	57.7	2.831	0.171	-
	최소	1.6	5.3	34.9	2.223	0.116	-
8	최대	2.9	8.9	220.8	2.738	0.299	-
	평균	2.2	7.0	71.4	2.450	0.176	-
	최소	1.3	4.4	14.4	1.831	0.088	-
9	최대	2.9	7.6	30.6	3.513	0.164	-
	평균	1.8	6.2	19.7	2.822	0.112	-
	최소	1.0	5.6	11.2	2.341	0.076	-
10	최대	3.2	7.6	29.2	3.566	0.130	-
	평균	2.6	6.6	19.3	3.083	0.096	-
	최소	2.0	5.4	10.0	2.563	0.069	-
11	최대	2.9	7.1	20.7	3.850	0.102	-
	평균	2.3	6.3	13.6	3.315	0.078	-
	최소	1.8	5.1	8.8	2.820	0.041	-
12	최대	2.0	6.2	16.6	4.351	0.161	-
	평균	1.7	5.9	10.6	3.987	0.087	-
	최소	1.4	5.5	6.9	3.622	0.056	-

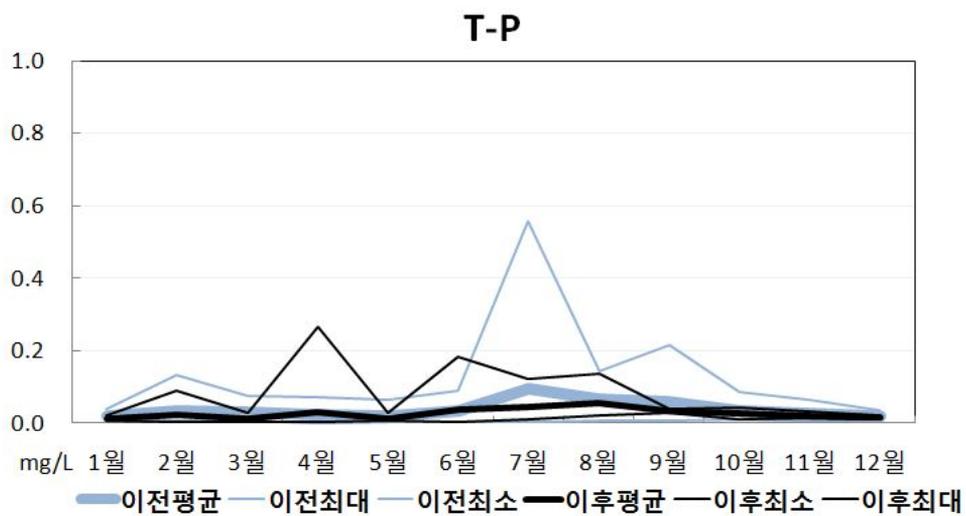
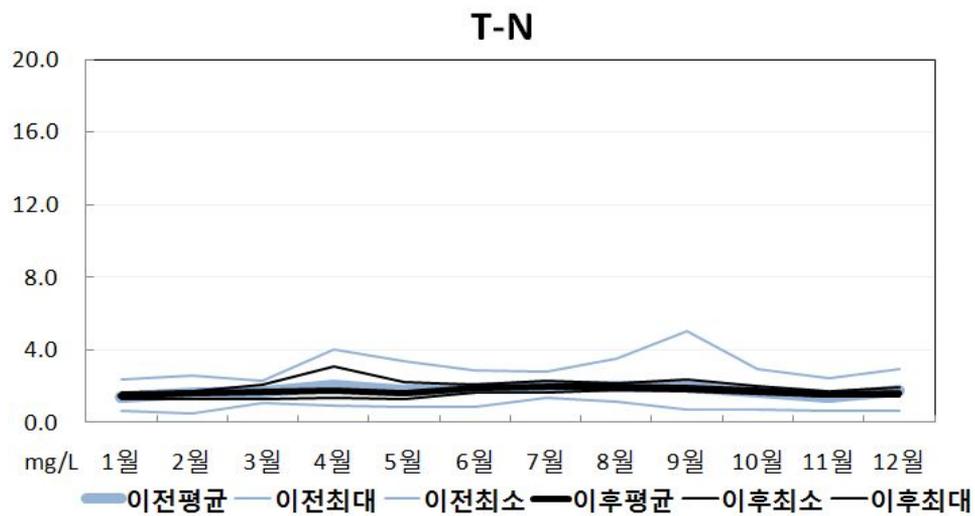
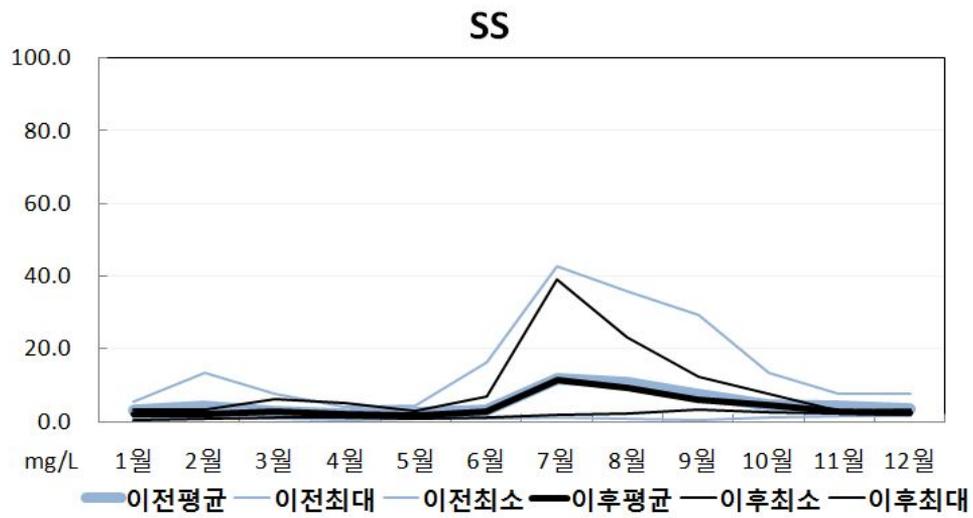
[표 2-44] 환경부 총량측정망 금강정비사업 이후 금본L 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)
1	최대	2.7	7.5	14.5	5.414	0.083	-
	평균	2.4	6.2	11.3	4.181	0.063	-
	최소	1.7	5.3	6.6	3.572	0.045	-
2	최대	6.6	12.6	23.6	5.695	0.126	-
	평균	3.5	8.0	16.1	4.478	0.093	-
	최소	1.4	4.5	6.9	2.805	0.049	-
3	최대	5.2	10.3	21.3	5.671	0.104	-
	평균	4.2	8.4	17.9	4.571	0.083	-
	최소	3.1	6.8	13.3	3.164	0.064	-
4	최대	4.6	8.9	18.0	4.680	0.095	-
	평균	3.5	7.4	12.3	3.967	0.066	-
	최소	2.2	6.0	7.0	3.222	0.042	-
5	최대	3.7	9.2	67.5	4.565	0.156	-
	평균	2.7	7.3	17.1	3.071	0.080	-
	최소	1.7	5.9	6.8	2.164	0.031	-
6	최대	3.2	10.3	58.8	3.553	0.207	-
	평균	2.4	7.4	20.7	2.665	0.091	-
	최소	1.0	6.1	10.8	1.865	0.029	-
7	최대	2.9	8.2	70.5	3.174	0.200	-
	평균	2.2	6.8	33.4	2.679	0.140	-
	최소	1.6	5.3	14.8	1.858	0.056	-
8	최대	4.5	14.7	328.0	2.809	0.300	-
	평균	2.2	7.6	85.9	2.531	0.165	-
	최소	1.1	5.0	8.1	2.256	0.064	-
9	최대	3.7	6.8	35.3	2.711	0.146	-
	평균	2.2	6.2	19.6	2.307	0.107	-
	최소	1.2	5.5	10.0	1.975	0.046	-
10	최대	2.7	8.2	42.0	3.546	0.125	-
	평균	2.0	6.8	19.2	2.714	0.090	-
	최소	1.5	5.8	9.3	1.804	0.067	-
11	최대	2.8	7.8	27.3	3.178	0.086	-
	평균	2.1	6.3	13.6	2.755	0.058	-
	최소	1.2	5.1	8.9	1.968	0.025	-
12	최대	3.0	8.1	14.3	3.634	0.078	-
	평균	2.9	7.0	12.3	3.365	0.063	-
	최소	2.8	5.6	9.2	3.051	0.035	-

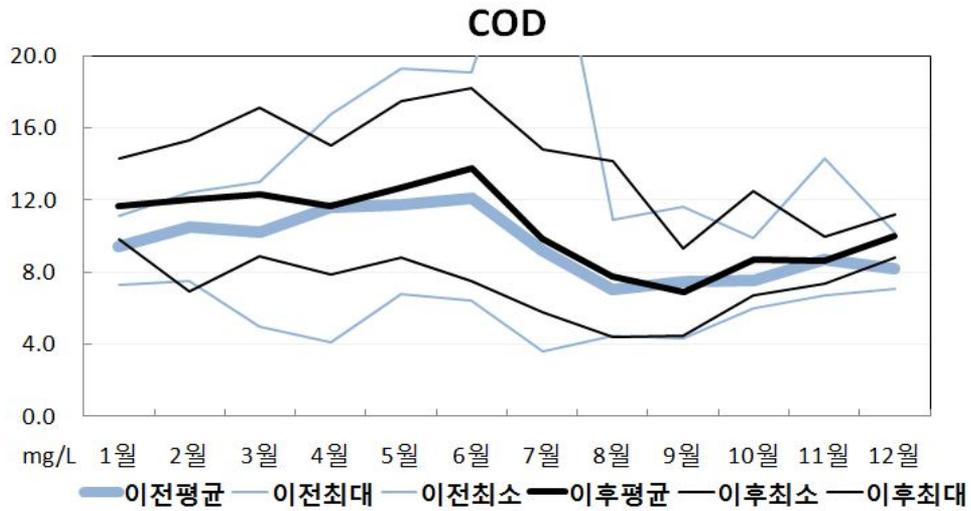
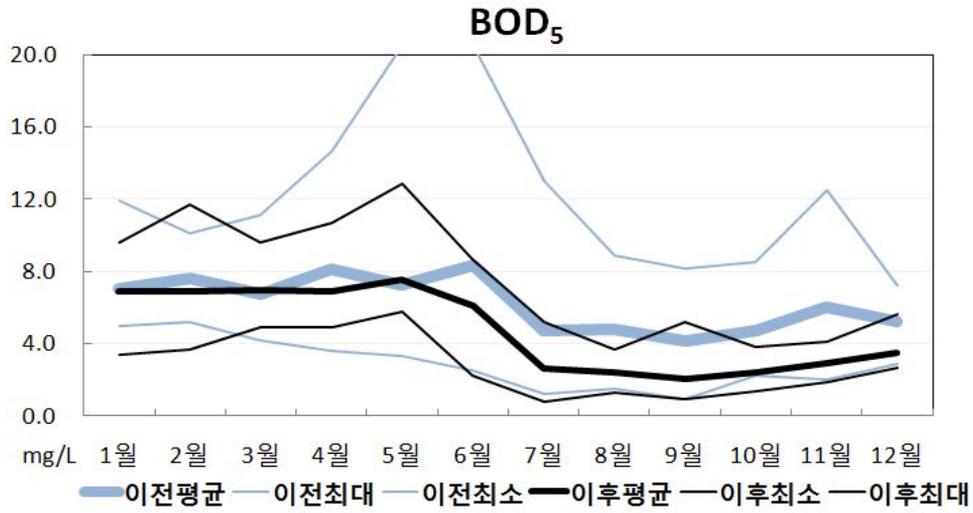
라. 전·후 수질 비교 평가

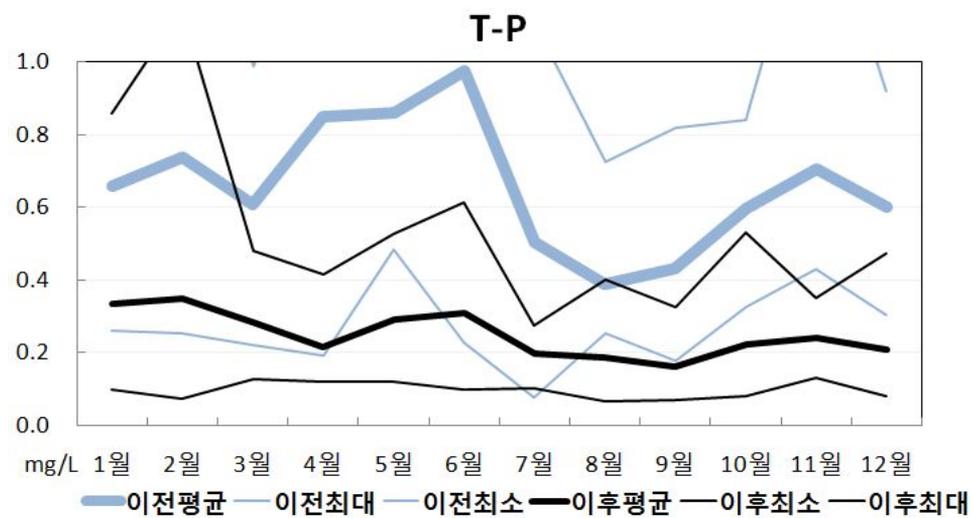
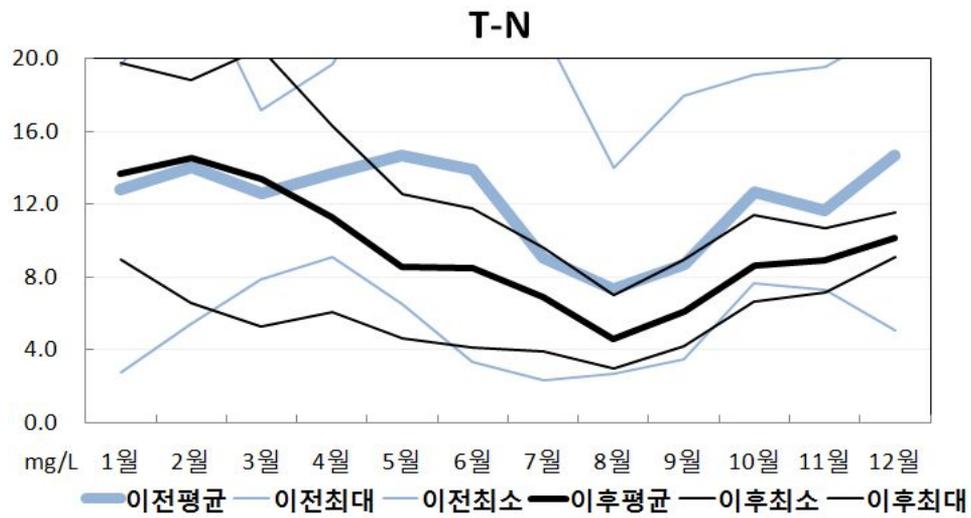
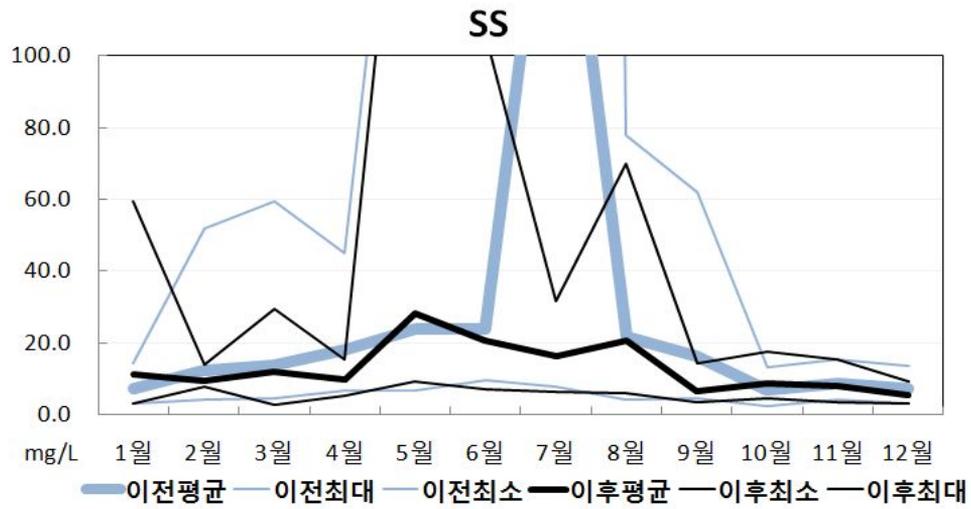
1) 금분F



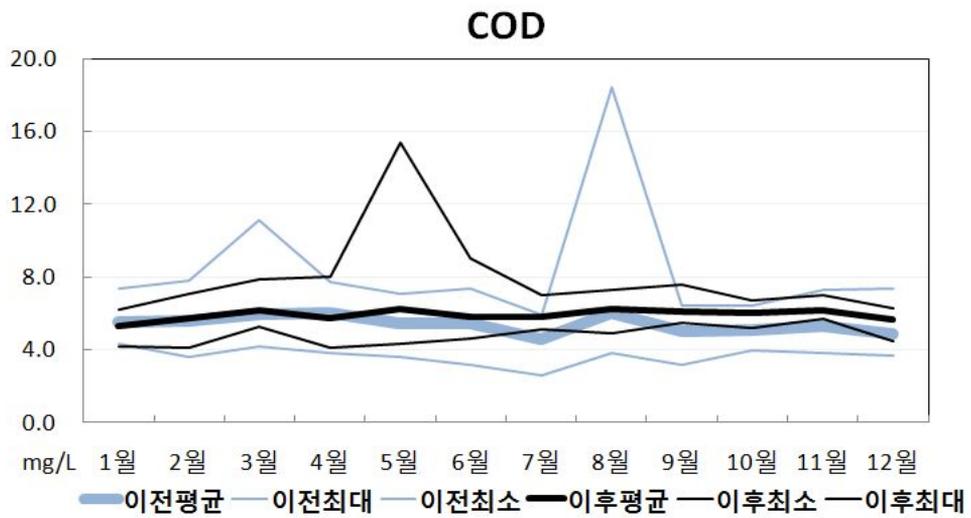
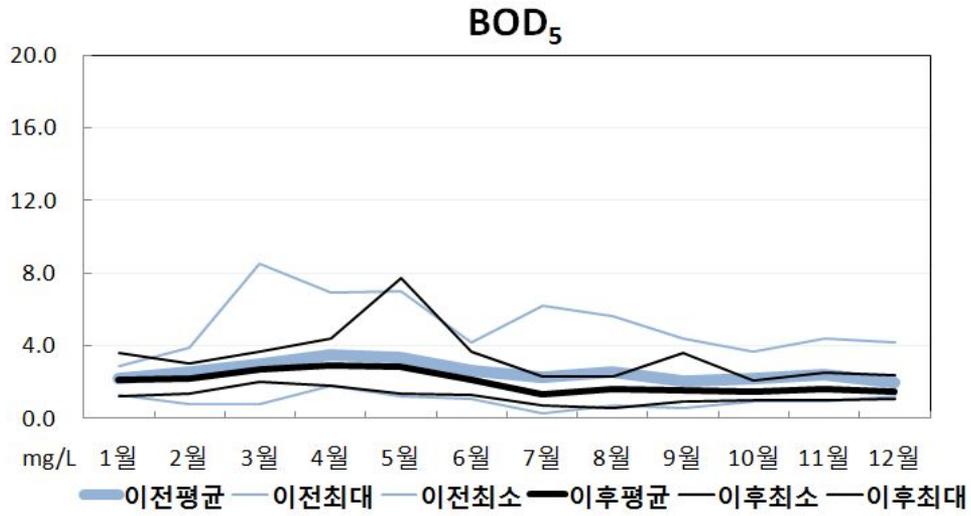


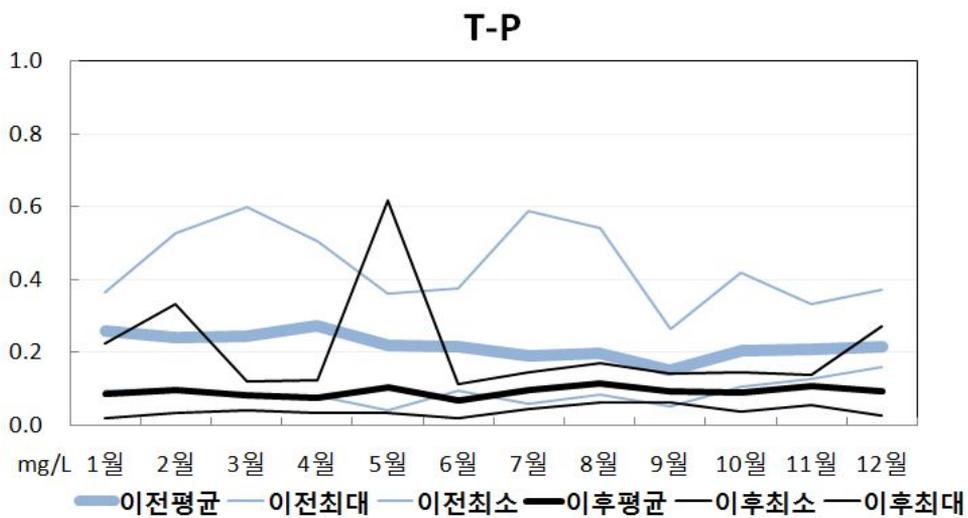
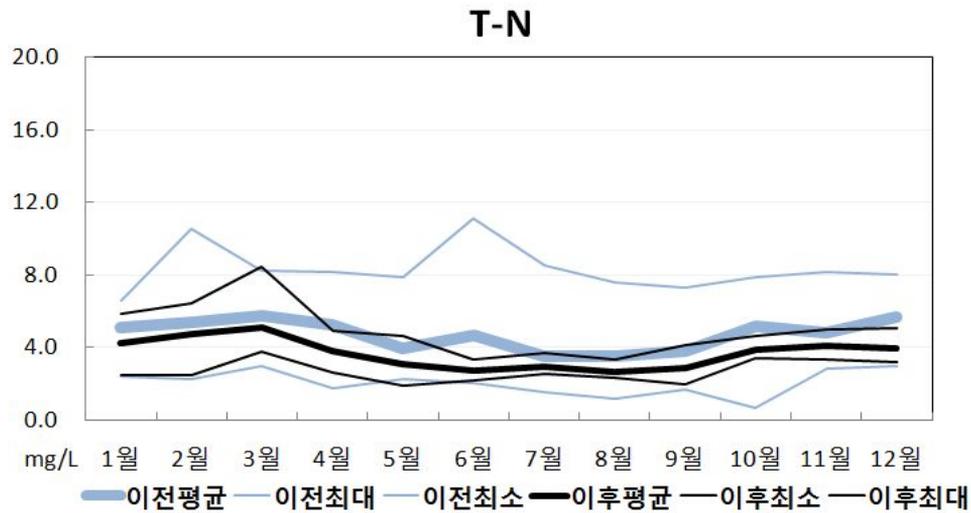
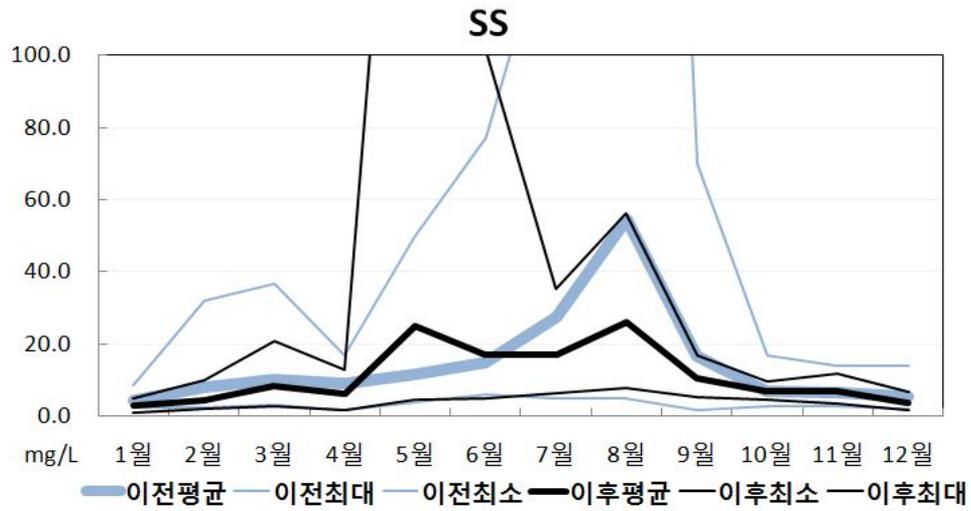
2) 갑천A



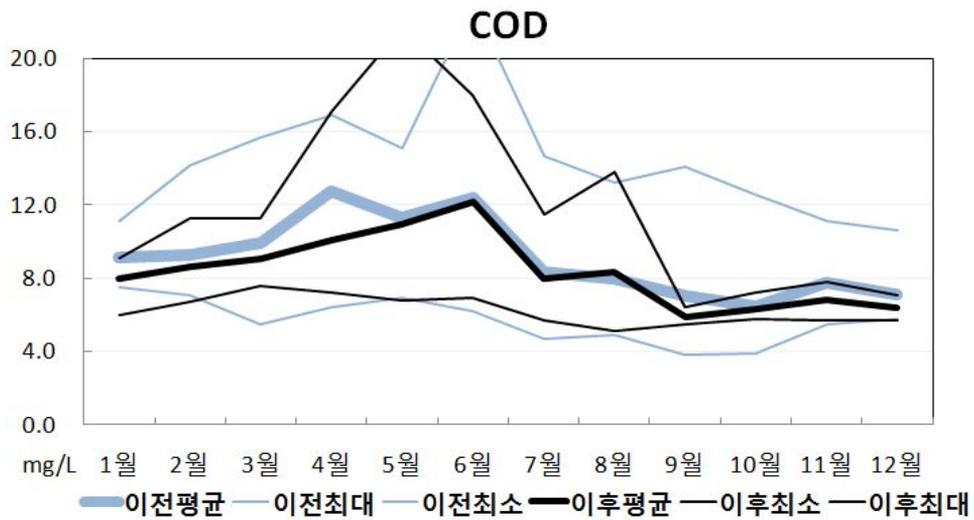
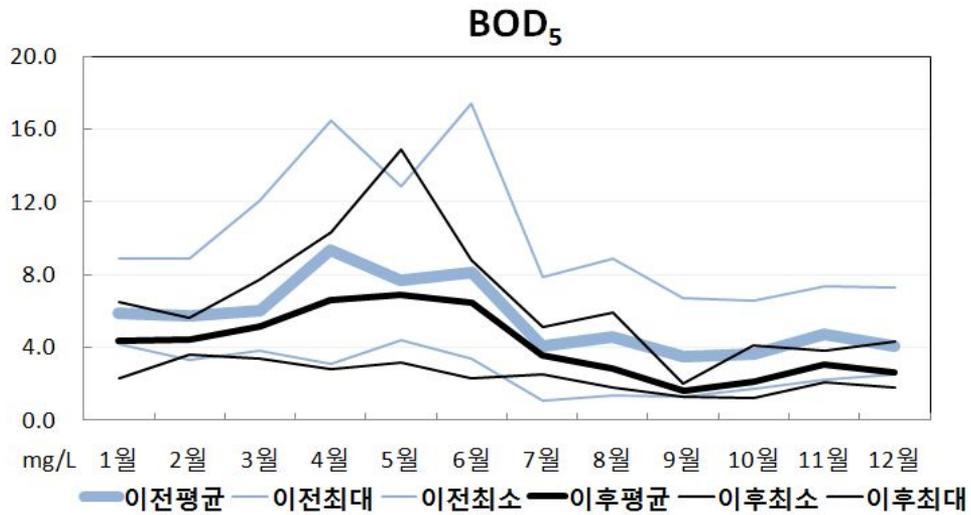


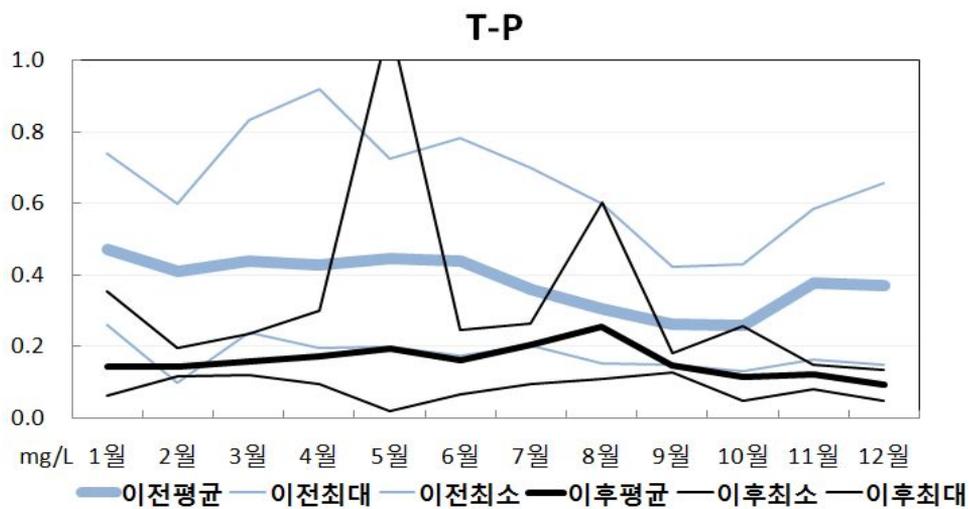
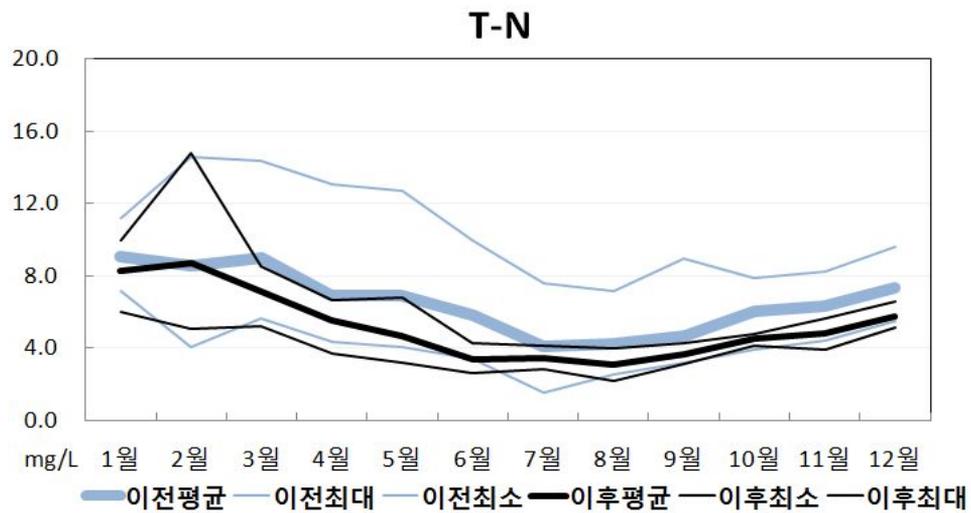
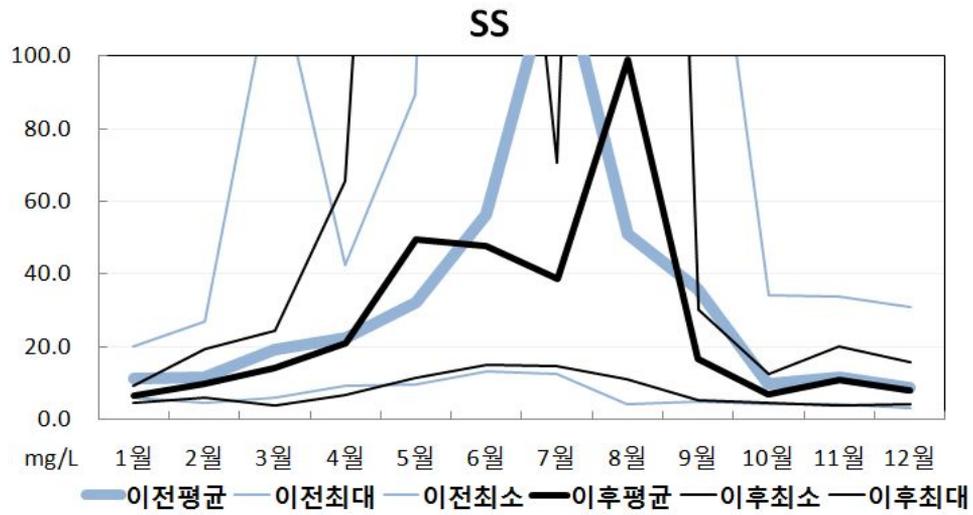
3) 금본G



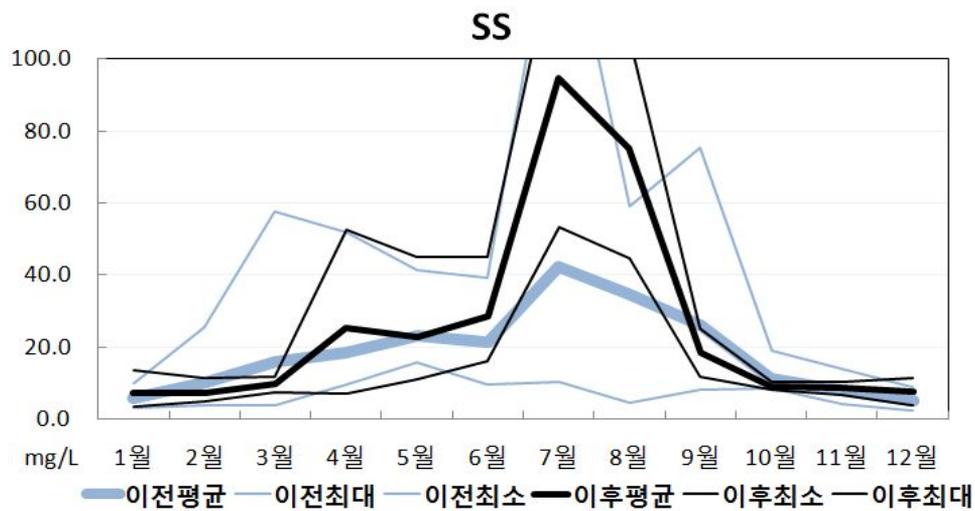
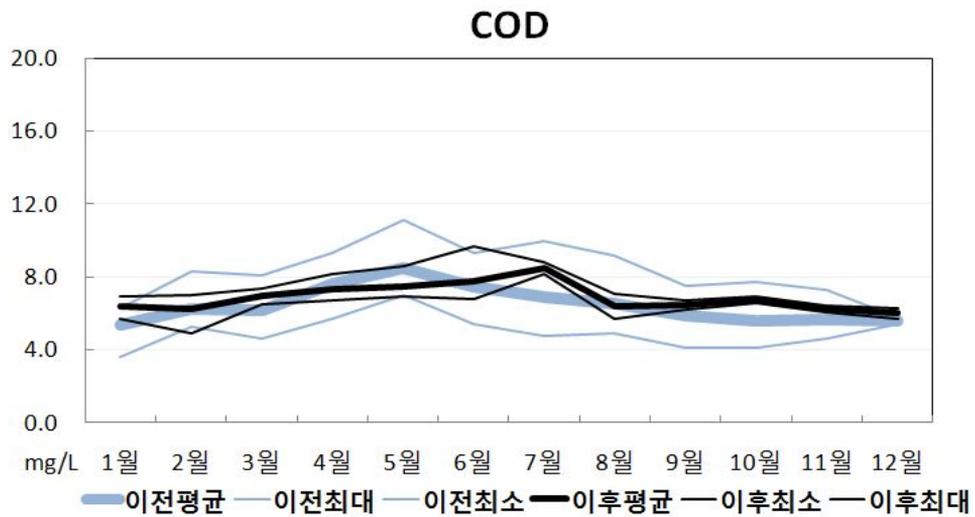
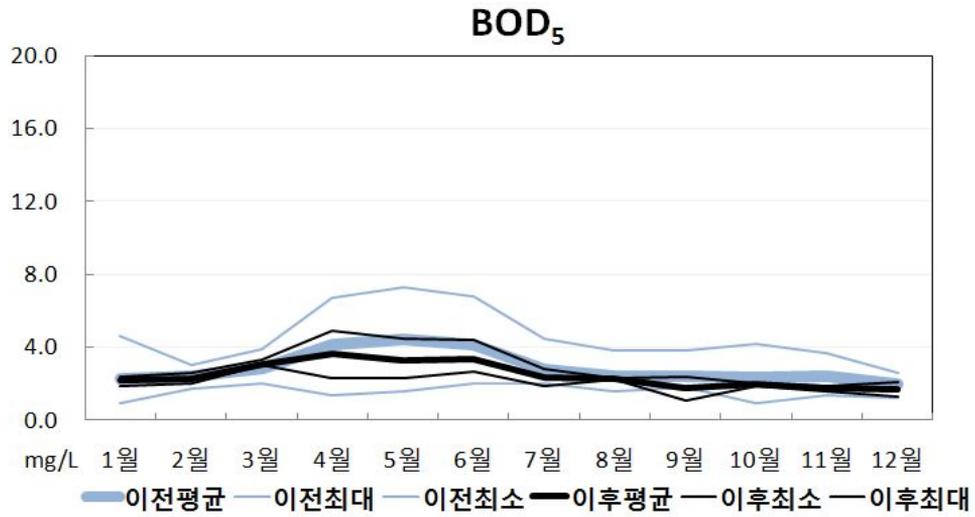


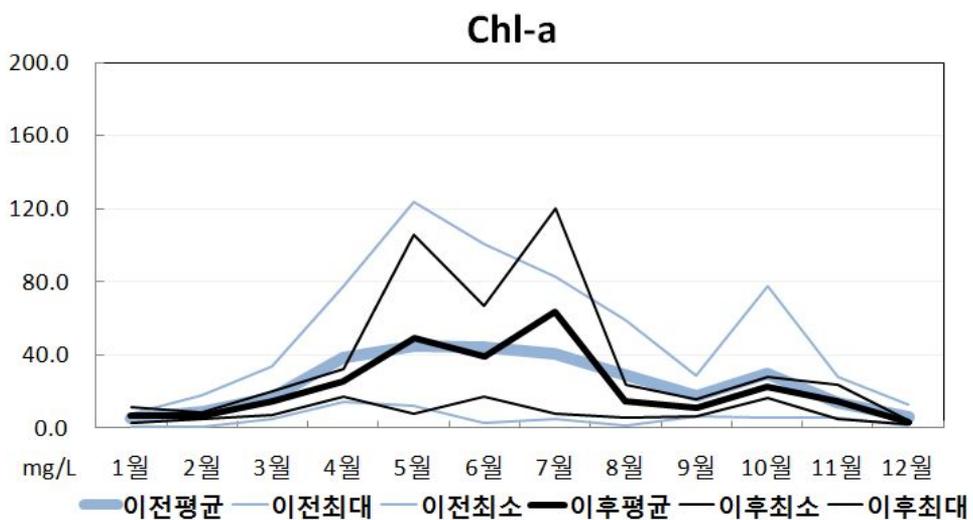
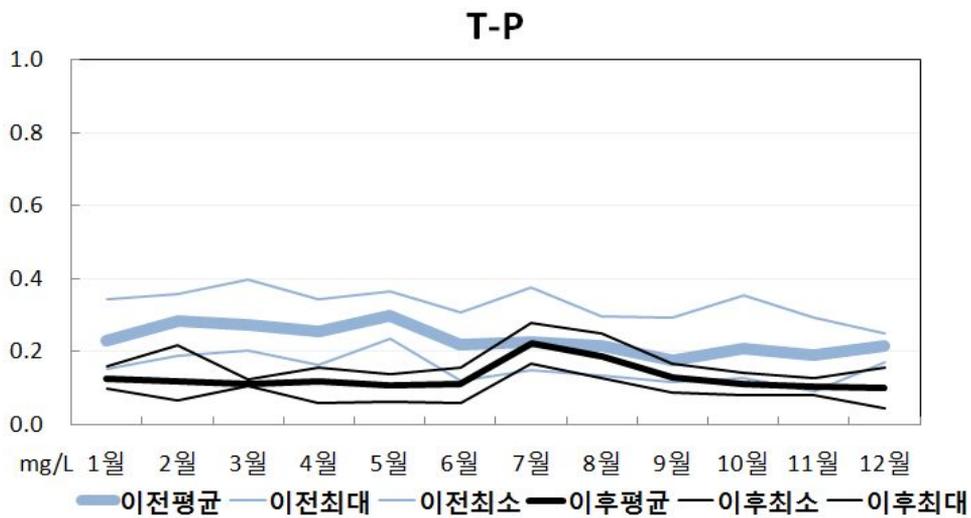
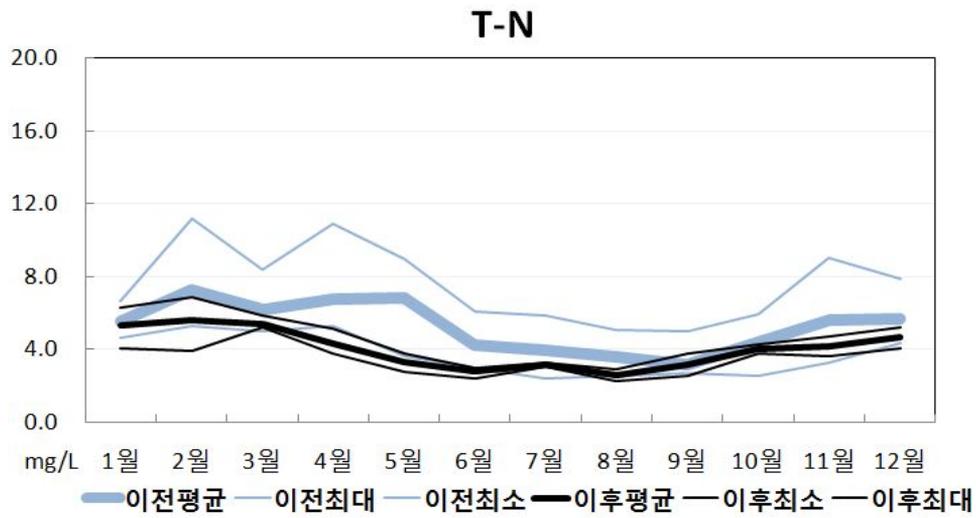
4) 미호C



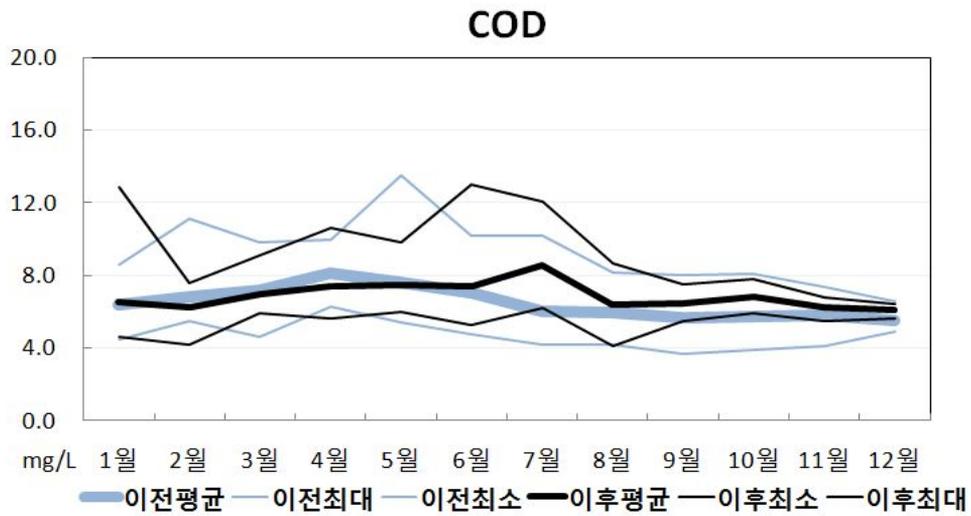
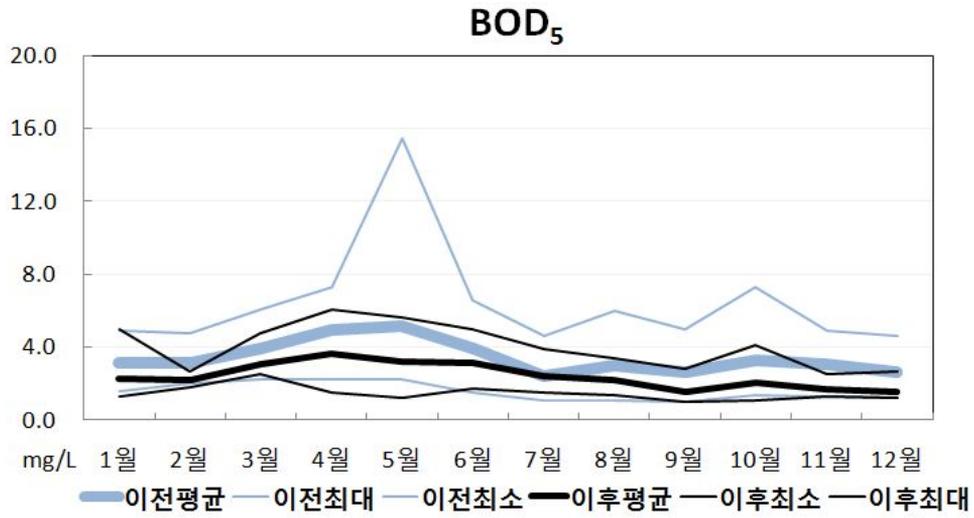


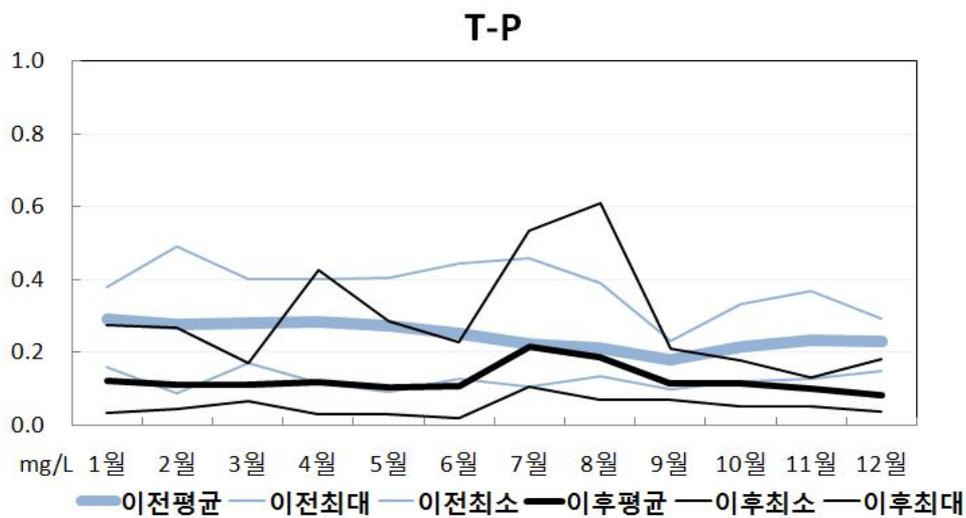
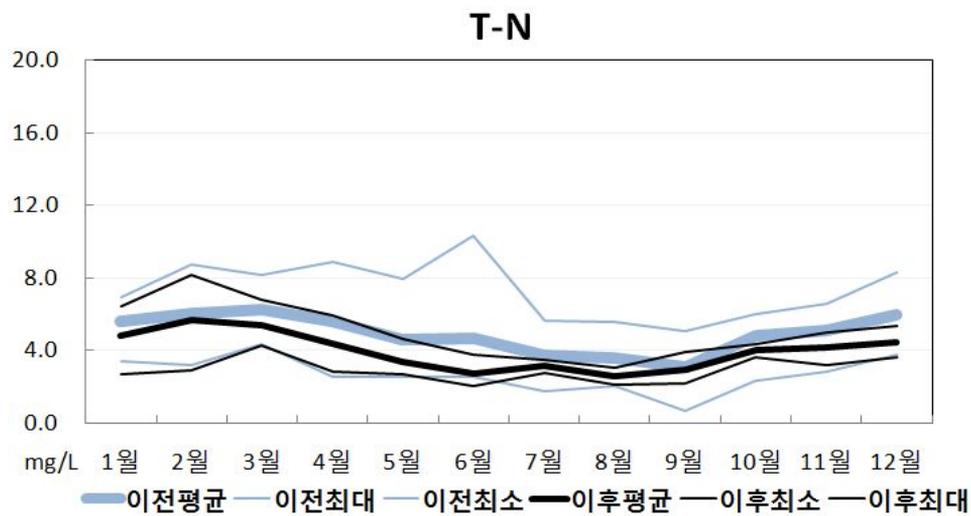
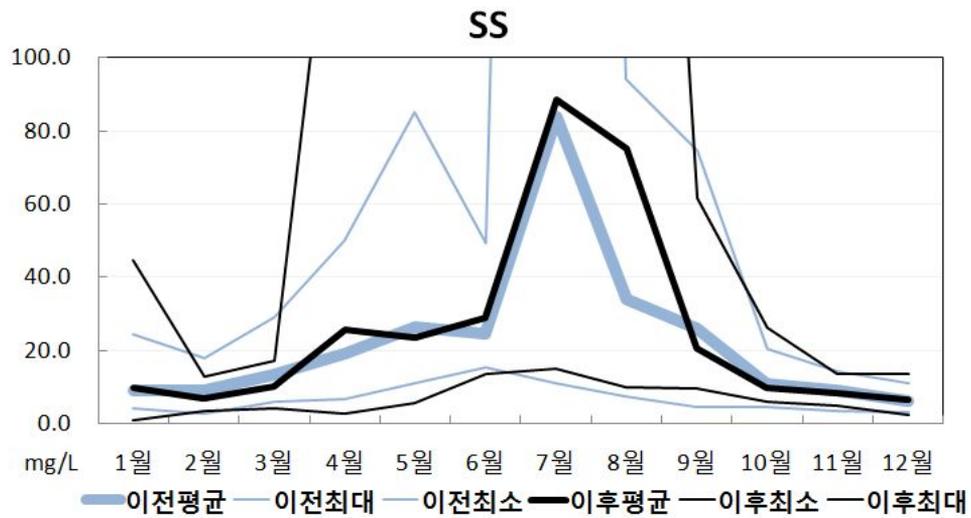
5) 연기



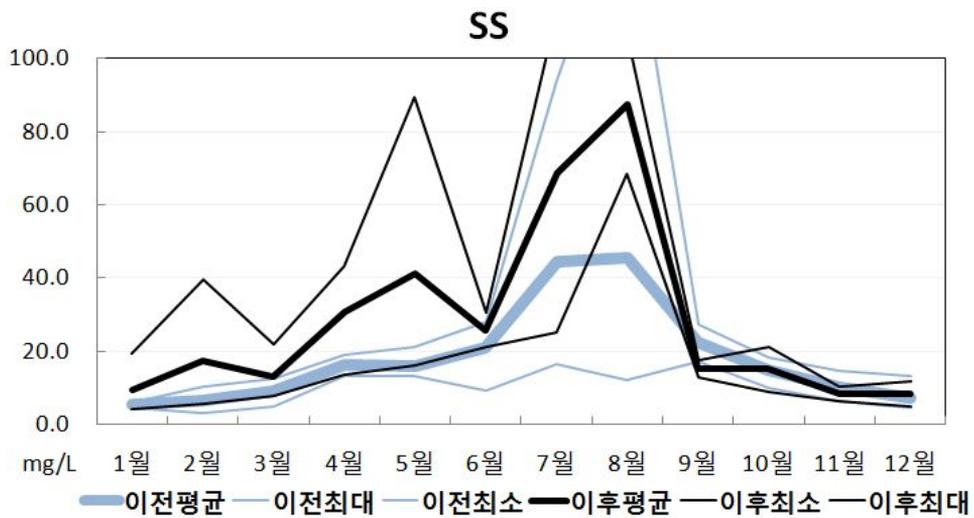
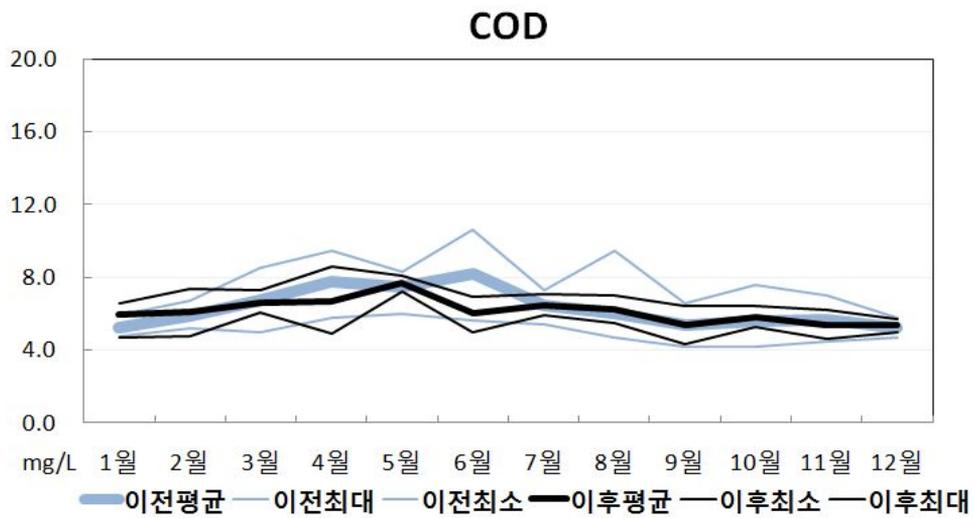
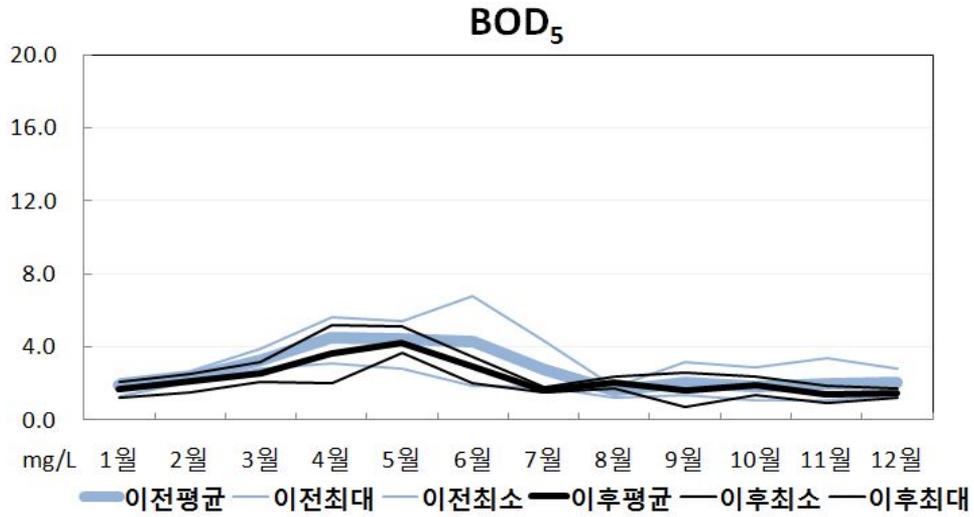


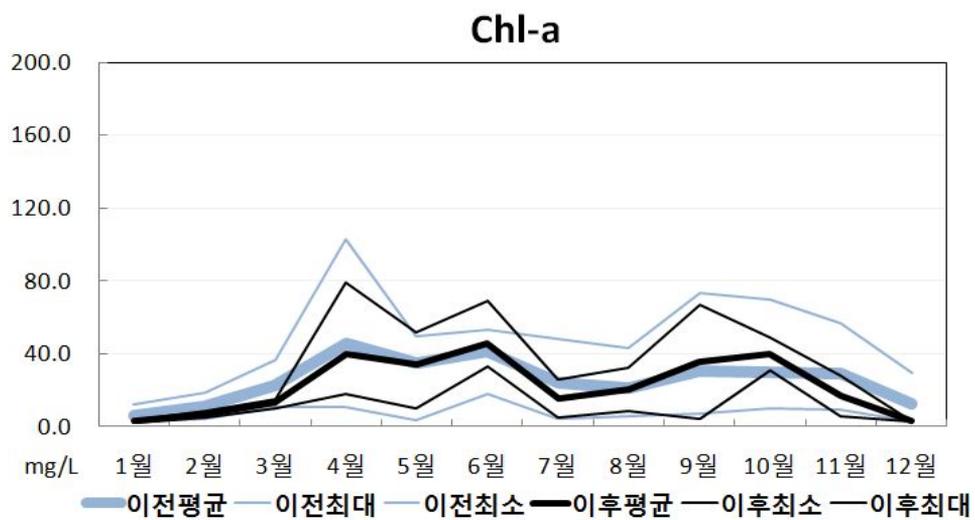
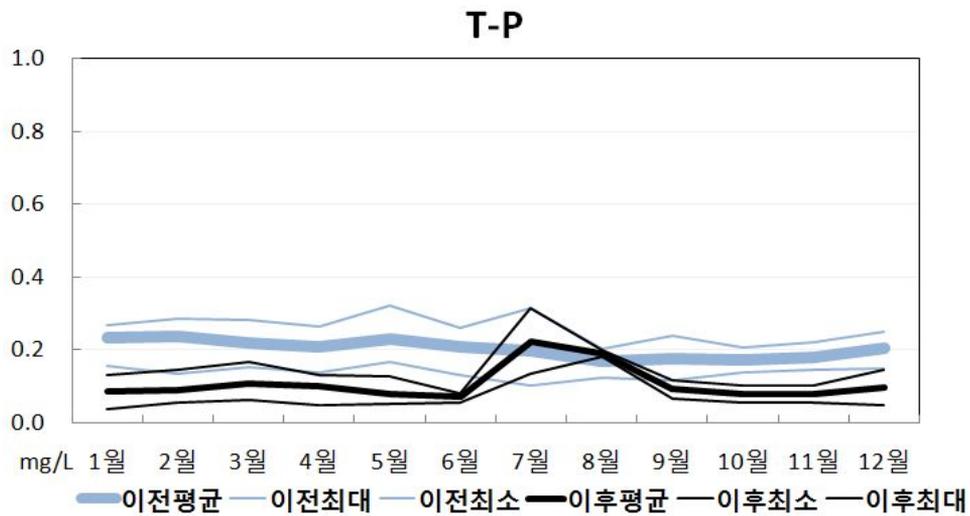
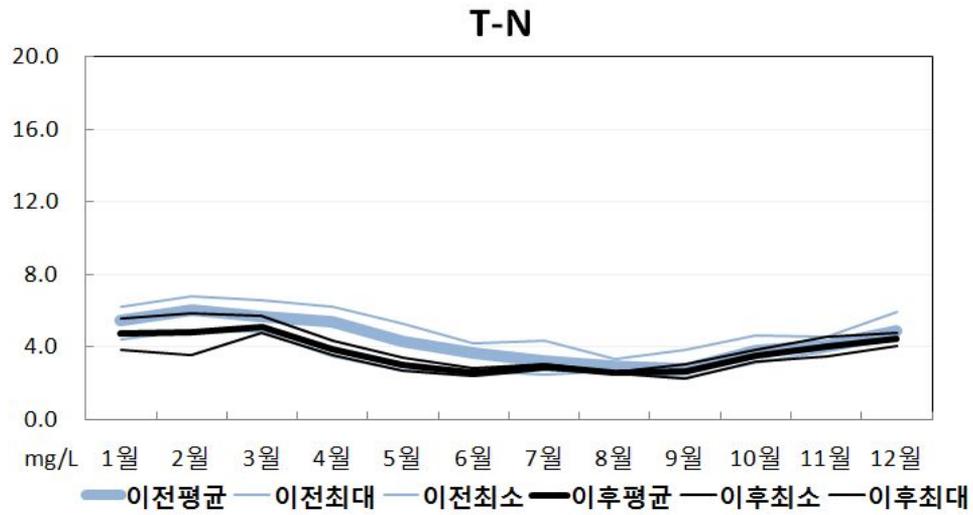
6) 금분H



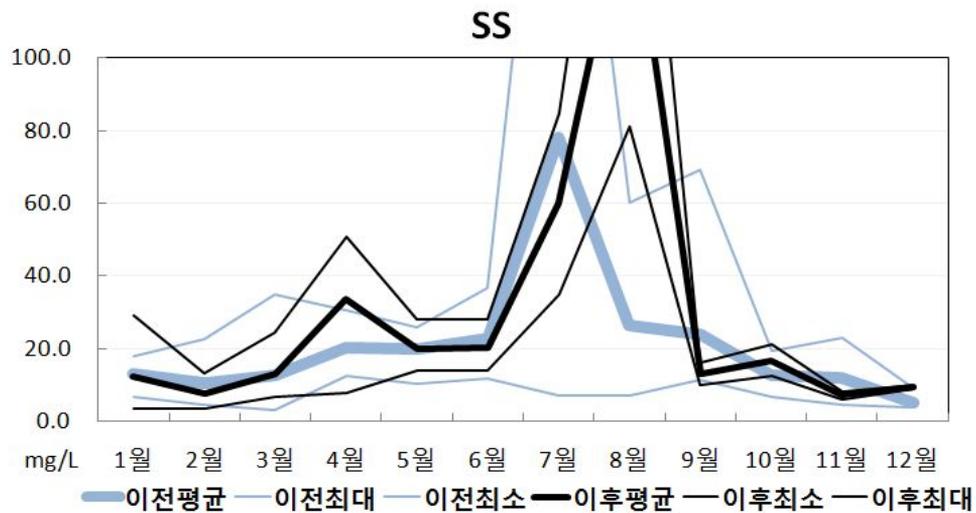
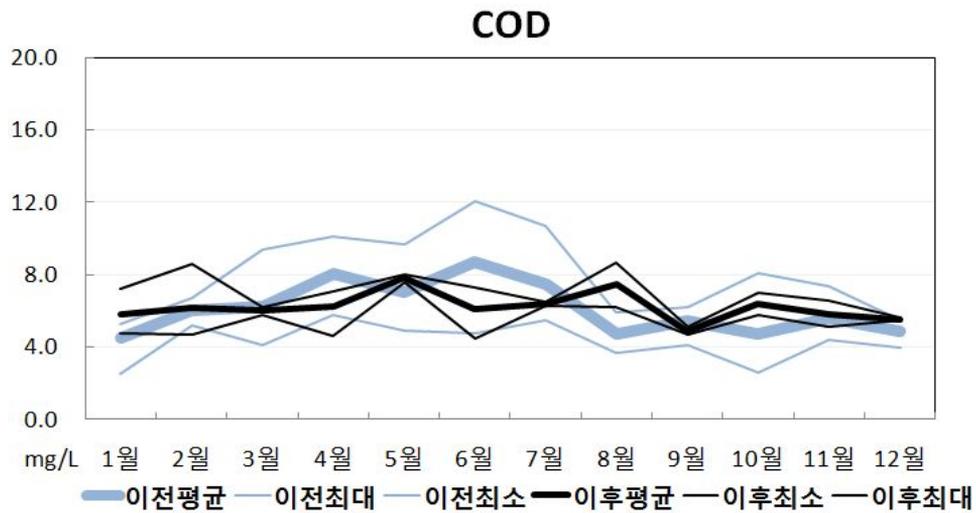
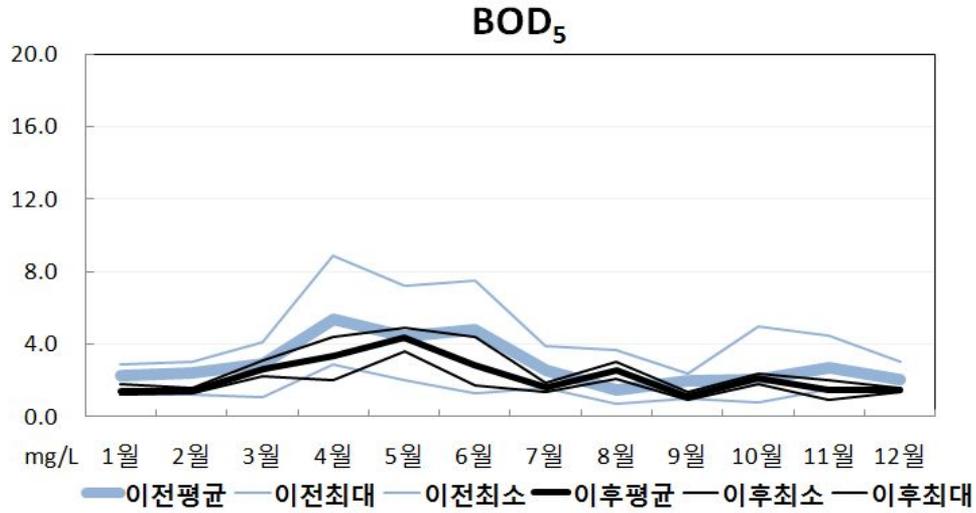


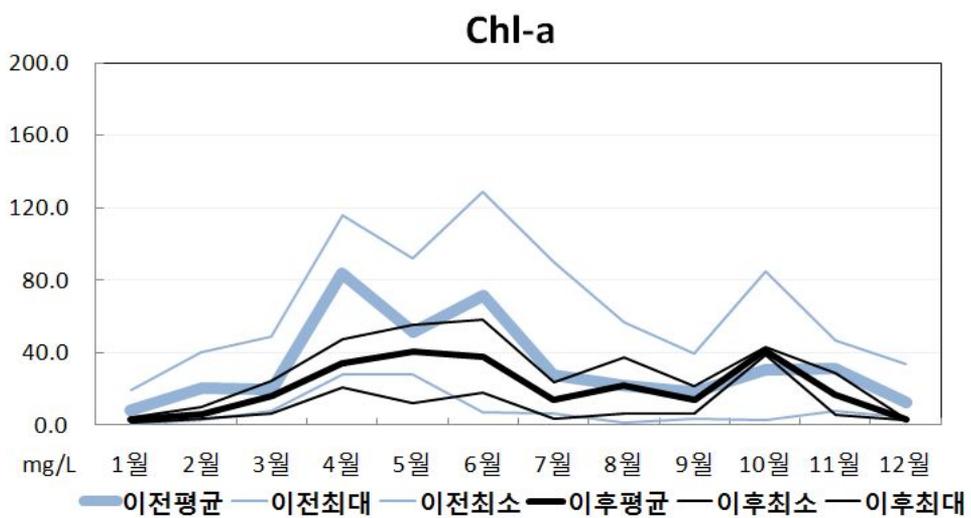
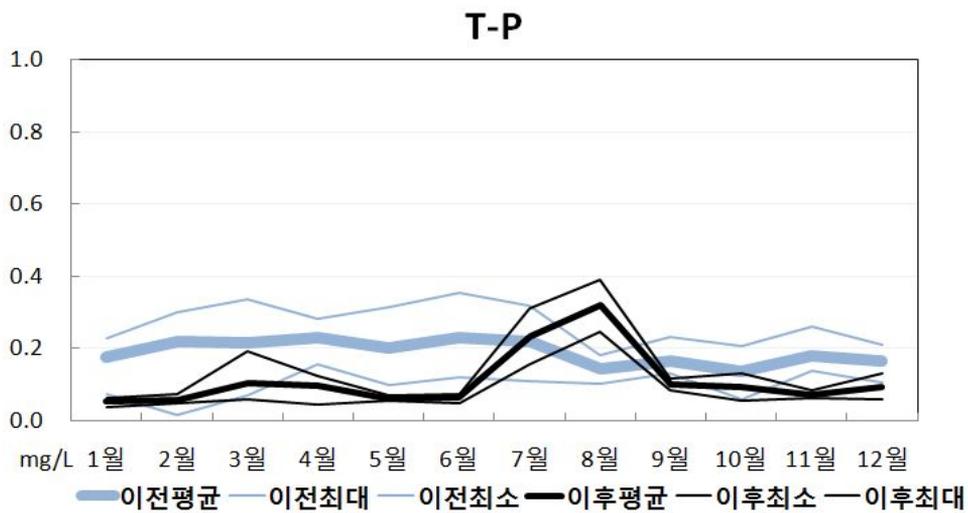
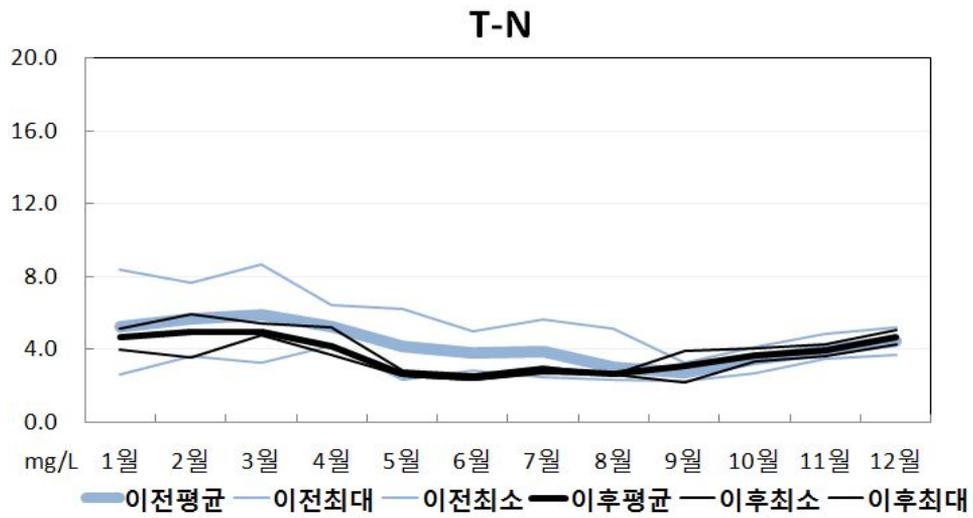
7) 공주1



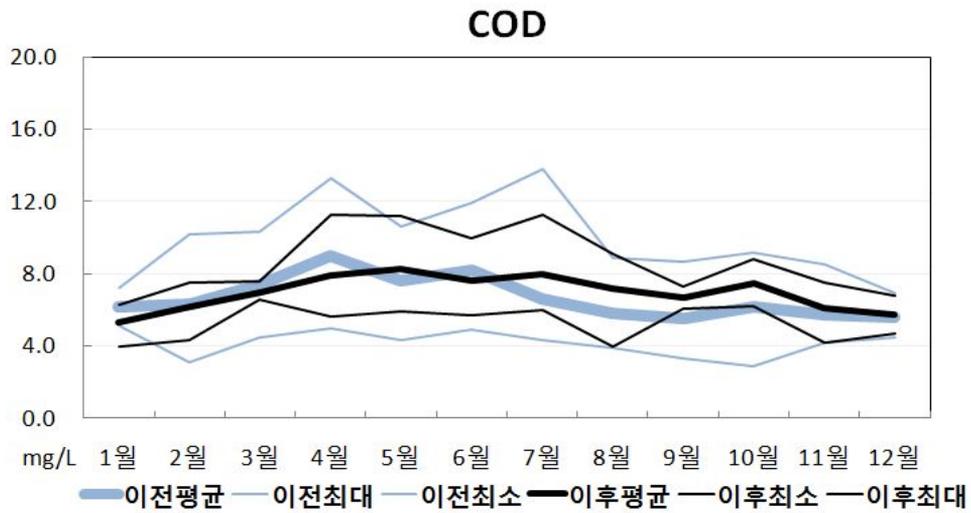
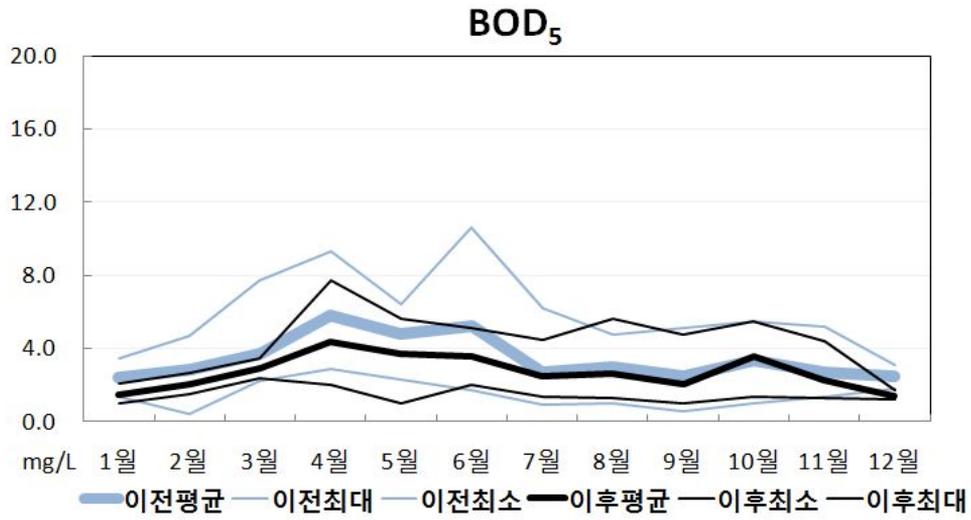


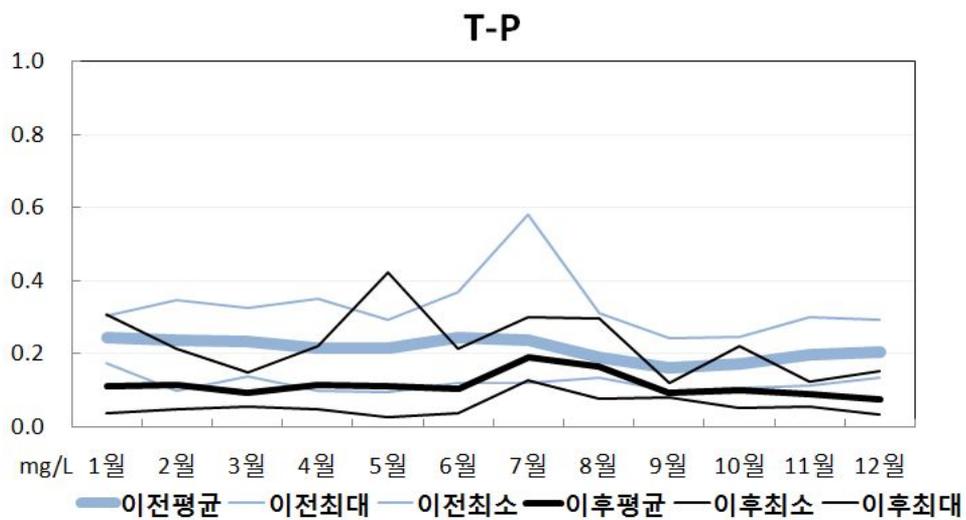
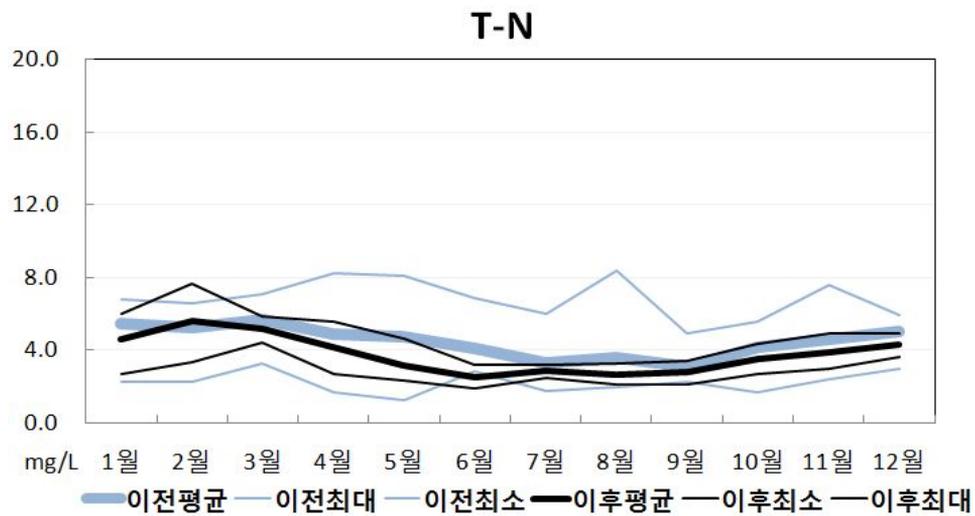
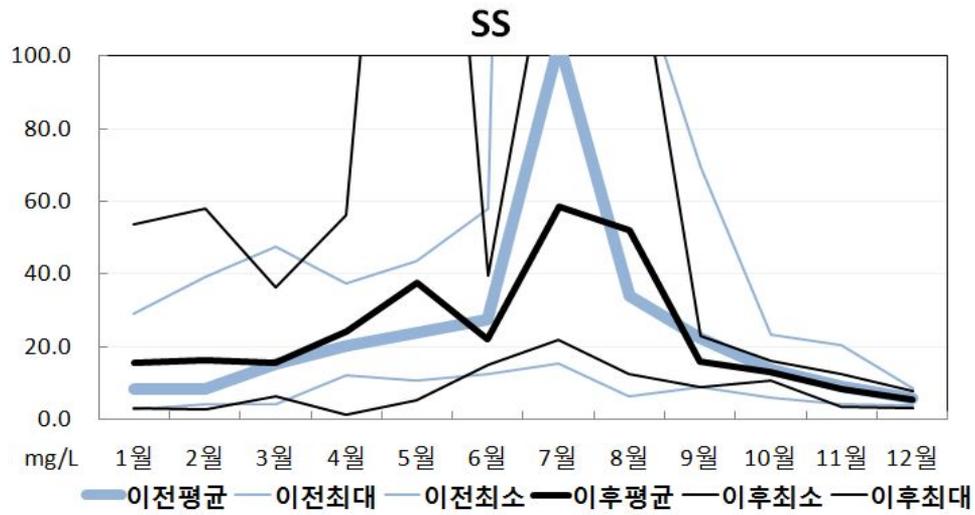
8) 곰나루



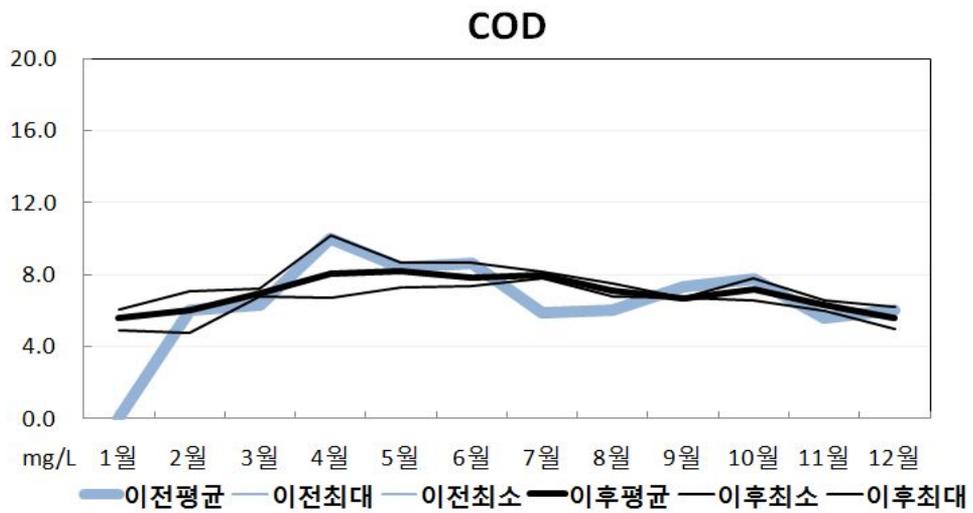
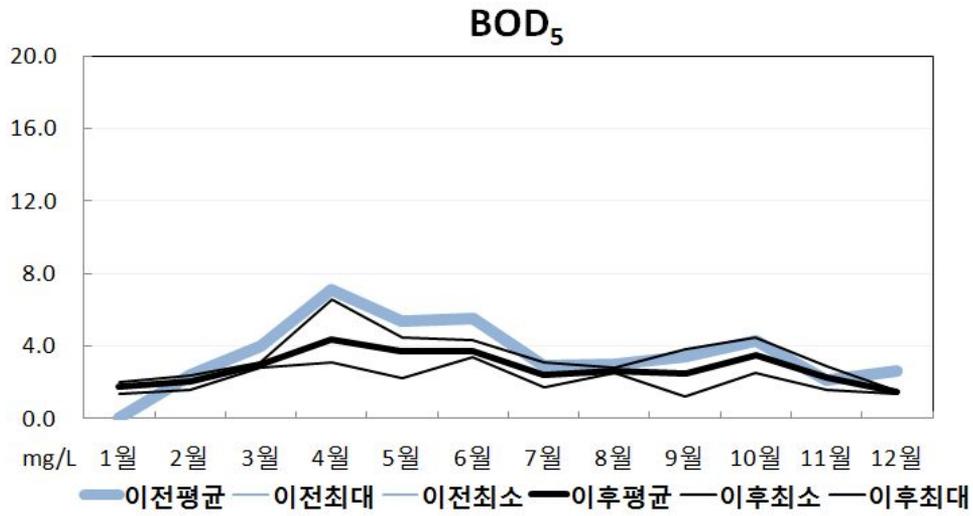


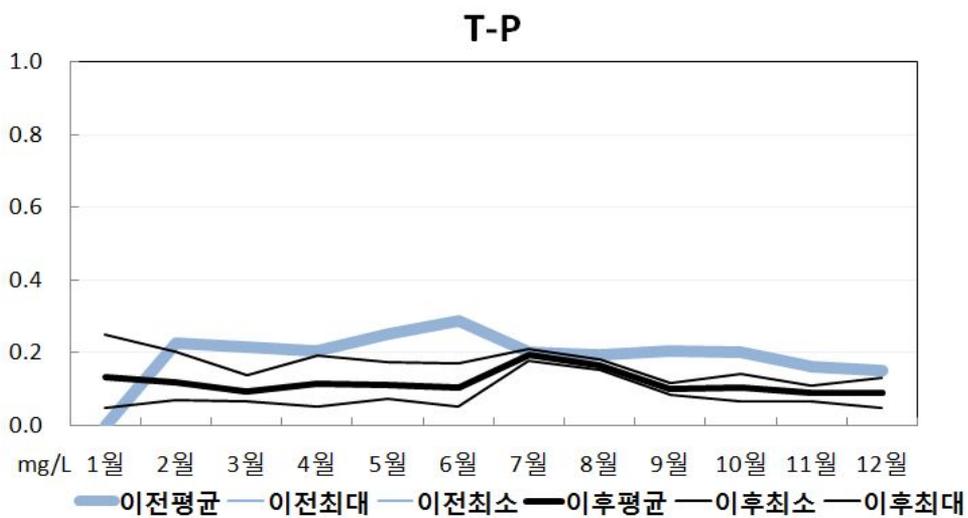
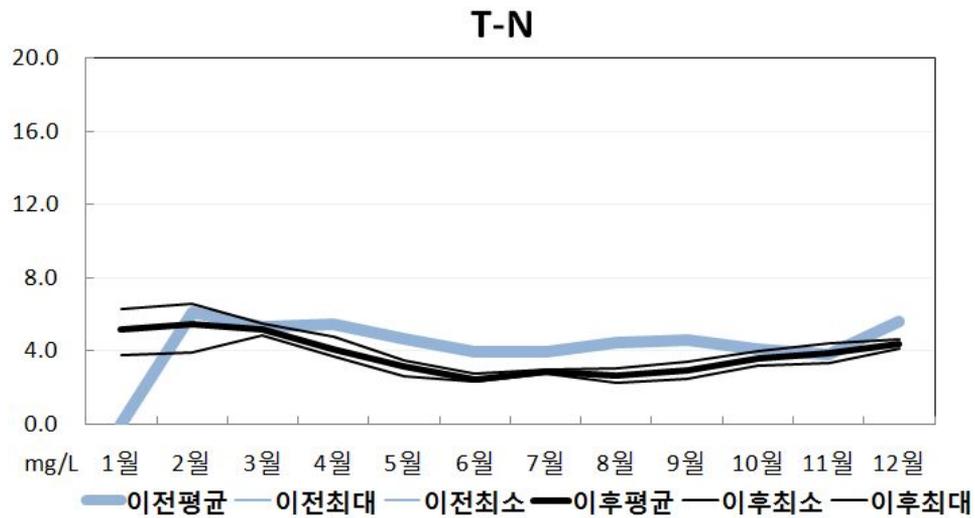
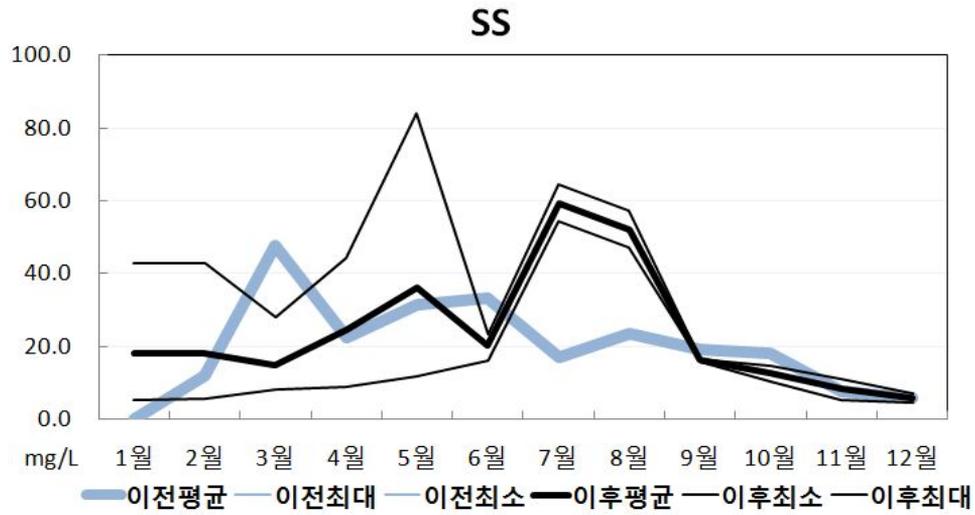
9) 금뽕



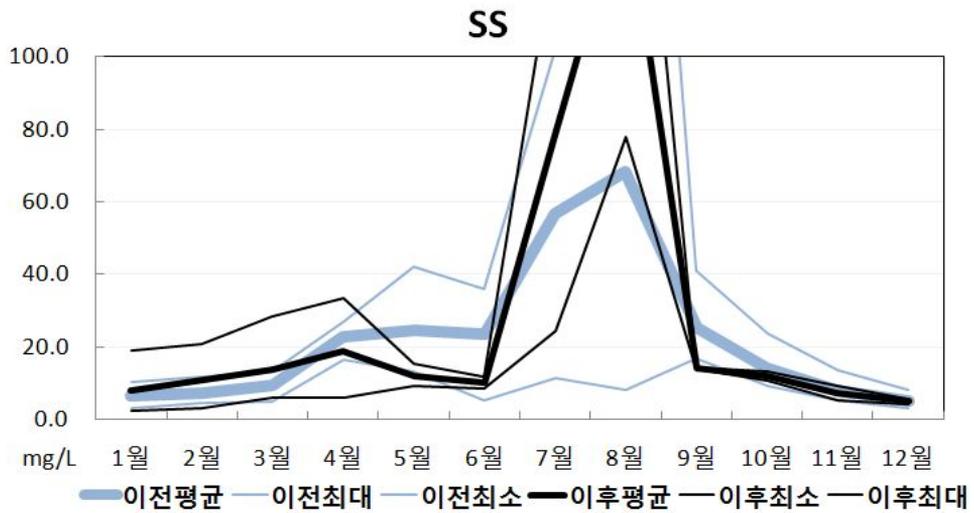
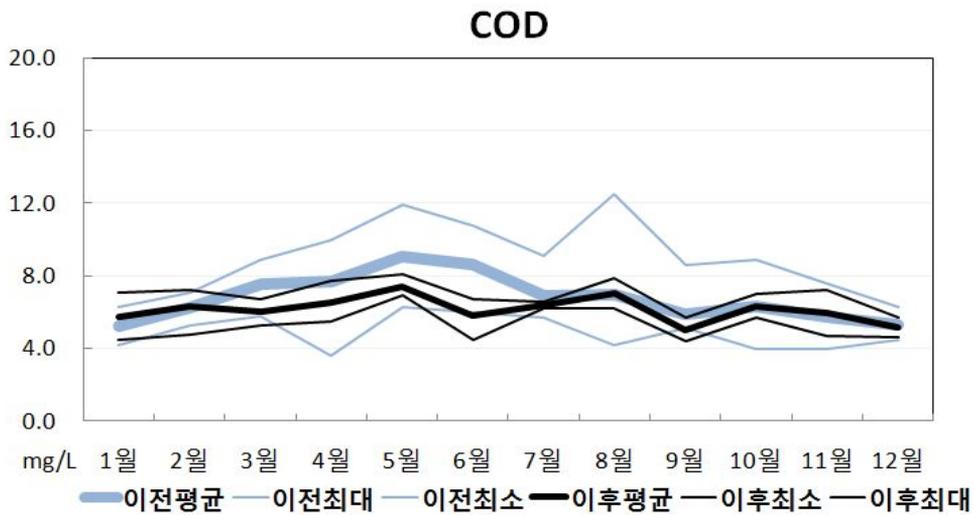
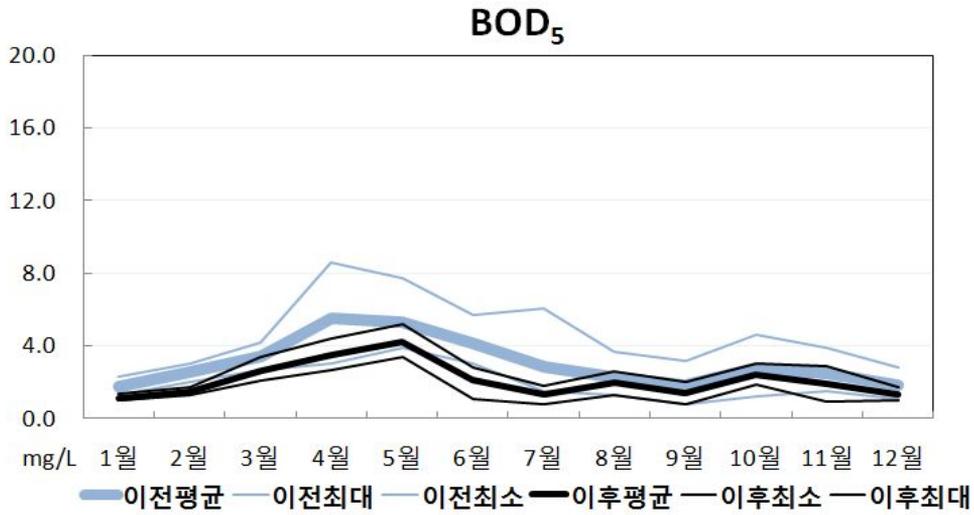


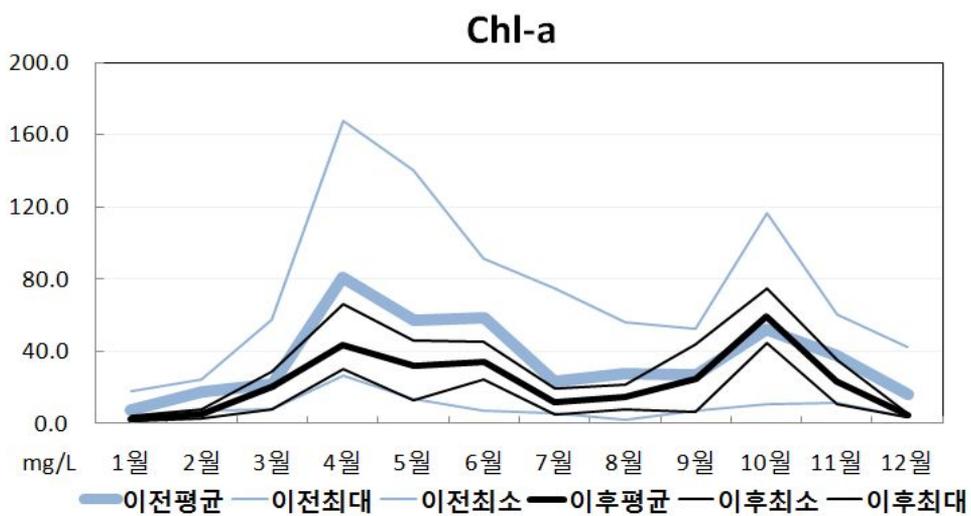
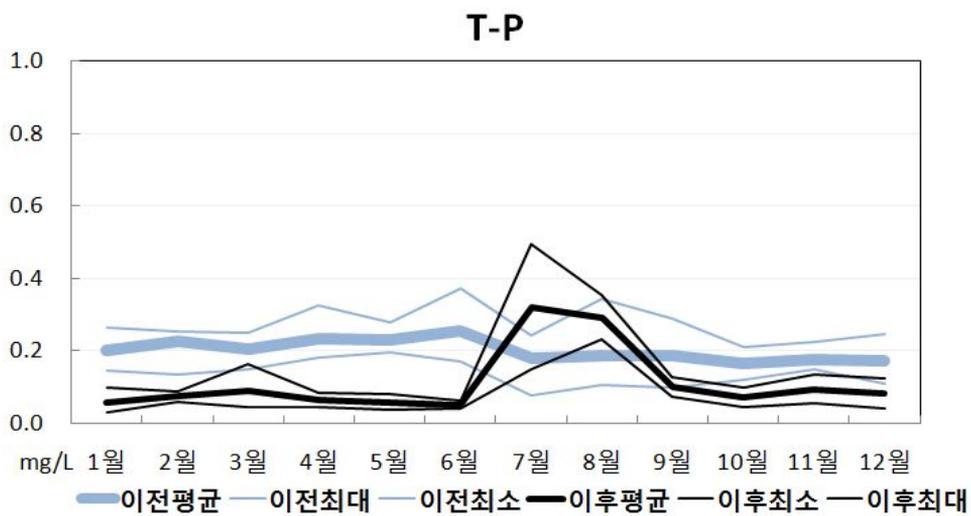
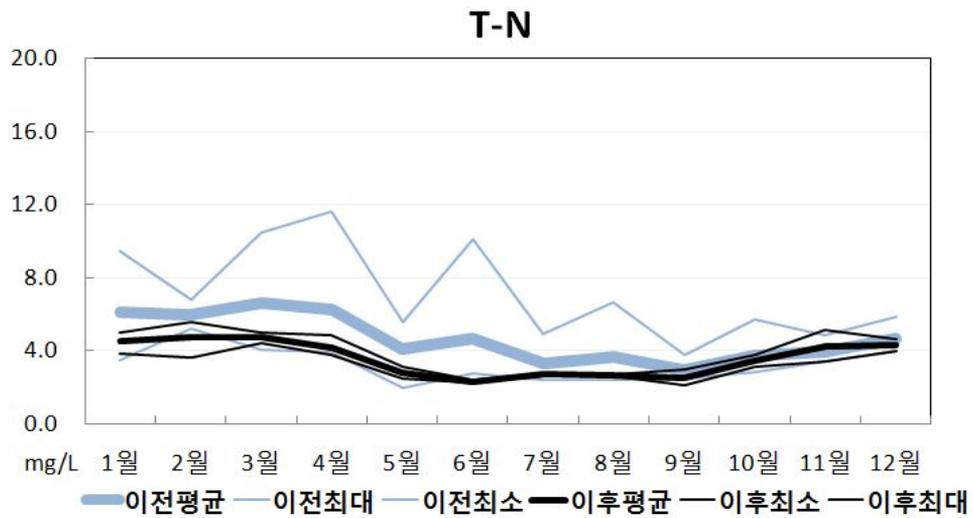
10) 목면



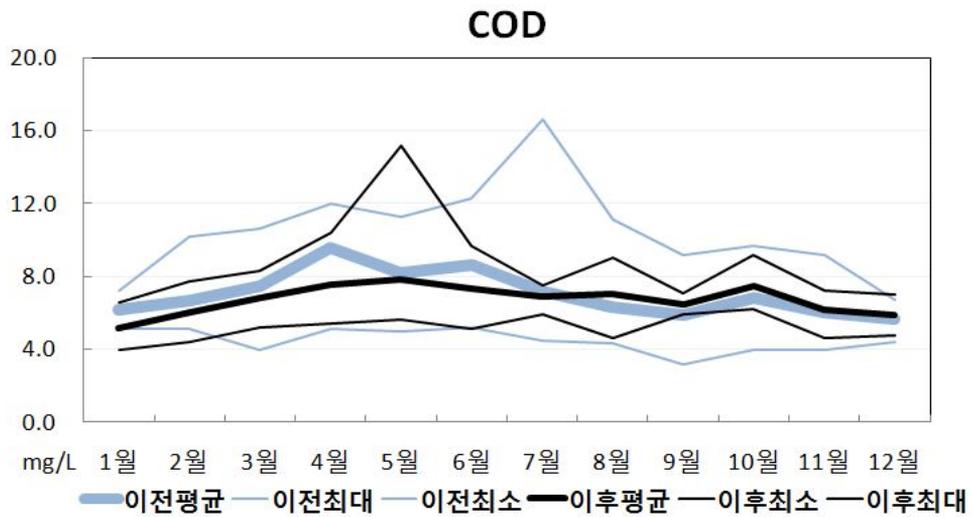
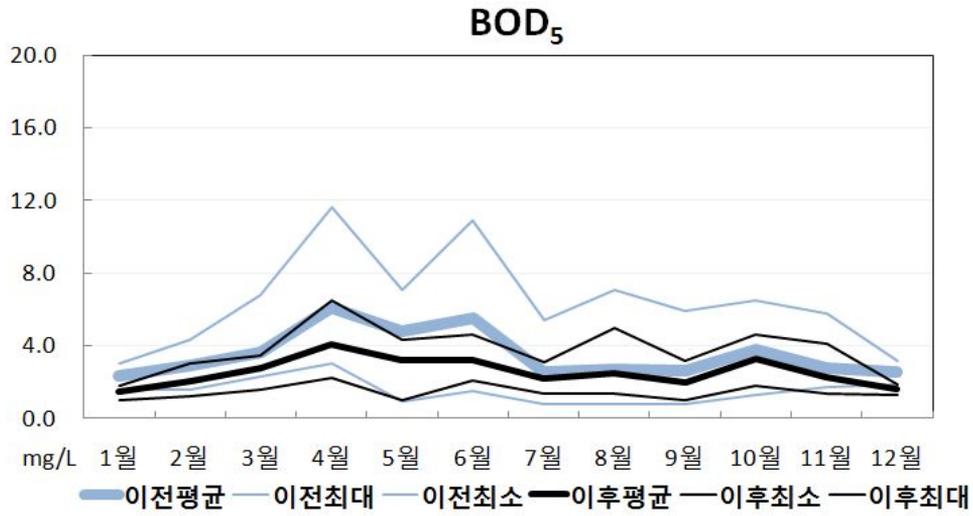


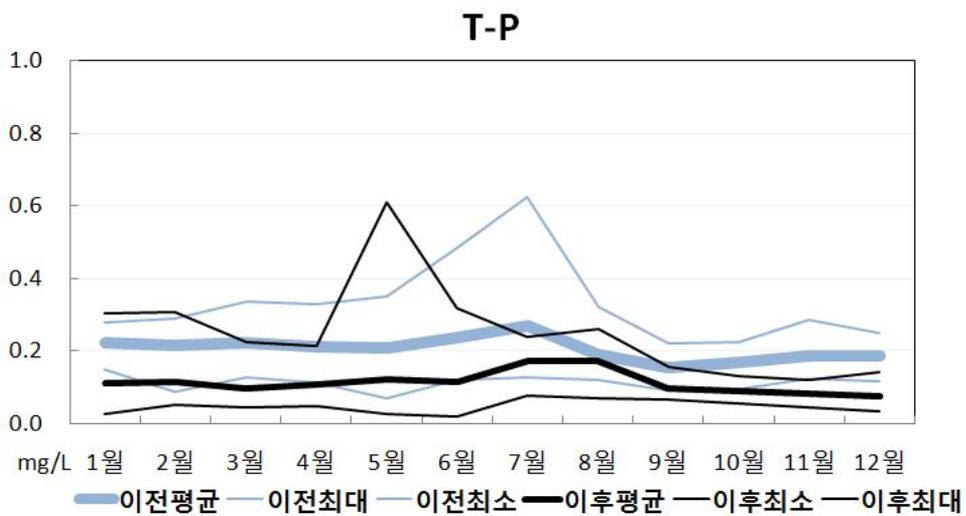
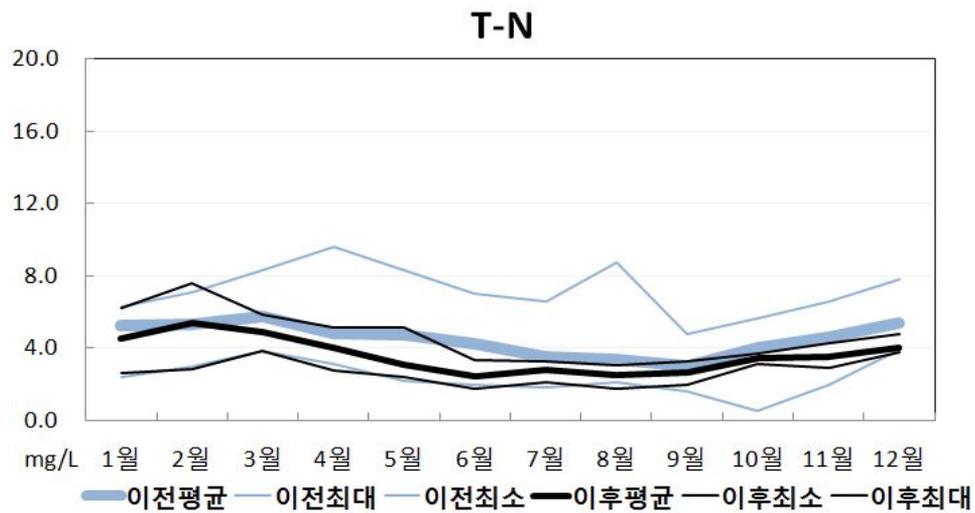
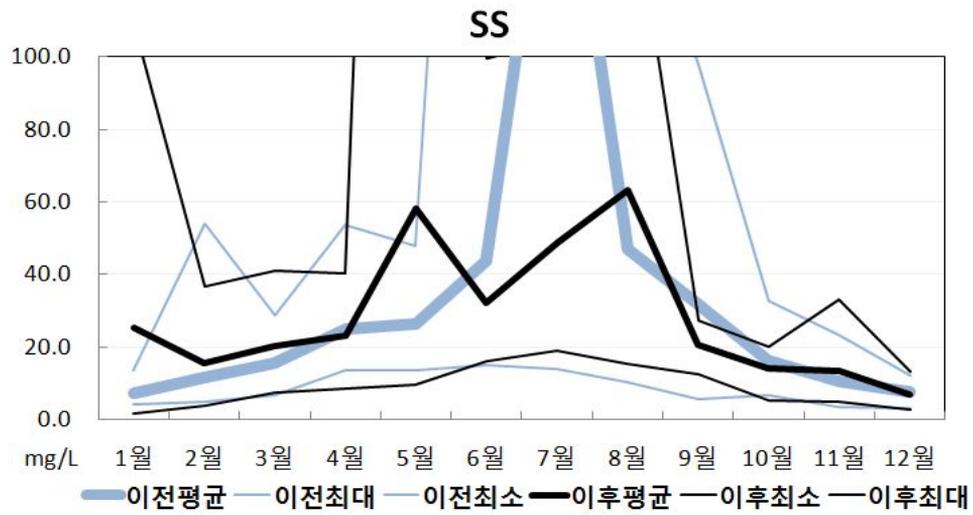
11) 공주2



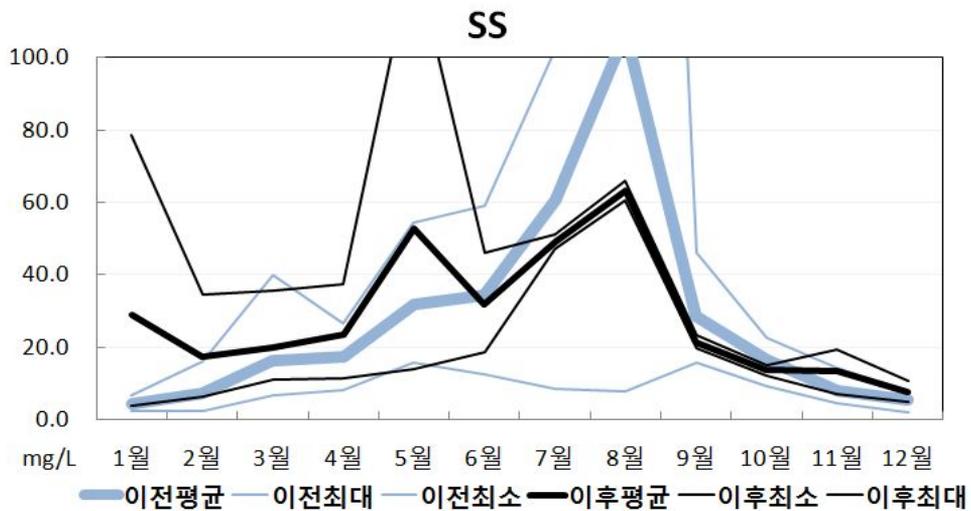
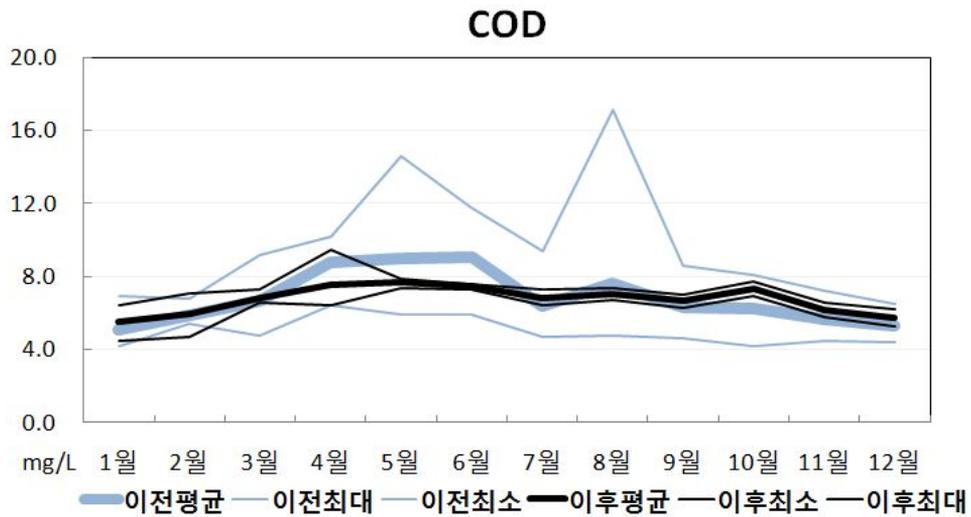
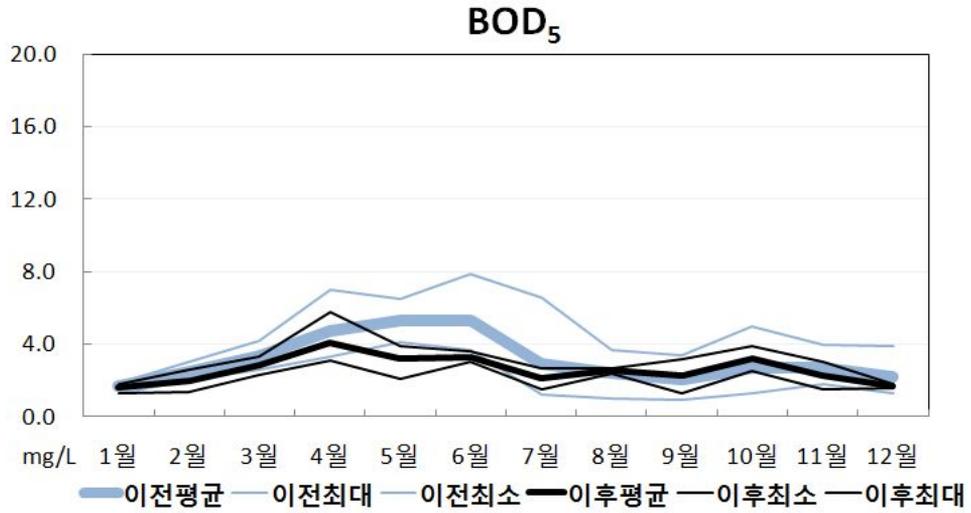


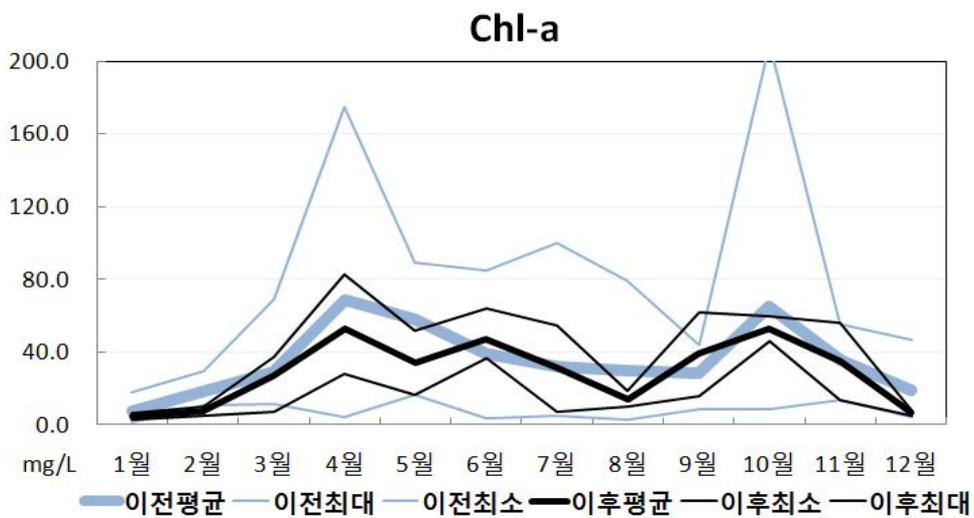
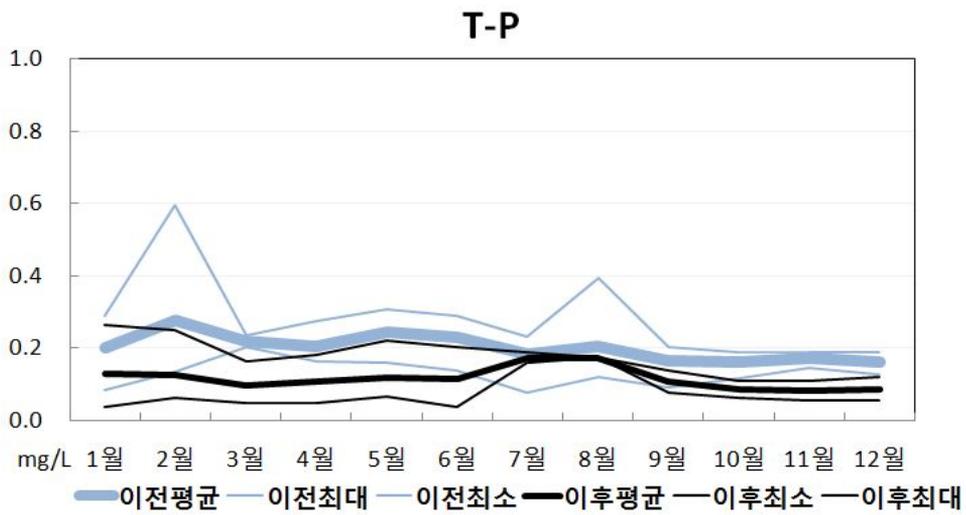
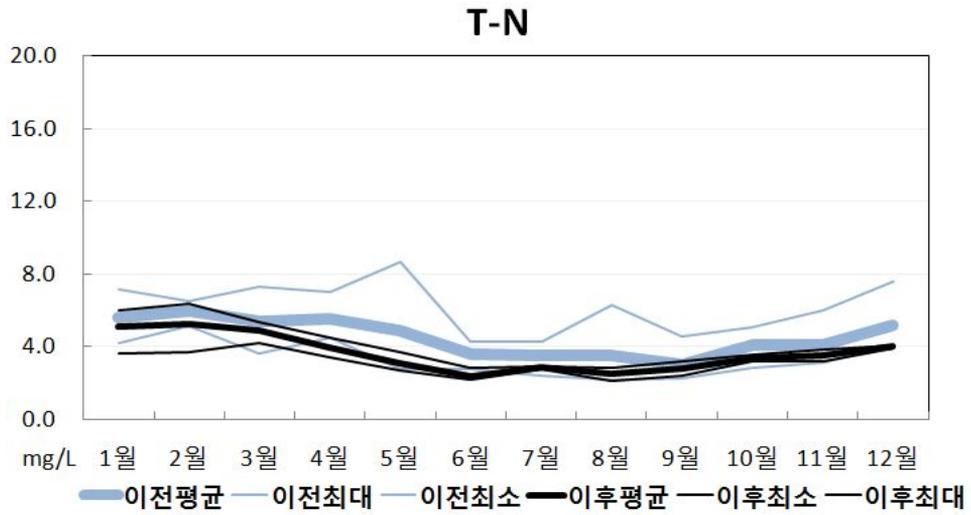
12) 금본J



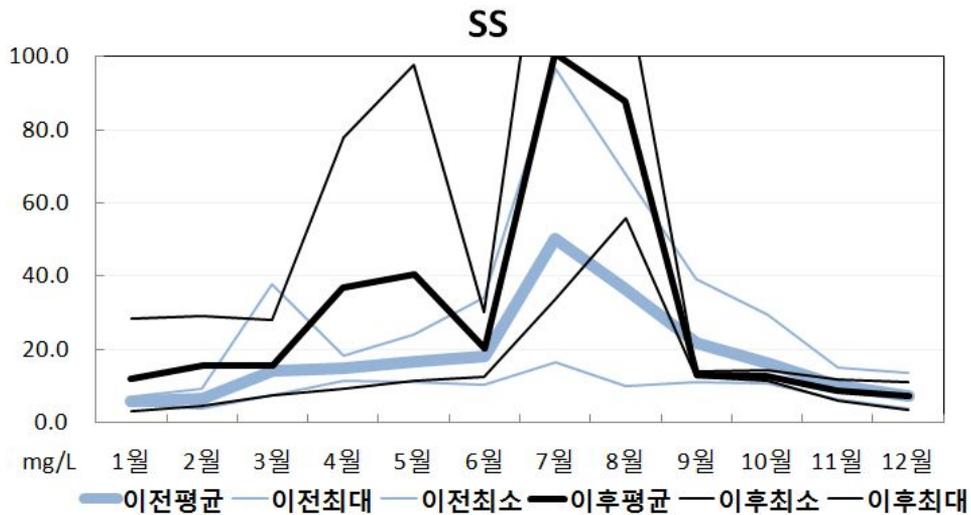
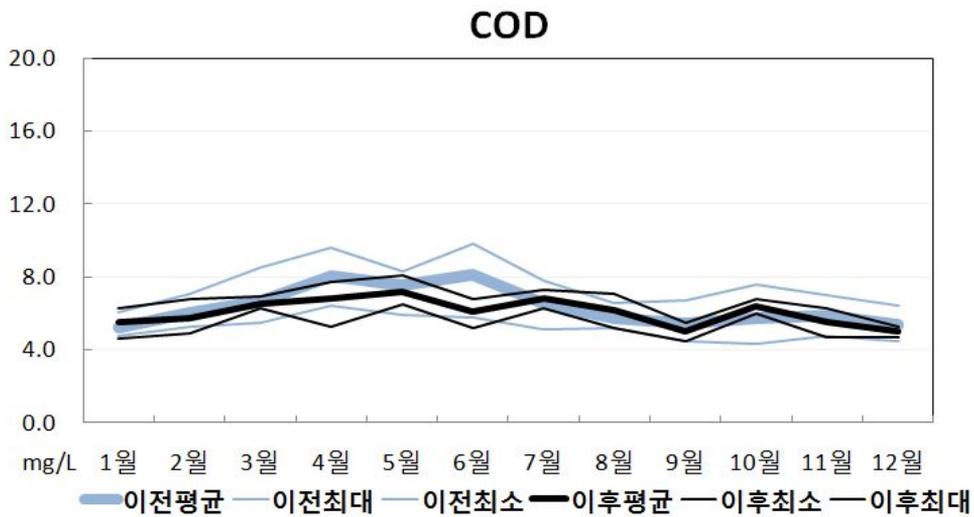
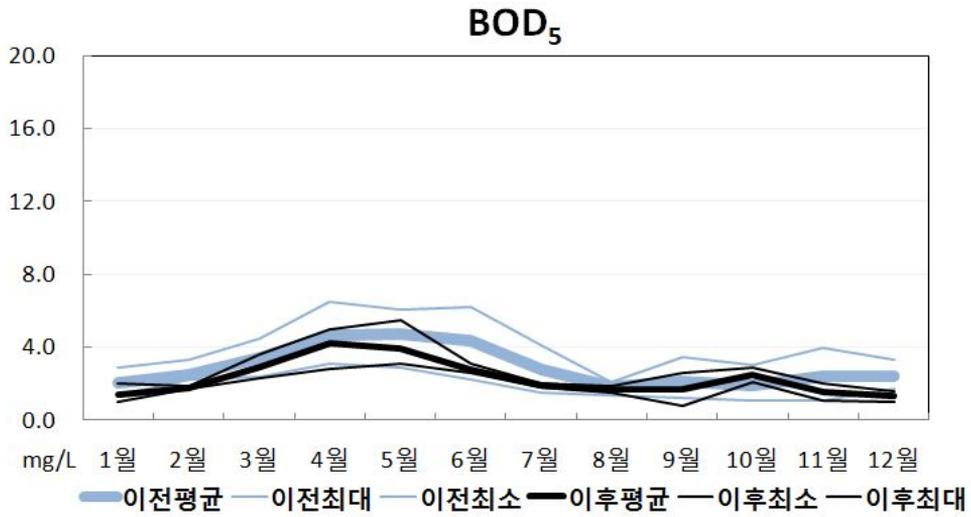


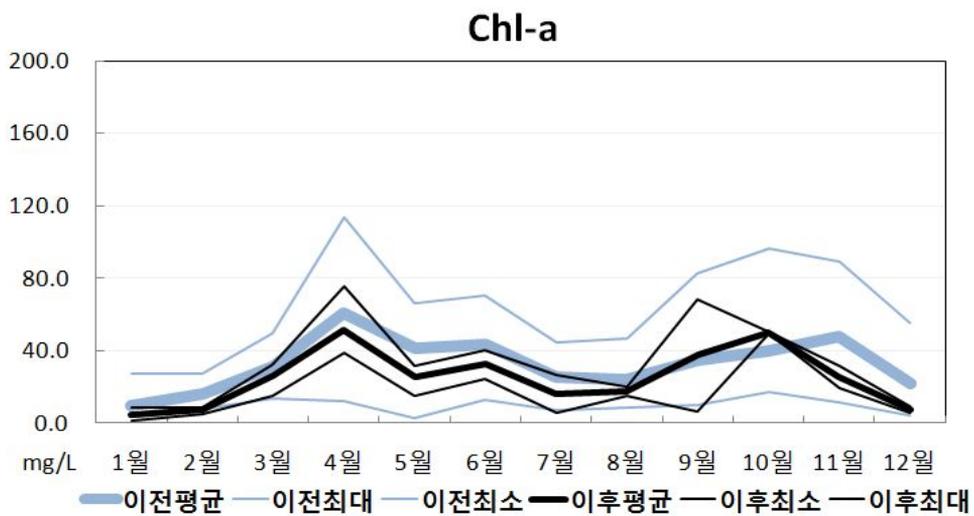
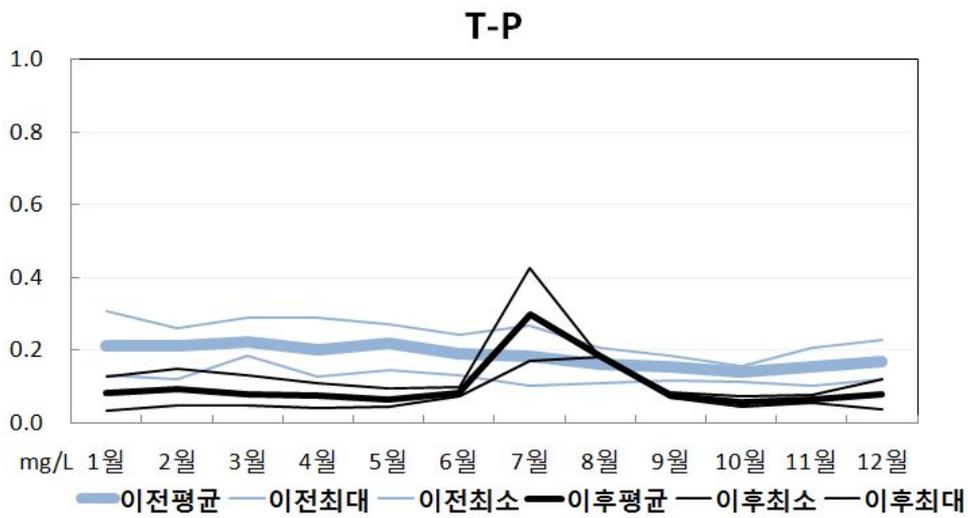
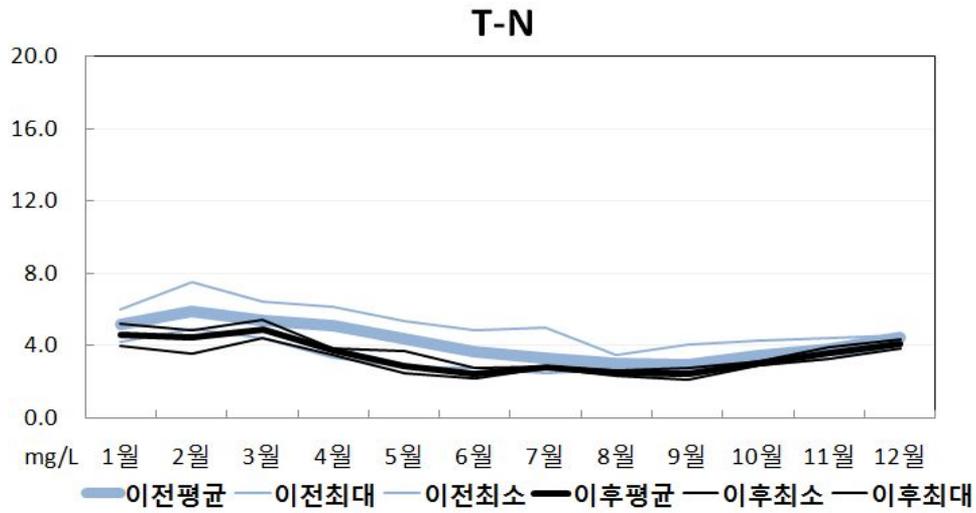
13) 정동



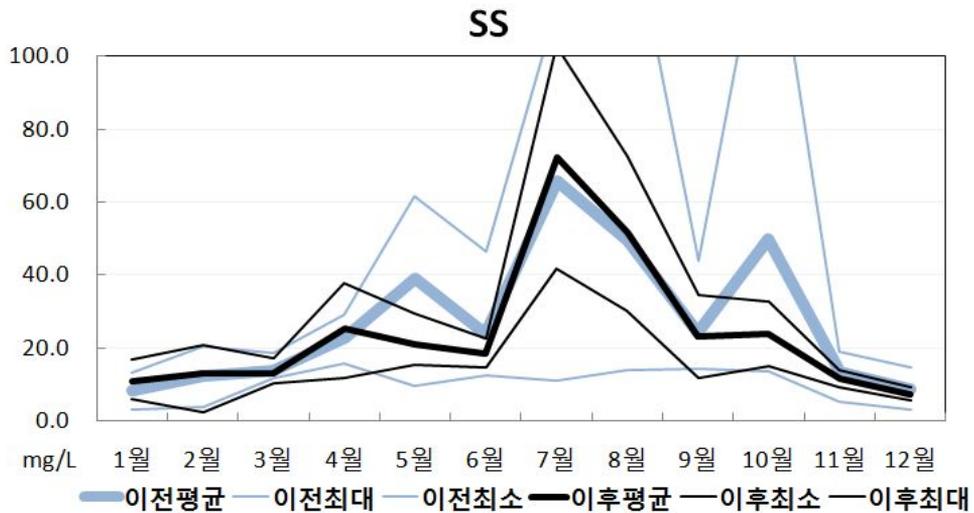
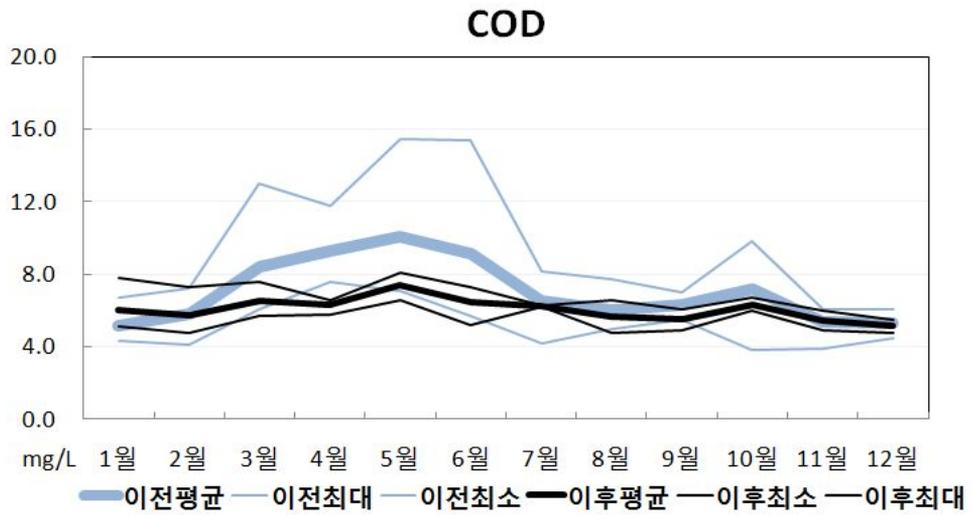
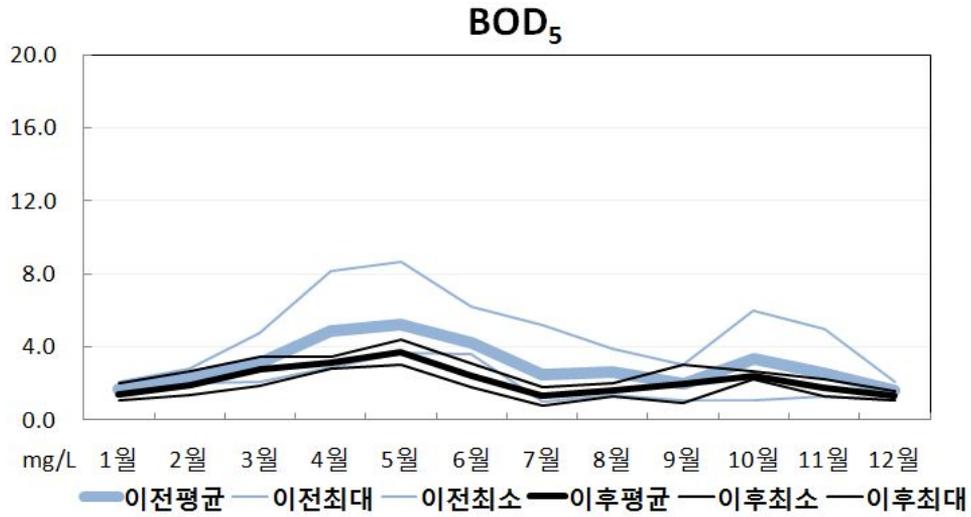


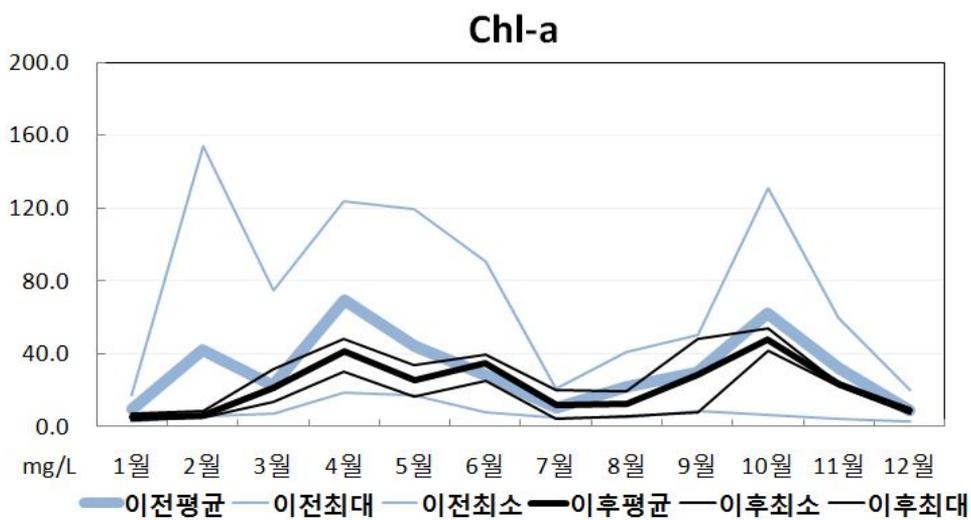
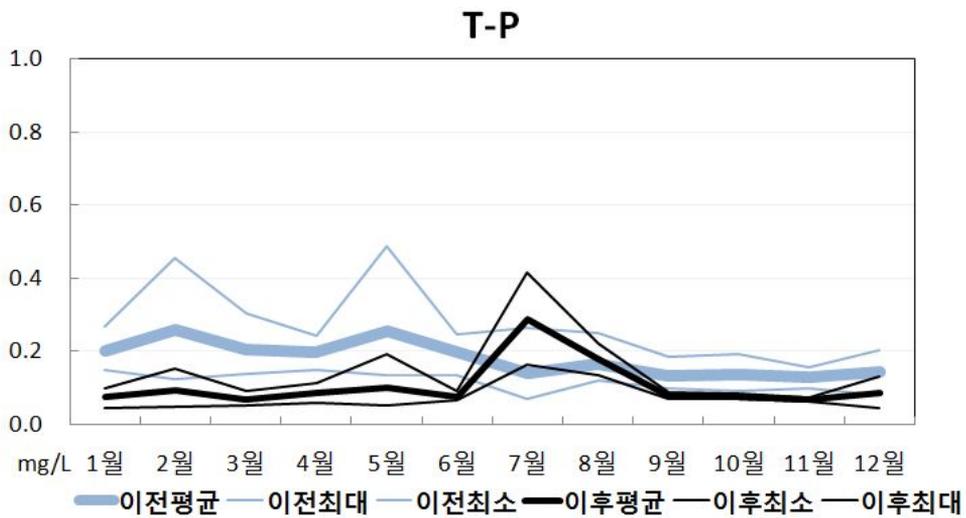
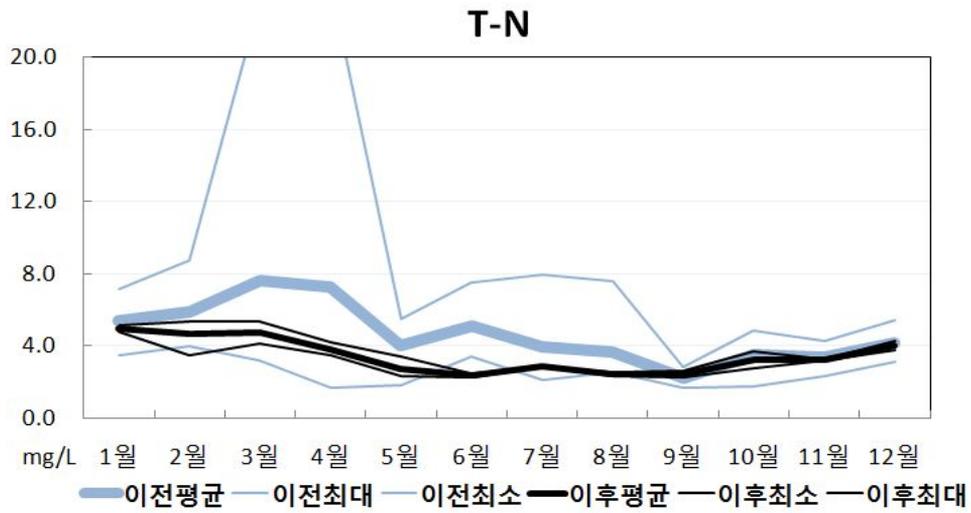
14) 부여



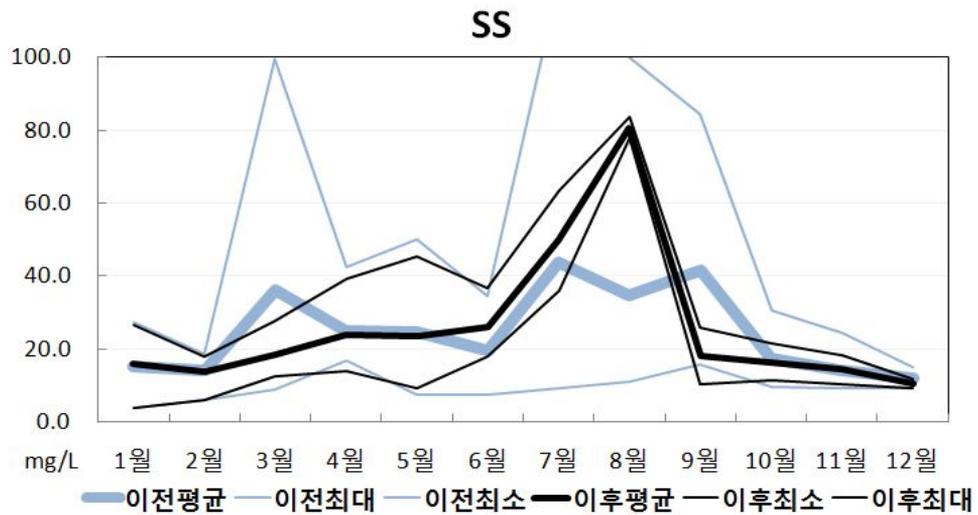
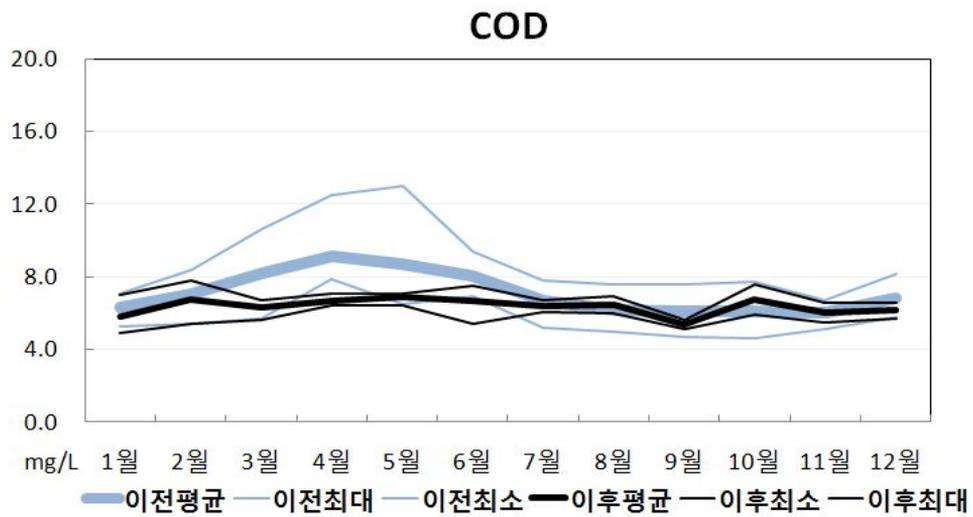
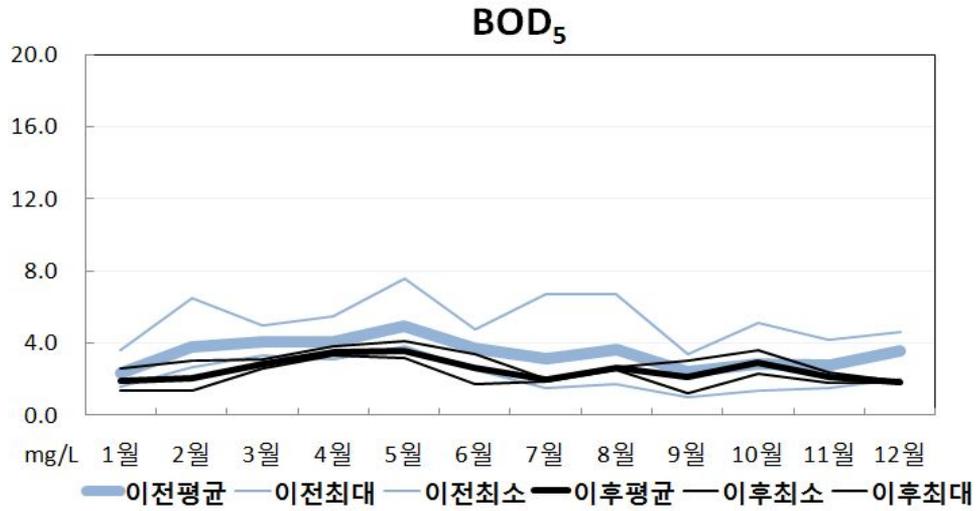


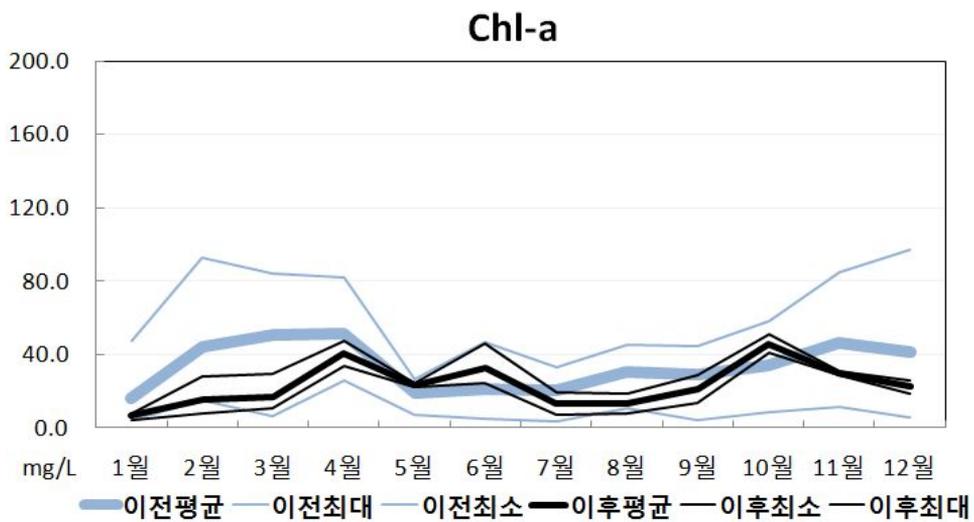
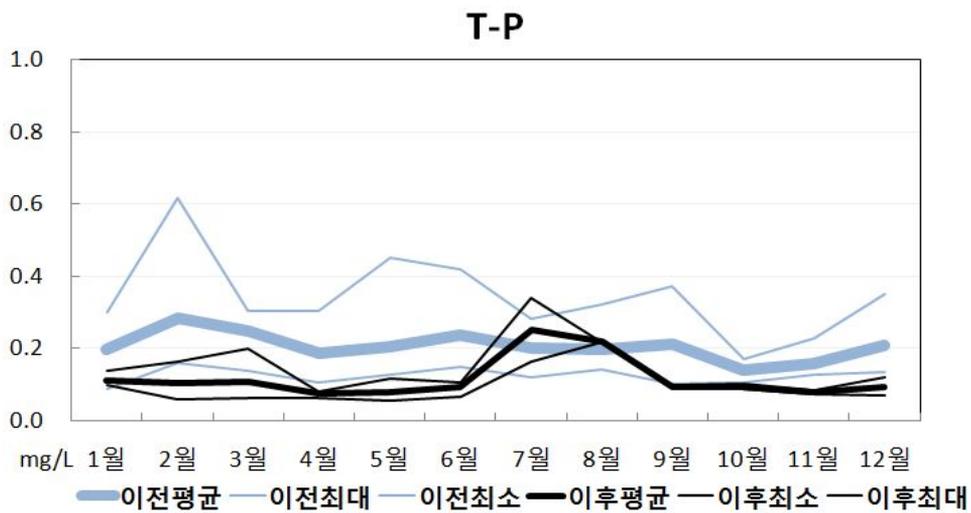
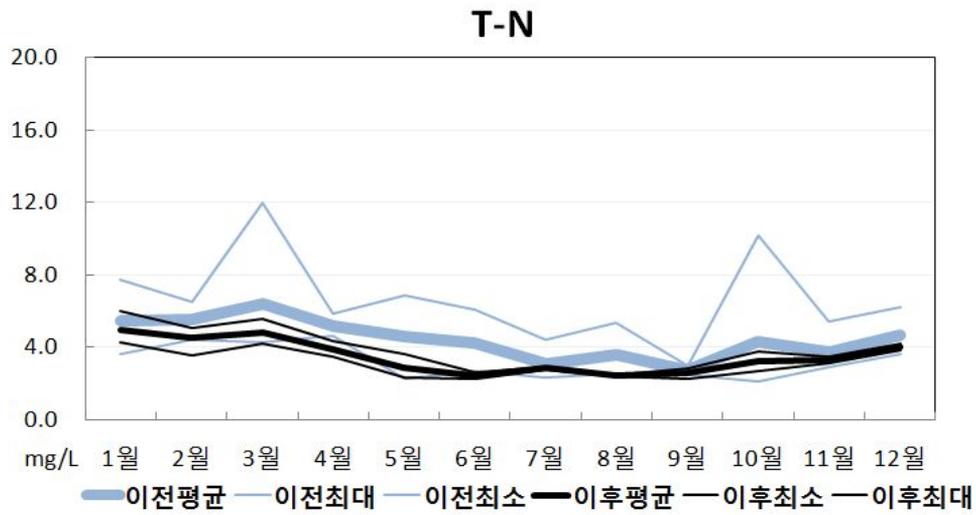
15) 부여2



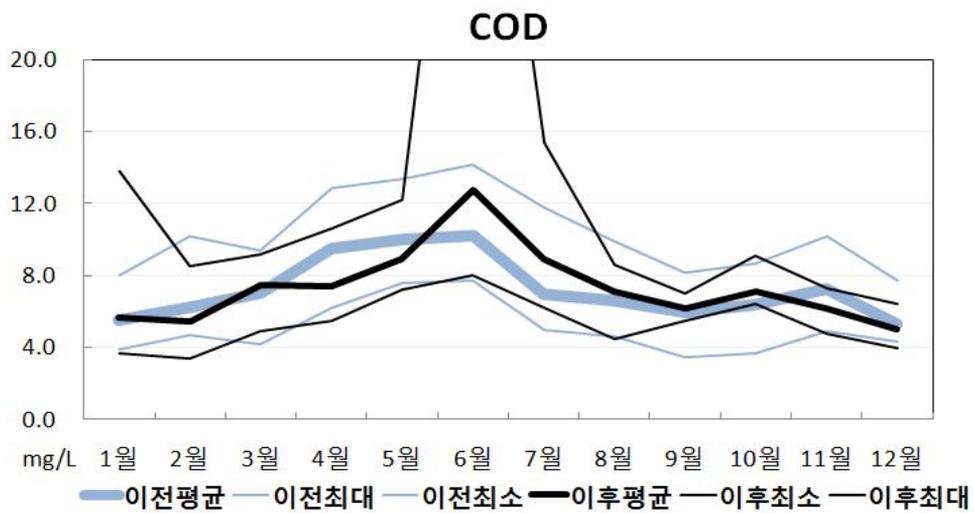
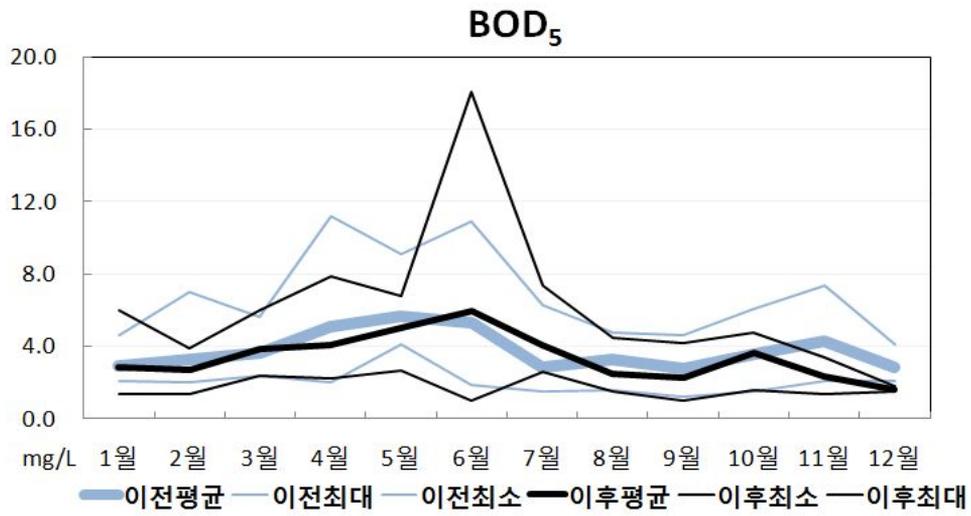


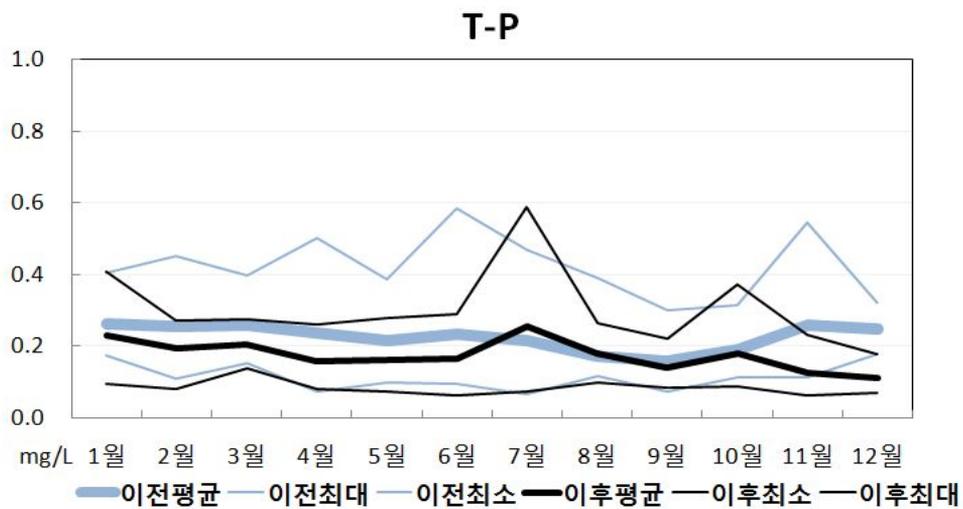
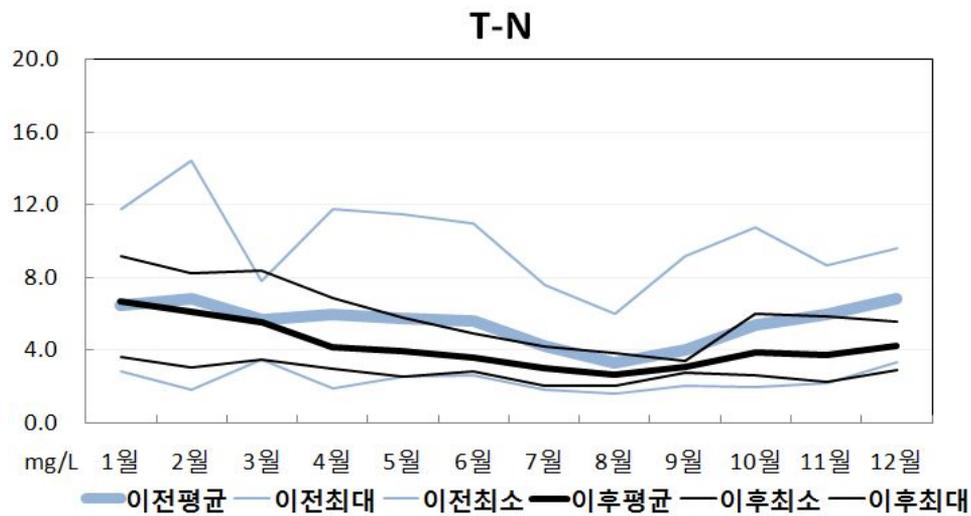
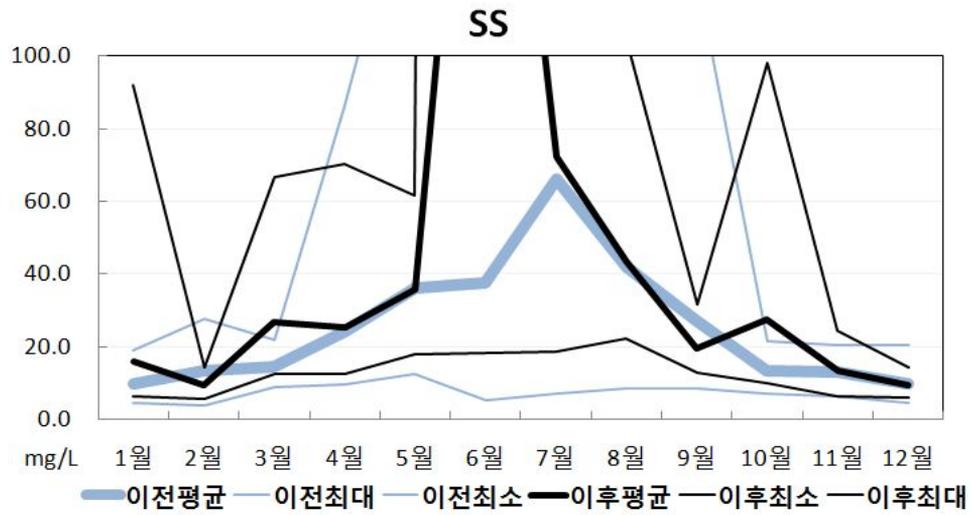
16) 성동



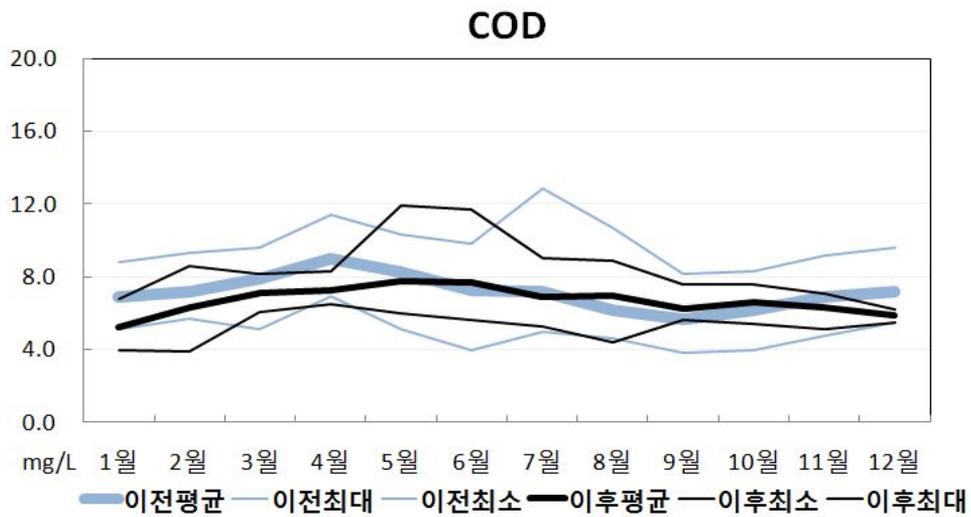
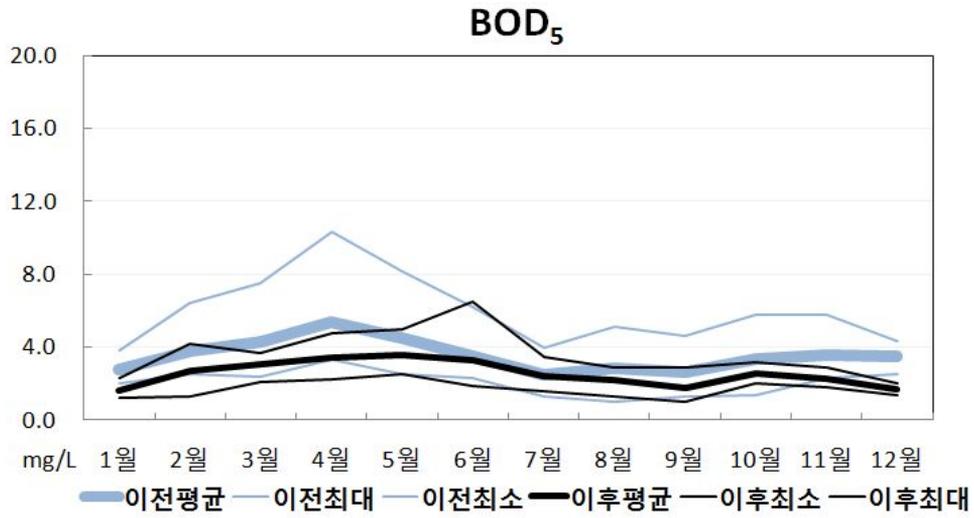


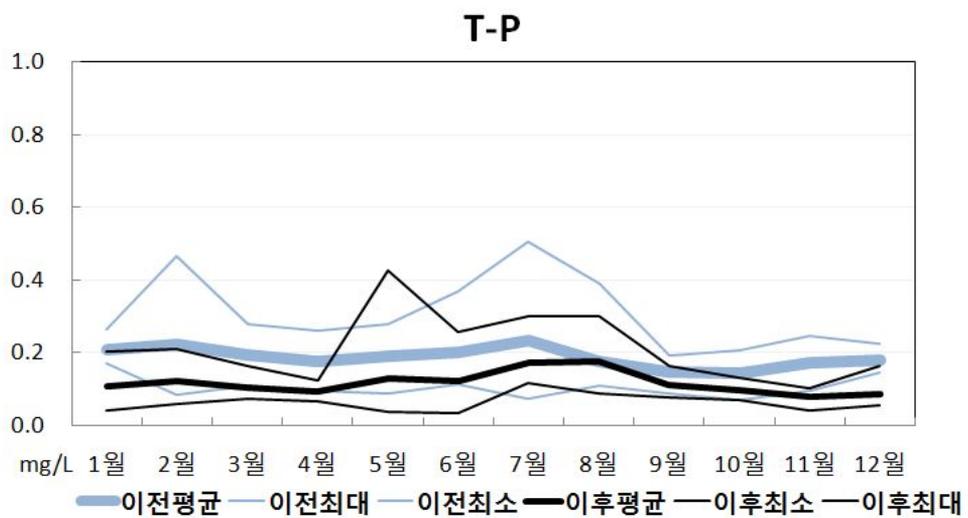
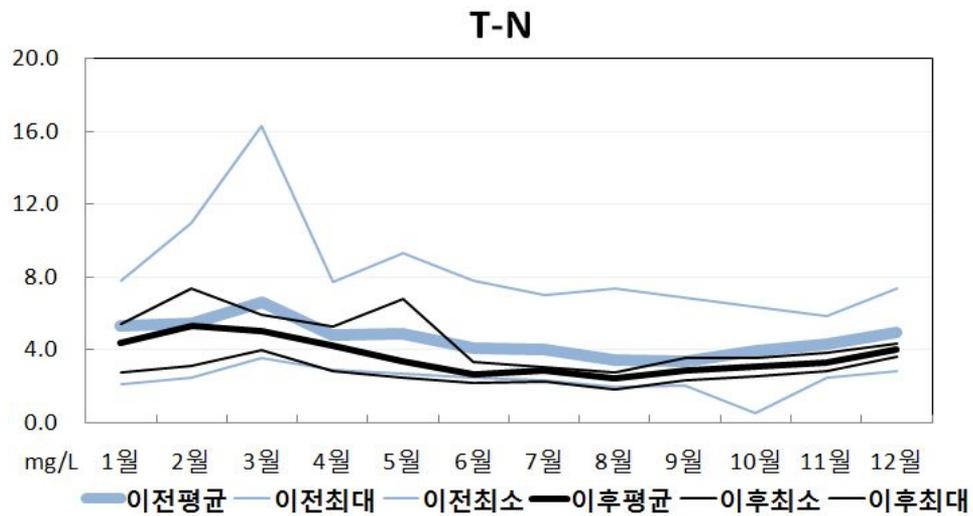
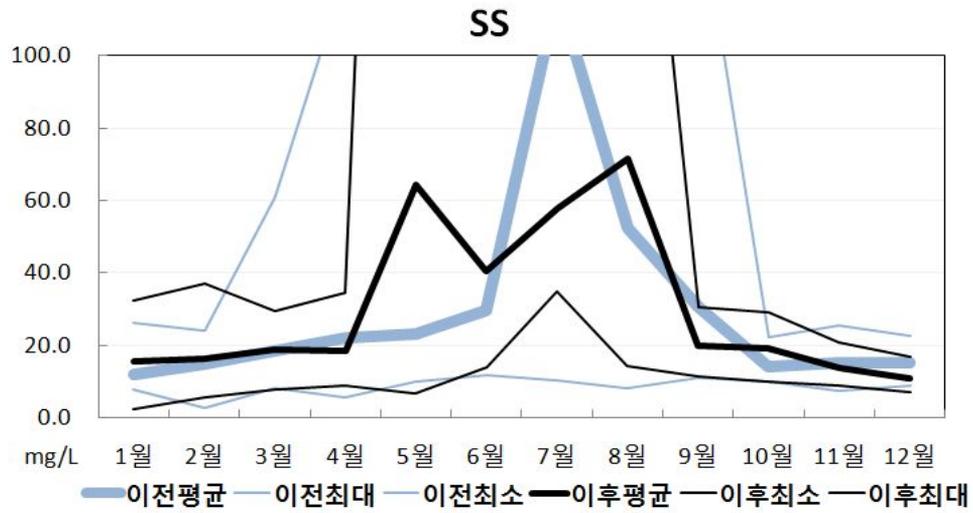
17) 논산A



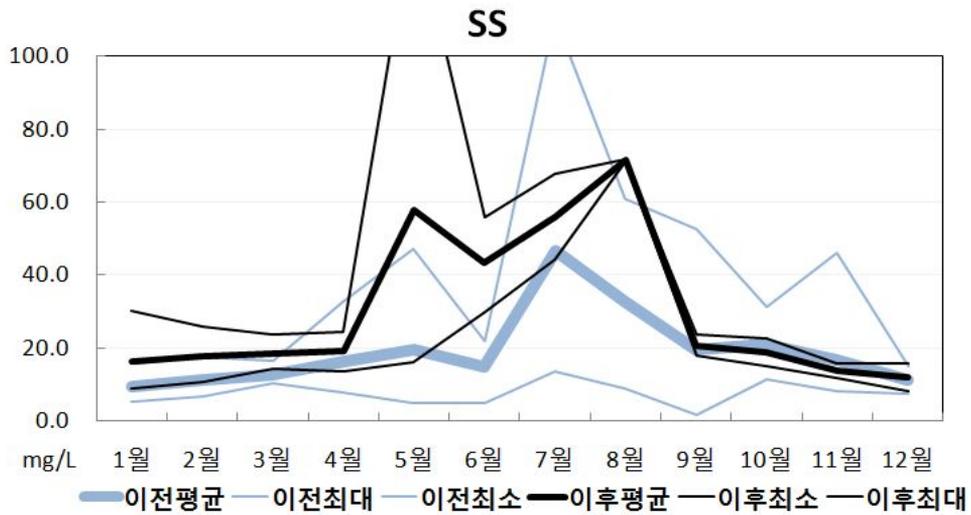
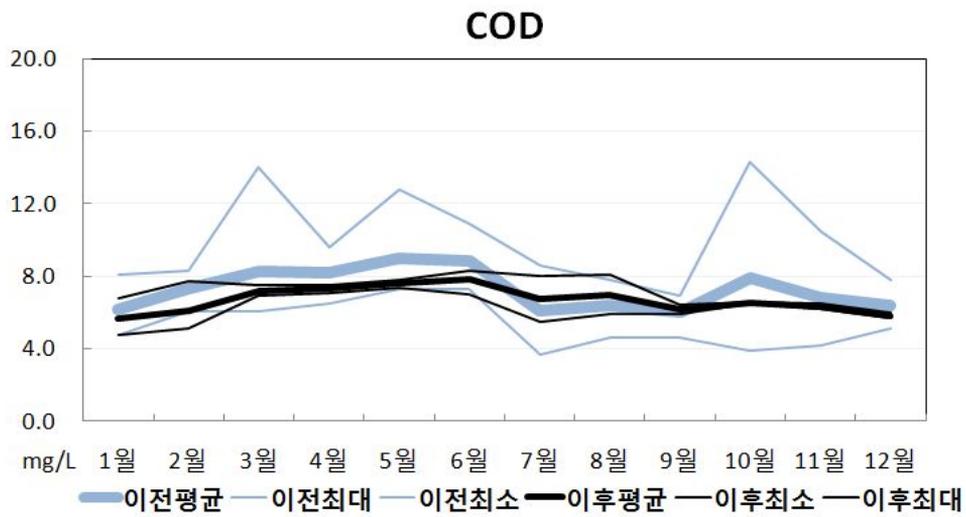
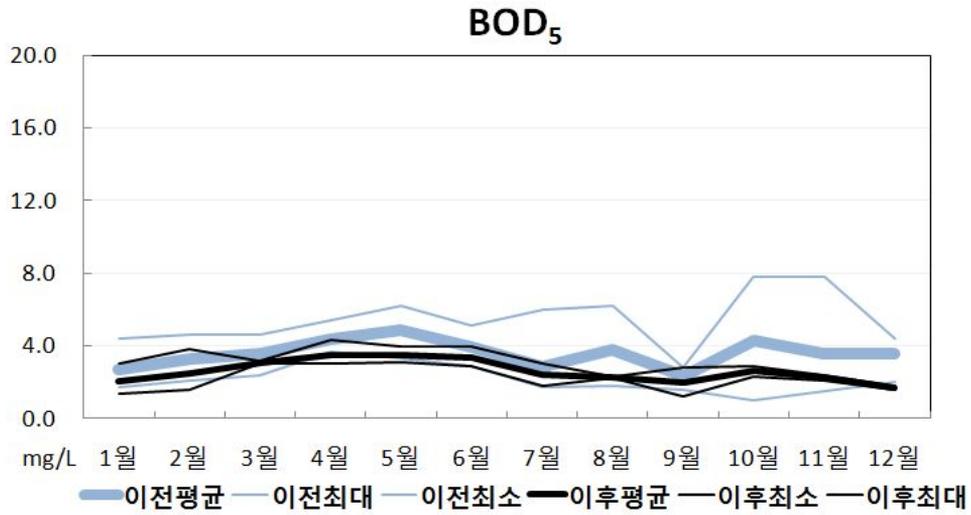


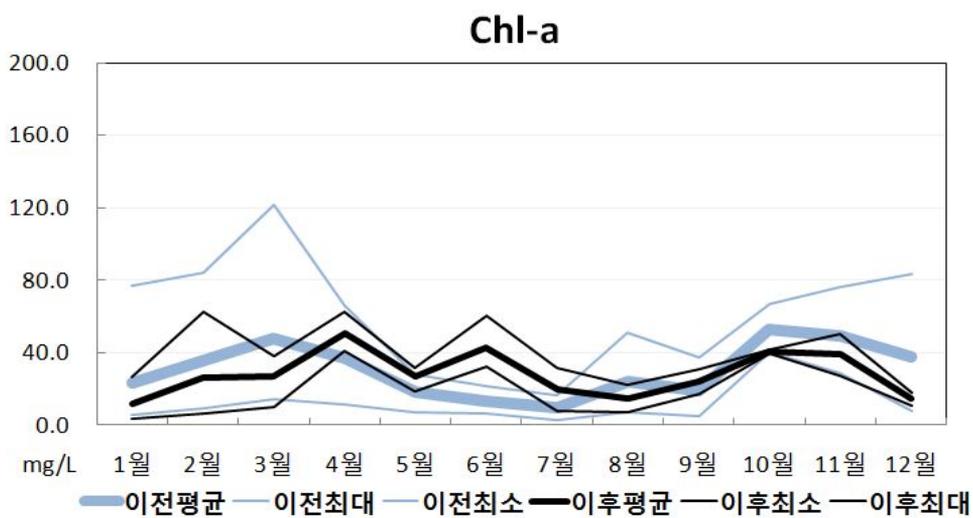
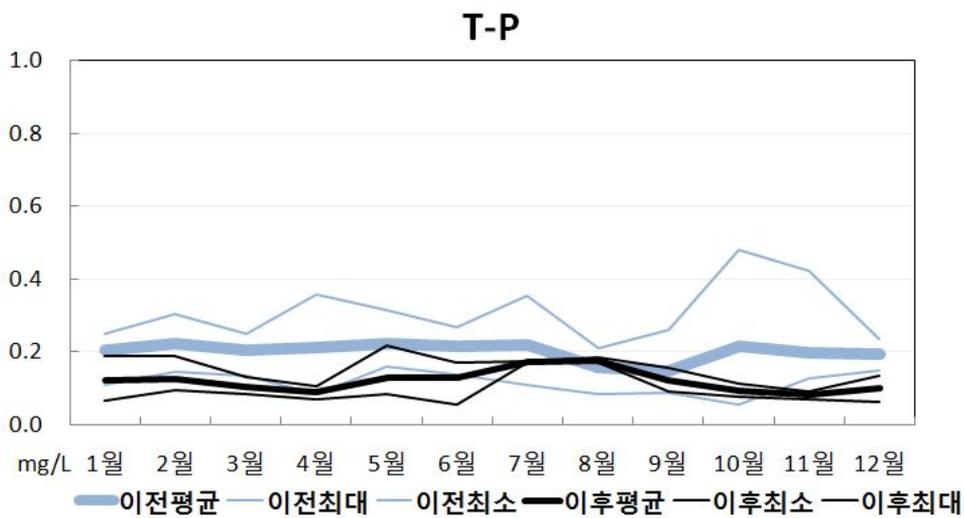
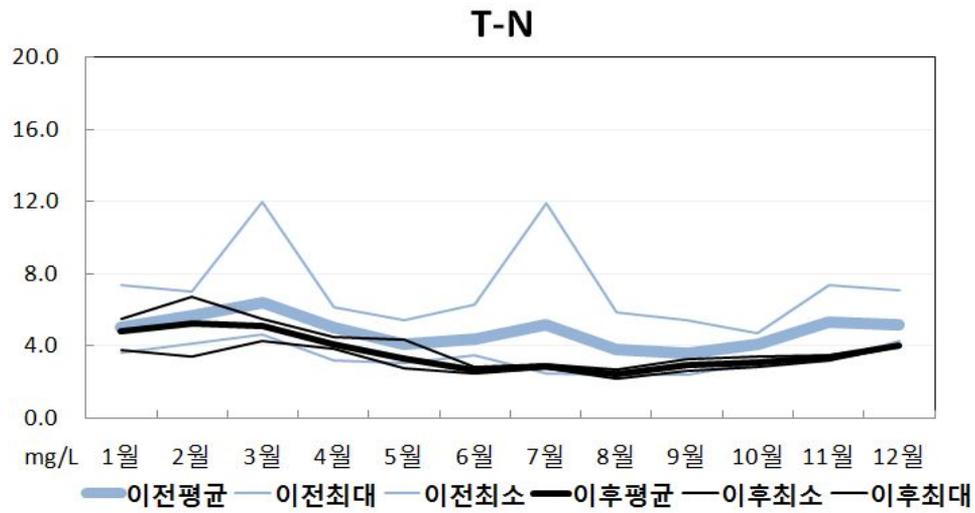
18) 금본K



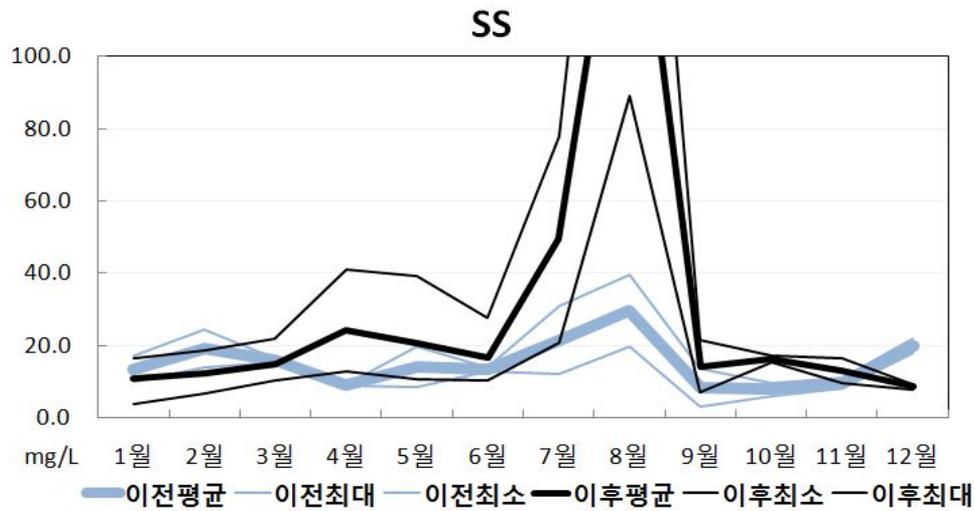
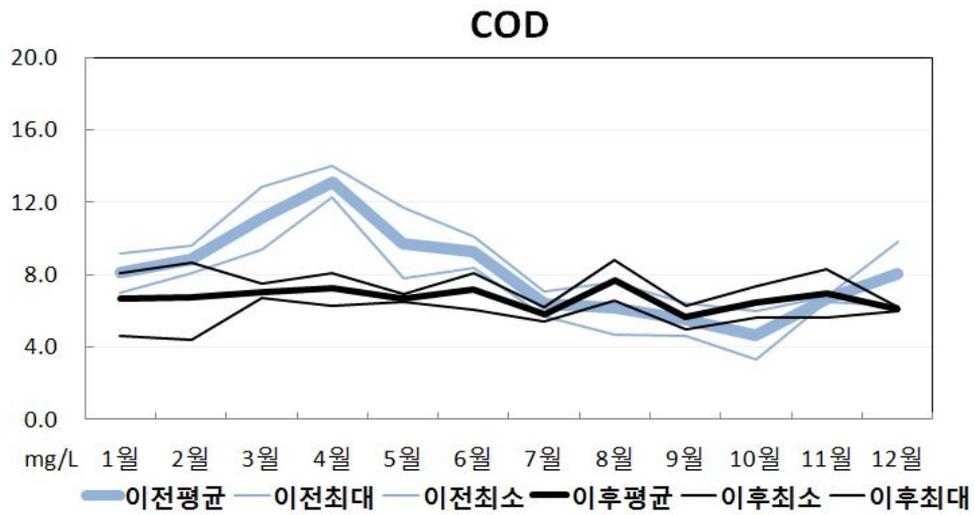
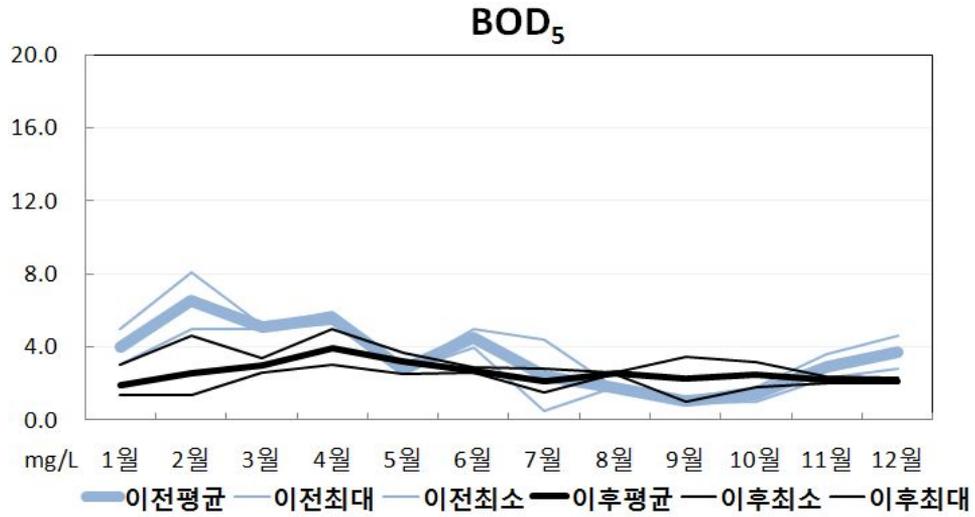


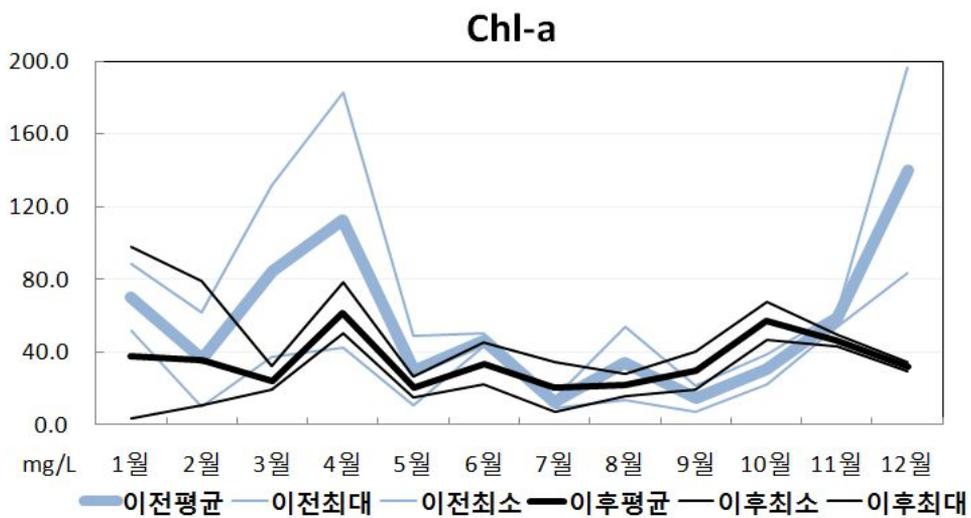
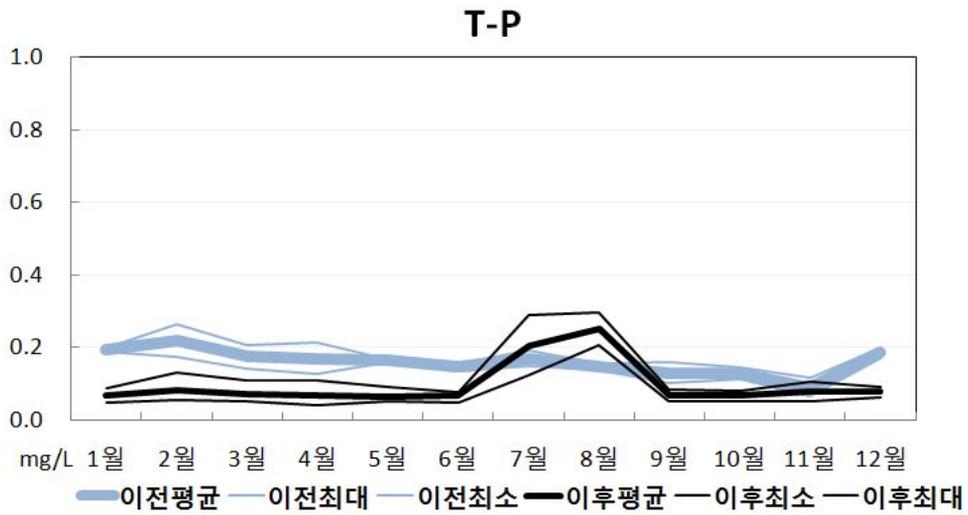
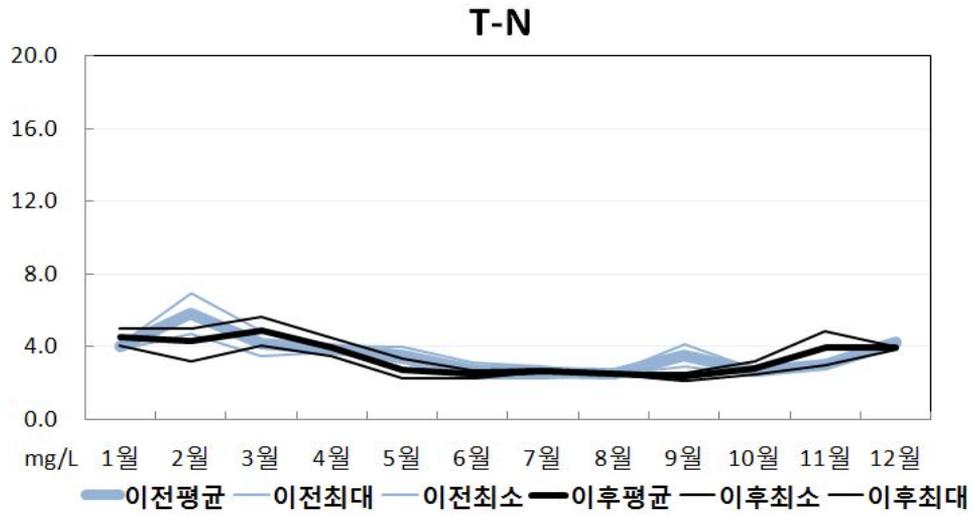
19) 강경



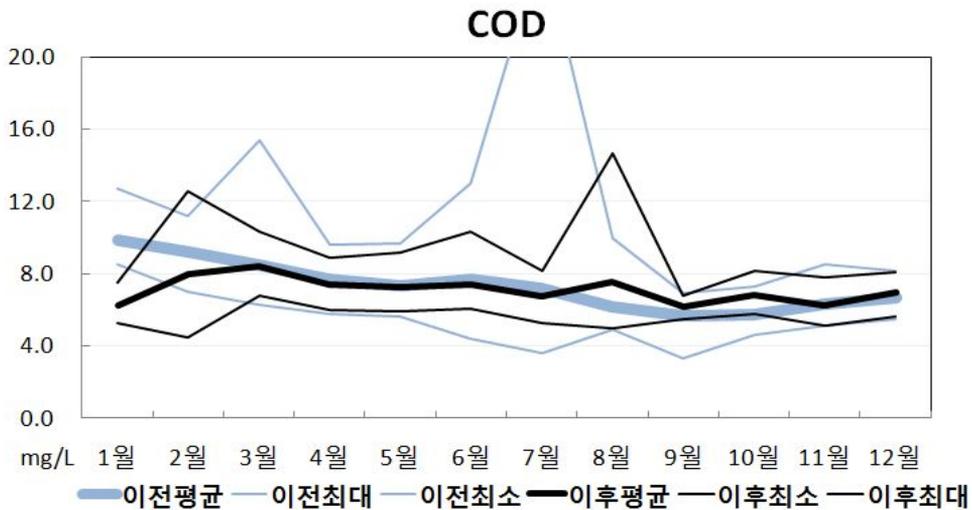
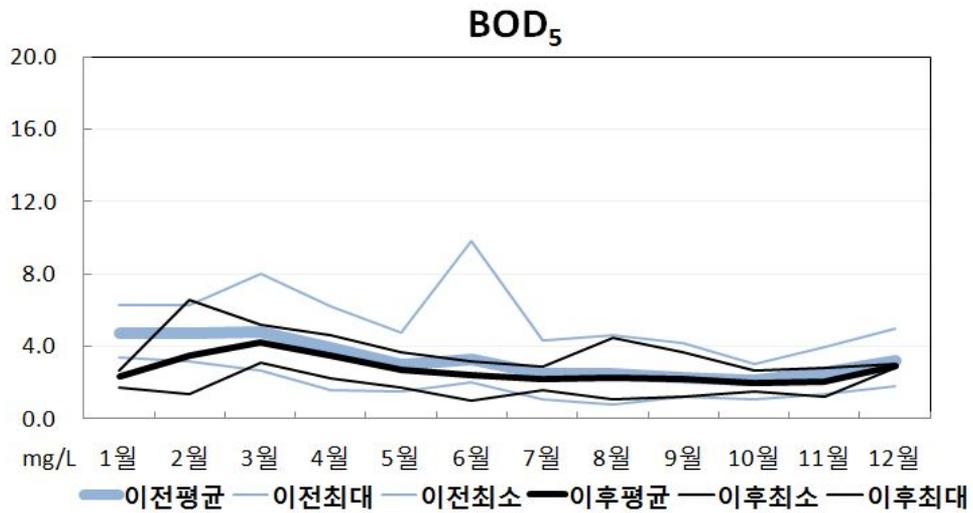


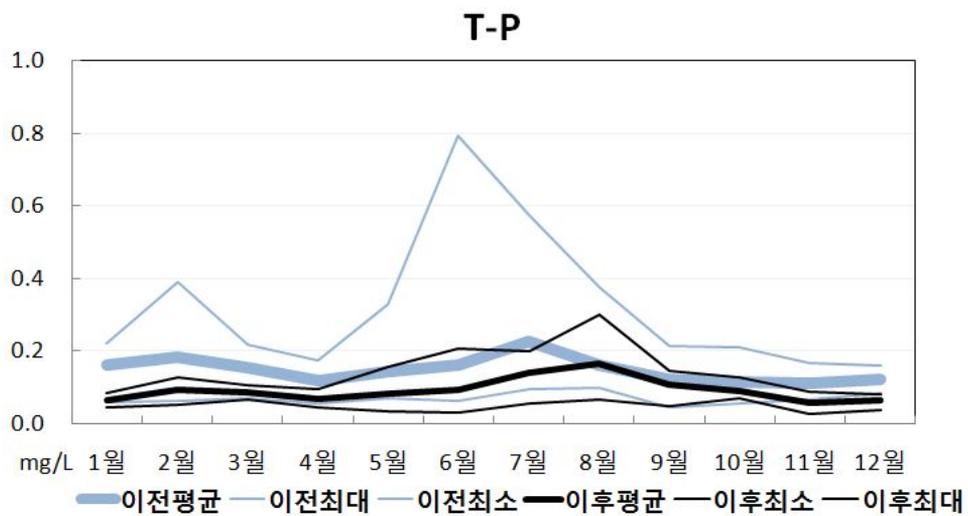
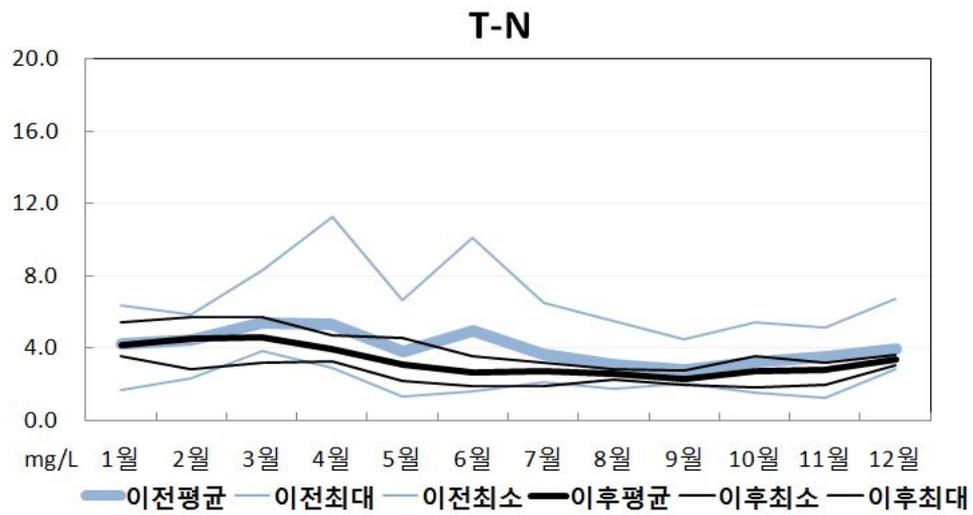
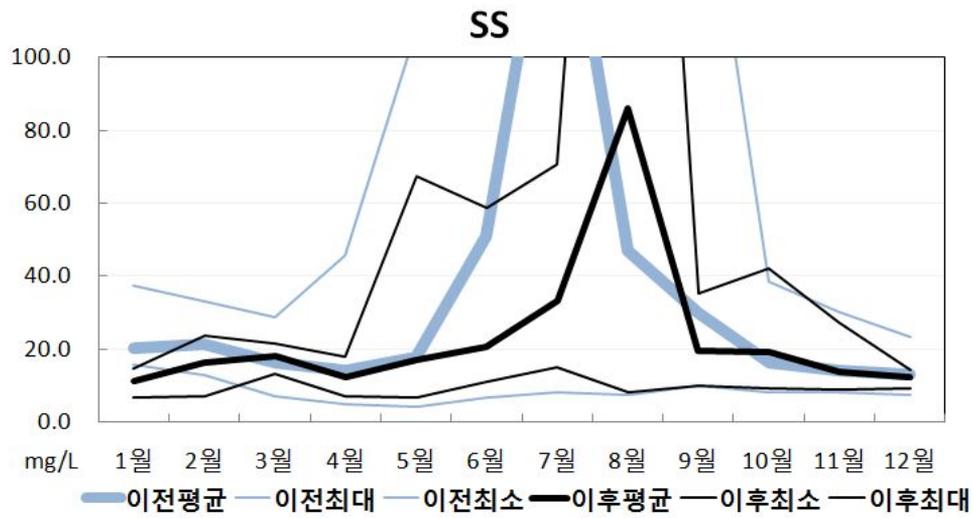
20) 양화1





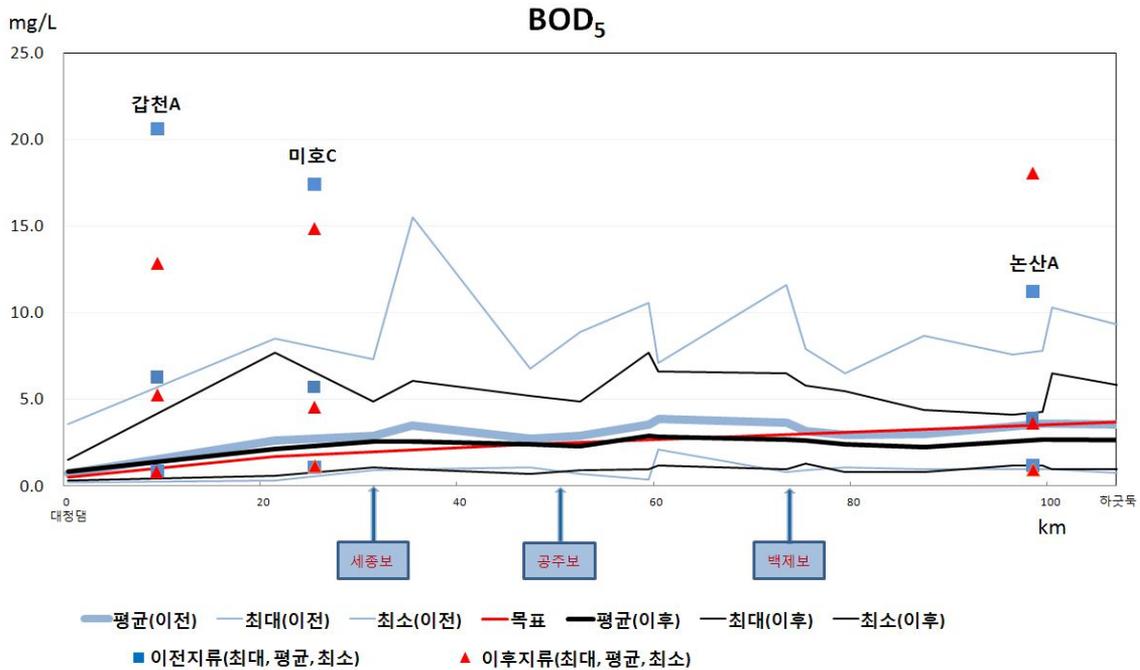
2) 금본L





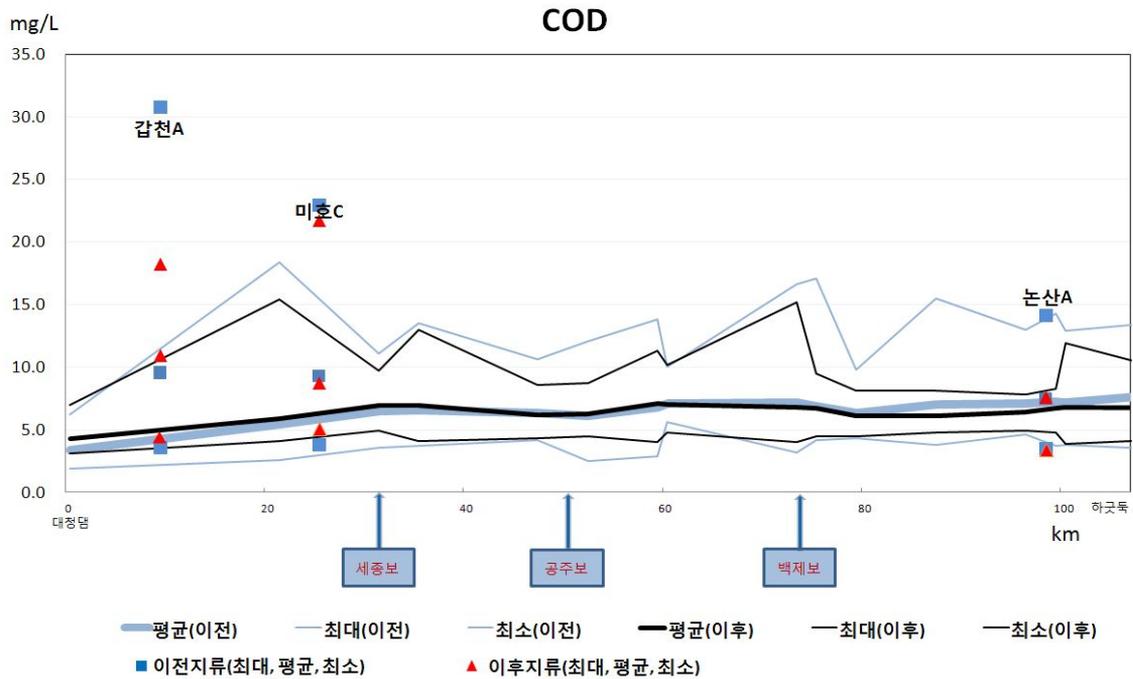
마. 상·하류간 수질변화 평가

1) 수질 변화 평가



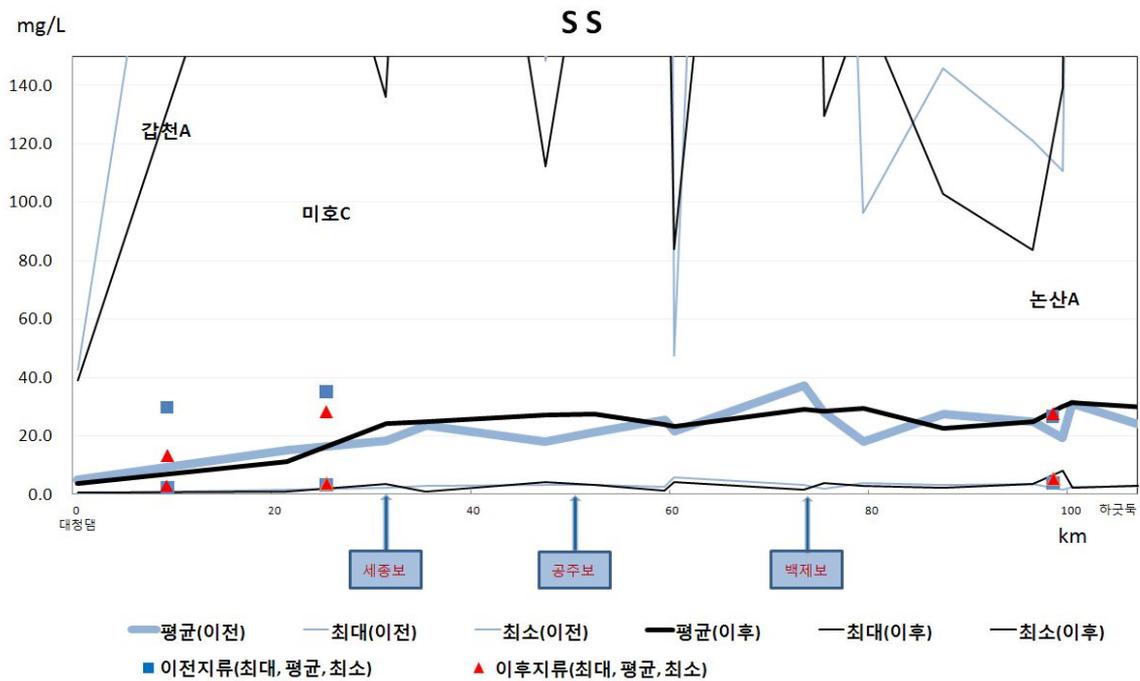
[그림 2-2] 유하거리에 따른 평균 수질 변화(BOD₅)

- 금강본류 수질은 금강정비사업 이전인 2003년~2008년의 자료와 비교한 결과, 사업 이후 구간에 따라 수질농도가 낮아진 것으로 나타났음
- 갑천과 미호천의 수질이 1mg/L이상 낮아진 것으로 나타났으며, 이는 2012년 환경기초시설의 방류수질이 강화됨에 따라 대도시 지역인 대전광역시와 청주시의 공공하수처리시설이 2011년부터 강화된 방류수질 기준에 따라 개선된 결과로 볼 수 있음
- 금강 상류의 수질은 과거와 유사하지만 갑천과 미호천이 유입된 이후 지점과 논산천이 유입된 이후 지점의 수질은 과거보다 낮은 것으로 나타남
- 공주보 일부 구간과 백제보~하굿둑 구간을 제외한 구간이 금강정비사업 목표 수질을 초과한 것으로 평가됨
- 1차년도 모니터링 결과보다 수질이 더욱 개선된 것으로 평가됨



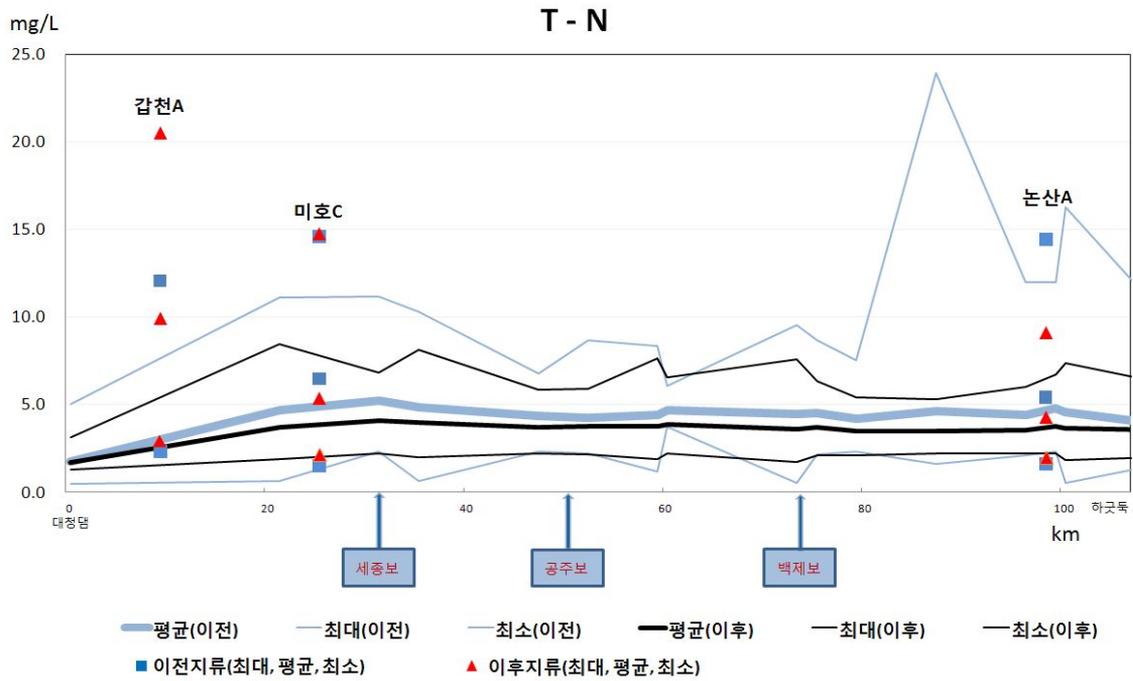
[그림 2-3] 유하거리에 따른 평균 수질 변화(COD)

- COD는 BOD₅와 유사한 유기물의 간접 지표이며, BOD₅는 생물학적 산소 요구량으로서 수중의 유기물을 미생물 등이 생물학적 기작으로 산화되는데 요구되는 산소의 양이며, COD는 생물학적 분해가 불가능한 유기물을 포함하여 산화하는데 반영된 지표임
- 금강 분류에서 발견될 수 있는 생물학적 분해가 불가능한 유기물은 주로 방향족 벤젠고리 화합물, 할로겐화 유기화합물, 초목의 고분자 유기물이 입자성 또는 용존성 물질 형태를 이루고 있으며, 폐수처리장의 방류수 또는 산지에서 주로 유입
- COD 농도 평가 결과, 1차년도에서는 다소 개선된 것으로 평가되었으나 다시 수질이 악화되고 있으며, 이는 하천의 호소화에 따른 체류시간 증가로 인해 하천으로 유입된 난분해성유기물 등이 침전되고 있기 때문인 것으로 추정됨



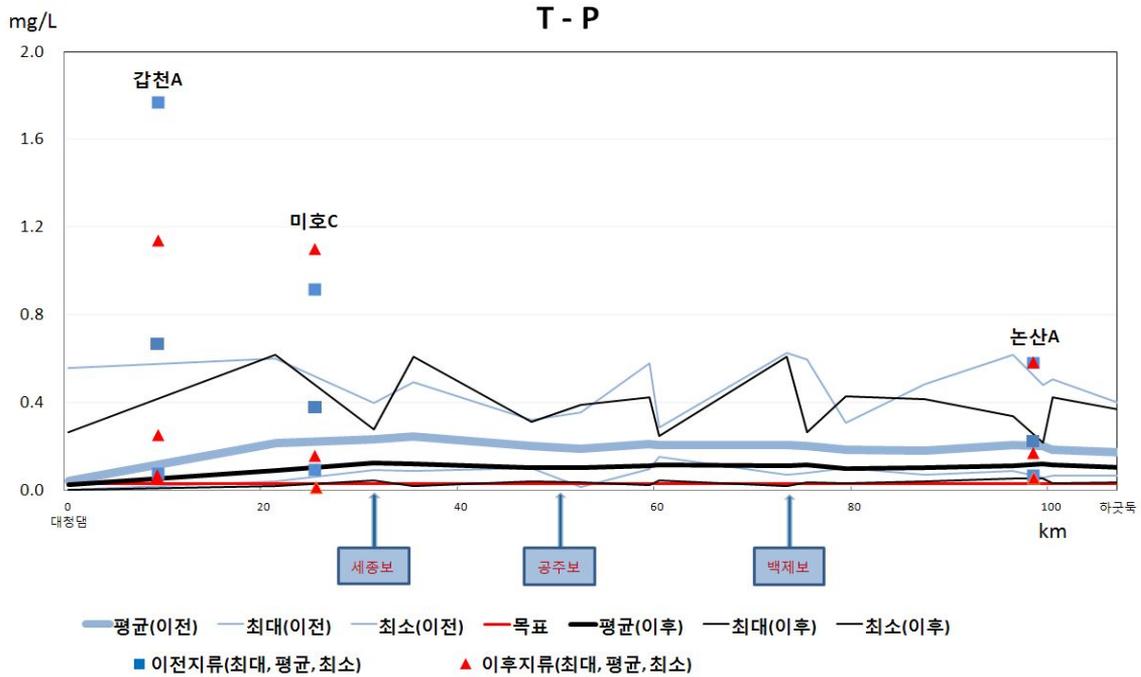
[그림 2-4] 유하거리에 따른 평균 수질 변화(SS)

- SS 농도는 보 설치에 따른 영향을 가장 직접적으로 나타내는 지표로서 세중보, 공주보, 백제보가 설치된 모든 구간에서 과거보다 증가한 것으로 나타났음
- SS 농도는 금강 상류 및 주요 지류가 증가하지 않았음에도 불구하고, 3개 보가 위치한 지점에서 SS 농도가 증가하는 것은 하천 내부에 증가요인이 있는 것으로 판단되며, 그 주요 원인은 각 보의 하상 침식과 크게 관계가 있을 것으로 사료됨



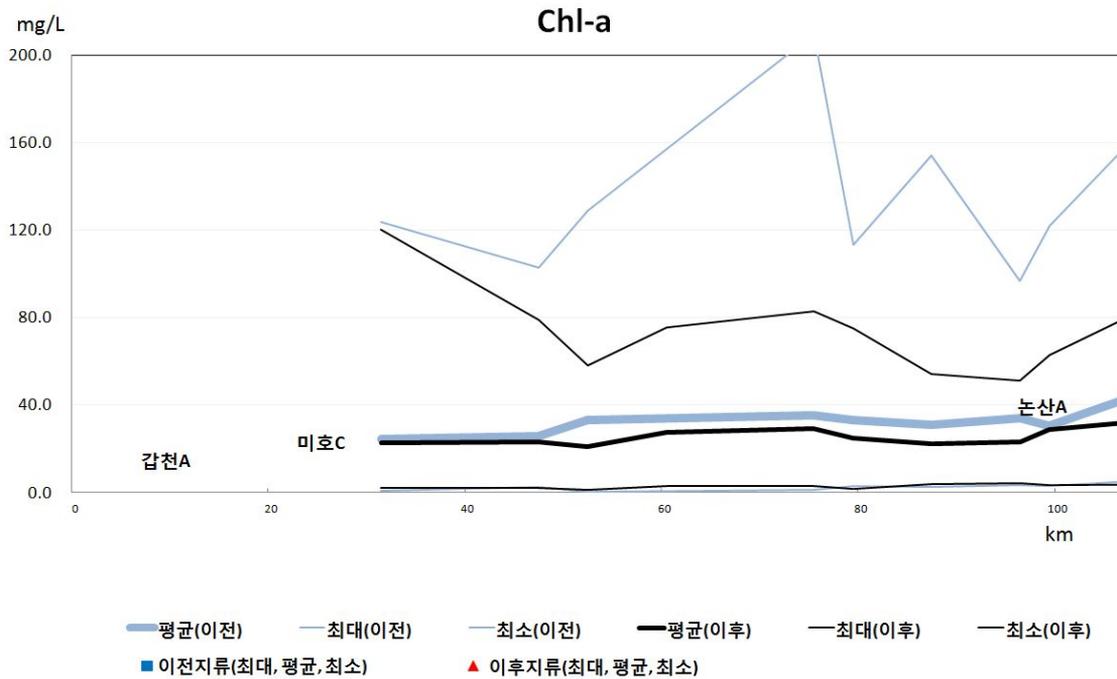
[그림 2-5] 유하거리에 따른 평균 수질 변화(T-N)

- T-N은 환경기초시설 방류수 수질강화에 따른 영향을 적게 받은 항목으로서 유역에서 배출되는 오염부하량이 금강정비사업 전·후에 변화가 거의 없는 항목임
- 주요 지류 하천인 갑천, 미호천, 논산천에서 유입된 T-N의 농도가 상당부분 개선되었으며, 지류의 영향에 따라 본류도 상당히 개선되었음
- 특히, T-N의 경우 하류로 갈수록 수질이 낮아지는 경향을 보였으며, 1차년도 평가결과와 큰 차이가 없는 것으로 나타남



[그림 2-6] 유하거리에 따른 평균 수질 변화(T-P)

- 2012년부터 1일 하수처리용량 500m³이상인 공공하수처리시설의 방류수 수질 기준이 지역에 따라 2mg/L에서 0.2~0.5mg/L로 강화되었으며, 폐수처리시설 및 농공단지폐수처리시설은 각각 4mg/L와 8mg/L에서 0.2mg/L로 강화되었음
- T-P는 다양한 수질 항목 중 조류발생 제어인자인 영양염류 항목으로 호소 또는 유속이 극히 느린 저류구간의 하천에서 조류 발생을 억제하기 위하여 관리됨
- 환경기초시설의 방류수질 강화에 따라 금강 본류 및 주요 지류에서 T-P 농도가 급격히 낮아진 것을 확인 할 수 있음
- 금강정비사업과 동일시기에 방류수질이 개선되었으므로 T-P 농도 개선의 직접적인 원인을 밝혀내기는 어려움이 있으나, T-P는 보존성 물질이며 내부생산이 어려운 물질로서 유입량 저감, 부유량 침전, 축적량 제거의 영향을 받을 수 있지만 현실적인 여건을 고려할 때 환경기초시설 방류수 수질기준 강화에 따른 지류하천의 수질개선이 가장 큰 영향을 미쳤을 것으로 사료됨
- 이미 정체수역으로 변화한 금강을 호수 생활환경기준으로 평가할 때, 대청댐 중권역을 제외한 하류 모든 권역이 V·IV등급을 유지하고 있어 조류 발생 등의 취약한 하천환경에 놓여있는 것으로 평가되며, 1차년도 평가결과 보다 수질이 다소 증가하는 현상을 나타내고 있음



[그림 2-7] 유하거리에 따른 평균 수질 변화(Chl-a)

- Chl-a 농도는 상류 일부 구간에 측정 자료가 구축되어 있지 않음
- 금강정비사업 이전과 비교하여 전반적으로 개선된 것으로 나타났으며, 이는 BOD₅와 T-P의 개선이 영향을 미친것으로 판단됨
- COD 측정결과와 마찬가지로 1차년도에 비하여 상당히 증가한 것으로 나타났으며, 이는 하천의 유속 감소로 호소화 되어가는 과정으로 추정되며, 장기적으로 오염물질이 축적될 경우 악화현상이 가속화되어 금강정비사업 이전의 수질보다 악화될 가능성이 있음
- 또한 조류는 일반적으로 수면층에 집중적으로 분포하고 있어, 수심의 1/3과 2/3지점에서 시료를 채취하는 Chl-a 측정결과와 상이한 결과를 나타낼 수 있음

2) 금강정비사업 수질개선 목표 평가

- 4대강 살리기 마스터플랜에서 “수영 가능한 좋은 물(Ⅱ급수, 약간 좋음)”을 목표로 수질개선 계획
 - 오염도가 높은 갑천과 미호천을 중점관리구역으로 선정하여 관리
 - COD, T-P 하천수질 환경기준 신설
 - T-P 등 환경기초시설 방류기준 선진화
 - 환경기초시설 확충 및 고도화
 - 비점오염 저감대책 추진
- 2012년 환경부 일반측정망과 총량측정망의 수질자료 분석 결과, BOD₅는 금강공주, 금강하구언 중권역을 제외한 전 구간에서 수질을 초과하였음
- T-P의 경우, 금강정비사업의 목표기준은 만족하였으나, 이미 정체수역으로 변화한 금강을 호수 생활환경기준으로 평가할 때, 대청댐 중권역을 제외한 하류 모든 권역이 V(나쁨) 또는 IV(약간나쁨)등급을 유지하고 있어 조류 발생 등의 취약한 환경으로 평가됨
- 금강정비사업의 수질개선 목표 기준을 달성하지 못한 것으로 평가됨

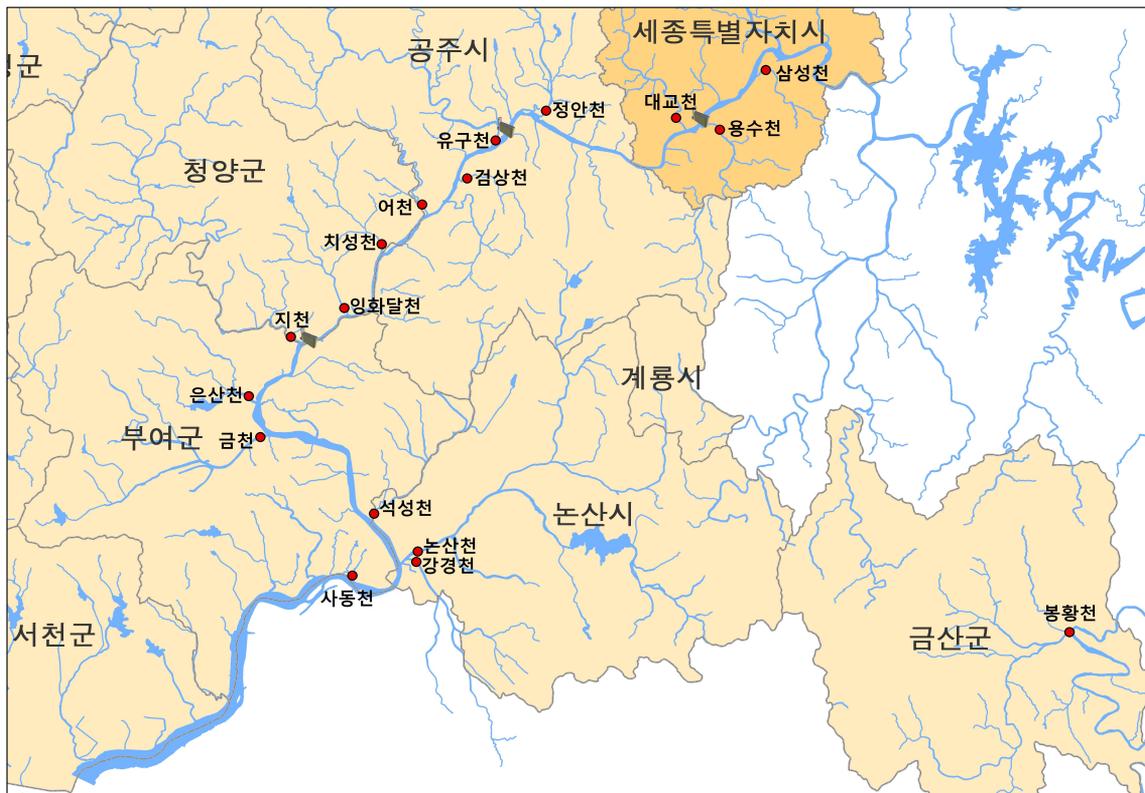
[표 2-45] 4대강 살리기 마스터플랜에 따른 수질예측 및 평가

중권역명	중권역 대표지점	2012년 예측 수질		2012년 실측 수질		평가		
		BOD	T-P	BOD	T-P	BOD	T-P	
							예측기준	호소기준
대청댐(Ⅲ)	현도	0.5	0.035	0.85	0.029	초과	달성	Ⅱ (약간 좋음)
대청댐하류(Ⅲ)	청원-1	1.7	0.122	2.1	0.070	초과	달성	Ⅳ (약간 나쁨)
갑천(Ⅰ)	갑천5-1	4.4	0.264	4.5	0.200	초과	달성	Ⅴ (나쁨)
금강공주(Ⅱ)	성동	2.4	0.128	2.4	0.099	달성	달성	Ⅳ (약간 나쁨)
논산천(Ⅱ)	논산천4	2.9	0.173	3.3	0.171	초과	달성	Ⅴ (나쁨)
금강하구언(Ⅲ)	양화-1	3.9	0.103	2.9	0.084	달성	달성	Ⅳ (약간 나쁨)

2. 지류하천 모니터링

가. 지류하천 모니터링 조사지점

- 지류하천이 금강본류에 미치는 영향을 파악하기 위하여 주요 지류하천 17개를 선정하여 각 지류하천의 말단 지점에서 수질·유량 측정



[그림 2-8] 지류하천 모니터링 지점

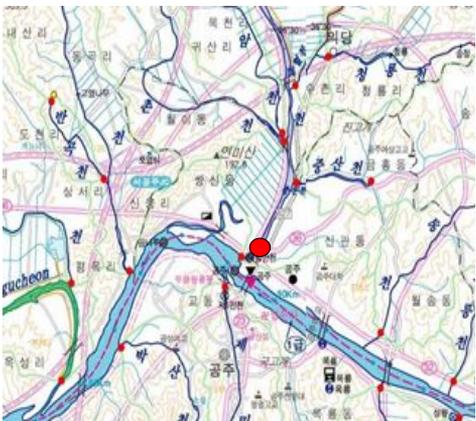
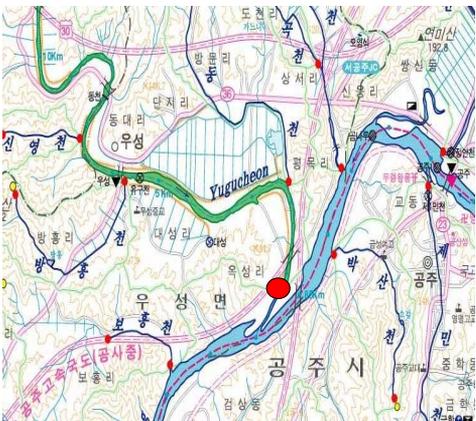
[표 2-46] 봉황천, 삼성천 모니터링 지점현황

수 계	금강수계	금강수계
시 · 군	금산군	세종특별자치시
하 천 명	봉황천	삼성천
조사지점	금강 합류 전 지점	금강 합류 전 지점
세부위치	금산군 제원면 제원리	세종시 반곡동
현장사진		
조사지점 약 도		
조사지점 현 황	<ul style="list-style-type: none"> • 봉황천 말단부에서 측정 • 대체적으로 유속이 빠름 • 강우 후 수심이 깊어지고 유속이 더욱 빨라짐 	<ul style="list-style-type: none"> • 금강 합류 전 상류 100m 지점에서 유량측정 및 채수 • 하폭이 넓고, 수심이 얕으며, 유속이 느림 • 계절에 따라 유량차이가 큼

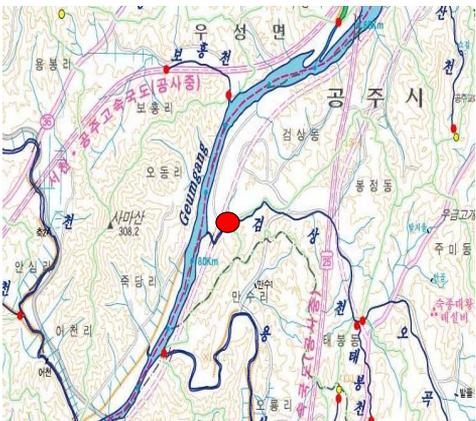
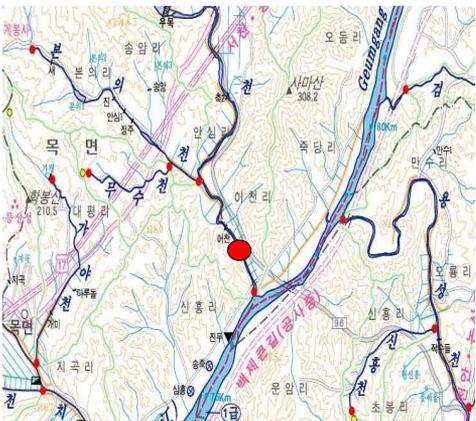
[표 2-47] 용수천, 대교천 모니터링 지점현황

수 계	금강수계	금강수계
시 · 군	세종특별자치시	세종특별자치시
하 천 명	용수천	대교천
조사지점	금강 합류 전 지점	금강 합류 전 지점
세부위치	세종시 연기면 세종리	세종시 장군면 금암리
현장사진		
조사지점 약 도		
조사지점 현 황	<ul style="list-style-type: none"> • 성덕교 100m 하류지점 • 계절에 따른 유량 차이가 큼 	<ul style="list-style-type: none"> • 금강 합류 전 지점에서 유량측정 및 채수

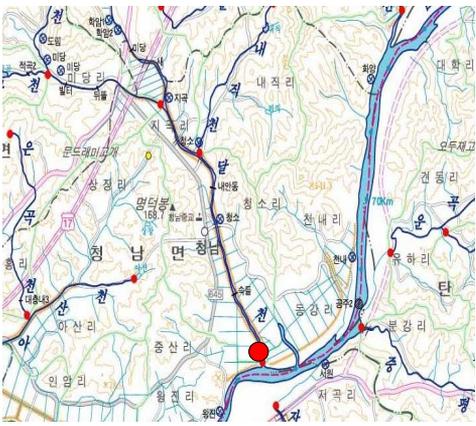
[표 2-48] 정안천, 유구천 모니터링 지점현황

수 계	금강수계	금강수계
시 · 군	공주시	공주시
하 천 명	정안천	유구천
조사지점	금강 합류 전 지점	금강 합류 전 지점
세부위치	공주시 산성동(금성동)	공주시 우성면 평목리
현장사진		
조사지점 약 도		
조사지점 현황	<ul style="list-style-type: none"> • 금강본류 합류 전 약 300m 지점 • 하폭이 넓고 유속이 빠른 편임 	<ul style="list-style-type: none"> • 금강 합류 전 지점에서 유량측정 및 채수 실시 • 수심이 깊고 유속이 빠름

[표 2-49] 검상천, 어천 모니터링 지점현황

수 계	금강수계	금강수계
시 · 군	공주시	청양군
하 천 명	검상천	어천
조사지점	금강 합류 전 지점	금강 합류 전 지점
세부위치	공주시 금학동(검상동)	청양군 목면 신흥리
현장사진		
조사지점 약 도		
조사지점 현 황	<ul style="list-style-type: none"> • 금강 합류 전 지점에서 유량측정 및 채수 	<ul style="list-style-type: none"> • 금강 합류 전 지점 보 부근에서 유량 측정 및 채수

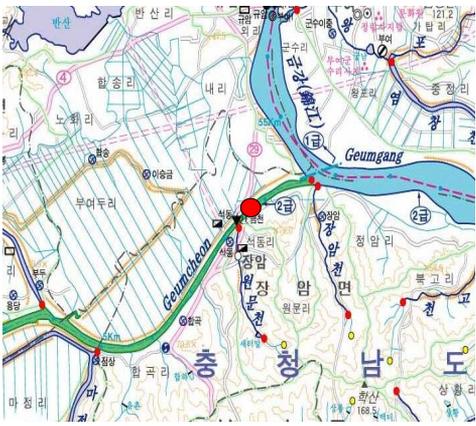
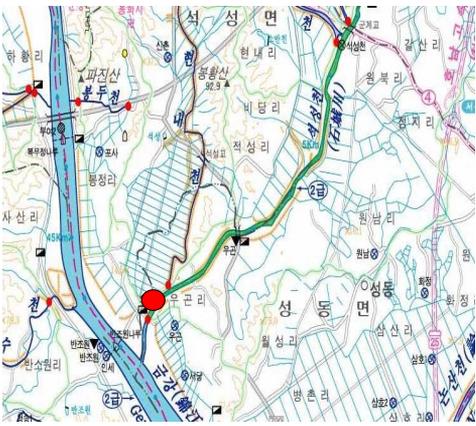
[표 2-50] 치성천, 잉화달천 모니터링 지점현황

수 계	금강수계	금강수계
시 · 군	청양군	청양군
하 천 명	치성천	잉화달천
조사지점	금강 합류 전 지점	금강 합류 전 지점
세부위치	청양군 목면 지곡리	청양군 청남면 중산리
현장사진		
조사지점 약 도		
조사지점 현 황	<ul style="list-style-type: none"> • 금강 합류 전 지점에서 유량측정 및 채수 	<ul style="list-style-type: none"> • 중동교 밑에서 유량측정 • 하천 옆에 수풀이 많으며, 수심이 깊지 않고 유속 완만함

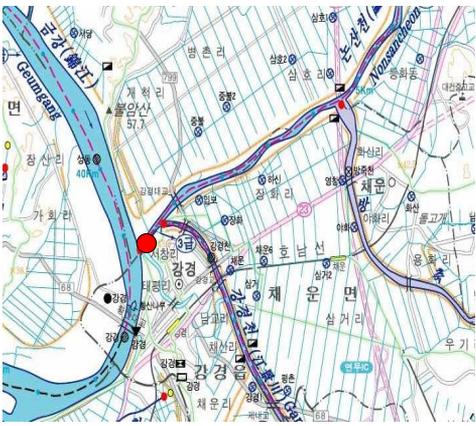
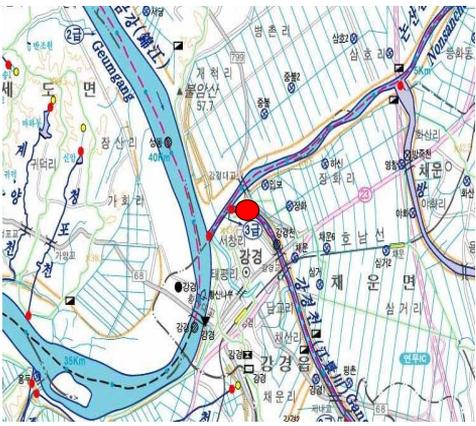
[표 2-51] 지천, 은산천 모니터링 지점현황

수 계	금강수계	금강수계
시 · 군	청양군	부여군
하 천 명	지천	은산천
조사지점	금강 합류 전 지점	금강 합류 전 지점
세부위치	청양군 청남면 인양리	부여군 규암면 규암리
현장사진		
조사지점 약 도		
조사지점 현 황	<ul style="list-style-type: none"> • 금강 합류 전 지점에서 유량측정 및 채수 	<ul style="list-style-type: none"> • 라복교 앞에 보가 있는 지점에서 유량측정

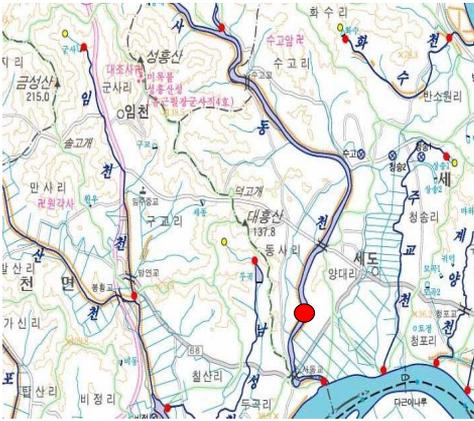
[표 2-52] 금천, 석성천 모니터링 지점현황

수 계	금강수계	금강수계
시 · 군	부여군	부여군
하 천 명	금천	석성천
조사지점	금강 합류 전 지점	금강 합류 전 지점
세부위치	부여군 장암면 석동리	부여군 석성면 봉정리
현장사진		
조사지점 약 도		
조사지점 현 황	<ul style="list-style-type: none"> • 석동교 다리 밑에서 유량 측정 • 원문천 합류 후 지점 • 수위표가 있음 	<ul style="list-style-type: none"> • 금강 합류 전 지점으로 유량이 많음

[표 2-53] 논산천, 강경천 모니터링 지점현황

수 계	금강수계	금강수계
시 · 군	논산시	논산시
하 천 명	논산천	강경천
조사지점	금강 합류 전 지점(논산A)	금강 합류 전 지점
세부위치	논산시 강경읍 서창리	논산시 채운면 장화리
현장사진		
조사지점 약 도		
조사지점 현 황	<ul style="list-style-type: none"> • 하폭이 넓고 유량이 많음 • 논산천, 강경천, 대흥천 합류 후 채수 	<ul style="list-style-type: none"> • 논산천 합류 전 지점으로 수심이 깊고 하폭이 넓어 유량측정 불가

[표 2-54] 사동천 모니터링 지점현황

수 계	금강수계	
시 · 군	부여군	
하 천 명	사동천	
조사지점	금강 합류 전 지점	
세부위치	부여군 세도면 양대리	
현장사진		
조사지점 약 도		
조사지점 현 황	<ul style="list-style-type: none"> • 우방교 아래서 유량 측정 • 하류로 갈수록 유량은 많으나, 유속이 느림 	

나. 금강정비사업 이전 지류하천 수질

- 금강정비사업이 시행되기 이전인 2008년부터 2010년까지 금강분류의 주요지류하천 17개 지점의 측정자료를 조사
- 금강정비사업이 시행되기 이전 3년간 5개 항목(BOD₅, COD, SS, T-N, T-P) 월최대·월최소·월평균 수질을 산출하였음
- 많은 측정지점에서 BOD₅ 농도가 3~6월간 상승하였으며, 변동폭이 커지는 것으로 나타났고, 장마기와 풍수기가 본격적으로 시작되는 7~9월간 낮아지는 경향을 보였음

[표 2-55] 금강정비사업 이전 봉황천 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
1	최대	1.6	2.2	2.2	6.845	0.117
	평균	1.4	1.9	1.8	5.137	0.094
	최소	1.2	1.6	1.4	3.430	0.070
2	최대	3.3	3.6	5.6	7.780	0.172
	평균	1.8	2.3	4.3	5.639	0.120
	최소	0.8	1.6	2.2	4.422	0.099
3	최대	1.7	3.0	53.2	4.457	0.225
	평균	1.4	2.5	15.4	3.760	0.135
	최소	1.0	1.8	1.2	3.273	0.038
4	최대	0.9	5.3	22.0	3.264	0.057
	평균	0.6	3.8	15.5	2.880	0.053
	최소	0.3	2.3	9.0	2.496	0.048
5	최대	0.8	3.2	116.0	3.072	0.065
	평균	0.6	2.8	43.2	2.496	0.053
	최소	0.3	2.4	1.0	1.536	0.041
6	최대	2.3	4.7	25.0	5.040	0.155
	평균	1.5	4.0	10.9	3.227	0.093
	최소	0.8	3.6	2.5	2.300	0.040
7	최대	0.8	4.0	23.0	2.472	0.096
	평균	0.7	3.6	10.1	1.819	0.086
	최소	0.5	3.3	1.8	1.072	0.067
8	최대	2.2	4.0	7.6	3.981	0.134
	평균	1.0	3.3	4.8	2.788	0.073
	최소	0.3	2.2	1.5	2.136	0.024
9	최대	2.4	4.8	11.6	6.009	0.171
	평균	1.1	3.5	4.9	3.566	0.081
	최소	0.5	2.2	1.6	1.152	0.029
10	최대	1.9	4.7	3.6	11.332	0.178
	평균	1.2	3.2	1.7	3.303	0.104
	최소	0.2	1.4	0.6	1.003	0.021
11	최대	1.5	3.7	2.3	11.625	0.141
	평균	1.0	2.8	1.5	4.264	0.095
	최소	0.3	1.8	0.5	1.680	0.066
12	최대	1.9	3.8	2.8	4.016	0.101
	평균	1.4	2.6	1.4	3.160	0.065
	최소	0.7	1.0	0.2	1.056	0.041

[표 2-56] 금강정비사업 이전 삼성천 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
1	최대	2.0	3.0	0.0	2,454	0.086
	평균	1.2	2.1	0.0	1,751	0.050
	최소	0.7	1.4	0.0	1,103	0.035
2	최대	0.8	1.8	0.0	1,960	0.069
	평균	0.7	1.6	0.0	1,498	0.046
	최소	0.5	1.4	0.0	1,152	0.018
3	최대	1.9	3.0	20.0	1,680	0.086
	평균	1.1	2.5	9.0	1,397	0.045
	최소	0.6	1.8	2.0	1,058	0.008
4	최대	2.2	6.6	13.0	1,728	0.042
	평균	1.5	4.5	6.8	1,632	0.031
	최소	0.7	3.8	4.0	1,536	0.023
5	최대	1.6	7.0	22.5	2,304	0.059
	평균	0.9	5.0	9.2	1,392	0.034
	최소	0.3	3.3	2.0	0,672	0.011
6	최대	3.1	8.2	15.0	2,592	0.092
	평균	1.9	5.9	9.0	1,891	0.059
	최소	1.2	4.2	5.0	1,536	0.031
7	최대	1.1	6.0	5.4	1,568	0.048
	평균	1.1	5.7	3.8	0,881	0.045
	최소	1.0	5.4	2.8	0,067	0.043
8	최대	0.8	5.6	2.4	1,552	0.029
	평균	0.8	5.6	2.4	1,552	0.029
	최소	0.8	5.6	2.4	1,552	0.029
9	최대	1.6	6.0	16.8	1,867	0.120
	평균	1.0	4.1	9.5	1,101	0.076
	최소	0.3	1.9	2.4	0,624	0.043
10	최대	2.6	6.3	9.5	1,752	0.178
	평균	1.2	4.0	3.6	0,900	0.061
	최소	0.3	3.0	1.3	0,096	0.006
11	최대	3.5	7.1	5.2	1,046	0.071
	평균	1.6	3.5	3.6	0,642	0.034
	최소	0.6	2.4	2.0	0,336	0.005
12	최대	1.9	4.4	5.8	2,026	0.086
	평균	1.3	2.8	3.6	1,195	0.040
	최소	0.6	1.8	2.3	0,389	0.005

[표 2-57] 금강정비사업 이전 용수천 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
1	최대	1.8	3.4	0.6	4.467	0.151
	평균	1.4	2.1	0.5	2.972	0.061
	최소	0.8	1.0	0.4	2.129	0.018
2	최대	2.6	2.8	2.4	4.076	0.123
	평균	1.2	2.1	1.5	3.243	0.063
	최소	0.6	1.2	0.8	2.427	0.022
3	최대	3.4	3.6	12.2	4.357	0.151
	평균	2.3	2.8	6.4	2.457	0.062
	최소	0.9	2.0	2.0	1.488	0.020
4	최대	2.6	6.1	7.0	2.688	0.089
	평균	1.5	4.4	5.7	2.064	0.062
	최소	0.7	3.2	4.0	1.824	0.038
5	최대	0.7	3.8	7.5	1.248	0.065
	평균	0.5	3.3	7.5	1.168	0.052
	최소	0.3	2.8	7.5	1.104	0.043
6	최대	2.0	6.7	20.0	2.304	0.074
	평균	1.2	4.9	9.0	1.555	0.062
	최소	0.5	3.9	2.5	1.296	0.050
7	최대	1.2	5.4	8.0	0.656	0.125
	평균	0.9	5.2	4.8	0.323	0.083
	최소	0.3	5.0	2.8	0.120	0.048
8	최대	0.9	4.9	6.8	4.868	0.053
	평균	0.7	3.5	3.7	2.544	0.031
	최소	0.4	2.6	2.4	1.296	0.006
9	최대	1.4	7.0	12.6	4.657	0.144
	평균	0.9	3.4	5.4	1.334	0.083
	최소	0.1	1.1	2.0	0.154	0.003
10	최대	1.6	4.6	5.8	3.094	0.110
	평균	0.9	2.9	2.5	0.975	0.052
	최소	0.3	1.4	1.0	0.230	0.011
11	최대	3.2	5.6	2.0	2.077	0.132
	평균	1.5	2.7	0.9	1.119	0.027
	최소	0.7	1.2	0.3	0.480	0.005
12	최대	7.7	4.1	6.0	4.357	0.151
	평균	2.2	2.8	1.8	2.139	0.052
	최소	1.0	1.6	0.3	1.191	0.005

[표 2-58] 금강정비사업 이전 대교천 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
1	최대	1.9	3.4	0.8	3.986	0.127
	평균	1.3	2.4	0.6	3.101	0.062
	최소	1.0	1.8	0.4	2.499	0.023
2	최대	1.6	3.0	6.0	3.409	0.037
	평균	1.2	2.2	2.2	2.368	0.024
	최소	0.6	1.4	0.4	1.286	0.015
3	최대	2.5	3.9	2.6	3.085	0.055
	평균	1.8	2.9	1.6	2.121	0.036
	최소	1.0	2.2	0.8	1.027	0.016
4	최대	3.6	7.9	19.6	3.089	0.106
	평균	1.9	4.2	9.5	2.064	0.057
	최소	1.2	2.8	2.2	1.588	0.009
5	최대	4.4	8.5	15.2	2.843	0.084
	평균	2.1	4.8	9.4	2.185	0.044
	최소	1.0	2.4	3.8	1.520	0.000
6	최대	3.2	4.5	12.8	3.516	0.064
	평균	1.8	4.0	6.5	2.571	0.043
	최소	1.2	3.3	3.2	1.719	0.028
7	최대	3.9	5.6	57.8	6.401	0.090
	평균	2.9	4.8	40.1	5.338	0.065
	최소	1.8	4.0	22.4	4.275	0.039
8	최대	1.7	5.0	27.1	7.811	0.098
	평균	1.1	3.3	12.6	3.787	0.060
	최소	0.6	2.0	2.4	1.790	0.025
9	최대	2.1	5.0	13.9	4.428	0.104
	평균	1.0	3.1	6.9	2.681	0.053
	최소	0.4	1.8	2.0	1.286	0.020
10	최대	1.2	2.0	3.2	4.527	0.050
	평균	0.8	1.5	1.4	2.283	0.030
	최소	0.3	1.0	0.4	1.495	0.017
11	최대	1.1	2.6	4.0	4.772	0.148
	평균	0.8	1.7	0.9	2.113	0.044
	최소	0.6	1.2	0.2	1.401	0.000
12	최대	2.6	3.6	9.2	4.636	0.101
	평균	1.5	2.1	2.2	2.901	0.046
	최소	0.6	1.4	0.4	1.195	0.011

[표 2-59] 금강정비사업 이전 정안천 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
1	최대	9.4	10.8	6.2	10.876	0.443
	평균	3.9	4.8	3.8	6.087	0.256
	최소	1.0	1.4	1.4	2.749	0.090
2	최대	7.5	9.8	20.7	17.861	0.474
	평균	4.0	6.1	11.9	7.030	0.191
	최소	1.3	2.2	3.2	2.602	0.053
3	최대	7.4	28.7	10.0	6.571	0.363
	평균	3.8	11.8	7.4	4.376	0.196
	최소	1.2	2.6	3.4	2.125	0.078
4	최대	5.8	6.8	28.0	5.115	0.238
	평균	2.7	5.0	20.1	2.894	0.128
	최소	1.1	3.8	11.0	1.311	0.038
5	최대	12.7	29.9	40.0	16.779	1.953
	평균	5.1	9.8	22.4	6.450	0.423
	최소	1.2	4.0	9.2	1.624	0.053
6	최대	7.7	10.9	19.2	6.801	0.749
	평균	3.7	6.7	12.0	3.753	0.260
	최소	1.7	4.8	5.4	1.696	0.065
7	최대	5.5	7.3	27.2	4.570	0.262
	평균	3.7	5.8	19.3	4.207	0.250
	최소	1.8	4.2	11.4	3.844	0.238
8	최대	4.8	5.0	18.2	7.030	0.273
	평균	1.9	3.8	11.2	3.971	0.111
	최소	1.0	3.0	5.0	2.622	0.040
9	최대	6.2	7.8	52.0	11.245	0.311
	평균	3.0	4.4	14.5	4.218	0.151
	최소	1.5	2.8	3.8	2.218	0.059
10	최대	9.8	10.3	17.6	7.089	0.610
	평균	4.0	5.0	10.1	4.544	0.291
	최소	0.9	2.0	3.6	2.773	0.118
11	최대	4.1	6.0	10.8	6.525	0.296
	평균	2.2	3.4	5.6	3.399	0.094
	최소	0.8	1.2	1.2	1.612	0.008
12	최대	8.9	10.2	29.6	8.458	0.578
	평균	4.2	5.2	10.7	6.050	0.326
	최소	1.4	1.2	1.6	4.969	0.148

[표 2-60] 금강정비사업 이전 유구천 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
1	최대	1.7	1.9	1.0	4.895	0.081
	평균	1.3	1.6	0.8	3.321	0.044
	최소	1.0	1.2	0.6	2.182	0.024
2	최대	2.5	2.2	2.6	12.836	0.034
	평균	1.4	1.6	2.2	7.119	0.025
	최소	0.9	1.2	1.8	2.120	0.011
3	최대	5.4	2.9	6.6	8.011	0.062
	평균	2.7	2.4	3.7	4.713	0.036
	최소	1.0	1.8	1.8	2.048	0.020
4	최대	2.7	3.7	37.4	5.528	0.083
	평균	1.4	3.4	17.2	2.292	0.037
	최소	1.1	3.0	9.6	1.118	0.016
5	최대	2.6	6.4	24.6	3.885	0.115
	평균	2.0	4.9	20.3	2.579	0.065
	최소	1.1	3.3	11.6	1.452	0.017
6	최대	2.6	6.8	25.0	2.527	0.087
	평균	2.0	5.4	10.9	2.266	0.068
	최소	1.4	4.1	1.8	2.049	0.053
7	최대	2.2	9.3	86.4	6.257	0.119
	평균	1.9	6.4	43.8	5.126	0.105
	최소	1.5	3.4	1.2	3.994	0.090
8	최대	2.2	5.6	22.4	9.323	0.055
	평균	1.2	3.2	7.6	3.710	0.036
	최소	0.4	2.0	3.0	1.194	0.014
9	최대	1.4	4.6	54.2	8.868	0.098
	평균	1.1	3.1	14.2	4.219	0.049
	최소	0.5	2.4	1.6	1.075	0.006
10	최대	1.5	4.6	62.1	3.584	0.143
	평균	1.0	2.8	14.0	1.918	0.046
	최소	0.5	1.6	1.2	0.943	0.015
11	최대	1.6	3.0	12.8	2.504	0.138
	평균	1.0	1.8	4.5	1.730	0.033
	최소	0.7	1.0	1.2	0.930	0.000
12	최대	2.3	2.6	2.0	2.920	0.073
	평균	1.2	1.6	0.9	2.594	0.044
	최소	0.6	1.0	0.4	2.199	0.000

[표 2-61] 금강정비사업 이전 검상천 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
1	최대	2.4	4.4	0.0	2,386	0.048
	평균	1.7	3.5	0.0	1,888	0.036
	최소	1.1	2.2	0.0	1,286	0.019
2	최대	2.7	5.0	0.0	2,707	0.300
	평균	1.5	3.5	0.0	2,037	0.094
	최소	0.7	2.4	0.0	1,224	0.001
3	최대	2.7	4.7	0.0	3,008	0.130
	평균	1.7	4.0	0.0	2,242	0.059
	최소	1.1	2.8	0.0	1,155	0.009
4	최대	2.0	6.2	67.4	8,299	0.152
	평균	1.5	4.6	38.0	3,498	0.079
	최소	1.0	3.0	18.0	1,258	0.040
5	최대	5.6	10.1	51.1	6,329	0.215
	평균	2.2	5.9	26.8	3,146	0.108
	최소	1.0	2.8	11.0	1,350	0.054
6	최대	3.9	5.2	11.4	3,056	0.097
	평균	2.1	4.5	8.1	2,474	0.076
	최소	1.4	3.6	3.6	2,094	0.056
7	최대	1.6	4.4	5.2	3,899	0.044
	평균	1.5	4.3	3.5	2,965	0.042
	최소	1.4	4.2	1.8	2,030	0.039
8	최대	1.3	5.8	18.0	2,719	0.072
	평균	1.0	3.8	12.8	1,534	0.046
	최소	0.4	2.4	8.2	0,821	0.000
9	최대	1.3	5.9	11.8	2,935	0.062
	평균	0.9	4.1	6.4	1,303	0.041
	최소	0.1	2.4	2.4	0,394	0.024
10	최대	1.6	5.0	47.6	1,822	0.116
	평균	1.0	3.4	18.5	1,128	0.052
	최소	0.6	2.4	2.8	0,490	0.029
11	최대	7.0	4.8	2.2	1,958	0.062
	평균	2.0	3.2	2.1	1,297	0.029
	최소	0.6	1.8	2.0	0,504	0.012
12	최대	2.2	4.4	10.0	1,962	0.125
	평균	1.2	2.9	7.3	1,561	0.048
	최소	0.6	0.8	5.0	1,123	0.016

[표 2-62] 금강정비사업 이전 어천 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
1	최대	1.9	3.8	3.0	3.671	0.066
	평균	1.2	2.5	0.9	2.233	0.024
	최소	0.6	1.6	0.2	0.989	0.005
2	최대	5.0	6.6	9.2	7.809	0.038
	평균	1.5	2.7	1.7	2.918	0.017
	최소	0.5	1.0	0.2	1.290	0.005
3	최대	2.3	2.8	3.8	5.698	0.049
	평균	1.4	2.1	1.6	2.529	0.029
	최소	0.4	1.2	0.2	1.242	0.015
4	최대	1.8	4.9	28.0	2.688	0.103
	평균	1.2	3.5	10.5	1.741	0.043
	최소	0.2	2.0	2.0	1.164	0.007
5	최대	2.2	5.5	26.0	3.788	0.116
	평균	1.3	4.0	6.6	2.166	0.049
	최소	0.3	2.8	1.2	1.200	0.019
6	최대	1.9	6.8	25.0	3.264	0.066
	평균	1.4	4.9	5.4	2.309	0.045
	최소	0.7	3.4	1.0	1.348	0.028
7	최대	1.2	3.8	13.8	4.522	0.069
	평균	1.1	3.3	7.4	2.934	0.044
	최소	1.0	3.0	3.0	1.545	0.029
8	최대	1.9	6.4	21.4	11.714	0.214
	평균	1.1	3.3	8.0	3.834	0.072
	최소	0.4	2.0	0.6	1.398	0.003
9	최대	1.2	4.2	23.8	8.430	0.156
	평균	0.9	2.8	5.1	3.349	0.052
	최소	0.5	2.2	0.8	1.114	0.013
10	최대	1.4	4.2	7.6	3.813	0.061
	평균	0.9	1.9	2.3	2.074	0.031
	최소	0.3	1.2	0.6	0.720	0.010
11	최대	2.3	4.4	23.6	2.759	0.134
	평균	1.0	2.4	3.5	1.899	0.028
	최소	0.2	1.0	0.2	0.893	0.004
12	최대	1.9	3.6	5.0	3.684	0.134
	평균	1.1	2.2	1.1	2.584	0.033
	최소	0.6	0.8	0.2	1.667	0.005

[표 2-63] 금강정비사업 이전 치성천 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
1	최대	4.7	7.2	8.6	5.926	0.080
	평균	3.1	6.0	4.5	3.380	0.061
	최소	2.5	4.6	1.8	1.627	0.034
2	최대	5.4	9.1	9.0	13.735	0.097
	평균	3.6	6.0	5.6	6.212	0.069
	최소	2.3	3.0	2.4	2.304	0.053
3	최대	6.5	9.0	125.3	6.082	0.263
	평균	3.8	5.7	34.0	3.194	0.109
	최소	1.6	2.9	1.8	1.514	0.019
4	최대	9.5	44.0	57.0	10.873	0.125
	평균	3.5	12.7	29.1	4.711	0.068
	최소	1.8	4.2	10.0	2.016	0.033
5	최대	7.2	8.9	185.0	4.689	0.245
	평균	4.2	6.9	54.8	3.104	0.122
	최소	1.6	4.7	17.0	1.536	0.039
6	최대	11.4	12.5	47.5	12.401	0.124
	평균	5.8	9.5	19.0	6.055	0.095
	최소	2.3	7.2	5.6	2.112	0.073
7	최대	13.3	10.2	41.0	6.053	0.090
	평균	6.3	7.0	22.2	3.734	0.079
	최소	2.3	4.4	7.0	2.011	0.063
8	최대	3.4	9.8	71.6	5.038	0.252
	평균	2.1	5.0	25.9	3.072	0.083
	최소	0.7	3.2	6.8	1.044	0.001
9	최대	5.1	6.2	10.8	5.319	0.157
	평균	1.8	5.0	6.5	2.733	0.069
	최소	0.9	4.0	3.0	1.443	0.043
10	최대	4.0	6.6	25.4	5.087	0.082
	평균	1.8	3.3	6.3	2.843	0.044
	최소	0.8	2.2	2.0	1.342	0.021
11	최대	3.0	7.7	30.3	5.077	0.096
	평균	1.9	4.9	8.1	2.871	0.042
	최소	0.9	2.4	1.4	1.315	0.012
12	최대	3.8	7.4	14.0	11.168	0.114
	평균	1.9	4.8	4.1	5.304	0.053
	최소	0.9	1.6	1.8	1.046	0.005

[표 2-64] 금강정비사업 이전 잉화달천 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
1	최대	1.7	3.1	10.2	4.437	0.022
	평균	1.3	2.5	3.7	2.066	0.017
	최소	1.1	1.8	1.3	0.413	0.010
2	최대	3.5	3.5	3.3	3.840	0.043
	평균	1.5	2.2	1.9	1.993	0.022
	최소	0.4	0.6	0.8	0.725	0.014
3	최대	1.9	3.2	15.4	4.112	0.261
	평균	1.2	2.2	4.5	1.915	0.059
	최소	0.3	1.6	1.4	1.296	0.010
4	최대	1.7	4.2	10.4	2.208	0.073
	평균	1.0	2.8	4.8	1.499	0.028
	최소	0.3	1.8	1.0	1.045	0.014
5	최대	1.6	4.2	10.0	2.064	0.080
	평균	1.3	3.4	5.0	1.106	0.039
	최소	0.7	2.0	2.0	0.480	0.004
6	최대	3.0	5.8	20.0	3.969	0.051
	평균	1.5	4.7	10.1	2.283	0.036
	최소	0.6	3.6	2.4	1.488	0.023
7	최대	1.5	3.8	12.4	3.097	0.054
	평균	1.3	3.4	6.3	2.176	0.043
	최소	1.1	3.2	3.4	1.008	0.034
8	최대	2.0	8.2	23.0	7.236	0.197
	평균	1.1	3.5	5.9	2.687	0.059
	최소	0.5	1.8	1.7	1.006	0.005
9	최대	1.6	5.2	6.0	4.671	0.073
	평균	1.0	3.3	3.6	1.649	0.030
	최소	0.6	2.2	2.0	0.883	0.014
10	최대	4.2	3.6	18.0	3.355	0.051
	평균	1.0	2.1	3.4	1.400	0.026
	최소	0.4	1.6	0.3	0.571	0.005
11	최대	2.1	5.0	13.8	1.864	0.032
	평균	1.1	2.5	2.5	1.114	0.014
	최소	0.3	0.8	0.5	0.389	0.000
12	최대	3.5	3.6	9.8	4.696	0.089
	평균	1.3	2.2	2.1	2.165	0.027
	최소	0.5	1.0	0.5	0.811	0.010

[표 2-65] 금강정비사업 이전 지천 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
1	최대	2.2	4.9	2.3	3.856	0.053
	평균	1.5	3.5	1.9	2.427	0.029
	최소	1.0	2.2	1.8	0.917	0.014
2	최대	2.5	4.6	4.4	8.214	0.030
	평균	1.9	3.2	2.4	4.456	0.020
	최소	1.2	1.6	0.3	2.292	0.004
3	최대	2.7	4.0	29.4	3.747	0.081
	평균	1.7	3.2	11.2	2.673	0.042
	최소	0.9	2.6	4.2	1.594	0.012
4	최대	2.5	6.2	24.9	3.075	0.111
	평균	1.3	4.0	13.6	2.250	0.052
	최소	0.5	2.8	6.2	1.064	0.020
5	최대	4.1	9.2	50.0	4.286	0.128
	평균	2.2	5.8	27.9	2.964	0.097
	최소	1.1	3.2	7.0	1.440	0.048
6	최대	2.4	8.4	25.0	3.648	0.087
	평균	1.9	6.7	13.3	2.538	0.074
	최소	1.2	4.8	2.6	1.824	0.058
7	최대	2.4	7.0	35.0	4.166	0.120
	평균	1.6	5.3	20.6	3.202	0.093
	최소	0.8	4.0	13.4	1.344	0.074
8	최대	2.4	7.8	69.4	8.985	0.245
	평균	1.5	4.5	22.6	3.353	0.098
	최소	0.9	2.8	1.1	1.562	0.048
9	최대	1.3	6.0	31.2	9.547	0.104
	평균	1.0	3.9	12.7	4.395	0.049
	최소	0.6	3.0	1.8	1.633	0.012
10	최대	1.4	4.2	13.6	3.662	0.059
	평균	0.9	2.7	5.5	1.839	0.038
	최소	0.1	1.6	1.2	0.732	0.026
11	최대	3.1	6.2	39.6	4.848	0.215
	평균	1.2	3.0	4.7	2.096	0.040
	최소	0.2	1.2	0.2	0.773	0.004
12	최대	2.2	4.5	7.6	3.734	0.049
	평균	1.0	2.7	1.9	2.415	0.027
	최소	0.1	0.6	0.2	1.368	0.005

[표 2-66] 금강정비사업 이전 은산천 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
1	최대	2.8	9.2	9.4	3.473	0.092
	평균	2.2	4.1	6.0	2.644	0.050
	최소	0.9	1.2	3.0	1.597	0.024
2	최대	3.6	5.2	18.7	8.394	0.093
	평균	1.9	3.6	8.9	4.261	0.072
	최소	0.8	1.6	4.0	2.294	0.052
3	최대	2.5	5.6	42.2	7.096	0.156
	평균	1.7	4.5	19.5	3.132	0.114
	최소	1.1	3.4	7.6	1.607	0.077
4	최대	6.5	9.4	69.5	4.495	0.199
	평균	3.0	6.4	26.0	2.655	0.135
	최소	1.3	4.6	11.2	1.807	0.064
5	최대	2.3	6.2	9.6	4.568	0.101
	평균	1.8	5.5	7.1	2.932	0.086
	최소	1.3	4.8	4.6	1.296	0.071
6	최대	8.2	9.4	25.0	2.950	0.165
	평균	6.5	9.3	14.9	2.444	0.117
	최소	4.8	9.2	4.8	1.939	0.070
7	최대	-	-	-	-	-
	평균	-	-	-	-	-
	최소	-	-	-	-	-
8	최대	1.5	6.2	38.7	11.373	0.367
	평균	1.2	4.2	17.8	6.187	0.192
	최소	0.7	3.0	10.7	1.134	0.069
9	최대	3.3	7.4	23.4	15.183	0.188
	평균	1.9	5.2	13.5	6.508	0.097
	최소	1.1	3.6	3.1	1.000	0.043
10	최대	1.4	3.8	12.4	8.685	0.086
	평균	1.1	3.1	9.2	3.621	0.079
	최소	0.5	2.4	6.6	1.794	0.070
11	최대	4.5	7.0	15.0	3.285	0.283
	평균	2.0	3.9	5.8	2.200	0.112
	최소	1.0	2.0	2.2	1.262	0.025
12	최대	2.4	5.8	4.4	4.685	0.079
	평균	1.8	3.6	2.2	3.394	0.053
	최소	1.0	2.2	0.6	2.685	0.019

[표 2-67] 금강정비사업 이전 금천 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
1	최대	3.1	3.8	11.6	5.411	0.149
	평균	1.9	3.0	8.7	4.009	0.109
	최소	0.7	1.2	5.2	2.079	0.081
2	최대	3.4	6.4	16.4	12.801	0.185
	평균	2.5	4.2	8.7	7.948	0.132
	최소	1.7	3.0	4.6	4.702	0.109
3	최대	6.3	8.4	40.7	8.589	0.262
	평균	3.7	5.7	21.6	5.583	0.186
	최소	2.0	4.0	11.0	3.434	0.129
4	최대	8.6	15.7	57.5	5.311	0.547
	평균	6.4	10.3	37.5	3.909	0.266
	최소	3.1	7.2	28.0	1.970	0.160
5	최대	6.8	9.8	26.0	7.819	0.211
	평균	5.2	9.1	24.5	4.510	0.179
	최소	3.5	8.3	23.0	1.201	0.146
6	최대	9.3	15.0	26.0	5.518	0.238
	평균	7.8	12.9	18.5	4.468	0.178
	최소	6.3	10.7	11.0	3.419	0.117
7	최대	-	-	-	-	-
	평균	-	-	-	-	-
	최소	-	-	-	-	-
8	최대	2.9	8.0	29.4	10.147	0.279
	평균	1.9	5.6	18.8	4.861	0.140
	최소	0.8	4.0	14.2	1.428	0.048
9	최대	2.9	11.2	30.4	11.787	0.164
	평균	2.2	7.3	19.8	4.968	0.106
	최소	1.0	5.4	9.9	1.127	0.056
10	최대	1.9	5.0	17.2	4.198	0.149
	평균	1.3	3.7	12.3	2.743	0.102
	최소	0.9	1.4	8.2	1.839	0.085
11	최대	3.1	9.2	30.0	2.876	0.216
	평균	2.0	4.0	12.2	2.080	0.113
	최소	1.3	2.0	5.8	1.441	0.064
12	최대	3.4	9.6	6.8	4.641	0.238
	평균	2.5	4.4	5.1	3.537	0.136
	최소	1.5	2.4	3.4	2.644	0.045

[표 2-68] 금강정비사업 이전 석성천 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
1	최대	5.1	9.8	12.9	9.817	1.168
	평균	3.3	5.8	8.9	6.146	0.661
	최소	2.0	2.4	5.0	3.584	0.181
2	최대	7.9	10.6	12.0	10.958	1.051
	평균	4.7	7.2	8.0	7.668	0.813
	최소	3.7	4.4	3.8	4.950	0.545
3	최대	13.6	11.2	31.2	10.333	1.206
	평균	6.0	8.2	16.1	6.778	0.882
	최소	1.1	1.2	7.6	3.996	0.649
4	최대	16.3	26.5	55.0	12.038	2.638
	평균	7.8	11.9	33.0	7.856	0.970
	최소	4.5	7.6	18.9	4.691	0.115
5	최대	7.4	10.8	47.0	13.164	0.772
	평균	6.0	9.2	29.1	8.663	0.460
	최소	4.9	7.7	15.8	4.682	0.295
6	최대	10.3	12.0	118.0	11.590	0.481
	평균	5.4	8.7	34.1	7.919	0.373
	최소	3.1	6.3	10.8	5.097	0.214
7	최대	8.5	12.0	36.4	9.957	0.878
	평균	5.5	9.6	27.1	4.567	0.490
	최소	1.8	6.8	18.6	2.613	0.183
8	최대	6.1	11.2	58.4	10.212	0.815
	평균	3.6	8.4	29.1	5.210	0.473
	최소	1.0	6.0	15.1	3.260	0.100
9	최대	8.9	12.4	34.5	11.472	0.860
	평균	4.9	7.9	18.7	5.668	0.398
	최소	0.9	4.2	6.0	3.052	0.020
10	최대	7.1	9.6	32.2	12.711	0.998
	평균	3.5	6.3	14.6	5.276	0.466
	최소	0.9	3.8	6.6	2.911	0.273
11	최대	7.9	9.4	16.0	7.600	1.042
	평균	3.9	6.6	10.1	5.515	0.612
	최소	1.8	3.2	4.2	3.422	0.307
12	최대	8.1	10.8	21.0	8.856	0.881
	평균	4.2	6.9	13.1	6.279	0.615
	최소	1.1	2.6	4.8	3.276	0.198

[표 2-69] 금강정비사업 이전 논산천 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
1	최대	3.6	4.6	4.4	7.932	0.343
	평균	2.3	3.3	4.4	6.050	0.305
	최소	1.6	1.8	4.4	3.884	0.239
2	최대	5.1	6.4	10.8	14.476	0.355
	평균	3.0	4.6	10.8	7.095	0.267
	최소	2.0	3.0	10.8	3.731	0.190
3	최대	6.0	8.4	6.0	8.382	0.299
	평균	4.2	5.9	6.0	6.445	0.219
	최소	2.8	4.6	6.0	4.315	0.179
4	최대	4.0	9.2	12.8	8.742	0.526
	평균	2.6	5.9	8.4	5.216	0.281
	최소	1.6	4.0	2.5	2.614	0.032
5	최대	5.7	11.3	15.2	14.045	0.778
	평균	5.0	9.7	12.2	9.868	0.439
	최소	3.8	8.4	7.8	7.652	0.146
6	최대	11.2	11.5	37.7	9.942	0.358
	평균	4.7	8.2	18.5	6.694	0.256
	최소	2.7	5.8	12.6	5.561	0.120
7	최대	7.0	11.6	33.2	8.476	0.606
	평균	4.1	8.0	16.1	5.453	0.334
	최소	1.3	4.2	8.2	1.465	0.106
8	최대	6.2	9.8	19.1	11.729	0.429
	평균	3.2	7.0	12.4	5.886	0.223
	최소	0.8	3.6	3.7	2.388	0.010
9	최대	6.5	11.6	17.8	11.344	0.514
	평균	3.2	6.0	8.6	6.437	0.211
	최소	1.1	2.4	0.6	2.167	0.037
10	최대	4.4	6.4	19.8	8.939	0.303
	평균	2.9	4.8	9.7	4.515	0.184
	최소	1.0	2.4	5.8	1.323	0.048
11	최대	7.2	8.0	23.4	7.301	0.293
	평균	3.3	4.9	12.0	5.413	0.179
	최소	1.2	3.2	4.4	3.922	0.107
12	최대	2.2	4.4	28.0	8.560	1.195
	평균	1.4	2.8	9.5	5.815	0.332
	최소	1.0	1.2	2.0	0.961	0.170

[표 2-70] 금강정비사업 이전 강경천 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
1	최대	7.0	6.0	9.0	19.014	0.539
	평균	4.9	5.2	8.3	14.114	0.430
	최소	3.6	4.4	7.2	10.914	0.329
2	최대	6.5	9.4	14.3	16.198	0.578
	평균	4.9	6.7	10.7	13.733	0.525
	최소	2.8	5.2	5.8	10.207	0.489
3	최대	6.4	10.6	49.0	16.521	0.618
	평균	5.3	7.8	19.0	13.189	0.522
	최소	3.3	5.4	11.4	8.567	0.455
4	최대	10.1	14.6	22.0	15.594	0.482
	평균	6.6	9.8	12.7	8.919	0.254
	최소	3.7	5.5	3.5	3.182	0.102
5	최대	14.4	20.9	38.6	15.494	0.639
	평균	9.7	13.8	17.8	11.359	0.424
	최소	5.9	8.8	6.8	8.726	0.182
6	최대	11.2	16.3	89.0	10.554	0.396
	평균	8.4	11.1	24.9	7.989	0.309
	최소	6.1	9.0	8.4	5.151	0.179
7	최대	10.9	14.4	38.8	9.555	0.364
	평균	8.2	12.0	20.5	6.729	0.285
	최소	5.9	9.4	11.8	4.620	0.223
8	최대	9.1	11.8	71.8	15.473	0.292
	평균	5.9	9.8	26.4	6.954	0.246
	최소	3.3	6.7	10.4	0.183	0.223
9	최대	9.2	12.0	20.6	12.755	0.344
	평균	4.8	7.6	11.1	7.451	0.225
	최소	1.2	5.0	5.6	5.081	0.133
10	최대	9.7	12.3	17.0	15.563	0.499
	평균	5.7	7.9	11.1	8.627	0.227
	최소	1.6	4.2	6.4	3.928	0.063
11	최대	9.2	11.7	28.3	17.248	0.462
	평균	4.4	7.3	11.5	8.928	0.319
	최소	1.7	5.2	3.4	4.039	0.115
12	최대	3.5	6.4	22.4	15.174	0.496
	평균	2.4	4.5	7.7	9.429	0.431
	최소	0.9	1.2	3.4	6.099	0.342

[표 2-71] 금강정비사업 이전 사동천 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
1	최대	3.7	9.6	4.8	21.433	0.197
	평균	2.7	5.2	2.5	8.635	0.142
	최소	1.1	1.2	0.2	3.455	0.065
2	최대	5.5	5.8	15.6	15.341	0.320
	평균	2.7	3.6	4.7	7.834	0.144
	최소	0.8	1.0	1.0	2.454	0.020
3	최대	6.7	7.8	35.4	10.829	0.500
	평균	2.7	4.1	9.7	6.448	0.210
	최소	0.8	1.8	0.8	2.566	0.017
4	최대	6.4	8.2	22.0	5.491	0.357
	평균	3.4	5.9	11.8	3.519	0.181
	최소	1.0	2.2	7.4	2.064	0.016
5	최대	2.9	5.6	5.8	3.811	0.037
	평균	2.2	5.6	4.9	3.650	0.037
	최소	1.5	5.6	4.0	3.489	0.037
6	최대	2.2	7.0	15.0	3.041	0.056
	평균	2.1	6.3	11.0	2.867	0.053
	최소	1.9	5.6	7.0	2.694	0.050
7	최대	-	-	-	-	-
	평균	-	-	-	-	-
	최소	-	-	-	-	-
8	최대	2.1	5.6	11.8	10.322	0.150
	평균	1.5	4.1	8.5	4.466	0.059
	최소	0.6	3.2	4.8	1.323	0.011
9	최대	2.7	7.2	16.6	13.408	0.153
	평균	1.3	4.5	7.2	3.793	0.080
	최소	0.6	3.0	2.4	1.467	0.016
10	최대	1.7	5.7	14.0	6.736	0.271
	평균	1.4	3.9	5.5	4.263	0.139
	최소	0.9	2.4	2.8	2.547	0.033
11	최대	2.9	5.0	5.4	5.083	0.305
	평균	1.8	3.2	3.0	3.038	0.119
	최소	0.9	2.0	0.6	1.620	0.011
12	최대	4.8	9.0	24.0	16.279	0.289
	평균	2.4	4.9	5.4	8.550	0.216
	최소	1.1	2.8	0.6	2.108	0.040

다. 금강정비사업 이후 지류하천 수질

- 금강정비사업이 시행된 이후인 2011년부터 2013년 8월까지 금강본류의 주요 지류하천 17개 지점을 측정하였으나, 본 결과의 분석에는 2013년 7월까지의 측정자료만 분석하였음
- 금강정비사업이 시행되기 이전 3년간 5개 항목(BOD₅, COD, SS, T-N, T-P) 월최대·월최소·월평균 수질을 산출하였음
- 많은 측정지점에서 BOD₅ 농도가 3~6월간 상승하였으며, 변동폭이 커지는 것으로 나타났고, 장마기와 풍수기가 본격적으로 시작되는 7~9월간 낮아지는 경향을 나타내고 있음

[표 2-72] 금강정비사업 이후 봉황천 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
1	최대	2.3	4.8	7.2	4.820	0.122
	평균	1.6	3.5	2.6	4.178	0.049
	최소	0.9	2.4	0.8	3.536	0.020
2	최대	2.2	2.8	8.0	5.326	0.160
	평균	1.6	2.2	2.7	4.441	0.067
	최소	0.5	1.6	0.8	3.873	0.023
3	최대	4.0	11.5	38.4	4.880	0.200
	평균	2.3	4.5	8.1	4.018	0.083
	최소	1.0	2.4	0.6	3.028	0.040
4	최대	3.8	5.6	3.4	4.532	0.067
	평균	2.2	3.1	2.2	3.699	0.037
	최소	1.3	1.6	0.4	2.518	0.026
5	최대	3.9	4.9	10.4	3.533	0.160
	평균	2.1	3.2	4.0	2.962	0.077
	최소	0.6	1.9	0.6	2.357	0.040
6	최대	2.5	4.7	18.0	3.326	0.102
	평균	1.7	3.8	4.7	2.683	0.061
	최소	0.4	2.8	0.8	2.195	0.025
7	최대	0.7	3.6	15.2	2.982	0.038
	평균	0.6	3.3	8.2	2.784	0.031
	최소	0.5	3.0	1.2	2.586	0.024
8	최대	1.8	3.6	1.2	3.041	0.035
	평균	1.4	3.2	1.0	2.141	0.035
	최소	0.9	2.8	0.8	1.240	0.034
9	최대	1.1	2.6	1.8	2.715	0.037
	평균	1.0	2.5	1.0	2.431	0.037
	최소	0.8	2.3	0.2	2.147	0.037
10	최대	1.3	2.8	0.4	3.360	0.074
	평균	1.2	2.2	0.3	3.352	0.050
	최소	1.0	1.6	0.2	3.344	0.025
11	최대	2.5	4.1	0.2	4.362	0.032
	평균	1.7	3.6	0.2	3.699	0.030
	최소	0.9	3.1	0.2	3.035	0.027
12	최대	2.0	4.5	38.0	4.234	0.052
	평균	1.4	2.7	8.5	3.943	0.044
	최소	0.5	2.0	0.6	3.590	0.037

[표 2-73] 금강정비사업 이후 삼성천 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/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	6.0	42.4	4.054	0.092
	평균	2.0	2.9	12.2	2.349	0.055
	최소	0.5	1.0	2.8	0.994	0.030
3	최대	1.9	5.4	6.0	2.084	0.047
	평균	1.6	3.2	4.3	1.779	0.036
	최소	1.2	1.6	1.2	1.511	0.022
4	최대	2.2	5.9	8.0	1.921	0.089
	평균	1.6	3.3	5.1	1.494	0.048
	최소	1.1	2.0	1.6	0.819	0.026
5	최대	2.9	7.4	19.2	2.591	0.119
	평균	1.6	5.4	6.9	1.749	0.063
	최소	0.6	2.9	1.6	0.397	0.035
6	최대	2.2	6.7	80.4	2.177	0.151
	평균	1.6	5.4	21.5	1.903	0.056
	최소	0.7	4.5	2.0	1.348	0.022
7	최대	0.8	4.9	11.0	2.202	0.114
	평균	0.7	2.5	6.9	1.429	0.083
	최소	0.5	0.0	2.8	0.656	0.052
8	최대	0.8	5.2	1.2	2.152	0.062
	평균	0.5	4.7	1.0	1.664	0.035
	최소	0.2	4.1	0.8	1.176	0.008
9	최대	1.0	4.2	4.4	2.558	0.025
	평균	0.9	3.6	3.4	1.916	0.023
	최소	0.7	2.9	2.4	1.273	0.020
10	최대	1.5	1.5	2.0	1.335	0.023
	평균	1.0	1.5	1.4	1.326	0.022
	최소	0.5	1.5	0.8	1.316	0.020
11	최대	1.0	2.5	2.0	1.337	0.004
	평균	0.9	2.5	1.6	1.277	0.002
	최소	0.8	2.4	1.2	1.217	0.000
12	최대	2.8	2.9	23.2	2.931	0.054
	평균	1.2	2.6	8.6	2.253	0.037
	최소	0.6	1.8	2.4	1.663	0.001

[표 2-74] 금강정비사업 이후 용수천 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/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	5.5	42.0	3.011	0.051
	평균	2.3	3.0	10.6	2.397	0.039
	최소	0.5	1.0	1.6	1.994	0.026
3	최대	4.0	3.9	6.8	3.282	0.083
	평균	1.9	2.7	4.0	2.173	0.036
	최소	1.2	1.8	0.8	1.714	0.018
4	최대	4.1	4.1	7.6	2.470	0.064
	평균	2.0	3.1	5.2	1.943	0.046
	최소	1.3	2.1	2.4	1.722	0.025
5	최대	2.2	7.5	13.2	3.423	0.161
	평균	1.4	4.5	6.2	1.955	0.075
	최소	1.0	3.0	0.8	1.144	0.027
6	최대	10.8	5.3	42.4	2.395	0.111
	평균	3.0	3.8	15.0	1.593	0.050
	최소	0.7	2.9	0.8	0.916	0.018
7	최대	1.5	6.7	41.2	1.983	0.236
	평균	1.5	5.2	22.0	1.380	0.183
	최소	1.4	3.6	2.8	0.776	0.129
8	최대	1.4	3.7	0.8	1.570	0.071
	평균	0.8	3.7	0.6	1.549	0.039
	최소	0.2	3.6	0.4	1.527	0.006
9	최대	1.2	4.3	6.8	2.382	0.111
	평균	1.2	3.4	4.6	1.678	0.075
	최소	1.2	2.5	2.4	0.974	0.038
10	최대	0.9	2.8	1.2	1.292	0.040
	평균	0.8	2.8	1.0	1.179	0.027
	최소	0.7	2.7	0.8	1.066	0.014
11	최대	1.4	3.1	1.6	1.157	0.047
	평균	1.3	2.7	1.6	1.121	0.026
	최소	1.2	2.3	1.6	1.084	0.005
12	최대	2.5	3.0	2.4	2.383	0.067
	평균	1.7	2.3	1.9	2.121	0.035
	최소	1.1	1.6	1.6	1.741	0.000

[표 2-75] 금강정비사업 이후 대교천 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/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	3.3	20.8	3.557	0.043
	평균	2.8	2.5	7.5	2.940	0.032
	최소	1.5	1.5	0.8	2.344	0.017
3	최대	3.8	6.0	64.8	3.876	0.254
	평균	2.8	4.0	14.1	2.845	0.079
	최소	2.0	2.6	0.4	2.363	0.027
4	최대	8.4	5.0	8.0	3.340	0.087
	평균	3.0	3.6	4.0	2.395	0.050
	최소	1.0	2.1	1.2	1.621	0.031
5	최대	3.2	7.2	16.8	3.276	0.161
	평균	2.2	5.0	7.8	2.066	0.083
	최소	1.3	3.0	1.6	1.170	0.028
6	최대	2.7	5.3	42.4	2.853	0.087
	평균	1.8	4.6	11.0	1.686	0.057
	최소	1.3	3.6	1.6	0.667	0.025
7	최대	1.0	4.3	35.2	3.207	0.114
	평균	1.0	4.3	19.2	3.168	0.090
	최소	0.9	4.2	3.2	3.128	0.065
8	최대	1.7	5.6	9.6	3.226	0.189
	평균	1.0	4.6	6.6	3.131	0.106
	최소	0.3	3.5	3.6	3.036	0.023
9	최대	1.1	5.0	48.8	2.391	0.043
	평균	1.0	4.1	25.2	2.317	0.043
	최소	0.8	3.2	1.6	2.243	0.042
10	최대	1.2	3.6	2.4	2.596	0.039
	평균	1.1	2.8	2.0	2.494	0.031
	최소	1.0	1.9	1.6	2.392	0.023
11	최대	1.5	2.3	2.0	2.207	0.030
	평균	1.4	2.0	1.4	2.086	0.022
	최소	1.2	1.7	0.8	1.964	0.014
12	최대	3.1	5.4	77.6	3.313	0.079
	평균	2.0	3.4	20.6	2.927	0.049
	최소	0.7	2.3	1.6	2.715	0.016

[표 2-76] 금강정비사업 이후 정안천 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
1	최대	2.1	3.5	6.2	4.251	0.090
	평균	1.7	2.8	3.2	3.581	0.054
	최소	0.9	1.7	1.2	2.752	0.012
2	최대	3.1	2.6	10.8	4.365	0.084
	평균	2.1	2.2	4.0	3.854	0.056
	최소	0.9	1.4	0.8	3.478	0.027
3	최대	3.6	8.5	14.8	4.116	0.678
	평균	2.2	4.2	7.1	3.638	0.166
	최소	1.3	1.8	1.6	3.156	0.047
4	최대	3.3	3.1	6.4	3.999	0.072
	평균	2.3	3.0	4.9	3.186	0.051
	최소	1.2	2.8	2.0	2.815	0.034
5	최대	7.2	8.4	64.8	3.296	0.187
	평균	3.7	4.3	15.7	2.447	0.085
	최소	1.5	2.2	2.0	1.401	0.032
6	최대	2.9	4.4	7.6	3.240	0.044
	평균	1.8	3.9	3.3	2.004	0.031
	최소	0.4	3.3	0.4	1.279	0.017
7	최대	2.9	5.9	12.0	3.161	0.097
	평균	2.1	5.2	8.7	2.015	0.066
	최소	1.3	4.4	5.4	0.869	0.034
8	최대	1.9	4.0	2.8	3.253	0.080
	평균	1.1	3.6	1.6	2.587	0.048
	최소	0.2	3.1	0.4	1.921	0.015
9	최대	3.3	5.0	8.0	2.718	0.059
	평균	2.1	4.1	4.6	2.363	0.040
	최소	0.9	3.1	1.2	2.008	0.021
10	최대	2.2	2.9	2.4	2.927	0.039
	평균	1.9	2.3	2.2	2.771	0.028
	최소	1.5	1.7	2.0	2.614	0.017
11	최대	1.5	3.1	1.6	2.695	0.104
	평균	1.2	2.3	1.4	2.638	0.055
	최소	0.9	1.5	1.2	2.581	0.005
12	최대	2.5	2.9	26.4	4.132	0.056
	평균	1.9	2.5	7.0	3.626	0.041
	최소	1.1	2.2	1.2	3.258	0.000

[표 2-77] 금강정비사업 이후 유구천 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
1	최대	2.3	4.6	4.8	2,980	0.064
	평균	1.6	3.2	2.3	2,658	0.025
	최소	1.1	1.6	0.4	2,268	0.000
2	최대	1.5	3.8	3.6	3,415	0.059
	평균	1.2	1.9	2.2	2,934	0.039
	최소	0.7	1.1	0.8	2,603	0.013
3	최대	2.7	7.1	18.4	3,513	0.069
	평균	2.0	3.4	5.5	2,512	0.038
	최소	1.0	1.2	0.4	1,991	0.017
4	최대	2.7	5.3	10.8	3,924	0.082
	평균	2.0	4.1	4.7	2,376	0.037
	최소	1.2	2.5	0.8	1,714	0.013
5	최대	5.0	12.4	26.4	3,453	0.170
	평균	2.1	5.1	8.3	2,275	0.068
	최소	0.8	2.8	1.6	1,427	0.019
6	최대	5.3	10.3	26.4	3,382	0.067
	평균	2.2	5.0	7.7	2,264	0.039
	최소	0.5	3.3	1.2	1,556	0.022
7	최대	2.8	6.5	7.6	2,286	0.053
	평균	1.8	4.6	7.0	1,452	0.032
	최소	0.7	2.7	6.4	0.618	0.011
8	최대	2.3	3.8	4.4	1,984	0.061
	평균	1.6	3.3	3.2	1,638	0.039
	최소	0.9	2.8	2.0	1,292	0.017
9	최대	3.4	3.6	12.4	2,104	0.029
	평균	2.2	3.2	7.8	1,782	0.027
	최소	1.0	2.8	3.2	1,460	0.025
10	최대	0.8	2.7	4.0	2,019	0.023
	평균	0.7	2.2	2.4	1,794	0.012
	최소	0.6	1.7	0.8	1,568	0.000
11	최대	2.2	3.2	6.8	1,900	0.023
	평균	1.9	2.5	3.6	1,736	0.018
	최소	1.6	1.8	0.4	1,572	0.013
12	최대	3.8	5.9	6.0	3,283	0.033
	평균	2.4	3.3	2.2	2,740	0.030
	최소	0.9	1.9	0.4	2,135	0.026

[표 2-78] 금강정비사업 이후 검상천 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
1	최대	2.4	5.7	12.0	3.470	0.058
	평균	1.8	3.5	4.4	2.530	0.037
	최소	0.5	2.2	0.8	0.934	0.019
2	최대	3.1	3.3	9.6	3.625	0.074
	평균	1.9	2.4	3.8	2.604	0.037
	최소	1.0	0.9	2.0	1.337	0.014
3	최대	1.9	7.0	6.8	3.963	0.071
	평균	1.6	4.1	2.9	2.571	0.055
	최소	0.5	2.9	1.6	1.983	0.032
4	최대	2.4	5.0	6.8	4.763	0.100
	평균	1.7	3.6	5.0	2.591	0.059
	최소	0.8	2.9	2.8	1.363	0.040
5	최대	3.2	6.9	14.0	3.745	0.104
	평균	1.7	4.9	7.0	2.414	0.066
	최소	0.5	3.9	2.8	1.368	0.037
6	최대	3.1	6.2	23.6	2.756	0.063
	평균	1.4	4.5	8.2	2.175	0.050
	최소	0.4	3.4	2.4	1.758	0.025
7	최대	2.5	7.4	15.4	2.680	0.047
	평균	1.7	5.4	9.7	2.123	0.046
	최소	0.8	3.4	4.0	1.565	0.045
8	최대	1.6	5.2	4.4	2.052	0.059
	평균	1.2	4.7	4.0	1.897	0.043
	최소	0.7	4.2	3.6	1.741	0.026
9	최대	3.0	5.6	8.8	1.660	0.057
	평균	2.2	4.3	4.6	1.526	0.029
	최소	1.3	3.0	0.4	1.391	0.000
10	최대	0.6	2.6	3.6	2.070	0.042
	평균	0.6	2.5	2.6	1.828	0.023
	최소	0.5	2.4	1.6	1.585	0.003
11	최대	1.8	3.4	2.8	3.462	0.029
	평균	1.8	2.8	2.0	2.864	0.021
	최소	1.7	2.1	1.2	2.265	0.012
12	최대	6.2	8.7	5.2	3.180	0.045
	평균	2.9	3.5	2.6	2.734	0.034
	최소	0.5	2.1	0.4	1.882	0.006

[표 2-79] 금강정비사업 이후 어천 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
1	최대	2.5	4.4	5.4	10.636	0.690
	평균	1.7	2.6	2.3	3.884	0.129
	최소	0.9	1.5	0.8	2.125	0.000
2	최대	2.9	3.0	2.4	3.274	0.055
	평균	2.1	1.9	1.8	2.686	0.027
	최소	1.3	1.1	0.8	1.827	0.010
3	최대	1.8	5.0	9.2	2.821	0.043
	평균	1.2	3.1	4.0	2.542	0.028
	최소	0.6	2.0	1.0	2.205	0.018
4	최대	2.4	5.4	5.6	2.862	0.061
	평균	1.5	2.8	4.8	2.412	0.033
	최소	0.4	1.6	4.0	2.126	0.013
5	최대	2.5	5.9	28.8	3.427	0.126
	평균	1.7	4.1	9.4	2.526	0.062
	최소	0.9	3.1	0.8	1.781	0.024
6	최대	2.8	6.6	16.0	3.114	0.055
	평균	2.0	4.7	7.5	2.441	0.040
	최소	1.2	2.9	2.4	1.636	0.012
7	최대	1.9	6.5	11.6	2.637	0.037
	평균	1.3	4.9	7.6	1.982	0.023
	최소	0.7	3.2	3.6	1.326	0.009
8	최대	2.4	3.2	1.6	2.055	0.013
	평균	1.6	3.1	1.4	1.865	0.012
	최소	0.7	2.9	1.2	1.674	0.010
9	최대	0.7	3.3	8.8	1.939	0.018
	평균	0.7	2.8	4.6	1.832	0.009
	최소	0.6	2.2	0.4	1.724	0.000
10	최대	1.1	2.5	1.6	2.183	0.000
	평균	0.7	2.1	1.4	1.931	0.000
	최소	0.3	1.6	1.2	1.678	0.000
11	최대	4.5	2.1	26.4	2.386	0.031
	평균	2.8	2.1	13.4	2.059	0.026
	최소	1.1	2.0	0.4	1.731	0.021
12	최대	2.5	3.1	4.0	2.928	0.036
	평균	1.5	2.4	1.7	2.485	0.028
	최소	1.0	1.6	0.4	1.938	0.017

[표 2-80] 금강정비사업 이후 치성천 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
1	최대	25.8	34.1	16.4	5.757	0.100
	평균	5.8	8.4	6.1	2.980	0.034
	최소	0.3	1.5	1.6	2.080	0.011
2	최대	4.9	31.6	28.0	3.261	0.071
	평균	2.7	7.5	7.5	2.556	0.040
	최소	1.2	2.1	0.8	0.888	0.010
3	최대	3.1	10.2	10.4	3.363	0.075
	평균	1.8	5.1	4.0	2.632	0.051
	최소	1.0	2.0	0.8	2.064	0.028
4	최대	2.7	4.0	14.4	4.823	0.120
	평균	2.1	3.8	9.6	2.902	0.064
	최소	1.5	3.3	6.0	2.137	0.044
5	최대	7.5	11.1	20.0	5.500	1.103
	평균	4.5	7.0	8.3	3.588	0.271
	최소	1.7	5.2	2.0	1.350	0.032
6	최대	5.8	7.8	25.6	3.570	0.121
	평균	3.6	6.6	10.6	2.637	0.087
	최소	2.2	5.9	4.0	1.954	0.036
7	최대	1.9	6.9	17.2	2.912	0.055
	평균	1.4	5.6	11.8	2.308	0.036
	최소	0.8	4.2	6.4	1.704	0.017
8	최대	3.7	8.3	9.6	2.785	0.045
	평균	2.7	5.7	6.6	2.520	0.032
	최소	1.6	3.1	3.6	2.255	0.018
9	최대	1.9	4.2	14.0	3.576	0.127
	평균	1.6	4.0	8.6	2.778	0.081
	최소	1.2	3.7	3.2	1.980	0.035
10	최대	0.6	3.9	37.2	2.031	0.023
	평균	0.6	3.6	19.4	1.999	0.020
	최소	0.6	3.2	1.6	1.967	0.017
11	최대	4.1	3.0	43.6	2.265	0.028
	평균	3.0	3.0	22.2	2.073	0.026
	최소	1.9	2.9	0.8	1.881	0.024
12	최대	3.1	4.1	4.0	3.149	0.045
	평균	2.4	2.7	2.5	2.619	0.035
	최소	1.4	2.0	1.2	1.901	0.025

[표 2-81] 금강정비사업 이후 잉화달천 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
1	최대	2.4	3.9	2.8	2,448	0.042
	평균	1.7	2.1	2.3	1,693	0.020
	최소	1.1	1.4	1.2	0.472	0.000
2	최대	3.3	4.4	4.4	2,307	0.053
	평균	2.0	2.3	2.1	1,751	0.022
	최소	0.7	0.8	0.8	1,087	0.000
3	최대	1.7	3.5	6.8	2,596	0.040
	평균	1.2	2.8	2.1	1,803	0.026
	최소	0.4	1.6	0.2	1,417	0.010
4	최대	1.9	3.6	4.8	2,974	0.057
	평균	1.3	2.6	3.5	1,706	0.031
	최소	0.4	1.9	2.8	1,293	0.009
5	최대	1.9	4.6	7.6	3,144	0.087
	평균	1.4	3.8	4.5	1,936	0.044
	최소	0.9	3.3	2.0	0,971	0.020
6	최대	2.2	4.5	12.4	2,843	0.048
	평균	1.4	4.1	7.3	2,285	0.039
	최소	0.9	3.2	3.2	1,090	0.021
7	최대	1.3	5.9	8.4	2,304	0.036
	평균	0.9	4.8	5.0	1,952	0.022
	최소	0.5	3.6	1.6	1,600	0.008
8	최대	1.1	3.0	3.6	1,343	0.008
	평균	1.0	2.6	2.2	1,162	0.005
	최소	0.9	2.1	0.8	0,981	0.001
9	최대	1.6	3.6	7.6	4,360	0.082
	평균	1.2	3.1	4.0	2,793	0.041
	최소	0.8	2.5	0.4	1,225	0.000
10	최대	0.9	3.2	2.4	1,193	0.000
	평균	0.6	2.8	2.2	1,169	0.000
	최소	0.2	2.3	2.0	1,145	0.000
11	최대	1.4	2.6	1.6	1,261	0.019
	평균	1.3	2.2	1.2	1,149	0.018
	최소	1.1	1.8	0.8	1,036	0.017
12	최대	3.4	4.9	9.6	2,306	0.030
	평균	1.8	2.7	3.8	1,788	0.024
	최소	1.0	1.6	0.8	1,289	0.007

[표 2-82] 금강정비사업 이후 지천 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
1	최대	2.8	4.7	40.8	3.018	0.052
	평균	1.6	2.6	13.7	2.738	0.022
	최소	0.3	1.4	0.8	2.406	0.010
2	최대	3.3	3.4	33.6	3.408	0.051
	평균	1.9	2.3	8.8	2.914	0.028
	최소	0.6	1.3	1.6	2.255	0.016
3	최대	4.4	6.1	18.4	4.416	0.092
	평균	2.3	3.5	7.4	2.699	0.043
	최소	0.8	2.2	1.6	2.133	0.023
4	최대	2.6	5.7	119.2	3.517	0.081
	평균	2.0	3.9	26.1	2.469	0.050
	최소	1.3	2.9	4.8	1.804	0.024
5	최대	5.6	8.0	30.8	6.414	0.191
	평균	3.4	5.3	14.1	3.095	0.084
	최소	1.8	3.8	5.2	1.483	0.025
6	최대	3.6	8.7	25.2	3.439	0.083
	평균	2.9	6.2	12.2	2.556	0.059
	최소	0.9	4.6	3.2	1.740	0.036
7	최대	2.8	8.2	27.2	3.064	0.043
	평균	1.8	6.0	18.4	2.550	0.034
	최소	0.8	3.8	9.6	2.036	0.024
8	최대	1.7	5.4	2.8	2.493	0.029
	평균	1.4	4.4	2.4	1.886	0.024
	최소	1.0	3.4	2.0	1.278	0.018
9	최대	1.2	4.1	67.2	2.060	0.054
	평균	1.1	3.5	34.6	1.914	0.035
	최소	0.9	2.8	2.0	1.767	0.016
10	최대	0.9	2.9	3.2	2.027	0.022
	평균	0.8	2.8	2.2	1.938	0.011
	최소	0.7	2.7	1.2	1.849	0.000
11	최대	2.3	3.2	7.2	2.293	0.041
	평균	2.1	2.8	3.8	2.082	0.031
	최소	1.8	2.4	0.4	1.871	0.021
12	최대	3.8	4.8	26.8	3.154	0.047
	평균	2.6	2.8	10.2	2.785	0.032
	최소	1.8	2.0	1.6	2.276	0.019

[표 2-83] 금강정비사업 이후 은산천 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
1	최대	3.3	4.9	3.6	3.976	0.234
	평균	2.0	2.6	1.9	3.335	0.055
	최소	0.6	1.0	0.4	2.787	0.000
2	최대	4.0	3.9	7.6	4.043	0.063
	평균	2.8	2.6	3.2	3.522	0.038
	최소	1.6	1.6	0.8	2.780	0.013
3	최대	3.1	6.7	28.0	3.292	0.081
	평균	2.3	4.4	9.0	2.574	0.056
	최소	1.2	2.9	4.0	2.104	0.038
4	최대	5.3	5.5	40.0	3.257	0.146
	평균	2.7	4.1	15.3	2.258	0.083
	최소	1.5	3.0	4.4	1.613	0.048
5	최대	7.6	7.9	40.4	3.516	0.142
	평균	3.1	6.1	16.1	1.693	0.091
	최소	0.7	4.2	3.2	0.746	0.040
6	최대	3.5	9.3	16.8	3.152	0.084
	평균	2.2	6.6	9.3	1.729	0.058
	최소	1.5	5.0	4.0	0.640	0.042
7	최대	3.1	6.8	23.0	3.090	0.076
	평균	2.2	5.6	15.5	2.463	0.068
	최소	1.3	4.3	8.0	1.835	0.060
8	최대	1.4	7.1	10.8	2.515	0.049
	평균	1.1	5.7	6.4	1.602	0.047
	최소	0.7	4.2	2.0	0.689	0.044
9	최대	1.8	4.8	15.6	3.828	0.123
	평균	1.1	4.7	9.2	2.369	0.091
	최소	0.3	4.6	2.8	0.910	0.059
10	최대	1.5	3.2	3.2	2.521	0.022
	평균	1.0	2.5	2.4	2.398	0.018
	최소	0.4	1.8	1.6	2.274	0.014
11	최대	0.9	3.7	4.8	2.164	0.049
	평균	0.9	2.9	3.8	2.036	0.029
	최소	0.9	2.1	2.8	1.908	0.009
12	최대	3.6	4.5	6.0	3.599	0.042
	평균	2.3	2.9	3.8	3.044	0.030
	최소	1.0	2.4	0.8	2.339	0.008

[표 2-84] 금강정비사업 이후 금천 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
1	최대	3.3	5.1	6.8	3.621	0.156
	평균	2.3	3.4	4.7	3.222	0.059
	최소	0.6	2.3	2.0	2.876	0.012
2	최대	3.8	4.0	12.4	3.889	0.128
	평균	2.8	2.9	5.9	3.384	0.078
	최소	1.7	2.0	1.2	2.823	0.032
3	최대	3.5	7.6	29.6	4.009	0.119
	평균	2.9	5.9	18.0	3.024	0.093
	최소	2.2	4.2	6.8	1.930	0.058
4	최대	8.6	8.8	50.0	3.264	0.138
	평균	5.9	6.9	32.5	2.228	0.100
	최소	3.0	5.3	8.4	1.478	0.065
5	최대	7.0	11.3	33.2	5.266	0.152
	평균	6.1	8.8	19.0	2.951	0.106
	최소	4.3	7.5	2.0	1.542	0.055
6	최대	8.6	11.5	21.6	5.498	0.083
	평균	5.7	8.0	12.9	3.736	0.065
	최소	2.2	5.5	4.0	2.262	0.040
7	최대	4.7	7.8	14.6	2.399	0.090
	평균	3.2	7.8	13.3	1.796	0.076
	최소	1.7	7.8	12.0	1.193	0.062
8	최대	4.6	8.4	17.6	2.384	0.078
	평균	2.8	6.3	9.8	1.904	0.066
	최소	1.0	4.1	2.0	1.423	0.054
9	최대	3.6	6.4	16.0	2.577	0.114
	평균	2.2	6.0	9.0	1.961	0.086
	최소	0.8	5.6	2.0	1.344	0.057
10	최대	3.1	4.3	6.8	2.318	0.049
	평균	2.4	3.8	4.6	2.296	0.045
	최소	1.6	3.3	2.4	2.274	0.041
11	최대	1.8	4.9	10.8	2.225	0.089
	평균	1.7	3.2	6.0	2.211	0.051
	최소	1.6	1.5	1.2	2.197	0.013
12	최대	3.3	4.9	12.4	3.490	0.063
	평균	2.5	3.6	6.2	3.132	0.048
	최소	1.7	2.7	3.6	2.661	0.017

[표 2-85] 금강정비사업 이후 석성천 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
1	최대	8.2	9.2	26.0	12.150	1.132
	평균	4.4	5.6	10.7	7.029	0.666
	최소	2.6	2.1	4.0	4.405	0.289
2	최대	15.3	12.7	30.0	10.451	2.170
	평균	7.0	7.1	10.0	6.462	0.589
	최소	2.7	3.5	3.6	4.358	0.176
3	최대	9.8	10.3	45.6	9.520	1.001
	평균	6.8	8.5	20.3	6.087	0.520
	최소	3.5	4.6	8.8	3.381	0.218
4	최대	10.5	11.2	38.4	5.611	0.654
	평균	7.3	8.3	29.1	4.788	0.533
	최소	5.2	6.2	23.6	4.154	0.367
5	최대	7.8	10.0	42.0	6.379	0.386
	평균	6.0	7.8	25.7	3.473	0.198
	최소	1.1	1.9	4.4	0.351	0.053
6	최대	5.6	11.9	53.2	3.670	0.452
	평균	4.5	8.9	27.3	3.263	0.238
	최소	3.2	7.2	7.6	2.691	0.101
7	최대	3.0	7.3	34.4	3.641	0.194
	평균	3.0	7.3	31.4	2.955	0.176
	최소	2.9	7.2	28.4	2.269	0.158
8	최대	2.5	9.2	8.0	2.631	0.113
	평균	2.1	7.3	4.4	2.509	0.095
	최소	1.7	5.4	0.8	2.386	0.077
9	최대	3.0	5.9	23.6	2.398	0.254
	평균	1.8	5.3	15.0	1.865	0.209
	최소	0.6	4.7	6.4	1.331	0.163
10	최대	3.5	6.6	9.2	3.876	0.339
	평균	2.6	5.8	5.2	3.802	0.266
	최소	1.7	5.0	1.2	3.728	0.192
11	최대	2.6	6.0	13.2	4.894	0.492
	평균	2.5	5.6	11.0	4.160	0.393
	최소	2.3	5.2	8.8	3.425	0.293
12	최대	5.2	5.8	10.0	5.697	0.364
	평균	3.0	4.8	6.6	4.657	0.249
	최소	1.5	3.4	5.2	3.648	0.126

[표 2-86] 금강정비사업 이후 논산천 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
1	최대	4.1	5.9	32.8	6.221	0.306
	평균	2.4	3.5	8.9	4.418	0.132
	최소	0.9	2.2	0.8	3.111	0.024
2	최대	3.8	4.4	25.0	6.150	0.243
	평균	3.3	3.5	10.0	4.206	0.111
	최소	1.9	3.0	3.6	3.273	0.025
3	최대	5.7	6.2	54.4	5.806	0.234
	평균	2.9	4.0	17.2	3.294	0.133
	최소	1.3	2.6	3.6	1.889	0.041
4	최대	5.1	8.4	68.4	4.813	0.168
	평균	3.5	5.7	23.5	3.188	0.114
	최소	2.8	3.9	6.4	2.371	0.066
5	최대	8.6	9.4	35.2	4.232	0.178
	평균	5.5	7.1	16.5	3.154	0.108
	최소	2.8	5.6	7.6	2.519	0.075
6	최대	6.5	11.3	54.8	3.388	0.116
	평균	5.0	8.0	16.2	2.771	0.094
	최소	4.3	6.0	4.4	1.859	0.061
7	최대	4.5	7.8	23.2	2.930	0.072
	평균	3.4	6.3	20.0	2.751	0.068
	최소	2.3	4.7	16.8	2.572	0.064
8	최대	2.2	7.6	10.4	1.900	0.069
	평균	1.9	6.1	6.8	1.834	0.049
	최소	1.6	4.5	3.2	1.767	0.029
9	최대	2.4	4.5	10.4	1.522	0.058
	평균	1.3	4.0	8.0	1.051	0.052
	최소	0.2	3.4	5.6	0.579	0.046
10	최대	3.8	5.8	10.8	3.290	0.037
	평균	3.0	4.8	6.4	3.143	0.028
	최소	2.2	3.7	2.0	2.995	0.018
11	최대	1.5	4.8	5.2	3.464	0.039
	평균	1.3	3.6	4.4	3.366	0.031
	최소	1.0	2.4	3.6	3.267	0.023
12	최대	2.5	5.4	12.4	3.765	0.557
	평균	1.7	3.9	8.3	3.202	0.164
	최소	0.7	3.3	5.2	2.690	0.061

[표 2-87] 금강정비사업 이후 강경천 수질자료

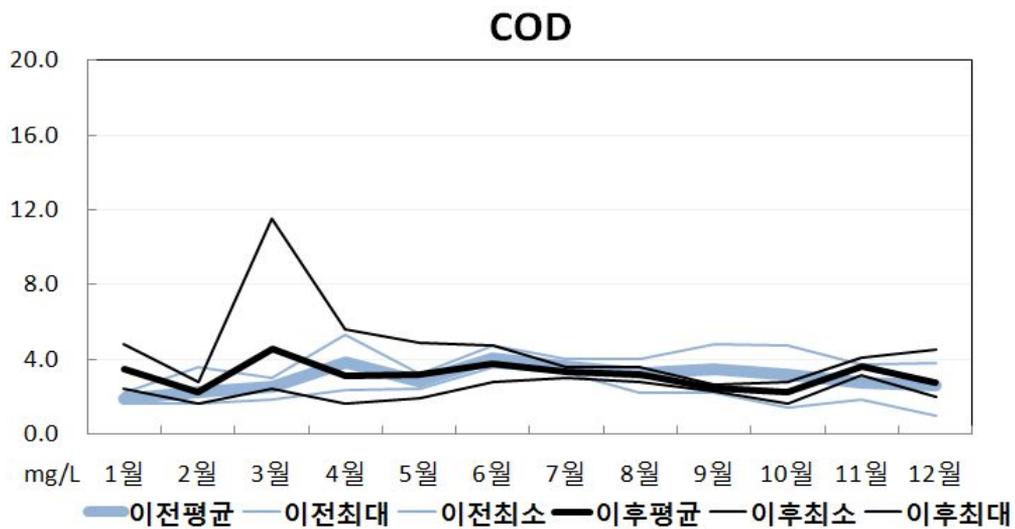
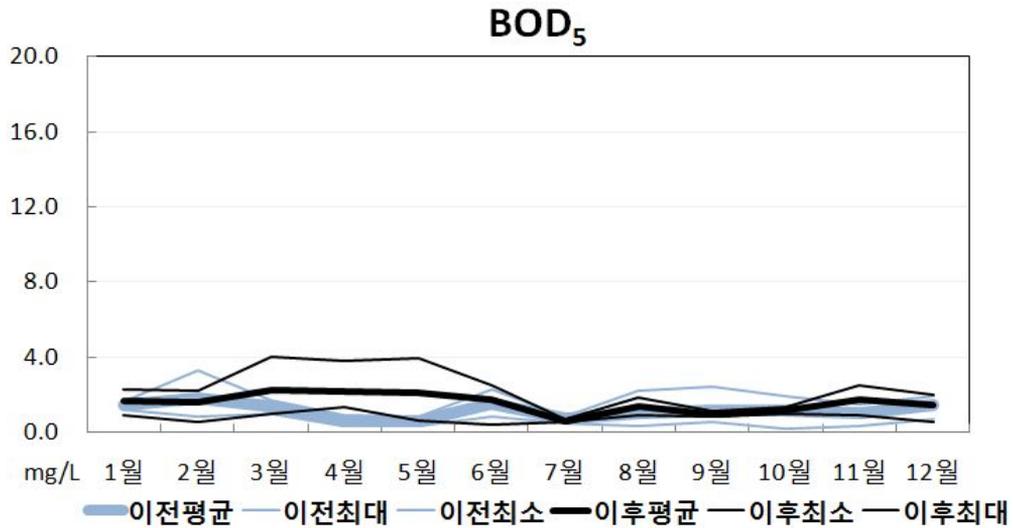
월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
1	최대	5.5	7.7	11.0	11.012	0.439
	평균	3.2	4.8	7.2	8.102	0.313
	최소	1.1	2.0	4.2	5.735	0.168
2	최대	6.8	8.5	24.0	10.540	1.136
	평균	5.1	6.3	13.1	8.385	0.384
	최소	3.8	4.7	4.0	6.272	0.158
3	최대	8.3	14.0	48.8	10.318	0.787
	평균	6.1	7.9	21.8	7.632	0.394
	최소	1.0	6.5	4.4	6.112	0.191
4	최대	9.6	17.7	72.8	13.845	0.489
	평균	7.5	10.0	30.1	8.214	0.312
	최소	5.6	6.6	9.6	6.023	0.167
5	최대	24.5	12.2	37.6	8.476	0.335
	평균	11.7	9.8	21.1	6.413	0.266
	최소	6.0	6.9	5.6	5.563	0.167
6	최대	15.3	13.9	34.8	4.949	0.312
	평균	7.1	10.6	12.9	4.470	0.227
	최소	3.9	9.1	3.2	3.979	0.161
7	최대	5.4	6.9	28.8	4.786	0.414
	평균	4.5	5.9	27.0	4.433	0.307
	최소	3.5	4.8	25.2	4.079	0.200
8	최대	4.8	12.1	12.8	2.933	0.222
	평균	3.5	8.5	9.2	2.903	0.184
	최소	2.2	4.9	5.6	2.873	0.145
9	최대	4.5	6.0	8.4	2.384	0.203
	평균	2.5	5.3	6.8	2.294	0.164
	최소	0.4	4.5	5.2	2.204	0.124
10	최대	3.5	6.6	5.6	4.320	0.112
	평균	2.7	5.8	4.4	3.870	0.097
	최소	1.9	4.9	3.2	3.419	0.081
11	최대	2.3	4.3	12.0	5.670	0.106
	평균	2.1	4.0	7.8	4.865	0.098
	최소	1.9	3.6	3.6	4.060	0.089
12	최대	6.0	4.8	9.2	7.459	0.294
	평균	3.0	4.2	7.1	6.234	0.191
	최소	1.2	3.7	5.2	5.082	0.137

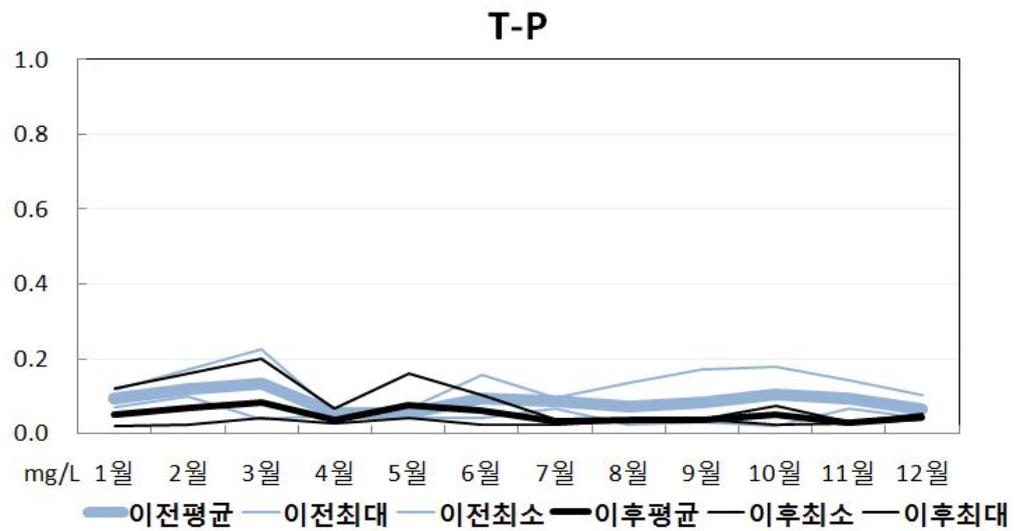
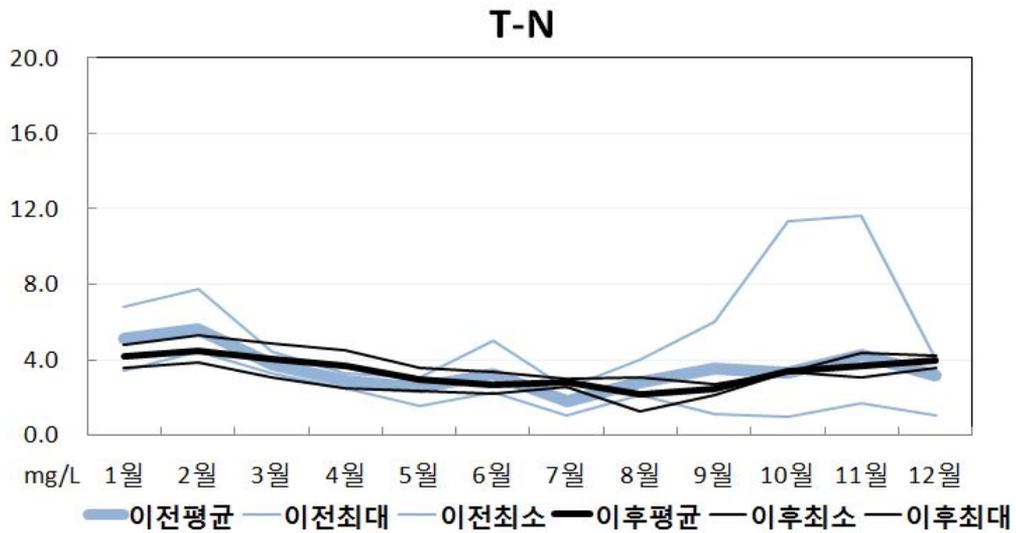
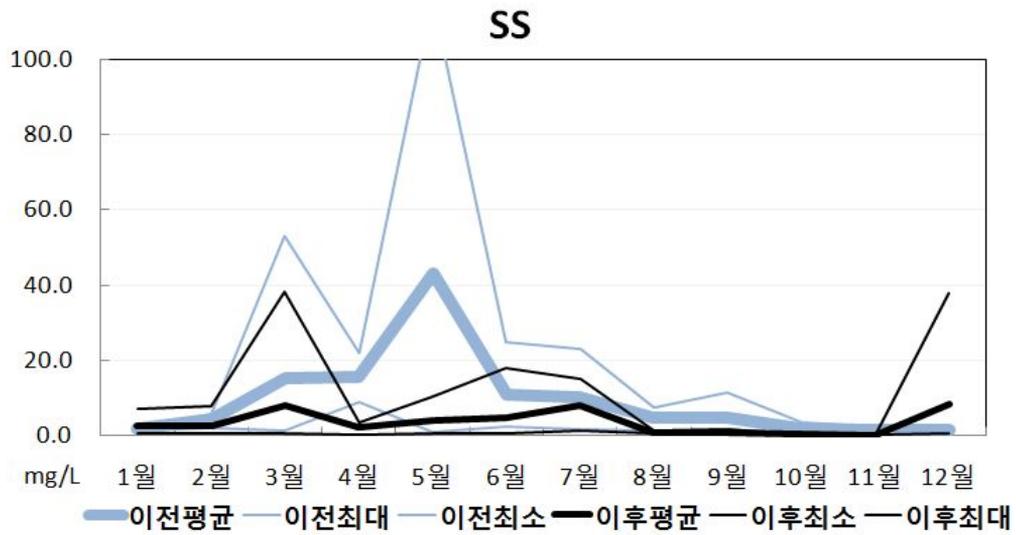
[표 2-88] 금강정비사업 이후 사동천 수질자료

월	구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
1	최대	4.3	4.2	12.8	6.243	0.956
	평균	1.9	3.2	5.2	5.042	0.177
	최소	0.5	1.9	2.0	3.528	0.000
2	최대	2.4	5.4	4.0	9.625	0.053
	평균	1.9	3.3	2.5	5.648	0.037
	최소	1.3	1.4	1.2	2.841	0.020
3	최대	5.3	13.2	10.8	12.744	0.057
	평균	2.9	5.9	4.3	5.972	0.049
	최소	0.9	2.6	1.6	2.615	0.021
4	최대	3.9	9.0	17.6	3.490	0.129
	평균	2.4	4.9	8.7	3.192	0.066
	최소	1.2	3.3	1.6	2.859	0.034
5	최대	9.4	11.7	23.6	6.366	0.190
	평균	3.7	7.4	8.3	3.339	0.087
	최소	1.7	4.8	2.4	1.612	0.033
6	최대	10.2	8.4	18.0	4.242	0.060
	평균	3.3	6.4	9.3	2.833	0.040
	최소	1.0	5.4	6.0	1.949	0.022
7	최대	2.0	7.3	22.4	3.326	0.263
	평균	1.6	6.0	14.2	2.847	0.142
	최소	1.1	4.6	6.0	2.367	0.021
8	최대	1.9	5.6	4.8	2.995	0.038
	평균	1.4	4.2	3.2	2.158	0.030
	최소	0.9	2.8	1.6	1.320	0.021
9	최대	1.3	5.1	11.6	2.309	0.100
	평균	1.2	4.6	7.0	2.049	0.062
	최소	1.1	4.0	2.4	1.788	0.023
10	최대	1.6	3.5	2.8	5.154	0.026
	평균	1.0	3.4	2.4	4.068	0.017
	최소	0.4	3.3	2.0	2.981	0.008
11	최대	1.0	4.4	4.4	5.426	0.063
	평균	0.8	4.3	3.4	4.373	0.034
	최소	0.6	4.2	2.4	3.320	0.004
12	최대	5.9	3.4	2.8	4.833	0.039
	평균	2.0	3.2	1.7	3.555	0.027
	최소	0.6	2.4	0.8	2.605	0.001

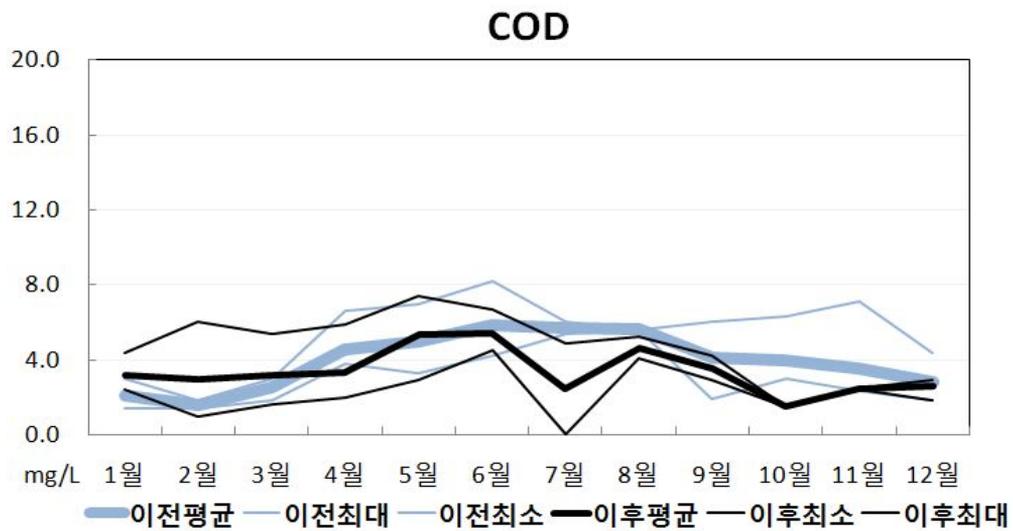
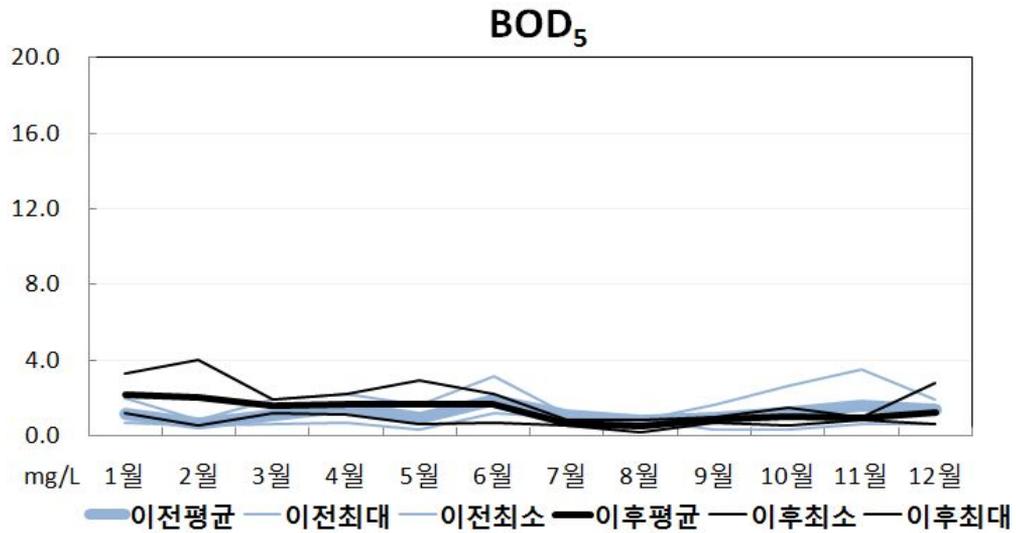
라. 전·후 수질 비교 평가

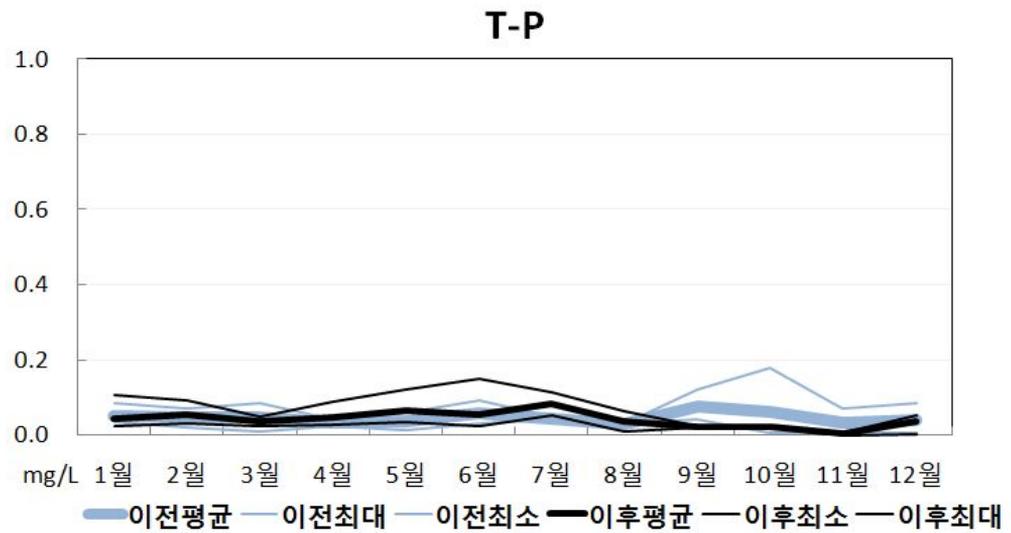
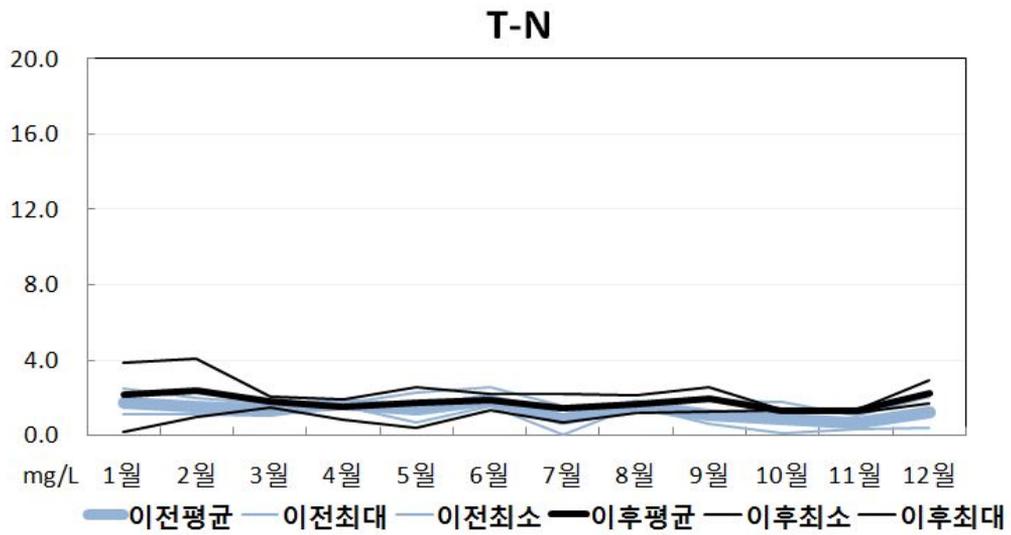
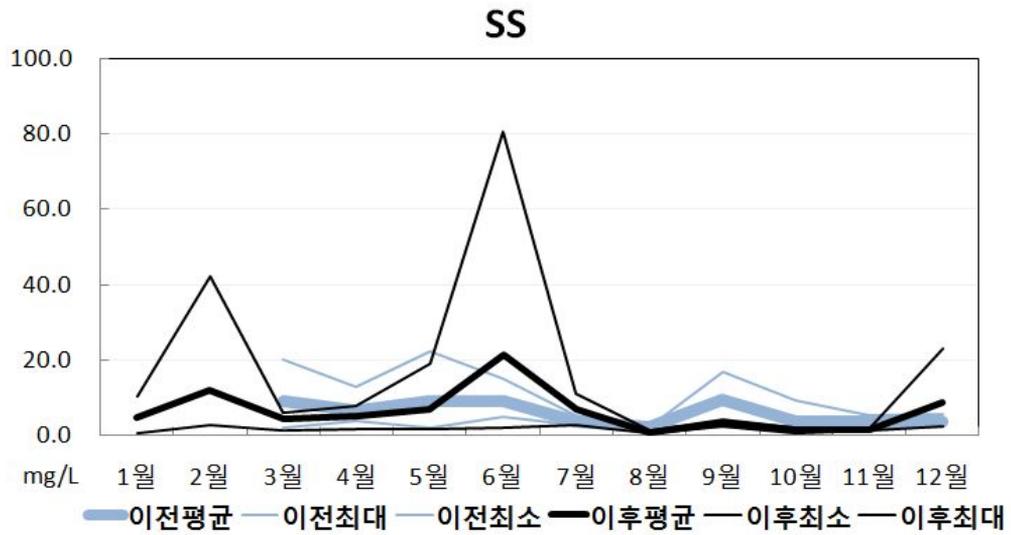
1) 봉황천



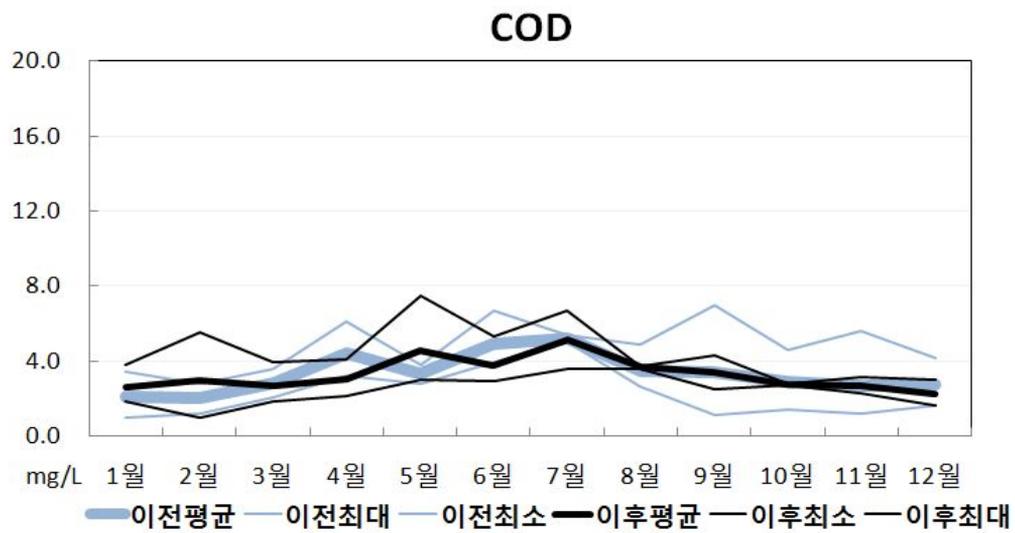
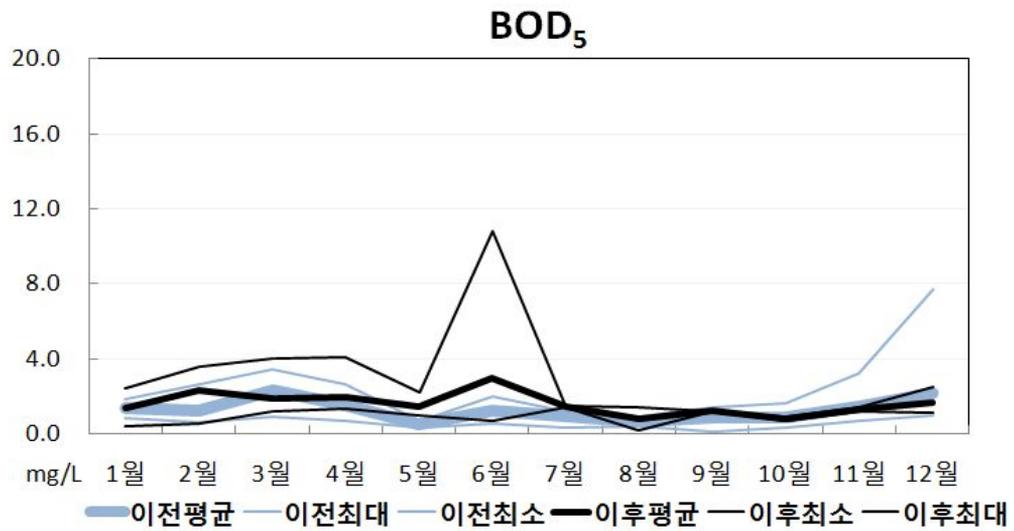


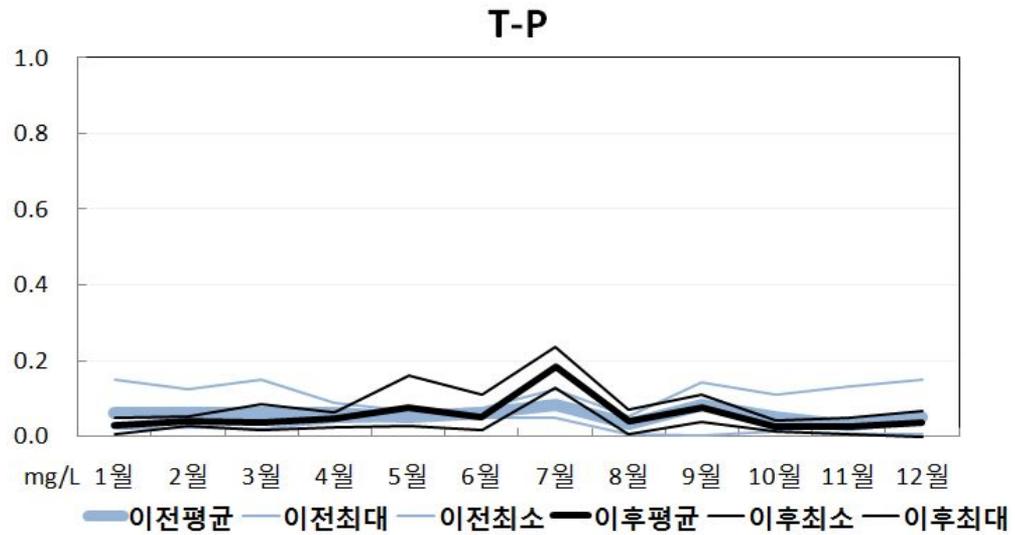
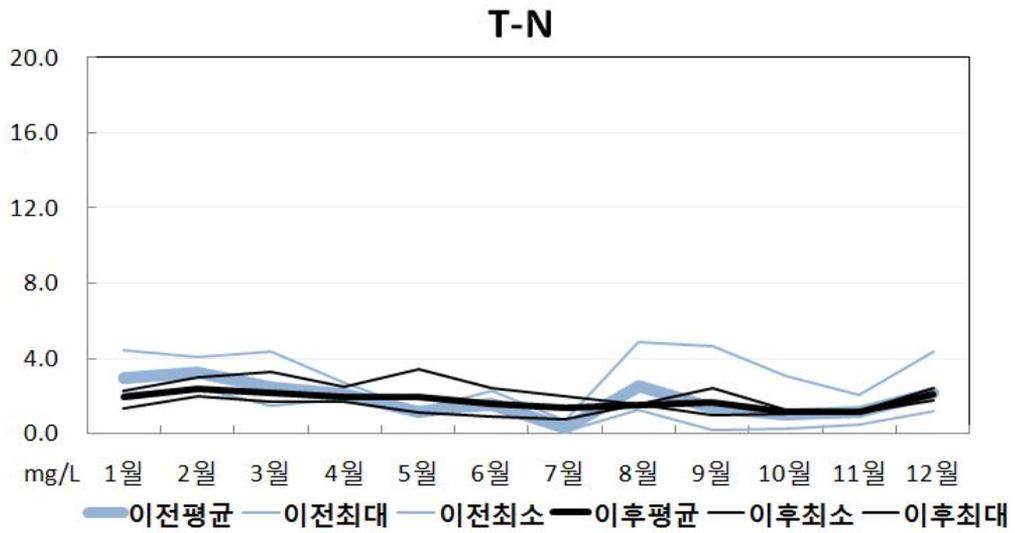
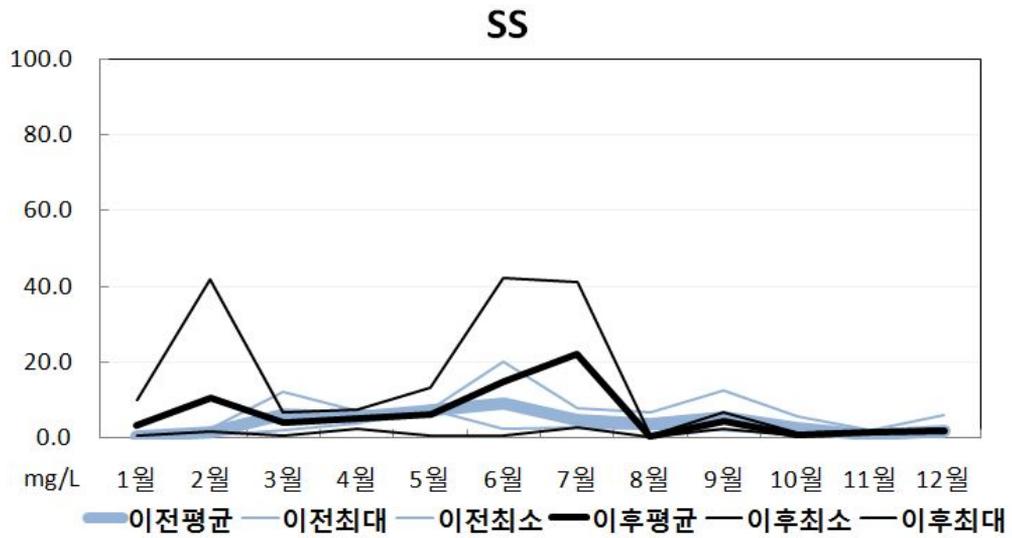
2) 삼성천



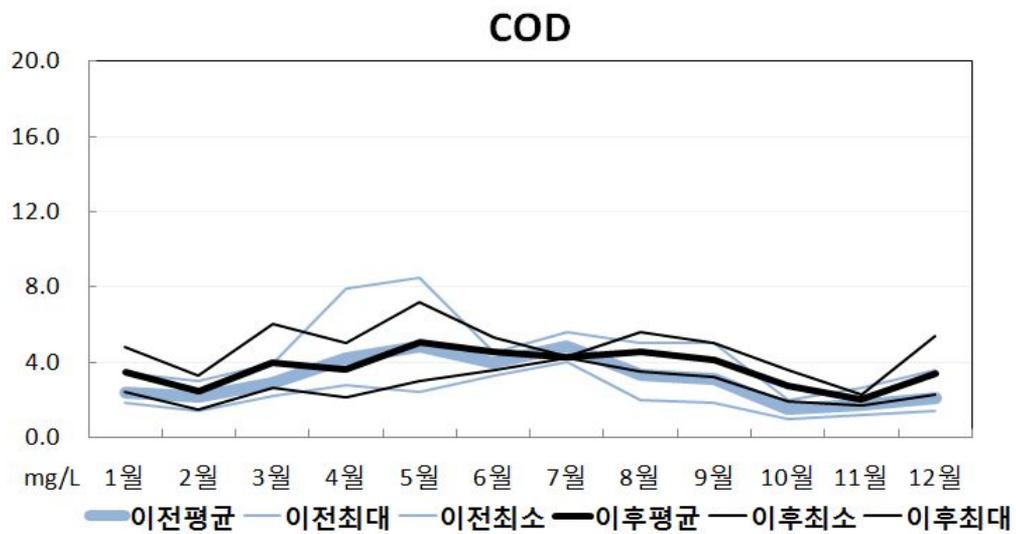
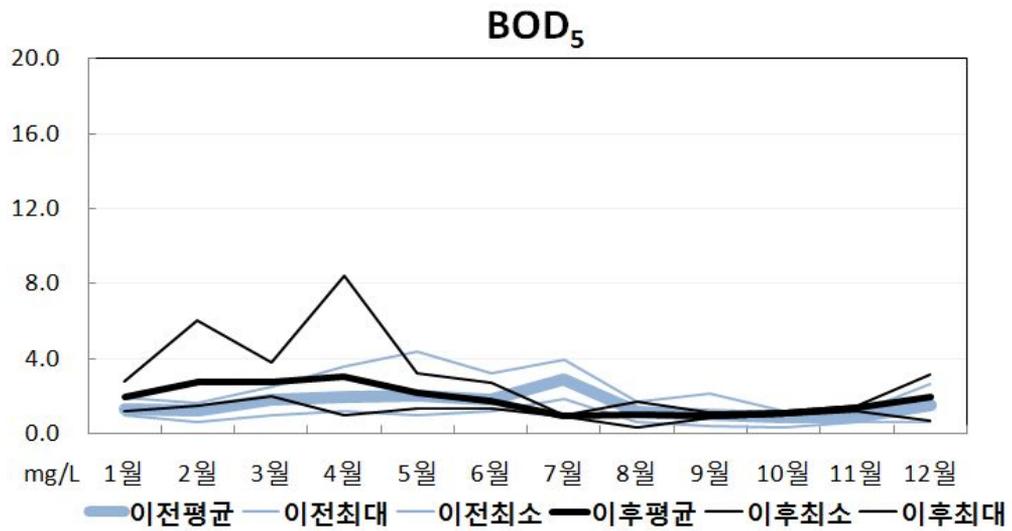


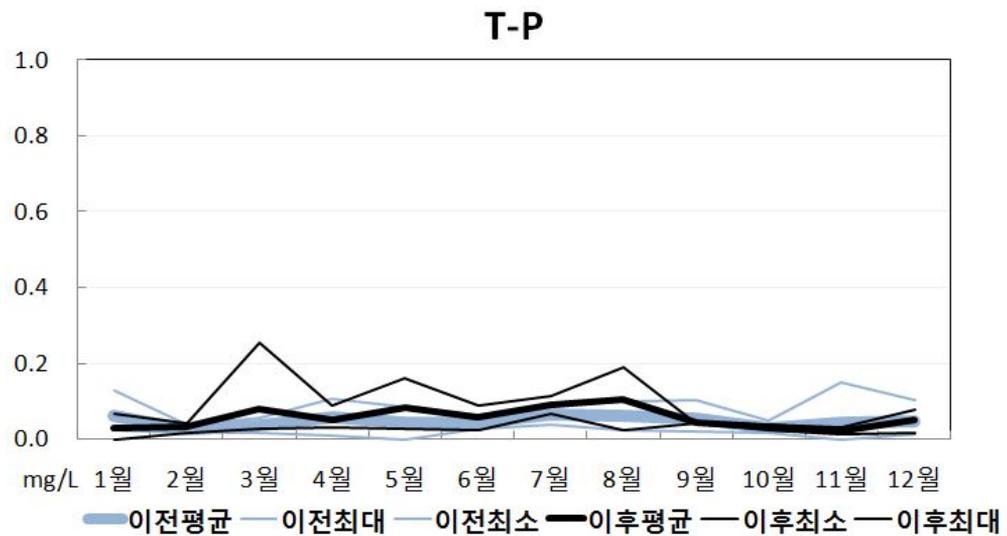
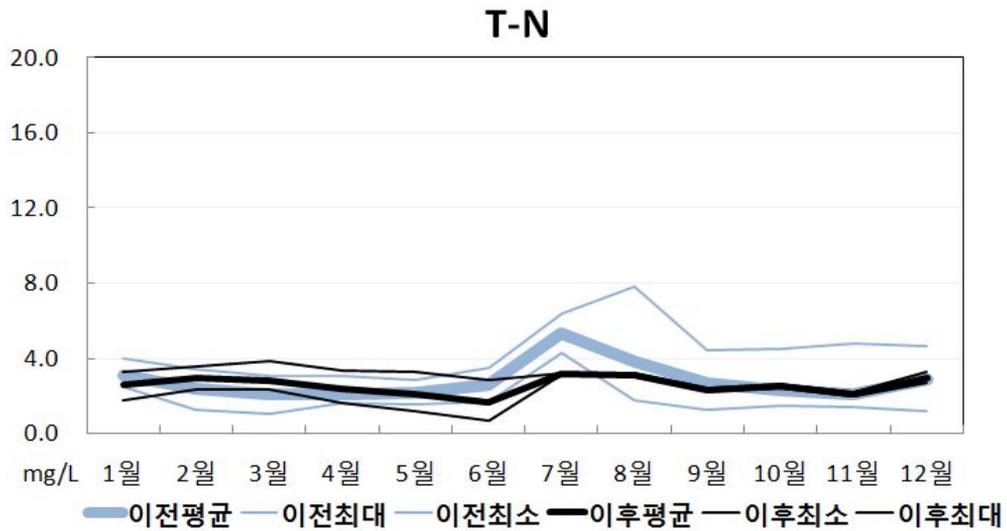
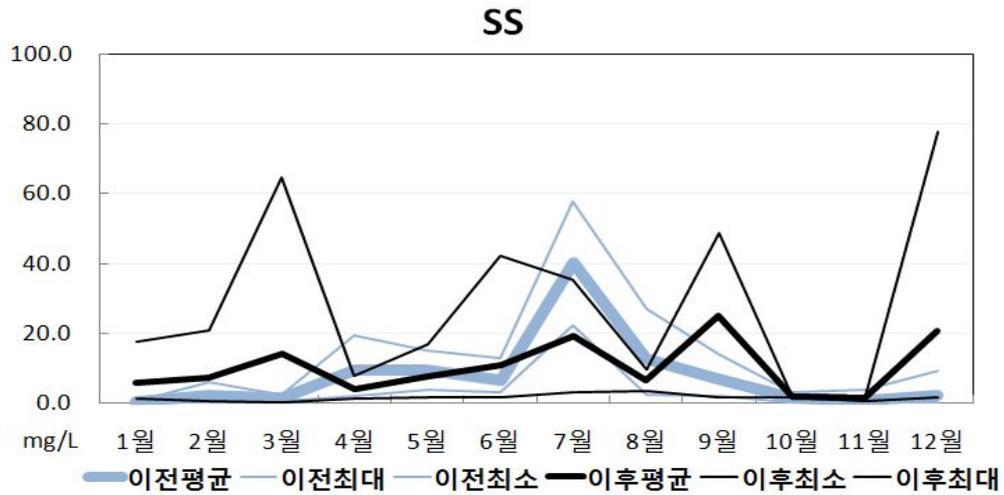
3) 용수천



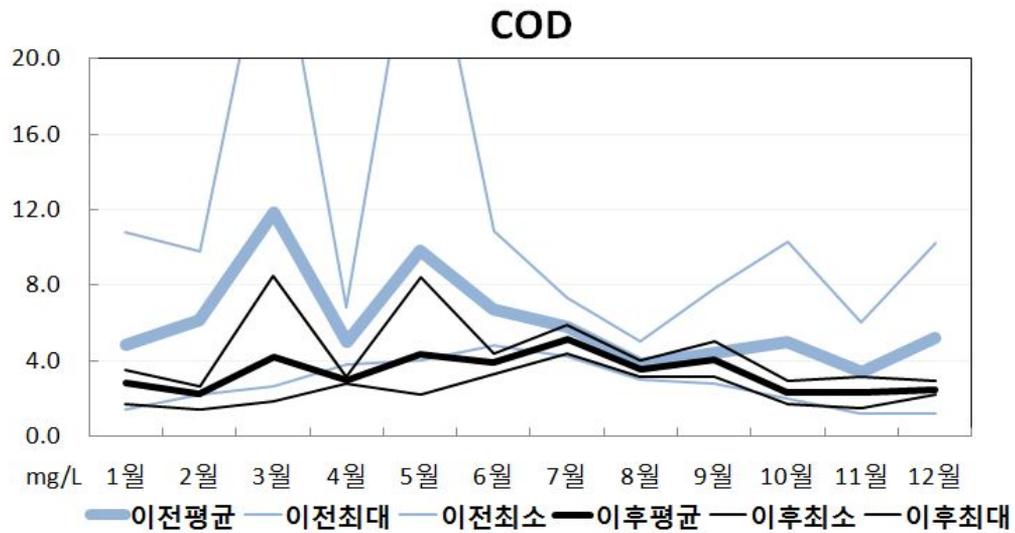
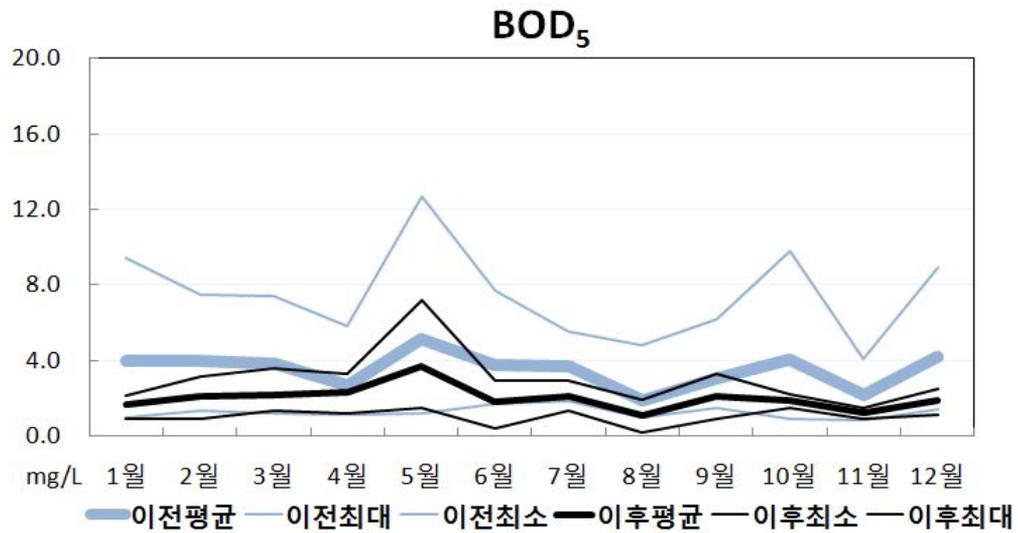


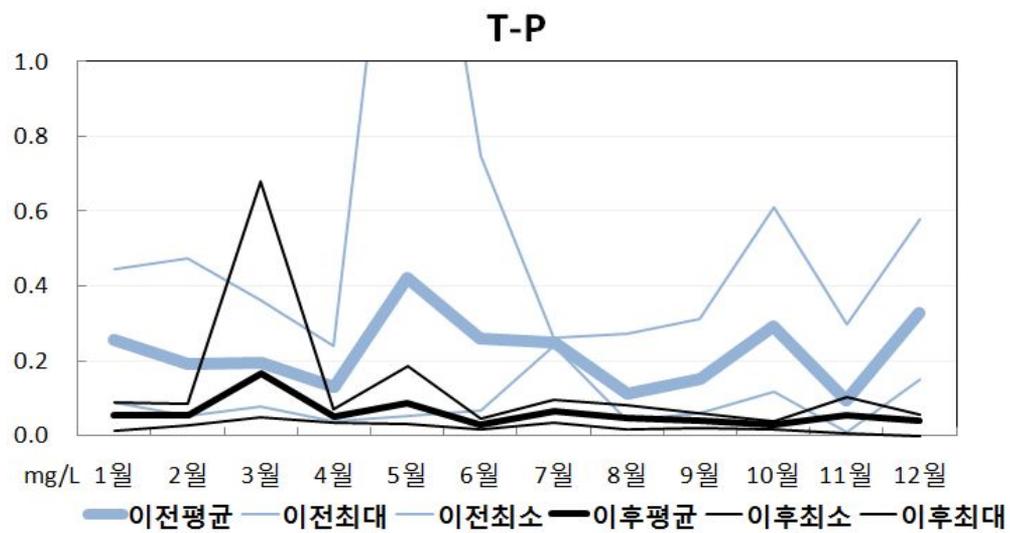
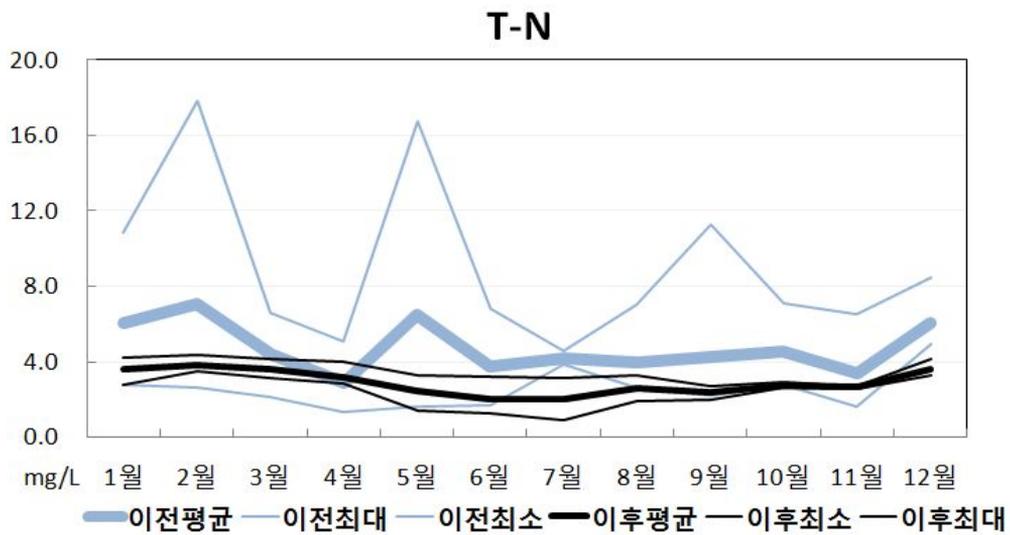
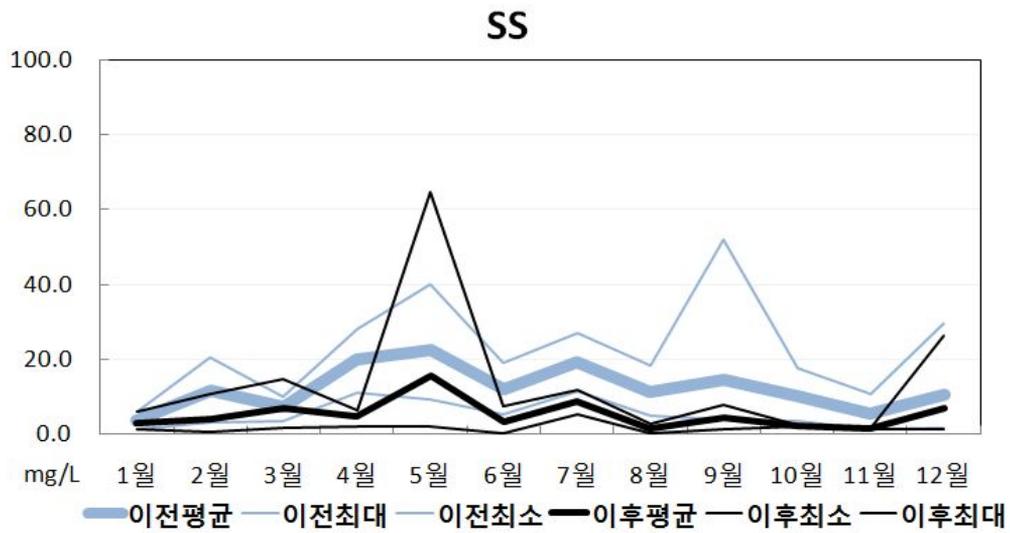
4) 대교천



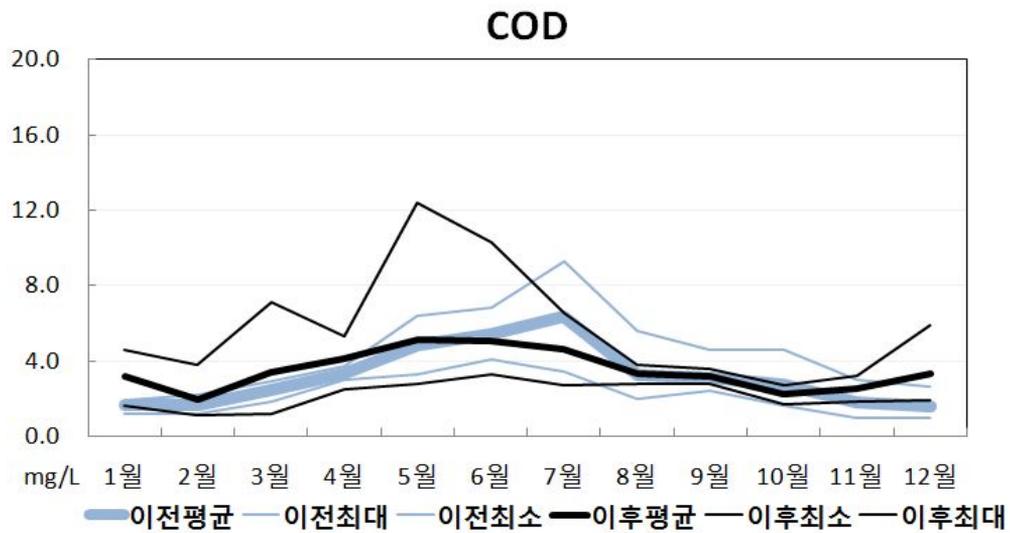
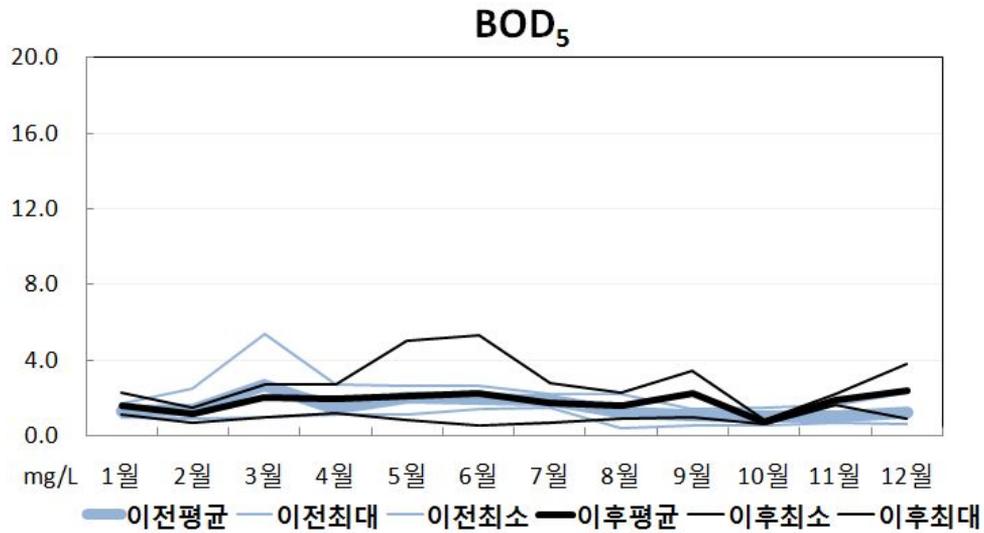


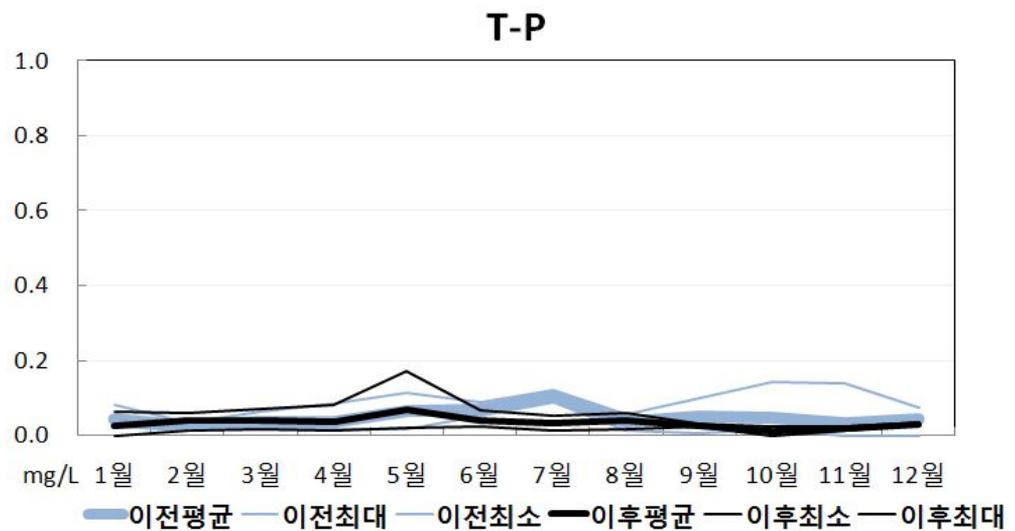
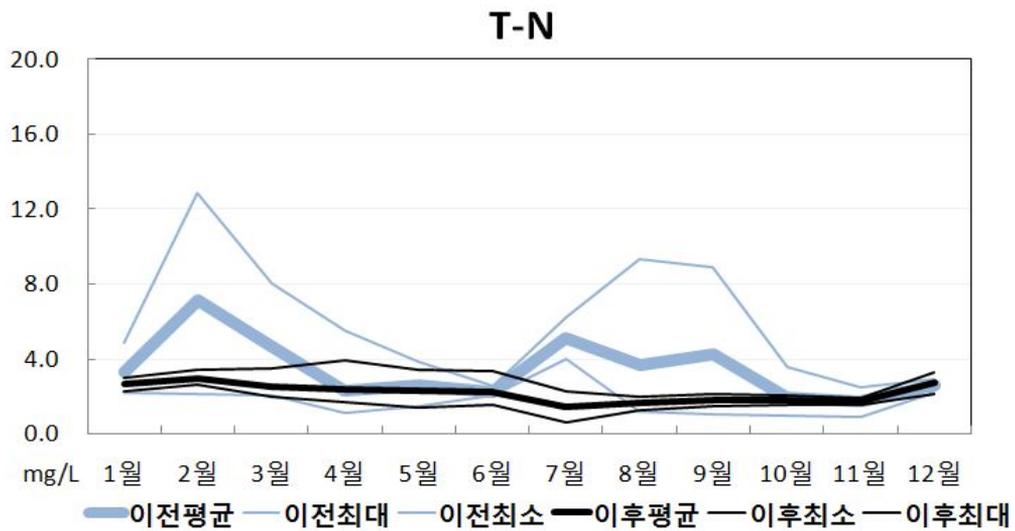
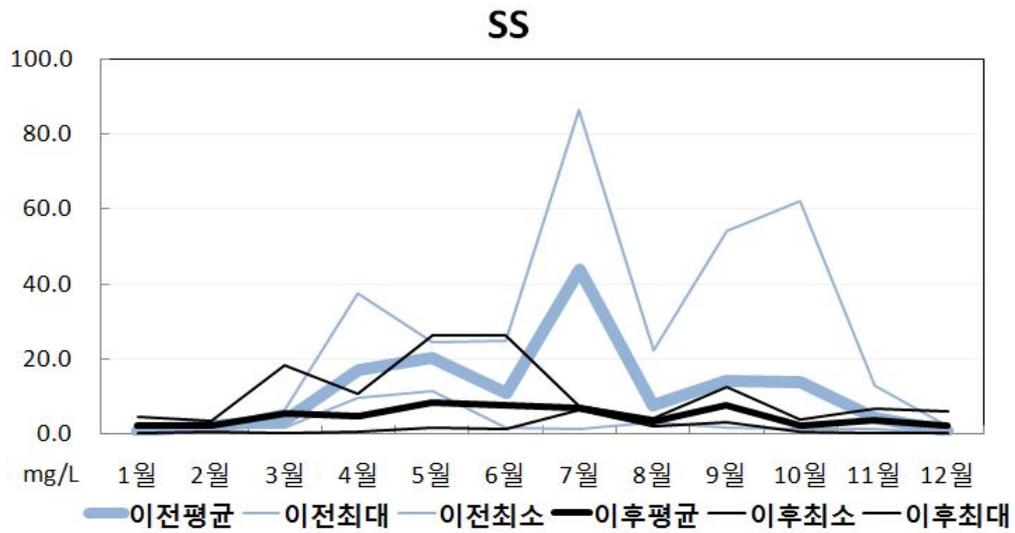
5) 정안천



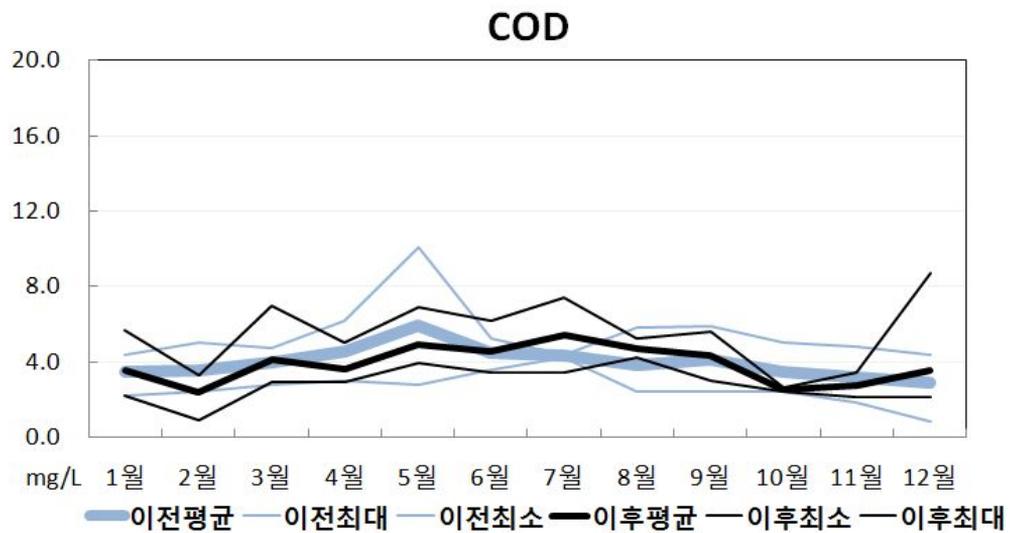
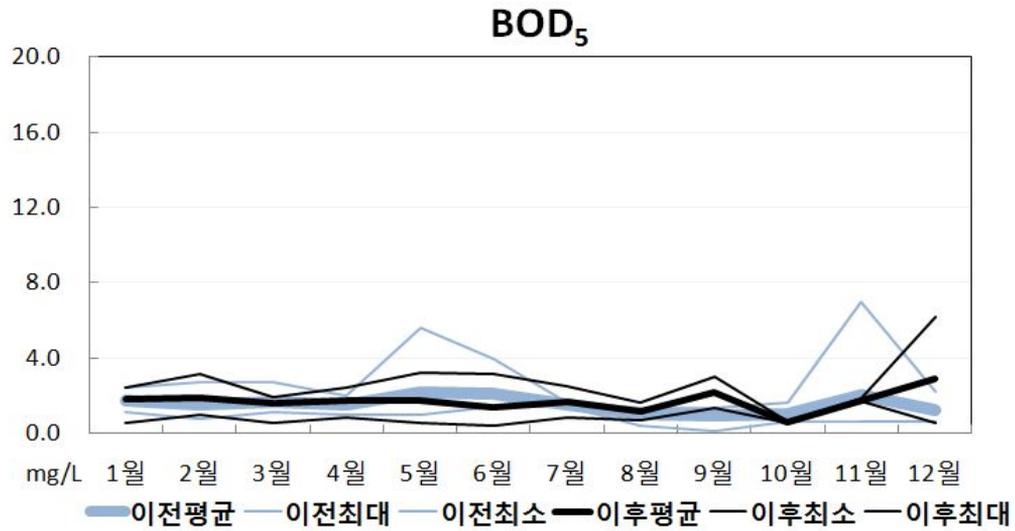


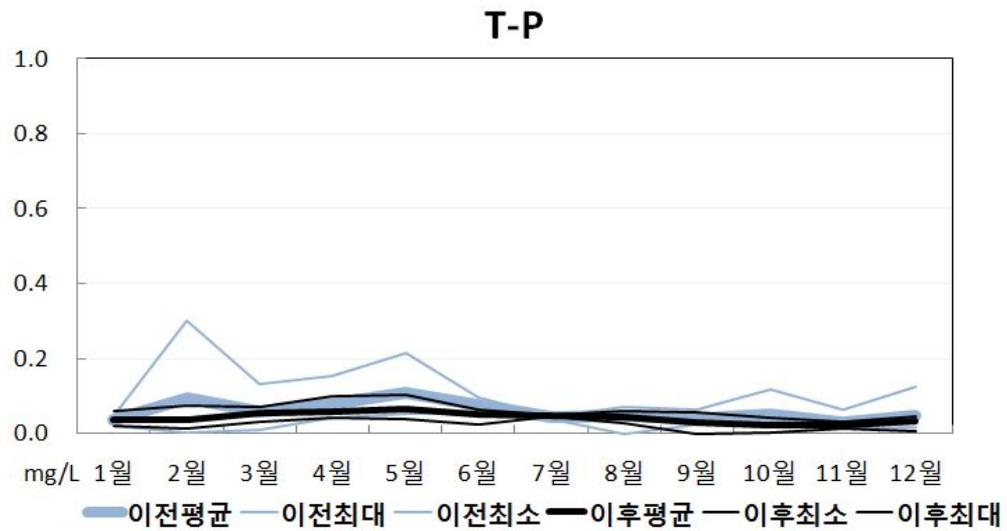
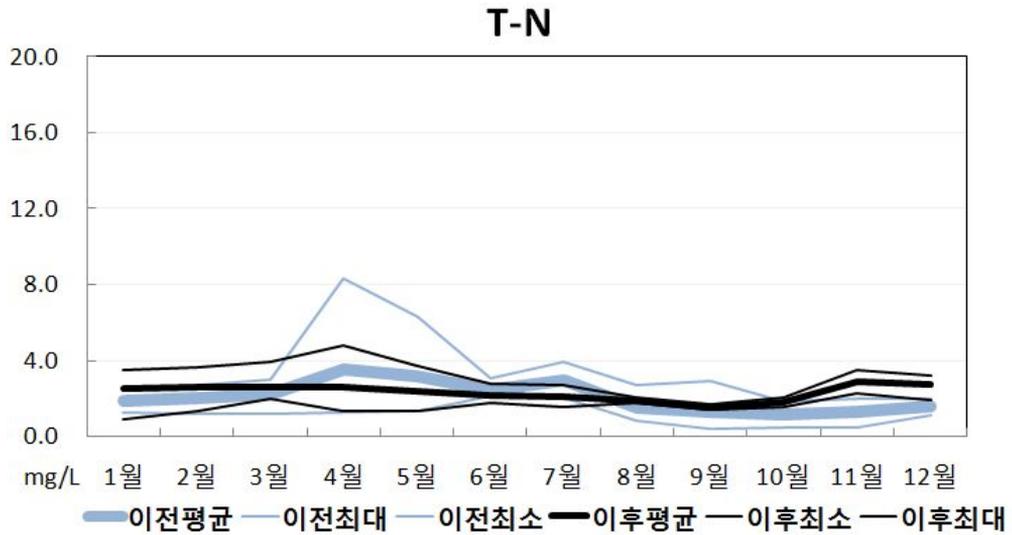
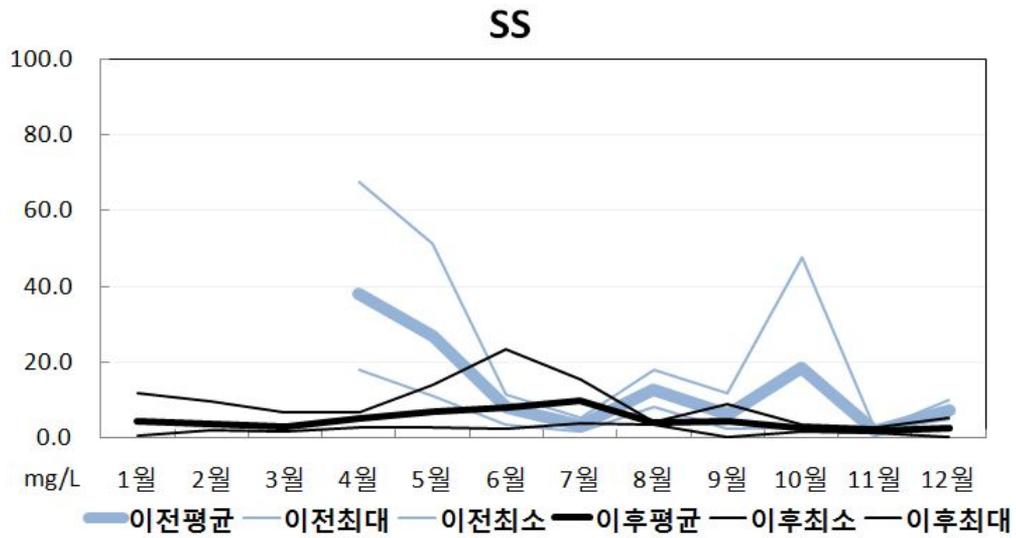
6) 유구천



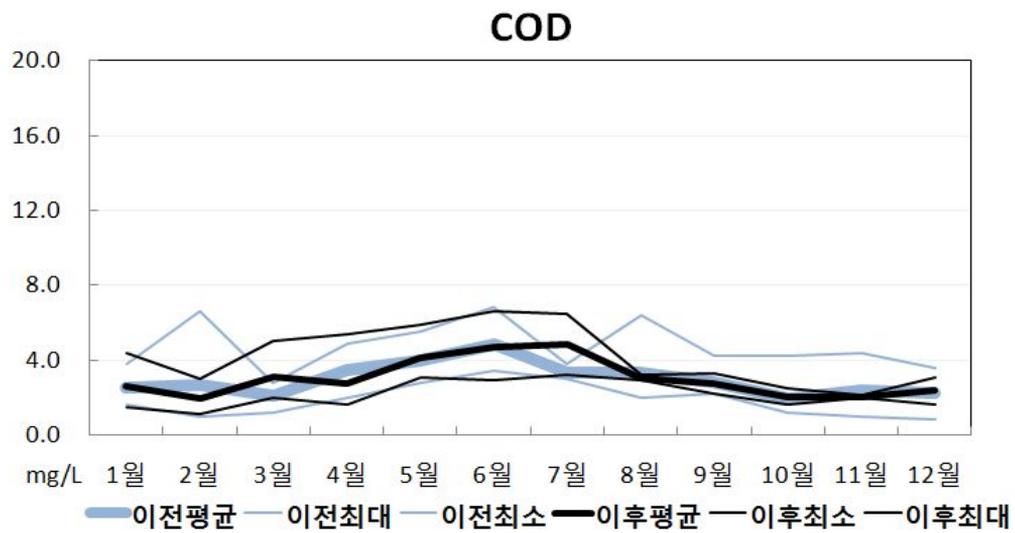
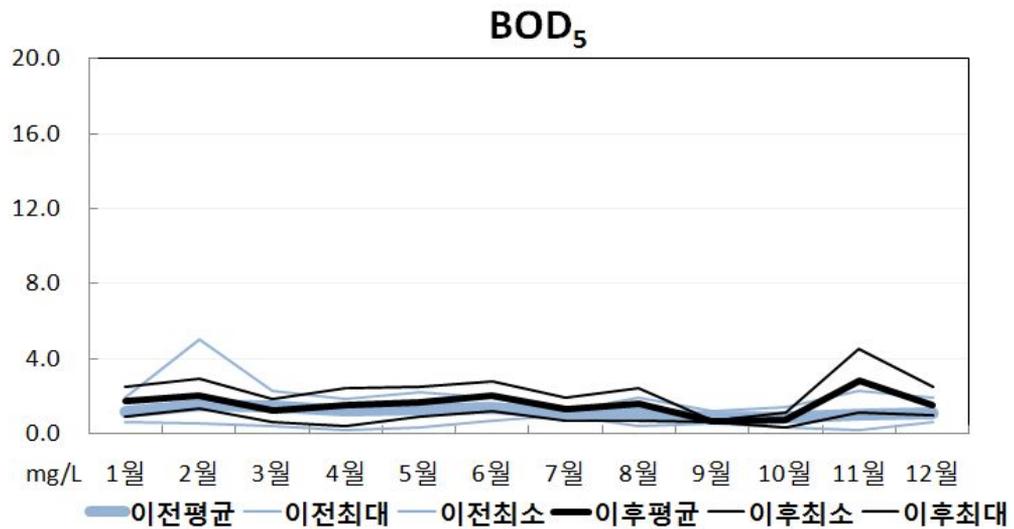


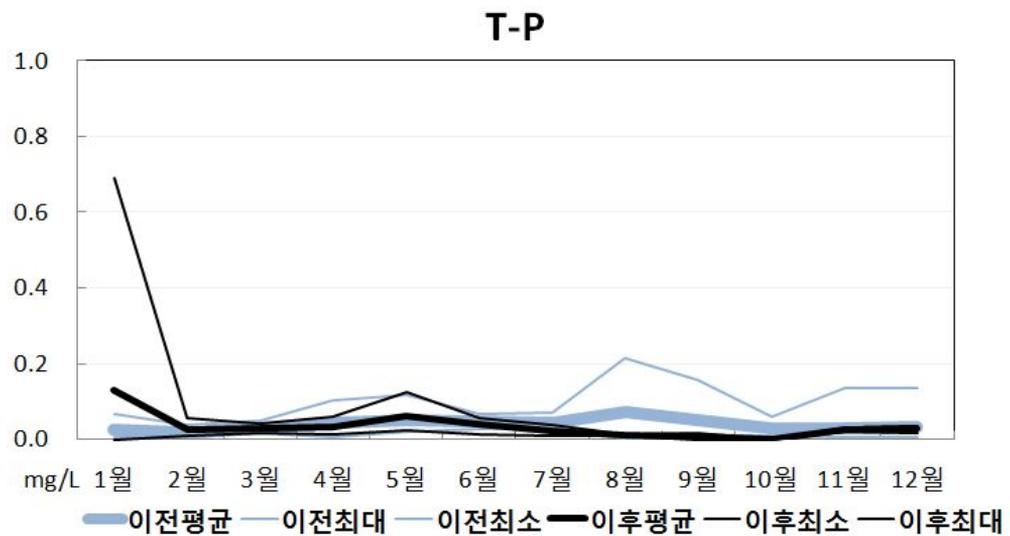
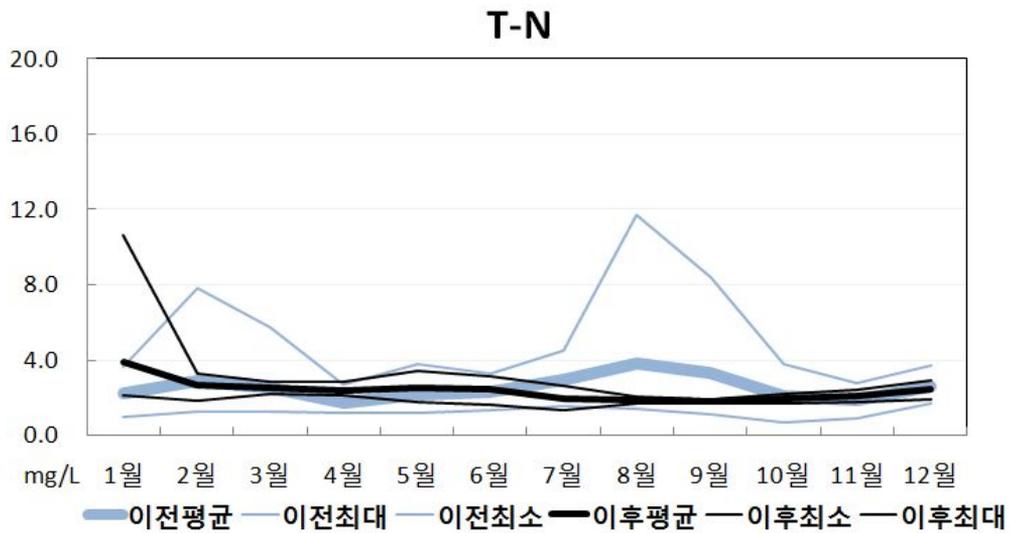
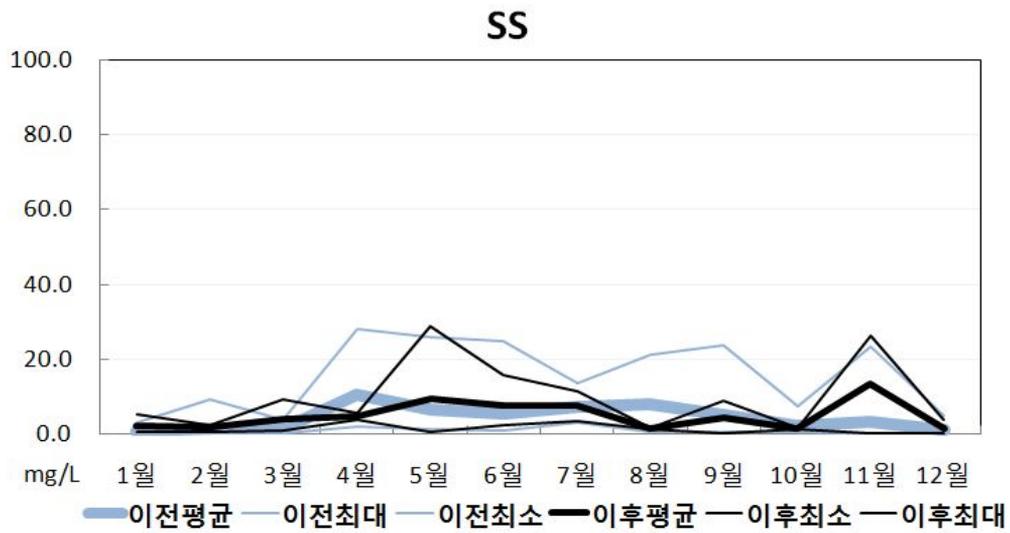
7) 검상천



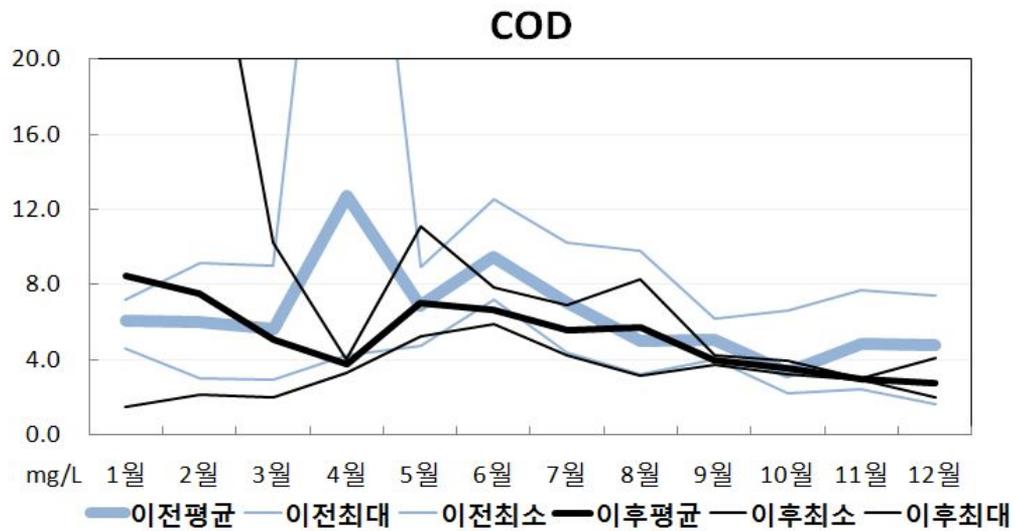
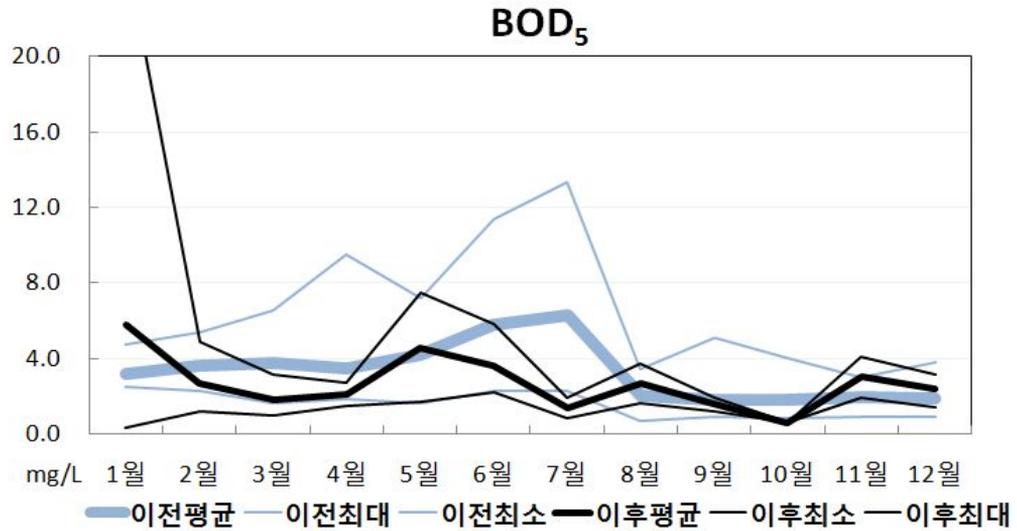


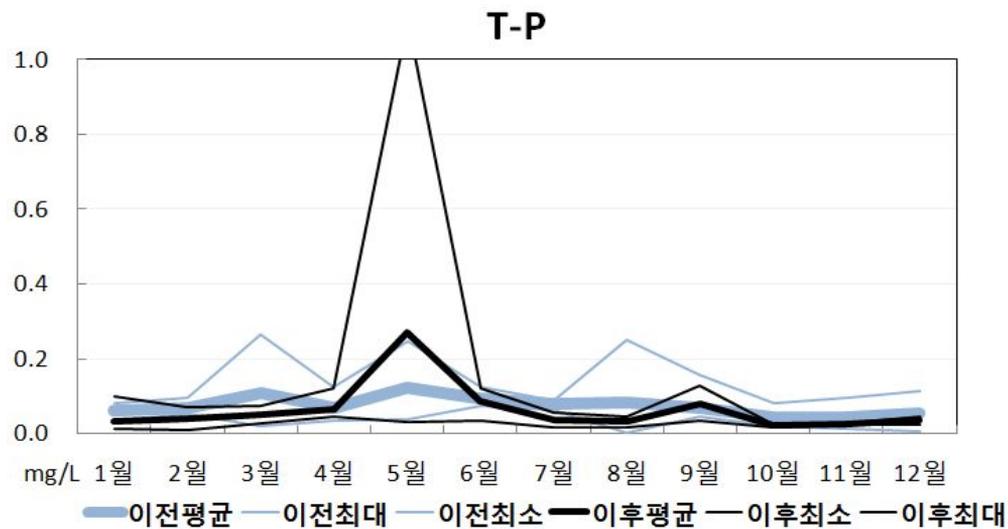
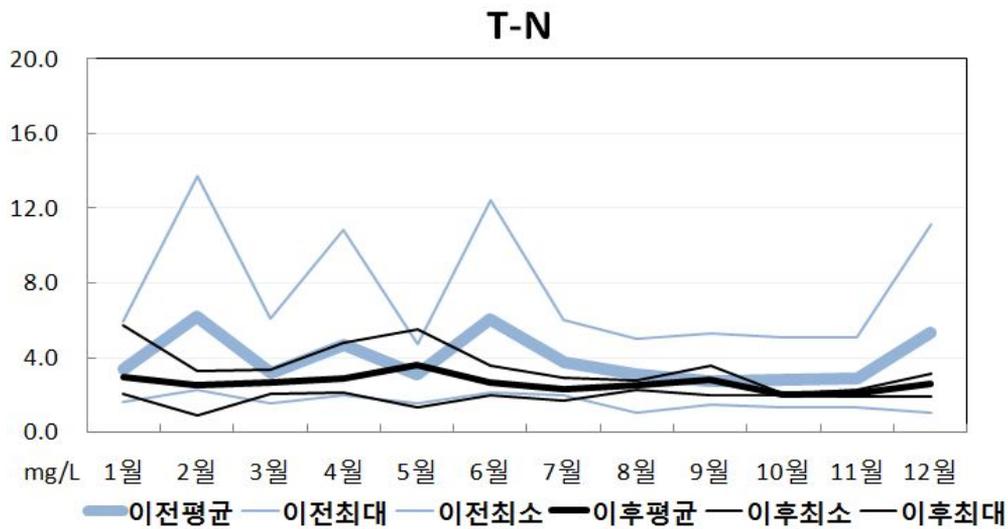
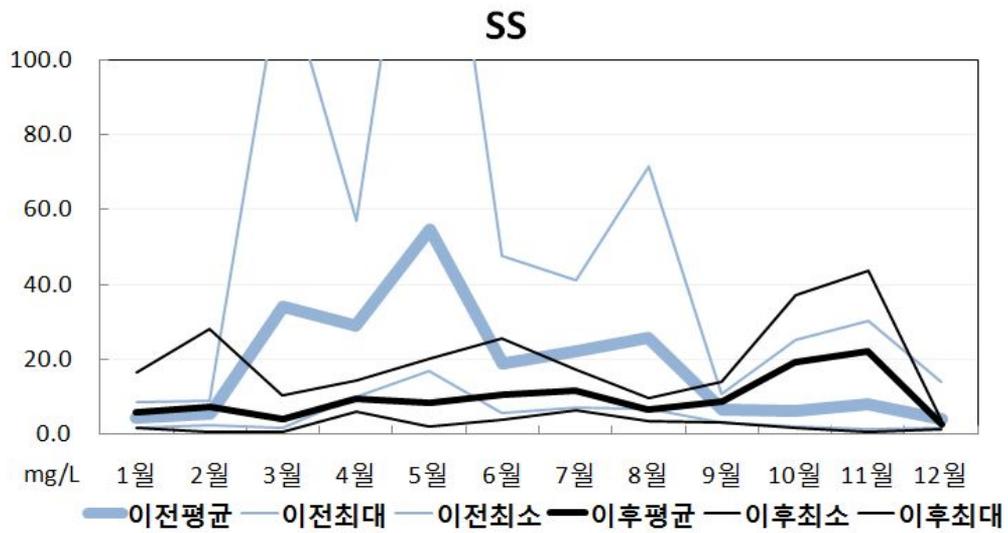
8) 어천



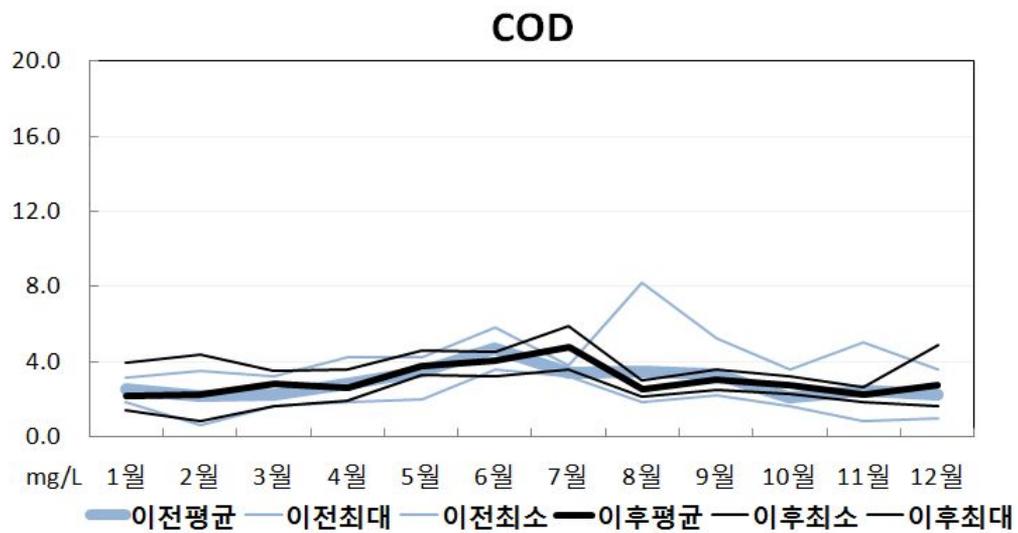
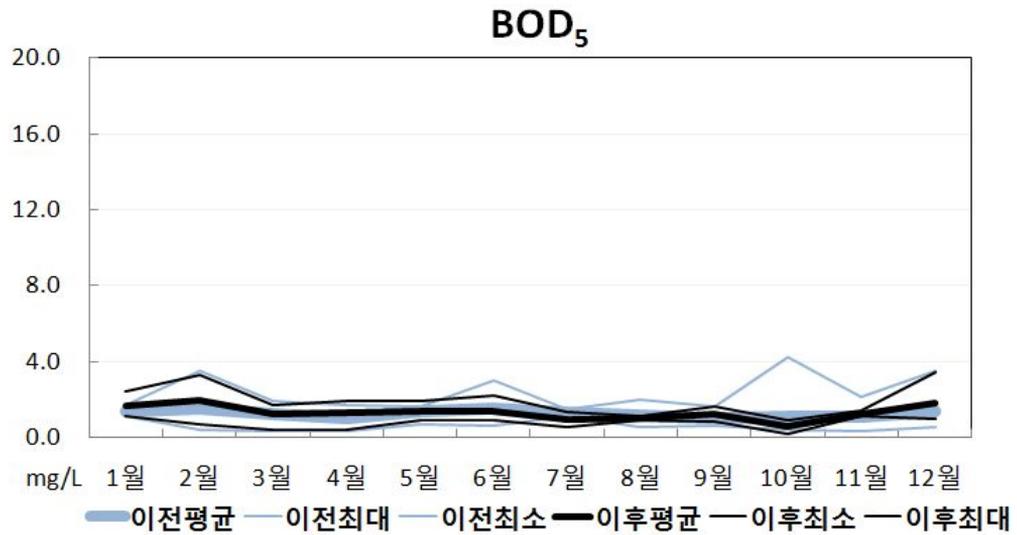


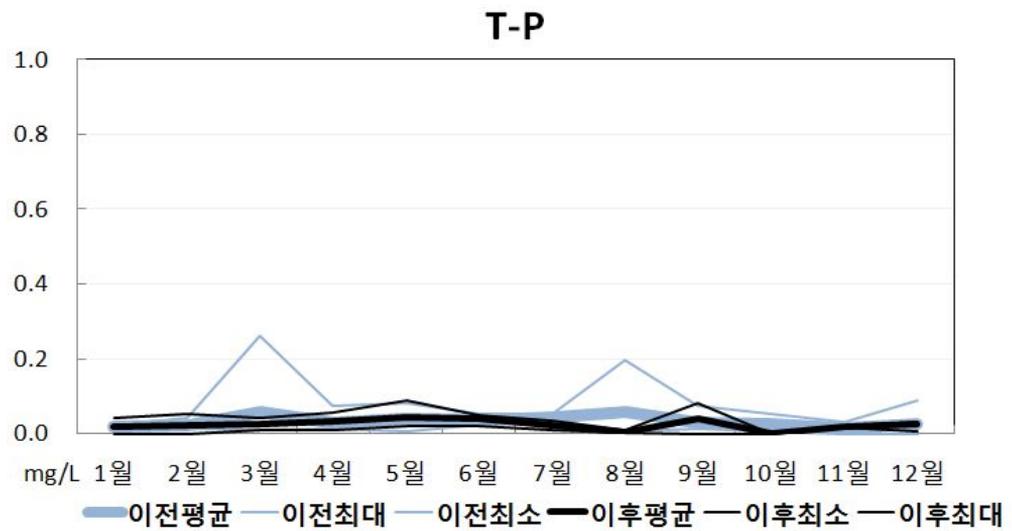
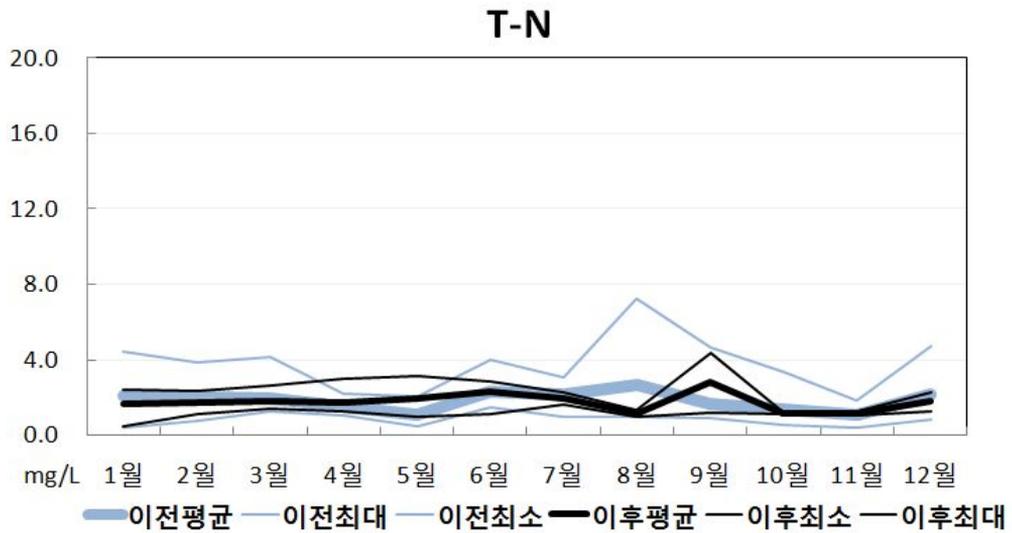
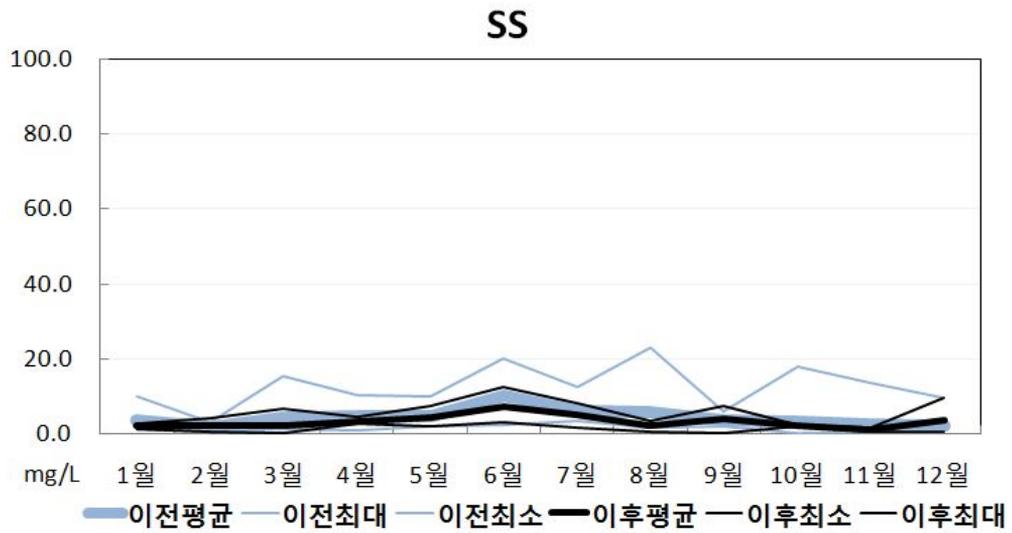
9) 치성천



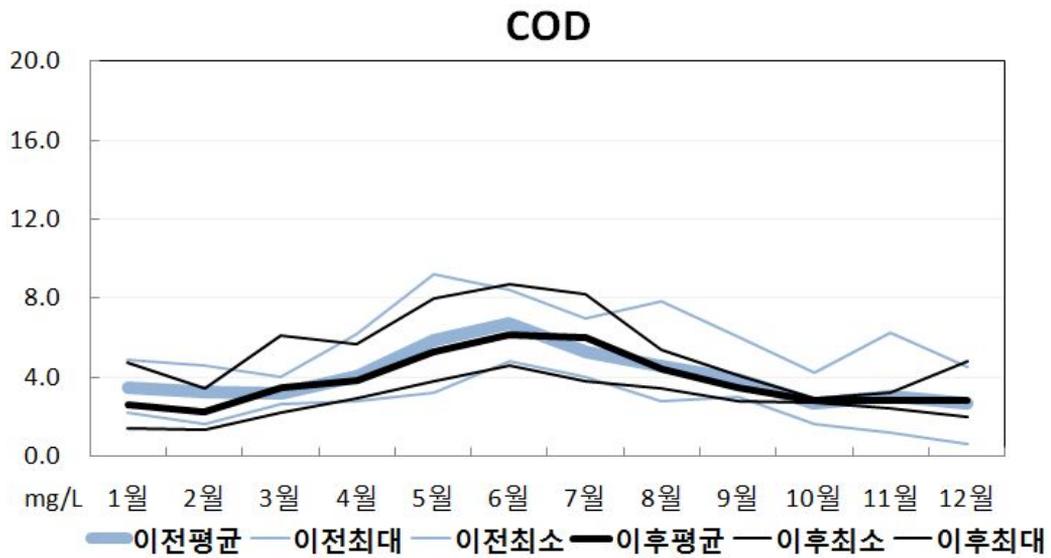
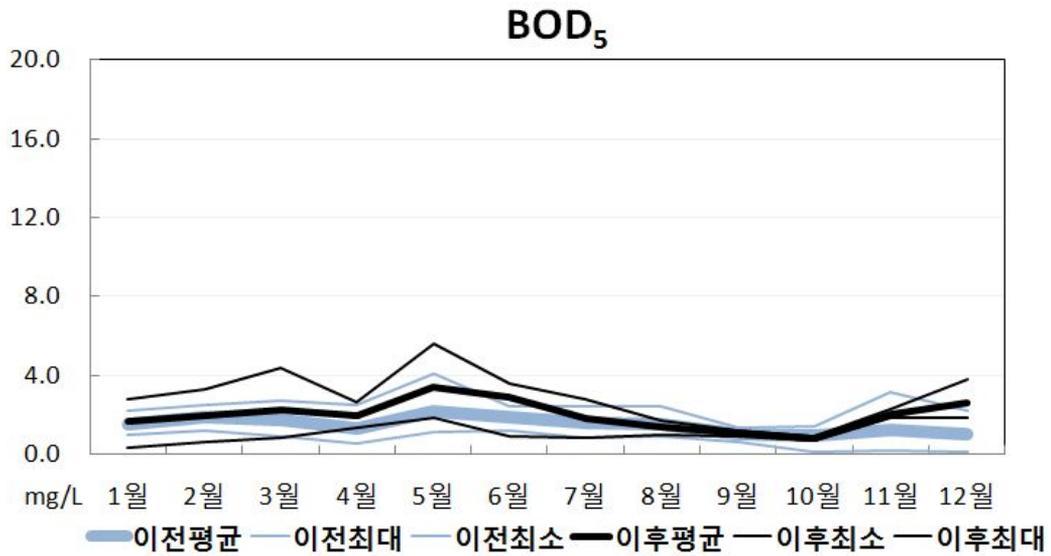


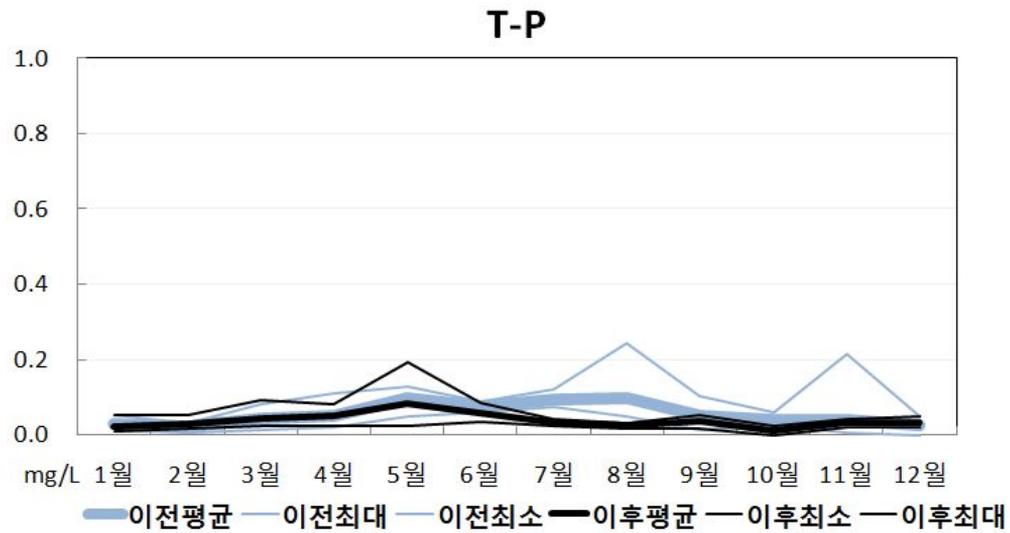
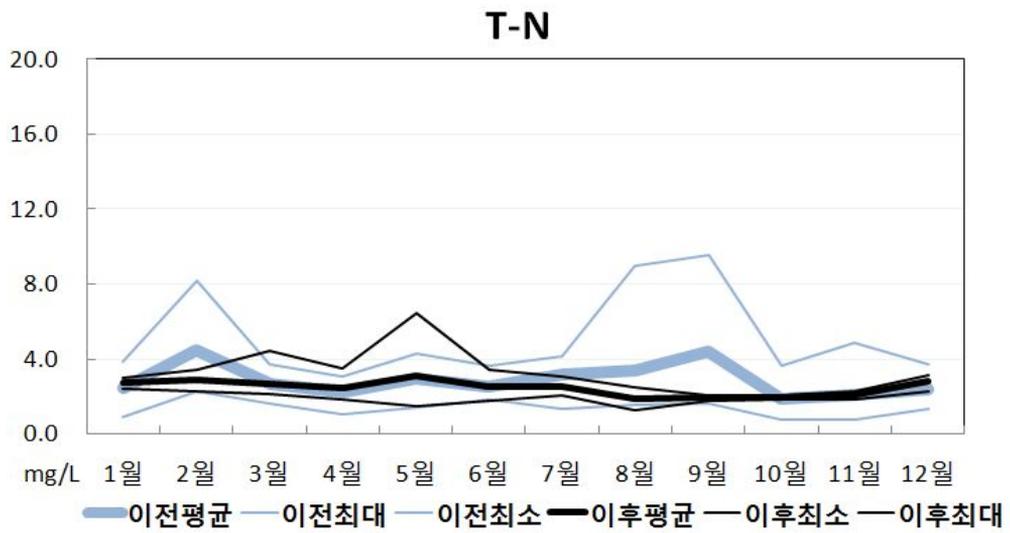
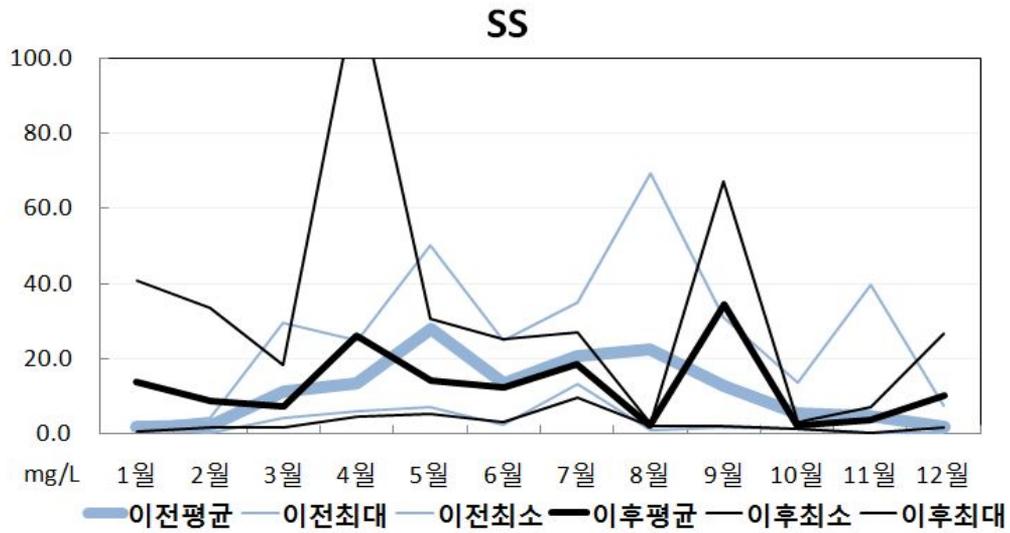
10) 잉화달천



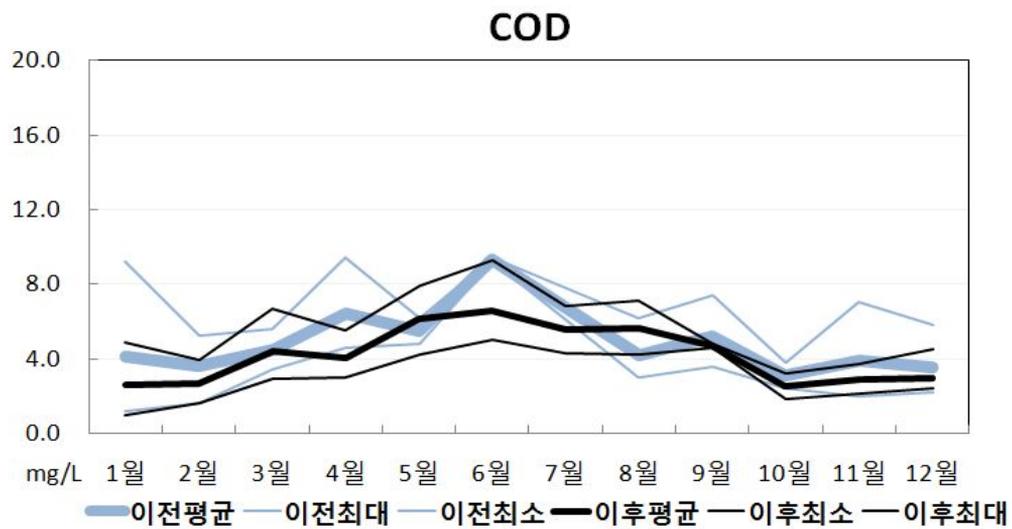
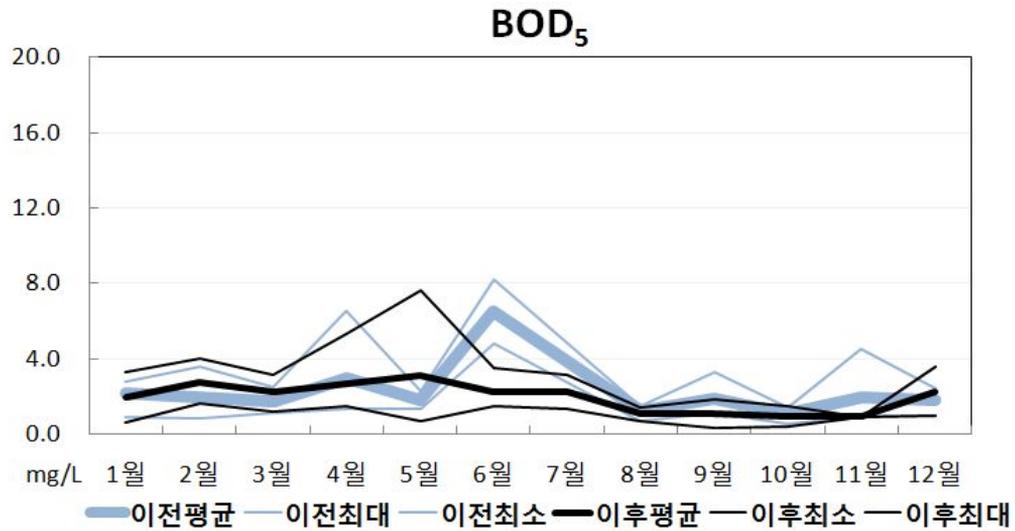


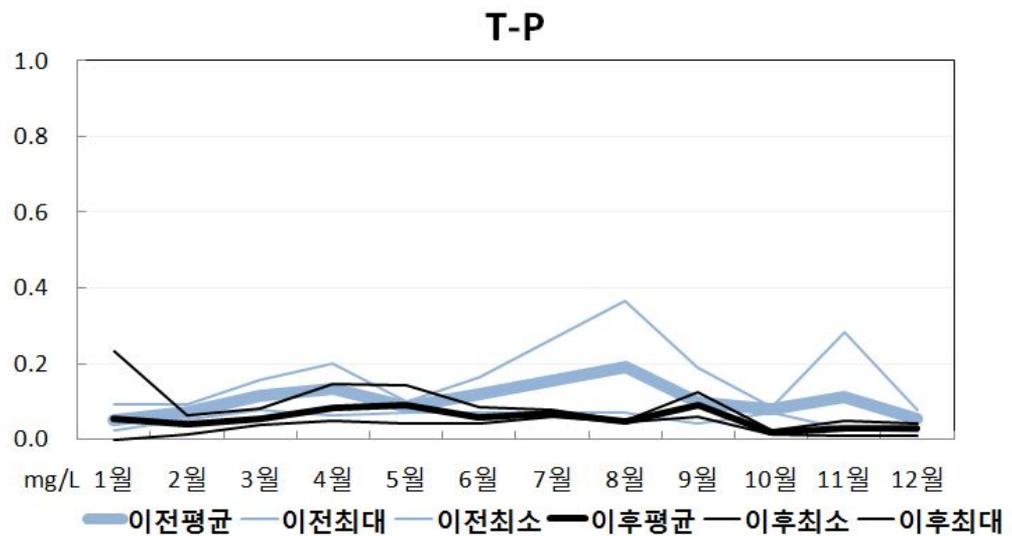
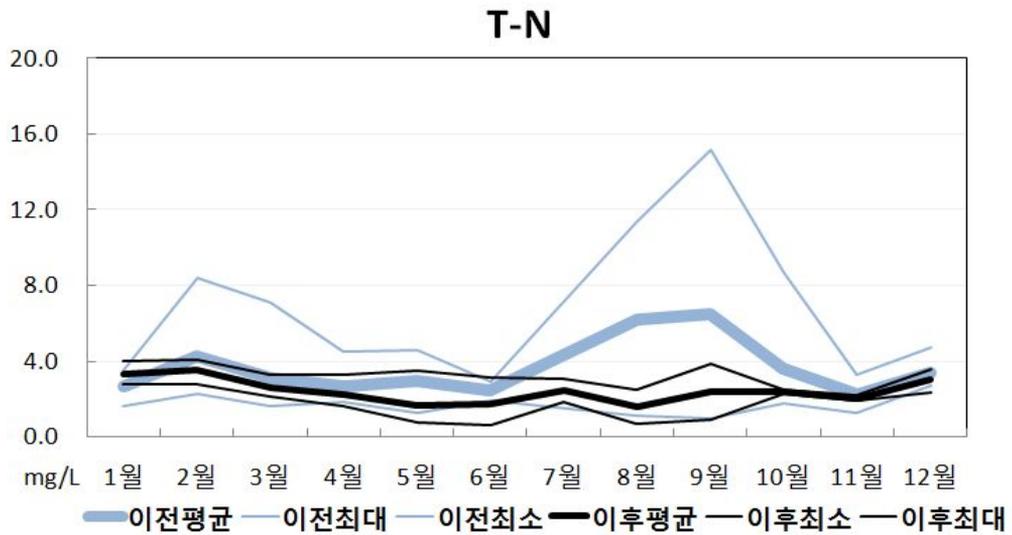
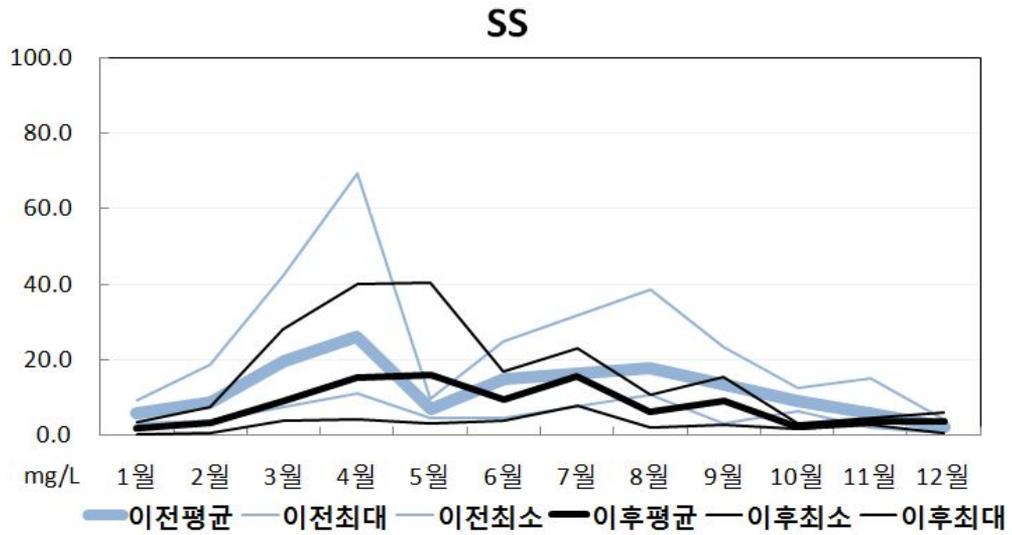
11) 지천



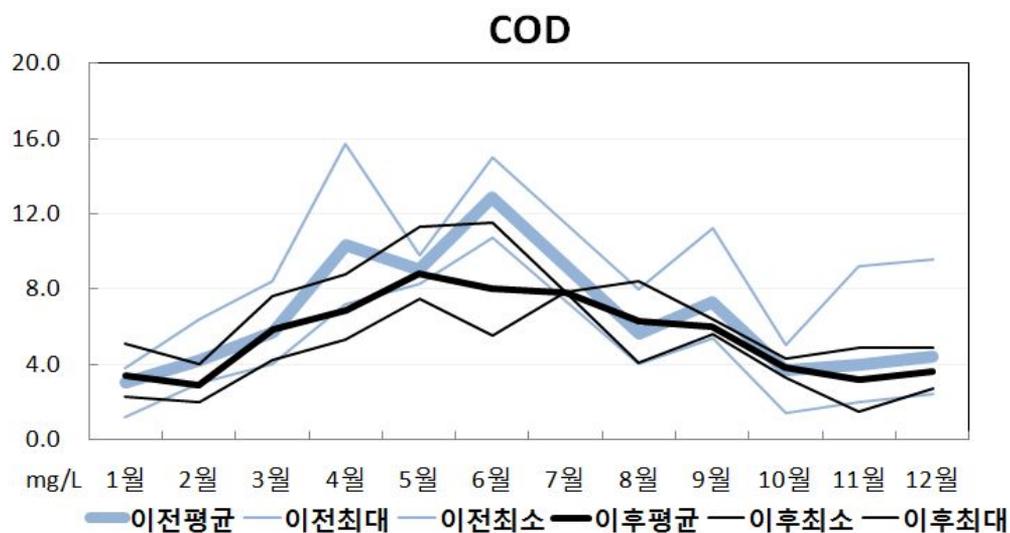
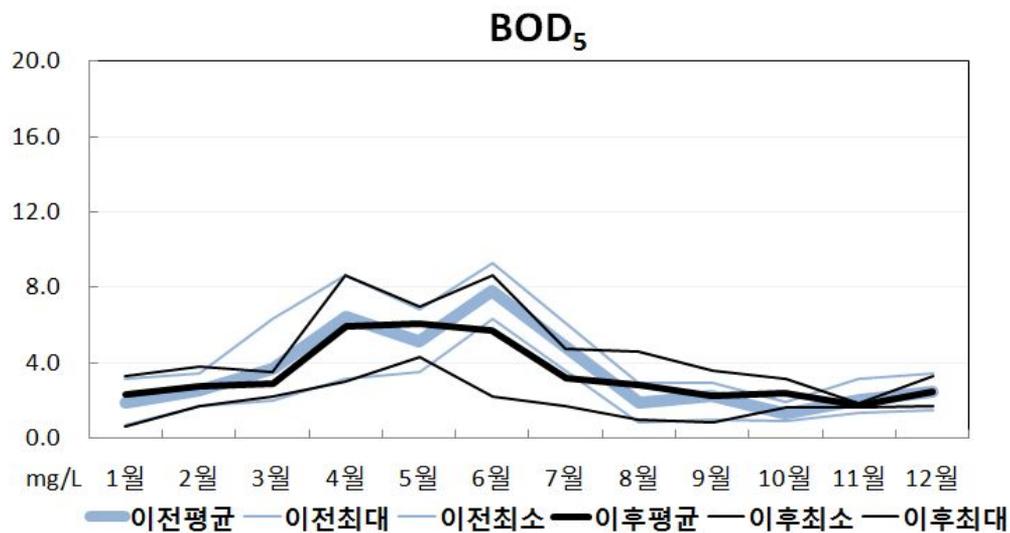


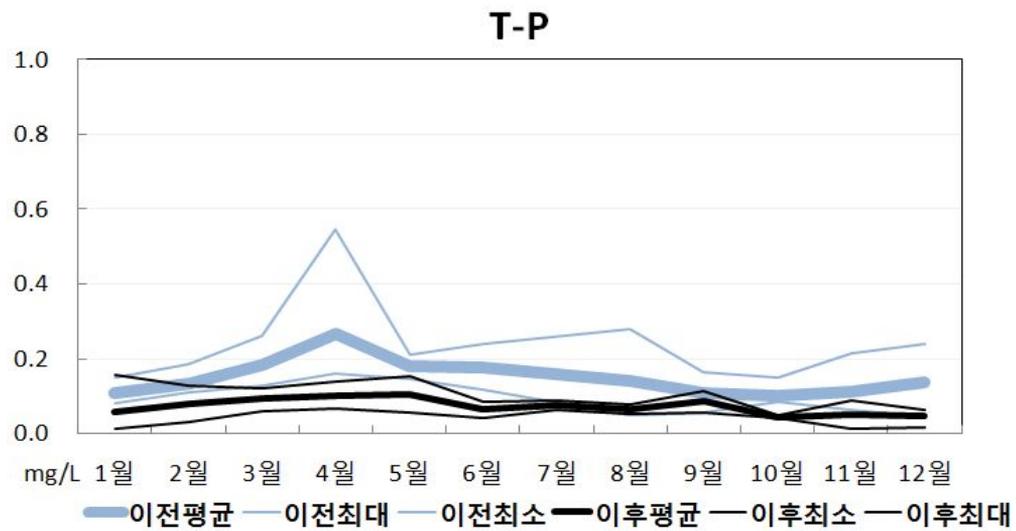
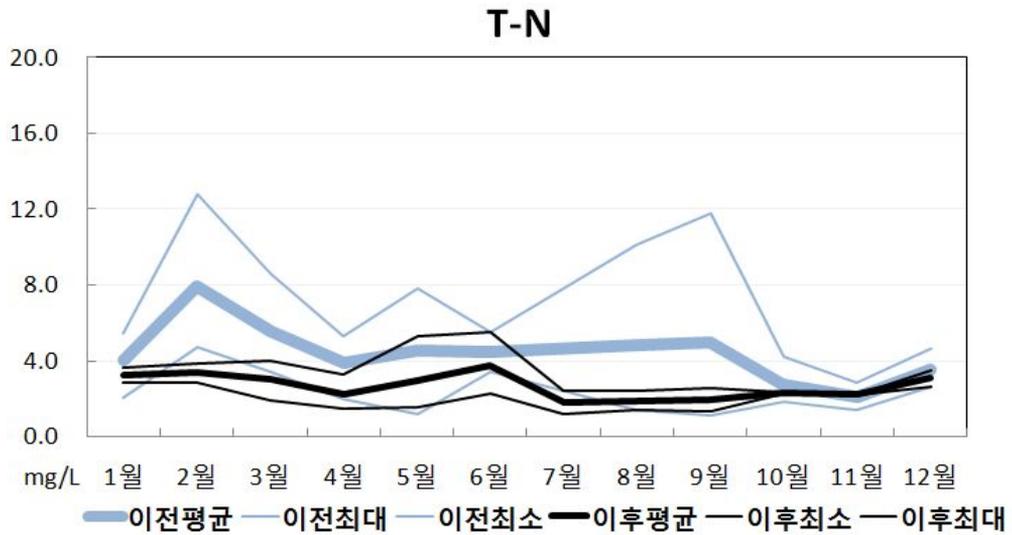
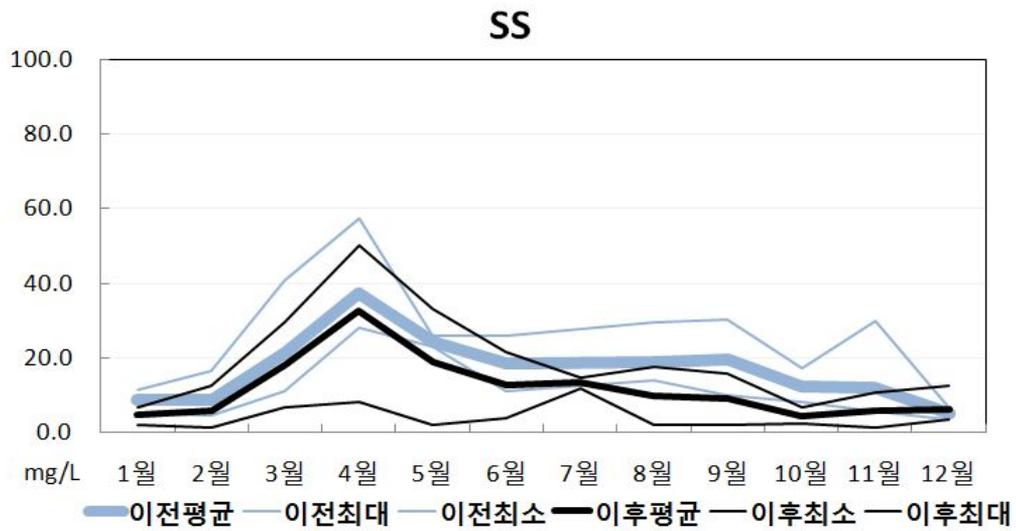
12) 은산천



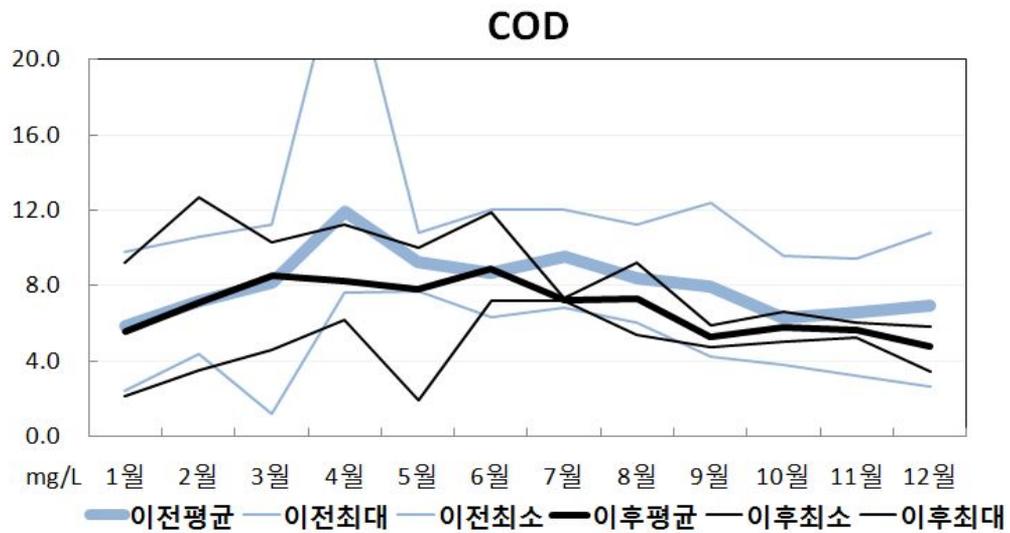
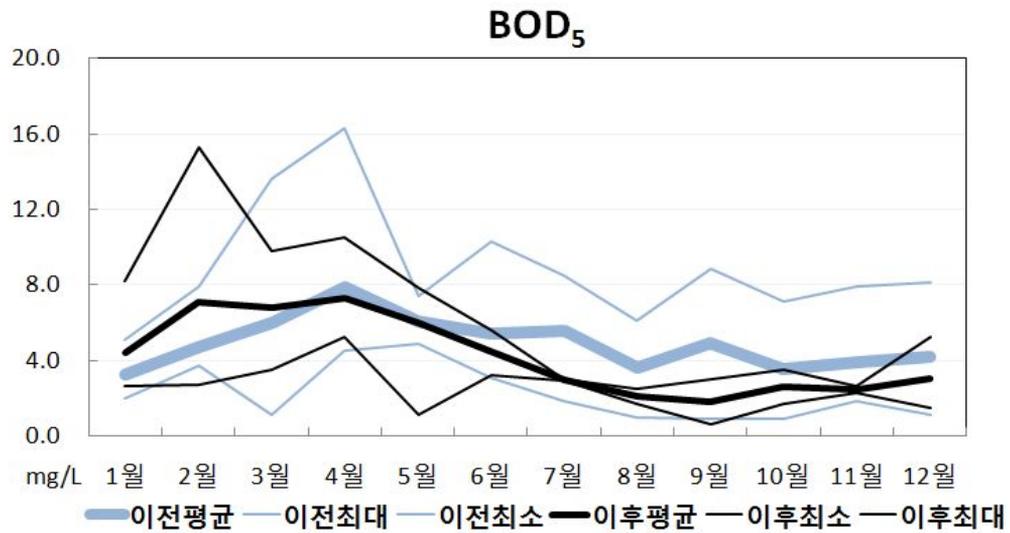


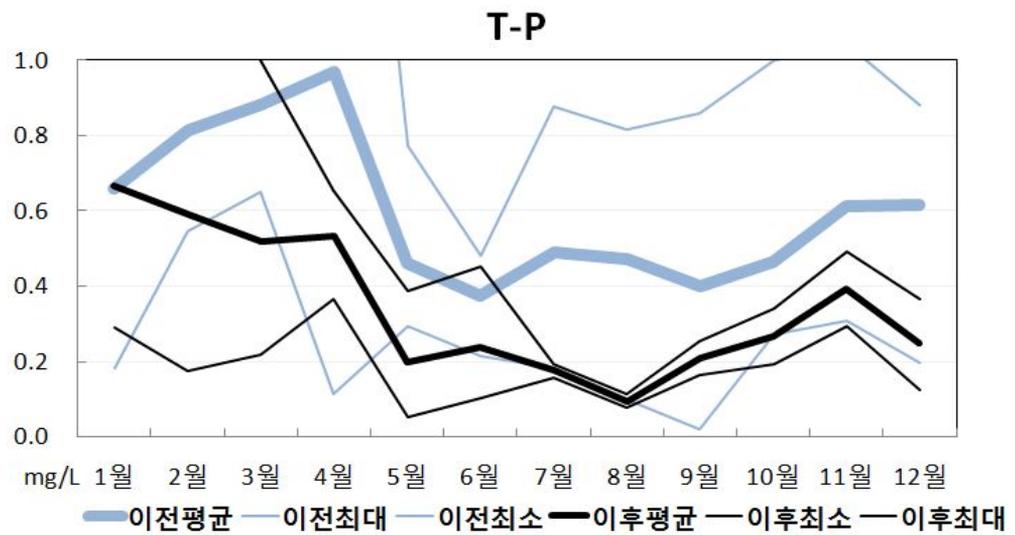
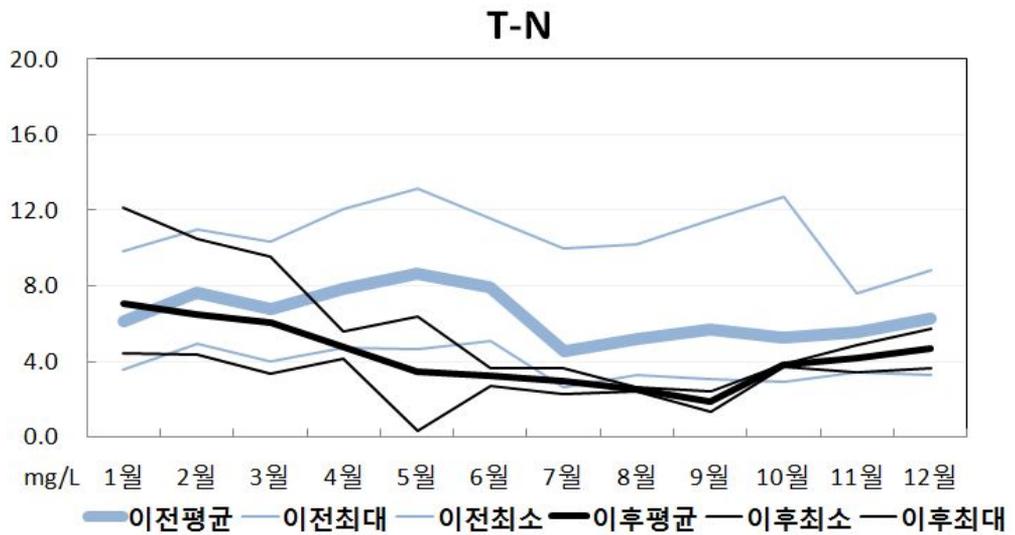
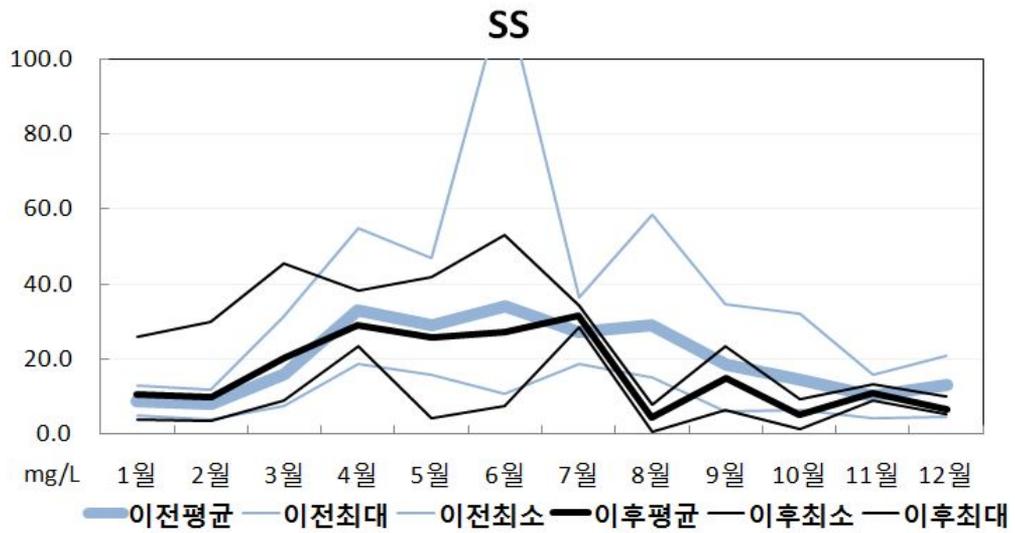
13) 금천



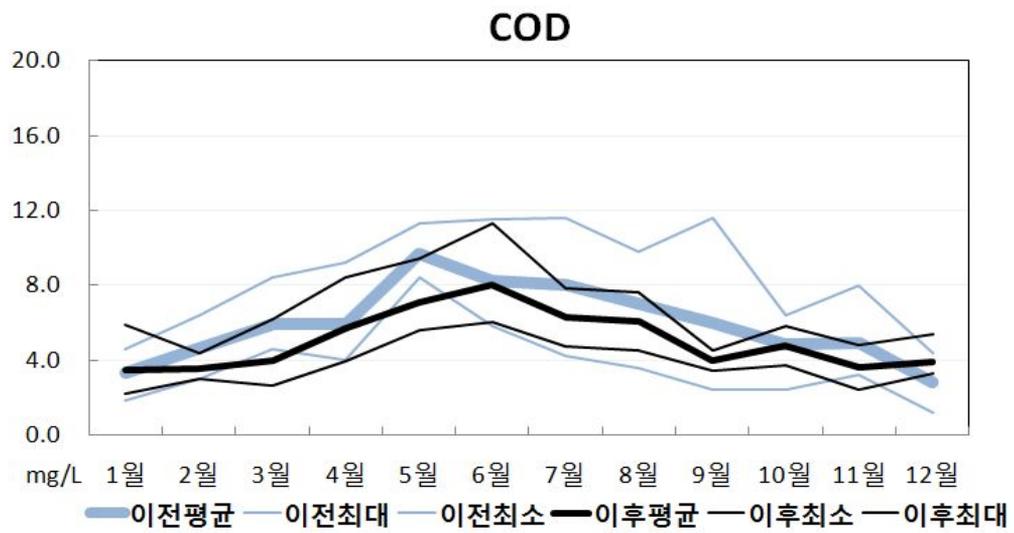
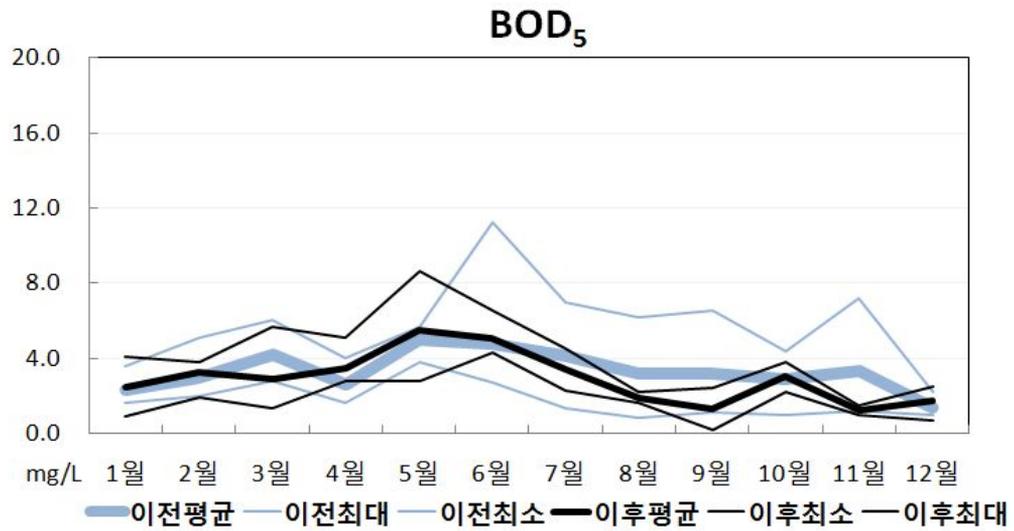


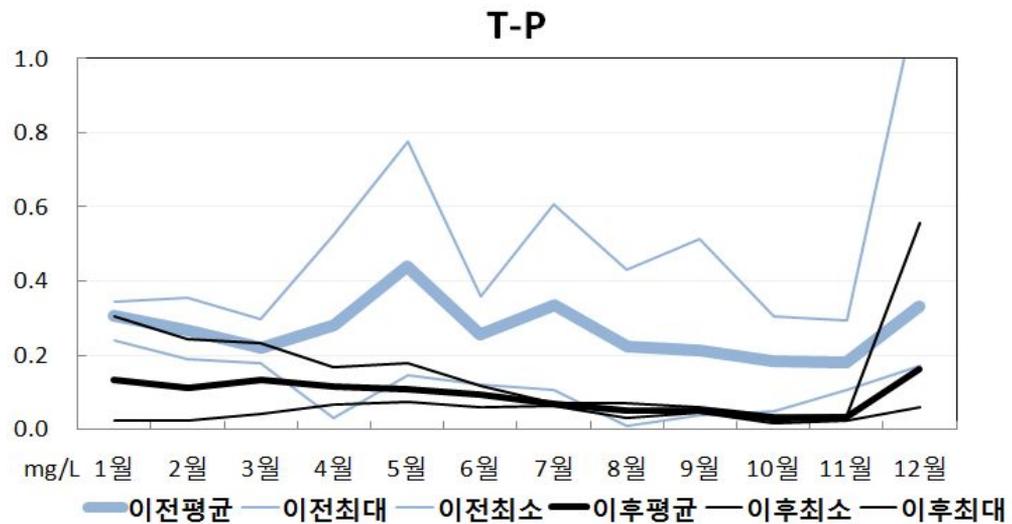
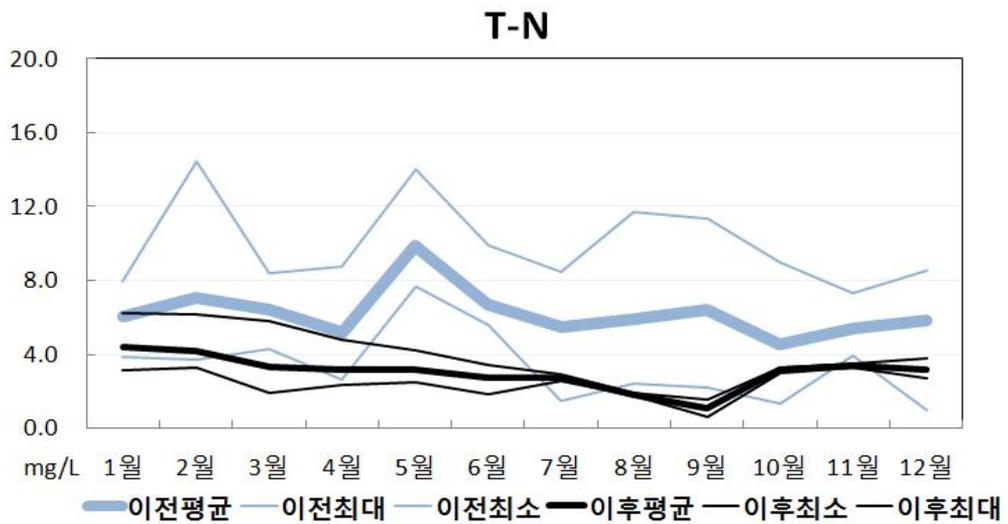
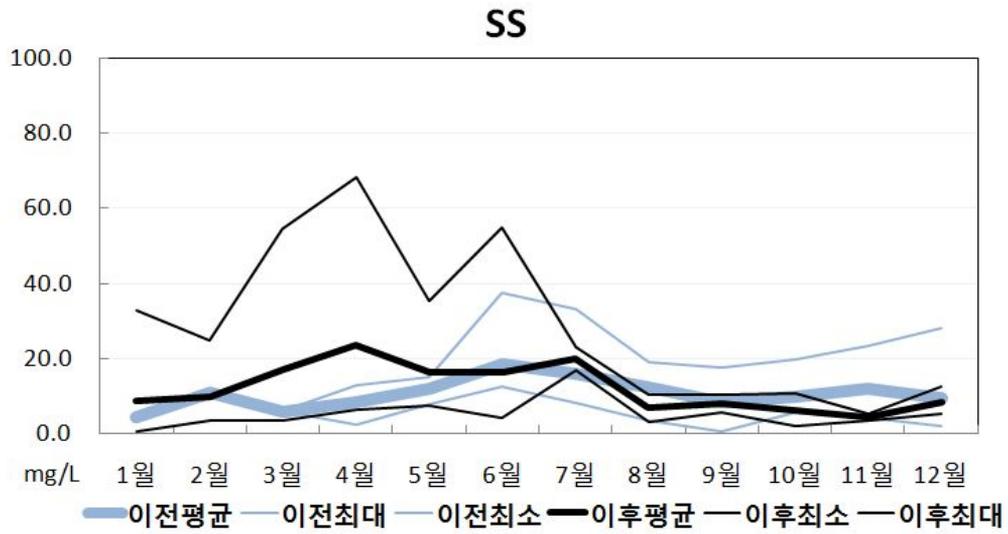
14) 석성천



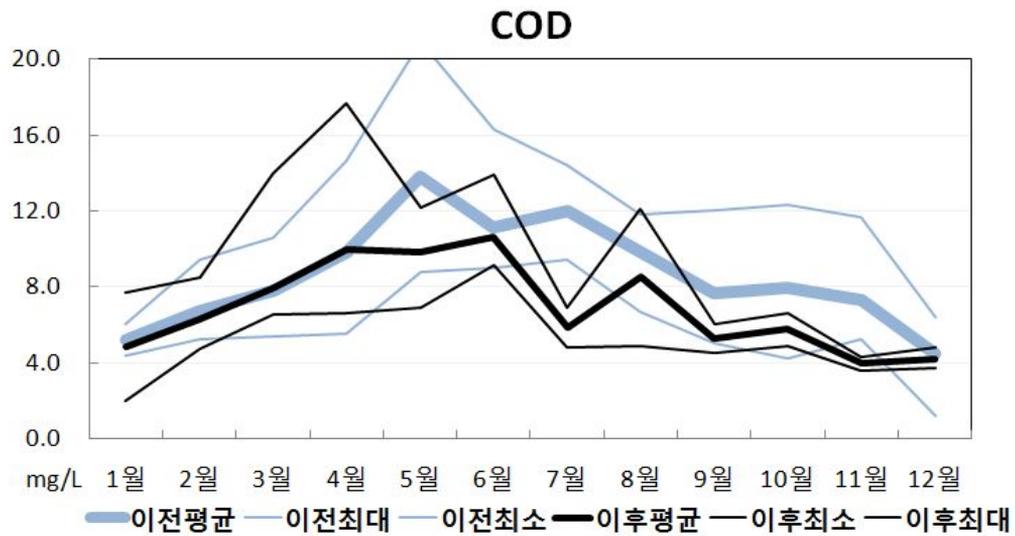
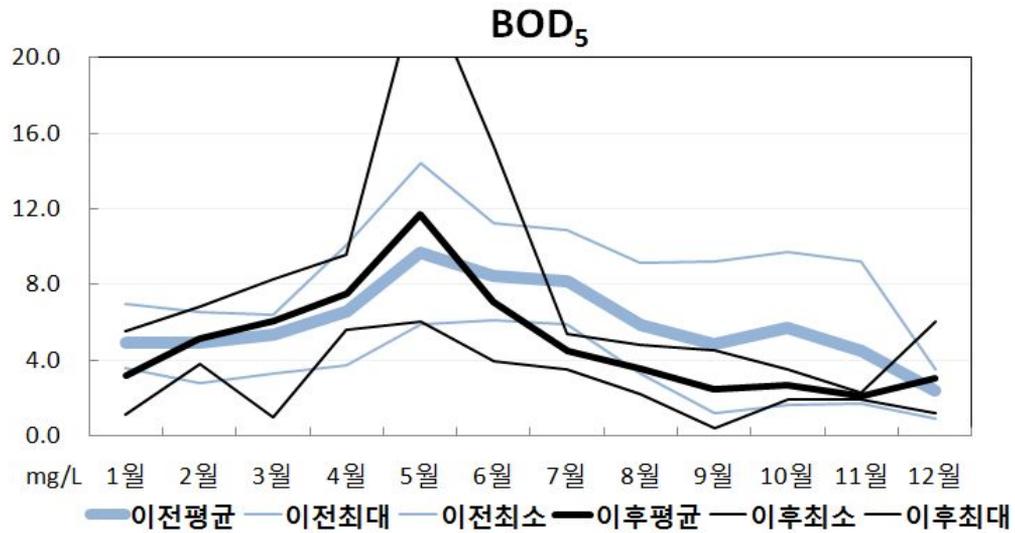


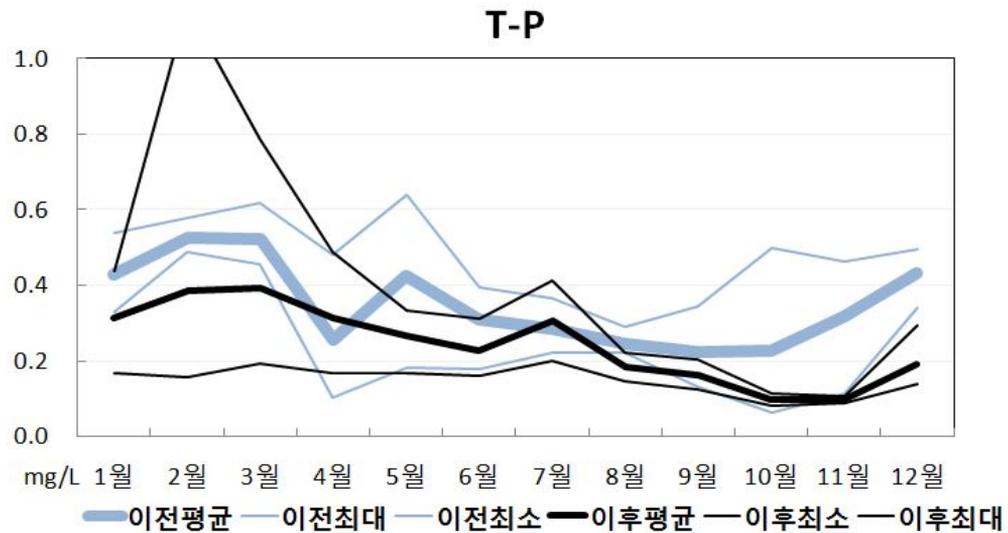
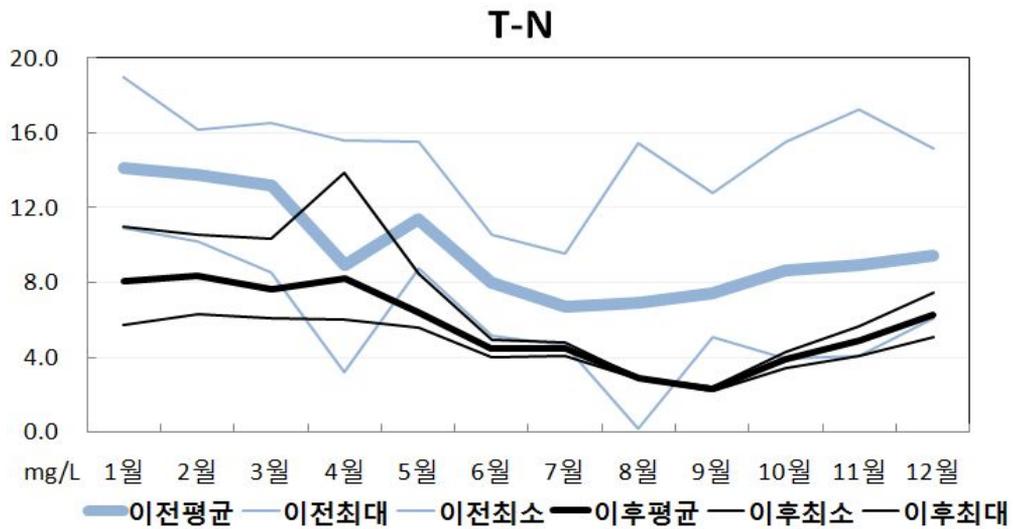
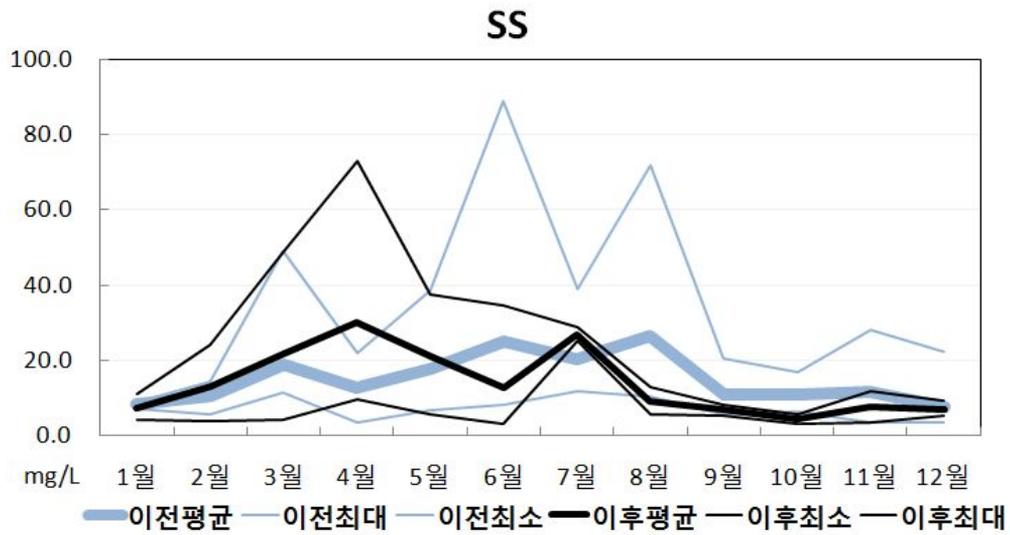
15) 논산천



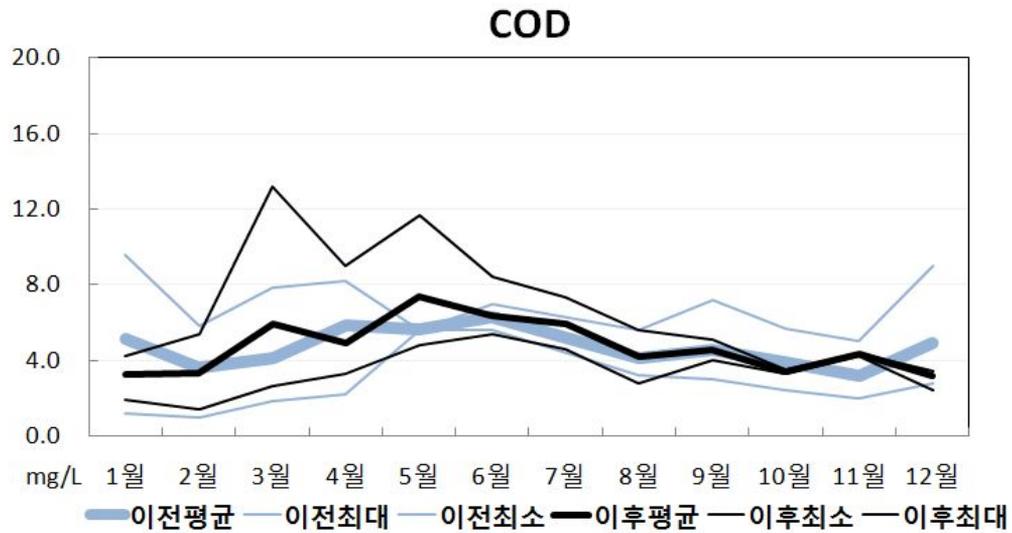
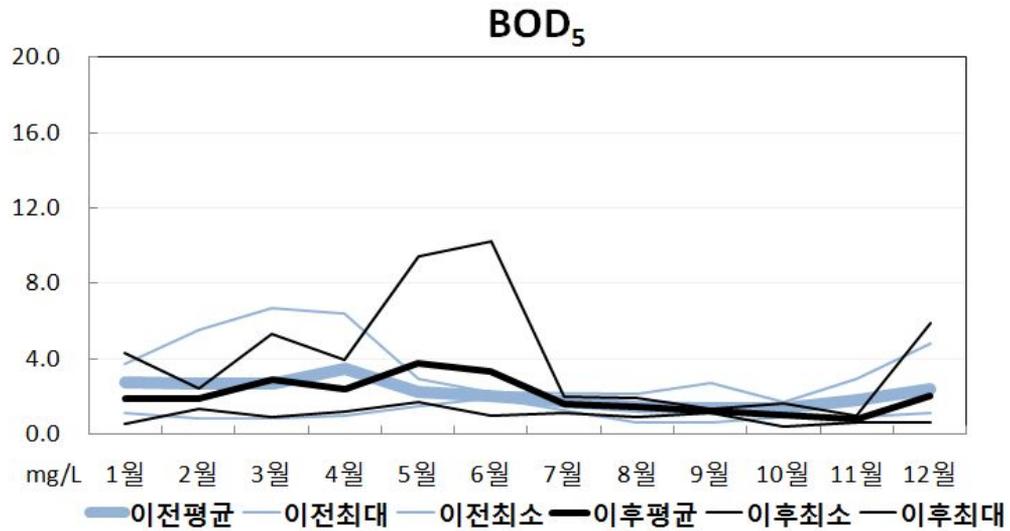


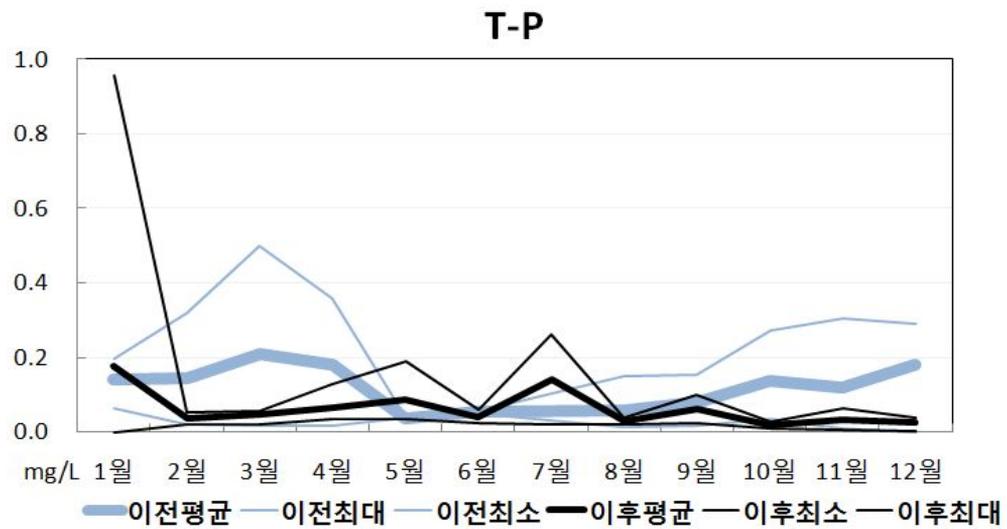
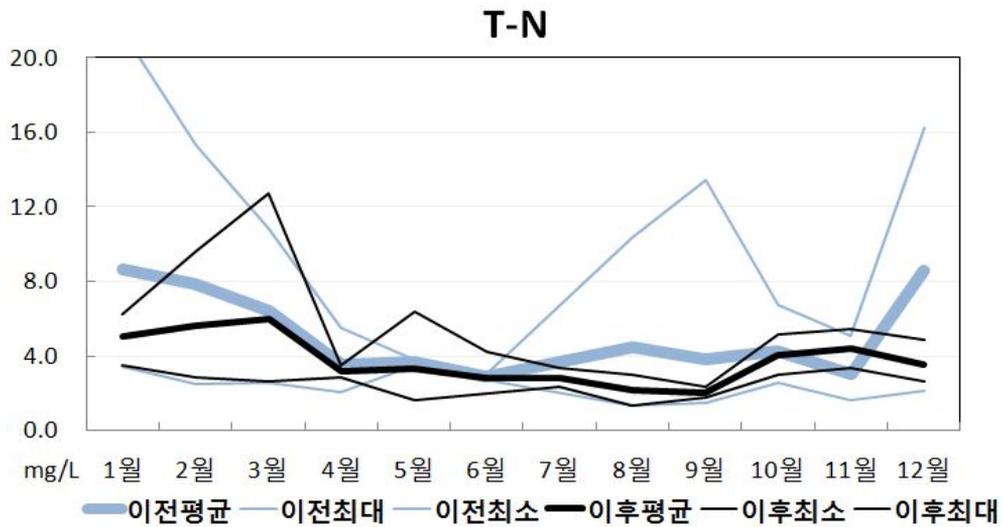
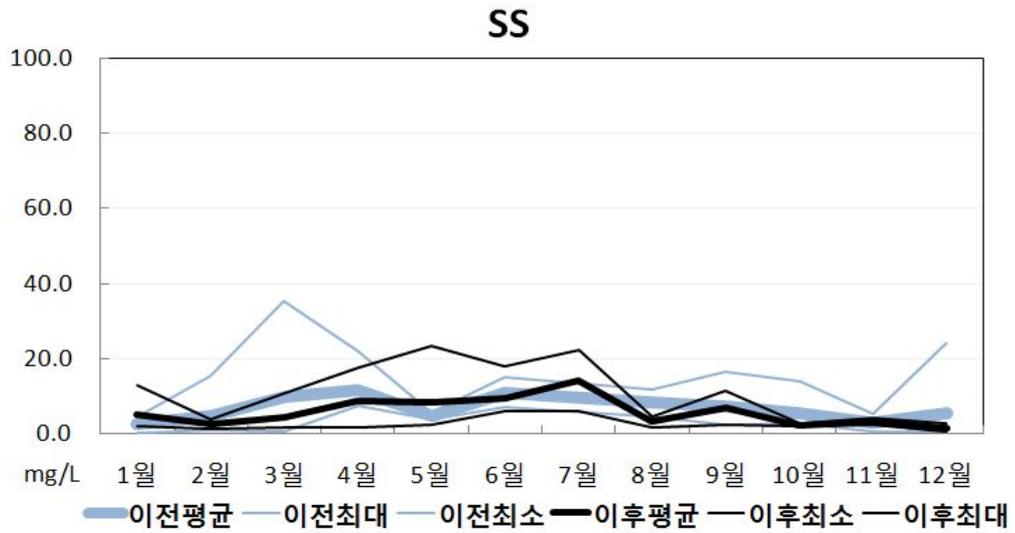
16) 강경천





17) 사동천





3. 탁수발생 모니터링

가. 탁수 조사 방법

- 강우에 의하여 발생한 탁수의 정도 및 지속기간을 평가하기 위하여 금강 본류 및 주요 지류의 17지점을 선정하여 탁도와 SS를 측정
- 탁수조사는 환경부 일반측정망지점과 동일한 지점에서 수행하였으며, 보의 상류 및 하류의 차이를 평가하기 위해서 추가적으로 3개 보(세종보, 공주보, 백제보) 상류 및 하류 1개 지점을 선정하여 조사하였음
- 대청댐 방류지점인 금본F로부터 금강 말단지점인 금본L까지 측정된 자료를 바탕으로 유하거리에 따른 변화를 평가하였음
- 측정지점으로 선정된 17개 지점에서 강우로 인한 탁수가 발생할 경우, 금강 상류에서 하류방향으로 8시간 이내에 모든 지점의 시료를 채취하여 분석하였음

나. 조사 시기 및 위치

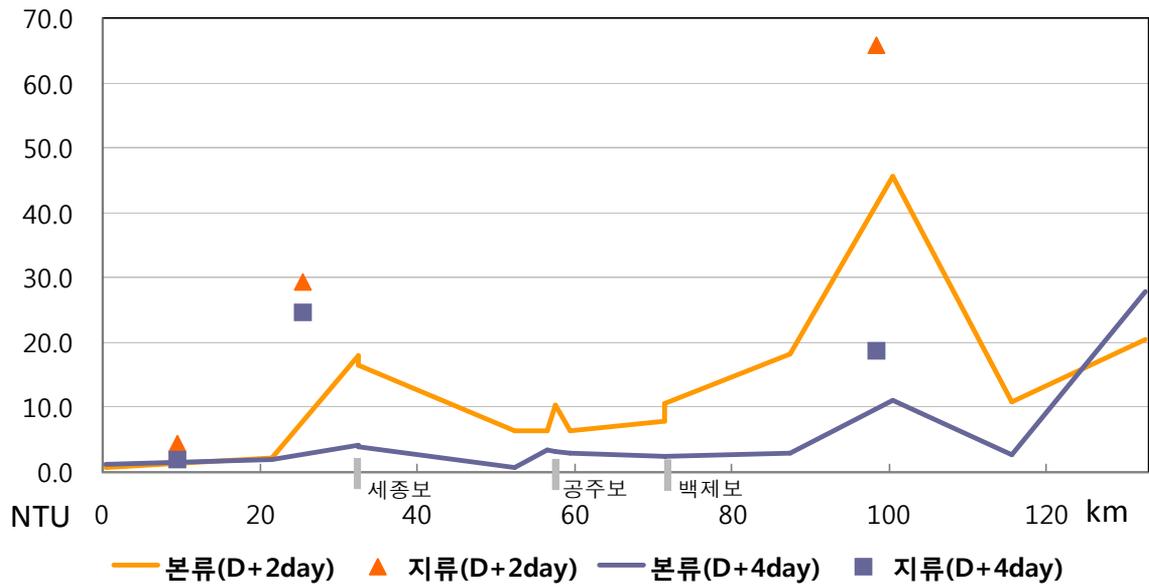
- 1차 조사
 - 2013년 5월 27일 52mm/day 강우 발생
 - 2013년 5월 29일(+2day), 31일(+4day) 시료 채취 및 분석
- 2차 조사
 - 2013년 6월 18일 73.9mm/day 강우 발생
 - 2013년 6월 19일(+1day), 21일(+4day) 시료 채취 및 분석



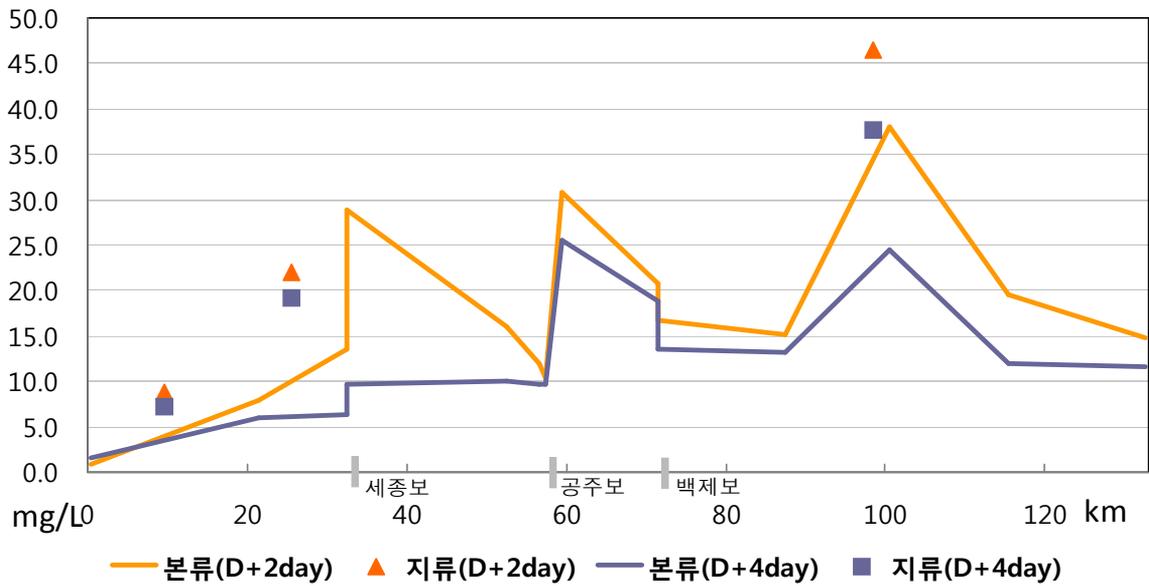
[그림 2-9] 금강 본류 탁도 및 SS 측정 지점

다. 측정 결과

- 측정결과를 표에 정리하였으며, 대청댐으로부터의 유하거리에 따른 탁도와 SS 농도를 그래프에 도시하였음
- 금강 본류에 유입되는 주요 지류인 갑천, 미호천, 논산천을 각각 9.1km, 25.6km, 98km의 유입되는 위치에 농도를 표시하였음
- 1차 조사 결과
 - 탁도
 - 52mm/day의 강우발생 2일 후에 미호천 합류 후 지점에서 17.9NTU (Nephelometric Turbidity Unit)를 기록하였으며, 논산천이 합류된 이후 45.4NTU를 기록하였음
 - 강우발생 4일 후에는 0.68~4.15NTU로 상당히 낮아진 것을 확인 할 수 있었으나, 미호천과 논산천에서 각각 24.6NTU, 18.8NTU의 높은 탁수가 여전히 유입되었으며, 최하류 구간은 금강하굿둑에 의한 정체현상으로 오히려 탁도가 증가하고 있는 것으로 확인됨
 - SS
 - 강우발생 2일 후에 세종보 하류 지점에서 28.8mg/L, 금본K 지점에서 38mg/L로 측정되었음
 - 특히 탁도의 경우, 미호천과 논산천이 유입된 이후에 급격히 증가하였지만, SS 농도는 세종보와 공주보 하류에서 급격히 높아진 것으로 관측되었음
 - 당시 세종보와 공주보는 수위를 조절하기 위하여 방류량을 증가시킨 상태였으며, 유속에 의한 SS가 급격히 증가한 것으로 확인됨
 - 강우발생 4일 후에는 공주보 하류와 논산천 합류 이후 지점을 제외하고 모두 15mg/L 이하로 호수 생활환경기준 보통(III)의 수준으로 개선되었음



[그림 2-10] 강우 후 탁도의 유하거리 및 시간에 따른 변화 - 1차 조사



[그림 2-11] 강우 후 SS농도의 유하거리 및 시간에 따른 변화 - 1차 조사

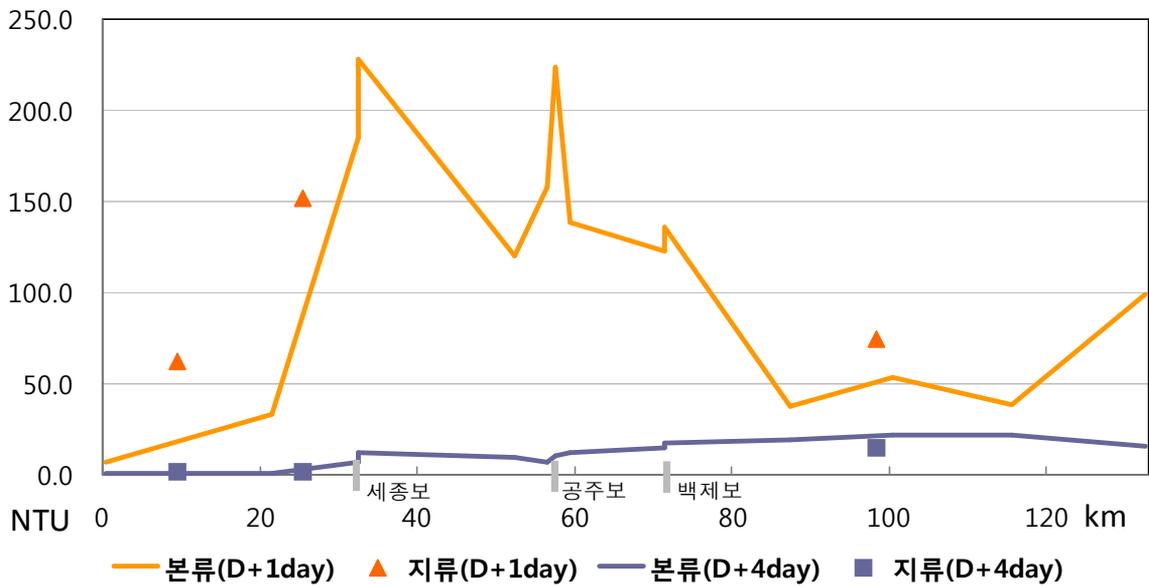
◦ 2차 조사 결과

- 탁도

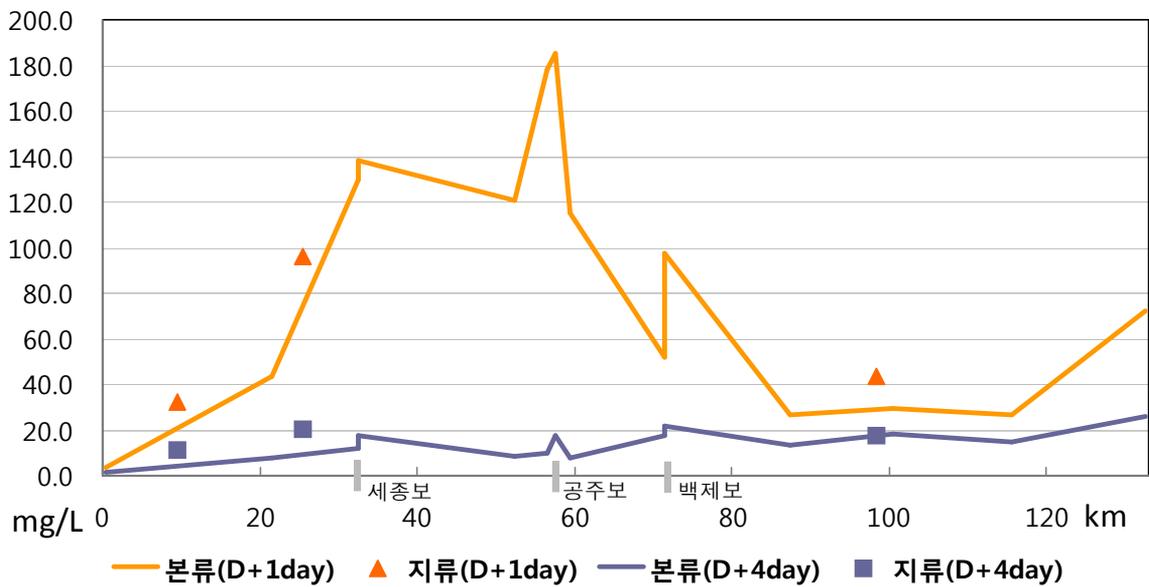
- 73.9mm/day의 강우발생 1일후에 세종보, 공주보, 백제보 하류부 지점의 탁도는 228NTU, 224NTU, 136NTU로 나타났음
- 미호천 합류이후 탁도가 급격히 증가하였으나 특히, 3개 보(세종보, 공주보, 백제보) 하류지점에서 탁도가 급격히 증가하였는데, 이는 보하류 지역에서 침식현상이 진행되고 있음을 간접적으로 나타내는 지표임
- 4일후에는 대청댐하류 이후 1NTU 미만으로 상당히 낮게 탁도가 개선된 것으로 나타나고 있으나 미호천 합류 이후 점차 증가하여 6.8~16NTU의 범위를 나타내고 있으며, 하류로 갈수록 탁도 회복속도가 느려지는 경향을 보였음

- SS

- 강우발생 2일 후에 공주보 하류 지점에서 SS 농도는 185.6mg/L의 최고 농도가 관측되었으며, 세종보와 백제보 모두 보 하류부에서 SS 농도가 높아지는 현상이 나타났음
- SS 농도의 경우도 탁도와 마찬가지로 미호천의 유입으로 인한 영향이 큰 것으로 나타났음
- 금강하굿둑에 의한 저류 효과와 논산천의 SS 농도가 높지 않아 부여2이하의 하류지역에서는 SS 농도가 낮게 나타났으나, 하굿둑의 SS 농도는 높은 것으로 확인됨
- 강우발생 4일후 SS 농도는 상당히 감소하였으나, 여전히 세종보, 공주보, 백제보의 하류부에서는 SS 농도가 높은 상태를 유지하였으며, 금강하굿둑의 SS 농도는 여전히 느리게 감소하는 것으로 나타남



[그림 2-12] 강우 후 탁도의 유하거리 및 시간에 따른 변화 - 2차 조사



[그림 2-13] 강우 후 SS농도의 유하거리 및 시간에 따른 변화 - 2차 조사

[표 2-89] 탁수 모니터링 측정 결과-1

회차	지점명	구분	측정일	탁도 (NTU)	SS (mg/L)
1차	금본F-1	본류	2013-05-29	0.80	0.8
1차	갑천A-1	갑천	2013-05-29	4.38	8.8
1차	금본G-1	본류	2013-05-29	2.12	8.0
1차	미호C-1	미호천	2013-05-29	29.40	22.0
1차	세종보상류-1	본류	2013-05-29	17.90	13.6
1차	세종보하류-1	본류	2013-05-29	16.50	28.8
1차	곰나루-1	본류	2013-05-29	6.32	16.0
1차	공주보상류나루터-1	본류	2013-05-29	6.42	12.0
1차	공주보하류-1	본류	2013-05-29	10.30	10.4
1차	금본I-1	본류	2013-05-29	6.43	30.8
1차	백제보상류-1	본류	2013-05-29	7.99	20.8
1차	백제보하류-1	본류	2013-05-29	10.50	16.8
1차	부여2-1	본류	2013-05-29	18.20	15.2
1차	금본K-1	본류	2013-05-29	45.50	38.0
1차	논산A-1	논산천	2013-05-29	65.70	46.4
1차	양화1-1	본류	2013-05-29	10.80	19.6
1차	금본L-1	본류	2013-05-29	20.40	14.8
1차	금본F-1	본류	2013-05-31	1.11	1.6
1차	갑천A-1	갑천	2013-05-31	2.09	7.2
1차	금본G-1	본류	2013-05-31	2.03	6.0
1차	미호C-1	미호천	2013-05-31	24.60	19.2
1차	세종보상류-1	본류	2013-05-31	4.15	6.4
1차	세종보하류-1	본류	2013-05-31	3.84	9.6
1차	곰나루-1	본류	2013-05-31	0.68	10.0
1차	공주보상류나루터-1	본류	2013-05-31	3.52	9.6
1차	공주보하류-1	본류	2013-05-31	3.17	9.6
1차	금본I-1	본류	2013-05-31	2.87	25.6
1차	백제보상류-1	본류	2013-05-31	2.58	18.8
1차	백제보하류-1	본류	2013-05-31	2.50	13.6
1차	부여2-1	본류	2013-05-31	2.97	13.2
1차	금본K-1	본류	2013-05-31	11.10	24.4
1차	논산A-1	논산천	2013-05-31	18.80	37.6
1차	양화1-1	본류	2013-05-31	2.81	12.0
1차	금본L-1	본류	2013-05-31	27.90	11.6

[표 2-90] 탁수 모니터링 측정 결과-2

회차	지점명	구분	측정일	탁도 (NTU)	SS (mg/L)
2차	금본F-2	본류	2013-06-19	7.43	3.6
2차	갑천A-2	갑천	2013-06-19	62.50	32.0
2차	금본G-2	본류	2013-06-19	33.70	43.2
2차	미호C-2	미호천	2013-06-19	152.00	96.4
2차	세종보상류-2	본류	2013-06-19	185.00	130.0
2차	세종보하류-2	본류	2013-06-19	228.00	138.0
2차	곰나루-2	본류	2013-06-19	120.00	120.8
2차	공주보상류나루터-2	본류	2013-06-19	158.00	178.0
2차	공주보하류-2	본류	2013-06-19	224.00	185.6
2차	금본I-2	본류	2013-06-19	139.00	115.2
2차	백제보상류-2	본류	2013-06-19	123.00	51.6
2차	백제보하류-2	본류	2013-06-19	136.00	97.2
2차	부여2-2	본류	2013-06-19	37.90	26.4
2차	금본K-2	본류	2013-06-19	53.10	29.2
2차	논산A-2	논산천	2013-06-19	74.40	43.6
2차	양화1-2	본류	2013-06-19	39.00	26.4
2차	금본L-2	본류	2013-06-19	99.20	72.0
2차	금본F-2	본류	2013-06-21	0.69	1.2
2차	갑천A-2	갑천	2013-06-21	1.81	11.2
2차	금본G-2	본류	2013-06-21	0.91	8.0
2차	미호C-2	미호천	2013-06-21	1.97	20.4
2차	세종보상류-2	본류	2013-06-21	6.83	11.6
2차	세종보하류-2	본류	2013-06-21	12.30	17.2
2차	곰나루-2	본류	2013-06-21	9.25	8.4
2차	공주보상류나루터-2	본류	2013-06-21	7.16	9.6
2차	공주보하류-2	본류	2013-06-21	10.80	17.2
2차	금본I-2	본류	2013-06-21	12.50	8.0
2차	백제보상류-2	본류	2013-06-21	15.30	17.6
2차	백제보하류-2	본류	2013-06-21	17.80	22.0
2차	부여2-2	본류	2013-06-21	19.00	13.2
2차	금본K-2	본류	2013-06-21	21.80	18.0
2차	논산A-2	논산천	2013-06-21	14.50	17.2
2차	양화1-2	본류	2013-06-21	21.90	14.8
2차	금본L-2	본류	2013-06-21	16.10	26.0

4. 조류 발생현황 평가

가. 환경부 관측자료

- 환경부에서 운영하는 일반측정망에서 Chl-a를 측정하고 있으나, 이 자료는 월 1회 측정 자료로서 1개월간의 하천수질을 대표하기 어려우며, 온도에 따라 급격한 변화를 일으키는 조류 및 Chl-a 농도를 평가하기에는 한계가 있음
- [표 2-91]은 감사원에서 2013년 1월에 '4대강 살리기 사업 주요시설물 품질 및 수질관리 실태'에 대한 감사를 실시한 결과 보고서에서 발췌한 내용으로, 국립환경과학원에서 2012년도 1월 ~ 6월까지 주1회 Chl-a를 측정한 결과를 바탕으로 조류발생 현황을 평가한 자료임
- 백제보의 경우 2월 4주차에 35mg/m³을 초과하면서 6월까지 지속적으로 생활환경기준 약간 나쁜물의 수준을 유지하고 있으며, 공주보와 세종보는 5·6월간 예보기준인 70mg/m³을 초과하였음
- 2012년 1월부터 6월까지 짧게는 1개월에서 6개월간 지속적으로 조류농도가 증가되었음에도 불구하고 본 측정결과는 일반에 공개되지 않고 있으며, 피감기관으로서 감사원에만 제출되었음
- 하천에 문제 현상이 발생할 경우, 원인제공과 책임이 오롯이 국가와 환경부에 있는 것이 아닌 국민과 지역민 모두에게 있는 만큼
- 문제의 사항을 비공개로 축소화 하는 것이 능사가 아닌 사실 내용을 확인하고 원인을 정확히 파악하여 개선하는 것이 목표라면 현재 상황과 자료를 공개하여 지자체·민간·학계와 협력하여 공동의 목표를 수립하고 달성하여야 할 것임

[표 2-91] 2012년도 16개 보의 실제 조류농도(Chl-a mg/m³) 명세

월	보명 회차	한강			금강			영산강		낙동강							
		강천	여주	이포	세종	공주	부여	승촌	죽산	상주	낙단	구미	칠곡	강정 고령	달성	합천 창녕	창녕 함안
1월	1	2.3	1.9	1.2	4.4	4.2	5.8	25.4	55.4	3.4	6.9	1.5	2	2.3	4.9	37	58.6
	2	3.2	0.5	1.1	5.4	5.6	4.5	25.4	62	4.4	2.2	1.3	2.2	2.4	5.3	16	51
	3	3.6	2.3	2.8	10.3	8.2	6.3	66.6	135.1	2	2.3	1.5	3.6	4.7	11.5	57.1	99.1
	4	4	3.7	3.9	3.8	4.3	26.7	75.5	113.2	4.6	1.8	1.3	3	8.6	31.9	77.4	110.2
	5	9.1	5	5.1	4.7	7.3	12	54.4	79	1.9	1	0.8	4.3	13.8	30.3	81.7	108.7
2월	1	5.9	6	6.6	7	7.1	8.6	40.4	75.1	3.1	2	4.1	2.8	46.1	109.4	44	106.8
	2	6.7	6.4	7.2	11.3	10.4	16.7	83.7	60.6	2.7	2.7	1.5	2.4	27.3	100.3	46.4	128.9
	3	4.5	4.6	5.4	7.6	11.7	31	64.4	82.8	1.9	3.2	2.1	3.4	21.7	128.2	71.5	134.4
	4	5.9	5.1	6.7	10.9	24.3	35.1	34.2	38.4	2.7	2.4	3.1	8.4	34.9	87.8	144.9	80.4
3월	1	7.8	7.9	9.4	17.8	15	35.7	63.1	70.1	4.1	4.4	7.1	14.2	88.5	108.1	108	92.5
	2	6.5	8.6	7.8	8.3	9.4	46.4	43.6	129.2	2.7	2.9	10.9	28.2	81.6	132.3	129.1	119.1
	3	8.9	12.1	17.5	16.9	24.2	36.8	67.4	105.3	8	23.6	20.5	59.3	81.6	122.9	75.5	61.4
	4	7	8.8	13	16.3	28.7	47.9	104	82.5	36.6	44.2	10.5	68	54.7	48.3	13.9	13.8
4월	1	8.5	14.1	6.8	18.7	26.4	36.6	90.3	59.1	8.3	18.5	36.3	37.9	38.9	58.2	8.4	8.6
	2	5.7	5.7	7.9	14.1	12.7	17.5	151.1	117.8	8	19.1	25.3	31.9	43.6	33.2	31.3	47.7
	3	5.7	8	6	21.7	51.5	65.3	74.1	21.1	15.2	17.7	15.5	47.2	19.4	23.7	20.2	25.3
	4	15.8	12.4	13.9	12.9	21.6	38.4	61.3	19	7.9	25	14.4	28.6	27.9	28.1	15.2	14.5
5월	1	7.7	12.6	20.3	51.1	36.8	51.6	70.9	21.3	8	34.5	30.9	52.8	41.7	56.4	51.8	28.5
	2	12.4	22.1	43.5	104.7	129.8	52.7	76.2	95.2	20.8	17.5	14.3	18.2	20.8	34.6	44.1	55.8
	3	17.6	14.8	41.3	44.2	111.6	25.3	18.3	25.9	27.2	31.3	31.5	40.2	26.8	64.4	24.3	16.9
	4	20.1	26.7	49.5	46.1	114.6	36	82.8	22	20.3	8.9	11.2	6.1	8.7	8.2	6.4	25.5
	5	14.7	19.5	41.6	73	55.3	21.7	83.3	79.5	8.2	3.3	2.3	2	4.2	3.3	5.7	3.6
6월	1	17.8	64.9	43.4	49	102.3	33.7	64.7	68.5	11.5	4.4	3.6	4.7	11	8.9	10.8	19.9
	2	26.3	19.1	38.5	70.1	104.9	43.5	72.5	146.9	22.9	7.8	13.2	6.6	8.1	7.6	24.5	20.7
	3	9.8	38.8	49.4	90.5	102.4	43.2	143.5	84.9	4.6	7.9	8.7	8.1	13	8.5	58.6	17.9

※주: 클로로필-a농도 생활환경기준 약간 나쁜물 35mg/m³ 초과

 예보기준 70mg/m³ 초과

 주의단계 105mg/m³ 초과

※출처: 감사원, 2013. 1. 감사결과보고서(4대강 살리기 사업 주요시설물 품질 및 수질관리 실태).

제3장 수생태 모니터링

1. 생태계 변화관찰

2. 조류·어류 서식변화 실태 조사

3. 물고기 집단폐사 사고

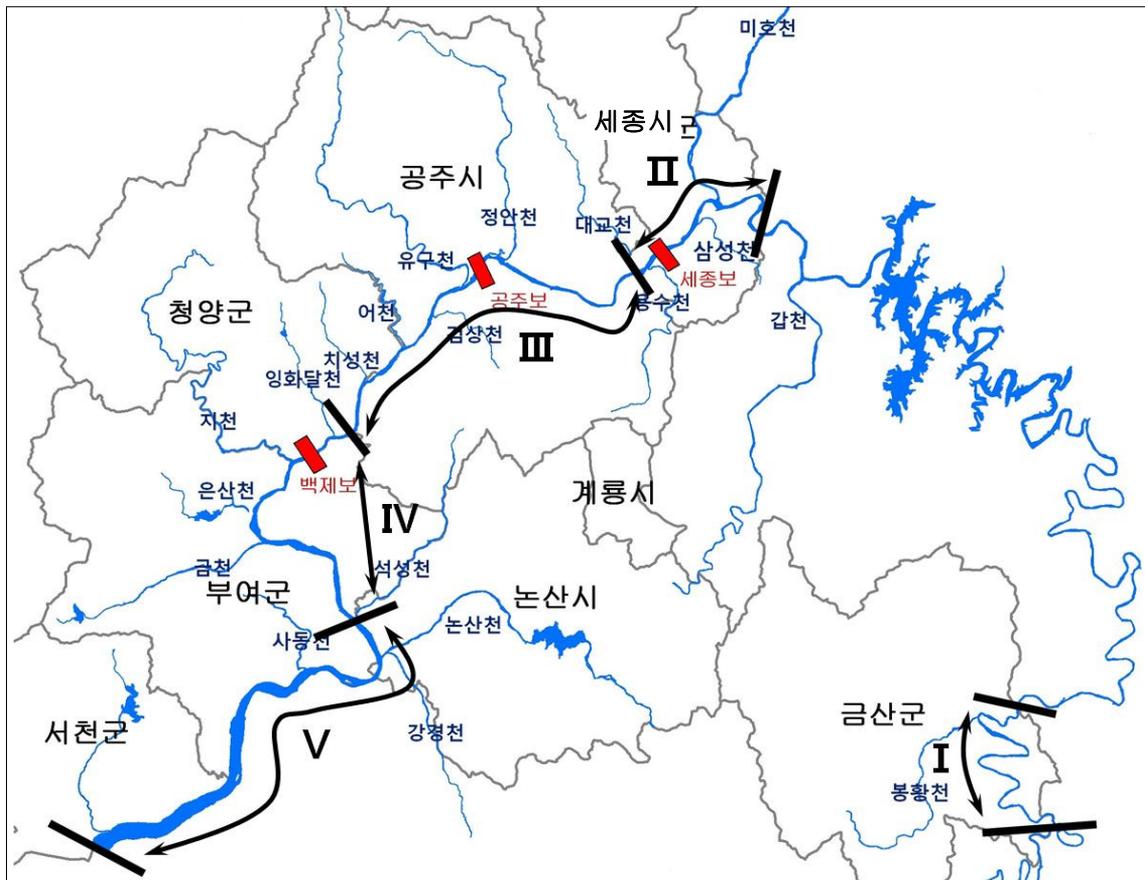
제3장 수생태 모니터링

1. 생태계 변화관찰

가. 조사지점 및 시기

1) 조사지점

- 금강정비사업 시행지역 총 128km 구간을 5개 구역으로 구획한 후 조사를 실시하였으며, 각 구간별 해당 공구 및 공간정보는 아래와 같음
- 또한, 조사구역에 유입되는 주요 지류하천의 말단지점에서 상류 약 100m의 지류하천 구간을 포함하여 조사를 실시



[그림 3-1] 생태계 변화관찰 조사구역 수계도

- I 구역 : 금산군 (총 17.1km)
- II 구역 : 세종특별자치시 (총 12.5km)
- III 구역 : 공주시, 청양군 (총 35.9km)
- IV 구역 : 논산시, 청양군, 부여군 (총 24.2km)
- V 구역 : 논산시, 부여군, 서천군 (총 38.3km)

2) 조사시기

- 2012년 7월부터 2013년 8월까지의 자료와 1차년도 연구자료를 포함하여 정리하였으며 조사주기는 구역별로 전월대비 수생태계 변동이 관찰되지 않은 달을 일부 제외하고, 월 1회 이상을 원칙으로 하여 실시

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 시행

1) 관찰원칙

- 구간별 형상변경 등 외형적인 변화관찰에 중점을 두고 야생 동·식물의 서식지 및 생물상의 변화상태를 같은 시기에 지속적·반복적으로 관찰
- 조사를 통하여 자연적 또는 인위적 요인으로 인하여 생태계의 변화가 뚜렷하다고 인정되는 지역을 관찰한 경우에는 향후 보완 정밀조사 실시

2) 조사내용

- 생태계 변화관찰 Check List는 [표 3-1]과 같으며 조사내용은 아래와 같음
 - 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

3) 생태계 변화관찰 Check List 기입 세부내용

- 형상변경
 - 사업시행자, 위치, 용도, 규모, 기간, 진행사항 등을 육하원칙에 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

[표 3-1] 생태계 변화관찰 기록표(예시)

1. 일반사항	① 관찰일자				② 관찰자	소속 : 성명 :
						소속 : 성명 :
	③ 관찰지역	관찰지점 :	수계(하천명)	행정구역명 (양안기록)	지리환경	
④ 생물서식 공간유형	면적	1.매우넓음 2.넓음 3.협소함 4.매우협소함	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 습도	%	③ 강우량	
구분		내용			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	규모	면적계산 : 지점길이 :		
			위치	세부적으로 작성 :		
			발생형태	합류, 병목지점, 시설물에 의한 발생 등등 추론하여 기술		
			기타특이사항			
		재퇴적	규모	면적계산 : 지점길이 :		
			위치	세부적으로 작성 :		
			발생형태	합류점, 병목 등 추론하여 기술		
			기타특이사항			
		습지훼손	규모	면적계산 : 지점길이 :		
위치			세부적으로 작성 :			
훼손형태			개발과 개입, 자연적 변화 등 기술 :			
기타특이사항						
4. 형상변경	① 수위 수량 의 증감 유발행위	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	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				
	② 각종 시설물 산·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	세굴발생여부	1.매우심함 2.심함 3.보통 4.보전됨 5.세굴없음	훼손규모(㎡)		
			기타특이사항				
	③ 전변 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 세 문항을 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				
	④ 택지개발, 입지조성, 골재채취						
⑤ 산불, 벌목, 수해, 태풍 등 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 밀도증감, 출현 및 위협요인	동물흔적 :					
		식생현황 :					
		조류 :					
		어류 :					
		기타 :					
	③ 외래동·식물 및 생태계교란종의 침입여부 및 피해 - 특정종이 갑자기 증가하거나 밀도가 높았던 종들의 감소현황	동물흔적 :					
		식생현황 :					

	- 전년도 비교 외부 유입종 (국내종)이나 외래종의 출 현 사항		조류 :			
			어류 :			
			기타 :			
	④ 동식물 방사이식					
	⑤ 불법 포획, 채취					
	⑥ 산불재해 등으로 인한 동식물 피해					
	⑦ 수질, 폐기물, 유독물질 등 환경오염					
⑧ 기타 야생동식물 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

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

- 식생조사표 작성 및 관찰지역내 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, 개체수, 분포면적, 위협요인 등 기재

다. 조사결과

- 구역별 조사를 실시하였으며, 각 구역에 대한 변화관찰 사항을 요약하여 제시

1) I 구역

- I 구역은 금산군(17.1km)에 해당되며, 비교적 생태환경현황이 타 지역에 비해 우수한 편에 해당되는 구간임
- 캠핑장 및 잔디광장에서 이용객들의 쓰레기가 발생하고 잔디광장의 무단출입으로 훼손되고 있으나 관리는 형식에 그치고 있음[그림 3-2]
- 여름에 침수되어 흙으로 덮여있던 압수지역은 길만 치워졌으며, 캠핑장내 기존 설치되었던 친환경 화장실을 사용하지 못하고 간이 수세식 화장실을 사용하고 있음[그림 3-3]
- 심한 범람 등이 발생하지 않았음에도 인공 식재물은 관리가 이루어지지 않아 식재식물 상당부분 죽거나 사라졌음[그림 3-4]

[표 3-2] I 구역 생태계 변화관찰 요약

구분	조사내용	
	1차년도	2차년도
I 구역	<ul style="list-style-type: none"> · I 구역은 4대강 정비공사 후 자연상태의 강변 둔치와 습지 생태계가 수변공원, 연못, 오토캠핑장으로 개발되었음 · 인공적인 시설물 이용자 많은 지역은 수변구역을 오염시키는 각종 하천 쓰레기가 발생하고 있어 체계적인 관리가 필요함 · 금강 상류지역으로서 멸종위기종인 말뚝가리, 천내지구 두드럭조개가 관찰됨 · 천내습지 지구는 천연기념물인 여름치를 비롯하여 수달 배설물과 족적을 발견함 · 식물 관찰결과 환경부가 지정한 생태계교란종 가시박이 용화리 강변, 천내습지 인근에서 발생중이며 금강유역 환경단체와 해당 지 	<ul style="list-style-type: none"> · 강변둔치와 수변공원, 오토캠핑장으로 개발된 I 구역은 오토캠핑장과 잔디광장을 중심으로 이용객들의 쓰레기 오염이 발생하고 있음 · 국토부에서 예산을 세워 금산군에 관리를 위탁하였고, 국토부에서 순찰원을 두고 관리를 하고 있으나 관리는 형식에 그치고 있음 · 오토캠핑장만이 관리인에 의해 관리가 되고 있을 뿐 나머지는 관리가 전형 되지 않고 있고 오토캠핑장도 캠핑이 이루어지고 있는 공간이외에는 잡초의 제거조차 이루어지지 않고 있는 실정임 · 2012년 8월에 침수되어 빨흙으로 덮여있던 압수지역은 2달이 지난 10월이 되어서야 길만이 치워졌음 · 국토부의 순찰원이 순찰을 돌고 있으나 문제가 발생하였을 때 해결되는 것 같지는 않음 · 예로 제방의 제외지일부를 주민인 무단 점유하는 사건이 발생하였는데도 대응을 하지 못하고 있음 · 인삼골 오토캠핑장은 본래 화장실의 설치와 설계가 잘못 되었는지 2013년 2월에는 1동의 수세식 화장실을 설치하였고, 본래 설치하였던 친환경 화장실은 사용하지 못하는 일이 발생하였음 · 캠핑장내 배수시설을 새로이 설치하는 공사가 2013년 2-4월 까지 실시되어 최초의 설계에 문제가 있었음을 시인하고 있음

	<p>자체에서 가시박 제거작업을 3년째 추진하고 있음</p> <ul style="list-style-type: none"> · 1구역은 금산군 금강정비사업 전구간(17.1km)에 해당되며, 비교적 생태환경현황이 타지역에 비해 우수한 편에 해당되는 구간임 · 특히 수달의 서식흔적이 발견되었으며, 말뚝가리, 황조롱이 등 멸종위기종이 다수 서식하는 것으로 확인됨 · 금강정비사업으로 인공잔디 식재를 위주로 한 공원, 인공연못, 오토캠핑장 등의 조성이 이루어지고 있으므로 향후 서식지 보전과의 상충여부를 검토해 볼 필요가 있음 	<ul style="list-style-type: none"> · 잔디광장은 캠핑객의 무단출입으로 훼손되고 있고, 하상에 만들어진 주차장은 관광버스의 임시주차장으로 변질 되어가고 있음 · 아직까지는 심한 범람등이 발생하지는 않았지만 2012년 관찰을 통해서 발견한 것은 인공적으로 식재한 대부분의 식재 식물은 죽거나 다른 식물로 대체될 것으로 예상, 봄에 살펴보면 식재식물이 거의 없어진 곳도 상당하고, 적절한 시기에 잡초의 제거가 이루어지지 않으면 식물의 종류가 변해갈 것으로 보여짐 · 4대강 공사구간 전체에 1년이 지나면서 자연 천이가 진행되거나 새로운 식생이 나타나고 있음 · 잔디가 식재된 구간은 토끼풀등의 식물이 많이 자람 · 자전거 도로 근처에서 가시박 일부 발견되고, 분포가 확산되고 있음 · 식재식물은 나무와 일부 초본과 관목이 죽고 있음 · 자연식생으로의 변화가 있음 · 버드나무와 달뿌리풀이 정착하기 시작하고 있음 · 동물흔적으로는 고라니, 백로, 왜가리 다수 관찰함 · 천연기념물 황조롱이 다수가 관찰됨 · 자전거도로로 이용되는 구간 중에 제방구간 보호철책에 소나무 아래 장미, 코스모스가 식재되어, 사람과 대형동물이 강으로 접근하는 길을 막고 있음 · 자전거도로를 이용하는 사람은 없고, 자동차 통행과 주차장으로 활용하고 있음 · 자전거도로로 하천 접근이 용이한 지점에 차량의 무단 침입으로 하천 훼손행위가 많이 증가하고 있음 · 대산리는 작년 잡초제거 작업이 없이 방치중이고, 버드나무가 출현하고 달뿌리풀이 많이 나오고 있음, 둔치 주차장은 한국타이어 출퇴근 버스 주차장으로 이용되고 있음 · 잔디밭 야구장은 새로운 야구장이 설치되어 이용 안함 · 용화리는 오토캠핑장의 배수로 신설 및 수리, 수세식화장실 설치가 끝났고, 잔디식재지 클로버등 식물 많이 나옴, 오토캠핑장 인부 동원하여 일부 제초 작업 진행, 인공연못에 마름이 많이 자생하고 정수역의 식생이 정착되고 있음 · 압수마을 앞은 전혀 관리가 되지 않고 있고, 공원 화단은 자연식생으로 천이가 진행중임 · 천연기념물 황조롱이 새끼5마리가 연습비행을 하고 있고, 하천에는 백로가 있음, 산쪽으로 가시박이 많이 자라서 제거가 필요함 · 도파마을 앞은 잔디 식재 공간에 철책을 부수고 캠핑객이 마구잡이로 이용하고 있어, 파괴된 차단봉을 고쳐서 훼손을 막고 있음 · 적벽 지역은 공원조성 공간에 식물식재구역은 정비가 되지 않고 있음 · 전체적으로 국토교통부의 4대강구역 관리인이 매일 순찰을 돌고는 있으나 공원의 식재식물에 대한 관리는 이루어지지 않고 있는데 방치됨, 주로 불법행위 금지 표지판을 설치 이외의 관리는 이루어지지 않고 있음 · 인근 상점에서 자전거도로 옆에서 평상을 70여개 늘어놓고 자릿세를 받고 있음 · 2013년 여름 장마에도 비가 오지 않아서 하천의 생태계 교란이나 모래 퇴적 등이 나타나지 않음
--	--	--



[그림 3-2] | 구역 조사결과-1



[그림 3-3] | 구역 조사결과-2



[그림 3-4] | 구역 조사결과-3

- 처음에는 잔디 광장으로 만들어졌으나 야구동호회가 구조물과 마운드를 설치하여 가끔 이용 하는 것이 출입하는 사람의 전부임



[그림 3-5] 대산리 잔디광장 야구장
(상좌:2012년 1월, 상우:2012년 11월, 하좌:2013년 5월, 하우:2013년 10월)

- 둔치공원 가장자리에 석축을 한 곳의 대표적인 지역으로 하도의 모래를 둔치로 퍼 올린 지역인데 하도에는 다시 모래가 재퇴적되고 둔치 공원은 방치상태



[그림 3-6] 대산리 공원 석축

(상좌:2012년 7월, 상우:2012년 11월, 하좌:2013년 7월, 하우:2013년 8월)

- 과거 버드나무 군락지를 웅덩이를 갖춘 습지공원 형태로 바꾼 곳인데 탐방객은 없고, 2012년에 하천의 범람으로 둔치 전체가 토사로 덮였던 곳이고 방치되어 자연 상태로 돌아가고 있음



[그림 3-7] 압수공원 인공 습지
(상좌:2011년 1월, 상우:2012년 9월, 하좌:2013년 5월, 하우:2013년 7월)

- 본래 잔디 광장이었던 곳을 가장자리 석축을 한 곳으로 잔디광장에 차량 출입을 하지 못하게 하고 있어 광장으로 방치된 상태임



[그림 3-8] 도파 잔디 공원
(상좌:2012년 11월, 상우:2013년 1월, 하좌:2013년 5월, 하우:2013년 7월)

- 인공수로를 설치하고 강물을 끌어들이어 인공습지를 통과하도록 하였으며 모래 퇴적지로 강우시 지형의 변화가 심한 곳임



[그림 3-9] 용화 인공습지

(상좌:2012년 11월, 상우:2013년 1월, 하좌:2013년 5월, 하우: 2013년 7월)

- 자전거 길의 중간이고 제외지를 통과하는 자전거도로이고 양쪽에 갈대와 달뿌리풀을 식재하였으나 모두 죽은 상태임



[그림 3-10] 자전거 도로

(상좌:2011년 11월, 상우:2012년 9월, 하좌:2013년 4월, 하우:2013년 5월)

- 둔치에 주차장을 만든 것인데, 2012년 범람으로 가장자리 식재한 관목이 죽고 자생식물이 자리를 잡아가고 있음



[그림 3-11] 적벽 인공 둔치

(상좌:2011년 11월, 상우:2012년 9월, 하좌:2013년 8월, 하우:2013년 9월)

2) II구역

- II구역은(12.5km)으로 세종보 및 주변지역이 조사 주요 대상지역에 해당
- 합강리 습지는 세종보 가동에 따라 침식을 거듭하고 있으며, 금강정비 사업후 습지 식생물 및 철새의 규모가 축소 되었음[그림 3-12]
- 삼성천, 용수천, 대교천은 합류지점부터 역행침식이 진행되어 호안과 하상보호 공이 유실되고 강바닥이 침식되어 일부 구간의 수심이 깊어졌음[그림 3-13]
- 세종보 어도시설은 어도 중간에 설치된 차단목으로 인해 물고기의 왕래를 방해하고 있으며, 2년째 회귀성 어류이동은 없었음[그림 3-13]
- 세종보와 하류방향의 학나래교 사이에 세굴현상이 발생하였으며, 교각 상류에는 침식된 하상이 퇴적되어 하중도를 형성함[그림 3-14]
- 세종보 상류의 물은 정체되어 악취가 나며 부유물 및 녹조가 관찰되었고, 강바닥에는 질푸르고 갈색의 저니층이 쌓이고 있음[그림 3-15]
- 세종보 가동보가 파손되어 보수공사를 진행하였음[그림 3-16]

[표 3-3] II구역 생태계 변화관찰 요약

구분	조사내용	
	1차년도	2차년도
II구역	<p>· II구역은 4대강 정비공사 이전부터 세종시 건설개발계획에 의하여 공사가 이루어진 지역으로 합강리 합강정, 오토캠핑장, 세종보 시설 완공을 제외하면, 나머지 전체구간이 추가적인 세종시 지구 개발 공사로 현재 진행형인 공사 구간임</p> <p>· 미호천 보행교 주변은 재퇴적 문제가 있으며, 보행교 상류에도 모래가 상당부분 재퇴적되었고, 하류에 인공연못을 2곳 정도 조성하였는데, 모래가 재퇴적 되어 형태를 찾아볼 수 없었음</p> <p>· 미호천 좌안으로도 모래가 재퇴적 되고 있으며 세종시 도로 건설을 위한 교량공사가 합강리 공원 내에서 진행중이라 주변</p>	<p>· II구역은 세종특별시 건설계획에 의하여 지속적으로 공사가 이루어지고 있으며, 강 양안 제내지는 개발공사로 탁수 발생의 주요 원인으로 추정됨</p> <p>· 월산리 방면의 금강3교, 부강리 방면 금강4교 교량공사가 새롭게 해를 넘겨 진행중임</p> <p>· 미호천 보행교 아래 합강리 습지는 미호천과 금강분류에서부터 밀려온 모래로 재퇴적되어 하중도와 모래톱을 형성하고 있으나, 세종보 가동에 따른 일시적인 물살로 침식을 거듭하였음</p> <p>· 합강리 습지는 인위적인 수위 조절로 자연스러운 습지 경관이라기 보다는 인공연못에 물을 넣었다 뺐다하는 형태로 운영되고 있음</p> <p>· 합강리 습지는 4대강공사 전에 비하여 습지 식생이 축소되었고, 연중 공사차량 통행과 소음으로 철새의 규모 축소와 그나마 철새가 머무는 곳도 합강리 습지 가운데 부위에 몰려 있었음</p> <p>· 세종지구 분류에 합류되는 지천인 삼성천과 용수천, 대교천은 합류점부터 역행침식되어 호안과 하상보호공이 유실되고 보수공사가 이루어졌고, 역행침식에 의하여 강바닥이 침</p>

<p>생태계와 경관 변화가 예상됨</p> <ul style="list-style-type: none"> · 합강리를 포함한 세종시 인근 강변 습지 구역은 금강의 대표적인 조류관찰지역으로 멸종위기종인 말뚝가리, 큰기러기, 고니류를 관찰할 수 있으며, 천연기념물로는 원앙, 황조롱이, 수달(합강리, 세종보 어도), 흰꼬리수리, 고니류(세종보 하류)가 관찰되었음 · 세종지구도 생태계교란종인 가시박과 돼지풀이 유입되어 있어 제거작업등 대책이 필요함 · 세종보 상류 보안에서는 3월부터 강변 습지에서 녹조류가 발생하고 있음 · 세종보 가동보 시설은 수시로 수리공사가 이루어지고 있어 보 운영이 원활하지 않은 것으로 보였음 · 세종보 어도시설은 자연형 어도지만 보가 만수위때만 물이 넘쳐흐르는 방식으로 운영되고 있고, 어도 중간중간마다 유속을 줄이고 유실을 방지하기위한 차단목이 추가로 시공되어 물고기의 왕래를 방해하고 있음 · 초여름 들어서 오토캠핑장, 합강리 둔치 공원내에 식재한 나무를 가꾼다는 이유로 어독성 2급 농약을 살포하는 작업을 하고 있어 재발방지 대책이 요구됨 · 세종보의 경우 현재 어도를 통한 어류이동은 없는 것으로 나타났으며, 보 소수력발전소 앞에 물이 정체되어 냄새, 부유물, 녹조 등의 현상이 관찰되었음 · 동물의 경우 포유류는 너구리 족적 및 최근에 세종보 어도 주변과 합강리 공원 하류부근에서 수달 흔적(배설물)이 발견되었으며, 조류는 말뚝가리 포함 12종이 관찰되었음 · 식물의 경우 마른 가시박이 발견되었는데 이는 외래종으로 생태교란종에 해당하며 타 식물의 서식을 잠식하는 식물계의 황소개구리로 볼 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> · 식되어 수심이 군데군데 깊어졌음 · 삼성천 보행교 상류 보 구조물 양안은 세굴되어 공중에 떠 있고, 하류 방향 좌안은 호안이 세굴되었음 · 대교천, 삼성천은 보행교 교각 아래와 상류부 호안부위가 공사한 보호공이 또다시 세굴되어 침식되었음 · 대교천 좌안 하수종말처리수 방류구 구조물은 하부가 세굴되어 보수공사 대책이 필요함 · 대교천 송암교에서 상류방향 270여m의 넓은 교량은 우안 쪽 교량 연결 구조물과 도로가 침강되고 있음 · 세종보 하류 대전당진간고속도로 금강교 아래 좌안 한림정 하류 방향 한림교 아래 금강합류점 부근도 급물살로 역행침식이 발생하여 호안공 축대와 물길의 세굴되어 무너진 채로 방치되어 있음 · 세종보 하류방향의 학나래교 사이 본류는 수문 아래와 호안은 세굴이 발생, 반면 학나래교 교각 상류방향 부분은 침식된 하상이 퇴적되어 수면위로 하중도를 형성하였음 · 합강리를 포함한 세종시 인근 강변 습지 구역은 금강의 대표적인 조류관찰지역이었으나, 2차연도에는 멸종위기종인 말뚝가리, 천연기념물로는 원앙, 황조롱이, 수달(합강리, 세종보 어도, 용수천, 대교천 합류점 모래톱) 흔적을 제외하고, 큰기러기, 고니류, 흰꼬리수리가 관찰되지 않았음 · 합강공원과 세종보와 삼성천 주변, 대전당진간 고속도로 교량 금강교 아래 좌안은 생태계교란종인 가시박과 돼지풀이 유입되어 있어 제거작업을 실시해야 할 때가 되었음 · 세종보 상류 보안에서는 1차연도와 마찬가지로 3월부터 강변 습지에서 녹조류가 발생하였음 · 세종보 가동보 시설은 보연결부위가 수압을 견디지 못하고 부서져 용접 보수공사를 하였고, 유압펌프도 교체 공사를 하였으며, 삼각형 철빔을 덧대는 공사를 하였으나 세종보 가동보 기능은 오래 갈 것으로 보이지 않았음 · 세종보 어도시설은 자연형 어도지만 보가 만수위때만 물이 넘쳐흐르는 방식으로 운영되고 있고, 어도 중간중간마다 유속을 줄이고 유실을 방지하기위한 차단목이 추가로 시공되어 물고기의 왕래를 방해하고 있음 · 합강공원과 공주보 금강공원등 인공 식재 둔치공원은 식재한 수목에 병충해가 발생하여 살충제 농약과 어독성2급 농약을 살포하다가 모니터링팀에 적발되기도 하였음 · 불티교 아래 불티나루 데크시설은 침수를 거듭하면서 진흙뻘이 쌓이거나, 데크 일부가 떨어져 나가고 파손되었고, 일부는 낚시객의 모닥불 재료로 타다만 흔적으로 남았음 · 전월산 옆 월산리 배수장 신축공사 부근과 맞은편 강변 호안, 대교천 아래에서 불티교 사이 좌안 호안은 계속해서 침식이 발생되고 있었음 · 세종보 소수력발전소 가는 자전거도로, 세종보아래 학나래교 아래와 삼성천 등 각 제방과 자전거 연결 도로와 자전거도로 구간 일부마다 건축용 화학도료(칼라피아)로 부정기적으로 도색되어 심한 석유화합물 냄새가 났음 · II 구역은(12.5km)으로 합강정을 중심으로 미호천 보행교와 합강리 오토캠핑장, 미호천과 금강이 합류되는 합강리 습지에서부터 세종보 및 그 주변지역과 삼성천, 용수천, 대교천
---	---

<p>· 향후 마른 가시박 제거 문제, 본류내 모래톱은 준설 후 재퇴적되고 있는 문제, 어도 관리 등에 관한 사항, 자전거 도로 이용객 문제 등에 관한 사항을 개선할 필요가 있음</p>	<p>합류점등이 포함되어 있고, 공주산림박물관이 자리잡고 있는 불티교에 이르기까지 세종특별자치시 구간이 조사 주요 대상지역에 해당됨</p> <ul style="list-style-type: none"> · 세종보는 2년째 어도를 통한 회귀성 어류이동은 확인이 되지 않았음 · 세종보 상류 금강교에서부터 소수력발전소 앞에 물은 정체되어 악취가 났고, 부유물, 녹조가 관찰되었고, 강바닥은 질퍽하고 갈색의 썩은 저니층이 쌓이기를 반복하였음 · 동물의 경우 포유류는 고라니와 수달 족적, 너구리와 수달의 배설물 흔적이 매번 조사 때마다 관찰되었음 · 수달 흔적은 세종보 어도, 미호천 보행교 아래 모래톱, 용수천과 대교천 보행교 아래 와 합류점에서 발견되었으며, 조류는 원앙과 황조롱이와 말뚝가리를 포함하여 20종이 관찰되었음 · 식물의 경우 세종보 우안과 삼성천, 합강리 습지에서 환경부가 지정한 생태계교란종인 가시박이 발견되었으나, 1차연도 조사에 비교하여 확산된 것으로 보임 · 가시박 제거는 더욱 확산전에 제거 작업을 착수해야 할 것이고, 세종보 상류 안쪽은 모래가 재퇴적되어 보하단높이를 상회하는 강바닥으로 기동보 운영에 악영향을 주고 있음 · 좌안의 어도는 세종보 수위에 따라 물길에 생겼다가 없어졌다를 반복하여 어도로서의 기능은 현저하게 떨졌으며, 자전거도로는 봄, 가을 주말 이용객이 일시 늘어나는 것을 제외하면 시설이용 저조
---	--



[그림 3-12] II 구역 조사결과-1



[그림 3-13] II 구역 조사결과-2



[그림 3-14] II 구역 조사결과-3



[그림 3-15] II 구역 조사결과-4



<2013.02.15 세종보 수리 잠수부>



<2013.02.15 세종보 가동보 수리작업>



<2013.02.28 세종보 가동보 누수 현장>



<2013.02.28 세종보 가동보 뜯긴 모습>



<2013.02.28 세종보 가동보 뜯긴 부품>



<2013.02.28 세종보 가동보 뜯긴 부위>

[그림 3-16] II구역 조사결과-5

- 합강리는 신탄진에서 내려오는 금강 본류와 청주 방향에서 흘러내리는 미호천이 합수되는 지역으로서 모래톱과 하중도가 발달하였고, 하도내 습지를 형성하면서 수많은 철새들의 서식지로 알려져 있음
- 4대강 공사 세종보 건설로 유속이 느려지고, 물이 고여 수질이 나빠지고 있으며, 철새의 관찰 숫자도 줄어들고 있는 형편임
- 합강리 주변 습지는 오토캠핑장, 체육공원이 들어섰고, 인공식재한 초화류가 잡초와 뒤섞였고, 2012년 7월에는 수목 관리를 위한 어독성(1급) 농약을 살포 현상이 관측되었음



[그림 3-17] 합강리 전경

(상좌:2012년 7월, 상우:2012년 11월, 하좌:2013년 1월, 하우:2013년 3월)

- 세종보 우안 소수력발전소 옆 제방에서 관찰
- 세종보는 가동보 유압실린더에 퇴적물이 끼어 제기능을 못하고, 가동보 수문이 수압을 견디지 못하여 뒤틀리고 뜯기는 사고가 있어, 대대적인 수리와 교체가 이루어졌음
- 그러나 2013년 8월 이후 들어서 가동보 수문은 이음새가 이상이 생겨 또다시 물이 새는 현상이 발생하였음
- 세종보 담수호는 녹조가 빈번하게 발생하였고, 정체수역으로 부유물이 떠다니고, 퇴적을 반복하며, 물에서 악취가 나서 바람이 불면 세종 첫마을 아파트 인근으로 악취가 날아들어 민원이 발생하고 있음



[그림 3-18] 세종보 하류부 전경

(상좌:2012년 7월, 상우:2013년 10월, 하좌:2012년 12월, 하우:2013년 3월)

- 용수천 좌안 보행교에서 관찰
- 용수천은 제32사단 군부대 앞을 거쳐서 금강본류로 합류되는 소하천으로서, 집중강우에 보행교 양안 호안 침식
- 특별한 보수 공사는 이루어지지 않았고, 역행침식에 의하여 하상이 파여 깊은 웅덩이를 이루고 있음, 하류부 본류 합류 부근의 돌보는 안쪽이 재퇴적되고, 바깥쪽은 양안으로 침식되어 폭이 넓혀졌음
- 보행교 상부는 우안에 세종시 배수장이 추가로 공사가 진행되고 있어, 집중강우시 일시에 많은 유량이 배출될 경우 심각한 침식과 쇄굴이 예상됨



[그림 3-19] 용수천 말단부 보행교 전경
(상좌:2012년 9월, 상우:2013년 1월, 하좌:2013년 3월, 하우:2013년 6월)

- 대교천 우안 보행교에서 관찰
- 대교천은 세종시 발전소 남서쪽에서 금강분류로 합류되는 소하천으로, 집중강우에 보행교 양안 호안이 침식되어, 돌쌓기로 보수공사를 마쳤음
- 보수공사 후에도 역행침식에 의하여 하상과 인접한 교각에 연결된 제방 우안 하단부가 쇄굴이 반복되면서 다시 일부가 붕괴되는 현상이 발생하였음
- 대교천 보행교 주변은 제방이 침식되거나, 보행교 북측 좌안에 세종시 쪽 하수구 방류구 시설 하단부가 쇄굴되어 있어, 반복 침식에 의하여 구조물이 내려앉을 것이 예상됨



[그림 3-20] 대교천 말단부 보행교 전경
(상좌:2012년 9월, 상우:2013년 2월, 하좌:2013년 3월, 하우:2013년 6월)

3) Ⅲ구역

- Ⅲ구역은(35.9km)으로 공주보 및 주변지역이 조사 주요 대상지역에 해당됨
- 공주보 하류 세굴현상 및 교각 콘크리트 박리현상이 발생하여 보수공사 하였음[그림3-21]
- 보 상류에 저니토 오염으로 인해 악취가 발생하며, 공주보 어도에는 물은 많지만 물고기는 관찰되지 않음[그림3-22]
- 어천, 유구천 등 주변 지천의 역행침식이 일어나고 있으며, 보수공사로 채운 사석이 침하되고 호안이 무너짐[그림3-23]
- 둔치공원은 여름에 어독성 1급 농약을 살포하여 동식물 및 하천오염이 우려되고 있으며, 장마철에는 자전거 도로가 물에 잠기고 부서짐[그림3-24]

[표 3-4] Ⅲ구역 생태계 변화관찰 요약

구분	조사내용	
	1차년도	2차년도
Ⅲ 구역	<ul style="list-style-type: none"> · Ⅲ 구역은 4대강정비공사가 전구간에 걸쳐 진행된 구간인 만큼 강바닥부터 강변둔치와 제방 및 인근지역 모두 공사가 시행되어 하천 자연생태계가 강변 공원화되었음 · 공주보 상류에는 잠수부가 자주 들어가 있고, 보의 하류에서는 가설도로를 만들어 포크레인 과 덤프트럭을 동원하여 하류부에 세굴현상이 발생해서 돌로 메워 넣는 작업이 이루어졌음 · 금강둔치 주변은 공주보에 가까울수록 수량이 많아졌으나 물이 흐르지 않고, 정체되어 있어 수질이 좋지 않아 냄새가 나고 부유물질이 많이 떠 있음 · 멸종위기종으로 말뚝가리가 관찰되고 있음 · 생태계교란종인 가시박은 반포면 청벽대교 아래부터 혈저천 합류점 구간까지, 곰나루 주변, 도천천 합류부까지 관찰되고 있음 · 강바닥 준설과 강 양안 공사로 가시박 유포가 확산되었을 것임 	<ul style="list-style-type: none"> · Ⅲ 구역은 금강정비사업 6·7공구 일부구간(35.9km)으로 금강보 및 주변지역이 조사 주요 대상지역 · 공주보 둔치공원의 느티나무들 연속 고사됨 · 여름철 공주보 교각 세굴현상으로 인해잠수부를 동원한 공사가 계속됨 · 여름에 둔치공원의 어독성 1급 농약을 살포하여 동식물 피해, 하천 오염 우려 · 갈수기에는 수량이 매우 적고, 풍수기에는 많음 · 보 상류 강가의 저니토 오염(냄새가 심하고 부유물질 많음) · 공주보 수상공연장 부근 공원 우드볼연습장이 생겼으나 이용자 없음 · 공주보 어도에 물이 많지만 물고기는 관찰된 적 없음 · 2012년 여름까지 방치된 폐준설선 많아 하천오염 우려 · 공주보 교각 콘크리트 박리현상 발생(겨울철에 급히 보수공사함) · 장마철 자전거도로가 물에 잠기고, 부서짐(사고 위험이크고, 시설물 관리 책임과 관리 비용 문제) · 보 주변 둔치공원에서는 고라니 발자국이 자주 목격되는 편 · 2월 말에도 녹조가 보임 · 도천, 유구천, 보흥천, 어천, 치성천, 인양2배수장 주변 지천 역행침식 (특히 어천의 경우 길이 100m이상, 높이 10m 정도로 침식이 심각한 상태로 발견되었고, 유구천은 새로 채운 사석 침하되고 시설물이 무너진 채 방치, 치성천은 보를 재공사한 곳이 붕괴됨) · 2월 말 공주보 상류에서 동면하던 자라, 고라니 사체 발

<p>로 예상됨</p> <ul style="list-style-type: none"> · 곰나루 주변을 포함하여 공주보 상류 안에서 녹조류가 3월부터 조금씩 관찰되고 있음 · 공주보 좌안 자연형 어도는 호우로 유실되어 자연형 어도를 포기하고 인공수로 형태로 재공사가 이루어졌으나 경사가 높아 어도로서 활용성은 이전과 마찬가지로 없어 보였고, 어도 주변 둔치나 제방은 고운 모래로 쌓여 있어 집중호우나 장마가 오면 언제든지 유실이 우려됨 · 공주보의 경우 수문을 완전히 열어놓은 상태로 현재 보의 역할을 전혀 못하고 있으며 어도에 어류이동이 없는 것으로 나타났음 · 12월 말 보시설 누수에 따른 방수공사(어도 보수공사 진행 중(지난 장마에 침식)를 실시중에 있으며, 곰나루 수상공연장 재퇴적 문제, 주변 모래톱 유실 문제, 왕촌천과 금강 합류부 지점 재퇴적 현상, 구간 곳곳에 준설선과 포크레인들이 그대로 방치되는 등 각각의 문제들이 산재되어 있는 구간으로 이에 대한 지속적인 관찰 및 개선방안 마련이 필요한 것으로 판단됨 · 공주보 아래 모래톱 지역에 비오리와 흰뺨 검둥오리가 월동하고 있는 것으로 관찰되었으므로 이에 대한 서식지보전 등의 문제도 함께 고려해야 할 것임 	<p>건됨 부검 결과 교통 사고 후 영양실조로 인한 폐사(자라는 폐사한 지 오래 되어 부검 못 함)</p> <ul style="list-style-type: none"> · 공주보 시설 거미줄제거 작업(7월)함 · 공주보 어도 입구에 쓰레기들이 걸려있거나 건너편 쓰레기를 어도 주변에 방치함 · 공주보 수상공연장 ‘ㄷ’ 자형 가장자리엔 쓰레기 방치되고 있고, 공연 및 이용객 없음 · 쌍신공원앞 본류에 조류제거용 시설선이 발견되었는데, 시범운영 기간 동안 모니터링이 필요함 · 5월 말 곰나루에서 녹조 보임 · 도천 신평교 아래 수질은 깨끗하지만 합수부 지점으로 갈수록 유속 급감하면서 부유물 많고 수질 더러운 현상 지속됨 · 유구천 옥성교 인근 소형보 우안 쪽에서 재퇴적 발견됨 · 6월 말 공수원거리 근계교 공사함 · 자전거도로 박리현상 반복됨 · 마암천 붉은귀거북 2마리 발견(인근 마을주민은 남생이가 서식한다고 잘못 알고 있음) · 인화달천 중동교 인근 소형보 왼쪽 콘크리트가 부서짐 · 인화달천 합수부지점 근방 호 형성된 곳에서 버드나무고사 진행 중임 · 치성천 가마교 아래 바닥보호 사석 가운데 부분 유실됨 · 치성천 가마교 좌안 역행침식(길이 10m, 높이 3m 정도로 침식이 진행된 상태임) · 지천은 역행침식 서서히 진행, 7월 현재 사면에서 풀이 자라고 있음(지속 모니터링 필요) · 공주보의 수문 개방한 적 없음 · 우기철 소수력발전은 계속 가동 중임 · 어도를 통한 어류이동은 없었음 · 보시설 중 곰나루-수상공연장은 쓰레기 방치되어 관리 안됨 · 자전거도로 박리현상 일어남 · 쌍신공원 조류제거시설선 운영 등 관리운영에 대한 모니터링과 이용률이 낮은 시설에 대한 개선방안이 필요할 것으로 판단됨 · 대규모 역행침식이 있었던 도천, 보흥천, 유구천, 어천, 치성천, 지천에 정비공사 진행, 하지만 발생했던 부분과 다른 부분에서 서서히 역행침식 발견되어, 꾸준한 모니터링과 개선방안 마련이 필요한 것으로 판단됨
--	--



[그림 3-21] III구역 조사결과-1



[그림 3-22] III 구역 조사결과-2



[그림 3-23] III 구역 조사결과-3



[그림 3-24] III 구역 조사결과-4

4) IV구역

- IV구역은(24.2km)으로 백제보 및 주변지역이 조사 주요 대상지역에 해당됨
- 백제보 우안 하류에 침식이 발생하여 보수공사를 하고 있으며, 백제보 좌안 둔치, 낙화암 상류, 세도지구 저수호안에 침식이 진행됨[그림3-25]
- 2012년 10월 물고기 폐죽음, 2012년 8월 심각한 녹조현상 및 2012년 11월 ~ 2013년 1월 갈조류 발생[그림3-26]
- 백제보 어도에는 어류 이동이 없으며, 둔치공원 인공식재물의 상당부분은 고사하고 잔디밭은 외래식물과 자연초지로 변해가고 있음[그림3-27]
- 멸종위기종(말뚝가리, 잣빛개구리매, 큰기러기 등), 천연기념물(황조롱이, 원앙 등), 희귀종(장다리물떼새, 발구지 등)이 관찰됨[그림3-28]

[표 3-5] 구역 생태계 변화관찰 요약

구분	조사내용	
	1차년도	2차년도
IV 구역	<ul style="list-style-type: none"> · IV구역 역시 4대강정비공사가 전구간에 걸쳐 진행된 구간임 · 강바닥부터 강변둔치와 제방 및 인근지역 모두 공사가 시행되어 하천 자연생태계가 강변 공원화 되었음 · 백제보 상류로 농사를 짓던 곳이 대부분 공원과 자전거도로로 변해버렸고, 보시설 아래 우안 사면이 유실되어 재발 방지 대책이 필요함 · 주변 둔치공원은 식재식물 사 이로 자생식물과 외래식물이 자라고 있고, 특별한 관리가 없으면 예전 강변모습으로 돌아갈 것으로 예상됨. · 4대강 공사 후에도 부여 장암면 강안과 주변에는 준설선, 보조선, 포크레인, 공사현장 콘테이너박스, 기름통등이 그대로 방치되어 기름유출 사고가 우려됨 · 멸종위기종은 말뚝가리, 미호종개(지천), 가창오리떼(강경지구), 맹꽁이서식처(5공구 부여하수종말처리장 인근), 잣빛개구리 	<ul style="list-style-type: none"> · IV구역은 4대강정비공사가 전구간에 걸쳐 진행된 구간으로 강변둔치와 제방 및 인근지역 모두 공사가 시행되어 공사전 농지와 비오톱과 습지 등이 공원과 자전거도로로 변해버렸음 · 백제보 좌안 둔치공원에 식재된 나무의 30%이상이 죽은 것으로 판단되고, 조성된 잔디 밭에는 외래식물과 자연 초지로 변해가고 있음 · 공원형태의 관리보다 생태계유지를 위한 최소한의 유지절차를 시행할 경우 자연적 습지와 생태톱으로 변화될 것으로 판단됨 · 유희목이와 누룩뱀 등의 파충류가 자주 출몰하면서, 로드킬을 당한 사례를 종종 관찰 할 수 있음 · 멸종위기종으로 말뚝가리, 잣빛개구리매(황산대교), 큰기러기, 큰고니(황산대교하류) 등이 관찰되었음 · 천연기념물로는 황조롱이, 원앙(영화달천 합류부)이 발견되었음 · 희귀종으로는 장다리물떼새와 발구지가 관찰되었으며, 특히 황조롱이는 전 구간에 걸쳐 여러 개체가 관찰되고 있음 · 백제교 하류 우안 양수장 하류에 침식이 심각하여 보수공사를 진행하고 있으나 향후에도 유실 될 가능성이 높음 · 백제보 좌안에 조성된 둔치와 접한 저수호안에 곳곳에서 유실이 진행되고 있음 · 낙화암 상류(좌안) 저수호안은 구배를 짐작할 수 없을 정도로 침식이 심각하며, 황산대교 인근 세도지구 우안 저수호안에서도 심각하게 침식현상이 발생하고 있음 · 산책로 전구간에 금이 가거나 붕괴된 흔적을 평균 100m

<p>매, 큰기러기 등이 관찰되었다. 천연기념물로는 참매, 황조롱이, 원앙(잉화달천 합류부)이 발견되었다. 특히 황조롱이는 전 구간 에 걸쳐 여러 개체가 관찰되고 있음</p> <ul style="list-style-type: none"> · 백제보 주변 수변 공원 둔치는 수변식물 식재 이후 자생식물과 개망초, 달맞이꽃, 갈퀴나물, 환삼덩굴 등 외래식물들이 들어와 인공적인 식재공원으로서 관리가 어려울 것으로 예상됨 · 백제보는 항상 수질이 녹갈색을 띠고 있고, 백제보 아래로 오염된 거품이 관찰되고 있다. 백제보는 녹조 우려를 대비해 홍보 관 참고에 녹조제거제를 쏟아놓고 있는 실정임 · 황산대교 인근 세도지구는 우안 호안에서 침식(2km 이상)이 발생되어 홍수시에 유실될 것으로 예상됨 · 생태계교란종인 가시박은 논산천 합류점 인근에서 관찰됨 · 백제보의 경우 완전히 담수상태로 운영중이며 현재 어도에 어류이동이 없는 것으로 나타났으나 금강의 3개 보의 어도 중 향후 가장 효용성이 있는 것으로 판단됨 · 동물은 포유류의 경우 멧돼지, 너구리, 고라니, 조류는 말뚝가리 포함 4종이 관찰되었으며 지천의 경우 멸종위기종 1급 미호종개 유일한 자연서식지로 관찰됨 · 따미호종개에 대한 서식지 보전 문제, 기타 금강 하류지역 시설 집중 문제, 대형 공원화 사업 진행, 자전거 도로로 인한 나무훼손과 자연경관훼손 · 자전거 도로 및 보주변 시설 이용객 저조 등 다각적인 문제때문에 개선방안 마련이 필요할 것임 	<p>에 1곳 정도 찾아낼 수 있을 정도로 곳곳에서 훼손이 발생하고 있음</p> <ul style="list-style-type: none"> · 백제보 상류는 2012년 8월 심각한 녹조가 발생되었고, 11~1월 사이에는 갈조류가 매우 심각하게 발생하면서 탁도와 수질등의 문제가 발생한 것으로 추측됨 · 2012년 10월 발생한 대규모 물고기 폐사는 이런 수질 문제가 주요한 원인으로 작용하였을 것으로 추정됨 · IV구역은(24.2km)으로 백제보 및 주변지역이 조사 주요 대상지역에 해당됨 · 백제보의 경우 완전히 담수상태로 운영중이며 현재 어도에 어류이동이 없는 것으로 나타났음 · 동물은 포유류의 경우 멧돼지, 너구리, 고라니의 흔적을 찾을 수 있었음 · 12년 물고기떼죽음 사태와 대규모 녹조를 통해서 수질에도 심각한 문제가 발생한 것으로 추정되면서 이를 위한 대책마련이 필요함 · 둔치시설물 역시 곳곳에서 훼손된 흔적이 관찰되면서 관리가 되지 않는다는 인상을 강하게 남겼으며, 관리를 줄일 수 있도록 자연형태로 유지하는 방안을 고려해볼 필요가 있을 것으로 판단됨 · 하류지역 둔치 주변 시설 집중 문제, 대형 공원화 사업 진행, 자전거 도로로 인한 나무훼손과 자연경관훼손, 자전거 도로 및 보주변 시설 이용객 저조 등 다각적인 문제때문에 개선방안 마련이 필요할 것임 · 황산대교 우안 하류는 공원조성 이후 특별한 조치를 취하고 있지 않아 자연복원되어 가고 있는 중으로 향후에 생물서식 공간으로 매우 중요한 역할을 할 것으로 판단됨 · 실제로 2013년 장다리물떼새(희귀종)와 호사도요(희귀종)이 관찰되는 등 습지의 서식환경을 짐작할 수 있는 종이 나타남 · 호사도요의 경우 비로 번식에 실패했지만, 향후에 다시 찾아올 가능성은 매우 높다고 할 수 있음 · 이동 철 검은가슴물떼새(희귀종), 중부리도요, 알락도요, 뺨빅도요, 청다리도요 등 다양한 도요류들이 찾아오는 것으로 보아 향후 습지로서 복원을 염두해두어야 할 것임 · 양서파충류들에 대한 대비책이 시급하다고 할 수 있음 · 금강 전구간에 펼쳐진 산책로와 자전거도로로 인한 로드킬등이 발생하고 있고, 여름철 낮 뜨겁게 달궜은 온도로 인한, 양서파충류의 이동과정에서 죽음을 확인 할 수 있음 · 습지가 잘 발달된 곳에 설치된 자전거도로와 산책로의 경우 유용성을 조사하여 다시 복원하거나 양서파충류 이동 통로등을 확보할 수 있는 조치들이 필요 할 것임 · 일부지역의 죽은 나무를 재식재하는 등의 조치를 취하고 있으나, 향후 지속적으로 나무들이 서식할 수 있을지 여부를 종합적으로 판단해볼 필요가 있음 · 본가지가 죽은 나무까지 포함하면, 식재된 나무의 50% 이상이 고사한 것으로 추정됨 · 백제보의 경우 어도가 붕괴되거나 문제가 발생하지는 않았지만, 실제로 활용성은 매우 낮음 · 백제보는 만수위를 유지하면서, 물이 흘러가지만, 물고기
--	---

		<p>의 이동을 관찰하기는 매우 어려움</p> <ul style="list-style-type: none"> · 본류 고정보에서 올라가지 못하는 물고기들을 볼 수 있음 · 공사 전 발달했던 모래사장이 사라지므로 인해 생물종이 매우 감소했을 것임 · 저서생물과 어류의 심도 깊은 조사가 필요할 것으로 보임 · 모래사장을 근간으로 살아가는 할미새나, 물떼새 등도 급감 한 것으로 판단됨 · 준설과 담수로 인해 하천변에서 잘 자라는 버드나무가 고사되고 있는 현상을 쉽게 관찰 할 수 있음 · 잉화달천이 합류되는 지점에는 버드나무의 2/3정도가 고사하였음 · 버드나무의 경우 생명력이 강해 주변으로 다시 살아가겠지만, 이를 통해서 생태계의 심각한 교란이 발생할 것임 · 가장 큰 변화 요인은 백제보 상류의 경우는 담수로서, 실제로 겨울철에도 갈조류가 번성하여 맑은 모습의 강을 보여주지 못함 · 보설치 구간에 갈조류가 끼어 검갈색의 모습으로 변함 · 잉화달천과 합류지점에 다양한 모래섬과 비오톱이 준설로 사라지면서, 하천의 생물 다양성에도 영향을 주었을 것으로 판단됨 · 백제보 하류의 경우 대규모 준설이 큰 원인으로 파악됨 · 새강을 조성한 하왕리 지점의 경우는 준설로 흐름이 없어지면서 녹조가 5월부터 발생했음 · 대규모 농경지가 사라지고 둔치가 조성되었지만 물을 품을 수 있는 습지들은 크게 줄었기 때문에 생물종이 감소했을 것으로 추정됨 · 하천변 둔치에 작은 습지 등이 자연적으로 형성되는 지점을 기반으로 한 웅덩이를 보전할 필요가 있음 · 녹조 등 수질에 대한 대비책으로 실제 이용하고 있지 않은 관리수위를 조절할 필요가 있고, 관리수위 조절을 통해 물의 흐름을 유지하는 것이 수질유지를 위해 필요함 · 둔치에 설치된 시설물이 훼손되고 오히려 복원되어지는 구간을 조사할 필요가 있음 · 새롭게 만들어지고 있는 습지를 확인하고, 습지주변의 시설물을 이설하거나 없애 습지의 건강성을 높여주면서 생태복원을 할 필요가 있음 · 이용인원이 없고, 관리가 힘든 시설물의 경우는 지속적인 과리보다는 철거를 진행하는 것이 필요함 · 하왕리와 사산리 둔치는 이용객이 없고, 습지로 복원될 가능성이 높기 때문에 관리를 중단하고, 시설물 철거를 통한 습지조성이 더 실효성이 높음 · 주요 역행 침식 발생 구간 : 지천으로서 금강 합류지점에서 1km 상류 100m² 면적임 · 진행 단계 : 지속적으로 진행중이며 작년에 이어 올해도 일부 추가 침식이 있었음 · 구간 확장 속도 : 2012년에 비교해 침식 속도는 조금 줄었음 · 예방 대책 : 지천과 합류점에 토사를 공급하여 낙차를 조정할 필요가 있음
--	--	---



[그림 3-25] IV구역 조사결과-1



[그림 3-26] IV구역 조사결과-2



[그림 3-27] IV구역 조사결과-3



[그림 3-28] IV구역 조사결과-4

- 장암면 지역 하천에 폐준설선이 금강정비사업 준공이후에도 방치되고 있으며, 하황지구에 습지가 조성되어 있음



[그림 3-29] 장암면 폐준설선 전경 (좌:2012년 8월, 우:2013년 5월)



[그림 3-30] 하황지구 습지조성 전경 (좌:2012년 8월, 우:2013년 5월)

- 황산대교 하류 지역인 친수공간이 방치되고 있어 과거 자연식생이 복원되고 있음



[그림 3-31] 황산대교 하류지역 친수공간 전경
(상좌:2012년 1월, 상우:2012년 6월, 하좌:2012년 11월, 하우:2013년 5월)

5) V구역

- V구역은(38.3km)으로 금강하굿둑에서 부여 옹포대교 주변지역이 주요 조사대상지역에 해당함
- 망월리, 와초리, 시음리 지역에 침식이 발생하였으며, 가장 심각한 시음리 지역은 보강공사를 마쳤으며 용산리-신성리 구간은 보강공사중임[그림3-32]
- 주요 철새 도래지인 금강하구에 잦은 공사, 사람들의 출입, 레포츠시설 등으로 인해 철새의 휴식을 방해하고 있으며, 이중 가창오리의 경우 천수만-금강호에 소수의 가창오리만 관찰되었음[그림3-33]
- 신성리 갈대밭은 과도한 탐방로 조성으로, 와초리 갈대밭은 연꽃단지 조성사업으로 일부 훼손됨[그림3-34]
- 여름철에 금강분류 및 지천 합류지점에서 심한 녹조가 발생함[그림3-35]

[표 3-6] V구역 생태계 변화관찰 요약

구분	조사내용	
	1차년도	2차년도
V구역	<ul style="list-style-type: none"> · V구역은 신성리 갈대밭을 중심으로 하천 둔치 주변에 자전거와 산책로, 수변공원을 시공한 곳이 많음 · 멸종위기종은 말뚝가리, 모새달(서천군 한산면 신성리 갈대밭), 큰기러기를 포함한 기러기, 가창오리떼(신성리), 큰고니(옹포대교 아래 논경지), 노랑어리연꽃 등이 관찰됨 · 천연기념물은 참매, 황조롱이가 발견되었고, 국제적 멸종위기종 새홀리기도 관찰됨 · 생태계교란종인 가시박은 금강하굿둑 인근에서 관찰되었음 · 신성리 갈대밭 지역은 갈대가 우점하고 있으며 물억새, 모새달이 일부 서식하고 있으나 모새달 서식지가 공사로 훼손된 채 방치되고 있는 실정이며, 자전거도로의 경우 이용자가 거의 없는 실정(예:2시간 관찰시간 동안 2명)으로 	<ul style="list-style-type: none"> · V구역 전구간은 자전거도로를 비롯해 대부분의 공사가 진행되었으며 현재는 용산리-신성리 구간 제방 보강공사가 진행 중이며, 문제가 되는 침식구간은 망월리, 와초리, 시음리가 문제되고 있음 · 침식으로 인한 피해가 가장 심한 곳은 시음리 지역으로 현재를 보강공사를 마쳤음 · 부여 시음리 황포돛배 선착장과 유람선 운행으로 겨울-봄철 겨울철새, 특히 가창오리 휴식을 방해하고 있어 겨울철새 월동이 어려움 · 자전거도로나 천변휴식공간을 이용하는 사람의 수는 극히 적으며 주말에 일부 자전거를 타는 방문객이 있음 · 겨울철 군산지역 패러글라이딩을 타는 사람들로 인한 금강호 물새 휴식공간이 방해받고 있음 · 금강하굿둑 어도는 그 실효성과 활용도에 구조적 문제가 있는 것으로 판단됨 · 제방공사지 오염방지시설을 하지 않고 공사를 진행하는 경우가 있음 · 작년 여름 가장 큰 문제는 지천과 금강분류가 만나는 합류지점을 중심으로 심한 녹조가 발생하였음 · 신성리 갈대밭은 갈대밭 생육을 위해 소금물을 뿌리는 작업을 하였으나 그 효과는 모니터가 필요함 · 용산리-신성리에 이르는 구간의 육상식물 침투를 막을 수 있는 적절한 대책이 마련되지 않고 있음 · 와초리의 갈대밭의 경우 매년 많은 개체수의 개개비가 갈

<p>나타났음</p> <ul style="list-style-type: none"> · 봉명리 조류관찰소의 경우 위장이 되지 않아 효과가 없는 것으로 나타남 · 조류는 흰뺨 검둥오리, 청둥오리, 기러기류, 참매, 가창오리 등 10여종이 관찰되었으며 금강호는 최대 월동조류 서식지로 이에 대한 관리가 필수적이라고 할 수 있는 지역이나, 현재 인위적인 요인들로 위협요소가 산재해 있으므로 이에 대한 대책마련이 필요할 것으로 판단됨 	<p>대를 이용 번식을 하는 지역이었으나 금번 조사시 연꽃단지 조성사업으로 일부 면적이 훼손되었음</p> <ul style="list-style-type: none"> · 공사를 하더라도 계절별 생태계에 어떤 영향을 줄지에 대한 조사를 한 후 시행하는 것이 바람직함 · 번식이 끝난 제비의 경우 수백마리가 떠나기 전 신성리 갈대밭 주변에 집중적으로 모여 관찰되었음 · 망월리에서 11월에 박쥐 3개체 관찰 · 금강하구 주변에 무논이 조성된 곳은 봄철 도요류가 이용을 하고 있는 것으로 관찰, 무논조성 확대 필요 · 금강호는 겨울철새가 이용을 하는 중요한 지역임에도 이런 상황을 전혀 고려하지 않는 공사, 사람들의 출입으로 방해받고 있음. 이에 대한 대책이 필요함. 가창오리의 경우 12-13년, 천수만-금강호에 소수의 가창오리만 관찰되고 있어 원인 규명이 필요함 · 전체적으로 금강하구역의 지속가능한 보전과 이용을 하는데 있어 보전에 대한 기본적인 대안이 마련되지 않고 개발과 이용이 이루어지고 있음 · 5구역에서 문제가 되는 것은 4대강 공사 친수공간을 조성하였는데 이후 관리가 되지 않는 것이 문제임 · 육상식물의 침투가 계속확대 진행되고 있는 것으로 보임 · 가시박, 칩, 환삼덩굴 등의 확산으로 갈대, 모새달의 생육공간이 축소되는 것이 우려됨 · 여행침식은 5구역의 경우 일부구간에서만 진행되는 것으로 보이나 좀 더 지속적인 모니터링이 필요함 · 친수공간 공원이나 자전거 도로의 이용율은 극히 적어 그 실효성이 없음 · 친수공간의 관리가 되지 않음으로 인해 더욱 이용율은 적어지고 있음 · 친수공간의 활용과 이용에 정책적 변화로, 현재 관리가 되지 않는 것보다 습지조성을 통해 생물다양성을 높이는 정책 전환이 필요함 · 금강하구에서 가장 문제되는 것은 토사 퇴적, 수질악화임 · 금강하구 생태환경 복원을 위한 해수유통에 대한 검토가 필요함 · 2012년 녹조가 심각한 상황이었는데, 2013년에도 녹조가 다시 발생하여 원인규명이 필요함 · 친수공간 조성으로 인한 사람의 간섭, 휴식공간 방해 등 금강을 찾는 겨울철새 서식환경이 악화되고 있어 이에 대한 대책이 필요함
--	---



[그림 3-32] V구역 조사결과-1



[그림 3-33] V구역 조사결과-2



[그림 3-34] V구역 조사결과-3



[그림 3-35] V구역 조사결과-4

6) 생태계 변화 관찰에 따른 제언

◦ 둔치공원 관리

- 친수공간 가장자리에 인공적인 둔치 조성, 물에 잠기지 않기 위해 둔치가장 자리에 석축을 하였고, 둔치에는 주차장, 식물식재, 잔디광장 등을 만들었음
- 둔치에 나무를 심고 공원을 만든 대산리와 어재리, 수통리는 찾는 사람이 전 무한 상태임, 더욱이 대산리와 어재리는 아무도 찾지 않는 곳이 되었고 수통 리는 적벽강을 찾던 사람들이 상존하는 지역이어서 그나마 행락객을 볼 수 는 있음
- 금강정비사업으로 만들어진 시설을 사용하는 경우는 극히 일부 주차장정도 로 사용하는 것이 전부임
- 어재리 압수의 경우 2012년에 침수가 되었으나 늦은 복구가 있었고 풀베기 나 잡초제거가 행해지지 않아서 식재식물을 제치고 자생식물이 왕성하게 자 라고 있음, 1년 정도만 더 진행되면 잔디밭을 제외하고는 재자연화가 진행 될 것으로 보임
- 연간 1회 늦게 시행되는 벌초는 오히려 목본류의 정착을 방해하는 요소로 작용할 것이 우려됨
- 대산리의 경우는 방치상태가 더 심각하고 주차공간으로 만들려진 곳은 한국

- 타이어의 출퇴근 버스의 대기 장소로 당초의 목적과 다르게 이용되고 있음
- 하천을 휴식이나 이용의 공간이 아닌 특정 사업체의 주차장을 제공한 형태가 되었고, 바닥에 깔린 보도블록은 식생의 정착을 방해하고 있고 재자연화 조차 막고 있음
 - 블록사이에 식물이 정착함으로써 풀에 대한 관리가 없다면 달뿌리 등의 식물이 자라면서 블록을 들고 일어날 가능성이 높고 실제로 가장자리는 이미 이러한 현상이 발견됨
 - 식물의 식재되어 있는 곳은 식재식물이 죽어가고 있어 금강정비사업의 무게확성이 나타났고, 2~3년 시간의 흐르면 더 이상 관리가 불가능할 것으로 보임
 - 사람의 출입이 거의 없는 상태에서 1년에 1번 정도의 풀베기는 의미가 없고 오히려 자연 상태로 돌아가는데 방해요소임, 인공둔치는 관리보다는 방치하는 것이 나을 것이고, 가장자리의 석축을 제거하여 재자연화를 유도하는 것이 필요함



[그림 3-36] 둔치공원 관리 현황

◦ 자전거 도로 관리

- 자전거 여행객을 위해 강변의 모든 제방을 연결하여 자전거도로를 만들었고, 자전거의 안전을 위한 시설을 설치하였음
- 금산에 만들어진 자전거도로에서는 자전거를 타는 사람이 관찰되지 않았음
- 자전거 탐방객이 하천으로 떨어지는 것을 방지하는 차단장치의 높이가 약 120cm정도 되고 이어진 길이가 1km이상이 되는데 이는 사람의 통행만이 아니라 고라니나 멧돼지 같은 동물의 이동을 차단하여 생태계의 단절효과를 가져오는 것으로 보임
- 자전거도로는 명목상 보여주기 시설로 만들어졌지만 사용하는 사람도 없고 오히려 차량이 하천을 진입하는 것을 편리하게 만들었을 뿐이어서 행락객의 오염행위를 가중 시킬 뿐임

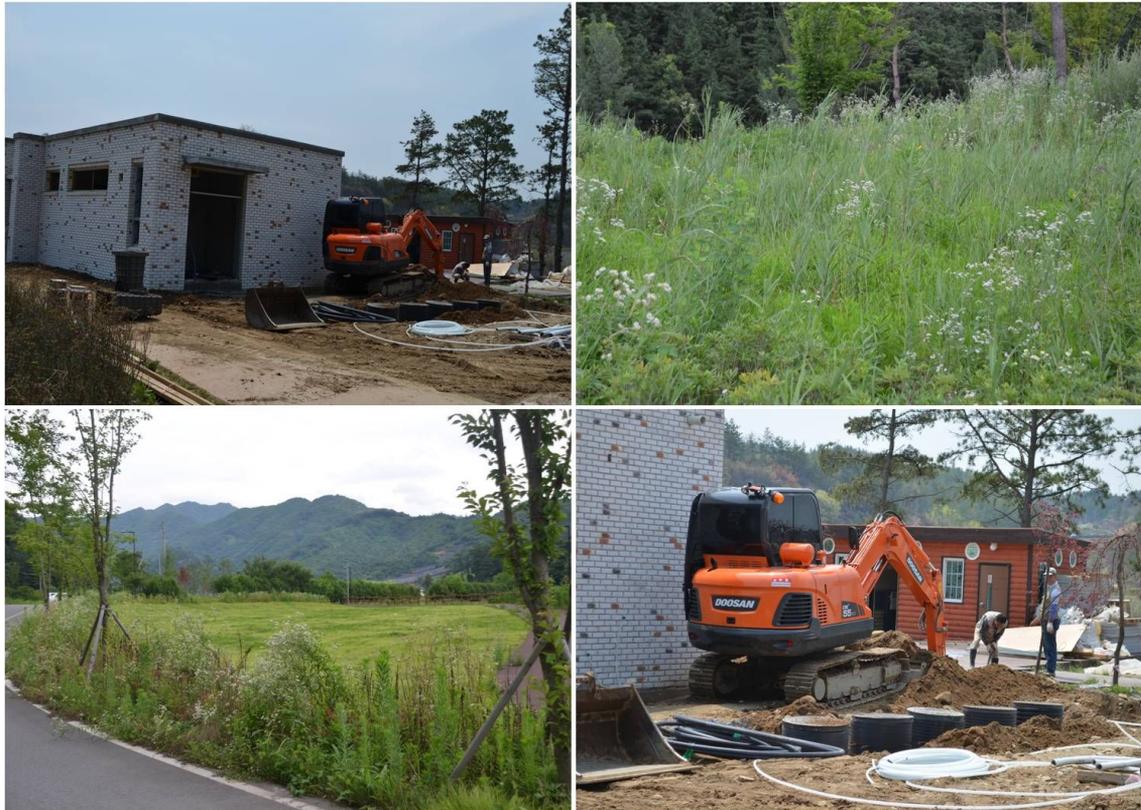


[그림 3-37] 자전거 도로 관리 현황

- 자전거도로에 차단장치를 제대로 설치하여 차량의 하천진입을 막아야하고, 자전거 탐방객이 하천으로 떨어지는 것을 방지하기위한 차단 봉을 제거할

하여 생태계의 단절을 막아야함

- 또한 눈이 왔을 때 마을로 연결되는 길의 제설도 하지 못한 상태에서 자전거 도로의 눈을 치우는 탁상해정은 하지 말아야 할 것임
- 오토캠핑장 운영
 - 강변의 여가시설로 오토캠핑장을 설치하였고, 이를 대대적으로 홍보하고 운영중이며, 각종 편의 시설을 설치하여 캠핑객을 위한 프로그램을 운영하려고 하고 있음
 - 금강정비사업으로 조성된 시설 중 금산 지역에서 유일하게 이용되는 시설임
 - 그러나 이용실적이 많지 않고 관리에 문제점을 드러내고 있음
 - 설계당시에 만들었던 화장실과 샤워시설을 사용할 수가 없고 모두 새롭게 건축하였으며 캠핑 사이트도 제대로 설계되지 않아 재시공하였음
 - 캠핑장의 입장 수입으로 캠핑장을 유지할 수가 없어 외부의 지원이 있어야지만 운영이 가능할 것으로 보임
 - 캠핑장을 찾는 사람들 보다는 근처의 자갈밭이나 둔치에 머물다 가는 사람들이 많아 캠핑장도 무계획하게 만들어진 것으로 판단됨
 - 시설의 관리문제와 적자운영의 문제를 해결해야 할 것임, 사람이 많이 찾은 다중시설임에도 불구하고 화장실이나 샤워장의 청소가 제때 이루어지지 않고 있어 청결상태를 유지하지 못하고 있음
 - 캠핑장주변에 설치한 공원의 식물식재공간의 제초작업이 제때 이루어지지 못하여 식재식물이 죽어가고 늘 잡초로 우거져 있는 관리의 문제가 있음
 - 부족한 관리비로 모든 둔치공원을 관리하는 것보다 오토캠핑장에 집중하여 제대로 관리하는 것이 필요하며 청소 인원을 충분히 배치하여 그나마 운영되는 시설의 위생 상태를 유지하여야 할 것임
 - 캠핑장이용료의 현실화와 캠핑객이 버리고 가는 쓰레기의 처리 문제를 집중적으로 해결할 필요가 있음, 특히 여름철의 음식물 쓰레기는 많은 문제를 안고 있음



[그림 3-38] 금산 방우8지구 인삼골 캠핑장 운영 현황

- 합강리 어독성 농약 살포
 - 2012년 7월 31일 4대강 사업 현장인 충남 세종보 상류 합강리 오토캠핑장과 체육공원 인근 초화류 식재지 주변 공간에서 농약을 살포현장 확인
 - 문제가 된 다니틀 농약과 메프치온 농약은 어독성1급과 저독성 농약으로서, 금강의 수질을 개선하겠다는 사업이 오히려 농약 살포로 문제를 일으키고 있음
 - 특히, 합강정 오토캠핑장에서부터 체육공원 아래 합강정 초화류 식재지까지 인근 둔치에 조성된 공원에서 소나무등 목본류 병해충을 방제하기 위해서 농약이 살포되었음
 - 다니틀 농약은 어독성 1급 살충제로 살포된 농약이 양어장·저수지·상수취수원·해역 등으로 날리거나 빗물에 씻겨 직접 흘러들어 갈 우려가 있는 지역에서는 사용하지 말라는 취급 제한 기준이 명시돼 있음
 - 또한 위험한 살충제가 금강 수변에 살포된다는 것은 둔치의 토양 오염뿐만

아니라 금강 오염, 나아가 합강정을 방문하는 시민들에게도 치명적인 피해를 줄 수 있음

- 합강정 주변엔 오토캠핑장과 체육공원이 있고 한쪽에서는 살충제를 살포해서 둔치를 오염시키고 다른 한쪽으로는 그 오염된 공간으로 사람들을 휴양 공간으로 이용되고 있음
- 금강정비사업을 시작하면서 둔치에서 농사를 짓는 사람들이 농약을 사용해 수질을 악화시킨다며 철거하였음에도 친수공간 관리를 위하여 농약을 살포하고 있음
- 합강정 둔치공원 등 강변 둔치와 습지에 농약 살포는 중지되어야 하고, 둔치공원은 관리를 해당 지방자치단체에 전적으로 일임하는 한편, 철저한 친환경관리로 전환하고, 관리에 필요한 적절한 예산을 지원해야 할 것임



[그림 3-39] 합강리 인근 친수공간 농약 살포 현장(2012. 7. 31)

◦ 어도

- 세종보 어도 중간에 설치된 차단목으로 인해 어도 기능이 저하되고, 최근 2년간 회귀성 어류 이동 관측되지 않고 있음
- 세종보 좌안의 자연형 어도가 물한방울이 없이 메말라 있는 경우가 발생하고 있고 물고기 산란을 앞둔 봄철에 봄가뭄과 이어져 어도에 물이 없고, 평상시에 일정양의 유지수를 보유할 수 있으므로 일반적인 어도의 기능은 가능
- 그러나 홍수 또는 예상치 못한 폭우, 범람 등으로 보에서 유출되는 엄청난 유량으로 인하여 일시에 어도 시설물이 파괴되어 그 기능을 상실할 수 있음
- 세종보 자연형 어도 설치 후, 어도 좌안이 급물살로 2군데 이상이 유실 이후, 보강공사로 어도 중간중간에 유속을 저감시키는 방법으로 차단목을 연속적으로 설치하여 어도가 커다란 연결 수조를 이루고 있는 형태임
- 어도내 수위변동에 따라 어도를 거스르는 물고기가 빠른 물살과 차단목을 뛰어넘어 상류로 올라가기가 어려울 것으로 예상됨
- 더군다나 금강 중하류가 3개의 보로 막혀 있어 보 주변의 물고기가 어도를 이용하는 경우를 제외한다면, 회귀성 어류의 상하류간 이동 통로로서의 어도 기능 다하지 못하고 있음
- 이미 설치된 어도가 최악의 갈수기에 대응하여 운영되지 않고, 세굴방지 방안은 전혀 고려되지 않았음
- 홍수 때 하천 퇴적물과 침전물, 기타 오염물질 등의 방지 대책과 유지 관리에 대한 보완이 요구됨
- 따라서 친환경 습성이 고려된 획기적인 어도 형식의 대안 마련과, 민물고기와 어도 전문가 등 친환경 토목전문가들의 참여가 이루어져야 할 것임



<2012.09.27>



<2012.09.27>



<2012.12.29>



<2013.02.28>



<2013.03.22>



<2013.06.21>

[그림 3-40] 세종보 어도 운영 현황

◦ 조류 발생

- 2012년 6월 담수가 완료된 금강에는 2달밖에 지나지 않은 2012년 8월 대규모 녹조가 발생, 과거 모래가 자정정화작용을 하고 평균 수심이 60cm내외에 있던 금강에서는 보기 힘든 현상 발생하였음
- 2013년 6월부터 운행 시작하는 것으로 금강권역에는 공주보 상류 쌍신공원 앞에 환경부 조류제거 시범사업으로, 정수장 수처리 응집제 PAC(폴리염화알루미늄) 약품을 사용하여 녹조를 제거하는 조류제거시설선이 설치되어 운행 확인
- 과거 발생한 녹조는 점의 형태였다면 금강정비사업 이후 발생한 녹조는 면의 형태를 띠고 있음
- 2012년에 이어 2013년 백제보에 대규모 녹조가 발생하면서, 매년 이런 녹조에 시달리게 될 우려가 나타남
- 하부에 퇴적된 유기물의 영향으로 금강의 녹조가 지속적으로 악화될 수 있으며, 유속 및 하천의 통수능을 복원하기 전에는 퇴적물 축적은 피할 수 없기 때문에 근본적인 수질개선대책이 필요함
- 또한 환경부는 조류경보제와 별개로 금강정비사업이 완공되는 시점인 2012년 12월에 수질예보제를 시행하였음, 조류경보제에 비해 완화된 기준으로 만들어져 조류관리에 취약한 상황에 노출되어도 예보 기능이 발휘되기 어려움
- 조류가 주로 발생하는 우기 6~9월만이라도 수문을 개방하는 운영방안과 수질예보제를 다시 조류경보제 수준으로 강화하고, 금강 수질관리를 강화할 필요가 있음



<백제보 녹조 발생>



<조류제거제 적치 현황>



<공주 쌍신공원앞 조류제거시설선 운행>



<조류제거 수거물 적치 현황>

[그림 3-41] 녹조발생 현황 및 녹조제거제, 조류제거시설선 현황
(상좌:2012년 8월, 상우:2012년 11월, 하좌:2013년 7월, 하우:2013년 8월)

[표 3-7] 조류경보 발령 및 해제기준(호소)

경보단계	발령 · 해제기준
조류 주의보	2회 연속 채취 시 클로로필-a 농도 15 mg/m ³ 이상이고 남조류의 세포 수가 500 세포/mL 이상인 경우
조류 경보	2회 연속 채취 시 클로로필-a 농도 25 mg/m ³ 이상이고 남조류의 세포 수가 5,000 세포/mL 이상인 경우
조류 대발생	2회 연속 채취 시 클로로필-a 농도 100 mg/m ³ 이상이고 남조류의 세포 수가 1,000,000 세포/mL 이상인 경우
해제	2회 연속 채취 시 클로로필-a 농도 15 mg/m ³ 미만이거나 남조류의 세포 수가 500 세포/mL 미만인 경우

[표 3-8] 과거 수질예보 발령기준(대청댐 방류지점~금강 하구언)(2011.12.29)

수질관리 단계		남조류 세포수(세포/mL)		
		500미만	500이상	5000이상
관심	수질관리 강화기준(70mg/m ³)을 초과하고 초과한 날 이후 전반적으로 뚜렷한 농도 상승 예상	관심 단계 유지	주의 단계로 조정	경계 단계로 조정
주의	수질관리 강화기준을 50% 초과(105mg/m ³)하고 7일 중 4일 이상 유지	수질관리 강화기준을 70% 초과(120mg/m ³)하고 7일 중 4일 이상 유지	경계 단계로 조정	심각 단계로 조정
경계	수질관리 강화기준을 100% 초과(140mg/m ³)하고 7일 중 4일 이상 유지	수질관리 강화기준을 130% 초과(160mg/m ³)하고 7일 중 4일 이상 유지	심각 단계로 조정	심각 단계로 조정
심각	수질관리 강화기준을 150% 초과(175mg/m ³)하고 7일 중 4일 이상 유지	수질관리 강화기준을 185% 초과(200mg/m ³)하고 7일 중 4일 이상 유지	심각 단계 유지	심각 단계 유지

[표 3-9] 현행 수질예보 발령기준(대청댐 방류지점~금강 하구언)(2013.6.28)

클로로필-a 예측 농도 (mg/m ³)	남조류 세포수 (세포/mL)			
	10,000 미만	10,000 이상	50,000 이상	2×10 ⁵ 이상
35mg/m ³ 을 초과하고 7일 중 4일 이상 유지	-	관심단계	주의단계	경계단계
70mg/m ³ 을 초과하고 7일 중 4일 이상 유지	관심단계	주의단계	경계단계	심각단계
105mg/m ³ 을 초과하고 7일 중 4일 이상 유지	주의단계	경계단계	심각단계	심각단계
140mg/m ³ 을 초과하고 7일 중 4일 이상 유지	경계단계	심각단계	심각단계	심각단계
175mg/m ³ 을 초과하고 7일 중 4일 이상 유지	심각단계	심각단계	심각단계	심각단계

◦ 금강하류 천변관리

- 금강하류지역의 경우 매년 녹조현상이 여름철을 중심으로 발생하고 있고 이에 대한 대책이 필요하다는 의견이 지속적으로 제기되어 왔음
- 그러나 금강정비사업 이후 녹조현상이 더욱 심각하게 발생되고 있는 상황임, 이러한 심각성은 앞으로도 계속될 것으로 판단됨
- 특히 육상에서 금강본류로의 비점오염원 유입에 갈대나 습지식물이 일부 정화작용을 해온 것에 비해 금강정비사업 이후 천변의 갈대군락이 감소하고 있으며 친수공간 조성으로 천변개발이 이루어져 수질에 영향을 미칠 것으로 판단됨
- 따라서 천변개발 이전과 이후의 수질변화에 대한 점검과 비교가 필요하고 그것을 바탕으로 천변관리에 대한 정책을 세워야 할 것으로 판단됨



<육상식물 침투>



<녹조 발생>



<공사로 모새달 군락 훼손>



<갈대제거 후 연꽃단지 조성(와초리)>

[그림 3-42] 금강하류 천변관리 실태 현장

◦ 신성리갈대밭 생태환경 복원

- 영화 ‘공동경비구역’으로 알려진 후 꾸준한 관광객 방문이 이어지는 지역
- 주요 식물종으로는 갈대, 모새달, 물억새가 아름다운 경관을 형성하고 있으나 점차 육상화 되어가고 있는 상황임
- 신성리갈대밭은 기수지역 갈대와 비교하면 굽기가 가늘고 키가 크나 바람직한 생육환경은 아닌 것으로 보여짐
- 환삼덩굴, 가시박, 칩 등 육상식물이 점차 침투가 진행되고 있어 관리대책이 필요함, 이에 대한 대책으로 염분을 뿌리는 등의 방법을 시도하고 있으나 지속가능한 방법은 아닌 것으로 판단됨
- 현실적으로 가장 적합한 방법은 습지를 조성하여 육상식물의 침투를 막고 습지생태계를 조성할 수 있는 방법을 모색할 필요가 있음
- 또한 모새달과 갈대의 생육환경은 차이가 있기 때문에 주요 식물상에 대한 정보와 특성을 고려하여 관리대책을 세울 필요가 있음



[그림 3-43] 신성리갈대밭 생태환경 복원 현황

- 철새 서식 환경 보호
 - 금강하구는 겨울철 오리, 기러기류에게 훌륭한 서식공간을 제공하고 있음
 - 주변 농경지는 철새들의 채식장소로 이용되고 금강호는 휴식공간을 제공함으로써 겨울철새들에게 아주 중요한 장소임
 - 그러나 겨울철 천변(자전거도로, 휴식공간, 레저 등) 개발로 금강호에서 휴식을 취하는 오리, 기러기류에게 위협을 주고 있는 공간으로 변하고 있음
 - 주로 위협에 취약한 종으로는 가창오리, 고니류의 서식에 많은 영향을 주고 있는 것으로 판단됨
 - 겨울철 충분한 휴식은 오리류에게 충분한 에너지공을 유지할 수 있기 때문에 안전한 휴식공간을 제공하는 것이 중요함
 - 주로 문제가 되는 간섭요인은 자전거도로, 휴식공간, 페러글라이딩, 수상레저활동 등이 문제가 되고 있음
 - 겨울철 철새 휴식공간 확보를 위해서 금강하굿둑에서 신성리갈대밭까지 전 구간 통제하는 것이 현실적으로 어렵기 때문에 조류모니터링을 통해 통제구간과 이용구간을 구분함으로써 겨울철 적절한 휴식공간 확보가 필요할 것으로 판단됨



[그림 3-44] 철새 서식지 관리 현황

2. 조류·어류 서식변화 실태 조사

- 최근, 금강의 본류 구간 중 중·하류 구간에 해당하는 충청남도를 지나는 수역은 행정수도인 세종시가 형성되어 있고, 본류 구간에 세종보, 부여보, 공주보 등의 대형 보의 완성으로 인하여 극심한 수생태계의 변화가 예상
- 한편, 금강으로 유입되는 하천인 지천에는 천연기념물이자 멸종위기야생동식물 I급 어종인 미호종개와 II급인 흰수마자가 금강과 합류하는 수역까지 서식하고 있음
- 또한, 환경부에서는 오직 우리나라의 금강에만 서식하는 미호종개를 보존하기 위해 인공증식된 미호종개의 치어를 금강 수계인 유구천에 방류하여 지속적인 모니터링을 진행 중임(국립생물자원관 2011, 2012)
- 따라서, 3개의 대형 보 설치에 따른 수생태계의 변화를 파악하고 멸종위기에 처한 어종에 대한 보존 및 관리 대책을 마련하기 위한 조사가 시급히 필요한 실정임

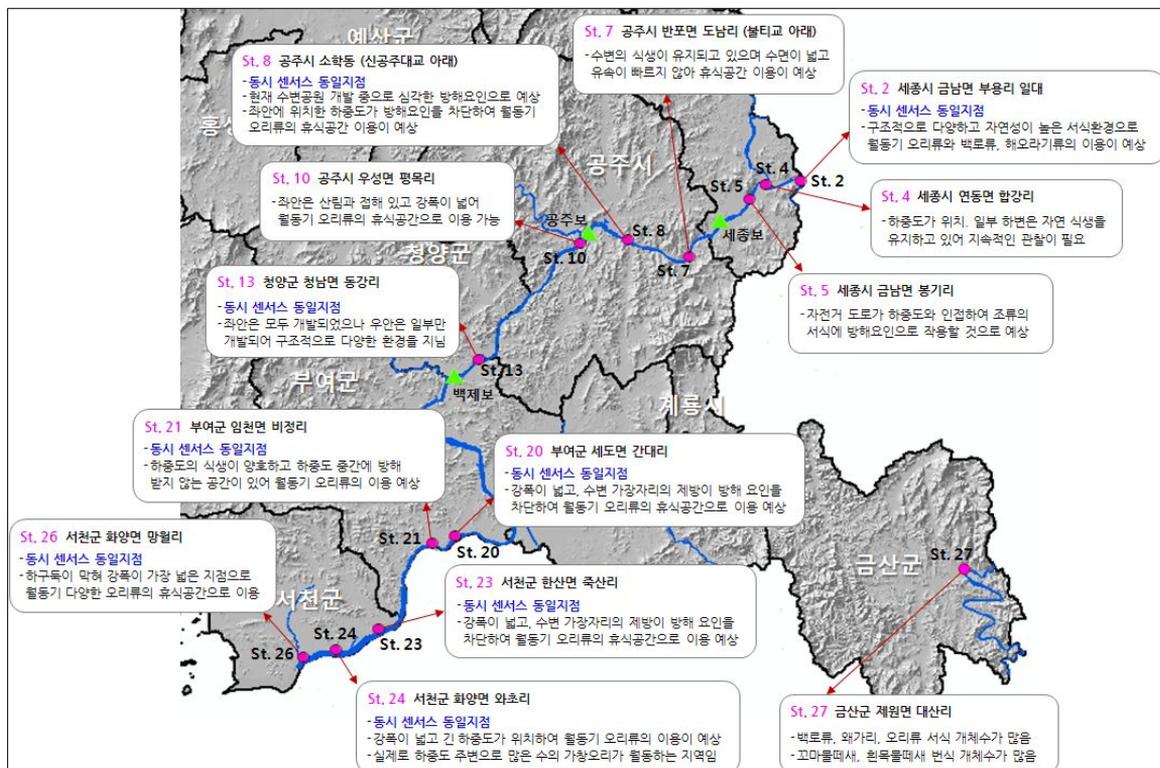
가. 조류

1) 조사 방법

- 현장 조사
 - 조사지점 및 시기
 - 금강 수계의 총 13개 지점[표 3-10]을 대상으로 5월 하순과 7월 하순에 각 1회씩 현장 조사 실시

[표 3-10] 조류 조사지점 및 행정구역

조류 조사지점	행정구역
St. 2	세종시 금남면 부용리 일대
St. 4	세종시 연동면 합강리
St. 5	세종시 금남면 봉기리
St. 7	공주시 반포면 도남리(불티교 아래)
St. 8	공주시 소학동(신공주대교 아래)
St. 10	공주시 우성면 평목리
St. 13	청양군 청남면 동강리
St. 20	부여군 세도면 간대리
St. 21	부여군 임천면 비정리
St. 23	서천군 한산면 죽산리
St. 24	서천군 화양면 와초리
St. 26	서천군 화양면 망월리
St. 27	금산군 제원면 대신리



[그림 3-45] 조류조사 지점 위치 및 개략 현황

- 조사 방법

- 조사지점별로 수계 전체를 조망할 수 있는 지점을 선정하여 쌍안경(8배율)과 망원경(20~45배율)을 이용하여 관찰되는 조류의 종과 개체수를 기록
- 수계에 도래하는 물새류를 중심으로 조사하였으며, 물새류 이외에 조사지점 주변에서 관찰되는 조류도 조사 결과에 포함하였음

◦ 문헌 조사

- 수계는 겨울철 월동 조류에 있어 중요한 서식공간으로 월동 조류를 파악하기 위해서는 월동기 조사가 필요하나 본 사업기간에 조류의 월동기가 포함되지 않아 '환경부 국립생물자원관'에서 매년 실시하는 '겨울철 조류 동시센서스' 결과 중 금강 수계의 결과를 자료로 활용하였음
- '겨울철 조류 동시센서스'에서 금강 수계의 하류에 해당하는 '금강호' 지역은 동시센서스 실시 초기인 1999년부터 조사가 이루어져 왔으나 이보다 상류인 '금강 중류'와 '금강 상류' 지역은 2010년도부터 조사지역에 포함되었음
- 따라서 본 보고서에서는 '금강 중류'와 '금강 상류' 2개 지역이 포함되기 시작한 2010년도부터 2012년까지 금강 수계 3개 지역(금강호, 금강 중류, 금강 상류)의 조사 결과에서 지역별 우점종 자료를 취합하여 정리하였음

2) 조사 결과

- 5월 현장 조사 결과
 - 13개 조사지점에서 총 54종 751개체의 조류 관찰[표 3-11]
 - 조사지점 전체에서 흰뺨검둥오리가 113개체로 최우점종으로 나타났으며 다음으로 왜가리(80개체), 중대백로(65개체), 황로(60개체)의 순으로 우점하고 있음
 - 지점별로 금강 수계에서 중상류에 속하는 St. 2와 St. 27에서 각각 42종 120개체와 39종 138개체로 가장 많은 종과 개체수가 관찰되었으며, 다음으로 St. 4에서 28종 76개체로 많은 수의 조류가 관찰되었음
 - 3개 지점 이외에 St. 21에서 93개체의 조류가 관찰되었으나 종수에 있어서는 모두 14종 이하로 3개 지점에 비해 적은 종수가 관찰되었음

[표 3-11] 조사지점별 조류 조사결과(5월 하순)

번호	종명	조사지점(St.)												합계	
		2	4	5	7	8	10	13	20	21	23	24	26		27
1	논병아리		2	1				2		1					6
2	민물가마우지	1													1
3	왜가리	4	8	2		5		12		25	2	5	3	14	80
4	중대백로	2	5	3		3		10		11	10	3	3	15	65
5	쇠백로	8	1	3				2		13	12	2	2	2	45
6	황로								8	14	10	13	15		60
7	검은댕기해오라기	2	1											2	5
8	해오라기							1		2	1	2	1		7
9	원앙	2	2		3										7
10	흰뺨검둥오리	13	20	3	6	10	2	23	3	15	4	3	2	9	113
11	붉은배새매									1				1	2
12	황조롱이	1						1		1	1		1		5
13	평		2			1			1					1	5
14	쇠물닭		2					2							4
15	꼬마물떼새	8												5	13
16	흰물떼새	1													1
17	청다리도요	2													2
18	삿도요													1	1
19	알락도요									3		5	4		12

번호	종 명	조사지점(St.)												합계	
		2	4	5	7	8	10	13	20	21	23	24	26		27
20	괭이갈매기									2	4	7		13	
21	쇠제비갈매기	2												2	
22	멧비둘기	4	2	1	2	5		2		3			3	22	
23	빠꾸기	1											2	3	
24	물총새	2											1	3	
25	파랑새	2											2	4	
26	쇠딱다구리	1				1		1		1			1	5	
27	큰오색딱다구리	1											1	2	
28	청딱다구리	1	1										1	3	
29	제비	10	2										10	22	
30	노랑할미새	2											3	5	
31	알락할미새	1	1										2	4	
32	검은등할미새	4	2										4	10	
33	hing새		5											5	
34	직박구리	3	1	1		1		1		1	2	1	1	16	
35	딱새	1	1							1		1	2	6	
36	붉은머리오목눈이	2	4			4		2		2	2		2	18	
37	개개비		2					2	3		4		2	14	
38	오목눈이	4				2							2	8	
39	쇠박새	2	1			1							2	6	
40	진박새	1	1										1	3	
41	박새	6	2		2								4	14	
42	곤줄박이	2											1	3	
43	동고비	1											1	2	
44	멧새	1	1		1				1					4	
45	노랑턱멧새	1	1		1				1				2	6	
46	방울새	1	1										2	4	
47	참새	5									6	6	10	27	
48	찌르레기												8	8	
49	피꼬리	1	2										1	4	
50	어치	2	1		1								1	5	
51	물까치	5											7	12	
52	까치	4	2	1	2	1	3	3	1		2	11	8	43	
53	까마귀	1			2									3	
54	큰부리까마귀	2		1	1		1					1	2	8	
	종수	42	28	9	10	11	4	13	7	14	13	12	14	39	54
	개체수	120	76	16	21	34	7	63	18	93	53	56	56	138	751

- 7월 현장 조사 결과
 - 13개 조사지점에서 총 32종 356개체의 조류 관찰[표 3-12]
 - 조사지점 전체에서 왜가리가 45개체로 최우점종으로 나타났으며 다음으로 참새(44개체), 붉은머리오목눈이(28개체)의 순서임
 - 지점별로 금강 수계에서 중상류에 속하는 St. 27과 St. 2에서 각각 20종 74개체와 18종 55개체로 많은 종과 개체수가 관찰되었으며, 다음으로 St. 26에서 11종 74개체로 많은 수의 조류가 관찰되었음
 - 3개 지점 이외에 St. 21에서 58개체의 조류가 관찰되었으나 종수에 있어서는 모두 9종 이하로 3개 지점에 비해 적은 종수가 관찰되었음

[표 3-12] 조사지점별 조류 조사결과(7월 하순)

번호	종명	조사지점(St.)													합계
		2	4	5	7	8	10	13	20	21	23	24	26	27	
1	논병아리							1					2		3
2	민물가마우지	1													1
3	가마우지												21		21
4	왜가리	4	1			1		3		17		2	1	16	45
5	중대백로	1	4					5		4	4	1	3	5	27
6	중백로	2								3	6			3	14
7	쇠백로	1	1	3				2		5	2		1	2	17
8	황로									14	3	5	5		27
9	해오라기											1			1
10	흰뺨검둥오리	2	2					5		2				4	15
11	황조롱이						1						1		2
12	꿩		1												1
13	꼬마물떼새	2													2
14	갯작도요	1												2	3
15	괭이갈매기									13			8		21
16	멧비둘기	2				1								2	5
17	파랑새													1	1
18	쇠딱다구리	1												1	2
19	제비												4		4
20	알락할미새		3											2	5
21	검은등할미새	3												2	5
22	직박구리	1									1			2	4

23	때까치		1											1	2
24	딱새	1												2	3
25	붉은머리오목눈이	5	12								7			4	28
26	박새	2												1	3
27	노랑턱멧새													1	1
28	참새	8									5	17	14	44	
29	피꼬리		1												1
30	물까치	12												8	20
31	까치	6			1		3	1				5	11		27
32	큰부리까마귀													1	1
총수		18	9	1	1	2	2	6	0	7	5	7	11	20	32
개체수		55	26	3	1	2	4	17	0	58	16	26	74	74	356

◦ 문헌 조사

- ‘겨울철 조류 동시센서스’ 자료에서 2010년부터 2012년까지 금강 수계의 조사지역별 상위 5위까지의 월동기 우점 조류는 [표 3-13]과 같음

- 금강 수계 3개 지역 모두 수면성 오리류(dabbling ducks)와 기러기류(geese)가 주요 우점종으로 나타났음
- 지역별로 수면성 오리류와 기러기류 이외에 하류인 금강호에서는 갈매기류(gulls)인 재갈매기가 우점종으로 출현하였으며, 중류지역에서는 잠수성 오리류(diving ducks)인 비오리가 우점종으로 나타나 지역별 수계 환경에 다소간의 차이가 있는 것을 알 수 있음
- 또한 중류와 상류 지역에서 물새류 이외의 조류인 참새, 멧비둘기, 쭉새, 까치 등이 우점종에 포함되어 있어 우점종 구성에 있어 물새로만 구성된 금강호 지역과 차이를 나타내었음

[표 3-13] 월동기 금강 수계 조사지역별 조류 우점종 및 개체수(환경부 동시센서스 자료*)

조사지역	우점 순위	조사 연도별 우점종(개체수)			비고
		2010*	2011*	2012*	
금강 상류 (갑천 합수부-청벽 대교)	1	큰기러기(1,150)	흰뺨검둥오리(562)	흰뺨검둥오리(624)	St. 2, 4, 5, 7 포함
	2	흰뺨검둥오리(740)	청둥오리(467)	청둥오리(432)	
	3	청둥오리(432)	쇠기러기(420)	참새(365)	
	4	참새(358)	큰기러기(320)	쇠오리(195)	
	5	황오리(270)	참새(214)	멧비둘기(163)	
금강 상류 전체		50종 3,935개체	47종 2,862개체	34종 2,182개체	
금강 중류 (청벽대교 -황산대교)	1	흰뺨검둥오리(4,198)	청둥오리(7,090)	청둥오리(1,332)	St. 8, 10, 13 포함
	2	청둥오리(3,353)	흰뺨검둥오리(1,754)	흰뺨검둥오리(1,190)	
	3	쇠기러기(976)	속새(121)	비오리(319)	
	4	비오리(518)	멧비둘기(65)	쇠오리(123)	
	5	쇠오리(352)	까치(60)	멧비둘기(119)	
금강 중류 전체		34종 10,348개체	27종 9,451개체	30종 3,381개체	
금강하 (황산대교 -하구둑)	1	청둥오리(6,384)	청둥오리(1,669)	가창오리(250,000)	St. 20, 21, 23, 24, 26 포함
	2	흰뺨검둥오리(2,474)	쇠기러기(290)	큰기러기(2,750)	
	3	쇠기러기(570)	쇠오리(265)	청둥오리(1,058)	
	4	쇠오리(564)	흰뺨검둥오리(242)	흰뺨검둥오리(980)	
	5	재갈매기(562)	고방오리(20)	쇠기러기(790)	
금강하 전체		41종 12,325개체	10종 2,497개체	12종 255,975개체	

* 국립생물자원관(2010, 2011, 2012). '겨울철 조류 동시센서스'

◦ 조사지점별 조류의 서식환경 평가

- 중·상류 지점(St. 2, 27)

- 하천변 사주 및 하중도가 발달하여 있고 하천변 식생도 잘 유지된 전형적인 중·상류 하천의 환경을 지니고 있어 구조적으로 다양한 서식환경을 지니고 있으며 사업에 따른 하천정비의 영향도 적어 비교적 자연적인 서식환경을 유지하고 있음
- 이러한 환경은 월동기 오리류에 비해 백로류 및 할미새류의 먹이터 및 흰뺨검둥오리와 꼬마물떼새 등의 번식지로서 좋은 조건을 지니고 있음

- 하류 지점(St. 4, 5, 7, 8, 10, 13, 20, 21, 23, 24, 26)

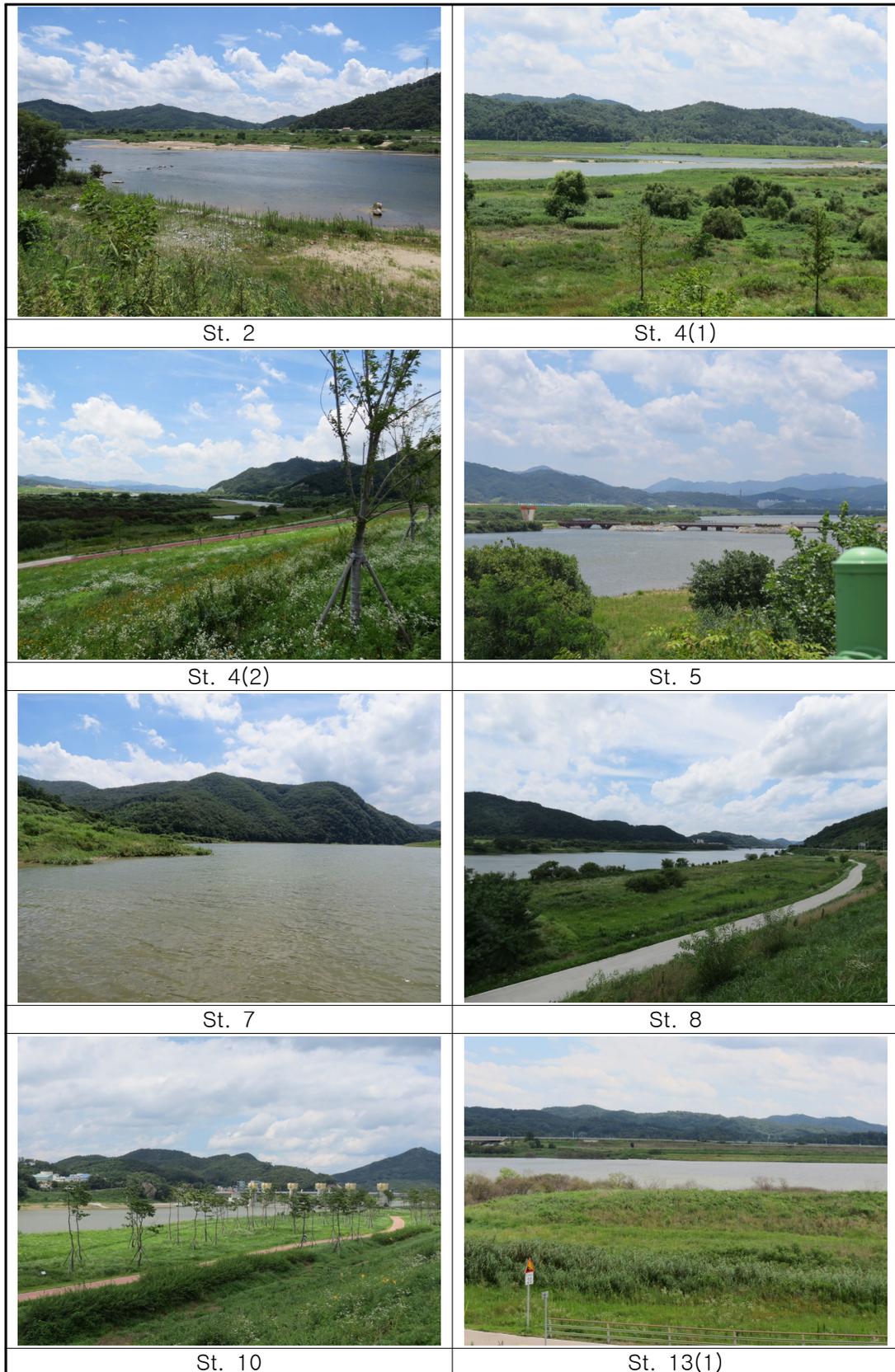
- 점차적으로 강폭이 넓고 수심이 깊어지는 지점들로 일부 지점을 제외하고 대부분 하천변이 정비된 이후 방치된 상태에 있음
- 기존의 하천변 식생이 유지되고 있는 일부 지점은 백로류, 쇠물닭, 흰뺨검

등오리 등이 선호하는 환경이나 하천변이 정비된 이후 방치되어 초본 식생이 자라고 있는 지역들은 조류의 서식처로서 기능을 전혀 하지 못하고 있는 상황임

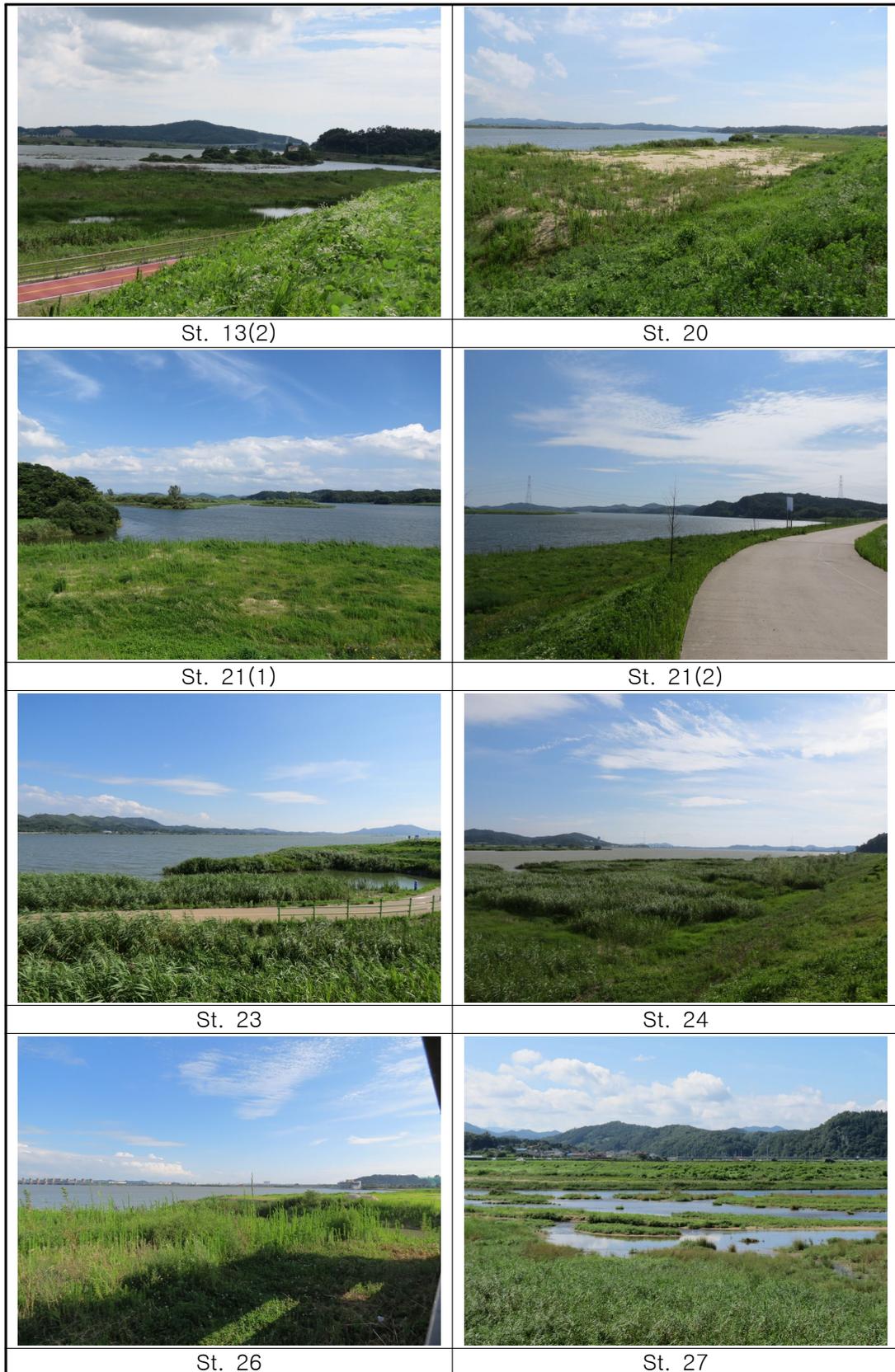
- 조사지점들 중 인근에 넓은 농경지가 있는 수계의 수면은 월동기 오리류 및 기러기류의 휴식처로 이용될 수 있으나 하천변 식생이 없거나 빈약한 곳은 외부로부터의 방해요인이 전혀 차단되지 않기 때문에 수조류의 안정적인 휴식처로서 기능이 저하될 수 있음

3) 조류 조사 결과에 따른 제언

- 금강정비사업에 따른 조류의 변화상을 파악하기 위해서는 가급적 동일 지점을 대상으로 동일한 방법으로 수행된 정비사업 전의 자료가 필요하나 현재 비교 자료가 부족한 실정임
- 따라서 향후 동일 지점을 대상으로 계절별 조사를 장기적으로 실시함으로써 조류의 변화상을 파악할 수 있는 자료를 구축하는 것이 우선적으로 필요함
- 본 조사는 5월과 7월에 실시된 반면 기존 자료들은 대체로 금강 수계의 월동 조류를 대상으로 하여 겨울철에 조사한 자료들로 조사의 시기가 달라 각각의 결과를 직접적으로 비교하기에는 무리가 있으며, 월동 조류 대상의 조사가 진행되어야 할 것임
- 다양한 구조를 지닌 자연성 높은 하변 식생은 다양한 종의 조류가 먹이터 및 휴식처로 이용할 수 있으며, 수면에서 휴식시 방해요인을 차단하는 역할을 하기 때문에 현재 하천 정비 후에 단순화되어 있는 하변 환경에 대한 개선이 필요함



[그림 3-46] 조류 조사지점 현황-1



[그림 3-47] 조류 조사지점 현황-2

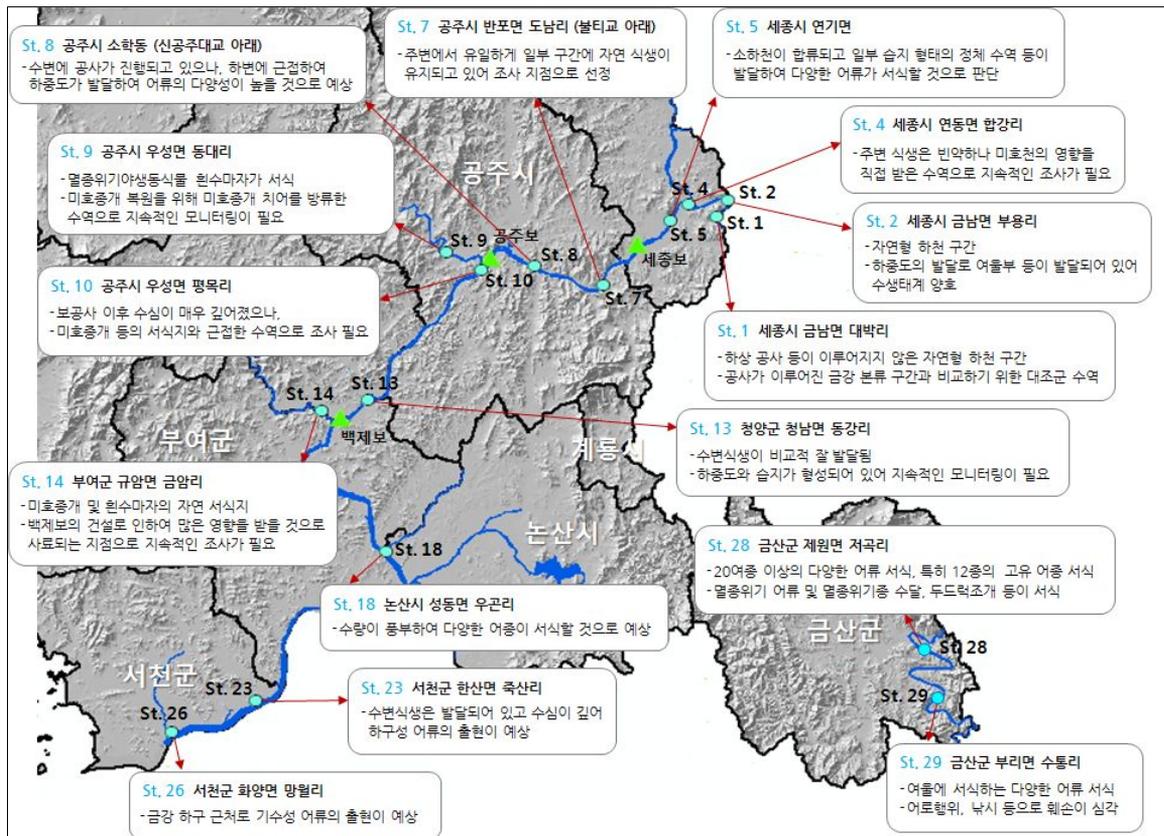
나. 어류

1) 조사 방법

- 현장 조사
 - 조사지점 및 시기
 - 금강에 서식하는 담수어류 현황 파악을 위해 금강 본류 구간을 중심으로 선정된 모두 15개 지점에서 조사를 실시하였음
 - 조사 시기는 장마기간을 고려하여 5월과 6월 말에 2차례에 걸쳐 조사를 실시하였음

[표 3-14] 금강 본류 구간 서식 어류의 조사지점 및 행정구역

어류 조사지점	행정구역
St. 1	세종시 금남면 대박리
St. 2	세종시 금남면 부용리
St. 4	세종시 연동면 합강리
St. 5	세종시 금남면 봉기리
St. 7	충남 공주시 반포면 도남리(불티교 아래)
St. 8	충남 공주시 소학동(신공주대교 아래)
St. 9	충남 공주시 우성면 동대리
St. 10	충남 공주시 우성면 평목리
St. 13	충남 청양군 청남면 동강리
St. 14	충남 부여군 규암면 금암리
St. 18	충남 논산시 성동면 우곤리
St. 23	충남 서천군 한산면 죽산리
St. 26	충남 서천군 화양면 망월리
St. 28	충남 금산군 제원면 저곡리
St. 29	충남 금산군 부리면 수통리



[그림 3-48] 어류조사 지점 위치 및 개략 현황

- 조사 방법

- 서식환경은 하상구조, 탁도, 하폭, 수심 등을 육안으로 관찰하여 기록하였음
- 어류의 채집은 투망(망목 6×6mm)과 족대(5×5mm)를 이용하였고 조사지점별 투망 5-10회, 족대 30-50분 실시하여 정량화하여 채집
- 조사 수역이 금강 본류 구간임을 감안하여 투망 및 족대가 조사가 어려운 수심이 깊은 수역은 자망(50m) 조사 병행
- 채집된 어류는 현장에서 김(1997), 윤(2002), 김 등(2005)을 참고하여 육안으로 동정하였고, 포획된 어류 중 일부는 현장에서 사진을 확보
- 분류체계는 Nelson(2006)을, 국명 및 학명은 국립생물자원관(2010)의 체계를 따랐음
- 한편, 조사지점별 어류상의 변화는 2010-2012년까지 진행된 충청남도 지역의 시·군에 서식하는 어류상 조사의 결과에서 확인된 지점과 중복되는

지점을 대상으로 실시하였음

2) 조사 결과

◦ 조사 지점 현황

- 조사 지점의 현황 사진은 [그림 3-49], [그림 3-50]에 나타내었음
- St. 1.
 - 세종시 연기군 금남면 대박리의 금강본류 구간으로 금강 보 공사의 큰 영향은 받지 않는 수역으로 사료됨
 - 하상은 모래와 자갈로 구성되어 있으며 물의 흐름은 빠른 편이고 수변 식생은 잘 발달되어 있고 탁도는 약간 높은 편임
- St. 2.
 - 세종시 연기군 금남면 부용리의 원부용 마을 일대로 임시 교각이 설치되어 있어 교각 아래 물의 흐름은 매우 빠른 편임
 - 수변식생은 약간 발달되어 있으며 물의 흐름이 빠른 곳은 호박돌 등이 노출되어 있음
- St. 4.
 - 세종시 연기군 동면 합강리 일대는 금강의 큰 지류인 미호천과 금강본류가 합류하는 수역으로 하상은 주로 모래로 구성되어 있고 하변은 공원화되어 있어 주변 식생은 빈약한 편임
 - 유속은 완만하고 수심은 50-150cm 정도이며 탁도는 높은 편
- St. 5.
 - 세종시 금남면 봉기리 일대의 하변은 공원화 되어 하변 식생이 빈약하고 물의 흐름이 매우 완만하며 하상은 주변 아파트 공사 및 하변공원 공사 등으로 인한 토사가 쌓여 진흙으로 덮혀 있음
- St. 7.
 - 충남 공주시 반포면 도남리(불티교) 일대는 하상은 모래·펄로 구성되어 있고 군데군데 돌과 자갈이 덮고 있음
 - 유속은 매우 느리고 수심은 30-150cm이며 탁도는 매우 높은 편이나, 수

변 식생은 매우 발달되어 있음

- St. 8.

- 충남 공주시(신공주대교) 일대는 주변 소하천이 본류로 유입되는 수역으로 주변 식생은 매우 발달되어 있고 하중도가 크게 형성되어 있음
- 수심은 50-120m 내외이며 물은 흐름은 본류구간에는 매우 정체하며 탁하며 하상은 모래·펄로 구성되어 있고 돌과 호박돌이 흩어져 덮고 있음

- St. 9.

- 충남 공주시 우성면 동대리 일대는 유구천 수역으로 하상은 모래로 구성되어 있고 주변은 농경지로 이용됨
- 수심은 30-50cm 정도이며 유속은 약간 빠르고 수변은 일부 농경지로 이용되며 수변식생은 발달한 편임

- St. 10.

- 충남 공주시 우성면 평목리 일대는 유구천과 금강이 합류하는 수역으로 공주보의 바로 아래 수역임
- 금강의 수심이 깊어지며 수변이 무너져 내린 것으로 보이며 수심은 50-200cm로 매우 깊고 상방에는 보가 설치되어 있음
- 하상은 모래로 구성되어 있으나, 호박돌 크기의 큰 돌들이 노출되어 있음

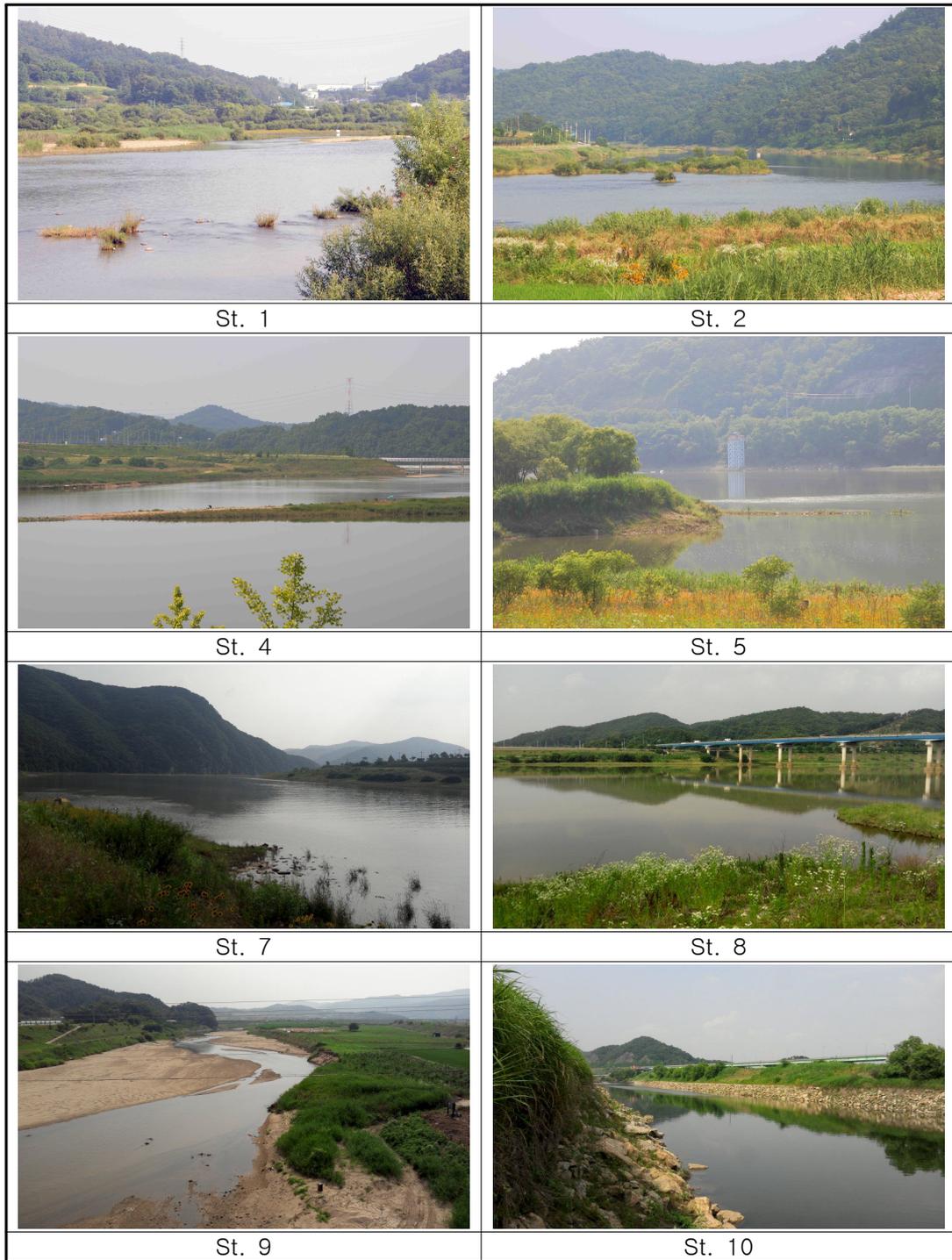
- St. 13.

- 충남 청양군 청남면 동강리 일대는 금강의 지류인 잉화달천과 금강이 합류하는 수역으로 수심은 50-250cm이며 하상은 진흙, 펄로 구성되어 있고 돌과 자갈이 흩어져 있음
- 주변에는 하중도 및 배우습지 등이 발달되어 있고 수량이 매우 풍부하나 물의 흐름은 완전히 정체하고 탁도는 매우 높음

- St. 14.

- 충남 부여군 규암면 규암리 일대는 금강으로 유입되는 지천의 하류부로 수변식생은 매우 발달되어 있고 하상은 모래로 구성되어 있고 하상의 표면은 펄이 약하게 덮고 있음

- 물의 흐름은 약하며 수심은 50-150cm 정도임
- St. 18.
 - 충남 논산시 성동면 우곶리 일대는 금강과 석성천이 합류하는 수역으로 넓은 수변은 공원으로 조성되어 있음
 - 주변은 농경지와 축사가 일부 있으며 수심은 50-200cm이고 탁도는 매우 높고 물의 흐름은 거의 없으며 수변식생은 약간 빈약함
- St. 23.
 - 충남 서천군 한산면 죽산리 일대는 금강과 길상천이 합류하는 수역으로 수변식생은 발달되어 있고 주변은 농경지로 이용되고 있음
 - 물의 흐름은 완전히 정체하고 수색은 매우 탁하고 수심은 50-200cm 정도임
- St. 26.
 - 충남 서천군 화양면 망월 일대는 금강의 하구역에 가까운 수역으로 지류인 길상천이 합류하며 수변식생은 발달되어 있음
 - 물의 흐름은 정체하고 탁도는 매우 높고 하상은 펄로 구성되어 있고 돌과 호박돌이 노출되어 있음
- St. 28.
 - 충남 금산군 제원면 저곡리 일대는 금강 본류의 최상류 구간으로 하상은 주로 주먹돌로 구성되어 있고 일부 호박돌이 산재함
 - 수심은 30-100cm 정도이며 물은 매우 맑고 차며 유속은 빠른 편이고 수변식생도 잘 발달되어 있음
- St. 29.
 - 충남 금산군 부리면 수통리 일대는 지점 28과 동일하게 금강 본류의 최상류 구간으로 하상은 주먹돌로 구성되어 있고 호박돌이 불규칙적으로 흩어져 있음
 - 수심은 30-80cm 내외이고 유속은 빠르고 수변 식생은 잘 발달되어 있음



[그림 3-49] 어류 조사지점 현황 사진-1



[그림 3-50] 어류 조사지점 현황 사진-2

- 조사수역의 어류서식 현황
 - 조사 수역에서 확인된 전체 어류는 모두 4목 9과 46종으로 나타났음
 - 채집된 어류 중 우리나라 고유종은 모두 21종으로 확인됨
 - 서식이 확인된 어류 중 법정보호종은 천연기념물인 어름치, 미호종개 2종이며 환경부 지정 멸종위기야생동·식물은 I급 감돌고기, 미호종개, II급 꾸구리, 흰수마자 등 총 4종
 - 외래도입종은 떡붕어, 블루길, 큰입배스 3종의 출현 확인됨
 - 조사 지점별로는 금강의 최상류 구간인 금산군 일대의 조사지점 28에서 24종이, 조사지점 29에서 22종이 출현하여 가장 많은 종이 확인됨

[표 3-15] 금강 본류 수역에 서식하는 어류 출현 종목록

학명	국명	비고
Order CLUPEIFORMES	청어목	
Family ENGRAULIDAE	멸치과	
<i>Coilia nasus</i>	응어	
Order Cypriniformes	잉어목	
Family Cyprinidae	잉어과	
<i>Cyprinus carpio</i>	잉어	
<i>Carassius auratus</i>	붕어	
<i>Carassius cuvieri</i>	떡붕어	외
<i>Acheilognathus lanceolatus</i>	납자루	
<i>Acheilognathus yamatsutae</i>	줄납자루	고
<i>Acheilognathus koreanus</i>	칼납자루	고
<i>Acheilognathus macropterus</i>	큰납지리	
<i>Rhodeus uyekii</i>	각시붕어	고
<i>Pseudorasbora parva</i>	참붕어	
<i>Pungtungia herzi</i>	돌고기	
<i>Pseudopungtungia nigra</i>	감돌고기	고, 멸
<i>Coreoleuciscus splendidus</i>	쉬리	고
<i>Sarcocheilichthys nigripinnis morii</i>	중고기	고
<i>Sarcocheilichthys variegatus wakiyae</i>	참중고기	고
<i>Hemibarbus labeo</i>	누치	
<i>Hemibarbus longirostris</i>	참마자	
<i>Hemibarbus mylodon</i>	어름치	고, 천

<i>Pseudogobio esocinus</i>	모래무지	
<i>Squalidus japonicus coreanus</i>	몰개	고
<i>Gobiobotia macrocephala</i>	꾸구리	고, 멸
<i>Gobiobotia nakdongensis</i>	흰수마자	고, 멸
<i>Microphysogobio yaluensis</i>	돌마자	고
<i>Squaliobarbus curriculus</i>	눈볼개	
<i>Zacco platypus</i>	피라미	
<i>Zacco koreanus</i>	참갈겨니	고
<i>Opsariichthys bidens</i>	꼬리	
<i>Erythroculter erythropterus</i>	강준치	
<i>Hemiculter eigenmanni</i>	치리	고
Family Cobitidae	미꾸리과	
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	미꾸리	
<i>Iksookimia koreensis</i>	참종개	고
<i>Cobitis lutheri</i>	점줄종개	
<i>Cobitis choii</i>	미호종개	고, 멸, 천
Order Siluriformes	메기목	
Family Bagridae	동자개과	
<i>Pseudobagrus koreanus</i>	눈동자개	고
<i>Odontobutis platycephala</i>	동자개	
<i>Leiocassis nitidus</i>	밀자개	
Family AMBLYCIPITIDAE	통가리과	
<i>Liobagrus mediadiposalis</i>	자가사리	고
Order Perciformes	농어목	
Family Centropomidae	꺼지과	
<i>Siniperca scherzeri</i>	쏘가리	
<i>Coreoperca herzi</i>	꺼지	고
Family Odontobutidae	동사리과	
<i>Odontobutis platycephala</i>	동사리	고
<i>Odontobutis interrupta</i>	얼룩동사리	고
Family Gobiidae	망둑어과	
<i>Rhinogobius brunneus</i>	밀어	
<i>Rhinogobius giurinus</i>	갈문망둑	
<i>Tridentiger brevispinis</i>	민물검정망둑	
Family Centrachidae	검정우럭과	
<i>Lepomis macrochirus</i>	블루길	외
<i>Micropterus salmoides</i>	큰입배스	외

※ 고: 고유종, 멸: 멸종위기야생동·식물, 천: 천연기념물, 외: 외래도입종

- 조사수역의 어류상(5월)

- 5월 조사에서는 조사지점 13부터 29까지 7개 지점에서 이루어졌으며 총 4목 9과 36종의 서식이 확인
- 조사 지점별 금강의 최상류 수계인 금산군 일대의 조사지점 28과 29에서 각각 18종과 17종이 확인되어 가장 많은 종이 출현, 나머지 세종시에서 서천군의 금강 하구쪽에 이르는 조사지점에서는 7-11종의 서식이 확인됨
- 본 조사 기간 동안 채집된 어류 중 우리나라 고유종은 줄납자루, 칼납자루, 각시붕어, 감돌고기, 쉬리, 참중고기, 어름치, 물개, 흰수마자, 돌마자, 참갈겨니, 치리, 참중개, 자가사리, 꺾지, 동사리, 얼룩동사리 등의 17종의 전체 출현종의 47.2%를 차지하였음
- 5월에 금강 본류구간에서 채집된 고유종 중에 법정보호종은 환경부 지정 멸종위기야생동·식물 I급인 감돌고기와 II급 종은 흰수마자, 그리고 천연기념물 제238호, 제259호로 지정된 어름치가 확인되었음
- 출현종 중에 외래도입종은 떡붕어와 큰입배스 2종으로 확인되었음
- 한편, 금강의 최하류 구간인 조사지점 18과 23에서는 주로 연안에 서식하는 멸치과의 웅어가 출현
- 또한, 하류성 어류인 밀자개가 조사지점 18, 23, 26의 최하류 구간에서 채집되었음

[표 3-16] 조사지점별 채집된 어류-(5월)

국명	조사지점						
	13	14	18	23	26	28	29
청어목							
멸치과							
웅어			5	4			
잉어목							
잉어과							
잉어			1				
붕어	16	1	3	3	5	1	
떡붕어				5	6		
납자루	4	4				12	2
줄납자루						1	37
칼납자루						34	6

큰납지리			2				
각시붕어						5	1
참붕어		6					
돌고기						44	34
감돌고기						7	25
쉬리						5	16
참중고기	2						
누치			1		2		
참마자						7	2
어름치							1
모래무지	16	4		4	5	2	
몰개	4		21				
흰수마자		1					
돌마자		5					
피라미	24	63				168	74
참갈겨니						51	11
끄리		11				2	6
강준치			6	3	17		
치리			55	37	22		
미꾸리과							
미꾸리						1	
참종개						11	2
점줄종개		3					
메기목							
동자개과							
밀자개			9	24	12		
통가리과							
자가사리							1
농어목							
꺼지과							
꺼지						5	2
동사리과							
동사리						2	3
얼룩동사리	1	2					
망둑어과							
밀어	1					1	1
민물검정망둑					2		
검정우럭과							
큰입배스	15	2					
개체수	83	102	103	80	71	359	224
종수	9	11	9	7	8	18	17

- 조사수역의 어류상(6월)

- 6월 조사는 15개 지점의 전 구간에서 조사가 이루어졌으며 5월 조사와 동일한 지점에서 실시, 조사 결과 금강 본류 구간에서 출현한 종은 총 4목 8과 44종으로 확인
- 조사 지점별로는 5월과 같이 금강의 최상류 지역인 금산군 일대의 조사지점 28과 29에서 각각 21종과 19종이 출현하여 다른 조사지점에 비해 약 2배 많은 종이 확인되었으며, 금산군을 제외한 다른 조사지점에서는 8~13종의 어류가 출현하여 상류 지점에 비해 빈약한 출현양상을 나타냈음
- 6월 조사된 고유종은 줄납자루, 칼납자루, 각시붕어, 감돌고기, 쉬리, 중고기, 참중고기, 물개, 꾸구리, 흰수마자, 돌마자, 참갈겨니, 치리, 참중개, 미호중개, 눈동자개, 꺾지, 동사리, 얼룩동사리 등 19종으로 확인됨
- 법정보호종은 환경부 지정 보호종인 멸종위기야생동·식물 I급 감돌고기, 미호중개 2종, 멸종위기야생동·식물 II급 꾸구리, 흰수마자 등 2종이며 천연기념물은 미호중개 1종이 확인되었고 외래도입종은 떡붕어, 블루길, 큰입배스 등 3종의 서식이 확인됨

[표 3-17] 조사지점별 채집된 어류-(6월)

국명	조사지점															
	1	2	4	5	7	8	9	10	13	14	18	23	26	28	29	
청어목																
멸치과																
응어											3	1				
잉어목																
잉어과																
잉어								1		1	3					
붕어	3	1		5	38	14	5	2	24		4	1			1	
떡붕어	2											3	1			
납자루	4	2		1	8	3	1		6	6			1	21	19	
줄납자루														6	17	
칼납자루														21	1	
큰납지리	1	2			1						1	6				
각시붕어														3		
참붕어	3			1					7	2				1		
돌고기														32	49	
감돌고기														13	31	
쉬리														8	21	

중고기				1					1					1	
참중고기										2					
누치	3	6	11	1	18	6	121	76				3	1	2	
참마자			3											1	6
모래무지	11	7	5	2	16	13	41	32	2	2		2	3		1
물개	21	17	2	8	26	53	1	2			13				
꾸구리															1
흰수마자							3								
돌마자										2					
눈불개													1		
피라미	65	121	31	25	75	142	21	14	31	76				153	121
참갈겨니														42	53
끄리	3	11	8	31			2			3				9	1
강준치					2							8	1	3	
치리				2								72	12	2	
미꾸리과															
미꾸리			2				1	1							1
참종개												1		5	3
점줄종개										1				1	
미호종개							5	1							
메기목															
동자개과															
눈동자개														1	1
동자개	1												1		
말자개												11	38	13	
농어목															
꺼지과															
쏘가리						1									
꺼지														3	6
동사리과															
동사리														5	7
얼룩동사리	1	2	4	6			3	2	1						
망둑어과															
밀어		1		2		1		2	1			2		2	6
갈문망둑						1									
민물검정망둑												3	5		
검정우렁과															
블루길									2						
큰입배스	4	2		3	1			2	26					2	
개체수	122	172	66	88	185	234	204	132	103	96	115	73	31	332	346
종수	13	11	8	13	9	9	11	9	11	10	8	12	10	21	19

◦ 조사지점별 어류상의 변화

- St. 2, 3.

- 2010년 연기군 일대의 어류조사 결과와 비교하였음
- 조사지점 2에서 출현한 종은 11종이며 2010년 동 지점에서 출현한 종은 12종으로 커다란 차이가 없었고, 우점종도 피라미로 극우점하였음

- St. 4.

- 2010년 연기군 일대의 어류조사 결과와 비교하였음
- 조사지점 4는 8종이 채집되었고 과거 조사 결과에서는 9종이 출현하여 비슷한 종수가 확인되었음
- 한편, 우점종은 과거 ㄸ리에서 피라미로 변화하였으나 채집된 우점종의 개체수가 적고 ㄸ리와 피라미는 유사한 서식환경을 갖고 있어 서식환경에 커다란 변화가 일어나지 않았다고 생각됨

- St. 5.

- 조사지점 5는 총 13종이 출현하였고, 과거 조사와 일치하였으며 우점종의 변화도 없었음

- St. 8.

- 조사지점 8은 총 9종의 어류의 서식이 확인되었으나, 2010년 동일 지점에서 확인된 어류는 15종으로 감소하는 경향을 보였고 우점종은 물개에서 피라미로 바뀌었으나, 아우점종이 물개로 나타나 우점종의 변화는 크지 않은 것으로 확인되었음

- St. 9.

- 조사지점 9는 11종이 채집되었고 과거 조사에서는 12종으로 거의 차이가 없었음
- 본 조사에서는 누치가 극우점하였으나, 이는 대부분 치어로 확인되었고 본 수역은 2011년과 2012년 2회 미호종개를 방류한 수역으로 2012년에는 미호종개가 출현하지 않았지만 본 조사에서 미호종개를 확인하였음

- St. 10.
 - 조사지점 10은 모두 9종이 확인되었고 과거 조사 6종에 비해 더 많은 종이 확인되었으나 본 조사에서는 금강보 공사 완료이후 수심이 너무 깊어진 관계로 기존의 구간에서 조사가 불가능하여 조사가 가능한 상류방향에서 이루어 졌기 때문에 종수가 증가한 것으로 생각됨 본 조사지점에는 천연기념물 미호종개가 서식하는 것을 확인
- St. 13.
 - 조사지점 13은 11종이 출현하여 2011년 조사에 비해 3종이 증가하였고 우점종은 피라미로 일치하였음
 - 이는 2회 조사로 인한 조사 횟수의 증가 및 자망 조사 등 조사 방법의 추가 때문으로 사료되며 어류상의 커다란 변화는 없는 것으로 생각됨
- St. 14.
 - 조사지점 14는 금강의 지류인 지천의 하류 구간으로 2010년 조사에 비해 1종이 줄어든 13종의 서식이 확인되었음
 - 그러나 2010년 본 수역에 서식이 확인된 미호종개는 전혀 채집되지 않았고 흰수마자 또한 오직 1개체만의 서식을 확인하였음
- St. 18.
 - 조사지점 18에서는 모두 9종이 출현하여 2010년 조사에 비해 더 많은 종이 출현됨
 - 이는 자망 조사를 병행한 결과와 함께 2회 조사를 하였기 때문으로 생각됨
- St. 23.
 - 조사지점 23은 금강의 하류 수역으로 모두 12종이 출현하였음
 - 2011년 조사에서는 오직 4종만이 출현하여 본 조사에서 8종이 증가한 것으로 나타났으나 이는 자망 조사와 2회 조사 때문으로 사료됨
- St. 26.
 - 조사지점 26은 금강의 최하류 수역으로 모두 10종이 출현하였음
 - 본 조사에는 자망 조사를 통해 2011년에는 출현하지 않은 밀자개, 강준치

등이 추가로 확인됨

- St. 28, 29.

- 조사지점 28과 29는 금강의 최상류 수역으로 금강보 공사의 영향을 받지 않은 자연형 하천으로 2012년에 비해 커다란 변화는 없었음
- 한편 이 수역에서는 범정보호종인 천연기념물 어름치, 멸종위기야생동·식물 감돌고기, 꾸구리 등의 서식이 확인됨

3) 어류 조사 결과에 따른 제언

- 어류상의 변화

- 금강본류 구간의 조사 결과 금강의 최상류 구간인 금산군 일대의 어류상은 커다란 변화가 없었고 이 일대의 하천은 보존 상태가 양호한 것으로 확인됨
- 금강하류의 경우 자망 조사 등으로 인한 종수의 추가가 눈에 띠었으나, 이는 조사 방법에 기인한 것으로 사료됨
- 그러나, 부여보의 하방으로 지천의 하류 구간인 조사지점 14는 부여보의 건설로 인하여 수심이 깊어지고 유속이 느려지며 하상에 펄이 약간 침적되는 서식지의 변화로 인하여 2010년에 다수가 확인된 천연기념물 및 멸종위기야생동·식물 I급인 미호종개의 서식이 확인되지 않았음
- 멸종위기야생동·식물 II급 흰수마자의 서식도 급격히 감소하였음이 확인됨
- 한편 금강으로 유입되는 지류하천인 유구천의 하류 구간에서는 2011년과 2012년 2년간 미호종개의 인공 증식 개체를 방류한 구간으로 이들의 성장과 적응은 잘 이루어지고 있는 것으로 확인되었음
- 다만, 유구천 최하류 구간은 수심이 급격하게 깊어져 금강 본류 구간으로 미호종개의 확산은 진행되지 않을 것으로 사료됨
- 금강 본류 구간은 2010-2011년 조사와 비교하여 전반적으로 커다란 변화는 없는 것으로 사료되나 수심이 깊어지고 정체수역이 증가하면서 지속적인 어류상의 변화가 예상됨

- 조사 방법 및 시기에 대한 제언

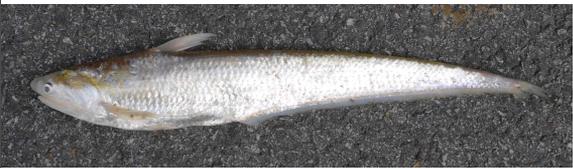
- 본 조사는 금강의 본류 수역에 대한 조사로 금강의 최상류인 금산군 일대

를 제외하고 투망, 족대 등의 방법만으로 충분한 조사는 어려움

- 따라서 수심이 깊은 수역은 자망 조사를 병행하지만, 금강보 상류 및 하류의 조사는 대형 정치망 조사가 필요함

- 범정보호종의 보호 대책

- 본 조사에서 확인된 범정보호종은 천연기념물 2종 멸종위기종 3종이 확인되었음, 이 중 천연기념물 어름치와 멸종위기담수어류 감돌고기, 꾸구리 등은 금강의 상류 구간에 서식하며 특별한 오염원 등이 없어 보존에 커다란 문제는 없는 것으로 사료됨
- 그러나, 금강 본류에 인접한 수역인 유구천의 하류에 서식하는 미호종개와 흰수마자의 경우 유구천의 상류에서 유입되는 탁수 및 오염물질 등에 의해 쉽게 절멸할 가능성이 높기 때문에 유구천의 수질 및 오염원에 대한 지속적인 감시가 필요함

	
뽕어	붕어
	
각시붕어(고유종)	칼납자루(고유종)
	
쉬리(고유종)	꾸구리(고유종, 멸종위기종)
	
어름치(고유종, 천연기념물)	감돌고기(고유종, 멸종위기종)
	
참갈겨니(고유종)	피라미

[그림 3-51] 금강에서 채집된 어류-1

	
<p>강준치</p>	<p>치리(고유종)</p>
	
<p>점줄종개</p>	<p>미호종개(멸종위기종, 천연기념물)</p>
	
<p>눈동자개(고유종)</p>	<p>밀자개</p>
	
<p>깍지(고유종)</p>	<p>쏘가리</p>
	
<p>떡붕어(외래도입종)</p>	<p>큰입배스(외래도입종)</p>

[그림 3-52] 금강에서 채집된 어류-2

3. 물고기 집단폐사 사고

가. 조사 및 정리

- 물고기 집단 폐사 사고는 본 연구용역의 1차년도 과제가 종료되고 2차년도 과제가 시작되기 이전 모니터링의 공백기간에 발생하였으며, 사전 모니터링과 분석 계획에 포함되어 있는 사항이 아니지만 하천에 나타난 심각한 환경생태 체계가 파괴되는 현상임을 고려하여 전반적인 금강의 수환경을 모니터링한 본 연구에 내용을 포함하였음
- 「충청남도 금강 물고기 집단폐사 민·관공동조사단」(이하 조사단)의 「2012년 금강 물고기 집단 폐사 조사 보고서」(2013. 10.) 내용을 대부분 그대로 인용하여 본 소단원을 구성하였음
- 금강 물고기 집단 폐사 사고는 2012년 10월 20일 오마이뉴스에 금강 백제보에서 물고기가 집단으로 폐사해서 금강유역환경청과 부여군 직원들이 총동원되어 물고기 사체를 수거하고 있다는 기사가 나오면서 일반에 공개됨

나. 사고의 개요

- 2012년 10월 21일 금강을 지키는사람들과 오마이뉴스가 본격적인 현장 조사와 취재를 시작하였고 SBS, MBC, 한겨레, 경향신문 등 주요 언론이 보도를 하며 현장과 사고 원인에 대한 보도가 이어졌음
- 조사 결과 물고기 폐사는 2012년 10월 16일부터 관찰되기 시작하였다, 하지만 4대강 사업 이후 수시로 발생하는 작은 물고기 폐사 정도로 간주하고 관심을 두지 않은 것으로 보임
- 이후 17일 백제보 관리 구역에서 물고기 사체가 떠오르면서 보 관리를 맡고 있는 한국수자원공사가 사체 수거에는 급급하면서도 적절한 초동 대응을 하지 않았음
- 한편 이를 파악한 금강유역환경청조차 마련된 대응지침을 따르지 않고 물고기 수거에만 급급했고, 차단막 설치도 없이 수문을 개방하여 백제보 하류로까지 물고기 사체가 떠내려가게 되었으며, 백제보 하류에서 2차 피해까지 발생하며 30만 마리 이상의 물고기 사체가 수거되는 대규모 물고기 집단폐사 사고로 전개되었음

- 무엇보다도 사고 직후 원인규명을 위해 대응 지침에 제시된 필요한 조사가 진행되지 않아 사고 원인을 밝힐 수 있는 기회를 상실했고 금강의 역사에서 유례가 없는 대규모 물고기 집단폐사가 발생했는데도 아직까지 명확한 원인 분석이 없는 상황이었음
- 이에 원인규명을 위한 환경부와 민간공동조사가 무산된 상황에서 금강이 국가하천으로서 국토해양부가 관리하고 있지만, 충청도민의 안전과 환경보전을 책임지고 있는 충청남도가 민관공동조사단을 구성하였고 조사비용을 푸른충남 21추진협의회와 협의하였으며, 제한된 자료를 근거로 금강 물고기 집단폐사의 원인 규명을 추진하게 되었음

다. 금강 물고기 집단폐사 일지

- 금강유역환경청이 금강 물고기 폐사와 관련된 여러 사항을 공개하였지만[표 3-18] 실제 물고기 수거 작업에 참여한 사람들과 취재 기자, 그리고 금강을 지키는사람들 조사와 상당한 괴리가 있어 이를 명확히 규명할 필요가 있음
- 물고기 폐사 사고를 이해할 수 있도록 사고 일지를 탐문조사를 통해 정리하여 금강유역청의 발표와 비교할 수 있도록 하였음
- 수거에 투입된 인원만으로 보아도 금강유역환경청의 수거량은 터무니없게 축소되어 있음



[그림 3-53] 사고 당시 수거된 폐사 물고기

[표 3-18] 금강 물고기 폐사 일지(금강유역환경청)

날 짜	주 요 내 용	수거량
10.17(수)	○ 현장점검 및 폐사어 일부 수거 작업	수 마리
10.18(목)	○ 백제보 하류의 폐사어 수거작업 실시	200
10.19(금)	○ 백제보 상·하류의 수거작업 실시	300
10.20(토)	○ 백제보 상류 1km부터 하류 5km지점까지 수거작업 실시	1,000
10.21(일)	○ 백제보 상류 1km부터 하류 8km지점까지 수거작업 실시	2,000
10.22(월)	○ 백제보부터 하류 약 8km까지 수거작업 실시	1,800
10.23(화)	○ 백제보 하류 약 8km부터 약 26km(황산대교)까지 수거작업 실시	6,000
10.24(수)	○ 백제보 하류 약 8km부터 약 29km까지 수거작업 실시 ※ 새만금청에서는 전북 익산시 구간(황산대교 하류 3km) 수거	15,500
10.25(목)	○ 백제보 하류 약 8km부터 약 29km까지 수거작업 실시	11,000
10.26(금)	○ 백제보 하류 약 8km부터 약 29km까지 수거작업 실시	9,500
10.27(토)	○ 백제보 하류 약 8km부터 약 29km까지 수거작업 실시	2,200
10.28(일)	○ 백제보 하류 약 8km부터 약 29km까지 수거작업 실시	4,500
10.29(월)	○ 백제보 하류 약 8km부터 약 29km까지 수거작업 실시	500
10.31(수)	○ 백제보 하류 약 8km부터 약 29km까지 수거작업 실시	1,500
11.01(목)	○ 백제보 하류 약 8km부터 약 29km까지 수거작업 실시	2,000
11.07(수)	○ 백제보 하류 약 8km부터 약 29km까지 수거작업 실시	2,000
11.14(수)	○ 백제보 하류 약 8km부터 약 29km까지 수거작업 실시	50
합 계		60,050

- 10월 14~15일경
 - 공주하수처리장 인근 소하천에 상당수의 누치떼 거슬러 올라옴
- 10월 16일 화요일 (맑음)
 - 왕진교(백제보 상류 약 3km)에서부터 분강나루(백제보 상류 약 4km)까지 누치 사체 관찰, 3~4일 전에 죽은 것으로 추정
- 10월 17일 수요일 (맑음)
 - 백제보에 누치 성어 사체 떠오름.

- 오전에 한국수자원공사에서 상당수 수거
 - 백제보 수문근처로까지 떠내려 옴
 - 저녁때 낙화암 근처에서도 사체 발견
- 10월 18일 목요일 (맑음)
- 수자원공사에서 보트 투입하여 수거
- 10월 19일 금요일 (맑음)
- 수자원공사에서 보트 투입하여 수거
 - 누치 성체 외에 소수 꼬리 사체 발견



- 10월 20일 토요일 (맑음)
- 금강환경지킴이 20명 동원, 백제보 상류와 하류 수거
 - 백제보 하류 부여군청 10여명 동원 사체 수거 작업
 - 수거한 물고기 일부 모래사장에 매립하다 기자에게 발각
 - 부여군 물고기 사체 국립과학수사연구원에 독물분석 의뢰 (환경부는 19일 의뢰하였다고 보도자료에 밝힘)
 - 수자원공사 3명 투입, 보트 1대 동원하여 보 하류 집중 수거
 - 추가 어종: 쏘가리, 참마자, 모래무지, 동자개, 송어, 강준치
- 10월 21일 일요일 (맑음)
- 부여군 4명, 금강환경지킴이 10명 투입
 - 환경관리공단 배 2척 투입, 상시인원 평균 7명 투입
 - 수자원공사 보트 1대 재투입, 상시 인원 3명 교대 근무

- 트럭 이용 사체 매립장으로 이송
 - 소방보트도 투입
 - 청양군 참여
 - 강준치, 배스, 납자루 추가 발견
 - 많은 누치가 수면 위로 입을 내밀고 빠끔댐 (백제대교)
 - 백제보 상류 누치 우점, 낙화암 일대 눈불개 우점
 - 황산대교 인근 물고기 사체 발견
- 10월 22일 월요일 (비, 강우량 57mm)
- 부여군 25명, 금강환경지킴이 5명 투입
 - 금강유역환경청 물고기 사체 바이러스병 등 어병 분석 의뢰
 - 낙화암 ~ 백제교 피해 심각
 - 물고기 사체 서천에서도 발견
 - 눈불개 사체 눈에 띄게 증가
 - 모래무지 사체가 하안으로 쓸려나오기 시작
 - 수달과 너구리 오리 등 섭식 흔적이 흔하지만 2차 피해는 없음
 - 사체 부상 다소 소강 상태
- 10월 23일 화요일 (맑음)
- 백제보 상류는 사체 더 이상 떠오르지 않음
 - 현북리와 논산천 합류점에 사체 몰려 있음
 - 금강유역환경청 6명 수거 참여
 - 부여군 이용우 군수 현장 방문, 환경보호과 25명 투입
 - 사체 부상 다시 급증
- 10월 24일 수요일 (흐림)
- 환경부, 국토해양부, 부여군, 소방서, 수자원공사 등 약 150명 투입

- 사체는 부여군 위생매립장에서 매립하는 방법으로 처리
- 10월 25일 목요일 (흐림)
 - 환경부, 국토해양부, 부여군, 소방서, 수자원공사 등 약 150명 투입
 - 국립과학수사연구원의 조사결과 독물분석 음성 판정
- 10월 26일 금요일(맑음)
 - 충남수산관리소 바이러스성, 기생충성, 바이러스성 질병 불검출
 - 부여군 5톤 쓰레기차 지원
 - 사체 부패로 파리와 악취 극심
 - 왕포리 상류 더 이상 피해 없음
 - 물고기 사체 성동양수장 건너편 가회리 상류 1.5km 좌안 많이 분포
 - 136cm 메기 사체 발견
- 10월 27일 토요일(흐리고, 비)
 - 새만금환경청 금강 하구둑 일대 사체 수거
 - 충청도 관계자 사고 발생 후 처음 현장 방문
 - 소방보트, 해병대전우회 보트 투입
 - 부여대교 하류, 주로 장하리 현북리 논산지역 수거 집중
 - 수자원공사 24시간 수중 DO측정 시작 (27~29일)
- 10월 28일 일요일(맑음)
 - 백제보 하류 약 8km부터 약 29km까지 수거
 - 부여소방서, 해병대 등 보트 지원, 오전 섬 및 하류부 집중 수거
 - 5톤 침출수방지 전용트럭, 무게 문제로 침출수 하천에 무단 방류
- 10월 29일 월요일
 - 환경부 총 5만 4천여 마리 물고기 폐사, 수거가 완료 보도자료 배포



- 현북리 일대 카약동호회 회원 민간 차원 수거
- 10월 30일 화요일
 - 환경부의 수거 종료 발표
 - 부여군, 논산시 추가 수거
- 10월 31일 수요일
 - 공식적인 수거 마지막 날
- 11월 1일 ~ 14일
 - 환경부 수거 종료발표 이후 부여군 등 지자체와 수자원공사 계속 수거



라. 폐사 규모와 어종

1) 폐사 규모

- 환경부에서는 10월 29일 금강에서 5만 4천여 마리의 물고기가 폐사하였고 사체를 수거 완료했다고 발표했고, 금강유역환경청이 제공한 자료는 이후 추가로 수거한 양을 포함하여 60,050마리라고 밝혔음[표 3-19]
- 그러나 정부 측에서는 근거가 명백한 공식집계가 없었으며, 구입한 포대와 사용 포대의 수는 물론 매립한 중량에 대한 공식 집계도 없었음
- 현장에서 활동한 사람들의 증언과 언론에 보도된 자료들을 종합하면 3,000여 포대가 넘게 사용되었을 것으로 추정되며, 각 포대 평균 100마리 정도가 담겨진 것으로 확인되었음[그림 3-54]
- 또한 수거가 완료되었다고 공표한 29일 이후에도 수거가 계속 되었으며 집계되지 않은 민간차원의 수거도 진행되었음
- 금강유역환경청과 국토해양부, 부여군, 논산시, 서천군, 수자원공사 등에서 구입하거나 사용한 포대를 고려하면 5,000여 포대가 넘을 것으로 추산되며 수거된 사체를 실어 나르는 데 사용한 차량의 톤수 등을 종합하면 30만 마리 이상의 물고기 사체가 수거된 것으로 보임[표 3-19]
- 어류학자에 따르면 물고기가 죽은 후 사체가 물에 떠서 수거되는 양은 많아야 실제 죽은 물고기 수의 5분1 정도이고 물속에서 수거되지 못한 채 가라앉아버

린 사체까지 계산한다면 금강유역환경청의 발표한 축소 자료를 기준으로 해도 최소 30만 마리의 물고기가 이번 사고로 죽었다고 볼 수 있음

- 하지만 조사단이 수거 활동을 한 사람들과 시민단체, 기자에게 탐문하여 합리적으로 추산한 결과에 따르면 최소 30만 마리의 사체가 수거되었고, 따라서 이번 사고로 금강에서 150만 마리 이상의 물고기가 죽은 것으로 추정됨



[그림 3-54] 좌) 장하리 좌안, 포대 속 사체 수 확인(2012. 10. 25. 오전)

우) 장하리 좌안, 전날 수거한 물고기 포대 더미(2012. 10. 25. 아침)



[그림 3-55] 물고기 폐사 사고 당시 백제보 상류에 떠오른 물고기 사체

[표 3-19] 금강 물고기 사체 수거량

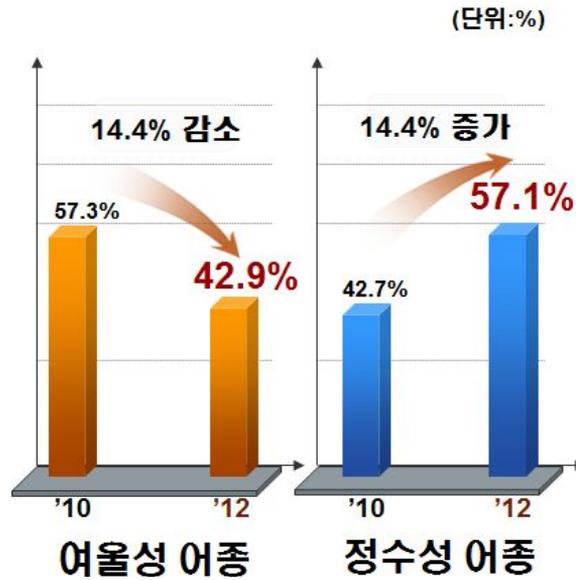
날 짜	수거량				참여인원 (추정)
	금강유역청 (마리수)	대전충남 녹색연합 (포대수)	언론 (마리수)	조사단 결과 (마리수)	
10.17(수)	수 마리				
10.18(목)	200			600	
10.19(금)	300			1,000	3
10.20(토)	1,000	60~70포	5,000	7,000	40
10.21(일)	2,000	400	50,000	50,000	30
10.22(월)	1,800	60~70	40,000	40,000	31
10.23(화)	6,000	300	20,000	20,000	150
10.24(수)	15,500	400	80,000	50,000	150
10.25(목)	11,000	200	50,000	50,000	150
10.26(금)	9,500	200	20,000	20,000	100
10.27(토)	2,200	200	20,000	20,000	100?
10.28(일)	4,500	80	100,000	20,000	100?
10.29(월)	500		6,000	6,000	10?
10.31(수)	1,500			5,000	10?
11.1(목)	2,000			6,000	10?
11.7(수)	2,000			6,000	10?
11.14(수)	50			200	10?
합 계	60,050	약 2,060포 200,000마리	391,000	301,800	

2) 폐사 어종

- 처음 백제보 상류에서 사체가 떠오를 때 대부분 누치 성체였으나 후기로 가면 서 20종이 넘는 어종으로 확대되었음
- 백제보 하류에서도 20일(토)과 21일(일) 물고기 사체는 누치 성체 중심으로 대량 부상하고 소강 상태에 들어가는 듯하였으나, 23일(화)부터 눈불개를 중심으로 다시 부상하였음
- 초기에 폐사한 물고기가 대부분 여울성 또는 준여울성 어종으로 백제보로 물 이 거의 정체하였고 대규모 준설로 여울이 사라진 것이 영향을 끼쳤다고 볼 수 있음
- 사체 대부분이 성체였는데 4대강 사업으로 산란장이 사라진 것이 반영된 것인 지 치어와 성어의 행동반경이 다르기 때문인지는 불확실함
- 가장 많이 죽은 누치(*Hermibarbus labeo*)는 맑은 물이 흘러 모래와 자갈의 바 닥이 있는 큰 강에 사는 완여울성 어종이고, 다음으로 많이 죽은 눈불개

(*Squaliobarbus curriculus*)는 완만한 유속의 강에서 사는 어종임(김익수, 박종영, 2002)

- 이들 두 종이 사체의 대부분을 차지하는데 누치는 초기 백제보 상류에서, 눈불개는 후에 하류에서 대량으로 부상하였고, 10월 25일(목) 이후에는 눈불개 사체수가 누치보다 더 많이 발견되었음
- 아마도 눈불개 폐사는 초기 누치 폐사가 확산하는 것을 막지 않고 방치하여 사체가 하류로 떠내려와 부패하면서 용존산소가 감소하여 2차로 발생한 것으로 보이며 이후에 오염이나 용존산소 고갈에 비교적 강한 메기(*Silurus astotus*) 등이 사체로 발견된 것도 이를 뒷받침함
- 역시 여울성인 ㄹ리(*Opsariichthys uncirostris amurensis*)와 쏘가리(*Siniperca scherzeri*)도 비교적 초기부터 죽기 시작해 후기로 가면서 정수성에 가까운 동자개(*Pseudobagrus fulvidraco*), 밀자개(*Leiocassis nitidus*), 숭어(*Mugil cephalus*) 등의 사체가 점점 더 늘어났음
- 이러한 물고기 폐사의 서식 특성, 그에 따른 용존산소 민감도의 시기적인 차이는 초동 대응이 부실하여 사체가 하류로 떠내려가도록 방치하였기 때문에 폐사 범위가 더욱 확산되고 규모도 더욱 커졌다는 것을 방증하는 것임
- 결국 정부가 초기 대응을 제대로 하지 못해 물고기 사체가 하류로 떠내려가도록 방치하여 사태가 더욱 심각해진 것으로 보임
- 또한 이번 물고기 집단폐사는 예견된 사항이었으며, 환경부가 사후환경영향평가로 진행된 어류생태계 조사에서도 용존산소가 감소하는 환경변화가 원인으로 작용하여 여울성 어류가 감소하고 있는 것이 확인이 되었음(금강수계관리위원회, 국립환경과학원 금강물환경연구소, 2012)
- 이에 따르면 2010년 조사부터 2012년 조사까지 여울성 어류가 줄어든 것으로 나타남[그림 3-56]



[그림 3-56] 연도별 서식특성에 따른 어종 변화(금강수계관리위원회, 국립환경과학원 금강물환경연구소, 2012)

- 사실 4대강 사업 이전에도 보 설치 후 여울성 어류는 감소하고 정수성 어류는 증가하는 연구 결과는 상당히 많았음(송호복, 권오길, 전상호, 김휘중, 조규송, 1995; 김익수, 양현, 2001; 최재석, 이광열, 장영수, 고명훈, 권오길, 김범철, 2003; 최재석, 장영수, 이광열, 김진국, 권오길, 2004; 최준길, 최재석, 신현선, 박승철, 2005; 최재석, 박승철, 장영수, 이광열, 최준길, 2006; An, Kwong-Guk, Jai-Ku Kim, 2007; Choi, Li-Woong, Kwang-Guk An, 2007; 최지웅, 안광국, 2008; 강형식, 임동균, 정상화, 김규호, 2008; 서진원, 김희성, 2009)
- 결국 4대강 사업으로 금강이 하천생태계에서 저수지생태계로 이행되는 과정에서 용존산소의 감소로 여울성 어류가 감소하고 있으며, 4대강 사업이 완공된 직후 여울성 어류들이 용존산소가 급격히 떨어지는 환경 변화의 충격을 벗어나지 못하고 집단으로 폐사한 것으로 해석됨
- 이어 물고기 사체의 확산을 막지 않아 물고기 사체가 백제보 하류에서도 용존 산소를 극심하게 소비하게 되어 2차 피해가 발생해서 정수성 어류로 폐사가 이어진 것으로 보인다. 급기야는 낮은 용존산소에도 생존이 가능한 어종인 메기로까지 폐사가 확대된 것으로 보임
- 다만 이번에 금강에서 다른 강에 비해 더욱 극심한 충격을 받은 이유는 좀 더 구체적으로 원인을 파악할 필요성이 있음

마. 금강 물고기 집단폐사 원인 분석

1) 하천에서 물고기 폐사의 일반적인 원인

- 물고기가 집단으로 폐사하는 것은 환경적으로나 생태적으로 발생한 문제의 결과이기 때문에 신속하게 원인을 조사하는 것이 필요함
- 하지만 이번 금강 물고기 집단폐사의 경우는 책임이 있는 환경부가 신속히 원인을 규명하는 데에 미흡했고 아직까지도 원인에 대해 명확한 결과를 내놓지 않고 있음
- 따라서 이와 같은 환경재앙이 발생하지 않도록 금강의 환경과 생태를 관리할 수 있는 방안을 도출하는 데 어려움이 있음
- 일반적으로 물고기가 집단으로 폐사하는 원인은 오염물질 유입, 부적절하게 처리된 산업폐수의 유입, 농약의 유입, 운송사고, 질병, 비료성분 유입에 따른 수환경 변화, 용존산소 고갈 등이 있음
- 대표적인 인위적 요인은 독성물질이 들어있는 폐수의 유입과 농약의 유입이며 대표적인 자연적 요인은 강우 초기와 갈수기에 발생하는 용존산소 고갈이며(국립환경과학원, 2005), 물고기 폐사의 70% 이상이 용존산소가 부족해서 발생함(환경부 2009)
- 제한된 시간과 자료로 결론을 도출해야 하는 한계가 있으므로 직접 원인을 규명하는 방식보다는 일반적인 물고기 폐사 원인의 요인들을 정리하고 가능성이 없는 요인을 제외하여 원인 인자를 밝히고 이를 입증하는 방식으로 접근되었음
- 이를 위해 우선 물고기 폐사의 원인으로 알려진 요인들을 정리하면서(주로 국립환경과학원, 2005년에서 발취 요약), 폐사 양상에 비추어 부합하지 않는 요인을 원인 가능성에서 제외하였음

2) 물고기 폐사의 시발점



4대강 사업이 진행 중인 백제보와 부강나루 사이 (다음지도)



2008년 (다음지도)



4대강 사업 진행 중 (다음 지도)



백제보와 왕진교 사이 (2010년 5월 26일)



백제보와 왕진교 사이 (2012년 6월 26일)



왕진교와 부강나루 사이
(2010년 5월 26일)



왕진교와 부강나루 사이
(2011년 5월 25일)



왕진교와 부강나루 사이
(2012년 6월 20일)

[그림 3-57] 물고기 집단폐사 시작된 곳의 4대강 사업 전과 후 서식환경 변화 (다음지도 이외의 사진은 대전충남녹색연합 제공)

- 백제보에서 3km 떨어진 상류에서 처음 물고기 사체가 발견되었으나 본격적으로 물고기 사체가 떠오른 것은 백제보 인근이었기 때문에 백제보 자체의 수문 작동이나 인접한 수계의 동태에 따른 물고기 폐사 원인에 초점이 맞추어져 원

인에 대한 추정들이 있었음(정민걸, 2012a)

- 하지만 처음 물고기 사체가 목격된 곳은 10월 16일 백제보 상류 3~4km 사이였고 이미 죽은 지 3-4일은 된 것으로 증언되었고 따라서 물고기(누치 성체)들은 최소 백제보 상류 3~4km 구간에서 죽기 시작했거나 그보다 상류에서 죽어서 왕진교와 부강나루 사이로 떠내려 왔을 가능성이 있음
- 이는 단순히 백제보와 인근의 문제라기보다는 금강 사업으로 금강 전역이 위험에 처할 수 있는 상황에 있으며 금강 어느 곳에서든 유사한 사고가 발생할 가능성이 있다는 것을 시사함
- 물고기 사체가 10월 16일 처음 목격된 곳은 습지도 발달되어 있었고 여울도 발달해 있던 곳이므로 다양한 물고기들이 풍부하게 서식하던 곳임
- 실제로 금강 사업 환경영향평가서에서는 이 일대의 습지가 보존가치가 있다며 보존할 것으로 제시되어 있었지만 사업은 환경영향평가서와는 다르게 이 일대 습지도 상당수 훼손되었고 4대강 사업의 핵심 공사 방식에 따라 여울과 소, 그리고 하중도가 사라져 서식환경이 나빠졌음[그림 3-57]

3) 독극물

- 독극물, 독성물질, 농약 등이 오염되면 물고기들이 폐사할 수 있음
- 맹독성물질이 치사량 이상으로 유입될 경우 단기간에 광범위한 물고기 폐사가 발생할 수 있으며, 이 경우 물고기 이외에 많은 동식물도 폐사할 수 있고 일반적으로 작은 물고기가 먼저 죽고 큰 물고기가 후에 죽게 됨
- 다만 독성물질에 따라서는 특정 종에게만 영향을 끼칠 수 있으며, 치사량 이하로 지속적으로 유입된 경우 어느 정도 시간이 경과한 뒤에 오랜 기간에 걸쳐 폐사가 진행되기도 함
- 이번 금강 물고기 집단폐사는 초기 비교적 짧은 시간에 성체 중심으로 대량의 유수성 어류가 폐사하였다. 따라서 독극물일 가능성은 적었으며, 국립과학수사 연구원에 의해 독극물이 원인이 아닌 것으로 확인되었음
- 다만 후기로 가면서 정수성 어류로 폐사가 확산된 것은 물고기 사체의 부패로 인한 2차 피해로 추정됨
- 또한 환경부도 밝힌 바와 같이 물고기가 집단으로 폐사한 금강 지점으로 유입될 만한 산업폐수나 기타 독성물질의 오염원이 없어 다른 인위적인 독성물질

의 오염이 원인일 가능성은 거의 없었음

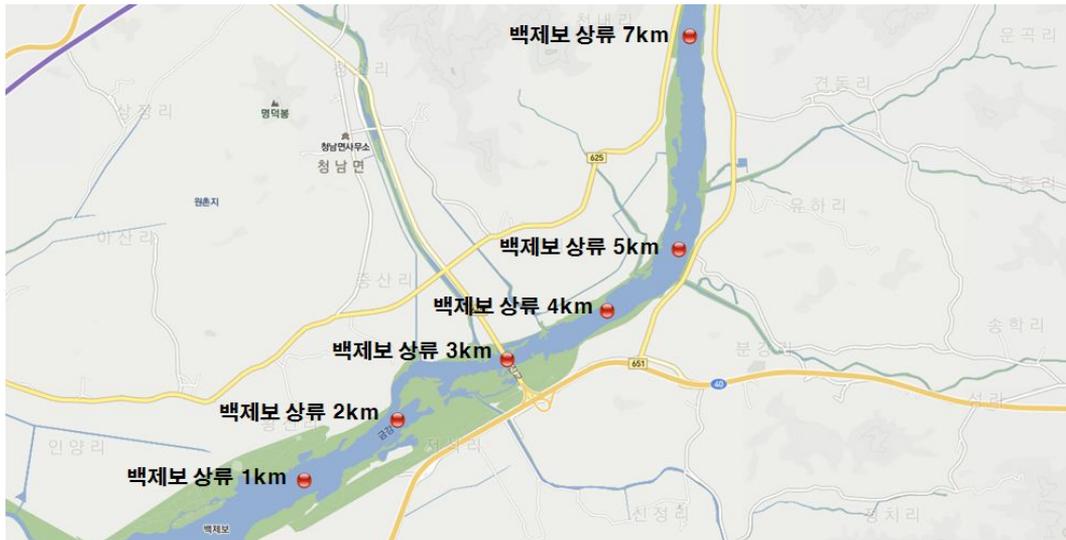
4) 어병

- 생물학적 요인에 의한 물고기 폐사는 바이러스, 세균, 곰팡이 등 병원균과 기생충의 감염 때문에 발생하지만 대부분의 경우 환경적인 스트레스에 따른 면역성 저하 등에 의해 감염 감수성이 높아지는 것이 일차적인 이유임
- 아무튼 이번 금강 물고기 폐사 초기에 누치 성체가 대량으로 폐사하여 누치에 특이적인 감염이 원인일 것으로 추정되기도 하였지만 곧 다른 종으로 확산됨으로써 감염이 폐사 원인일 가능성이 낮아졌고, 충남수산관리소에 의해 어병이 원인이 아닌 것으로 확인되었음

5) 용존산소 결핍

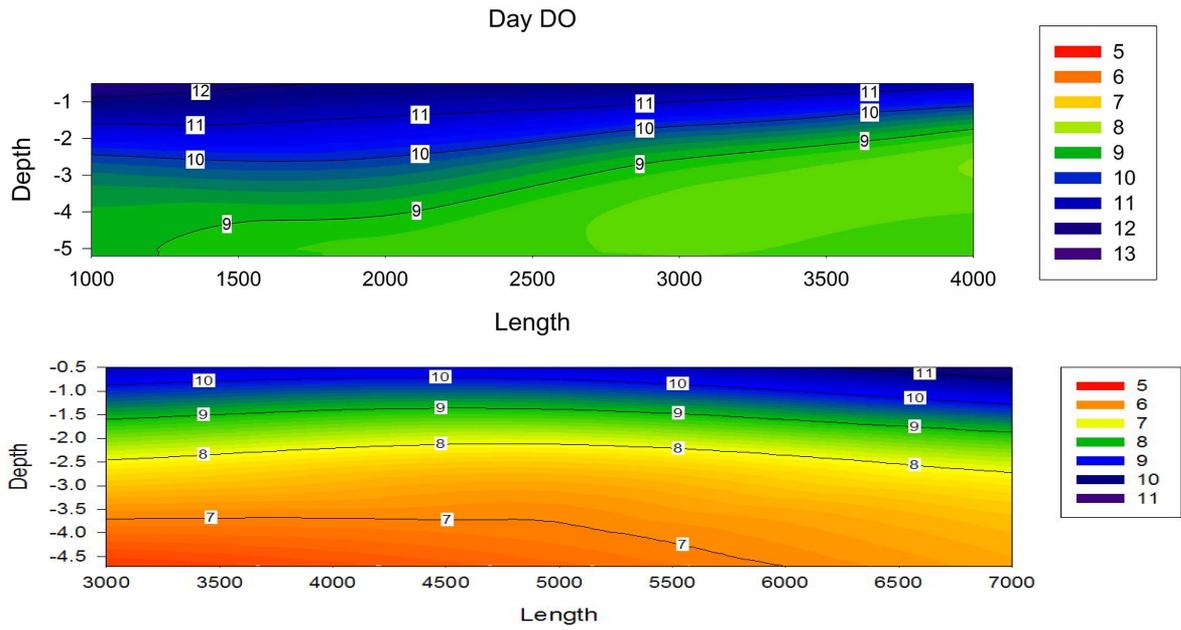
- 금강 물고기 집단 폐사의 양상을 보면 초기에 여울성인 누치, 끄리와 쏘가리가 폐사하였는데 성체가 폐사하였고, 사체의 상당수가 입을 벌리고 죽었으며, 수거 중 아직 죽지 않은 많은 물고기들이 수면으로 부상하여 뺨뺨거리는 행동을 보였고 이는 용존산소 결핍에 의한 폐사와 잘 부합하며 기타 다른 요인에 의한 폐사와는 부합하지 않음
- 금강 물고기 폐사의 경우 독극물이나 어병에 의한 사망은 아닌 것으로 국립과 학수사원이나 충남수산관리소에 의해 판명 되었으므로 물리적 요인인 탁수나 건천 또는 화학적 요인인 염소, 황화수소, pH, 암모니아 독성 또는 용존산소 등에서 원인을 찾아야 할 것임
- 그런데 물고기가 집단으로 폐사하기 이전에 강우가 거의 없었기 때문에 탁수가 발생할 가능성은 매우 적으며, 보로 물을 가두어 놓은 상태이기 때문에 건천에 따른 요인은 발생할 수가 없음
- 염소가 과량 유입이 될 가능성도 없었음, 황화수소나 암모니아의 경우 혐기성 세균이 활동하기 위해서는 용존산소가 고갈되는 것이 전제되어야 하므로 그런 일이 발생되기 이전에 용존산소 결핍으로 물고기들이 생존하기에 어려운 상황에 놓일 것이므로 일단은 배제되어야 함
- 다만 혐기 상태의 퇴적층에서 암모니아와 황화수소가 꾸준히 생성되어 상층의 수괴로 유입되는 경우는 생각해 볼 수 있지만 기온이 강하하면서 수온이 내려가고 있는 시기였다는 점에서 이전보다 더 많은 암모니아나 황화수소가 발생하게 될 가능성은 특히 폐사 초기에는 매우 낮음

- 용존산소 부족이 폐사를 일으켰을 가능성은 앞에서 살펴 본 대로 물고기 폐사 양상에서 쉽게 추론이 가능하며 초기에는 용존산소 부족에 더 예민한 유수성 어류들이 성체 중심으로 집단으로 폐사하였음
- 이는 폐사가 시작된 곳으로 추정되는 지역이 과거 퇴적이 많아 하중도가 있고 습지가 발달했던 곳으로[그림 3-57] 4대강(금강) 사업 이후에도 퇴적, 특히 유기물 퇴적이 많고 부영화의 영향에 따른 조류 번식 등의 영향도 많은 지역이라는 것도 고려하면 이 지점의 용존산소 결핍을 폐사가 시작된 원인으로 추정하는 것에 무리가 없음
- 폐사가 시작된 이후 환경부 ‘수질오염 사고 예방·방제 매뉴얼(2009)’에 제시된 대응 지침을 따르지 않고 사체가 대량으로 백제보 하류로 떠내려가는 것을 차단하지 않아 백제보 하류로 내려간 물고기 사체가 오염 유기물로 부패하면서 용존산소가 고갈되고 암모니아나 황화수소가 발생하였을 것이며, 이는 폐사 후기에 정수성 어류들로 폐사하는 어종이 확대되고 사체 수도 더욱 늘어난 것과 부합됨
- 당시 환경부(2009)의 ‘수질오염사고 예방·방제 매뉴얼’의 대응 지침에 맞추어 국립환경과학원의 ‘어류폐사 원인규명을 위한 조사지침서(2005)’에 따라 즉각적인 원인 조사를 했다면 원인규명에 조금 더 쉽게 접근할 수 있었음
- 그런데 폐사가 인지되고 12일이 지나서 10월 28일과 29일에 환경부와 한국수자원공사가 물고기 사체가 거의 없고 사태가 진정된 백제보 직상류 380m 지점에서 수심별 용존산소를 측정하였는데 수심에 따른 차이가 거의 없었음
- 특이한 것은 일반적으로 용존산소가 감소하는 야간에 더 증가하는 현상이 관찰됨
- 이는 주야간 공주보 방류량 조절이나 백제보 수문의 개폐 차이 등과 같이 보 직상류의 난류 발생에 의한 수층 혼합 정도에 따른 용존산소 전파와 밀접한 관련이 있는 것으로 생각되며, 이런 추론은 한국수자원공사가 용존산소를 측정한 곳은 보에서 380m 상류 중앙부이므로 월류와 수문 개방에 의한 수층 혼합이 잘 일어날 수 있는 곳이라는 사실에서 가능함

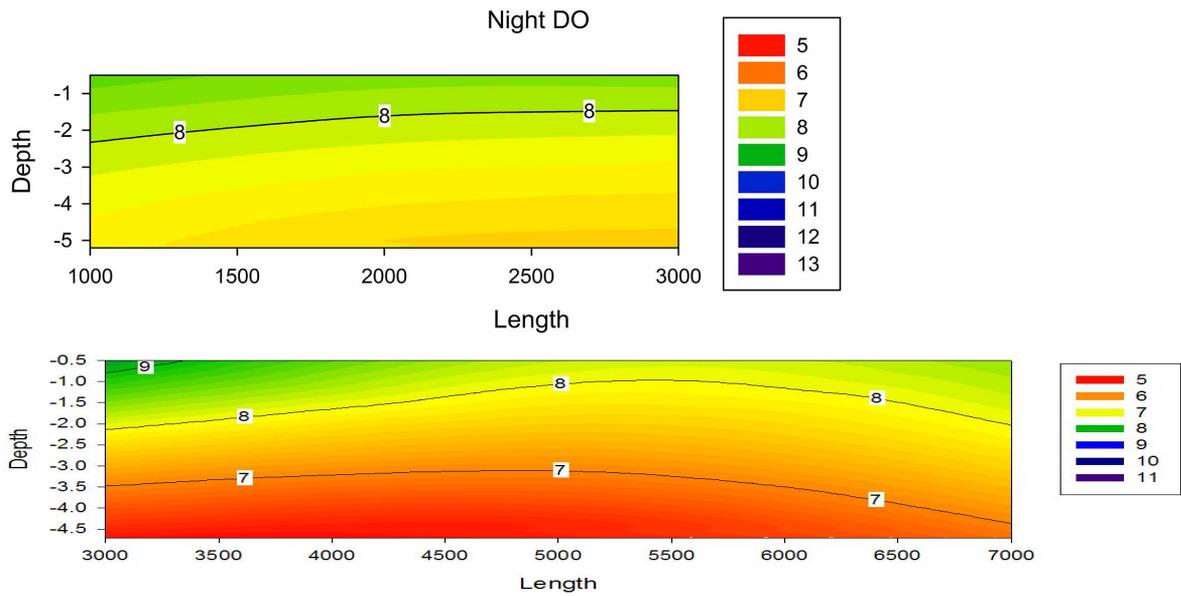


[그림 3-58] 백제보 상류 수심별 용존산소 측정 지점(다음 지도)

- 본 공동조사단은 백제보에서 상류 7km까지 용존산소의 수심별 주야간 차이를 조사하였는데[그림 3-57] 일반적인 수체의 경향과 같이 수심이 깊어질수록 용존산소가 떨어지고 야간에 더 내려가는 것을 관찰하였음[그림 3-59, 60]
- 비록 물고기가 폐사할 정도로 용존산소가 낮아지지는 않았지만 지금은 물고기가 폐사하는 상황이 형성된 것이 아니라는 것을 고려하면 어떤 상황에서는 야간에 저층의 용존산소가 치명적으로 낮아질 가능성을 본 것임
- 2013년 6월 13일 주간과 6월 14일 야간(백제보 상류 1, 2, 3, 4km), 그리고 7월 22일 주간과 7월 23일 야간(백제보 상류 3, 5, 7km)에 수심별 용존산소를 측정하였음
- 용존산소를 측정한 측정결과 6월의 주간 표층농도는 12mg/L까지 과포화 상태에 이르고 저층은 9mg/L 이하의 농도를 보였고 수온이 상승한 7월에는 표층은 11mg/L 정도로 떨어지고 저층은 7mg/L 이하로 떨어졌음
- 특이할 만한 것은 금강 물고기 집단폐사가 시작된 곳으로 추정되는 백제보 상류 3~4km에서 용존산소 농도가 낮아지는 수체가 저층에 발생하였음
- 한편, 식물성플랑크톤과 식물에 의한 광합성이 없는 야간의 수심별 측정결과에서는 주간보다 용존산소가 더 낮아졌으며, 특히 표층에서 용존산소가 더 낮아졌고, 역시 수온에 따라 6월보다 7월에 용존산소가 더 낮았음, 그런데 여전히 수심이 깊어지면서 용존산소도 낮아지지만 감소하는 정도가 주간보다는 작았음[그림 3-60]

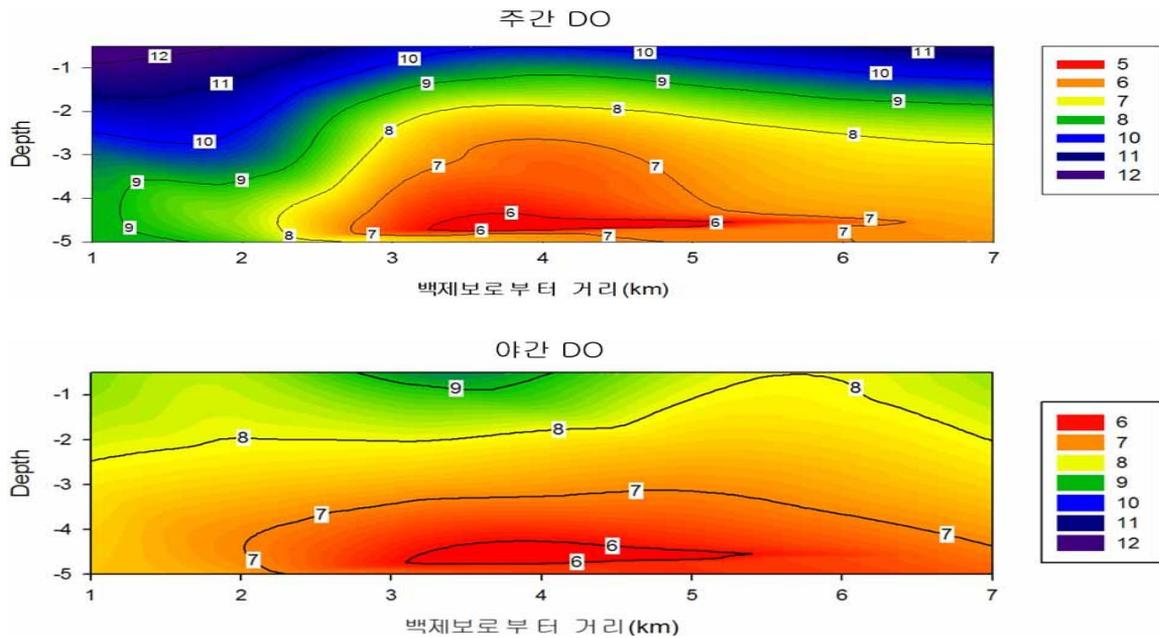


[그림 3-59] 백제보 상류 주간 수심별 용존산소



[그림 3-60] 백제보 상류 야간 수심별 용존산소

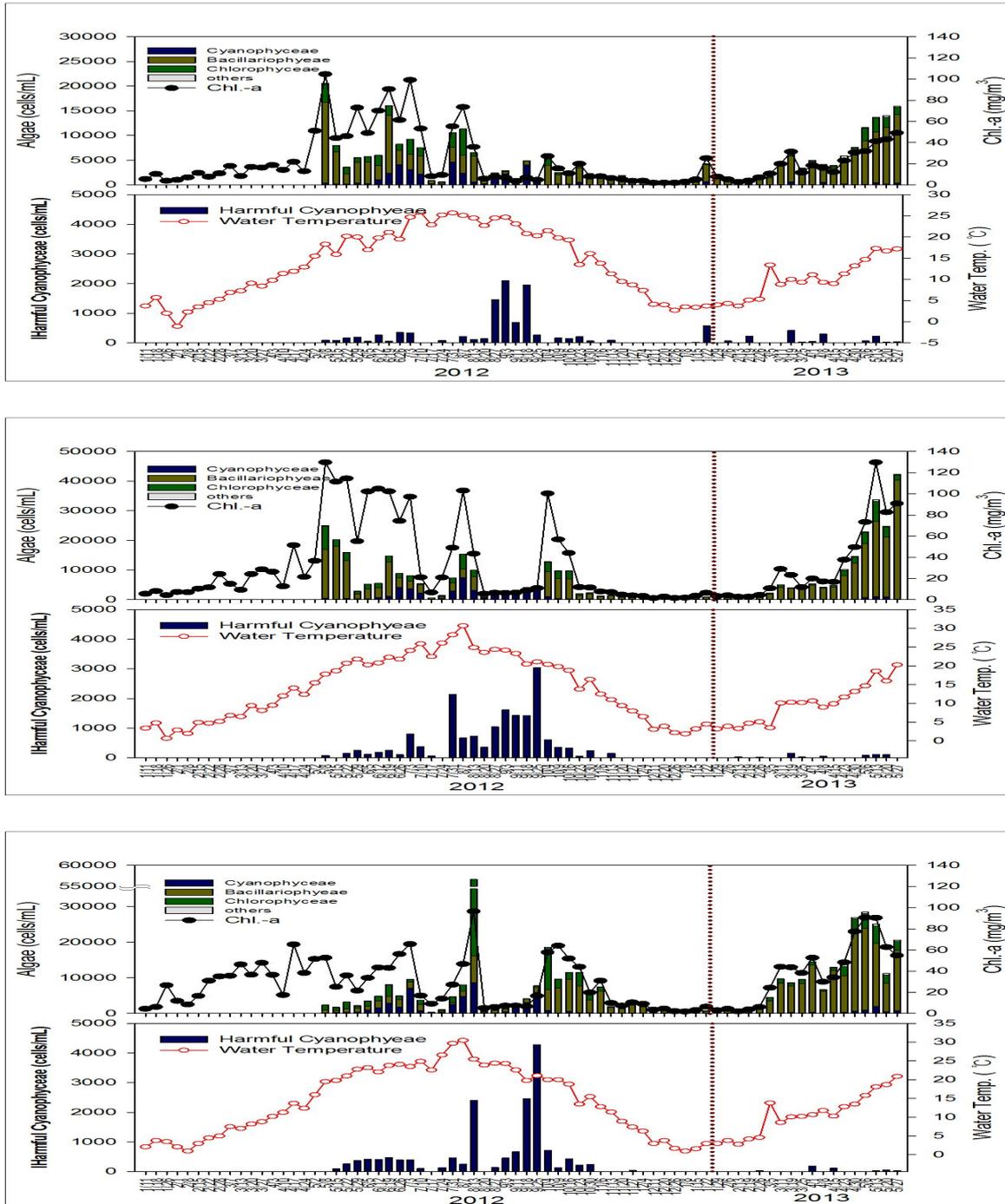
- 비록 6월과 7월의 수온이 달라 정확한 예측은 힘들지만 6월과 7월의 자료를 이용하여 예측한 결과 왕진교와 분강나루 사이에서 용존산소가 낮은 수체가 저층에 발생하고 있으며, 이는 상황에 따라 물고기가 폐사할 수 있는 용존산소 결핍 수체가 발생할 수 있다는 것을 시사함[그림 3-61]



[그림 3-61] 백제보 상류 주야간 수심별 용존산소 예측

- 특히 저층을 혐기상태로 만들 수 있는 유기물 오염은 외부에서 유입될 수도 있지만 4대강(금강) 사업 이후 과잉 번식하는 조류가 공급원일 수 있으며, 물이 정체되어 있으므로 과잉 번식한 조류가 엉켜서 하상으로 침강하여 부패할 수 있음
- 조류를 제거하기 위해 백제보에서 보관하고 있는 조류제거제를 금강에서 사용할 경우 조류의 침강은 더욱 많아질 것이고 퇴적물에 더 오래 지속될 것으로 생각됨
- 금강의 보 설치 지역은 봄철(15~20℃)과 가을철(20℃ 전후)에는 규조류가 우점하나 여름철 고수온기에는 일시적으로 남조류 발생이 증가함, 2012년 여름철(7~9월) 수온 상승과 일조량이 증가하여 세종보 2,012cells/mL, 공주보 3,048cells/mL, 백제보 4,286cells/mL에까지 이르렀고 2013년 봄철에도 조류발생량이 높게 나타나고 있음
- [그림 3-62]은 금강물환경연구소에서 측정한 세종보, 공주보, 백제보 지역의 2012년 1월부터 2013년 5월까지 조류발생 현황임, 백제보에서 9월말과 10월 초에 남조류와 녹조류가 과잉 번식했음
- 퇴적물 상태도 조사하였는데 [그림 3-63]은 백제보 상류의 퇴적물을 채취한 것으로 육안으로도 뚜렷하게 구분되며, 보 상류의 경우 보에서 멀리 떨어질수

록 퇴적물 입자는 비교적 굵고 색깔은 밝은데 반하여 보에 가까워질수록 퇴적물 입경이 작고, 혐기상태의 유기물 분해 등에 의한 퇴적물의 색깔이 더 검은 색으로 나타난다.



[그림 3-62] 세종보(상), 공주보(중), 백제보(하) 조류 발생 현황(금강맑은물포럼, 2013.3.17.)



[그림 3-63] 백제보 상류 퇴적물 입자 크기와 색깔

- 한편, 보 상·하류의 유기물 퇴적 상태를 확인하기 위해서는 하천유량, 강수상태, 수문개방 등 여러 가지 요인에 따라 변할 수 있으므로 장기간 모니터링이 필요함

6) 용존산소 결핍을 유발하는 물리적 요인

- 4대강 사업은 보를 중심으로 보 사이 구간을 수심 6m로 만드는 사업으로서 기본적으로 준설에 의해 둔치 하안의 범면이 급해지고 깊은 수심에 곧바로 도달하도록 설계되고 시공되었으며, 무엇보다도 수표면의 횡폭이 더 넓어지고 수심이 더 깊어졌기 때문에 율류하는 물을 제외하고는 물의 흐름이 과거보다 더 느려졌고 보에서 상류로 가면서 흐르는 수체가 쇠기형태로 벌어지기 때문에 난류의 영향을 받는 직상류를 제외하고는 백제보 직상류 저층은 거의 정체하게 됨
- 4대강(금강) 사업으로 세종보와 공주보 사이, 공주보와 백제보 사이에 여울이 형성될 수 없는 구조로 하천 수역의 지형이 개조됨에 따라 과거보다 더 많아진 수량에도 불구하고 자연스럽게 산소를 공급할 수 있는 여울은 사라져 4대강(금강) 사업 이후 금강은 용존산소가 부족하기 쉬운 상태가 되었음
- 보의 고정보와 가동보 부분으로 율류하는 물의 양이 달라 그에 따라 생기는 난류와 연속되어 흐르는 수체에 의해 하상의 구조에 영향을 끼치는 세굴력이 달라 하상에는 요철이 생겼을 것이고, 실제 세종보, 공주보와 백제보의 경우도 수심측정에 의하면 계획단면과 다르게 수문 등을 중심으로 요철이 생기는 것이 관측되었음

- 백제보 상류 4km 내외는 만곡부분으로 4대강(금강) 사업 이전에는 여울이 발달했던 곳으로 여울이 사라지고 전체적으로 유속이 느려졌지만 홍수 시 등에는 물이 흐르는 길이 생길 것이며, 물길 이외의 곳은 퇴적에 의해 수심에 요철이 생겼을 것이고, 특히 수심이 깊은 소에서 용존산소 결핍이 일어나기 가장 쉬운 구조가 형성되었을 수 있음
- 이 소에는 유기물 퇴적물이 쌓여있을 것이고 특히 유속이 느린 상황에서 혐기 상태가 되기 쉬울 것이므로 2012년 10월 중순 이런 소에서 물고기 폐사가 시작되었을 가능성이 있음
- 이유는 알 수 없지만 10월 15일을 전후하여 누치들이 공주하수처리장 인근의 소하천으로 소상한 것을 주민들이 증언하고 있으며, 기온이 내려가고 수온도 내려가는 상황에서 누치들이 산란기도 아니고 산란에 적합하지 않게 수온이 더 낮은 소하천으로 올라가는 것은 특이한 현상으로 볼 수 있음, 즉 이유를 정확히 판단하기 어려우나, 용존산소가 낮아진 상황처럼 생존에 불리한 상황이 발생해서 소상하게 된 것일 수 있음, 또한 일부 누치들은 생존을 위하여 백제보 쪽으로도 강하했을 수 있음

7) 물고기 회피행동 장애로서 백제보

- 문제는 다른 강과 다르게 소규모 폐사로 그치지 않고 대규모 폐사로 이어진 것을 해석할 필요가 있음, 사실 하폭, 단면 구조, 저수량과 상대적인 유량이 각기 다른 곳에서 동시에 같은 일이 벌어지는 것은 확률적으로 있을 수 없음
- 당시 기상 상황, 방류량과 수문 조작 등에 의한 유량 변화에 따른 물의 동태가 이런 일이 발생하기에 적합한 상황이 폐사 시발점에서 발생하였는데, 백제보와의 거리, 백제보 규모 등 주변 여건이 집단 폐사가 발생하기에 적절했고 초기에 물고기 사체가 하류로 내려가는 것을 차단하지 않아 백제보 하류에서 더 큰 규모로 폐사가 발생한 것으로 생각됨
- 조사단이 측정한 결과 물고기 폐사가 시작된 곳으로 추정되는 왕진교와 분강나루 사이는 용존산소 농도가 낮은 수체가 발생할 수 있다는 것이 관측됨[그림 3-60]
- 많은 물고기들은 산란과 먹이를 위해, 또는 생존을 위해 회유하거나 이동함, 산란과 먹이량은 발생과 성장에 큰 영향을 주는 일조와 수온 등에 밀접한 관계가 있음(Hutchins et al., 2003; Allan and Castillo, 2007), 일조와 수온은 계절에 따라 변하고 물고기들이 산란과 먹이를 위해 회유하거나 이동하는 것은

실질적으로는 일조와 수온의 변화와 상관관계가 있으며, 결국 계절 변화와 밀접한 연관이 있음

- 연중 시기에 따라 동시에 물고기들이 회유하는 것 이외에 오염이나 용존산소 고갈 등 치명적인 상황이 되면 물고기들은 생존을 위해 그 지역에서 벗어나기 위해 이동하는 회피 행동을 하게 됨
- 이번에 대량으로 죽은 누치의 경우도 5월을 전후하여 산란을 위해 상류나 지천의 여울로 이동하는 것으로 알려져 있음, 여울이 발달하여 용존산소가 풍부하며, 봄에서 여름으로 가면서 수온이 올라가는 지천으로 올라가서 산란하는 특성이 있음
- 수온에 민감한 많은 물고기들은 적합한 수온을 찾아 이동하거나 활동을 줄이게 됨, 겨울로 가면서 수온이 낮아지게 되면 물고기, 특히 수중에서 활동하는 물고기는 기온의 영향을 덜 받아 수온의 변동이 작은 더 깊은 수심으로 이동함, 진흙이나 돌틈 등으로 들어가서 월동을 하지 않는 물고기 중에는 수온이 낮아지는 가을에 하류로 이동하기도 한함, 예를 들어 미국의 호수 송어나 눈알 큰물고기(walleye)는 수온에 따라 생존하기 위해 저수심과 고수심을 계절적으로 회유하며, 큰 호수나 연안의 일부 물고기들은 추운 겨울에 깊은 수심으로 이동함(Ken Schultz, 2003)
- 아마도 하구역을 중심으로 서식하는 물고기들 중에는 호수나 연안의 물고기처럼 겨울을 나기 위해 하구의 깊은 곳으로 이동할 것임, 이번 백제보에서 물고기가 집단으로 폐사했을 당시 기온의 급감과 그에 따른 수온의 하강은[표 3-20, 21] 이런 겨울나기 이동을 자극하는 방아쇠가 되었을 것으로 봄
- 물고기 폐사가 시작된 곳에서 사체들이 하류로 떠내려 와서 백제보에 갇히고 이곳에서 사체가 부패하는 동안 공교롭게도 기온 강하에 따른 수온이 급감하면서 겨울을 나기 위해 물고기들이 4대강 사업이전처럼 수심이 더 깊은 하구로 가는 중에 백제보의 장애에 막혀 밀집되는 현상이 생겼을 가능성도 있음, 물고기 사체 분해에 따른 용존산소 감소와 물고기 밀집에 따른 용존산소 소비 증가가 물고기의 대규모 집단폐사로 발전하게 했을 가능성이 있음
- 물론 이런 일은 4대강(금강) 사업 이후 거의 정체 수역에 가까워진 금강에서 이상 증식한 조류가 퇴적되어 퇴적층에서 산소를 소비할 수 있는 상황에서 더욱 가속된 것으로 생각됨

[표 3-20] 백제보 물고기 폐사 전후 부여군 기상 관측 자료(기상청)

	10일	11일	12일	13일	14일	15일	16일	17일	18일	19일	20일	21일	22일	23일	24일	25일	26일	27일	28일	29일	30일	31일
최고기온	21.2	18.5	21.6	23.4	23.6	22.1	24	16.6	17.1	20.5	20	24.5	18.6	15.8	17.5	21.3	22.7	17.9	20.1	17.6	13.8	14.1
최저기온	8.9	5.6	3.3	7.6	7.2	5.6	5.8	5.3	1.9	3	6	8.1	9.7	4.9	3	5.2	7.6	11.8	8.8	6.9	2.7	0.5
평균기온	13.5	11.4	11.4	13.4	12.9	12.5	15.4	11.8	8.7	10.7	11.9	14.6	13.1	10.2	9.2	11.6	14.1	14.8	14.4	11.6	9.5	6.7

[표 3-21] 2012년 10월 10일 ~ 18일 부여 수질측정망 수온 변화(°C, 부여수질측정망 자료)

10일																					
3h	04h	05h	06h	07h	08h	09h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h		
18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.9	19.1	-	19.3	19.5	19.6	19.7	19.5	19.2	18.9	18.7	18.7	18.6	18.7		
11일																					
23h	00h	01h	02h	3h	04h	05h	06h	07h	08h	09h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h		
18.6	18.5	18.4	18.4	18.3	18.3	18.2	18.0	18.0	18.1	18.6	18.7	18.7	18.8	18.9	18.9	19.1	19.0	18.7	18.4		
11일				12일																	
19h	20h	21h	22h	23h	00h	01h	02h	3h	04h	05h	06h	07h	08h	09h	10h	11h	12h	13h	14h		
18.2	18.1	18.0	18.0	17.9	17.8	17.7	17.7	17.7	17.6	17.6	17.5	17.5	17.8	17.9	18.1	18.4	18.7	-	18.9		
12일						13일															
15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	00h	01h	02h	03h	04h	05h	06h	07h	08h	09h	10h		
18.9	18.8	18.6	18.3	18.2	18.0	17.9	17.9	17.8	17.7	17.6	17.6	17.5	17.4	17.4	17.4	17.3	17.5	17.5	17.6		
13일											14일										
11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	00h	01h	02h	03h	04h	05h	06h		
17.9	18.0	18.4	18.7	18.6	18.5	-	18.1	17.8	17.7	17.7	17.5	17.4	17.4	17.3	17.2	17.2	17.1	17.0	17.0	16.9	
14일																		15일			
07h	08h	09h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	00h	01h	02h		
16.9	17.0	17.3	17.5	17.8	17.9	18.2	18.5	18.1	17.9	17.7	18.0	18.1	17.9	17.6	17.4	17.1	17.0	17.0	16.9		
15일																					
3h	04h	05h	06h	07h	08h	09h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h		
16.8	16.8	16.7	16.6	16.6	16.7	17.1	17.2	17.2	17.4	17.7	-	-	-	17.6	17.3	17.1	16.9	16.8	16.7		
16일																					
23h	00h	01h	02h	3h	04h	05h	06h	07h	08h	09h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h		
16.7	16.5	16.5	16.4	16.4	16.3	16.1	16.1	16.2	16.4	16.5	16.8	-	-	-	-	17.7	17.6	17.4	17.8		
16일				17일																	
19h	20h	21h	22h	23h	00h	01h	02h	3h	04h	05h	06h	07h	08h	09h	10h	11h	12h	13h	14h		
17.7	17.6	17.5	17.4	17.2	17.2	17.1	16.9	16.8	16.6	16.5	16.5	16.4	16.4	16.3	16.3	16.4	16.5	16.6	16.5		
17일									18일												
15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	00h	01h	02h	03h	04h	05h	06h	07h	08h	09h	10h		
16.5	16.4	16.4	16.2	16.1	16.1	16.0	15.9	15.8	15.7	15.6	15.5	15.5	15.4	15.3	15.2	15.2	15.3	15.6	15.9		

- 용존산소 감소의 충격이 발생할 때 상대적으로 수온이 낮고 특히 폐사가 발생했을 것으로 추정되는 밤에는 수온이 더욱 낮은 자연형 어도는 추위를 대비하여 하강하던 물고기들이 이용하지는 못했을 것이며, 수많은 물고기가 죽는 상황에서도 자연형 어도에서는 물고기 사체가 발견되지 않았음
- 10월 16일 전후 최저기온이 5-6°C이었고 백제보로 모여들었을 것으로 생각되는 18일에는 최저기온이 1.9°C까지 떨어졌고[표 3-20] 수온도 10월 16일 오후3시부터 18일 오전6시까지 17.7°C에서 15.2°C까지 급격히 떨어졌음[표 3-21], 이런 급격한 수온 변화는 물고기의 행동 변화의 신호가 됨
- 백제보가 물고기의 이동에 큰 장애물이었던 것은 거의 확실함, 겨울을 나기 위해 물고기가 하구로 내려가려 했다면 저수호심보다 수온이 더 낮은 어도로 가는 일은 발생할 수 없음, 본류를 가로막고 있는 백제보의 바닥 쪽으로만 향했

을 가능성이 크며 이런 상황에서 불행이 더욱 심각해졌을 것으로 추정됨, 이런 물고기 이동과 관련된 폐사가 아니더라도 어도가 불행을 피해 피난할 만한 곳이 못된 것만은 확실함

- 실제 연구 결과에 의하면 길이가 약200m인 공주보의 자연형 어도는 물고기가 통과하는 데 200시간 이상 걸리는 것으로 조사되었음(장민호, 2013)
- 대형보에 막혀 밀집된 물고기들에게 용존산소가 조금이라도 내려가는 상황이 발생하면 사태는 물고기 밀도가 낮을 때보다 더 심각해지고 집단폐사까지 발생할 수 있었을 것임

8) 물고기 폐사 전·후 물고기 분포 변화와 원인규명의 관계

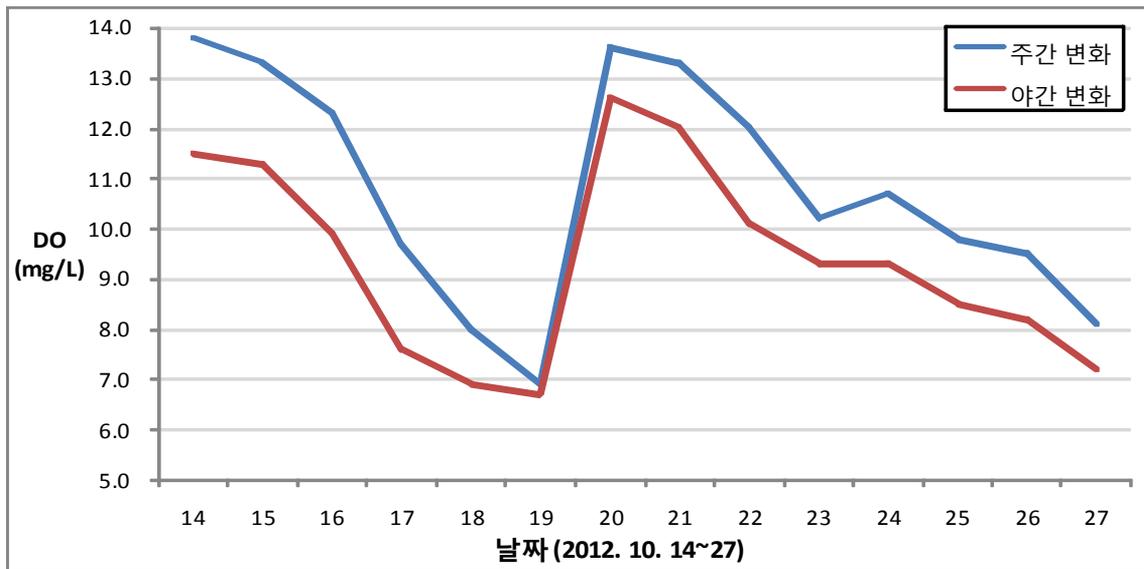
- 앞서서도 지적한 대로 4대강 사업 이후 유수성 어류가 감소하고 정수성 어류가 증가하고 있음(금강수계관리위원회, 국립환경과학원 금강물환경연구소, 2012), 이런 추세에 맞게 금강 물고기 폐사에서 초기에는 유수성 어류가 성체 중심으로 집단 폐사하였으나, 초기에 물고기 사체가 백제보 하류로까지 흘러가는 것을 차단하지 않아 백제보 하류에서 용존산소 결핍에 덜 민감한 정수성 어류의 집단폐사로까지 확대되었음
- 이런 상황에서 집단폐사 전후 유수성 어류와 정수성 어류의 비율 변화를 예측하거나 변화로 미루어 폐사의 원인을 추정하기는 어렵다는 한계가 있음
- 더구나 수온이 급격히 바뀌는 시기였기 때문에 물고기들이 적정한 수온이나 겨울나기를 위해 이동하는 관계로 비록 물고기 폐사 양상에 부합하는 어류상 변화가 관찰되었더라도 폐사 직전과 직후 같은 장소에서 어종이나 체장 분포 등 어류상 변화로 상황을 확증했다고 단정하기는 어려움, 다만 크기가 큰 성체가 대규모로 폐사했기 때문에 체장 분포 등에 영향을 미쳤을 가능성이 큰 것은 사실임

9) 용존산소의 부족상태 확인

- 금강 물고기 폐사당시 영향지역의 수질상태를 조사한 공식적인 발표 자료가 존재하지 않기 때문에 원인을 규명할 수 있는 당시의 수질상태는 수질 자동측정망 자료가 유일함
- 금강수계의 자동 수질측정망은 수질오염도를 실시간으로 측정하여, 수질을 상시 감시하고 수질 오염사고 발생 시 신속한 대응조치를 할 수 있는 조기 경보 체계 구축·운영하기 위하여 총 12개소를 중앙정부(환경부)로부터 위탁받아

「환경관리공단」에서 운영 중에 있음, 이중 금강물고기 집단폐사와 관련된 수질 자동측정 지점은 왕진교 밑에 설치되어있고, 용존산소(DO)를 비롯한 수온, pH, DO, EC, TOC, 생물독성(물벼룩, 미생물), VOCs 9종, 클로로필-a를 실시간으로 측정하고 있음

- 이와 관련, 백제보 상류 3km지점에 설치하여 운영 중인 수질 자동측정망의 표층수의 용존산소는 집단폐사가 발생하기 전에는 주·야간 모두에서 11~13mg/L 정도로 상당기간 유지되어 왔으나 물고기가 폐사하기 시작한 것으로 알려진 10월 16일 경부터 표층수의 용존산소 농도가 급감하기 시작했는데 6.7mg/L까지 매우 낮아졌으며 상당시간 동안 지속된 바가 있음
- 수질 자동측정망 채수위치가 약 1m 전·후로 고정되어 있기 때문에 수심 4m 이하의 용존산소 농도는 확인할 수 없지만, 표층수 보다 약 4~5mg/L 정도 낮아지는 특성을 고려한다면 저층수의 용존산소는 4.0mg/L이하로 유지될 수 있는 조건이 발생할 수도 있는 상황이었음, 한편, 물고기 집단 폐사기간 동안 용존산소를 비롯한 몇몇 항목 등의 수질 자동측정망 자료가 수차례 걸쳐 누락된 사실이 있어 운영관리상의 많은 문제점을 나타내고 있음
- 아무튼 수질 측정망 자료를 토대로 표층수의 용존산소 변화양상은 [그림 3-64]와 같이 물고기 집단폐사의 시기와 동일하게 왕진교 지점에서 급격하게 감소한 사실이 있고, 야간에는 더욱더 감소한 사실이 있음, 일반적으로 수심이 깊고 유속이 느린 물속의 용존산소 농도는 저층수가 표층수보다 매우 낮아지기 때문에 저층수 표층수의 용존산소 농도가 6.7mg/L까지 낮아진 상황에서 야간의 저층수 농도는 이보다 훨씬 낮아졌을 가능의 추정은 충분히 가능하고, 이와 같은 기간 동안에 물고기의 대량 폐사가 지속적이고 반복적으로 발생했다고 볼 수 있음
- 한편, 낮아졌던 용존산소는 10월 19일부터 급격하게 회복되기 시작하여 10월 20일 경에 일시적으로 정상상태로 잠시 회복되었다가 다시 수일간 낮은 상태로 유지되었음, 이처럼 용존산소가 일시적으로 빠르게 회복되었던 이유가 4대강(금강사업)으로 수심이 증가하였고 수심증가는 용존산소 전달률이 떨어질 수밖에 없는 조건에서 대기 중의 산소가 급격하게 녹아들어가는 기상조건이었는지, 아니면 상류에서 용존산소 농도가 이곳보다 높은 다량의 물(지류하천 유량증가, 공주보 방류 등)이 희석되었는지 확인이 필요함



[그림 3-64] 왕진교 지점 일자별 주·야간 용존산소 변화

10) 금강 물고기 집단 폐사 요약

- 일반적으로 물고기 집단폐사의 약 70% 이상이 용존산소 부족 때문임(환경부, 2009)
- 대체로 어류의 성장에 적합한 용존산소 농도는 약 $4\text{mgO}_2 \text{ L}^{-1}$ 이상이며, $3 \text{mgO}_2 \text{ L}^{-1}$ 이하에서는 어류 성장에 현저한 제한을 주는 것으로 알려져 있음 (Klyashtorin, 1976 ; 김선정, 신명선, 김재구, 이재용, 정갑주, 안부영, 김범철, 2012), 유수성 민감 어종은 최소 5mg/L 이상의 용존산소가 있어야 하고, 정수성 내성 어종은 최소 3mg/L 이상의 용존산소가 있어야 질식하지 않고 살아남을 수 있고 용존산소량이 5mg/L 미만으로 일정시간 유지된다면 물고기는 폐사에 이르게 됨
- 정체수역에서 식물부유생물과 수초가 번성한 곳을 낮 동안 표층수 용존산소 농도가 광합성이 활발한 오후에 높아지지만 햇빛이 약해지면서 낮아져 해 뜨기 직전에 최소로 낮아지기 때문에 물고기 폐죽음은 주로 새벽에 발생함, 하지만 여울이 발달한 유수역은 재포기가 용존산소를 충분히 공급하여 이런 일이 발생하지 않음
- 금강 물고기 집단폐사 초기에 비교적 용존산소 소비가 더 큰 누치 성체가 사체로 떠오르기 시작하였고 수면 위로 떠올라 뼈끔대는 물고기도 많이 관찰되었음, 또한 죽은 물고기는 대부분 입을 벌린 채 죽어 있었고 이런 폐사 양상은 용

존산소가 부족할 때 나타나는 현상임, 따라서 이번 금강 물고기 폐사의 직접적인 원인은 용존산소의 부족임

- 이렇게 용존산소가 고갈되게 된 근본적인 원인은 4대강(금강) 사업이 초래한 환경 변화에서 찾을 수 있음
- 4대강(금강) 사업은 대형보 건설과 대규모 준설로 금강에서 여울을 없애어 자연적인 산소 공급원을 없앴고, 금강을 정체 수역으로 만들어 산소를 소비하는 유기물이 퇴적되는 것을 촉진하였음, 또한 이 사업은 과잉으로 조류가 번식하게 하여 자체적으로 유기물 퇴적이 늘어날 수 있는 환경으로 만들었고, 결과적으로 금강은 퇴적된 유기물의 분해에 의해 쉽게 용존산소가 고갈할 수 있는 상태가 되었음
- 4대강(금강) 사업은 대형보 건설과 대규모 준설로 생긴 이런 환경변화는 금강을 물의 동태가 완전히 다른 정수역으로 만들어 물이 흐르는 유수에 적응해온 금강의 물고기가 적응하기 어렵게 하였음
- 결론적으로 4대강(금강) 사업이 초래한 환경변화가 용존산소 고갈을 촉진하고, 유수성 어류가 적응할 수 없도록 금강을 유수역에서 정수역으로 바꾸어 용존산소 결핍에 의해 물고기가 집단으로 폐사한 것임
- 원인규명 이외에도 이번 금강 물고기 집단폐사는 ‘수질오염사고 예방·방제 매뉴얼(환경부, 2009)’과 ‘어류폐사 원인규명을 위한 조사지침서(국립환경과학원, 2005)’를 따르지 않아 원인을 제때에 확실하게 규명할 수 있는 기회를 놓쳤으며, 물고기 사체의 확산을 차단하지 않아 사태도 심각해져 30만 마리 이상의 물고기 사체가 수거되는 초유의 사고가 되었음

제4장 하상 모니터링

1. 하상변동

2. 보(Weir)

3. 하상관리 계획 검토

4. 하상변화 조사

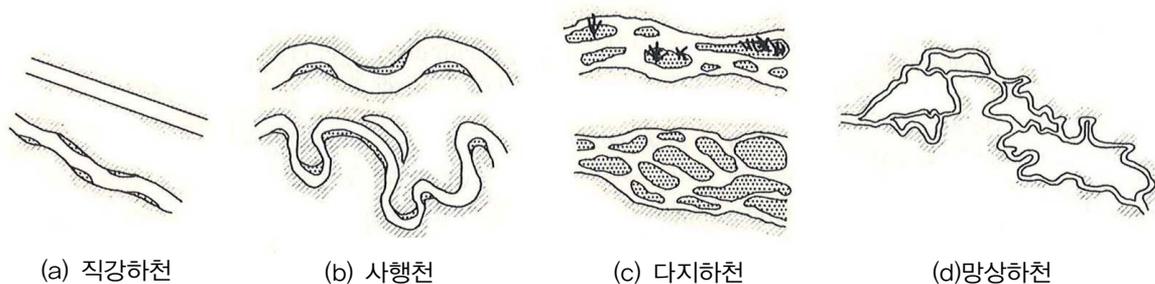
5. 지류하천 역행침식 조사

제4장 하상 모니터링

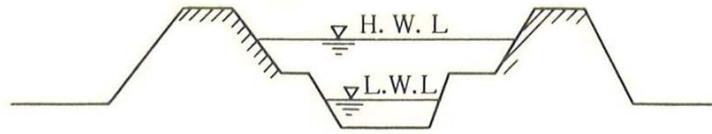
1. 하상변동

가. 하상

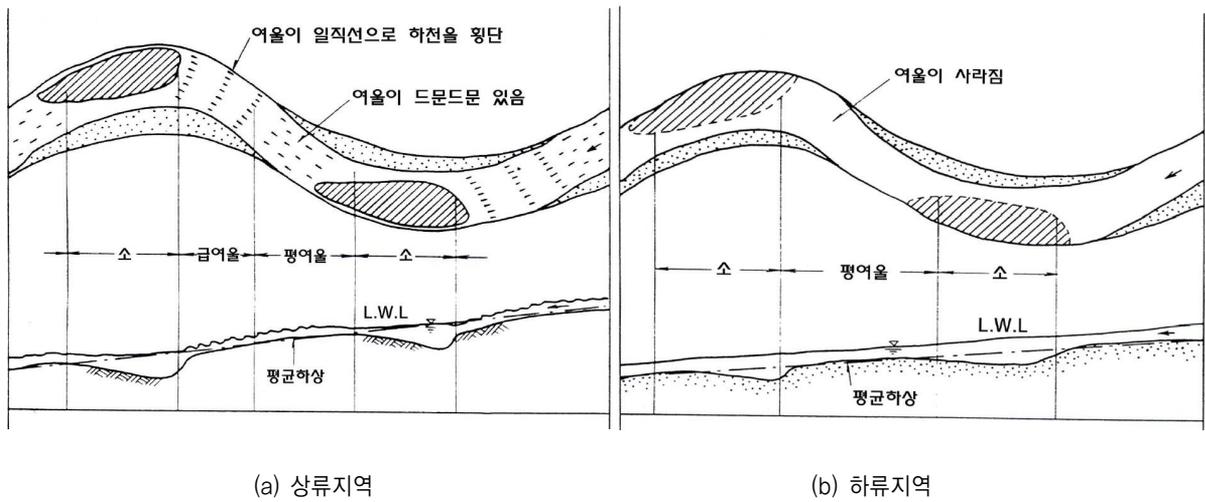
- 하천은 살아있는 생명체와 같이 여겨졌으며, 일찍이 安藝皎一은 하천을 사람과 비유하여 인상(人相)에 해당하는 하상(河相)이라는 명칭이 사용되어 왔음
- 하천이 살아 있다고 칭하는 것은 여러 가지 이유가 있으나, 형태학적인 측면에서 대지·물·바람에 따라 지속적으로 변화하고 있기 때문임
- 하천의 하상은 크게 평면형상, 종단형상, 횡단형상으로 구분하여 그 형태를 구체화하고 정형화 함
 - 평면형상은 하천의 모습을 연직방향 고도에서 볼 수 있는 투영도와 같이 나타남
 - 횡단형상은 하천의 특정지점에서의 흐름의 연직방향 단면형태를 나타냄
 - 종단형상은 하천 단면의 하상고를 나타내며 하천의 종단경사를 나타냄



[그림 4-1] 하천의 평면형상



[그림 4-2] 하천의 횡단형상



[그림 4-3] 하천의 평면형과 종단형

◦ 평형하천

- 지속적인 흐름과 유사의 이송은 있으나, 하상의 상승이나 하강 없이 지속적으로 하상고가 유지되거나 계절적인 영향에 의한 주기적인 변화가 반복·지속되는 상태를 안정 하천 또는 평형 하천이라고 지칭함
- 자연 상태의 충적하천은 시간적으로 끊임없이 변화하고 있지만 100여년 이상의 시간대에서는 기록적인 홍수, 자연환경 및 유역의 급격한 변화 등 특별한 자연현상이 없는 한, 하천은 평형하상을 유지한다고 볼 수 있음
- 반면 인위적인 요인은 상당히 짧은 기간에 하천을 변화시키며 그 변화 형태는 예측가능한 부분도 있으며, 예상치 못한 부분에서 발생하기도 함

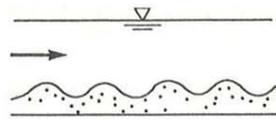
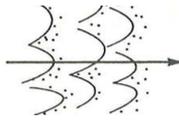
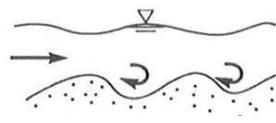
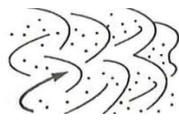
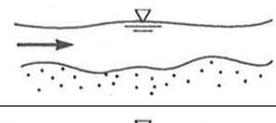
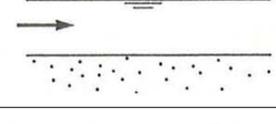
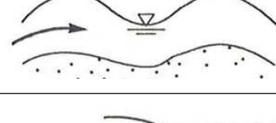
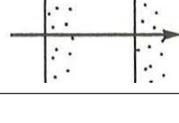
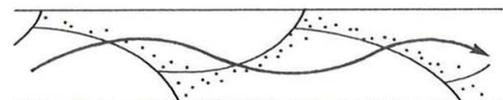
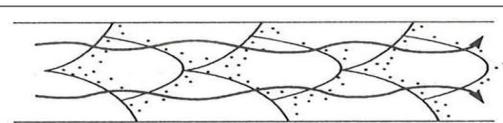
◦ 흐름 특성 변화

- 흐름 특성의 변화는 장기적인 하상형태 변화의 원인을 제공함

◦ 하상변화

- 하천의 장기간에 걸쳐 흐름의 형태가 변화하거나 자연 물리적 영향 또는 인위적인 물리력에 의해 지형이 변하는 경우 하상의 형태도 변화하게 됨
- 하상의 변화에 영향을 미치는 주요 요인은 상류에서 유입되는 부유사량, 유속, 소류력, 수면의 표면파 전파속도 등 임
- 특히 하천의 유속에 대한 수면 표면파의 전파속도의 비율(Fr: Froude Number)에 따라 하상 형태의 패턴이 결정됨

[표 4-1] 하천의 흐름형태와 하상형태의 분류

명칭			형태 · 흐름의 패턴	
			종단면	평면도
소규모 하상 형태	Lower regime (Fr<1)	사련		
		사퇴		
	transition	천이하상		
	Upper regime (Fr>1)	평탄하상		
		반사퇴		
	중규모 하상 형태	사주		
교호사주				
복렬사주				

※ 日本土木學會水理委員會：水理公式集(1985)

나. 하상저하

- 특정 요인에 의하여 장거리 혹은 단거리 구간에 하상이 침식되고 그에 따라 하상 종단 경사가 작아지는 현상을 하상 저하(streambed degradation) 또는 하상고 저하라고 함
- 하상 하강의 주요 원인은 상류에서 유입되는 부유사가 감소하고 하류의 기준 수위가 내려가는데 있음
- 상류에서 부유사의 유입이 차단되는 경우, 평형상태의 하천에서 유입 유사보다 유출 유사량이 증가하여 하상은 하강함
- 또한 하류의 수위가 낮아지는 경우, 하천의 흐름 단면은 작아지게 되고 유속과 소류력은 증가하며, 퇴적과 침식의 평형에서 침식이 우세해지며 하상은 낮아짐
- 이러한 현상은 주로 하천의 흐름이 변화되는 지역에 집중적으로 나타나며, 국부 세굴(local scour) 현상을 일으키게 됨

다. 하상상승

- 특정 요인에 의해 하상에 유사가 퇴적하는 현상을 하상 상승(streambed aggradation) 또는 하상고 상승이라고 함
- 하상 상승의 주요 원인은 유입되는 부유사의 증가와 하천의 흐름특성의 변화가 복합적으로 작용하기 때문임
- 부유사의 유입이 급격히 증가하는 경우 하상은 상승하며, 주로 홍수기에 상류에서 유입된 토사 등이 유속감소 부위에서 퇴적되는 현상으로 그 해당 구간에서 하상의 상승 현상이 일어남
- 하천의 하폭이 급히 좁아지거나 수심이 깊어지면 상류는 배수가 생겨 흐름의 속도(유속)와 세기(소류력)가 감소하여 퇴적현상이 발생
- - 부유사의 종침전속도 보다 유속이 작아지고, 소류력이 감소하는 구간은 하상에 쌓이는 유사량이 증가하여 하상의 상승을 초래함

라. 인위적인 하상 변화 요인

- 자연적 원인
 - 자연적으로 일어나는 하상변동 요인은 충적 선상지 활동, 자연적인 하상의 장갑화, 하도의 분기, 만곡과 자연 침수로의 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 장갑화되어 안정되거나, 만곡을 이루어 하상 경사를 줄여서 다시 평형 상태에 도달함
 - 이와 같은 하도 변경에 따른 하상저하 현상은 통상 초기에 급작스럽게 진행되나 시간의 흐름에 따라 진행율은 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 관측자료가 없이는 쉽게 식별되지 않음
 - 보통 유역의 벌목, 경작화, 도시화 등에 의해 유출율이 증가하는 경우, 하천의 침투 홍수와 유사 유출율은 증가하게 됨
 - 이때 통상 하류 하천의 폭은 넓어지고 만곡도는 줄어들기 마련임

- 특히 도시화는 침투 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 강터 침윤선의 저하를 가져와서 강터의 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 퇴적 됨
 - 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)

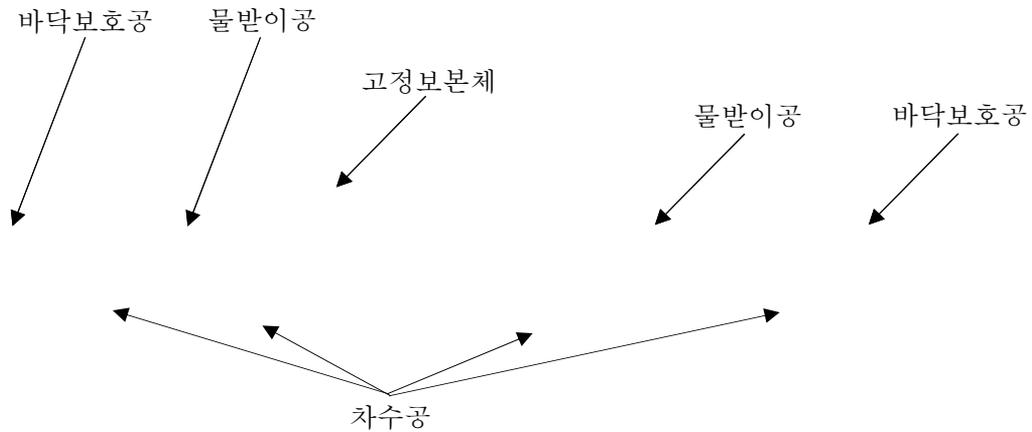
가. 보의 정의

1) 하천설계기준

- 하천에 보를 설치하는 경우, 하천의 흐름과 하상의 변화에 큰 영향을 미침
- 보는 각종 용수의 취수, 주운 등을 위하여 수위를 높이거나, 조수의 역류를 방지하기 위한 하천을 횡단하여 설치하는 하천구조물
- 일반적으로 하천의 수위를 조절하는 경우에 주로 사용되며, 유량을 조절하는 기능이 적음에도 최근 유량을 조절하는 보가 점차 증가되고 있음
- 하천구조물로서 보와 댐의 구분을 위하여 아래 요건 만족시 보로 분류
 - 기초지반에서 고정보 보마루까지의 높이가 15m 이하인 경우
 - 유수 저류에 의한 유량조절을 목적으로 하지 않는 경우
 - 양끝 부분을 제방이나 하안에 고정시키는 경우

2) 댐 설계기준

- 「댐 건설 및 주변지역 지원 등에 관한 법률」이 정하는 높이 15m 이상의 다목적댐 및 용수공급, 수력발전, 홍수조절, 환경개선 등을 위하여 건설하는 단일목적댐과 이들 댐과 일체가 되어 그 기능을 하는 부대시설 또는 공작물에 대하여 적용 댐 설계기준 적용
- 이 기준은 다른 법령에 의하여 건설하는 댐 및 댐과 구조가 유사한 높이 15m 미만의 시설(이하 '소규모댐')에 대해서도 적용을 권장
- 국제기술문헌을 인용하여 제정된 하천설계기준과 댐 설계기준에서 보와 댐의 정의상 경계구분이 모호한 실정임
- 규모가 비록 15m 이내이고 월류를 허용하고 유량조절이 없는 형식상의 범주가 보에 속할지라도 연중 유황변화가 적은 미국이나 유럽 등의 선진국에서 도입된 보의 설계기준으로 설치된 구조물은 우리나라와 같이 유황계수가 큰 급변하는 하천 환경에서 그 안정성을 보장받기 어려울 수 있음



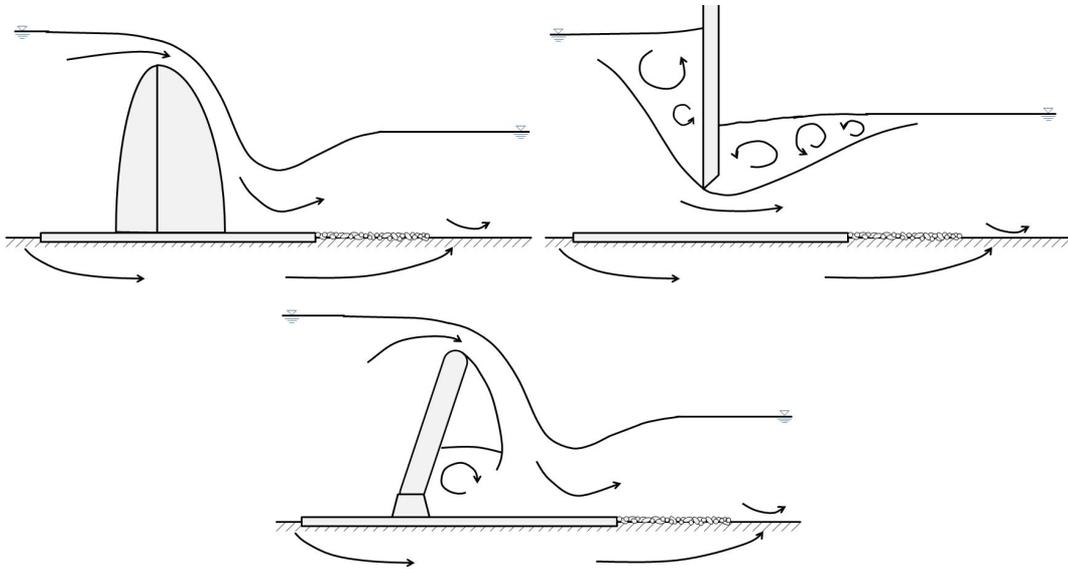
[그림 4-4] 고정보의 구조

나. 설치목적에 따른 분류

- 취수보 : 하천의 수위를 조절하여 생공용수, 발전용수 등을 취수하기 위함
- 분류보 : 하천의 홍수를 조절하고 저수를 유지하기 위해 하천의 분류점 부근에 설치하여 유량을 조절 또는 분류함으로써 수위를 조절
- 방조보 : 하구 또는 감조구간에 설치하여 조수의 역류를 방지하기 위함

다. 구조와 기능에 따른 분류

- 가동보 : 수문에 의해서 수위의 조절이 가능한 보로 크게 배사구와 배수구로 구성, 금강에 설치한 3개보는 모두 여기에 해당함
- 고정보 : 수문이 없고 보 본체와 부대시설로 이루어지며 소하천에 많이 설치됨



[그림 4-5] 고정보 및 가동보 유수의 흐름

[표 4-2] 금강 3개보에 적용된 가동보 수문 형식

구 분	승강식		전도식
	리프트 게이트(공주보)	더블 셀 게이트(백제보)	플랩 게이트(세종보, 공주보)
형 상			
가동 방식	<ul style="list-style-type: none"> •수문 상하개폐 •유압식실린더, 와이어 드럼식 	<ul style="list-style-type: none"> •2중 수문 상하개폐 •와이어 드럼식 	<ul style="list-style-type: none"> •유압실린더로 철판 패널 기립 및 도복
특 징	<ul style="list-style-type: none"> •상하개폐로 조작이 간단 •장경간(40m이상) 유리 •경관이 우수 •저층수 및 토사배제 탁월 •문기동부의 슬림화가 가능 	<ul style="list-style-type: none"> •수위조절, 저층수 및 배사 •장경관시 구조체 거대 •경관 불량 •기계조작이 어려움 	<ul style="list-style-type: none"> •전도각 및 다단전도로 미세하게 수위조절 가능 •부유물 방류가 용이 •시공사례가 많음

※출처 : 금강정비사업 7공구 기본설계보고서

라. 평면형상에 따른 분류

- 직선형 : 유수방향에 직각으로 설치, 일반적으로 많이 채택하는 형식, 보하류의 변화가 적어 하도유지상 유리하고 공사비 저렴
- 경사형 : 유수방향과 경사지계 일직선으로 설치, 하류의 유수방향과 월류의 방향을 일치시키기 위한 경우 설치
- 굴절형 : 절선형식으로 월류한 유수를 유심부로 모으는 형태, 보하류에 세굴이 많이 일어나지만 제방보호에는 효과적임
- 원호형 : 아치형식으로 보 자체의 강도는 크지만 굴절형과 유사한 단점이 있음

마. 보의 형식

1) 기초형식

- 공사비의 경제적 타당성, 완전차수의 필요여부 및 세굴상태 등을 충분히 검토한 다음 최적의 형식을 선정
- 고정형 : 기초암반이 깊지 않아 직접 암반위에 보를 설치하는 형식
- 부상형 : 암반이 너무 깊거나 전혀 없어서 모래, 자갈 등의 하상위에 직접 설치

2) 구조형식

- 하천의 전하폭을 고정보로 하는 형식
 - 보통 소하천에 채택, 유지관리비 적음, 수위 상승이 상류부에 미치는 영향이 없거나 제방고에 여유가 있는 경우, 퇴적토 배제를 위한 배사구 설치
- 하천의 전하폭을 가동보로 하는 형식
 - 하천 단면이 홍수소통에 여유가 없을 때 채택, 충분한 취수 수심 확보 가능, 시공비 및 유지관리비가 많이 요구되고 가동보 조작 미숙시 상·하류에 영향, 퇴적토 배출 용이
- 일부를 고정보로 하고 일부를 가동보로 하는 복합형식

- 계획홍수시 발생하는 배수현상을 고려하여 고정보와 가동보 비율 조정

3) 설치위치

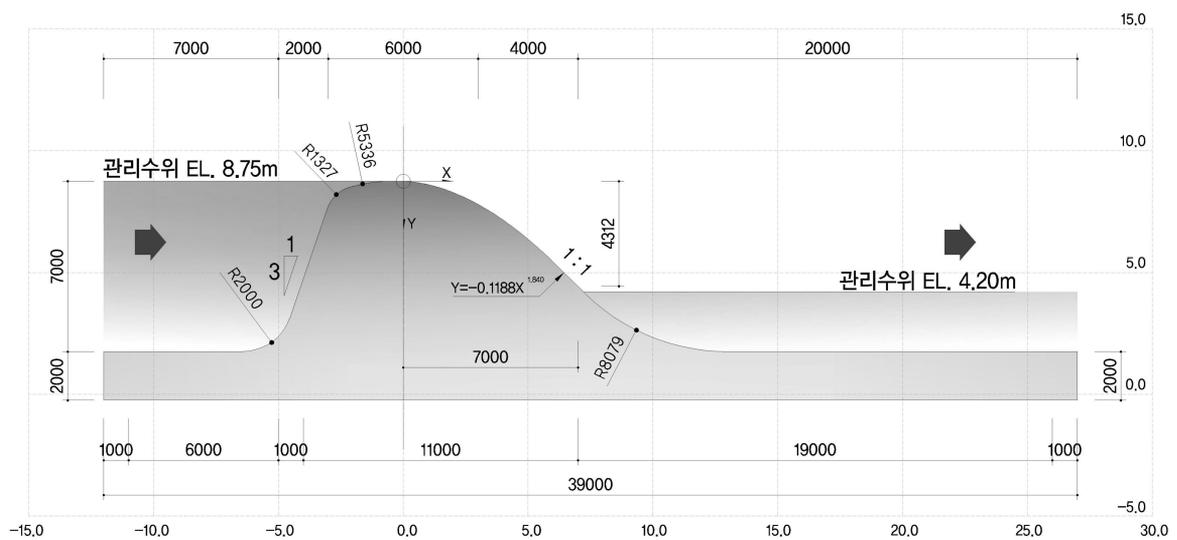
- 설치목적, 환경성, 경제성, 시공성, 유지관리 등에 가장 유리한 지점을 선정
 - 용수공급지에 도수하는데 필요한 취수위가 확보되고, 유수의 주된 흐름이 취수구에 가까워야 하며 하안이 안정되어 있고, 하천수로가 직선상태로 유속의 변화가 적어 유수에 의한 하상변화가 작은 지점
 - 상·하류의 영향이 작은 지점
 - 기초지반이 양호한 지점
 - 구조상 안전하고 공사비가 적은 지점
 - 계획홍수량을 유하시키는데 필요한 하폭을 가진 지점
 - 유지관리가 용이한 지점
- 보를 설치할 경우 보로 인해 상류측 수위가 상승하여 하상에 여러 가지 역효과가 발생할 수 있으므로 그 영향을 검토해야 하며 만곡부에는 가급적 보를 설치하지 않되 부득이 설치할 경우에는 만곡부하류에 보를 설치하는 것이 유리

바. 금강 3개 보

- 세종보의 전체 길이는 348m로 가동보 223m, 고정보 125m로 구성되어 있으며, 전도식 가동보가 설치되어 있음
- 공주보의 전체 길이는 260m로 가동보 220m, 고정보 40m로 구성되어 있으며, 가동보는 승강식 주 수문과 고정보 상부에 전도식 수문이 조합되어 있음
- 백제보의 전체 길이는 311m로 가동보 120m, 고정보 191m로 구성되어 있으며, 가동보는 상단 방류형 2단 웰 게이트 형식으로 평상시 관리 수위 유지와 유량조절이 가능하고 상단 및 하단 방류가 모두 가능함

[표 4-3] 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
	상하류 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	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



※출처 : 금강정비사업 7공구 기본설계보고서

[그림 4-6] 공주보의 고정보구간 종단면 형상

3. 하상관리 계획 검토

가. 준설 계획

- 금강수계 하천정비기본계획에 따라 금강정비사업에서는 총 129km의 구간에서 45,394,854m³의 준설량을 계획
 - 준설량은 하천 연장 1m당 약 350m³을 준설
 - 구간별로 비교할 때, 상류지역으로 하폭이 비교적 좁은 행복도시시점-역조정지댐에서 125m³/m으로 가장 적은 준설을 계획
 - 하류지역으로서 비교적 하폭이 넓은 논산천합류점-백제보에서 678m³/m으로 가장 많은 준설량을 계획
- 그러나 하구-논산천합류점은 하폭이 넓은 구간임에도 준설계획 구간이 적은 것으로 조사되었음

[표 4-4] 금강정비사업 하천 준설계획

구간명	측 점	연장(m)	준설량(m ³)	단위길이당 준설량(m ³ /m)
총 계		129,470	45,394,854	350.6
하구~논산천합류점	NO.0+000~NO.33+830	33,830	8,230,751	243.3
논산천합류점~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 설치함으로써 하천의 저류량을 증가함
- 3개의 보가 신설됨으로서 증대되는 저류량은 약 0.5억 m^3 임
- 보 사이의 구간길이는 18.7~58.6km이며, 보의 높이는 3.2~7.2m 내외
- 보의 최소수심은 2.5~4.0m를 유지하며, 세종보에서 최대 4m, 공주보와 백제보에서 최대 7m임

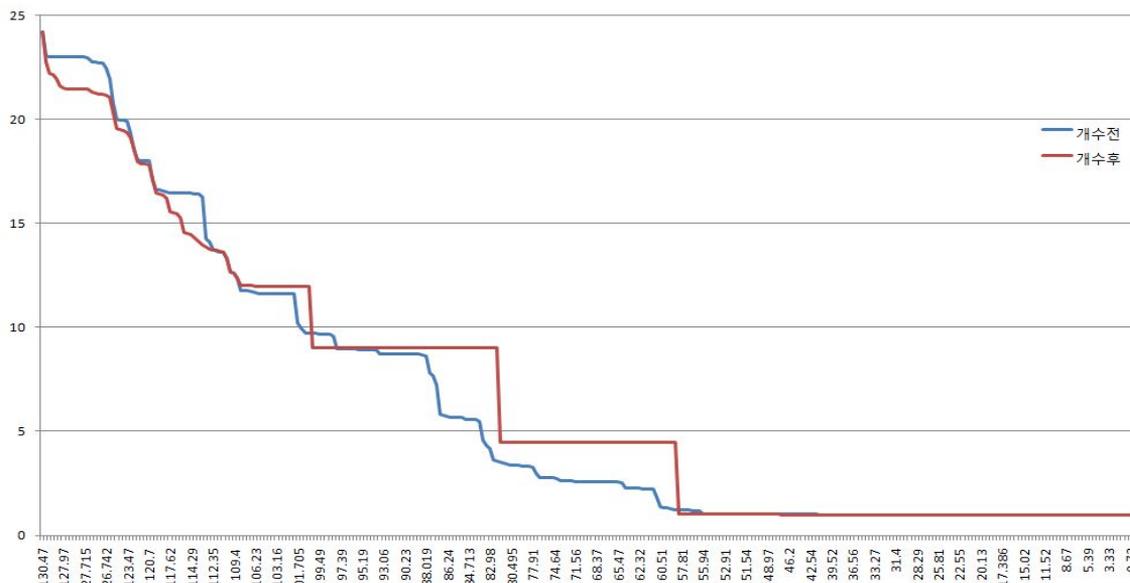
[표 4-5] 보 설치에 따른 저류량

구간	길이 (km)	보높이 (m)	관리수위 (EL. m)	저류량(백만 m^3)		
				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 중단수위 변화와 유사하게 나타남
- 금강 하굿둑으로부터 약 110km에 이르는 금강하류 대부분의 구간이 저류구간으로 변화되었음



※ 출처 : 충청남도, 아름다운 강 비단 강을 위한 보고서

[그림 4-7] 금강정비사업 전·후 저수위의 비교

- [표 4-6]은 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 0.8~1.4일이었으나, 사업이후 1.1~5.6일로 대폭 증가하여 금강정비사업 이전에 비하여 1.4~4배 증가한 수치임
- [표 4-7]은 금강의 보 구간별 거리와 유출시간을 고려하여 구간 평균유속을 산출한 결과로 전구간에서 급격한 유속 저하 현상이 나타났으며, 특히 공주보와 세종보 담수구간은 0.05~0.09m/s로 호수에 준하는 특성을 보이고 있음
- 하천이 저류됨으로서 유속이 작아지고 수심이 깊어지는 등 호소에서 나타나는 문제점들이 금강에서도 빈번하게 나타날 수 있으며, 강우시 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 수위차에 의한 침식으로 하상의 변동이 예상됨

[표 4-6] 보 설치에 따른 유출시간 변화

구간	유량(CMS)		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 4-7] 보 설치에 따른 구간 평균유속 변화

구간	구간 평균유속(m/s)			
	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



[그림 4-8] 탁수가 흐르고 있는 세종보(2012. 7. 24)



[그림 4-9] 탁수가 흐르고 있는 공주보(2012. 7. 24)



[그림 4-10] 탁수가 흐르고 있는 백제보(2012. 7. 24)

4. 하상변화 조사

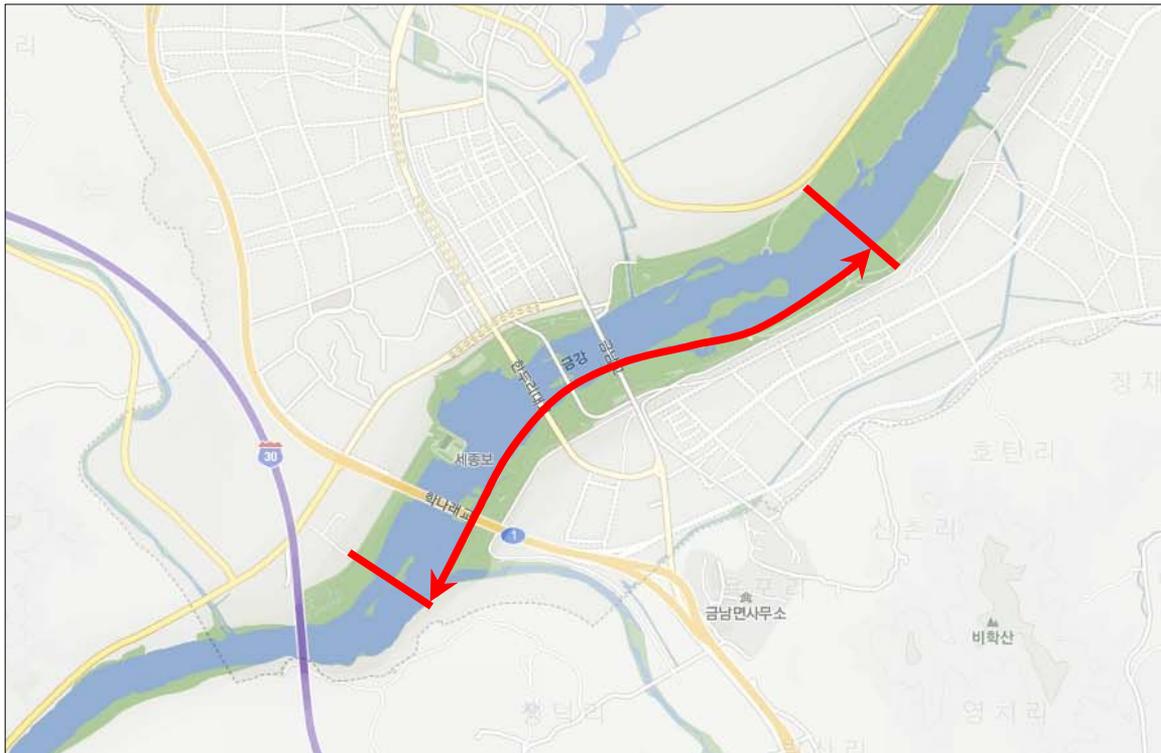
가. 조사 구간 설정

1) 조사 구간 선정 기준

- 1차년도 조사 결과 3개 보의 상·하류부 지역에서 침식과 퇴적이 진행된 것으로 조사되었음
- 이에 침적구간의 정확한 위치와 정도를 확인할 수 있도록 측량을 수행
- 측량 구간 선정은 추후 보의 안정화 및 하상변동의 피해를 최소화하기 위하여 하상변화 현황 자료가 필요한 구간을 선정
- 지속적인 측량이 가능한 구간을 선정
- 보 상·하류부 이외에 준설 후 집중적인 재퇴적이 발생한 구간 고려
- 유량이 적은 건기와 호우로 인하여 유량이 많은 풍수기 모두 측량할 수 있도록 고려
- 보 인근 구조물이 있는 경우, 해당 구조물에 대한 안전도 평가에 활용이 가능한 기초자료를 생산할 수 있도록 고려
- 보의 개방시 측량 수행 가능성과 수행자의 안전을 고려
- 과학적이고 객관적인 하상변동 양상을 파악을 목적으로 함

2) 선정된 조사구간

- 세종보
 - 보 상류 3km 구간 전면
 - 보 하류 1km 구간 전면



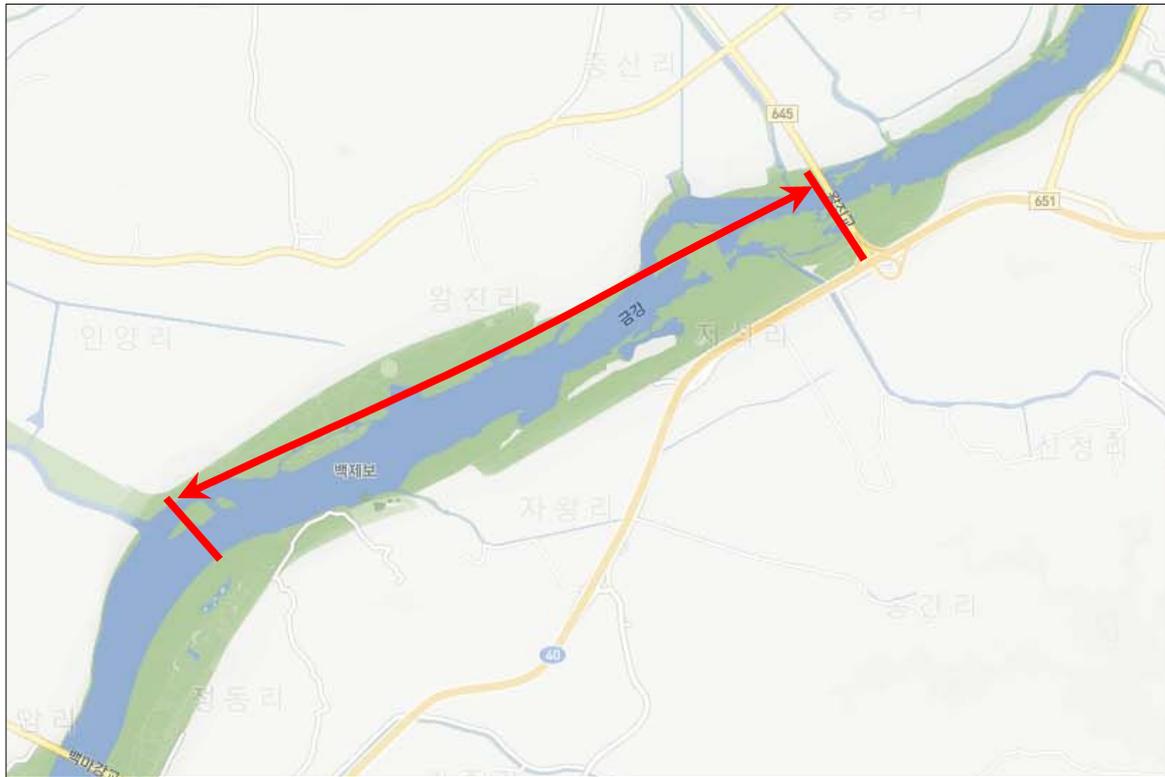
[그림 4-11] 세종보 측량구간

- 공주보
 - 보 상류 3km 구간 전면
 - 보 하류 1km 구간 전면
 - 백제큰다리~공주대교 상류 2km 주요 퇴적구간 전면



[그림 4-12] 공주보 측량구간

- 백제보
 - 보 상류 3km 구간 전면
 - 보 하류 1km 구간 전면



[그림 4-13] 백제보 측량구간

나. 측량 방법

1) 측량 개요

- 측량조사는 기준점 및 도근점을 실측하여 연계성 확보
- 측량 기준점은 망실 또는 파손되지 않도록 위치 선정
 - 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 결정
- 수준측량은 현장에 인접한 국가수준점 성과를 기준으로 표고 결정
 - 수준점 측량 : 간접수준측량 보당 각 2점
- 수심측량은 천해용 정밀음향측심의를 이용하여 주측심 중앙에서 세운 하천 내 측법선을 기준으로 종/횡 방향 20~40m간격으로 일정하게 항주하여 수행

2) 측량 시기

- 하천측량은 2회 수행되었으며, 1차 측량 결과는 금강정비사업의 준공시점의 하천 현황을 측량하기 위함이며, 금강정비사업의 계획과 비교 평가가 가능함 자료임
- 2차 측량 결과는 1차 측량결과와 측량성과의 비교 및 재현성 검증을 수행하고, 금강정비사업이 준공된 이후 하천의 흐름에 따른 저·평수기 하상의 변화를 평가하기 위하여 수행되었음
 - 1차 측량 : 2013. 3. 18. ~ 27.
 - 2차 측량 : 2013. 6. 18. ~ 7. 1.

3) 측량장비

- GPS 측량기

[표 4-8] 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 4-9] 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	수심측량시 좌표측량	

◦ 레벨 측량기

[표 4-10] 레벨 측량기

	기종	LEVEL
	제작사	SOKKIA
	제품명	SDL1X
	성능	1급
	용도	수준측량

◦ 정밀음향측심기(Aqua Ruler200s)

[표 4-11] 정밀음향측심기(Aqua Ruler200s)

Item	Specification	Picture
TRANSDUCER	12~210khz	
메인보드	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
 - 측량지역을 포함하도록 망을 구성하여 기준점이 망실될 경우 재측이 가능토록함
 - 기준점은 측량 완료시까지 보존될 수 있도록 견고한 지반위에 설치
 - 관측
 - 동시 수신 위성수는 4개 이상으로 관측
 - 관측방법은 정지측위법(STATIC)으로 관측하였음
 - 관측시간은 60분 이상 위성의 데이터 취득
 - 데이터 취득간격은 30초 이하로 취득
 - GPS 측량중의 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 측량시 기준표고와의 연계성을 고려하여 기존 만수위선을 기준으로 측량
 - 측량
 - 국토지리정보원에서 발행한 국가수준점을 기준으로 측량
 - 목적 지점까지의 최단경로를 취하여 고저측량 노선결정

- 지반침하 우려가 있는 연약지반을 피하여 수준점 선점
- 작업계획시 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 측량 수행



[그림 4-14] 세종보 기준점 설치 및 시험



[그림 4-15] 백제보 기준점 설치



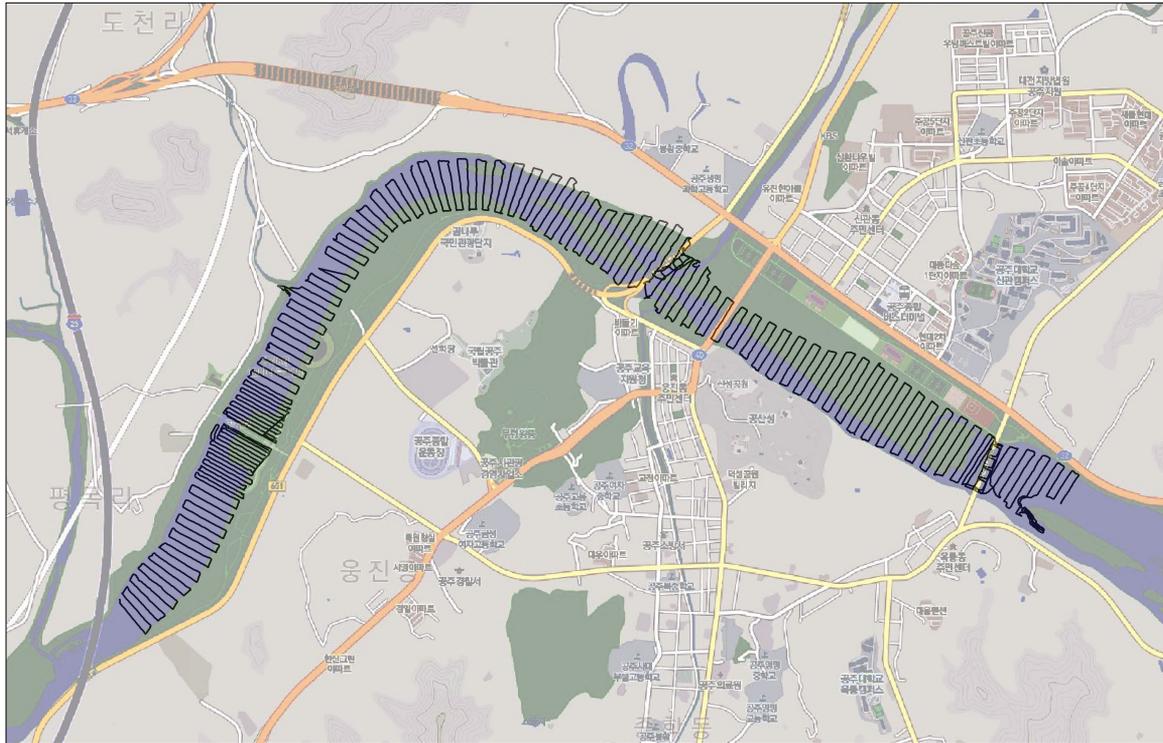
[그림 4-16] 백제보 수심측량 및 수위측량



[그림 4-17] 세종보 수심측량

2) 공주보

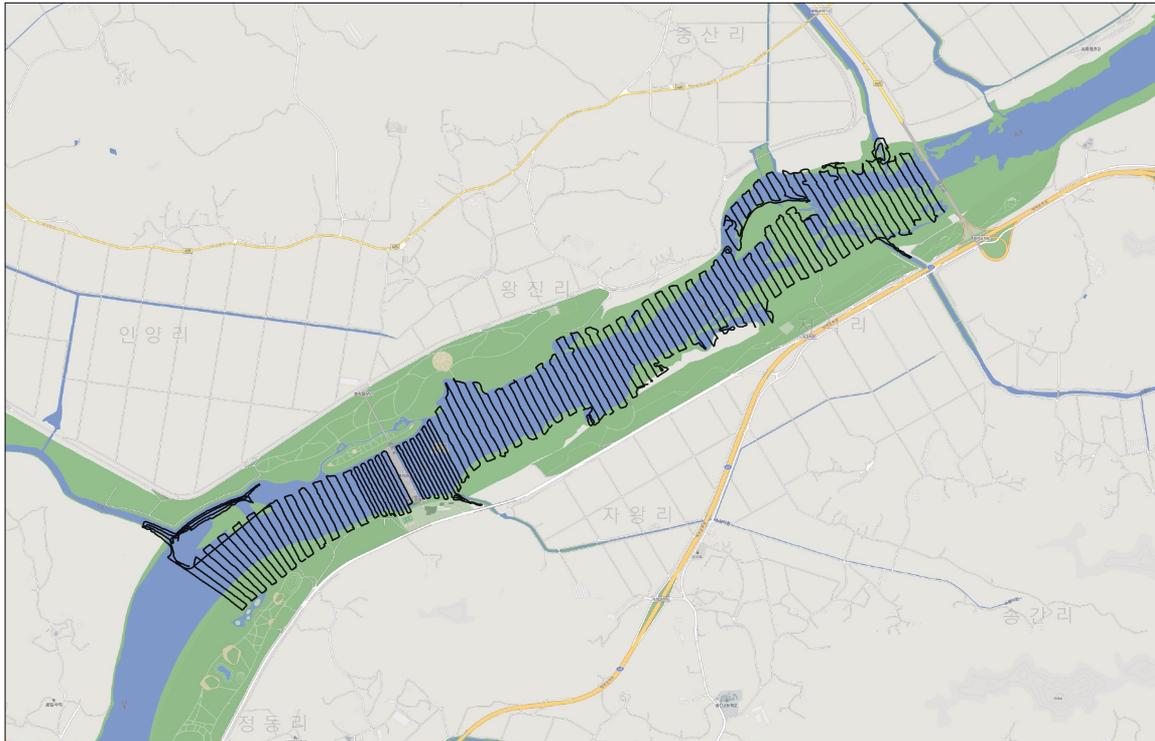
- 공주보 하상 조사를 위한 측량 이동 항적도
- 항적도 위치의 하상 E.L. 데이터 기록 후 도면화



[그림 4-19] 공주보 수심측량 항적도

3) 백제보

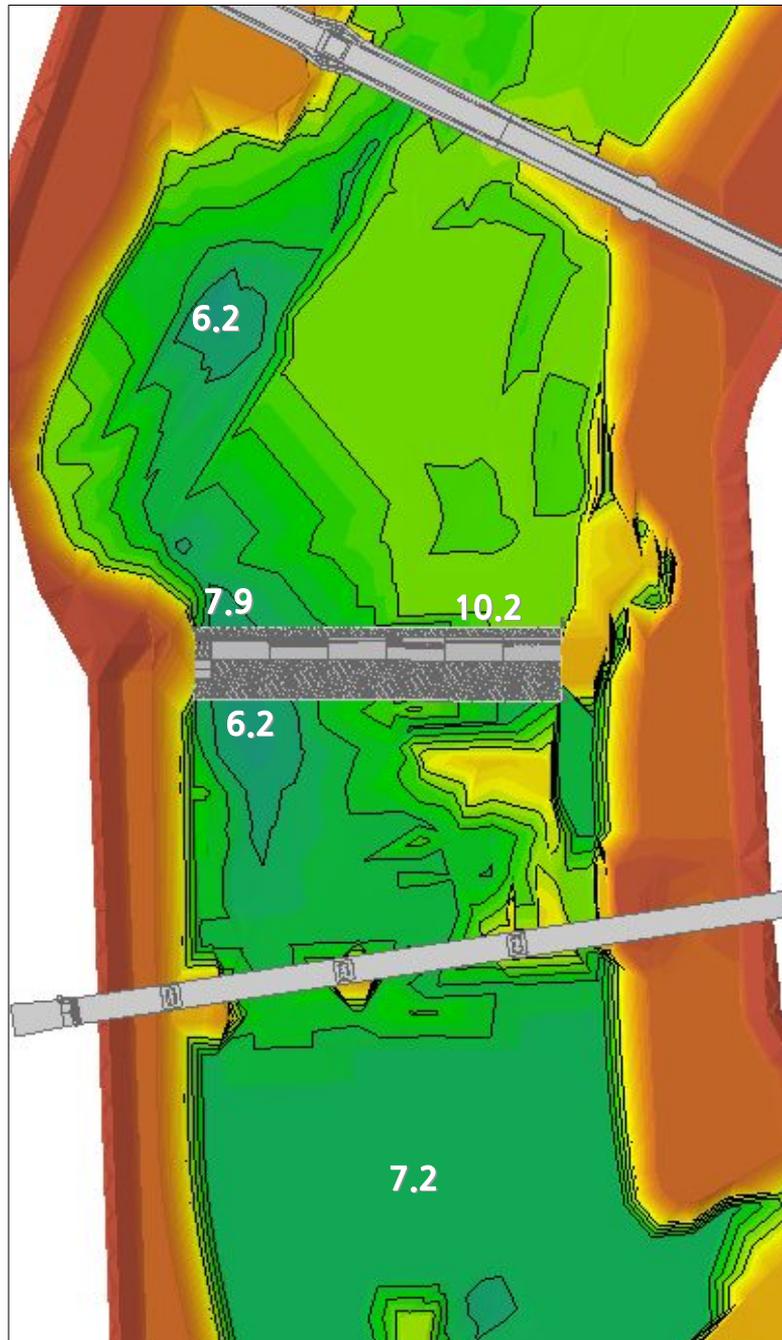
- 공주보 하상 조사를 위한 측량 이동 항적도
- 항적도 위치의 하상 E.L. 데이터 기록 후 도면화



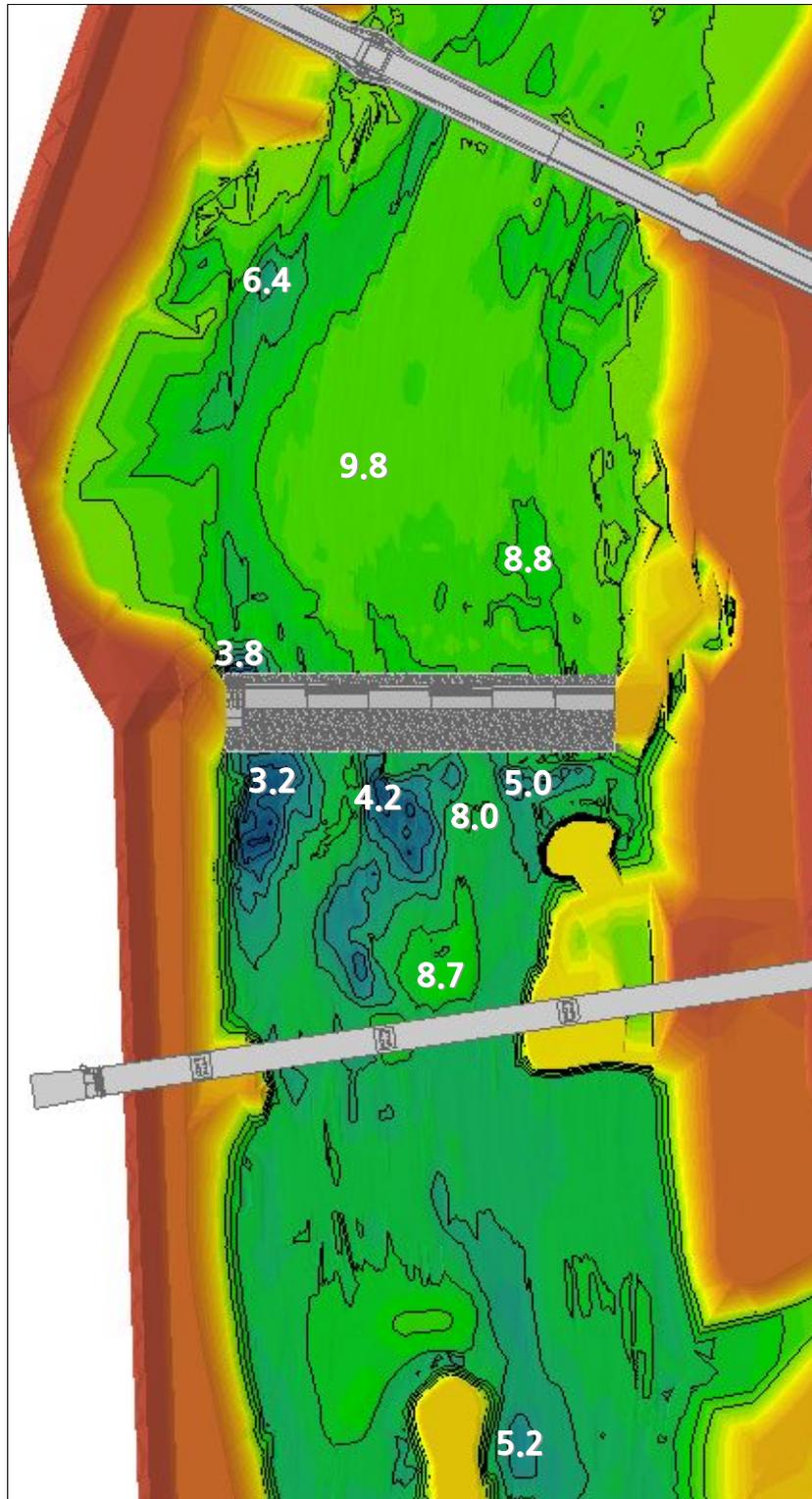
[그림 4-20] 백제보 수심측량 항적도

라. 하상 분석 결과

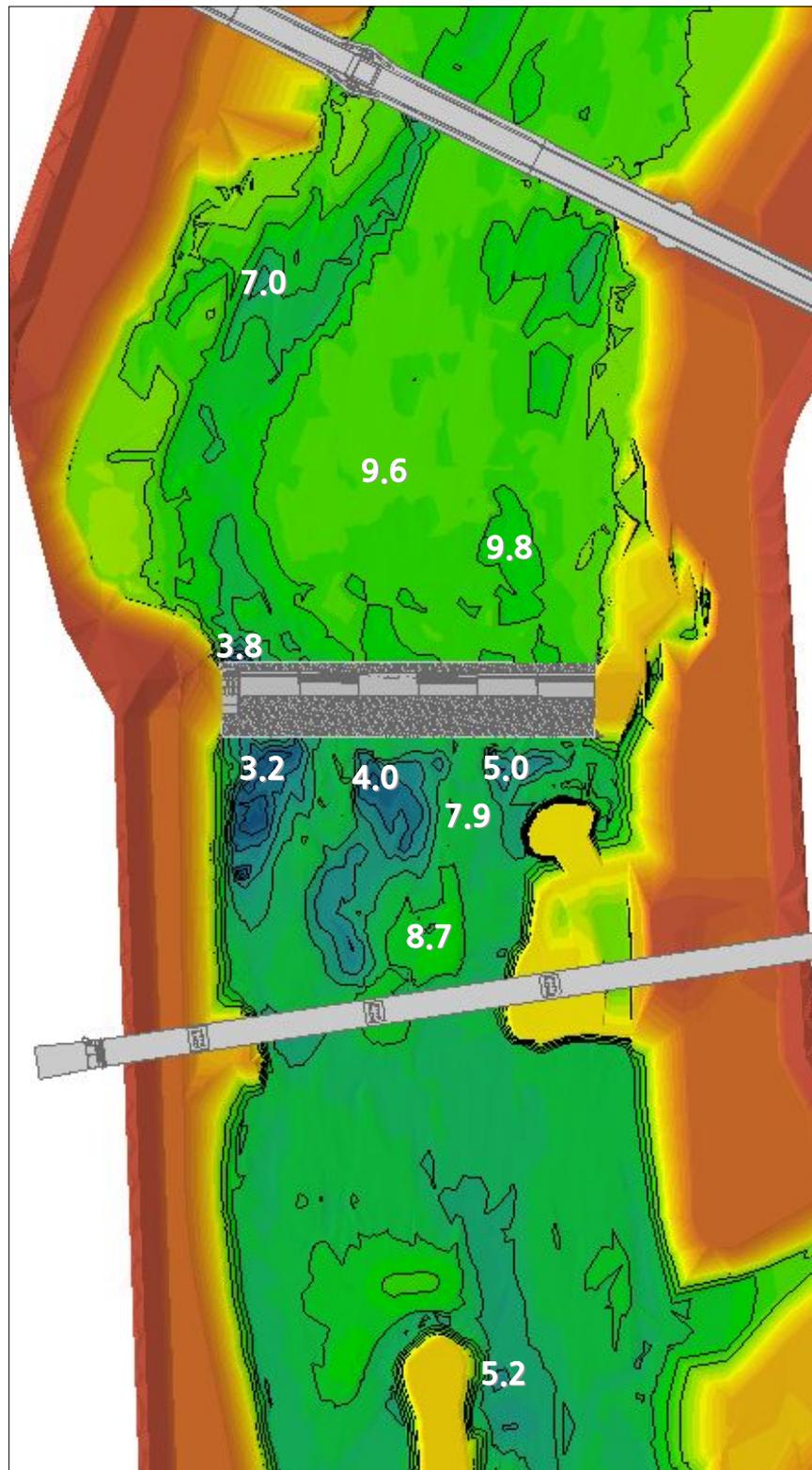
1) 세종보 하상



[그림 4-21] 세종보 금강정비사업 설계 하상 (EL. m)



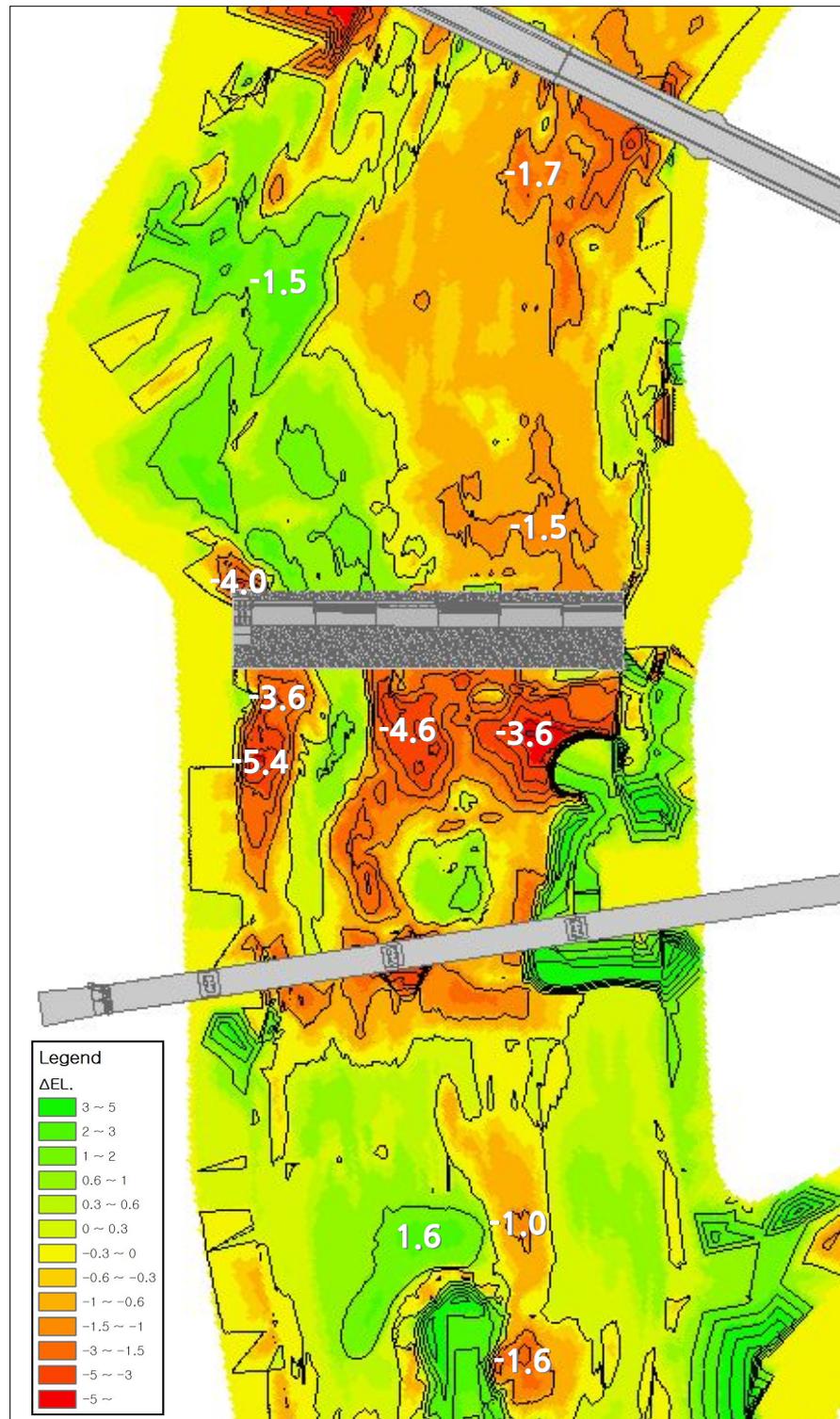
[그림 4-22] 세종보 1차 측량 결과 (EL. m)



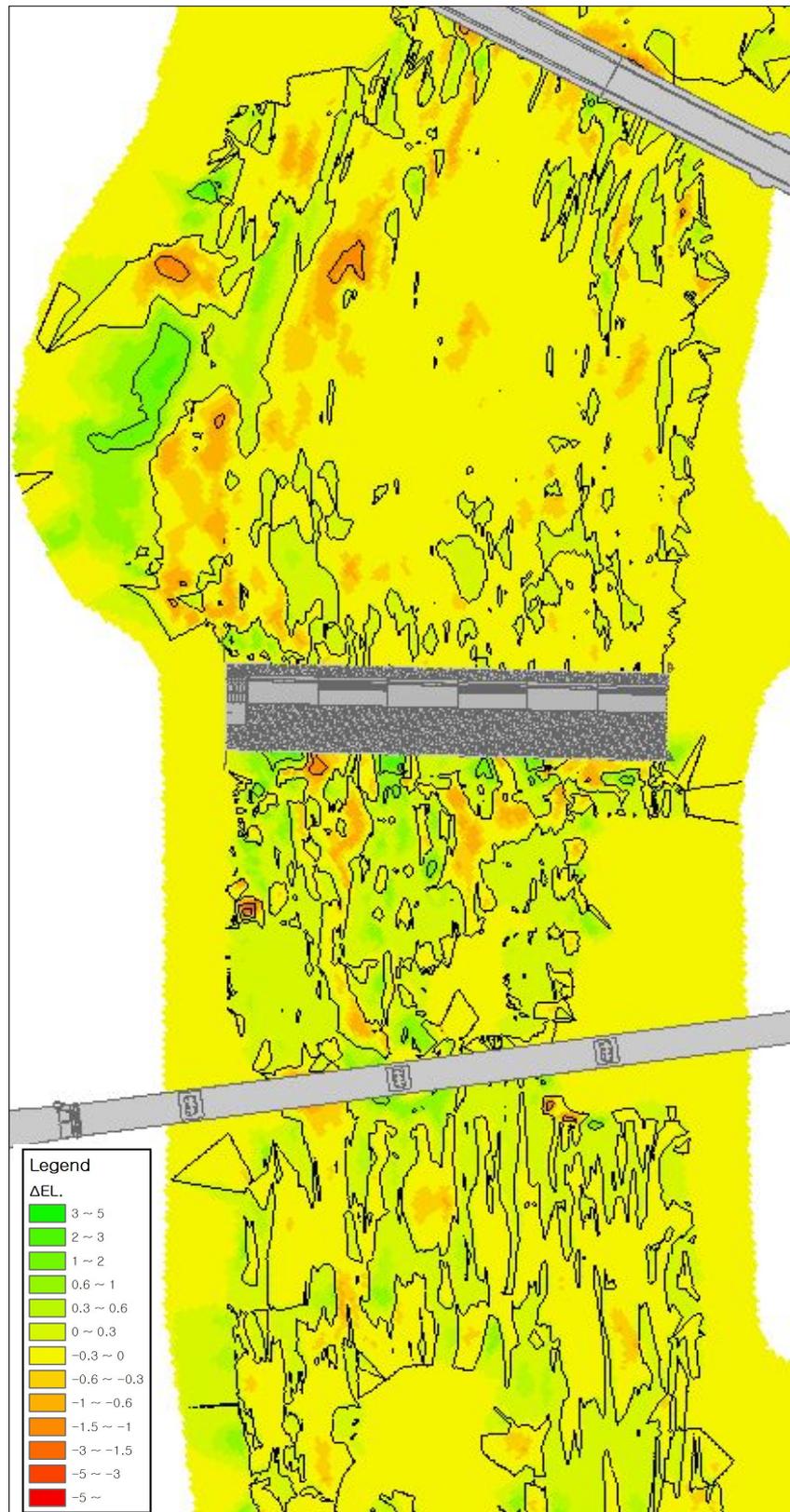
[그림 4-23] 세종보 2차 측량 결과 (EL. m)

2) 세종보 하상변위

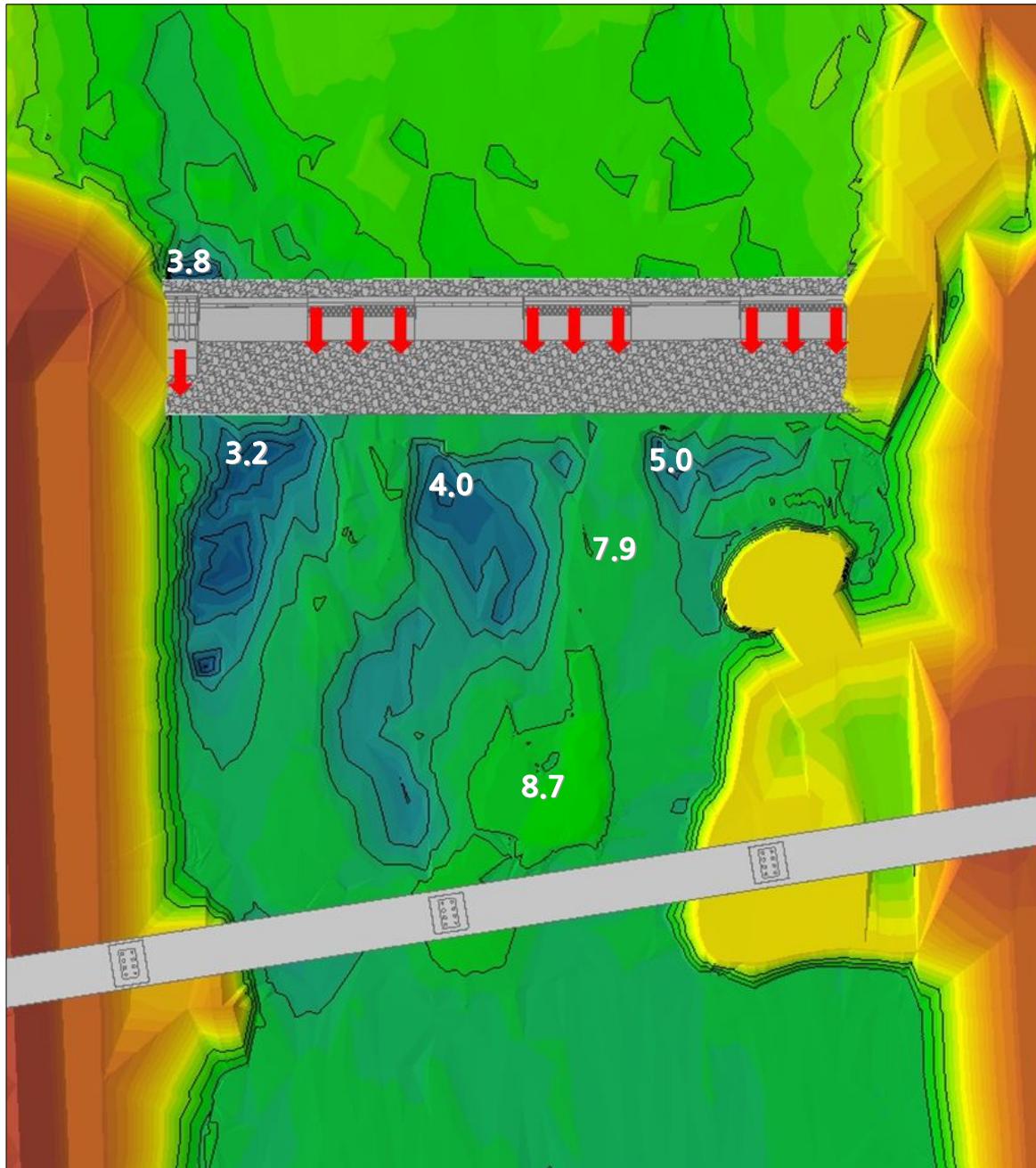
- 설계도 vs 1차 측량 분석
 - 세종보의 보 상·하류부 하상은 일반적인 하천구조물의 유지관리 기준에 미치지 못하는 심각한 침식이 발생하고 있음
 - 특히 가동보 하류부는 방류수의 에너지와 유속에 의하여 최대 5m이상의 침식이 발생한 것으로 확인됨
 - 이러한 현상은 세종보에서 하류 약 400m까지 영향을 미치고 있으며, 약 350m 지점에 위치한 학나래교의 교각이 위치하고 있어 침식 현상이 가중되어 나타나고 있음
 - 장기적인 측면에서 학나래교의 안전성에 악영향을 미칠 수 있음
 - 또한 세종보 상류부 좌안에는 하천의 만곡으로 인한 유수의 쓸림현상으로 광역적인 침식이 발생하고 있음
- 1차 측량 vs 2차 측량 분석
 - 1차 측량이 이루어진 3월과 2차 측량이 이루어진 6월 동안의 저·평수기 환경에서의 하상형태는 급격한 변화가 나타나지 않았으며, 대부분 $\pm 0.6\text{m}$ 의 수준에서 변화가 관측됨
 - 하천 수심측량의 기술적 수준의 오차범위가 $\pm 0.6\text{m}$ 인 점을 고려할 때, 하상 변화 평가를 위한 수위변화 관측 해상도가 떨어질 수 있으나, 수문 하류부에서 일괄적으로 $-0.3\sim -1.0\text{m}$ 의 변위가 진행된 것으로 측량된 바, 저·평수기에도 침식이 일부 진행되고 있는 것으로 확인됨



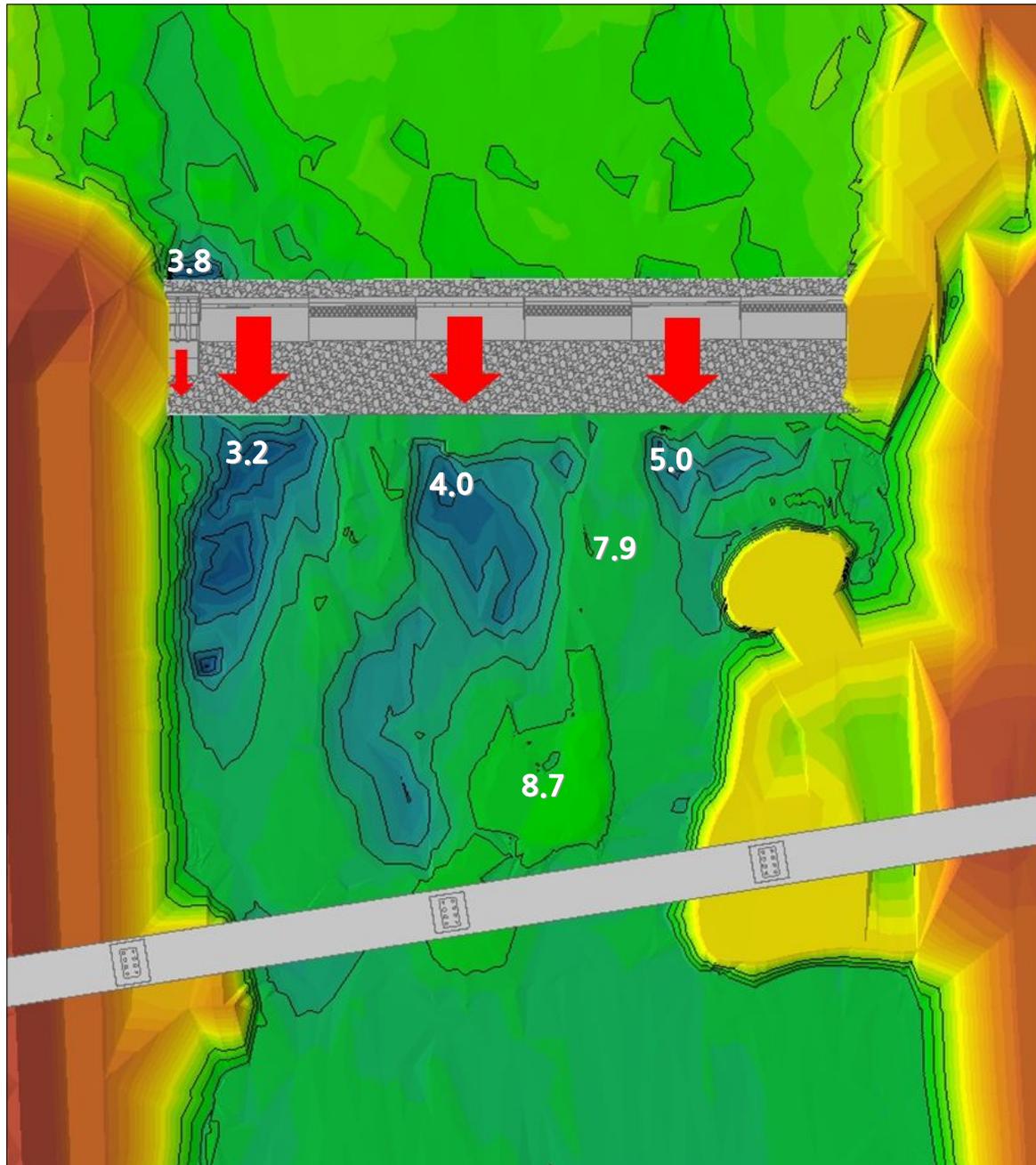
[그림 4-24] 세종보 설계도 vs 1차 측량결과 하상변위 (EL. m)



[그림 4-25] 세종보 1차 vs 2차 측량결과 하상변위 (EL. ±0.6m 이내)

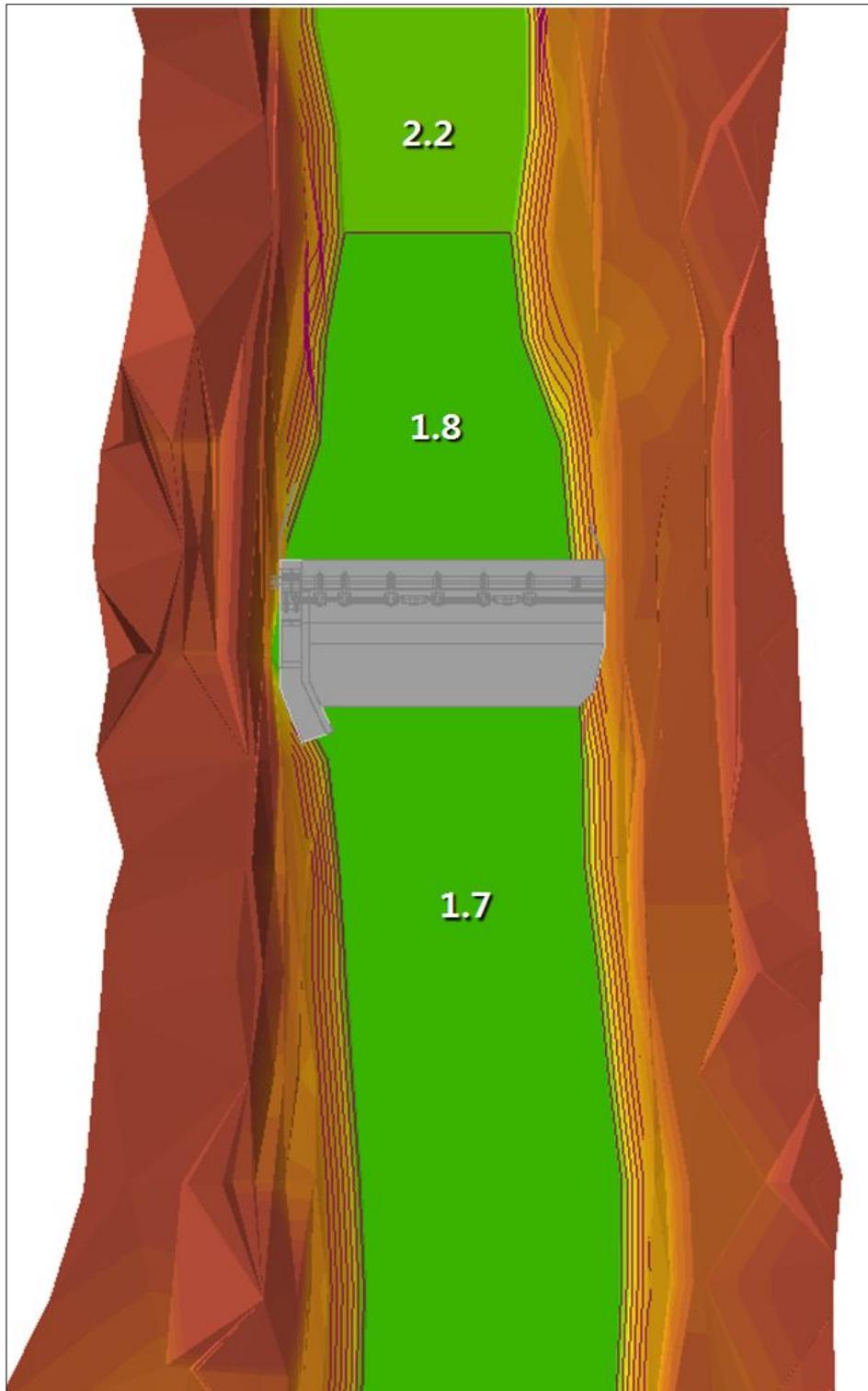


[그림 4-26] 세종보 가동보 담수시 유수 월류 형태 (EL. m)

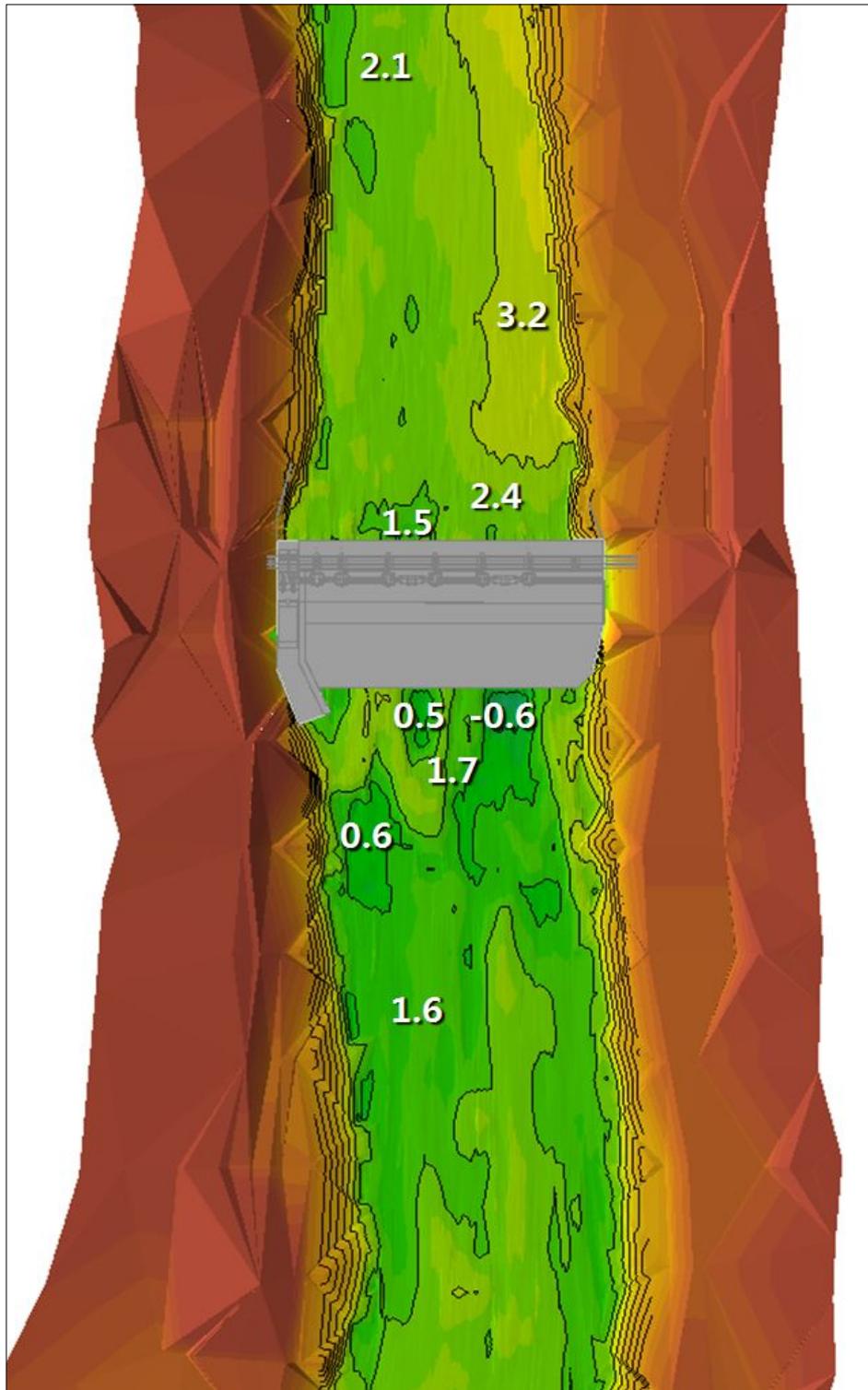


[그림 4-27] 세종보 가동보 개방시 우수 흐름 형태 (EL. m)

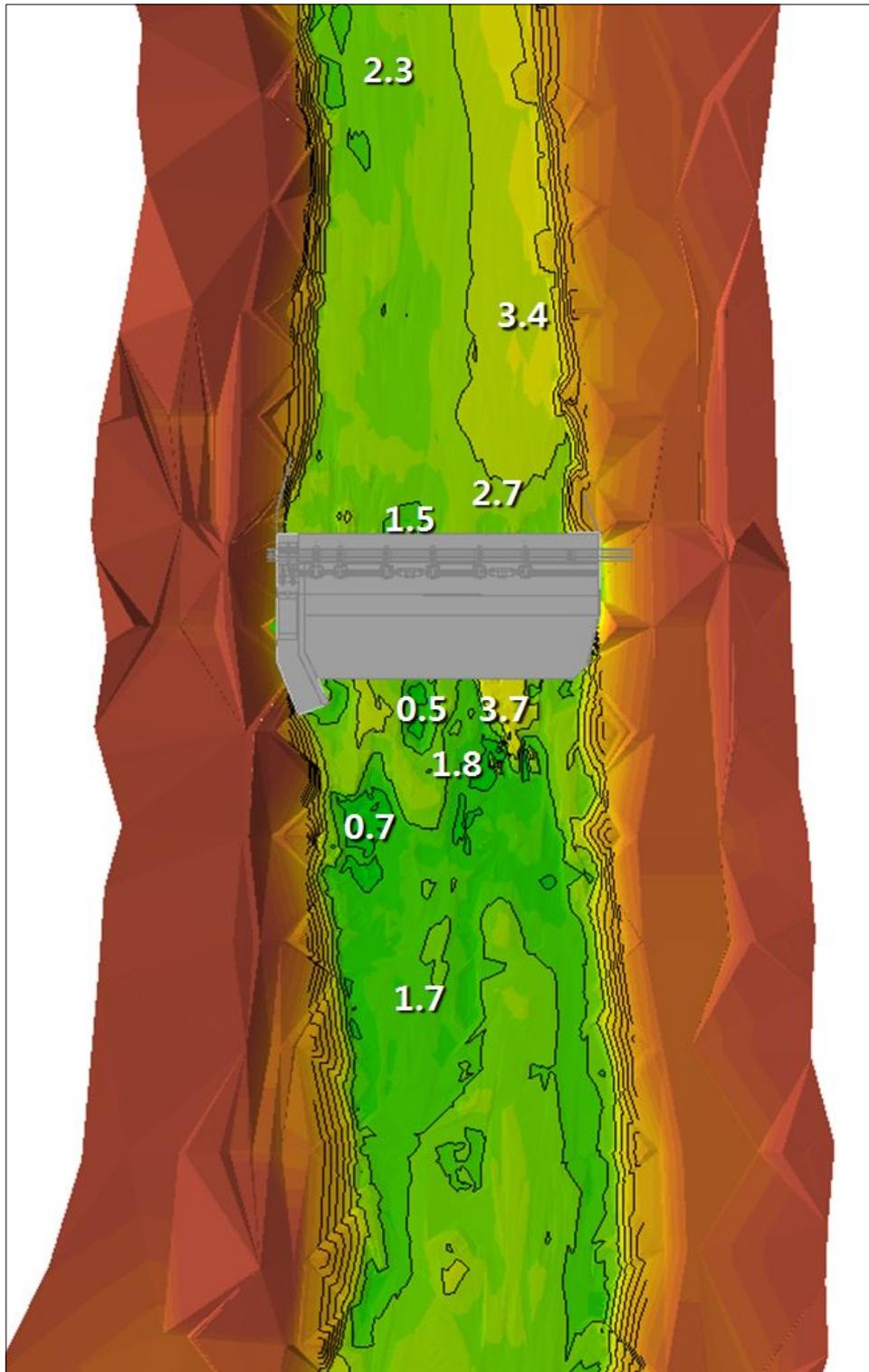
3) 공주보 하상



[그림 4-28] 공주보 금강정비사업 설계 하상 (EL. m)



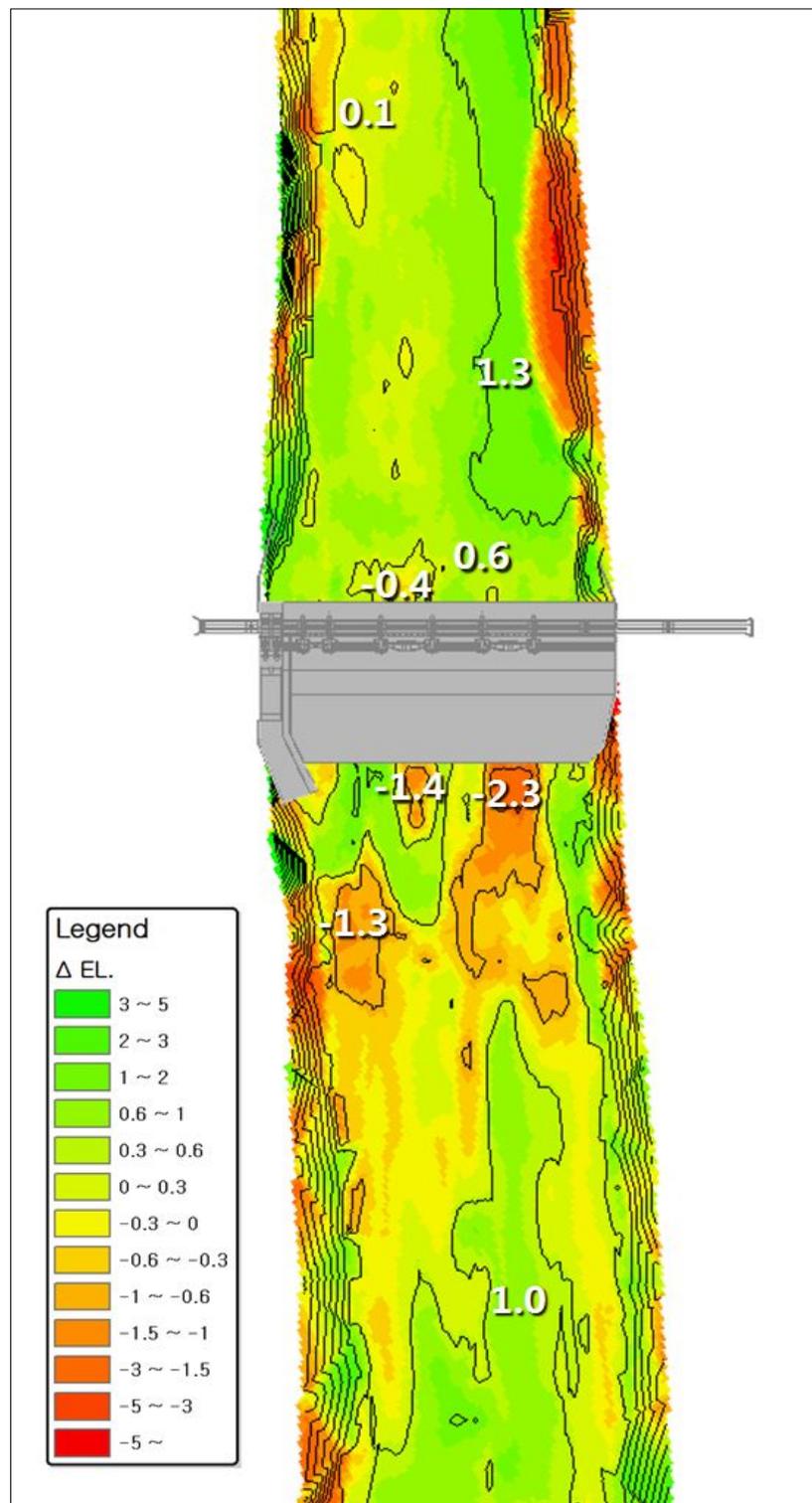
[그림 4-29] 공주보 1차 측량 결과 (EL. m)



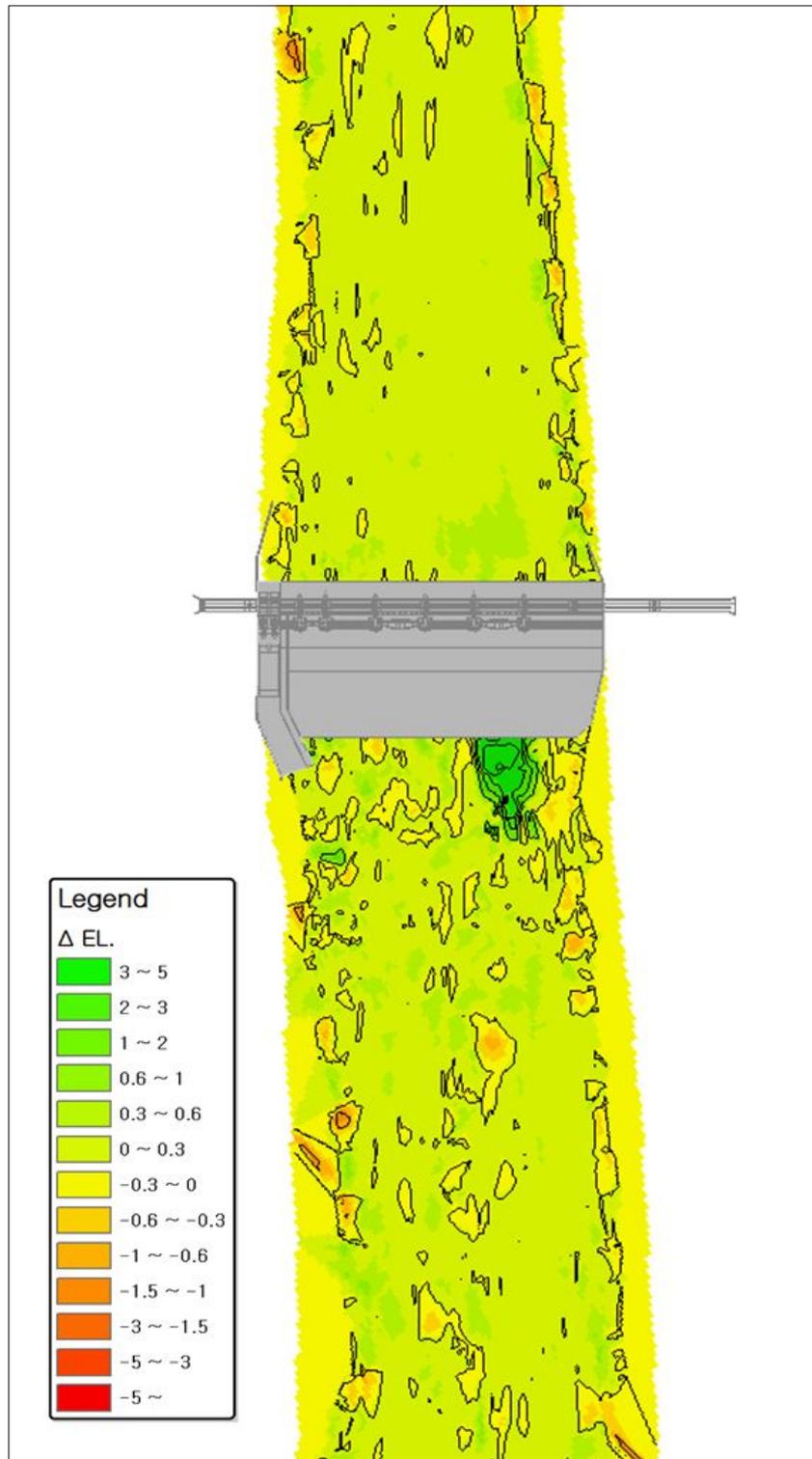
[그림 4-30] 공주보 2차 측량 결과 (EL. m)

4) 공주보 하상변위

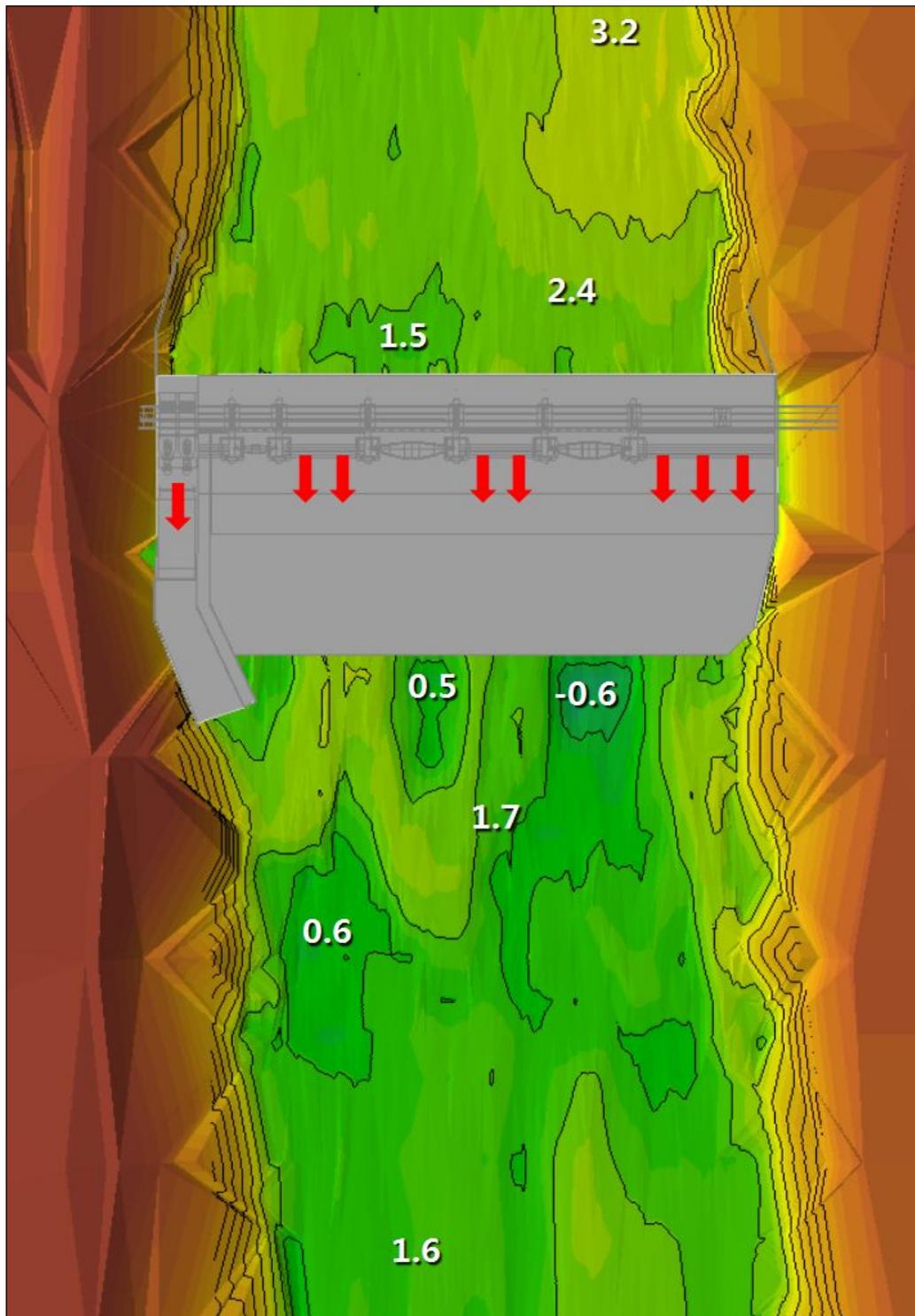
- 설계도 vs 1차 측량 분석
 - 공주보의 보 상·하류부 하상은 일반적인 하천구조물의 유지관리 기준에 미치지 못하는 심각한 침식이 발생하였음
 - 가동보 하류부는 방류수의 에너지와 유속에 의하여 최대 2m이상의 침식이 발생한 것으로 확인됨
 - 특히 공주보의 경우, 2012년 3월과 7월 준공을 앞둔 상태에서 긴급 보수공사를 시행하였음에도 불구하고 침식 현상이 지속적으로 관측되었음
 - 이는 유수의 에너지와 유속으로 인한 침식이 지속되고 있음을 뜻하며, 바닥 보호공의 길이뿐만이 아닌 물받이공과 감소공의 개선이 요구됨
 - 하상 침식현상은 하류 약 300m까지 영향을 미치고 있음
 - 보 상류부는 광역적인 퇴적이 발생하고 있어 준설 하상고보다 약 0~1.3m가량 높게 유지되고 있음
- 1차 측량 vs 2차 측량 분석
 - 1차 측량이 이루어진 3월과 2차 측량이 이루어진 6월 동안의 저·평수기 환경에서의 하상형태는 변화는 거의 나타나지 않았으며, 대부분 $\pm 0.1\text{m}$ 의 수준에서 변화가 관측됨
 - 1차 측량시 보 하류부 좌안에 침식 웅덩이가 위치했던 곳이 오히려 주변부의 하상 보다 2m이상 높게 측량되었으며, 관리기관의 긴급 복구내지는 웅덩이 형태의 하상에 집중퇴적이 발생하였을 가능성이 있음



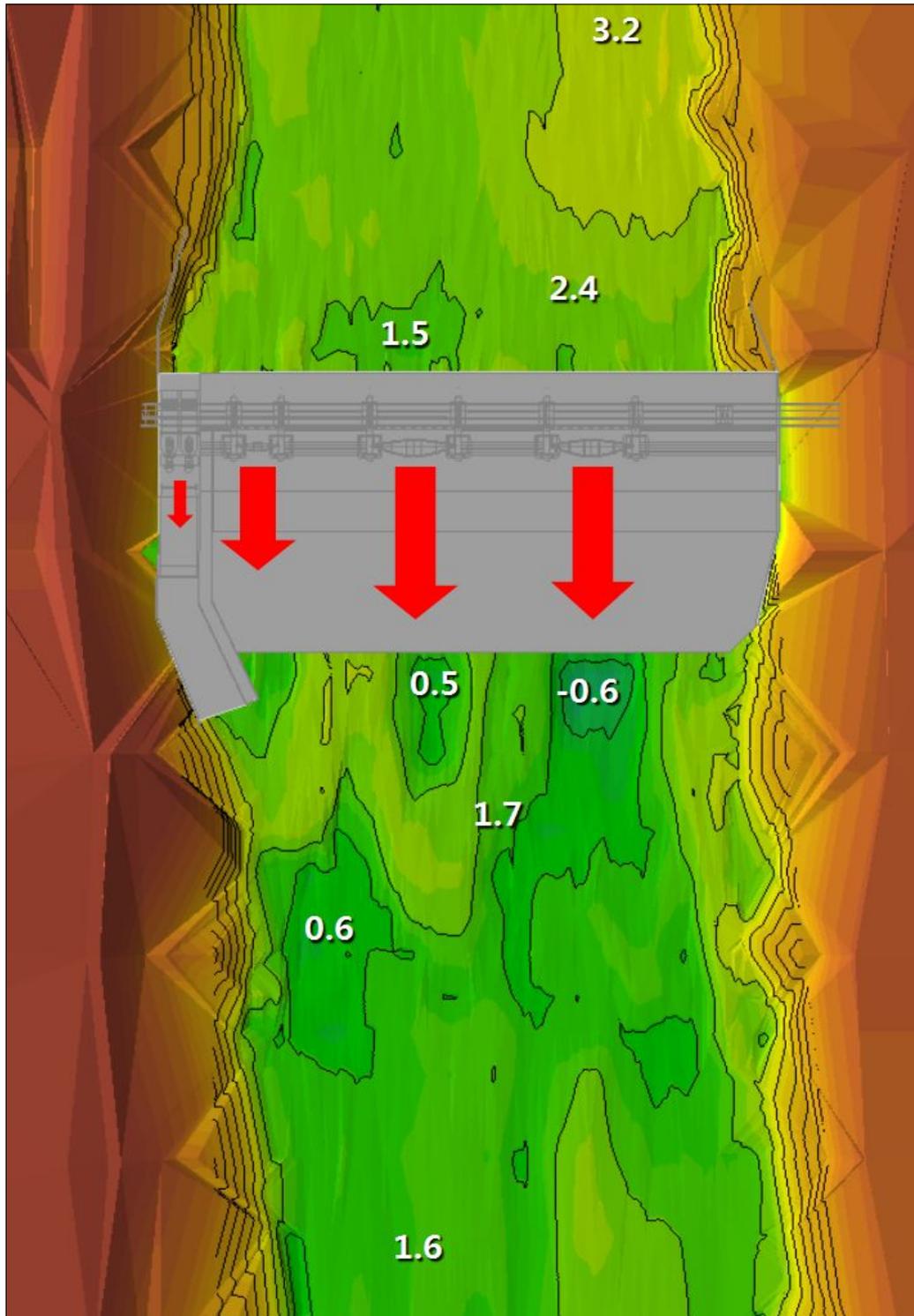
[그림 4-31] 공주보 설계도 vs 1차 측량결과 하상변위 (EL, m)



[그림 4-32] 공주보 설계도 vs 2차 측량결과 하상변위 (EL. m)

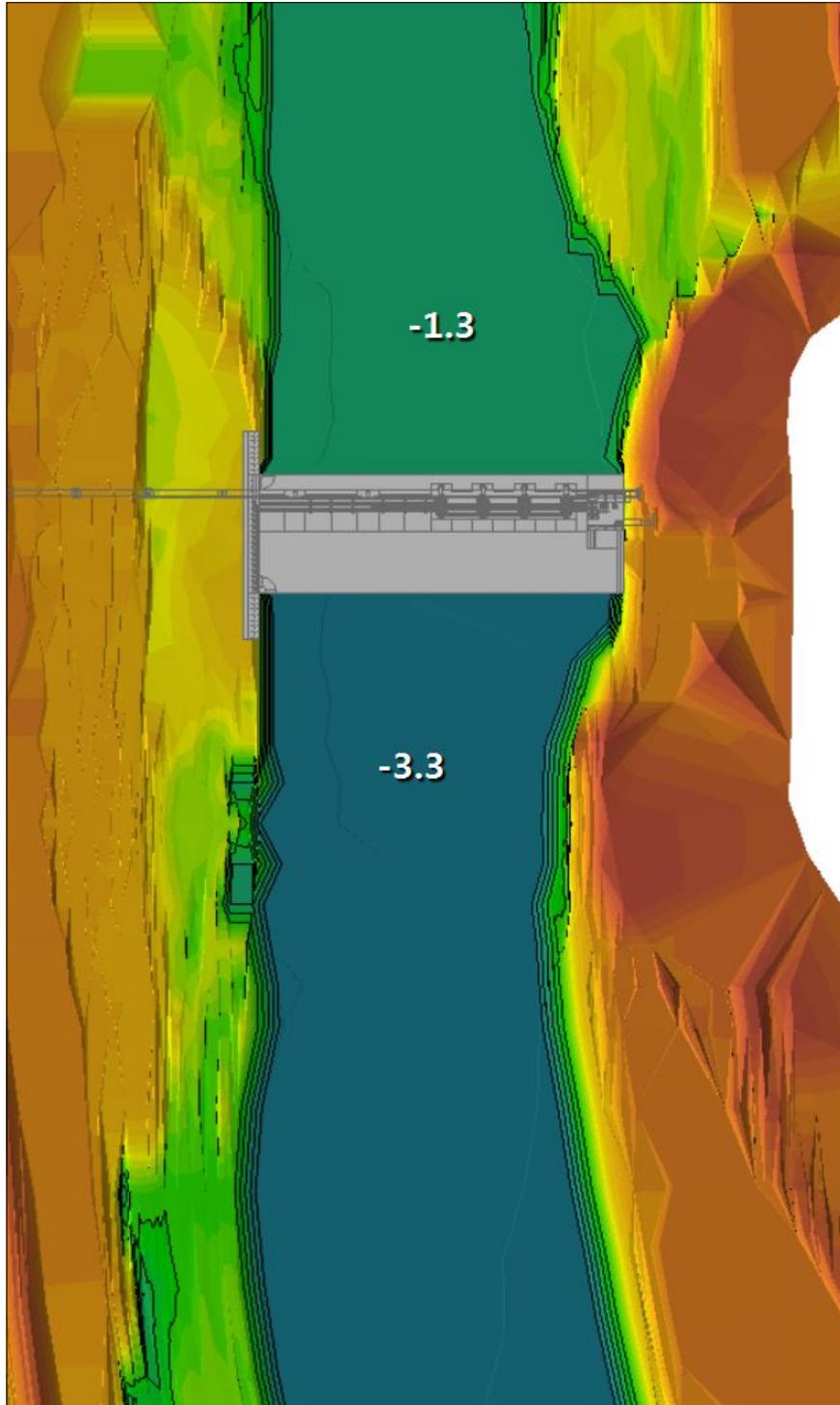


[그림 4-33] 공주보 가동보 담수시 유수 월류 형태 (EL. m)

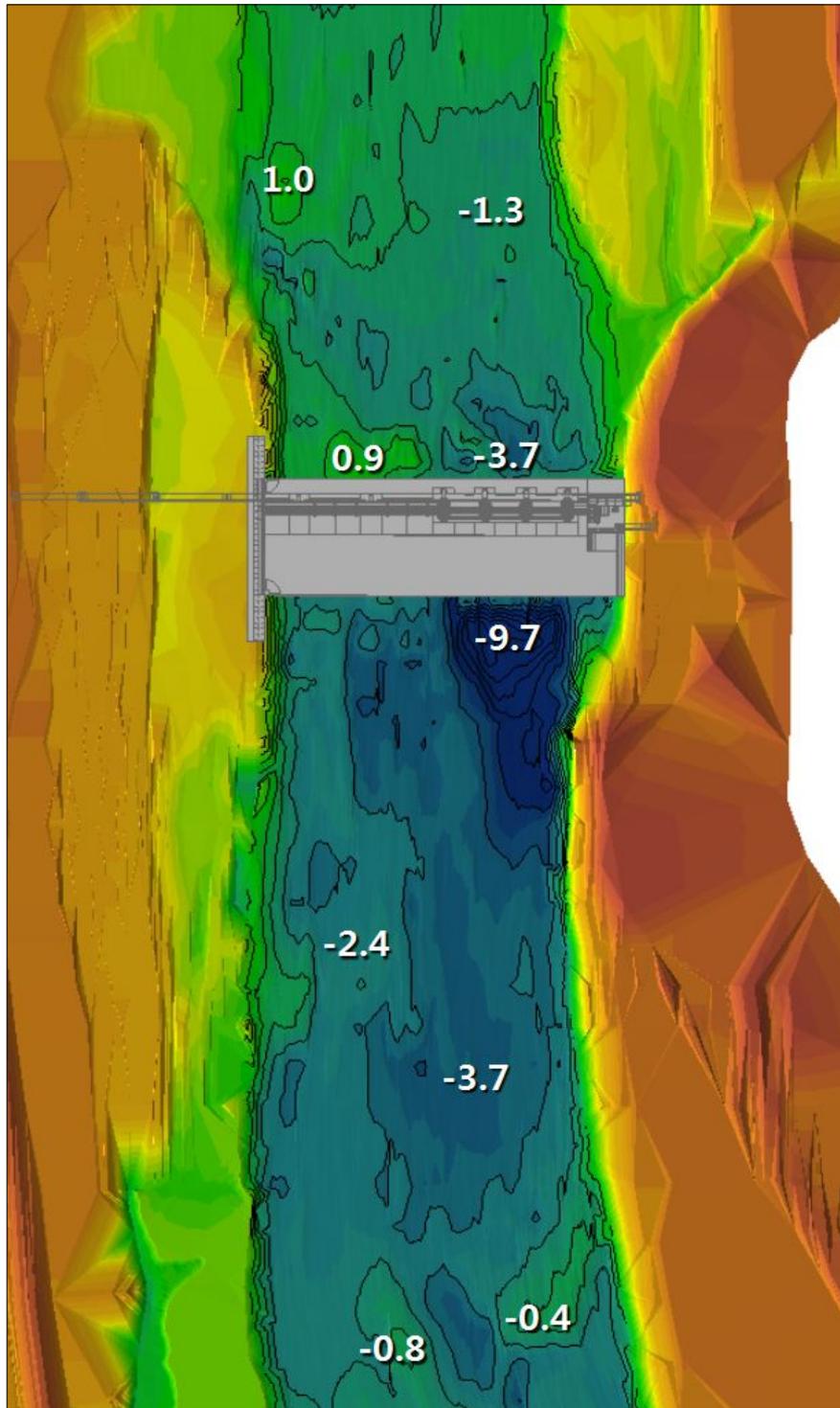


[그림 4-34] 공주보 가동보 개방시 유수 흐름 형태 (EL. m)

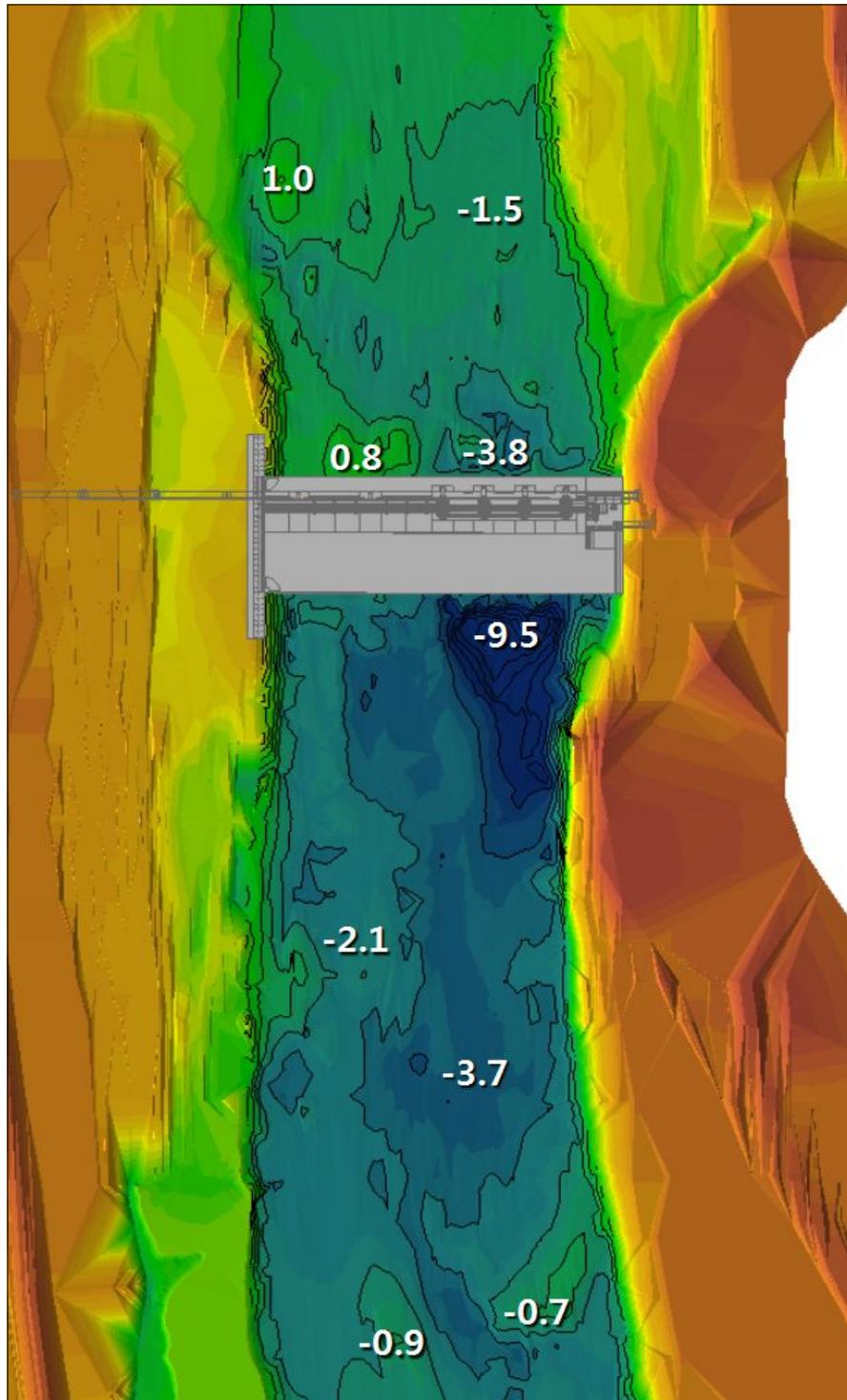
5) 백제보 하상



[그림 4-35] 백제보 금강정비사업 설계 하상 (EL. m)



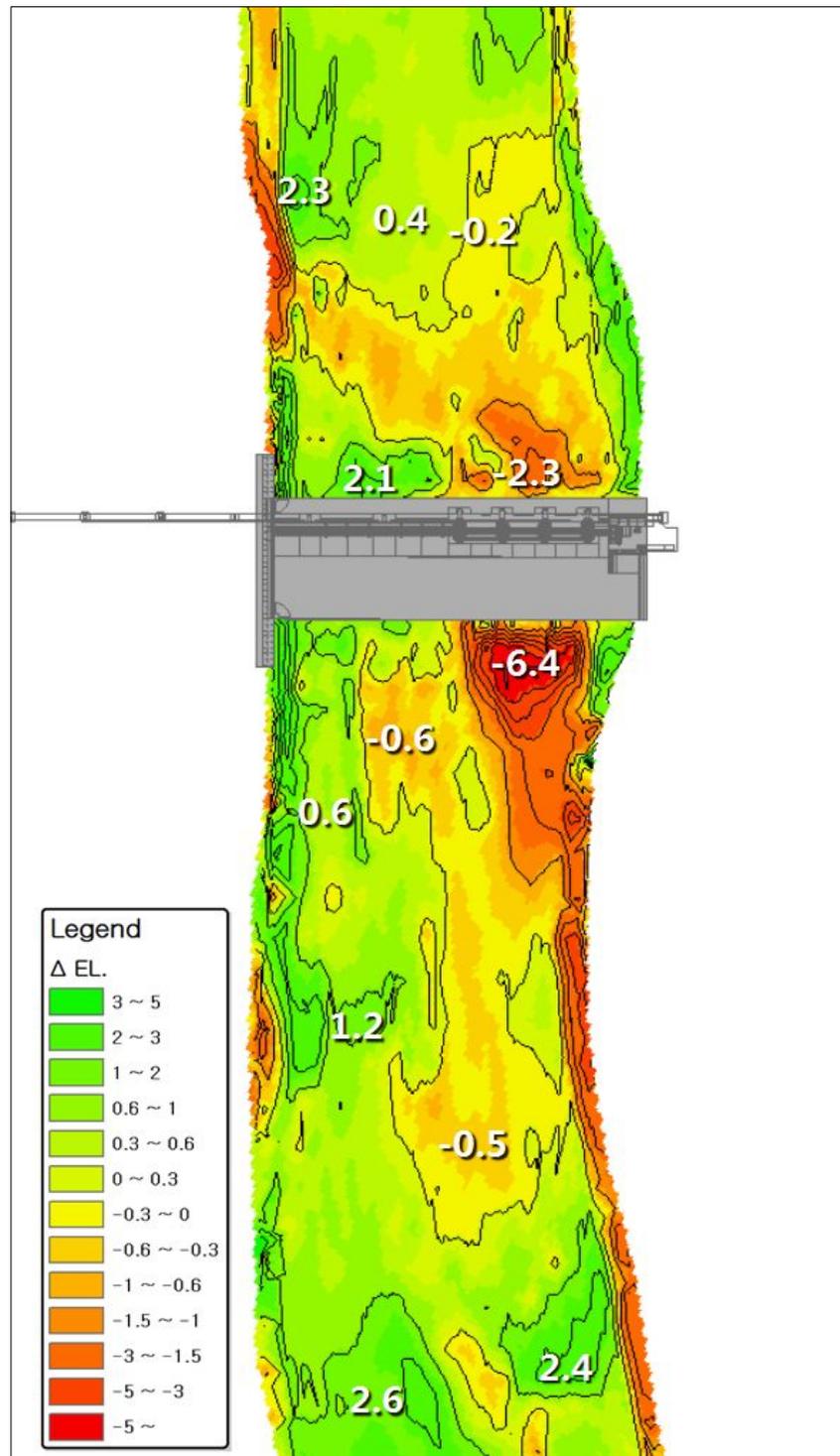
[그림 4-36] 백제보 1차 측량 결과 (EL. m)



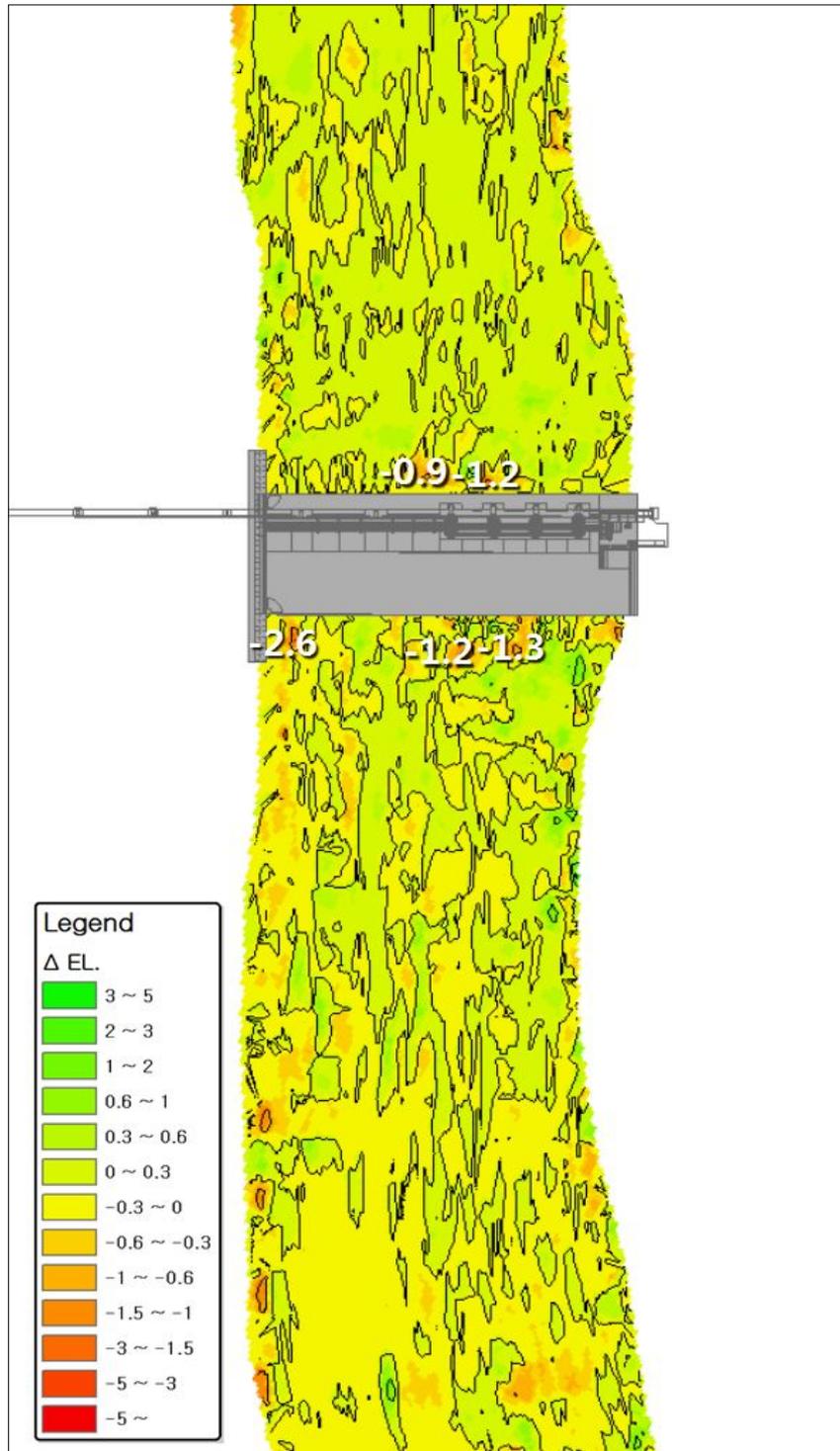
[그림 4-37] 백제보 2차 측량 결과 (EL. m)

6) 백제보 하상변위

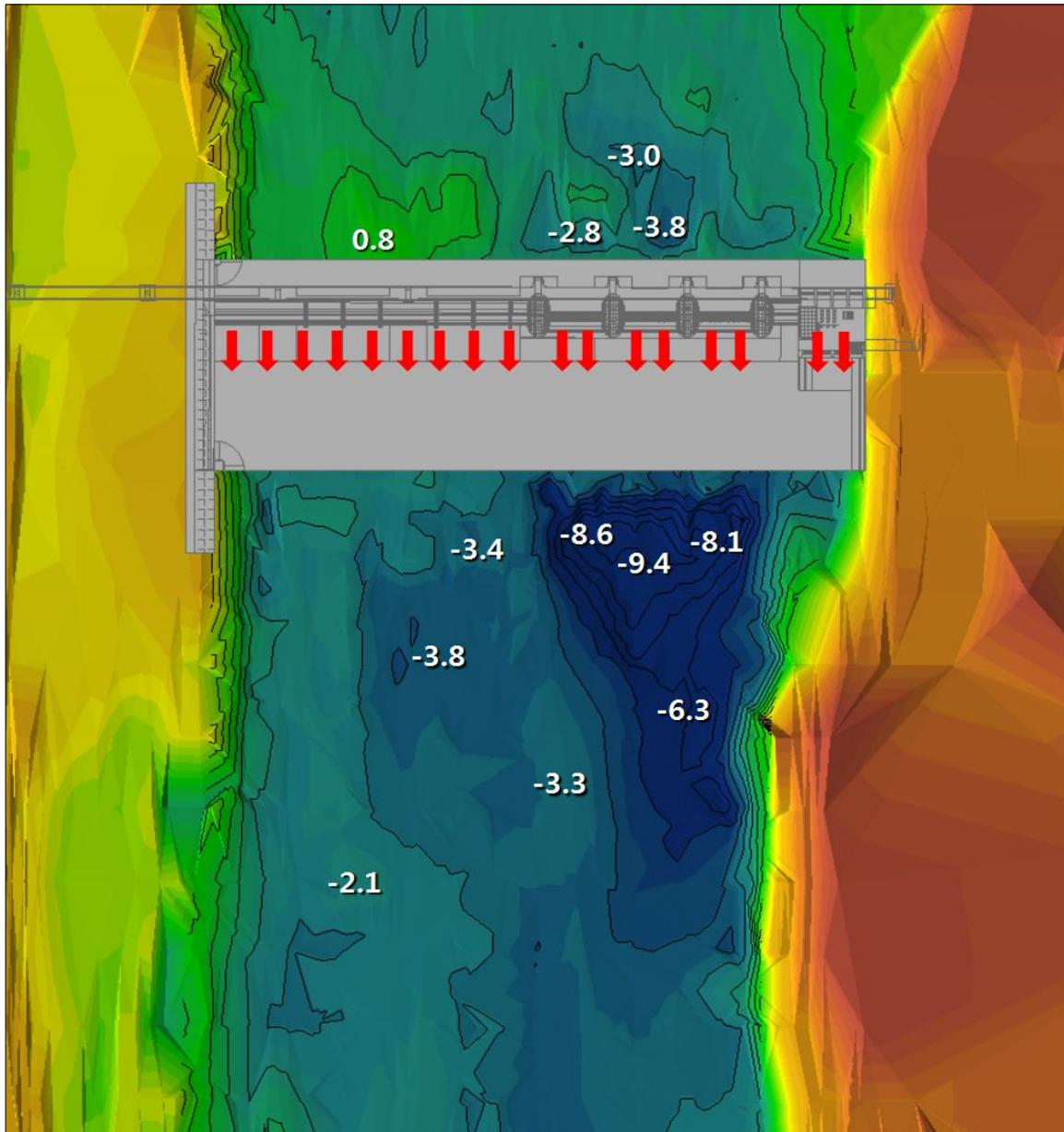
- 설계도 vs 1차 측량 분석
 - 백제보의 보 상·하류부 하상은 일반적인 하천구조물의 유지관리 기준에 미치지 못하는 심각한 침식이 발생하고 있음
 - 특히 가동보 하류부는 방류수의 에너지와 유속에 의하여 최대 6m이상의 침식이 발생하여 EL. -9.5m로 확인됨
 - 침식현상은 백제보에서 하류 약 600m까지 영향을 미치고 있음
 - 또한 가동보가 위치한 백제보 상류부 좌안역시 최대 2m이상의 침식이 발생하여 보 상·하류부가 보의 기초지반 인근까지 침식되어 있음
 - 백제보의 경우 EL. -11m 지점의 풍화암과 EL. -14m 지점의 연암을 기초로 설치되었으나 보 직하부 충적층이 보 상·하류부의 연계침식 작용으로 차수능력을 손실하거나 유실될 경우, 구조적으로 심각한 문제를 야기할 수 있음
- 1차 측량 vs 2차 측량 분석
 - 1차 측량이 이루어진 3월과 2차 측량이 이루어진 6월 동안의 저·평수기 환경에서의 하상형태는 급격한 변화가 나타나지 않았으며, 대부분 $\pm 0.6\text{m}$ 의 수준에서 변화가 관측됨
 - 특히 침식정도가 심각한 보 좌안 하류부의 침식깊이는 변화하지 않았으나, 좌우로 확산되고 있음이 확인됨
 - 보 하류부는 사실상 풍화암 지층까지 노출된 것으로 판단되며 풍화암 상부 퇴적층의 모래와 점토 등의 침식이 진행되면서 바위나 호박돌로 구성된 약 1~2m의 장갑화 층이 형성된 것으로 추정됨



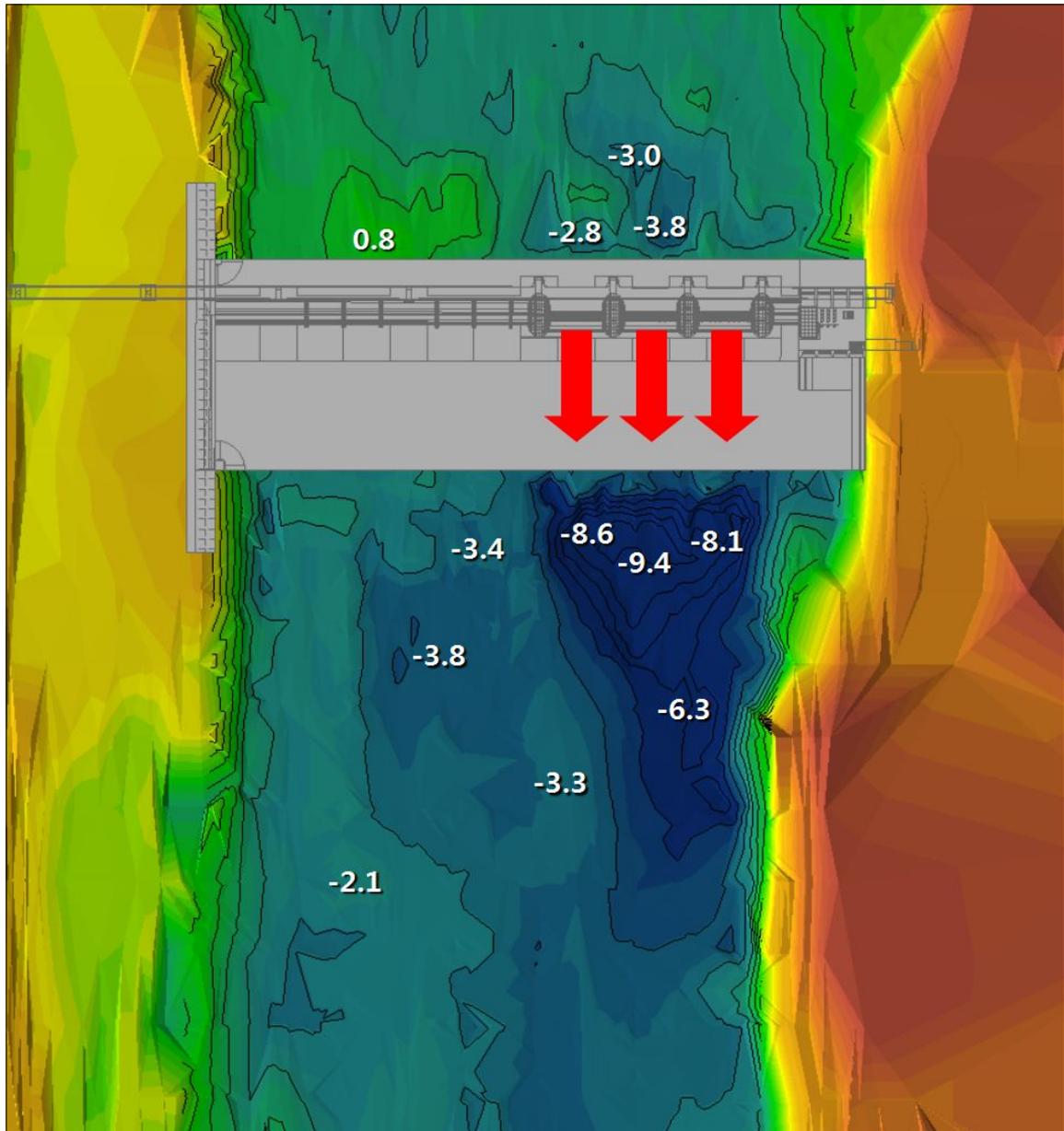
[그림 4-38] 백제보 설계도 vs 1차 측량결과 하상변위 (EL. m)



[그림 4-39] 백제보 1차 vs 2차 측량결과 하상변위 (EL. m)



[그림 4-40] 백제보 가동보 담수시 유수 월류 형태 (EL. m)



[그림 4-41] 백제보 가동보 개방시 유수 흐름 형태 (EL. m)

마. 하상 변화 평가

- 3개 보 수문의 직상·하류부에서 하상이 침식되는 현상이 공통적으로 발생하고 있음
- 침식은 유수의 에너지와 속도에 의하여 발생하는 것이며, 금강에 설치된 3개보는 수문개방시 증가하는 유수의 에너지와 속도로 지속적인 침식현상이 진행중인 것으로 보임

1) 준설에 따른 하상변화

- 자연하천은 장기간에 걸친 최적화 과정을 통해 하상 구간의 흐름조건에 가장 잘 적응한 하도형태 및 하상특성을 가지고 있다는 사실 인식할 필요가 있음
- 준설은 하상의 평형상태를 파괴하는 과정이며 하상변화는 필연적으로 발생함
- 일반적인 충적하천의 경우 하상의 표층은 홍수기 이후 가는 재료로 구성되지만 표층이 제거되고 저하된 하상은 시간이 진행됨에 따라 다시 가는 재료로 표층이 구성되는 것이 일반적이지만, 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 필요
- 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 유사 퇴적 유도 하게 됨
- 보 상류구간
 - 보의 설치 후 상류 정체구간은 난류에너지를 감소시키는 효과가 나타나 부유하여 하류로 이동하던 부유사가 보설치 및 이에 따른 난류에너지 감소의 영향으로 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 홍수시에만 발생하는 것이 아니라 거의 모든 흐름조건에서 발생하게 되며, 특히 모래하상의 경우는 지속적인 침식이 하상보호공의 끝단에서 발생할 것으로 예상됨
 - 하상보호공은 바닥에 존재하는 대형 유사 입자간 충격에 의해 파손된 가능성을 항상 가지고 있음, 홍수시 대규모 유량의 경우 호박돌 이상의 바닥재료 역시 이동시킬 수 있을 정도의 에너지 보유
 - 기존의 돌쌓지, 돌망태 등을 이용한 하상보호공은 홍수시 유실의 위험성 존재(예: 2011년 안동보 돌쌓지 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 하상변화 일으킬 수 있어 세심한 주의가 필요함
- 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 존재함
- 그러나 현재 기술 개발 여건상 고려하기 어려운 부분과 예측 불가능한 부분이 있어 안전율을 높인 관리 방안의 도출이 필요할 것으로 판단됨
- 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, 댐설계기준에 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 15m 미만인 경우
 - 유수 저류에 의한 유량조절을 목적으로 하지 않는 경우
 - 양끝부분을 제방이나 하안에 고정시키는 경우
- 댐설계기준의 적용 범위 정의
 - 「이 기준은 댐 건설 및 주변지역 지원 등에 관한 법률^㉔이 정하는 높이 15m 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

15m 미만의 시설(이하 ‘소규모댐’이라 한다.)에 대해서도 적용을 권장한다.」

- 하천설계기준에서는 댐과 보의 구별이 명확하지 못하나 일반적인 기준에 의하여 구분하고 있으나, 안정성을 요구하는 댐설계기준에서는 댐과 구조가 유사한 15m 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 4-12] 금강 3보와 조정지댐의 규모 비교

구 분		세종보	공주보	백제보	대청 조정지댐	충주 조정지댐	합천 조정지댐
저수량 (백만m ³)		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 (CMS)	저수량	44.21	46.62	48.15	15.12		
	평수량	69.14	73.07	76.49	25.93		
	풍수량	160.76	170.49	177.76	54.98		



[그림 4-42] 대청조정지댐 하류부 전경



[그림 4-43] 충주조정지댐 하류부 전경



[그림 4-44] 합천조정지댐 전경

5. 지류하천 역행침식 조사

가. 금강정비사업의 하상유지 계획

- 2009년 7월 「4대강 살리기 마스터플랜」이 최종 확정 공개되기 전의 자료를 참고하여 「금강수계하천기본계획(변경)」이 2009년 6월 수립되었음
- 대강의 분류 전구간에 대한 하천기본계획을 수립하기 위해선 기초자료 조사 및 하천 측량 등의 시간이 소요되는 과정이 많기 때문에 기본계획 변경 수립 진행과정에서 「4대강 살리기 마스터플랜」의 반영된 것으로 보임
- 금강정비사업(금강살리기사업)의 주요 내용인 하천환경정비, 하천개수사업(제방보강, 자전거도로, 하도정비, 다기능보, 교각보호공, 배수문/통문, 양·배수장 보강(지자체, 농어촌공사), 농업용저수지 증고 사업등과 함께 지류하천을 대상으로 하상보호공 사업이 검토 반영되었음
- 다음은 「금강수계하천기본계획(변경)」의 하상보호공 관련 내용의 전문임

[표 4-13] 금강수계하천기본계획(변경) 하상보호공 관련 문헌-1

- 하상보호공 추진필요성
 - 하도정비를 시행함에 따라 지류하천 유입부에서 단락 발생
 - 지류하천 하상의 안정을 도모하기 위한 보호공 필요
- 사업위치 : 하도정비 구간내 지류하천 유입부
- 사업량 : 35 개소
- 기대효과
 - 지류하천의 하상경사를 완화시켜 하상을 유지
 - 지류하천의 종단과 횡단형상을 유지
 - 국부세굴을 방지하여 지류하천 제방 등의 구조물 보호
- “4대강 살리기 마스터플랜”의 하도정비계획은 하도준설을 병행하고 있어, 금강에 직접 유입하는 지류 합류점에 급한 낙차가 발생하며 이로 인해 급격한 하상변동이 예상된다. 금강과 지류합류점에 낙차가 발생하는 구간은 장기적으로 지류 하천시설물에 악영향을 미칠 수 있으므로 분류와 지류의 하상경사를 동일하게 하여 세굴 및 퇴적, 홍수소통지장을 최소화 할 수 있도록 낙차공 및 대공 설치를 계획하였다.

[표 4-15] 금강수계하천기본계획(변경) 하상보호공 계획 지류하천

하 천 명	안별	측점(No.)	하구로부터 거리(km)	저수로 폭(m)	비 고
석 성 천	좌	38+220	38,220	40	
화 수 천	우	39+520	39,520	5	
상 황 천	우	41+990	41,990	7	
봉 두 천	좌	41+490	41,490	7	
북 고 천	우	46+200	46,200	10	
왕 포 천	좌	46+200	46,200	18	
장 암 천	좌	49+400	49,400	4	
금 천	우	49+400	49,400	65	
은 산 천	우	52+540	52,540	43	
가 증 천	좌	55+320	55,320	8	
지 천	우	57+810	57,810	40	
자 왕 천	좌	61+430	61,430	12	
잉화달천	우	61+430	61,430	20	
중 평 천	좌	63+390	63,390	8	
운 곡 천	좌	64+510	64,510	6	
치 성 천	우	67+910	67,910	18	
대 학 천	좌	69+500	69,500	5	
어 천	우	72+060	72,060	9	
용 성 천	좌	74+180	74,180	16	
검 상 천	좌	75+630	75,630	6	
보 흥 천	우	77+320	77,320	4	
유 구 천	우	80+190	80,190	50	
박 산 천	좌	81+610	81,610	5	
도 천	우	82+600	82,600	5	
제 민 천	좌	84+790	84,790	14	
정 안 천	우	84+790	84,790	43	
월 송 천	우	87+680	87,680	7	
혈 저 천	좌	87+680	87,680	11	
무 릉 천	우	88+800	88,800	5	
왕 촌 천	좌	89+280	89,280	14	
석 장 천	우	91+190	91,190	7	
마 암 천	좌	93+590	93,590	7	
도 남 천	좌	95+390	95,390	5	
원 봉 천	좌	96+340	96,340	3	

※출처 : 대전지방국토관리청, 2009. 6, 금강수계하천기본계획(변경)

나. 역행침식의 특성

- 역행침식(Headward erosion, Retrogressive erosion, Backward erosion, 向源浸蝕)은 하류 하상경사와 상류 하상경사 사이 경사가 급격히 변화하는 천이점(Neck point)의 하상고가 침식되 저하되는 두부침식(Head cut)과 동시에 상류의 하상고 저하 및 하상경사 증가로 발생하는 호안 침식을 포함하여 하상 단면을 변화시키는 침식현상이 하상경사 변화와 더불어 하류에서 상류로 이동하면서 발생하는 침식 현상을 의미함
- 역행침식은 매우 다양한 원인이 존재하며 가장 중요한 원인 중 하나는 단절된 합류점에서 발생하게 되는 충격, 와류, 간극수의 흐름 등에 의한 현상으로 고려할 수 있음
- 준설 이전에는 동일한 하상고를 유지하던 합류점에서의 본류와 지류 하상고가 본류의 준설에 의해 단절이 발생하며, 본류의 하상고는 저하되지만 지류의 하상고가 기존의 위치를 유지하는 경우에 합류점에서의 준설고만큼의 표고 단절이 존재하게 됨
- 또한 다양한 수리영향에 의하여 시작된 충격에 의한 침식은 Snowball Effect로 귀착되어 보다 대규모 침식으로 진행될 수 있음
- 기존의 낙차가 존재하지 않던 흐름 구조에서 본류 준설에 의해 낙차가 존재하는 흐름 구조로 변화한 지류 흐름 조건에서는 합류점 하류에서의 낙차 규모의 소용돌이 또는 대폭 증가한 난류전단력이 발생할 수 있음
- 소용돌이 및 난류의 증가는 국부세굴의 문제와 동일하게 단절면에서 침식 및 부유를 지속적으로 야기하고 단절면을 점차적으로 지류의 상류방향으로 이동시켜 하도 전면에 걸쳐 대규모 침식을 야기할 수 있음

다. 조사 구간

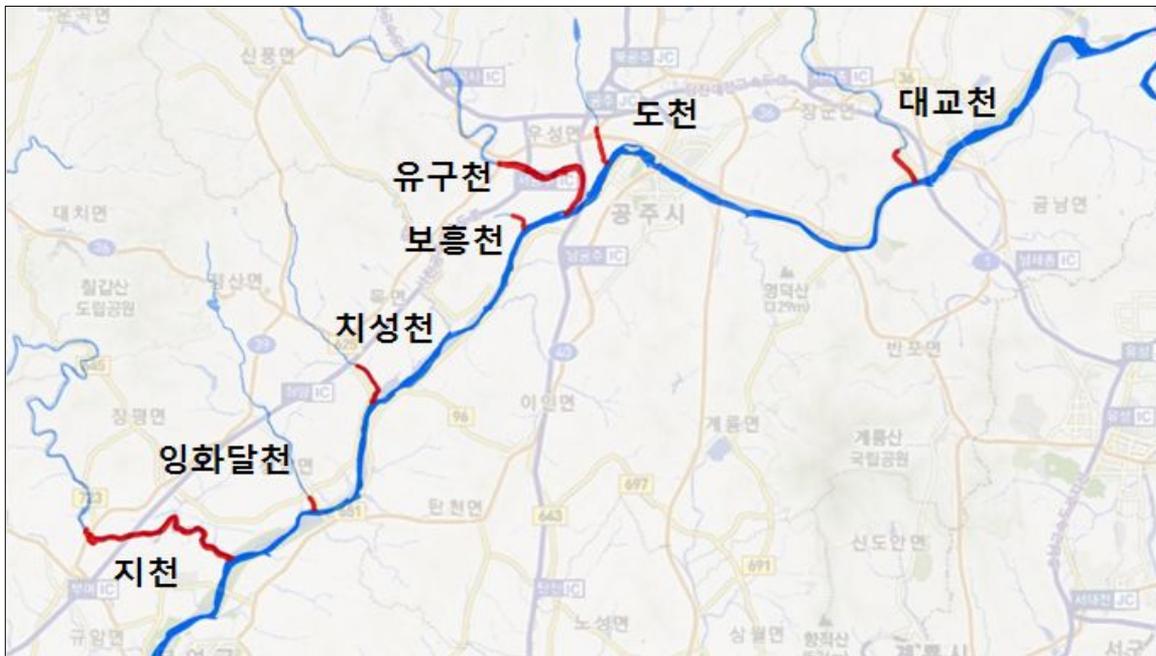
- 미호천 합류부~금강하굿둑까지 유입되는 지류하천을 대상으로 역행침식 발생 현상 조사

라. 조사 방법

- 지류하천의 금강 본류에 유입되는 말단지점으로부터 역행침식이 발생한 최상류지점까지 조사 관측
- 금강 유입지점 역행침식 발생 지류하천의 상류방향 영향권 전구간 조사

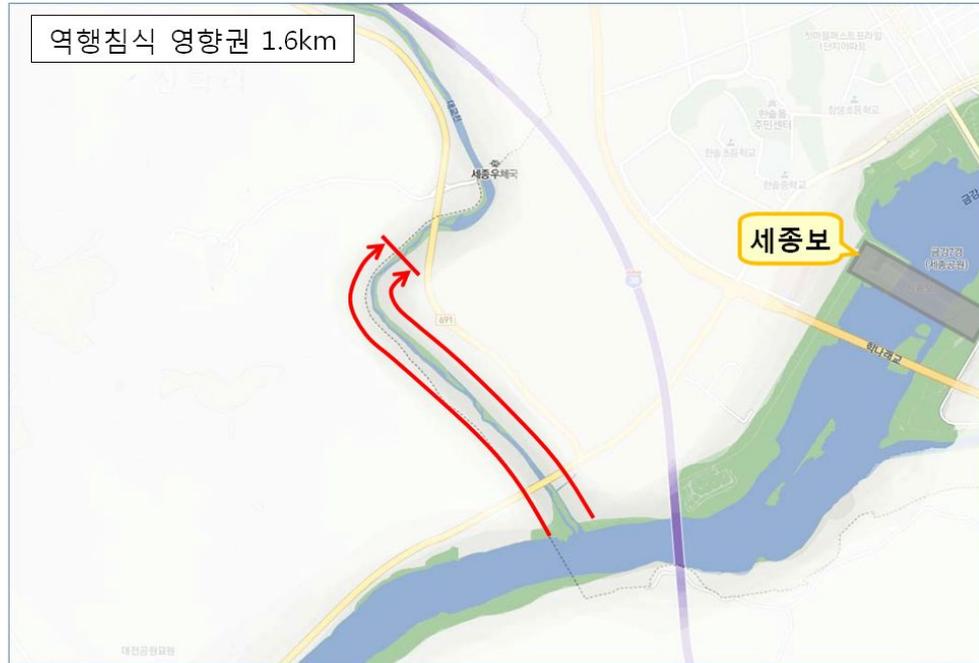
마. 조사 결과

- 지류하천의 호안침식을 포함한 역행침식이 발견된 하천은 대교천, 도천, 유구천, 보흥천, 치성천, 잉화달천, 지천으로 세종보 상류부로부터 백제보 하류부지역에 집중적으로 위치하고 있음
- 2010~2012년 하천의 준설 진행중에는 금강 본류 하상과 지류 하상 높이의 단차로 인하여 주로 지류가 본류로 유입되는 말단부에 역행침식이 발생하여 하상보호공이 설치되었으나 하천의 소류력을 견뎌내지 못하고 유실되어 재시공되는 경우가 빈번하게 발생하였음
- 그러나 2012년 풍수기 이후 주로 지류하천 말단부에서 발생한 역행침식의 영향은 지류를 거슬러 올라 상류방향으로 역행하면서 전파되기 시작하였음
- 본류의 낮아진 하천 하상고의 영향으로 지류의 하상고도 낮아지기 시작하였으며, 상류로 전파되면서 하천의 경사가 증가되고 유속이 빨라지는 현상이 나타나면서 그동안 평형하상 상태에서 유지되어오던 지류의 저수호안이 무너지기 시작하였고, 본격적인 호안침식이 지류를 따라 역행하면서 발생하기 시작함
- 발생 특성은 유량이 크고 유속이 빠를수록 상류로 멀리 전파되는 것으로 확인됨



[그림 4-45] 주요 침식 발생구간

1) 대교천



[그림 4-46] 대교천 역행침식 현황



[그림 4-47] 대교천 1지점 역행침식 전경

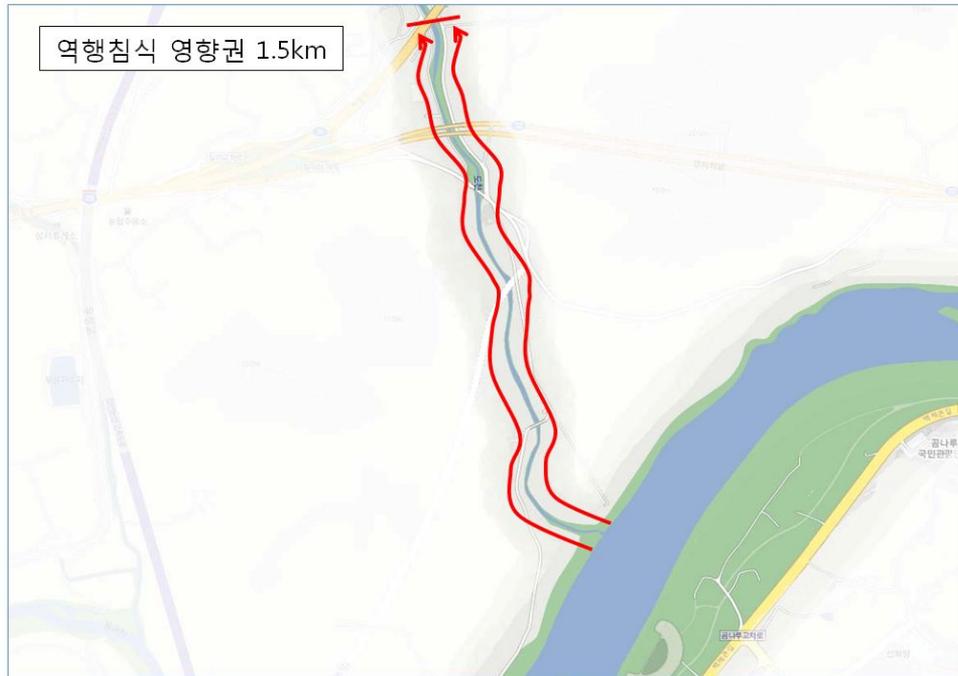


[그림 4-48] 대교천 2지점 역행침식 전경



[그림 4-49] 대교천 3지점 역행침식 전경

2) 도천



[그림 4-50] 도천 역행침식 현황



[그림 4-51] 도천 1지점 역행침식 전경

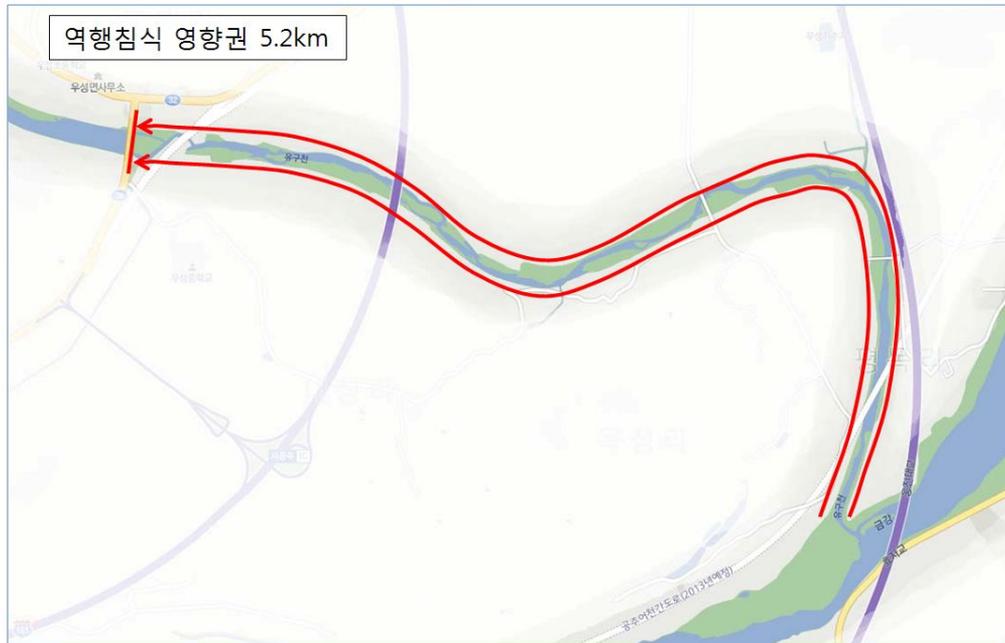


[그림 4-52] 도천 2지점 역행침식 전경



[그림 4-53] 도천 3지점 역행침식 전경

3) 유구천



[그림 4-54] 유구천 역행침식 현황



[그림 4-55] 유구천 1지점 역행침식 및 보 붕괴 전경



[그림 4-56] 유구천 2지점 역행침식 전경



[그림 4-57] 유구천 3지점 역행침식 및 취수시설 노출 전경

4) 보흥천



[그림 4-58] 보흥천 역행침식 현황



[그림 4-59] 보흥천 1지점 역행침식 전경

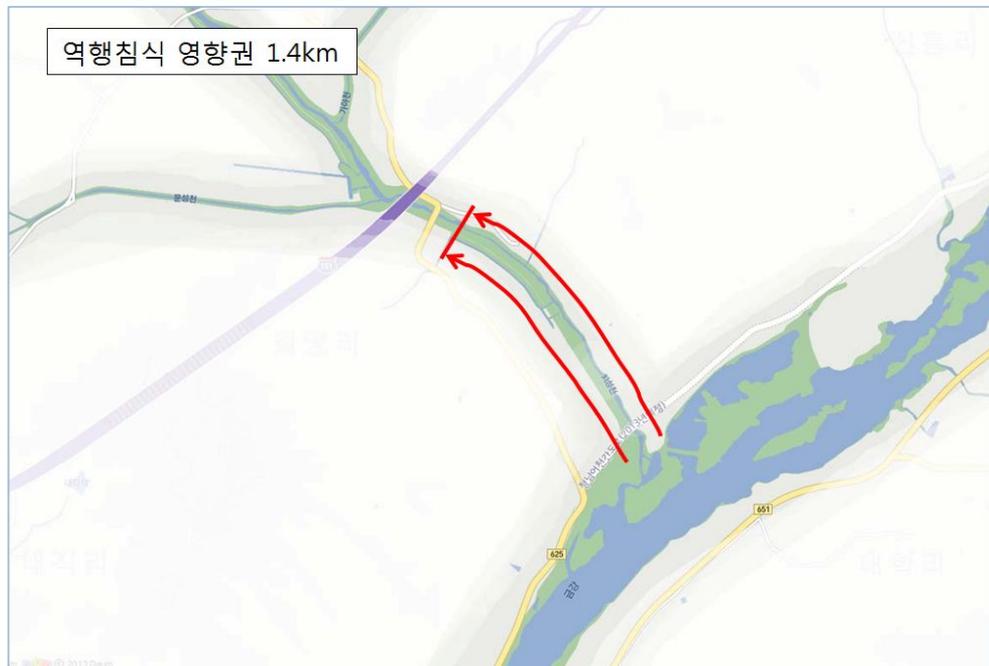


[그림 4-60] 보흥천 2지점 역행침식 전경



[그림 4-61] 보흥천 3지점 역행침식 전경

5) 치성천



[그림 4-62] 치성천 역행침식 현황



[그림 4-63] 치성천 1지점 역행침식 전경

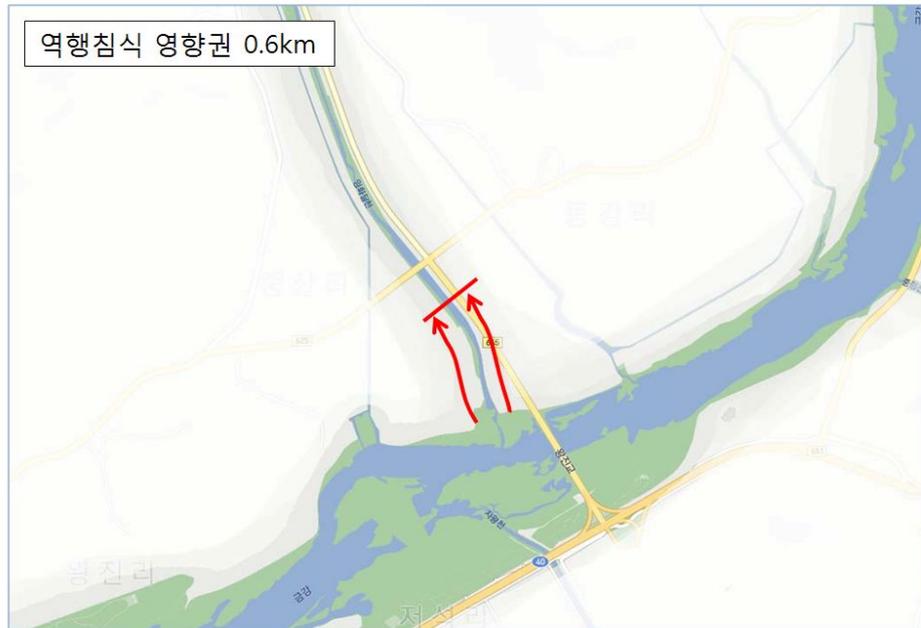


[그림 4-64] 치성천 2지점 역행침식 전경



[그림 4-65] 치성천 3지점 역행침식 전경

6) 잉화달천

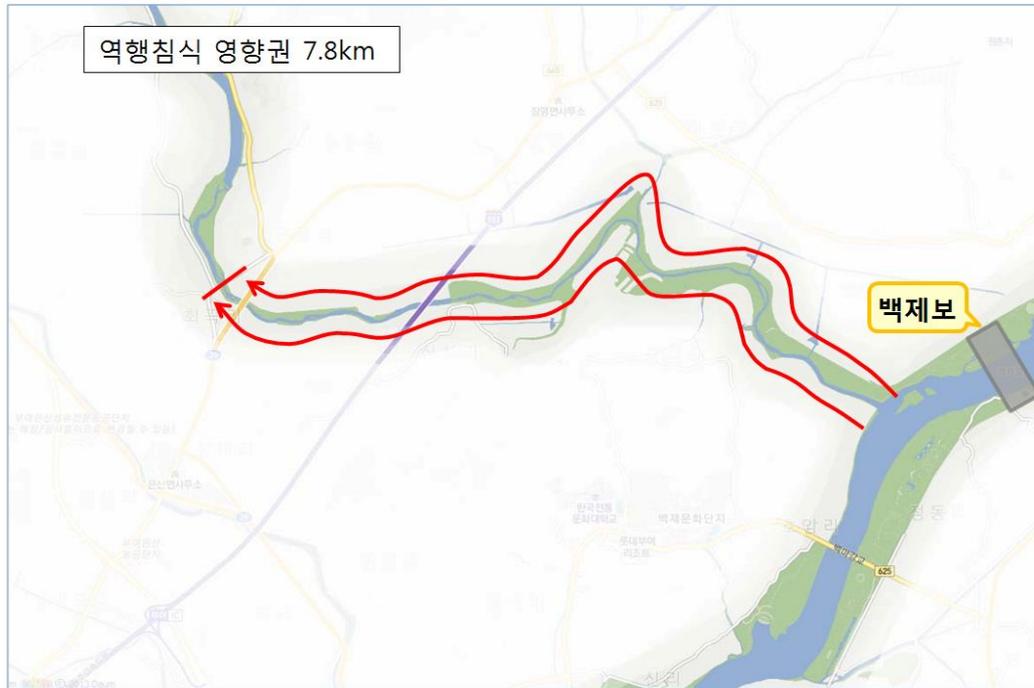


[그림 4-66] 잉화달천 역행침식 현황



[그림 4-67] 잉화달천 1지점 역행침식 전경

7) 지천



[그림 4-68] 지천 역행침식 현황



[그림 4-69] 지천 1지점 역행침식 전경



[그림 4-70] 지천 2지점 역행침식 전경



[그림 4-71] 지천 3지점 역행침식 전경



[그림 4-72] 지천 4지점 역행침식 전경



[그림 4-73] 지천 5지점 역행침식 전경



[그림 4-74] 지천 6지점 역행침식 전경

바. 역행침식 발생 현상 평가

- 금강 유역에 존재하는 지류 하천과 금강 본류의 합류 특성을 파악하는 과정을 통해 주요 원인에 대한 보다 정량적인 판단이 가능 하지만 현재까지의 기술 수준이 이러한 영향을 모두 고려할 수 있을 정도로 발달하지 못했으므로 기본적으로 하상고와 하폭의 변화 정도를 측량하여 확인하는 것이 우선임
- 기발생하여 지류의 상류부로 충분히 진행된 역행침식은 본류의 영향보다 지류 내 존재하는 흐름이 변화구간에 주는 영향이 클 것으로 판단
- 지류하천에서 발생하고 있는 침식 현상이 안정화 단계에 접어들고 있는지에 대한 지속적인 모니터링이 필요함

1) 세종지구 지류하천

- 금강 본류 대규모 준설로 지류하천인 대교천, 삼성천, 용수천이 하상이 낮아지고, 저수호안과 하상보호공이 유실되어 재시공이 이루어졌으나 반복 침식되어

무너졌음

- 2012년 7월부터 2013년 7월까지 세종지구 일대 금강 본류로 연결되는 지천 하류를 현장조사 결과, 대교천, 삼성천, 용수천에서 교각 주변 저수호안이 유실되고 하천 보호시설들이 붕괴되는 등 역행침식 현상과 피해가 확인됨
- 삼성천은 보시설과 배수문 주변이 쇄굴되어 붕괴되었고, 보행교 주변도 무너졌으며, 대교천은 하상보호공이 떠내려 갔고, 보행교 양안 호안이 붕괴되어, 재시공이 이루어졌음에도 반복해서 호안 시설 일부가 침식됨
- 용수천은 보행교 아래가 하상이 패여 깊어졌고, 하류부 돌보는 재퇴적이 이루어졌으며, 본류 합류점 양안 침식 발생
- 하천 모두 보강공사를 한지 1년이 채 안되어, 다시 유실되었으며, 주변 제방이나 방류구 시설도 쇄굴되었으며, 집중강우나 홍수시 피해가 더 커질 것으로 판단됨



<2012.07.10 삼성천>



<2012.09.27 대교천>



<2013.01.31 용수천>



<2013.02.15 대교천>

[그림 4-75] 세종지구 지류하천 침식 현황

2) 도천

- 2013년 3월 도천 신평교 지점부터 하류방향으로 좌안 사면 대규모 유실 발생, 길이 약 50m 정도의 사면이 침식되어 사면위에 있던 농경지 유실되었으며 사면에 있던 나무들도 침식으로 고사
- 도천 신평교 지점은 금강 합류부에서 약 400m 정도 떨어진 곳으로 3월 발생한 유실은 강우에 의해 일어난 것보다 준설에 의한 하상변화로 역행침식 영향이 더 크게 미친 것으로 판단
- 침식으로 호안 유실이 진행되면서 홍수터에 있던 농경지 일부 침식
- 3월 모니터링 이후 사면 보수 대규모 공사를 진행했지만 6월 모니터링 진행때 공사를 했던 사면 일부 구간의 흩들이 떨어져 나간 것이 확인됨



<2013.03.22>



<2013.05.15>



<2013.06.28>



<2013.08.02>

[그림 4-76] 도천 역행침식 현황

3) 유구천

- 2013년 3월 유구천 금강 합류부에서 2km 상류부 보 우안 호안블럭 붕괴 확인
- 금강 본류 준설로 인해 하상이 낮아지면서 나타난 역행침식의 영향으로 판단됨, 유구천 보는 2012년에 기존 노후된 보를 철거하고 새로 만들어진 보임
- 유구천 하류는 2011년 노후 된 보가 역행침식으로 급격히 붕괴되어 2012년 신설하면서 보강되었음
- 2011년 6월 당시 보가 붕괴된 것을 확인, 공주시에 보의 심각성 전달, 공주시도 확인 했으나, 해당 보에 조치를 취할 여유가 없다고 답변 받음
- 이후 시공사인 SK건설에 보의 문제점을 알리고 금강정비사업의 영향을 설명, 해결을 요구했으나 SK건설은 금강 합류부의 하상유지공 까지만 본인들의 담당이지 그 위의 보에 대해서는 책임이 없다고 답변하였으나 문제가 심각해지자 결국 재공사 진행
- 보 하류 쪽으로 사석보호공을 깔고 있으며, 양쪽 사면에 호안블럭으로 공사를 하고, 기존 보다 어도를 좀 더 완만한 각도로 개선하였으나 우안 호안블럭이 1년도 되지 않아 붕괴됨
- 유구천 하류 역시 역행침식으로 피해를 입은 지점으로 금강 준설의 영향을 크게 받고 있으며, 무리한 준설이 지류지천에 영향을 미치는 만큼 추가 준설은 하천에 미치는 영향에 대한 신중한 검토 요구됨



<2011.06.24>



<2013.02.28>



<2013.02.28>



<2013.03.22>



<2013.06.28>



<2013.08.02>

[그림 4-77] 유구천 침식 및 보수 현황

4) 어천

- 어천~금강 합수부지점에 있는 콘크리트 구조물들이 강쪽으로 쓸려 내려갔음
- 피해 규모는 높이 10m, 길이 100m 이상이고 최초 2012년 여름경에 침식현상이 발생 했지만 2013년 2월 발견당시까지 복구 작업이 되고 있지 않았으며, 구조물이 무너져 내린 후 지속적인 침식으로 흩이 계속 깎여 나가면서 붕괴현상이 이어졌을 것으로 판단
- 발생 후 복구하지 않고 방치했기 때문에 피해가 더욱 커진 것으로 보임



<2013.02.05>



<2013.02.05>



<2013.02.05>



<2013.02.05>



<2013.03.22>



<2013.08.02>

[그림 4-78] 어천 침식 현황

5) 치성천 가마교

- 2012년 보수공사때 양쪽 사면 모두 호안블럭으로 정비를 했지만, 고리연결형 호안블럭이 깨지고 주저앉고 연결 고리 파손 발견
- 치성천 가마교는 금강 본류로부터 2km지점에 위치하며 2011년에 사면이 무너져서 2012년에 대규모 보수공사를 진행함
- 보수공사 당시 역행침식을 막기 위해 좌안, 우안 모두 호안 블럭을 쌓았고 치성천 바닥에 사석들을 깔아 놓았으나, 2013년 봄 좌·우안에 설치한 고리연결형 호안 블럭들 아래에 있는 흙과 자갈들이 인해 깎여 나가면서 호안 블럭들이 주저앉았음
- 호안 블럭만 사석으로 만들어 놓은 사면도 유실되었으며, 모니터링 후 사면은 시멘트로 보수공사를 진행하였고 바닥에 사석들을 더 쌓았음
- 하지만 사석들 역시 2013년 여름 강우로 인해 수량이 늘어나고 유속이 빨라짐으로 인해 하류방향으로 쓸려 내려가고 가마교로부터 상류방향으로 약 1km지점에 높이 약 2m정도의 사면도 침식으로 붕괴된 것을 확인
- 2011년 금강의 대표적인 피해 현장으로, 2012년 대규모 정비와 보강공사를 진행 한 곳이며, 당시 보강공사를 진행하지 않고 침식 현상이 심각해지자 그때서야 보강공사 착수하였으나 1년 만에 다시 유실
- 본류의 지형변화가 지류지천들에게도 영향을 미치는 영향을 보여주고 있으며, 지류하천의 지형변화에 대한 대처와 현장조사 및 필요 지역에 대한 복구작업이 필요할 것으로 보임



<2013.03.22>



<2013.05.15>

[그림 4-79] 치성천 가마교 침식 복구 현황

6) 지천

- 2012년 여름철 우기에 상당부분 진행되었고, 2013년 여름에 우기에 추가로 침식됨, 대규모 농경지로 100평정도의 농경지가 유실됨
- 금강유역 역행침식으로는 가장 심각한 지역이며, 아직 적절한 조치가 없어 추가 침식이 발생할 가능성이 남아 있음
- 지천은 금강합류점 약 1km상류에 150m정도로 호안이 유실되었으며 침식 현상이 추가로 진행되자 설치했던 전신주도 안쪽으로 옮겨졌음
- 붕괴된 농경지는 하천점용허가를 받아 농사를 짓고 있는 지역임
- 금강과 지천의 하상이 안정화 될 때까지 침식이 추가로 지속될 것으로 판단되며 하상변화는 제1지류에서 제2지류 등으로 확대될 가능성이 보이며, 이를 위해서 재자연화에 대한 논의를 시작할 필요가 있음
- 지천의 역행침식 현황 정밀조사가 필요하며 하상단면도 등을 분석하는 과정과 앞으로 진행경과에 대한 시뮬레이션을 통해 적절한 대응 방안을 수립할 필요가 있음



<2012.10>



<2013.09>

[그림 4-80] 지천 호안 침식 현황

제5장 퇴적물 모니터링

1. 조사 목적
2. 퇴적물의 특성
3. 조사 지점 선정
4. 채취 및 분석 방법
5. 분석 결과

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 부족하여 하천·호소의 수체에 미치는 영향을 온전히 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

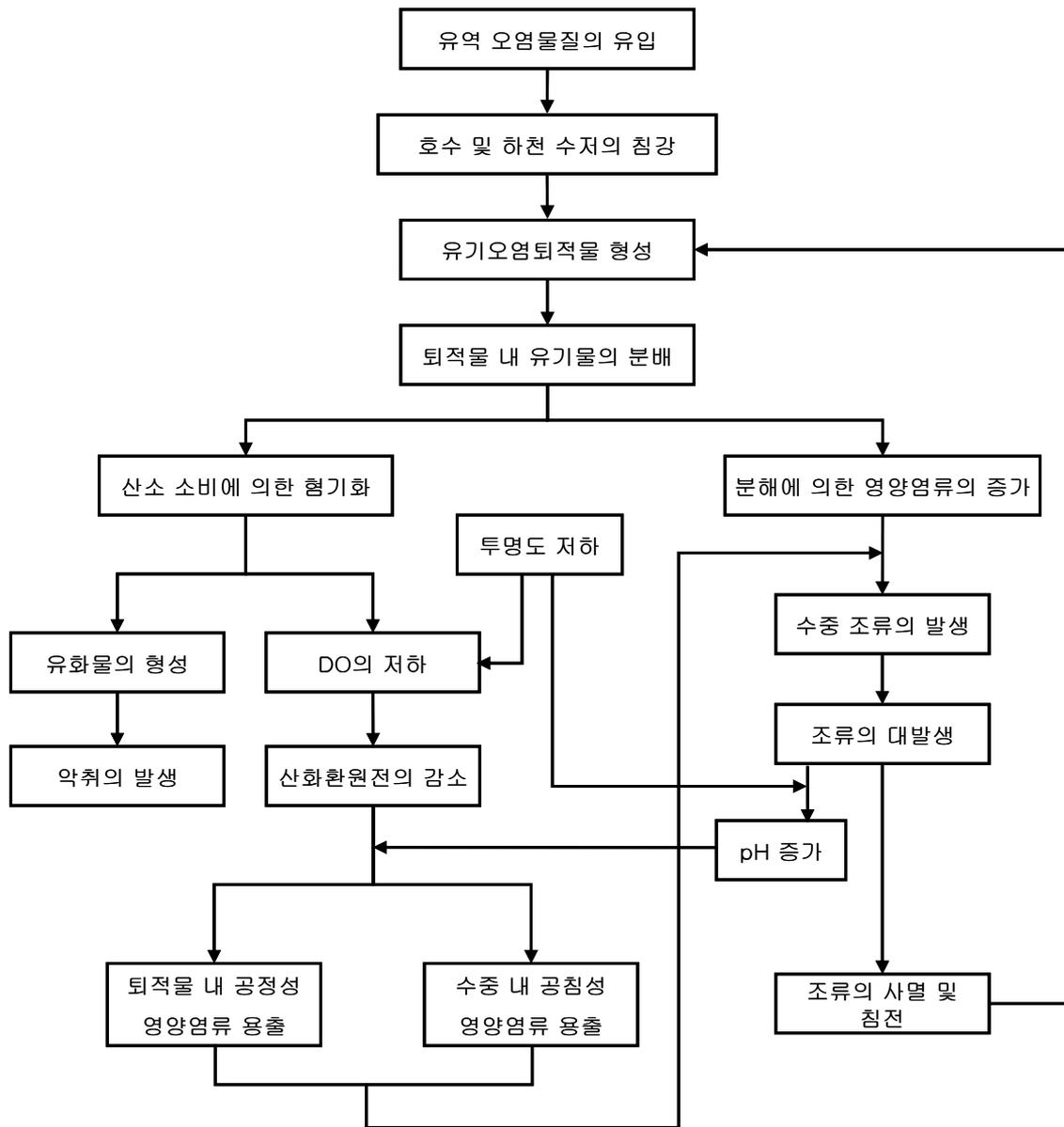
- 토양의 물리화학적 풍화작용에 의하여 부유물질이 발생하여 하류로 유동·침전하여 퇴적물을 형성하며 강우에 따른 하천의 흐름에너지의 변화에 따라 거동하며, 부유물질에 포함된 오염물질은 크게 네 종류로 나눌 수 있음
 - 유기물질 : 용존유기물은 외부에서 유입되는 부유물질 또는 조류 등의 내부 발생 부유물질과 결합함
 - 영양염류 : 퇴적물과 결합된 영양염류는 환경조건에 따라 수체로 방출되므로 퇴적물은 오염물질의 저류조 역할을 함
 - 독성 무기성 오염물질 : 중금속 등은 부유물질에 흡착되어 유출
 - 독성 유기성 오염물질 : 농약 등은 친수성/소수성 및 용해도 등 특성에 따라 부유물질과 함께 유출
- 부유물질의 주요발생원은 풍화작용 및 수체내부 발생원, 즉 조류와 Calcite의 침전이며, 내부적인 발생원이 외부에서의 오염물질 유입보다 크다면 퇴적물의 유기물 농도가 매우 높은 상태에서 나타나는 현상임

- 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), 5)의 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 형성
- 오염물질이 부유물질과 결합하는 가장 중요한 메카니즘은 흡착이므로 부유물질의 표면적, 즉 입자의 크기가 중요함
- 산화환원전위 및 pH 조건에 따라 다르지만 오염물질이 부유물질과 결합하는 주요한 메카니즘은 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 감소
- 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 대부분도 하상퇴적물의 준설을 수반하였음
- 준설된 퇴적물은 그 양이 많기 때문에 운반의 편의를 위해 준설수역 주위의 준설퇴적물 투기장에 적재되는 것이 보통인데 준설시 퇴적물의 채부유를 초래하여 수질에 대한 악영향은 물론이고 투기지역에서 강우시 지속적인 악영향을 미칠 가능성이 있음

- 퇴적물은 저서생물이 부착 또는 생활할 수 있는 공간을 제공하는 동시에 각종 수생생물의 산란장 또는 양육장으로서의 역할을 하고 있음
- 어류의 산란에 적절한 조성을 가진 하상에 세립퇴적물이 유입되어 쌓이게 되면 산란장이 매몰되고 해당어류의 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 경우, 하천 생태계는 극심한 스트레스를 겪게 됨

[표 5-1] 퇴적물과 하상변동이 환경에 미치는 영향

항 목		자연자원 문제	관련 퇴적물 문제
수 생 생 물	어 류	<ul style="list-style-type: none"> · 어류의 이동 곤란 · 어류의 산란 곤란 · 포식자로부터 보호 곤란 · 겨울철 양육지 감소 · 먹이 감소 	<ul style="list-style-type: none"> · 이동통로 차단 · 산란을 위한 자갈층 손실 · 퇴적물의 축적 또는 세굴 · 하천지형의 변화 · 수변녹지 손실 · 세립퇴적물 축적으로 산소량 감소
	무척추 동 물	<ul style="list-style-type: none"> · 다양성 및 개체밀도 감소 	<ul style="list-style-type: none"> · 세립퇴적물 축적 · 수변 녹지 감소
	양서류	<ul style="list-style-type: none"> · 유생 발생 및 성장 장애 	<ul style="list-style-type: none"> · 세립퇴적물 축적
상 수 원 수		<ul style="list-style-type: none"> · 저수용량 감소 · 맛 / 미관 악화 · 취수구 막힘 · 원수 처리 저해 	<ul style="list-style-type: none"> · 퇴적 · 부유물 농도(탁도) · 총부유물 · 파손, 마모(취수구)
위락 / 심미		<ul style="list-style-type: none"> · 미관저해 · 하도구조 변경에 따른 낚시, 수영, 래프팅 저해 	<ul style="list-style-type: none"> · 부유물 농도(탁도) · 하도변경 · 연못, 웅덩이 수심감소
농 업		<ul style="list-style-type: none"> · 취수펌프 막힘 · 가축용 용수공급 곤란 · 농업용 저수지 저수용량 감소 	<ul style="list-style-type: none"> · 부유물 발생 및 퇴적 · 가축이 먹기에 너무 탁함
공 업		<ul style="list-style-type: none"> · 수처리 필요 · 냉각수 부족 	<ul style="list-style-type: none"> · 장비에 부유물 부착 · 부유물 처리 곤란
수 운		<ul style="list-style-type: none"> · 수로변경 	<ul style="list-style-type: none"> · 부유물 퇴적



[그림 5-1] 오염 퇴적물의 발생 및 수체에 미치는 영향

- 퇴적물에 포함된 유기물은 미생물에 의해 산소를 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

- 3개 보에서 각각 5개의 단면을 선정하였으며, 주로 퇴적현상이 발생하는 보 상류 구간에 3개의 측정 단면과 침식이 발생하는 보 하류 3개의 단면 선정
- 보 상류 구간의 100m, 300m, 500m 지점 선정
 - 공주보의 경우 퇴적이 가장 빈번하게 발생하는 하천의 곡선구간을 측정하기 위하여 상류 1.5km 지점을 선정
 - 백제보의 경우 하폭이 넓고 유속이 더 낮으며 하천의 형상이 직선화 되어 있어 퇴적의 영향권이 길게 나타날 수 있어 최상류 1km지점부터 선정
- 보 하류 구간의 100m, 300m 지점 선정
 - 세종보와 공주보는 각각 100m 지점과 300m 지점을 선정하였으나, 백제보의 경우, 하천 폭이 크고 보의 규모가 큰 점을 고려하여 하류에 미치는 영향 범위도 길어질 것으로 평가되어 300m, 500m 지점을 선정

[표 5-2] 퇴적도 시료 채취지점

시료수	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

- 1차 조사 : 2013. 3. 18. ~ 27.
- 2차 조사 : 2013. 6. 18. ~ 7. 1.

나. 채취방법

- 환경부 퇴적물 측정망의 퇴적물 채취 및 분석용 시료 조제를 위한 「수질오염 공정기준」 ES 04160.1에 따라 수행
- 선정된 하천 유수 단면을 등거리 3등분한 2개의 지점에서 채취
- 보트를 이용하여 수사에서 반빈 그랩(Van Veen Grab) 채취기를 하상으로 내려 퇴적토 채취
- 2개의 지점에서 채취한 시료는 각각 동일한 양을 혼합하여 해당 단면의 대표 시료 제조
- 준비된 시료는 즉시 분석을 위해 운반하거나 보관이 필요한 경우는 냉동하여 보존

다. 분석방법

- 퇴적물 분석은 환경부 퇴적물 측정망의 측정항목을 준용하였으며, 「수질오염 공정기준」에 따라 수행
- 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

5. 분석 결과

- 함수율
 - 세종보 21.95~49.7%, 공주보 18.63~38.65%, 백제보 23.66~40.87%로 나타남
 - 보 상류 구간의 함수율은 보에 근접한 지역의 퇴적토일수록 높게 나타남
 - 보 상류부에 인접한 각보의 3지점에서 1차 측정결과보다 2차 측정시 더욱 높은 함수율을 나타내고 있음
 - 보 하류 구간에서는 거리에 따른 특성은 세종보·공주보·백제보에서 일관성을 나타내고 있지 않음
- 완전연소가능량
 - 세종보 0.87~8.91%, 공주보 0.41~5.63%, 백제보 0.89~6.41%로 나타남
 - 보 상류 구간의 경우, 세종보에서는 보에 인접할수록 높게 나타나고 있으나, 공주보와 백제보는 낮아지는 경향을 나타내고 있음
 - 또한 보 상류 구간의 완전연소가능량은 세종보를 제외하고 1차 측정시 보다 2차 측정시 상당한 증가를 보이고 있음
 - 보 하류 구간에서는 각보에서 유하거리와 측정시기에 따른 경향성을 보이고 있지 않음
- COD
 - 세종보 0.04~1.18%, 공주보 0.01~0.78%, 백제보 0.04~0.69%로 나타남
 - 각 보의 상류구간에서 유하거리에 따른 경향을 나타내고 있지 않으나, 1차 측정시기 보다 2차 측정시기에 대부분의 지점에서 농도가 상승한 것으로 나타남
 - 각 보의 하류구간에서는 유하거리별·측정시기별 경향성이 나타나지 않음
- 총질소
 - 세종보 533~2,991mg/kg, 공주보 574~2,338mg/kg, 백제보 1,106~3,066 mg/kg로 나타남

- 각 보의 상류구간에서 유하거리에 따른 경향성은 나타나지 않았고, 1차 측정시기에 대부분의 지점에서 총질소는 불검출 되었으나, 2차 측정시기에 급격히 농도가 증가된 것으로 나타났음
- 각 보의 하류구간에서 유하거리에 따른 경향성은 찾아보기 어려웠으며, 1차 측정시기보다 2차 측정시기에 상당한 농도증가 현상이 나타났음
- 수용성인
 - 세종보 4~12mg/kg, 공주보 4~10mg/kg, 백제보 4~7mg/kg로 나타남
 - 각 보의 상류구간에서 유하거리에 경향은 나타나지 않았으나, 1차 측정시기보다 2차 측정시기에서 농도가 낮아지는 현상을 보이고 있음
 - 세종보의 하류 구간에서는 2차 측정에서 농도가 증가하였으며, 공주보는 지속적으로 불검출 되었고, 백제보에서는 2차 측정에서 농도가 낮아지는 현상을 보이고 있음
- 총인
 - 세종보 174~1,000mg/kg, 공주보 113~1,635mg/kg, 백제보 143~747 mg/kg로 나타남
 - 각 보의 상류 및 하류구간에서 모두 1차 측정시기보다 2차 측정시기에 농도가 증가한 것으로 나타났으며, 보 인근에서 유하거리에 따른 특성은 나타나고 있지 않으나 공주보에서 총인 농도변화의 편차가 극심한 것으로 나타났음

[표 5-3] 1차 퇴적토 분석 결과

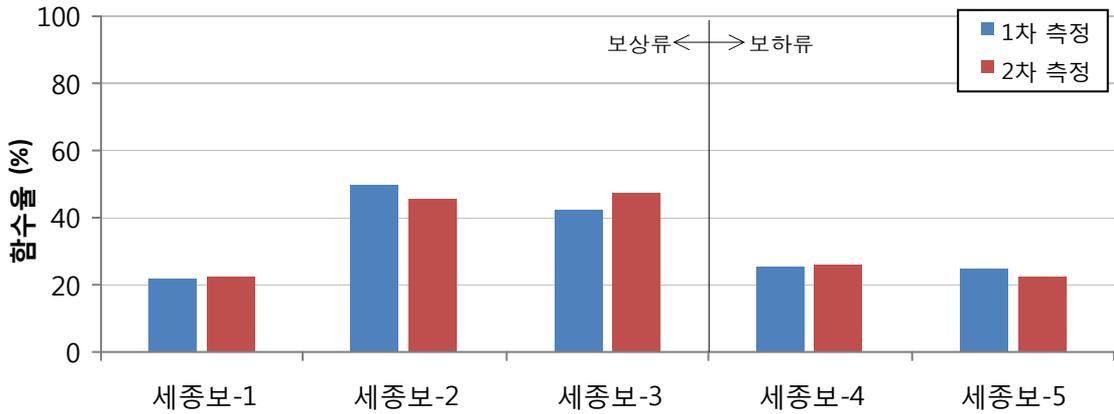
지점명	함수율 (%)	완전연소 가능량 (%)	COD _{sed} (%)	총질소 (mg/kg)	수용성인 (mg/kg)	총인 (mg/kg)
세종보-1	21.95	1.24	0.09	불검출	불검출	174
세종보-2	49.70	8.91	1.01	2,059	12	701
세종보-3	42.13	7.31	0.50	1,901	7	502
세종보-4	25.32	1.94	0.19	533	9	369
세종보-5	25.11	1.62	0.03	불검출	4	190
공주보-1	22.89	1.71	0.19	574	10	196
공주보-2	26.50	1.27	0.11	불검출	9	173
공주보-3	23.15	1.22	0.09	불검출	8	190
공주보-4	20.78	0.54	0.01	불검출	불검출	113
공주보-5	22.14	0.77	0.03	불검출	불검출	177
백제보-1	24.22	2.04	0.04	불검출	4	143
백제보-2	25.01	1.51	0.08	불검출	6	159
백제보-3	23.66	0.89	0.05	불검출	5	299
백제보-4	33.00	3.65	0.69	불검출	6	211
백제보-5	28.17	2.53	0.33	1,106	8	455

※ 항목별 정량한계 : 총질소 500mg/kg, 수용성인 4mg/kg, 총인 40mg/kg, 정량한계 미만은 불검출

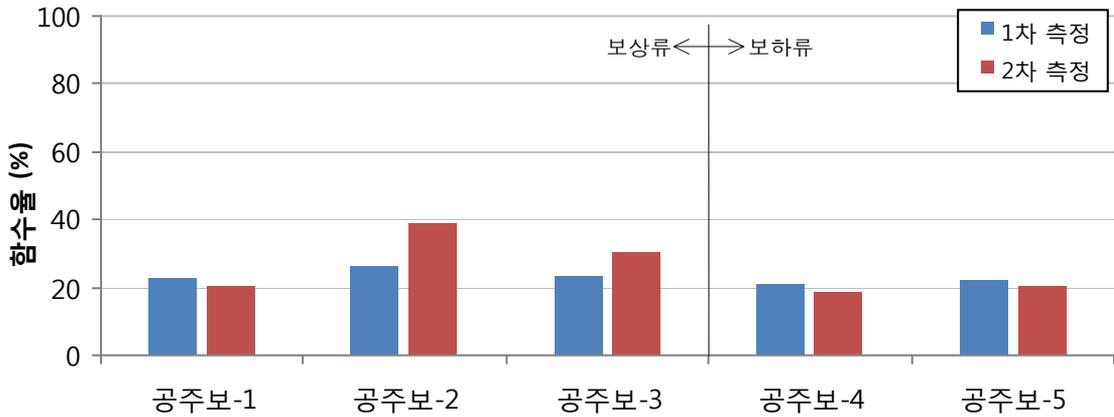
[표 5-4] 2차 퇴적토 분석 결과

지점명	함수율 (%)	완전연소 가능량 (%)	COD _{sed} (%)	총질소 (mg/kg)	수용성인 (mg/kg)	총인 (mg/kg)
세종보-1	22.48	0.87	0.04	불검출	불검출	202
세종보-2	45.47	8.67	1.18	2,991	6	1,000
세종보-3	47.38	7.64	0.78	2,913	7	927
세종보-4	26.33	1.62	0.04	1,418	11	508
세종보-5	22.72	1.79	0.12	605	10	546
공주보-1	20.65	2.10	0.25	909	5	473
공주보-2	38.65	5.63	0.78	2,338	5	1,635
공주보-3	30.83	3.15	0.35	1,538	4	653
공주보-4	18.63	0.61	0.01	불검출	불검출	117
공주보-5	20.29	0.41	0.01	불검출	불검출	106
백제보-1	30.23	2.89	0.17	2,530	불검출	698
백제보-2	25.17	2.35	0.18	3,066	7	671
백제보-3	40.87	6.41	0.60	2,836	불검출	747
백제보-4	36.54	4.51	0.37	1,754	불검출	526
백제보-5	36.63	5.20	0.52	2,165	4	665

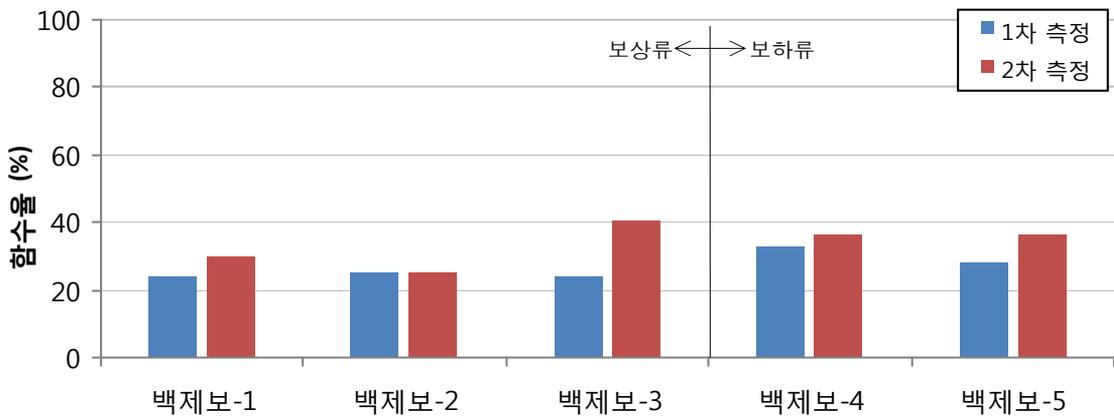
※ 항목별 정량한계 : 총질소 500mg/kg, 수용성인 4mg/kg, 총인 40mg/kg, 정량한계 미만은 불검출



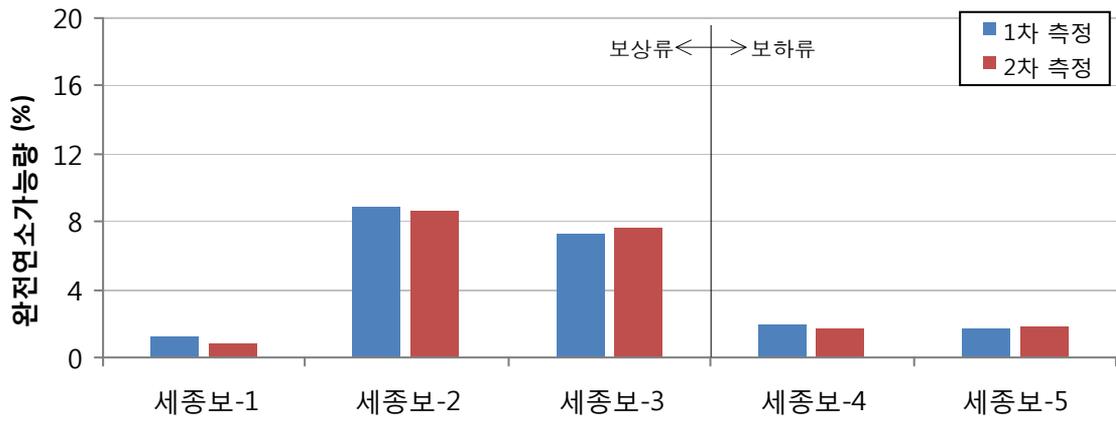
[그림 5-5] 세중보 상·하류지점 퇴적토 함수율 변화



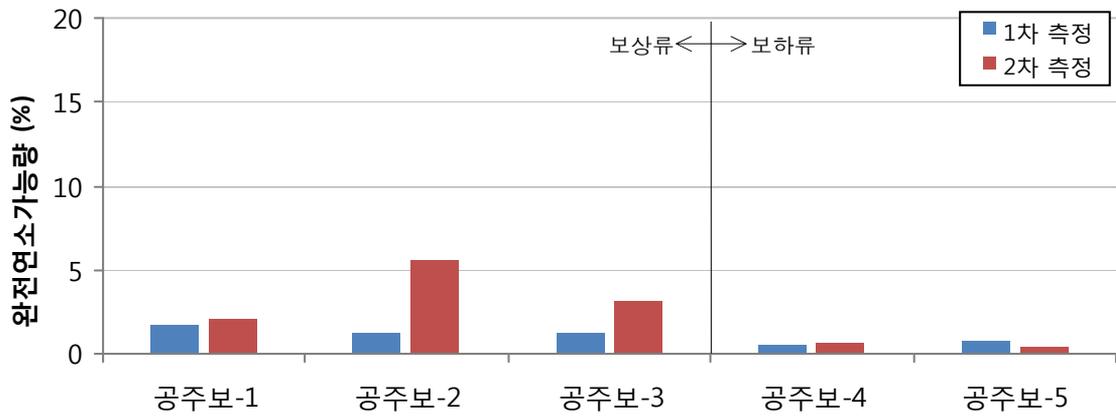
[그림 5-6] 공주보 상·하류지점 퇴적토 함수율 변화



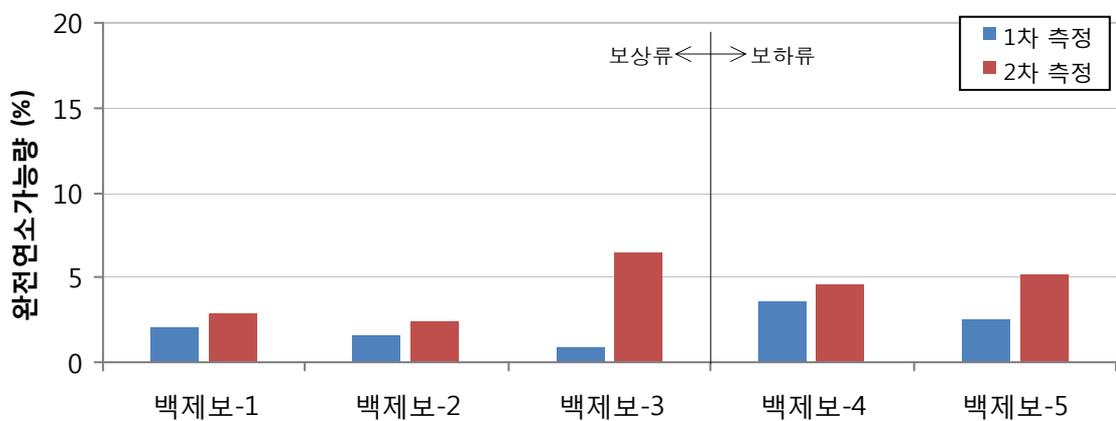
[그림 5-7] 백제보 상·하류지점 퇴적토 함수율 변화



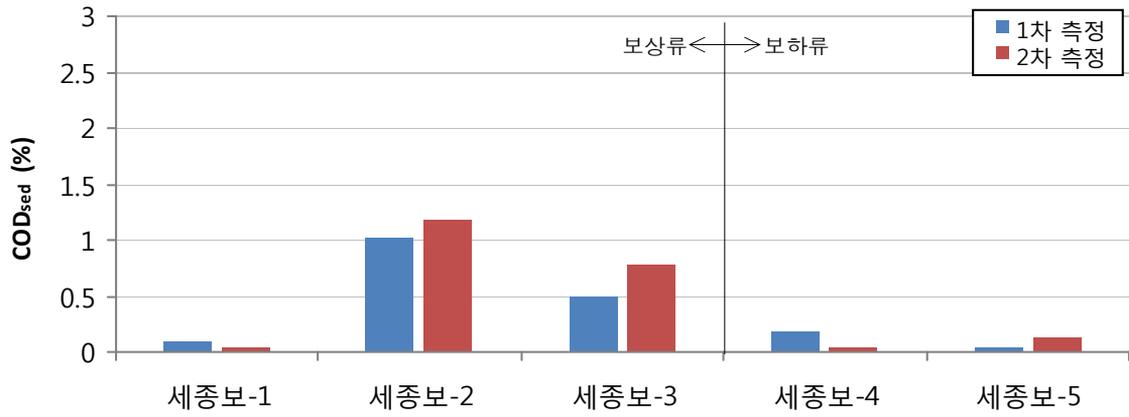
[그림 5-8] 세종보 상·하류지점 퇴적토 완전연소가능량 변화



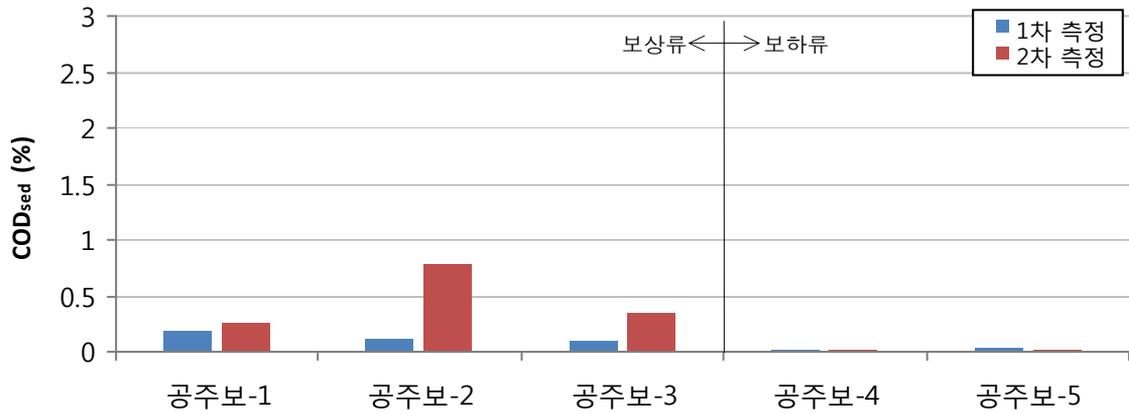
[그림 5-9] 공주보 상·하류지점 퇴적토 완전연소가능량 변화



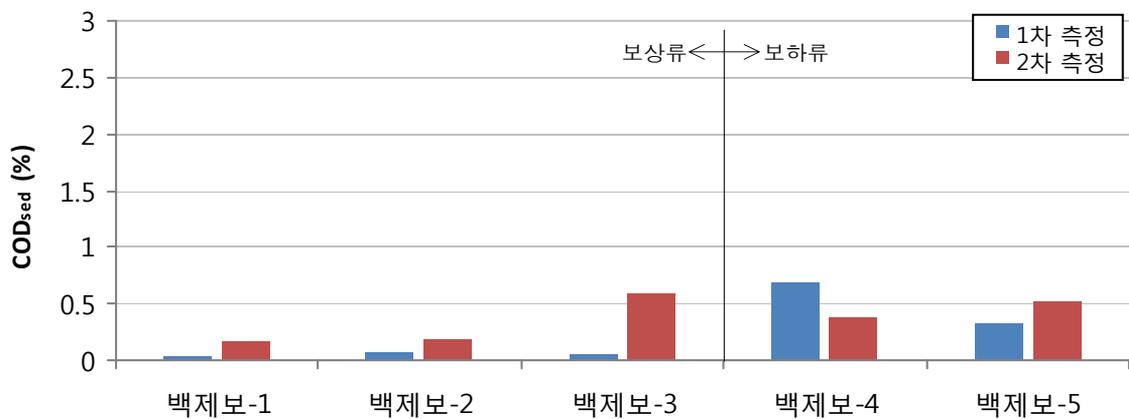
[그림 5-10] 백제보 상·하류지점 퇴적토 완전연소가능량 변화



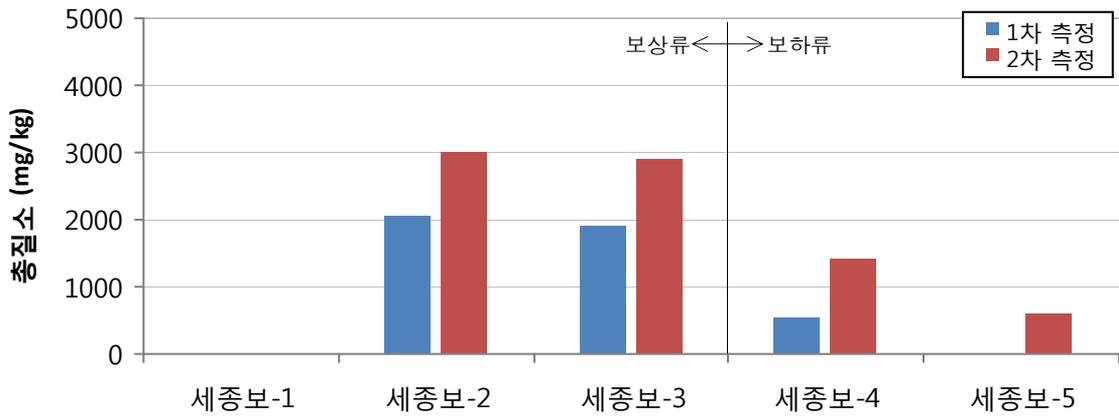
[그림 5-11] 세중보 상·하류지점 퇴적토 COD_{sed} 농도 변화



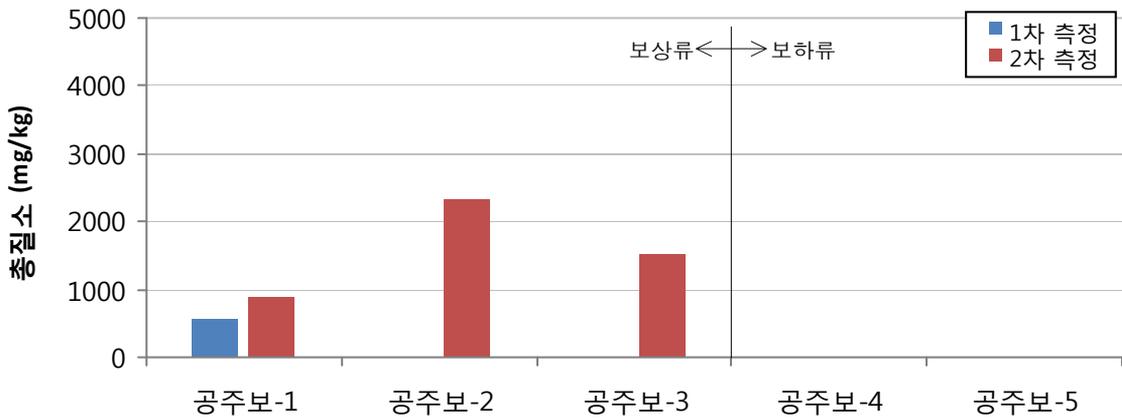
[그림 5-12] 공주보 상·하류지점 퇴적토 COD_{sed} 농도 변화



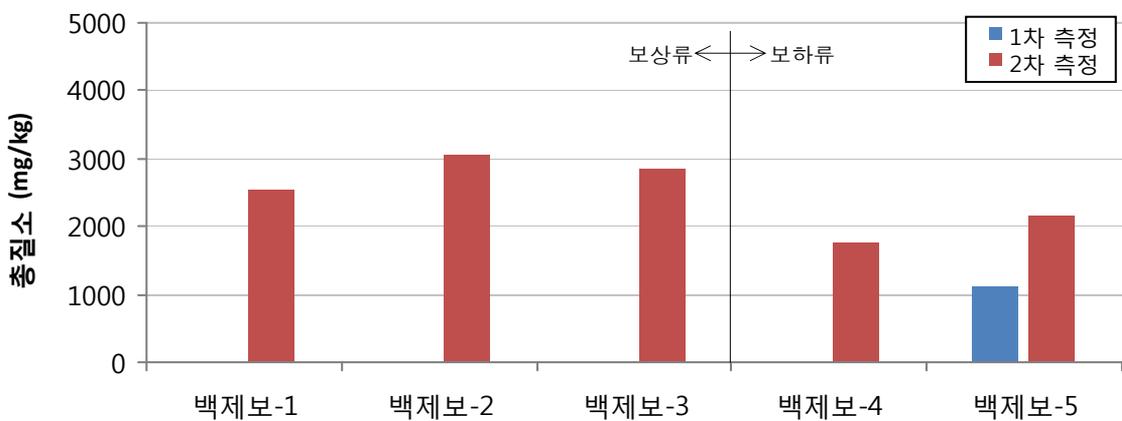
[그림 5-13] 백제보 상·하류지점 퇴적토 COD_{sed} 농도 변화



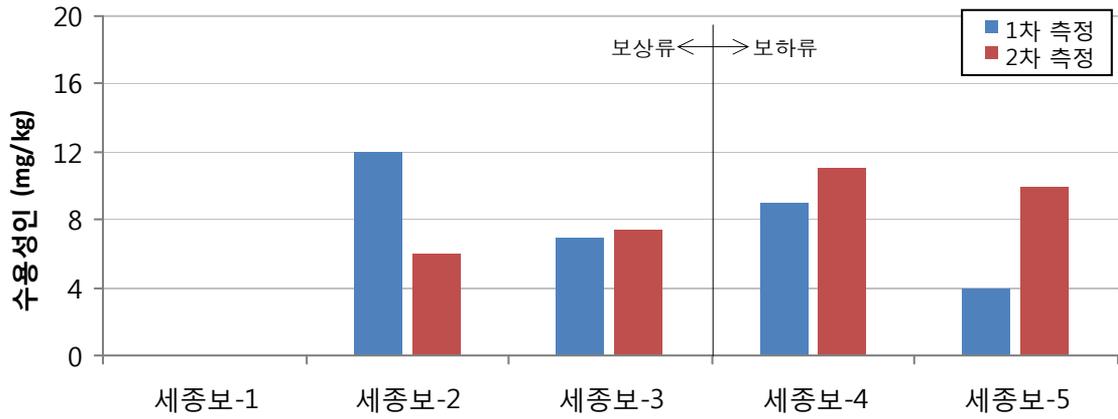
[그림 5-14] 세중보 상·하류지점 퇴적토 총질소 농도 변화



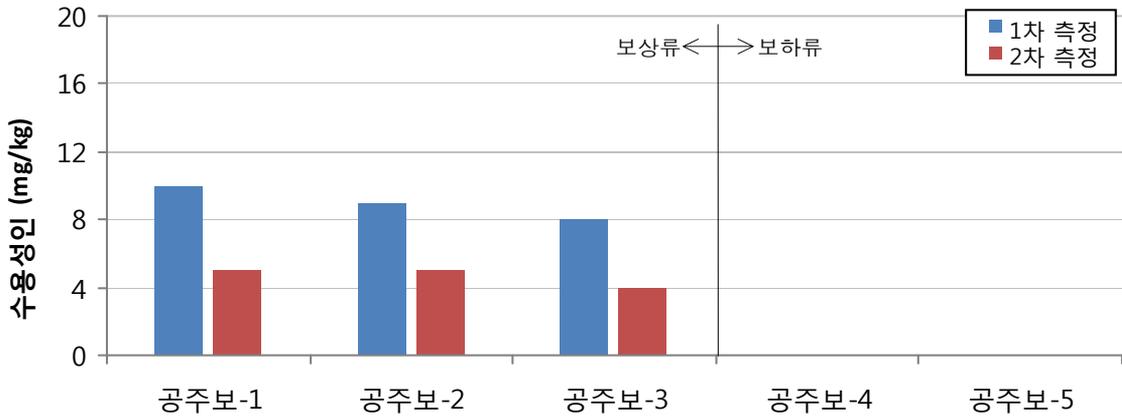
[그림 5-15] 공주보 상·하류지점 퇴적토 총질소 농도 변화



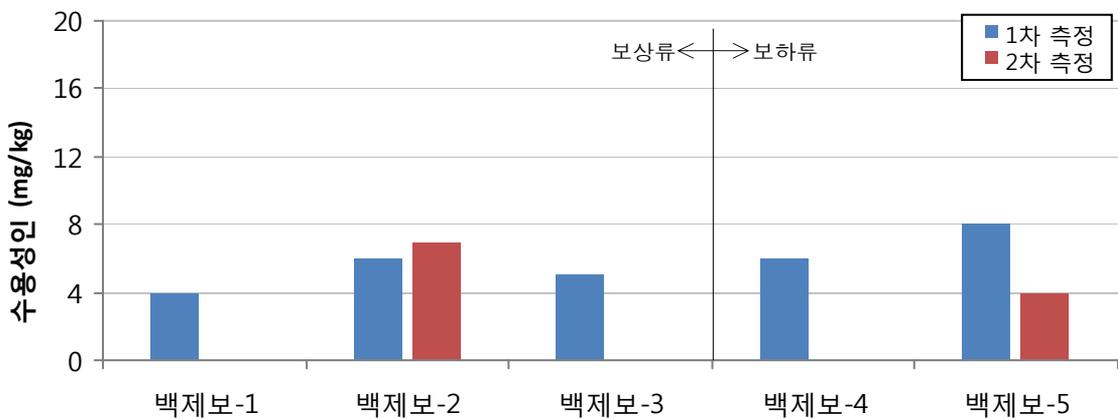
[그림 5-16] 백제보 상·하류지점 퇴적토 총질소 농도 변화



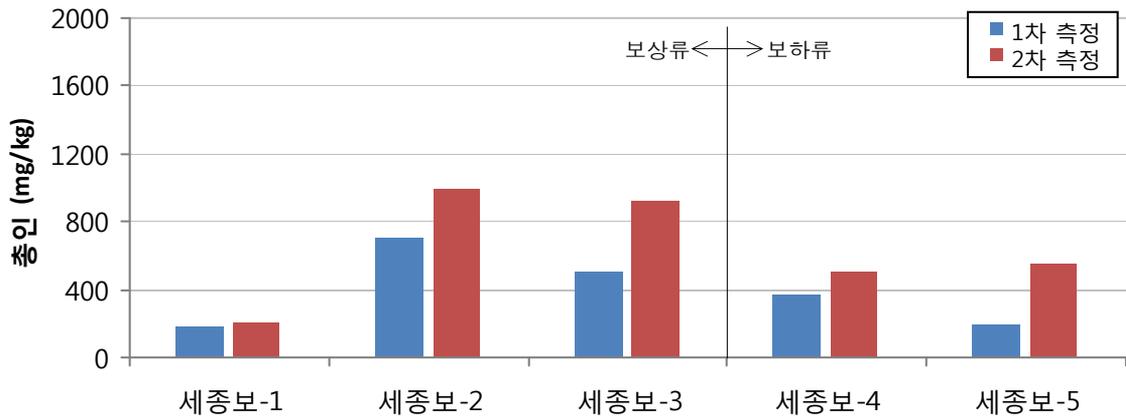
[그림 5-17] 세중보 상·하류지점 퇴적토 수용성인 농도 변화



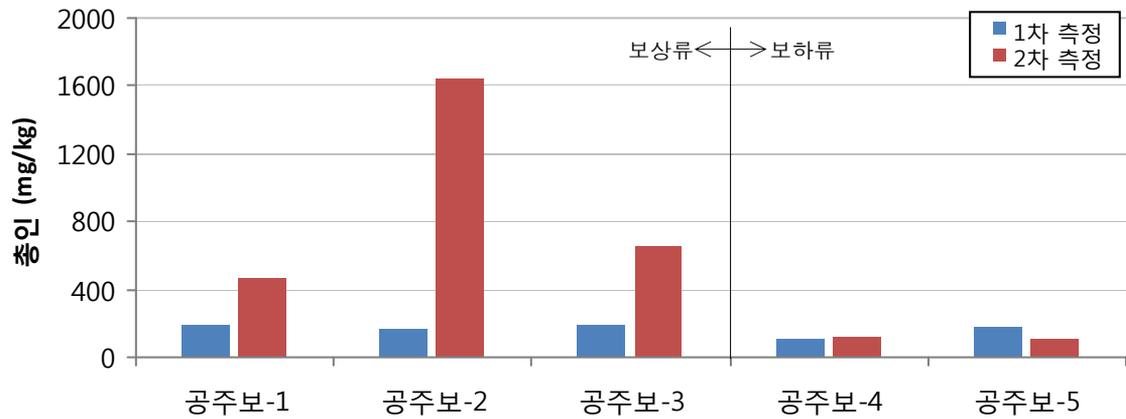
[그림 5-18] 공주보 상·하류지점 퇴적토 수용성인 농도 변화



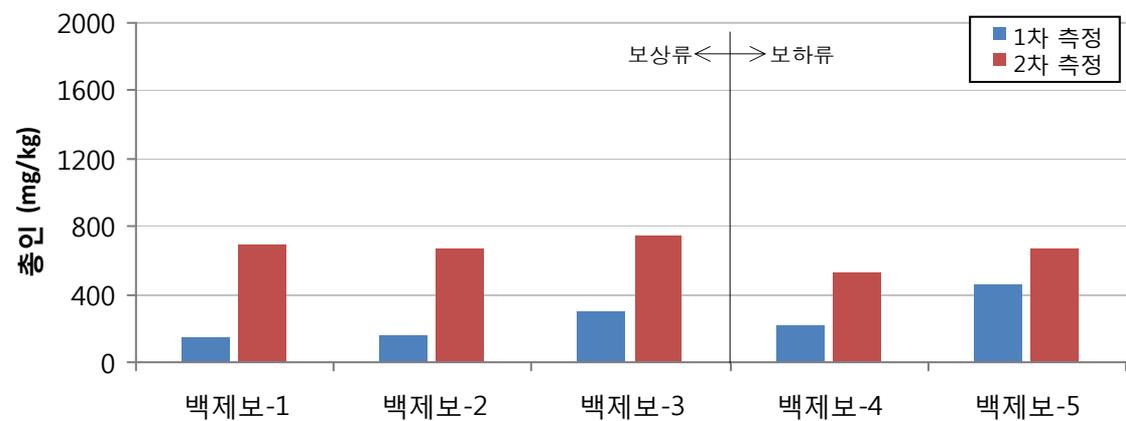
[그림 5-19] 백제보 상·하류지점 퇴적토 수용성인 농도 변화



[그림 5-20] 세중보 상·하류지점 퇴적토 총인 농도 변화



[그림 5-21] 공주보 상·하류지점 퇴적토 총인 농도 변화



[그림 5-22] 백제보 상·하류지점 퇴적토 총인 농도 변화

제6장 지하수 수위 모니터링

1. 지하수 수위 측정망
2. 금강변 수위 관측지점 현황
3. 금강변 지하수 수위 조사 결과
4. 지하수 수위 변화 모의
5. 관측 · 모의 비교평가

제6장 지하수 수위 모니터링

1. 지하수 수위 측정망

- 국가지하수 관측망
 - 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 지하수관리 관측망
 - 지하수법 제17조 및 동법시행령 제27조, 농어촌정비법 제18조에 따라 농림수산식품부가 관리하고 있으며 한국농어촌공사에서 위탁하여 농업용 지하수의 오염예방 및 지하수장애 발생방지에 필요한 자료를 제공하는 목적으로 운영
 - 2009년말 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 2~30m이고 공당 지하수 산출량은 1일 30~800m³ 정도임
 - 지표에 노출되어 있는 지층의 특성상 강우가 직접 함양되는 지층이므로 암

반층에 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 충전이 일어나 주요 대수층을 이룸

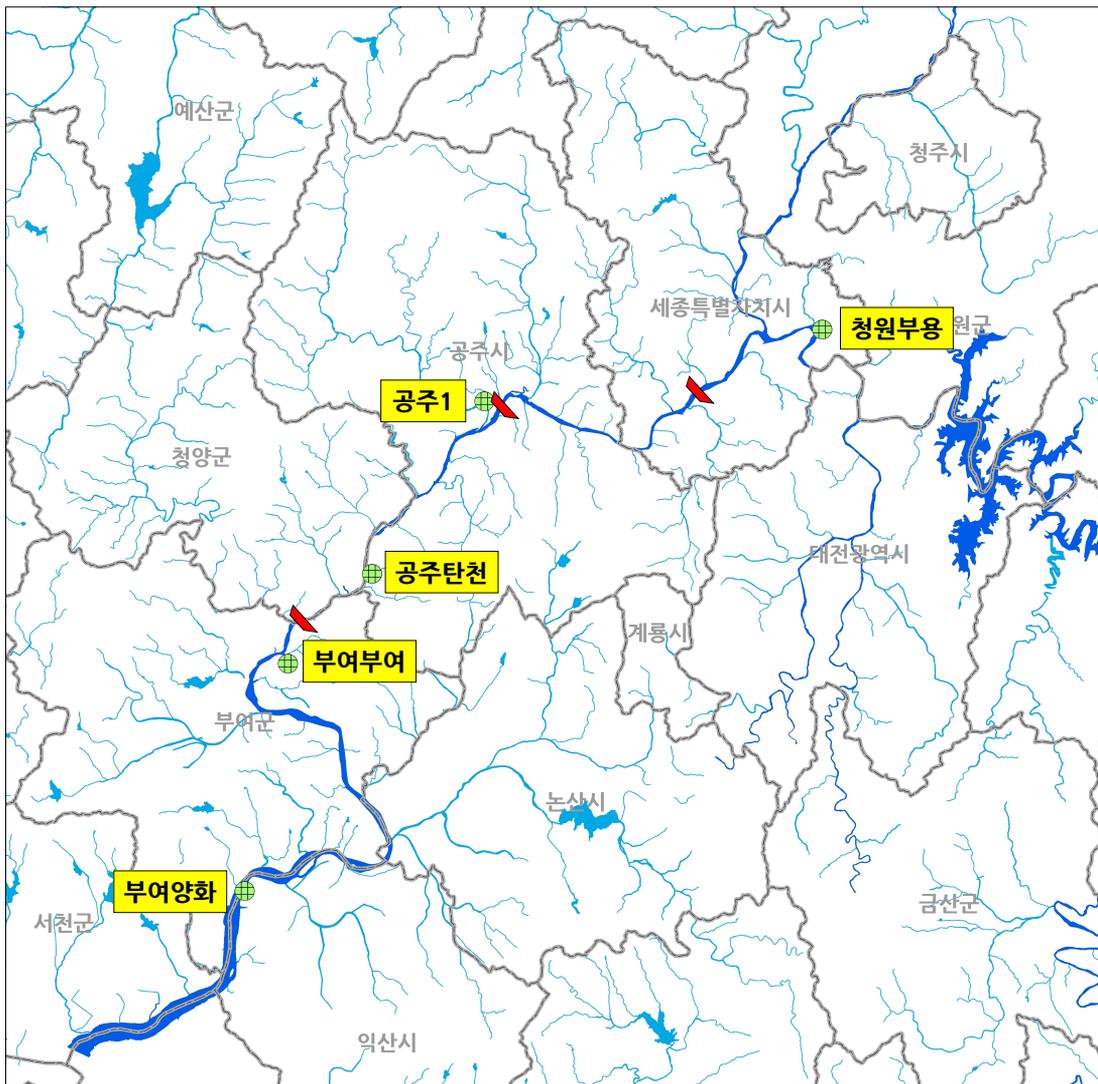
나. 금강변 관측망 현황

- 국가지하수관측망 6지점, 농촌지하수관리관측망 1지점이 금강분류 인근에 설치되어 있어 지하수위 변화 평가 가능

[표 6-1] 금강분류 인근 지하수 측정망 현황

관측망	관리 기관	운영 기관	지점명	위치	설치 일자	표고 (EL.m)	정호심도 (m)
국가지하수 관측망	국토 교통부	한국 수자원 공사	청원부용 (암반)	충청북도 청원군 부용면 부강리 1149-43	2003.06	23.87	70
			청원부용 (충적)	충청북도 청원군 부용면 부강리 1149-43	2003.05	23.77	10
			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	13.45	27
			부여양화 (암반)	충청남도 부여군 양화면 입포리 60	1998.05	5.65	76
농촌지하수 관리관측망	농림축산 식품부	한국 농어촌 공사	공주1 (충적)	충청남도 공주시 우성면 상서리 551-8	2008	11.88	70

- 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



[그림 6-1] 금강본류 인근 지하수 측정망 위치도

- 청원부용(암반, 충적) 지점은 세종보로부터 11.1km 상류의 하천변에 위치한 국가 지하수관측망으로서 대청호 조정지댐 이하, 금강 중하류의 가장 상류에 위치한 지점임
- 공주1 지점은 공주보 하류 1.5km 지점에서 합류하는 지류인 유구천의 말단에서 상류방향으로 1.8km에 위치한 농촌지하수관리관측망으로서 농업용수 공급을 위한 충적층의 지하수위를 관측을 목적으로 하고 있어 금강정비사업이 지하수위에 영향을 미치는 영향을 가장 적확하게 관측할 수 있는 관측망임
- 공주탄천(암반) 지점은 공주보에서 하류방향 16.5km, 백제보에서 상류방향 6.3km에 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 3.6km에 위치하고 있으며, 암반층과 충적층에 모두 설치되어 있어 준설에 따른 지하수위 변화의 영향을 직접적으로 평가가 가능한 지점임
- 부여양화(암반) 지점은 백제보에서 하류방향 40.0km, 금강하굿둑에서 상류방향 20.1km에 위치하고 있으며, 암반층에 설치되어 있어 충적층의 수위 변화와 간접적인 관계를 갖고 있음

3. 금강변 지하수 수위 조사 결과

- 모든 지점의 관측자료는 금강정비사업 이전인 2007년부터 2012년까지 6년간의 일단위 지하수위 변화를 조사하여 평가하였으며, 2008년에 설치된 공주1지점 관측망은 2009년부터 2012년까지 4년간의 일단위 지하수위 관측자료를 조사하여 평가하였음
- 청원부용(암반) 지점의 지하수위 변화를 추세선을 이용하여 평가한 결과 과거 2007년 EL. 17.5m에서 EL. 17.4m로 0.1m 하강한 것으로 나타났음
- 청원부용(충적) 지점의 지하수위 변화를 추세선을 이용하여 평가한 결과 과거 2007년 EL. 17.5m에서 EL. 17.3m로 0.2m 하강한 것으로 나타났음
- 공주1(충적) 지점의 지하수위 변화를 추세선을 이용하여 평가한 결과 과거 2009년 EL. 7.3m에서 EL. 6.1m로 1.2m 하강한 것으로 나타났음

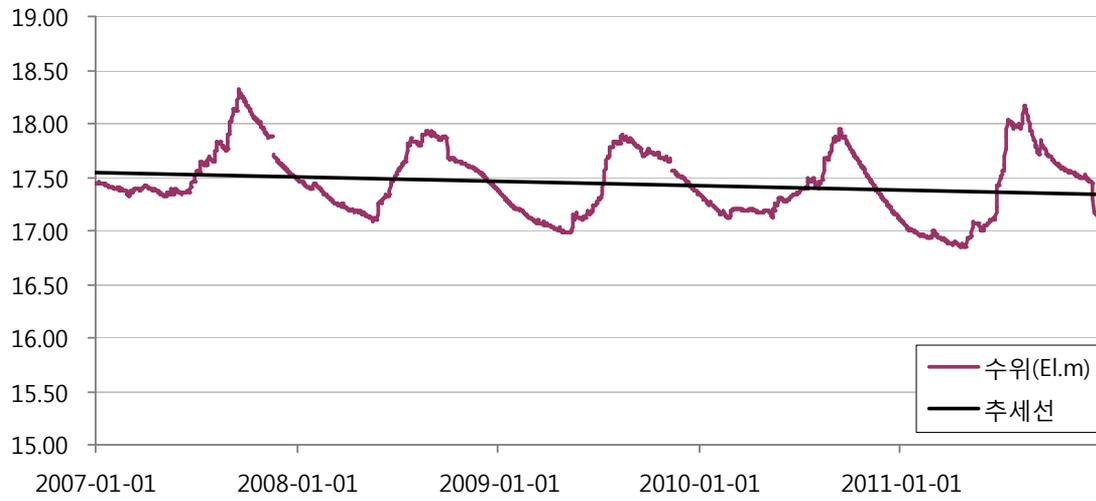
- 공주탄천(암반) 지점의 지하수위 변화를 추세선을 이용하여 평가한 결과 과거 2007년 EL. 4.3m에서 EL. 4.7m로 0.4m 상승한 것으로 나타났음
- 부여부여(암반) 지점의 지하수위 변화를 추세선을 이용하여 평가한 결과 과거 2007년 EL. 7.1m에서 변화가 거의 없는 것으로 나타났음
- 부여부여(층적) 지점의 지하수위 변화를 추세선을 이용하여 평가한 결과 과거 2007년 EL. 2.1m에서 EL. 2.2m로 0.1m 하강한 것으로 나타났음
- 부여양화(암반) 지점의 지하수위 변화를 추세선을 이용하여 평가한 결과 과거 2007년 EL. 2.0m에서 EL. 1.9m로 0.1m 하강한 것으로 나타났음
- 지하수위는 매년의 강수량, 강우집중시기, 지하수 이용 등에 크게 영향을 받으며, 수십년간의 장기자료가 아닌 중기자료를 평가하는 경우 이러한 영향을 더욱 크게 받을 수 있음
- 또한 금강정비사업의 영향을 거의 받고 있지 않은 청원부용(암반, 층적) 지점에서 0.1~0.2m의 지하수위 하강형태를 보이고 있어 0.2m 미만의 지하수위 변동은 당해년도 강수 및 지하수 이용에 따른 영향으로 볼 수 있음
- 그러나 큰 폭으로 지하수위 변동이 관측되었던 공주1(층적)(1.2m 하강), 공주탄천(암반)(0.4m 상승), 부여규암(암반)(0.6m 하강)은 금강정비사업의 영향을 받았을 것으로 추정되며, 하천수위 등과 관계지어 분석할 경우 보다 명확한 결론을 도출 할 수 있음

[표 6-2] 금강정비사업 전·후 지하수위 변화 조사 결과

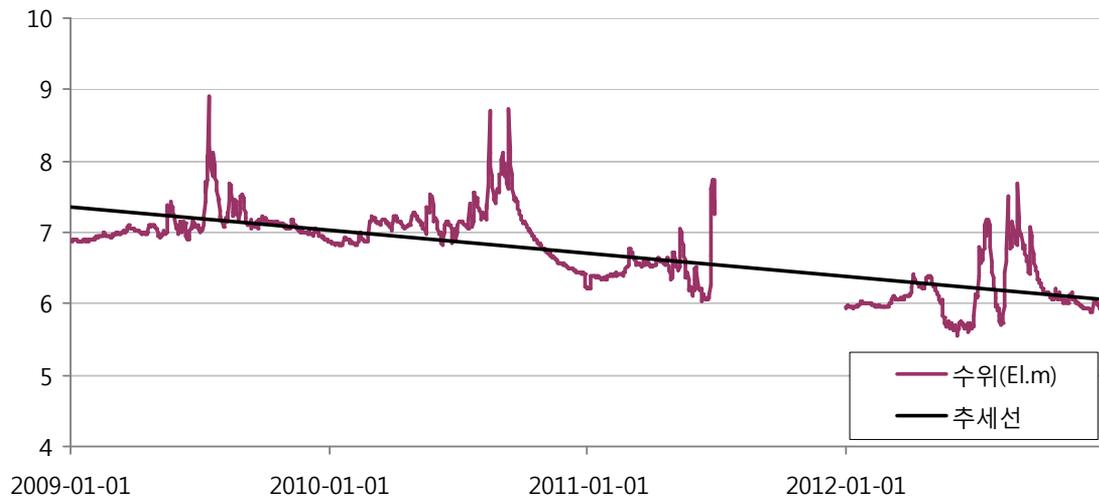
지점명	사업전 (EL. m)	사업후 (EL. m)	수위변화 (m)
청원부용(암반)	17.5	17.4	0.1↓
청원부용(층적)	17.5	17.3	0.2↓
공주1(층적)	7.3	6.1	1.2↓
공주탄천(암반)	4.3	4.7	0.4↑
부여부여(암반)	7.1	7.1	-
부여부여(층적)	2.1	2.2	0.1↓
부여양화(암반)	2.0	1.9	0.1↓



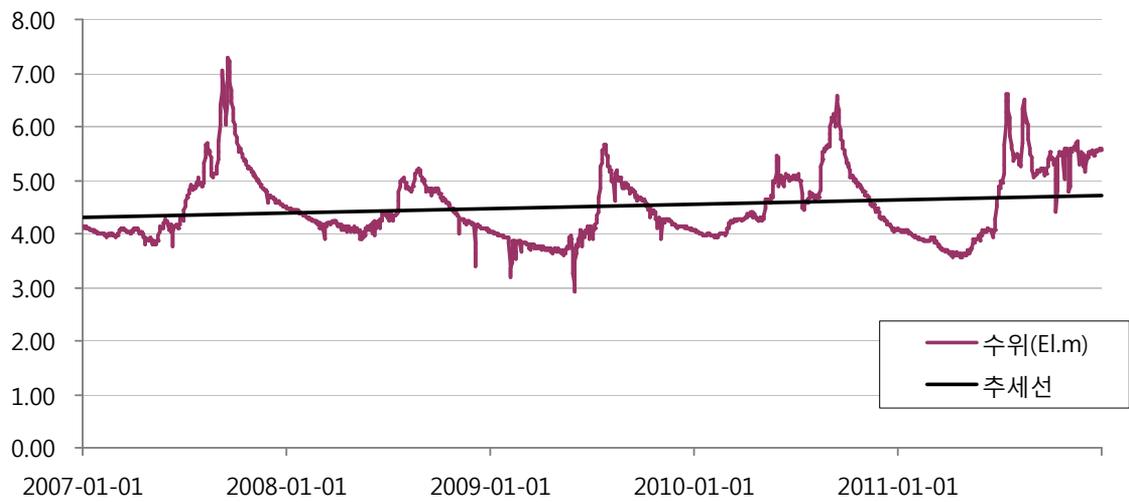
[그림 6-2] 청원부용(암반) 수위변화



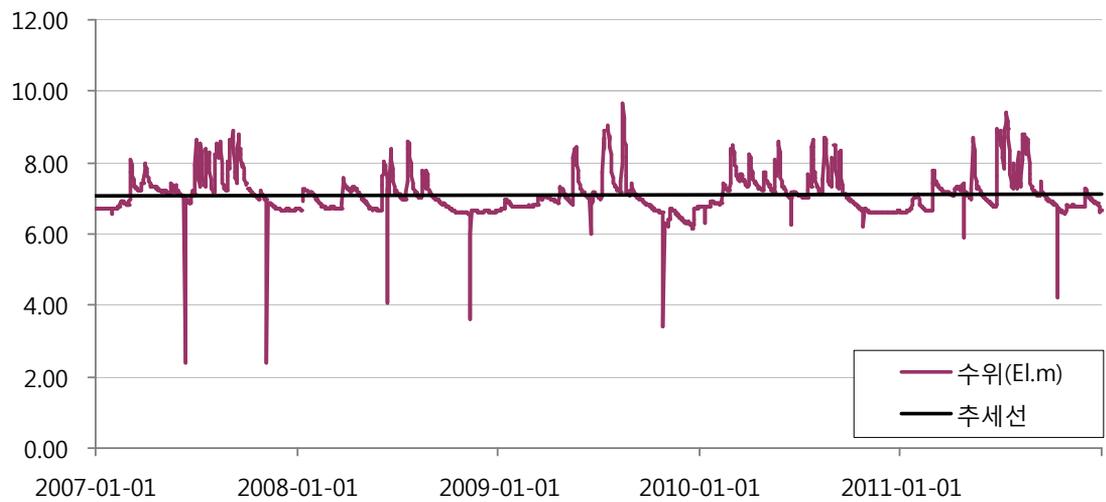
[그림 6-3] 청원부용(총적) 수위변화



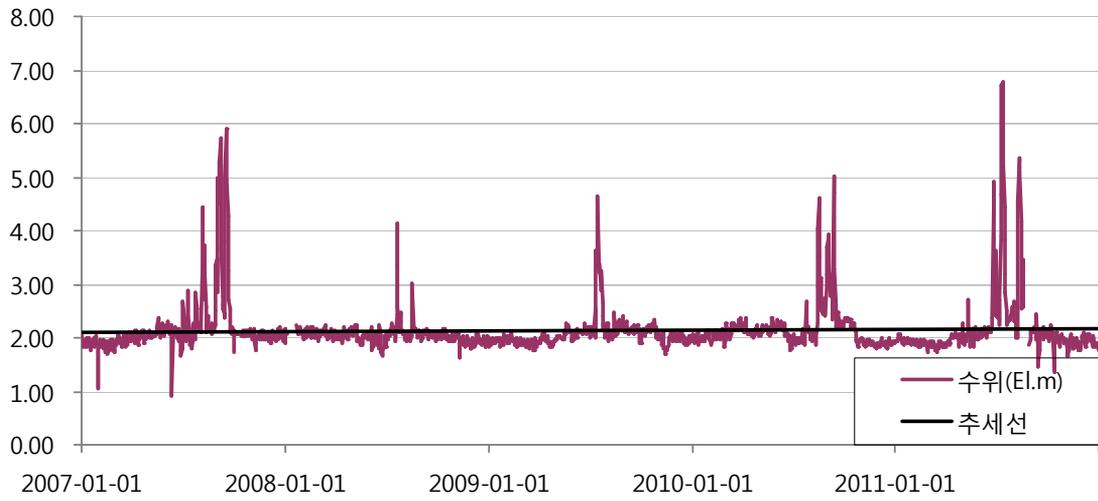
[그림 6-4] 공주1(총적) 수위변화



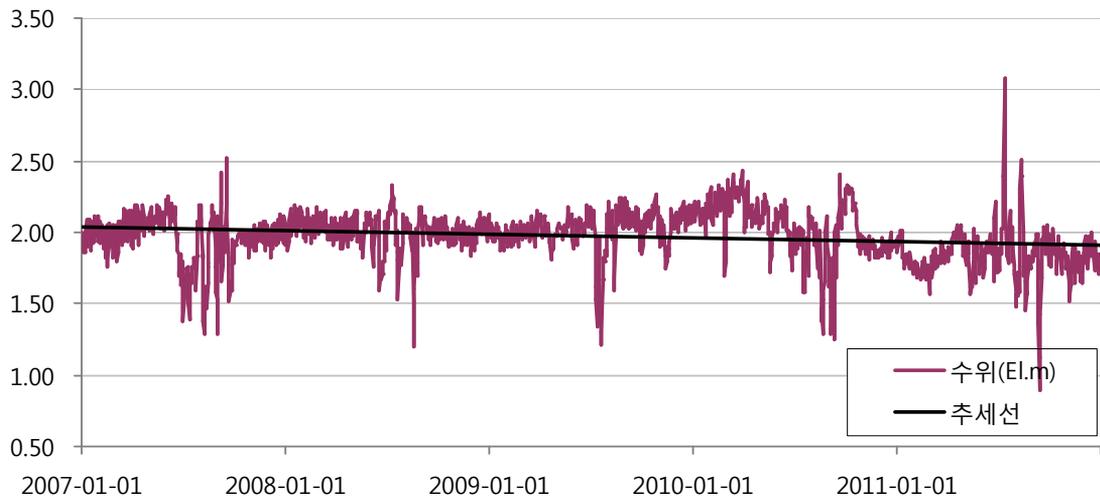
[그림 6-5] 공주탄천(암반) 수위변화



[그림 6-6] 부여부여(암반) 수위변화



[그림 6-7] 부여부여(총적) 수위변화

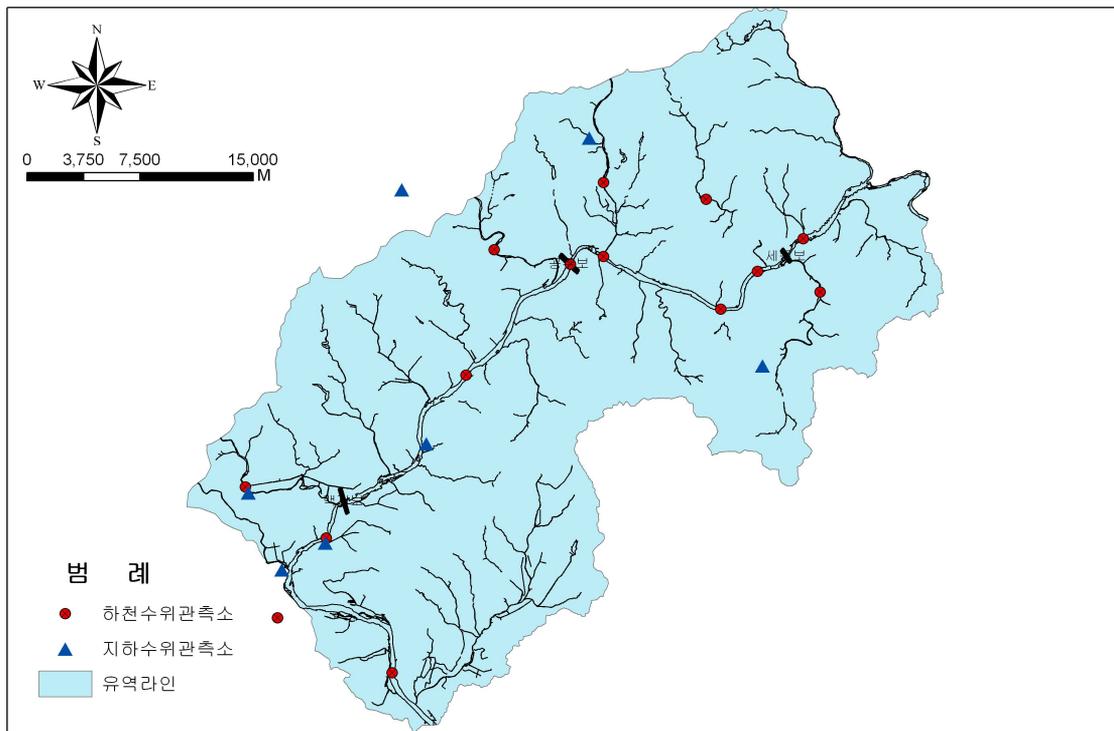


[그림 6-8] 부여양화(암반) 수위변화

4. 지하수 수위 변화 모의

가. 모의방법

- 지하수 유동모델인 Visual MODFLOW를 이용
- 보(백제보, 공주보, 세종보)건설 전, 후의 지하수위분포도 작성
- 보 주변 실측된 지하수위 자료를 이용하여 모델보정하여 모델의 결과가 실제에 근접하도록 구현
- 보 건설 전, 후의 지하수위 변화량 분석 제시



[그림 6-9] 모의 입력자료(실측 지하수위, 하천수위, 수리전도도, 함양량)

- 모델 규모 - X : 51.1km, Y : 50.2km
 - 격자크기 : 하천주변은 25×25 m로 하였으며 외곽으로 갈수록 확장(총 격자수 489,020개×2층=978,040개)
 - 2층(시추주상도를 이용하여 풍화대까지, 암반층 구분)

- 실측지하수위자료 - 국가지하수 관측망 7개소 모델 보정에 이용
- 수리전도도 - 실험자료가 부족하여 연기군 지하수기초조사(2006년)의 투수량 계수를 참고
- 함양량(Recharge) - 주변 우량관측소의 연평균강우량(10년)에 함양율 10.6% (2007지하수관리기본계획)를 적용하여 입력
 - 공주보 세종보 : 137mm/yr
 - 백제보 : 132mm/yr
- 하천수위자료 - 보 건설 전(2007년)과 후(2012년)의 하천수위자료 획득

[표 6-3] 보 건설 전·후의 연평균 하천수위자료

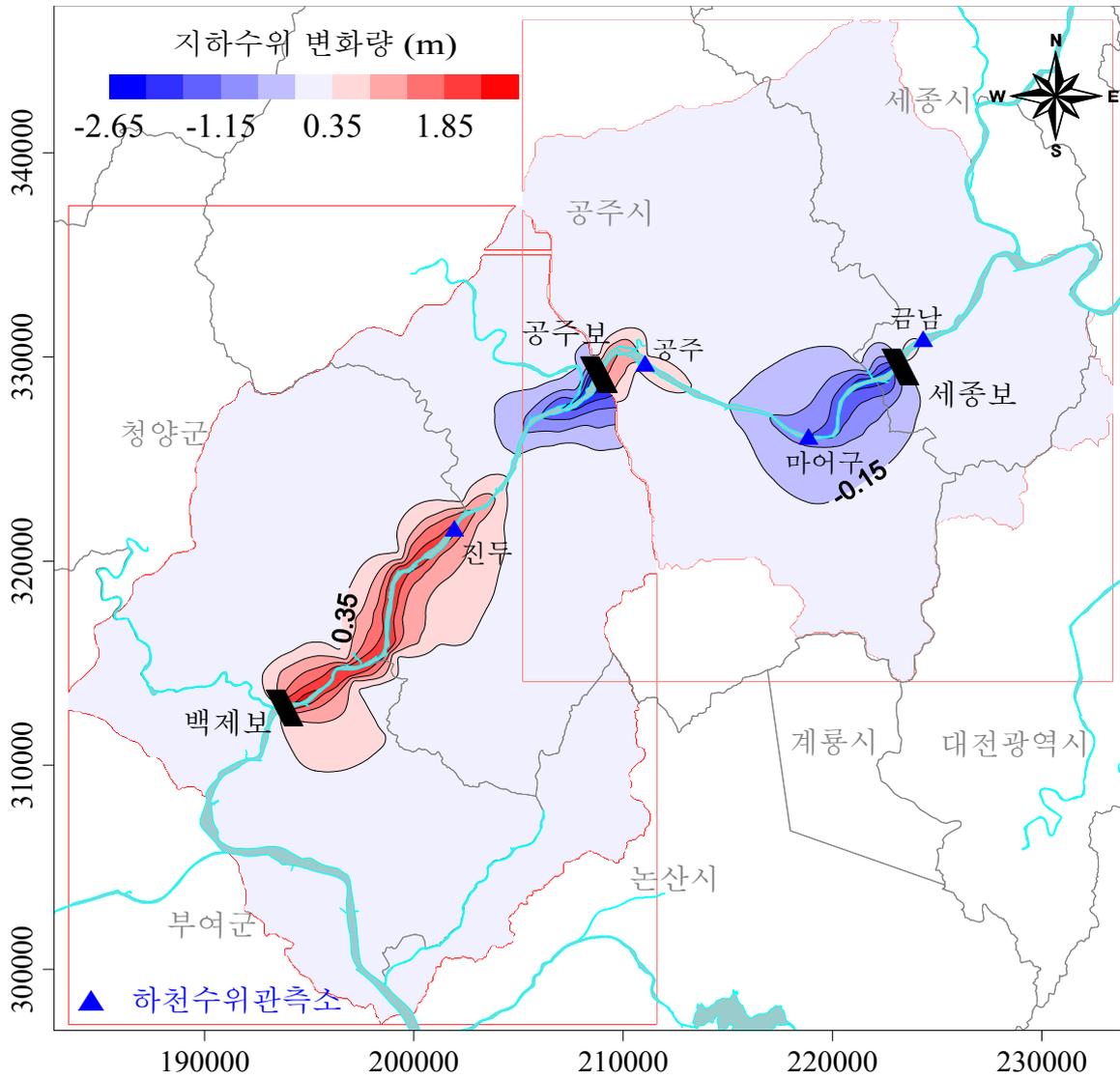
하천수위 관측소	주 소	X좌표	Y좌표	2007 (EL.m)	2012 (EL.m)
금남	세종특별자치시 연기면 세종리 금남교	224328.6	330885.8	11.5	11.8
도암	세종특별자치시 금남면 도암리 도암교	225449.3	327268.2	20.8	20.7
마어구	충청남도 공주시 반포면 마암리	218848.4	326102.9	10.0	8.6
장기	세종특별자치시 장군면 봉안리 산봉교	217877.7	333562.7	19.2	19.4
공주	충청남도 공주시 금성동 금강교	211047.9	329688.3	6.5	8.0
우성	충청남도 공주시 사곡면 화월리 국재교	203797.9	330147.6	11.9	15.9
진두	충청남도 청양군 목면 신흥리	201932	321600.6	2.2	4.3
구룡	충청남도 부여군 은산면 회곡리 지천교	187276.7	313981.8	7.0	7.0
석동	충청남도 부여군 장암리 석동리 석동교	189413.2	305081.3	2.1	2.0
반조원	충청남도 부여군 세도면 반조원리	197011.7	301336.6	1.6	1.6
백제보	충청남도 부여군 부여읍 저석리	192639.8	310518.7	1.0	4.2
세종보	-	221295.1	328666.2	11.0	11.8
공주보	충청남도 공주시 우성면 평목리 878천	208852.4	329147.3	7.0	8.8

[표 6-4] 4대강정비사업 전·후 평균 수위 변화

유역	수위 관측소	사업전 (EL. m)	사업후 (EL. m)	증감 (m)
금강유역	백제보	1.0	4.2	3.2
	진두	2.2	4.3	2.1
	공주보	7.0	8.8	1.8
	공주	6.5	8.0	1.5
	마어구	10.0	8.6	-1.4
	세종보	11.0	11.8	0.8
	금남	11.5	11.8	0.3
한강유역	강천보	36.3	38.2	1.9
	여주보	33.7	33.2	-0.5
	이포보	26.1	28.3	2.2
낙동강유역	상주보	39.5	47.0	7.5
	낙단보	35.0	40.0	5.0
	구미보	28.0	32.5	4.5
	칠곡보	18.0	25.5	7.5
	강정고령보	14.5	19.2	4.7
	달성보	9.6	14.1	4.5
	합천창녕보	5.5	10.5	5.0
	창녕함안보	1.3	4.5	3.2
영산강유역	승촌보	3.8	7.5	3.7
	죽산보	-1.3	3.5	4.8

나. 모의결과

- 보 건설 전·후 주변 지역 지하수위 변화량 : 최대 -2.6~최소 2.4m
- 보 건설 전·후 금강 수위 변화량 : 최대 3.2m
- 위와 같은 수치는 강우와 같은 계절적인 원인에 의해서도 나타날 수 있는 정도의 변화량이므로 보 건설에 따른 수위변화에 의한 주변에 미치는 영향은 미미하나 일부 구간에서의 지반침하 발생 가능성 상존
- 세종보 주변 지하수위 변화
 - 지하수위 변화없음
- 공주보 주변 지하수위 변화
 - 공주보 직상류 구간에서는 0~1.6m 상승
 - 공주보 직하류 구간에서는 준설에 따라 -1.9~0m 하강
- 백제보 주변 지하수위 변화
 - 백제보 직상류 구간에서는 0~2.4m 상승
 - 백제보 직하류 구간에서는 준설에 따라 -2.6~0m 하강



[그림 6-10] 지하수위 변화 모의결과

5. 관측 · 모의 비교평가

- 모의결과와 관측결과는 강우에 의한 영향 등이 고려되지 않았으며, 특히 토양 자체 특성인 비균질·비등방성을 고려할 때, 광역 지하수위 모의결과는 정교한 지하수위 변화를 추정하기 위한 결과가 아니며, 단지 지역의 총적층 지하수위 변화의 경향성을 추정하기 위한 참고 자료임
- 두 결과 자료를 비교시 가장 개연성이 높은 관측 지점은 총적층에 설치된 지하수 관측망인 청원부용, 공주1, 부여부여 지점임
- 청원부용 지점은 모의결과와 거의 유사한 지하수위 변화를 보여주고 있으며, 공주1 또한 모의 결과에 따른 지하수위 변화 범위안에 들어오고 있고, 암반층에 설치된 관측망인 공주탄천 지점도 모의 결과 범위에 들어오고 있음
- 반면 백제보 하류 지역인 부여부여 지점의 경우, 모의결과와 큰 개연성을 찾기 어려움
- 비교 결과, 공주보와 백제보의 상·하류에서 지하수위 변화가 실제로 관측되고 있으며, 관측하지 못하고 있는 지역에도 모의결과와 같이 지하수위 변화가 있을 것으로 추정됨

[표 6-5] 관측결과와 모의예측 비교

위치	관측 지점명	관측결과 (EL. m)	모의예측 (EL. m)	평가
세종보 상류	청원부용(암반)	0.1 ↓	변화없음	영향 없음
	청원부용(총적)	0.2 ↓		
공주보 직하류	공주1(총적)	1.2 ↓	0~1.9 ↓	지하수위 변화 확인됨, 추가 변화 예상
백제보 상류	공주탄천(암반)	0.4 ↑	0~2.4 ↑	
백제보 하류	부여부여(암반)	-	0~2.6 ↓	추가 관측 요구됨
	부여부여(총적)	0.1 ↓		
	부여양화(암반)	0.1 ↓		

제7장 중·하류 우수이용 현황 평가

1. 평가 목적
2. 평가 방법
3. 농업용 양수시설 운영 현황
4. 농업용수 양수현황 분석
5. 중·하류 수자원이용 평가

제7장 중·하류 유수이용 현황 평가

1. 평가 목적

- 금강 중·하류는 대청호 조정지댐 방류수에 미호천과 갑천이 합류하여 수량과 수질을 결정
- 대청호 상류지역은 상수원 보호구역이며 수변구역제도로 안정적인 상수원 관리 차원에서 지속적인 수질보전 관리가 진행되고 있음
- 수변구역 관리를 위한 예산은 상수도세에 포함된 물이용부담금으로 조성되며, 대청호를 상수원으로 사용하고 있는 대전광역시, 청주시, 공주시 등 인근 도시 지역의 주민들이 부담하고 있음
- 이러한 관리 아래 대청호소 수질은 BOD₅ 기준 1mg/L 수준을 유지하고 있으나, 미호천과 갑천은 각각 4.4mg/L, 5.0mg/L을 목표로 관리되고 있어, 미호천과 갑천은 금강의 수질을 악화시키는 주요 지류로 분류됨
- 즉 금강 중·하류 지역에 위치한 충청남도, 충청북도, 대전광역시, 세종특별자치시의 대청호 상수원을 이용하고 있는 주민으로부터 조성된 기금으로 대청호 상류지역 수질을 보전하기 위하여 투자되고 있으며, 상수 이용 후 배출되는 하·폐수 등에 의한 금강 중·하류 지역의 수질이 악화되지 않도록 수질오염총량 관리제도 등을 도입하여 지속적으로 노력하고 있음
- 대청호 상수원의 경우, 수질보전을 위하여 재원을 투자한 주민들에게 안정적이고 깨끗한 상수가 공급되고 있어 투자자에게 혜택이 수반되는 상황임
- 그러나 중·하류 지역에서는 수질관리를 위한 노력 및 재원을 투자하는 자와 하천수의 이용에 따른 수혜자가 불일치되고 있어 물이용 및 물자치권에 불균형을 초래하고 있음
- 본 장에서는 이러한 지역적 수질관리를 위한 노력과 수혜의 불균형 상황을 판단하기 위하여 농업용수로서 금강이용 현황을 분석하고자 함

2. 평가 방법

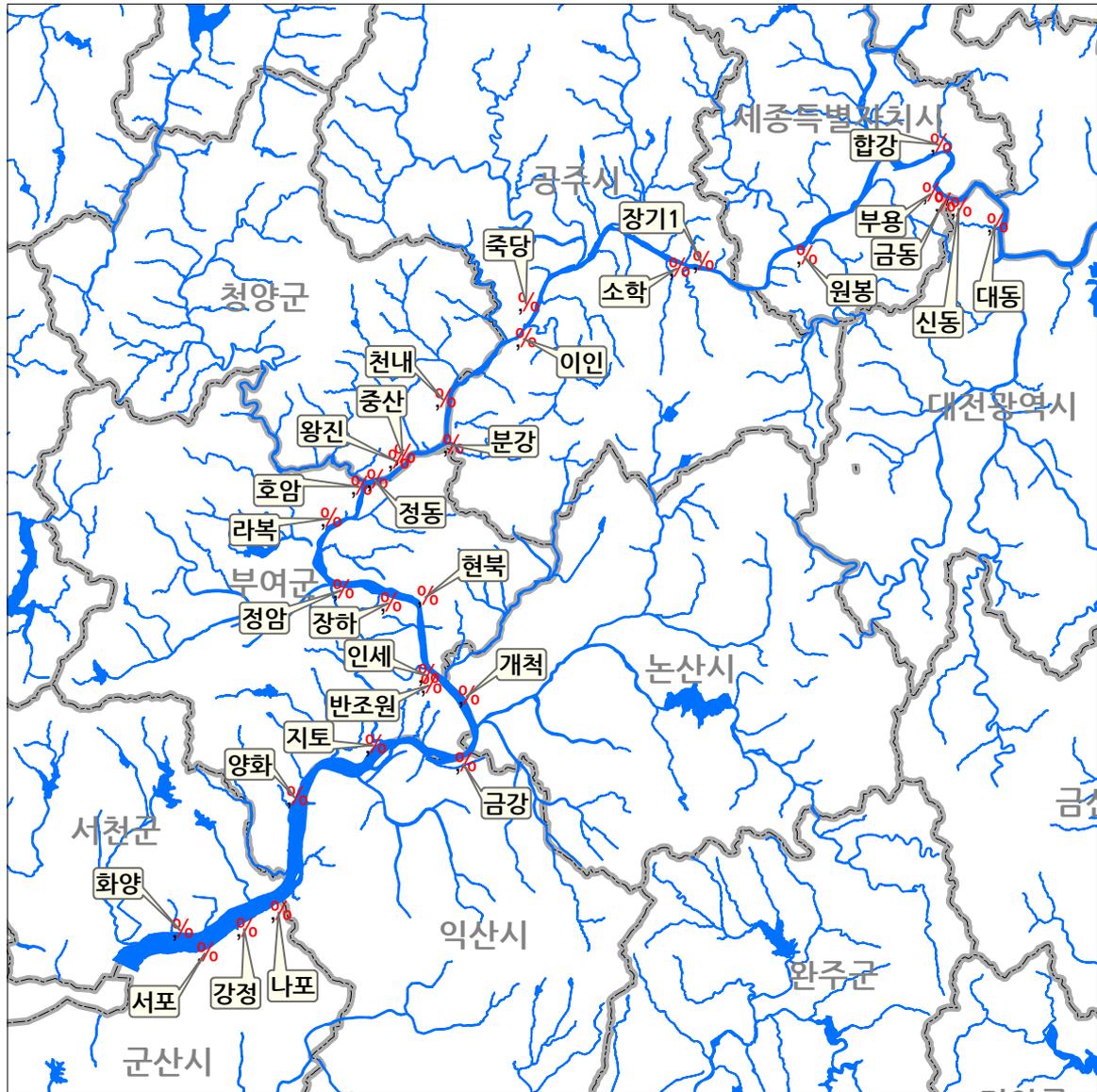
- 금강 중·하류의 하천수 이용은 지리적·환경적 여건에 의하여 농업용수 이용이

대부분을 차지하고 있으며, 안정적인 수량 확보를 위하여 금강하굿둑이 설치 운영중에 있고 농업용수 활용은 한국농어촌공사에서 전량 양수하여 공급하고 있음

- 금강에 위치한 기초자치단체의 양수이용 현황을 파악하기 위하여 한국농어촌공사 충남지역본부, 전북지역본부, 금강사업단 각 지소의 양수 현황 자료를 조사하여 행정구역 단위로 집계하였음
- 양수량은 특성상 기후에 영향을 크게 받으므로 중기적인 기후를 고려하기 위하여 2007년~2012년까지 최근 6년간의 자료를 확보하여 분석하였음

3. 농업용 양수시설 운영 현황

- 한국농어촌공사에서 금강 대청호 조정지댐 하류 지역에서 운영하고 있는 양수 시설은 충청남도 19개, 세종특별자치시 5개, 대전광역시 2개, 전라북도에 4개 시설이 위치하고 있음
- 총 농업용수 공급 수혜 면적은 38,196.15ha이며, 양수 능력은 98.232m³/s임
- 광역자치단체별로 충청남도 10,565.4ha(27.7%), 세종특별자치시 820.36ha(2.1%), 대전광역시 133.4ha(0.3%), 전라북도 26,677ha(69.8%)이며, 양수공급 능력은 충청남도 29.392m³/s(29.9%), 세종특별자치시 4.156m³/s(4.2%), 대전광역시 0.182m³/s(0.2%), 전라북도 64.502m³/s(65.7%)임
- 충청남도의 경우 19개의 양수시설이 위치하고 있음에도 불구하고 수혜면적이거나 양수량이 전라북도와 비교하여 상대적으로 적은 것은 소량의 양수시설이 산재되어 있음을 뜻하고 반면에 전라북도는 단지 4개의 양수시설이 위치하고 있으나, 전체 수혜면적은 69.8%로 19개의 양수시설을 이용하고 있는 충청남도에 비하여 훨씬 집약적이고 집중적인 농업용수의 금강 본류 의존정도를 나타내고 있음
- 기초자치단체별 양수시설 설치 현황은 부여군에서 10개 세종특별자치시에 5개로 가장 많이 설치되어 있으나, 전체 수혜면적중 시군별 수혜면적 차지 비율은 군산시 49.4%, 익산시 20.5%, 부여군 7.7%, 서천군 7.3% 등으로 나타나고 있음



[그림 7-1] 금강 중·하류 양수시설 위치도

[표 7-1] 금강 중·하류 양수시설 운영 현황

시도	시군구	시설명	행정구역명	한발 빈도 (년)	수혜면적		양수능력		
					(ha)	(%)	(m ³ /s)	(%)	
충청 남도	공주시	분강	탄천면 분강리 153-8	10	225.00	0.6	0.950	1.0	
		소학	소학동 17-4	10	77.30	0.2	0.370	0.4	
		이인	이인면 운암리 254-11	10	284.00	0.7	1.200	1.2	
		죽당	우성면 죽당리 550	10	113.50	0.3	0.160	0.2	
		소 계				699.80	1.8	2.680	2.7
	논산시	개척	성동면 개척리 14-8	20	3,328.00	8.7	8.300	8.4	
		소 계				3,328.00	8.7	8.300	8.4
	부여군	라북	규암면 신리 산19-1	10	200.10	0.5	1.568	1.6	
		반조원	세도면 반조원리 109	10	443.30	1.2	1.237	1.3	
		양화	양화면 암수리 84-6	10	322.20	0.8	1.037	1.1	
		인세	세도면 반조원리 109	10	297.10	0.8	1.200	1.2	
		장하	장암면 장하리 산1-1	20	218.60	0.6	0.627	0.6	
		정동	부여읍 정동리 산 14-1	10	113.50	0.3	0.350	0.4	
		정암	장암면 정암리 446-2	10	440.50	1.2	2.550	2.6	
		지토	임천면 두곡리 9	10	426.40	1.1	1.936	2.0	
		현북	부여읍 현북리 산86-1	10	414.10	1.1	1.653	1.7	
		호암	규암면 호암리 산1	10	54.70	0.1	0.322	0.3	
		소 계				2,930.50	7.7	12.480	12.7
	서천군	화양	화양면 옥포리	10	2,794.00	7.3	3.560	3.6	
		소 계				2,794.00	7.3	3.560	3.6
	청양군	왕진	청남면 왕진리 29-3	10	614.99	1.6	2.020	2.1	
		중산	청남면 왕진리 865	10	62.00	0.2	0.019	0.0	
		천내	청남면 천내리 산12-1	10	136.10	0.4	0.333	0.3	
		소 계				813.09	2.1	2.372	2.4
	합 계					10,565.39	27.7	29.392	29.9
	세종특별 자치시	금동	금남면 박산리 322-1	10	14.60	0.0	1.185	1.2	
부용		남면 부용리 614	10	56.90	0.1	0.229	0.2		
원봉		연기면 금남면 영곡리 674	10	88.06	0.2	0.400	0.4		
장기1		장기면 장암리 426-2	10	420.00	1.1	1.050	1.1		
합강		연동면 명학리 97	10	240.80	0.6	1.292	1.3		
합 계				820.36	2.1	4.156	4.2		

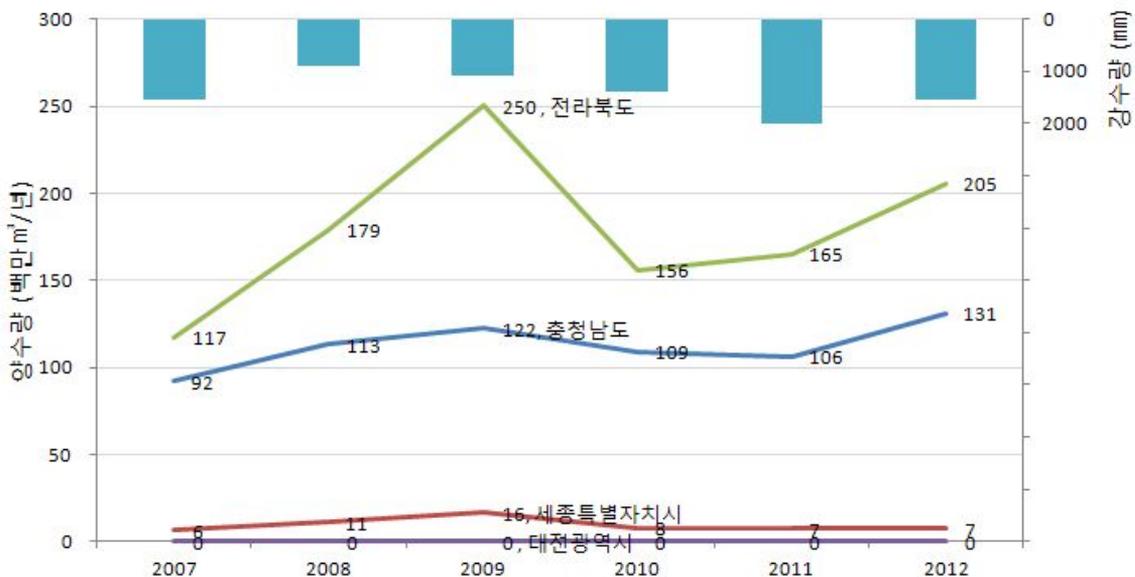
시도	시군구	시설명	행정구역명	한발 빈도 (년)	수혜면적		양수능력	
					(ha)	(%)	(m ³ /s)	(%)
전라 북도	군산시	강정	나포면	10	160.00	0.4	1,000	1.0
		나포	나포면 나포리 11-1	10	8,742.00	22.9	19,840	20.2
		서포	나포면 서포리 577	10	9,955.00	26.1	26,520	27.0
		소 계				18,857.00	49.4	47,360
	익산시	금강	화산면	10	7,820.00	20.5	17,142	17.5
		소 계				7,820.00	20.5	17,142
합 계					26,677.00	69.8	64,50	65.7
대전 광역시	유성구	대동	대동 138-02	10	75.80	0.2	0.116	0.1
		신동	신동 203	10	57.60	0.2	0.066	0.1
		소 계				133.40	0.3	0.182
	합 계					133.40	0.3	0.182
총 계					38,196.15	100	98,232	100

4. 농업용수 양수현황 분석

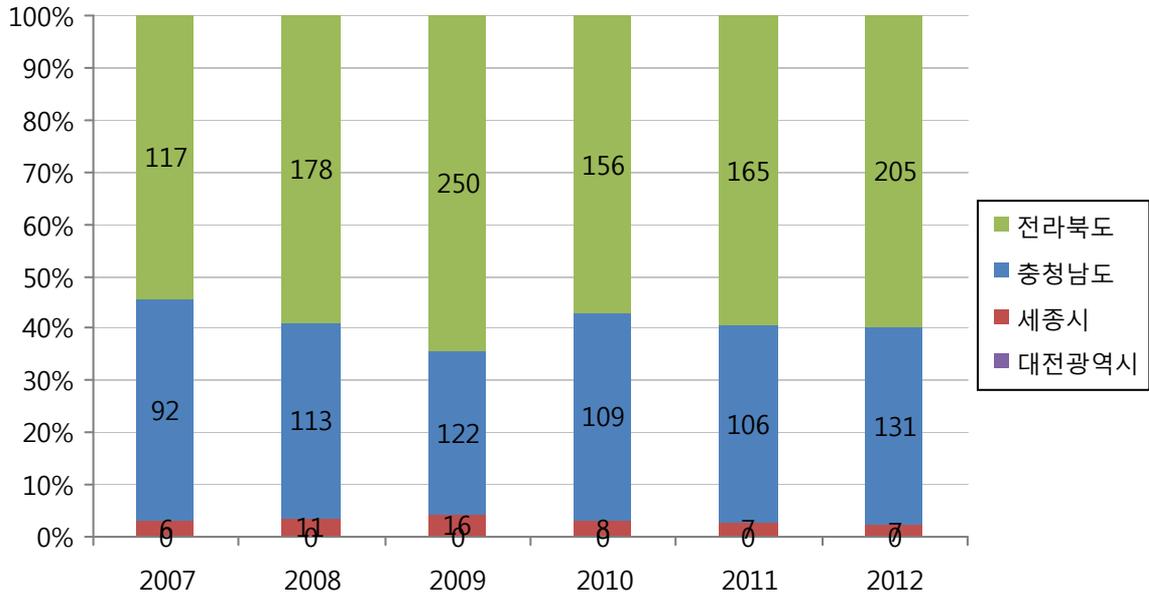
가. 연간 양수량 변화

1) 광역자치단체별 연간 양수량

- 충청남도, 세종특별자치시, 전라북도, 대전광역시 4개의 광역자치단체의 연간 양수현황을 분석하였음
- 4개의 광역자치단체 중에서 전라북도가 가장 많은 양의 금강 본류 하천수를 이용하는 것으로 나타났으며, 적게는 117백만 m^3 /연에서 최대 250백만 m^3 /연의 농업용수를 양수하고 있는 것으로 나타났음
- 반면 충청남도는 92~131백만 m^3 /연, 세종특별자치시는 6~16백만 m^3 /연 대전광역시는 17~50만 m^3 /연인 것으로 나타남
- 전라북도가 금강 본류 수자원에 대한 의존도가 가장 큰 것으로 나타남
- 특히 전라북도 지역은 연간 강수량과 비교하여 분석한 결과, 가뭄에 따른 양수량 증가 또한 가장 큰 것으로 나타나 획일적인 수자원 확보방안에 의존하고 있음을 알 수 있으며, 가뭄 대응 수자원관리에 가장 취약한 것으로 판단됨



[그림 7-2] 광역자치단체별 연간 양수량 변화 및 연 강수량 변화



[그림 7-3] 광역자치단체별 연간 양수량(백만 m^3 /년) 및 비율 변화

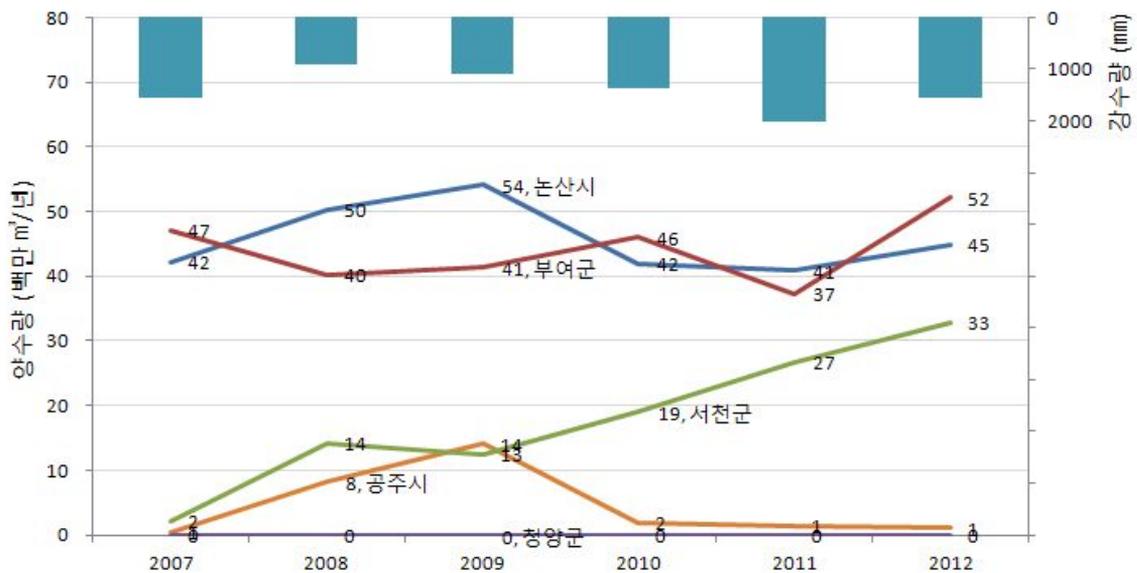
- 연간 양수량의 비율을 비교해보면 전라북도는 54.3~64.4%, 충청남도는 31.4~42.7%, 세종특별자치시는 2.1~4.2%, 대전광역시는 0.1%미만을 나타내고 있어 상당량의 금강 본류 중·하류 수자원이 전라북도 지역에서 사용되고 있는 것으로 나타남
- 또한 연 강수량이 적었던 2008년과 2009년에 전라북도의 양수량 비율이 증가한 것으로 나타남

[표 7-2] 금강 중·하류 광역자치단체 연간 양수량

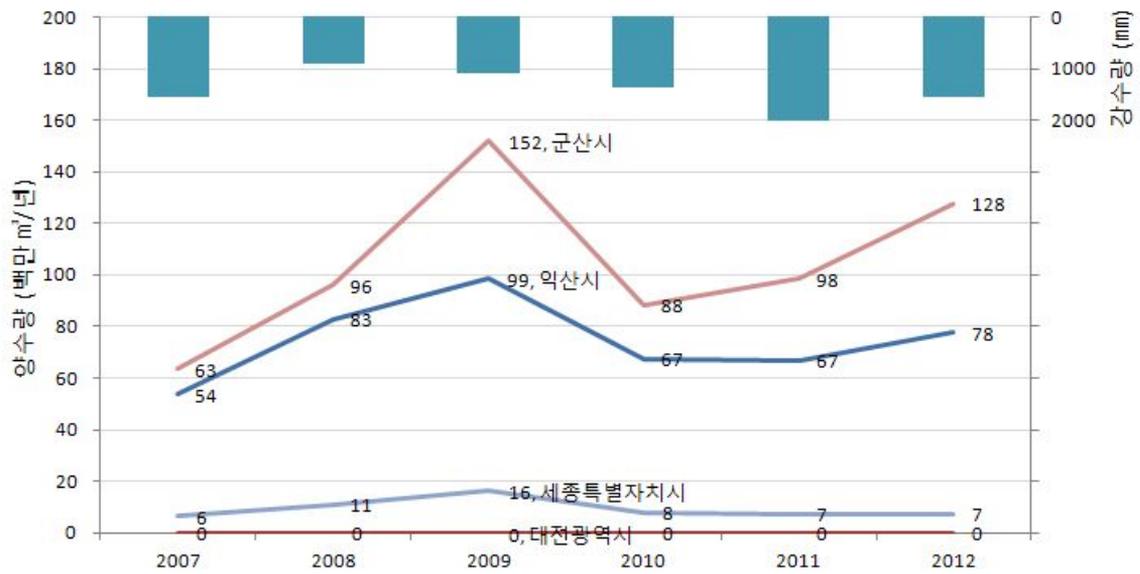
광역자치단체	년	양수량 (m ³ /연)
충청남도	2007	92,014,307
	2008	113,047,465
	2009	122,222,255
	2010	108,980,301
	2011	106,303,227
	2012	130,976,522
	평균	112,257,346
세종특별자치시	2007	6,394,232
	2008	10,948,088
	2009	16,341,776
	2010	7,963,212
	2011	7,166,187
	2012	7,372,426
	평균	9,364,320
전라북도	2007	117,085,250
	2008	178,688,250
	2009	250,444,230
	2010	155,655,494
	2011	165,334,612
	2012	205,431,296
	평균	178,773,189
대전광역시	2007	50,127
	2008	26,448
	2009	24,091
	2010	18,781
	2011	17,858
	2012	18,911
	평균	26,036

2) 시·군별 연간 양수량

- 공주시, 논산시, 부여군, 서천군, 청양군, 세종특별자치시, 군산시, 익산시, 대전광역시의 연간 양수량을 분석하였음
- 9개의 시·군 중에서 군산시가 63~152백만 m^3 /년으로 가장 많은 양의 금강 본류 하천수를 이용하고 있는 것으로 나타났으며, 그 다음으로는 익산시 54~99백만 m^3 /년, 논산시 41~54백만 m^3 /년, 부여군 37~52백만 m^3 /년, 서천군 2~33백만 m^3 /년, 세종특별자치시 6~16백만 m^3 /년, 공주시 0.5~14백만 m^3 /년으로 나타났으며 대전광역시와 청양군은 모두 연간 10만 m^3 /년 미만으로 나타났음
- 부여군과 서천군을 제외한 모든 시·군에서 연 강수량이 낮았던 2008년과 2009년에 양수량이 급격히 증가한 것을 확인할 수 있으며, 특히 군산시와 익산시에서 양수량 증가율이 급격하게 증가한 것으로 나타남
- 부여군의 경우, 연 강수량의 감소에도 불구하고 하천수 양수량이 감소한 것으로 나타나 농업용수의 하천수에 대한 의존도가 낮고 다원화된 공급 경로가 구축되어 있는 것으로 볼 수 있으며, 서천군은 연 강수량에 관계 없이 지속적으로 양수량이 증가하고 있어 농업용수 공급 수혜지역이 점차적으로 증가되고 있는 것으로 추정됨



[그림 7-4] 시·군별 연간 양수량 변화 및 연 강수량 변화-1



[그림 7-5] 시·군별 연간 양수량 변화 및 연 강수량 변화-2

[표 7-3] 금강 중 · 하류 시 · 군 연간 양수량

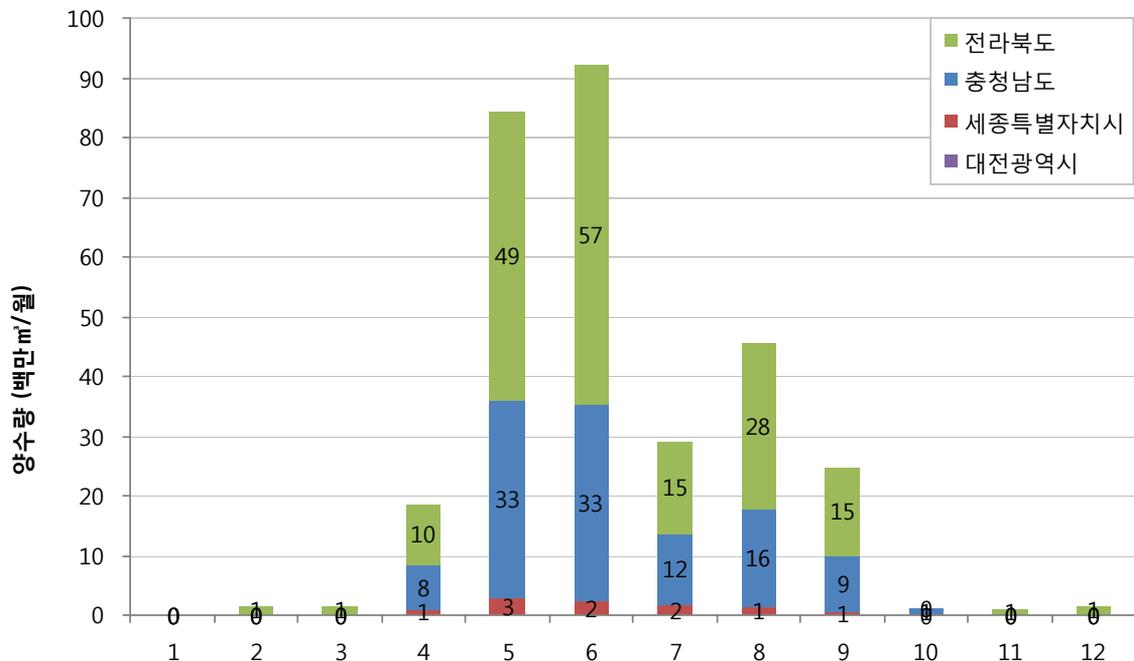
시 · 도	시 · 군	년	양수량 (m ³ /년)
충청남도	공주시	2007	517,188
		2008	8,331,558
		2009	14,117,640
		2010	1,876,422
		2011	1,458,281
		2012	1,048,743
	논산시	2007	42,248,234
		2008	50,250,352
		2009	54,099,601
		2010	41,884,055
		2011	40,831,658
		2012	44,922,681
	부여군	2007	47,051,805
		2008	40,253,069
		2009	41,458,912
		2010	46,050,982
		2011	37,258,486
		2012	52,175,051
	서천군	2007	2,197,080
		2008	14,212,486
		2009	12,546,102
		2010	19,165,603
		2011	26,751,767
		2012	32,826,621
청양군	2007	0	
	2008	0	
	2009	0	
	2010	3,239	
	2011	3,035	
	2012	3,426	

시·도	시·군	년	양수량 (m ³ /연)
세종특별자치시		2007	6,394,232
		2008	10,948,088
		2009	16,341,776
		2010	7,963,212
		2011	7,166,187
		2012	7,372,426
전라북도	군산시	2007	63,442,600
		2008	95,942,160
		2009	151,819,800
		2010	88,249,400
		2011	98,432,900
		2012	127,740,600
	익산시	2007	53,642,650
		2008	82,746,090
		2009	98,624,430
		2010	67,406,094
		2011	66,901,712
		2012	77,690,696
대전광역시		2007	50,127
		2008	26,448
		2009	24,091
		2010	18,781
		2011	17,858
		2012	18,911

나. 월간 양수량 변화

1) 광역자치단체별 월 양수량

- 4개 광역자치단체의 2007년~2012년까지의 월평균 양수량을 분석한 결과 아래와 같이 나타났음
- 각 지자체의 농업용수 이용을 위한 하천수 양수량은 5~6월에 집중되어 있으며, 풍수기인 7~9월에도 지속적인 양수가 이루어졌음
- 전라북도는 6월에 월평균 57백만 m^3 의 하천수를 양수하였으며, 5월 49백만 m^3 , 8월 28백만 m^3 , 7·9월 15백만 m^3 , 4월 10백만 m^3 을 양수하였음
- 충청남도는 5·6월에 월평균 33백만 m^3 의 하천수를 양수하였으며, 8월 16백만 m^3 , 7월 12백만 m^3 , 9월 9백만 m^3 , 4월 8백만 m^3 을 양수하였음
- 세종특별자치시는 5·6월에 월평균 33백만 m^3 의 하천수를 양수하였으며, 8월 16백만 m^3 , 7월 12백만 m^3 , 9월 9백만 m^3 , 4월 8백만 m^3 을 양수하였음



[그림 7-6] 금강 중 · 하류 광역자치단체 과거 6년간 월평균 양수량

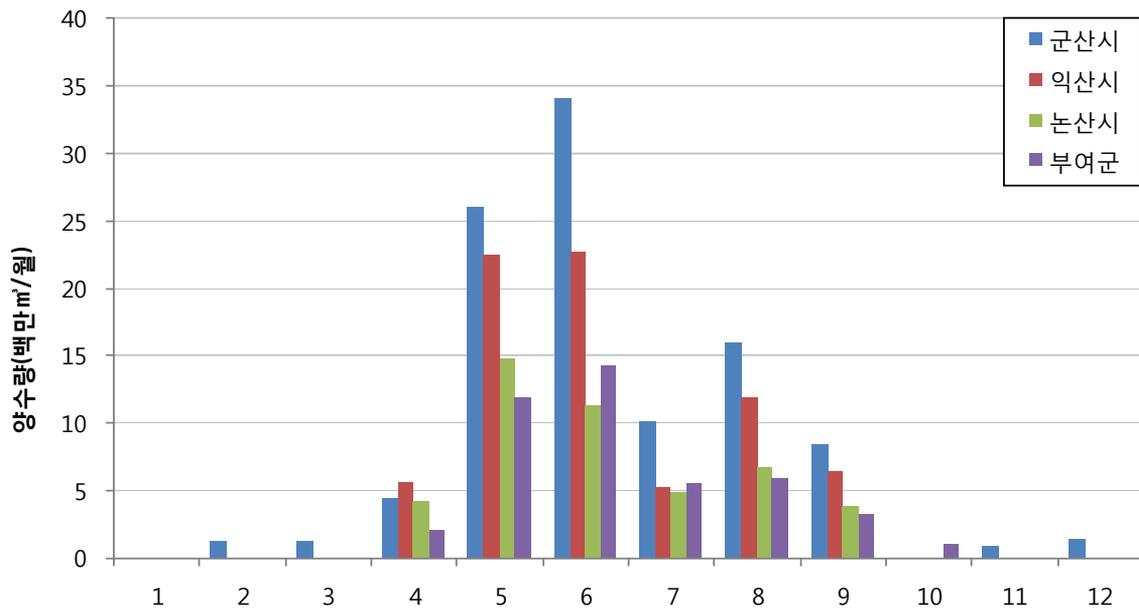
[표 7-4] 금강 중·하류 광역자치단체 과거 6년간 월평균 양수량

광역자치단체	월	양수량 (m ³ /월)
충청남도	1	0
	2	0
	3	14,575
	4	7,643,254
	5	33,023,396
	6	33,118,752
	7	11,974,372
	8	16,261,287
	9	9,166,351
	10	1,055,360
	11	0
	12	0
	소계	112,257,346
세종특별자치시	1	0
	2	0
	3	14,841
	4	761,295
	5	2,784,090
	6	2,239,880
	7	1,611,050
	8	1,362,650
	9	590,515
	10	0
	11	0
	12	0
	소계	9,364,320

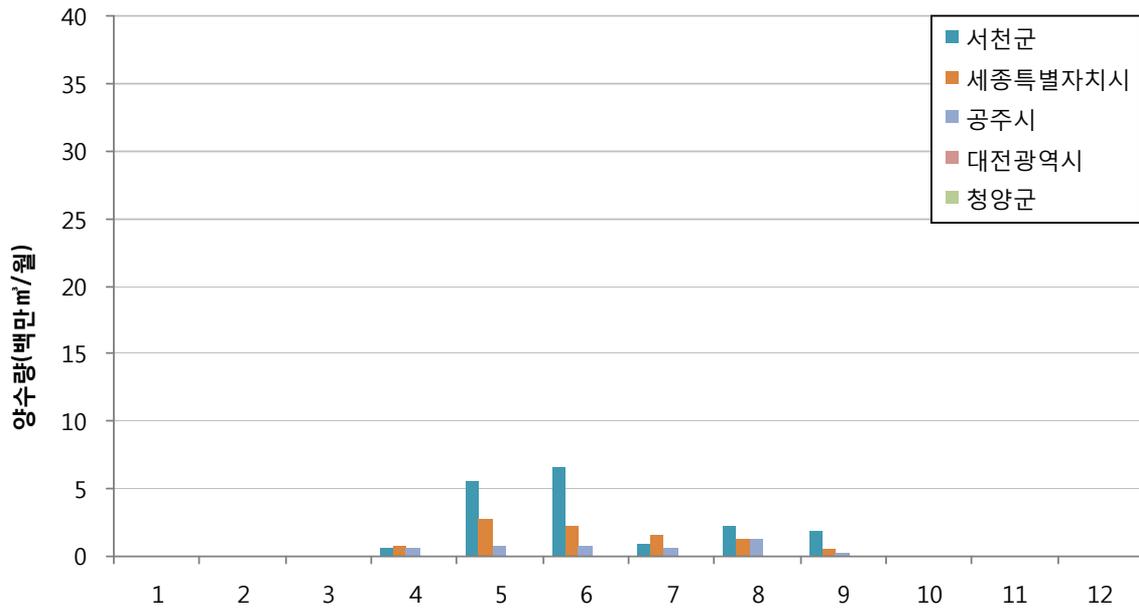
광역자치단체	월	양수량 (m ³ /월)
전라북도	1	0
	2	1,325,483
	3	1,362,517
	4	10,231,508
	5	48,544,054
	6	56,778,559
	7	15,337,700
	8	27,918,022
	9	14,921,546
	10	0
	11	927,400
	12	1,426,400
	소계	178,773,189
대전광역시	1	0
	2	0
	3	0
	4	6,231
	5	6,081
	6	6,967
	7	2,708
	8	2,007
	9	2,011
	10	32
	11	0
	12	0
	소계	26,036

2) 시·군별 월 양수량

- 7개의 시·군에 대하여 과거 6년간 월평균 양수량을 분석하고, 월평균 양수량이 많은 시·군 순서대로 좌에서 우측으로 그래프에 도시하였음
- 군산시, 익산시, 논산시, 부여군, 서천군, 세종특별자치시, 공주시, 대전광역시, 청양군의 순서로 확인됨
- 상위 4개 시·군인 군산시, 익산시, 논산시, 부여군이 전체 양수량의 89.4%
- 상위 2개 시·군인 군산시, 익산시가 전체 양수량의 59.5%
- 금강의 하류지역에 위치한 군산시, 익산시, 논산시, 부여군에 금강 본류 수자원 이용이 집중 되어있음을 보여줌



[그림 7-7] 금강 중·하류 시·군 과거 6년간 월평균 양수량-1



[그림 7-8] 금강 중 · 하류 시 · 군 과거 6년간 월평균 양수량-2

[표 7-5] 금강 중·하류 기초자치단체 과거 6년간 월단위 양수량

시·도	시·군	년	월	양수량 (m ³ /연)
충청남도	공주시	2007	1	0
			2	0
			3	0
			4	31,452
			5	233,700
			6	100,308
			7	75,972
			8	54,570
			9	21,186
			10	0
			11	0
			12	0
			소계	517,188
		2008	1	0
			2	0
			3	7,140
			4	220,926
			5	833,934
			6	639,642
			7	483,666
			8	6,146,250
			9	0
			10	0
			11	0
			12	0
			소계	8,331,558
		2009	1	0
			2	0
			3	18,000
			4	2,675,862
			5	1,888,080
			6	3,131,970
			7	2,878,410

시·도	시·군	년	월	양수량 (m ³ /연)
			8	1,952,502
			9	1,572,816
			10	0
			11	0
			12	0
			소계	14,117,640
		2010	1	0
			2	0
			3	0
			4	336,000
			5	670,194
			6	484,398
			7	309,582
			8	76,248
			9	0
			10	0
			11	0
			12	0
			소계	1,876,422
		2011	1	0
			2	0
			3	251
			4	22,224
			5	1,068,114
			6	293,784
			7	49,170
			8	24,738
			9	0
			10	0
			11	0
			12	0
			소계	1,458,281
		2012	1	0
			2	0

시·도	시·군	년	월	양수량 (m ³ /연)		
			3	62,058		
			4	304,308		
			5	327,978		
			6	342,528		
			7	9,918		
			8	1,953		
			9	0		
			10	0		
			11	0		
			12	0		
			소계	1,048,743		
			논산시	2007	1	0
					2	0
	3	0				
	4	6,013,566				
	5	15,265,106				
	6	9,587,385				
	7	5,248,774				
	8	6,133,403				
	9	0				
	10	0				
	11	0				
	12	0				
	소계	42,248,234				
	2008	1		0		
		2		0		
		3		0		
		4		5,595,750		
		5		13,854,077		
		6		7,960,886		
7		7,184,943				
8		7,923,582				
9		7,731,114				
10		0				

시·도	시·군	년	월	양수량 (m ³ /연)
			11	0
			12	0
			소계	50,250,352
		2009	1	0
			2	0
			3	0
			4	4,760,318
			5	14,518,796
			6	10,758,762
			7	4,454,217
			8	10,542,393
			9	9,065,115
			10	0
			11	0
			12	0
			소계	54,099,601
		2010	1	0
			2	0
			3	0
			4	3,708,117
			5	13,418,609
			6	13,765,545
			7	4,872,033
			8	6,119,751
			9	0
			10	0
			11	0
			12	0
			소계	41,884,055
		2011	1	0
			2	0
			3	0
			4	3,129,912
			5	14,728,014

시·도	시·군	년	월	양수량 (m ³ /연)
			6	11,161,664
			7	2,887,407
			8	3,021,166
			9	5,903,495
			10	0
			11	0
			12	0
			소계	40,831,658
		2012	1	0
			2	0
			3	0
			4	2,238,300
			5	16,652,952
			6	14,750,397
			7	4,834,728
			8	6,446,304
			9	0
			10	0
			11	0
			12	0
		소계	44,922,681	
	부여군	2007	1	0
			2	0
			3	0
			4	8,629,569
			5	14,229,472
			6	14,072,750
			7	5,885,344
			8	4,234,670
			9	0
			10	0
			11	0
			12	0
소계	47,051,805			

시·도	시·군	년	월	양수량 (m ³ /연)
		2008	1	0
			2	0
			3	0
			4	0
			5	1,250,550
			6	10,869,179
			7	9,433,736
			8	4,682,386
			9	7,688,460
			10	6,328,758
			11	0
			12	0
		소계	40,253,069	
		2009	1	0
			2	0
			3	0
			4	794,510
			5	10,776,806
			6	10,869,339
			7	3,461,909
			8	9,242,896
			9	6,313,452
			10	0
			11	0
			12	0
		소계	41,458,912	
		2010	1	0
			2	0
			3	0
			4	969,721
			5	14,476,263
			6	17,423,521
			7	4,529,148
			8	8,652,329

시·도	시·군	년	월	양수량 (m ³ /연)	
			9	0	
			10	0	
			11	0	
			12	0	
			소계	46,050,982	
		2011	1	0	
			2	0	
			3	0	
			4	1,094,048	
			5	14,382,055	
			6	13,224,281	
			7	1,295,564	
			8	1,837,187	
			9	5,425,351	
			10	0	
			11	0	
			12	0	
			소계	37,258,486	
		2012	1	0	
			2	0	
			3	0	
			4	1,155,678	
			5	16,236,419	
			6	19,436,585	
			7	8,658,309	
			8	6,688,060	
			9	0	
			10	0	
			11	0	
			12	0	
			소계	52,175,051	
		서천군	2007	1	0
				2	0
				3	0

시·도	시·군	년	월	양수량 (m ³ /연)
			4	168,840
			5	848,880
			6	764,640
			7	123,120
			8	265,680
			9	25,920
			10	0
			11	0
			12	0
			소계	2,197,080
		2008	1	0
		2008	2	0
		2008	3	0
		2008	4	1,004,971
		2008	5	4,575,086
		2008	6	2,704,555
		2008	7	911,157
		2008	8	2,220,061
		2008	9	2,796,656
		2008	10	0
		2008	11	0
		2008	12	0
		2008	소계	14,212,486
		2009	1	0
		2009	2	0
		2009	3	0
		2009	4	850,756
		2009	5	2,642,655
		2009	6	3,215,180
		2009	7	805,990
		2009	8	3,117,510
		2009	9	1,914,011
		2009	10	0
		2009	11	0

시·도	시·군	년	월	양수량 (m ³ /연)
			12	0
			소계	12,546,102
		2010	1	0
			2	0
			3	0
			4	623,343
			5	5,501,680
			6	8,414,621
			7	1,619,936
			8	2,373,991
			9	630,143
			10	1,889
			11	0
			12	0
			소계	19,165,603
			2011	1
		2		0
		3		0
		4		1,032,482
		5		8,515,025
		6		10,631,961
		7		377,783
		8		283,338
		9		5,909,667
		10		1,511
		11		0
		12		0
		소계		26,751,767
		2012		1
			2	0
			3	0
			4	498,674
			5	11,242,771
			6	14,107,515

시·도	시·군	년	월	양수량 (m ³ /연)
			7	1,453,333
			8	5,524,328
			9	0
			10	0
			11	0
			12	0
			소계	32,826,621
	청양군	2007	1	0
			2	0
			3	0
			4	0
			5	0
			6	0
			7	0
			8	0
			9	0
			10	0
			11	0
			12	0
			소계	0
		2008	1	0
			2	0
			3	0
			4	0
			5	0
			6	0
			7	0
			8	0
			9	0
			10	0
			11	0
			12	0
	소계	0		
2009	1	0		

시·도	시·군	년	월	양수량 (m ³ /연)
			2	0
			3	0
			4	0
			5	0
			6	0
			7	0
			8	0
			9	0
			10	0
			11	0
			12	0
			소계	0
		2010	1	0
		2010	2	0
		2010	3	0
		2010	4	77
		2010	5	1,088
		2010	6	337
		2010	7	759
		2010	8	759
		2010	9	219
		2010	10	0
		2010	11	0
		2010	12	0
		2010	소계	3,239
		2011	1	0
		2011	2	0
		2011	3	0
		2011	4	54
		2011	5	979
		2011	6	331
		2011	7	587
		2011	8	834
		2011	9	250

시·도	시·군	년	월	양수량 (m ³ /연)			
			10	0			
			11	0			
			12	0			
			소계	3,035			
		2012	1	0			
			2	0			
			3	0			
			4	64			
			5	1,096			
			6	445			
			7	736			
			8	834			
			9	250			
			10	0			
			11	0			
			12	0			
			소계	3,426			
			세종특별자치시	세종특별자치시	2007	1	0
						2	0
						3	0
4	355,690						
5	1,263,346						
6	1,769,574						
7	1,368,274						
8	1,147,100						
9	490,248						
10	0						
11	0						
12	0						
소계	6,394,232						
2008	1	0					
	2	0					
	3	30,456					
	4	1,112,780					

시·도	시·군	년	월	양수량 (m ³ /연)	
			5	2,640,246	
			6	2,061,912	
			7	1,988,946	
			8	2,016,582	
			9	1,097,166	
			10	0	
			11	0	
			12	0	
			소계	10,948,088	
			2009	1	0
				2	0
				3	0
		4		1,870,204	
		5		4,944,486	
		6		2,729,320	
		7		2,838,788	
		8		2,412,112	
		9		1,546,866	
		10		0	
		11		0	
		12		0	
		소계	16,341,776		
		2010	1	0	
			2	0	
			3	0	
			4	163,339	
			5	2,564,488	
			6	2,609,159	
			7	1,636,010	
			8	944,561	
			9	45,655	
			10	0	
			11	0	
			12	0	

시·도	시·군	년	월	양수량 (m ³ /연)
		2011	소계	7,963,212
			1	0
			2	0
			3	0
			4	271,625
			5	2,967,984
			6	1,963,289
			7	850,759
			8	792,380
			9	320,150
			10	0
			11	0
			12	0
			소계	7,166,187
		2012	1	0
			2	0
			3	58,590
			4	794,130
			5	2,323,992
			6	2,306,026
			7	983,524
			8	863,162
			9	43,002
			10	0
			11	0
			12	0
			소계	7,372,426
전라북도	군산시	2007	1	0
			2	3,600,700
			3	4,107,700
			4	3,273,300
			5	18,644,000
			6	18,184,400
			7	4,792,300

시·도	시·군	년	월	양수량 (m ³ /연)
			8	10,513,300
			9	326,900
			10	0
			11	0
			12	0
			소계	63,442,600
		2008	1	0
			2	0
			3	0
			4	4,315,040
			5	23,202,540
			6	19,108,810
			7	12,317,010
			8	15,584,340
			9	13,151,720
			10	0
			11	5,307,300
			12	2,955,400
			소계	95,942,160
		2009	1	0
			2	4,352,200
			3	4,067,400
			4	12,224,200
			5	36,321,200
			6	39,641,800
			7	8,164,400
			8	21,690,200
			9	19,498,300
			10	0
			11	257,100
			12	5,603,000
			소계	151,819,800
		2010	1	0
			2	0

시·도	시·군	년	월	양수량 (m ³ /연)
			3	0
			4	2,249,400
			5	18,743,100
			6	34,299,900
			7	13,926,000
			8	16,667,900
			9	2,363,100
			10	0
			11	0
			12	0
			소계	88,249,400
		2011	1	0
		2011	2	0
		2011	3	0
		2011	4	2,885,900
		2011	5	24,223,900
		2011	6	39,838,100
		2011	7	7,860,700
		2011	8	7,924,700
		2011	9	15,699,600
		2011	10	0
		2011	11	0
		2011	12	0
		2011	소계	98,432,900
		2012	1	0
		2012	2	0
		2012	3	0
		2012	4	2,140,300
		2012	5	35,163,500
		2012	6	53,201,200
		2012	7	13,654,140
		2012	8	23,581,460
		2012	9	0
		2012	10	0

시·도	시·군	년	월	양수량 (m ³ /연)		
			11	0		
			12	0		
			소계	127,740,600		
	익산시	2007	1	0		
			2	0		
			3	0		
			4	4,917,344		
			5	16,946,982		
			6	18,175,939		
			7	3,785,011		
			8	9,817,373		
			9	0		
			10	0		
			11	0		
			12	0		
			소계	53,642,650		
				2008	1	0
					2	0
	3	0				
	4	7,517,689				
	5	24,305,112				
	6	16,904,156				
	7	8,086,813				
	8	14,484,816				
	9	11,447,503				
	10	0				
	11	0				
	12	0				
	소계	82,746,090				
		2009			1	0
2					0	
3			0			
4			9,047,304			
5			24,568,110			

시·도	시·군	년	월	양수량 (m ³ /연)
			6	22,385,678
			7	6,449,735
			8	19,749,218
			9	16,424,384
			10	0
			11	0
			12	0
			소계	98,624,430
		2010	1	0
			2	0
			3	0
			4	4,753,397
			5	20,896,844
			6	26,271,590
			7	6,479,611
			8	9,004,651
			9	0
			10	0
			11	0
			12	0
			소계	67,406,094
		2011	1	0
			2	0
			3	0
			4	4,243,468
			5	22,683,737
			6	22,931,957
			7	3,039,250
			8	3,385,534
			9	10,617,768
			10	0
			11	0
			12	0
			소계	66,901,712

시·도	시·군	년	월	양수량 (m ³ /연)
		2012	1	0
			2	0
			3	0
			4	3,821,706
			5	25,565,299
			6	29,727,824
			7	3,471,228
			8	15,104,639
			9	0
			10	0
			11	0
			12	0
			소계	77,690,696
			대전광역시	대전광역시
2	0			
3	0			
4	36,484			
5	9,636			
6	1,143			
7	2,551			
8	313			
9	0			
10	0			
11	0			
12	0			
소계	50,127			
2008	1	0		
	2	0		
	3	0		
	4	391		
	5	8,482		
	6	7,871		
	7	3,180		
	8	3,073		

시·도	시·군	년	월	양수량 (m ³ /연)
			9	3,451
			10	0
			11	0
			12	0
			소계	26,448
		2009	1	0
			2	0
			3	0
			4	366
			5	5,870
			6	7,669
			7	2,857
			8	2,738
			9	4,536
			10	55
			11	0
			12	0
			소계	24,091
		2010	1	0
			2	0
			3	0
			4	73
			5	4,431
			6	8,153
			7	1,859
			8	4,085
			9	122
			10	58
			11	0
			12	0
			소계	18,781
		2011	1	0
			2	0
			3	0

시·도	시·군	년	월	양수량 (m ³ /연)
			4	38
			5	3,757
			6	8,354
			7	1,433
			8	322
			9	3,877
			10	77
			11	0
			12	0
			소계	17,858
		2012	1	0
			2	0
			3	0
			4	31
			5	4,309
			6	8,613
			7	4,370
			8	1,508
			9	80
			10	0
			11	0
			12	0
			소계	18,911

5. 중 · 하류 수자원이용 평가

- 금강 중·하류 하천수의 6년간 연평균 농업용수 양수량을 평가한 결과, 전라북도에서 59.5%를 차지하고 있으며, 충청남도 37.4%, 세종특별자치시 3.1%, 대전광역시 0.01%를 차지하고 있는 것으로 나타남
- 금강 중·하류의 수질보전은 아래와 같은 노력에 의해 이루어낸 결과임
 - 대청호 상류지역 개발 억제 및 환경보전 노력
 - 대청호 상수원 이용 지역의 재정부담
 - 금강수계내 위치한 지역의 하·폐수 방류수질관리
- 그러나 수질보전에 기여한 지역과 용수이용의 수혜를 받는 지역이 상이하여 지역간 불균형을 초래하고 있어 보다 개선된 물관리 및 지역 물자치권이 요구됨

[표 7-6] 금강 중 · 하류 기초자치단체 연간 양수량 및 양수비율

시 · 도	시 · 군	양수량 (m ³ /년)	양수비율 (%)
충청남도	공주시	4,558,305	1.5
	논산시	45,706,097	15.2
	부여군	44,041,384	14.7
	서천군	17,949,943	6.0
	청양군	1,617	0.0
	소계	112,257,346	37.4
세종특별자치시		9,364,320	3.1
전라북도	군산시	104,271,243	34.7
	익산시	74,501,945	24.8
	소계	178,773,189	59.5
대전광역시		26,036	0.01
합계		300,420,891	100.0

※ 한국농어촌공사 농업용수 2007~2012년간 연평균 양수량

제8장 환경영향평가 협의사항 이행평가

1. 환경영향평가 공구별 협의내용
2. 환경영향평가 항목별 협의내용
3. 환경영향평가 협의내용 이행여부 평가

제8장 환경영향평가 협의사항 이행평가

1. 환경영향평가 공구별 협의내용

- 금강정비사업 전체구간 가운데 충청남도에 해당하는 사업구간의 환경영향평가 협의내용을 공구별로 요약 정리하였음

가. 1·2공구(서천·익산지구)

1) 습지영향에 따른 저감대책

- 신성리습지는 하천환경정비지구에 포함됨에 따라 영향이 예측된 바, 공사 시행 전에 습지 및 생태전문가의 정밀조사를 실시하여야 함
 - 또한, 보전상태가 양호한 지역은 영향을 최소화할 수 있도록 사업계획을 조정 후 공사를 시행하여야 함
- 용안지구와 성산지구의 습지 조성 시 육상화 방지 및 생태습지 기능이 적정하게 유지될 수 있도록 계획 설계시부터 최적의 공법을 선정·관리하기 위한 방안을 강구하여야 함
 - 용안지구의 경우, 여울 설치(부족 시 금강본류에서 펌핑)로 유입 유량을 확보하는 것으로 제시된 바, 양호한 수질상태가 유지될 수 있도록 다각적으로 검토하여야 함
 - 금강 본류 물 유입 시 펌핑보다는 자연성을 유지하면서 수량과 수질을 확보할 수 있는 방안을 검토하여야 함
 - 성산지구 습지조성도 펌핑시설보다는 본래 생태습지의 자연성을 유지할 수 있는 적절한 규모와 수질확보를 위한 방안을 검토하여야 함
 - 조성습지의 면적과 구배를 감안하여 충분한 유량과 수심 유지방안을 검토하여야 함

2) 공사시 철새도래 영향 저감

- 금강하구 일대는 천연기념물 내지 멸종위기종이 다수 서식하고 있으며, 생태자연도 1등급 지역과 야생동식물 보호구역이 분포하고 있으므로 이들 서식환경에 영향이 미치지 않도록 아래사항을 반영하여 철저한 저감대책을 마련하여야 함
 - 평가서에 제시한 모니터링 조사계획(분기1회)을 강화하는 방안을 강구·시행하여야 함
 - 겨울철 대규모 철새도래시기(11월~2월)에는 준설공사 등 소음영향이 큰 공정은 공사일정과 공사강도를 조정하여 추진하여야 함
 - 옹포·제성·용안지구에서만 준설할 것 계획하였으나 옹포·제성지구는 야생동식물 보호구역으로 사업시행에 따른 피해가 없도록 저감대책을 강구하여야 함
 - 옹포지구의 준설로 인해 법적보호종인 큰고니, 큰기러기의 서식지가 훼손될 것으로 예측되어 시음지구 주변에 대체서식지를 조성할 것으로 계획하였으므로 이와 관련하여 아래사항을 반영하여야 함
 - 대체서식지 조성계획을 구체적으로 수립하고, 준설공사 시행 전에 조성하여 서식지 파괴로 생태계에 미치는 환경영향이 최소화될 수 있도록 하여야 함

3) 자건거도로 설치 관련

- 자건거도로는 기존 제방부에 설치되는 구간을 제외한 지역은 수변부에서 이격하여 우회하도록 하는 등 지역 수변생태계에 미치는 영향이 최소화되도록 방안을 강구하여야 함

나. 4공구(장암지구)

1) 습지영향에 따른 저감대책

- 하황습지는 하도준설로 인한 영향이 예측된 바, 통수단면과 물길확보를 검토하고 불가피하게 준설이 필요할 경우 준설면적을 최소화하고 대체습지를 조성하여야 함

2) 자건거도로 설치 관련

- 자건거도로 노선 중 산지부를 통과할 것으로 계획한 지역은 원양, 황조롱이, 맹꽁이 등 법적보호종이 분포하고 있으므로 기존 도로를 이용하여 우회하는 방안을 우선적으로 검토하고, 산지부 통과가 불가피할 경우 노선을 변경하여 서식지로부터 최대한 이격하여야 함

다. 5공구(부여지구)

1) 습지영향에 따른 저감대책

- 구드레습지는 하도준설로 인한 영향이 예측된 바, 통수단면과 물길확보를 검토하고 불가피하게 준설이 필요할 경우 준설면적을 최소화하고 대체습지를 조성하여야 함

2) 하천환경정비사업 관련

- 지구 내 환경특성, 주변 토지이용현황 및 인구현황을 고려하여 친수지구로 계획된 지역은 시설물 설치계획의 적정성을 검토하고, 인위적인 시설물 설치로 인한 영향이 최소화될 수 있도록 계획하여야 함

라. 8공구(대청지구)

1) 하천환경정비사업 시행관련

- 대청지구의 하천환경정비지구는 생태적 환경이 우수하여 보전적 토지이용계획 수립이 요구되는 지역이므로 평가서에 제시한 대로 인공적인 조경시설 계획은 최대한 지양하여야 함
 - 불가피하게 설치할 경우에는 규모를 최소화하여 사업시행에 따른 생태적 영향을 최소화하여야 함

2) 습지영향에 따른 대책

- 하천환경정비사업으로 인해 천내리 습지의 영향이 예측된 바, 가급적 원형으로 보전될 수 있도록 하여야 함
 - 영향이 불가피할 경우 영향면적이 최소화될 수 있도록 다각적으로 검토하여 사업계획을 조정하여야 함

2. 환경영향평가 항목별 협의내용

가. 전체 공구 공통의견

- 전체 공구의 항목별 협의내용(공통의견)은 다음과 같음

1) 대기질과 악취

- 공사시 미세먼지에 대한 예측결과, 연간 환경기준($50\mu\text{g}/\text{m}^3$)에 근접하므로 평가서에 제시한 저감방안을 철저히 이행하여야 함
- 공사 진행상황, 주변의 토지이용상황 등을 고려하여 저감방안을 탄력적으로 운영하고, 사후환경영향조사결과에 대한 검토·평가, 주민 불편사항과 민원 등을 반영하여 저감방안을 보완할 수 있도록 하여야 함
 - 준설토를 적치장 또는 선별장으로 운반 시 비산먼지 발생으로 인한 환경오

염 및 주민피해가 없도록 공사장 진·출입로와 준설토 운반차량 이동로를 선정하여야 함

- 빨(오니)이 포함된 준설토를 장기간 적치 시 가적치장(또는 선별장)에서 악취와 해충의 발생이 초래될 수 있으므로 악취·해충 관리를 위한 사후환경영향조사계획을 수립·시행하여야 함

2) 수질

- 준설공사시 각각의 공구에서 준설공간이 중첩되지 않도록 적정한 간격(가급적 2km 이상)을 유지하여야 하며, 공구 간에 일정간격을 유지하기 위한 통합관리 방안을 마련하여야 함
- 수질자동측정센서를 설치·운영함으로써 실시간으로 수질을 모니터링 할 계획 인바, 아래사항을 반영한 구체적인 설치위치와 운영계획, 관리·감독계획 등을 수립하고 사후 모니터링 계획에 반영하여야 함
 - 준설지점과 준설토 야적장 등으로 수질영향이 예상되는 지점을 측정지점으로 선정하여야 함
 - 취수장 상류 1km 이내에 설치하는 침사지 및 오탃방지막 주변, 상수원보호 구역 상류 경계지점과 상류 1km 이내에 설치하는 침사지 및 오탃방지막 주변을 측정지점으로 선정하여 취수장 수질에 악영향이 예상될 경우 추가적인 대책 강구하여야 함
- 공사 중에 발생하는 부유물질의 영향을 저감하기 위해 오탃유출수의 목표관리 수질은 중권역별 목표수질+15mg/L이므로, 이의 준수여부를 실시간으로 확인할 수 있도록 수질자동측정센서 설치 및 현장조사 계획을 수립·시행하여야 함
 - 목표관리수질을 초과할 경우 공사를 일시적으로 중단하고, 공사시기와 강도 조절, 추가적인 저감시설 설치 등 수질상황과 연동하여 저감대책을 강구·시행하여야 함
 - 현재 수중준설이 진행되고 있는 사업지구의 침사지, 오탃방지막의 탁수저감효율을 조사하여 탁수저감효과가 최대화될 수 있도록 저감방안을 수립·시행하여야 함
- 수중준설로 인해 발생하는 탁수저감을 위한 침사지는 준설량(시간, 일 등) 및 준설 시 발생하는 토사입경을 고려하여 충분한 체류시간을 가질 수 있

도록 설계(침사지 수면적, 침사지내 유속 등을 고려) 되어야 함

- 사업구간에 설치된 수질자동측정망은 동 측정망 운영·관리주체와 협의하여 공사시 관리 및 운영방안을 수립·시행하여야 함
 - 사업시행에 따른 수질측정망의 철거 또는 이동 여부를 확인하고 필요시 이에 따른 대책을 수립하여야 함
 - 측정망으로부터 수집된 수질측정결과를 이용한 수질관리 계획을 수립하여야 함
- 제외지의 육상준설지, 준설토 야적장, 침사지에서 발생한 토사, 탁수관리 및 저감 대책은 경우 시 발생할 수 있는 여러 가지 상황을 반영하여 수립·시행하여야 함
 - 탁수로 인한 수질오염 방지를 위해서는 하천구역 안에서 준설토를 선별하거나 장기간 적치하지 않아야 함
- 전 공정의 장비, 시설 등에서 발생하는 폐수로 인해 하천이 오염되지 않도록 적절한 처리방안(처리용량과 방법, 방류수질 등)을 수립·시행하여야 함
 - 자체처리시설을 설치할 경우, 처리수 방류로 인하여 하천 수질등급이 저하되지 않도록 처리수질 기준을 설정하여야 함
- 하천환경정비지구 내 친수공간 관리를 위한 사무소 또는 홍보관을 설치·운영할 계획이므로 용수공급계획 및 오수처리계획을 구체적으로 수립·시행하여야 함
- 초기우수(5~10mm)에 포함된 비점오염물질 저감을 위한 차집방안, 처리용량, 설치지점, 장치의 종류 등에 대한 구체적인 시설 설치계획을 수립·시행하여야 함
- 공사시와 운영시 예측하지 못한 유류유출사고 등 수질오염사고에 대비하여 수질오염방제장비를 공사장 인근에 확보하는 등 적정대책을 수립·시행하여야 함
- 공사시와 운영시 사후환경영향조사계획은 아래사항을 반영하여 이행하여야 함
 - 조사지점의 위치를 확인할 수 있도록 모든 조사지점을 공사시와 운영시로 구분하여 대축적 도면에 명확히 구분·작성하여야 함
 - 공사시와 운영시 하천수질 조사를 분기 1회로 계획하였으나, 공사시에는 수질조사를 월 1회로 강화하여야 함
 - 공사시 오탁방지막, 침사지, 오일펜스 등의 저감효율을 확인할 수 있도록 저

감시설 상·하류 또는 내·외부에 측정지점을 추가하여야 함

- 사업시행에 따른 수질자동측정망의 철거 또는 이동여부를 확인하고 공사시와 운영시 이들 측정망으로부터 수집된 수질측정결과를 수질관리계획 및 사후환경영향조사계획에 반영하여야 함

3) 수리·수문

- 호안은 유속 및 소류력(掃流力)을 검토하여 설치가 불가피한 지역을 중심으로 계획하고, 실제 시공사례와 유지관리사례를 조사하여 친환경적 호안공법을 선정하여야 함
- 준설공사시 보존하기로 계획한 하중도와 사주 등이 공사 후에도 실제적으로 보존될 수 있도록 적용 가능한 준설공법 등을 검토하고 구체적인 보존방안을 마련하여야 함

4) 토지이용

- 하천환경정비지구별 특성을 고려하여 둔치별 또는 지구별로 구체적인 보전·관리계획을 수립·시행하고, 자연상태를 잘 유지하고 있는 구간은 가급적 보전지구로 지정·관리하여야 함
- 하천환경정비지구가 친수지구에 해당하는 경우에도 하천의 자연성이 잘 보전된 지역은 친수시설물 설치보다는 자연상태를 유지하는 방안을 강구·시행하여야 함
 - 하천구역 내 각종 시설물의 지속적인 유지관리계획을 수립·시행하여야 함
 - 신규 조성습지에 대하여는 유지관리계획을 수립·시행하여 사업 이후 하천 생태·환경 기능이 향상될 수 있도록 하여야 함
- 하천의 자연성이 잘 유지된 하천자연도 1, 2등급과 환경관련 용도지역 내에서는 하천의 횡적 네트워크(하천물길-수변물길-유역 생물종간 이동 측면)를 확보하여야 함
- 하천환경정비지구 등에서 이용자의 아래와 같은 특정행위를 제한하는 방안을 강구·시행하여 친환경적인 하천이용·관리계획을 수립·시행하여야 함
 - 오염원 유발물질의 소지 및 반입 제한

- 각종 주요 생물종의 채취, 포획 금지
- 소음 유발행위 금지
- 친수공간 내 생물종의 주요 서식기간(산란기, 번식기)에는 이용 제한
- 주요 생물종 서식지가 인접한 친수공간에서의 야간행사 제한
- 생물종 주요 서식 활동기간과 야간조명에 취약한 야행성 생물종을 고려한 조명계획 수립·시행

5) 토양

- 준설토(준설품질)는 토양, 유기물, 쓰레기 등이 준설투간에 따라 다양하게 존재할 가능성이 있으므로, 가적치장에서 골재/사토의 선별 외에 쓰레기와 유기물함량이 높은 오토를 선별하여 처리하는 방안을 수립·시행하여야 함
- 공사시 준설토 오염여부를 효과적으로 판단하기 위해 퇴적토 오염도 조사계획을 수립·시행하되, 조사시기, 조사지점, 조사심도 등의 조사계획 수립 시에는 아래 내용을 반영하여야 함
 - 조사지점은 준설투간에 한하여 오염원(대도시, 산업단지, 공장, 휴폐광산, 군부대 등)이 입지한 지역의 지류가 합류되는 지점 또는 폐수처리수 유입지점 등을 선정하여야 하며, 준설투간 시행 전 오염도조사를 실시하여야 함
 - 조사심도는 표층(0~60cm)과 준설투간 깊이까지의 심층을 조사하되 퇴적층 토질별 단일시료를 채취(시추가 원칙이나 불가능한 경우 수변부 절토)하여 토양오염우려기준 21개 항목에 대한 조사를 실시하여야 함
 - 오염도 조사결과 토양오염우려기준(1지역)을 초과할 경우, 다음 사항을 고려한 저감대책을 수립·시행하여야 함
 - 준설투간 중금속 등 오염물질 용출가능성 및 주변지역 취·정수장에 미칠 영향을 정밀 검토 후 적정대책 마련하여야 함
 - 가적치장에 적치한 준설투간에 대하여 주기적으로 오염도 조사를 실시하여 폐기 또는 정화처리방안 강구하여야 함
- 농경지 리모델링 지구 외에 사토가 성토되는 공공용지 지구, 하천정비지구에도 “4대강사업의 준설투간(사토) 성토지역에 대한 토양오염 정밀조사 및 정화지침”

을 적용하여 환경영향조사계획을 수립·시행하여야 함

- 사토의 발생시기와 농경지 리모델링 등 사토 수요 발생시기의 불일치로 인해 사토가 하천구역 내에 방치되지 않도록 적정 규모의 사토 적치장을 조속한 시일 내에 확보하여야 함

6) 지형·지질

- 자전거도로는 가급적 수변부와 이격하여 설치함으로써 완충지역을 확보하는 한편, 평가서에 제시한 바와 같이 산지부 등 경관이 우수한 지역은 우회 설치하여 지형변화를 최소화하여야 함
- 현장에서 유용하고 남은 준설토의 적치장 및 사토장 선정과 처리계획과 관련하여 후보지의 구체적인 환경현황 등이 제시되지 않아 적절성을 판단할 수 없으므로 공사시 관계법령에 따라 적법한 절차를 거쳐야 함
- 저수로 호안조성, 하상유지공 조성 등 하천정비사업에 필요한 모래, 자갈 등 토석 확보를 위해 공사구간 외 지역에서 토석을 조달하므로 추가적인 훼손이 발생하지 않도록 공사 전에 소요량을 산정하고, 이번 사업에서 발생하는 준설토에 대한 활용계획을 구체적으로 수립·시행하여야 함

7) 동·식물상

- 금강살리기 2단계 사업구간 중 8·9·11공구는 사후환경영향조사시 아래 사항을 고려하여 현황조사를 실시하고 그 결과에 따라 저감방안을 마련하여 시행하여야 함
 - 봄철 현황조사를 추가 실시하여야 함
 - 각 분류군별 조사지점을 도면에 상세하게 표기하여야 함
 - 사업 시행전, 시행중, 시행후 지속적인 모니터링을 실시하여 법적보호종 서식여부를 포함한 정확한 생태현황을 조사하고, 이를 토대로 저감방안 수립하여야 함
- 보전가치가 있는 습지지역에 대해서는 준설과 하천환경정비계획 등의 시행으로 인한 환경영향정도를 파악한 후 환경영향 저감방안을 수립·시행하고, 이들 지역에 대한 향후 관리방안을 포함하는 생태계 모니터링 계획을 수립·시행하여야 함

- 통수단면적 확보에 지장이 없는 구간에서는 하중도, 습지, 모래톱을 최대한 보전할 수 있도록 완충공간을 고려하여 이격거리를 설정하고, 생태계가 우수한 하중도의 경우 인위적 제방시설 설치를 배제하여 자연상태로 보전될 수 있도록 하여야 함
- 하도준설의 경우 1단계 사업과 연계하여 준설로 인해 예상되는 생태적 영향을 면밀히 검토하여야 하며, 다음사항을 고려한 단계적인 시·공간계획 및 준설계획을 조정하는 방안을 검토·시행하여야 함
 - 하도준설의 목적을 고려하여 하상전체를 준설하기 보다는 준설에 따른 생태적 영향을 줄일 수 있도록 준설을 하상의 일부구간으로 조정하는 방안을 검토·시행하여야 함
 - 준설에 따른 생태적 영향을 저감하기 위하여 준설 시 통수 단면적을 고려한 준설구간 조정방안을 검토·시행하여야 함
 - 준설에 따른 간접적 영향이 예측되는 보전구역 내 하중도 및 습지에서의 준설계획은 적정 이격거리 유지방안을 검토·시행하여야 함
 - 수변부를 주요 서식지로 삼는 생물종의 주요 산란기 내 준설계획은 최대한 지양하여야 함
 - 준설방법(육상준설, 반체절준설, 수중준설 등)에 대한 세부 준설계획은 준설규모 대비 오염원 발생이 낮은 방법을 우선 고려하여야 함
 - 준설접근로 개설에 따른 영향발생 여부 및 누적영향 정도를 고려한 준설계획 수립하여야 함
- 준설에 따른 생태적 영향을 줄일 수 있도록 하도정비 시 1:5 이상의 완만한 경사도를 유지하도록 하여 사업시행 이후 자연스럽게 습지가 생성될 수 있도록 하여야 함
- 사업시행으로 인한 영향이 불가피한 습지의 경우 인근에 대체 습지를 조성하는 등 습지의 훼손을 최소화할 수 있는 방안을 강구·시행하여야 함
- 동시다발적인 사업계획의 수립으로 인한 생태계의 누적영향을 저감하고 동물상의 이동로를 확보하기 위해 아래와 같이 단계적인 시간과 공간계획을 수립·시행하여야 함

- 하도준설공사 전에 지류하천에 하상유지공을 우선 설치하여 어류 등이 공사시 지류하천으로 회피할 수 있도록 하여야 함
- 공사 시행 전 돌무더기, 자연굴 등과 같은 미소서식처를 조성하여 야생동물의 산란처 및 은신처를 제공하여야 함
- 공사구간과 그 하류지역이 어류, 조류 등의 주요 서식지인 경우에는 생태적으로 중요한 지역이므로 어류의 산란기, 철새도래기 등 계절적 요인을 고려하여 공사시기를 조정하여야 함
- 철새가 대규모로 도래하는 겨울철에는 공사강도를 조절하고, 인근에 먹이터를 조성하여 영향을 저감하여야 함
- 친수시설물 또는 구조물 계획으로 인하여 수달 등 주요 육상동물종의 이동성이 단절되지 않도록 완충녹지대, 대체 통로조성 등의 저감방안을 수립·시행하여 추가적인 환경영향이 발생하지 않도록 하여야 함
- 금강 본류와 지류의 합류지점에 설치하는 하상유지공은 어도와 유사한 최소구배 1:20이상으로 설치하되, 콘크리트 다단형보다는 자연석을 이용하거나 친환경적인 재료를 활용하여 조성하여야 함
- 둔치와 제방에 녹색벨트를 조성하여 야생생물의 부가적인 서식지를 제공하여야 함
- 인공서식환경 조성예정지에 대한 공간조성방안은 복원계획의 일환으로 수립되어야 하며, 조성 후 다양한 사후관리방안을 수립하여 환경질 개선을 유도하고 지속적 이용이 가능할 수 있도록 하여야 함
- 법정보호종의 대체서식지 조성목적, 지형내 잠재적 분포가 가능한 생물종 유입목적, 특정 환경질 개선을 위한 생물종 도입목적 등 인공서식지 조성목적을 수립·시행하여야 함
- 도입 목표종은 당해 지역에 대한 현지 또는 문헌조사로 확인되고, 도입가치가 있는 종(식물구계학적 특정종, 지역 대표 자생종, 희귀종, 법정보호식물종, 환경지표종 등)을 우선 선정하고, 선정된 도입대상종이 선호하는 서식환경을 고려하여 세부조성방안을 수립·시행하여야 함
- 인공습지의 경우 해당지역 생태수로에 적용 가능한 식물수종(습생식물대-정수식물대-부엽식물대-침수식물대-부유식물대)을 선정하여 식재하고, 친환경적인 생태수로로 계획하여야 함

- 사후환경영향조사계획은 아래 사항을 반영하여 이행하여야 함
 - 현지조사에 의해 확인된 법정보호종(수달, 삿, 맹꽁이, 원앙, 돌상어, 감돌고기, 통사리, 꾸구리, 두드럭조개 등)이 서식하는 지역에 대해서는 서식지 특성과 서식지역에 출현한 생물종의 서식유형(휴식, 채식, 번식, 은신 등)을 고려하여 생태계 모니터링 계획과 저감대책을 수립·시행하여야 함
 - 문헌자료에 의해 법정보호종의 서식이 확인되었던 지역은 현재 생물상 분포 현황, 주요 우점 개체군, 군락특성, 기 확인된 생물종의 출현여부를 고려하여 모니터링계획을 수립·시행하여야 함
 - 법정보호조류(수조류, 맹금류, 산림성 조류, 겨울철새 등)에 대한 정밀분포 현황과 주요서식지, 서식유형, 종, 개체군 특성 등을 고려하여 생태계 모니터링계획을 수립·시행하여야 함
 - 멸종위기생물종으로 지정·관리되는 양서파충류, 어류, 곤충류 등의 보전과 적정 저감대책 수립·시행을 위하여 ‘습지-수변부-하중도-하상’의 생태계 구조와 개체군 모니터링 계획을 수립·시행하여야 함
 - 주요종의 서식지역(서식 가능성이 높은 지역 포함)과 보전가치가 높은 서식지(습지 등) 등을 사후환경영향조사 계획지점에 포함하여야 함
 - 보전가치가 있는 종의 서식지를 중심으로 공사전, 공사중, 이용중으로 구분하여 모니터링 계획을 수립·시행하여야 함

8) 소음 · 진동

- 공사시 하천의 지형적 특성(제방 등)을 고려하여 별도 가설방음판넬 설치를 계획하지 아니하였으므로, 공사시 지역주민 등의 요구가 있을 경우 설치하는 등 공사로 인한 주민의 피해를 최소화하여야 함

9) 경관

- 친수공간계획(자전거도로 및 산책로, 휴게공간, 자연학습장 등), 기타 인공시설물계획 등은 주변 경관 및 하천의 자연경관과 조화될 수 있도록 색채, 형태와 재료 등을 선정함으로써 경관적 영향을 최소화하여야 함

- 인공시설물의 바닥면은 자연적 토양의 투수성을 보유할 수 있도록 포장재를 선정하고, 시설물은 자연재료를 활용하는 등 생태하천 조성방향에 부합되도록 계획하여야 함
- 하천시설물에 설치하는 조명은 주변 생태계에 미치는 영향을 최소화할 수 있도록 설치·관리하여야 함

나. 3공구(강경지구)

1) 대기질과 악취

- 공사시 미세먼지에 대한 예측결과 연간 환경기준($50\mu\text{g}/\text{m}^3$)에 근접하므로(황산리 지역은 $51.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 초과, 평가서 191쪽) 평가서에 제시한 저감방안을 철저히 이행하여야 함
- 공사 진행상황, 주변의 토지이용상황 등을 고려하여 저감방안을 탄력적으로 운영하고, 사후환경영향조사결과에 대한 검토·평가, 주민 불편사항과 민원 등을 반영하여 저감방안을 보완할 수 있도록 하여야 함
 - 준설토를 적치장 또는 선별장으로 운반 시 비산먼지 발생으로 인한 환경오염 및 주민피해가 없도록 공사장 진·출입로와 준설토 운반차량 이동로를 선정하여야 함
- 뺨(오니)이 포함된 준설토를 장기간 적치 시 가적치장(또는 선별장)에서 악취와 해충의 발생이 초래될 수 있으므로 악취·해충 관리를 위한 사후환경영향조사계획을 수립·시행하여야 함

2) 수질

- 준설공사시 각각의 공구에서 준설공간이 중첩되지 않도록 적정한 간격(가급적 2km 이상)을 유지하여야 하며, 공구 사이에 일정간격을 유지하기 위한 통합관리방안을 마련하여야 함
- 수질자동측정센서를 설치·운영함으로써 실시간으로 수질을 모니터링 할 계획 인바, 아래사항을 반영한 구체적인 설치 위치와 운영계획, 관리·감독 계획 등을 수립하고 사후 모니터링 계획에 반영하여야 함
 - 준설지점과 준설토 야적장 등으로 수질영향이 예상되는 지점을 측정지점으로 선정하여야 함
- 공사 중에 발생하는 부유물질의 영향을 저감하기 위해 오탉유출수의 목표관리수질은 중권역별 목표수질+15mg/L이므로, 이의 준수여부를 실시간으로 확인할 수 있도록 수질자동측정센서 설치 및 현장조사 계획을 수립·시행하여야 함.

- 목표관리수질을 초과할 경우 공사를 일시적으로 중단하고, 공사시기와 강도 조절, 추가적인 저감시설 설치 등 수질상황과 연동하여 저감대책을 강구·시행하여야 함
- 제외지의 육상준설지, 준설토 야적장, 침사지에서 발생한 토사, 탁수관리 및 저감대책은 강우 시 발생할 수 있는 여러가지 상황을 반영하여 수립·시행하여야 함
 - 탁수로 인한 수질오염 방지를 위해서는 하천구역 안에서 준설토를 선별하거나 장기간 적치하지 않아야 함
- 가물막이 공사시 톤백(가마니) 및 시트과일을 이용한 공법에 대한 검토를 실시하고, 두 가지 대안 중 보다 효율적이며 부유토사의 발생이 적은 공법을 적용하여야 함
- 전 공정의 장비, 시설 등에서 발생하는 폐수로 인해 하천이 오염되지 않도록 적절한 처리 방안(처리용량과 방법, 방류수질 등)을 수립·시행하여야 함
 - 자체처리시설을 설치할 경우, 처리수 방류로 인하여 하천 수질등급이 저하되지 않도록 처리수질 기준을 설정하여야 함
- 초기우수(5~10mm)에 포함된 비점오염물질 저감을 위한 차집방안, 처리용량, 설치지점, 장치의 종류 등에 대한 구체적인 시설 설치계획을 수립·시행하여야 함
- 공사시와 운영시 예측하지 못한 유류유출사고 등 수질오염사고에 대비하여 수질오염방제장비를 공사장 인근에 확보하는 등 적정대책을 수립·시행하여야 함
- 공사시와 운영시 사후환경영향조사계획은 아래 사항을 반영하여 이행하여야 함
 - 조사지점의 위치를 확인할 수 있도록 모든 조사지점을 공사시와 운영시로 구분하여 대축적 도면에 명확히 구분·작성하여야 함
 - 공사시와 운영시 하천수질 조사를 분기 1회로 계획하였으나, 공사시에는 수질조사를 월 1회로 강화하여야 함
 - 공사시 오탉방지막, 침사지, 오일펜스 등의 저감효율을 확인할 수 있도록 저감시설 상·하류 또는 내·외부에 측정지점을 추가하여야 함
 - 사업시행에 따른 수질자동측정망의 철거 또는 이동여부를 확인하고 공사시

와 운영시 이들 측정망으로부터 수집된 수질측정결과를 수질관리계획 및 사후환경영향조사계획에 반영하여야 함

3) 수리·수문

- 호안은 유속 및 소류력(掃流力)을 검토하여 설치가 불가피한 지역을 중심으로 계획하고, 실제 시공사례와 유지관리사례를 조사하여 친환경적 호안공법을 선정하여야 함

4) 토지이용

- 하천환경정비지구별 특성을 고려하여 구체적인 보전·관리계획을 수립·시행하고, 자연상태를 잘 유지하고 있는 구간은 가급적 보전지구로 지정·관리하여야 함
- 하천환경정비지구가 친수지구에 해당하는 경우에도 하천의 자연성이 잘 보전된 지역은 친수시설물 설치보다는 자연상태를 유지하는 방안을 강구·시행하여야 함
 - 하천구역내 각종 시설물의 지속적인 유지관리계획을 수립·시행하여야 함
 - 신규 조성습지에 대하여는 유지관리계획을 수립·시행하여 사업 이후 하천생태환경 기능이 향상될 수 있도록 하여야 함
- 세도지구는 느루내, 백제너른마당, 늘푸른마당 공간에 많은 시설물이 계획된 것으로 판단되므로 지구 내 환경특성, 주변 인구현황 등을 고려하여 자연성이 현저히 떨어지거나 인위적 복원계획을 통해 환경개선이 기대되는 지역을 중심으로 다목적광장, 산책로, 야생초화원 등과 같은 인공시설물은 설치를 최소화하여야 함
 - 세도지구 4개소, 개척지구 1개소 지점에 총 25,909㎡의 주차장이 계획되어 있는 바, 사업의 취지를 감안하여 주차장 계획은 제외하여야 함
- 하천환경정비지구 등에서 이용자의 아래와 같은 특정행위를 제한하는 방안을 강구·시행하여 친환경적인 하천이용·관리계획을 수립·시행하여야 함
 - 오염원 유발물질의 소지 및 반입 제한
 - 각종 주요 생물종의 채취, 포획 금지

- 소음 유발행위 금지
- 친수공간 내 생물종의 주요 서식기간(산란기, 번식기)에는 이용 제한
- 주요 생물종 서식지가 인접한 친수공간에서의 야간행사 제한
- 생물종 주요 서식 활동기간과 야간조명에 취약한 야행성 생물종을 고려한 조명계획 수립·시행

5) 토양

- 준설토(준설품질)는 토양, 유기물, 쓰레기 등이 준설구간에 따라 다양하게 존재할 가능성이 있으므로, 가적치장에서 골재/사토의 선별 외에 쓰레기와 유기물함량이 높은 오토를 선별하여 처리하는 방안을 수립·시행하여야 함
- 준설토에 대하여 시추결과를 토대로 골재와 토사 발생량을 각각 산정하고, 이에 대한 적절한 처리대책을 수립·시행하여야 함
- 공사시 준설토 오염여부를 효과적으로 판단하기 위해 오염원(대도시, 산업단지, 공장, 휴폐광산, 군부대 등)이 입지한 지역의 지류가 합류되는 지점 또는 폐수처리수 유입지점 등을 측정지점으로 추가 선정하여 오염여부를 판단하여야 함
- 농경지 리모델링 지구 외에 사토가 성토되는 공공용지 지구, 하천정비지구에도 “4대강사업의 준설토(사토) 성토지역에 대한 토양오염 정밀조사 및 정화지침”을 적용하여 환경영향조사계획을 수립·시행하여야 함

6) 지형·지질

- 자전거도로는 가급적 수변부와 이격하여 설치함으로써 완충지역을 확보하는 한편, 평가서에 제시한 바와 같이 산지부 등 경관이 우수한 지역은 우회 설치하여 지형변화를 최소화하여야 함
- 세도지구 시점부는 삶, 맹꽁이 등 멸종위기종이 서식하는 것으로 확인된 지점이므로 자전거도로는 둔치보다는 기존도로로 우회하는 방안을 우선 검토하고, 1공구 사업의 자전거도로 계획을 검토하여 불가피한 경우에만 둔치를 활용하여야 함

- 준설토를 사업지구 내 환경사제방조성과 자전거도로 등에 우선 유용하고 잉여 토는 주변 공공사업과 연계하여 처리할 계획이나, 추후 발생토량의 증가로 적치장 또는 사토장의 마련이 필요한 경우에는 관계법령에 따라 적법한 절차를 거쳐야 함
- 저수로 호안조성, 하상유지공 조성 등 하천정비사업에 필요한 모래, 자갈 등 토석 확보를 위해 공사구간 외 지역에서 토석을 조달하는 등으로 추가적인 훼손이 발생하지 않도록 공사 전에 소요량을 산정하고, 이번 사업에서 발생하는 준설토에 대한 활용계획을 구체적으로 수립·시행하여야 함

7) 동·식물상

- 하천생태계의 생물종에 대한 보전과 환경영향의 최소화를 위하여 하도정비계획(저수 및 고수), 황산대교 내 교량보호공 철거, 제방증고, 배수문 계획, 육상 준설 등의 사업은 단계별 공사계획을 수립하는 등 다양한 저감방안을 마련하여야 함
 - 준설에 따른 생태적 영향을 줄일 수 있도록 하도정비 시 1:5 이상의 완만한 경사도를 유지하도록 하여 사업시행 이후 자연스럽게 습지가 생성될 수 있도록 하여야 함
 - 동시다발적인 사업계획의 수립으로 인한 생태계의 누적영향을 저감하고 동물상의 이동로를 확보하기 위해 아래와 같이 단계적인 시간과 공간계획을 수립·시행하여야 함
 - 공사 시행 전 돌무더기, 자연굴 등과 같은 미소서식처를 조성하여 야생동물의 산란처 및 은신처를 제공하여야 함
 - 공사구간과 그 하류지역이 어류, 조류 등의 주요 서식지인 경우에는 생태적으로 중요한 지역이므로 어류의 산란기, 철새도래기 등 계절적 요인을 고려하여 공사시기를 조정하여야 함
 - 철새가 대규모로 도래하는 겨울철에는 공사강도를 조절하고, 인근에 먹이터를 조성하여 영향을 저감하여야 함
 - 둔치와 제방에 녹색벨트를 조성하여 야생생물의 부가적인 서식지를 제공하여야 함

- 인공서식환경 조성계획지역에 대한 공간조성방안은 복원계획의 일환으로 수립되어야 하며, 조성 후 적용 가능한 다양한 사후관리방안을 수립하여 환경질 개선을 유도하고 지속적 이용이 가능할 수 있도록 하여야 함
- 법정보호종 대체서식지 목적, 지형 내 잠재적 분포가 가능한 생물종 유입 목적, 특정 환경질 개선을 위한 생물종 도입목적 등 인공서식지 조성 목적을 수립·시행하여야 함
- 도입 목표종은 당해 지역에 대한 현지 또는 문헌조사로 확인되고, 도입 가치가 있는 종(식물구계학적 특정종, 지역 대표 자생종, 희귀종, 법정보호식물종, 환경지표종 등)을 우선 선정하고, 선정된 도입대상종이 선호하는 서식환경을 고려하여 세부조성방안을 수립하여야 함
- 인공습지의 경우 해당지역 생태수로에 적용 가능한 식물수종(습생식물대-정수식물대-부엽식물대-침수식물대-부유식물대)을 선정하여 식재하고, 친환경적인 생태수로로 계획하여야 함
- 사후환경영향조사계획은 아래 사항을 반영하여 이행하여야 함
 - 현지조사에 의해 확인된 삶, 원앙, 황조롱이, 흰목물떼새 등 법정보호종이 서식하는 지역에 대해서는 서식지 특성과 서식지역에 출현한 생물종의 휴식, 채식, 번식, 은신 등의 서식유형을 고려하여 생태계 모니터링 계획과 저감대책을 수립하여야 함
 - 문헌자료에 의해 법정보호종의 서식이 확인되었던 지역은 현재 생물상 분포 현황, 주요 우점 개체군, 개체군 또는 군락특성, 기 확인된 생물종의 출현여부를 고려하여 모니터링계획을 수립하여야 함
 - 법정보호조류(수조류, 맹금류, 산림성 조류, 겨울철새 등)에 대한 정밀분포 현황과 주요서식지, 서식유형, 종 및 개체군 특성을 고려하여 생태계 모니터링계획을 수립하여야 함
 - 멸종위기생물종으로 지정·관리되는 양서파충류, 어류, 곤충류 등의 보전과 적정 저감대책 수립을 위하여 ‘습지-수변부-하중도-하상’의 생태계 구조와 개체군 모니터링 계획을 수립하여야 함
 - 주요종의 서식지역(서식 가능성이 높은 지역 포함)과 보전가치가 높은 서식지(습지 등) 등을 사후환경영향조사 계획지점에 포함하여야 함

- 보전가치가 있는 종의 서식지를 중심으로 공사전, 공사중, 이용중으로 구분하여 모니터링 계획을 수립하여야 함

8) 소음·진동

- 공사시 소음 예측결과, 가설방음판넬 설치 시에도 황산리와 금성 2개소(평가서 686쪽)에 대하여 생활소음규제기준[65dB(A)]을 초과하는 것으로 예측되었으므로 장비의 분산투입 등 평가서에 제시한 저감방안을 철저히 이행하여야 함

9) 경관

- 호안계획과 자전거도로, 산책로, 휴게공간, 자연학습장 등과 같은 친수공간계획, 기타 인공시설물계획 등은 주변 경관 및 하천의 자연경관과 조화될 수 있도록 색채, 형태와 재료 등을 선정함으로써 경관적 영향을 최소화하여야 함
- 인공시설물의 바닥면은 자연적 토양의 투수성을 보유할 수 있도록 포장재를 선정하고, 시설물은 자연재료를 활용하는 등 생태하천 조성방향에 부합되도록 계획하여야 함

다. 6·7공구(청남·공주지구)

1) 기상

- 보 운영시 하천수면의 증가로 인한 안개·서리발생, 일조장애 여부 등을 모니터링하고, 모니터링 결과 주민건강, 농작물 성장 등에 피해가 예측될 경우 저감 대책을 추가로 마련하여야 함

2) 대기질 및 악취

- 공사시 미세먼지에 대한 예측결과, 연간 환경기준($50\mu\text{g}/\text{m}^3$)에 근접하므로(7공구의 공산성내 연지, 옥룡동, 주거지6, 주거지7 지역은 초과, 평가서 238쪽) 평가서에 제시한 저감방안을 철저히 이행하여야 함
- 공사 진행상황, 주변의 토지이용상황 등을 고려하여 저감방안을 탄력적으로 운영하고, 사후환경영향조사결과에 대한 검토·평가, 주민 불편사항과 민원 등을 반영하여 저감방안을 보완할 수 있도록 하여야 함
 - 준설토를 적치장 또는 선별장으로 운반 시 비산먼지 발생으로 인한 환경오염 및 주민피해가 없도록 공사장 진출입로와 준설토 운반차량 이동로를 선정하여야 함
- 빨(오니)이 포함된 준설토를 장기간 적치 시 가적치장(또는 선별장)에서 악취와 해충의 발생이 초래될 수 있으므로 악취·해충 관리를 위한 사후환경영향조사계획을 수립·시행하여야 함

3) 수질

- 준설토공사시 각각의 공구에서 준설토공간이 중첩되지 않도록 적절한 간격(가급적 2km 이상)을 유지하여야 하며, 공구 사이에 일정간격을 유지하기 위한 통합관리방안을 마련하여야 함
- 수질자동측정센서를 설치·운영함으로써 실시간으로 수질을 모니터링 할 계획 인바, 아래사항을 반영한 구체적인 설치위치와 운영계획, 관리·감독계획 등을 수립하고 사후 모니터링 계획에 반영하여야 함

- 보 설치지점 상류에 우선적으로 수질자동측정센서를 설치하여 조류 예보 등에 활용하는 방안을 검토하여야 함
- 준설지점과 준설토 야적장 등으로 수질영향이 예상되는 지점을 측정지점으로 선정하여야 함
- 공사 중에 발생하는 부유물질의 영향을 저감하기 위해 오탉유출수의 목표관리수질은 중권역별 목표수질+ 15mg/L이므로, 이의 준수여부를 실시간으로 확인할 수 있도록 수질자동측정센서 설치 및 현장조사 계획을 수립·시행하여야 함
 - 목표관리수질을 초과할 경우 공사를 일시적으로 중단하고, 공사시기와 강도 조절, 추가적인 저감시설 설치 등 수질상황과 연동하여 저감대책을 강구·시행하여야 함
- 보 설치 후 직상류 수질관리를 위하여 주기적으로 수질과 퇴적토사에 대한 모니터링을 실시하고, 평가서에 제시된 수중 폭기시설, 배사시설 등이 최적의 성능을 항상 유지할 수 있도록 하여야 함
 - 보 상류 수질모니터링 항목에 클로로필-a, 남조류 세포수 항목을 포함하고, 조류 발생 시 방제대책을 마련하여야 함
 - 모니터링 결과 수질악화, 토사퇴적 등으로 하천생태계에 나쁜 영향이 미칠 경우에는 즉시 추가적인 저감대책을 강구·시행하고, 필요시 중·장기적인 준설계획과 준설토 처리방안을 마련하여야 함
- 제외지의 육상준설지, 준설토 야적장, 침사지에서 발생한 토사, 탁수관리 및 저감대책은 강우 시 발생할 수 있는 여러가지 상황을 반영하여 수립·시행하여야 함
 - 탁수로 인한 수질오염 방지를 위해서는 하천구역 안에서 준설토를 선별하거나 장기간 적치하지 않아야 함
- 가물막이 공사시 톤백(가마니)과 시트파일을 이용한 공법에 대한 검토를 실시하고, 두 가지 대안 중 보다 효율적이며 부유토사의 발생이 적은 공법을 적용하여야 함
- 전 공정의 장비, 시설 등에서 발생하는 폐수로 인해 하천이 오염되지 않도록 적절한 처리방안(처리용량과 방법, 방류수질 등)을 수립·시행하여야 함

- 자체처리시설을 설치할 경우, 처리수 방류로 인하여 하천 수질등급이 저하되지 않도록 처리수질 기준을 설정하여야 함
- 보 운영과 하천환경정비지구 내 친수공간 관리를 위한 사무소 또는 홍보관을 설치·운영할 계획이므로 용수공급계획 및 오수처리계획을 구체적으로 수립·시행하여야 함
- 초기우수(5~10mm)에 포함된 비점오염물질 저감을 위한 차집방안, 처리용량, 설치지점, 장치의 종류 등에 대한 구체적인 시설 설치계획을 수립·시행하여야 함
- 공사시와 운영시 예측하지 못한 유류유출사고 등 수질오염사고에 대비하여 수질오염방재장비를 공사장 인근에 확보하는 등 적정대책을 수립·시행하여야 함
- 공사시와 운영시 사후환경영향조사계획은 아래사항을 반영하여 이행하여야 함
 - 조사지점의 위치를 확인할 수 있도록 모든 조사지점을 공사시와 운영시로 구분하여 대축적 도면에 명확히 구분·작성하여야 함
 - 공사시와 운영시 하천수질 조사를 분기 1회로 계획하였으나, 공사시에는 수질조사를 월 1회로 강화하여야 함
 - 보 상류지역의 경우에는 운영시에도 수질조사를 월 1회 실시하여야 함
 - 공사시 오탁방지막, 침사지, 오일펜스 등의 저감효율을 확인할 수 있도록 저감시설 상·하류 또는 내·외부에 측정지점을 추가하여야 함
 - 사업시행에 따른 수질자동측정망의 철거 또는 이동여부를 확인하고 공사시와 운영시 이들 측정망으로부터 수집된 수질측정결과를 수질관리계획 및 사후환경영향조사계획에 반영하여야 함

4) 수리·수문

- 가동보 운영계획은 수질관리대책, 홍수예방대책, 어도유지유량, 소수력발전수량, 관리수위 유지유량, 보의 체원과 특성 등을 종합적으로 고려하여 구체적으로 수립·시행하여야 함
- 호안은 유속 및 소류력(掃流力)을 검토하여 설치가 불가피한 지역을 중심으로 계획하고, 실제 시공사례와 유지관리사례를 조사하여 친환경적 호안공법을 선정하여야 함

5) 토지이용

- 하천환경정비지구별 특성을 고려하여 구체적인 보전·관리계획을 수립·시행하고, 자연상태를 잘 유지하고 있는 구간은 가급적 보전지구로 지정·관리하여야 함
- 하천환경정비지구가 친수지구에 해당하는 경우에도 하천의 자연성이 잘 보전된 지역은 친수시설물 설치보다는 자연상태를 유지하는 방안을 강구·시행하여야 함
 - 하천구역 내 각종 시설물의 지속적인 유지관리계획을 수립·시행하여야 함
 - 신규 조성습지에 대하여는 유지관리계획을 수립·시행하여 사업 이후 하천생태·환경 기능이 향상될 수 있도록 하여야 함
- 하천의 자연성이 잘 유지된 하천자연도 1, 2등급과 환경관련 용도지역 내에서는 아래내용을 계획에 반영하여 하천의 횡적 네트워크(하천물길-수변물길-유역의 생물종간 이동 측면)를 확보하여야 함
 - 하천자연도 2등급인 6공구 왕진나루지구에서 체육공원 등 체육활동에 관한 시설은 제척하거나 축소하여야 함
 - 하천자연도 1등급인 6공구 왕진지구와 인접한 청남지구에서는 호안공사 등과 같이 별도의 시설물 설치의 제척하거나 축소하여야 함
 - 7공구 쌍신지구의 하천자연도 2등급 지역에 계획된 시설물은 하천자연도 3등급지역 또는 인접한 신관지구로 이전하여 체육·활동을 위한 시설보다는 생태복원·교육을 위한 공간으로 조성하여야 함
- 하천환경정비지구 등에서 이용자의 아래와 같은 특정행위를 제한하는 방안을 강구·시행하여 친환경적인 하천이용·관리계획을 수립·시행하여야 함
 - 오염원 유발물질의 소지 및 반입 제한
 - 각종 주요 생물종의 채취, 포획 금지
 - 소음 유발행위 금지
 - 친수공간 내 생물종의 주요 서식기간(산란기, 번식기)에는 이용 제한
 - 주요 생물종 서식지가 인접한 친수공간에서의 야간행사 제한
 - 생물종 주요 서식 활동기간과 야간조명에 취약한 야행성 생물종을 고려한 조명계획 수립·시행

6) 토양

- 준설토(준설품질)는 토양, 유기물, 쓰레기 등이 준설투간에 따라 다양하게 존재할 가능성이 있으므로, 가적치장에서 골재/사토의 선별 외에 쓰레기와 유기물함량이 높은 오토를 선별하여 처리하는 방안을 수립·시행하여야 함
- 준설토에 대하여 시추결과를 토대로 골재와 토사 발생량을 각각 산정하고, 이에 대한 적절한 처리대책을 수립·시행하여야 함
- 공사시 준설토 오염여부를 효과적으로 판단하기 위해 오염원(대도시, 산업단지, 공장, 휴폐광산, 군부대 등)이 입지한 지역의 지류가 합류되는 지점 또는 폐수처리수 유입지점 등을 측정지점으로 추가 선정하여 오염여부를 판단하여야 함
- 농경지 리모델링 지구 외에 사토가 성토되는 공공용지 지구, 하천정비지구에도 “4대강사업의 준설토(사토) 성토지역에 대한 토양오염 정밀조사 및 정화지침”을 적용하여 환경영향조사계획을 수립·시행하여야 함

7) 지형·지질

- 자전거도로는 가급적 수변부와 이격하여 설치함으로써 완충지역을 확보하는 한편, 평가서에 제시한 바와 같이 산지부 등 경관이 우수한 지역은 우회 설치하여 지형변화를 최소화하여야 함
- 현장에서 유용하고 남은 준설토는 적치장 및 사토장 선정과 처리계획을 수립함에 있어 후보지의 위치, 면적, 처리 가능량만이 평가서에 제시되고 후보지의 구체적인 환경현황 등이 제시되지 않아 적절성을 판단할 수 없으므로 공사시 관계법령에 따라 적법한 절차를 거쳐야 함
- 저수로 호안 조성, 보설치, 하상유지공 조성 등 하천정비사업에 필요한 모래, 자갈 등 토석 확보를 위해 공사구간 외 지역에서 토석을 조달하는 등으로 추가적인 훼손이 발생하지 않도록 공사 전에 소요량을 산정하고, 이번 사업에서 발생하는 준설토에 대한 활용계획을 구체적으로 수립·시행하여야 함
- 토취장 개발과 관련하여 평가서에 위치와 매장량을 제시하였으나, 토취장의 구체적인 환경현황이 제시되지 않아 적절성을 판단할 수 없으며, 사업구간에서 발생하는 준설토만으로 토석이 부족하여 토취장 개발이 필요한 경우 관계법령에 따라 적법한 절차를 거쳐야 함

8) 동·식물상

- 보전가치가 있는 습지지역에 대해서는 준설과 하천환경정비계획 등의 시행으로 인한 환경영향정도를 파악한 후 환경영향 저감방안을 수립·시행하고, 이들 지역에 대한 향후 관리방안을 포함하는 생태계 모니터링 계획을 수립·시행하여야 함
 - 통수단면적 확보에 지장이 없는 구간에서는 하중도, 습지, 모래톱을 최대한 보전할 수 있도록 완충공간을 고려하여 이격거리를 설정하고, 생태계가 우수한 하중도의 경우 인위적 제방시설 설치를 배제하여 자연상태로 보전될 수 있도록 하여야 함
 - 공주시 소학동 하중도, 공주시 우성면 옥성리 제외지내 저류지 우안, 청양군 목면 신흥리 소하천 합류부 우안 등 생태계가 우수한 지역은 하도준설 시 보전하여야 함
 - 장암습지와 외암습지는 하도준설 계획선을 조정하여 가급적 기존습지를 원형 보전하는 방안을 강구·시행하여야 함
 - 부여군 호암리 백사장은 경관이 우수하고, 주변에 유물산포지역이 분포하므로 하도준설 계획선을 축소하여 훼손을 최소화하여야 함
 - 식생이 발달된 어천합류지점 일대, 쌍신지구 하류부에 대하여는 공사시행 전에 습지 또는 식생전문가의 정밀조사를 통하여 보전상태가 양호한 지역은 훼손을 최소화할 수 있도록 하도준설 및 하천환경정비지역 사업계획을 수립·시행한 후 공사를 시행하여야 함
- 준설에 따른 생태적 영향을 줄일 수 있도록 하도정비 시 1:5 이상의 완만한 경사도를 유지하도록 하여 사업시행 이후 자연스럽게 습지가 생성될 수 있도록 하여야 함
- 사업시행으로 인한 영향이 불가피한 습지의 경우 인근에 대체 습지를 조성하는 등 습지의 훼손을 최소화할 수 있는 방안을 강구·시행하여야 함
- 동시다발적인 사업계획의 수립으로 인한 생태계의 누적영향을 저감하고 동물상의 이동로를 확보하기 위해 아래와 같이 단계적인 시간과 공간계획을 수립·시행하여야 함
 - 하도준설공사 전에 지류하천에의 하상유지공을 우선 설치하여 어류 등이 공사시 지류하천으로 회피할 수 있도록 하여야 함

- 공사 시행 전 돌무더기, 자연굴 등과 같은 미소서식처를 조성하여 야생동물의 산란처 및 은신처를 제공하여야 함
- 공사구간과 그 하류지역이 어류, 조류 등의 주요 서식지인 경우에는 생태적으로 중요한 지역이므로 어류의 산란기, 철새도래기 등 계절적 요인을 고려하여 공사시기를 조정하여야 함
- 철새가 대규모로 도래하는 겨울철에는 공사강도를 조절하고, 인근에 먹이터를 조성하여 영향을 저감하여야 함
- 보 조성으로 인한 영향대상종, 종별 영향유형(이동통로 단절, 서식지 단절, 특정 오염물질 유입 등), 보의 운영계획, 보 조성지역의 기타 시설물계획(자전거도로, 친수공간조성 등) 수립여부 등에 대한 통합적 검토를 통해 아래와 같이 보 설치에 따른 육수생태계 저감방안을 수립·시행하여야 함
 - 보 조성 외 기타 시설물 운영으로 누적적 영향이 과중한 것으로 예측될 경우, 추가적인 시설물 또는 공간조성 계획을 배제하는 방안을 검토하여야 함
 - 보 주변지역에 도로 및 시설물 설치 계획이 수립·시행되어 있으므로 그 영향이 비교적 덜 한 일부구간의 한쪽 수변부로 시설물 계획을 수립·시행하는 방안을 검토하여야 함
 - 사업시행 전이나 사후환경영향조사계획에 정체수역으로 되었을 때의 대비책으로 육수생태계 영향에 대한 모니터링 계획과 저감방안을 포함하여야 함
- 보 설치 지역에 계획된 어도는 기존 하천의 경사면, 유속, 주요 우점종 등의 특성을 우선 고려하여 세부 조성방안을 수립·시행하고, 최대한 완경사의 수로가 될 수 있도록 조성되어야 함
 - 금강보에 설치예정인 아이스하버식 어도는 어류의 이용을 최대화 할 수 있도록 어도의 형식을 결정하고, 사후환경영향 조사 시 어류의 이용현황을 모니터링하여 이용이 저조할 경우의 대책을 마련하여야 함
 - 아이스하버식 어도 설치시 물고기가 어도를 이용하는 모습을 관찰할 수 있는 전시시설을 추가하는 방안을 검토하여야 함
- 보 설치지점에 인접하여 계획된 친수시설물 또는 구조물 계획으로 인하여 수달 등 주요 육상동물종의 이동성이 단절되지 않도록 완충녹지대, 대체 통로조성 등의 저감방안을 수립·시행하여 추가적인 환경영향이 발생하지 않도록 하여야 함

- 보에 소수력발전시설을 설치할 계획인 바, 갈수기시 유량의 감소로 인하여 어도의 기능이 상실되지 않도록 소수력발전시설의 운영관리계획을 수립·시행하여야 함
- 금강 본류와 지류의 합류지점에 설치하는 하상유지공은 어도와 유사한 최소구배 1:20이상으로 설치하되, 콘크리트 다단형보다는 자연석을 이용하거나 친환경적인 재료를 활용하여 조성하여야 함
- 둔치와 제방에 녹색벨트를 조성하여 야생생물의 부가적인 서식지를 제공하여야 함
- 인공서식환경 조성예정지에 대한 공간조성방안은 복원계획의 일환으로 수립되어야 하며, 조성 후 다양한 사후관리방안을 수립하여 환경질 개선을 유도하고 지속적 이용이 가능할 수 있도록 하여야 함
 - 법정보호종의 대체서식지 조성목적, 지형내 잠재적 분포가 가능한 생물종 유입목적, 특정 환경질 개선을 위한 생물종 도입목적 등 인공서식지 조성 목적을 수립·시행하여야 함
 - 도입 목표종은 당해 지역에 대한 현지 또는 문헌조사로 확인되고, 도입가치가 있는 종(식물구계학적 특정종, 지역 대표 자생종, 희귀종, 법정보호식물종, 환경지표종 등)을 우선 선정하고, 선정된 도입대상종이 선호하는 서식환경을 고려하여 세부조성방안을 수립·시행하여야 함
 - 인공습지의 경우, 해당지역 생태수로에 적용 가능한 식물수종(습생식물대-정수식물대-부엽식물대-침수식물대-부유식물대)을 선정하여 식재하고, 친환경적인 생태수로로 계획하여야 함
- 사후환경영향조사계획은 아래 사항을 반영하여 이행하여야 함
 - 현지조사에 의해 확인된 삶, 원앙, 황조롱이, 흰목물떼새 등 법정보호종이 서식하는 지역에 대해서는 서식지 특성과 서식지역에 출현한 생물종의 휴식, 채식, 번식, 은신 등의 서식유형을 고려하여 생태계 모니터링 계획과 저감대책을 수립·시행하여야 함
 - 추가 현지조사결과 지류하천(지천, 잉화달천, 치성천, 어천, 유구천, 보흥천)에서 발견된 미호종개 및 흰수자마의 보호를 위하여 사후환경영향조사계획에 공사시와 운영시 지류하천이 포함된 서식지에 대한 영향을 파악하고, 필요시 저감대책을 마련하여야 함

- 문헌자료에 의해 법정보호종의 서식이 확인되었던 지역은 현재 생물상 분포 현황, 주요 우점 개체군, 개체군 또는 군락특성, 기 확인된 생물종의 출현여부를 고려하여 모니터링계획을 수립·시행하여야 함
- 법정보호조류(수조류, 맹금류, 산림성 조류, 겨울철새 등)에 대한 정밀분포 현황과 주요서식지, 서식유형, 종, 개체군 특성 등을 고려하여 생태계 모니터링계획을 수립·시행하여야 함
- 멸종위기생물종으로 지정·관리되는 양서파충류, 어류, 곤충류 등의 보전과 적정 저감대책 수립·시행을 위하여 ‘습지-수변부-하중도-하상’의 생태계 구조와 개체군 모니터링 계획을 수립·시행하여야 함
- 주요종의 서식지역(서식 가능성이 높은 지역 포함)과 보전가치가 높은 서식지(습지 등) 등을 사후환경영향조사 계획지점에 포함하여야 함
- 보전가치가 있는 종의 서식지를 중심으로 공사전, 공사중, 이용중으로 구분하여 모니터링 계획을 수립·시행하여야 함

9) 소음 · 진동

- 공사시 소음 예측결과 하도정비시 59개 정온시설 중 38개소에 대하여 생활소음규제기준[65dB(A)]을 초과하는 것으로 예측되었으나 하천의 지형적 특성(제방 등)을 고려하여 별도 가설방음판넬 설치를 계획하지 아니하였으므로, 공사시 지역주민 등의 요구가 있을 경우 설치하는 등 공사로 인한 주민의 피해를 최소화하여야 함

10) 경관

- 친수공간계획(자전거도로 및 산책로, 휴게공간, 자연학습장 등), 기타 인공시설물계획 등은 주변 경관 및 하천의 자연경관과 조화될 수 있도록 색채, 형태와 재료 등을 선정함으로써 경관적 영향을 최소화하여야 함
 - 인공시설물의 바닥면은 자연적 토양의 투수성을 보유할 수 있도록 포장재를 선정하고, 시설물은 자연재료를 활용하는 등 생태하천 조성방향에 부합되도록 계획하여야 함
- 보 주변의 야간경관은 주변 생태계에 미치는 영향을 최소화할 수 있도록 설치·운영계획을 강구·시행하여야 함

라. 행복지구

1) 지형·지질

- 하천 내 유사퇴적으로 형성된 하중도, 모래톱 등은 하천의 건전성을 대표하고 하천생태계 유지를 위하여 필요한 환경이므로 가급적 인위적 유로변경을 자제하여야 함
 - 과거 골재채취로 인하여 환경훼손이 심각한 합강리 일원은 유로경년 변화 등 대청댐 조성 이후 유로변화를 충분히 검토하여 자연스러운 하천의 흐름이 반영될 수 있도록 하천선형 복원계획을 수립

2) 토지이용

- 하천 친수공간 계획은 자연생태공간 및 주변 녹지축과 육수생태계의 연결성이 확보될 수 있도록 하여야 하며, 행복도시 토지이용계획과 연계하여 단계별로 조성하는 방안을 검토하여야 함
 - 미호천과 금강 합류부 상류 야생동식물보호구역 및 그 주변지역, 행복도시 토지이용계획과 연계하여 주민의 접근이 용이하지 않은 지역 등은 인공시설물의 설치를 제한하여 주민의 접근을 최소화함으로써 어류, 조류 등 육수동물상의 피신처, 서식처 등 자연생태공간을 조성
 - 행정도시내 중앙공원 등 개발계획과 하천 내 친수공간 조성계획의 내용이 중복되지 않도록 계획
 - 저수로변은 수생동물의 서식처·피신처로 이용되는 등 생태적으로 중요하므로 인공시설물 이용 시 비점오염물질의 하천유입으로 인한 영향을 최소화하기 위하여 인공시설물은 저수로로부터 충분히 이격하여 설치
- 미호천 인공습지조성은 사업의 효과, 습지공간의 지속가능성, 유지관리방안 등을 고려하여 검토하고, 현재 상태의 건습지를 유지하여 조류 등의 피난처, 서식처로 활용하는 방안을 추가 검토하여야 함
 - 미호천수계는 상부에 물을 조절할 수 있는 댐이 없어 홍수시 다량의 토사가 유출되어 고수부지를 절토하여 습지를 조성할 경우 지속적인 토사퇴적이 예상되므로 습지의 유지관리 가능여부를 충분히 검토하여 계획을 수립

- 습지 유지유량으로 하수종말처리장 방류수를 이용할 계획인 바, 하수종말처리장이 2020년에 완공될 예정임을 고려하여 하수종말처리장 완공이전까지의 유량확보계획을 수립하고, 유량확보가 어려운 경우 하수종말처리장 완공 후 습지를 조성하는 방안을 검토
- 습지 조성 후 수생식물의 사멸기, 동절기 수질개선대책 등을 포함하여 구체적인 유지관리계획을 수립

3) 수질

- 수중보 설치 후에는 주기적인 수질 및 퇴적토사 모니터링을 통하여 평가서에 제시된 수중 폭기시설, 저층수배출장치, 배사구 등의 기능이 항상 유지되도록 하고, 그럼에도 불구하고 저수구간의 수질악화, 토사의 퇴적 등으로 인하여 하천생태계에 부정적 영향이 있을 경우에는 즉시 추가적인 저감대책을 강구시행하여야 함
- 금강의 목표수질을 II등급으로 설정하였는 바, 향후 목표수질을 유지하기 위한 지천의 수질관리, 비점오염물질 유입저감대책 등 세부적인 계획을 수립하여야 함

4) 동·식물상

- 금강과 미호천이 만나는 합강리 지역은 다양한 조류와 어류가 분포하며, 멸종위기 야생동물인 수달과 삵 등이 분포하는 등 생태적으로 매우 중요한 지역으로 행정중심복합도시 개발계획에서도 생태거점지역으로 정한바 있으므로 수중보 설치 시 동 구간의 생태계를 보전할 수 있는 범위에서 보의 규모를 결정하여야 함
- 가동보에 설치하는 소수력발전시설은 경제성, 유지관리 등 적정성을 재검토하여 결정하고, 수변공간 및 녹지공간 확보 등 저탄소 녹색성장을 위한 대안을 추가 검토하여야 함
 - 소수력발전시설을 설치할 경우 갈수기시 유량의 감소로 인하여 어도의 기능이 상실되지 않도록 소수력발전시설의 운영관리계획을 수립
- 보의 좌우에 설치된 어도는 계단식 및 수로식을 혼합한 자연수로형태로 계획되어 있는 바, 계단식 어도를 지양하고 자연형 인공하도식 어도를 설치하는 방

안을 검토하여야 함

- 피라미를 목표어종으로 설정하였으므로 목표어종의 특성을 고려하여 어도의 경사와 유속을 최대한 낮추고, 어도내 충분한 유량을 확보할 수 있도록 계획하여 육수생태계 단절을 최소화
- 사업대상구간에서 법적보호종인 수달, 삿, 큰기러기, 원앙, 흰꼬리수리 등이 서식하는 것으로 조사되었으며, 사업시행으로 인해 수달 등 법적보호종의 먹이활동지 교란 등 영향이 불가피할 것으로 예상되는 바 법적보호종의 분포와 먹이활동지에 대한 모니터링계획을 수립하고 보전방안을 마련하여야 함
- 또한, 본 구간은 2000년도에 멸종위기종 I급인 미호종개와 흰수마자가 확인된 지점이므로 미호종개와 흰수마자의 출현여부를 지속적으로 모니터링을 실시하고, 서식이 확인될 경우 추가적인 영향이 없도록 보존방안을 수립

5) 경관

- 호안계획(고수호안, 저수호안)과 친수공간계획(자전거도로 및 산책로, 휴게공간, 자연학습장 등), 기타 인공시설물계획 등은 주변 경관 및 하천의 자연경관과 조화될 수 있도록 색채, 형태 및 재료 등을 선정함으로써 경관적 영향을 최소화하여야 함
- 인공시설물의 바닥면은 자연적 토양의 투수성을 보유할 수 있도록 포장재를 선정하고, 시설물은 자연재료를 활용하는 등 생태하천 조성방향에 부합되도록 계획

3. 환경영향평가 협의내용 이행여부 평가

- 환경영향평가 협의내용의 이행여부 평가를 금강정비사업 전체구간 가운데 충청남도에 해당하는 사업구간을 대상으로 수행하였으며, 현장조사를 통해 이행여부에 대한 평가가 가능한 협의내용을 중심으로 평가·검토하였음
 - 환경영향평가 협의내용 가운데 공사시 추진하여야 할 부분에 대해서는 금강정비사업이 이미 완료되었기 때문에 협의내용 이행여부에 대한 사항은 평가할 수 없었음
 - 환경영향평가 협의내용 가운데 계절에 따른 변화가 예상되는 항목(동·식물상) 등의 계절적 요인을 반영하기 위해 가능한 계절별 1회(또는 분기별 1회) 수행하여 계절적 변화에 대한 사항을 반영하고자 하였음
 - 환경영향평가 협의내용 가운데 생태(동·식물상)와 관련된 항목은 본 보고서의 수생태 모니터링 부분에서 자세하게 조사되었기 때문에 협의내용 이행여부에 대한 평가는 생략하였음
- 환경영향평가 협의내용의 이행여부에 대한 정확한 평가를 위해서는 현행 사후환경조사와 동일한 수준의 조사사업이 별도로 이루어져야 하나, 본 과업에서는 현장에서 육안으로 조사가 가능한 항목을 중심으로 이행여부를 평가하였기 때문에 전체적으로 정확한 평가를 위해서는 한계가 존재한다는 것을 전제함
 - 특히, 환경영향평가 협의내용 가운데 중장기적인 모니터링(특히, 생태계 모니터링 계획 수립·시행)이 필요한 부분은 현 상태에서 이행여부에 대한 평가를 하는데 어려움이 있으므로 일정기간 동안 지속적인 모니터링이 수행된 이후에 평가하는 것이 바람직한 것으로 판단됨

가. 1·2·4·5·8공구(서천·익산·장암·부여·대청지구)

1) 동·식물상

- 희귀식물인 모새달이 서식할 수 있는 환경을 조성하여야 하나, 단순히 모새달 군락지이라는 표지판만 설치되어 있음
 - 모새달 군락지 보호가 제대로 이루어지고 있는지 확인이 불가능하나, 거의 방치되고 있는 것으로 판단됨



[그림 8-1] 모새달 군락지역 전경(서천지구, 1공구)

- 맹꽁이 보호를 위해 서식지(습지)를 조성하기는 하였으나, 실제 서식지 내에 맹꽁이가 서식하고 있는지 확인이 불가능하여 서식지 기능에 대한 추가적인 조사가 필요한 것으로 판단됨



[그림 8-2] 맹꽁이 보전지역 전경(부여지구, 5공구)

- 보의 운영에 따른 수위변화에 의해 인공습지의 유량이 좌우되는 현상이 발생하여 습지의 안정적인 운영이 어려울 수 있을 것으로 판단됨
 - 인공습지의 안정적인 유량확보를 위한 운영방안의 수립이 필요하며, 습지 생태환경에 대한 중장기적인 모니터링이 요구됨
 - 인공습지 내 물이 오래 고여 있어 표층에 조류 등이 발생하여 육안상 수질이 좋아 보이지 않음



[그림 8-3] 인공습지 전경(장암지구, 4공구)

2) 자건거도로 설치

- 자건거도로가 수변부에 가깝게 설치되어 있으며, 산지부에 가깝게 데크 형태로 설치되어 있어 주변 생태환경에 영향을 미칠 것으로 판단됨



[그림 8-4] 자건거도로 전경(장암지구, 4공구)

- 자전거도로는 자연적 토양의 투수성을 보유할 수 있는 포장재를 이용하여야 하나, 불투수성 재질을 사용하여 설치하였음
 - 자전거도로의 포장재를 투수성 아스콘, 콘크리트, 아스팔트 등 매우 다양하게 사용하였으며, 동일 사업구역(또는 지역) 내에서도 자전거도로 포장재의 재질이 다른 경우도 발생하였음
 - 기존 자전거도로 바닥면이 제대로 시공되지 못해 표면이 부서져 있음



[그림 8-5] 다양한 재질의 자전거도로(서천지구, 1공구)

나. 3공구(강경지구)

1) 토지이용

- 인공시설물의 설치를 최소화하도록 하였으나 다양한 인공시설물 등이 설치되어 있음
 - 다양한 인공시설물 등이 설치되어 있으며, 특히 하천 둔치에 주차장이 설치되어 있음



[그림 8-6] 인공시설물이 설치되어 있는 전경(강경지구, 3공구)

다. 6·7공구(청남·공주지구)

1) 동·식물상

- 부여군 호암리 백사장이 하도준설공사로 인해 백사장 주변 환경이 변화된 것으로 판단되며, 강우로 인해 백사장 모래가 유실되었음



[그림 8-7] 부여군 호암리 백사장 전경(청남지구, 6공구)

- 백제보에 자연형 어도가 설치되어 있으나, 보의 운영상황 또는 하천유량(갈수기~홍수기) 변화에 따라 어도 내 유량변화가 큰 차이를 보이고 있어 어도의 안정적인 운영을 담보하기 어려움
 - 백제보의 운영상황에 따라 어도의 유량변화가 발생하고 있으며, 특히, 갈수기시에 유량감소로 인한 어도 기능 상실을 방지하기 위한 대책수립이 필요한 것으로 판단됨
- 공주보에 설치되어 있는 아이스하버식 및 자연형 어도 모두 백제보와 마찬가지로 보의 운영상황에 따라 어도의 유량변화가 발생하고 있기 때문에 보의 운영상황과 관계없이 어도의 안정적인 운영을 위한 대책이 필요함
 - 자연형 어도의 경우 경사가 급하게 되어 있어 하천유량 증가로 인해 유속이 빨라짐으로 인해 어도의 안정적인 운영이 어려운 상황이 발생하고 있기 때문에, 어도의 안정적인 운영을 위해 일정한 유량을 공급할 수 있는 방안의 수립이 요구됨



[그림 8-8] 백제보 및 공주보 어도 전경(청남·공주지구, 6·7공구)

2) 지형·지질

- 자전거도로는 가급적 수변부와 이격하여 설치하여야 하나, 수변부에 너무 가깝게 설치되어 있음
 - 불투수성 재질(콘크리트)로 된 자전거도로가 수변부에 가깝게 설치되어 있음



[그림 8-9] 자전거도가 설치된 전경(청남지구, 6공구)

3) 경관(친수공간계획)

- 인공시설물 등이 주변 경관 및 하천 자연경관과 조화를 이루지 못함
 - 친수공간에 설치된 인공시설물이 거의 방치되고 있어 시설물 부근에 다양한 식물들이 자라고 있음
 - 둔치변이 나대로 형태로 방치되어 있음



[그림 8-10] 친수공간 전경(청남지구, 6공구)

라. 행복지구

1) 토지이용

- 미호천 인공습지 유입 및 유출부 부근에 토사가 퇴적되어 있어 지속적인 토사 퇴적으로 충분한 양의 물이 습지로 유입되지 못하는 현상이 발생할 수 있음
 - 인공습지의 지속적인 유지를 위해 습지 유지관리 가능여부를 충분히 검토하여 유지관리방안을 마련하는 것이 시급함
 - 특히, 인근 하천(연기천)이 인공습지로 유입되는 경우, 계절에 따른 하천 유량의 변화로 인해 건습지가 되는 경우가 발생하고 있으므로 유량확보계획을 수립하여 습지를 안정적으로 운영하는 것이 필요함
 - 어류 및 수중생물의 산란장 및 서식처 제공을 위한 교반 및 폭기순환장치도 유량이 없어 제 기능을 발휘하지 못하는 현상이 발생함



[그림 8-11] 미호천 인공습지 전경(행복지구)

2) 수질

- 하천생태계 유지를 위해 설치된 수중 폭기시설의 가동여부를 확인하기 어려움



[그림 8-12] 세종보 전경(행복지구)

3) 동·식물상

- 세종보의 운영조건에 따른 하천유량 변화로 인해 어도의 기능이 상실되는 경우가 발생할 수 있음
 - 하천 유량변동에 따라 어도 내 하천유속이 빨라지는 현상이 발생하고 있기 때문에 어도의 안정적인 운영을 위해 일정한 유량을 공급할 수 있는 방안의 수립이 요구됨



[그림 8-13] 세종보 어도 전경(행복지구)

제9장 2차년도 모니터링 결과

1. 수질 현황 평가

2. 수생태 현황 평가

3. 하상변화 평가

4. 하상 퇴적물 평가

5. 지하수 수위 현황 평가

6. 중·하류 유수이용 현황 평가

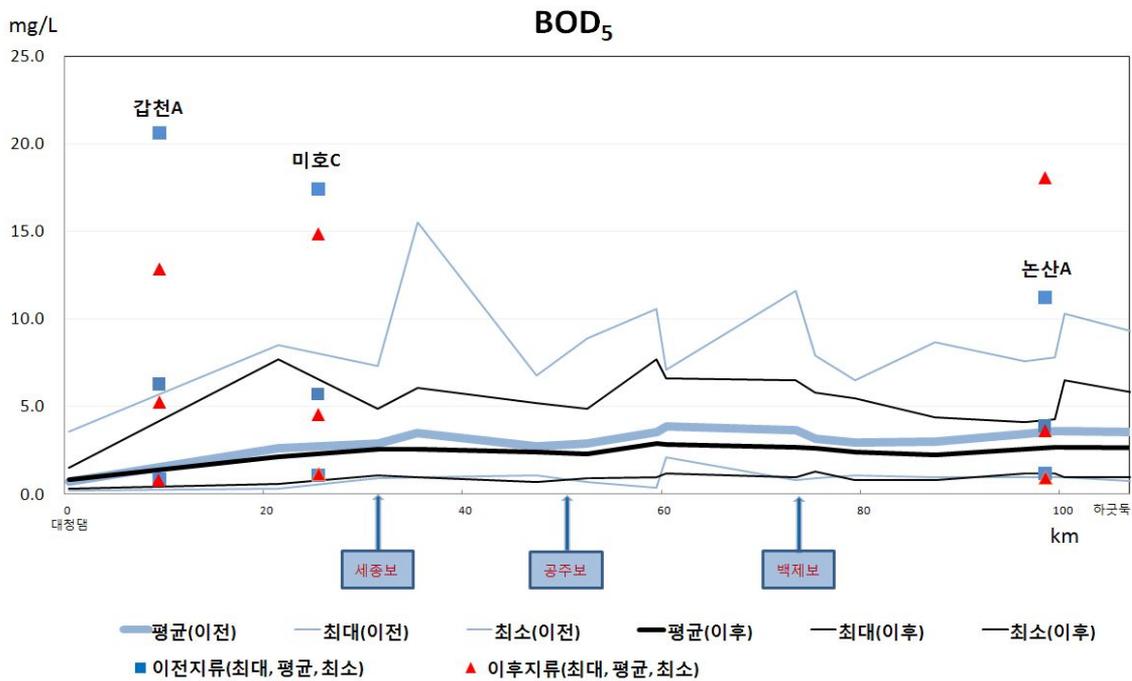
7. 환경영향평가 협의사항 이행현황 평가

8. 관리대책 및 제언

제9장 2차년도 모니터링 결과

1. 수질 현황 평가

가. 금강 본류 수질 평가

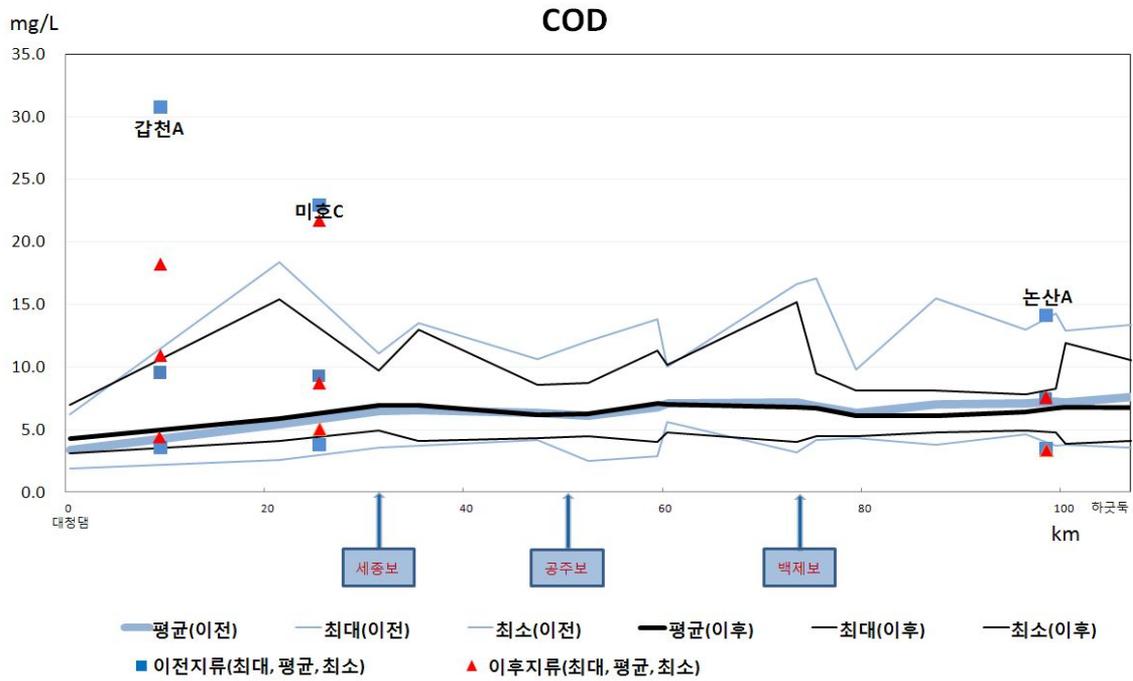


[그림 9-1] 유하거리에 따른 평균 수질 변화(BOD₅)

- 금강정비사업 이전인 2003년~2008년의 비교한 결과, BOD₅ 농도 개선
- 갑천과 미호천의 수질이 1mg/L이상 낮아졌으며, 2012년 환경기초시설의 방류 수질기준 강화에 따른 결과임
- 1차년도의 모니터링 결과보다 수질이 더욱 개선된 것으로 평가됨

[표 9-1] 유하거리에 따른 BOD₅ 농도 사업 전·후 비교

지점명	주요지류		본류		증감	비고
	이전	이후	이전	이후		
금본F			0.7	0.8	11.1%	대청담 방류
갑천A	6.3	5.3			-16.4%	
금본G			2.6	2.1	-18.2%	
미호C	5.7	4.6			-20.4%	
연기			2.9	2.6	-11.2%	세종보 상류
금본H			3.5	2.6	-26.9%	세종보 하류
공주1			2.8	2.4	-13.5%	공주보 하류
곰나루			2.9	2.3	-21.4%	
금본I			3.6	2.9	-19.6%	
목면			3.9	2.8	-26.8%	
금본J			3.7	2.7	-26.6%	백제보 하류
정동			3.2	2.6	-16.5%	
부여1			2.9	2.4	-17.6%	
부여2			3.0	2.2	-25.8%	
성동			3.5	2.6	-25.9%	
논산A	3.9	3.6			-6.8%	
강경			3.6	2.7	-26.0%	
금본K			3.6	2.7	-24.5%	
양화-1			3.5	2.7	-24.0%	
금본L			3.3	2.8	-14.5%	

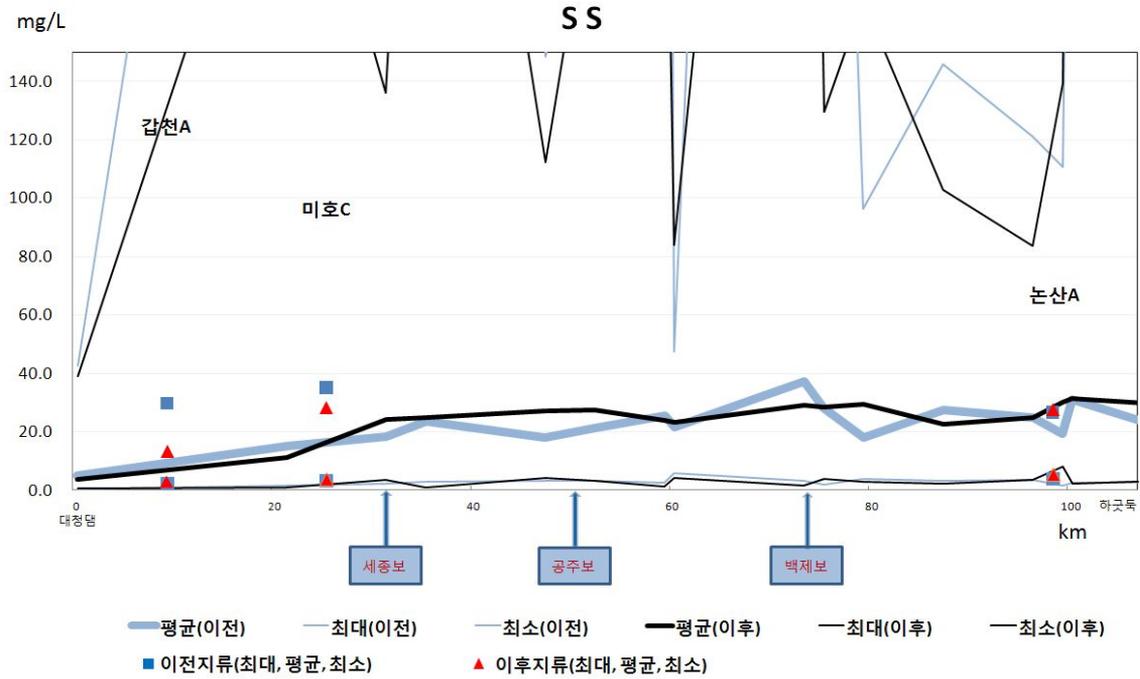


[그림 9-2] 유하거리에 따른 평균 수질 변화(COD_{Mn})

- COD 농도 평가 결과, 1차년도에서는 다소 개선된 것으로 평가되었으나 다시 수질이 악화되고 있으며, 폐수 등의 유입 이외에 산지 등에서 유입된 난분해성 초목의 부유물질이 하천이 호소화 됨에 따라 침전되어 축적되고 있을 것으로 추정됨

[표 9-2] 유하거리에 따른 COD_{Mn} 농도 사업 전·후 비교

지점명	주요지류		본류		증감	비고
	이전	이후	이전	이후		
금본F			3.4	4.3	26.2%	대청담 방류
갑천A	9.6	10.9			14.3%	
금본G			5.4	5.9	8.5%	
미호C	9.3	8.8			-5.5%	
연기			6.5	6.9	7.0%	세종보 상류
금본H			6.6	6.9	5.6%	세종보 하류
공주1			6.3	6.2	-1.6%	공주보 하류
곰나루			6.1	6.3	2.2%	
금본I			6.8	7.1	3.9%	
목면			7.1	7.0	-1.2%	
금본J			7.2	6.8	-5.1%	백제보 하류
정동			6.8	6.8	-1.3%	
부여1			6.4	6.1	-4.1%	
부여2			7.1	6.2	-12.8%	
성동			7.1	6.4	-10.3%	
논산A	7.5	7.6			2.0%	
강경			7.3	6.8	-7.3%	
금본K			7.2	6.8	-4.9%	
양화-1			8.1	6.7	-17.2%	
금본L			7.3	7.2	-0.9%	

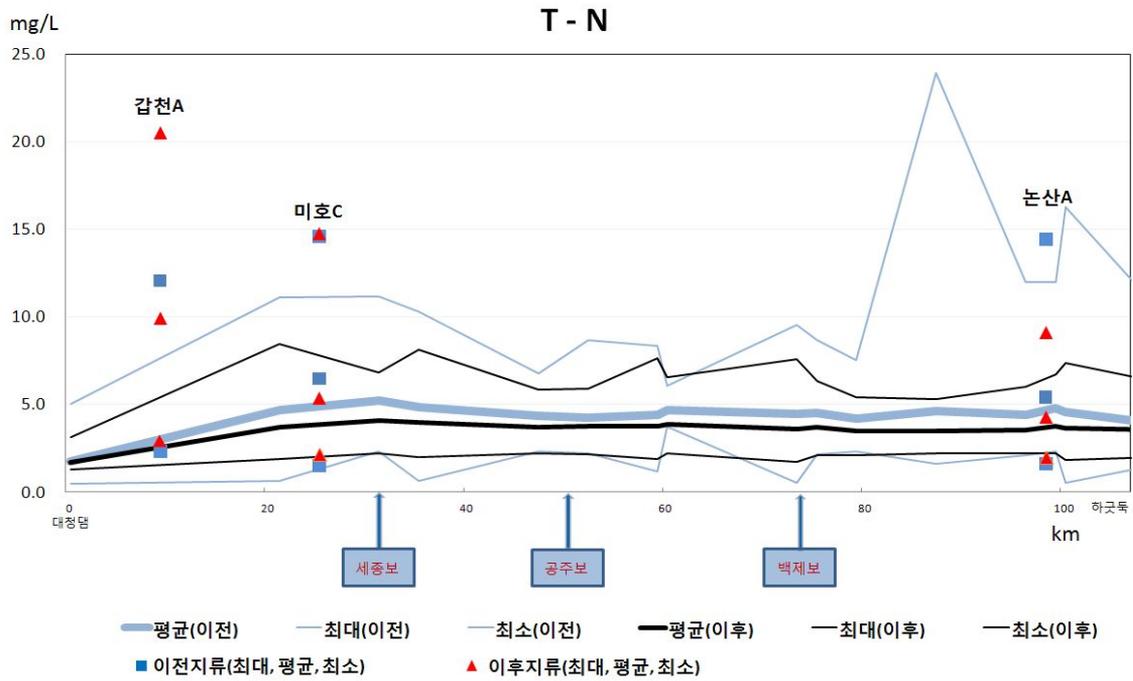


[그림 9-3] 유하거리에 따른 평균 수질 변화(SS)

- SS 농도는 보 설치에 따른 영향을 가장 직접적으로 나타내는 지표로서 세종보, 공주보, 백제보가 설치된 모든 구간에서 과거보다 급격하게 증가한 것으로 나타났다
- SS 상류 및 주요 지류의 유입 농도가 증가하지 않았음에도 불구하고, 3개 보가 위치한 지점에서 SS 농도가 급격히 증가한 것은 내부에 증가요인이 있음을 나타내고 있으며, 그 주요 원인은 각 보의 하상 침식과 크게 관계가 있을 것으로 판단됨

[표 9-3] 유탄거리에 따른 SS 농도 사업 전·후 비교

지점명	주요지류		본류		증감	비고
	이전	이후	이전	이후		
금본F			5.0	3.8	-24.5%	대청담 방류
갑천A	29.9	13.3			-55.4%	
금본G			15.3	11.3	-25.7%	
미호C	35.1	28.2			-19.7%	
연기			18.4	24.3	31.9%	세종보 상류
금본H			23.7	24.8	4.6%	세종보 하류
공주1			18.2	27.2	49.3%	공주보 하류
곰나루			21.4	27.6	28.9%	
금본I			25.6	23.8	-7.3%	
목면			21.6	23.4	8.5%	
금본J			37.3	29.2	-21.6%	백제보 하류
정동			28.1	28.6	1.8%	
부여1			18.1	29.4	62.4%	
부여2			27.5	22.8	-17.2%	
성동			24.8	24.8	-0.2%	
논산A	26.7	27.7			3.9%	
강경			19.2	30.1	56.6%	
금본K			31.1	31.4	1.0%	
양화-1			15.1	28.0	85.6%	
금본L			36.3	22.0	-39.4%	

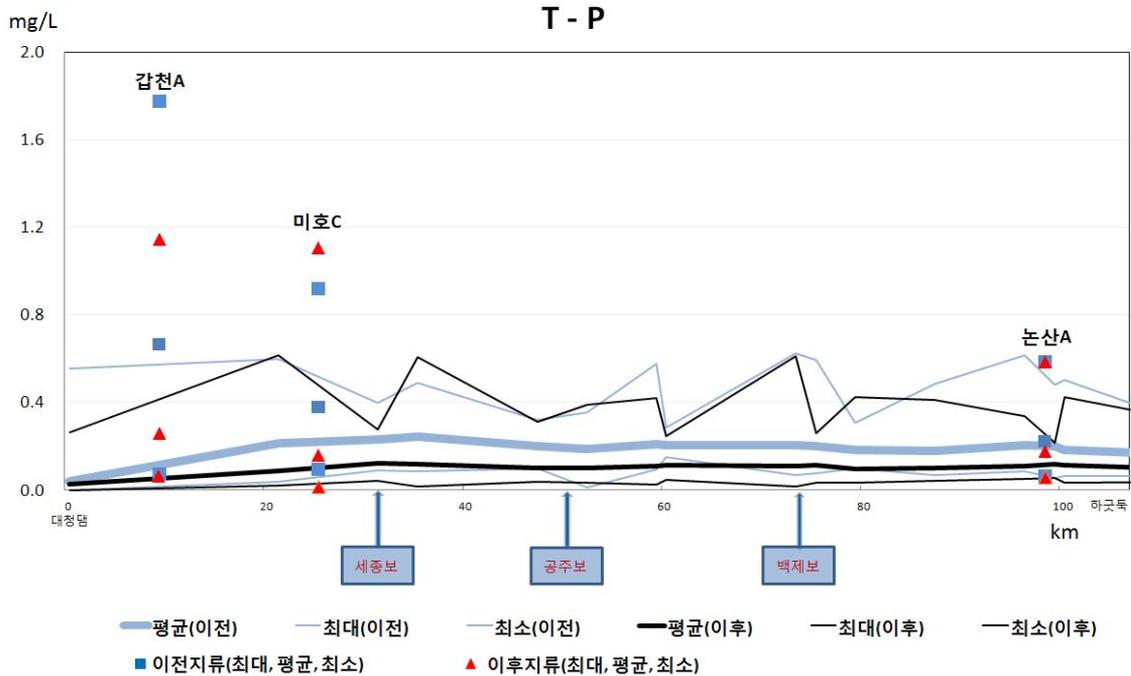


[그림 9-4] 유하거리에 따른 평균 수질 변화(T-N)

- 갑천, 미호천, 논산천에서 유입된 T-N의 농도가 상당부분 개선되었으며, 지류의 영향에 따라 본류도 상당히 개선되었음
- 특히, T-N의 경우 하류로 갈수록 수질이 낮아지는 경향을 볼 수 있으며, 1차년도 평가결과와 변동이 없는 것으로 나타남

[표 9-4] 유하거리에 따른 T-N 농도 사업 전·후 비교

지점명	주요지류		본류		증감	비고
	이전	이후	이전	이후		
금본F			1.78	1.73	-3.2%	대청담 방류
갑천A	12.09	9.96			-17.6%	
금본G			4.67	3.70	-20.7%	
미호C	6.47	5.39			-16.7%	
연기			5.26	4.11	-21.8%	세종보 상류
금본H			4.86	4.00	-17.6%	세종보 하류
공주1			4.34	3.73	-14.1%	공주보 하류
곰나루			4.27	3.76	-12.0%	
금본I			4.44	3.79	-14.5%	
목면			4.70	3.89	-17.1%	
금본J			4.46	3.63	-18.6%	백제보 하류
정동			4.52	3.72	-17.7%	
부여1			4.19	3.51	-16.0%	
부여2			4.66	3.53	-24.4%	
성동			4.43	3.57	-19.4%	
논산A	5.42	4.33			-20.1%	
강경			4.80	3.75	-21.9%	
금본K			4.57	3.67	-19.6%	
양화-1			3.53	3.49	-1.1%	
금본L			4.05	3.34	-17.4%	



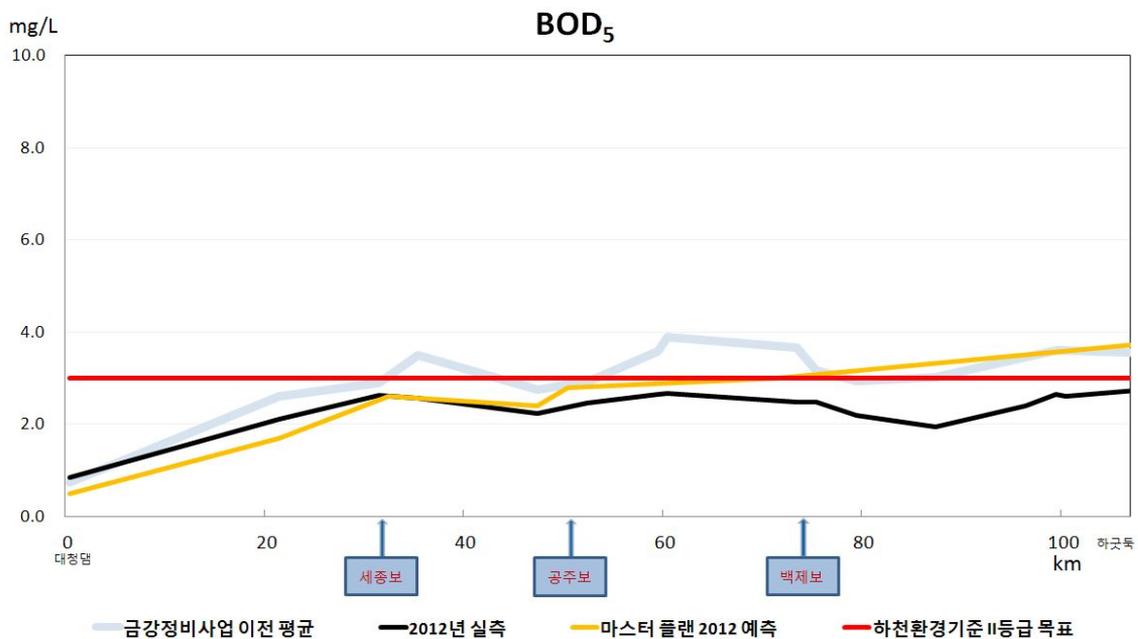
[그림 9-5] 유하거리에 따른 평균 수질 변화(T-P)

- 환경기초시설의 방류수질 강화에 따라 금강 본류 및 주요 지류에서 T-P 농도가 급격히 낮아진 것을 확인 할 수 있음
- 금강정비사업과 동일시기에 방류수질 개선이 이루어졌으므로 T-P 농도 개선의 직접적인 원인을 밝혀내기는 어려움이 있으나, T-P는 보존성 물질이며 내부생산이 어려운 물질로서 유입량 저감, 부유량 침전, 축적량 제거의 영향을 받을 수 있는데 농도를 결정짓는 가장 주요한 요인은 유입량 저감이므로 환경기초시설의 방류수질이 가장 큰 영향을 미쳤다고 볼 수 있음
- 세종보, 금강보, 백제보 등 3개 보 구축으로 인한 보 상류부의 저류량이 증대되고 유속 감소로 인한 체류시간 증가로 광역적 호소화가 되어가는 과정에서 수생태계가 안정적으로 구축되어가기 전 단계로 일부 수질 개선효과가 있는 것으로 평가됨
- 특히 하상 퇴적물 준설과 영양염류의 불균형으로 식물성 플랑크톤의 물질순환 과정이 구축되기 전 단계로 볼 수 있으며, 향후 보 상류구간에서는 호소수질환경 조사차원에서의 조사가 지속적으로 이루어져야 할 것으로 판단됨
- 1차년도 평가결과 보다 수질이 다소 증가하는 현상을 나타내고 있어 하상의 축적, 내부생산, 환경기초시설 방류수질 관리 소홀 등의 원인이 예측됨

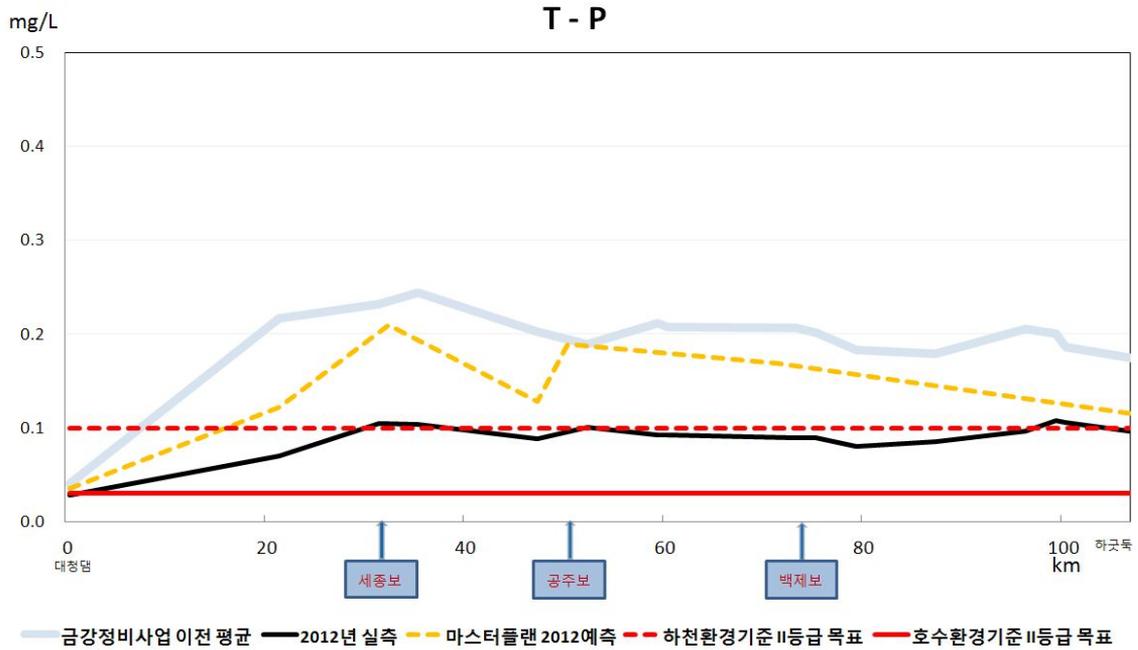
[표 9-5] 유하거리에 따른 T-P 농도 사업 전·후 비교

지점명	주요지류		본류		증감	비고
	이전	이후	이전	이후		
금본F			0.041	0.027	-34.8%	대청담 방류
갑천A	0.667	0.259			-61.2%	
금본G			0.216	0.090	-58.5%	
미호C	0.379	0.160			-57.7%	
연기			0.232	0.125	-46.1%	세종보 상류
금본H			0.245	0.121	-50.6%	세종보 하류
공주1			0.202	0.103	-49.0%	공주보 하류
곰나루			0.189	0.104	-45.3%	
금본I			0.212	0.112	-47.0%	
목면			0.208	0.116	-44.2%	
금본J			0.207	0.112	-45.9%	백제보 하류
정동			0.201	0.116	-42.5%	
부여1			0.184	0.097	-47.1%	
부여2			0.179	0.100	-44.0%	
성동			0.206	0.112	-45.8%	
논산A	0.224	0.176			-21.5%	
강경			0.200	0.119	-40.7%	
금본K			0.186	0.115	-38.1%	
양화-1			0.159	0.091	-42.6%	
금본L			0.147	0.089	-39.3%	

- 4대강 살리기 마스터플랜에서 “수영 가능한 좋은 물(II급수, 약간좋음)”을 목표로 수질개선 계획
 - 오염도가 높은 갑천과 미호천을 중점관리구역으로 선정하여 관리
 - COD, T-P 하천수질 환경기준 신설
 - T-P 등 환경기초시설 방류기준 선진화
 - 환경기초시설 확충 및 고도화
 - 비점오염 저감대책 추진
- 2012년 환경부 일반측정망과 총량측정망의 수질자료 분석 결과, BOD₅는 세종보 상류지역과 갑천, 논산천이 초과하고 있으며, 이하 하류구간에서는 달성하고 있는 것으로 평가됨
- T-P의 경우, 금강정비사업의 목표기준은 만족하였으나, 이미 정체수역으로 변화한 금강을 호수 생활환경기준으로 평가할 때, 대청댐 중권역을 제외한 하류 모든 권역이 V(나쁨) 또는 IV(약간나쁨)을 유지하고 있어 조류 발생 등의 취약한 환경으로 평가됨



[그림 9-6] 2012년 금강 실측 수질에 따른 목표 달성 평가



[그림 9-7] 유하거리에 따른 평균 수질 변화(T-P)

[표 9-6] 4대강 살리기 마스터플랜에 따른 수질예측 및 평가

중권역명	중권역 대표지점	2012년 예측 수질		2012년 실측 수질		평가		
		BOD	T-P	BOD	T-P	BOD	T-P	
							예측기준	호소기준
대청댐(III)	현도	0.5	0.035	0.85	0.029	초과	달성	II (약간 좋음)
대청댐하류(III)	청원-1	1.7	0.122	2.1	0.070	초과	달성	IV (약간 나쁨)
갑천(I)	갑천5-1	4.4	0.264	4.5	0.200	초과	달성	V (나쁨)
금강공주(II)	성동	2.4	0.128	2.4	0.099	달성	달성	IV (약간 나쁨)
논산천(II)	논산천4	2.9	0.173	3.3	0.171	초과	달성	V (나쁨)
금강하구연(III)	양화-1	3.9	0.103	2.9	0.084	달성	달성	IV (약간 나쁨)

나. 탁수발생 현황 평가

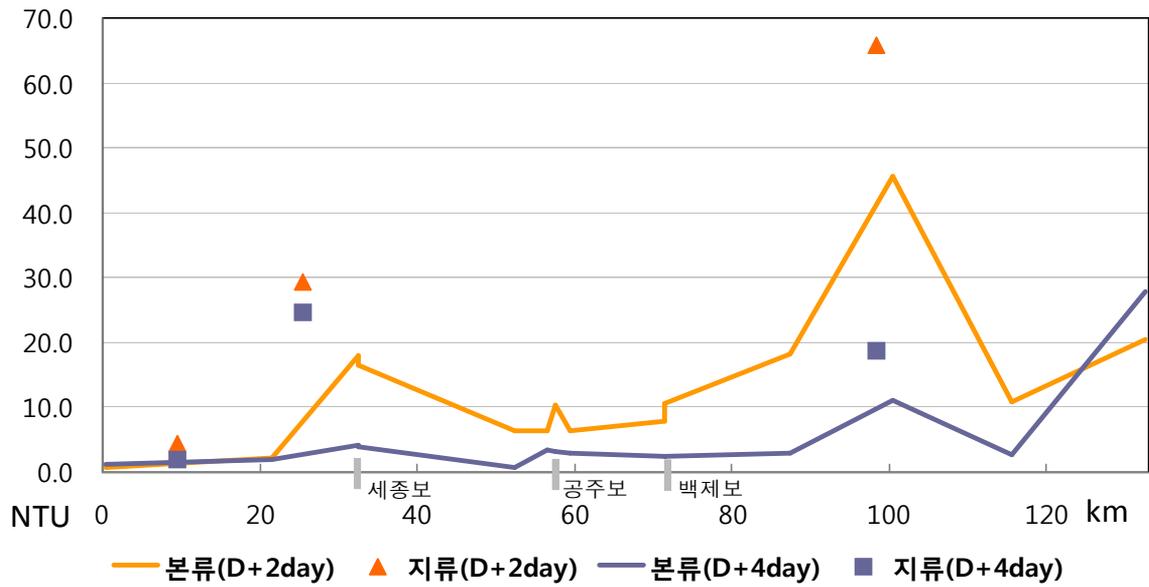
◦ 1차 조사 결과

- 탁도

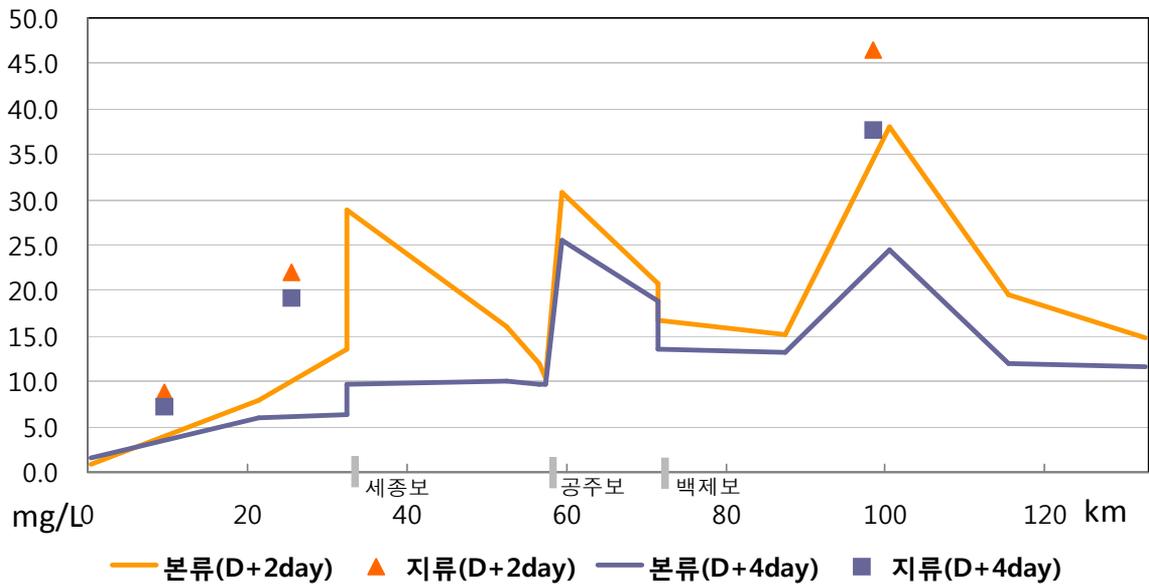
- 52mm/day의 강우발생 2일후에 미호천 합류후 지점에서 17.9NTU (Nethelomet Turbidity Unit)를 기록하였으며, 논산천이 합류된 이후 45.4NTU를 기록하였음
- 강우발생 4일후에는 0.68~4.15NTU로 상당히 낮아진 것을 확인 할 수 있었음
- 보가 없는 구간에서는 강우 발생이후 4일 경과후 10~20%대로 감소하였으나, 보의 영향을 받는 보 상·하류부 인근에서는 20~40% 수준을 유지하고 있어, 보가 탁도 개선에 부정적인 영향을 미치고 있는 것으로 나타남

- SS

- 강우발생 2일후에 세종보 하류 지점에서 28.8mg/L, 금본K 지점에서 38mg/L로 측정되었음
- 강우발생 4일후에는 1.6~25.6mg/L로 탁도에 비하여 개선속도가 느린 것으로 확인됨
- 세종보와 공주보 하류에서 급격히 높아진 것으로 관측되었음
- 탁도는 빠르게 감소하였으나 SS 농도는 여전히 높은 이유는 탁도를 일으키는 다양한 수체내 물질중에서 비중이 낮은 유기물이나 콜로이드 물질은 상당량의 침전이 이루어졌으나 오히려 비중이 큰 세립질 무기물(점토 등)에 수체에 잔존하고 있음을 나타냄
- 즉 상류와 지류에서 유입된 입자성 무기 부유물질은 물리적인 법칙에 의하여 유기물이나 콜로이드 물질보다 먼저 침전 제거되었으나, 보 구간의 침식작용으로 내부생산이 발생되었음을 나타냄



[그림 9-8] 강우 후 탁도의 유하거리 및 시간에 따른 변화 - 1차 조사



[그림 9-9] 강우 후 SS 농도의 유하거리 및 시간에 따른 변화 - 1차 조사

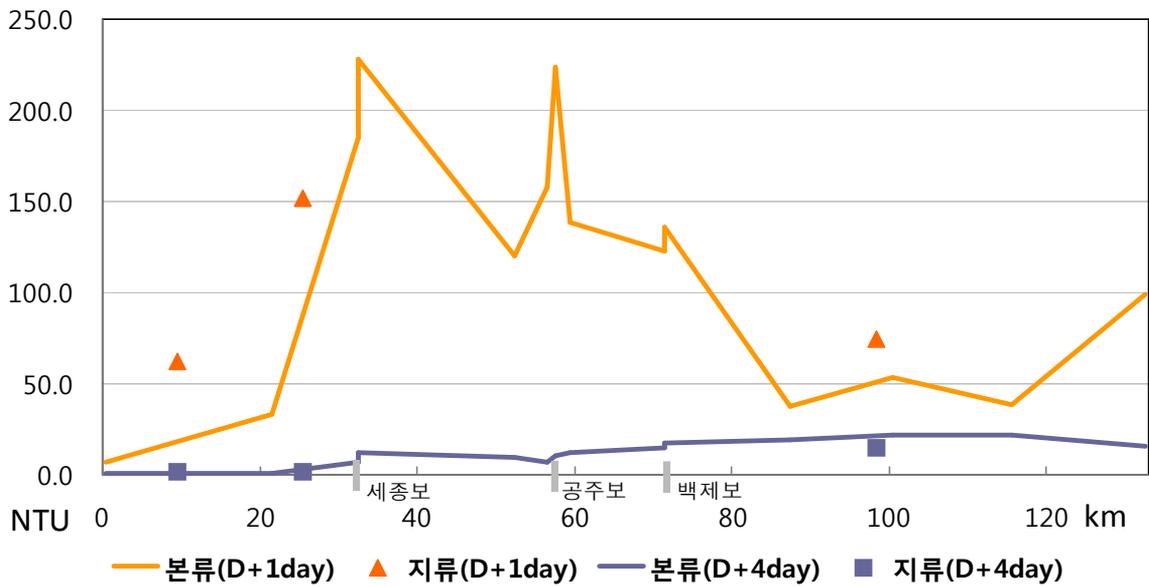
◦ 2차 조사 결과

- 탁도

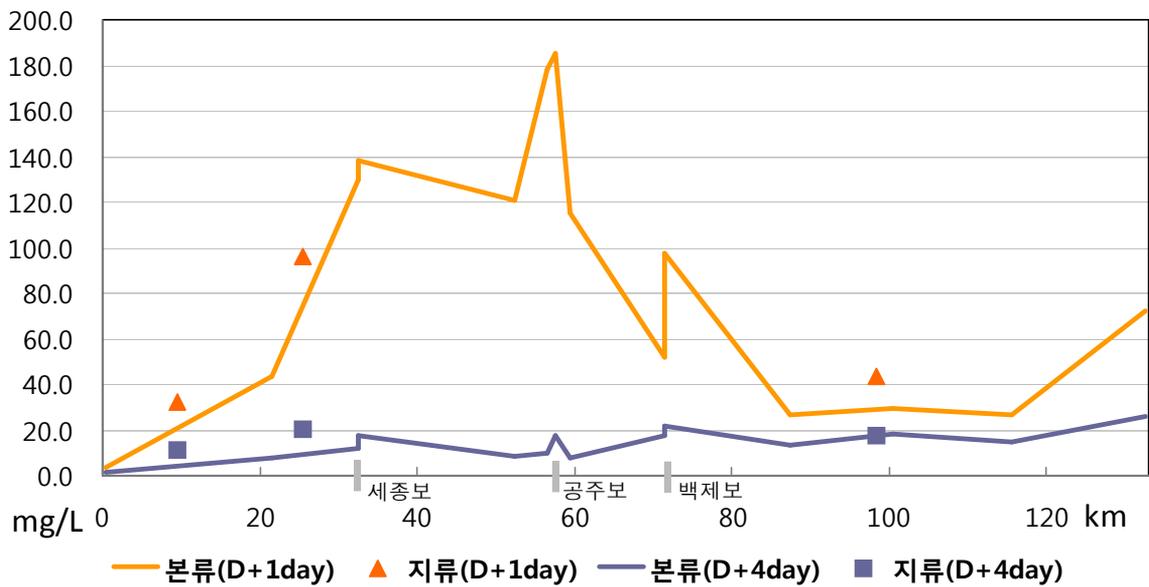
- 73.9mm/day의 강우발생 1일후에 세종보, 공주보, 백제보 하류부 지점에서 228NTU, 224NTU, 136NTU로 나타났음
- 미호천 합류이후 탁도가 급격히 증가하였으나 세종보, 공주보, 백제보에 의해 탁도가 상당히 악화되고 있는 것으로 측정되었으며, 이는 보하류 지역에서 침식현상이 진행되고 있음을 간접적으로 나타내는 지표임
- 강우발생 4일후에는 대청댐하류 이후 1NTU 미만으로 상당히 낮게 탁도가 개선된 것으로 나타나고 있으나 미호천 합류 이후 점차 증가하여 6.8~16NTU의 범위를 나타내고 있으며, 하류로 갈수록 탁도 회복속도가 늦게 나타나고 있음

- SS

- 강우발생 2일후에 공주보 하류 지점에서 185.6mg/L의 최고 농도가 관측되었으며, 세종보와 백제보 모두 보 하류부에서 SS 농도가 높아지는 현상이 나타났음
- SS 또한 탁도와 마찬가지로 미호천의 유입으로 인한 영향이 큰 것으로 나타났음
- 금강하굿둑에 의한 저류 효과와 논산천의 SS 농도가 높지 않아 부여2이하의 하류지역에서는 SS 농도가 낮게 나타났으나, 하굿둑의 SS 농도는 높은 것으로 확인됨
- 강우발생 4일후 SS 농도는 상당히 개선되었으나, 여전히 세종보, 공주보, 백제보의 하류부에서는 SS 농도가 증가하는 현상을 보이고 있으며, 금강하굿둑의 SS 농도는 여전히 늦게 개선되고 있는 것으로 나타남



[그림 9-10] 강우 후 탁도의 유하거리 및 시간에 따른 변화 - 2차 조사



[그림 9-11] 강우 후 SS 농도의 유하거리 및 시간에 따른 변화 - 2차 조사

2. 수생태 현황 평가

가. 생태계 현황 평가

1) I 구역

- I 구역은 금산군(17.1km)에 해당되며, 비교적 생태환경현황이 타 지역에 비해 우수한 편에 해당되는 구간임
- 캠핑장 및 잔디광장에서 이용객들의 쓰레기가 발생하고 잔디광장의 무단출입으로 훼손되고 있으나 관리는 형식에 그치고 있음
- 여름에 침수되어 흙으로 덮여있던 압수지역은 길만 치워졌으며, 캠핑장내 설치된 친환경 화장실 사용불능
- 심한 범람 등이 발생하지 않았음에도 인공 식재물은 관리가 이루어지지 않아 식재식물 상당부분 죽거나 사라졌음



[그림 9-12] I구역(금산지역) 조사 결과

2) II구역

- II구역은(12.5km)으로 세종보 및 주변지역이 조사 주요 대상지역에 해당
- 합강리 습지는 세종보 가동에 따라 침식을 거듭하고 있으며, 금강정비 사업후 습지 식생물 및 철새의 규모가 축소되었음
- 삼성천, 용수천, 대교천은 합류지점부터 역행침식이 진행되어 호안과 하상보호 공이 유실, 강바닥이 침식, 일부 구간의 수심이 깊어짐
- 보와 하류 학나래교 사이 쇄굴현상이 발생, 교각 상류에 침식된 하상이 퇴적되어 하중도를 형성함
- 보 상류의 물은 정체되어 악취가 나며 부유물 및 녹조가 관찰, 강바닥에는 질푸르고 갈색의 저니층이 쌓이고 있음
- 어도 중간 차단목으로 물고기의 왕래를 장애, 2년째 회귀성 어류이동은 없었음
- 둔치공원에 살충제 및 어독성2급 농약 살포, 동·식물 피해 및 하천 오염 우려



[그림 9-13] II구역(세종지역) 조사 결과

3) III구역

- III구역은(35.9km)으로 공주보 및 주변지역이 조사 주요 대상지역에 해당됨
- 교각 콘크리트 박리현상이 발생하여 보수공사 하였음
- 보 상류에 저니토 오염으로 인해 악취가 발생하며, 공주보 어도에는 물은 많지만 물고기는 관찰되지 않음
- 어천, 유구천 등 주변 지천의 역행침식이 일어나고 있으며 보수공사 하여 새로 채운 사석이 침하되고 시설물이 무너짐
- 둔치공원은 여름에 어독성 1급 농약을 살포하여 동식물 및 하천오염이 우려되고 있으며, 장마철에는 자전거 도로가 물에 잠기고 부서짐



[그림 9-14] III구역(공주지역) 조사 결과

4) IV구역

- IV구역은(24.2km)으로 백제보 및 주변지역이 조사 주요 대상지역에 해당됨
- 백제보 우안 하류에 침식이 발생하여 보수공사를 하고 있으며, 백제보 좌안 둔치, 낙화암 상류, 세도지구 저수호안에 침식이 진행됨
- 2012년 10월 물고기 떼죽음, 2012년 8월 심각한 녹조현상 및 2012년 11월 ~ 2013년 1월 갈조류가 발생하였음
- 백제보 어도에는 어류 이동이 없으며, 둔치공원 인공식재물의 상당부분은 고사하고 잔디밭은 외래식물과 자연초지로 변해가고 있음
- 멸종위기종(말뚝가리, 잣빛개구리매, 큰기러기 등), 천연기념물(황조롱이, 원앙 등), 희귀종(장다리물떼새, 발구지 등)이 관찰됨



[그림 9-15] IV구역(부여·청양지역) 조사 결과

5) V구역

- V구역은(38.3km)으로 금강하굿둑에서 부여 옹포대교 주변지역이 주요 조사대상지역에 해당함
- 망원리, 와초리, 시음리 지역에 침식이 발생하였으며, 가장 심각한 시음리 지역은 보강공사를 마쳤으며 용산리-신성리 구간은 보강공사중임
- 주요 철새 도래지인 금강하구에 잦은 공사, 사람들의 출입, 레포츠시설 등으로 철새의 휴식을 방해, 천수만-금강호에 소수의 가창오리만 관찰되었음
- 신성리 갈대밭의 과도한 탐방로 조성과 와초리 갈대밭 연꽃단지 조성사업으로 일부 훼손됨
- 여름철에 금강본류 및 지천 합류지점에서 심한 녹조가 발생함



[그림 9-16] V구역(부여·논산·서천) 조사 결과

나. 조류·어류 서식현황

1) 조류

- 사지점별 조류의 서식환경 평가
 - 중·상류 지점(St. 2, 27)
 - 하변 사주 및 하중도가 발달하여 있고 하변 식생도 잘 유지된 전형적인 중·상류 하천의 환경을 지니고 있어 구조적으로 다양한 서식환경을 지니고 있으며 사업에 따른 하천정비의 영향도 적어 비교적 자연적인 서식환경을 유지하고 있음
 - 이러한 환경은 월동기 오리류에 비해 백로류 및 할미새류의 먹이터 및 흰뺨검둥오리와 꼬마물떼새 등의 번식지로서 좋은 조건을 지니고 있음
 - 하류 지점(St. 4, 5, 7, 8, 10, 13, 20, 21, 23, 24, 26)
 - 점차적으로 강폭이 넓고 수심이 깊어지는 지점들로 일부 지점을 제외하고 대부분 하천변이 정비된 이후 방치된 상태에 있음
 - 기존의 하천변 식생이 유지되고 있는 일부 지점은 백로류, 쇠물닭, 흰뺨검둥오리 등이 선호하는 환경이나 하변이 정비된 이후 방치되어 초본 식생이 자라고 있는 지역들은 조류의 서식처로서 기능을 전혀 하지 못하고 있는 상황임
 - 조사지점들 중 인근에 넓은 농경지가 있는 수계의 수면은 월동기 오리류 및 기러기류의 휴식처로 이용될 수 있으나 하변 식생이 없거나 빈약한 곳은 외부로부터의 방해요인이 전혀 차단되지 않기 때문에 수조류의 안정적인 휴식처로서 기능이 저하될 수 있음
- 조류 조사 결과에 따른 제언
 - 금강정비사업에 따른 조류의 변화상을 파악하기 위해서는 가급적 동일 지점을 대상으로 동일한 방법으로 수행된 정비사업 전의 자료가 필요하나 현재 비교 자료가 부족한 실정임
 - 따라서 향후 동일 지점을 대상으로 계절별 조사를 장기적으로 실시함으로써 조류의 변화상을 파악할 수 있는 자료를 구축하는 것이 우선적으로 필요함

- 본 조사는 5월과 7월에 실시된 자료로 겨울철에 조사한 자료들과 직접적인 비교는 무리가 있으며, 월동 조류 대상의 조사가 진행되어야 할 것임
- 다양한 구조를 지닌 자연성 높은 하변 식생은 다양한 종의 조류가 먹이터 및 휴식처로 이용할 수 있으며, 수면에서 휴식시 방해요인을 차단하는 역할을 하기 때문에 현재 하천 정비 후에 단순화되어 있는 하변 환경에 대한 개선이 필요함

2) 어류

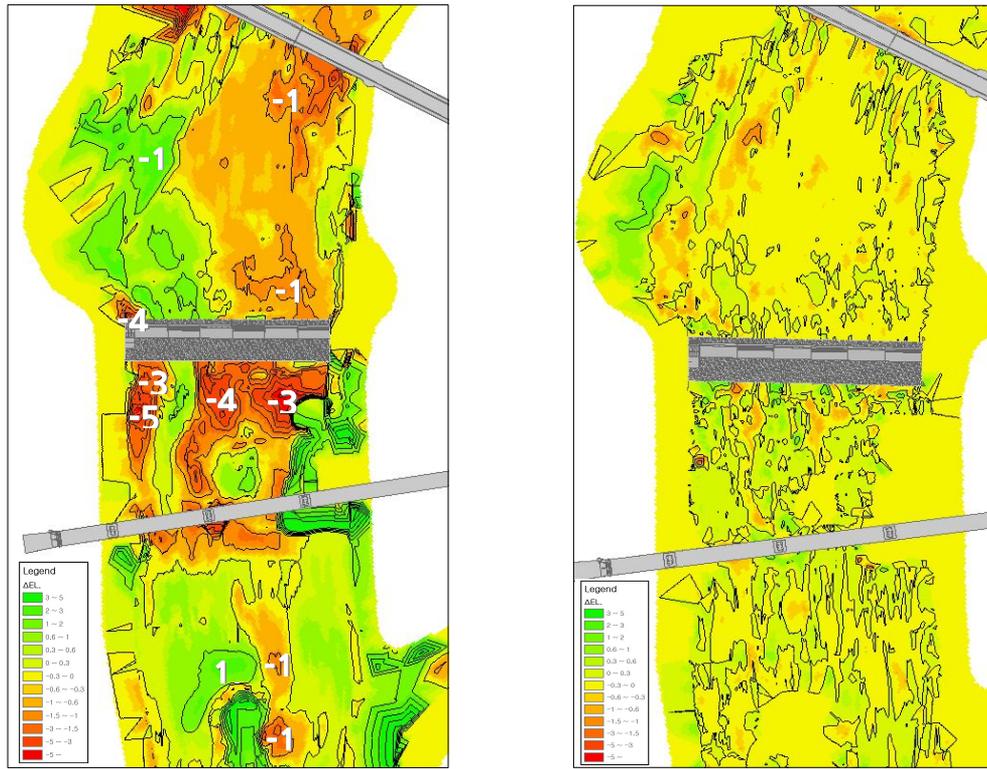
- 어류상의 변화
 - 금강본류 구간의 조사 결과 금강의 최상류 구간인 금산군 일대의 어류상은 커다란 변화가 없었고 보존 상태가 양호한 것으로 확인
 - 금강하류의 경우 자망 조사 등으로 인한 종수의 추가가 눈에 띈었으나, 이는 조사 방법에 기인한 것으로 사료됨
 - 백제보의 하류방으로 지천의 하류 구간인 조사지점 14는 백제보의 건설로 인하여 수심이 깊어지고 유속이 느려지며 하상에 펄이 약간 침적되는 서식지의 변화로 인하여 2010년에 다수가 확인된 천연기념물 및 멸종위기야생동식물 I급인 미호종개의 서식이 확인되지 않았고, 멸종위기야생동식물 II급 흰수마자의 서식도 급격히 감소하였음이 확인됨
 - 한편 금강으로 유입되는 지류하천인 유구천의 하류 구간에서는 2011년과 2012년 2년간 미호종개의 인공 증식 개체를 방류한 구간으로 이들의 성장과 적응은 잘 이루어지고 있는 것으로 확인되었음
 - 다만, 유구천 최하류 구간은 수심이 급격하게 깊어져 금강 본류 구간으로 미호종개의 확산은 진행되지 않을 것으로 사료됨
 - 금강 본류 구간은 수심이 깊어지고 정체수역이 증가하면서 지속적인 어류상의 변화가 예상됨
- 범정보호종의 보호 대책
 - 본 조사에서 확인된 범정보호종은 천연기념물 2종 멸종위기종 3종이 확인되었고, 이 중 천연기념물 어름치와 멸종위기담수어류 감돌고기, 꾸구리 등은 금강의 상류 구간에 서식하며 특별한 오염원 등이 없어 보존에 커다란 문제는 없는 것으로 사료됨

- 금강 본류에 인접한 수역인 유구천의 하류에 서식하는 미호종개와 흰수마자의 경우, 유구천의 상류에서 유입되는 탁수 및 오염물질 등에 의해 쉽게 절멸할 가능성이 높기 때문에 유구천의 수질 및 오염원에 대한 지속적인 감시가 필요함

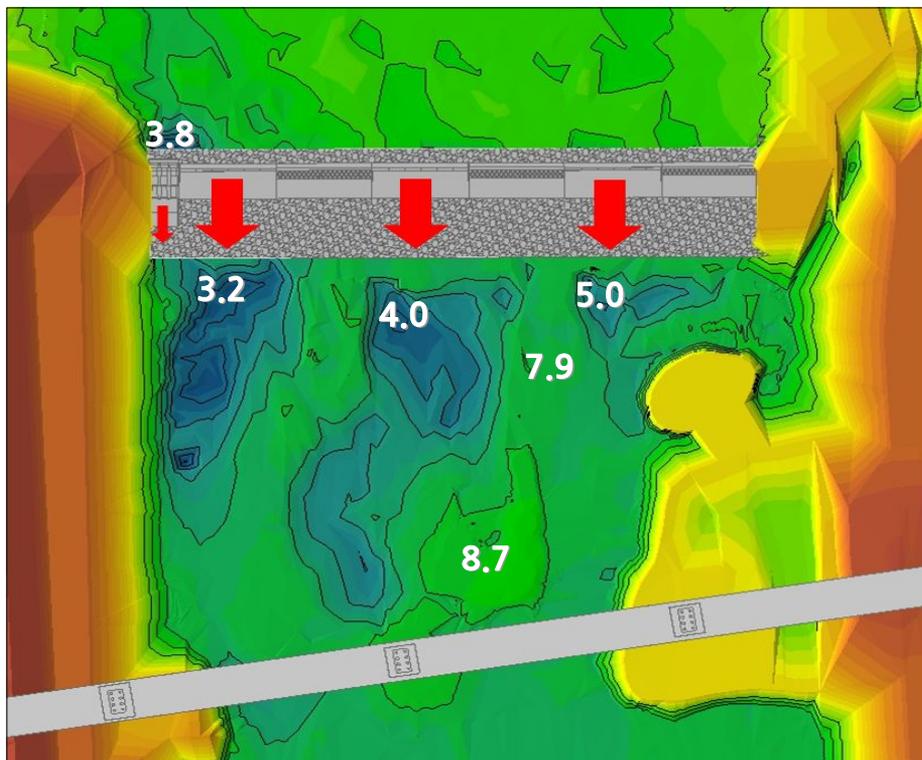
3. 하상변화 평가

가. 세종보 하상변위

- 설계도 vs 1차 측량 분석
 - 세종보의 보 상·하류부 하상은 일반적인 하천구조물의 유지관리 기준에 미치지 못하는 심각한 침식이 발생하고 있음
 - 특히 가동보 하류부는 방류수의 에너지와 유속에 의하여 최대 5m이상의 침식이 발생한 것으로 확인됨
 - 이러한 현상은 세종보에서 하류 약 400m까지 영향을 미치고 있으며, 약 350m 지점에 위치한 학나래교의 교각이 위치하고 있어 침식 현상을 가중되어 나타나고 있음
 - 장기적인 측면에서 학나래교의 안전성에 악영향을 미칠 수 있음
 - 또한 세종보 상류부 좌안에는 하천의 만곡으로 인한 유수의 쓸림현상으로 광역적인 침식이 발생하고 있음
- 1차 측량 vs 2차 측량 분석
 - 1차 측량이 이루어진 3월과 2차 측량이 이루어진 6월 동안의 저·평수기 환경에서의 하상형태는 급격한 변화가 나타나지 않았으며, 대부분 $\pm 0.6\text{m}$ 의 수준에서 변화가 관측됨
 - 하천 수심측량의 기술적 수준의 오차범위가 $\pm 0.6\text{m}$ 인 점을 고려할 때, 하상 변화 평가를 위한 수위변화 관측 해상도가 떨어질 수 있으나, 수문 하류부에서 일괄적으로 $-0.3\sim -1.0\text{m}$ 의 변위가 진행된 것으로 측량된 바, 저·평수기에도 침식이 일부 진행되고 있는 것으로 확인됨



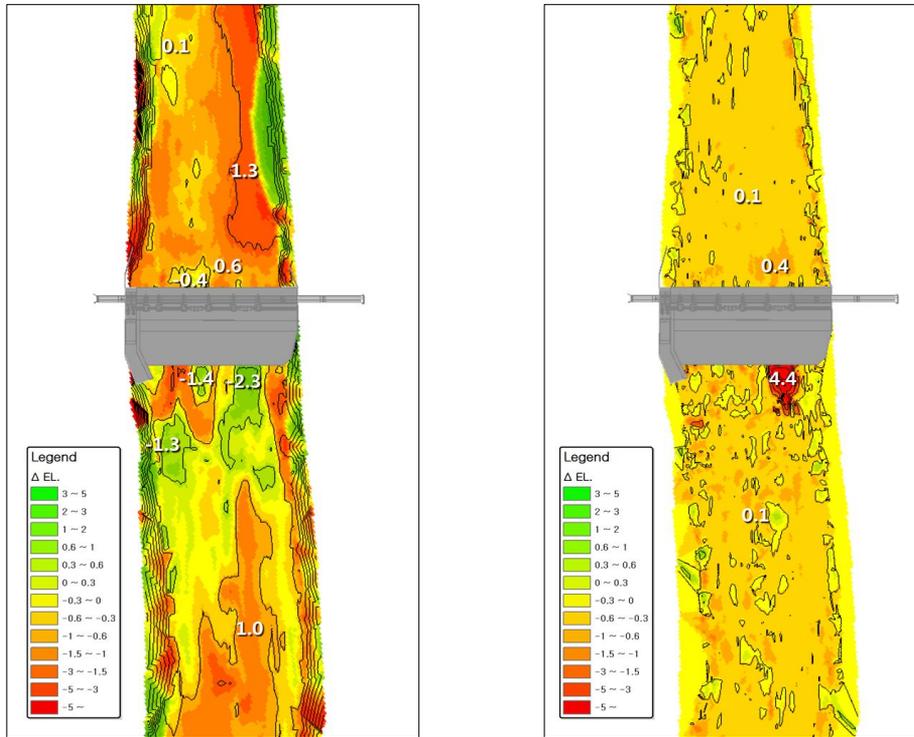
[그림 9-17] 세종보 측량결과 하상변위 (좌: 설계 vs 1차 측량, 우:1차 측량 vs 2차 측량)



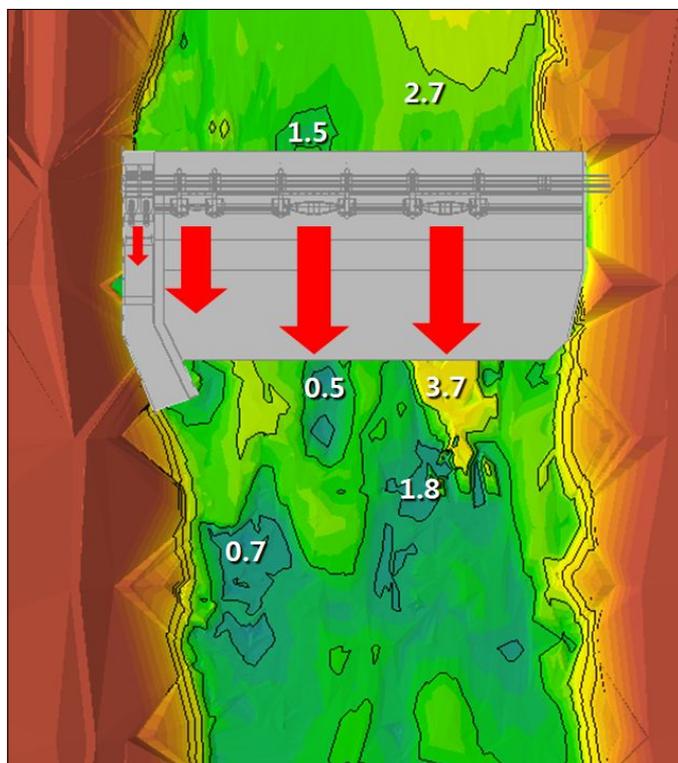
[그림 9-18] 세종보 가동보 개방시 유수 흐름 형태 (EL. m)

나. 공주보 하상변위

- 설계도 vs 1차 측량 분석
 - 공주보의 보 상·하류부 하상은 일반적인 하천구조물의 유지관리 기준에 미치지 못하는 심각한 침식이 발생하였음
 - 가동보 하류부는 방류수의 에너지와 유속에 의하여 최대 2m이상의 침식이 발생한 것으로 확인됨
 - 특히 공주보의 경우, 2012년 3월과 7월 준공을 앞둔 상태에서 긴급 보수공사를 시행하였음에도 불구하고 침식 현상이 지속적으로 관측되었음
 - 이는 유수의 에너지와 유속으로 인한 침식이 지속되고 있음을 뜻하며, 바닥 보호공의 길이뿐만이 아닌 물받이공과 감소공의 개선이 요구됨
 - 하상 침식현상은 하류 약 300m까지 영향을 미치고 있음
 - 보 상류부는 광역적인 퇴적이 발생하고 있어 준설 하상고보다 약 0~1.3m가량 높게 유지되고 있음
- 1차 측량 vs 2차 측량 분석
 - 1차 측량이 이루어진 3월과 2차 측량이 이루어진 6월 동안의 저·평수기 환경에서의 하상형태는 변화는 거의 나타나지 않았으며, 대부분 $\pm 0.1\text{m}$ 의 수준에서 변화가 관측됨
 - 1차 측량시 보 하류부 좌안에 침식 웅덩이가 위치했던 곳이 오히려 주변부의 하상 보다 2m이상 높게 측량되었으며, 관리기관의 긴급 복구내지는 웅덩이 형태의 하상에 집중퇴적이 발생하였을 가능성이 있음



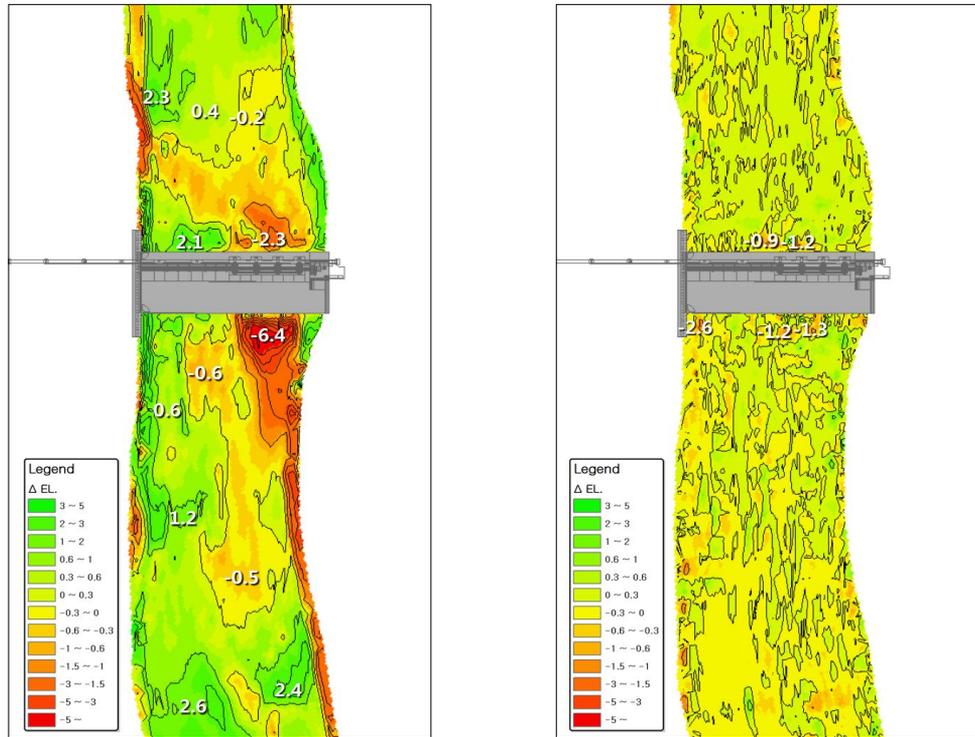
[그림 9-19] 공주보 측량결과 하상변위 (좌: 설계 vs 1차 측량, 우:1차 측량 vs 2차 측량)



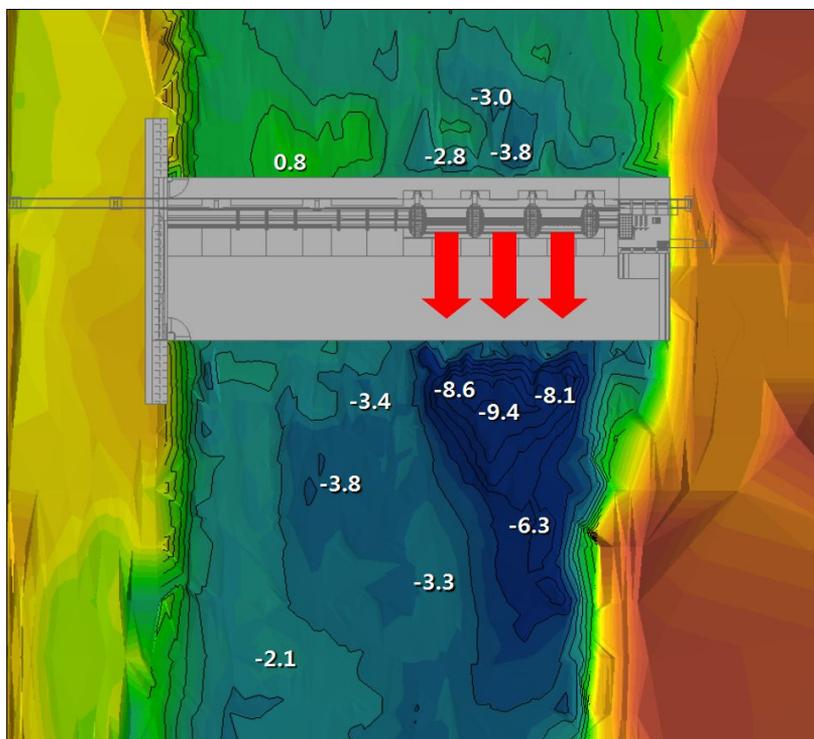
[그림 9-20] 공주보 가동보 개방시 유수 흐름 형태 (EL, m)

다. 백제보 하상변위

- 설계도 vs 1차 측량 분석
 - 백제보의 보 상·하류부 하상은 일반적인 하천구조물의 유지관리 기준에 미치지 못하는 심각한 침식이 발생하고 있음
 - 특히 가동보 하류부는 방류수의 에너지와 유속에 의하여 최대 6m이상의 침식이 발생하여 EL. -9.5m로 확인됨
 - 침식현상은 백제보에서 하류 약 600m까지 영향을 미치고 있음
 - 또한 가동보가 위치한 백제보 상류부 좌안역시 최대 2m이상의 침식이 발생하여 보 상·하류부가 보의 기초지반 높이보다 낮게 침식되어 있음
 - 백제보의 경우 EL. -11m 지점의 풍화암과 EL. -14m 지점의 연암을 기초로 설치되었으나 보 직하부 충적층이 보 상·하류부의 연계침식 작용으로 차수능력을 손실하거나 유실될 경우, 구조적으로 심각한 문제를 야기할 수 있음
- 1차 측량 vs 2차 측량 분석
 - 1차 측량이 이루어진 3월과 2차 측량이 이루어진 6월 동안의 저·평수기 환경에서의 하상형태는 급격한 변화가 나타나지 않았으며, 대부분 $\pm 0.6\text{m}$ 의 수준에서 변화가 관측됨
 - 특히 침식정도가 심각한 보 좌안 하류부의 침식깊이는 변화하지 않았으나, 보가 위치한 상류부 방향으로 넓게 확산되고 있음이 확인됨
 - 보 하류부는 사실상 풍화암 지층까지 노출된 것으로 판단되며 풍화암 상부 퇴적층의 모래와 점토 등의 침식이 진행되면서 바위나 호박돌로 구성된 약 1~2m의 장갑화 층이 형성된 것으로 추정됨

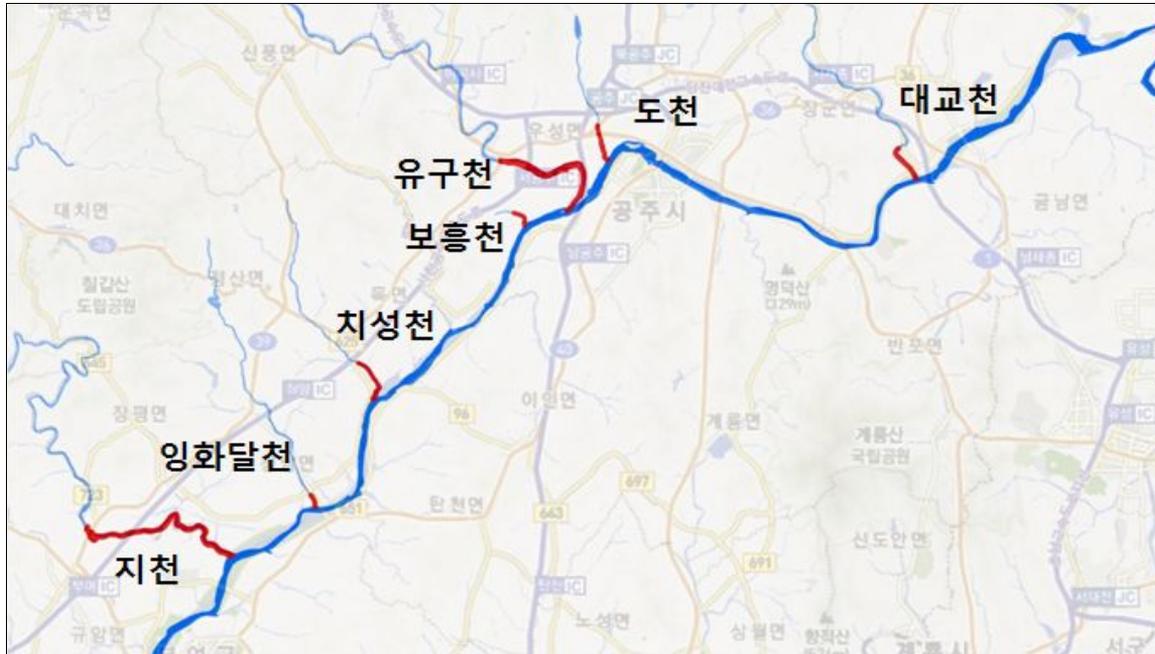


[그림 9-21] 백제보 측량결과 하상변위 (좌: 설계 vs 1차 측량, 우:1차 측량 vs 2차 측량)



[그림 9-22] 백제보 가동보 개방시 유수 흐름 형태 (EL. m)

라. 지류하천 역행침식



[그림 9-23] 주요 침식 발생구간

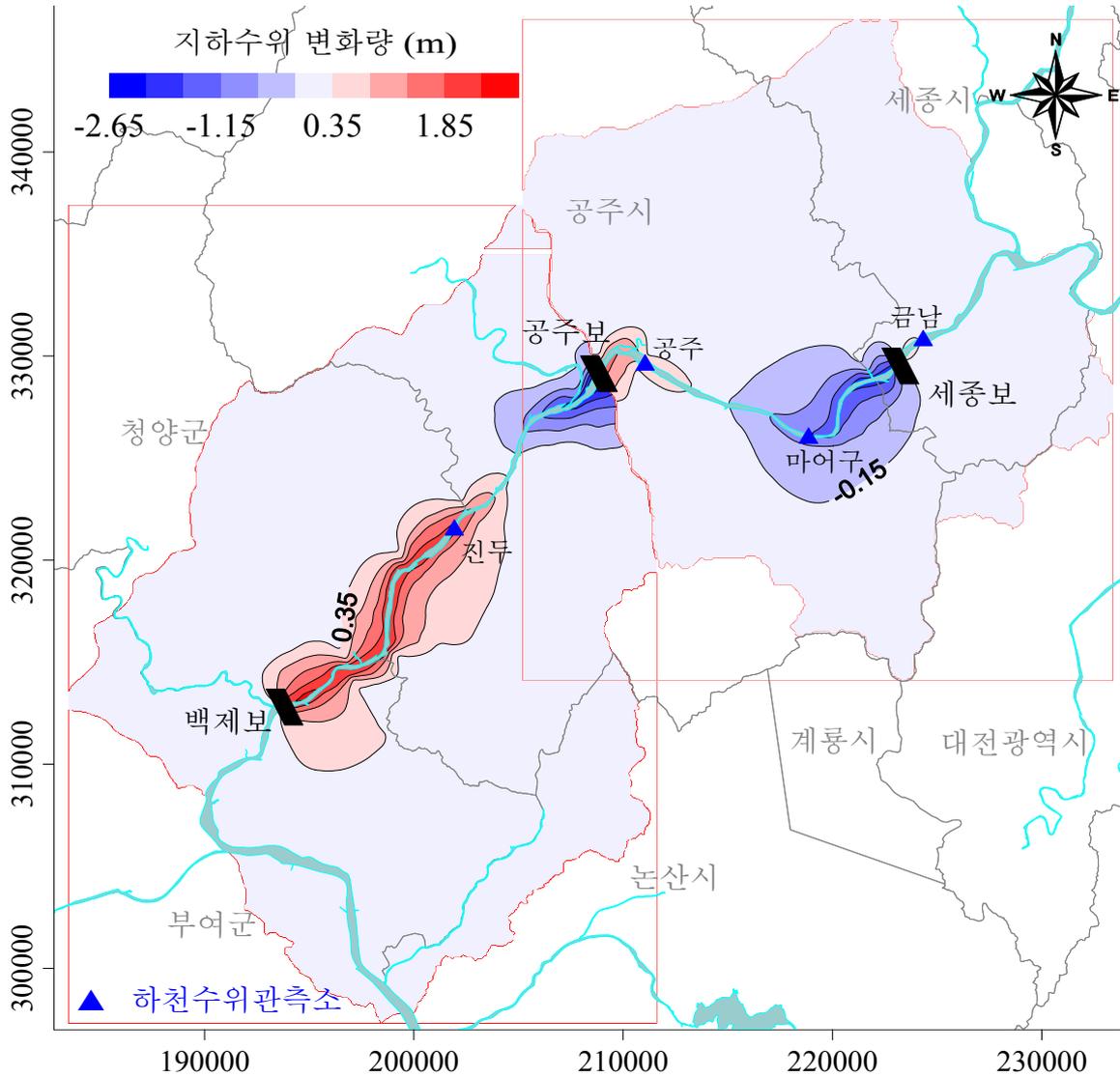
- 세종보에서 백제보 인근 구간의 7개 하천에서 하안 침식이 관측되었으며, 본류 합류부에서 상류방향으로 확산되고 있는 것으로 확인됨
- 단기간에 급속한 침식현상이 발생하였으며, 안정화 단계 진입여부는 지속적인 관측이 요구됨
- 특히 정량적으로 하상고와 하폭의 변화 정도를 측량할 필요가 있으며, 지류하천의 하천정비기본계획의 수정 및 보완이 요구됨

4. 하상 퇴적물 평가

- 함수율
 - 세종보 21.95~49.7%, 공주보 18.63~38.65%, 백제보 23.66~40.87%로 나타남
 - 보 상류 구간에서 보에 근접한 지역의 퇴적토일수록 높게 나타났으며, 2차 측정시 더욱 높은 함수율을 나타내고 있음
- 완전연소가능량
 - 세종보 0.87~8.91%, 공주보 0.41~5.63%, 백제보 0.89~6.41%로 나타남
 - 세종보 보 상류구간에서 보에 인접할수록 높게 나타나고 있으나, 공주보와 백제보는 낮아지고 있음
 - 세종보를 제외하고 1차 측정시 보다 2차 측정시 상당한 증가
- COD
 - 세종보 0.04~1.18%, 공주보 0.01~0.78%, 백제보 0.04~0.69%로 나타남
 - 1차 측정시기 보다 2차 측정시기에 대부분의 지점에서 농도가 상승
- 총질소
 - 세종보 533~2,991mg/kg, 공주보 574~2,338mg/kg, 백제보 1,106~3,066 mg/kg로 나타남
 - 1차 측정시기에 대부분의 지점에서 불검출 되었으나, 2차 측정시기에 급격히 농도가 증가
- 수용성인
 - 세종보 4~12mg/kg, 공주보 4~10mg/kg, 백제보 4~7mg/kg로 나타남
 - 보 상류구간에서 1차 측정시기보다 2차 측정시기에서 농도가 낮아지는 추세를 보이고 있음
 - 세종보의 하류 구간에서 2차 측정시 농도가 증가하였으며, 공주보는 지속적으로 불검출 되었고, 백제보에서는 2차 측정시 농도가 낮아졌음

- 총인
 - 세종보 174~1,000mg/kg, 공주보 113~1,635mg/kg, 백제보 143~747 mg/kg로 나타남
 - 각 보의 상류 및 하류구간에서 모두 1차 측정시기보다 2차 측정시기에 농도가 증가한 것으로 나타났음
 - 보 인근에서 유하거리에 따른 특성은 나타나고 있지 않으나 공주보에서 총인 농도변화의 편차가 극심한 것으로 나타났음

5. 지하수 수위 현황 평가



[그림 9-24] 지하수위 변화 모의결과

- 모니터링과 실측자료 비교시 가장 개연성이 높은 관측 지점은 총적층에 설치된 지하수 관측망인 청원부용, 공주1, 부여부여 지점임
- 청원부용 지점은 모의결과와 거의 유사한 지하수위 변화를 보여주고 있으며, 공주1 또한 모의 결과에 따른 지하수위 변화 범위안에 들어오고 있고, 암반층에 설치된 관측망인 공주탄천 지점도 모의 결과 범위에 들어오고 있음
- 반면 백제보 하류 지역인 부여부여 지점의 경우, 모의결과와 큰 개연성을 찾기 어려움
- 비교 결과, 공주보와 백제보의 상·하류에서 지하수위 변화가 실제로 관측되고 있으며, 관측하지 못하고 있는 지역에도 모의결과와 같이 지하수위 변화가 있을 것으로 추정됨

[표 9-7] 관측결과와 모의예측 비교

위치	관측 지점명	관측결과 (EL. m)	모의예측 (EL. m)	평가
세종보 상류	청원부용(암반)	0.1 ↓	변화없음	모의 결과 유사
	청원부용(총적)	0.2 ↓		
공주보 직하류	공주1(총적)	1.2 ↓	0~1.9 ↓	모의 결과 범위
백제보 상류	공주탄천(암반)	0.4 ↑	0~2.4 ↑	
백제보 하류	부여부여(암반)	-	0~2.6 ↓	
	부여부여(총적)	0.1 ↓		
	부여양화(암반)	0.1 ↓		

6. 중·하류 유수이용 현황 평가

- 금강 중·하류 하천수의 6년간 연평균 농업용수 양수량을 평가한 결과, 전라북도에서 59.5%를 차지하고 있으며, 충청남도 37.4%, 세종특별자치시 3.1%, 대전광역시 0.01%를 차지하고 있는 것으로 나타남
- 금강 중·하류의 수질보전은 아래와 같은 노력에 의해 이루어낸 결과임
 - 대청호 상류지역 개발 억제 및 환경보전 노력
 - 대청호 상수원 이용 지역의 재정부담
 - 금강수계내 위치한 지역의 하·폐수 방류수질관리
- 그러나 수질보전에 기여한 지역과 수혜를 받는 지역이 상이하어 지역간 불균형을 초래하고 있어 보다 개선된 물관리 및 지역 물자치권한이 요구됨

[표 9-8] 금강 중·하류 기초자치단체 연간 양수량 및 양수비율

시도	시군	양수량 (m ³ /년)	양수비율 (%)
충청남도	공주시	4,558,305	1.5
	논산시	45,706,097	15.2
	부여군	44,041,384	14.7
	서천군	17,949,943	6.0
	청양군	1,617	0.0
	소계	112,257,346	37.4
세종특별자치시		9,364,320	3.1
전라북도	군산시	104,271,243	34.7
	익산시	74,501,945	24.8
	소계	178,773,189	59.5
대전광역시		26,036	0.01
합계		300,420,891	100.0

※ 한국농어촌공사 농업용수 2007~2012년간 연평균 양수량

7. 환경영향평가 협의사항 이행현황 평가

- 환경영향평가 협의내용의 이행여부에 대한 정확한 평가를 위해서는 현행 사후 환경조사와 동일한 수준의 조사사업이 별도로 이루어져야 하나, 본 과업에서는 현장에서 육안으로 조사가 가능한 항목을 중심으로 이행여부를 평가하였기 때문에 전체적으로 정확한 평가를 위해서는 한계가 존재한다는 것을 전제함
- 특히, 환경영향평가 협의내용 가운데 중장기적인 모니터링(특히, 생태계 모니터링 계획 수립·시행)이 필요한 부분은 현 상태에서 이행여부에 대한 평가를 하는데 어려움이 있으므로 일정기간 동안 지속적인 모니터링이 수행된 이후에 평가하는 것이 바람직한 것으로 판단됨

가. 1·2·4·5·8공구(서천·익산·장암·부여·대청지구)

- 동·식물상
 - 희귀식물인 모새달이 서식할 수 있는 환경을 조성하여야 하나, 거의 방치되고 있음
 - 맹꽁이 보호를 위해 서식지(습지)를 조성하기는 하였으나, 실제 서식지 내에 맹꽁이가 서식하고 있는지 확인이 불가능
 - 인공습지의 안정적인 유량확보를 위한 운영방안의 수립이 필요하며, 습지 생태환경에 대한 중장기적인 모니터링이 요구됨
 - 인공습지 내 물이 오래 고여 있어 표층에 조류 등이 발생하여 육안상 수질이 좋아 보이지 않음
- 자전거도로 설치
 - 자전거도로가 수변부에 가깝게 설치되어 있으며, 산지부에 가깝게 데크 형태로 설치되어 있어 주변 생태환경에 영향을 미칠 것으로 판단됨
 - 자전거도로는 자연적 토양의 투수성을 보유할 수 있는 포장재를 이용하여야 하나, 불투수성 재질을 사용하여 설치하였음
 - 기존 자전거도로 바닥면이 제대로 시공되지 못해 표면이 부서져 있음

나. 3공구(강경지구)

- 토지이용
 - 인공시설물의 설치를 최소화하도록 하였으나 다양한 인공시설물 등이 설치되어 있으며 특히 하천 둔치에 주차장이 설치되어 있음

다. 6·7공구(청남·공주지구)

- 동·식물상
 - 부여군 호암리 백사장이 하도준설공사로 인해 백사장 주변 환경이 변화된 것으로 판단되며, 강우로 인해 백사장 모래가 유실되었음
 - 백제보에 자연형 어도가 설치되어 있으나, 보의 운영상황 또는 하천유량(갈수기~홍수기) 변화에 따라 어도 내 유량변화가 큰 차이를 보이고 있어 어도의 안정적인 운영을 담보하기 어려움
 - 백제보의 운영상황에 따라 어도의 유량변화가 발생하고 있으며, 특히, 갈수기시에 유량감소로 인한 어도 기능 상실을 방지하기 위한 대책수립이 필요한 것으로 판단됨
 - 공주보에 설치되어 있는 아이스하버식 및 자연형 어도 모두 백제보와 마찬가지로 보의 운영상황에 따라 어도의 유량변화가 발생하고 있기 때문에 보의 운영상황과 관계없이 어도의 안정적인 운영을 위한 대책이 필요함
 - 자연형 어도의 경우 경사가 급하게 되어 있어 하천유량 증가로 인해 유속이 빨라짐으로 인해 어도의 안정적인 운영이 어려운 상황이 발생하고 있기 때문에, 어도의 안정적인 운영을 위해 일정한 유량을 공급할 수 있는 방안의 수립이 요구됨
- 지형·지질
 - 자전거도로는 가급적 수변부와 이격하여 설치하여야 하나, 수변부에 너무 가깝게 설치되어 있음
 - 불투수성 재질(콘크리트)로 된 자전거도로가 수변부에 가깝게 설치되어 있음

- 경관(친수공간계획)
 - 인공시설물 등이 주변 경관 및 하천 자연경관과 조화를 이루지 못함
 - 친수공간에 설치된 인공시설물이 거의 방치되고 있어 시설물 부근에 다양한 식물들이 자라고 있음
 - 둔치변이 나대지로 형태로 방치되어 있음

라. 행복지구

- 토지이용
 - 미호천 인공습지 유입 및 유출부 부근에 토사가 퇴적되어 있어 지속적인 토사퇴적으로 충분한 양의 물이 습지로 유입되지 못하는 현상이 발생할 수 있음
 - 인공습지의 지속적인 유지를 위해 습지 유지관리 가능여부를 충분히 검토하여 유지관리방안을 마련하는 것이 시급함
 - 특히, 인근 하천(연기천)이 인공습지로 유입되는 경우, 계절에 따른 하천 유량의 변화로 인해 건습지가 되는 경우가 발생하고 있으므로 유량확보계획을 수립하여 습지를 안정적으로 운영하는 것이 필요함
 - 어류 및 수중생물의 산란장 및 서식처 제공을 위한 교반 및 폭기순환장치도 유량이 없어 제 기능을 발휘하지 못하는 현상이 발생함
- 수질
 - 하천생태계 유지를 위해 설치된 수중 폭기시설의 가동여부를 확인하기 어려움
- 동·식물상
 - 세종보의 운영조건에 따른 하천유량 변화로 인해 어도의 기능이 상실되는 경우가 발생할 수 있음
 - 하천 유량변동에 따라 어도 내 하천유속이 빨라지는 현상이 발생하고 있기 때문에 어도의 안정적인 운영을 위해 일정한 유량을 공급할 수 있는 방안의 수립이 요구됨

8. 관리대책 및 제언

가. 하천수질

- 단기대책
 - 금강분류 중·하류는 대청호의 수질 및 방류량과 직접적인 관계가 있어 대청호 수질보전이 금강의 수질개선과 직접적인 영향이 있고, 특히 방류량은 금강분류 수질과 직접적인 영향이 있어 금강 수질관리와 연동한 대청댐 방류량 조정에 대한 협조체제가 필요함
- 장기대책
 - 금강의 수질조사모니터링은 장기적으로 볼 때 금강정비사업의 효과, 개선, 보전방안 마련이 중심이 되어야할 것임
 - 장기적으로 수질모델링을 통한 금강분류의 수질평가 및 미래 예측이 필요하며 실시간 수질 정보 취득, 미래 변화 추이, 수질개선방안에 대한 효과 예측 등 종합적인 측면에서 수질조사계획이 수립되어야 함
 - 이러한 종합적 관리대책 수립을 위해서는 충청남도, 금강유역환경청, 금강물환경연구소, 수자원공사 등의 체계적이고 통합적인 수질조사 및 정보 협조체제 구축을 위한 네트워크 형성이 필요함
- 향후 추진과제
 - 관계 기관 금강 관리 네트워크 구축
 - 금강은 특성상 다양한 지자체가 위치하고 있으며, 다양한 기관이 관리·조사하고 있음
 - 대전지방국토관리청, 금강유역환경청, 금강물환경연구소, 4개 광역지자체 및 보건환경연구원, 한국수자원공사, 한국농어촌공사 등의 기관이 각 관리 목적 및 조사 목적에 따라 역할을 맡고 있음
 - 관계 기관간의 중복 업무 및 정보 유통을 통한 상호 협력체제 구축을 통하여 효율적인 행정 거버넌스 구축
 - 금강수계의 합리적 수질조사 및 관리를 위한 통합시스템 구축
 - 금강 분류 및 지류하천에 대한 수질측정망이 측정 목적 및 기관에 따라 상

- 이하에 운영되고 있어 이를 통합하여 조사 및 자료 구축을 통해 합리적 자료 활용
- 수질오염총량제도와 연계하여 수질예측모형의 신속한 운영을 위한 기초자료 획득
 - 금강유역청, 금강물환경연구소, 수자원공사 등 하천관련 업무를 맡고 있는 유관기관별로 산재되어 있는 수질측정 자료를 통합하여 인력 및 예산 절감 가능
- 금강본류로 유입되는 지류하천의 오염부하 기여율 평가 및 집중 관리지역 선정
- 금강유역의 주요 지류하천에 대한 발생·배출 특성을 분석하고 이를 통하여 오염원별 하천 수질에 대한 기여율을 평가함으로써 금강본류 수질관리를 위한 최적 유역관리방안 도출
- 금강 본류 탁도 지속에 영향을 미치는 주요 지류하천 강우시 비점오염원 유출 특성 분석
- 강우시 금강 수질의 탁도 및 SS농도에 큰 영향을 미치는 주요 지류하천인 미호천과 갑천의 강우후 부유물질 유출 특성을 분석
 - 도시유출에 따른 비점오염원의 하천 유입과 이로 인한 하천 수계의 수질 영향 관계 분석을 통하여 장기적인 하천수계 관리 방안 수립에 활용
 - 금강 본류의 탁도 제어를 목적으로 3개보의 수문 조작시 최적 관리 조건 도출에 활용

나. 조류발생

- 단기대책
 - 조류 이상증식의 원인은 영양염류에 의한 부영양화, 적정수온 및 햇빛 등 기상조건, 호소 유입수의 체류시간 때문이며 이러한 환경 조건들은 조류의 종류, 성장속도, 생리 및 생태에 영향을 미침
 - 조류 이상증식 제어를 위하여 3대 조건을 제어할 경우, 영양염류 제어는 상당한 수질개선을 하였음에도 추가적인 개선이 필요한 여건이므로 상당량의 제원 없이는 불가능하며, 수온·햇빛 등의 자연적 기상조건은 인위적인 제어가 어려운 상황이므로 제어 가능한 호소 유입수의 체류시간의 조치가 필요

- 하며, 이를 위해서는 조류 발생 제어를 위한 수문 최적 관리 기법이 수립되어야 할 것임
- 조류 발생의 지표인 Chl-a 농도와 지역 주민 또는 이용자들의 관측 및 체감 농도가 상이하여 기존의 수질오염공정시험법상의 Chl-a 측정방법이 조류 발생에 대한 지표인자로서 부적합한 경우가 발생하고 있음
 - 조류는 그 특성상 수면과 흐름이 정체된 지역에 집중되는 반면, 수질은 하천의 흐름에 따른 혼합으로 수체 대부분의 구간에서 비교적 일정한 농도를 나타냄, 따라서 조류 발생 정도를 적정하게 평가할 수 있고, 친수 공간 활용 측면을 고려하여 체감 오염도를 대표할 수 있도록 수면에 집중되는 조류 발생량을 정량적으로 측정할 수 있는 국가 표준시험 또는 측정법이 강구될 필요가 있음
 - 금강의 수환경 변화로 인해 발생 가능성이 커지고 있는 조류를 과학적으로 관리하기 위해서는 현재 상수원 보호를 위해 운영되고 있는 조류예보제를 확대하여 금강 중·하류 지역에 확대 적용할 필요가 있으며, 예보는 그 특성상 안전에 주의를 기하기 위한 정보로 관계 지자체, 대민 등에 신속하고 정확하게 정보가 전달될 수 있도록 운영되어야 할 필요가 있음
 - 따라서 기존의 물환경정보시스템에 조류관련 관측자료를 실시간으로 공개하거나 대민알림 시스템 구축이 필요함
- 장기대책
 - 조류 이상증식이 수생태계에 부정적인 영향을 미치고 있는 것으로 조사되고 있으나, 수생태계와 조류 사멸간의 메커니즘의 해석이 필요하며, 특히 조류와 생태계 내 구성생물간 경쟁관계 및 환경인자와의 상호관계 파악을 통한 기술의 개발이 요구됨
 - 향후 추진과제
 - 수면 조류 발생 변화상 모니터링
 - 조류발생이 수면에 집중되고 있는 현상을 고려하여 기존의 수질오염공정시험방법으로 모니터링 불가능한 조류 발생 및 확산 수면을 항공사진 등을 이용하여 측정하고 발생이 집중되는 구간과 시기를 도출해냄

다. 생태계 보전

- 단기대책
 - 합강정 주변의 둔치에서 어독성 1급 농약이 살포되는 것이 관찰되었으며, 강변 둔치와 습지에 농약 살포는 즉시 중지되어야 하며 철저한 친환경관리로 전환하여야 할 것임
 - 설치된 어도가 갈수기에 대비한 대책이 없고, 세굴방지 방안은 전혀 고려되지 않았음, 홍수 때 하천 퇴적물과 침전물, 기타 오염물질 등의 방지 대책과 유지 관리에 대한 보완이 요구되며 친환경 습성이 고려된 획기적인 어도 형식의 대안 마련과, 민물고기와 어도 전문가 등 친환경 토목전문가들의 참여를 통하여 실효성 있는 어도의 설치가 요구됨
- 장기대책
 - 천변 습지의 식물종이 갈대, 모새달, 물억새에서 인공식재물 및 육상식물로 교체되어 가고 있어 인위적인 습지관리가 아닌 육상식물의 침투를 방지하고 습지생태계를 복원할 수 있는 방안이 요구됨
 - 이용객의 출입이 거의 상태의 친수시설은 풀베기, 잡초제거 등의 관리는 의미가 없으며, 오히려 자연 상태로 돌아가는 방해요소로 작용될 수 있음, 따라서 인공둔치를 예산을 투입하여 식재공간으로 관리하는 것보다 방치하여 재자연화를 유도하는 것이 효율적인 수생태 복원방안으로 사료됨
 - 특히 모든 공간의 친수시설을 관리하는 것보다 활용성을 살릴 수 있는 오토캠핑장 등의 시설의 관리를 위하여 이용료를 현실화하고 청소 등의 인원을 충분히 배치하여 집중적인 관리를 통하여 활용도를 높일 필요가 있음
 - 백제보 인근 물고기 폐사로 인하여 수만 마리의 어류자원이 손실되었으며, 이를 복원하기 위하여 어류 생태 전문가의 참여를 바탕으로 어족자원 복원에 노력할 필요가 있음
- 향후 추진과제
 - 천변 습지 및 둔치 복원 방안 수립
 - 공사 및 인공조경으로 훼손되고 인위적으로 조성된 자연습지 및 식생 공간을 기존의 하천 생태계에 맞는 공간으로 복원하기 위한 방안 수립

- 강변 친수시설의 활용 가치 평가 및 개선 방안 수립
 - 이용객의 접근이 용이하지 않거나 방치되고 있는 친수시설에 대한 가치 평가를 실시하고 이를 유지하기 위한 예산 및 행정력을 고려하여 재자연화 필요성이 있는 구간을 선정하여 복원 방안 수립
- 금강 어족자원 평가 및 복원 방안 수립
 - 급격히 변한 수생태 환경과 집단 폐사로 인하여 훼손된 하천 생태계를 복원하기 위하여 금강의 현재 어족자원 상태를 평가하고 예전의 금강이 갖고 있던 생태적 가치를 복원하기 위한 방안을 수립

라. 하상변화

- 단기대책
 - 보 주변 하상변화
 - 하상변동과 관련된 현상을 이해하기 위해서는 수년 이상의 지속적인 모니터링과 다각적인 접근이 반드시 필요함
 - 보 주변의 하상변화는 하도가 안정을 되찾을 때까지 지속적으로 변화할 가능성이 높음
 - 하상보호공의 붕괴, 침식 등은 굴요성이 있는 재료인 돌쌓지, 돌망태 등을 추가로 설치하여 단기적 보호를 시도할 수 있으며 보에서 유하되는 흐름 중 도수현상이 발생될 것으로 예상되는 지점을 중심으로 에너지감쇄공 등을 설치하여 흐름에너지를 감소시킬 필요가 있음
 - 보 균열, 파괴 등을 최대한 빠른 시간 내에 확인할 수 있는 관리지침을 수립하여 지속적 유지관리를 실시할 필요가 있으며, 하상보호공의 기초를 보다 강화하여 기반암과 직접 접촉하는 깊은 기초를 설치하여 추가적 붕괴를 예방하여야 하고, 기초 구간 내 하상토 유출의 경우는 깊은 기초라 하더라도 붕괴의 위험이 존재하므로 보다 효율적인 차수시트 설치도 고려될 필요가 있음
 - 준설에 따른 하상변화
 - 1년에 걸친 모니터링을 통해서 금강 분류 준설에 따른 하상의 상승 및 저하 깊이와 위치를 정확히 파악하는 것에 무리가 있으며, 수치모의 등의

방법을 통해 향후 예상되는 하상변화를 미리 예측하여 침식 또는 퇴적 예상 구간에서는 흐름을 제어 할 수 있는 방안의 도입이 요구됨

- 지류하천 역행침식

- 역행침식이 발생하는 부분의 강화를 위해 인공구조물을 설치하여 역행침식의 속도를 감소시킬 수 있으나 근본적인 방안은 지류하천의 안정적인 경사를 확보하는 것임
- 낙차공, 하상보호공 등의 이러한 인공구조물은 역행침식의 속도를 일시적으로 완화시킬 수는 있으나 근본적인 해결책이 될 수 있을 가능성이 낮다는 점을 고려하여 실시여부 및 세부사항을 결정하는 과정이 반드시 필요
- 본류와 지류가 합류하는 지점의 본류 상류에 수제를 설치하는 과정은 유수의 흐름을 저하시켜 단절면에서의 충격을 완화시킬 수 있으나, 어류 서식처의 제공 등 환경적으로 좋은 영향을 줄 수 있는 반면 통수능을 저하시키는 등의 문제점을 야기할 수 있으므로 적용 구간의 특성을 충분히 검토하는 과정이 필요

◦ 장기대책

- 보 주변 하상변화

- 비구조물적인 대안의 적용이 가능하다면 보에 의해 발생한 변화를 자연의 힘으로 균형을 찾아가도록 관리하는 것도 고려할 수 있음

- 준설에 따른 하상변화

- 준설이 이루어진 하천은 장기적으로 원래의 형태를 되찾아가는 과정은 자연의 현상으로 기존 제방고의 유지, 준설 이전의 통수능 자료 확보 등을 통해 준설 이전의 상황으로 돌아가는 자연현상을 받아들이는 것이 장기적인 대책 수립의 기본
- 준설 이전의 상황과 상이한 방향으로 하도의 변화가 발생할 경우는 하상 저하와 상승의 경우로 구분하여 각각의 대책 수립
- 현재의 하상조건을 유지하는 것이 하천관리의 목표로 설정된다면 보를 적극적으로 활용하여 유사 퇴적시의 배수 증대, 침식시의 배제 억제 등의 지속가능한 보 운영 대책을 수립하는 것이 필요

- 지류하천 역행침식

- 장기적인 역행침식 방지는 합류점에서의 본류 및 지류의 하상고가 동일하게 유지되면서 지류 상류의 하상 경사가 평형하천을 유지해가는 과정을 통해 이루어질 수 있음
 - 수년 이내에 본류 및 지류의 합류하상고가 유사하게 변화하고 평형상태를 찾아갈 가능성이 있으므로 장기적 대책의 수립 및 적용은 신중히 결정해야 함
 - 역행침식의 결과 중 지역주민의 생활과 밀접하게 관련되는 것은 제방 또는 하안의 붕괴이므로 제방 또는 하안에서의 식생활착을 유도하여 강도를 증가시키는 방법 적용 가능
- 향후 추진과제
- 모니터링 사업 확대
 - 신설보의 설치, 본류 하천의 준설이 동시에 이루어진 금회 금강정비사업은 전례를 찾기 힘들 정도의 급속하고 다양한 하천 조건의 변화를 야기하고 있음, 기초자료가 부족한 상황에서 모의 등을 통한 향후 대책 수립, 신공법의 적용 등은 자칫 성급하고 비과학적인 접근법이 될 수 있음
 - 현재 진행되는 모니터링 사업을 보다 상세히, 다양하게, 지속적으로, 구체적으로 유지할 필요성 있으며, 본 사업을 예산 및 과업기간의 문제 등으로 인해 전문인력 및 다양한 기관의 참여가 미흡한 실정
 - 보다 전문화된 인력풀을 이용하고 타 유관기관(한국건설기술연구원, 수자원연구원 등)과의 긴밀한 협력을 시도하여 현재 하천에서 발생하고 있는 현상의 원인을 파악할 수 있을 정도의 고도화된 모니터링 사업이 필요
 - 보 주변 및 금강 본류 하상변화 모의
 - 향후의 변화에 대한 대책을 수립하기 위해서는 예측의 과정이 반드시 필요하고 경제성과 효율성을 고려할 때 수치모의를 통한 방법은 향후의 변화를 예측할 수 있는 적절한 공학적 도구임
 - 보 주변의 경우는 2, 3차원 수치모의를 통해 최대 유속의 발생지점, 각 지점별 에너지 분포 상황 등 하도의 변화를 야기할 수 있는 인자들에 대한 정량적 분석이 필요하고 장기간에 걸친 하상변화는 1차원 모형을 이용하여 십년 이상의 향후 하도 변화를 모의하고 이 결과에 기초한 대책 수립이 요구됨

마. 하상 퇴적물

- 단기대책
 - 퇴적토 분석의 경우, 과거 측정 자료가 전무하고 준설이 시행됨에 따라 참고 가능한 자료 확보가 어려움을 감아하여, 지속적인 자료 축적이 가장 중요함
 - 실행 가능한 범위의 조사지역 확대를 통하여 단계적으로 시·공간적 변화 추이를 분석할 수 있는 관측망의 운영이 필요함
- 장기대책
 - 장기적인 하천 및 퇴적물 관리를 위하여 환경기준이나 정책적 목표 기준을 설정하고 이를 달성하기 위한 관리 방안의 도출이 요구됨
 - 이를 수행하기 위해서는 수역의 생태적 건강성을 담보하기 위한 퇴적물 오염과 영향을 정량적으로 평가하기 위한 평가 체계 및 방안들의 수립이 요구됨
- 향후 추진과제
 - 퇴적물이 수생태계에 미치는 영향평가를 판단하기 위한 기초적인 퇴적물질 자료 축적 사업
 - 퇴적토 과영양화 현상이 하천에 미치는 영향 분석 연구

바. 지하수위 변화

- 단기대책
 - 지하수위 변화의 명확한 모니터링을 위해서는 주요지점의 관측정이 설치되어야 할 것이며, 불가능한 경우 관계기관에서 조사되고 있는 관측정의 자료가 필요한 실정이며, 기존의 농업용수 취수용으로 이용되고 있는 관정을 찾아 참고자료로 활용할 필요가 있음
- 장기대책
 - 하천변 충적층의 지속적인 지하수위 변화 모니터링을 수행할 수 있는 국가 지하수 관측망의 추가 설치가 요구됨
 - 모니터링 결과와 유의하게 지하수위 하강이 지속적으로 유지될 경우, 인근

지역의 생활용·농업용수 확보 제약, 농경작물에 미치는 영향, 지반 침하 등에 대한 영향을 고려한 영향평가 분석이 요구됨

◦ 향후 추진과제

- 지하수위 변화 관측망 추가 계획 수립

- 변화된 하천수위에 대하여 지하수위 변화를 관측하기 위하여 과거 자료가 확보된 지하수위 관측정을 찾아 지속적인 유지·관측이 요구됨

제10장 부 록

1. 자문의견 조치개선

2. 측량 통합기준점 조서

1. 자문의견 조치개선

1) 착수보고회

- 일시 : 2012년 12월 10일
- 참석자
 - 연구진 7명(이상진, 허재영, 정우혁, 최병조, 김영일, 고승희, 김홍수)
 - 자문위원 3명(김정욱, 김동욱, 최진하)
 - 관계공무원 9명(추한철, 김종인, 이재중, 임헌민, 이범주, 최경일, 류광하, 이상준, 인치경)

[표 10-1] 착수보고회 자문의견 및 조치방안

성 명	자문 의견	조치 방안
최진하	<ul style="list-style-type: none"> - 충청남도 보건환경연구원의 연구 참여는 꼭 필요하며, 보고회 참석 역시 고무적임 - 현장 조사를 위한 보트 및 측량장비는 꼭 지원되어야 할 것임 - 1차년도 조사 결과를 효율적으로 연관지어 본류와 지류의 환경 변화를 지속적으로 비교 평가할 것 - 국가 습지자료를 확보하여 참고할 필요 있음 	<ul style="list-style-type: none"> - 충청남도의 추경예산으로 보트 및 현장 조사장비 지원 계획 수립 - 국가 습지자료 확보를 위하여 노력
김동욱	<ul style="list-style-type: none"> - 시공간적 변화가 확인 가능하도록 측량할 필요가 있음 - 충청남도의 주관이지만 시군의 동시 참여가 요구됨 - 환경변화 확인 수준이 아닌 추후 대책의 도출이 필요함 - 금강의 수질관리는 환경부의 역할이나 댐(보)의 유지 및 사후관리는 관계 시군과 함께 논의할 필요가 있음 - 연구기간이 길어 단순 모니터링이 아닌 수리수질 모델링까지 고려할 필요가 있음 - 본 과업은 비교적 적은 비용으로 상당량의 모니터링을 수행하고 있어 관련 분야의 모니터링의 과도한 저비용 연구사례가 될 수 있어 우려스러움 	<ul style="list-style-type: none"> - 시공간적 변화가 가능하도록 동일 지점 중복 측량 - 모니터링 지속과 동시에 대책 및 제안 도출 - 추후 지속적인 대안 도출 과정에서 시·군과 협의 진행 - 모델링에 활용이 가능하도록 모니터링 계획 수립

성 명	자문 의견	조치 방안
김정욱	<ul style="list-style-type: none"> - 과업중지 기간에 5만마리 이상의 어류가 폐사하는 사건이 부여군 지역에서 발생하였으며, 이 동안의 모니터링 자료가 요구되는 실정임, 추후 과업의 연속성이 중요할 것으로 기대됨 - 하천의 호소화에 따른 성층화 현상을 조사할 필요가 있으며, 참고로 수심, 낮 밤, 강우에 따라 DO가 급격히 변화할 수 있어 이에 대한 영향도 고려할 필요 있음 - 부여보 일대에서 조류제거제 적치 현황을 확인 할 수 있는데 조류제거제 사용 실태와 하상 침전 실태를 확인할 필요가 있음 - 자동측정망 자료를 확보하여 사고 시기의 자료를 확인할 필요가 있음 - 조류는 부유상태로 존재하므로 이에 대한 측정방법을 재고할 필요가 있음 - 가능한 경우 하층부의 영상자료 확보가 기대됨 - 수변공원 사용실태의 전반적인 조사가 요구됨 - 소하천심의위원회의 소하천 관리방안과 연관지어 평가할 필요가 있음 	<ul style="list-style-type: none"> - 백제보 어류 집단폐사 사고와 관련하여 '충청남도 금강 물고기 집단폐사 민관 공동조사단' 의 「2012년 금강 물고기 집단 폐사 조사 보고서」 내용을 발췌하여 수록 - 환경부의 측정자료 확보하여 분석에 활용 - 조류 발생의 평가 및 측정방법 개선을 위한 방안 도출 - 하층부의 영상정보 촬영은 장비운영, 안전 확보, 예산 등에 의한 고려로 반영 불가

2) 중간보고회

- 일시 : 2013년 5월 27일
- 참석자
 - 연구진 7명(이상진, 정우혁, 유진수, 김영일, 고승희, 김홍수, 박상현)
 - 자문위원 4명(김정욱, 정민걸, 김동욱, 최진하)
 - 관계공무원 6명(송석두, 이필영, 남궁영, 이재중, 최경일, 류광하)

[표 10-2] 중간보고회 자문의견 및 조치방안

성 명	자문 의견	조치 방안
김정욱	<ul style="list-style-type: none"> - COD의 증가는 조류와 퇴적물의 효과이므로 호수화로 인하여 수질이 악화되고 있는 현상이며, 호수의 수질 변화는 계속 축적되기 때문에 수년간 지속 추적 필요 - 모래층적층 위에 세워진 보의 경우, 세굴에 대한 안정성이 문제가 되기 때문에 지속 모니터링 필요 - 지류하천의 역행침식과 각종 시설물의 유지관리가 충청남도에서 가능한지 검토 필요 - 체류시간 2.5일에서 7.1일로 지연된 결과에 대한 종합적인 검토 필요 - 역행침식 지류하천의 수량과 급격한 수심하강으로 인한 문제점 분석 필요 	<ul style="list-style-type: none"> - 수체내 오염원 추적 조사를 위하여 퇴적물 성분분석 및 수질의 장기모니터링 비교 지속수행 - 보 하상의 침식 현상에 대하여 지속적인 모니터링 수행 예정 - 하상유지시설 설치현황과 역행침식 발생 현황 지속적인 모니터링 후 충청남도에 의견제시 예정 - 보 건설이후 저수기 체류시간을 분석 수록 - 지류하천 안정성, 시설물 등에 대한 다각적인 모니터링 시행 추진
정민걸	<ul style="list-style-type: none"> - 하상비교 기준은 금강사업 마스터플랜의 조감도가 아닌 하천기본계획에 따라야함 - 수질 분석을 위해선 부유물질에 대한 자료가 필요함 - 점오염원과 비점오염원의 상대적인 수질기여도 평가가 필요함 - 부착조류가 흡수하는 양 평가가 필요함 - 퇴적층 유기물양에 대한 다각적인 평가 요구되며, 퇴적입자와 함께 침강되는 오염물질의 영향 평가 	<ul style="list-style-type: none"> - 금강수계하천정비기본계획의 하천단면 실시설계도면으로 입체 조감도를 자체 제작하였음 - 탁도, SS 항목 추가 분석 - 금강수계 전체에 대한 부하량 해석은 모니터링 연구에 포함하는데 한계가 있음 - 금강 본류의 거시적인 변화현상 평가 모니터링으로서 환경요소 세부항목에 대한 집중연구는 추후 타 연구에서 보완이 요구됨 - 하상 퇴적물 성분분석 모니터링 강화 - 충남보건환경연구원 연계 수행방안 협의

성 명	자문 의견	조치 방안
김동욱	<ul style="list-style-type: none"> - 수질오염총량관리제의 이행평가와 연계하여 수질저감방안과 예측값을 제시할 필요가 있음 - 집중호우시 초기우수 오염물질 이동현상 모니터링이 요구되며, 호수 형태인 금강의 부유물질에 대한 모니터링 강화 요구됨 - 퇴적토와 수질과의 상관관계 변화를 풍수 및 갈수기로 분리하여 조사할 필요가 있음 	<ul style="list-style-type: none"> - 환경부 국립환경과학원의 “4대강 마스터 플랜” 수질관리 목표와 비교평가 - 초기 강우시 발생하는 부유물질에 대한 모니터링 시행 - 향후 모니터링 자료 축적시 분석내용 수록이 가능
송석두	<ul style="list-style-type: none"> - 금강정비사업 이후 발생한 문제점에 대한 충청남도의 대응방안 수립 	<ul style="list-style-type: none"> - 모니터링 결과물 축적에 따라 충청남도 대응방안 수립

3) 최종보고회

- 일시 : 2013년 8월 20일
- 참석자
 - 연구진 6명(이상진, 허재영, 정우혁, 유진수, 최병조, 김영일)
 - 자문위원 3명(정민걸, 이재철, 최진하)
 - 관계공무원 11명(송석두, 이필영, 남궁영, 이재중, 최문규, 조한섭, 최재왕, 김순기, 인치경, 최경일, 류광하)

[표 10-3] 최종보고회 자문의견 및 조치방안

성 명	자문 의견	조치 방안
남궁영	<ul style="list-style-type: none"> - 모니터링 결과 최종 보고서 작성시 조사결과에 대한 해석 보완이 요구되며, 정책대안을 도출할 수 있는 제언이 요구됨 	<ul style="list-style-type: none"> - 2차로 끝나는 조사 내용에 대하여 조사 결과 해석을 보완 할 것이며, 장기 모니터링이 필요한 사항은 지속 수행 후 해석 보완과 정책 제언을 수행
이재철	<ul style="list-style-type: none"> - 상당히 많은 조사연구를 수행하였으며 고생이 많았음 - 하상변화는 지속적인 장기 모니터링이 필요한 사항이며, 계획 당시의 내용과 차이가 많이 나고 있음 - 가능하다면, 금강 하구언을 포함한 금강 전체 구간을 대상으로 모의 예측이 수행 되면 좋은 자료가 축적될 것임 - 지류 수질 모니터링의 분석·표현이 좋았으며, 수환경에는 본류의 유량도 정량적인 내용으로 포함되어야 할 것임 - 지하수 분야 모니터링에서 본류의 유량·수위와 관련하여 분석이 가능한지 검토 필요 - 역행침식 모니터링시 원인분석이 필요하며 유량, 지류하상경사, 홍수 후 변화에 대한 조사가 가능한 경우 포함되길 바람 - 과업기간은 4년간 연속사업이지만, 연간 과업 계약단계에서 불연속 기간이 생기지 않도록 과제 계약관리 할 필요가 있음 	<ul style="list-style-type: none"> - 장기 하상 모니터링은 좋으나 급한 해석은 경계할 필요가 있음 - 지하수 분야 획득 가능한 자료를 추가 확보하여 추후 지속 모니터링 결과에 포함 - 금강 전체 하상에 대한 자료를 만들고 작성함에는 한계가 있음

2. 측량 통합기준점 조서

통합기준점 조서

점번호	U0544	상태	신설	도엽명 (1/5만)	청양
소재지	충청남도 청양군 장평면 중추리 26-2 (도로명주소 : 충청남도 청양군 장평면 충의로 453)				
연결수준점	시점	10-03-10-03	종점	U0544	
시준점 (U→A)	기계점 (U)	U0544	후시점 (A)	U0544 방위표A	
통합기준점 성과 (세계측지계)	경도	126° 53 ' 56.7848	위도	36° 20 ' 46.0965	
	타원체고	45.2950 m	표고	21.2758 m	
	지오이드고	24.0192 m	X	416457.6070	중부
	중력값	979841.4940 mGel	Y	190943.0280	
선점	2008년 9월 26일		매설	2008년 11월 03일	
통합기준점의 경로	장평초등학교 운동장 위 조희대 화단의 사자와 사슴 사이의 공간에 위치함				
방위표의 경로	장평면사무소 옥상 국기봉 우측에 위치함				
약도			U0544		
					

통합기준점 조서

점번호	U0545	상태	신설	도엽명 (1/5만)	청양
소재지	충청남도 부여군 부여읍 동남리 37-12				
연결수준점	시점	10-02-05-02	종점	U0545	
시준점 (U→A)	기계점 (U)	U0545	후시점 (A)	U0545 방위표A	
통합기준점 성과 (세계측지계)	경도	126° 55 ' 02.6269	위도	36° 16 ' 31.8938	
	타원체고	45.435 m	표고	17.3179 m	
	지오이드고	24.1171 m	X	408620.617	중부
	중력값	979841.4940 mGel	Y	192578.146	
선점	2008년 9월 25일		매설	2008년 11월 03일	
통합기준점의 경로	부여박물관 대형주차장 입구 화단에 위치함				
방위표의 경로	부여박물관 입구 부여군 조형물(백제 금동 대 향로) 북쪽 화단에 위치함				
약도			U0545		
					

통합기준점 조서

점번호	U0548	상태	신설	도엽명 (1/5만)	공주
소재지	충청남도 공주시 우성면 방흥리 20 (도로명주소 : 충청남도 공주시 우성면 구레말길 86)				
연결수준점	시점	10-06-00-00	종점	U0548	
시준점 (U→A)	기계점 (U)	U0548	후시점 (A)	U0548 방위표A	
통합기준점 성과 (세계측지계)	경도	127° 53 ' 16.4361	위도	36° 27 ' 48.7371	
	타원체고	46.955 m	표고	22.5497 m	
	지오이드고	24.4053 m	X	429481.753	중부
	중력값	979860.096 mGel	Y	204890.879	
선점	2008년 9월 26일		매설	2008년 11월 04일	
통합기준점의 경로	우성중학교 본관 우측 수돗가 앞 화단에 위치함				
방위표의 경로	우성면사무소 앞 삼거리에서 공주방향으로 100m가면 장풍자장면 식당이 있고 이 건물 남쪽으로 2번째 집 2층 슬라브건물 옥상에 위치함(망실)				
약도			U0548		
					

통합기준점 조서

점번호	U0554	상태	신설	도엽명 (1/5만)	대전
소재지	충청남도 연기군 금남면 신촌리 129-1 (도로명주소 : 충청남도 연기군 금남면 남구죽로 62)				
연결수준점	시점	15-05-01	종점	U0554	
시준점 (U→A)	기계점 (U)	U0554	후시점 (A)	U0554 방위표	
통합기준점 성과 (세계측지계)	경도	127° 17' 13.2819	위도	36° 28' 19.3703	
	타원체고	47.211 m	표고	22.2887 m	
	지오이드고	24.9223 m	X	430462.918	중부
	중력값	979854.721 mGel	Y	225723.958	
선점	2008년 9월 24일		매설	2008년 10월 31일	
통합기준점의 경로	금남초등학교 내 백엽상 뒤에 위치함				
방위표의 경로	금남초교에서 동쪽으로 약 100m 지점 농기계 창고 옆 우리식당 옥상에 위치함				
약도			U0554		
					

참여 연구진

공동연구책임 이 상 진 충남발전연구원 환경생태연구부 선임연구위원
허 재 영 대전대학교 토목공학과 교수(금강비전위원회 위원장)
연구간사 정 우 혁 충남발전연구원 물환경연구센터 책임연구원

내부연구진

김 영 일 충남발전연구원 물환경연구센터 책임연구원
고 승 희 충남발전연구원 기획조정연구실 책임연구원
김 흥 수 충남발전연구원 물환경연구센터 책임연구원
최 정 호 충남발전연구원 물환경연구센터 연구원
박 상 현 충남발전연구원 물환경연구센터 연구원
조 병 욱 충남발전연구원 물환경연구센터 연구원
문 은 호 충남발전연구원 물환경연구센터 연구원

외부연구진

유 진 수 금강유역환경회의 사무처장(금강비전위원회 위원)
최 병 조 금산참여연대 사무국장(금강비전위원회 위원)
양 흥 모 대전충남녹색연합 사무처장
이 경 호 대전환경운동연합 정책기획국장
김 역 수 (사)서천생태문화학교 이사
이 동 익 한국농어촌공사 충남지역본부 환경사업팀장
오 국 열 한국방재협회 정책연구과장
최 승 호 (주)생물다양성연구소

수질 및 퇴적물 분석

인 치 경 충청남도보건환경연구원 보건환경연구부 부장
이 관 희 충청남도보건환경연구원 환경조사과 과장
이 택 중 충청남도보건환경연구원 환경조사과 환경연구사
이 병 창 충청남도보건환경연구원 환경조사과 환경연구사
홍 현 미 충청남도보건환경연구원 환경조사과 환경연구사
이 중 호 충청남도보건환경연구원 환경조사과 환경연구사
나 은 경 충청남도보건환경연구원 환경조사과 환경연구사

자문위원

김 정 옥	물포럼코리아 대표(전 서울대학교 환경대학원장]
최 진 하	충청남도 기획관리실(정책특별보좌관)
김 동 옥	공주대학교 환경공학과 교수
방 기 응	한밭대학교 건설환경공학과 교수
손 민 우	충남대학교 토목공학과 교수
양 재 경	청양대학교 환경보건과 교수
이 범 희	배제대학교 토목환경공학과 교수
이 상 호	상명대학교 환경공학과 교수
이 원 태	금오공과대학교 토목환경공학부 교수
이 장 훈	호서대학교 환경공학과 교수
이 종 형	공주대학교 건설환경공학부 교수
이 재 철	청양대학교 건설정보과 교수
정 민 걸	공주대학교 환경교육학과 교수
조 경 환	(주)한일환경기술 환경사업부 팀장

행정책임 및 지원

〈 충청남도 〉

이 필 영	충청남도 환경녹지국 국장
이 재 중	충청남도 환경녹지국 수질관리과 과장
최 경 일	충청남도 환경녹지국 수질관리과 수질정책 팀장
류 광 하	충청남도 환경녹지국 수질관리과 수질정책 주무관

〈 세종특별자치시 〉

신 인 섭	세종특별자치시 경제산업국 국장
양 완 식	세종특별자치시 경제산업국 녹색환경과 과장
조 한 섭	세종특별자치시 경제산업국 녹색환경과 수질관리 담당
이 범 주	세종특별자치시 경제산업국 녹색환경과 수질관리 주무관