

# 4대강사업 조사평가 보고서

2014. 12. 23

4대강사업조사평가위원회



# ||| 목 차 |||

<b>I. 4대강사업 조사평가 개요</b> .....	<b>1</b>
1. 4대강사업 개요 .....	1
2. 조사평가 추진배경 .....	3
3. 조사평가 추진경과 및 과제 .....	4
4. 조사평가 추진체계 .....	6
<b>II. 조사평가 주요 활동</b> .....	<b>9</b>
1. 4대강사업조사평가위원회 조사평가 .....	9
2. 조사작업단 활동 .....	15
3. 조사평가 의견수렴 등 소통노력 .....	16
<b>III. 조사평가 결과</b> .....	<b>20</b>
1. 종합 평가 .....	20
2. 분야별 평가(4개 분야 14개 세부주제) .....	28
1) 수자원 분야 .....	28
2) 수환경 분야 .....	75
3) 농업 분야 .....	123
4) 문화관광 분야 .....	140
3. 개선 과제(대정부 제언) .....	156

# ||| 목 차 |||

<b>참고자료</b> .....	<b>174</b>
<b>[참고1]</b> 4대강사업 감사원 감사결과 주요내용 .....	174
<b>[참고2]</b> 4대강사업조사평가위원회 운영규정 .....	177
<b>[참고3]</b> 4대강사업조사평가위원회 개최결과(회의록) .....	180
<b>[참고4]</b> 4대강사업조사평가위원회 워크숍 개최결과 ...	206
<b>[참고5]</b> 4대강사업조사평가위원회 명단 .....	211
<b>[참고6]</b> 4대강사업 조사작업단 명단 .....	212
* (사)4대강사업 조사작업연구회	
<b>[참고7]</b> 4대강사업 조사작업단 현장조사 현황 .....	215

## I . 4대강사업 조사평가 개요



## 1. 4대강사업 개요

\* 사업추진 당시의 관계기관 자료 요약

## ① 추진배경

- 연중 강우량의 70%가 여름철에 집중\*, 기후변화로 인한 홍수·태풍 피해\*\* 반복, 특히, 갈수기에는 용수부족, 건천화 및 수질악화 문제 발생
    - \* 강우의 계절 편중은 하천의 급격한 流量 변동 초래 → 우리나라 하천 하상계수(하천의 최대유량과 최소유량의 비)는 수계별 90~260, 독일 라인강은 18 수준
    - \*\* 우리나라 연평균 홍수피해 : '70년대 1,700억, '80~'90년대 4,600억, '00년대 14,800억원
  - 국민소득 증대로 하천 이용에 대한 수요(수상레저, 문화활동 등)가 증가하고 있으나, 이를 담아낼 수 있는 친수공간과 프로그램 빈약
  - 침체된 경기 회복과 지역경제활성화를 위해 지역개발사업 추진 필요
- ⇒ 기후변화에 따른 극한의 가뭄·홍수 예방, 수질·생태계 개선, 레저문화 공간 확충, 경제위기 극복 등을 위해 사업 추진('09~'12)

## ② 추진경과

- 지역발전위원회에서 한국형 녹색뉴딜사업으로 사업추진 결정('08.12)
- 사업추진을 위해 범정부합동 '4대강 살리기 추진본부' 구성·운영('09.4)
  - 건설기술연구원 주관으로 '4대강 살리기 마스터플랜' 수립('09.6)
- '09.10 사업에 착수하여 '12년에 사업 대부분 완료\*
  - \* 국토부 소관 3개 댐 사업(보현산댐, 영주댐, 안동-임하댐) 및 농림부 소관 12개 농업용 저수지 증고 사업은 '15년말까지 완료 예정

## ③ 주요 사업내용

- ① (홍수 방어) 기후변화에 따른 200년 빈도 이상의 홍수에 대비, 홍수조절능력 강화
  - 퇴적토 준설(4.5m<sup>3</sup>) 등으로 홍수위 저하, 댐건설과 농업용저수지 증고, 홍수 조절지(2개소)·강변저류지(3개소) 설치로 홍수조절용량 증가
  - 노후제방 보강, 하구둑 배수문 증설(낙동강, 영산강) 등 치수안전도 확보

- ② **(물 확보)** 장래 물 부족과 가뭄에 대비, 용수공급능력 증대(11.7m<sup>3</sup>)
  - 준설 및 보 설치(16개, 7.2m<sup>3</sup>), 중소규모 다목적댐 사업(3개소, 2.4m<sup>3</sup>), 농업용 저수지 증고(93개, 2.1m<sup>3</sup>) 등으로 용수공급능력 증대
- ③ **(수질·생태계 개선)** 수질개선사업(1,281개소)으로 생태계 건강성 증진
  - 조류저감을 위한 총인처리시설(233개소), 하천건강성 증진을 위한 환경기초 시설(832개소) 신·증설 등 수질개선사업 시행
  - 수변경작지(6,579ha)와 하천내 방치된 폐기물(286만톤) 등 하천에 직접 유입 되던 오염물질 제거 및 생태하천 복원(858km)
- ④ **(레저문화공간 조성)** 방치되었던 수변공간을 이용가능한 삶의 공간으로 개선
  - 경작지, 비닐하우스 등으로 방치된 수변공간을 생태공원으로 조성(130km<sup>2</sup>)
  - 생태공원과 연계하여 자전거길(1,757km), 캠핑장 등 친수공간 조성
- ⑤ **(경제위기 극복)** 4대강 사업을 통한 경제 활성화 도모
  - 22.2조원의 재정 투자(국비 14.2조, 수공 8.0조)를 통해 신규 일자리 창출
  - \* 고용부 고용영향평가 적용시 '09~'10 2년간 4대강사업 수행으로 발생한 총 고용 유발효과는 6만 4,709명, 총 취업유발효과는 8만 8,400명으로 추정
  - 지역업체 의무참여 비율 확대(턴키 0 → 20%, 일반 30 → 40%), 지역업체 입찰 가점 확대 등 지역업체 참여를 지원, 지역경제 활성화 도모

### < 부처별 4대강 사업현황 >

- ① **국토부 소관** : 15.4조원 (재정 7.4조, 수공 8조)
  - 보 건설(16개) 및 퇴적토 준설(4.5억 m<sup>3</sup>)
  - 생태하천(858km), 수변생태공간(130km<sup>2</sup>) 및 자전거길(1,757km) 조성
  - 제방보강(784km), 홍수조절지(2개소), 강변저류지(3개소), 중소규모 댐사업(3개), 낙동강 하구둑 개선 및 농경지 리모델링(140개소)
- ② **농림부 소관** : 2.9조원 (재정 2.9조)
  - 농업용 저수지 증고(93개소) 및 영산강 하구둑 구조 개선
- ③ **환경부 소관** : 3.9조원 (재정 3.9조)
  - 수질개선사업(1,281개소)



## 2. 조사평가 추진배경

- 4대강 사업은 '09년 착수한 이후 '12년말까지 대부분 완료 되었으나, 사업 초기부터 야당·언론·시민단체 등을 중심으로 사업 내용 및 효과에 대해 지속적인 비판 및 의혹\* 제기
  - \* 보 건설·준설 계획 과다, 수질 및 수생태계 악화, 소요비용 대비 이수·치수·환경 등에 대한 사업효과 부족 등
- 특히, 감사원의 4대강 관련 2차\*(13.1.17), 3차\*\*(13.7.10) 감사결과 발표 이후 4대강 사업 전반에 대한 국민적 논란으로 확산
  - \* (2차 감사 주요내용) 바닥 보호공 부실 등 보의 내구성 부족, 수질악화 우려, 비효율적 준설계획으로 과다한 유지비용 소요 예상 등
  - \*\* (3차 감사 주요내용) 건설사업 담합빌미 제공 및 담합처리 미흡, 준설·보 설치 및 유지관리계획 부적정 등
- 사업 전반에 대한 객관적이고 신뢰성 있는 점검·평가를 시행함으로써 사업에 대한 논란을 해소할 필요성 제기

### < 4대강 사업 관련 감사원 감사결과 요약 >

#### ① 1차 감사('10.1.25~2.23, 결과발표 '11.1.27)

- 사업 초기단계에 예방적 차원으로 '세부계획 수립 및 사업 발주·설계의 적정성' 등 점검
  - 4대강 사업 추진상의 예산낭비 사례, 제방 추가보강 필요 등 지적

#### ② 2차 감사('12.5.14~7.11, 8.27~9.11, 결과발표 '13.1.17)

- 사업 완료 단계에 '시설물 품질 및 수질관리 실태' 점검
  - 설계 부실로 11개 보의 내구성 부족, 불합리한 수질관리로 수질악화 우려, 과다한 유지관리 비용 소요예상 등 지적

#### ③ 3차 감사('13.1.7~2.1, 결과발표 '13.7.10)

- 4대강 사업 설계·시공 일괄입찰 등 주요 계약실태 점검
  - 담합사건 처리 부적정, 담합빌미 제공 및 대응 부적정, 준설·보 설치 및 유지관리 계획 부적정 등 지적

※ 감사원 감사결과 주요내용 : 불임 [참고1]

### 3. 조사·평가 추진경과 및 과제

#### ① 추진 경과

- 4대강 사업 시행 : '08.12~'12.4
  - 16개 보(한강 3, 낙동강 8, 금강 3, 영산강 2) 건설 등, 22.2조원 투입
- 4대강 사업에 대한 감사원 감사결과 발표(2차) : '13.1.17
  - 보 내구성 저하·수질개선 차질·유지관리 비용 과다 우려 등
- 감사원 발표이후, 시설물 안전 및 사업효과 등에 대한 논란이 확대됨에 따라 학회 중심의 민간 점검·평가 계획 발표 : '13.2.15
  - 총리실, 국토해양부, 환경부, 농식품부, 문화부 등 부처합동
    - \* 일부 학회 공정성 문제로 학회 중심의 민간 점검·평가 계획에 대한 문제점 제기
- 민간위원회 구성을 통한 4대강 사업에 대한 철저 점검 지시 : '13.3(국무회의, 대통령)
- 중립적인(찬·반·중립인사 포함) 민간위원회를 구성하여 4대강 사업 조사·평가를 추진키로 결정 : '13.5.24(국가정책조정회의)
- 반대측의 위원회 불참의사에 따라 찬·반 인사를 제외한 중립인사로만 위원회 및 조사작업단을 구성키로 결정 : '13.8.16(국가정책조정회의)
- 4대강 사업의 조사·평가를 위한 근거 마련을 위해 '4대강 사업 조사·평가 위원회 구성 및 운영에 관한 규정'(국무총리 훈령) 제정 : '13.9
- 4대강사업조사평가위원회 구성 : '13.9.6
  - 공동위원장(강원대 김범철 교수·세종대 배덕호 교수) 포함 위원 13명
    - \* 당초 15명의 위원으로 구성하였으나 개인사정으로 위원 2명 사퇴
- 위원회 위원 중립성 검증관련 국민제안 실시 : '13.9.13~10.4, 3주간

- 4대강 사업 조사·평가 작업의 공정성 확보를 위해 이해관계가 없는 별도 법인(4대강사업 조사작업연구회) 설립 : '13.12.10
- 신설 법인과 4대강 사업 조사·평가 용역계약 체결 : '13.12.24
  - 용역비 21.8억원, 계약기간 1년
- 중립적 민간전문가로 법인내 '조사작업단'(79명) 구성 : '14.1.22
  - 관련학회 등 추천을 받아 위원회 전문성·중립성 검증 및 의결을 거쳐 구성
- 조사평가 착수보고 및 여론수렴회 개최 : '14.3.14(한국프레스센터)
- 위원회 제32차 회의 : '14.12.20 \* 1차 회의 : '13.9.6
- 위원회, 4대강사업 조사평가 결과 발표 : '14.12

## ② 위원회의 조사평가 과제

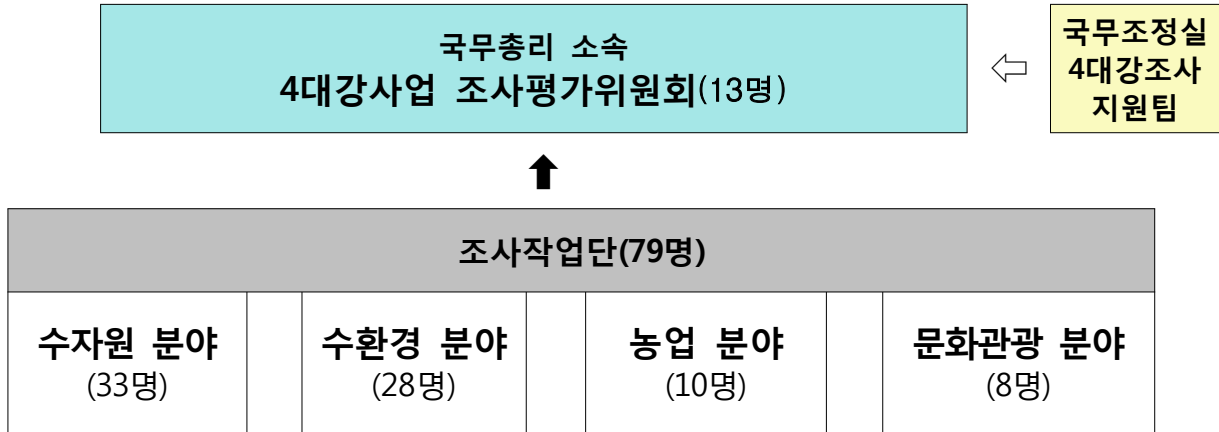
- 4대강사업 마스터플랜 및 백서, 감사원 감사결과 보고서, 국회·환경단체 등에서 제기하는 쟁점 등을 검토한 후 분야별 세부과제 결정('13.12)

### < 4개 분야 16개 세부과제 >

4개 분야	16개 세부과제
① 수자원 분야	보 구조물 안전성 평가, 보 기초 및 제방 안전성 평가, 이수효과의 적절성 평가, 치수효과의 적절성 평가, 보 구조물의 수리특성 평가, 하상변동 평가
② 수환경 분야	보와 수심증가가 수질에 미치는 영향 분석, 준설과 수질의 상관관계 및 준설토 처리영향 분석, 남조류 번성원인 분석, 생태공원 및 생태하천 건강성 평가, 생물군집 변화 및 하천 생태계 건강성 평가
③ 농업 분야	둑 높이기 사업효과 평가, 농지 리모델링 사업효과 평가
④ 문화관광 분야	문화·관광·레저시설의 도입 및 운영효과 평가, 문화·관광·레저 행사 및 프로그램의 효과 평가, 문화재 조사·발굴·보존의 적절성 평가

## 4. 조사평가 추진체계

### < 4대강사업 조사평가 체계도 >



### ① 4대강사업조사평가위원회

정부는 객관적이고 공정한 조사평가를 위해 위원회가 독립적이고 자율적으로 운영되도록 보장하고, 실질적인 조사평가와 관련된 사항은 모두 민간인 전문가로 구성된 위원회가 결정·추진 및 결과발표

- 관계부처·학회 등으로부터 중립적 후보를 추천받아 국무조정실 자체검증, 본인 자필확인 등을 거쳐 4대강사업조사평가위원회 구성('13.9.6, 15명)
  - \* (중립성 기준) ① 4대강 관련용역 수행여부, ② 언론기고·토론회 내용, ③ 학술 논문 성격, ④ 건설사 사외이사 등 이해관계 여부, ⑤ 찬·반을 분명히 표명한 단체 가입·활동 여부 등 확인
- 위원회 구성 후 언론·시민단체 등에서 위원회 위원들에 대한 중립성 의혹을 제기함에 따라, 공정성 시비를 불식할 수 있도록 위원회 스스로 입장\*을 정리, 대국민 발표('13.9.13)
  - ① 출범 및 운영에 정부 개입이 없었음
  - ② 향후 2주간 위원 중립성 관련 국민신고를 받아 철저 검증
  - ③ 공정한 조사 및 위원회 자율운영 의지 표명
- 이후 위원회 위원 중립성 검증 국민제안\*('13.9.13~10.4) 및 언론 제기 사항에 대해 자체 검증을 거쳐 중립성 논란 정리('13.10.10)

- \* 신문(중앙, 경향) 광고 및 홈페이지 안내, 언론 보도자료 배포(2회), 시민단체 등 유선참여 권유 결과 총 3건 접수(개별위원 중립성 관련 제안은 없었음)
- 이 과정에서 중립성에 문제는 없으나, 위원회 운영에 부담을 줄 수 있다는 판단에 따라 위원 2명(장승필, 허유만)\* 스스로 사임
  - \* (장승필) 중립적 입장에도 불구하고, 4대강 사업 설계 참여업체((주)유신코퍼레이션) 사외 이사 경력이 위원회 운영에 부담이 될 수 있다고 판단하여 사임('13.9.12)
  - (허유만) 중립적 내용에도 불구하고, 이사장 역임 중 한국농촌연구원이 시행한 4대강 관련 용역(독 높이기 사업 준공지 작성) 논란이 위원회에 부담이 된다고 판단·사임('13.10.15)
- 이후 위원회 자체 논의결과 추가위원 선임없이 위원 13명\*으로 매주 또는 격주단위로 위원회 운영
  - \* 수자원(4), 수환경(4), 농업(1), 문화관광(2), 언론(1), 갈등관리(1)
  - 강원대 김범철 교수, 세종대 배덕효 교수를 공동위원장으로 호선
- **(주요기능)** 조사작업단 구성 및 추진상황 점검·보완, 조사결과 대국민 발표 등 조사평가 관련사항 전반을 총괄

## ② 조사작업단

- 문헌 및 현장조사 등 4대강 사업 조사평가 작업을 직접 수행할 조사작업단을 사단법인(4대강사업 조사작업연구회\*)으로 설립('13.12.10)
  - 위원회 의결에 따라 조사평가 작업의 공정성 확보를 위해 4대강 사업과 이해관계가 없는 별도 법인 설립
  - \* 이사장 1명(창원대 장정욱 교수), 이사 5명, 감사 1명
- 사단법인 구성원인 조사작업단원\*은 관련학회·전문단체·위원회 등의 추천을 받아 중립성 검토 후 위원회 의결로 선정('14.1.22)
  - \* 수자원(33), 수환경(28), 농업(10), 문화관광(8) 등 민간전문가 79명
- 조사작업단 활동은 신설 법인과 국무조정실 간 4대강 사업 조사·평가 용역계약 체결\*, 조사평가 범위 및 수행방법 등은 위원회 의결 및 자문에 따라 시행
  - \* 용역비 21.8억원, 계약기간 1년('13.12.24~'14.12.24)

### ③ 국무조정실 4대강조사지원팀

- 위원회 및 조사작업단 활동의 행정적 지원을 위해 국무조정실 내 조사지원팀  
(팀장 : 농림국토해양정책관) 구성·운영
  - \* 4대강사업 조사지원단 구성 및 운영에 관한 규정(총리 훈령) 제정('13.4)
- (주요기능) 회의지원, 용역계약, 자료협조 및 현장지원 등 행정지원
  - (회의지원) 위원회 회의, 워크숍, 공청회 등 실무적 지원
  - (용역계약) 조사작업단과 용역계약 체결 및 용역관리
    - \* 용역 결과물의 실질적인 내용 검수는 위원회에서 수행
  - (자료 및 현장지원) 설계도 등 자료 협조 및 현장조사 지원 등

## Ⅱ. 조사평가 주요 활동





## 1. 4대강사업조사평가위원회 조사평가

□ '13.9.6, 위원회 구성 이후, 최종결과 발표시점까지 총 5단계에 걸쳐 위원회를 운영, 객관적이고 공정한 조사평가 결과 도출을 위해 노력

\* 격주단위 위원회(총 32회) 개최, 워크숍 개최(총 7회) 등

- ① 1단계 : 제1차~제5차 위원회('13.9.6~'13.11.1)
  - 위원회 구성 및 중립성 검증, 조사평가 범위 결정
- ② 2단계 : 제6차~제10차 위원회('13.11.8~'13.12.13)
  - 조사작업단 구성 및 과업범위 결정
- ③ 3단계 : 제11차~제16차 위원회('13.12.27~'14.3.7)
  - 조사평가 과업수행 계획서 수립 및 현장조사 개시
- ④ 4단계 : 제17차~제28차 위원회('14.3.21~'14.9.26)
  - 각계 의견수렴 및 조사작업단 4개 분야별 활동점검
- ⑤ 5단계 : 제29차~제32차 위원회('14.10.10~'14.12.20)
  - 위원회 최종 조사·평가 결과 도출 및 발표

※ 집중 토의를 위해 위원회 논의와 별도로 자체 워크숍 개최(7회)

## ① 1차 위원회('13.9.6)

- 위원장 선출 (장승필 위원장 호선)
- 언론·국회 등에서의 이슈사항 및 관계부처 입장 검토
- 조사작업단 운영방안 및 위원회와 관계 정립방향 논의

## ② 2차 위원회('13.9.13)

- 장승필 위원장 사임에 따른 신임 위원장 선출 논의, 선임방법 등은 추후 논의하되 당분간 연장자 순으로 회의 임시진행자 지정키로 결정
- 위원회 공정성에 대한 위원회 입장 발표

### ③ 3차 위원회('13.10.11)

- 위원회 위원 중립성 검증 국민제안에 대해 논의, 그 결과를 보도자료로 배포

### ④ 4차 위원회('13.10.18)

- 조사작업단 용역 계약방식(경쟁입찰, 법인 신설 등) 등에 대해 논의
- 조사작업단 활동 관련, 위원회 위원은 현장조사의 신뢰성 확보 등을 위해 자문 또는 상시감리 형태로 참여기로 결정

### ⑤ 5차 위원회('13.11.1)

- 4대강 조사·평가 범위에 관한 기본 방향 논의
- 조사작업단 단원 선정 방안도 논의, 지나친 찬반성향으로 조사의 중립성에 영향을 줄 사람은 배제하여 위원들이 추천기로 결정

### ⑥ 6차 위원회('13.11.8)

- “조사작업단 구성 및 용역방안” 논의 결과, 조사작업단 단원으로 구성된 법인을 신설한 후 조사평가 용역 추진
- 과업대상 및 범위는 감사원 지적사항 및 언론 의혹제기 사항에 중점을 두되, 예산집행 적절성 등 전반적 평가도 포함 고려

### ⑦ 7차 위원회('13.11.15)

- 위원회 검토 후 조사작업단 법인설립 발기인 6명 확정
- 법인발기인은 법인설립·운영의 행정절차를 위한 임원역할만 하고, 조사평가를 주도할 분야별 작업단장은 추후 별도로 선정

### ⑧ 8차 위원회('13.11.29)

- 4대강 사업 현장방문 실시(금강 백제보 등)
- 위원회 공동 위원장으로 배덕효(수자원), 김범철(수환경) 위원 선출

### ⑨ 9차 위원회('13.12.6)

- 연구용역은 수자원, 수환경, 농업, 문화관광 분야별 (3 : 3 : 1 : 1)의 비중으로 수행
- 용역 계약은 위원회가 작성한 조사평가 범위(분야별 연구계획서)를 토대로 추진

**10 10차 위원회('13.12.13)**

- 4대강사업 조사작업 연구용역 과업내용서/설계서 심의
- 조사작업단 단원 구성 원칙 및 일정에 대해 논의

**11 11차 위원회('13.12.27)**

- 조사작업단 분야별 책임연구원(부교수급 이상), 연구원(조교수급), 연구보조원(조교급) 인원수 합의 및 조사작업단원 1차 선정
- 수환경 내 수질 및 수생태 분야 간 세부 과업범위 조정 등 조사작업단 연구용역 과업내용 일부 수정

**12 12차 위원회('14.1.10)**

- 학회 등 추천 후 중립성 검증을 통과한 인사(34명)를 4대강사업 조사작업단 단원으로 위촉하고, 중립성 확인중에 있는 인사(46명)는 차기회의시 최종 판단 결정
- 차기회의시 조사·평가 세부수행계획서 초안 검토 후, 분야별로 구체화하여 환경단체 의견수렴을 위한 공청회 등 계획키로 논의

**13 13차 위원회('14.1.17)**

- 4대강사업 조사작업단원 위촉(안) 수정의결
- 4대강사업 조사작업 연구용역 세부 수행계획서(안) 검토, 홍수기 등을 감안하여 일부 공정표 수정 논의

**14 14차 위원회('14.2.14)**

- 분야별 조사작업단장 선정 및 조사평가 과업수행계획서·현장조사지침 일부 보완
- 현장 워크숍('14.2.28) 및 의견수렴을 위한 여론수렴회 개최('14.3.14) 결정

**15 15차 위원회('14.2.28)**

- 창녕함안보 하류 수심측량(음향측심기 활용) 등 현장조사 개시
- 위원회-조사작업단 간 관계·논의체계를 정립, 격주로 총 16개 세부분야 중 4개 분야씩 작업단이 위원회에 상황보고 정례화 결정
- 여론수렴회 개최 방식 및 사전 준비사항 논의

**16 16차 위원회(‘14.3.7)**

- 위원회는 격주로 정례화하고 회의시 조사작업단·관련부처 보고 및 전문가 의견 청취 기회 마련키로 논의
- 여론수렴회(‘14.3.14) 진행방식, 발표내용, 지정토론자, 참석대상 등 사전점검·논의

**17 17차 위원회(‘14.3.21)**

- 여론수렴회시 개선된 의견 검토
- 조사용역관련 작업지시는 창구를 일원화, 전문분야별 위원들이 조사작업단 분과별 책임연구원을 독려하는 형태로 위원회가 전담

**18 18차 위원회(‘14.4.11)**

- 국토부 소관 업무보고(사업개요, 유지관리 현황 등) 및 의견청취 후 위원회·조사작업단 자료요청시 국토부의 적극적인 협조 당부
- 조사작업단 수자원분야 추진현황 1차 점검(검토방향 등 논의)

**19 19차 위원회(‘14.5.2)**

- 환경부 소관 업무보고(사업개요, 시설 운영현황 등) 및 의견청취 후 위원회·조사작업단 자료요청시 원데이터 자료 협조 요청
- 조사작업단 수환경분야 추진현황 1차 점검(검토방향 등 논의)
- “준설토(골재) 처리 계획의 적정성 평가” 여부 논의

**20 20차 위원회(‘14.5.9)**

- 농식품부 소관 업무보고(사업개요, 유지관리 현황 등) 및 의견청취 후 위원회·조사작업단 자료요청시 자료 협조 요청
- 조사작업단 농업분야 추진현황 1차 점검(검토방향 등 논의)

**21 21차 위원회(‘14.5.23)**

- 문화부·국토부 및 문화재청 소관 문화관광 분야 업무보고·의견청취 실시 후 관련 자료 협조 요청
- 조사작업단 문화관광 분야 추진현황 1차 점검(검토방향 등 논의)

**22 차 위원회**(‘14.6.13)

- 수자원공사 및 시설안전공단 소관 업무 관련 의견청취 실시
- 조사작업단 수자원분야 추진현황 2차 점검(자료신뢰성 확보 방안 등)
- ‘15년 위원회 활동여부(내년도 조사평가 예산요청 여부) 논의

**23 차 위원회**(‘14.6.20)

- 조사작업단 수환경분야 추진현황 2차 점검(사업전후 자료 비교방식 등)
- 위원회 조사평가는 내년도 추가조사 없이 금년 조사평가한 내용을 중심으로 마무리 하기로 결정

**24 차 위원회**(‘14.7.4)

- 조사작업단 농업분야 추진현황 2차 점검(자료의 대표성 확보방안 등)
- 조사작업단 연구보조원 위촉(해촉) 심의 의결

**25 차 위원회**(‘14.7.18)

- 조사작업단 문화관광분야 추진현황 2차 점검(자료의 신뢰성 확보방안 등)
- 8.29(금) 춘천국제물포럼에 참여하여 NGO 의견청취 기회를 갖기로 결정

**26 차 위원회**(‘14.8.22)

- 위원회의 조사평가 방향, 결과 도출시 유의점 등에 대해 학계 원로 의견수렴 실시
- 위원회의 조사평가 내용은 최종결과 발표 전까지 비공개 결정
- 용역보고서와 별도로 위원회의 조사평가 보고서 작성 결정

**27 차 위원회**(‘14.9.12)

- 조사작업단 수자원·문화관광분야 추진현황 3차 점검 실시
- 4대강 사업 쟁점에 대한 위원회 차원의 해답을 분야별로 정리 착수

**28 차 위원회**(‘14.9.26)

- 조사작업단 수환경·농업분야 추진현황 3차 점검 실시
- 위원회 조사평가 결과를 12.23(화) 발표기로 일정 논의

### 29차 위원회('14.10.10)

- 위원회 토론 세부내용은 외부공개시 오해·왜곡의 소지가 있으므로 조사평가 종합 결론에 도달하기 전까지는 비공개 재확인
- 10월말까지 조사작업단의 분야별 조사평가 결론 도출 추진

### 30차 위원회('14.10.24)

- 조사평가의 객관성 확보를 위해 어떠한 조건하에서 조사평가를 진행하였는지 보고서에 제시하고 객관적으로 결론을 낼 수 있는 사항 위주로 정리, 분야별 개선대책 등도 내실있게 제시
- 4대강사업 계획 적절성 평가시 당초 사업 목적이 4대강을 보다 강답게 만들려는 것인지, 활용도 제고 목적인지 등도 고려 필요

### 31차 위원회('14.11.21)

- 조사작업단 용역보고서는 위원회에서 보완 요청한 사항에 대해 수정·보완 후 11.28(금)까지 위원회에 제출(요약보고서는 미작성)
- 위원회 조사평가 보고서는 용역보고서를 토대로 담당위원이 분야별 10쪽 내외 초안 작성 후 12.5 워크숍에서 논의
- 12.5(금)·12.12(금)~13(토)·12.19(금) 위원회 워크숍 및 12.20(토) 위원회 회의를 거쳐 조사평가 결과확정 후 12.23(화) 발표기로 일정 재확인

### 32차 위원회('14.12.20)

- 위원회 보고서(4개 분야, 14개 세부주제\*) 및 발표문 최종 확정·의결

\* 당초 4개 분야 16개 과제에서 문화관광 시설 평가와 행사·프로그램 평가를, 생태공원(하천) 건강성 평가와 하천생태계 건강성 평가를 하나로 통합

## 2. 조사작업단 활동

- 독립적 민간전문가들로 조사작업단을 구성(79명), 4대강 사업에 대한 직접적인 조사업무 수행('13.12.24~'14.12.24)
  - \* 용역계약은 국무조정실과 체결, 상시감리·자문은 위원회에서 수행
- 수자원·수환경·농업·문화관광 등 4개분야 16개 세부과제에 대해 현장조사\*·모델링·문헌조사·설문조사 등 시행
  - \* 수중조사 20여회 포함, 총 240회 실시('14.3~'14.10)

### ① 4대강사업 조사평가 연구용역 추진

- (사업기간) '13.12.24~'14.12.24(1년간)
- (계약액) 21.8억원
- (사업수행) (사)4대강사업 조사작업연구회(이사장 창원대 장정욱교수)
  - \* 위원회의 독립성 검토 등을 거쳐 선정된 조사작업단 단원으로 법인 신설 후 시행, 수자원(33명), 수환경(28명), 농업(10명), 문화관광(8명) 등 79명
- (과업내용) 4개 분야 16개 세부과제에 대한 기존자료 연구·검증, 현장조사, 자료수집·분석 등 수행
  - \* 세부적인 조사 범위·방법·방향 등은 위원회 자문 및 의결에 따라 시행

### ② 분야별 조사·평가방법

- (수자원 분야) 설계자료·각종 보고서·모니터링 자료 분석, 홍수·가뭄 사례 조사분석, 홍수기 전후 현장조사 등을 통해 4대강 주요 시설의 안전성, 수자원 분야 사업계획의 적절성 및 효과 등을 평가
  - 특히, 4대강 보 기초 하부 파이핑으로 인한 안전성 논란해소를 위해 이포보 등 9개 보\*에 대해 수중조사 실시('14.8.26~'14.10.2)
  - \* (한강) 이포보, (금강) 공주보, 세종보, 백제보, (영산강) 죽산보, (낙동강) 구미보, 달성보, 창녕함안보, 합천창녕보
- (수환경 분야) 설계자료·각종 보고서·모니터링 자료 분석, 수질모델링, 주요 지점 수질·토양오염도 측정, 현장조사 등을 통해 4대강사업 전후 수질 및 수생태계 변화, 사업계획의 적절성 등 평가

- (농업 분야) 설계자료·각종 보고서·하천유황 분석, 저수지 운영방식 검토, 설문조사, 지하수위 변동조사, 현장조사 등을 통해 독농이기 사업 및 농지 리모델링 사업 계획의 적절성, 효과 등 평가
- (문화관광 분야) 설계자료·각종 보고서 분석, 이용자 설문조사, 문화재조사 구역 현지확인 등을 통해 4대강 사업 문화시설 및 프로그램 계획의 적절성, 문화재 훼손 여부 등 평가

### 3 문헌조사

- '14.2~'14.9까지 총 6차례에 걸쳐 국토부, 환경부 등 관계기관으로부터 300여종의 문헌자료\*를 제출받아 사업 계획, 효과 등에 대해 분석

\* (주요 자료목록) 4대강사업 마스터플랜·백서·각종 설계도서, 하천기본계획, 생태·수질·유량 등 각종 모니터링 자료, 수질 모델링 분석 자료 등

### 4 현장조사

- '14.3~'14.10 까지 총 240회에 걸쳐 현장조사 실시
- 현장조사시 하상변동 측정, 수질 측정, 동식물상 채집, 주요 시설물 확인, 시설물 관리자 의견청취, 지역주민·이용객 인터뷰, 관련 자료 수집 등 다양한 활동을 병행, 조사평가의 객관성과 신뢰성을 제고

## 3. 조사평가 의견수렴 등 소통 노력

### □ 조사평가에 대한 각계 의견수렴 실시

- 4대강사업 조사·평가 착수보고 및 여론수렴회 개최('14.3)
- 국토부, 환경부, 농림부, 문화부, 수공 등 4대강사업 관련 7개 기관으로부터 사업추진 현황 및 기관입장 등 의견청취
- 환경NGO 등 반대단체와의 소통을 위해 물관련 워크숍 및 포럼 참여, 위원회 활동상황 설명 및 의견수렴
  - \* 물개혁포럼 워크숍(5.9, 공주), 춘천국제물포럼(8.29) 참여
- 수자원학회, 농공학회 등 관련 학회 원로초청 의견수렴 등

### □ 조사평가 활동 수시 공개 및 홍보('13.9 이후 보도자료 20회 배포)



## ① 4대강사업 조사·평가 착수보고 및 여론수렴회('14.3.14)

- (時·所) '14.3.14(금) 14:00~17:00, 한국프레스센터 기자회견장(19층)
- (참 석) 위원회 위원, 조사작업단 연구원, 지정토론자\*, 언론 등 200여명
  - \* (수자원) 윤용남 고려대 교수 (수환경) 서동일 충남대 교수, 강원대 정연숙 교수
  - (농업) 윤춘경 건국대 교수 (문화관광) 장병권 호원대 교수
- 주제 발표
  - 4대강사업 조사·평가 추진경과 (김범철 조사·평가위원회 공동위원장)
  - 4대강 사업 조사·평가 수행계획 (안재현 조사작업단 간사)
- 토론 주요내용
  - 감사원·국회·언론 등 제시 쟁점에 대해 향후 발생될 문제점은 물론 개선 대책(장단기)까지 조사·평가 범위 확대 필요
  - 생태계 건강성, 생물군집 변화에 대한 평가 등 수환경, 농업, 문화관광 분야에 대한 평가는 장기간 모니터링을 통한 평가가 필요
  - 농지 리모델링이 농업에 미치는 영향 등 조사 필요
  - 친수시설에 대한 이해당사자(주민·지자체 등) 평가에 대한 조사가 필요하고 유지·관리를 위한 새로운 시스템 모색도 요망
  - 과제별 당초 마스터플랜에서 제시한 목적이 달성되었는지 조사 필요
  - 지자체의 친수시설 유지·관리에 따른 애로해소를 위한 대책 필요 등

## ② 4대강 사업 관련 기관 의견청취('14.4.11~'14.6.13)

- 18차 위원회('14.4.11)부터 22차 위원회('14.6.13)까지 총 5차례에 걸쳐 4대강 사업 관련 7개 기관으로부터 의견청취
- 국토부·환경부·농식품부·문광부·수공 등 사업참여 기관(5개 기관)으로부터 사업개요, 유지관리 현황, 감사원 지적사항 및 조치현황 등에 대해 업무 보고 및 질의응답 시행
- 문화재청으로부터는 문화재관련 감사원 지적사항, 후속조치 현황 등에 대한 의견 청취 실시
- 시설안전공단에서는 시설물 안전진단 제도·방법, '12년 보 안전진단 개요 등에 대한 의견청취 실시

### ③ NGO 등과의 소통노력1 : 2014 물개혁포럼 워크숍('14.5.9) 참여

- (時 · 所) '14.5.9(금) 15:00~16:40, 공주 한옥마을 다목적홀
- (참 석) 4대강사업조사평가위원장(배덕효), 지정토론자\*, 각계 전문가, 물개혁포럼 참석자 등
  - \* 김홍상(한국농촌경제연구원), 허재영(대전대학교), 조용모(서울연구원), 백명수(시민환경연구소), 최동진(국토환경연구소), 오혜정(충남발전연구원)
- 주제 발표
  - 주제1 : 4대강사업 조사평가위원회 활동경과 (배덕효 위원장)
  - 주제2 : 4대강사업 이후의 물관리 전망과 비전 (김승 한국건설기술연구원)
  - 주제3 : 4대강의 미래와 재자연화 (이현정 재자연화 포럼)

### ④ NGO 등과의 소통노력2 : 2014 춘천국제 물포럼('14.8.29) 참여

- (時 · 所) '14.8.29(금) 09:30~12:40, 춘천 라데나리조트 2층 에메랄드 홀
- (참 석) 4대강 조사평가위원회 위원(7명), 지정 토론자\*, 각계 전문가, 물포럼 참석자 등 100여명
  - \* 윤용남(고려대), 이승현(한국농어촌공사), 김성준(건국대), 최충식(물포럼코리아), 정명섭(한강네트워크), 우주호(동의대), 이기홍(강원대)
- 주제 발표
  - 주제1 : 4대강사업 조사평가 추진경과 및 향후과제 (배덕효 조사평가위원회 위원장)
  - 주제2 : 4대강 어떻게 할 것인가? (허재영 대전대 교수)
  - 주제3 : 한강 사업의 공학적 문제점 분석 (박창근 관동대 교수)

### ⑤ 학회 원로초청 의견수렴('14.8.22)

- (時 · 所) '14.8.22(금, 제26차 위원회), 철도공사 서울본부 8층 회의실
- (참 석) 4대강 조사평가위원회 위원(9명), 김계호(前 수자원학회 회장) · 전병호(前 토목학회 부회장) · 최예환(現 농공학회 고문)
- (의견수렴 내용) "4대강사업 조사평가 추진경과 및 향후과제"에 대한 설명 (배덕효 조사평가위원회 위원장) 후 조사평가 방법론, 조사평가지 주안점 등에 대해 의견청취

⑥ 보도자료 배포('13.9.6~, 20회)

○ 위원회 활동을 수시 언론에 공개, 투명한 조사평가 활동 전개

< 조사위원회 배포 보도자료 목록 >

순번	일시	주요 내용	비고
1	'13.9.6	4대강사업 조사·평가위원회 공식 출범	보도자료
2	'13.9.9	4대강 조사·평가위원회 위원 중립성 논란 관련, 위원 선정기준, 선정절차 등을 감안시 문제가 없음을 해명	보도해명
3	'13.9.9	위원장(장승필) 중립성 논란 관련, 과거 발언 등이 당시 생각이나 의도와 다르게 보도되고 있음 해명	보도해명 (위원장)
4	'13.9.12	「4대강조사·평가위원회」 장승필 위원장(위원) 사임 및 중립성 논란 관련 해명	보도자료 (위원장)
5	'13.9.13	위원장 사임, 위원회 공정성과 자율적 운영, 향후 조사 평가 방향 등에 대한 위원회의 입장	보도참고
6	'13.9.13	4대강 조사·평가 위원회(이하 위원회) 위원 중립성 관련 국민제안 창구안내	보도참고
7	'13.9.25	4대강 조사·평가 위원회(이하 위원회) 위원 중립성 관련 국민제안 기간 연장 및 창구안내	보도참고
8	'13.10.15	4대강조사평가위원회의 위원 중립성 관련 국민제안 실시 결과 발표	보도참고
9	'13.11.18	4대강 사업 조사·평가 위원회 조사작업단을 신설법인 방식으로 구성·추진할 계획	보도자료
10	'13.12.12	4대강 사업 조사·평가의 현장조사 등을 담당할 조사작업단을 “4대강조사작업연구회” 명칭으로 설립(12.10)	보도자료
11	'13.12.30	4대강사업 조사·평가 현장조사 등을 위해 조사작업단과 용역 계약 체결('13.12.24), '14년 초부터 본격 활동 예정	보도자료
12	'14.2.13	위원회-조사작업단 간 공동워크숍을 개최('14.2.14), 조사작업단원 79명은 중립성 검토 등을 거쳐 선정 완료	보도자료
13	'14.2.28	4대강사업 조사평가위원회, 「창녕함안보」에서 조사작업단과 공동으로 현장조사 활동 추진('14.2.28)	보도자료
14	'14.5.7	위원회는 '14.5.3까지 54건 현장조사 완료, 5월말까지 총 84회 현장조사 추진계획	보도자료
15	'14.7.21	위원회는 '14.7.20까지 현장조사 142건, 관계기관(7개) 의견 청취 완료 등 조사평가 추진상황	보도자료
16	'14.7.31	4대강사업조사평가위원회, 조사평가 워크숍 개최('14.8.1)	보도자료
17	'14.8.25	4대강사업조사평가위원회, 이포보 등 9개보를 대상으로 기초 및 구조물 안전성 검증을 위한 수중조사 실시	보도자료
18	'14.8.28	4대강사업조사평가위원회, 춘천국제물포럼에 참여('14.9.1) 하여 4대강 관련 각계 의견수렴 및 소통 추진	보도자료
19	'14.9.1	현장 여건 변화로 보 안전성 수중조사 세부 일정이 일부 변경됨을 안내	보도참고
20	'14.12.21	4대강사업 조사평가결과 발표 언론 브리핑계획	보도참고



## Ⅲ. 조사평가 결과



# 1. 종합 평가





## 1. 종합 평가

### 1. 위원회 활동

4대강사업조사평가위원회(13.9.6 구성)는 4대강사업에 대한 국민적 논란을 해소하기 위해 정부로부터 조사평가에 관한 독립적 권한을 부여받아 어떠한 외부 간섭없이 공정하고 객관적으로 조사평가를 실시하였다. 위원회의 4대강 조사평가는 정책결정 과정·위법사항 조사 등 정치적·사법적인 사안은 평가범위에서 제외하되 4대강 사업에 대한 효과와 부작용 등을 과학적·기술적으로 접근·분석하고 해답을 제시하는 것으로 그 범위를 한정하였다.

위원회는 사업계획, 설계·시공의 적절성 뿐만 아니라 사업 후에 나타난 현상까지 조사·분석하기 위해 모델링·문헌·설문조사와 함께 240회에 달하는 현장조사를 실시하였으며, 30여 차례의 위원회를 통해 국토부·환경부 등 4대강사업 관련 기관, 한국수자원학회·농공학회 등 관련학계, 환경NGO 등의 의견을 적극 수렴하는 등 공정하고 객관적인 조사평가 결과를 내놓기 위해 노력하였다.

그 동안 위원회는 4대강사업 조사평가 작업을 수자원, 수환경, 농업, 문화관광의 4개 분야 15개 세부과제로 나누어 진행하였으며 분야별·과제별로 도출된 조사평가 내용을 종합적으로 판단하여 다음과 같은 결론을 도출하였다.

## 2. 위원회 조사평가 결과

### 2.1 16개 보의 안전성 평가 결과

4대강사업을 통해 건설된 16개 다기능 보는 구조적으로 안전한 것으로 판단된다. 16개 다기능 보 구조물은 각 기준에 제시된 설계하중과 하중조합을 고려하여 적절한 방법으로 설계되었고, 설계기준에서 제시하는 안전율을 확보하는 것으로 나타났다.

다만, 조사작업단 현장점검에서 보 구조물 본체에서의 균열과 누수 등의 손상이 확인되었다. 분석결과, 균열은 콘크리트 타설 및 양생시 수화열에 의한 온도균열, 건조수축 균열 및 다짐불량으로 인한 재료분리 등의 표면결함이 주요 요인으로

판단되며, 누수현상은 대부분 수직 및 수평시공 이음부에서 발생하였음을 확인하였다. 이러한 손상에 대한 보수위치, 손상현황, 보수재료·공법의 선정, 보수 조치 결과 분석을 통해 지속적으로 관리 기록할 필요가 있을 것으로 판단된다.

보 수문설계의 적정성을 검토한 결과, 응력과 변형도가 허용기준을 만족하여 구조 안전성을 확보하고 있으며, 수문설계시 하류 수위를 부적정하게 적용한 수문에 대한 보강 설계를 재검토한 결과, 적절한 보강이 시행되어 안전성을 확보하고 있는 것으로 판단된다. 또한, 수문진동에 의한 피로손상은 없을 것으로 평가된다.

보의 기초는 일부 보에서 기초형식의 설계와 시공이 다르게 시공된 사례(구미·공주보)가 있고, 보의 침하, 파이핑, 양압력에 대한 검토가 누락되었거나 검토가 부실한 사례도 발견되었다. 기초지반에서 파이핑, 토사유실 및 침식 등의 문제가 없다면, 보 기초의 침하 및 지지력으로 인한 문제는 없을 것으로 평가된다.

16개 보 가운데 누수의 가능성이 있는 9개 보를 대상으로 수중조사를 실시하였고, 그 중 6개 보(구미·달성·합천창녕·창녕함안·공주·백제보)의 하류측 물받이공에서 누수·용출현상이 발견되었다. 침투경로는 보 상류의 물이 기초지반을 통하여 침투되어 나오는 것으로 추정되는 바, 6개 보에 대하여 지반조사를 포함하는 상세한 조사를 실시하고 적합한 보강대책을 수립하여야 할 것으로 판단된다.

보 주변 제방의 침투 및 안정성과 제내지 침수에 의한 재해가능성은 대부분의 보에서는 문제가 없으나, 일부 보(달성·합천창녕보)의 제방은 안정성확보를 위한 제방차수·보강이 필요한 것으로 판단된다. 또한, 일부 독높이기 저수지에서는 여수토 및 방류수로 옹벽과 사면부 침식이 발견되었는 바, 세부조사를 실시하고 적합한 보강대책을 수립하여야 할 것으로 평가된다.

보의 물받이공 및 하상보호공의 경우 사례가 없는 큰 규모의 보를 설치하면서 수리모형 및 수치모형을 적용하는 등 적절한 검토를 시도하였으나, 설치후의 실제 현상을 완벽히 재현하는 데는 한계가 있어 시공 중 혹은 시공 후에 많은 보에서 피해가 발생하여 보수 및 보강을 실시한 바 있으며, 일부 보의 경우는 현재도 추가적인 세밀한 점검이 필요한 것으로 판단된다.

## 2.2 4대강 사업의 효과 평가 결과

### (1) 4대강 사업 개요

4대강 마스터플랜에 의하면, 4대강 사업의 주요 목적은 기후변화에 따른 홍수·

가뭄 대비, 수질개선 및 생태계 복원, 주민과 함께하는 복합공간 창조 등이었다. 이에 홍수방어대책으로 퇴적토준설(5.7억 $m^3$ ), 홍수조절지와 강변저류지 설치, 노후 제방보강, 하구둑 배수문 증설, 댐건설과 농업용 저수지 증고(3.0억 $m^3$ ) 등 8.7억 $m^3$ 을 계획하였으며, 미래 물부족량(2016년 9.75억 $m^3$ )과 4대강 주요 지점의 하천유지용수 부족을 고려하여 13억 $m^3$ 의 수자원 확보계획을 수립하였다. 하수처리시설확충, 비점 오염원관리를 통해 수질을 개선하고, 생태하천 조성 등을 통해 하천 생태계를 복원하고자 노력하였으며, 주민과 함께하는 복합공간을 창조하고 지역경제발전에 기여코자 문화레저시설을 조성하고 관련 프로그램을 추진하였다.

## (2) 홍수예방 및 수자원 확보 효과 평가 결과

홍수저감효과 평가 결과, 실제공사 과정에서 계획된 하도준설보다 실제 하도준설량이 줄어든 영향(계획 5.7억 $m^3$  → 최종 4.4억 $m^3$ )으로 인해 홍수단면적은 전반적으로 감소하였고, 그 결과 4대강 마스터플랜에서 계획한 홍수저감효과보다는 낮은 효과를 나타내고 있다. 그러나 최종 준공단면을 이용하여 계획홍수위를 산정한 결과, 대부분의 구간에서 4대강 사업 전에 비해 계획홍수위가 낮아지는 효과를 보이고 있어 이는 4대강사업의 치수효과로 볼 수 있다. 4대강 사업 후 주변 저지대 홍수위험도가 해소된 지역은 8.6%, 경감된 지역은 85.1%로 전체 홍수위험지역의 93.7% 지역에서 위험도가 감소된 것으로 나타났다.

수자원확보 계획의 경우, 다기능보(8.0억 $m^3$ ), 중소규모댐(2.5억 $m^3$ ), 농업용저수지(2.5억 $m^3$ )를 통해 13억 $m^3$  확보계획을 수립하였으나, 실제 확보된 수량은 11.7억 $m^3$ 로서 구체적인 양은 다기능보(7.2억 $m^3$ ), 중소규모댐(2.4억 $m^3$ ), 농업용저수지(2.1억 $m^3$ )이다. 수자원확보 계획을 검토한 결과 물부족량 13.0억 $m^3$ 의 판단근거는 적절한 것으로 판단된다. 다만, 보의 위치선정 기준 및 과정을 확인할 수 있는 자료는 발견할 수 없었다. 또한, 과거 최대가뭄 발생시 용수부족량 발생지역과 4대강사업으로 확보한 사용가능수량 지역이 불일치하는 것으로 나타났다. 현재 4대강사업으로 확보된 수량은 본류 중심의 가뭄발생지역에 활용 가능하며, 양취수장을 통한 용수활용 증가량은 0.7억 $m^3$ , 유지유량 부족일수 감소는 평균 16일로 나타났다.

## (3) 준설 이후 변화 평가 결과

4대강 사업으로 이루어진 준설과 보 운영으로 인하여 하천의 유속은 급격히 감소한 것으로 나타났으며, 금강과 낙동강의 경우는 평수시 거의 전 구간에서 0.1m/sec 미만의 유속이 나타나는 등 흐름정체 시에 발생할 수 있는 현상들이 발견되고 있다.

4대강사업 후의 하상변동조사는 4대강 본류 중 보 인근 사업구간에 국한하여 하도

변화량을 산정하였기 때문에 전체 4대강 본류에 대하여 하도변화량을 파악하기는 어려움이 있었다. 다만, 2013년까지의 저수로 단면적에 대한 하도변화량을 검토한 결과 2년간 평균퇴적량 4.99%, 평균세굴량 -3.34%가 발생함에 따라 순수퇴적량은 1.65% 발생하여 조사구간내 총퇴적량은 0.19억 $m^3$ 로 추정된다. 이는 사업이 종료된 직후인 2012년까지 퇴적되어진 양이 대부분으로 유지관리측면에서 당분간 재준설은 필요하지 않는 것으로 판단되나, 건설시장의 활성화에 따른 골재수요 등 하천공학적이외의 여건에 따라 일부 구간의 준설 및 유지관리가 필요할 수 있다.

문제시 되었던 지류하천 합류부의 침식발생은 문제 발생 지점에 대한 기초자료 검토 및 현장점검 결과, 대부분이 지류 하상보호공 미설치 지역의 공사 중에 발생했던 문제로 대부분 보수보강이 이루어진 상태로 판명되나, 안정화 상태에 대한 지속적인 점검은 필요할 것으로 판단된다.

#### (4) 수질 분야 평가결과

4대강사업이 수질에 미치는 영향을 평가하기 위하여 사업전후의 수질을 비교하고 수질모델링 기법을 이용하여 여러 영향인자들의 영향을 분리하여 평가하였다.

사업전후의 실측자료를 비교한 결과, 한강, 낙동강, 금강에서는 대체로 BOD와 식물플랑크톤이 감소하였으나, 낙동강 칠곡보 상류지역 보에서는 BOD가 증가하였고 영산강에서는 식물플랑크톤이 증가하는 것으로 나타났다.

각 사업이 수질에 미치는 영향을 분리해서 평가한 결과 하수의 인제거는 수질을 개선하는 주요인이었으며 보와 준설에 의한 체류시간 증가는 식물플랑크톤과 BOD의 증가요인으로 작용한 것으로 판단된다.

4대강 사업전후의 식물플랑크톤 밀도를 비교하면 사업 후에 전반적으로는 밀도가 감소하였으나 낙동강 상류지역의 4개 보와 영산강의 2개 보에서는 증가한 것으로 나타났다. 또한, 사업 후 여러 지점에서 규조류에 비해 남조류의 상대적 우점도가 증가하였다.

체류시간 증가, 기온과 일사량, 하수의 인제거 등 남조류 성장에 영향을 미치는 영향 인자별로 모의 분석한 결과, 2013년에 남조류가 번성한 것은 강수량이 적어서 보의 체류시간이 증가한 것이 주요 원인이었으며, 높은 기온과 일사량도 녹조현상을 더욱 심화시키는 요인이다. 그러나, 남조류를 비롯한 조류 번성에 대비한 조류 경보제와 정수장의 수처리대책은 적절히 수립되어 시행되고 있으며, 정상적으로 정수처리된 수돗물에서는 남조류 독소로 인한 위해성이 없을 것으로 판단된다.

하상퇴적물의 제거와 농업용저수지의 환경용수방류는 수질에 미치는 영향이 미미한 것으로 평가되었다. 4대강 사업 중 발생한 준설토 및 사업 이후의 보 구간 하상퇴적물에 대한 일반오염물질 분석 결과, 사업 후 영산강 보 퇴적물에서의 TN 및 TP 초과를 빼고는 국내 퇴적물 제거사례 기준 이하로 나타나 준설토의 환경적 타당성은 전반적으로 과대평가되었고, 향후 하상퇴적물의 용출로 인한 수질오염 가능성도 높지 않은 것으로 평가되었다. 준설토를 활용하여 리모델링한 농지에서 토양오염이 나타난 곳은 없는 것으로 조사되었다.

한편, 4대강 사업의 보 건설 및 준설토로 인하여 주변 대수층의 지하수위 및 지하수 흐름이 지역적으로 변화하였으며, 보 건설로 인해 주변 대수층 지하수의 장기적인 수질 변화가 예상된다.

### **(5) 생태하천 건강성 및 생태계 변화 평가 결과**

4대강 사업으로 조성된 생태공원과 생태하천의 적절성을 평가한 결과, 당초 마스터 플랜에서 추구한 건강한 생태계 복원과 생태적 잠재력을 고려하지 않고 사업이 이루어진 것으로 판단된다. 생태공원 추진과정에서 제외지의 농지를 없애는 것은 매우 긍정적이나 토지이용의 구체화 미흡으로 친수, 완충, 보존구역이 구분되지 않고 획일적으로 조성되었다. 식재한 식물의 경우 습지생태계에 적합하지 않은 식물종의 식재비중이 높은 것으로 나타나 향후 구체적인 관리계획이 필요한 것으로 판단된다.

생태하천의 경우도 강의 수변부가 직선화되었고 하중도와 모래톱이 상실되어 전반적인 서식처 다양성이 훼손되었으며, 둔치내의 소규모 생태하천의 경우도 서식처가 단순하게 조성된 것으로 조사되었다. 보의 건설로 인해 강생태계는 호소생태계로 변화되어 유수 선호종이 정수 선호종으로 대체되었다. 수변육상생물(조류, 포유류, 양서류)의 경우 서식처 감소로 인한 생물다양성 저하가 확인되었으며, 수중생물(플랑크톤, 어류, 저서생물)의 경우 유수성에서 정수성 선호 생물종으로 대체되었다. 4대강 사업 직후 감소되었던 종수는 양적으로는 완만히 회복되고 있으나, 질적으로는 특정한 종들이 우점하는 경향을 보였다. 사업진행 이후 멸종위기종과 천연기념물은 일부 종의 경우 적절한 관리가 시도되고 있으나 추후 지속적인 모니터링이 필요한 것으로 판단된다. 어도의 경우 23개 중 16개가 평가되었으며 그 가운데 4개 어도가 어류 이동에 필요한 유속이 부적합한 것으로 평가되었다.

### **(6) 농업 분야 평가결과**

저수지 득높이기는 110개의 농업용 저수지의 득을 높여 수자원 확보, 홍수예방,

하천 생태계 개선에 기여함을 목적으로 추진되었다. 감사원 자료를 검토한 결과, 환경용수량의 산정 및 사업지구 선정에 일부 오류가 발견되었다. 독높이기 저수지에 대한 전수 조사와 환경용수 방류량 자료 검토를 실시한 결과, 준공년도('12→'14) 변화 등으로 환경용수 방류실적은 확인이 어려우나, 연간 환경용수 방류가능량은 3.1억 $m^3$ 으로 추정되며 환경용수를 방류하더라도 최대 30년 빈도의 가뭄에도 대응할 수 있는 것으로 평가되어 과거(10년 빈도)보다 가뭄 대응 능력이 향상되었다. 홍수대응능력 또한 향상되어 홍수조절용량은 55.9백만 $m^3$ 이 증가하였고, 특히, 48개 지구의 수문이 설치되어 안정된 홍수조절용량이 확보되었다. 저수지 주변 수변공간은 지역 주민에게 여가활용 및 휴식처의 기능을 제공하고 관광 활성화에 기여하기 위해 설치되었으나 32개 조사지구의 25%는 관광자원화 측면에서는 큰 효과가 없는 것으로 조사되어 향후 활성화 방안을 마련할 필요성이 있는 것으로 평가되었다.

농지리모델링 사업은 4대강 준설토 처리를 위하여 준설토를 인근 저지대 농지에 성토하여 개량하는 사업으로 140개 지구, 7.7천ha에 실시되었다. 사업 이후 농지 표고가 평균 2.6m 상승하고 용배수 체계가 정비됨으로써 사업지구에 대한 배수문제가 개선되어, 침수지구는 사업 전 120개소, 침수면적 2,782ha에서 사업 후 1개소, 침수면적 5ha로 크게 줄어들었다. 또한, 사업이후 재배작물의 다양화, 지가상승 등 간접효과가 나타났으며, 설문조사 결과, 54%가 소득수준이 높아졌고 주민의 80%가 농지 리모델링 사업에 대해 만족을 나타내는 등 긍정적으로 평가되었다.

보 설치에 따른 농지에의 영향 평가 결과, 보 건설로 인한 수위상승으로 보 상류 구간에서는 하천수가 인근 농지로 흐르는 비중이 커졌고, 보 인근 지역에서 10월부터 이듬해 5월까지 지하수위 상승으로 인하여 유효토심(1.0m)을 확보하지 못하게 되어 지하수 영향을 받는 농지가 4개보 인근에서 564ha가 발생하였다. 이후 배수장, 저류지, 배수우물 등을 설치하여 대처하고 있어 현재는 작물 생육 부진이 발생하고 있지 않으나 지하수 변동 영향에 대하여 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 보인다.

### (7) 문화관광 분야 평가결과

4대강의 문화관광레저시설은 4대강 본사업과 연계하여 복합공간을 창조하고 강을 활용하여 새로운 여가공간을 조성하기 위한 사업으로 우리나라의 부족한 여가공간이나 자원 여건 등을 감안할 때 사업의 취지는 긍정적으로 평가된다. 하지만, 마스터플랜에서는 사업의 기본방향만 제시되고 세부계획은 170개 시공 공구별로 작성되어 광역적 차원의 수요 및 자원의 특성에 대한 분석이 결여되었고 공구별 계획에 대한 종합적 피드백도 미흡하여 체계적인 시설의 도입을 어렵게 하였다.

조사에 의하여 추정된 연간 총 이용객수는 야외여가 시설의 경우 수변공원(424만명), 자전거길(201만명), 생활체육시설(62만명), 강변캠핑장(19만명) 순으로 많고 강 문화관의 방문객수는 56만명인데 대부분 시설의 이용률은 조성규모에 비하여 낮은 것으로 평가되었다. 한편, 이용객들의 만족도는 5점 척도기준으로 최소 3.44에서 최고 3.90사이로 나타나 전반적으로 양호한 것으로 평가되었다.

문화관광 행사 및 프로그램은 4대강 사업의 부수사업으로서 강 주변에 산재되어 있는 미개발 문화관광 자원을 관광상품화 한다는 취지는 인정되나, 4대강 홍보를 위한 일회성 사업으로 끝난 경우가 많았다.

매장문화재의 지표, 시굴, 발굴조사에 투입된 인력의 총량은 충분하였으나 조사의 절대기간이 부족하여 사전조사 또는 탐문 및 설문조사가 미흡했던 것으로 평가되었다. 수중지표조사의 경우에도 당초 대상지 117개소 중 27개소를 선별하여 조사한 것은 법에 의거하여 하자가 없었으나, 좀더 객관적이고 투명한 절차가 필요했던 것으로 판단된다.

문화재 보존준치지역의 경우 기존에 지적되었던 155개 외에 추가로 한강권역 6개소, 낙동강권역 20개소, 금강권역 3개소, 영산강권역 4개소 등 총 33개소에서 일부 훼손이 있었던 것으로 조사되었다.

## 2.3 결론 및 향후 제언

결과적으로 4대강 사업은 홍수예방, 수자원확보, 수환경개선, 하천문화공간 창출이라는 목적으로 추진되어 일정부분 성과를 거둔 부분들이 있으나 충분한 공학적 검토 및 의견수렴 없이 제한된 시간에 너무 서둘러 사업을 진행하였으며, 그 당시 우리나라 하천관리 기술의 한계 등으로 일부 부작용도 나타나고 있다. 이 부분에 대해서는 조속히 보수·보강 등 후속조치가 수립되어 시행되어야 할 것으로 보인다.

이에 본 위원회는 다음 사항에 대한 후속조치를 제안한다.

- ① 보의 손상상태, 기초지반/제방의 상세조사를 실시하여 보수대책을 수립하고, 계측시스템의 보완 및 관리기준을 재설정
- ② 보 운영기준의 검토, 지천과의 연계 등을 통한 치수관리 계획 재수립
- ③ 하천유지유량 재산정을 포함하는 확보된 저수량의 활용방안 재설정

- ④ 수자원장기종합계획, 수환경관리계획 등을 종합한 통합수자원관리계획의 수립·추진
- ⑤ 정밀 하천측량, 유량 및 유사량 측정을 통하여 하상변동 상황을 예측하고, 계획홍수위를 재산정
- ⑥ 수질모델개선, 유량조건 정확도 제고 등을 통하여 수질예측 및 관리 계획을 수립
- ⑦ 하수처리강화 및 인 제거 수질개선사업 지속 추진
- ⑧ 4대강사업에 의한 수환경, 퇴적물 등의 장기변화를 20년 이상 모니터링하고 평가할 수 있는 장기연구사업 추진
- ⑨ 생태공원의 구획화 및 재평가와 함께 지역별 생태 특성을 반영하는 계획수립을 통한 생물다양성 보존대책 수립
- ⑩ 4대강 유역의 생물상 장기 생태모니터링을 통한 생물군집 및 서식처 안정성 확보 및 관리방안 수립
- ⑪ 수문이 없는 중대형 농업용저수지에 수문을 설치, 소유역의 홍수조절에 활용
- ⑫ 문화관광레저 시설의 이용활성화를 위하여 종합적인 수급분석을 바탕으로 시설 및 관리운영계획 수정보완
- ⑬ 본 조사에서 추가로 발견된 문화재 존치보존구역이 훼손된 곳과 저수지 둑 높이기 사업 구역 내 문화재에 대하여 정밀실태조사 실시



## 2. 분야별 평가



## 2. 분야별 평가

### 1

### 수자원 분야

#### 1.1 보 안정성 평가

##### 1.1.1 과업배경

- 4대강사업의 16개 다기능보 구조물 중 고정보 본체와 수문의 안전성 평가가 필요함.
- 또한, 고정보에 발생한 균열과 누수 등 손상 원인을 추정하고, 수문의 구조 안전성 평가의 검증이 필요함.
- 고정보 및 수문의 유지관리 적정성의 평가가 필요함.

##### 1.1.2 위원회 조사평가 결과

###### □ 과업의 범위

- 보 본체 안정성 분석 및 평가
- 수문 안전성 분석 및 평가
- 보 및 수문의 유지관리 대책의 적정성

###### □ 과업의 내용

- 보 본체 안정성 평가
  - 설계 적정성 및 구조물의 안정성 평가
  - 균열, 누수 등 손상 원인 추정 및 영향 평가
  - 보의 내구성능 영향인자 분석 및 평가
- 수문 안전성 분석 및 평가
  - 수문의 설계 적정성 및 구조안전성 평가
  - 설계수위 적용 부적정 수문의 보강영향 검토
  - 수문 진동에 의한 구조물 피로 손상 평가
  - 수문 본체의 누수 및 손상현황 조사 및 평가

○ 보 및 수문의 유지관리 대책의 적정성

- 유지관리 지침서 분석
- 보의 유지관리 대책의 적정성 평가
- 수문의 유지관리 대책의 적정성 평가

○ 16개 다기능 고정보와 수문의 제원 및 기초형식

<표 1-1-1> 16개 다기능보 제원

수계 (개소)	다기능 보	수위(E.L.)		가동보			고정보		기초형식
		상류	하류	길이	수문현황 (연장×높이@문)	수문형식	길이	높이	
한강 (3)	강천보	38	33	350	45×3@7	회전식	90	8	직접기초
	여주보	33	28	503	36×2@8, 36×3@4	승강식	해당없음	해당없음	직접기초
	이포보	28	25	295	45×3@6	승강식	296	6	직접기초 PHC말뚝
낙동강 (8)	상주보	47	40	150	45×10@2, 40×1.8@1	승강식, 전도식	230	11	직접기초
	낙단보	40	32.5	141.6	40×11.5@3	승강식	144.4	11.48	직접기초
	구미보	32.5	25.5	103.5	45×11@2	승강식, 전도식	270.8	11	직접기초
	칠곡보	25.5	19.5	232	40×11.3@3, 40×2.3@2	승강식, 전도식	168	12	직접기초
	강정고령보	19.5	14	120	45×11.75@2	회전식	833.5	11.5	직접기초 PHC말뚝
	달성보	14	10.5	162	40×8@3	회전식	418	9.5	직접기초
	합천·창녕보	10.5	5	218	40×9@3, 40×1@2	승강식, 전도식	110	11.5	강관말뚝
	창녕·함안보	5	0.76	144	40×7.1@3	회전식	405.3	10.7	현장타설, PHC
금강 (3)	세종보	11.8	8.75	223	80×2.8@2, 60×4@1	전도식	125	3.2~4.3	직접기초
	공주보	8.75	4.2	220	40×7@2, 20×7@1, 40×1@3	승강식, 전도식	32	7	직접기초 강관말뚝
	백제보	4.2	2	120	36×5.3@3	승강식	191	7.2	강관말뚝, PHC
영산강 (2)	승촌보	7.5	3.5	192	40×5@2, 30×5@2	승강식	336	9	직접기초
	죽산보	3.5	-1.35	184	가동보 : 36.5×7.13@4	승강식	해당없음	해당없음	직접기초
			12	배나들문 : 12×7.73@2	승강식				

주) 고정보 높이 : 웨어상단에서 하류 계획지반고까지의 거리

## □ 과업내용의 평가결과

### (1) 보 안전성 분석 결과

- 16개 다기능 보 구조물은 각 기준에 제시된 설계하중과 하중조합을 고려하여 적절한 방법으로 설계가 수행되었으며, 전도, 활동, 지지력 등의 안정조건을 만족하고, 구조물 자체의 안전도 역시 설계기준에서 제시하는 소정의 안전율 이상을 확보하였으므로 구조 안전성에는 문제가 없는 것을 확인하였음.
- 시설물을 목표수명동안 사용하기 위해 충분한 내구성을 확보하도록 요구하고 있으며, 콘크리트 구조기준(2007)의 '4.5 내구성 설계'에 허용기준을 제시하고 있음. 16개 다기능보는 낮은 투수성이 요구되는 콘크리트로서 최소 설계기준 압축강도를 27MPa이상으로 설계하도록 요구하고 있으나, 16개 다기능보 중 수문기둥 12개소(강천보, 여주보, 이포보, 상주보, 구미보, 칠곡보, 달성보, 합천·창녕보, 세종보, 공주보, 백제보, 승촌보), 본체 14개소(강천보, 이포보, 상주보, 구미보, 칠곡보, 강정고령보, 달성보, 합천·창녕보, 창녕·함안보, 세종보, 공주보, 백제보, 승촌보, 죽산보)는 27MPa 보다 낮은 콘크리트 압축강도로 설계되고 시공되었음.

### (2) 균열, 누수 등 손상현황 분석 및 평가

#### ○ 보 본체 손상에 대한 종합 분석

- 16개 다기능보에 대한 분석 결과 보에 발생한 균열은 대부분 횡방향 또는 종방향의 긴 균열 형태와 블록 높이방향의 수직방향 균열로 건조수축 및 수화열에 의한 온도균열이 주요 원인으로 판단되며, 시공이음부의 실런트 및 주변 콘크리트의 박리, 박락, 표면의 마모, 블록 내의 균열 등 여러 가지 손상과 복합적으로 발생되어 있음.
- 보에 발생한 누수 현상은 대부분 수직 및 수평시공 이음부에 나타났으며, 상류의 물이 지수관 외측 부분으로 시공이음부의 틈을 따라 흘러내리거나 수평시공이음부 또는 내부 균열을 통하여 누수가 발생하는 것으로 판단됨.
- 시공이음부의 누수는 월류와 동결융해의 반복작용에 의해 콘크리트와 실런트의 박리, 마모 등의 손상이 가속화시키며, 블록 내부로의 물의 유입은 콘크리트의 탄산화와 철근의 부식을 촉진시켜 내구성을 저하시키므로 손상부분의 복구, 누수 차단, 유도배수 등의 조치가 필요할 것으로 판단됨.
- 여주보, 상주보, 낙단보, 강정고령보, 세종보 등은 시공 중 정기안전점검 보고서에 발생한 균열 및 손상에 대한 지적이 명확하지 않아 점검결과의 기록, 조치여부 및 결과에 대해 확인하지 못하였음.

- 손상 현황과 보수조치에 관련된 자료는 확인되지 않았거나 조사 시기, 조사 주체별로 손상현황이 서로 상이한 부분이 많은 상태이며 시공당시부터 현재까지의 부재별 위치별 손상 및 보수상태를 체계적으로 분석하고 관리되지 못한 것으로 판단됨.

<표 1-1-2> 보별 균열 관리상태 및 보수공법 적용 현황

다기능 보	콘크리트 강도(MPa)			준공전 균열관리 대장	긴급안전 진단 실시여부	준공후 균열관리대 장	준공전 적용된 균열보수공법
	수문 기둥	다기능 보	매스 기초				
강천보	24	24	16	○	미실시	미확인	에폭시주입, 고강도 우레탄
여주보	24	18/35	18	미확인	미실시	미확인	미제시
이포보	24	24	18	○	미실시	미확인	면처리, 에폭시주입
상주보	24	24	21	○	○	미확인	에폭시주입
낙단보	27	27	27	미확인	○	미확인	에폭시주입
구미보	24	24	21	미확인	○	미확인	에폭시주입
칠곡보	24	24	21	미확인	○	미확인	에폭시주입
강정고령보	27	24	18	○	○	미확인	균열 : 에폭시주입, 누수 : 우레탄주입, 면보수
달성보	24	24	16	○	○	미확인	수문기둥 : 에폭시보수, 월류류 : 우레탄
합천·창녕보	24	24	-	○	○	미확인	에폭시주입
창녕·함안보	27	21	16	○	○	미확인	고정보 : 에폭시주입, 가동보 : 에폭시주입
세종보	24	24	18	○	미실시	미확인	에폭시저압주입
공주보	21	21	-	○	○	미확인	에폭시 표면처리, 에폭시 주입
백제보	24	24	-	○	미실시	미확인	에폭시 주입
승촌보	21	21	18	○	○	미확인	표면처리
죽산보	27	24	18	○	미실시	미확인	공법 명시 없음

### (3) 상세수화열해석 및 시공높이 분석

#### ○ 수화열해석 결과 분석

- 조사작업단이 선택한 4개보에 대한 상세수화열 해석결과, 온도균열지수가 설계시 해석된 값과 큰 차이를 나타내었으며, 해석대상 고정보에서 모두 유해한 균열이 발생할 가능성이 높은 것으로 나타났음.
- 조사작업단에서 검토한 구미보, 창녕·함안보, 이포보, 칠곡보의 4개보와 감사원에서 검토한 강천보, 달성보, 강정고령보, 죽산보의 4개보(구미보, 창녕·함안보는 중복)는 유해한 균열이 발생할 가능성이 높은 것으로 나타나 다기능 보에 시공중 발생된 균열이 수화열에 의한 균열일 수 있는 것으로 판단되며, 타설 높이, 타설 간격 조정 등 수화열 저감과 온도균열 제어를 위한 검토가 충분하지 못한 것으로 판단됨.

<표 1-1-3> 수화열해석 정보 검토 내용

다기능 보	구조계산서		감사결과 처분요구서		조사작업단의 상세 수화열 해석 구조물
	고정보 유무	수화열 해석 정보*	감사원 검토 여부	균열 발생 여부	
강천보	-	-	○ (가동보)	-	-
여주보	-	-	-	-	-
이포보	○	○	-	-	○
상주보	○	○	-	-	-
낙단보	○	△	-	○ (41개소)	-
구미보	○	○	○ (고정/가동보)	○ (1개소)	○
칠곡보	○	○	-	○ (1개소)	○
강정고령보	○	△	○ (고정/가동보)	○ (65개소)	-
달성보	○	△	○ (고정/가동보)	○ (5개소)	-
합천·창녕보	○	-	-	○ (1개소)	-
창녕·함안보	○	○	○ (고정/가동보)	○ (19개소)	○
세종보	수중 고정보	-	-	-	-
공주보	○	△	-	○ (7개소)	-
백제보	○	-	-	-	-
승촌보	○	△	-	-	-
죽산보	-	-	○ (가동보)	-	-

\* △는 수화열 해석에 필요한 정보가 부족하다는 것을 나타냄

<표 1-1-4> 상세수화열 해석 결과

구분		적용변수				균열지수			
		재료	타설 간격	외부 온도	양생 조건	설계도서		조사작업단	
						표층부	중심부	표층부	중심부
구미보	Case 1(설계시)	OPC	5	20	8.0	0.89		0.51	
	Case 2(설계시)	FA20%	5	20	8.0	1.49		0.75	
	Case 3(설계시)	저발열	5	20	8.0	1.27		0.65	
	Case 4(추가)	저발열	3	15	2.0	-		0.57	
	Case 5(추가)	저발열	3	15	8.0	-		0.59	
	Case 6(추가)	저발열	3	15	14.0	-		0.61	
	Case 7(추가)	저발열	11	15	2.0	-		0.67	
	Case 8(추가)	저발열	11	15	8.0	-		0.86	
	Case 9(추가)	저발열	11	15	14.0	-		0.93	
창녕·함안 보	Case1(설계시)	기초 1단				1.977	3.567	0.997	1.525
		기초 2단				2.642	2.061	0.956	1.127
	Case 2(설계시)	벽체 1단				1.344	2.237	0.599	1.649
		벽체 2단				1.343	2.848	1.121	3.796
이포보	Case 1(설계시)	여름				1.42(2-Top_Center)		0.74(1-Center_Center)	
	Case 2(설계시)	겨울				1.25(2-Top_Center)		0.86(1-Center_Center)	
칠곡보	Case 1(설계시)	1종 보통				0.99	-	0.82	0.34
	Case 2(설계시)	저발열				1.44	-	1.11	0.52
	Case 3(설계시)	저발열+FA				1.22	-	0.88	0.53

○ 타설높이 분석결과

- 보와 같은 매스콘크리트는 하천공사표준시방서(2007) 및 댐설계기준(2005) 등에 콘크리트의 수화열에 의한 온도균열을 방지하기 위해서 1회 타설높이를 1.5m를 표준으로 하고 구조물의 크기나 기초의 상황에 따라 0.5~2.0m를 범위로 하고 있으나, 강천보, 여주보, 이포보, 낙단보, 구미보, 칠곡보, 강정고령보, 달성보, 합천·창녕보, 창녕·함안보, 승촌보, 죽산보 등은 2.0m 이상의 타설높이로 시공되어 수화열 및 수축 등에 의한 균열이 발생하였을 확률이 높은 상태임.

<표 1-1-5> 다기능보 대표단면 콘크리트 타설높이

수계(개소)	다기능 보	타설높이(m)	비 고
한강(3)	강천보	2.5+2.5+3.0	가동보
	여주보	3.5+1.5	
	이포보	2.0+3.0	
낙동강(8)	상주보	1.9+1.9+1.7+1.0+1.5+1.2+1.62	
	낙단보	3.0+3.44+1.0+1.8+1.2+1.5	
	구미보	2.0+2.0+3.0+3.0+3.0	
	칠곡보	1.5+1.5+2.5+2.5+3.3+3.5	
	강정고령보	3.0+3.0+3.0+2.0	
	달성보	(3.0)+3.0+3.0+3.5+2.91	
	합천·창녕보	(2.0+2.5)+3.0+3.0+3.0(고정보)	
	창녕·함안보	(2.62+3.0)+3.5+3.58	
금강(3)	세종보	1.55+1.35+1.0+1.0+1.0	
	공주보	2.0+2.0+2.0+2.0+1.0	
	백제보	2.0+2.0+1.3	
영산강(2)	승촌보	3.0+3.0+3.0	가동보
	죽산보	2.5	

(4) 보의 내구성 평가

○ 보 본체 내구성능 분석결과

- 설계당시 조건으로 내구성을 분석한 결과, 무손상상태의 콘크리트의 동해와 탄산화에 대한 내구성은 설계기준에서 제시하고 있는 상대동탄성계수 80%이상을 확보하고 있고, 목표내구수명인 100년 이상을 확보하고 있는 것으로 확인하였음.
- 그러나 수화열 또는 수축 등에 의한 손상과 부적절한 유지관리 등으로 인하여 추가 손상이 지속적으로 발생할 경우에는 내구수명이 감소할 수 있는 것으로 판단됨.



## (5) 수문의 안전성평가

### ○ 수문설계의 적정성

- 16개 다기능 보의 설계도서와 구조계산서를 토대로 수문 설계의 적정성을 검토한 결과, 적용된 수문의 형식은 설계시 각 보의 특성을 고려하여 적용되었으며, 설계도서와 시공된 수문은 일치하는 것으로 판단됨.
- 세종보를 제외한 15개 다기능 보의 수문 관련 설계 보고서 및 구조 계산서 검토결과, 기설계된 수문은 구조 안전성에 있어 제시된 허용응력 대비 1.0 이상의 충분한 응력 안전성을 확보하고 있으며, 수문 중앙부의 변형도 허용 변형도 이하를 만족하고 있음.
- 감사원 조사결과 수문 설계시 하류 수위를 부적정하게 적용한 것으로 검토된 칠곡보, 구미보, 낙단보의 보강 설계결과를 재검토한 결과 응력과 변형도가 허용기준을 만족하는 것으로 확인되어 안전상의 문제는 없는 것으로 판단됨.

### ○ 수문진동에 의한 구조물 피로손상

- 창녕·함안보와 죽산보의 경우를 제외하고는 수문단면의 피로취약 구조상세에 발생하는 응력범위가 너무 작아 구조상세별 피로검토가 무의미한 것으로 나타남. 창녕·함안보와 죽산보의 경우도 다른 보에 비해 상대적으로 큰 응력 범위가 발생하는 것으로 나타났으나, 이 값도 각 상세의 피로 한계값 보다는 현저히 작아 피로손상이 일어날 가능성은 없는 것으로 확인되었음.
- 세종보와 진동 및 피로해석보고서가 완료되지 않은 낙동강 수계 4개보(칠곡보, 구미보, 낙단보 및 상주보)를 제외한 11개 보에 대한 피로손상 검토 결과 취약 부위의 피로응력이 피로 한계값보다 낮아 수문진동에 의한 피로손상은 거의 없을 것으로 분석되었음.

## (6) 유지관리의 적절성

### ○ 보 본체의 유지관리

- 세종보를 제외한 15개 보는 1종 시설물로서 구조물 준공후 손상 현황, 보수 공법의 선정, 보수 위치, 사후 관리 등의 자료가 확보되지 않아 관리 실태를 확인할 수 없으므로 관리현황에 대한 검토 및 대책 수립이 필요함.
- 수중구조물의 경우 보수재료 및 공법의 선정시 수중환경에 대하여 충분한 고려가 있어야 하나, 보수재료의 선정 및 관리 기준이 수립되지 못한 것으로 판단되며, 현재 적용된 보수공법에 대한 사후 추적관리를 통한 보수공법의 적절성이 평가되고 있지 못한 것으로 판단됨.

- 현장조사에서 보수부위의 추가손상 또는 보수재 박리 등이 발견된 상주보, 낙단보, 구미보, 강정고령보, 달성보, 합천·창녕보, 창녕·함안보, 승촌보 등은 보수공법의 선정 및 시공이 부적절하였던 것으로 판단됨.
- 보 관리규정에서 규정하고 있는 계측 주기는 담수개시후 약 2년까지를 제 2기로 설정하여 안정기에 도달하는 시기로 설정하였으나, 현재 계측되고 있는 계측자료를 검토하여 안정기 도달여부, 관측주기 및 방법, 빈도 등을 재설정할 필요가 있는 것으로 판단됨.
- 보의 시설물 유지관리 중 계측시스템의 자체에 대한 유지보수에 관한 내용은 달성보, 공주보, 백제보 3개보를 제외한 보에서는 제시되어 있지 않으므로 계측시스템에 대한 유지관리방안을 마련할 필요가 있으며, 계측결과에 대한 관리기준 및 대책방안에 대해서도 구체적으로 제시할 필요가 있음.
- 현재 운영되고 있는 계측 현황은 당초 계획보다 매우 부족한 상태로 운영되고 있으며, 구조물의 안정성 평가와 직접적으로 관련된 기초이완변위 측정계, 지반 및 파일 침하계 등은 측정되지 않고 있으므로 계측시스템의 보완이 필요함.
- 준공이전의 균열관리 대장을 제외하고 긴급안전진단 보고서 및 감사원 감사 결과 보고서 등에서도 각 시점의 부재별 손상위치 및 손상상태를 평가하고 보수상태를 평가할 수 있는 자료가 입수되지 않았으며, 이는 현상황에서 16개 다기능보가 유지관리가 체계적으로 이루어지고 있다고 판단하기 어려움.

<표 1-1-5> 계측시스템 구축현황 관리상태

다기능 보	자동계측시스템 구성 및 운영지침	계측시스템 유지보수 지침	계측항목별 관리기준 지침	계측기 운영현황					
				측량점	GPS 변위계	기초이완 측정계	침하계	파일침하 측정계	경사계
강천보	○	×	○			2			2
여주보	○	×	○			2			1
이포보	○	×	△	7					
상주보	○	×	×	12					3
낙단보	○	×	○	6					2
구미보	○	×	○	3		2			9
칠곡보	○	×	○	4					
강정고령보	○	×	○		12				
달성보	○	○	×	6			21		1
합천·창녕보	○	×	○	6		10		10	4
창녕·함안보	○	×	○	3		6		6	6
세종보	×	×	×	8					
공주보	○	○	×	6		2			3
백제보	○	○	×	6		6			6
승촌보	○	×	○			8			5
죽산보	○	×	○		2				6

- : 제시, △ : 일부 항목에 대해서만 제시, × : 미제시
- 자동계측시스템(Automatic datalogging system)은 동적데이터로거, 정적데이터로거, 컴퓨터 및 응용소프트웨어(Application software), 통신시스템 (Communication system), 계측기 센서(Sensor) 및 UPS 등으로 이루어진 관리시스템을 말함

### ○ 수문의 유지관리

- 수문은 다기능 보의 안정적인 운영을 위한 중요시설이나 기설치된 보별 계측시스템은 콘크리트 구조의 보 본체에 국한 되어 설치되어 있음. 현재, 4개 보 수문(강천보, 이포보, 합천·창녕보, 백제보)에 시범구축된 “수문 이상 징후 감시 시스템”을 모든 다기능 보에 확대 적용할 필요가 있음.
- 수문 안전성의 실시간 계측 모니터링을 위해서는 가동빈도가 가장 높으며 구조적 중요성이 있는 수문을 대상으로 주요부재 및 취약부재의 상시 응력 계측을 위한 변형율계와 변위계 및 수문개도시 진동영향 평가를 위한 가속도계를 적절한 위치에 설치하여 대표성과 신뢰성을 가지는 구조 안전성 관련 정보를 취득할 수 있도록 구축되어야 함. 전산해석을 통해 수문구조의 최대 변형부에 계측기를 설치하고 수문 안전성 관련 정보를 실시간으로 취득하고자 하는 수문 이상징후 감시 시스템은 적절히 계획되어 구축되었으며, 정기적인 분석 보고서를 통해 수문의 안전성이 지속적으로 입증되어야 함.

## 1.2 보 기초 및 제방안정성 평가

### 1.2.1 보 기초설계/시공 내용 요약

- 보의 안정성 평가를 위한 대상시설은 보 기초와 제방 그리고 4대강사업과 관련하여 시행한 독높이기사업 저수지이다. 보를 지지하는 기초지반과 기초의 형식과 보 안정성과 관련하여 설계에서 검토한 내용, 안정성 평가를 위한 조사내용 및 실적은 다음과 같음.

<표 1-2-1> 보 기초지반 및 기초형식

수계 (개소)	다기능 보	수위(E.L)		가동보구간			고정보구간		
		상류	하류	길이	기초지반	기초형식	길이	기초지반	기초형식
한강 (3)	강천보	38	33	350	연암, 풍화암	직접기초	90	연암, 풍화암	직접기초
	여주보	33	28	503	연암, 풍화암	직접기초	해당없음	해당없음	해당없음
	이포보	28	25	295	풍화암, 연경암	직접기초	296	풍화암	직접기초 말뚝기초
낙동강 (8)	상주보	47	40	150	기반암	직접기초	230	기반암	직접기초
	낙단보	40	32.5	141.6	풍화암	직접기초	144.4	연암	직접기초
	구미보	32.5	25.5	103.5	일반표준단면도 :풍화암 준공종단면도 풍화토	직접기초	270.8	일반표준단면도 :풍화암 준공종단면도 풍화토	직접기초
	칠곡보	25.5	19.5	232	풍화토, 풍화암	직접기초	168	풍화토, 풍화암	직접기초
	강정고령보	19.5	14	120	연암	직접기초 PHC말뚝	833.5	연암	직접기초 PHC
	달성보	14	10.5	162	기반암	직접기초	418	기반암	직접기초
	합천창녕보	10.5	5	218	연암	강관말뚝	110	연암	강관말뚝
	창녕함안보	5	0.76	144	연암, 경암	현장타설 강관말뚝	405.3	연암, 경암	현장타설, PHC
금강 (3)	세종보	11.8	8.75	223	자갈 및 풍화토	직접기초	125	자갈 및 풍화토	직접기초
	공주보	8.75	4.2	220	연암	강관말뚝	32	연암	직접기초 강관말뚝
	백제보	4.2	2	120	연암	강관말뚝	191	연암	강관말뚝, PHC
영산강 (2)	승촌보	7.5	3.5	192	풍화암	직접기초	336	풍화암, 연암	직접기초
	죽산보	3.5	-1.35	184 12	연암 연암	직접기초 직접기초	해당없음	해당없음	해당없음

주) 고정보 높이 : 웨어상단에서 하류 계획지반고까지의 거리

<표 1-2-2> 보 안전성관련 설계검토내용

수계 (개소)	다기능 보	제방안전성		기초안정성		침투/파이핑검토	
		침투해석	안정해석	지지력	침하량	침투수량	파이핑
한강 (3)	강천보	○	○	○	×	○	○
	여주보	○	○	○	○	○	○
	이포보	○	○	○	×	○	×
낙동강 (8)	상주보	○	○	○	○	○	○
	낙단보	○	○	○	○	○	○
	구미보	○	○	○	○	○	○
	칠곡보	○	○	○	×	○	○
	강정고령보	○	○	○	○	○	○
	달성보	×	×	○	○	○	×
	합천창녕보	○	○	○	×	○	○
	창녕함안보	○	○	○	○	○	○
금강 (3)	세종보	○	○	○	×	×	○
	공주보	○	○	○	○	○	○
	백제보	○	○	○	○	○	○
영산강 (2)	승촌보	○	○	○	○	○	○
	죽산보	○	○	○	○	○	○

주) ○ 검토되었음, × 검토되지 않았음

<표 1-2-3> 조사 작업단 과업수행내용 요약

수계 (개소)	보명칭	설계보고서검토	준공도서검토	현장조사	수중조사	제방조사
한강 (3)	강천보	○	○	○		○
	여주보	○	○	○		○
	이포보	○	○	○	○	○
낙동강 (8)	상주보	○	○	○		○
	낙단보	○		○		○
	구미보	○	○	○	○	○
	칠곡보	○	○	○		○
	강정고령보	○	○	○		○
	달성보	○	○	○	○	○
	합천창녕보	○	○	○	○	○
	창녕함안보	○	○	○	○	○
금강 (3)	세종보	○	○	○	○	○
	공주보	○	○	○	○	○
	백제보	○	○	○	○	○
영산강 (2)	승촌보	○	○	○		○
	죽산보	○	○	○	○	○

주) 독높이기저수지는 75개소를 현장방문하여 육안으로 조사함.

## □ 조사 작업단 과업수행실적

- 보 기초 설계/시공의 적합성 : 보 16개소
- 파이핑 발생여부 및 영향(수중조사) : 보 9개소
- 침수지역 제방의 안정성 및 제내지 침수영향 : 보 16개소
- 독 높이기 저수지 제방의 안정성 : 저수지 75개소

## 1.2.2 위원회 조사평가 결과

### □ 과업의 범위

- 보 기초 설계/시공의 적합성평가
- 파이핑 발생여부 및 영향평가
- 침수지역 제방의 안정성 및 제내지 침수영향평가
- 독 높이기 저수지 제방의 안정성평가

### □ 과업의 내용

- 보 기초 설계/시공의 적합성평가
  - 지반조사보고서 및 실시설계보고서 등 관련 도서의 검토 및 각 보의 기초 설계에 관련된 사항의 정리 분석
  - 지반조사 및 각종 토질시험의 적절한 수행여부 평가 및 그 결과의 설계 반영 여부 평가
  - 공인된 기준에 준하여 설계 및 안정성검토의 수행 여부 평가
  - 지반조건에 적합한 기초 형식의 선정여부와 기초 지반의 지지력 및 기초의 안정검토의 적절성 평가
  - 설계와 시공의 일치 여부 및 적절성 평가
- 파이핑 발생여부 및 영향평가
  - 파이핑 검토 관련 자료 정리 분석
  - 파이핑 검토 조건의 적정성과 파이핑에 대한 대책방안의 적정성 평가
  - 수중조사

- 침수지역 제방의 안정성 및 제내지 침수영향평가
  - 침수지역 제방 관련 자료의 정리 분석
  - 제방의 침투 및 지하수 변동 현황 분석의 적절성 평가
  - 제방 안정성 검토의 적정성과 차수공법 선정의 적절성 검토
  - 침수지역 제내지의 침수에 의한 영향 검토의 적절성 평가
- 둑 높이기 저수지 제방의 안정성평가
  - 저수지 제방 관련 자료의 정리 분석
  - 저수지 제방의 침투환경 변화 분석과 안정성 검토의 적절성 평가
  - 저수지 제방의 현장 조사 및 안정성 평가

## □ 과업내용의 평가결과

- 평가대상 시설물의 범위는 보, 하천제방, 4대강사업과 관련한 저수지 둑 높이기 사업의 저수지 제방임. 보는 16개소이며, 하천제방은 보의 시공 범위 내에 포함하는 제방이고 저수지의 제방은 75개를 평가대상 범위로 설정하였음.
- 현장조사방법은 수중조사와 현장 방문조사로 구분하여 실시하였음. 수중 조사는 잠수부를 보의 하류에 투입하여 측수에 의한 조사를 실시하였고, 현장방문조사는 현장을 육안으로 관찰하여 외부적 특성만을 조사하였음. 평가방법은 조사작업단에서 조사한 결과를 근거로 하였으며, 평가항목을 요약하면 다음과 같음.
  - 보 기초 설계/시공의 적합성
  - 파이프 발생여부 및 영향
  - 침수지역 제방의 안정성 및 제내지 침수영향
  - 둑 높이기 저수지 제방의 안정성

### (1) 보 기초 설계/시공의 적합성

- 보의 기초설계 및 시공을 위한 지반조사, 설계 및 시공의 적합성을 기초 설계기준과 현장여건을 고려하여 타당한지의 여부와 보 기초의 안정성과 관련한 중대한 오류 및 부적합한 사항을 중점적으로 조사하여 평가하였음. 조사결과, 16개 보 중에서 7개보에서 기초안정성과 문제가 있는 것으로 분석되었으며, 평가결과는 다음과 같음.

- **이포보** : 말뚝기초, PHC말뚝기초로 설계하였는데 기초지반이 풍화암으로서 파이핑, 양압력에 대한 안정성검토가 필요하나, 누락되었음. 따라서 세부 현장조사를 실시하고 파이핑과 양압력에 대한 검토가 추가적으로 필요함.
- **구미보** : 기초지반인 풍화암층은 완전풍화대인 것으로 조사(지반조사보고서 참조)되었고, 기초형식은 직접기초로서 풍화암층에 위치하는 것으로 설계하였음. “일반표준만면도”에서는 보 구간의 기초콘크리트가 풍화암층에 위치하는 것으로 설계되어 있으나, “준공종단면도”에서는 풍화토층에 시공된 것으로 되어있음. 따라서 현재 준공도면에서와 같이 시공되었다면, 세부 지반조사를 실시하고 기초의 침하와 파이핑, 양압력 등의 기초 안정성에 대하여 재검토하여야함.
- **칠곡보** : 전 구간을 직접기초로 설계하였으며, 기초지반은 자갈층과 풍화토로서 일부구간은 콘크리트로 치환하였고, 풍화토와 풍화암 구간은 그라우팅으로 처리하였다. 또한 좌안의 옹벽부에서는 풍화토상에 옹벽을 설치하였다. 따라서 기초지반의 현재상태확인과 바닥보호공의 세굴방지효과 등에 대한 세부조사와 풍화토상에 설치된 좌안 옹벽의 안정성에 대한 조사가 필요함.
- **달성보** : 보와 소수력 발전소 구간에는 직접기초를 적용하였고, 기초지반은 준설토 층다짐과 혼합골재 1m 두께의 층다짐으로 조성하였다. 또한, 시트 파일로 보 상류측에 차수벽을 설치하여 파이핑을 방지하고자 하였다. 따라서 기초지반의 지지력에는 문제가 없겠으나, 부등침하에 대한 검토와 계측기를 설치하여 지속적인 관리가 필요할 것으로 평가됨.
- **합천창녕보** : 지지층의 심도가 6m 이내에서는 직접기초, 6m 이상에서는 말뚝기초(매립공법으로 연암층에 1m 근입)로 설계하였는바, 지지력에는 문제가 없는 것으로 평가됨. 그러나 직접기초부분은 부등침하에 대한 검토와 계측기를 설치하여 지속적인 관리가 필요할 것으로 평가됨.
- **창녕합안보** : 기초지반은 토사 및 풍화암으로 구성되어있고, 기초형식은 직접기초, 다양한 종류의 말뚝기초(현장타설말뚝, PHC말뚝, 강관말뚝)로 설계하였음. 직접기초 구간에서는 부등침하에 대한 검토와 계측기를 설치하여 지속적인 관리가 필요할 것으로 평가됨. 또한, 토사 및 풍화암 구간에서 파이핑 또는 이로 인한 토사유실이 발생한다면, 부등침하와 수평방향으로의 변위발생(측방유동)이 우려되므로 파이핑에 대한 조사와 부등침하에 따른 안정성 검토가 필요할 것으로 평가됨.



- **백제보** : 기초지반은 평균 N값이 “6” 정도로서 아주 느슨한 상태이므로 말뚝 기초를 적용하였으며, 말뚝의 지지층은 N값이 “39”인 것으로 확인되었음. 지지력은 충분한 것으로 평가되나, 파이핑이나 토사유실 등에 따른 측방 유동과 그로인한 보의 안정성이 우려되는바, 세부조사를 실시하여 이에 대한 검토와 대책이 필요함.

## (2) 파이핑 발생여부 및 영향

- 파이핑의 발생여부와 그 영향을 검토하기 위한 조사방법으로는 추적자시험, 물리탐사 등 다양한 방법이 있으나, 본 과업의 조사에서는 수중조사를 실시하였다. 수중조사방법은 전문잠수부를 투입하여 보 하류에서 용출 또는 유출수의 상태를 관측하고 유출속도를 측정하는 방법을 사용하였음. 수중 조사는 9개보에 대하여 실시하였으며, 그중 6개보(구미보, 달성보, 합천창녕보, 창녕함안보, 공주보, 백제보)에서 누수현상이 관측되었다. 따라서 파이핑 발생과 관련한 조사결과는 수중조사결과만을 근거로 한 분석결과이며, 중대한 문제가 될 수 있는 보의 조사결과만을 제시하였다.
- **구미보** : 수중조사결과, 가동보 선단에서 17m~22m 지점의 물받이 구조물의 감압정(필요성에 대한 논란있음)에서 누수현상을 확인하였고, 가동보 좌측과 우측하단에서 저류수의 대량유출로 인하여 잠수사의 접근이 불가능할 정도로 소용돌이가 발생하고 있음. 고정보구간에서는 보로부터 22m 이내의 물받이공 이음부와 감압정에서 비교적 많은 누수가 발생하고 있음. 감압정은 물받이공 슬라브의 양압력에 따른 구조적 안정성에는 유리하나, 보 기초 하부지반으로 침투하는 유선의 길이를 축소시켜 보기초의 파이핑 발생방지에는 불리한 조치임. 특히, 가동보 수문하부에서 많은 물이 누수되고 있는데 이는 기초 콘크리트 블록의 부등침하에 기인한 것으로 추정됨. 수중조사에서 관측된 용출 또는 누수현상 현상으로 진행될 가능성이 있는 것으로 추정되므로 정밀조사를 통하여 누수의 원인과 파이핑으로의 진행 정도를 진단 후 항구적인 대책을 수립하여야할 것임.
- **달성보** : 암반이 노출된 구간을 제외하고, 기초지반의 하부층은 준설토, 상부층은 쇄석다짐으로 조성하였고, 보 상류부에 강널말뚝을 시공하였음. 수중조사결과에 의하면, 가동보 2구간 물받이공 횡 시공이음부에서 누수가 발생하고 있는 것으로 조사되었는바, 이는 파이핑 현상으로 진행될 가능성이 있는 것으로 추정되는바, 상세조사를 실시하여 항구적인 대책수립이 필요한 것으로 평가됨.

- **합천창녕보** : 기초지반이 모래자갈층인 구간에는 파이핑 방지를 위하여 보의 상류와 하류에 차수용 강널말뚝을 시공하였고 파쇄암반구간에는 약액주입 공법을 시공하였음. 그러나 수중조사결과에 의하면, 가동보 1구간에서 4개소 등 물받이공의 중형 시공이음부에서 총 9개소의 누수현상이 발견되어 보 전반에 걸쳐 누수가 발생하고 있는 것으로 조사되었다. 이와 같은 현상은 파이핑 현상으로 발전될 가능성이 있으므로 상세조사를 실시하고, 누수의 원인을 규명하여 적합한 보강대책을 수립해야할 것으로 평가됨.
- **창녕합안보** : 기초지반이 토사 및 풍화암으로 구성되어있고, 말뚝기초로 시공되어있는 구간에서 토사유실이나 파이핑이 발생한다면, 보의 안정성에 중대한 영향을 미치게 됨. 수중조사결과에 의하면, 보의 좌,우안 고정보의 물받이공 시공이음부에서 실런트의 박락이 발견되었고, 이러한 시공이음부에서 좌안측 고정보에서 4개소, 우안 고정보에서 1개소에서 누수가 발생하고 있는 것으로 조사되었음. 이러한 현상은 파이핑 가능성이 있는 것으로 추정되는바, 세부조사를 통하여 누수의 원인과 파이핑 진행정도를 진단 후 항구적인 대책을 수립하여야함.
- **공주보** : 기초 지지층까지의 심도가 깊고 말뚝기초와 직접기초로 시공되어 있음(P2, P9의 기초형식은 토질조사보고서에서는 말뚝기초로설계, 준공도면과 구조계산에서는 직접기초로 되어있음; 설계/시공 확인하여 재검토 필요). 수중조사결과에 의하면, 복합가동보 2, 우안측 물받이공에서 3개소의 누수 부위가 발견되었음. 따라서 누수발생원인을 파악하여 적절한 보강대책수립이 필요함.
- **백제보** : N치의 평균값이 "6"정도로서 아주 느슨한 상태의 기초지반의 말뚝기초로서 지지층은 N값이 "39"인 것으로 조사되었음. 상하류 수위차에 의한 침투방지 및 파이핑 방지를 위하여 쉬트파일을 설치하였음. 그러나 수중조사 결과에 의하면, 가동보 3, 좌안측과 언주 전면측 접합부에서 용출/누수 현상이 발견되었으며, 이는 파이핑 현상으로 발전될 가능성이 있으므로 상세 조사를 실시하고 누수의 원인을 파악하여 항구적인 대책수립이 필요할 것으로 판단됨.

### (3) 침수지역 제방의 안정성 및 제내지 침수영향

- 보 공사구간 범위 내의 제방에 대하여 제내지의 지하수위 변동상황과 침수에 대한 평가를 검토하고, 하천제방의 침투 및 안정성 평가에 대한 적정성과 차수공법 적용상의 적합성 그리고 제내지 침수에의 영향에 대하여 조사

하였음. 조사결과 특이사항이나 중대한 문제가 있는 보의 제방에 대하여 평가의견을 제시하고자함.

- **달성보** : 설계에서는 기존 제방의 안정성(사면안정, 침투, 파이핑) 검토를 수행하지 않았고, 4대강사업 이전에 부산지방국토관리청 하천정비사업에 의한 제방보강이 이루어진 것으로 파악됨. 지하수유동해석결과에 의하면, 침투량이 큰 것으로 분석되었음. 따라서 제방에 대한 안정성검토를 수행하고 침투수량을 경감할 수 있는 제방차수공을 실시하여야할 것으로 판단됨.
- **합천창녕보** : 검토대상 제방의 수는 16개로서 대부분의 제방의 구조적 안정성을 확보하였으나, 야근제는 기준안전율을 만족하지 못하여 제방증축 계획을 수립하였음. 그러나 증축계획수립에 따른 안정성과 침투에 대한 검토가 부재함. 따라서 제체의 침투 및 안정성을 재검토하고 제방차수공을 실시하여야할 것으로 판단됨.

#### (4) 둑 높이기 저수지 제방의 안정성

- 4대강 사업의 일환으로 실시한 저수지 둑높이기사업 대상 저수지는 188개소에 달하며 현재도 시공중에 있는 저수지가 많이 있는 관계로 전수조사는 불가능하였음. 조사방법은 현장을 방문하여 육안으로 관찰하는 정도의 외관조사를 실시하였고, 조사결과 특이사항이 있거나 보수보강 등의 조치가 필요한 저수지에 대한 평가의견을 제시하고자함.
- 강원도 소재한 좌운 저수지는 여수토 옹벽과 방수로옹벽에서 누수가 진행되고 있으므로 세부조사와 함께 대책수립이 필요함.
- 충북/충남지역에 소재한 광혜, 송면, 소수, 용곡, 용연 저수지에서는 여수토 방류수로와 벽체에서 누수가 발생하고 있으므로 세부조사후 대책수립이 필요함.
- 전남 광주지역의 백용, 대동, 왕동, 율치 저수지는 여수토 옹벽부 벽체에 소규모의 변형이 의심되므로 지속적인 관리가 필요함.
- 경북지역에 소재한 창평, 단산 저수지에서는 외제 사면침식이 발생하고 있는데 보수보강이 필요한 것으로 평가됨.
- 경남지역에 소재한 옥계, 진례 저수지에서는 외제사면침식 발생하였고, 옥계, 가북, 죽전 저수지에서는 여수토 방류수로 부근의 비탈면이 불안정한 것으로 판단되므로 세부조사를 실시하고 보수보강대책을 수립해야할 것으로 평가됨.

## □ 조사결과 요약

### ○ 보 기초 설계/시공의 적합성평가

- 일부 보에서 설계보고서(지반조사보고서)의 기초형식과 준공도면의 기초 형식이 다르게 시공된 사례(구미보, 공주보)가 있으며, 설계에서 보의 침하, 파이핑, 양압력에 대한 검토가 누락되었거나 검토가 부실한 사례도 발견되었다. 전반적으로, 기초지반에서 파이핑, 토사유실 및 침식 등의 문제가 없다면, 보 기초의 침하 및 지지력으로 인한 문제는 없는 것으로 평가됨.

### ○ 파이핑 발생여부 및 영향평가

- 파이핑 현상은 보 상류의 물이 기초지반을 통하여 하류측으로 침투되어 나타나는 현상으로, 파이핑 현상이 지속된다면, 기초지반의 흙이 점차 유실되어 보 기초지반에 공동이 발생하고 궁극적으로는 보 구조물이 침하되면서 파괴에 이르게 됨. 9개 보를 대상으로 수중조사를 실시하였고, 그중 6개보에서 하류측 물받이공에서 누수/용출현상이 발견되었다. 침투경로는 보 상류의 물이 기초지반을 통하여 침투되어 나오는 것으로 추정된다. 따라서 6개보에 대하여 지반조사를 포함하는 정밀조사를 실시하고 적합한 보강대책을 수립하여 조기에 보강한다면 파이핑에 의한 보 안정성 문제는 없을 것으로 판단됨.

### ○ 침수지역 제방의 안정성 및 제내지 침수영향평가

- 제방의 침투 및 안정성과 제내지 침수에 의한 재해가능성에 대한 평가로서 일부 보에서 이에 대한 검토가 누락되었으나, 현장조사결과 대부분의 보에서는 문제가 없는 것으로 평가되었음. 그러나 일부 보(달성보, 합천창녕보)에서는 제방의 안정성확보를 위한 조사와 대책(제방차수/보강)이 필요한 것으로 평가됨.

### ○ 둑 높이기 저수지 제방의 안정성평가

- 조사대상 저수지(75개소)에 대하여 현장을 육안으로 관찰하여 조사한 결과, 여수토 및 방류수로 옹벽과, 사면부 침식이 다수의 저수지에서 발견되었는바, 지적된 저수지에 대하여는 세부조사를 실시하고 적합한 보강대책을 수립하여야할 것으로 평가됨.

## 1.3 치수효과의 적절성 평가

### 1.3.1 4대강사업의 치수계획 및 실적

#### □ 과업 배경

- 4대강 사업의 치수분야에 대한 계획, 사업과정 및 실적에 대한 학술적·기술적 평가가 요구됨.

#### □ 4대강 홍수방어계획

- 퇴적토 준설 - 홍수위 저감으로 제방누수와 하천범람 등으로 인한 피해 방지

<표 1-3-1> 수계별 준설계획

구분	구 간	구간길이 (km)	평균준설깊이 (m)	준설량 (억 m³)	홍수위저감 (m)
한 강	팔당댐 ~ 충주댐	114.3	0.2	0.5	1.0~2.6
낙동강	하구둑 ~ 안동댐	334.2	1.3	4.4	0.9~3.9
금 강	하구둑 ~ 대청댐 역조정지	130.4	0.2	0.5	0.7~0.9
영산강	하구둑 ~ 담양댐	111.6	0.6	0.3	0.4~1.5
계		690.5		5.7	

- 홍수조절지와 강변저류지 - 홍수조절능력 증대

<표 1-3-2> 홍수조절지 및 강변저류지 조성계획

구분	지구명	면적(km²)	홍수조절용량(만 m³)	비고
조절지	담양	1.22	327	용천(지방)
	화순	1.58	638	지석천(지방)
저류지	여주	2.93	2,461	한강(국가)
	영월	0.77	790	평창강(지방)
	나주	1.97	719	영산강(국가)

- 노후제방 보강(620km)으로 치수 안전도 증대 - 한강(131km), 낙동강(335km), 금강(117km), 영산강(17km), 섬진강(20km)

- 하구둑 배수문 증설로 신속한 홍수배제 및 수위저감

<표 1-3-3> 하구둑 증설계획

하천	사업	사업규모		
		수문폭(m)	수문높이 (m)	개수
낙동강	배수문 증설	47.5	9.2	6
영산강	영산호 배수문 증설	30	13.6	8
	영암호 배수문 증설	30	10.5	11
	영산-영암호 연락수로 확장	수로폭 15 -> 140m, 수로길이 4,440m		

- 댐건설과 농업용 저수지 증고 - 홍수조절량 증대(3.0억<sup>m<sup>3</sup></sup>)
  - 낙동강 영주댐(경북 영주)의 홍수조절용량(0.8억<sup>m<sup>3</sup></sup>)
  - 농업용 저수지 증고에 의해 추가 확보된 홍수조절용량(2.2억<sup>m<sup>3</sup></sup>) : 한강 0.1억<sup>m<sup>3</sup></sup>, 낙동강 0.9억<sup>m<sup>3</sup></sup>, 금강 0.5억<sup>m<sup>3</sup></sup>, 영산강 0.6억<sup>m<sup>3</sup></sup>, 섬진강 0.1만<sup>m<sup>3</sup></sup>

□ 홍수방어 사업 실적

<표 1-3-4> 홍수 관련 사업 실적

구분	준설량 (억 <sup>m<sup>3</sup></sup> )	보건설 (개)	중소규모 댐신설(m)	조절지	저류지	하구둑 배수문 증설(개소)	저수지 독높이기(개)
한 강	0.47	3	-		2		12
낙동강	3.32	8	2			1	30
금 강	0.39	3	-				28
영산강	0.25	2	-	2	1	2	23
계	4.43	16	2	2	3		93

### 1.3.2 위원회 조사평가 결과

□ 과업의 범위

- 4대강 사업에 따른 홍수위 저감효과 분석
- 4대강 보 운영에 따른 홍수위 영향 분석

□ 과업의 내용

- 치수효과분석 자료의 적절성
  - 수치해석을 위한 하도자료의 타당성
  - 수치해석 모의기법 및 검보정 결과의 적정성
  - 상·하류단 및 지류경계조건에 대한 타당성
- 보의 운영에 따른 상하류 홍수위 영향
  - 수치해석모형의 수문고려 방안에 대한 타당성
  - 보의 수문붕괴에 따른 하천흐름 영향
  - 보의 수문 오작동에 의한 하천흐름 영향
- 4대강 사업의 홍수영향
  - 사업전후의 홍수위 저감효과 타당성
  - 하도변동에 따른 홍수위 변화

## □ 과업내용의 평가결과

### (1) 4대강 마스터플랜의 치수관련 계획 및 평가

- 4대강 살리기 마스터플랜(국토해양부, 2009.7)에서는 사업추진의 배경을 제시하고자 홍수관련 현황, 홍수피해 원인, 기후변화로 인한 홍수량 증가 등을 검토하였음.
- 치수목적의 사업추진 배경으로는 기후변화 등의 영향으로 최근 10년간('99~'08년) 1일 100mm 이상 집중호우 발생빈도는 연평균 97회로 '70~'80년의 연평균 68회에 비해 1.4배 증가하고, 연간 홍수피해액이 '70년대 1,700억원, '80~'90년대 4,600억원 수준이었으나 최근 5년간('02~'06년) 2.7조원으로 급증하였으며, 예방사업비보다 복구비가 많은 비효율적 투자로 홍수피해 및 복구비 증가 등을 언급하였음.
- 홍수피해의 원인으로는 홍수조절용량 부족과 제방축조 위주의 치수대책, 지역특성을 고려하지 않은 제방 위주의 획일적 홍수방어, 제방에 보호되는 인구자산 집중 및 도시화에 따른 홍수피해 잠재성 증대, 하천 상류지역의 과도한 제방 축조에 의한 하류 지역의 침투홍수량 증가 및 홍수 부담 가중, 축조 후 20~30년 경과한 노후제방이 많아 붕괴위험 높음, 다목적댐의 홍수 조절용량 부족 등을 제시하였음.
- 기후변화로 인한 홍수량 증가에 대해서는 '98년 이후 집중호우 빈발 및 강우 강도 증가, 태풍규모 및 집중호우의 증가 등으로 설계강우량을 상회하는 호우 발생, 유역종합치수계획과 하천기본계획에 기후변화 영향 미반영 등을 언급하였음.
- 이에 대한 홍수방어대책으로 퇴적토 준설(5.7억 $m^3$ ), 홍수조절지와 강변저류지의 설치, 노후제방 보강, 하구둑 배수문 증설로 신속한 홍수배제 및 수위저감, 댐건설과 농업용 저수지 증고(3.0억 $m^3$ ) 등을 계획하였음.
- 강별로는 한강 0.9억 $m^3$ , 낙동강 6.1억 $m^3$ , 금강 1.0억 $m^3$ , 영산강 1.2억 $m^3$  등 총 9.2억 $m^3$ 의 홍수조절능력 증대를 계획하였음
- 이를 통해 최대 저감효과를 한강 2.6m, 낙동강 3.9m, 금강 0.9m, 영산강 1.5m로 설정하고 사업을 추진하였음.
- 이러한 4대강 마스터플랜의 기본계획에 근거해서 각 공구별 실시설계가 이루어지고, 이에 따라 4대강 구간에서 하도준설, 제방 보강, 농업용 저수지 증고 등과 같은 치수목적의 사업이 실시됨.

## (2) 치수효과분석 자료의 적절성

### ○ 하도자료의 타당성 및 단면 변화 검토

- 4대강사업 구간 상하류의 사업전후 하도조사와 하도측량 이력을 검토하고, 하도단면 변화와 관련된 자료의 적절성을 평가하였음.
- 모든 강에서 4대강 사업 후 고시된 홍수위 계산을 위해 따로 하천측량을 실시하지는 않았음. 대신 4대강 사업후 공구별로 하도 준설량을 확인하기 위해 실시한 측량성과 자료를 대신 활용하였음.
- 모든 강에서 4대강 사업의 계획 준설량과 사업 준공 후 측정한 준설량에 차이가 발생함. 낙동강의 경우 '09년 낙동강 하천기본계획 수립 시 계획한 준설량(약 4.45억 $m^3$ )과 4대강 사업 후 확인측량 준설량(약 2.97억 $m^3$ )의 차이로 약 1.48억 $m^3$  차이가 발생함.
- 이러한 차이가 발생한 원인으로는 첫째로는 횡단 측점 간격이 다름으로 인해 발생하는 차이, 둘째 4대강 사업의 계획변경으로 인한 하상변동의 차이, 셋째 '09년 낙동강 하천기본계획 수립 시 측량은 2004년에 시행하였고 사업 후 확인측량은 '11.7~'12.4에 시행한 것으로 하천측량 시기가 달라 하상의 퇴적 및 세굴로 인한 하상변동의 결과로 추정된 바 있음.
- 하지만 계획된 준설량에 비해 실제 수행된 준설량이 상당한 차이로 줄어든 것은 공사를 시행함에 있어 여러 가지 여건들(하상의 재료, 고수부지의 활용 등)이 달라지면서 생긴 것으로 판단됨.

### ○ 수치해석 기법 및 상하류 경계조건의 타당성

- 수치모델링을 위해 준비한 입력자료의 경계조건과 모델링에 적용된 홍수량 및 수위조건의 타당성을 검토하고, 치수효과분석을 위해 적용한 수치해석 모의기법이 대상 구간의 조건을 적절히 반영할 수 있는지를 평가하였음.
- 4대강 살리기 사업전후의 홍수위변화를 분석하기 위하여 HEC-RAS(River Analysis System) 모형이 이용되었으며, 적용절차에 특별한 문제점은 없는 것으로 검토됨.
- 상류 경계조건인 계획홍수량은 4대강 모두 유역종합치수계획에서 산정한 값을 구간에 따라 대부분은 100년 또는 주요 도심구간등 일부구간에 200년 빈도로 적용하였음.
- 하류 경계조건인 기점홍수위는 계획구간 종점에 위치한 구조물들(댐이나 하구둑)의 설계홍수위를 적용하였음. 조도계수는 흔적수위를 이용하여 역산하거나 기존의 하천계획 시 사용된 값을 검토한 후 현황을 고려해서 적용하였음.



### (3) 보의 운영에 따른 상하류 홍수위 영향

#### ○ 수치해석모형의 수문고려 방안에 대한 타당성

- 보의 운영과 관련된 자료를 검토하고, 보의 운영이 상하류 홍수위에 미치는 영향과 수치해석모형 입력조건에서 수문 고려 방안이 적절한지 평가함.
- 수치해석을 위한 모형을 이용해서 빈도별 홍수량에 대해 모든 가동보가 완전개방조건에 대해 모의되었으며, 이는 홍수량 증가 시 흐름을 원활하게 하고 홍수위를 낮추고자 하는 수문 운영을 고려할 때 적절한 모의 조건임.
- 각 보의 가동보와 고정보에 대한 월류고를 포함한 수문 형상은 수치해석 모형에 적절하게 반영되었으며, 상류에서 유입되는 홍수량에 대해 보 상류의 관리수위를 유지하기 위해 가동보를 조작하게 됨.
- 현재 보 운영기준에는 보 수위가 상한수위를 초과할 것으로 예상되거나 상한수위를 초과한 경우 가동보의 수문을 개방하도록 되어 있음.
- 보는 댐처럼 홍수조절용량을 가지고 홍수를 조절하는 것이 아니고, 단지 홍수 시 흐름을 소통을 원활히 하기 위해서 수문을 개방하는 역할만 담당하고 있음.

#### ○ 보의 수문붕괴에 따른 하천흐름 영향

- 보의 수문이 붕괴되었을 경우 하류에 홍수 피해 등의 영향을 줄 수 있음. 따라서, 보의 수문붕괴에 의한 하천흐름 영향을 검토하고 이에 대한 대책을 수립했는지를 평가함.
- 국토교통부에서는 2013년 “4대강 다기능보 비상대처계획 수립”을 실시 하였음. 이를 통해 4대강의 16개 보에 대해 가능최대홍수량(PMF)이 유입 하여 보의 붕괴와 같은 비상상황이 발생하였을 때, 하류하천에서 일어날 수 있는 영향을 분석하고 이에 대한 비상대처계획(EAP)을 수립하였음.
- 검토 결과 4대강 보 피해 발생시 모든 보에서는 보 단면의 일부 붕괴로 인해 홍수위가 저하되었고, 보 하류부에서는 대부분의 경우 수위변화가 없거나 매우 미미한 수준으로 수위가 증가하는 것으로 나타남.
- 이처럼 보의 붕괴가 보의 상하류 하천에 미치는 영향이 미미한 것은 보 자체의 홍수 시 저류능력이 거의 없기 때문인 것으로 판단됨.

#### ○ 보의 수문 오작동에 의한 하천흐름 영향

- 홍수 발생 시 비상상황으로 보의 수문이 개방되지 못한다면 이로 인해 하천 흐름에 많은 영향이 발생할 수 있음. 따라서 보의 오작동에 의한 하천흐름 영향을 검토하고 이에 대한 대책을 수립했는지 평가함.
- 각 강별로 설치된 보가 관리수위를 유지하기 위해 수문이 폐쇄된 상태에서 수문 오작동에 의해 열리지 않을 경우 상류로부터 유입되는 홍수량으로 인한 홍수위 증가 양상을 살펴보기 위해, 보가 개방되었을 경우와 미개방되었을 경우에 대한 홍수위 변화를 수치모형을 이용해서 분석함.
- 분석 결과 모든 보에서 홍수 발생 빈도가 낮을수록 보의 수문 오작동으로 인한 미개방 시 수위 상승고가 더 높게 나타나고 있음. 특히 보의 수문붕괴에 비해 수문 오작동으로 인한 영향이 훨씬 크게 나타나고 있음. 이는 철저한 대비 및 보 수문 유지관리의 중요성을 보여주고 있음.

#### (4) 4대강 사업의 홍수영향

##### ○ 사업전후 홍수저감 효과 분석

- 4대강 사업에서 원래 제시한 구간별 홍수위 저감 효과를 정리하고, 이를 통해 보 구간에 따른 홍수위 저감효과를 평가함.
- 4대강 마스터플랜에서 수립된 계획에 따라 4대강 하천정비기본계획에서는 정비 후 계획홍수위를 산정해서 고시하였음. 그러나 실제 공사과정에서 계획된 하도준설보다 실제 하도준설량이 적거나, 고수부지 영구적치(하천 환경정비사업 등)의 영향으로 인해 홍수단면적이 전반적으로 감소하였음.
- 최종 준공단면을 이용한 계획홍수위 산정결과 대부분의 구간에서 4대강 사업 전에 비해 계획홍수위가 낮아지는 홍수저감효과를 보이고 있음. 한강 강천보 직하류 구간에서 최고 -1.50m, 강천보 상류 구간에서 최고 -1.15m 낮아지는 것으로 나타남. 낙동강은 대부분의 사업구간에서 계획홍수위가 낮아지는 것으로 나타났으나, 상주보 상류 일부 구간에 상승 지점도 발생하는데 이는 하상고가 상승된 지점으로 조사되었음.

##### ○ 하도변동에 따른 홍수위 변화 분석

- 4대강 사업으로 본류의 수위가 저하되었을 때, 이에 따른 지류하천의 홍수위 변화 영향과 상습침수구역에 대한 영향을 검토하였음.
- 검토대상 제1지류 235개소 가운데 기점홍수위가 0.1m 이상 저감되는 하천은 72%이며, 수위저감구간은 국가하천 188.66km, 지방하천 651.93km로 나타났음.

- 4대강 사업 후 주변 저지대 홍수위험도가 해소된 지역은 총 69.84km<sup>2</sup>(8.64%), 경감된 지역은 총 687.27km<sup>2</sup>(85.06%)로 전체 홍수위험구역 807.95km<sup>2</sup> 중 757.11km<sup>2</sup> (93.70%) 지역에서 홍수위험도가 감소된 것으로 나타남.
- 하도변동에 따른 여유고는 지역에 따라 차이를 보임. 한강의 경우 4대강 사업 전 여유고 부족구간은 여주보 인근이었으나, 사업후 좌안은 해소되고 우안 3개 지점에서 부족한 것으로 나타남. 낙동강의 경우 4대강 사업 전에는 많은 구간에서 부족한 것으로 나타났으나, 사업후 함안보에서 상주보 구간을 중심으로 대부분 해소되었으나, 낙동강 하류 및 보 상류구간에 여전히 부족한 지점이 있어 해결책이 요망됨. 낙동강 일부 구간에서는 여유고가 다소 남는 것으로 판단되나, 이는 이수목적 및 갈수위 유지조건 등을 고려하여 필요시 일부 조정이 필요할 것으로 판단됨.
- 4대강 사업으로 인한 보 설치 여부에 따른 홍수위 변화를 살펴본 결과, 모든 구간에서 보 설치에 따른 홍수위는 보가 없을 경우에 비해 더 높게 산정됨을 알 수 있음. 따라서 확보된 치수능력은 마스터플랜에서 제시한 것처럼 주로 하도 준설 등의 효과로 판단됨.

## 1.4 이수효과의 적절성 평가

### 1.4.1 4대강사업의 이수확보 계획 및 실적

#### □ 과업 배경

- 4대강 사업의 이수분야에 대한 계획, 사업과정 및 실적에 대한 학술적·기술적 평가가 요구됨.

#### □ 이수확보계획

- 4대강 마스터플랜은 수장기에서 제시한 미래 물 부족량(2016년 9.75억<sup>m</sup>)과 4대강 주요 지점의 하천유지유량 부족량을 고려하여 13억<sup>m</sup>의 확보 계획을 수립하였음.

<표 1-4-1> 수자원 확보계획

수 계	다기능보(억 <sup>m</sup> )	중소규모댐 (억 <sup>m</sup> )	농업용 저수지 (억 <sup>m</sup> )	합계 (억 <sup>m</sup> )
한 강	0.4	-	0.1	0.5
낙동강	6.7	2.5	1.0	10.2
금 강	0.5	-	0.6	1.1
영산강	0.4	-	0.8	1.2
계	8.0	2.5	2.5	13.0

#### □ 수자원 확보량

- 4대강 사업을 통해 확보된 수량은 전체 11.7억 <sup>m</sup>이며, 이 중에서 보 및 댐 건설로 확보된 수량은 9.6억 <sup>m</sup>임.

<표 1-4-2> 수자원 확보량

수 계	다기능보(억 <sup>m</sup> )	중소규모댐 (억 <sup>m</sup> )	농업용 저수지 (억 <sup>m</sup> )	합계 (억 <sup>m</sup> )
한 강	0.31	-	0.12	0.43
낙동강	5.92	2.4	0.65	8.97
금 강	0.63	-	0.52	1.15
영산강	0.34	-	0.77	1.11
계	7.20	2.4	2.06	11.66

## 1.4.2 위원회 조사평가 결과

### □ 과업의 범위

- 4대강 사업에 따른 준설, 보 및 댐건설로 확보된 용수의 정량적 평가 및 활용방안 분석
- 4대강 사업으로 인한 가뭄에 대한 대응능력 분석

### □ 과업의 내용

- 4대강 사업으로 확보된 수자원의 적절성 평가
  - 수자원 확보 계획량 설정의 적절성 검토
  - 수자원 확보를 위한 보설치 및 댐건설 계획의 적절성 검토
  - 확보된 수자원에 대한 정량적 평가
- 가뭄에 대한 대응능력 파악
  - 4대강 사업의 수자원 공급가능량 분석
  - 보 설치 후의 가뭄대응능력 평가
  - 유역별 가뭄 취약성 평가
- 확보된 수자원의 활용방안 평가
  - 하천시설물(댐/저수지-보-하구둑 등) 연계운영 검토
  - 확보된 수자원의 활용 계획 및 관리실태 조사
  - 취수 안정성 평가

### □ 과업내용의 평가결과

#### (1) 4대강 사업으로 확보된 수자원의 적절성 평가

- 수자원 확보 계획량 설정의 적절성 검토
  - 4대강 살리기 마스터플랜에서는 미래 물 부족량(2011년 7.97억 $m^3$ , 2016년 9.75억 $m^3$ )과 4대강 주요 지점의 하천유지용수 부족을 고려하여 13억 $m^3$ 의 수자원 확보 계획을 수립하였음.
  - 미래 물 부족량(2011년 7.97억 $m^3$ , 2016년 9.75억 $m^3$ )에 대해서는 “수자원장기종합계획(2006~2020)”의 기준 시나리오에서 제시한 지역별 물부족량으로 확인되었음.

- “4대강 살리기 사업 주요시설물 품질 및 수질 관리실태 감사결과보고서”는 수장기에서 고려한 13개 본류 이외에 48개 지류에 대한 하천유지유량을 고려하여 2016년 물 부족량이 9.75억<sup>m</sup>에서 17.39억<sup>m</sup>로 7.64억<sup>m</sup>가 증가 되는 것을 확인하였음.
- 하천유지유량 산정방법의 검토 및 기후변화를 고려한 물부족량 산정결과를 고려할 때 4대강 사업을 통한 수자원확보 계획량은 적절한 것으로 판단됨.

#### ○ 수자원 확보를 위한 보설치 및 댐건설 계획의 적절성 검토

- 4대강 마스터플랜, 4대강의 하천기본계획 등 4대강 사업의 다기능보의 건설 계획과 관련된 보고서를 검토한 결과, 이수측면에서 보의 위치선정 기준 및 과정을 확인할 수 있는 부분은 없었음.
- 다만, 수장기(2006)의 미래 물부족 지역과 보의 위치를 비교하였을 때 낙동강 상류유역(상주보, 낙단보, 구미보, 고령보) 및 영산강유역 보는 미래 물부족 지역에 건설되었음이 확인되었음.
- 4대강 사업으로 건설된 영주댐, 보현산댐은 “댐건설장기계획”에 제시된 댐 건설 후보지역이며, 타당성 검토를 통하여 적절성이 확인되었음. 안동-임하댐 연결사업은 댐건설 장기계획에 포함된 계획이 아님.

#### ○ 확보된 수자원에 대한 정량적 평가

- “4대강 살리기 사업 백서”에 의하면 수자원 확보량은 전체 11.7억 <sup>m</sup>이며, 이 가운데 보 및 댐건설로 인한 확보량은 9.6억 <sup>m</sup>임.
- 보의 수자원 확보량은 4대강 사업전후의 저류량의 차이이며, 댐의 수자원 확보량은 확보 가능한 용수공급량임.
- 4대강 사업 완료 후 작성된 단면자료를 이용하여 계산된 저류량과 “보운영 및 유지관리 지침”의 관리수위에서 저류량을 비교한 결과, 한강의 강천보, 이포보, 금강의 세종보에서는 오차율이 10% 이상 발생함을 확인하였음. 확보된 수자원의 정량적 평가를 위해서는 주기적인 하천단면 측량을 통한 저류량에 대한 과학적 평가가 요망됨.

## (2) 가뭄에 대한 대응능력 파악

### ○ 4대강 사업의 수자원 공급가능량 분석

- 4대강 사업을 통하여 가뭄시 사용 가능한 관리수위-하한수위까지의 사용 가능수량은 최대 398.7백만  $m^3$ 이며, 관련 댐 사업(영주댐, 보현댐 등)까지 포함하면 최대 648.9백만  $m^3$ 까지 확보된 것으로 판단됨.
- 4대강 사업으로 확보한 사용가능수량과 하한수위 이하의 용수는 국토해양부, 관할 홍수통제소 및 관계기관 등의 협의를 통하여 사용이 가능하지만, 용수공급에 따른 문제점은 사전 검토가 필요하며, 「보 관리규정」 및 「댐과 보 등의 연계운영규정」 등에 이에 대한 보완이 필요함.

### ○ 보 설치 후의 가뭄대응능력 평가

- 댐·보 연계운영위원회 등 가뭄시 확보된 용수를 활용하기 위한 제도적 장치가 마련되어 있음. 하지만 4대강 사업을 통하여 확보된 용수는 본류 인근지역에서만 활용이 가능하며, 연간 132백만  $m^3$ 가 직접 공급이 가능함.
- 4대강 사업으로 확보된 수자원을 가뭄피해지역에 공급하여 보다 효과적인 가뭄대응능력을 향상시키기 위해서는 용수공급계획과 용수공급시스템의 구축이 필요한 것으로 판단됨.

### ○ 유역별 가뭄 취약성 평가

- 수장기(2011) 기준시나리오 2020년 기준으로 과거 최대 가뭄 발생시 용수 부족량은 영산강권역(152백만  $m^3$ ), 낙동강권역(86백만  $m^3$ ), 금강권역(54백만  $m^3$ ), 한강권역(37백만  $m^3$ ) 순서임.
- 4대강 사업으로 확보한 사용가능수량(하한수위 유지시)을 활용할 경우 한강 권역(14.5백만  $m^3$ ), 낙동강권역(237.7백만  $m^3$ ), 금강권역(16.8백만  $m^3$ ), 영산강 권역(136.5백만  $m^3$ )가 되어 4대강 사업 이후 최대 가뭄발생시 권역별 물부족은 영산강, 금강, 한강 순이며, 낙동강권역은 물부족이 해소됨.
- 4대강 사업으로 인한 가뭄의 취약성 변화를 추정하기 위한 자료가 충분하지 않은 상황이기 때문에 이 부분에 대한 평가는 추후로 미루어야 할 것임. 다만, 가뭄관련 보도자료를 분석하여 사업전후의 수계별 취약성을 산정하였으나 사업전후 큰 변화를 찾기 어려움.

### (3) 확보된 수자원의 활용방안 평가

#### ○ 하천시설물(댐/저수지-보-하구둑 등) 연계운영 검토

- 4대강 마스터플랜 수립 당시에는 홍수저감능력 극대화 및 극한가뭄대응을 위해 연계운영 도입을 계획하였으며, 4대강 사업이 완료된 현재 가뭄, 홍수기 외에도 평상시와 비상시 물관리에 대처할 수 있도록 하천시설물의 연계운영체계가 구축되어 있음.
- 본 조사작업에서 연계운영의 적절성 평가를 위해 4대강 사업후 2년여의 자료를 분석한 결과, 각 보의 운영수위는 관리수위를 크게 벗어나지 않은 것으로 평가됨. 단, 보 시설물 점검 및 보수기간과 농지침수가 우려되는 일부 구간에서는 일정기간 관리수위 이하로 보 수위가 운영된 사례가 있었음.
- 또한, 비상시 댐, 보, 독높임 저수지의 방류를 통한 녹조대응, 취수장애 대응 등 연계운영사례를 검토한 결과, 수질개선 및 보 운영 수위상승 등 긍정적인 효과를 확인하였음. 다만, 독높임 저수지의 경우 연계운영 시 방류수량이 상대적으로 적고, 저수지와 보 사이의 거리가 멀어 실제 녹조대응의 효과가 크지 않은 것으로 평가됨.
- 4대강 사업 이후 운영기간이 짧아 연계운영 실적 부족, 경험적 대응력 부족, 전문인력 부족 등의 한계가 발생할 수 있음. 장기간 운영을 통한 자료 및 경험축적과 발생가능한 문제점에 대한 대응전략이 수립되어야 할 것임.

#### ○ 확보된 수자원의 활용 계획 및 관리실태 조사

- 본 조사작업단의 확인 결과, 갈수시 보별 용수공급 가능일수의 편차가 크게 나타나는 것은 시설물별 사용가능수량 및 취양수장의 시설용량이 상이하기 때문으로 나타남.
- 보 관리구간내 취양수장 분포현황 및 시설용량을 통해 다기능보의 위치선정 적절성을 평가한 결과, 전반적으로 보의 위치선정은 적절한 것으로 판단되지만 일부 보의 경우 용수 활용측면에서 부적절한 것으로 판단되므로 대책이 요망됨.
- 4대강 사업 전후 취양수량의 증감은 총 70.3백만 m<sup>3</sup> 증가한 것으로 나타났으며, 한강(-13.8백만 m<sup>3</sup>), 낙동강(+87.1백만 m<sup>3</sup>), 금강(-2.6백만 m<sup>3</sup>), 영산강(-0.5백만 m<sup>3</sup>)으로 나타나 낙동강수계가 크게 증가한 것으로 나타남.
- 4대강 사업 전후 평균 유지유량 부족일을 비교한 결과, 한강수계 8일 감소, 낙동강수계 43일 감소, 금강수계 7일 증가, 영산강수계 5일 감소 등 전체적으로 하천유지용수의 공급 여건은 개선된 것으로 판단됨.



- 각 수계별 본류 구간에 대한 하천유지용수는 적절하게 공급되고 있는 것으로 조사되었으나, 일부 지류 구간은 4대강 사업 이후에도 고시된 지류의 하천유지 용량을 만족하지 못하는 경우가 있음.
- 4대강 16개 보에 확보된 사용가능수량을 본류를 벗어난 가뭄발생지역으로 공급하기 위한 시설물 계획은 수립되어 있지 않은 것으로 조사됨.
- 4대강 보에 확보된 수량을 효과적으로 활용하기 위해서는 비상용수(보 운영 수위-하한수위 확보용수)를 본류 외 가뭄발생이 우려되는 지역으로 공급할 수 있는 방안이 강구되어야 할 것임.

### ○ 취수 안정성 평가

- 4대강 사업 후, 각 보별 시설물의 평균 취양수 불가능일수를 산정하여 취수 안정성을 평가한 결과, 보 설치에 따른 수위상승으로 연중 취양수 여건이 매우 안정적인 것으로 나타남.
- 현장조사 결과, 4대강 준설로 이설, 보강 등이 필요했던 시설물에 대한 조치는 적절히 이루어졌으며, 대부분의 시설물이 보 설치로 인한 수위 상승으로 취수여건이 개선된 것으로 조사되었음.
- 보 개방운영을 가정하여 운영수위를 낮추어 취수안정성을 검토한 결과, 다수의 시설물에서 취수가 제한되는 것으로 분석됨. 따라서 수질개선 등의 목적으로 보 개방운영을 검토하기 위해서는 취수구 보강 혹은 시설물 이설이 필요할 것으로 파악됨.
- 현재 보 운영을 위해 채택하고 있는 하한수위는 취수안정성에 대한 고려 없이 단순히 사업 전 갈수위를 채택한 것으로 조사됨. 따라서 “하한수위=취수가능 최소수위”에 대한 새로운 관리규정 및 각 보별로 하한수위에 대한 재검토가 이루어져야 함.
- 변화된 하천환경을 고려한 적절한 보의 운영(갈수기 수자원 확보, 가뭄시 용수 공급, 수온이 상승하는 여름철 홍수기에는 관리수위 변경 등)이 필요하다고 판단됨. 이 경우 운영수위 변경으로 발생할 수 있는 여러 문제(취수능력, 녹조방지를 위한 최소유속, 양식업 및 수변여가활동 등)를 다각적으로 분석평가하여야 할 것임.

## 1.5 보 구조물의 수리특성 평가

### 1.5.1 보 설치로 인한 수리특성 변화

#### □ 흐름변화 예측

##### ○ 보 설계 시 고려사항

- 4대강 사업에서 설치된 보 본체 구조물은 높이가 4~12m로서 지금까지 하천에 설치되었던 보의 규모에 비하여 상당히 크고, 이러한 보의 수문을 개방하여 발생하는 높은 유속의 흐름은 보 본체와 하류 하상의 안전에 큰 영향을 미치게 되므로, 설계 시 하천설계기준을 준용하고 수치모의와 수리모형실험을 통해 흐름변화를 예측하고 상호 검증을 실시하였음.

<표 1-5-1> 보별 설계시 고려사항

수 계	보 명칭	하천설계기준	수치모의	수리모형실험	경 험 식
한 강	이포보	○	○	○	
	여주보	○	○	○	
	강천보	○	○	○	○
낙동강	창녕함안보	○	○	○	
	합천창녕보	○	○	○	○
	달성보	○	○	○	○
	강정고령보	○	○	○	
	칠곡보	○	○	○	
	구미보	○	○	○	○
	낙단보	○	○	○	
금 강	상주보	○	○	○	
	백제보	○	○	○	
	공주보	○	○	○	○
영산강	세종보	○	○	?	
	죽산보	○	○	○	
	승촌보	○	○	○	

#### □ 흐름특성 변화

##### ○ 보 피해 및 보강 현황

- 이포보를 제외한 15개 보에서 크고 작은 피해가 발생하였으며, 현재는 모두 보강이 완료된 상태이기는 하나, 지속적인 점검은 필요할 것으로 판단됨.

<표 1-5-2> 보별 피해 및 보강현황

수 계	보 명칭	발생 시기	피 해 유 형	보 강 현 황
한 강	이포보	-	-	-
	여주보	'11.6월	장비운전 부주의	파손부위 복구
	강천보	'11 홍수기	상류 바닥보호공 유실	하상연결부 복구
낙동강	창녕함안보	'11, '12, '13 홍수기	바닥보호공 침하	SPF 보강
	합천창녕보	'11 홍수기	바닥보호공 유실	SPF 보강
	달성보	'11 홍수기	하류 사석 유실	콘크리트 보강
	강정고령보	'11 홍수기	섬유돌망태 유실	파일, 매트 보강
	칠곡보	'11, '12 홍수기	하류 사석 유실	콘크리트 보강
	구미보	'11 홍수기	하류 매트리스 유실	콘크리트 블록, 사석 보강
	낙단보	'11 홍수기	물받이공 하류 세굴	사석, 콘크리트 보강
	상주보	'11 홍수기	상, 하류 블록 침하	콘크리트 보강
금 강	백제보	'11 홍수기	바닥보호공 하류 세굴	사석 등 보강
	공주보	'11 홍수기	바닥보호공 유실	SPF 보강
	세종보	'11 홍수기	바닥보호공 하류 세굴	사석 보강
영산강	죽산보	'11, '13 홍수기	바닥보호공 하류 유실	SPF 보강
	승촌보	'11, '13 홍수기	바닥보호공 하류 세굴	사석, 콘크리트 보강

○ 배수현상 발생 유무

- 보가 설치되어진 하천에서는 분류뿐만 아니라 분류에 가까운 지류의 일부 구간에서도 보 관리수위에 영향을 받는 배수현상이 나타남.

<표 1-5-3> 배수현상 발생현황

수 계	보 명칭	유량관측소	보에서의 거리	배수현상 유무
한 강	강천보	우만	상류 2.2 km	무
		여주	하류 4.7 km	유
낙동강	합천창녕보	현풍	상류 8.5 km	유
		적포교	하류 25 km	유
금 강	백제보	규암	하류 7.5 km	유
영산강	죽산보	회진	상류 10.9 km	유
		사포	하류 5.8 km	유

## 1.5.2 위원회 조사평가 결과

### □ 과업의 범위

- 4대강 사업의 16개 보 설치로 인한 흐름변화 분석
- 16개 보 수문 운영에 따른 흐름특성 변화 분석
- 16개 보 감세시설에서의 안정성 평가

### □ 과업의 내용

- 보 설치로 인한 흐름변화 예측의 적절성
  - 흐름변화 예측기법의 적절성
  - 하천 흐름개선을 위한 각종 대책의 효과
  - 보 설치에 따른 유속 및 하상 조사
- 보 수문 운영에 따른 흐름개선 효과
  - 보 수문 방류량 계산방법의 적절성
  - 수문 운영기법 및 절차의 적절성
- 보 감세시설에서의 수리현상 및 안정성
  - 월류수에 의한 감세시설 내 수리현상 및 하상특성
  - 보 감세시설의 효과 및 안정성

### □ 과업내용의 평가결과

#### (1) 보 설치로 인한 흐름변화 예측의 적절성 평가

- 흐름변화 예측기법의 적절성 평가
  - 설계에 준용되어진 하천설계기준은 4m 이하의 소규모 고정정보에 적절히 적용되어질 수 있는 기준으로, 4대강 사업에 설치되는 4m 이상의 규모가 큰 보에서의 흐름변화 예측에는 한계가 있을 수 있어 수리모형 및 수치모형 실험을 수행하여 보완하도록 한 것은 타당한 것으로 판단됨.

- 수치모형실험 및 수리모형실험은 '수리 및 수치모형실험 세부시행지침'(2009년 12월)에 의하여 적절히 수행되었으나, 사업이 빠르게 진행되고 각기 다른 기관에서 실험을 담당하게 되면서 실험을 담당하는 기관별로 실험항목 및 실험방법에 일관성이 부족했고, 발생 가능한 모든 경우에 대한 실험은 수행되지 못하였던 것으로 판단됨.
- 보 하류에 영향을 미치는 가장 큰 인자는 유량, 수심, 유속, 소류력으로서, 이들이 발생할 수 있는 최악의 조건에 대하여 실험을 수행하여 하상변동과 하상보호시설의 안정성을 확인할 수 있음. 이러한 최악의 조건은 계획빈도 홍수사상이 발생하였을 경우와 관리수위 조건에서 수문을 개도하여 상·하류의 수위차가 가장 크게 발생하는 경우에 나타나게 되는데, 기본설계 시에는 계획빈도 홍수사상에 대해서만 검토하고 실시설계 단계에서 관리수위 조건에 대한 검토를 실시한 것으로 나타났으며, 창녕함안보, 달성보, 낙단보, 죽산보, 승촌보 등은 홍수위 조건에 대한 검토만 실시하였음.

#### ○ 하천 흐름개선을 위한 각종 대책의 효과 검증

- 4대강 사업으로 인해 발생될 수 있는 하천의 부정적인 흐름상태를 개선하기 위한 최소한의 조건이나 항목을 적절히 제시하고 있는 지침은 발견할 수 없었으나, 보 상, 하류의 하상보호시설, 수문 등의 적절한 배치와 하천유지 유량 확보 등의 대책을 강구하였던 것으로 판단됨.
- 수리모형과 수치모형에 의한 검토를 거쳐 보 상, 하류의 하상보호시설이 설치되었으나, 공사가 진행 중일 때와 완료 후의 하천의 모든 실제 상황을 완벽히 재현하는 것은 한계가 있어 많은 지역에서 피해가 발생된 바 있으며, 보수 및 보강작업이 이루어진 것으로 나타났음.
- '감사원 결과보고서'(2013년 1월) 및 한국수자원공사에서 제공한 보 상, 하류의 물받이 및 바닥보호공 보수·보강 현황을 검토한 결과, 이포보를 제외한 15개 보에서 크고 작은 피해가 발생하였으며, 감사원 감사 이후에도 낙동강의 칠곡보와 합천창녕보, 영산강의 죽산보와 승촌보에서 하상유지시설의 추가 피해가 발생된 것으로 나타났으며, 현재는 모두 보강이 완료된 상태이기는 하나, 지속적인 모니터링은 필요할 것으로 판단됨.
- 권역별 피해현황을 확인한 결과, 보가 설치되어진 하천의 지반구성에 따라 피해정도에 차이를 보이는 것으로 확인되었으며, 특히 낙동강 및 영산강 권역에서 발생하는 피해의 정도가 큰 것으로 나타났음.

- 같은 보의 동일한 형태의 수문이라도 수문별 방류특성은 상이한 것으로 나타났는데, 이는 1개의 수문 방류량을 다른 수문에 동일하게 적용하여 총 방류량을 산정하는 데는 많은 오차가 발생할 수 있으며, 이러한 수문별 상이한 특성은 수리모형이나 수치모형에 의하여 재현하는 것이 한계가 있었을 것으로 보여 지금까지 발생한 수문 및 수문 상, 하류 피해의 원인이 될 수 있었을 것으로 판단됨.

#### ○ 보 설치에 따른 유속 및 하상 조사

- 보를 설치함으로 인해서 발생하는 하천의 정체현상은 하천 흐름특성 변화의 가장 부정적인 요소가 될 수 있는데, 보 상, 하류의 유량관측소 자료를 이용한 수위-유량관계를 분석한 결과 한강의 강천보 상류를 제외하고는 모두 배수 영향을 받고 있는 것으로 나타났으며, 이는 보에 의하여 저류되어지는 관리 수위에 영향을 받아 같은 수위에서도 유속이나 유량은 적게 나타나게 되어 체류시간이 길어지게 되는 것으로 판단됨.
- 보가 설치되어진 본류뿐만 아니라 본류에 가까운 지류의 일부 구간에서도 배수영향을 받는 것으로 나타났는데, 하천의 하도경사가 완만할수록 그 영향은 클 것으로 예측되어 배수영향을 받는 지역 내의 유량관측소의 운영에도 적절한 대책이 필요할 것으로 판단됨.
- 수문 개방에 따른 유속분포를 분석하기 위하여 승강식 보 중에서 평상 시 하류수심이 얕은 공주보를 대상으로 3차원 수치모의를 수행하였는데, 최대유속 7.52m/sec는 수문을 통과할 때 발생하였으며, 하류의 end sill을 통과하면서 유속이 감소하는 것으로 분석됨.
- 평수 시 수문 방류 후 유속의 공간패턴을 분석한 결과, 하류단에서 와류가 발생하고 승강식 수문의 경우에는 특히 강한 유속으로 인해 하상에서 침식이 발생할 수 있는 것으로 나타났는데, 현장조사 결과 강정고령보, 창녕함안보, 합천창녕보, 공주보 등의 하류에 이러한 이유로 발생한 것으로 추정되는 세굴이 포착되었음.
- 보 구간에서의 평수 시 유속조사 결과, 대부분의 보에서 수문 개도 전 유속은 0.2m/sec 미만으로 나타났으며, 금강과 낙동강의 경우는 조사가 이루어진 구간 모두 0.1m/sec에도 미치지 못하였는데 조사지점이 하류에 위치한 보의 영향을 가장 적게 받는 상류임을 감안할 때 보에 가까워질수록 그 유속은 더욱 감소할 것으로 추정되어 보가 건설되어진 하천 구간은 거의 정체되어 있는 것으로 판단됨.

## (2) 보 수문 운영에 따른 흐름개선 효과 평가

### ○ 수문 방류량 계산방법의 적절성 평가

- 4대강 사업으로 설치되어진 16개 보의 수문 방류량 산정공식을 찾기 위하여 수리모형실험, 수치모형실험이 수행되었으며, 보 설치 이후에는 유량조사가 정기적으로 이루어지고 있는 것으로 나타났음.
- 수리모형실험과 수치모형실험은 발생 가능한 모든 상, 하류 수위조건과 수문 개도조건에 대하여 수행되지는 못하였던 것으로 판단되며, 수리모형실험의 경우는 모형의 축척이 1/75~1/50의 소규모로 수행되어 그 결과 활용에는 한계가 있을 것으로 판단됨.
- 실제 수문별 방류량 운영자료를 분석한 결과, 강정고령보, 강천보, 이포보, 승촌보, 죽산보 등은 계산치와의 오차가 크게 나타나 방류량 산정공식의 개선이 필요할 것으로 판단되었으며, 동일한 보에서도 수문별 방류량이 각각 차이가 있어 1개의 수문 방류량으로 총 방류량을 계산하는 것은 문제가 있을 것으로 판단됨.

### ○ 수문 운영기법 및 절차의 적절성 평가

- 기존 수문운영매뉴얼을 검토한 결과, 각 보별 가동보 개도순서는 하도의 중앙에 위치한 수문부터 순차적으로 개도하는 것으로 확인되었으나, 보 하류하천에 미치는 영향을 최소화할 수 있는 운영순서의 마련이 필요할 것으로 판단됨.
- 다양한 상, 하류 수위조건에 따른 수문별 방류량 산정공식을 재정립한 후 수문운영 절차를 마련할 필요가 있는 것으로 판단됨.

## (3) 보 감세시설에서의 수리현상 및 안정성 평가

### ○ 월류수에 의한 감세시설 내 수리현상 및 하상특성 분석

- 4대강 사업에서 보를 월류하는 흐름으로부터 하류 하상을 보호하기 위한 하상보호시설은 하천설계기준을 반영하여 설계 및 시공이 이루어졌으며, 추가로 수리모형실험, 수치모의실험, 경험식 등을 수행하여 보완하였음.

- 4대강 사업으로 설치되어진 보는 구조물이나 방류량의 규모가 기존의 경우 보다는 매우 크고 복잡하여, 수리모형실험이나 수치모형실험 등으로 완벽하게 재현하는 것은 한계가 있었던 것으로 판단되며, 이로 인하여 이포보를 제외한 15개 보에서 2011~2014년에 걸쳐 하상보호시설의 유실 또는 침하 등의 피해가 발생하여 각 보별로 보수 및 보강을 실시되었으며, 낙동강의 창녕함안보, 합천창녕보, 달성보, 칠곡보, 구미보, 낙단보, 금강의 백제보 등은 물받이공과 바닥보호공의 길이를 확대하여 보강한 것으로 나타남.

#### ○ 보 감제시설의 효과 분석 및 안정성 평가

- 하상세굴이 발생할 우려가 가장 큰 강정고령보, 합천창녕보, 창녕함안보, 공주보에 대하여 현장조사를 수행하였으며, 강정고령보와 공주보의 경우에는 하상세굴이 발생하고 있으나 그 규모가 작거나 무시할 정도였으나 지속적인 하상 모니터링은 필요할 것으로 판단됨.
- 합천창녕보와 창녕함안보의 경우는 세굴에 취약한 사질토 하상인 관계로 하류단에 20m 이상의 대규모 세굴이 발생하였으며, 2014년 홍수기 이후에도 보 상류방향과 하류방향으로 추가적인 세굴이 포착되었는데 이러한 보 본체 방향으로의 추가적인 세굴은 바닥보호공에 영향을 미칠 수 있으므로 지속적인 모니터링과 세굴진행을 제어할 수 있는 대책이 필요함.
- 4대강 사업지역의 하상 안정화기법으로 SPF공법이 활용되었는데, 창녕함안보 하류단에서의 수중촬영 결과 SPF공법으로 보강한 구조물의 침하, 파손, 이탈 등의 변형이 진행된 것으로 나타나 이에 대한 대책이 필요할 것으로 판단됨.



## 1.6 하상변동 평가

### 1.6.1 하상변동 현황

#### □ 하상변동 예측

##### ○ 설계 시 하상변동 예측

- 4대강 사업 후의 하상변동 예측을 위하여 1차원모형 또는 2차원모형을 적용하였고, 강천보를 포함한 9개 보 구간은 두 모형을 모두 적용하여 하상변동의 장·단기예측 실시

<표 1-6-1> 보별 하상변동 예측 현황

수 계	보 명칭	구간 길이 (km)	준설량 (백만m <sup>3</sup> )	하상변동모형		검 토 내 용		
				1차원	2차원	현상태	단기	장기
한 강	이포보	17.5	14		○	○	○	○
	여주보	10.2	14		○		○	
	강천보	9.0	9	○	○	○	○	○
낙동강	창녕함안보	15.1	21		○	○	○	○
	합천창녕보	8.0	16	○	○		○	○
	달성보	6.2	15		○	○	○	○
	강정고령보	18.6	30	○	○		○	○
	칠곡보	9.2	12	○	○	○	○	○
	구미보	38.0	23	○	○	○	○	○
	낙단보	21.2	19	○				○
금 강	상주보	13.1	14	○	○	○	○	○
	백제보	7.8	3	○	○	○	○	○
	공주보	26.3	10	○	○	○	○	○
영산강	세종보	17.3	10	○	○	○	○	○
	죽산보	13.3	8	○			○	○
	승촌보	12.2	3	○		○	○	○

#### □ 하상변동 현황

##### ○ 준설골재 처리 현황

- 준설되어진 골재는 각 지자체별로 판매하여 해당 지자체 수입으로 사용되어질 수 있도록 하였는데, 23개 지자체 가운데 14개 지자체는 매각을 완료

<표 1-6-2> 수계별 준설골재 처리현황

구분	지자체	준설골재 현황(천m <sup>3</sup> )			예상수익(억원)	
		대상량	판매량	비율(%)	전 체	현 재
한 강	여 주	35,241	5,464	16	1,034	27
	충 주	531	531	100	6	6
	소 계 (2)	35,772	5,995	17	1,040	33
낙동강	창 원	2,595	2,595	100	151	151
	밀 양	5,295	5,139	97	271	294
	창 녕	6,142	6,142	100	331	336
	함 안	1,151	1,151	100	66	66
	의 령	784	784	100	26	26
	합 천	1,286	1,286	100	68	68
	달 성	1,826	1,826	100	82	82
	고 령	1,890	1,890	100	132	135
	성 주	1,422	1,302	92	83	76
	칠 곡	4,451	3,836	86	245	194
	구 미	7,790	5,114	66	118	80
	상 주	6,430	2,307	36	356	71
	문 경	533	408	77	29	25
	의 성	300	300	100	4	4
	예 천	4,519	1,795	40	107	8
	안 동	1,037	1,037	100	30	30
소 계(16)	47,451	36,912	78	2,099	1,646	
금 강	공 주	7,587	7,587	100	198	200
	부 여	3,132	2,970	89	142	161
	세 종	2,035	2,035	100	55	55
	청 양	254	254	100	6	6
	소 계 (4)	13,008	12,666	98	401	422
영산강	나 주	927	927	100	17	17
전 체	(23)	97,158	56,500	58	3,557	2,118

○ 2011년~2013년 분류 사업구간 퇴적량 추정

- 4대강 사업이 종료된 이후의 2011년부터 2013년까지의 보 사업구간에서의 퇴적량은 전체적으로 약 18.9백만m<sup>3</sup>에 이르는 것으로 추정

<표 1-6-3> 수계별 본류 사업구간 퇴적량(추정, '11~'13)

수 계	누가거리 (km)	저수로 체적 (백만m <sup>3</sup> )		체 적 차	
		2011년	2013년	퇴적량(백만m <sup>3</sup> )	비율(%)
한 강	36.7	113.6	110.5	3.1	2.8
낙동강	252.8	924.2	913.3	10.9	1.2
금 강	70.8	152.1	147.5	4.6	3.0
영산강	43.1	68.1	67.8	0.3	0.4
전 체	403.4	1,258.0	1,239.1	18.9	1.5

○ 지천 합류부 하상유지공 현황

- 4대강 사업에 의한 본류의 하상변동에 의하여 일부 지류하천의 합류부에서 침식이 발생한 것으로 나타났으며, 피해가 발생한 하천을 포함하는 거의 대부분의 지류하천 합류부에는 하상보호공이 설치되었거나 설치 중

<표 1-6-4> 수계별 지천 합류부 하상유지공 현황

수 계	하 천 명	적 용 공 법	현장조사	
			1차	2차
한 강	청미천, 연양천, 섬 강, 간매천, 가정천	주머니형 호안, 잡석	○	○
	계장천	목재 방틀, 사석	○	○
	금사천, 용담천	시트파일+매트리스+게비온	○	○
	금당천	섬유돌망태, 게비온매트리스	○	○
	한 천	경사낙차공	○	○
	후포천, 신내천	시트파일+스톤매트리스	○	○
낙동강	공덕천, 말지천, 위 천, 증수천, 영 강, 병성천, 장 천, 대포천, 소감천	사석매트리스	○	○
	생송천, 구봉천, 옥관천	사석매트리스+콘크리트지주	○	○
	동산천, 신곡천, 주아천, 초곡천, 신 천	게비온매트리스	○	○
	습문천	사석보호공+돌쌓기	○	○
	한 천, 이계천	사석매트리스, 철선 돌망태	○	○
	광암천, 백 천	사석+지주목+게비온옹벽	○	○
	반지천, 동정천, 금호강, 신 천, 주천강	사석보호공	○	○
	용호천, 현풍천, 차 천	사석매트리스+게비온옹벽	○	△
	토평천, 회 천, 덕곡천, 황 강, 신반천	사석+지주목	○	○
	계성천, 하내천, 길곡천, 수산천, 광려천, 이령천	자연석 여울형 낙차공	○	○
	감 천	콘크리트 낙차공+발파석	○	○
	무명천, 금산천	사석보호공+게비온매트리스	○	○

금 강	삼성천	계비온매트리스	○	○
	용수천	전석+사석	○	○
	원봉천, 도남천, 마암천, 왕촌천, 협지천, 제민천, 박산천, 검상천, 용성천, 운곡천, 중평천, 자왕천, 가종천, 석장천, 무릉천, 월송천, 유구천, 보흥천, 어 천, 치성천, 지 천, 잉화달천	사석 하상유지공	○	○
	왕포천, 은산천, 금 천, 장암천, 북고천	필터매트+사석	△	○
	정안천, 도 천	자연석 철망형 하상유지공	○	○
	영산강	광주천	콘크리트 바닥공	○
	지석천	하상경사 완화, 법면 사석	○	○
	오강천, 영산천, 봉황천, 장성천, 니주천	사석 부설	○	○
	황룡강, 평동천	목재형 방틀, 사석 호안	○	○

## 1.6.2 위원회 조사평가 결과

### □ 과업의 범위

- 4대강 사업의 16개 보 구간에 대한 하상변동 예측의 적절성
- 4대강 사업 준설계획의 적절성
- 지류하천 합류부 침식 발생의 규모 및 원인 조사

### □ 과업의 내용

- 하상변동 예측의 적절성
  - 하상변동 예측기법의 적절성 평가
  - 사업 전, 후의 하상변동 검토
  - 평형하상고에 대한 검토
  - 하상변동 조절대책에 대한 평가
- 하천 준설계획의 적절성
  - 사업 시 준설계획의 적절성 평가
  - 사업 후 준설계획의 적절성 평가
  - 준설에 따른 하상변동의 영향 평가
  - 준설량을 고려한 유지관리비 평가

## ○ 지류하천 합류부 침식 발생의 규모 및 원인

- 지류하천 합류부 침식 현황 및 유지관리 현황 조사
- 지류하천 합류부 침식 발생원인 및 대책 점검

## □ 과업내용의 평가결과

### (1) 하상변동 예측의 적절성

#### ○ 하상변동 예측기법의 적절성 평가

- 4대강 사업 후의 하상변동 예측을 위하여 1차원모형 또는 2차원모형을 적용하였고, 강천보를 포함한 9개 보 구간은 두 모형을 모두 적용하여 하상변동의 장·단기예측을 실시한 것으로 나타났으나, 이러한 예측은 각 보 건설구간별로 실시되었으며 모니터링 자료가 제시되지 않아 그 내용에 대하여는 검토가 불가능하였음.
- 4대강 하천의 적절한 하상변동 예측을 위하여 합류하는 지천을 포함하는 전체 하천구간에 대하여 수행되어야 하나, 각 공사구간별로 개별적으로 검토가 이루어진 것으로 나타나 그 예측결과에 대한 신뢰성은 낮은 것으로 판단됨.

#### ○ 사업 전, 후의 하상변동 검토

- 4대강 사업으로 수행되어진 준설량은 4.45억 $m^3$ 이며, 본류와 일부 지류를 포함하여 이루어진 준설은 낙동강에서 48개 공구에 걸쳐 3.32억 $m^3$ 을 준설하여 가장 많은 준설이 이루어진 것으로 나타남.
- 준설되어진 골재는 각 지자체별로 판매하여 해당 지자체 수입으로 사용되어질 수 있도록 하였는데, 23개 지자체 가운데 14개 지자체는 매각을 완료한 상태이나, 여주시를 포함한 9개 지자체는 판매처를 확보하지 못하여 아직 매각을 완료하지 못하였고 여주시가 가장 적은 16%만을 매각한 것으로 나타남.
- 4대강 사업으로 인하여 실시되어진 준설은 하천폭을 따라 일정한 깊이만큼씩 일률적으로 준설하여 하상의 가장 깊은 부분이 더 깊어지게 되는 것이 아니라, 하천변을 포함하는 비교적 높게 형성되어진 하상 부분에서 이루어진 것으로 나타남.

## ○ 평형하상고에 대한 검토

- 장래의 하상변동이 안정된 상태에 도달하는 경우의 하상고를 나타내는 평형 하상고를 검토하여 앞으로의 추가적인 하상변동 상황을 예측할 수 있으나, 본 사업에서는 그에 대한 검토가 이루어지지 않은 것으로 나타남.
- 하상변동 예측 시 사업구간별로 예측모형이 별도로 적용되어 평형하상고를 검토하는 것은 불가능하였을 것으로 판단되며, 앞으로의 하상변동을 관리하기 위하여 사업 후의 하천 측량자료를 활용하여 합류하는 지천을 포함하는 전체 하천구간에 대한 모형 적용을 통하여 이에 대한 추가적인 검토가 필요할 것으로 판단됨.

## ○ 하상변동 조절대책에 대한 평가

- 기존의 사업관련 자료들을 확인한 결과, 4대강 사업 이후의 하상변동 조절 대책은 제시된 바 없는 것으로 나타났으며, 최근에 '하천변화 모니터링 및 매뉴얼 개선방안 연구'가 진행 중이므로 하상변동 조절대책을 포함하는 유지관리계획이 마련되기를 기대함.

## (2) 하천준설계획의 적절성

### ○ 사업 시 준설계획의 적절성 평가

- 준설토 처리계획은 오토 준설, 저수로 준설, 하도 굴착, 사토 처리 등으로 구분하여 마련되었고, 모든 사업 공구에서 육상준설과 수중준설을 병행하도록 계획되었으며, 오토의 경우는 우선적으로는 건축, 토목공사의 성토재나 농지, 저지대, 연약지반의 복토제로 활용하는 것으로 하였으며 재활용이 불가능한 준설토는 폐기물 관리법에 따라 처리하는 것으로 계획하는 등 준설토 처리계획은 적절하였던 것으로 판단됨.

### ○ 사업 후 준설계획의 적절성 평가

- 4대강 사업이 이루어진 이후의 하상변동은 공사가 마무리되어진 2011년부터 매년 하천측량을 통하여 조사되고 있으나, 2012년과 2013년에 이루어진 하천측량은 주요 지점에 국한하여 저수로 구간에 대해서만 실시되었으며, 2012년의 조사지점과 2013년의 조사지점이 서로 상이하여 이를 통한 하상변동을 검토하는 데는 많은 어려움이 존재하였음.

- 하천측량이 비교적 세밀하게 이루어진 2011년의 측량자료를 기본으로 하여 2012년까지의 저수로 단면적 변화량과 2013년까지의 저수로 단면적 변화량을 각각 분석하여 비교하였는데, 2013년까지는 각 단면별로 평균 1.65%의 퇴적이 발생한 것으로 나타났으나 2012년까지는 평균 1.56%의 퇴적이 발생한 것으로 나타나 사업 종료 후에 많은 퇴적이 발생하였으나 이후에 조금씩 감소하고 있는 것으로 추정할 수 있었음.
- 사업 후의 하상변동에 대하여 검토한 결과, 영산강 일부 구간을 제외하고는 거의 전 사업구간에서 퇴적이 우세하게 발생한 것으로 나타났으며, 금강 수계의 경우가 2011년 대비 저수로 단면적의 3.0%로 가장 많은 퇴적이 발생하였으며 영산강 수계의 경우는 가장 변동이 적어 2011년 대비 0.4%의 단면 변화가 발생한 것으로 나타남.
- 4대강 사업이 종료된 현재의 시점에서는 사업 후의 퇴적량에 대한 추가적인 준설계획을 가지고 있지는 않은 것으로 검토되었으며, 사업이 이루어진 4대강 하천의 종합적인 평가 결과 등을 반영하고 수리특성에 대한 전반적인 진단이 이루어진 이후에 추가적인 준설계획에 대한 논의가 진행되는 것이 바람직할 것으로 판단됨.

#### ○ 준설에 따른 하상변동의 영향 평가

- 4대강 사업구간에서는 준설에 의하여 하상의 단면적이 증가하게 되었고, 보의 운영으로 인한 정체현상 등으로 하천의 유속이 감소하게 되어 상류의 유사가 거리가 먼 하류까지 이동하기는 힘든 상황으로 변화된 것으로 판단됨.
- 4대강 사업 이후에 주로 퇴적이 많이 발생한 지점은 지류가 합류되어진 직하류 지점과 과거부터 하천 폭이 상대적으로 좁아 빠른 유속에 의하여 하상이 깊게 형성되어진 지점들이었는데, 지천의 상대적으로 빠른 유속에 의하여 이동되어진 유사가 분류에 유입된 후에는 상대적으로 느린 유속에 의하여 더 이상 유하하지 못하고 퇴적되며, 이전의 빠른 유속에 의하여 상대적으로 하상이 깊게 유지되었던 구간은 역시 유속의 저하로 인하여 하상이 조금씩 메워지고 있는 현상으로 판단됨.
- 하상변동 검토가 이루어진 각 사업구간에서는 평균적인 하상경사는 크게 변화되지 않은 것으로 나타났으며, 측량이 이루어진 지점별로 퇴적과 세굴이 동시에 발생하고 있어 보다 신뢰성 있는 하상변동 결과를 얻기 위해서는 추가적인 세밀한 하천측량이 실시되어야 할 것으로 판단됨.

### ○ 준설량을 고려한 유지관리비 평가

- 4대강 사업이 종료된 이후의 하천 본류 사업구간에서의 2011년부터 2013년 까지 퇴적량은 약 18.9백만 $m^3$ 에 이르는 것으로 추정되었는데 이는 대상구간의 4대강 사업 실제 준설량의 1/12 정도에 달하며 2011년 대비 저수로 단면적의 1.5%가 감소된 양으로서, 6,000원/ $m^3$ 의 준설단가를 적용하였을 경우에 준설 비용으로 약 1,130억원이 소요될 것으로 판단되었으나, 현재의 시점에서는 하천의 유지관리를 위하여 퇴적토를 다시 준설하는 준설계획에 대한 논의는 적절하지 않은 것으로 사료됨.

### (3) 지류하천 합류부 침식 발생의 규모 및 원인

#### ○ 지류하천 합류부 침식 현황 및 유지관리 현황

- 4대강 사업에 의한 본류의 하상변동에 의하여 일부 지류하천의 합류부에서 침식이 발생한 것으로 나타났으며, 피해가 발생한 하천을 포함하는 거의 대부분의 지류하천 합류부에는 하상보호공이 설치되었거나 설치중인 것으로 확인되었으나 이의 안정화를 확인하기 위하여 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 판단됨.
- 한강 수계에서는 이포보 지류 전북교 유실과 금당천, 금사천, 용담천 등의 하상보호공이 유실된 것을 확인할 수 있었으며 4대강 감사결과를 반영하여 보수가 완료되었으나, 2013년 7월 23일의 호우에 의하여 금사천, 용담천, 신내천, 후포천 합류부에 피해가 발생하여 다시 복구가 진행되고 있으며, 간매천과 금당천에서는 하상유지공에 설치된 일부 사석의 이탈이 관측되어 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 판단됨.
- 낙동강 수계의 경우는 신천, 무명천, 하내천, 계성천, 회천, 신반천, 토평천, 현풍천, 금호강, 신천, 백천 등의 하상유지공은 일부 유실이 확인되었으며, 감천, 옥관천의 하상유지공은 홍수로 인하여 유실된 후 보강공사가 진행 중이었음.
- 금강 수계에서는 자왕천 하상보호공 유실과 지천 합류부 침식은 확인되었으며, 검상천과 가중천의 경우는 이탈된 사석 일부를 보강한 것으로 확인되었으나, 지천 합류부의 세월교 지점의 침식은 만곡부 좌안 수층부 지점으로서 하안침식으로 판단됨.
- 영산강 수계의 경우는 봉황천 합류부의 사석이 유실되었으나 보강이 이루어졌으며, 지석천 합류 지점의 보행교량 부근의 법면 사석 일부 이탈과 침식이 발생하고 있는 것으로 확인되어 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 판단되나, 나머지 하천은 침식에 대한 특별한 사항을 발견할 수 없었음.



○ 지류하천 합류부 침식 발생원인 및 대책 점검

- 지류와 본류의 합류부에서는 하상이 급격하게 변하거나 단차가 발생하는 경우에 지류 합류부에서 침식이 발생할 수 있으며, 이를 방지하기 위하여 하상유지공이 필요한데 사업이 이루어진 전 지류 합류부를 현장 조사한 결과 침식이 우려되는 모든 지점에서 적절한 하상유지공이 이미 설치되었거나 시공 중이었음.
- 대부분 지천에서는 유사 공급량이 많아 본류 합류부에서는 퇴적이 예상되며 이로 인한 통수단면적의 변화가 발생할 수 있으므로 지천 합류부에서는 유사량 조사를 비롯한 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 판단됨.

## 2.1 보와 수심증가가 수질에 미치는 영향 분석

### 2.1.1 과업배경

- 4대강사업의 계획단계에서 수질을 예측하기 위하여 수질모델링을 이용하였다. 이 모의결과의 타당성에 관한 의문이 제기되고 있어 적절히 예측되었는지 검증이 필요함.
- 4대강사업에는 보, 준설, 하수처리강화, 등 수질에 미치는 영향이 다른 다양한 사업들이 포함되어 있으므로 각각의 사업들의 효과를 분리하여 평가할 필요가 있음.
- 보와 수심증가는 수체의 체류시간을 변화시켜 수질에 큰 영향을 줄 가능성이 있는 것으로 적시되었으므로 이를 확인할 필요가 있음.

### 2.1.2 위원회 조사평가 결과

#### □ 과업의 내용

- 4대강사업 이전과 이후의 수질변화 분석
  - 사업기간 중에는 탁수로 인한 교란이 있으므로 사업 이전과 이후의 수질 자료를 비교하여 실제로 일어난 변화를 분석
- 4대강 수질모델의 적절성을 평가하고 왜곡됨이 없이 수질을 예측하였는지 확인함
- 각 사업요소가 수질에 미치는 영향을 분리하여 평가
  - 수심증가, 보의 수위변동, 하수의 인제거, 수변경작금지 등의 요인의 영향을 수질모델을 이용하여 시나리오 분석기법에 의해 평가

## □ 조사결과

### (1) 보 건설 전/후 수질의 공간적 변화 및 시계열적 변동성 평가

#### ○ 보 인근 상류지점의 수질항목별 공간 변동성 평가

- 수질측정 데이터 공간변동성을 살펴본 결과, 수평방향으로 수질과 식물플랑크톤 밀도의 차이가 있어 채수지점 선정에 따라 다른 수질농도를 나타낼 수 있음을 시사함. 바람에 따라 표면의 식물플랑크톤이 풍하측으로 밀집되는 현상 때문인 것으로 판단됨. 따라서 혼합 채수법을 이용한 수질 데이터는 시계열 변동성 분석에 이용하기에 적절한 데이터로 판단됨.
- 4대강 권역의 시공간적 분석 결과, 도심하천과 대형하수처리장 방류수가 합류하는 지점을 기점으로 4대강 사업 전/후 수질의 변동성이 다르게 나타나 하수처리장 방류수의 수질에 의해 영향을 크게 받는 것으로 판단됨.

#### ○ 4대강 사업 전/후 보 상류 구간 수질 변화 비교

- 대체로 4대강 사업 후 한강, 낙동강, 금강에서는 BOD와 Chl-a의 중앙값이 감소하였으나, 낙동강 칠곡보 상류수역의 보에서는 BOD가 증가하였음. 영산강에서는 Chl-a 가 증가하였는데 이는 하수인제거사업으로 인의 농도가 크게 감소하였음에도 영산강의 인농도가 아직 조류 성장에 충분할 만큼 높기 때문인 것으로 판단됨.
- 16개 보 인근 상류지점 전체적으로 수질 항목별 변동성을 살펴볼 때, 총인 농도가 4대강 사업 후 많은 보 인근 상류지점에서 통계학적으로 유의하게 감소함. 하지만 낙동강 상류부에 위치한 상주보, 낙단보, 구미보 인근 상류 지점에서는 오히려 4대강 사업 후에 증가한 경향이 나타났는데, 보 인근 상류지점의 수질에 영향을 미치는 하수처리장 방류수의 수질 변화에 따른 영향이 평가되어야 함.
- 영산강 승촌보 인근 상류지점을 대상으로, 승촌보 상류에 인접한 광주제1 하수처리장과 승촌보 인근 상류지점의 수질을 분석한 결과, 하수처리장 방류수의 BOD, 총질소, 총인 농도가 11 km 아래에 위치한 승촌보 구간의 수질과 상관성을 보임. 이는 승촌보 구간의 수질이 상류에 인접한 대형하수처리장 방류수 수질의 영향을 많이 받음을 시사함.

## (2) 4대강 수질예측 모델의 적절성 평가

### 1) 모델 선정 및 경계조건의 적합성

#### ○ 모델 선정

- EFDC 모델은 보 설치에 4대강 본류 수질에 미치는 영향을 모의할 수 있는 적합한 모형을 선정한 것으로 판단되나, 수심평균 모델 (1-layer)을 적용하여 성층현상을 모의하기 위해서는 1-layer라는 자체적인 한계를 가지고 있음. 따라서 수심이 깊은 보 인근 상류지점의 Chl-a 농도 예측 수행능력이 다른 수질 인자 예측에 비해 낮게 나타남. 따라서, 이를 보완하기 위하여 현재 구축된 단일 Layer를 다중 Layer로 재구축하여 보 인근 상류지점에서 관찰되는 성층현상 반영하여 모델의 수질 예측 수행능력을 향상시킬 수 있는 연구개발이 필요함.

#### ○ 모델의 경계조건

- 마스터플랜 수립당시 국립환경과학원에서 구축한 4대강 EFDC 모델의 공간적 경계조건 설정 방법을 검토한 결과, 모델의 공간적 범위는 준설 및 보 건설의 영향 권역을 모두 포함하며 하상고 또한 실측자료와 계획단면도를 이용하여 적합한 것으로 판단됨.
- 마스터플랜 수립 당시 구축한 시나리오는 미래 상황을 설정하는데 있어서 실질적으로 적용하기 어려운 시나리오들을 모의할 수밖에 없는 한계가 있었음.
  - 미래 수질예측 입력자료 중 기산조건 시나리오는 실제 기상변화를 반영할 수 없는 한계가 존재하므로 실측결과와 상이할 수 있었음.
  - 총인저감사업은 계획보다 부족한 사업수행을 진행하였으므로 결론적으로 삭감량이 더 많도록 입력되었음.
  - 증고저수지 방류시나리오는 현실적으로 불가능한 시나리오를 적용하여 수질 변화를 예측하기에 무리가 있었음.
  - 보 수위 조절 시나리오 역시 실제 환경변화(양수장 취수위치 변화 등)를 면밀히 고려하지 못해 실현 불가능한 시나리오로 판단됨.
- 수질모델에 사용된 입력조건 및 매개변수 적합성 평가 -모델에 입력된 기상, 수질, 수량 경계조건은 마스터플랜 수립당시 실측자료를 적용하여 적합한 것으로 판단되나, 2012년 오염부하 예측에는 계획된 사업이 모두 수행된다는 가정 하에 부하량을 적용하여 실제 부하량보다 다소 삭감된 부하량을 적용함.

- 수질의 시공간적 변동을 예측하는데 사용된 매개변수 - 문헌의 범위 내에서 이론적으로 타당한 값으로 평가되며 예측항목인 BOD와 총인 농도 보정 방법 또한 지점별로 오차를 줄이고 연계된 타 수질항목의 보정을 수행하였으므로 검/보정을 타당히 진행하였다고 판단됨.

## 2) 수질예측 모의결과 정확성 검토 - 수질예측 결과 분석

- 4대강 사업 후 1년 동안 기상, 중권역 수질, 보 인근 상류지점의 조류종별 셀 수 등을 실측한 자료를 활용하여 2013년도를 기준으로 수질예측 모델을 구축함.
- 수질 예측 결과는 8개 수질항목 실측자료의 시공간 변화를 적절하게 재현함. 따라서, 시나리오를 적용하여 수질에 영향을 미치는 요소별로 시나리오를 구축하여 모의하는데 적합한 모델로 판단됨.
- 낙동강은 타 권역에 비해 보 인근 상류지점의 수심이 깊음에도 불구하고, 수심방향으로 수심평균모델(1-layer) 모델을 적용하여 보 인근 상류지점의 수온 성층현상과 조류에 의한 수화(수면에 밀집하는 현상)를 모의하는데 한계가 있다고 판단됨. 따라서 Chl-a 농도 값을 이용하여 산정되는 BOD 또한 모의의 한계가 따름. 또한, 타 권역에 비해 보 구조물이 8개로써 두 배 이상 많이 설치되어 있는 상황을 모델 훈련에 모두 반영하여 수질예측을 수행하면 불확정성이 증가할 것으로 판단됨.

## 3) 시나리오 분석에 사용된 기상 입력자료의 대표성 검증

- 본 연구에서는 모델링과 시나리오 분석을 위하여 2013년의 기상조건을 입력 자료로 사용하였음.
- 최근 2003~2012년 10년 평균 기상조건과 4대강 사업 이후인 2012, 2013, 2014년의 월평균 기상조건을 비교 해 볼 때, 2013년 기상조건은 과거 10년 평균 표준편차를 크게 벗어나지 않으면서 최근에 나타나는 고온 가뭄조건이 반영되는 기상조건이므로 대표성이 있다고 판단됨.
- 해당 모델의 필요한 경계조건 자료는 실측된 자료를 기반으로 적절히 반영됨. 또한, 입력자료 중 수질 예측을 위한 매개변수 값은 이론적인 범위 내에서 타당하게 산정됨. 하지만, 마스터플랜 수립 당시 시나리오 설정에는 2012년을 상황을 예측하여 반영하기에 다소 무리한 설정을 하였으므로, 향후 변화되는 기상조건과 보 운영관리에 따른 수질예측 모의는 보다 면밀한 검토를 거친 후 현실적인 시나리오를 구축하여 모의하여야 함.

### (3) 각 사업요소가 수질에 미치는 영향 분석 시뮬레이션 결과

- 4대강 사업에는 여러 가지 요소가 복합적으로 영향을 미치고 있으므로 각 사업 요소를 분리하여 영향을 평가할 필요가 있음.
- 보에 의한 수체의 확대는 희석에 의한 수질개선효과는 없음. 유입수의 수질이 동일하며 희석할 수 있는 양질의 물이 추가되지 않는다면 희석 효과는 없음. 수심이 증가하는 것은 침강한 부유물질과 조류가 재부유하는 것을 억제하여 인이 보 내에 침강되고 하류로 유출되는 양을 감소시켜 하류의 수질이 개선되는 효과를 가짐. 반면에 수심증가는 조류의 형태가 부착조류에서 식물플랑크톤으로 변화하게 하여 수층의 유기물, 조류, BOD 등의 증가를 초래함. 체류시간이 증가하면 외부기원 유기물(BOD)가 분해되어 하류로 유출되는 양을 감소시킬 수 있으나 수체 내에 식물플랑크톤이 증가하여 자체 생성 BOD가 증가하는 효과를 가짐. 하수의 인제거는 식물플랑크톤의 최대성장량을 제한하는 요소로서 부영양화와 조류 번성을 근본적으로 저감하는 사업임.
- 사업요소별 보 인근 상류지점의 수질변동에 미치는 영향을 분석하기 위해 <그림 1>과 같이 시나리오를 구축함. 2013년 실제조건에서 모의된 수질을 비교의 기준(Control)으로 설정하고 각 시나리오 조건에 따른 모의결과를 2013년도의 결과와 비교하였음.



<그림 2-1-1> 사업요소별 시나리오 구성도

## 1) 한강 권역의 보에서 사업요소별 수질에 미치는 영향

- 강천보, 여주보, 이포보 상류지점에서 보/준설에 의해 BOD와 Chl-a가 증가.
- 강천보, 여주보 이포보 상류지점에서 총인저감사업에 의해 인 농도가 유의하게 감소하였음.

<표 2-1-1> 한강 권역의 보 인근 상류지점 Control 중위값을 비교기준으로 각 시나리오별 수질 농도 증감변화율 산정 결과 (단위: BOD, 총인: mg/L, Chl-a: mg/m<sup>3</sup>)

가상 시나리오 모의조건		4대강 사업의 보 건설 및 준설 사업을 하지 않았다면		총인저감사업을 하지 않았다면		여름철 보 관리수위를 4대강 사업 전 수준으로 낮추어 운영한다면		갈수기에 증고저수지 추가 확보량을 방류한다면	
						보   수질안자			
강천 보	BOD	-0.029	감소	0.001	-	-0.004	-	0.000	-
	Chl-a	-0.637	감소	0.126	-	-0.104	-	0.000	-
	총인	0.000	-	0.006	증가	0.000	-	0.000	-
여주 보	BOD	-0.039	감소	0.017	-	-0.008	-	0.001	-
	Chl-a	-0.840	감소	0.209	-	-0.173	-	0.000	-
	총인	0.000	-	0.005	증가	0.000	-	0.000	-
이포 보	BOD	-0.051	감소	0.015	-	-0.009	-	-0.001	-
	Chl-a	-1.442	감소	0.293	-	-0.303	-	-0.007	-
	총인	0.000	-	0.005	증가	0.000	-	-0.001	-

## 2) 낙동강 권역의 보에서 사업요소별 수질에 미치는 영향

- 낙동강의 8개 보 모두에서 BOD와 Chl-a 가 유의하게 감소하는 조건은 “보/준설 無”인 것으로 분석되었음. 보를 만들고 수위를 높여 체류시간을 증가시킨 것이 수질악화의 주요 요인인 것으로 평가됨.
- 상주보에서는 수위저하가 BOD와 Chl-a를 감소시킬 것으로 예측되었으나, 강정고령보와 창녕함안보에서는 수위저하가 오히려 BOD와 Chl-a를 증가시키는 것으로 평가됨.
- 총인 농도는 하수의 인제거사업의 효과에 의해 6개 보에서 감소한 것으로 나타남.

<표 2-1-2> 낙동강 권역의 보 인근 상류지점 Control 중위값을 비교기준으로 각 시나리오별 수질 농도 증감변화를 산정 결과 (단위: BOD, 총인: mg/L, Chl-a: mg/m<sup>3</sup>)

보	가상 시나리오 모의조건   수질인자	4대강 사업의 보 건설 및 준설 사업을 하지 않았다면		총인저감사업 을 하지 않았다면		여름철 보 관리수위를 4대강 사업 전 수준으로 낮추어 운영한다면		갈수기에 증고저수지 추가 확보량을 방류한다면	
상주보	BOD	-0.426	감소	0.017	-	-0.131	감소	-0.009	-
	Chl-a	-9.394	감소	0.444	-	-2.461	감소	-0.200	-
	총인	0.007	증가	0.004	증가	0.001	-	0.000	-
낙단보	BOD	-0.756	감소	0.023	-			-0.015	-
	Chl-a	-14.96	감소	0.364	-			-0.295	-
	총인	0.007	증가	0.001	-			0.000	-
구미보	BOD	-0.937	감소	0.019	-			-0.005	-
	Chl-a	-14.56	감소	0.326	-			-0.010	-
	총인	0.007	증가	0.001	-			0.000	-
칠곡보	BOD	-0.304	감소	0.011	-			-0.012	-
	Chl-a	-8.853	감소	0.103	-			0.021	-
	총인	0.004	-	0.023	증가			-0.001	-
강정 고령보	BOD	-0.374	감소	0.038	-	0.341	증가	-0.001	-
	Chl-a	-13.49	감소	0.574	-	2.722	증가	-0.022	-
	총인	0.004	증가	0.019	증가	-0.009	감소	0.001	-
달성보	BOD	-0.224	감소	0.032	-			0.004	-
	Chl-a	-5.418	감소	1.051	-			0.188	-
	총인	0.011	-	0.029	증가			0.006	-
합천 창녕보	BOD	-0.205	감소	0.021	-			-0.001	-
	Chl-a	-8.887	감소	0.828	-			0.419	-
	총인	0.006	-	0.026	증가			0.000	-
창녕 함안보	BOD	-0.257	감소	0.011	-	0.204	증가	-0.001	-
	Chl-a	-10.69	감소	0.009	-	4.106	증가	-0.225	-
	총인	0.001	-	0.013	증가	-0.009	감소	0.000	-

### 3) 금강권역의 보에서 사업요소별 수질에 미치는 영향

- 공주보에서는 보와 준설에 의해 BOD와 Chl-a가 증가한 것으로 나타났고 세종보와 백제보에서는 조류가 감소한 것으로 평가됨.
- 총인 농도는 세 개의 보에서 모두 인제거사업에 의해 크게 감소하였음.



<표 2-1-3> 금강 권역의 보 인근 상류지점 Control 중위값을 비교기준으로 각 시나리오별 수질 농도 증감변화율 산정 결과 (단위: BOD, 총인: mg/L, Chl-a: mg/m<sup>3</sup>)

보	가상 시나리오 모의조건   수질인자	4대강 사업의 보 건설 및 준설 사업을 하지 않았다면		총인저감사업을 하지 않았다면		여름철 보 관리수위를 4대강 사업 전 수준으로 낮추어 운영한다면		갈수기에 증고저수지 추가 확보량을 방류한다면	
세종보	BOD	0.082	-	0.038	-			0.032	-
	Chl-a	2.578	증가	-0.011	-			-0.077	-
	총인	0.003	-	0.064	증가			0.001	-
공주보	BOD	-0.273	-	0.023	-	-0.041	-	-0.102	-
	Chl-a	-6.194	감소	0.350	-	-1.406	-	-0.957	-
	총인	0.009	증가	0.063	증가	0.000	-	-0.001	-
백제보	BOD	0.095	증가	0.280	-	-0.089	-	-0.014	-
	Chl-a	6.752	-	11.00	증가	-0.046	-	-0.207	-
	총인	0.011	증가	0.008	-	0.000	-	0.001	-

#### 4) 영산강 권역의 보에서 사업요소별 수질에 미치는 영향

- 승촌보와 죽산보 상류지점에서 보와 준설이 BOD와 Chl-a를 크게 증가시킨 요인임.
- 승촌보와 죽산보 상류지점에서 총인저감사업과 보/준설이 총인농도를 감소시키는 요인임.

<표 2-1-4> 영산강 권역의 보 인근 상류지점 Control 중위값을 비교기준으로 각 시나리오별 수질 농도 증감변화율 산정 결과 (단위: BOD, 총인: mg/L, Chl-a: mg/m<sup>3</sup>)

보	가상 시나리오 모의조건   수질인자	4대강 사업의 보 건설 및 준설 사업을 하지 않았다면		총인저감사업을 하지 않았다면		여름철 보 관리수위를 4대강 사업 전 수준으로 낮추어 운영한다면		갈수기에 증고저수지 추가 확보량을 방류한다면	
승촌보	BOD	-1.212	감소	0.151	-	0.032	-	-0.358	-
	Chl-a	-26.92	감소	3.588	-	0.750	-	-3.413	-
	총인	0.018	증가	0.141	증가	0.001	-	-0.001	-
죽산보	BOD	-1.508	감소	0.177	-	-0.010	-	-0.003	-
	Chl-a	-30.10	감소	9.358	-	0.123	-	-0.761	-
	총인	0.006	증가	0.085	증가	-0.001	-	-0.001	-

## 5) 수변 토지이용 변화에 따른 수질 영향 분석

- 4대강 사업으로 낙동강, 금강, 영산강의 하천 면적은 증가하여 제외지의 면적이 줄어든 것으로 예상됨.
- 4대강 사업 후, 낙동강 구미보, 강정고령보, 합천창녕보, 창녕함안보 구간의 하천경계선 내 토지이용은 전,답,임 지목이 줄고 공원과 잡종지 면적이 늘어남.
- 낙동강 4개 보(구미보, 강정고령보, 합천창녕보, 창녕함안보)의 하천경계선 내 토지 면적은 사업 후에 증가하고, 특히 발생원단위가 높은 도로 면적 증가로 인해 사업 후 BOD와 총인의 부하가 사업 전에 비해 107.7%, 1.9% 증가한 것으로 산정됨.
- 하지만, 현재 과대평가되고 있는 '대지'의 원단위와 과소평가되고 있는 '전'의 원단위가 현실화 될 것으로 예상됨. 따라서, 향후 원단위가 개정된다면 사업 후 오염부하량이 앞서 분석된 값보다 감소할 것으로 예상됨.

## (4) 요약

- 4대강 사업 후 한강, 낙동강, 금강에서는 대체로 BOD와 Chl-a의 중앙값이 감소하였으나, 낙동강 칠곡보 상류지역의 보에서는 BOD가 증가하였고, 영산강에서는 Chl-a가 증가하였음.
- 강우 시 유입수 증가에 의하여 보의 수리학적 체류시간이 1~3일 이하로 작아지는 경우를 제외하고는, 수심 7m이상, 수온이 20 ℃이상일 경우에는 성층형성이 가능하고 심층의 산소결핍이 일어날 수 있는 것으로 조사되었음. 여름에 저산소심층수가 일시에 배출되는 경우에는 하류 생태계에 피해를 줄 수 있음.
- 수질과 조류 밀도에 영향을 주는 여러 가지 사업이 복합적으로 영향을 주었음. 보와 준설로 인한 체류시간 증가는 식물플랑크톤을 증가시키는 요소로 작용하였고, 식물플랑크톤의 증가는 BOD증가의 원인이 되는 것으로 평가되었음. 하수의 인제거사업은 하천의 인농도를 크게 감소시켜 수질 개선에 기여한 요소인 것으로 평가됨.
- 하수의 인저감사업은 4대강 사업 이전에 우리나라 하천의 수질개선을 위해 필요한 사업으로 필요성이 인정되어 2008년도부터 추진을 준비 중이던 사업임.
- 영산강 등 일부 수역에서는 아직도 인농도가 녹조현상을 막을 수 있을 만큼 감소하지 않았으며 식물 플랑크톤의 근본적인 감소를 위해서는 앞으로 인농도를 더 낮출 필요가 있음.

- 일부의 보에서 보의 수위를 낮추어 체류시간을 감소시킬 경우 BOD와 식물 플랑크톤 밀도가 감소할 것으로 예측됨.
- 하상 퇴적물은 수질에 영향을 줄 만큼 오염되지 않은 것으로 평가되며, 오염되어 인용출량이 높아진다고 가정하더라도 수질에 미치는 영향이 매우 작은 요소인 것으로 평가되었음.
- 하천변 경작중단은 비점오염원을 감소시켰을 것으로 추정되나 정량적으로 평가할 근거자료가 부족함.
- 농업용저수지의 증고에 의한 하천유지유량 증가는 수질개선효과가 없는 요소인 것으로 평가됨. 저수지에서 하천까지의 유량 도달여부가 확실치 않으며 본류에 도달한다고 해도 수질이 양호하여 수질개선 효과가 있을 가능성이 낮은 것으로 추정되었음.

## 2.2 준설의 환경적 영향 및 보 주변 지하수 환경변화 분석

### 2.2.1 과업배경

#### □ 준설토, 퇴적물 분석 및 준설토 농지 리모델링 활용이 토양·지하수에 미치는 영향 평가

- 4대강사업의 핵심과업 중 하나인 퇴적물 준설의 환경적 타당성에 대한 근본적인 문제가 제기됨.
  - 사업 중 발생한 준설토 및 사업 후의 4대강 하상퇴적물 오염도 조사 결과를 바탕으로 준설의 환경적 타당성 평가 필요
  - 하상퇴적물 내 오염물질의 용출에 따른 수질오염 가능성 평가 필요
- 4대강사업으로 인해 발생한 준설토의 오염 여부와 적정 처리(특히, 농지 리모델링 활용)에 대한 우려가 제기됨.
  - 준설토의 처리, 특히 농지 리모델링 활용이 지하수 오염과 농작물 피해에 영향을 줄 수 있다는 일부 우려가 제기됨. 이에, 환경적 측면에서 준설토 처리가 적정했었는지에 대한 합리적인 평가가 필요

#### □ 보 건설이 지하수 수위 및 수질 변화에 미치는 영향 분석

- 4대강사업으로 인하여 주변 지하수환경의 변화에 따른 피해 우려가 제기됨.
  - 보 건설로 인한 보 주변지역 지하수위 상승 및 준설로 인한 지하수위 저하가 주변지역 지하수환경(수리적 흐름 및 수질 측면)을 실제로 어떻게 변화시켰는지에 대한 평가가 필요함.
  - 보 주변지역의 지하수위 상승이 농경지 침수 등 영농지장을 초래하였는지, 그리고 그 대책은 적절한지에 대한 일부 우려가 제기되어 지하수환경 변화에 대한 과학적인 조사평가가 필요함.

## 2.2.2 위원회 조사평가 결과

### □ 과업의 내용

#### (1) 준설토, 퇴적물 분석 및 준설토 농지 리모델링 활용이 토양·지하수에 미치는 영향 평가

- 4대강 사업 중 발생한 준설토와 사업 이후의 하상퇴적물 오염도 및 용출 특성 평가
  - 준설토 측면에서 4대강 사업의 당위성에 대한 과학적 평가
- 준설토의 농지 리모델링 활용이 토양 및 지하수에 미치는 영향 평가
  - 준설토의 반입으로 인한 농지오염 가능성에 대한 합리적 평가

#### (2) 보 건설이 지하수 수위 및 수질 변화에 미치는 영향 분석

- 4대강 사업 전후 보 건설 및 준설토로 인해 주변 대수층 지하수의 지하수계가 어떻게 변동하였는지를 정량적으로 분석함.
  - 보 상류 및 하류 방향의 지하수위 변동량 정량 평가 및 사례 분석
  - 지하수위 변동에 의해 유발된 지하수 흐름계 및 하천수-지하수 상호작용 변화를 규명
  - 하천수의 유입에 의한 장기적인 지하수 수질 변화를 예측 및 평가

### □ 조사결과

#### (1) 준설토, 퇴적물 분석 및 준설토 농지 리모델링 활용이 토양·지하수에 미치는 영향 평가

##### 1) 활용 자료 및 분석 내용

- 활용 자료
  - 국립환경과학원의 조사보고서(준설토 토양환경 안정성 평가 연구, 보 설치 구간 퇴적환경 조사 및 관리방안 연구)
  - 해외에서의 퇴적물의 환경기준
  - 토양오염 정밀조사 보고서 및 실제 분석평가 자료

○ 분석 내용

- 준설토 및 하상퇴적물, 준설토 리모델링 농지의 오염도 분석 결과를 토대로 준설토 타당성 및 농지오염 가능성을 과학적으로 분석

2) 4대강 사업 중 발생한 준설토와 사업 후의 퇴적물의 일반항목 오염도 평가: 준설토의 환경적 타당성 분석

- 4대강 사업 중 발생한 준설토의 분석 결과(국내 하천 및 호소 퇴적물 제거 사례 기준인 강열감량,  $COD_{sed}$ , T-N, T-P 등)를 활용하여 준설토의 환경적 타당성을 평가함. 다만, 준설토 분석 결과는 '적치장 흙더미 또는 하천보 절단면에서 채취한 준설토 시료의 산술평균값'으로서 사업 이전 하상퇴적토의 심도별 정밀평가 결과는 아님.
- 4대강 사업 후 하상퇴적물의 오염도 평가는 사업 1년 후 각 권역의 보 설치 구간에서 채취한 퇴적물 분석 결과(국내 하천 및 호소 퇴적물 제거 사례 기준인 강열감량,  $COD_{sed}$ , T-N, T-P 등의 산술평균)를 활용하여 검토함.
- 분석 결과, 4대강 사업 1년 이후인 홍수기 전·후 하상퇴적물의 오염도 평가 결과는 대부분 4대강 사업 중 발생한 준설토의 일반항목(강열감량,  $COD_{sed}$  및 T-N) 별 분석범위 이내로 평가됨. 즉, 사업 전후에 하상퇴적물의 환경성에서는 유의한 차이가 없음. 다만, 홍수기 후의 영산강 퇴적물의 T-P 평균 농도는 1,764mg/kg으로서 기존 준설토 사례 평균 T-P(468mg/kg)의 약 4배로 평가됨.
- 국내 퇴적물의 제거사례 기준인 하천공사 표준시방서 및 팔당호, 한강, 대청호의 기존 분석결과와 비교한 결과, 4대강 사업 중 발생한 준설토는 국내 퇴적물 제거사례 기준 이하로 나타남. 다만, 하상퇴적물의 지점별 및 심도별 정밀평가는 수행되지 않음.
- 다만, 사업 완료 1년 후의 하상퇴적물의 일반항목 측정값을 팔당호 퇴적물 제거기준과 비교한 결과, 홍수기 후 영산강 퇴적물의 경우에 T-N과 T-P가 초과되어 부분적으로는 준설토의 환경적 필요성이 있는 것으로 나타남. 따라서 전반적으로 환경적 측면에서 보면 수질 악화를 방지하기 위한 목적의 대규모 준설토는 필요하지 않았던 것으로 나타남.

### 3) 4대강 사업 중 발생한 준설토와 사업 후의 퇴적물의 중금속 오염도 평가

- 국내 하천 및 호소에 적용되는 퇴적물 제거사례 기준에는 중금속 및 유기 오염물질의 가이드라인이 설정되어 있지 않으며, 따라서 중금속 오염 측면에서 준설토의 환경성을 평가할 수는 없음. 이에, 본 평가에서는 국외 퇴적물 기준(Great호 퇴적물 오염기준, 미 해양대기청 환경권고치, 캐나다 온타리오 환경부 퇴적물 환경기준 등)과 함께 농지 리모델링에의 활용을 고려하여 국내 토양오염우려기준(1지역)을 적용하여 평가하고자 시도함.
- 다만, 국외의 퇴적물 환경기준을 적용하는 경우 신중한 해석이 전제되어야 함. 즉, 국외 기준에서 활용되는 퇴적물 중금속 측정(전처리) 방법들은 대부분 국내에서 적용되는 분석방법과 상이하며 또한 국가별 배경농도도 매우 상이함. 따라서 분석 결과를 직접 비교하는 것은 옳지 못함. 검토된 국외 퇴적물 환경기준 중에서는 캐나다 온타리오 환경부의 기준에서의 전처리 방법이 국내 토양오염공정시험법('준설토 토양환경 안정성 평가 연구'에서 적용)과 동일하게 왕수(질산과 염산)를 사용하여 전처리하고 있으나 배경농도의 상이성으로 인해 분석 결과의 직접 비교는 타당하지 못함.
- 우리나라의 중금속 배경농도(국립환경과학원, 2011) 및 국내 토양오염우려기준(1지역)에 의해 오염도를 판단한 결과, 준설토의 중금속의 농도는 토양오염우려기준(1지역) 보다 낮은 것으로 분석됨. 이에, 4대강 사업에서 발생한 대부분의 준설토는 중금속 오염이 기준치 이하였던 것으로 평가됨.

### 4) 4대강 사업 중 발생한 준설토와 사업 후의 퇴적물의 오염물질 용출특성 평가

- 4대강 사업 이후 향후 퇴적물로부터의 오염물질 용출 가능성을 평가하기 위하여 권역별로 조사된 '보 설치구간 퇴적환경조사 및 관리방안연구'(국립환경과학원, 2011~2012) 결과를 평가하였음. 권역별로 분석평가 항목의 차이가 있는데, 한강과 금강권역에서는 퇴적물의 중금속 용출실험을 수행하지 않음. 또한, 용출실험에서 적용된 방법을 비교분석한 결과(표 2-2-1), 운전방식, 수층 구성 용액, 운전조건, 용출률 산정 방법 및 퇴적물 유입량 산정 방법 등에서 권역별로 상이하였음이 확인되며, 따라서 권역별 자료를 단순히 비교평가하는 것은 적절치 못함. 특히, 증류수를 이용하여 용출실험을 수행한 영산강권역의 용출실험 결과는 현장조건을 제대로 모사하지 못하여 실제적으로 수계의 수질악화를 예측하기 어려움.

<표 2-2-1> 하상퇴적물의 용출실험 방법 및 용출률 산정법 비교

권역	실험방법	실험구성	산소조건	분석항목	용출률 계산
한강	반연속식	퇴적물 +하천수	호기성, 혐기성	T-P, PO <sub>4</sub> -P, T-N, NO <sub>3</sub> -N, NH <sub>3</sub> -N	Flux(mg/m <sup>2</sup> /d)
낙동강	회분식	퇴적물 +하천수	호기성, 혐기성	TOC, COD, T-N, T-P	수층농도 비교
금강	반연속식	퇴적물 +하천수	호기성	PO <sub>4</sub> -P	용출속도(mg/d) 용출량, ΔP(mg)
	반연속식, 연속식	퇴적물 +하천수	호기성	T-P	
영산강	회분식	퇴적물 +증류수	호기성, 혐기성	TOC, T-P, T-N, 중 금속	수층농도 비교

- 권역별 용출실험 결과를 용출 시료의 백분율로 정리하면 <표 2-2-2>와 같음. T-P와 NH<sub>3</sub>-N는 한강권역 퇴적물 시료에서 주로 용출하는 경향을 보였음. 금강권역 시료에서는 주로 PO<sub>4</sub>-P가 용출하는 경향을 보였으며, 낙동강권역 시료에서는 TOC가 주로 용출됨. 영산강권역 시료의 경우, 증류수를 이용한 중금속 용출실험 결과, 중금속 용출은 일어나지 않았음. 낙동강권역 퇴적물의 경우 SEM/AVS 비(1 미만)로부터 중금속 용출 가능성은 적은 것으로 평가됨. 본 평가결과는 향후 집중 모니터링 항목설정 에 활용할 수 있음.

<표 2-2-2> 4개권역 하상퇴적물의 용출실험 결과

권역	용출여부	T-N	NH <sub>3</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	T-P	PO <sub>4</sub> -P	COD	TOC	As	Cd	Cu	Pb	Zn	Cr	Ni
한강	용출(%)	42	58	17	50	8									
	흡수(%)	33	42	75	8	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	변화없음(%)	25	0	8	42	50									
낙동강	용출(%)	19			0		44	94	SEM/AVS 비가 1보다 작음 (용출 가능성이 낮음)						
	흡수(%)	62	-	-	94	-	50	0							
	변화없음(%)	19			6		6	6							
금강	용출(%)				0	58									
	흡수(%)	-	-	-	50	33	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	변화없음(%)				50	9									
영산강	용출(%)	17			100			100	0	0	0	0	0	0	0
	흡수(%)	0	-	-	0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
	변화없음(%)	83			0			0	100	100	100	100	100	100	100

### 5) 준설토의 농지 리모델링 활용이 토양 및 지하수에 미칠 영향 평가

- 4대강 사업 중 농지로 반입되어 농지 리모델링에 활용된 준설토[한강(7공구), 낙동강(8-15, 17-37, 39, 40 공구, 안동댐직하류 공구), 금강(1, 3-7 공구), 영산강(1-6 공구, 영산공구, 홍수조절지)]의 토양오염조사 보고서를 수집 분석 하였음(표 2-2-3). 토양오염우려기준(1지역)을 적용한 평가 결과, 농지에 반입된 준설토의 오염도는 토양오염우려기준(1지역) 미만임.



<표 2-2-3> 리모델링 농지 성토재로 반입된 준설토의 오염도 조사결과

권역	지구명	분석기관	토양오염우려기준(1지역) 초과여부
한강	배대보, 양촌	(주)청룡환경	×
낙동강	고방 외 112개 지구	대구보건환경연구원 외 10개 기관	×
금강	분강 외 16개 지구	우송대학교 외 3개 기관	×
영산강	담양 외 7개 지구	전남대학교 외 2개 기관	×

- 4개 권역(한강, 낙동강, 금강, 영산강) 140개 지구의 농지 리모델링 이후에 실시한 토양오염정밀조사 결과(표 2-2-4)에서도 대부분 토양오염우려기준(1지역) 미만임을 확인할 수 있음.

<표 2-2-4> 농지 리모델링 지구의 토양오염 정밀조사 결과

권역	지구명	분석기관	토양오염우려기준(1지역) 초과여부
한강	배대보, 양촌	한국농어촌공사	×
낙동강	고방 외 109개 지구	경상대학교 외 9개 기관	×
금강	분강 외 16개 지구	우송대학교 외 4개 기관	×
영산강	용두 외 5개 지구	순천대학교 외 2개 기관	×

- 오염 준설토 유입에 따른 농지오염이 발생하였다고 문제가 제기된 8개 농지에 대하여 현장조사 및 성토된 준설토 채취를 실시하였음(표 2-2-5). 권역별로 선정된 대표 지구(총 10개 지구)에서 채취한 9개 토양시료의 토양오염우려기준 항목 분석 결과에서는 모든 항목에서 토양오염우려기준(1지역) 미만으로 나타남(표 2-2-6).

<표 2-2-5> 농지 리모델링 지구 별 시료채취 지점

일시	권역	지구명	제기된 문제점	시료채취 지점
2014.05.09	영산강	월호	산성토양	2지점(1112, 1112-1답)
		옥정	강산성, 염분피해	2지점(1185, 1160답)
2014.05.16	금강	용안	산성토양	1지점(795답)
		웅포	산성토양	1지점(1004답)
2014.05.22	낙동강	선산4	투수계수 낮아 습해	1지점(화조리 358)
		신기	투수계수 높아 용수부족	-
2014.05.23	낙동강	화제	흙과 돌 성토, 염분 피해	1지점(3095-3답)
		매리	산성토양	1지점(798-5답)
2014.06.13	한강	배대보	-	-
		양촌	-	-

<표 2-2-6> 농지 현장조사 채취시료의 토양오염도 분석 결과(환경부, 2014)

시 료 명	분석 결과(mg/kg, 단 pH의 경우 단위 없음)											
	카드뮴	구리	비소	수은	납	6가 크롬	아연	니켈	불소	유기인	시안	TPH
월호1112답	0.50	54.7	7.52	0.02	14.4	ND	80.8	19.4	241	ND	ND	ND
월호1112-1답	ND	62.5	7.18	0.01	14.4	ND	82.8	19.0	270	ND	ND	ND
옥정1185답	ND	11.0	6.12	ND	6.7	ND	45.9	9.2	174	ND	ND	ND
옥정1160답	ND	15.8	10.38	0.02	17.5	ND	67.8	17.4	281	ND	ND	ND
용안795답	ND	12.3	7.72	0.02	12.3	ND	57.0	15.7	348	ND	ND	ND
웅포1004답	ND	10.6	3.69	ND	6.3	ND	57.8	13.7	314	ND	ND	ND
화조리358	1.01	11.4	2.69	0.03	7.1	ND	84.4	7.7	355	ND	ND	ND
화제3095-3답	ND	11.9	4.16	0.01	18.9	ND	93.5	11.2	209	ND	ND	ND
매리798-5답	ND	13.3	5.42	0.02	14.4	ND	68.3	11.7	197	ND	ND	ND
토양오염우려 기준(1지역)	4	150	25	4	200	5	300	100	400	10	2	500

\* ND : 불검출

## 6) 요약

- 4대강 사업 중 발생한 준설토 및 사업 이후의 하상퇴적물에 대한 분석 평가 결과, T-N과 T-P가 초과된 사업 후 영산강 보 상류 퇴적물을 제외하고는 대부분 국내 퇴적물 제거사례에서의 기준 이하로 나타남. 따라서 준설토의 환경적 타당성은 과대평가되었으며, 또한 향후 하상퇴적물로 인한 재오염 가능성은 대체로 낮을 것으로 평가할 수 있음. 다만, 하천공사 표준시방서 외에 팔당호, 한강, 대청호 등의 국내 퇴적물 제거사례 기준은 준설토 기준의 목적 또는 근거로서 직접 활용하는 것은 논리적으로 무리임을 명기함.

- 또한, 중금속 항목에 관한 국내 퇴적물 환경기준이 없어 준설의 환경성에 대한 보다 정밀한 평가는 불가능함. 아울러, 특히 하상퇴적물에 대한 지점별 및 심도별 정밀평가가 수행되지는 못하여 준설 깊이를 고려한 준설 타당성 평가는 보류할 수밖에 없음.
- 준설토를 활용하여 성토, 즉 리모델링한 농지의 경우 토양오염이 뚜렷이 나타난 곳은 아직 없음.
- 국내 토양오염우려기준의 오염물질항목과 농작물 생육에 피해를 주는 항목이 서로 일치하지 않으며, 따라서 농작물 생육 피해가 보고된 일부 리모델링 농지는 토양오염물질 항목에 의한 피해라 판단하기 어려움. 이보다는 염분 등 농작물 생육에 피해를 미치는 기타 원인으로 판단됨.

## (2) 보 건설이 지하수 수위 및 수질 변화에 미치는 영향 분석

### 1) 활용 자료 및 분석 내용

- 활용 자료: 국가하천관측소 및 국가지하수관측망의 장기 관측 자료, 4대강 관측정, 사후환경관측정 등의 시계열 지하수위 모니터링 자료
- 분석 내용: 관측소별 지하수위 변동 특성 분석을 통하여 보 건설이 4대강 주변지역 지하수의 수위 및 수질 변화에 미치는 영향을 분석

<표 2-2-7> 농지분석에 사용된 관측소 개수

유역	국가하천관측소	국가지하수관측망	4대강관측정	사후환경관측정
한강	5	8	-	10
낙동강	12	6	110	16
금강	5	7	-	14
영산강	5	3	28	11
계	27	24	138	51

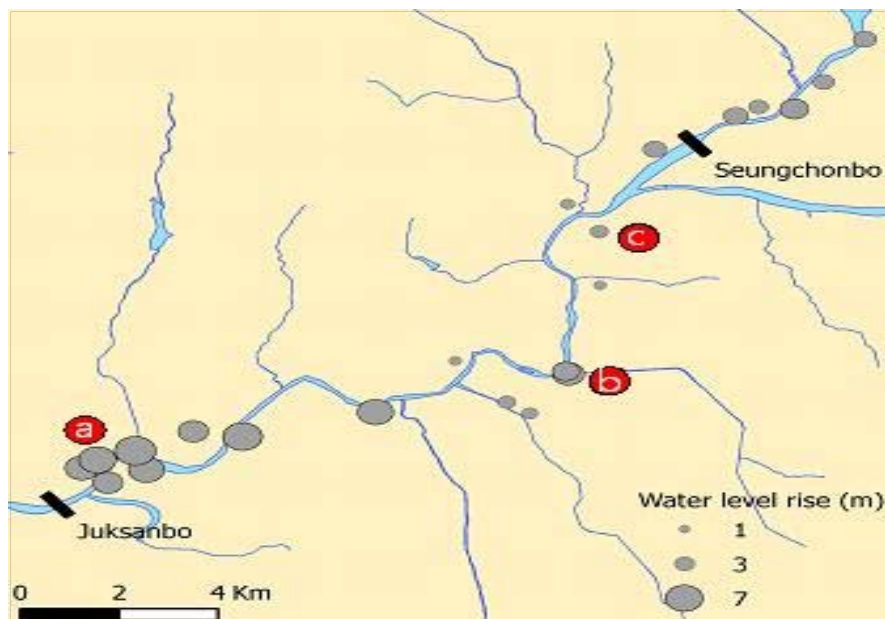
### 2) 보 건설 및 준설 후 하천 및 지하수 수위 변화

- 4대강 사업 이후 보 상류의 하천수위는 크게 상승한 반면, 보 하류 하천수위는 준설의 규모에 따라 미약한 상승 또는 하강을 나타냄. 즉, 4대강사업에 의한 하천수위의 지역적인 변화는 주변 충적층 대수층에서의 지하수위 변화를 발생시켰음.

<표 2-2-8> 4대강 보 직상류, 직하류에서의 수위변화량

4대강	보	수위변화량 (m)	
		직하류	직상류
한강	강천보	-2.00	2.74
	여주보	-2.88	2.01
	이포보	-0.84	1.98
낙동강	상주보	-1.82	5.09
	낙단보	-2.42	5.29
	구미보	-2.86	4.28
	칠곡보	0.06	6.36
	강정고령보	1.80	6.68
	달성보	1.46	5.10
	합천창녕보	-0.88	4.71
	창녕함안보	-0.98	3.12
금강	세종보	-2.56	0.39
	공주보	-1.43	2.93
	백제보	-0.41	2.25
영산강	승촌보	-0.49	3.72
	죽산보	-0.14	4.56

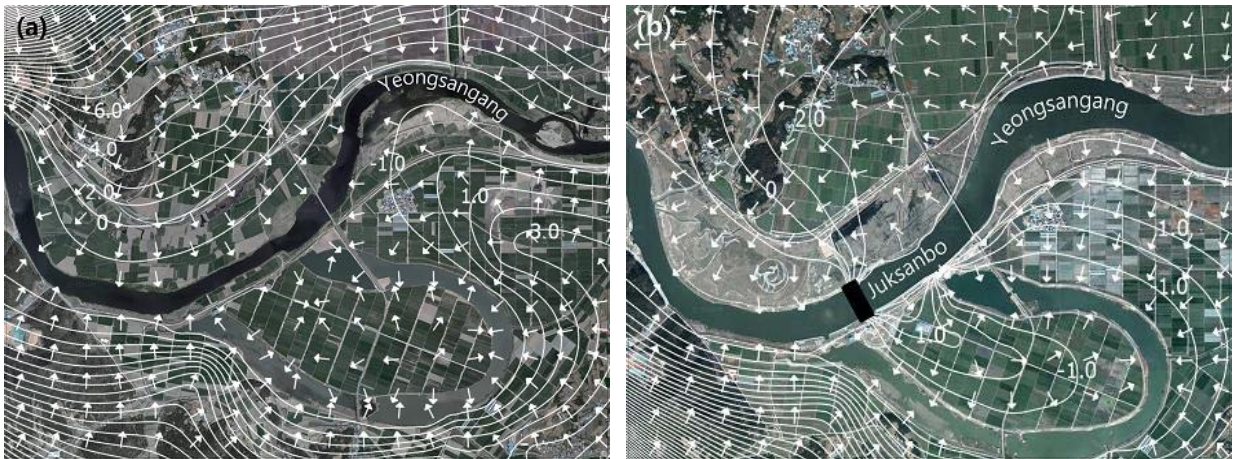
- 보 주변지역 대수층의 지하수위는 보 건설 및 준설에 의해 변동된 하천수위와 매우 유사한 시공간적 변동 특성을 보였음. 즉, 보 건설 후 발생한 하천수위 변동의 영향으로 보 상류 주변 대수층의 지하수위는 크게 상승한 반면 보 하류 지역 지하수위는 미약한 변화가 발생함.



<그림 2-2-1> 영산강 유역 지하수위 변동량의 공간 분포

### 3) 보 건설 및 준설 후 하천-대수층 상호작용 및 지하수 흐름계 변화

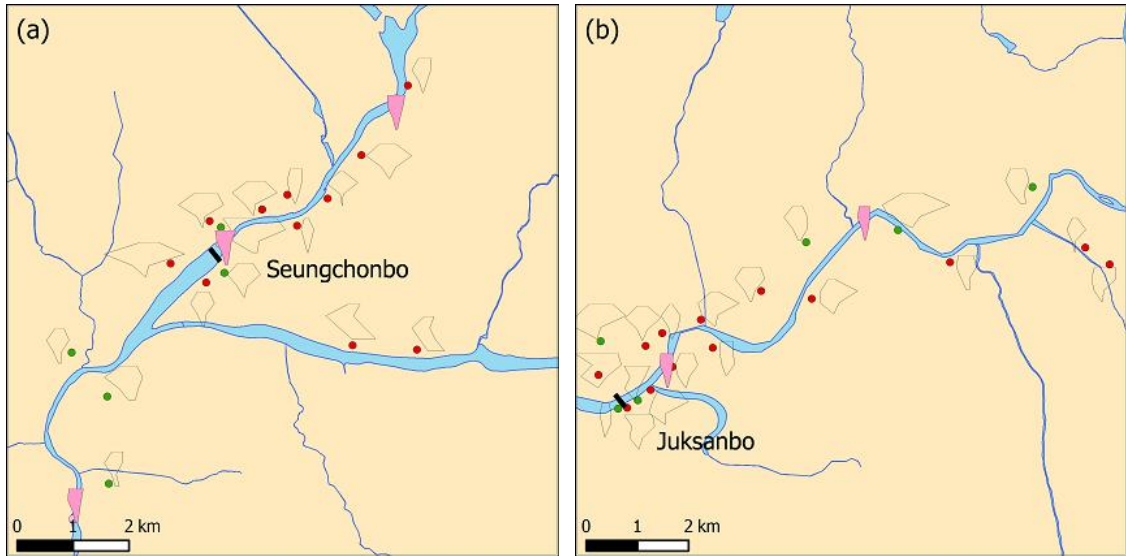
- 보 상류 및 하류 지역의 지하수위 변화로 인하여 보 상류에서 하류 방향으로의 지하수 수두구배가 형성되면서 보 인근지역 대수층에서의 지하수 흐름 방향이 변화하였으며, 특히 보 상류 일부 구간이 손실하천으로 변화하였음.
  - 영산강유역 분석 결과에 나타난 바와 같이, 4대강사업 이후에 보 상류지역 일부 구간이 이득하천에서 손실하천으로 변화하였으며, 이러한 변화는 주변 대수층의 지하수 흐름계를 교란시킴.
- 보 담수 이후에 수문학적 경계조건이 달라지면서 보 상·하류 주변지역 대수층에 새로운 지하수 흐름계가 형성되었으며, 대수층은 변화된 조건에 맞는 새로운 평형상태에 빠르게 도달한 것으로 추정됨.



<그림 2-2-2> 4대강사업 전후의 죽산보 주변지역 지하수 유선망: (a) 4대강사업 전, (b) 사업 후

### 4) 보 건설 후 지하수 수환경 변화 예측·평가

- 보 건설 및 준설에 의해 발생한 지하수 흐름계의 변화는 장기적으로는 지역적인 규모에서의 지하수 수환경(온도, 전기전도도, 수화학 특성) 변화를 초래할 것으로 추정됨.
  - 죽산보 지역에 대한 분석 결과에 나타난 바와 같이, 보 상류 손실하천 구간에서 하천수가 대수층으로 유입되면서 보 상류에서 보 하류 방향으로 향하여 대수층 지하수의 지역적인 수환경 변화가 점진적으로 발생할 것으로 예상됨.
- 지하수위는 변화된 수문조건에 빠르게 반응하면서 새로운 평형 상태에 도달하지만, 지하수 수질의 경우 이류(advection), 분산(dispersion) 및 지연(retardation) 기작을 통하여 그 변화가 매우 서서히 나타남. 따라서 지하수 수환경 변화 파악을 위해서는 보다 장기적인 관측에 따른 자료 해석이 필요함.



<그림2-2-3> 영산강유역 지하수 및 하천수 수질유형 분포: (a) 승촌보 및 (b) 죽산보 주변

## 5) 보 건설로 인한 농경지 침수 평가

- 4대강 사업의 보 건설에 의하여 주변지역 지하수 흐름계가 변화되면서 지하수위가 크게 달라졌는데, 특히 보 담수 이후에 주변지역 농경지의 지하수위가 높아지면서 농경지 침수 또는 작물생육에 영향을 미칠 수 있는 지하수위 영향지역이 일부 발생하였음.
- 보 담수 이후에 하천 수위가 크게 상승한 칠곡보(6.4m 상승), 강정고령보(6.7m), 죽산보(4.6m)의 경우는 보 주변 농경지에서 일부 침수피해가 발생한 것으로 보고되었음. 농작물 생육에 영향을 미칠 수 있는 유효 토심인 지표하 1m 이내에 지하수위가 위치하게 된 지역, 즉 영향 면적을 고려하면 실제 피해 범위는 적지 않을 것으로 판단됨.
- 이에, 침수 또는 농경지 생육에 영향을 미칠 수 있는 지하수 영향 지역에 대한 지속적 정밀평가가 필요하며, 피해 발생지역에 대하여 다양한 대책 방안이 검토되어야 함.

## 6) 요약

- 본 조사평가에서 분석한 4대강 보 주변 지하수의 장기 모니터링 자료가 보여주는 바와 같이, 4대강 사업의 보 건설 및 준설로 인하여 주변 대수층의 지하수위 및 지하수 흐름특성이 변화하였음.
- 보 건설로 인해 주변 대수층 지하수의 장기적인 수질 변화가 예상됨.

## 2.3 남조류 번성 원인 분석

### 2.3.1 과업배경

□ 녹조현상의 발생으로 인하여 4대강 사업과의 연관성에 관한 의문이 제기됨

- (1) 4대강 사업 전·후 조류 발생 특성에 변화가 있는가?
- (2) 사업 후 남조류 번성의 원인은 무엇인가?
- (3) 보의 영향으로 녹조현상이 심화 되었는가?

### 2.3.2 위원회 조사평가 결과

□ 과업의 범위

- 식물성플랑크톤(이후 조류라 명칭) 발생 양상 및 변화 분석
- 조류(남조류 포함) 예측 모델의 적절성 평가
- 남조류 발생 저감을 위한 유역 관리방안 등 개선방안 제시

□ 과업의 내용

#### (1) 조류 발생 양상 및 변화 분석

- 실측자료를 이용한 조류 발생 현황 분석
  - 4대강 현장조사 및 관계기관 면담
  - 4대강 사업 전·후 조류 종 조성 및 분포양상 분석
  - 주요 환경요인과 조류 발생 특성의 상관관계 분석
  - 남조류 발생 동태 변화 분석
- 예측 모델을 이용한 남조 번성 원인 분석
  - 4대강 조류 예측 모델의 보정
  - 흐름 변화(보 건설과 준설) 영향 분석
  - 기상(기온, 일사량) 변화 영향 분석
  - 인 부하량 변화에 따른 영향 분석

## (2) 환경부 조류(남조류 포함) 예측 모델의 적절성 평가

- 조류 예측 방법의 적절성 평가
- 예측 모델 입력 자료의 타당성 평가
- 예측 모델 계수의 타당성 평가

## (3) 남조류 발생 저감을 위한 유역 관리방안 등 개선방안 제시

- 남조류 발생의 주요 제한인자 조사
- 남조류 저감을 위한 상류 댐 방류와 보 수위조절 방안 제시
- 본류 부영양화 저감방안 제시
- 정수장 대처 방안 및 수질예보제, 조류경보제 현황 분석 및 개선방안 제시

## □ 조사방법

- 환경부 수질측정망자료(2000~2013), 조류 상세 조사자료(2012~2013), 기상 및 수문자료, 백제보 TC 자료, 강정고령보 입체적 수질 및 조류 조사 자료를 이용하여 Chl-a 농도의 시·공간 변동 특성 분석
- 2012년과 2013년 조류 상세 조사 자료와 남조발생 요인 간 관계 분석
- 조류 예측 모델(EFDC-NIER)을 이용한 남조발생 요인별 영향 분석

## □ 한계점

- 실측자료 기반 조사결과는 보 건설과 준설에 따른 흐름변화뿐만 아니라 기온, 일사량, 강수량, 댐 방류량, 오염 부하량 변동 요인 등이 모두 포함된 결과이므로 4대강사업의 영향 평가로 해석하는데 한계가 있음.
- 남조류는 수화현상이 발생할 때 표층에 밀집하므로 국민들이 체감하는 심미적 불쾌감은 더 클 수 있으나, 사업 평가에 사용된 환경부 조류 예측 모델(EFDC-NIER)은 수심평균 모델이므로 이를 재현할 수 없는 한계가 있었으므로 모델 개선 후 사업영향을 재평가 할 필요가 있음.
- 남조류의 생리적 특성은 기낭을 이용한 부력조절 능력, 포자 및 군체 형성, 질소 고정, 내부 인 축적 능력, 독성 및 냄새 물질 분비 등이 있으며, 이러한 특징은 특정한 하천환경에서 다른 종보다 성장에 유리한 조건으로 작용함.



특히, 수온성층 형성은 남조류의 우점에 유리한 여건을 제공하며 수화 발생의 원인이 되기도 하지만, 현재 조사평가결과는 실측자료와 생태모델링 기술의 한계로 이러한 생리적 기작에 대한 고려에 한계가 있음.

## □ 결과

### (1) 4대강 사업 전과 후 조류 발생 현황

- 4대강 사업 전 10년(2000~2009) 대비 사업 후 2년(2012~2013년) 동안 한강, 낙동강, 금강 본류에서는 전반적으로 Chl-a 농도는 감소하였거나 또는 유사하게 유지되었으나, 낙동강 상류 4개보(상주, 낙단, 구미, 칠곡)와 영산강 2개보(승촌, 죽산)에서는 증가하였음.
- 녹조현상의 원인생물인 남조류는 낙동강 8개 보에서 여름철에 우점하였으며, 금강의 공주보와 백제보에서 여름철에 일시적으로 우점하였으나, 한강과 영산강에서는 우점하지 않았음.
- 남조류가 번성하는 계절 동안 Chl-a 농도는 유의적인 장기적상승 추세를 보이지 않았음.

### (2) 식물플랑크톤의 증감 요인 분석

- 모델링 기법을 이용하여 2013년 조건을 기준으로 4대강 보의 식물플랑크톤의 변화 요인별 영향을 분석하였음.
- 식물플랑크톤의 성장에는 인의 농도, 체류시간, 수온, 일사량, 등의 조건이 관여하므로 이들의 영향을 각각 분리하여 시나리오를 모의함으로써 상대적인 기여도를 분석하였음.
- 16개 4대강사업 보 가운데에서 백제보와 세종보를 제외한 14개 보에서 식물플랑크톤 증가의 주원인이 보와 준설에 의한 체류시간 증가인 것으로 평가되었음.
- 식물플랑크톤의 양에 미친 영향을 분석하면 보/준설>인저감사업>일사량, 수온의 순서인 것으로 평가되었음.

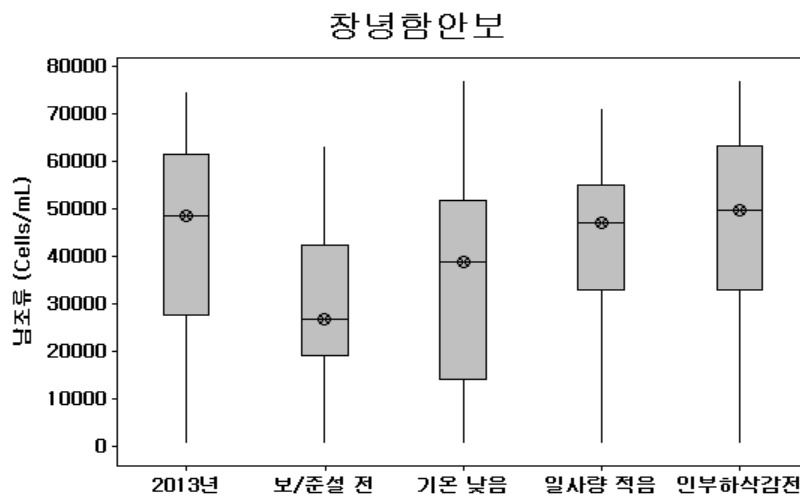
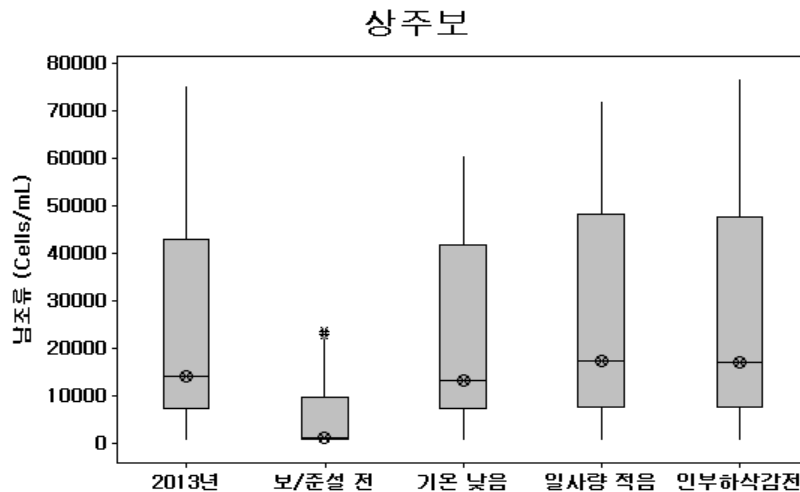
### (3) 남조류의 번성 원인분석

- 모델링 기법을 이용하여 2013년 4대강 보의 남조류의 변화 요인별 영향을 분석하였음.

- 남조류의 성장에는 인의 농도, 체류시간, 수온, 일사량, 등의 조건이 관여하므로 이들의 영향을 각각 분리하여 시나리오를 모의함으로써 상대적인 기여도를 분석하였음.

### 1) 낙동강

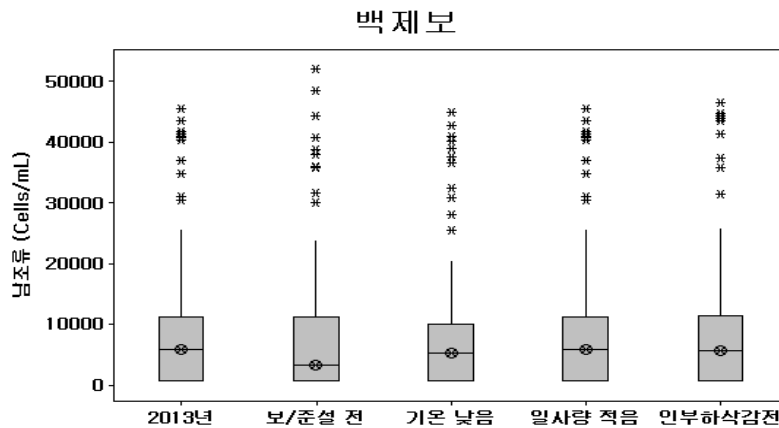
- 낙동강은 남조류의 밀도가 높을 것으로 예측되었음.
- 남조류 발생 농도의 중위값과 최대값의 증·감에 미치는 영향은 보별로 다소 차이는 있으나 보 건설 및 준설>기온>일사량>인 부하 순으로 나타남.
- 특히 상류에 위치한 보에서 보의 영향이 큰 것으로 나타남.
- 2013년 기상조건에 대한 모의결과, 보 건설 및 준설이 없는 경우 구미보를 제외한 낙동강의 7개 보에서 남조류 밀도의 중위값과 최대값이 모두 감소하였음.



<그림 2-3-1> 시나리오별 남조류 예측결과(상주보, 창녕함안보)

## 2) 금강

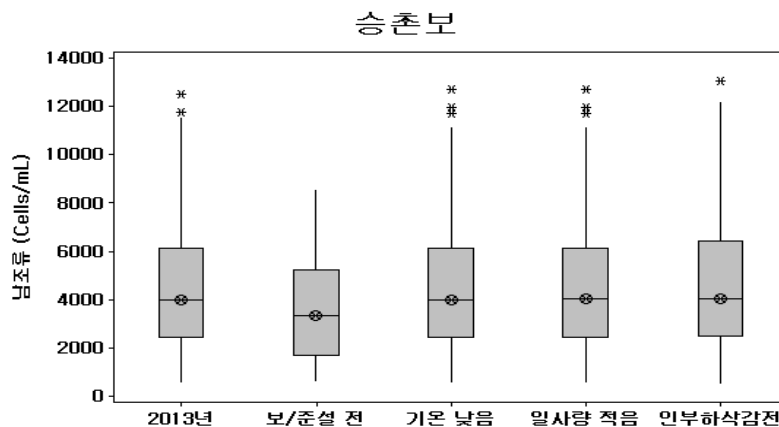
- 백제보에서 남조류 밀도가 가장 높을 것으로 예측됨.
- 2013년 기상조건에서 보 건설 및 준설이 없는 경우, 남조류 출현 밀도의 중위값은 세종보와 백제보에서는 감소하였으나 공주보에서는 증가하였고, 최대값은 세종보와 공주보에서 감소하고 백제보에서 증가하여 보 별로 다른 영향을 보임.
- 남조류 발생 농도의 중위값에 미치는 요인별 영향은 보/준설>기온>인부하>일사량 순이며, 최대값에 미치는 영향은 보/준설>인부하>기온>일사량 순으로 나타남.



<그림 2-3-2> 시나리오별 남조류 예측결과(백제보)

## 3) 영산강

- 2013년 기상조건에서 보 건설 및 준설이 없는 경우, 남조류 출현 밀도의 중위값은 승촌보와 죽산보 모두에서는 감소한 반면, 최대값은 승촌보에서는 감소하였으나 죽산보에서는 증가하여 보 별로 다른 영향을 보임.
- 남조류 발생 농도의 중위값에 미치는 영향은 보/준설이 가장 크며, 기온, 일사량, 인 부하의 영향은 상대적으로 작았으며 유사함.



<그림 2-3-3> 시나리오남조류 예측결과(승촌보)

## □ 요약 및 결론

- 1) 4대강 사업 전·후 16개 보와 본류 하천에서 조류의 시·공간적 발생 특성에 변화가 있는지 판단하기 위해 환경부 수질측정망자료(2000~2013), 주간 조류 상세 조사자료(2012~2013), 기상 및 수문자료, 백제보에서 수심별 수온 연속 측정자료, 강정고령보에서 입체적 수질 및 조류 조사 자료를 수집하여 분석하였음.
- 2) Chl-a 농도 중위값은 4대강 사업 전 10년(2000~2009) 대비 사업 후 2년(2012~2013년) 동안 한강, 낙동강, 금강 본류에서는 전반적으로 감소 또는 유지 하였으며, 낙동강 상류 4개보(상주, 낙단, 구미, 칠곡), 영산강 2개보(승촌, 죽산)에서는 증가함.
- 3) Chl-a 농도 최대값은 4대강 사업 전 10년(2000~2009) 대비 2012~2013년 동안 한강, 낙동강, 금강 본류에서는 감소하였으나, 낙동강 상류 3개보(상주, 낙단, 구미)에서는 증가함.
- 4) 남조류는 사업 후 2년(2012~2013년) 동안 낙동강 8개 보와 금강의 공주보와 백제보에서 여름철에 우점하였으며, 나머지 기간에는 규조류 또는 녹조류가 우점하였음. 한강과 영산강에서는 연중 대부분 규조류가 우점하였음. 남조류 번성 기간 동안 Chl-a 농도 장기적으로 상승 추세를 보이지 않았음. 그러나 규조류는 전수층에 고루 분포하는데 비하여 남조류는 표층에 국지적으로 밀집하므로 전수층 평균이 아닌 표층에서의 남조류밀도만 평가한다면 높은 경우도 나타날 수 있음.
- 5) 낙동강에서 남조류가 2012년보다 2013년에 더 번성한 것은 2012년 대비 2013년의 강수량이 적어서(구미지역 기준 50% 미만) 보의 체류시간이 3배 이상 증가한 것이 가장 큰 원인이며, 높은 기온(+0.3~1.2℃) 및 일사량(+5%)도 이를 더 악화시키는 요인으로 작용하였다고 판단됨.
- 6) 남조류 성장에 미치는 영향 인자별(보 건설 및 준설, 기온, 일사량, 인 부하) 기여도를 2013년 모의조건에서 4대강 16개 보에 대해 비교한 결과, 보 건설과 준설에 의한 영향이 가장 큰 것으로 평가됨.
- 7) 낙동강에서 보 건설과 준설은 모든 보에서 식물플랑크톤의 증가요인으로 작용하였으며, 그 원인은 보 건설과 준설로 인해 하천의 흐름이 느려져 체류시간이 증가함에 따라 조류가 성장할 수 있는 시간이 충분히 주어졌기 때문으로 판단됨. 특히 남조류는 인농도, 수온, 일사량이 높고 정체된 수역에서 우점하므로 보와 준설에 의한 체류시간 증가가 규조류에 비해 남조류에 상대적으로 유리한 조건을 제공하였음.

- 8) 보 건설과 준설의 영향을 모의한 결과 남조류 농도를 증가시킨 곳은 낙동강의 7개 보(구미보 제외), 금강의 2개 보(세종, 백제), 영산강의 2개 보(승춘, 죽산) 등 11 곳이었으며, 감소시킨 곳은 금강의 1개보(공주)임.
- 9) 금강의 백제보에서 수온계체인을 이용한 수심별 수온조사 결과 유량이 적은 기간에 간헐적으로 수온성층이 발생하였으며, 낙동강 강정고령보 조사에서도 수온성층과 하층 용존산소 고갈이 확인됨.
- 10) 남조류를 비롯한 조류 번성에 대비한 조류경보제와 정수장의 수처리대책은 적절히 수립되어 시행되고 있으며 정상적으로 정수처리된 수돗물에서는 남조류독소로 인한 위해성이 없을 것으로 판단됨
- 11) 2013년 모의조건에서 남조류 번성 기간에 보의 운영수위만 가변 조절하는 대안은 효과가 미미한 것으로 평가되었으나, 댐-보-저수지 연계운동을 통하여 하천유지유량 증가와 보 관리수위 하향 조절 운영을 동시에 적용할 경우에는 Chl-a 농도 저감 효과가 클 것으로 판단됨.

## 2.4 생태공원, 생물군집 변화 및 하천생태계 건강성 평가

### 2.4.1 과업배경

#### (1) 4대강 살리기 마스터플랜

- 4대강 살리기 마스터플랜에서는 수해예방을 위한 유기적 홍수방어대책, 물부족 대비 풍부한 수자원확보, 수질개선 및 생태복원, 지역주민과 함께 하는 복합공간 창조 및 강중심의 지역발전을 핵심추진과제로 제시.
- 특히 생태공원, 생태하천 및 하천의 건강성과의 관련성을 다음과 같이 제시
  - 수질개선과 하천복원으로 건전한 수생태계 조성을 위해 4대강 둔치내의 경작지를 정리하여 비료·농약 등의 비점오염원 유입을 근원적으로 차단하며, 생태복원을 통해 생물다양성 확보를 위해 생태습지 35개 지구(43.5km), 생태하천(929km)을 조성할 계획.
  - 하천공간(둔치)의 조화로운 이용과 환경보전을 위해 친수·복원·보전 지구로 구분하여 보전과 복원지역은 친수시설의 설치를 원칙적으로 배제하며, 친수지구에 대해서만 운동, 위락 등 인공시설을 설치토록 하였음.
  - 보가 설치되는 지역의 경우, 어도를 설치하여 생태축을 연결하고 생물 이동성을 확보할 수 있도록 하였고, 구하도를 활용하는 등 하천의 자연성을 최대한 증진시킬 수 있도록 하였음.
- 생태하천 복원 및 수변생태벨트 조성 : 총 사업비 3조 1,143억 원

<표 2-4-1> 4대강 사업 수계별 사업비 현황

구분	합계	한강	낙동강	금강	영산강
사업비	3조 1,143억 원 (929km)	5,706억 원 (193km)	1조 2,591억 원 (407km)	7,971억 원 (199km)	4,875억 원 (130km)

자료: 국토해양부 자료 재구성

- 홍수터 조성(Room for the river), 생태공원 내의 생태축 조성, 수변생태벨트, 자연형복원, 습지조성, 수질정화식물 식재 등의 하천생태 복원사업 시행으로 수질 개선 및 생태복원, 하천 수변구역(생태공원)의 시설 및 공간을 8개로 구분하고, 각 구역에서 도입 가능한 시설공간을 명확히 제시함. 또한 인공적으로 조성된 둔치는 지반고가 높으므로 이를 낮추어 복단면으로 계획하도록 제시하고 있음.

## (2) 환경영향평가

- 마스터플랜이 완성된 이후 작성된 “환경영향평가”는 2009년 7월과 8월에 2차에 걸친 조사(약30일)를 근거로 작성되었음. “자연생태 환경” 부분은 매우 짧은 기간에 조사가 이루어졌으며, 실제공사가 이루어진 생태공원 전체를 대상으로 한 것이 아니므로 사업시행으로 인한 생물상 및 생태계의 변화를 파악하는데 한계가 있었음.
- 분류군에 따라 차이가 있으나, 생태계의 예측, 평가, 저감방안(예: 대체서식지, 조류서식지, 자전거도로 운영에 따른 영향 최소화 등)에 있어서도 공사대상 지점의 특성이나 다양한 생물서식 현황을 충실히 반영하지 못한 것으로 판단됨. 따라서 실제공사 시행 시, 저감방안 등에 대한 구체적인 세부계획 없이 진행된 것으로 판단됨. 예를 들면 4대강 사업을 위한 환경영향평가서는 총 5권으로 작성되어 있으며 이들 중 한권인 “낙동강 1권역”은 총 122km 구간에서의 평가를 수행하였음. 동 구간에서 9~27개의 정점을 중심으로 생물상 및 생태계 조사가 이루어져 실제사업이 약 20개 공구로 구분하여 시행된 것을 감안할 때 각각 공구내에서 1~3개의 대규모 생태공원들의 정상적인 생태영향평가가 이루어지지 않은 것으로 보임.
- 생태공원(234개소)의 경우에도 이용 잠재력 및 생태적 잠재력을 충분히 고려하지 않은 상태에서 조성된 것으로 판단됨. 결국 마스터플랜에서는 이상적인 하천복원방향성을 제시하였으나, 환경영향평가상의 생태계부분은 매우 부실하게 작성되었고, 사업 시행전 개별 생태공원과 생태하천은 별도의 기본계획 없이 조성되어 공간 이용상의 구체화를 충분히 고려하지 않고 거의 대부분이 동일한 형태의 이용중심공원으로 조성된 것으로 판단됨.

## (3) 본 과업평가

- 생태공원 및 생태하천의 생태적 건강성 평가에서는 평가 범위가 방대하여 생태공원의 형태변화, 식재식물의 적절성은 거의 대부분을 평가하였으나 그 외 분야에서는 33개의 지구를 답사하여 최종으로 선정된 5개 지구의 생태공원(생태하천 포함)을 현장조사를 통해 평가하였음.
- 생물군집 및 하천생태계 건강성 평가에서는 4대강 보 전체에 관련된 문헌 조사 결과를 평가함. 특히 생태계분야는 타 분야와 달리 마스터플랜에서 제시한 주요 방향성과 환경영향평가에서 제시한 저감방안 등을 고려하여 평가를 수행하였음.

## 2.4.2 위원회 조사평가 결과

### □ 과업범위

- 생태공원 및 생태하천의 생태적 건강성 평가(5개지구 현장조사)
- 생물군집 변화 및 하천생태계 건강성 평가(문헌조사)

### □ 과업내용

#### 《 생태공원 및 생태하천 건강성 》

##### (1) 생태공원(둔치)의 생태적 건강성

- 생태공원 설계/시공/품질에 대한 적합성평가 및 보완대책
- 주요 식재종의 환경적 적절성 평가
- 둔치 이용 생물상 변화 확인
- 생태공원의 토지피복과 생물 서식 공간 평가

##### (2) 생태하천 평가

- 생태하천 설계/시공/품질에 대한 적합성평가 및 보완대책
- 생태하천의 분류군별 생물 서식 실태 확인
- 생태하천 수원 유지 방안의 적절성 평가
- 4대강 사업에 의한 미소서식처 변화 파악

#### 《 생물군집 변화 및 하천생태계 건강성 》

##### (1) 보 건설 이후 주요 생물상의 변화 양상 및 건강성 평가

- 사업 전후 주요 분류군별 군집 변화 분석
- 사업 전후 수생태계 건강성 변화 분석
- 수심변화와 저서종의 서식처 변화 양상 파악



**(2) 멸종위기종 및 천연기념물 서식현황 파악 및 관리방안 제시**

- 4대강 사업 전후 서식현황 변화 파악
- 멸종위기종 및 천연기념물 관련 정책 적절성 평가

**(3) 보 구간 어류 폐사 원인 분석**

- 어류 폐사 원인 파악을 위한 분석 요인 및 방법의 적절성 평가
- 보 구간 어류 폐사 원인 결과해석의 적절성 평가

**□ 평가결과**

**《 생태공원 및 생태하천 건강성 》**

**1. 생태공원(둔치)의 생태적 건강성**

**(1) 생태공원(둔치) 및 생태하천 적절성 평가**

- 사전답사를 통해 대표성이 인정되어 최종 선정된 5개 지구(한강 1개소, 낙동강 2개소, 금강 1개소, 영산강 1개소)에 대한 정밀조사 결과, 각 생태공원에 대한 별도의 조사평가가 이루어지지 않은 상태에서 사업이 시행되어 대상지구의 생태적 잠재력, 이용 잠재력 등이 설계 및 시공에 적절하게 반영되지 않은 것으로 판단됨(표 2-4-2)

**<표 2-4-2> 4최종 조사지구 선정**

하천명	한강	낙동강	금강	영산강
답사 지구	내양, 연양, 가산, 당남, 여주저류지, 호저, 수청, 교평, 천남	구미5, 생송, 중동, 생림1, 길곡, 장천, 선학마루, 논공, 을숙도, 고령2, 왜관, 생림4	왕진나루(우), 신성리, 웅진, 용안, 군수, 갑천1	학산, 다시, 나주1, 서창2, 용산, 나주3, 동림
최종 선정 지구	교평	고령2, 생림4	용안	나주3
지구 수	1	2	1	1

- 거의 대부분의 생태공원은 생태적 특징이 구현되지 않았고, 실제 이용객의 이용에 기초한 시설과 공간계획 수립이 부족한 것으로 판단됨.
- 시공은 전반적으로 실시설계에 기초하여 이루어져서 전반적으로 도면과 대부분 일치하였으나, 시공품질은 일부 공간에서는 낮은 것으로 판단됨. 현재 생태공원(둔치) 및 생태하천의 관리에 있어 전문가 및 관리 매뉴얼의 부재와 비효율적인 관리비로 인해 낮은 수준의 관리로 이어질 가능성이 있는 것으로 판단됨(그림 2-4-1).



<그림 2-4-1> 교평지구 생태하천(송학천) 과거(좌)와 조성 중(우) 이미지(출처: 다음지도)

## (2) 생태공원(둔치) 내 주요 식재종의 환경적 적절성

- 4대강의 생태공원에는 하천습지생태계에 어울리지 않는 육상식물(또는 조경 식물 등)이 질적(종수)으로 약 87%가, 양적(식재수량)으로 약 43% 식재된 것으로 평가됨(표 2-4-3).

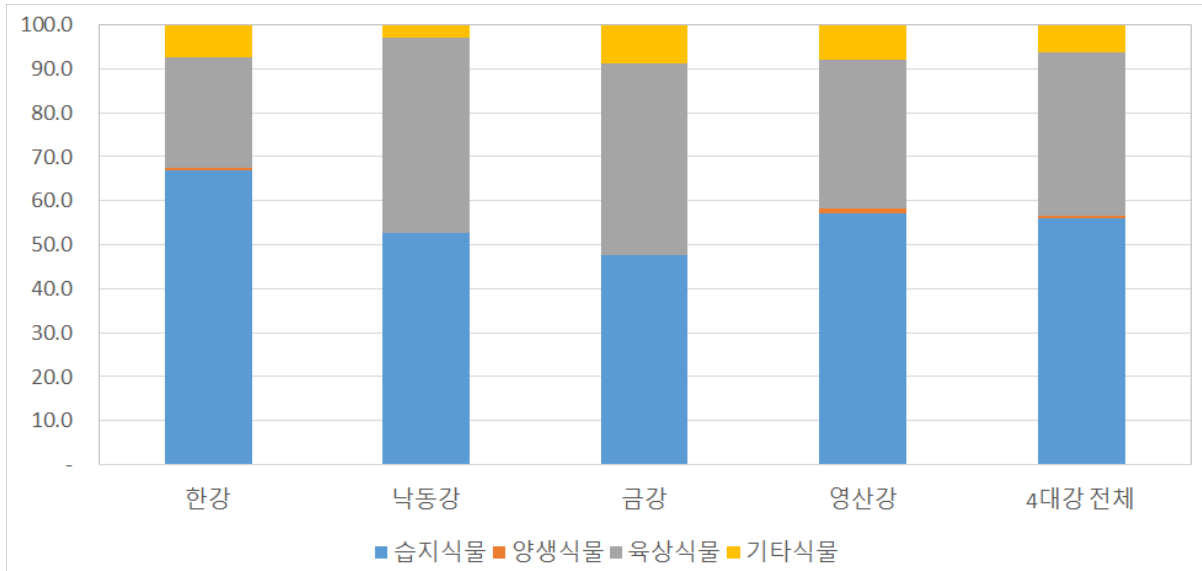
<표 2-4-3> 습지생태계 출현빈도에 의한 관속식물의 유형분류(정연숙 등, 2012)

습지출현빈도 구분	약어	설명	비고
절대습지식물 Obligate wetland plant	OBW	자연습지에서는 거의 항상 습지에서만 출현하는 식물(습지출현빈도>98% 추정)	습생
임의습지식물 Facultative wetland plant	FACW	대부분 습지에서 출현하나 낮은 빈도로 육상에서도 출현하는 식물(습지출현빈도 71~98% 추정)	습생
양생식물 Facultative plant	FAC	습지나 육상에서 비슷한 빈도로 출현하는 식물 (습지출현빈도 31~70% 추정)	중건생
임의육상식물 Facultative upland plant	FACU	대부분 육상에서 출현하나 습지에서도 낮은 빈도로 출현하는 식물(습지출현빈도 3~30% 추정)	건생
절대육상식물 Obligate upland plant	OBU	자연상태에서는 거의 항상 육상에서만 출현하고 습지에서는 거의 출현하지 않는 식물(습지출현빈도 <3% 추정)	건생

- 4대강 전체 생태공원의 습지식물은 39종이며, 양생식물은 8종, 육상식물은 175종, 기타 식물(조경종, 외래종 등)은 132종임. 습지식물(물억새, 갈대 등)은 식재수량이 56.1%, 양생식물은 0.5%, 육상식물은 37.2%, 기타식물은 6.2%임. 식재수량은 물억새, 갈대, 억새, 수크령, 별개미취 등과 같은 특정 식물종에 편중된 것으로 평가됨(표 2-4-4)(그림 2-4-2).

<표 2-4-4> 식재식물종의 고유성 분석 내용

구분	내용	비고
고유종	- 해당 식물종이 원래 한반도 내에 자생하는 종 - 해당 식물종이 한반도 내에 자생하지는 않으나, 오래전부터 민속적으로 활용된 종이거나, 식량으로 활용된 종	신갈나무, 버드나무, 은행나무, 대나무 등
외래종	한반도 내에 자생하지 않는 종	계수나무, 자운영 등



<그림 2-4-2> 식재식물의 서식처 유형별 식재수량 현황(구성비)

- 식재식물종(354종)의 35%가 국내 자생하지 않는 식물종(주로 조경, 원예식물)인 것으로 파악됨(그림2-4-3). 식재식물종외에 소극적 관리로 인해 외래종이 생태공원 내에 침입하여 우점하는 현상이 관찰됨.



(a) 외래식물인 털갈퀴덩굴의 우점 경관



(b) 외래식물이 우점하는 경관

<그림 2-4-3> 소극적 관리로 외래식물이 우점하는 경관(낙동강)

- 둔치 등이 습지식물이 잘 자랄 수 있는 습성 환경인지 재평가 필요
- 종자뿌리기 공법에 외래식물(예, 큰김의털)이 많이 이용됨(그림2-4-4)



(a) 큰김의털이 우점하는 고수호안 사면



(b) 식생 정착이 불량한 저수호안 사면

<그림 2-4-4> 사면의 식생정착 현황(금강 및 낙동강)

### (3) 토지피복과 생물 서식 공간 평가

- 5개 지구의 생태공원 현장 측정 결과, 전체적으로 생물 서식 가능 공간이 서식불가능 공간보다 월등히 많은 것으로 나타남(한강-교평지구 83.5%; 낙동강-고령 2지구 84.9%, 생림 4지구 29.2%; 금강-용안지구 66.4%; 영산강-나주 3지구 89.9%)(표 2-4-5).
- 대부분의 서식 불가능 지역은 공간적으로 진입부에 위치하는 주차장, 광장, 생태체험과 교육 공간, 운동시설이 입지한 공간임. 서식 가능 지역은 주로 수변부, 생태하천 및 습지 조성지역임.

- 생물서식가능 공간과 불가능 공간의 비율은 친수, 보존, 복원 등의 공원 조성 목적에 영향을 받은 것으로 판단되나, 전이, 완충, 핵심지역 등 생물서식(멸종위기종, 천연기념물, 주요종 등)에 대한 종합적인 구획화(zoning)에 대한 완성도가 부족한 것으로 판단됨.
- 본 과업에서는 지구 경계를 기준으로 생물 서식 가능 토지피복 공간과 불가능 토지피복 공간으로 나누어 구적하였으나 대부분의 지구가 연결되어 있어 본 연구 결과에 기초해 생물서식 토지피복 비율이 낮거나 높다고 판단하기에는 무리가 있음.
- 다만 지구별로 관리 주체가 다르기 때문에 지구별로 관리전략을 수립하는데 기초자료로 활용하는 것은 큰 무리가 없을 것으로 판단됨.

<표 2-4-5> 정밀조사지구 생물 서식 (불)가능 토지피복 구적표

단위:m<sup>2</sup> (%)

지구명	서식 가능 면적	서식 불가능 면적	계	비 고
한강 교평지구	1,003,047 (83.5%)	197,869 (16.5%)	1,200,916 <sup>1)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 가능지역: 수변지역 기존식생 존치 지역, 수변 선형공간 등</li> <li>• 불가능지역: 축구장, 테니스장, 야구장을 포함하는 강상체육공원, 주차장 및 지피식물 식재지역 등</li> </ul>
금강 용안지구	444,518 (66.4%)	225,482 (33.6%)	670,000 <sup>2)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 가능지역: 습지 및 습지주변 식생</li> <li>• 불가능지역: 운동장, 주차장, 테니스장, 광장 및 잔디식재 지역 등</li> </ul>
낙동강 고령2지구	1,094,915 (84.9%)	194,005 (15.1%)	1,288,920 <sup>3)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 가능지역: 도랑습지원, 물새소리 습지원, 풀벌레습지원 등</li> <li>• 불가능지역: 생태문화마당 지역 등</li> </ul>
낙동강 생림4지구	52,390 (29.2%)	127,610 (70.8%)	180,000 <sup>4)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 가능지역: 천변식재지 및 내부 제방 주변</li> <li>• 불가능지역: 주차장 및 내부 초본류 식재지 등</li> </ul>
영산강 나주3지구	1,234,577 (89.9%)	115,423 (10.1%)	1,350,000 <sup>5)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 가능지역: 생태하천, 습지 등</li> <li>• 불가능지역: 축구장, 자연경관 및 수변문화체험 지역 등</li> </ul>

## 2. 생태하천 평가

### (1) 생태하천 분류군별 생물 서식 실태

#### 1) 동·식물 플랑크톤

- 생태하천의 경우, 동·식물 플랑크톤 군집은 종 다양도가 높고 개체수가 높게 나타나 유수계의 특성보다 정수계의 특성을 보이는 것으로 확인됨. 또한

하천의 본류구간과 연결되어 하천의 흐름이 유지되는 유수계의 특성과 기능을 상실한 곳이 많음.

- 생태습지의 경우, 생태하천과 마찬가지로 개체수와 종수가 높게 나타났으나 우점도지수가 0.44 ~ 0.68의 범위로 특정 종에 대한 우점율이 높아 일반적인 상태를 나타냄. 대부분의 지점에서 *Microcystis* 속과 *Oscillatoria* 속 같은 독성 조류가 확인되었으며, *Dinobryon divergens*, *Synedra ulna*, *Pandorina morum* 등과 같은 이취미 유발종이 확인되어 지속적인 관리가 필요할 것으로 보임.

## 2) 저서성대형무척추동물

- 4대강 내 5개 지구에서 생태하천의 현장조사 결과, 한강 교평지구의 생태 공원에 조성된 생태하천의 생태적 안정성은 아직 취약한 상태이며, 유기물 오염에 내성이 있는 파리목이 우세하게 분포하는 상황임. 서식분류군의 특성은 전반적으로 보통상태의 생태건강성을 보이는 것으로 판단됨.
- 낙동강 다산문화지구의 조사대상지의 신규 조성습지의 생태적 안정성은 아직 취약한 상태임. 종 다양도지수는 낮은 값을 나타냈으며, 유기물 내성이 큰 분류군들이 우점하고 있었음.
- 금강 용안지구 생태하천의 생태적 안정성은 취약한 상태임. 생태하천은 주변 유역 농수로와 연결되어 본류로 유입되는 형태로 저서무척추동물의 종 다양성은 낮고, 일부 종의 우점현상이 나타남.
- 영산강 나주3지구의 하천 및 습지의 생태적 안정성은 양호한 상태임. 유속이 느린 본류의 수환경과 유사한 특성을 가지며, 정수 선호성 저서무척추동물들의 출현 빈도가 높았음.
- 신규 습지의 경우, 수생동물의 서식지 면적의 확대에서 긍정적일 수 있으나, 현재 조성된 공원형 습지 및 하천은 생태적 안정성이 낮음.
- 일부 생태습지 및 하천은 면적 등 외형적인 측면이 강조되어 결과적으로 종 다양성 확보 및 유지 등의 기능적인 측면이 떨어지는 양상을 보임.

## 3) 어류

- 교평지구의 경우 외래종은 채집되지 않았으며. 고령2지구와 생림 4지구, 나주 3지구의 경우 외래종인 블루길과 배스가 채집됨.

- 고령 2지구와 용안지구 및 나주3지구의 경우 다양한 어종이 채집되어 서식처로서 안정성이 인정되나, 나머지 2개 구역의 경우 서식처로서 부실한 것으로 나타나 인공수로 건설을 통해 서식처로서의 기능을 유지하도록 해야 할 것으로 판단됨.
- 4대강 5개 지구 조사 결과 낙동강의 생림 4지구에서 외래종 비율이 가장 높았으며, 낙동강 고령2지구에서 풍부도가 가장 높게 나타남.
- 전체 5개 지구에 조성되어 있는 2개의 생태하천과 4개의 습지중, 생림 4지구의 습지와 교평지구의 생태하천을 제외한 나머지 4개 지점의 어류 서식처로서의 활용도는 높은 것으로 추정됨. 또한 4개 지점의 수변식생은 발달되어 있으며 수심 또한 적절하여 어류 서식처로서 활용도가 높다고 판단됨.

#### 4) 육상동물

##### ① 조류

- 생태공원에는 인위적으로 조성된 초지와 덩불에 서식하는 참새, 붉은머리 오목눈이 등의 조류가 가장 우점하고 종 다양성이 낮은 실정임. 물새류를 위한 서식 공간이 부족하여 물새류의 다양성이 매우 낮게 나타남.
- 생태공원 간 우점종과 종조성이 유사하게 나타남.

##### ② 포유류

- 이동성이 높은 중대형 포유류는 초지환경의 단순화와 자전거도로, 산책로, 운동시설 설치 등에 의해 감소한 것으로 판단됨.
- 생태공원 조성 이후에도 멸종위기종인 수달과 삵이 확인됨. 그러나 생태공원 내외에서의 탐방객에 의한 여가활동 등으로 인해 서식 저해 요인이 증가하고 있으며, 이동통로와 중간 쉼터 등이 부족한 것으로 판단됨.

##### ③ 양서·파충류

- 생태공원 내 양서·파충류는 다양성 낮고 단순한 종조성을 보임. 일부 생태하천과 연못이 조성되었으나 주차장과 도로, 운동시설로 인해 이동이 느린 양서·파충류의 서식 조건은 불리한 상태임.

#### ④ 관리방안

- 종다양성을 확보하기 위해 물새류 서식지 조성과 인간 간섭을 줄이는 방안 모색과 생태공원의 특성을 고려한 공간 재구성이 필요함.
- 향후 생태공원의 천이로 인한 동물상 변화가 예상됨. 주기적인 동물상 모니터링을 통해 효율적인 관리방안 모색이 필요함.
- 생태공원이 덩불과 키 큰 초지로 조성되어 물새들이 휴식할 모래톱이나 사주가 부족함. 수변에 물새들이 휴식할 수 있도록 가을철 수목이나 초본 관리와 제방을 낮춘 모래톱 조성 등이 필요함.
- 일부 물새 휴식용으로 조성된 헛대는 생태적 특성을 고려하여 재정비할 필요가 있음. 탐조대가 탐조에 적합하고 조류에 위협이 적은 시설로 재정비 되어야함.
- 구간별 철새 도래가 잦은 생태공원에 대해서는 철새 도래시기에 한시적으로 탐방객 차단이 필요함(예, 흑두루미가 통과하는 강정습지의 경우에 도래시기인 10~11월, 그리고 3월~4월초에 한시적으로 출입을 제한이 필요함).

#### 5) 식물

- 출현 식물종수는 면적과 지형을 고려하면 상당히 많은 것으로 판단되며, 식재종 및 귀화식물이 많은 비중을 차지함. 주로 양지식물로 구성되어 있고, 식재종은 목본의 경우 성장 및 생장 그리고 초본의 경우 군락의 형성 정도 등에 대하여 지속적으로 모니터링 할 필요가 있음.
- 4대강에 조성된 대부분의 생태공원은 입지조건과 생육지의 특징이 유사하므로, 유사한 종조성 및 생육지의 변화가 생길 것으로 추정되므로 서식처 다양성에 대한 대책이 필요함.

#### (2) 4대강 사업에 의한 미소서식처 변화

- 하안 복잡도, 모래톱과 하중도의 변화 분석결과, 4대강 사업은 하천의 하안 형태를 단순화 시키고 상당한 면적의 모래톱과 하중도를 제거한 것으로 분석됨.
- 하안길이 변화 측정 결과 모든 수계에서 하안 길이가 축소된 것으로 나타남 (한강 5.89(5.9%), 낙동강 55.95km(14.0%), 금강 2.5km(1.9%), 영산강8.97km(6.8%)). 단순화된 하안공간은 통수능력을 향상시킬 수 있으나, 장기적으로는 하천 생태계에 부정적 영향을 줄 것으로 판단됨(표 2-4-6)(그림 2-4-7)



<표 2-4-6> 4대강 사업 전후(2008-2011) 하안 길이의 변화 (단위: km)

	한강(남한강)	금 강	낙동강	영산강
사업 전 (2008)	117.45	134.57	397.85	132.73
사업 후 (2011)	110.56	132.07	341.90	123.76
변화 길이(비율)	-6.89 (5.9%)	-2.5 (1.9%)	-55.95 (14.0%)	-8.97 (6.8%)

- 모래톱 및 하중도의 변화분석 측정 결과, 모든 수계에서 제거된 모래톱과 하중도 면적은 각각 416.72ah, 242.16ha이며, 특히 낙동강 수계에서 다른 수계보다 상당히 큰 면적의 모래톱(300.33ha)과 하중도(151.02ha)가 제거된 것으로 측정됨(그림 2-4-5).



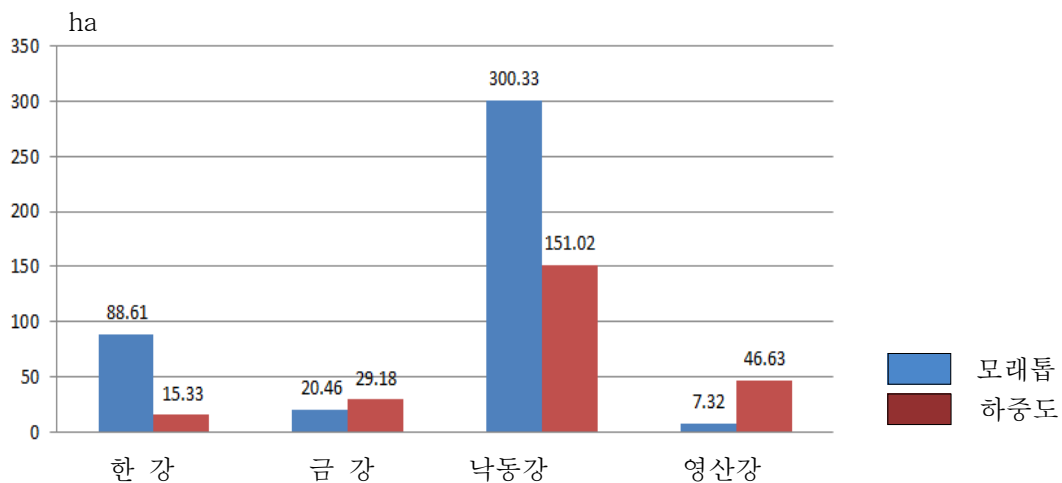
(a) 사업 전(2008년) 모래톱



(b) 사업 후(2011) 하중도

<그림 2-4-5> 4대강 사업 전후의 양섬 야구장 인근 하중도 변화

- 하천의 하안 형태 단순화와 상당한 면적의 모래톱과 하중도 제거는 하천 환경을 상당히 동질화(Homogeneity) 혹은 단순화시켜 장기적으로 생물다양성을 감소시킬 것으로 추정됨(그림 2-4-6).



<그림 2-4-6> 수계별 제거된 모래톱과 하중도 면적 변화

- 하지만 이러한 해석은 하천환경의 이질성과 수생태계의 건강성에 대한 기존의 연구에 기초한 논리적 유추이므로 수서생물들의 종조성에 대한 장기적인 수생태계 모니터링을 통해 이를 확인할 필요성이 있음.



한강: 당남리 사업 전·후



낙동강: 북부리 사업 전·후



금강: 동강리 사업 전·후



영산강: 가흥리 사업 전·후

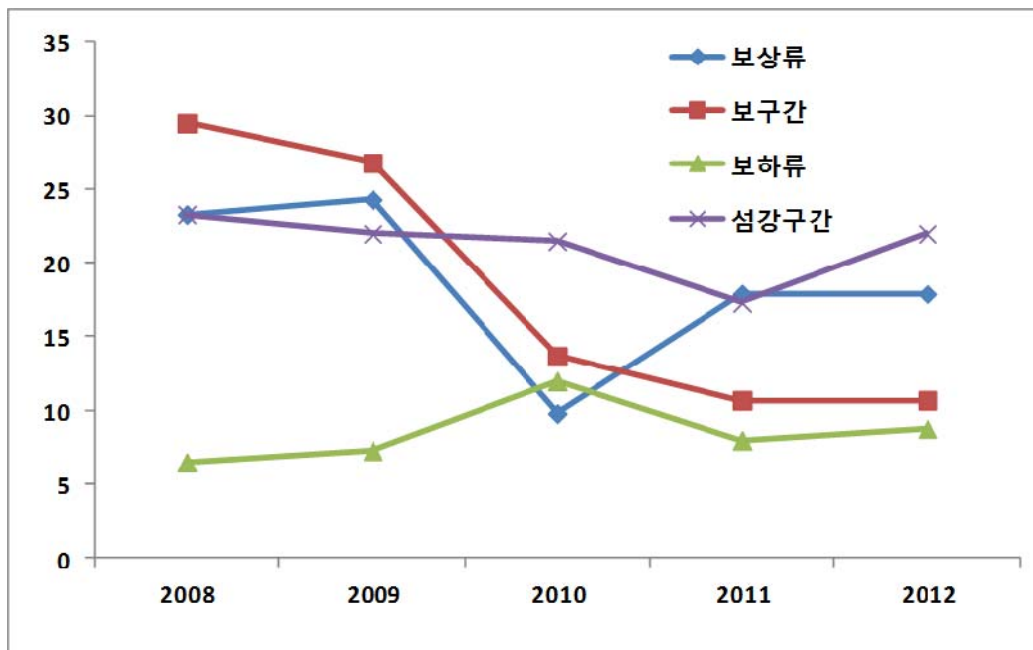
<그림 2-4-7> 4대강 사업전(좌)·후(우)의 하안 길이 변화

## 《 생물군집 변화 및 하천생태계 건강성 》

### 1. 보 건설 이후 주요 생물상의 변화 양상 및 건강성 평가

#### (1) 저서성대형무척추동물

- 4대강 본류를 대상으로 하상(substrate)의 준설 등에 의하여 저서무척추동물은 직접적 교란을 받은 상태이며, 공사시기를 기점으로 평가항목(출현종수, 개체수, 군집지수, 생태건강성지수)의 경우 생태환경이 불량해지는 패턴을 보였으며, 이후 시간의 경과에 따른 소폭의 증가 추세를 보임(그림 2-4-8).
- 4대강의 구간별 출현종수는 보가 설치된 구간에서 2009년 준설 및 공사 영향으로 상당한 감소폭을 나타냈고, 보 구간은 2012년까지 이전 수치로 증가되지 못하고 있는 상황임. 출현종수의 경우, 한강은 보설치전후의 자료에서 점진적 감소의 추세를 보였으며 개체수는 큰 변동성이 없었음. 낙동강에서도 년도 별 출현종수 및 개체수의 변화는 2011년 이후 점진적으로 감소하는 형태를 나타냄. 금강 및 영산·섬진강에서도 감소된 수치를 보였음.
- 저서무척추동물들은 하상의 단순성, 깊어진 수심, 수변부의 경사도 증가, 그리고 수생식물들의 소멸로 심각한 교란을 받아 점차 감소하게 되며, 일부 오염내성이 큰 파리목의 수서곤충들과 실지렁이 등의 환형동물들이 주로 우점하는 것으로 나타남.



<그림 2-4-8> 한강권역 4대강구간 구간특성별 저서무척추동물 평균 출현종수 현황

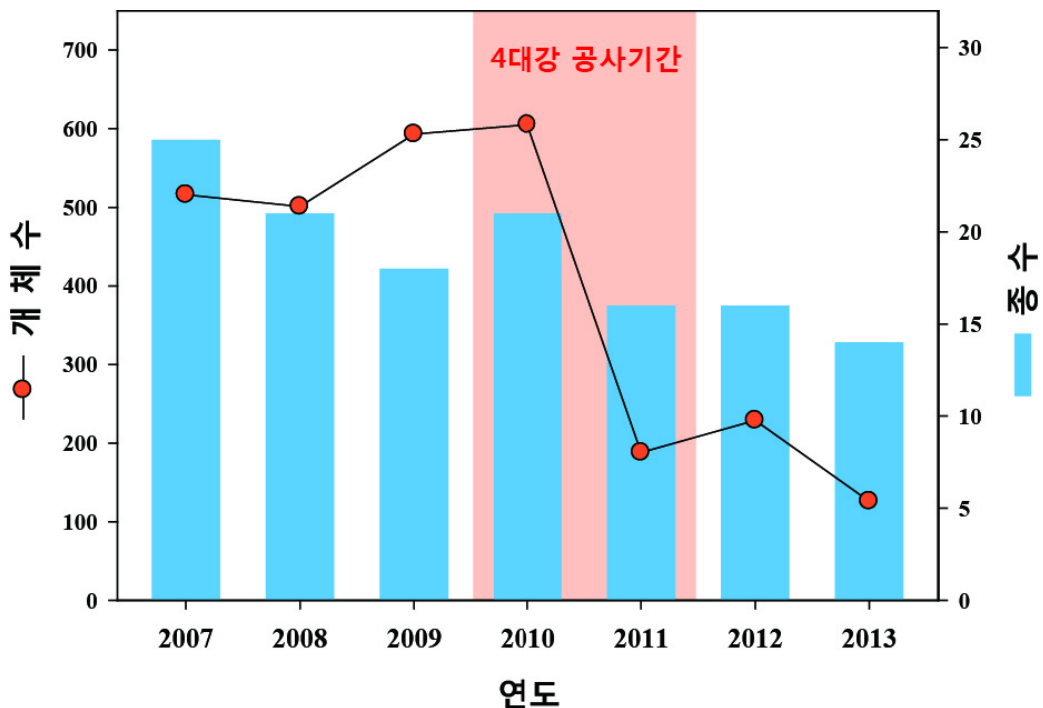
## (2) 동·식물플랑크톤

- 보 구간 동·식물플랑크톤의 종 수 및 개체수는 공사 이전의 데이터 부족 등으로 객관적인 비교에는 무리가 있지만, 한강과 낙동강과 같은 일부 수계에서 공사 전에 비해 다소 증가하고 우점종의 변화가 나타나므로 지속적인 모니터링이 요구됨.
- 전체적으로 대부분의 보 구간에서 보 공사 전, 후 시기의 개체수와 종수의 감소를 보여 군집 변화는 보 설치에 영향을 받은 것으로 사료됨.

## (3) 어류

### 1) 어류 군집 변화

- 4대강 전 지역에서 정수성 어종의 경우 개체수가 크게 증가하였지만, 유수성 어종은 대부분 개체수가 감소하였으며 이에 따라 상대 풍부도 감소하여 단순화 되고 있음(그림 2-4-9).



<그림 2-4-9> 낙동강 본류 조사지점 연간 어류종수 및 개체수 변화(조사지점: 물금, 적포, 왜관. 출처: 국가장기생태연구사업 연차보고서 2007년부터 2013년)

## 2) 미출현종 증가

- 4대강 전역에서 과거 출현했으나 공사 이후 서식환경의 변화로 미출현종이 증가함. 한강에서는 한강납줄개, 갈겨니, 종개가 미출현. 낙동강에서는 뱀장어, 가시납지리, 버들매치, 농어가 미출현. 금강에서는 각시붕어, 국수붕어, 눈동자개, 도화붕어, 떡납줄갱이, 송어, 흰수마자 그리고 영산강의 경우 점줄종개, 동사리, 송사리, 중고기, 가시납지리, 각시붕어, 납지리, 버들매치, 줄몰개, 참중고기가 출현하지 않음.
- 미출현종은 대부분 우수성 어종이거나 서식처 환경에 영향을 많이 받는 종임. 4대강 공사가 빠르게 진행되어 공사전 데이터와 수변 서식처에 대한 조사는 거의 없으므로 추가적인 조사 및 데이터 축적이 필요함.

## (4) 육상동물

### 1) 4대강 사업 전후의 수조류 개체군 변화

- 4대강 사업 이전에 비교하여 공사기간과 사후에 물에서 서식하는 수조류의 전반적으로 뚜렷한 감소추세를 보였으며, 주로 청둥오리, 흰뺨검둥오리 등과 같은 수면성 오리류의 감소가 대표적임. 잠수성 오리류도 대부분의 지역에서 감소 경향을 보이고 있음.

### 2) 평가 자료 분석의 한계

- 환경부에서 장기적으로 수행하고 있는 겨울철 조류 동시센서스 자료는 연 1회(1월)의 조사결과로 다른 계절의 조류상을 반영할 수 없으며, 사전 및 사후 환경영향평가 보고서는 계절별 조사시기의 차이로 인해 정확한 자료 비교가 어려움.
- 사후 1~2년 자료만으론 평가는 어려움. 따라서 향후 5~10년의 장기 모니터링 자료가 확보되어야만 사업 전후의 변화여부를 더 정확하게 평가할 수 있음.

## (5) 식물

### 1) 사업 전후 주요 분류군별 군집 변화 분석

- 4대강 공사 직후 전반적인 식물종수가 증가하였으나 이후 해가 거듭할수록 특정종이 우점하는 경향을 보여 장기적으로 식물종수가 감소하는 가능성이 있음.

- 외래식물은 대부분 공사 시행 후 1년이 아니라 2년이 지난 뒤부터 주로 정착을 시작하여 종수가 증가하는 것으로 나타남.
- 군집변화 분석을 위한 기초자료가 부족하고, 전후비교를 위해 주어진 대상 자료의 전후 시간간격이 너무 짧으며, 조사가 이루어진 시기나 소요시간이 적절하지 못함으로 인해 왜곡된 결과가 도출될 우려가 있음.

## 2) 사업 전후 하천생태계 건강성 변화 분석

- 수변식물이나 습생식물들의 정확한 분포 지점과 군락의 형성 등을 연계하여 평가하는 것이 타당한 지표를 산출할 수 있는 방법이라 사료되고 식물 뿐만 아니라 다른 생물과의 연계지표도 함께 개발하여야 함.
- 하천생태계의 건강성을 평가할 수 있는 수생식물에 대한 체계적이고 효과적인 지표를 개발하고 이를 정량화 할 수 있는 지표를 개발하여 장기 모니터링을 실시하여야 함.

## 2. 멸종위기종 및 천연기념물 서식현황 파악 및 관리방안

### (1) 저서성대형무척추동물

- 한강에서는 2009년~2012년에 걸친 조사에서 법적보호종이 출현하지 않음.
- 낙동강에서는 연체동물인 귀이빨대칭이(*Cristaria plicata*)가 2011년 이후에도 발견되고 있으며, 현재까지 정밀조사가 진행중임. 노란잔산잠자리의 경우에는 8개 지점에서 출현되고 있음.
- 금강에서는 멸종위기종 I 급인 두드럭조개(*Lamprotula coreana*)가 2009년 환경영향평가에서는 발견되지 않았으나, 2010년~2012년에 발견됨.
- 영산강·섬진강에서는 2009년~2012년에 걸친 조사에서 법적보호종이 출현하지 않음.

### (2) 포유류

- 수달과 삵은 4대강사업 이후에도 관찰되지만 수계마다 차이가 있으며 개체수가 감소하는 경향을 보임.

- 수달과 삶은 강변 습지 면적의 감소가 심한 낙동강 수계에서 출현율이 현저히 낮게 나타남.
- 그러나 과거 조사된 모든 조사 자료가 출현 현황만을 제시하였을 뿐, 정량적인 분석이 미흡하여 출현 빈도 이외에 개체수의 증감을 판단할 근거가 부족함. 공사시행 이전의 자료가 체계적으로 정리되지 않은 상태에서 사업이 시행된 결과임.

### (3) 양서파충류

- 대부분의 수계 자료에서 멸종위기종 및 천연기념물의 출현빈도가 낮으며, 맹꽁이를 제외한 나머지 보호종(남생이, 표범장지뱀)은 불규칙한 출현 경향을 보임.
- 모든 조사 자료가 출현 빈도 이외에 증감을 판단할 근거가 부족함.

### (4) 조류

- 수계별로 매년 출현하는 멸종위기종, 천연기념물이 조금씩 다르게 나타나 개체수 증감 경향을 파악하기 어려우며, 주어진 자료만으로는 공사 전후 변화를 도출하기는 불가능함.
- 보호종으로 지정된 물새류 대부분은 수심이 얇은 곳에 서식하므로, 4대강 공사로 많은 모래섬이 사라지고, 수심이 깊어져 서식 조건이 악화되어 조류의 다양성 감소로 이어 졌을 것으로 판단됨.
- 사업후 낙동강 구미 해평습지의 흑두루미 도래에 큰 영향을 미쳤으며 많은 멸종위기종 및 천연기념물의 영향을 판단하기 위해서는 추후 5~10년간의 장기 모니터링이 필요함.

### (5) 어류

- 4대강 본류에 서식하는 멸종위기어류종은 흰수마자, 꾸구리, 백조어, 돌상어로 나타났으며, 채집된 개체수는 매우 적은 것으로 나타남. 영향평가단계에서 충분한 조사가 이루어지지 않아 공사후의 변화에 대해 단정적인 평가를 내리기가 어려움.
- 한강의 경우 꾸구리(멸종위기종 II급)가 3개보구간에서 모두 출현하였으나 소수의 개체수만 채집되었음.

- 낙동강은 2008년 상주보 상류부, 낙단보 상류에 위치하는 위천 유입부에서 흰수마자(멸종위기종 I급)가 채집된 기록이 있으나 이후 채집기록이 없음. 4대강 사업이후 상주보, 구미보, 칠곡보, 강정고령보, 달성보, 창녕함안보에서 백조어(멸종위기종 II급)가 소수 채집됨.
- 금강은 흰수마자(멸종위기종 I급)가 공주보 하류에서 2010년에 1개체, 보 상류에서 2011년 3개체가 채집되었으며 현재까지는 채집기록이 없음.
- 영산강은 죽산보에서 백조어 (멸종위기종 II급)의 개체수가 증가하는 양상을 보임.
- 현재 4대강 사업 이후 4대강 권역에 대한 멸종위기종 및 천연기념물에 대한 정밀 조사가 이루어지지 않고 있음. 따라서 4대강 권역내 기존에 채집된 지점을 중심으로 정밀조사가 이루어져야 하며, 이 후 이들 종에 대한 보호와 서식처 복원이 이루어져야 함.

## (6) 식물

- 단양쑥부쟁이 자생지에서 벼과식물을 포함한 많은 식물이 침입하고 있으므로 천이속도를 늦추는 것이 생육지 유지가 관건임.
- 현재까지 단양쑥부쟁이 자생지는 비교적 잘 유지되고 있으나, 경쟁식물의 안정화가 점진적으로 진행되는 것으로 평가됨.
- 조성된 대체서식지는 3곳이며, 모래와 자갈이 혼합된 토양에 이식된 2곳은 활착이 양호하여 밀도가 아주 높으나, 순수한 모래로 된 토양에 이식된 나머지 1곳은 밀도가 낮은 편이며, 다른 경쟁식물들의 생육이 매우 왕성함.
- 층층둥굴레 자생지는 귀화식물인 아까시나무군락 내부에 있으며, 아까시나무의 보호는 층층둥굴레를 위한 보전생태학적 선택임.
- 이식된 층층둥굴레는 생육이 왕성하지 않았으며, 삼합리섬과 왕대리섬의 층층둥굴레 자생지는 보전지역으로 지정되어 있어 잘 생육하고 있으나, 강천섬의 경우 가시박과 환삼덩굴군락이 자생지 상부를 덮고 있음.
- 백석리섬에 이식한 층층둥굴레가 다른 대체서식지에 비해 서식 밀도가 낮고, 해당 입지는 양지로 호광성 식물의 피도가 매우 높음.



### 3. 보 구간 어도평가 및 어류폐사

#### (1) 어도평가

- 4대강 사업으로 보에 16개의 보에 총 23개 어도가 설치되어 있음. 이중 평가가 가능한 16개이었으며, 4개의 어도는 설계유속을 초과한 것으로 나타나 개선이 요구됨. 일부보는 현재 해당관리주체에서 평가를 진행하고 있으며 평가 자체가 이루어지지 않은곳도 1개소가 있음.
- 한강 3개의 보에 설치된 5개의 어도 효율은 높음. 이포보의 경우 설계유속을 초과한 것으로 추후 조치가 필요함.
- 낙동강에 설치된 8개의 보 중 강정고령보, 달성보, 합천창녕보를 제외한 5개의 보에 설치된 6개의 어도만 현재 평가 가능. 낙단보와 구미보, 창녕함안보에 설치된 4개의 어도는 유속이 빨라 대형 어종이나 유영능력이 뛰어난 종이 어도를 이용하고 있음.
- 금강 3개보 4개어도 중 세종보의 효율이 가장 높음. 공주보의 2개의 어도는 유영능력이 높은 종이 주로 어도를 이용. 백제보는 평균유속이 매우 느려 유어 효과가 낮음. 현재 공사를 통해 유량이 증가되어 추가 연구 필요.
- 영산강 2개의 보 중 승촌보만 현재 보고서가 존재함. 다양한 어종이 어도를 이용하며 소형종과 저서성 어류 또한 어도를 다수 이용하는 것으로 나타남.
- 현재 대부분 트랩을 이용한 단순 어류상 조사만 진행됨. 유속에 따른 어도 이용패턴 및 PIT telemetry를 이용한 정밀 조사가 필요함.

#### (2) 어류 폐사

- 어류의 폐사는 매우 다양한 요인들이 원인으로 작용하여 정확한 원인파악이 어려움. 국내 서식하고 있는 어류 종들에 대한 기본적인 자료(생태적, 생리적)가 부족함. 따라서 환경부나 국립환경과학원을 중심으로 하여 국내종에 대한 전반적인 자료 확보를 위한 연구가 필요함.
- 상황일지를 최대한 상세히 작성하여 시간대별 자세한 기록을 남길 필요가 있음. 전반적으로 초동조치나 보고체계가 적절하게 운영되지 않고 있는 것으로 판단됨. 현재의 분석항목에는 폐사한 개체에 대한 평가 결과만 제시되어 있고 폐사할 가능성이 높은 개체에 대한 평가가 포함되지 않았음.
- 사고발생지역에 남아있는 어종들 중 폐사할 것으로 판단되는 일부개체들의 경우 분석에 포함시킬 필요가 있음.
- 폐사 개체들에 대한 조직학적, 혈액학적인 분석이 필요함.

### 3.1 농업용 저수지 독높이기 사업의 효과 평가

#### 3.1.1 농업용 저수지 독높이기 사업

##### □ 독높이기 사업 목표

- 수자원 확보, 홍수 등의 자연재해 예방, 하천 생태계 보전
- 노후 저수지 보수·보강으로 재해 대비
  - 총 대상 110지구 중 30년 이상 저수지가 71지구(65%)
  - 안전진단결과 보수·보강이 필요(C등급이하) 저수지 82지구(75%)

##### □ 독높이기 사업기간 및 예산

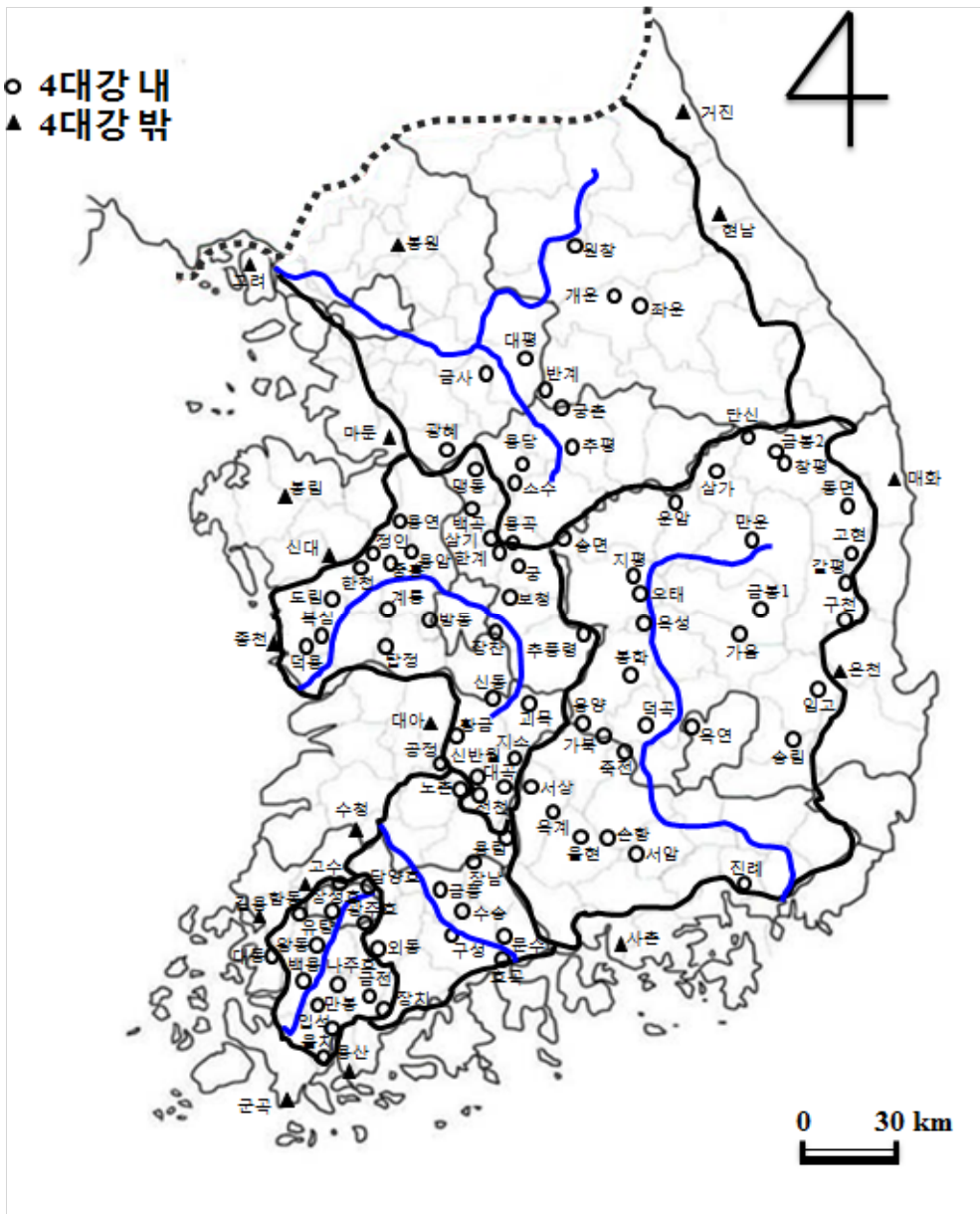
- 사업기간 : 2009년 ~ 2015년
- 총사업비 : 27,003억원 (2013년까지 26,539억원)
- 지원조건 : 국고 100%(농어촌구조개선 특별회계)
- 사업량 : 총 110지구(4대강 유역 내 93 지구, 유역 밖 17지구)
  - \* 경남 옥종지구는 타절 준공

##### □ 독높이기 저수지 사업 경위

- '09.06.08 : 4대강 살리기 마스터플랜 발표(국토부)
  - 농업용저수지 독 높이기 96지구(추가확보 용수량 2.4억<sup>m</sup>³), 2조 2,986억원 반영
  - 목적 : 갈수기 하천유지용수 공급
- '09.10. : 농림수산식품부(10.22), 한국농어촌공사(10.12) 국정감사
- '09.12.14 : 국회 '10년 예산 심의과정에서 4대강 유역 밖까지 독 높이기 사업을 추진토록 의결함.
  - 목적이 수자원 확보, 재해예방 및 하천생태계 보전으로 확대됨.

<표 3-1-1> 독높이기 저수지 사업현황

구 분	사업량 (개소)	관개면적 (ha)	저수량 (백만 m <sup>3</sup> )			총사업비 (조원)
			당초	추가	계	
계	110	82,675	610	240	851	2.71
4대강 내	93	68,438	525	213	738	2.30
4대강 밖	17	14,237	85	27	113	0.41



<그림 3-1-1> 독높이기 저수지 사업위치도

### 3.1.2 위원회 조사평가 결과

#### □ 과업의 범위

- 독높이기 저수지 용수공급 효과 평가
- 독높이기 저수지 홍수조절효과 평가
- 독높이기 저수지 지역경제 효과 평가

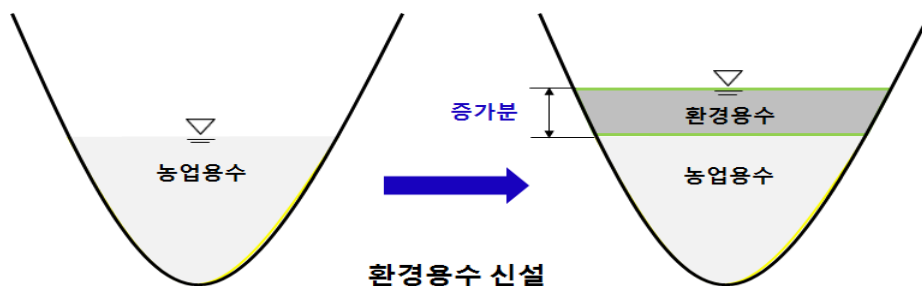
#### □ 과업의 내용

- 독높이기 저수지 용수공급 효과 평가
  - 독높이기 저수지 용수공급 현황 파악
  - 독높이기 저수지 용수공급 기준 검토
  - 사업 전·후 용수공급 효과 비교 분석
- 독높이기 저수지 홍수조절효과 평가
  - 독높이기 저수지 유입홍수량 분석
  - 사업 전·후 홍수조절 효과 분석
  - 홍수기 저수지 관리 운영 개선 분석
- 독높이기 저수지 지역경제 효과 평가
  - 독높이기 저수지 이용 실태 조사
  - 지역 주민 만족도 조사
  - 지역활성화 효과 평가

#### □ 과업내용의 평가결과

##### (1) 독높이기 저수지 용수공급 효과 평가

- 독높이기 저수지는 기존의 농업용수와 증가된 유효저수용량만큼 환경용수를 갖는 저수지가 되어, 농업용수와 환경용수를 적절히 방류할 수 있게 됨(그림 3-1-2).



<그림 3-1-2> 독높이기 저수지에서의 환경용수 확보

- 감사원 감사자료를 검토한 결과, 시간의 시급성에 따른 입력자료와 환경용수 방류량의 설정에 있어서 일부 오류가 발견됨. 이에 따른 오류는 수정 보완 된 것으로 판단되었으며, 설계오류와 시공 상의 문제로 인하여 담당자의 문책이 있었음을 자료로 확인함.
- 사업지로 선정된 96개 지구 중 8개는 우선순위를 잘못 판단하여 사업효과가 낮은데도 선정되었고, 민원 등으로 21개 지구를 교체하면서 우선순위 검토 대상에서 제외된 지구를 사업추진 편의성만으로 대상지로 교체함에 따라 사업효과가 낮은 8개 지구가 추가됨.
- 우선순위 조정을 통하여 8개 지구를 우선순위가 높은 지구로 교체할 경우와 비교할 때 499억 원을 더 투자하고도 환경용수 공급량은 6,462천 m<sup>3</sup>/년 더 적어지게 됨.
- 주요내용 1. 공급량 산정 시 만수위 기준이 동일하지 않음.
  - 지소지구 등(4개지구) : 설계 만수위보다 1.77 m 높게 적용
  - 복심지구 등((7개지구) : 설계 만수위보다 0.31~2.31m 낮게 적용
- 주요내용 2. 기존 환경용수 공급가능량을 포함하여 산정
  - 반계지구 등(28개소) : 기존 저수지의 환경용수 공급가능량을 추가 공급량에 포함시켜 347.7천~4,472.1천m<sup>3</sup>/년 만큼 과다하게 산정됨.
- 주요내용 3. 홍수기 제한수위를 고려하지 않은 환경용수 산정
  - 장성댐 등 5개 지구는 홍수조절 기능을 갖는 저수지로 홍수기 제한수위 규정이 있으나 이를 반영하지 않아 환경용수 공급가능량 산정(0.8~10.6백만 m<sup>3</sup>/년)만큼 과다하게 산정됨.
- 주요내용 4. 산정모형(HORMWRS) 입력자료 오기
  - 산정모형 입력값을 단순 잘못 입력하여 환경용수 공급가능량이 다르게 나타났음.
- 독높이기 저수지 전수 조사(준공저수지 대상)와 제출된 환경용수 방류량 자료를 통하여 살펴본 결과, 준공 년도가 2012년에서 2014년까지 서로 상이하고, 관개량과 년도별 기상조건의 변화에 따라 당초 계획된 환경용수의 방류가 이루어졌는지 판단하기 현실적으로 어려우며, 이는 향후 지속적인 모니터링으로 판단해야 할 것으로 사료됨.

- 환경용수 방류량 모니터링을 위한 수위계 설치와 수위-유량 곡선 도출에 대하여 대상 저수지를 전수 조사한 결과, 수위계 설치는 대부분 이루어졌으나, 설치위치가 부적절한 경우가 있었으며 수위-유량 곡선의 도출이 미흡하여 향후 이에 대한 보완이 이루어져야 할 것으로 판단됨.
- 독높이기 저수지에서의 환경용수 공급을 위한 월별 제한저수율이 2014년 8월에 저수지 별로 다르게 설정됨. 이는 저수용량, 유역면적 및 수혜면적이 다양하여 일정한 운영기준의 설정이 어려운 점이 고려될 수 있음. <표 3-1-2>는 낙동강수계 독높이기 저수지에서의 월별 환경용수 제한 저수율로 독높이기 저수지의 저수율이 이보다 높은 경우에 환경용수를 방류함.

<표 3-1-2> 낙동강수계 독높이기 저수지 월별 제한 저수율(%)

수계	저수지명	월별 제한 저수율(%)											
		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
낙동강	가북	55	55	55	55	55	55	50	50	50	55	55	55
	가음	55	55	55	45	45	45	40	40	40	50	50	50
	갈평	70	70	70	70	70	70	65	65	65	70	70	70
	고현	60	60	60	55	55	55	55	55	55	60	60	60
	구천	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	금봉1	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	금봉2	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	단산	70	70	70	65	65	65	50	50	50	60	60	60
	덕곡	35	35	35	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	동면	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	만운	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
	봉학	45	45	45	40	40	40	40	40	40	45	45	45
	삼가	85	85	85	80	80	80	65	65	65	75	75	75
	서상	35	35	35	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	서암	85	85	85	80	80	80	75	75	75	80	80	80
	손항	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	송림	70	70	70	65	65	65	65	65	65	70	70	70
	오태	65	65	65	60	60	60	50	50	50	55	55	55
	옥계	55	55	55	50	50	50	45	45	45	50	50	50
	옥성	65	65	65	60	60	60	60	60	60	65	65	65
	옥연	70	70	70	65	65	65	65	65	65	70	70	70
	운암	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	웅양	65	65	65	60	60	60	60	60	60	65	65	65
	울현	55	55	55	50	50	50	55	55	55	55	55	55
	임고	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
	죽전	80	80	80	60	60	60	60	60	60	70	70	70
지평	75	75	75	65	65	65	70	70	70	70	70	70	
진례	80	80	80	75	75	75	60	60	60	80	80	80	
창평	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	

※ 위 표는 독높이기 저수지 운영기준보완(안)(한국농어촌공사 2014. 08)을 재구성한 것임

- 한국농어촌공사에서 제시한 환경용수 방류기준은 농업용수의 원활한 공급을 충족하면서 환경용수를 방류할 수 있도록 설정된 것이기 때문에 이에 따른 환경용수의 방류량이 설계기준의 연중방류시보다 적게 나타남.
- 환경용수를 한국농어촌공사 운영기준으로 방류하였을 때 10년에서 30년에 한번 가뭄 발생 빈도를 보여 농업용수 설계기준(10년빈도 가뭄기준) 비교해 볼 때 가뭄대응능력이 향상된 것으로 판단할 수 있음.
- 하천유지용수 공급 운영기준 보완(안)(2014.08 이후)에 따른 연간 평균 환경용수량은 4대강(섬진강 제외) 유역 전체로는 307.8백만 $m^3$ 이며, 낙동강 유역의 환경용수 방류가능량이 117.2백만  $m^3$ 로 가장 크게 나타남.
- 4대강 뚫높이기 사업으로 인한 총저수량 증가는 194.8백만 $m^3$ 이고 이로 인한 평균 연간 환경용수 방류가능량(하천유지용수 공급기준 보완(안) 기준)은 307.8백만 $m^3$ 로 유효저수량 대비 약 1.6배에 해당함.

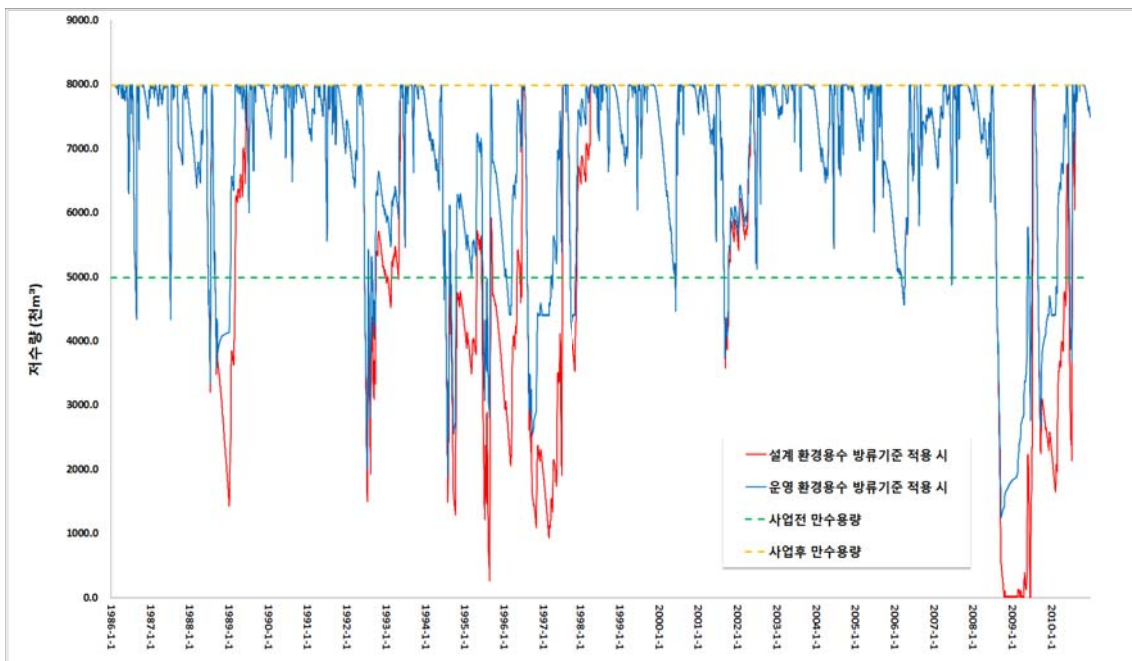
<표 3-1-3> 수계별 설계 및 운영기준에 따른 연평균 환경용수 방류가능량(섬진강 제외)

수계	총저수량(백만 $m^3$ )			환경용수 방류가능량 (연평균, 백만 $m^3$ )	
	사업전	증가량	사업후	설계기준	운영기준
한강	22.3	11.9	34.2	37.9	32.4
낙동강	58.8	64.5	123.3	132.7	117.2
금강	122.7	51.7	174.4	109.4	99.1
영산강	290.6	66.7	357.3	61.5	59.1
합계	494.4	194.8	689.2	341.5	307.8

<표 3-1-4> 낙동강수계 설계 및 운영기준에 따른 연평균 환경용수 방류가능량(옥종지구 제외)

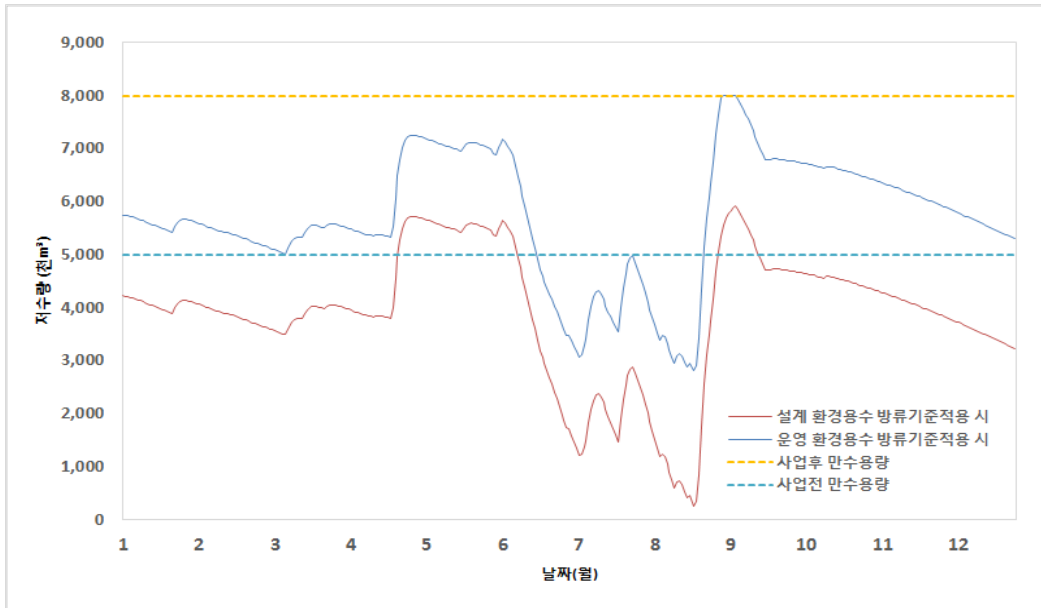
수계	지구명	사업전 (천 $m^3$ )	증가량 (천 $m^3$ )	사업후 (천 $m^3$ )	환경용수 방류가능량 (연평균, 천 $m^3$ )		사수위도달 년도 및 회수 (운영기준)	
					설계 기준	운영 기준	연도	회수
낙동강 (29)	가북	4,988	2,992	7,980	6,726	5,894	-	-
	가음	2,310	2,184	4,494	2,560	2,308	1995	1
	갈평	822	1,141	1,963	1,843	1,599	1995	1
	고현	1,036	1,032	2,068	5,025	4,459	-	-
	구천	728	2,675	3,403	5,785	5,497	-	-
	금봉1	1,461	5,691	7,152	8,755	8,636	-	-
	금봉2	60	2,939	2,999	3,903	3,870	-	-
	단산	3,017	791	3,808	5,424	4,820	1982	1
덕곡	1,784	3,030	4,815	5,093	4,922	-	-	

동면	323	1,512	1,835	3,107	3,027	-	-
만운	2,051	1,534	3,585	3,956	3,733	-	-
봉학	2,157	2,539	4,696	4,557	4,421	-	-
삼가	4,061	1,207	5,268	6,470	4,323	1982	1
서상	1,357	3,039	4,396	7,772	7,454	-	-
서암	1,675	4,007	5,682	5,705	4,065	-	-
손항	531	5,957	6,488	10,491	9,520	-	-
송림	2,434	1,054	3,488	1,631	1,460	-	-
오태	5,331	2,960	8,291	3,515	2,617	-	-
옥계	2,603	2,017	4,620	2,736	2,345	-	-
옥성	1,865	1,015	2,880	528	436	1973 1994 1995	3
옥연	2,881	1,545	4,426	3,232	2,790	-	-
운암	736	1,911	2,647	4,017	3,951	-	-
웅양	2,173	844	3,017	5,801	2,532	-	-
울현	2,295	1,952	4,247	4,072	3,906	-	-
임고	1,521	1,657	3,178	5,290	5,074	-	-
죽전	2,090	1,901	3,991	3,757	2,986	-	-
지평	2,664	1,054	3,718	4,731	4,001	1982	1
진례	1,094	930	2,024	2,140	1,483	1994	1
창평	554	2,185	2,739	4,630	4,549	-	-
<b>합계</b>	<b>56,602</b>	<b>63,295</b>	<b>119,898</b>	<b>133,252</b>	<b>116,678</b>		



<그림 3-1-3> 가북저수지 설계 및 운영기준(2014.08 이후)에 따른 저수량 모의결과





<그림 3-1-4> 가북저수지 설계 및 운영기준(2014.08 이후) 모의결과(1995년)

- 농업용저수지 독 높이기 사업 준공된 이후, 2014년 영서 지방에 발생한 가뭄 (50~100년)에 대하여 한발 대응 능력이 향상되었다고 하는 현장 담당자의 설명이 있었으나, 이수효과에 대해서는 향후 정량적인 검토가 필요할 것으로 판단됨.

## (2) 독높이기 저수지 홍수조절효과 평가

- 74개 저수지를 대상으로 현장방문 조사 결과로 얻어진 준공기록지상의 과거 제원과 사업 후 제원의 비교를 통한 홍수조절효과 추정함.
  - 사업 후 저수량 : 총저수용량 평균 1,270 천 $m^3$  증가, 유효저수용량 평균 1,282천 $m^3$  증가함.
  - 사업 후 제체고 및 홍수위 : 제체고 평균 4.9 m 증가, 홍수위 평균 4.2 m 증가함.
  - 사업 후 계획홍수량 (홍수배제능력) : 평균 74.8  $m^3/sec$  증가함.
- 홍수기 여유 저수용량의 분석
  - 홍수기 여유저수용량은 [유효저수용량 - 홍수기 제한수위 유효저수량]임 따라서, 홍수기 여유저수용량의 증가분은 [사업 후 유효저수용량 - 사업 후 홍수기 제한수위 유효저수량]에서 [사업 전 유효저수용량 - 사업 전 홍수기 제한수위 유효저수량]을 뺀 값임.
  - 홍수기 여유 저수용량의 증가분은 최대 장성 저수지에서 3,543천  $m^3$ , 구성 저수지에서 최소 18.2천  $m^3$ 로 평균 508.3천  $m^3$  임.

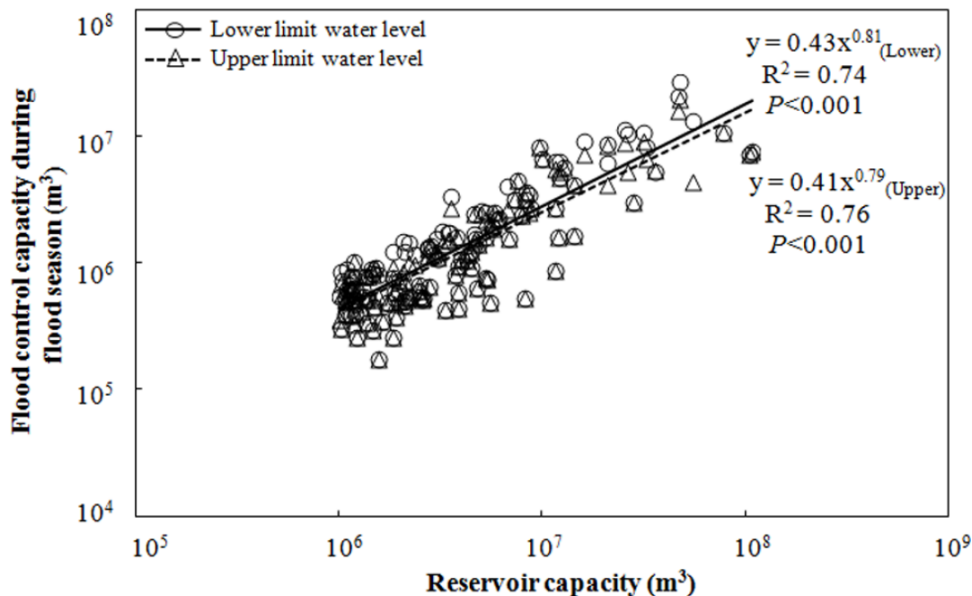
- 110개 사업지구로 총량을 계산할 경우 홍수기 여유 저수용량의 증가분은 약 55.9백만 m<sup>3</sup>로 추정되며 이는 마스터플랜 상에 저수용량 증가 규모 2.2억톤의 약 25.4%에 해당됨.

○ 홍수기 홍수량 지체효과 분석

- 설계홍수량(200년 빈도) 기준 제한수위에서 상수만수위(여유 저수용량)까지 채우는데 걸리는 시간
- 홍수량 지체시간의 증가는 [사업 후 제한수위 기준 여유저수용량/사업 후 설계홍수량]에서 [사업 전 제한수위 기준 여유저수용량 /사업 전 설계홍수량]을 뺀 값임.
- 200년 빈도 홍수량 유입 조건 하에서 방류를 하지 않을 경우 유입홍수량이 제체 내에 체류가능한 시간은 사업전과 비교하여 오태저수지에서 최대 125.2분, 보청저수지에서 최소 0.8분 증가하고, 평균적으로는 31.1분 증가하였음.

- 저수용량이 증가함에 따라 홍수조절용량은 증가하며, 특히 수문이 있는 경우 안정홍수조절용량\*은 홍수기 제한수위의 상한선이나 하한선 모두의 경우에 증가함(장익근 등, 2014). 뚝높이기 사업으로 인하여 저수용량이 2.4억 m<sup>3</sup> 증가하고 48개소에 수문이 설치되어 안정홍수조절용량이 증가할 것으로 추정됨.

\* 안정홍수조절용량은 수문 등을 개방하여 1~3일 내에 홍수기 제한수위를 확보하여 얻을 수 있는 홍수조절용량



<그림 3-1-5> 홍수기 수문이 있는 저수지의 저수용량과 안정홍수조절용량과의 관계

- 독높이기 사업 후 저수용량 및 홍수조절을 등은 증가한 것으로 나타났으며 저수위별 관리수위를 치수 목적에 맞게 탄력적 운영이 필요함(이관재 등, 2013). 봉학 저수지의 경우, 침투발생시간은 사업전후 큰 차이가 없으나 홍수 저류량은 사업후 16~17% 가량 증가하고 홍수조절율(=침투유량 감소율)은 사업전 12~13%에서 사업후 16~17%로 3.0~4.5% 정도 증가하는 것으로 분석됨.
- 준공 후 기간이 얼마 되지 않거나 현재 공사 중인 관계로 실제적인 데이터를 통한 치수효과 검증에는 한계가 있음.
- 실측자료의 취득이 어려우며 2014년 봄의 경우 가뭄(200년 빈도 혹은 PMP에 해당하는 사례가 없었음)으로 인하여 수위가 낮게 형성되어 실제적인 치수효과인 저류효과의 검증이 불가함.
- 한국농어촌공사 이전에 따른 자료협조의 지연으로 정확한 제원 조사 및 자료의 구득(ex, 예비 방류량) 등이 어려우며, 일부 대상 저수지의 경우 공기단축에 따른 안전성 제고를 위하여 관리수위를 낮게 유지하고 있어 실제적인 치수 효과 검증이 어려움.
- 대상 저수지 중 관리수위 등의 관리 매뉴얼이 제시되어 현장 여건에 맞게 운영되는 곳이 있는 반면, 현장 관리자의 경험에 의존하고 있는 대상지도 상당수 있는 것으로 현장조사에서 나타났음. 아직 홍수기 치수 목적에 맞는 저수율 관리가 확립되어있지 않는 곳이 상당수 존재함.

### (3) 독높이기 지역활성화 효과 평가

- 독높이기 수변복합문화공간의 지역활성화 효과는 지역 주민에게 여가활용 및 휴식처 등의 기능을 제공한 측면에서 긍정적으로 평가될 수 있음. 하지만 아직까지 방문객을 유치하는 관광자원화 측면에서는 큰 효과가 없는 것으로 조사되어 향후 발전가능성이 있는 지구를 선정하여 보다 적극적인 활성화 방안을 마련할 필요성이 있음.
- 조사지구는 총 32개 지구로 한강이 금사지구를 포함한 4개 지구이며, 낙동강 9개 지구, 금강은 9개 지구, 영산강 8개 지구, 그 외 섬진강이 2개 지구로 수변공간이 개발되었음.
- 관광자원으로서 비교적 활용 가능성이 높은 지구는 금사, 백곡, 삼기, 담양호의 4개 지구로 해당지역의 관광자원과 지자체 사업이 연계되어 개발 가능성 측면에서 긍정적으로 평가되고 있음.

- 지역 주민의 여가활용으로 활성화가 가능한 지구는 응양, 복심 지구를 포함한 10개 지구임. 아직 방문객이 많지 않지만 최근 주변 지역에 거주하는 주민을 중심으로 이용객이 조금씩 늘고 있는 것으로 조사되었으며, 주요 이용시설은 공연장, 수영장 등으로 적극적인 홍보활동을 통해 지역주민의 수변공간의 활용도를 높일 수 있을 것으로 보임.
- 휴식공간으로 활용 가능한 대평, 오태, 가음 등 10개 지구는 현재 이용객은 많지 않지만, 주민 활용도가 높은 시설이 비교적 잘 갖추어져 있고 관내 다른 농촌 개발 사업과의 연계 가능성이 높아 향후 지자체와 공사의 적극적인 홍보를 통해 방문객 증대를 이끌 수 있을 것으로 보임. 특히 입석, 대동, 나주호는 주변관광지 연계와 기존 시설 보완을 통해 활용도를 높이기 위한 방안을 마련 중에 있는 것으로 조사되어 향후 휴식공간으로의 활용도가 제고될 것으로 보임.
- 원창, 임고 등을 포함한 8개 지구는 수변시설 및 주변경관이 자리잡지 않아 이용객이 저조한 것으로 조사되었음. 이들 지구는 잘 알려져 있지 않은 경우가 많으며, 공원 이외 주민과 관광객이 이용할 수 있는 시설이 부족하여 수변공간의 활용도가 낮아 향후 재평가를 실시할 필요가 있음. 이 중 한계, 왕동 지구는 잠재수요(지자체 인구, 청주시 83만명, 광주광역시 181만명)가 높아 향후 지자체의 관광활성화 및 주민여가 활용에 노력이 있을 경우 발전가능성이 있으므로 지자체의 활용도 제고를 위한 노력 및 운영 방안 마련을 권고하고 재평가를 실시할 필요가 있음.



<그림 3-1-6> 수변복합문화공간 종합평가

- 향후 수변복합문화공간이 지역 활성화에 기여하기 위해서는 주위 관광자원과의 연계, 주위 인구가 많은 곳의 선정, 지자체와 공사의 연대가 중요하며 두 기관의 적극적인 홍보·지원이 필요함.

## 3.2 농지 리모델링 사업의 효과

### 3.2.1 농지리모델링 사업

#### □ 사업목적

- 4대강 정비로 발생하는 하천 준설토를 하천제방 인근 저지대 농경지에 성토하여 지반을 높이고 다시 농지를 조성함으로써 준설토 처리, 농경지 침수해소 및 농업생산기반시설을 개량하여 농지의 이용률을 높이는 등 영농환경 개선에 있음.

#### □ 사업현황

- 사업기간 : 2009~2012년
- 실시 지구 : 140개 지구(한강 2, 금강 17, 낙동강 113, 영산강 8)
- 사업수행 면적 : 7,709 ha
- 총사업비 : 13,895억원
- 전체지구에 대한 평균 성토고 : 2.64 m

#### □ 사업시행체계

- 사업시행체계는 국토부에서 하천준설 후 준설토를 리모델링 농경지까지 운반하여 성토하면, 한국농어촌공사가 농지를 조성하는 것으로 이분화 하여 농경지 리모델링 사업이 실시되었음.

<표 3-2-1> 농지 리모델링 사업시행체계

국토부	한국농어촌공사
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 준설토를 농경지까지 운반·성토</li> <li>- 농경지 성토재 선별(골재, 사토, 폐기물·오염토양은 제외)</li> <li>- 하천준설토 처리량 및 토양조건을 감안하여 처리</li> <li>- 준설토 토양시험조사결과를 리모델링 사업시행자에게 통보</li> <li>- 사업지구 선정, 예산배정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 농지조성</li> <li>- 사업대상지 신청, 사업예정지 조사, 조사·설계, 사업시행, 환지</li> <li>- 농경지 원지반 토양조사</li> <li>- 성토 후 표토재에 대한 토양성분조사(농촌진흥청 실시)</li> </ul>

## □ 농지 리모델링 대상지구 선정 기준

- 「4대강 주변 농경지 리모델링 사업 통합시행지침」(농식품부, 국토교통부, 2010.2)을 근거로 한국농어촌공사에서 사업예정지를 조사하였으며, 한국농어촌공사에서 실시한 농경지 리모델링 예정지 조사를 토대로 국토교통부에서 사업지구를 최종 승인하는 절차를 통해 사업지구가 선정되었음.
- 「4대강 주변 농경지 리모델링 사업 통합시행지침」상의 농경지 리모델링 사업지구 선정기준은 아래와 같이 명시되어 있으며, 이를 기준으로 주민 호응도가 높은 지역, 사업추진에 장애요인이 적은 지역, 준설토를 처리할 수 있는 규모와 제방보강 및 침수해소로 사업 효과가 높은 등 사업적지로 판단되는 지역을 토대로 선정되었음.
- 4대강 제방에 접한 저지대 농경지로서 하천 준설토 처리량이 많고, 토지 소유자가 원하는 지역.
- 홍수에 취약한 하천제방을 슈퍼제방으로 만들어 누수 및 홍수 시 파괴 방지를 할 수 있는 지역.
- 집단화된 대규모 농지로서 들녘단위로 하천제방 높이까지 성토를 하더라도 관수 및 배수, 농로 체계, 마을경관에 지장이 없는 지역.
- 타 법, 타 사업과의 관련 여부, 개발제한 등 사업에 지장이 없는 지역.

※ 농지 리모델링 사업대상 지구에서 4대강 보 영향 농지는 제외되어 있음. 그 이유는 농지 리모델링 사업이 당초 하천준설토 처리를 주목적으로 진행된 사업이었기 때문에 리모델링 사업대상지 선정에 보 관리수위에 의한 지하수 영향 농지를 고려하는 사항은 사업지구 선정조건에 포함되어 있지 않았기 때문임

## 3.2.2 위원회 조사평가 결과

### □ 과업의 범위

- 농지 리모델링 사업 전후 침수피해 완화 효과 평가
- 농지 리모델링 사업의 지역활성화 효과 평가
- 보 설치에 따른 농지에의 영향 평가

## □ 과업의 내용

### ○ 농지 리모델링 사업 전후 침수피해 완화 효과 평가

- 농지 리모델링 지구 용배수 체계 검토
- 농지 리모델링 사업 전·후 침수피해 현황 분석
- 농지 리모델링 사업 전·후 침수피해 완화 효과 분석

### ○ 농지 리모델링 사업의 지역활성화 효과 평가

- 농지 리모델링 지구의 현황
- 농지 리모델링 사업 전·후 지역경제 효과 평가
- 농지 리모델링 지구 만족도 조사

### ○ 보 설치에 따른 농지에의 영향 평가

- 하천의 유황분석
- 지하수위 변동 조사
- 작물 피해 분석

## □ 과업내용의 평가결과

### (1) 농지 리모델링 사업 전후 침수피해 완화 효과 평가

- 농지 리모델링 지구의 용배수 체계 정비로 부족한 용수의 안정적인 공급과 원활한 배수효과가 있었고, 이로 인해 안정적인 작물 생산량 획득이 가능하였음. 또한 배수개선효과로 밭작물 재배, 시설작물 재배 가능 등으로 이모작 가능과 더불어 재배작목이 다양해짐.
- 농지 리모델링 사업에 의한 농경지 표고 상승 및 용배수 체계 정비로 이들 지구에 대한 배수문제가 상당히 개선되어 침수피해 지구에 대한 피해 경감 및 침수 개선 효과가 있었음. 사업 전 침수지구 120개소, 침수면적 2,782 ha에서 사업 후 침수지구 1개소, 침수면적 5 ha로 크게 줄어듦.
- 준설토량이 계획토량보다 부족하여 충분한 성토고를 확보하지 못한 지구의 경우에는 완전한 침수개선 효과를 기대할 수 없어 기존의 배수장을 그대로 존치하거나 증설 보수하여 사용하는 곳이 많았음. 따라서 폭우 등 많은 강우 발생시 배수장 가동이 여전히 필요한 지역이 많았으나 예전보다는 배수가동 회수 및 가동시간이 감소한 효과가 있었음.

- 농지 리모델링 사업이 실시되면서 사업지구에 포함되지 않은 인근지역 주민들의 사업지구 확대 실시 요구가 많았으나 준설토량의 부족으로 요구사항을 모두 수용하지 못한 지역이 많은 것으로 파악됨.
- 농지 리모델링 지구 주민 인터뷰 결과 사업 후 침수피해완화 효과와 다양한 밭작물 재배 가능 등으로 사업에 대한 만족도가 높아 주민들의 리모델링 사업에 대한 인식이 긍정적이었음.

## (2) 농지 리모델링 사업의 지역활성화 효과 평가

- 농지리모델링 사업 이후에도 일부 지구는 침수피해가 발생하였으나 정비이후 대부분 개선된 것으로 조사되어 리모델링 사업의 결과로 수해방지를 통해 소득증가가 나타났다고 볼 수 있음. 향후 직접적 효과를 살펴보기 위해서는 지속적이고 장기적 모니터링을 통해 데이터 구축이 필요할 것으로 보임.
- 농지리모델링 사업의 생산성향상 효과를 살펴본 결과, 오염된 준설토, 토지 자갈포함, 수렁논 전환 등의 이유로 생산성이 감소한 지구가 일부 있었으나 대체적으로 영농환경이 개선되면서 생산성이 향상되었음.
- 작부체계 개선으로 나타난 소득 변화분은 전환품목 및 변환비율, 지역 등에 따라 다르게 나타났으나 시설채소·과일은 평균적으로 소득변화가 큰 것으로 나타남. 농지리모델링 사업의 결과로 작부체계가 개선되면서 작목전환이 나타났다면 생산성이 크게 저하되지 않는 한, 소득증가에 기여했다고 볼 수 있음.
- 간접효과로서의 지가상승은 농민들에게 긍정적인 효과로 평가되고 있는 것으로 나타났음. 설문조사에서는 침수피해 해소 다음으로 지가 상승을 사업의 긍정적인 효과로 꼽고 있었으며 실제 다수 지구에서 지가상승이 나타난 것으로 조사됨.
- 농지리모델링 사업의 결과로 침수피해와 영농환경이 대체로 개선되었다고 응답한 비율이 높았으며 응답자들의 약 54%가 소득수준이 높아진 것으로 나타났음. 소득수준이 높아진 경우, 작목변환과 함께 용수 및 배수, 영농환경 개선이 나타났다고 응답하였음.
- 응답자의 약 80%가 농지리모델링 사업에 대해 만족을 나타냈으며 불만족 응답자는 낙동강(화제, 확장2), 영산강 유역(옥정지구)의 지구로 나타났음. 옥정지구의 경우, 사업자체에 대해 부정적인 의견이 많았으며 개선되지 않은 부분들이 많아 어려움이 많다는 의견을 나타냈음.



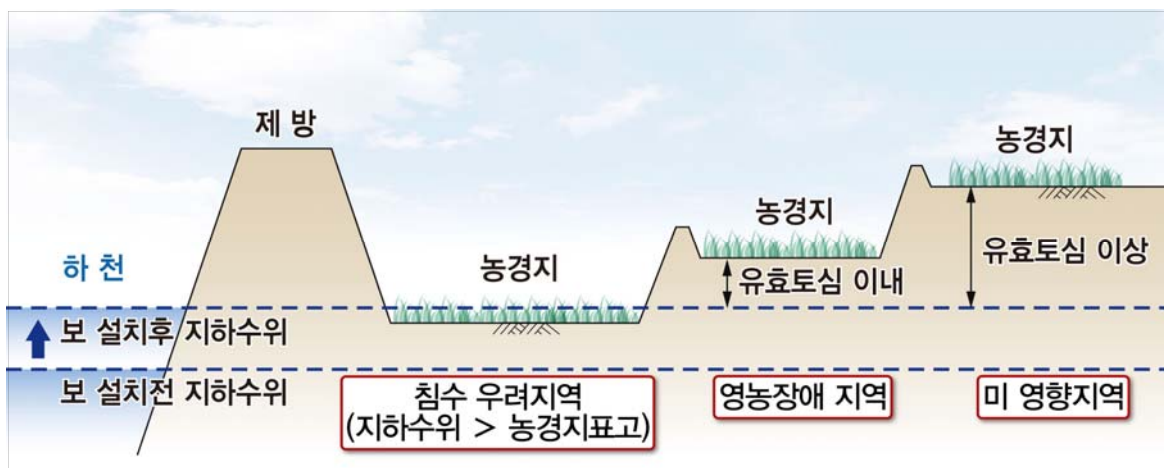
### (3) 보 설치에 따른 농지에의 영향 평가

#### ○ 하천 유황

- 보 설치 후의 수위는 설치 전에 비해 상승하였음
- 보 지점의 수위는 대체적으로 관리수위를 유지하였으나 낙동강 3개보는 인근 농경지에의 영향을 줄이기 위하여 동절기 발작물 경작 기간에는 보 수위를 관리수위보다 낮게 운영하고 있음. 칠곡보는 0.3m, 강정고령보는 0.8m, 창녕함안보는 0.5m 낮게 운영하고 있음.

#### ○ 지하수 영향

- 202개소 지하수위 관측정이 설치되었고, 보 건설로 보 인근 제내지(농지)의 지하수위는 상승하였음. 이 때 농지는 지반고에 따라서 <그림 3-2-1>과 같이 침수가 우려되는 지역, 영농 장애 지역 및 미 영향지역으로 구분할 수 있음. 즉, 지표면에서 지하수면까지 깊이가 작물의 유효토심보다 크면 작물 생육에 영향이 없으며, 유효토심보다 작으면 작물이 충분히 생육할 수 없게 되어 생육장애를 받게 되며, 지하수위가 농경지 표고보다 높으면 농지가 침수됨.
- 보 건설로 보 상류구간에서 하천수가 인근 제내지(농지) 쪽으로 흐르게 되었고, 제내지 지하수가 하천쪽으로 흐르는 경우에는 보 건설 전보다 유량이 감소할 것으로 추정됨.



<그림 3-2-1> 지하수위 변화가 농경지에 미치는 영향

#### ○ 영향 농지 및 작물 피해

- 본 조사 지역에서 하절기에는 대부분 담수재배를 하는 벼를 재배하므로 수확기 이외에는 지하수위는 영농에 별 문제가 되지 않음.

- 10월부터 이듬해 5월까지 밭작물이나 비닐하우스 재배를 할 때 지하수위가 높아져 영농에 장애를 초래할 수 있어, 상수배수장, 저류지, 배수우물 등을 설치하여 대처하고 있음.

#### ○ 조사 결과

- 보 인근 지역에서 벼 재배 후 10월부터 5월까지 지하수위 상승으로 유효토심 (1.0m)을 확보하지 못하여 지하수 영향을 받는 농지는 4개보 인근에서 564ha가 발생하였음.
- 합천창녕보 인근 연리들의 경우에는 농민과 수공의 의견이 상이하여 용역 보고서 검토와 현장조사를 한 결과, 지하수위는 2m 아래에서 발견되어 작물 생육 부진과 지하수위는 관련이 없는 것으로 판단됨.

## 4.1 문화관광레저 시설 및 행사의 적절성 평가

### 4.1.1 문화관광레저 시설 및 행사의 도입 및 운영

#### □ 문화관광레저 시설 및 행사의 계획

- 4대강의 문화관광레저시설은 4대강 마스터플랜에서 제시된 5대과제의 하나인 “지역주민과 함께하는 복합공간창조”의 일환으로 도입이 계획되었고 동 과제는 주변지역으로 방치되었던 수변공간을 국토의 중심이 되는 삶의 공간으로 적극 활용함을 목표로 함.
  - 과제관련 구체적인 사업으로 마스터플랜에서는 강을 활용한 여가공간조성, 수변접근성개선, 수변중심도시 재생, 둔치 활용 다양화 및 아름다운 수변 공간 창출 등을 제시하고 있는데 문화관광레저시설은 이러한 사업의 주요 구성항목임.
- 4대강 마스터플랜에서는 문화관광레저 시설 도입의 기본방향과 시설도입 지침이 제시되어 있고 구체적인 시설계획은 사업의 시행을 위하여 구분된 170개 공구별로 작성된 실시 설계에 포함되어 있음.
- 마스터플랜에 문화가 흐르는 4대강 살리기, 4대강 유역 문화권 개발 등이 포함되어 있어, 4대강과 문화관광의 연계를 주요 사업으로 명시하고 있음.

#### □ 도입시설 및 행사

- 계획에 의하여 최종적으로 도입된 문화관광시설은 총 7개 유형으로 자전거길, 수변공원, 생활체육시설, 강변캠핑장, 강문화관, 보 사업소 홍보관, 나루터 (마리나 포함)이며, 이외에 문화관광 행사 및 프로그램이 운영되었으며, 그 내용은 아래 <표 4-1-1>와 같음.

<표 4-1-1> 4대강 문화관광레저 시설 및 행사 개요

시설유형		개요
문화관광 레저 시설	자전거길	총 1,757km
	수변공원 (생태공원, 문화광 장, 피크닉장, 다목 적광장 등)	총 234개 수변공원 (한강 66개, 금강 41개, 영산강 32개, 낙동강 95개)

생활체육시설	총 61개 생활체육시설지구, 총 641면 (축구장 116면, 야구장 84면, 농구장 84면, 농구장 87면, 족구장 112면, 배드민턴장 51면, 게이트볼장 45면, 인라인장 20면, 테니스장 70면, 배구장 14면, 다목적구장 28면, 풋살장 14면)
강문화관	총 5개 문화관(한강, 금강, 영산강, 낙동강, 디아크)
보사업소 홍보관	12개 홍보관
강변캠핑장	총 11개소(한강 2개, 금강 3개, 영산강 1개, 낙동강 5개)
나루터 및 마리나	총 58개(한강 9개, 금강 14개, 영산강 17개, 낙동강 18개)
문화관광 행사 및 프로그램	강변 10대 명품 관광상품 개발, 강변 대표축제 발굴 및 개최, 강변 관광 스토리텔링 책자 발간, 강변 문화장터 조성 시범사업 등

자료 : 국토부 제출자료(2014. 12)

## □ 관리 및 운영

- 문화관광레저시설 중 강문화관과 보 사업소의 홍보관은 수자원 공사가 관리·운영하며 여타시설의 관리·운영은 시설이 위치한 지자체에서 담당함.
- 지자체의 경우 해당 시설에 대한 관리·운영 예산은 중앙정부의 지원 예산과 자체 예산으로 조달하며, 중앙정부의 지원예산은 해당 지자체가 관리하도록 되어있는 전체 친수공간의 면적과 재정자립도 등을 고려하여 배정함.
- 문화관광 행사 및 프로그램으로 추진된 대부분의 사업은 당해 연도 사업으로 끝나 현재는 모두 소멸되었음.

## 4.1.2 위원회 조사 평가 결과

### □ 과업의 범위

- 4대강사업으로 조성 및 추진된 문화관광레저 시설과 행사

### □ 과업의 내용

- 사업의 필요성 평가
- 계획 과정 및 내용의 타당성 평가
- 시설 이용객수 조사 및 평가
- 시설 이용 행태 및 만족도 조사와 평가
- 행사 및 프로그램의 평가

## □ 평가

### (1) 사업의 필요성 평가

- 마스터플랜에는 자전거길 이외에는 문화관광레저 시설의 도입 배경 및 목적, 시설의 규모 등이 구체적으로 언급되지 않고 있으나, 4대강 본사업의 핵심인 이수, 치수 및 환경 사업등과 연계하여 복합공간을 창조하고 강을 활용하여 새로운 여가 공간을 조성한다고 명시된 사업의 취지는 긍정적으로 평가됨.
- 전반적으로 우리국민이 이용할 수 있는 야외 여가 공간이 부족하고, 활용할 수 있는 자원도 제한적인 현실 여건 하에서 4대강 본 사업에 의하여 새롭게 조성되는 수변공간에 자전거길, 수변공원, 생활체육시설, 강변캠핑장 및 나루터 등을 조성한 것은 국민의 건강과 삶의 질 제고에 기여 할 수 있음.
  - 2011년 기준 국내 국민 1인당 자전거 도로 연장은 0.2m로 일본(0.6m) 및 네덜란드(1.2m)에 비하여 짧음.
  - 우리나라 국민의 1인당 공원 면적은 8.09m<sup>2</sup>로 세계 주요국 대도시 경우보다도 좁음. 뉴욕, 파리, 런던, 베를린의 1인당 공원면적은 각각 18.6m<sup>2</sup>, 11.6m<sup>2</sup>, 26.9m<sup>2</sup>, 27.9m<sup>2</sup>임.
  - <전국민간 및 공공체육시설 실태조사 (한국스포츠개발원, 2014)>에 의하면 우리나라 국민의 1인당 생활체육시설 사용면적은 3.80m<sup>2</sup>으로 보급률은 66.3%에 불과함.
- 한편, 야외 여가시설의 도입과 함께 이용의 활성화와 만족도 제고를 위한 체계적 관리·운영이 요구되는데, 강문화관과 보 사업소 홍보관은 단순한 Information Center 및 편의시설로서의 기능 수행만이 아니라 문화관광레저 콘텐츠 및 서비스의 직접적인 공급거점으로서 역할을 수행 할 수 있는 잠재력을 지님.
- 행사 및 프로그램의 경우 강과 강 주변에 산재되어 있는 잠재적 문화관광 자원을 관광상품화하는 콘텐츠로서 수변관광 활성화와 문화관광 사업의 증대 및 지역경제 활성화는 물론, 지역 이미지 제고 및 주민일체감 조성, 주민의 역동적 사회생활 건인 등 사회문화적 효과를 창출하는 사업이라는 측면에서 필요성이 인정됨.

## (2) 계획과정 및 내용의 타당성 평가

- 4대강 마스터플랜에서는 문화관광레저시설의 기본방향이 제시되었고 공사의 집행을 위하여 구분된 170개 공구별 실시설계 단계에서 구체적인 시설의 규모와 개소 수, 위치 등이 제시되고 있음. 하지만 마스터플랜에서 요구되는 광역적 차원의 수요 및 자원의 특성에 대한 분석이 결여되어 있으며 실시설계단계에서 공구별 계획에 대한 종합적 피드백이 미흡하여 체계적인 시설의 도입을 어렵게 하였음.
- 문화관광레저시설의 총량과 위치결정을 위하여 수요에 대한 철저한 분석이 요구되나 대부분 시설의 경우 수요분석이 미흡한 상태에서 공급자적 관점에서 도입시설의 유형과 규모가 결정되었음.
- 한편, 관련계획에서 시설도입 후 관리·운영에 대한 전략제시가 미흡하고 일부 제시된 관리·운영방안도 시설관리 중심이고 방문객 관점에서의 전략제시는 미흡하였음.
- 일부시설의 경우 계획과정에서 관련규제에 대한 검토 미흡으로 시설의 운영이 불가능한 곳에 도입되어 있음.
  - 백제보 나루터 및 세종 1공구 마리나 등 일부 시설의 경우 수변활동 금지 구역에 설치되어 나루터 및 마리나로서의 이용이 불가능함.
- 일부 시설을 제외하고 사업의 타당성 검증에 위한 B/C분석은 이루어지지 않았음.
  - KDI에 의한 낙동강 자전거길에 대한 B/C분석이 실행되었는데 B/C값은 0.94, AHP점수는 0.508로 정책적 차원에서 사업의 타당성이 인정되고 있음.
  - 자전거길의 일부 노선을 제외한 모든 문화관광시설이 생태하천 조성사업 차원에서 통합 추진되었고, 예비타당성 조사가 이루어진 일부 공구사업에서도 문화관광시설은 여타사업과 통합되어 평가됨으로서 개별적 사업타당성을 검증하지는 못했음.
- 당초의 사업계획과 추진실적에서 일부 차이가 나는 경우가 발생하고 있음.
  - 조성된 자전거길의 총길이는 계획(1,728km)에서 29km 연장된 1,757km이며 조성비용은 계획(1947억원)에서 551억원이 증가된 2,498억원임. 이는 단절구간의 연결 및 보완을 위한 추가적 사업이 발생했기 때문임.
  - 생활체육시설은 총 478면이 계획되었으나 163면이 추가되어 총 641면이 조성됨.

- 행사 및 프로그램의 경우, 계획대로 추진되었으나 사업의 지속성이 담보되지 않은 측면이 있음.
- 강변10대명품관광상품개발, 강변관광스토리텔링책자발간 등의 사업은 1회성 사업으로 끝났고, 기존 사업과 연계해서 추진되던 강변대표축제발굴 및 개최, 강변문화장터조성시범사업 등은 당해 연도 사업추진 이후에는 4대강 사업이 아닌 본래의 사업으로 회귀하였음.

### (3) 시설 이용객수 조사 및 평가

#### < 조사방식 및 절차 >

- 문화관광레저시설의 이용객수 조사는 조사전문기관에 위탁되어 수행되었으며 시설현장에 파견된 조사원에 의하여 2014년 6월부터 9월까지 이용객의 수가 직접 계측되었음.
- 계측지점의 수 및 위치는 시설의 배후인구수, 시설의 규모 및 조사지점간의 거리 등을 감안하여 결정되었으며 동일 지점에서 주중과 주말의 이용객이 계측되었음.
- 계측된 자료를 바탕으로 주중일수, 주말일수, 추정시간대, 배후인구규모 및 월별이용률 등을 감안하여 총 이용객수가 추정되었음.
- 4대강 문화관광레저시설 이용객수와 관련된 국토부와 수자원공사의 자료는 점검결과 조사대상 및 방식 등이 본 평가 목적을 위한 자료로는 적합하지 않다고 판단되어 평가를 위한 간접 자료만으로 사용되었음.
- 캠핑장 이용객은 개장 중인 7개 캠핑장의 인터넷 예약자료를 활용하여 추정되었고, 현장조사 결과 이용률이 매우 낮은 것으로 판단된 보사업소 홍보관과 나루터 및 마리나는 계측대상에서 제외되었음.

#### < 조사결과 및 평가 >

- 4대강 문화관광레저시설의 이용객수는 시설유형 별로 큰 차이를 보이고 있는데, 이용률은 전반적으로 낮게 평가되고 시설유형별 이용률은 강별로 차이를 보이고 있음.
- 추정된 연간 총 이용객수는 야외여가 시설의 경우 수변공원(424만명), 자전거길(201만명), 생활 체육시설(68만명) 및 강변 캠핑장(19만명) 순으로 많고 강 문화관의 방문객수는 56만명인데, 대부분의 시설 이용률은 조성규모에 비하여 낮은 것으로 평가됨.

- 각 시설에 대한 강별 이용객 비율은 차이가 있는데 수변공원의 경우는 한강, 자전거길과 생활체육시설은 낙동강, 강문화관은 낙동강이 다른 강에 비하여 이용률이 높았음.
- 자전거길은 조성규모에 비해 이용률이 낮고 지역적 편차가 큼.
  - 추정된 연간 이용객 201만명은 2013년도 한강공원 자전거 연간 이용객수인 12,224,030명(서울연구원, 2014<인포그래픽스 제102호>)의 16% 수준에 불과함.
  - 4대강 자전거 이용객의 연평균 이용횟수(31.4회)를 감안한 우리나라 국민의 4대강 자전거길 참여 비율은 0.15%로 조성규모 감안시 2012년 자전거/산악 자전거 참여비율 3.9% <2013 여가백서(문화체육관광부, 2013)>에 비하여 낮음.
  - 4대강 자전거길 이용객은 구간별로 큰 차이를 보이고 있는데, 본 조사에서 집계가 이루어진 한강 팔당대교 지점에서 계측된 이용객수(8,325명)는 영산강 섬진강 댐 지점에서 계측된 이용객수(120명)의 69배 수준임.
  - 4대강 자전거길 이용객의 연평균이용횟수 (31.4회), 1일 평균이용시간 (275분) 및 여행당 총이용거리 (237km) 등을 감안시 4대강 자전거길은 자전거 매니아 계층의 이용율이 높은 것으로 판단됨.
- 수변공원의 이용객은 시설규모에 비하여 적고 이용객의 지역별 편차가 큼.
  - 추정된 4대강 234개 수변공원 연간 이용객수는 424만명으로 4대강 내 문화관광레저시설 중 가장 많으나 조성규모 대비 이용객은 적게 평가됨.
  - 도시지역과 비도시지역의 수변공원 이용객수는 큰 차이를 보이고 있음. 일부 지구의 경우 이용객이 거의 없어 조사과정에서 조사장소의 변경이 불가피했으며, 7, 8월 이용객 집계조사가 가능했던 수변공원 중 한강의 두물지구에서 계측된 이용객수(7,244명)는 이용객이 적은 낙동강 대저지구에서 계측된 이용객수(110명)의 66배임.
- 생활체육시설 이용객은 68만명으로 시설규모에 비하여 적게 평가되고 이용객의 지역별 편차가 큼.
  - 도시지역과 비도시지역의 생활체육시설 이용객수는 큰 차이를 보이고 있음. 일부시설의 경우 이용객이 거의 없어 조사장소의 변경이 불가피했으며 7, 8월 이용객 집계조사가 가능했던 지구의 경우 낙동강 안동 2지구에서 계측된 이용객수(524명)는 이용객이 적은 한강 당남지구에서 계측된 이용객수(16명)의 33배임.



- 수용면적대비 각 강문화관의 이용률은 전반적으로 낮고 강문화관별로 격차가 큼.
  - 추정된 강문화관의 연간방문객수는 56만명인데, 디아크가 23만명으로 가장 많고 금강문화관이 2.4만명으로 가장 적음. 조성된 건축면적과 원단위 등을 적용하여 산정된 시설이용률의 평균은 30%로 전반적으로 낮는데, 디아크(53%)가 제일 높고 금강문화관(7%)이 가장 낮음.
- 강변 캠핑장의 이용률은 전반적으로 양호한 것으로 평가될 수 있는데 캠핑장 입지에 따른 격차가 큼.
  - 조사대상 7개 강변캠핑장의 이용객수는 19만명이며 수용면적대비 연평균 이용률은 21.9% 수준이지만 캠핑의 이용특성 상 현재 운영 중인 캠핑장의 주말이용객 비율이 90% 이상임을 감안하면 이용률은 양호한 것으로 평가됨.
  - 도시지역의 캠핑장인 영산강 승촌보 캠핑장의 시설이용률은 69.1%로 높은 반면 비도시지역인 낙동강 강나루 캠핑장의 이용률은 5.8%로 매우 낮음.
- 보 사업소 홍보관과 나루터 및 마리나는 시설수준, 콘텐츠 및 관리·운영 등이 미흡하여 제기능을 수행하지 못하고 있으며 이용객 수도 적음.

<표 4-1-2> 4대강 문화관광레저시설 이용객수 계측 개요 및 이용객수 추정치

대상시설	현장계측 지점수	계측 횟수	추정치
자전거길	24개	240회(지점별 10회)	201만명
수변공원	16개	160회(지점별 16회)	424만명
생활체육시설	12개	120회(지점별 10회)	68만명
강문화관	5개	50회(지점별 10회)	56만명
강변캠핑장	(7개)	예약이용객 수 활용	19만명

#### (4) 시설이용행태 및 만족도 조사와 평가

##### < 시설이용행태 및 만족도 조사방식 >

- 4대강 각 문화관광레저 시설별 이용행태 및 만족도 조사는 조사전문기관에 위탁되어 수행되었으며, 조사기간은 2014년 7월에서 9월까지이고 조사방식은 현장개별 면접조사임.
- 조사의 지점은 이용객수 계측 지점과 기본적으로 동일하며 각 지점별로 최소한의 정규분포를 확보할 수 있도록 조사 표본수는 최소 30명이 넘도록 하였음.

- 계측조사가 없었던 강변캠핑장은 현재 운영 중인 7개소를, 나루터 및 마리나는 이용객이 관찰되는 10개소를, 보사업소 홍보관은 강문화관이 없는 12개 보사업소 홍보관을 대상으로 조사하였음.
- 설문지는 7개 시설별로 각각 작성되었으며 설문지의 구성은 방문객의 특성, 행태 및 시설이용 만족도 등으로 구성되어 기본적으로 5점 척도를 기준으로 측정함.

**<표 4-1-3> 문화관광시설 방문객 대상 설문조사 개요**

시 설	설문조사 지점수	설문응답자 수(유효표본)
자전거길	24개	821명
수변공원	15개	477명
생활체육시설	12개	298명
강문화관	5개	162명
보사업소 홍보관	12개	378명
강변 캠핑장	7개	238명
나루터 및 마리나	10개	211명

### < 조사결과 및 평가 >

- 시설 이용객의 종합만족도는 5점 척도를 기준으로 최소 3.44에서 최대 3.90 사이로 나타나 비교적 양호한 것으로 평가되고 있는데, 강변 캠핑장(3.90)과 자전거길(3.81)이 상대적으로 높고 나루터 및 마리나(3.44)가 가장 낮음.
  - <자전거길과 연계한 지역관광 활성화연구(안전행정부, 2013)>에 의하면 자전거길을 이용한 자전거 관광 만족도는 3.52수준임.
  - <한강공원 이용 만족도 보고서> 디오피니언(2013)에 의하면 한강공원에 대한 종합만족도는 3.70임.
  - <전국오토캠핑장 소비자 만족도 조사(한국소비자원, 2013)>에 의하면 전국 이용객 상위 7개 오토캠핑장 중 최고 평가를 받은 캠핑장의 만족도는 3.52점임(7점 척도 기준 4.93점을 5점 척도로 환산 시).
- 시설, 안전 및 운영 등 개별적 항목에 대한 평가값은 만족도에 비하여 전반적으로 낮음.
  - 주요시설인 자전거길의 경우 시설, 안전 및 운영 관련 평가값은 3.39, 2.90, 3.01 수준으로 만족도값(3.81)에 비하여 낮음.
  - 특히 안전에 대한 평가는 부정적인데 자전거길, 수변공원 및 체육시설에서 CCTV, 야간안전시설 및 응급상황시스템 등의 문제점이 시사되고 있음.

<표 4-1-4> 4대강 문화관광레저시설 및 운영 관련 평가 및 만족도 조사 결과

시설물	운영 관련 평가 및 만족도 조사 결과						비고
	방문객 평가					만족도	
	시설	안전	운영	서비스	이용환경		
자전거길	3.39	2.90	3.01	-	-	3.81	
수변공원	3.39	3.03	3.12	-	-	3.67	
생활체육시설	3.21	2.82	2.99	-	-	3.57	
강 문화관	3.81	-	-	3.59	3.80	3.78	
보사업소 홍보관	3.71	-	-	3.56	3.70	3.68	
강변 캠핑장	3.86	-	-	3.89	3.79	3.90	
나루터 및 마리나	3.23	-	-	3.13	3.46	3.44	

주: 평가와 만족도의 값은 5점 척도(1=매우미흡, 3=보통, 5=매우 우수)로 측정하였으며 조사 대상별로 '시설'이외의 측정항목은 상이함.

- 4대강 문화관광레저시설 이용의 목적은 다양하며 시설 유형별로 차이를 보이고 있음.
  - 자전거길과 수변공원의 이용목적은 개인의 즐거움, 건강증진, 문화체험 순이고 체육시설의 경우는 건강증진, 개인의 즐거움, 대인관계 순으로 나타남.
  - 강문화관, 보 사업소 홍보관, 나루터 및 마리나의 경우는 이용목적으로 여가휴식이 제일 높았으며 그 다음은 관광활동, 문화체험 순임.
  - 강변캠핑장의 이용목적은 기분전환, 취미활동 및 친목도모 순임.
- 방문객에 의한 시설의 반복이용 횟수도 시설별로 차이를 보이고 있음.
  - 개인의 즐거움과 건강증진이 주목적이 되는 야외여가시설인 생활체육시설, 자전거길 및 수변공원의 연간이용횟수는 각각 35.9회, 31.4회, 20회로 많음.
  - 나루터(5.0회), 보사업소 홍보관(3.1회), 강문화관(2.1회)의 경우 연평균 이용횟수가 상대적으로 적는데, 이들 시설의 경우 이용의 주목적은 여가휴식과 관광활동임.
  - 강변 캠핑장의 연평균 이용횟수는 연 1.8회로 가장 적음.
- 4대강에 조성된 문화관광레저시설 선택 시 고려요인은 시설별로 상이함.
  - 자전거길과 체육시설 선택시에는 시설의 우수성과 접근성을 중요하게 생각하며, 수변공원의 경우는 휴식공간의 쾌적성과 접근 용이성이 선택의 주요 고려 요인임.
  - 강문화관, 보 사업소 홍보관, 나루터 및 마리나, 강변캠핑장의 경우 휴게·휴식공간과 주변경관을 중요하게 생각함.

- 방문하게 된 문화관광레저 시설물의 주요 인지경로는 가족/지인이 가장 높게 나타났으며 4대강 웹사이트와 홍보물에 의한 경우는 낮음.
- 가족/지인의 권유로 4대강을 방문한 경우가 45.1%로 가장 많고 다음은 4대강 홍보물과 웹사이트 순인데 비율은 각각 13.6%, 12.6%로 상대적으로 낮음.

#### (5) 행사 및 프로그램의 평가

- 문화관광 행사 및 프로그램은 홍보효과는 있었으나 문화관광 증진 및 지역 경제 활성화 홍보효과에 대한 효과는 제한적이었음.
- 강변 10대 명품관광상품 개발사업은 개발된 상품의 운영기간이 4개월에 불과하고 4대강 홍보를 위한 사업으로 추진.
- 강변대표 축제발굴 및 개최의 경우 지원기간 및 지원예산 부족으로 전체적으로 주목할 만한 성과지표 향상은 이루어지지 못했음.
- 강변 관광스토리텔링 책자 발간사업은 에세이 책자 2권은 4대강 사업과 연관된 홍보사업으로 추진되었으며 강변 문화장터조성 시범사업은 4대강 사업이 마무리되기 시작한 시점인 2012년에 새롭게 추가되어 4대강에 대한 국민의 관심을 모으는 데는 효과가 있었으나 지역 경제적 창출효과는 제한적이었음.

## 4.2 문화재 조사·발굴·보존의 적정성 평가

### 4.2.1 계획 및 실행

#### □ 매장문화재 지표·시굴·발굴 조사

##### < 지표조사 >

- 2009년 1월 19일 : 각 지방국토관리청, 문화재조사 주관기관의 지표조사 관련 협의
- 2009년 2월 10일 : 문화재 지표조사 착수
- 한정된 기간 내에 지표조사를 완료하기 위해 조사 총인원을 늘리고 문화재 조사 전문기관의 협의체인 '한국문화재조사연구기관협회'를 통해 조사기관의 참여를 독려하여 지표조사 소요기간을 단축하는 등 일련의 추진과정을 거침.

##### < 수중지표조사 >

- 2009년 4월 30일 : 육상지표조사 결과, 4대강 수계에 형성되었던 과거의 나루터 117개소에 대한 수중지표조사 필요성이 제기됨.
- 2009년 6월~7월 : 각 지방국토관리청은 수중지표조사 대상지 27개소 확정
- 2009년 7월 23~8월 21일 : 4개 수중지표조사 전문기관이 각 지방국토관리청과 계약을 하고 조사인력 28인이 참여하여 수중지표조사를 시행

##### < 시굴·발굴조사 >

- 4대강사업 공사여건에 따라 각 조사기관이 신속적으로 시굴 및 발굴조사를 진행함.
- 총 시굴조사 기간 : 2009년 5월 8일 ~ 2011년 10월 25일
- 총 발굴조사 기간 : 2009년 9월 6일 ~ 2012년 10월 12일

#### □ 매장문화재 존치보존구역 설정

- 매장문화재 분포구역 중 건설사업구역에 편입되지 않은 구역을 설정하여, 사업설계 변경 등으로 인해 보존존치구역을 건설사업구역에 편입할 때에는 반드시 문화재청의 검토를 받도록 되어 있음.



<그림 4-2-1> 매장문화재 존치보존구역 예시

## 4.2.2 위원회 조사평가 결과

### □ 과업의 범위

- 4대강 본류구간(한강, 낙동강, 금강, 영산강)의 매장문화재를 대상
- 4대강 사업에 따른 영향에 대해 이·공학적 기반의 연구가 필요한 분야는 이 조사평가에서는 제외

### □ 과업의 내용

- 문화재관련 법령의 제·개정 절차의 평가
- 매장문화재 지표조사·수중지표조사·시굴 및 발굴조사의 적절성과 적법성 조사평가
- 매장문화재 보존존치실태의 조사평가
  - 존치보존 매장문화재는 4대강사업이 완료됨에 따라 이미 형질변경이 이루어져 실태를 파악하기 어려우므로 위성사진과 현장실사, 매장문화재 조사보고서, 문화재청 조치사항을 상호 비교하여 검토함.

<표 4-2-1> 과업의 내용 및 평가방법

대상	평가기준과 방법
문화재 관련 법령 제·개정 절차의 평가	문화재 관련 법령 제·개정 과정과 절차의 검토
매장문화재 지표조사·수증지표조사·시굴 및 발굴조사의 적절성과 적법성 조사평가	현장조사 연인원과 매장문화재 조사용역 대가의 기준상 조사인원 비교하여 조사기간 산출
매장문화재 보존준치 실태의 조사 평가	유적조사 평면도와 위성사진 비교

□ 과업내용의 평가결과

(1) 매장문화재 관련법 제·개정 시기와 4대강 사업

- 매장문화재 법률을 완화하여 4대강사업을 신속하게 추진하려고 했다는 의혹이 있었으나 법적으로는 문제가 없는 것으로 나타났다.
- 2008년 11월 28일 제출된 ‘매장문화재 보호 및 조사에 관한 법률’ 의안은 기존 문화재보호법 중에서 매장문화재조사 관련사항을 별도로 추가·보완한 것임.
- 이 의안 제출은 4대강살리기 사업이 가시화된 시기와 비슷하나, 4대강 살리기 사업 관련 매장문화재조사가 거의 완료된 시기인 2010년 2월 4일에 공포되고 2011년 2월 4일에 시행되어, ‘매장문화재 보호 및 조사에 관한 법률’과 4대강 살리기사업의 신속추진은 관계가 없음.
- 매장문화재 관련 규정, 고시 : 4대강 살리기 사업과 직접적으로 관련된 시기에 공포된 고시(고시 제2009-127호 등)는 민원절차의 간소화 등을 그 내용으로 하고 있으며, 이는 이전부터 누적되어 왔던 매장문화재보호와 국토개발 사이의 마찰과 갈등을 조정하는 순기능을 담고 있음.
- 그러나 ‘고시 제2011-52호’의 발굴조사 실시기준은 매장문화재조사의 요건을 상당부분 완화시킨 내용이며, 모법인 ‘매장문화재 보호 및 조사에 관한 법률’의 법제정 목적과 모순되는 규정임.
- 이 고시는 4대강 살리기사업이 거의 완료되는 시점에 공포되어 직접적인 상관성은 없지만, 모법인 ‘매장문화재 보호 및 조사에 관한 법률’ 의안이 4대강 살리기사업이 구체화되던 시기인 2008년11월28일에 국회 제출되었던 점 등의 정황으로 인해 문화재조사 요건을 완화하려 했다는 의견이 제기되고 있는 상황임.

<표 4-2-2> 4대강사업과 매장문화재 관련 법령 추진과정의 대조표

연월일	법령 제·개정		문화재 조사	
	제·개정	주요내용		
2008. 7. 1	발굴조사 업무처리 지침 개정지침	-발굴허가 및 변경허가 검토 기간 단축 -발굴조사 변경허가 절차 개선	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">                     각 지방국토관리청, 문화재 조사 주관기관의 지표조사 관련 협의                      문화재 지표조사 착수                      문화재 시굴조사 착수                 </div>	
2008.11.28	매장문화재 보호 및 조사에 관한 법률 의안제출(국회)	-매장문화재의 보존 원칙 체계화 -매장문화재조사 전문기관 육성		
2008.12.15				
2009. 1. 19				
2009. 2. 10				
2009. 5. 8				
2009. 6. 9				
2009. 8.28	발굴조사 업무처리지침(고시 제2009-72호)	2008.7.1. 업무처리 지침을 고시로 법제화		
2009. 9. 6				<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">                     문화재발굴조사 착수                 </div>
2009.12.14	발굴조사 업무처리지침(고시 제2009-127호)	부분 조사 완료구역 공사시행		
2010. 2. 4	매장문화재 보호 및 조사에 관한 법률 공포	-매장문화재의 보존원칙 체계화		
2011. 2. 4	매장문화재 보호 및 조사에 관한 법률 시행	-매장문화재조사 전문기관 육성		
2011. 2.16	발굴조사의 방법 및 절차 등에 관한 규정 (고시 제 2011-52호)	발굴조사 실시기준 제시		

**(2) 매장문화재 지표·시굴·발굴 조사의 적정성**

○ 지표·시굴·발굴 조사의 대가기준(조사에 투입된 연인원)으로 볼 때 각각의 조사에서 총투입량은 부족하지 않았던 것으로 판단됨.

\* 문화재청에서 고시한 ‘매장문화재 조사용역 대가의 기준’(이하 대가기준이라 함)에 의하면 각 조사면적을 대입하여 산출한 연인원과 실제 조사에 투입한 연인원을 비교하고, 이를 조사기간으로 변환하여 그 적절성을 평가



- 다만 4대강사업 일정이 촉박하게 진행된 탓에 사전조사 등이 생략되거나 필요한 절차를 거치지 않는 등의 일부 문제점이 지적됨.
  - 지표조사의 경우 조사의 절대기간이 부족하여 사전조사 또는 탐문 및 설문 조사가 생략되어 의성 생송리 마애보살좌상의 훼손 발견사고와 같은 문화재 지표조사의 문제점이 드러남.
  - 또한 문화재청의 통보조치 중 민속·지질 조사 등에 대한 시행청의 후속 조치가 시행되지 않았고 매장문화재 분포지에 대한 심의자료를 문화재청에 제출하여 검토를 거쳐야 하나 이를 제출하지 않거나 사실과 다른 공사 내역서를 제출, 사업부지 증가구역에 대한 지표조사 미실시 등 문화재보호법을 위반한 사례가 다수 지적됨(감사원의 감사결과).
  - 시굴·발굴 조사의 경우에도 지표조사와 마찬가지로 서류미제출, 지표조사 미실시 등 문화재보호법을 위반한 사례가 지적됨(감사원의 감사결과).
- 수중지표조사의 경우 27개를 선별하여 조사한 것은 법적인 문제는 없으나 좀 더 객관적이고 투명한 절차를 따라야 했다는 아쉬움이 남음.
  - 당초 수중지표조사 대상지 117개소 중 27개소를 선별하여 조사를 시행한 것은 '문화재 지표조사 방법 및 절차에 관한 규정 제7조(지표조사의 절차 및 방법) ③항의 선택적 또는 신축적으로 적용'할 수 있다는 조항에 따랐기 때문으로 법 규정상의 문제점을 제기하기 어려움.
  - 조사기관은 국립해양문화재연구소와 문화재청에서 지정·고시한 수중지표조사 전문기관의 합동조사로서 적절한 조사기관에 의해 시행되었고 또한 '대가기준'을 충족하는 인원이 투입되어 조사인원가 기간의 문제점은 없음.
  - 그러나 수중지표조사 대상지를 선별함에 있어서 '선택적 또는 신축적으로 적용'하도록 조항으로 규정한 것은 문화유산과 국토건설의 조화를 모색하는 방안이며, 다시 말해 피치 못할 문화재의 훼손을 감수하는 조항이기도 함.
  - 따라서 그 추진과정에는 반드시 객관적이고 투명한 결정이 뒤따라야 하지만, 이러한 절차없이 117개소의 대상지를 27개소로 대폭 줄였고, 당초 조사의 필요성을 제기했던 전문기관과의 협의도 하지 않았음.
  - 또한 전면적인 수중지표조사는 현실적 한계가 있다는 취지에서 문화재청에서는 하천준설공사시 수중준설구간에 대한 관계전문가 입회를 통보하였으나, 일부 구역에서는 이를 시행하지 않음(감사원 감사결과).

### (3) 매장문화재 존치보존의 적절성

- 4대강 살리기 사업의 본류구간의 보존존치구역에 대한 조사결과, 감사원 및 문화재청이 지적한 155개 외에 한강권역(6개소), 낙동강권역(20개소), 금강권역(3개소), 영산강권역(4개소) 등 총 33개소에서 보존존치구역의 훼손이 추가로 확인됨.



<그림 4-2-2> 안동 강남동 유물산포지 사례(노란 점선 안이 훼손)

- 이 중에서 한강권역의 여주2지구 유물산포지15, 낙동강권역의 창녕 학포리 유물산포지 II, 영산강권역의 광주 본덕동유물산포지는 인근 구역의 문화재 시굴 및 발굴조사결과 유구가 확인된 바 있어 이와 연결되는 유구가 훼손될 가능성도 배제할 수 없음.

<표 4-2-3> 보존존치구역의 공사시행 문화재 수

권역	공사시행 문화재 수	비고
한강권역	6	1개소 유구훼손우려 있음
낙동강권역	20	1개소 유구훼손우려 있음
금강권역	3	
영산강권역	4	1개소 유구훼손우려 있음
계	33	

### 3. 개선 과제



### 3. 개선 과제(대정부 제언)

#### 1

#### 수자원 분야

### 1.1 보 안정성 평가

#### (1) 다기능보 손상상태 점검 실시

##### ○ 사업배경 및 필요성

- 보에 발생된 다수의 균열, 누수 등의 손상으로 내구성이 저하된 상태로서, 지속적인 유지관리가 수반되어야 함.
- 보에 발생된 균열, 누수 등의 손상과 관련하여 시공중 및 준공후의 손상 현황 및 보수이력이 체계적으로 관리되어 있지 않아 손상의 발생시기, 위치, 원인, 추가 발생여부 등을 파악하기 어려운 상태
- 자료축적 미비 및 자료의 미확보 등으로 인하여 준공이후에 손상에 대한 체계적인 자료관리가 미흡한 상태

##### ○ 사업내용 및 방법

- 수중조사를 통한 상류측 및 하류측 수중부 손상상태 중점 점검
- 관통균열 및 이음부 누수 현황 점검
- 시설물별 외부 및 수중부의 현재 손상 현황 평가, 기존 보수상태 평가, 추가 손상 가능성 판단
- 고정보와 기초연결부 손상 유무 확인 필요

#### (2) 다기능보 보수 관리계획 수립

##### ○ 사업배경 및 필요성

- 현재 적용된 보수/보강공법은 손상 위치, 원인, 효과 등에 대한 반영이 충분히 이루어지지 못한 것으로 판단됨. 이음부 누수의 경우에는 보수시 상류측에서 보수가 이루어지고 유도배수 등을 통하여 추가 손상이 발생하지 않도록 유도하여야 하나 이에 대한 고려가 부족한 상태임.

- 보수재료 및 공법은 노출환경, 동결융해, 온도, 친수성, 수중환경, 경화도, 내구성 등을 종합적으로 고려하여 선정하고, 선정과정과 보수효과에 대해 충분히 검토하여 적절한 방안을 수립할 필요가 있음.
- 관리주체(수계별)별로 관리하고 자료를 공유하여 보수의 효율성을 분석하고 향후 관리계획 수립에 이용할 필요가 있음.

○ 사업내용 및 방법

- 기존 보수재료의 현장 수명 파악 및 적합성 평가
- 보수효과 확인을 통한 보수 유지관리시스템에 반영

**(3) 다기능보 계측시스템의 보완 및 관리기준 재설정**

○ 사업배경 및 필요성

- 다기능보에는 시공에서 운영까지 자동계측 시스템이 운영중에 있으나 실제 계측결과는 당초 계획보다 부족한 상태로 운영되고 있으므로 계측시스템의 보완과 계측치 관리기준, 계측시스템에 대한 관리방안을 추가.
- 자료축적 미비 및 자료의 미확보 등으로 인하여 준공이후에 손상에 대한 체계적인 자료관리가 미흡한 상태.

○ 사업내용 및 방법

- 구조물의 안정성을 모니터링 할 수 있도록 계측 위치, 센서, 방향 등에 대해 재검토하고 온도와 같은 외부환경에 의한 영향, 상대위치 변화를 측정하기 위한 기준점 설치, 보정방법 등에 대한 검토가 필요.

**1.2 보 기초 및 제방안정성 평가**

**(1) 보 기초 침하 및 수평거동에 대한 정밀조사 및 평가**

○ 필요성

- 보의 기초가 연암 이상의 강도를 갖는 암반지역이 아닌 위치에 설치된 보가 다수 있는데, 지반의 균질성에 따라 부등침하의 우려가 예상된다. 특히, 파쇄가 심한 안반, 풍화토, 풍화암, 모래자갈층 등의 기초지반인 보에 대하여는 보의 침하와 안정성에 대한 조사와 지속적인 관리가 필요함.

○ 사업내용

- 연암 이하의 강도를 갖는 지반에 기초(독립기초, 말뚝기초 등)가 설치된 보에 대하여는 다음과 같은 조사와 결과에 따른 보강조치가 이루어져야할 것으로 판단됨.
  - 시추조사 및 토질시험
  - 기초지반 안정성해석 및 평가
  - 대책방안제시
  - 계측계획수립

**(2) 보 기초지반 파이핑에 대한 상세조사 및 보강방안수립**

○ 사업의 필요성

- 금회 조사평가결과에 따르면 9개보를 대상으로 조사한결과 6개 보에서 용출/누수현상이 발견되었고, 이 누수/용출되는 물의 침투경로는 보 상류로부터 기초지반을 통하여 침투되는 것으로 추정되며, 이는 파이핑 가능성이 있는 것으로 추정됨. 또한, 일부 보의 제방에서 제방침투와 안정성이 우려되는 제방이 있는 것으로 조사되었음. 감압정은 물받이공 슬라브의 구조적 안전성에는 유리하나, 보 기초하부지반으로의 침투 유선의 길이를 축소시키므로 보기초의 파이핑 방지에는 불리함. 파이핑 현상이 지속된다면, 기초지반의 토사유실과 공동이 발생하여 기초의 침하 또는 부등침하가 발생하게 되는 결과를 초래한다. 따라서 용출/누수현상이 발견된 6개보 (구미보, 달성보, 합천창녕보, 창녕함안보, 공주보, 백제보)에 대하여 정밀 조사를 통하여 누수의 원인과 파이핑의 진행정도를 진단하고 항구적인 대책을 수립하여야함.

○ 사업내용

- 기초하부지반 지반조사
- 제방조사 및 차수/보강대책수립
- 보 주변 광역지하수 유동특성 조사
- 침투경로조사(추적자시험)
- 차수대책공법 검토
- 파이핑 안전성해석
- 관리 및 계측계획

## 1.3 치수효과의 적절성 평가

### (1) 정밀 하상측량 및 계획홍수위 재산정

#### ○ 사업 필요성

- 계획홍수위는 홍수방재의 기준이 되는 가장 기본적인 자료임. 현재 고시된 계획홍수위는 4대강 사업 후 준설량 확인을 위해 수행한 측량자료를 이용하여 산정된 것임.
- 이는 홍수위 산정의 기초자료인 측량성과, 하상변동조사 등이 미흡하거나 공사 중에 다른 목적을 위해 조사된 성과들을 활용한 것이므로 부정확하게 적용되었을 가능성이 농후함.

#### ○ 사업내용 및 방법

- 하상측량 및 조사를 정밀하게 실시하여함.
- 이 결과를 이용하여 4대강 주요 지점에 대한 계획홍수위를 재산정하고 이를 국가계획으로 고시하여야 할 것임.

### (2) 보 운영기준의 재검토 및 최적화

#### ○ 사업 필요성

- 현재의 보 운영기준은 홍수가 예상될 때 수문을 열어 흐름을 원활히 하는데 맞추어져 있음. 이는 보가 댐처럼 홍수조절용량을 가지고 홍수를 조절하는 것이 아니기 때문임.
- 따라서 4대강 사업의 원래 큰 목적이 치수, 이수, 수질 개선 등임을 감안 해서 보다 정교한 운영기준 마련이 필요함.

#### ○ 사업내용 및 방법

- 현재의 보 운영기준은 이수목적이 주가 되어 설계되어 있으므로 보의 유지 목적(수질개선, 친수공간 확보 등)을 종합적으로 재검토하여야 할 것임.
- 현재의 이수 현황을 분석하여 새로운 운영기준이 마련될 경우 기존 활용에 대한 대비책 마련 요망.



### (3) 지천의 치수대책 실행 및 본류와 연계대책 마련

#### ○ 사업 필요성

- 4대강의 치수대책은 본류 중심의 대책이며, 일부 농업용저수지 증고 등을 통해 지천에 대한 치수경감대책을 수립한 상태임.
- 보다 근원적인 치수대책을 위해서는 4대강 사업에 포함되지 않은 국가하천(48개소)과 지방하천의 종합정비계획 수립되어야 할 것이며,
- 이는 본류의 치수대책과 연계되어 수립 및 시행되어야 할 것임.

#### ○ 사업내용 및 방법

- 4대강 지류의 홍수피해 조사
- 유역종합치수계획 수립 및 지천, 본류 연계 홍수저감계획 수립

## 1.4 이수효과의 적절성 평가

### (1) 극한가뭄 대비 보 확보수량 활용방안 구축

#### ○ 사업 필요성

- 현재 극한가뭄에 대한 정의가 명확치 않으며, 극한가뭄으로 판단할 객관적인 판단근거가 없는 실정임.
- 최근 2년간의 가뭄피해 발생시 가뭄피해를 최소화하기 위해 4대강 보에서 확보한 물을 적극적으로 활용할 수 있는 방안이 부재함.

#### ○ 사업내용 및 방법

- 극한가뭄의 정의 및 판단 준거 개발
- 가뭄피해 기록의 효율적 데이터베이스 방안 개발
- 극한가뭄 발생시 피해 최소화를 위한 보 확보수량 이용 규정 또는 지침 개발

### (2) 하천유지유량 재산정 및 고시

#### ○ 사업 필요성

- 하천유지유량은 하천이 정상적인 기능을 하기 위해 최소한 공급해야 하는 유량임.

- 4대강 사업이후 본류 구간은 다기능보 설치 후, 동수환경에서 정수환경으로 변경됨에 따라 하천유지유량 개념 및 기준을 다시 설정할 필요가 있음.

○ 사업내용 및 방법

- 4대강 사업 후 본류구간의 유지유량 산정
- 수계내 지천의 유지유량 산정 지점 재검토 및 유량 산정
- 보의 확보유량 산정방안

**(3) 전국 통합수자원 관리계획의 수립 및 추진**

○ 사업 필요성

- 4대강 사업의 후속 보완 사업과 4대강 사업에서 제외되었던 국가하천 및 지방하천의 종합정비계획 수립 및 사업시행을 포함하여,
- 4대강 사업으로 인해 하천지형 및 수리특성이 크게 변화된 4대강 본류 하천 유역에 대한 통합 수자원 관리 계획의 수립이 필요.

○ 사업내용 및 방법

- 통합 수자원 관리 계획을 위해 다음의 수량 및 수질관련 국가 법정계획을 시급히 수정 보완해야 할 것임.
- 수자원 장기종합계획, 유역종합 수자원계획(12대 하천유역의 이수, 치수, 하천환경계획), 하천기본계획(117개 중권역), 댐종합 장기계획(댐건설 및 운영 관리), 수환경 관리계획(수질 및 수생태계 보전계획), 농어촌 용수이용 합리화 계획(농촌용수 관리계획), 풍수해저감 종합계획 등

**1.5 보 구조물의 수리특성 평가**

**(1) 4대강 하천 수리특성 진단**

○ 사업배경 및 필요성

- 4대강 사업은 하천을 보존하고 수자원을 활용하며 재해를 예방하기 위한 사업이었으나 많은 수리특성 변화가 초래되었으므로, 4대강 전 구간에 대하여 변화되어진 하천 수리특성에 대한 종합적인 진단이 필요.

- 앞으로의 이수, 치수, 수질, 생태 등을 포함하는 하천 관리를 위하여 기본적으로 하천의 수리특성 자료가 필요하며, 과거와의 정확한 비교뿐만 아니라 미래에 대한 보다 신뢰성 있는 계획을 위해서도 필수적임.

○ 사업내용 및 방법

- 전 구간에 대한 하천측량
- 주요 지점에 대한 유량, 유사량 조사
- 기존의 유량조사사업단, 수자원공사 관측자료 활용
- 보 수문방류량 계산방법 개선
- 하천 전 구간의 하상변동 추적
- 하도 입력자료 보완에 의한 홍수위 재산정
- 수문 운영을 포함하는 하천수위 최적 관리방안 도출

## 2.1 보와 수심증가가 수질에 미치는 영향 분석

- 보에서 성층현상이 나타나고 있으므로 수질은 수심별로 정밀하게 조사하여 수직분포를 정밀조사하여야 함.
- 수질은 기상 조건에 따른 변동이 크므로 수질의 정확한 변화 추이를 조사하기 위해서는 장기적인 수질변화의 모니터링과 자료분석을 통한 추가 연구가 필요함.
- 성층을 모의할 수 있는 개선된 수질모델링에 의해 수질의 변화를 예측하는 정확도를 높이고 이를 사용하여 여러 가지 인자의 효과를 정밀 분석하는 연구가 필요함. 차후 유사 사업의 시행여부를 판단하는 데에 중요한 자료를 제공할 수 있음.
- 강의 하류지역에서는 아직 인의 농도가 부영양호 수준을 초과하므로 수질 개선을 위하여 인의 추가 저감이 필요함.

## 2.2 준설의 환경적 영향 및 보 주변 지하수 환경변화 분석

### (1) 준설토, 퇴적물 분석 및 준설토 농지 리모델링 활용이 토양·지하수에 미칠 영향 평가

- 수계별 특성을 반영한 퇴적물 오염평가 및 준설기준(용출실험 등 시험기준 포함)과 시방서를 시급히 마련하여야 하며, 이를 근거로 국내 주요 하천에 대한 지속적 모니터링을 지속적으로 수행함으로써(2011년 이후 환경부에 의한 퇴적물 모니터링이 실시 중) 추가 준설의 필요성 등을 합리적으로 평가해야 함.

### (2) 보 건설이 지하수 수위 및 수질 변화에 미치는 영향 분석

- 지하수와 하천수는 서로 연결된 하나의 수체로서 수문학적 상호작용이 끊임 없이 일어나며, 따라서 보 주변에서 하천-대수층 상호작용을 통하여 발생하는 물질교환을 지속적으로 모니터링해야 함. 이를 위해 4대강 주변 지하수 수위 및 수질 관측망의 확대 및 체계적 운영관리가 필요함.
- 지하수계 변동이 큰 일부 지역을 선별하여 장기적인 지하수 수질 모니터링이 수행되어야 함. 특히, 하천수의 수질 악화 또는 잠재오염원 유입시 오염물질이 대수층 내로 유입될 가능성을 면밀히 검토하고, 이에 대한 관리 및 방지 대책의 수립이 요구됨.

## 2.3 남조류 번성 원인 분석

- 다양한 기상과 유량 조건에서 사업의 영향을 평가하기 위해서는 향후 장기간 수집되는 현장 조사 자료를 이용하여 모델의 지속적인 검증을 수행하는 장기 연구가 필요함.
- 수체에 존재하는 다양한 조류의 성장과 사멸, 그리고 계절별 조류 종의 천이 과정은 복잡한 물리적, 화학적, 생물학적 요인의 상호 작용에 의해 결정되므로 4대강 조류 예측 모델의 신뢰도 개선을 위해서는 차후 충분한 실험 조사와 정밀한 모델 보정이 요구됨.
- 수심이 깊은 보 구간에 대해서는 수직방향 수치격자 구분이 필요하며, 수온 성층, 저층 DO 고갈, 퇴적물 분해, 영양염류 용출, 퇴적물-수체 간 물질 교환에 대한 모델 검증 및 개선을 위한 지속적인 조사연구가 필요함.
- 인저감 사업으로 인의 농도가 낮아졌으나 아직도 인의 농도가 높아 녹조 현상을 줄이기 위하여 인처리시설의 확충이 필요함.

## 2.4 생태공원, 생물군집 변화 및 하천생태계 건강성 평가

### (1) 사업의 재평가를 통한 생태공원 및 생태하천의 관리

- 대상지구의 설계 적절성 평가 결과 각각의 생태공원이 갖는 이용 잠재력 및 생태적 잠재력이 설계 및 시공에 적절하게 반영되지 않은 것으로 판단되어 수계별로 기 조성된 모든 생태공원들에 대하여 이용 잠재력 및 생태적 잠재력을 고려한 사업의 재평가가 필요할 것으로 판단됨.  
일부 생태공원 내에는 평수위로부터 약 7~8 m 높이의 전혀 기능을 할 수 없는 인공습지도 조성된 것으로 보아 전반적인 생태공원(인공습지, 생태하천, 구하도 복원대상지 등)의 생태적 특성과 기능을 거의 고려하지 않은 동일한 형태의 공원을 조성한 것으로 보임. 이는 당초 마스터플랜에서는 각각의 생태공원 및 유역내의 전반적인 제외지의 공간이용, 보존 등의 일부 개념이 나열되어 있으나, 환경영향평가서에는 생태계피해를 최소화 할 수 있는 저감 방안이 구체적으로 적시되어있지 않아 실제 공사 설계시에는 사업대상지구의 생태적 특성에 대한 반영도가 크게 미흡한 것으로 판단됨.

- 현재 분류 및 분류 인근 지천에서 진행되고 있는 정부부처의 다양한 친수 공간이용사업 및 생태계 기능회복사업(생태공원 조성, 오토캠핑장)은 전문가의 자문 하에 전면 재검토가 필요하며, 기존의 4대강 분류의 232개의 생태 공원 기능의 재배치 및 각각의 생태공원내의 구획화(zoning) 실시가 필요함.
- 4대강의 모든 생태공원을 평가하여 이용활성화가 필요한 지구(적극적 이용 및 관리지구), 현 상태를 유지할 지구(소극적 이용 및 걱정 관리지구), 생태 보존이 필요한 지구(일부 이용제한지구), 생태복원이 필요한 지구(불필요한 시설 제거 및 복원지구) 등으로 구분하고 지구 내에서도 세부 구획화를 통해 서식처의 다양성을 추구하여야 함.
- 사업의 재평가에 기초한 유형 분류를 토대로 생태적 잠재력은 낮으나 이용 잠재력이 높은 공원은 특화된 친수공원으로 재공원화 하는 이용·관리 방안 마련이 필요함.
- 이용 잠재력은 낮으나 생태적 잠재력이 높은 공원은 생태관리지구 및 보존 지구로 구분하여 재자연화 공원으로 관리하는 방안 마련이 필요함.
- 또한 생태공원의 사업 재평가를 통해 유형에 알맞은 관리방안, 예산지원 기준을 마련하여 효율적인 관리가 이루어질 수 있어야 함.

## (2) 사후모니터링을 통한 유지관리

- 생태공원내 시공품질 적절성 평가 결과 일부 수목, 소로 및 도로, 시설물 등에서 시공품질이 부적절한 것으로 판단되며, 사후모니터링을 통해 사업 후 적용된 공법, 시설물을 포함하여 하천구조 및 지형 등 유지관리가 필요한 측면에 대해 보완적 시공과 관리를 수행하여야 함.

## (3) 세부 추진 대책

### 1) 조경 및 생태 직재 신설을 통한 전문 기술 인력 확보

- 4대강의 생태공원 조성시 전반적으로 조경 및 생태분야 전문가 없이 사업이 발주되었거나, 일부전문가만이 참여하여 사업대상지구의 이용 및 생태적 잠재력이 생태공원계획 및 설계에 매우 낮은 수준으로 반영되는 결과와 부적절한 시공품질의 결과를 초래한 것으로 보임.

- 현재 조성된 생태공원 및 생태하천 역시 비전문가들이 관리하고 있는 것으로 나타나 향후 관리에 있어 조정 및 생태전문 직제 신설을 통해 전문기술 인력을 확보하고 현장에 배치하여 각 지구별 이용 및 생태적 잠재력을 고려한 전문적 관리를 시행하여야 함.

## 2) 생태하천 재평가 및 기능회복을 위한 부분적인 서식처 개선 사업실시

- 4대강 사업에 의해 조성된 모든 생태하천 및 하중도의 경우에도 일부 잘 조성된 곳도 있으나 대부분 서식처의 다양성이 낮고 조성 목적이 불분명하여 재평가를 통해 생태적 기능을 보강하거나 부분적으로 기능향상을 위한 추가 공사가 필요함.

## 3) 생태기술지원센터 설립

- 장기적 관점에서 산발적으로 시행하고 있는 생태공원 관리, 생태하천 유지, 경관, 생태계의 구조와 기능 유지, 생태공원의 이용자 관리 분야 등 다양한 전문 기술지원 뿐만 아니라 장기적인 모니터링 수행을 통합해 시스템을 구축하는 등 전문 업무를 수행할 수 있는 생태기술지원센터의 설립이 필요함.
- 4대강 내의 생태공원은 그 규모가 방대하여 관리방법에 따라 생태계, 수질, 멸종위기종 관리, 비점오염원 관리 등 많은 분야에 영향을 미침. 따라서 국가적 차원에서 환경부로 진단과 평가, 관리 등을 일원화 하고 산하에 경관, 생태, 이용활성화 분야 전문 업무를 수행할 수 있는 생태기술지원센터의 설립이 필요함. 생태공원 및 생태하천의 관리를 위한 중장기 계획을 수립한 후 단계별 사업을 착수할 필요성이 있음.
- 생태기술지원센터는 첫째, 약 10년을 계획으로 하는 4대강 본류의 자연성 회복 계획 수립, 둘째, 범부처 협력을 통한 4대강 수질, 생태공원, 인공습지, 생태하천의 체계적 관리, 셋째, 4대강 사업지역의 구획화(이용지구, 보전지구, 복원지구)에 대한 평가 및 재구성, 넷째, 현재 진행되고 있는 다양한 생태 관련 추진사업의 재평가 및 재구성의 역할을 수행하여야 함.

## (4) 중장기적 통합 모니터링

- 생태공원, 하천 본류 및 생태하천을 대상으로 4대강 사업에 의한 생태계 변화를 측정하고 이에 대응하는 적응적 관리계획(Adaptive Management) 수립과 수행을 위해 수생태, 육상생태에 대한 중장기적(5~10년) 통합 모니터링이 필요함.

- 현재는 국토지방관리청, 환경부(전국수생태건강성 조사 및 평가), 국립환경과학원(보구간 전후 생태모니터링), K-Water 등이 산발적으로 중복되게 모니터링을 실시하고 있으나, 이를 모두 통합하여 조사지점 선정, 조사 빈도, 조사항목, 조사방법 등을 포함하는 통합 모니터링 시스템을 구축하여야 함.
- 모니터링의 운영 주체는 현재 “전국수생태 조사 및 평가”를 매년 실시하고 있는 환경부가 운영하여야 하며, 통합 모니터링과 전국수생태 조사 및 평가가 연계되게 운영하여야 함.
- 통합 모니터링 결과는 4대강 사업 관리를 위하여 “생태기술지원센터”의 운영에 적극적으로 반영되어야 하며, 통합적 모니터링의 경우 생태기술지원센터가 주도적으로 모든 수계에 조사지점, 조사빈도, 조사항목, 조사방법 등을 포함하는 통합 모니터링 시스템을 구축하여 운영하여야 함. 또한 이러한 모니터링 결과는 통합적 DB로 구축되어 장기적 생태계 변화 양상과 중점관리 지역 또는 복원필요 지역 등의 선정에 활용될 수 있어야 함.



### 3.1 농업용 저수지 독높이기 사업의 효과 평가

#### (1) 독 높이기 저수지 용수공급 효과

- 독높이기 저수지 운영기준과 관련하여 현재 시행하고 있는 운영기준(2014.08 이후)에 대한 지속적인 모니터링과 보완이 이루어져야 하며, 운영기준과 관련하여 관련 연구의 병행이 필요함.
- 독높이기 저수지에서 환경용수 방류에 따른 방류량 측정과 관개량 측정이 지속적으로 이루어져야 하고 이를 위한 유량조사방법에 대한 기준 정립과 매뉴얼화가 필요하며, 자료에 대한 축적과 유지관리가 필요함.
- 독높이기 저수지에 확보된 환경용수의 일부를 인근 농촌마을에 공급함으로써 환경용수를 통한 농촌의 활성화에 기여할 수 있는 방안을 강구할 필요가 있음.
- 환경용수의 기능을 증진시키기 위해서는 독높이기 저수지에서의 수량관리 뿐만 아니라 수질관리도 강화해야 함.

#### (2) 독 높이기 저수지 홍수조절 효과

- 정량적인 홍수조절효과 분석을 위하여 홍수유입량, 방류량 등에 대한 장기간의 모니터링을 통한 자료의 분석이 필요함.
- 향후, 소유역의 홍수 방어에는 독높이기 저수지를 비롯한 1백만  $m^3$  이상의 중대규모 농업용저수지를 적극적으로 활용할 필요가 있음. 수문의 설치에 따라 안정된 홍수조절용량을 확보할 수 있으므로 농업용 저수지에서의 수문 설치의 확대가 요구됨.
- 수문 설치 저수지에서는 홍수기 운영관리 기술의 개선으로 소유역의 홍수 조절 기능을 강화시킬 필요가 있음.

#### (3) 독 높이기 저수지 지역 활성화 효과

- 독높이기 사업지구에서의 수변복합문화공간은 유동인구가 많은 지역 근처에 설치하는 것이 바람직하며, 관광자원과의 연계, 지자체와의 연대 등을 통하여 수변문화복합공간의 이용도 증진에 노력할 필요가 있음.

- 독높이기 사업지구에서 이용 가능성이 낮게 평가되고 있는 지구는 별도의 방안이 필요하며 향후 유사 사업의 원활한 진행을 위해서 수변공간 선정시 제시되었던 평가기준을 토대로 지구 선정의 문제점을 살펴볼 필요가 있음.
- 본 조사는 주민 이외의 방문객에 대한 조사가 진행되지 못한 한계가 있음. 향후 사업종료 후 운영기간이 최소 1년 이상인 지구를 중심으로 관광객을 포함한 다양한 방문객 유발과 관련된 지역 활성화 효과를 계측하기 위한 조사 및 연구가 필요한 것으로 판단됨.

## 3.2 농지 리모델링 사업의 효과

### (1) 농지 리모델링 사업 전·후 침수피해 완화 효과 평가

- 농지 리모델링 사업으로 자연배수 및 배수시설에 의한 완전배수가 가능한 지구를 제외한 지구에 대해서는 향후 폭우에 의한 침수피해 재발 가능성이 있으므로 이를 위한 대책 마련이 필요할 것으로 사료됨. 침수가능지구에 대해서는 침수피해를 방지하기 위해 배수장 증설·보강, 신설, 배수로 확장 등의 배수개선 사업이 수행되어 논벼 기준의 배수계획량을 충족시킬 수 있도록 하여야 함.
- 농지리모델링 사업에 의한 침수피해완화 효과로 사업지구에서 밭작물 재배 등으로 재배 작물의 다양화가 일어나고 있으나, 밭작물 배수기준은 논벼에 비하여 훨씬 크고, 사업지구의 배수는 논벼 기준으로 설계되어 있어 밭작물의 침수에 대응할 수 있는 배수장 설치는 많은 예산이 요구됨. 따라서, 가능한 사업지구 농민에게 논벼 재배를 권고하고 밭작물 재배시 침수 피해의 가능성을 주지시킬 필요가 있음.

### (2) 농지 리모델링 사업의 지역활성화 효과 평가

- 농지리모델링 사업을 통한 생산성, 작목전환, 작부체계 개선에 대한 직접적인 효과를 살펴보기 위해서는 대표지구를 선정해 장기적 모니터링을 기반으로 조사가 수행되어야 함.

### (3) 보 설치에 따른 농지에의 영향 평가

- 지하수 영향 대책시설 설치 후에도 지속적인 지하수위 모니터링을 통하여 저감 효과를 확인하여야 함.
- 대책시설의 설치 후에 효과가 충분하지 못한 경우에는 보 수위를 관리수위 보다 낮게 운영하는 조치 등을 취하여 농민들의 민원을 사전에 방지하여야 함.

## 4.1 문화관광레저 시설 및 행사의 적절성 평가

### (1) 문화관광레저시설 및 관리·운영 계획의 수정·보완

- 기존 4대강 문화관광레저시설의 이용률은 개발규모와 자원의 잠재력에 비하여 낮기 때문에 이용률의 제고를 위한 적극적인 방안이 모색되어야 함.
  - 이용률이 낮은 주요원인은 문화관광레저시설 계획이 170개로 구분된 공구별 실시시설계에서 수요와 공급, 시설특성 등에 대한 종합적·체계적 분석 없이 개별적으로 추진되었기 때문임.
- 광역적 차원에서의 종합적인 수급분석을 바탕으로 계획이 수정·보완되어 문화관광레저시설 도입의 성과가 제고되도록 하여야 할 것임. 이용률이 낮은 시설을 폐쇄하거나 재배치하고 운영예산 배정도 이용률 중심으로 재조정하여 효율성을 높이도록 함.
- 일회성 행사나 홍보성 행사는 지양하고 새로운 문화관광레저 상품 및 서비스로서 4대강에 대한 관심과 참여를 높일 수 있는 적극적인 마케팅을 통하여 이용률과 이용객의 만족도가 제고될 수 있도록 하여야 할 것임. 이를 위하여 관리운영체계 및 예산의 재조정이 검토되고 수요에 대한 지속적인 모니터링이 이루어져야 함.

### (2) 안전을 위한 투자 확대

- 야외여가공간의 안전관리에 대한 요구가 증대되고 있으나 4대강 문화관광레저시설 이용과 관련된 안전사고는 증가하고 있고 안전사고의 방지를 위한 구체적인 대책은 미흡함.
  - 본 조사에 의하면 자전거길, 수변공원, 생활체육시설의 '안전'에 대한 평가는 타 평가 항목인 '시설'이나 '운영' 등에 비하여 상대적으로 낮고 부정적임
  - <4대강 자전거길 도로 및 교통안전시설점검 보고서(교통안전공단 내부자료)>에 의하면 4대강 자전거길 개통이후 465건의 안전 문제 및 개선사항이 지적되었는데 주요 내용은 배수, 포장, 노면잡물, 야간안전 및 점검 등임
  - 나루터의 경우 목재 데크에 이용객 차량이 진입하여 파손되는 위험 사례가 발생하기도 함(예 : 금강 자왕나루터)

- 안전사고의 방지를 위한 시설의 종합적인 점검과 함께 CCTV, 야간 안전시설 및 응급상황 시스템 등 안전시설의 보수 및 확대를 위한 투자가 확대되어야 함.

### (3) 일부 시설물의 기능 변경 검토

- 4대강의 홍보기능이 주가 되는 보 사업소 홍보관 시설물의 경우 장기적으로 홍보의 필요성이 약화되면서 시설물기능 변경에 대한 검토가 요구됨.
  - 지역주민의 이용률이 높은 보사업소 홍보관의 경우 지역의 여건 및 수요 등을 반영하여 지역문화공간이나 커뮤니티센터 등으로의 전환이 검토되어야 할 것임.
  - 설문조사 결과 보사업소 홍보관의 연간 방문횟수는 타 지역거주 방문객의 방문횟수(3.33회)보다 인근지역 거주 방문객의 방문횟수(9.35회)가 많았음.
- 강문화관의 경우 공간 및 프로그램에 대한 지속적 모니터링을 통하여 강문화관의 관리운영 내용이 수정·보완되고 공간 사용 및 프로그램에 대한 발전적 전략이 모색 되어야 할 것임.
- 한편, 공익적 성격이 강한 문화관광레저시설이지만 관리 운영을 위한 정부의 지원은 제한적일 수밖에 없기 때문에 수익성 확보를 위한 독자적 방안이 검토되어야 할 것임.
  - 4대강 문화관광레저시설 내 판매 시설의 확대를 통한 수익증대는 주요 대안으로 검토될 수 있음. 설문조사 결과를 보면 판매시설에 대한 평가가 낮게 나타나고 있는데 시설개선 및 확충의 필요성을 시사하고 있음.

### (4) 강 문화관광사업에 대한 중장기전략 수립

- 4대강사업의 하나로 추진된 관광레저 행사 및 프로그램은 사실상 문화관광의 목적 보다는 4대강 홍보를 위한 사업의 평가되는 바, 향후에는 강문화와 강과 연계된 관광사업을 적극적으로 펼칠 필요가 있음.
- 강과 강 주변의 문화관광적 잠재력을 활용하여 지역경제의 활성화와 문화관광산업의 증진 효과를 창출하기 위해서는 중장기적 관점에서의 전략 수립과 지역주민 및 이해 당사자의 협력 거버넌스 구축이 우선되어야 할 것임.

## 4.2 문화재 조사·발굴·보존의 적절성 평가

### (1) 매장문화재 관련 법제도의 개선

#### 1) '문화재청 고시 제2011-52호 [별표1] 발굴조사 실시기준'의 폐지 또는 수정

##### ○ 사업배경 및 필요성

- '문화재청 고시 제2011-52호 [별표1]의 발굴조사 실시기준'은 ① 문화재조사의 원칙을 벗어나 매장문화재조사의 요건을 상당부분 완화시킨 사항으로 ② 4대강 살리기사업 당시에 이에 준하는 문화재청의 행정조치가 통보되었으나 공사의 편의에 따라 이행되지 않은 구역이 상당수에 확인되었으며 ③ 모법인 '매장문화재 보호 및 조사에 관한 법률'의 법 제정 목적 및 정의와 모순되는 규정으로 많은 문제점을 내포하고 있음

##### ○ 사업내용 및 방법

- '문화재청 고시 제2011-52호 [별표1] 발굴조사 실시기준'의 폐지 또는 수정

##### ○ 사업내용 및 방법

- 공사 시행자가 문화재청의 조치통보를 이행할 수 있도록 확인·감독할 제도적 보완책을 마련

### (2) 4대강사업 시행 중 훼손된 존치보존 문화재구역의 정밀실태조사

##### ○ 사업배경 및 필요성

- 이번 4대강 살리기사업 조사평가 결과 확인된 33개소의 존치보존 문화재 구역 훼손실태 확인

##### ○ 사업내용

- 문화재청에서는 이 지역을 면밀히 조사 후 적절한 조치

### (3) 매장문화재가 확인되지 않은 보존존치 구역의 해제

##### ○ 사업배경 및 필요성

- 4대강살리기사업 시 문화재 분포가능 지역으로 지정되었으나, 동일지에 대한 표본조사, 시굴조사, 발굴조사를 시행한 결과 매장문화재가 확인되지 않은 구역에서 각종 시설설치 등이 제한됨에 따라 사회적, 행정적 비용이 발생

○ 사업내용

- 지역을 선별하여 면밀한 검토과정을 거쳐 보존준치구역 해제

**(4) 4대강 저수지 독높이기 사업과 연관된 문화재 조사**

○ 사업배경 및 필요성

- 수몰예정 유적은 2013년에 그 존재가 확인된 바 있으나 사업에 따른 조사 대상 유적에서 제외되어 방치되고 있었음.

- 이번 조사 과정에서 우연히 판촌리유적\*과 방산리유적\*\*의 유물이 확인됨.

\* 판촌리 유적 : 전남 나주시 판촌리 산 188-2 번지 일원으로 이곳에서는 주거지를 비롯한 생활유적과 석곽묘, 토광묘 등의 분묘유적, 철기 등 유물이 확인됨

\*\* 방산리유적 : 전남 나주시 다도면 1470-8번지 일원으로 도자기 가마 등의 생산 유구가 확인됨

○ 사업내용

- 저수지 독높이기 사업으로 인해 수몰되었거나 이와 연관된 유물에 대한 조사가 필요

## 참고 자료





**① 1차 감사 ('11.1.27 발표)**

- (목적) 사업 초기 단계부터 사업이 효율적으로 계획·집행되도록 '세부계획 수립 및 사업 발주·설계의 적정성' 등 점검
- (감사결과) 기존 하천사업과의 연계 부족, 현장여건이 반영되지 않은 과도한 준설계획 등 미진사례 지적
  - ▲ 하천개수공사 등 기존 추진사업(27건)에 대해 4대강 준설효과를 반영하여 조정하지 않고 과거 계획홍수위 기준으로 공사 시행
    - \* 공사비 423억원을 설계변경 감액 조치하도록 시정요구
  - ▲ 낙동강하구둑부터 함안보까지 구간(18개 사업, 연장 75.7km)에 대해 평균 운영수위 EL. 0.76m 보다 0.46m나 낮은 EL. 0.3m를 적용하여 준설하는 것으로 설계
    - \* 평균운영수위 기준으로 준설계획 변경 요구(1,407여억원 사업비 절감)
  - ▲ 하천개수공사 등 계속사업(15건)의 제방 축조에 4대강사업 준설토 활용을 고려치 않아 1,179억원의 사업비 및 골재자원 낭비우려
  - ▲ 하천기본계획시 통수단면이 부족한 것으로 분석된 제방은 보강하고, 물살이 부딪히는 만곡부의 저수로 비탈면에는 호안을 설치하여 보호토록 하는 것이 바람직
    - \* 낙동강 사상제 등 61개지구의 제방공사 및 25개 지구 저수호안공 설치공사 대상
  - ▲ 효율성이 낮은 안동댐↔임하댐 연결사업 재검토
  - ▲ 영주댐사업 공사기간 단축계획을 재조정하여 댐 안전성 확보 요구 등

**② 2차 감사 ('13.1.17 발표)**

- (목적) 4대강 주요사업이 마무리되는 시점에서 시설물 품질 및 수질관리 실태 등 점검
- (감사결과) '보 등 주요 시설물 품질', '수질관리' 및 '유지관리 계획의 적정성' 등 세부야를 중점 점검하여 미진사례 지적

### 《주요 시설물 품질분야》

- ▲ (보 내구성 보완 필요) 대형 가동보(높이 4~12m)를 소규모 고정보(높이 4m 이하) 설계로 시공하였고, 15개 보에서 유실·침하가 발생
- ▲ (수문 안전성 보완 필요) 구미보 등 12개 보의 수문 개폐시 유속충격 영향 등이 설계에 미반영 되었고, 칠곡보 등 3개보의 상·하류 수위차로 인한 하중 조건이 잘못 설계되어 수문 안전성 우려

### 《수질 관리 분야》

- ▲ (수질관리기준 미흡) 보로 인한 유속저하로 COD, 조류농도 등을 지표로 관리 함이 합리적이나, 일반하천의 BOD를 기준으로 관리
- ▲ (수질예측 불합리) 운영기관 등과 협의없이 댐·보·저수지의 하천유지수 공급량을 과다예측(연 2.2억톤→8.1억톤) 하여 수질관리 곤란
- ▲ (수질관리 방법 부적정) 수질예보제의 발령기준을 완화하여 운영하고, 상수원이 있는 보 구간의 조류경보제 미운영

### 《유지관리 분야》

- ▲ (준설량 검토 불합리) 사업효과 및 경제성 검토없이 4대강 전구간에 200년 빈도 홍수예방 및 물 부족대비 이유로 일괄적인 대규모 준설 시행, 이로 인한 유지관리비용 과다 예상
- ▲ (둔치 관리계획 미흡) 둔치 유지관리 수준을 차별화 하지 않고 면적 등에 따라 일률적 배분하여 수변공간 관리 비효율 초래

## ③ 3차 감사 ('13.7.10 발표)

- (목적) 설계·시공 일괄입찰 등 주요 계약 집행실태 등 점검
- (감사결과) 담합처리 부적정, 담합벌미 제공 및 담합처리 미흡, 운하 재추진 가능성을 감안한 준설·보 규모 확대 등 지적
- ▲ (담합처리 부적정) 특별한 사유없이 13개월간 사건처리를 지연하였고 담합 주도업체 과징금 미가중 등 부적정
  - \* 심사보고서 초안 작성('11.2) 이후 13개월간 처리 중단
  - \* 사무처에서 검토된 과징금 1,561억이 1,115억원으로 축소되어 위원회 의결 등

- ▲ **(담합빌미 제공 및 담합방지 미흡)** 추후 운하추진을 감안하여 4대강 마스터플랜이 수립되었고, 운하추진을 위한 민자 컨소시엄이 유지됨을 이유로 턴키공사가 동시발주 되어 담합빌미 제공
  - 마스터플랜 수립시 보안관리 미흡으로 입찰공고 이전 일부정보가 유출되고, 입찰공고 전 담합사실을 인지 했음에도 불구하고, 발주계획 수정·담합정황 공정위 통보 등의 담합방지 노력 부족
- ▲ **(준설, 보설치 및 유지관리계획 부적정)** 마스터플랜 수립시 추후 운하 재추진 가능성, 이상기후 대비 등을 위해 추진 목적이 불분명한 채로 준설·보 규모를 확대
  - 이에 따라 대운하 추진 의혹이 지속되고 있으며, 필요이상의 유지관리비 소요, 수질관리 곤란 등 어려움 발생
- ▲ **(2차 턴키 및 총인처리 시설공사 부당성)** 5건의 턴키공사에서 형식적 설계 등으로 들러리 입찰 확인 및 13건 턴키공사에서 제반경비를 임의 조정하여 유사한 금액에 투찰하는 담합확인(평균 낙찰률 95.9%)
- ▲ **(최저가낙찰제 대상공사)** 전자CD 대신 입찰자가 임의 교체한 인쇄본으로 심사하여 8건(2,841억원) 부당낙찰 특혜 등

## 4대강 사업 조사·평가 위원회 구성 및 운영에 관한 규정

[시행 2013.9.17] [국무총리훈령 제617호, 2013.9.17, 전부개정]

**제1조(목적)** 이 훈령은 4대강 사업에 대한 공정하고 객관적인 조사·평가를 위하여 국무총리 소속으로 두는 4대강 사업 조사·평가 위원회의 구성 및 운영 등에 필요한 사항을 규정함을 목적으로 한다.

**제2조(4대강 사업 조사·평가 위원회의 설치)** 4대강 사업에 대한 공정하고 객관적인 조사·평가를 위하여 국무총리 소속으로 4대강사업조사평가위원회(이하 “위원회”라 한다)를 둔다.

**제3조(위원회의 기능)** 위원회는 다음 각 호의 사항을 심의한다.

1. 4대강 사업의 조사·평가에 관한 주요 사항
2. 제4조제4항에 따른 위원의 위촉 해제에 관한 사항
3. 제7조제2항에 따른 회의록의 공개에 관한 사항
4. 제8조에 따른 조사작업단의 구성·운영에 관한 사항
5. 제9조제2항 및 제3항에 따른 조사·평가 현황 및 결과의 보고 및 점검·확인 등에 관한 사항
6. 제9조제4항에 따른 용역계약에 관한 사항
7. 제11조에 따른 협조 요청에 관한 사항
8. 제12조에 따른 조사·연구 의뢰에 관한 사항
9. 제13조에 따른 공청회 등의 실시에 관한 사항
10. 그 밖에 위원장이 위원회의 의결을 거쳐 4대강 사업의 조사·평가를 위하여 필요하다고 인정하는 사항

**제4조(위원회의 구성 등)** ① 위원회는 위원장 1명을 포함한 20명 이내의 위원으로 구성한다.

② 위원은 4대강 사업 관련 분야의 학식과 경험이 풍부하고 중립적인 사람 중에서 관계 기관 및 단체 등의 추천을 받아 국무총리가 위촉한다.

③ 위원장은 위원 중에서 호선(互選)한다.

④ 국무총리는 위원이 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우 위원회의 의견을 들어 그 위촉을 해제 할 수 있다.

1. 부득이한 사유로 직무를 수행할 수 없는 경우
2. 직무를 현저히 게을리한 경우
3. 제14조에 따른 비밀 준수 의무를 위반한 경우
4. 그 밖에 위원회의 공정한 업무 수행에 현저한 지장이 있다고 판단되는 경우

**제5조(위원장의 직무)** ① 위원장은 위원회를 대표하고, 위원회의 업무를 총괄한다.

② 위원장이 부득이한 사유로 직무를 수행할 수 없을 때에는 위원장이 미리 지명한 위원이 그 직무를 대행한다.

**제6조(위원회의 회의)** ① 위원장은 위원회의 회의를 소집하고, 그 의장이 된다.

② 위원회의 회의는 재적위원 과반수의 출석으로 개의하고, 출석위원 과반수의 찬성으로 의결한다.

**제7조(회의록 등)** ① 위원회는 회의시마다 다음 각 호의 사항을 회의록으로 작성·보관하여야 한다.

1. 개회·폐회일시 및 장소
2. 출석위원 서명
3. 심의사항
4. 회의진행상황
5. 위원 발언내용
6. 심의 결과
7. 그 밖에 위원장이 필요하다고 인정하는 사항

② 위원장은 위원회의 의결에 따라 제1항에 따른 회의록의 주요 내용(의결되지 아니한 사항 및 소수의견을 포함한다)을 공개할 수 있다.

**제8조(조사작업단의 구성)** ① 4대강 사업 조사·평가 업무의 효율적인 수행을 위하여 위원회에 다음 각 호의 분야별로 조사작업단(이하 “작업단”이라 한다)을 둔다.

1. 4대강 사업으로 설치된 보 본체·수문·바닥보호공·물받이공 등 주요시설물의 안전성 및 설계·시공의 적절성, 하상 준설 및 유지관리계획의 적절성, 수변공간 조성 및 유지관리 계획의 적절성, 홍수 및 가뭄 대비를 위한 수자원 확보 효과 검증 등 수자원 개발 분야 사업 효과 및 개선에 관한 분야
2. 4대강 사업 전후 수질변화 비교, 수질관리기준 및 조류대책의 적절성, 장래 예상 수질 문제 여부 및 규명, 수생태계 변화 및 복원 등 수환경 변화 및 개선에 관한 분야
3. 4대강 사업 후 저수지 독 높이기, 하구독 구조개선 효과, 농경지 개선 등 농업 분야 사업 효과 및 개선에 관한 분야
4. 4대강 사업으로 인한 문화 공간 조성, 관광수익 창출 등 문화 및 관광 분야 사업 효과 및 개선에 관한 분야

② 각 작업단의 단원은 제1항 각 호의 분야의 학식과 경험이 풍부하고 중립적인 사람 중에서 관련 기관 및단체 등의 추천을 받아 위원장이 위원회의 의결을 거쳐 위촉한다.

③ 위원장은 위원회의 의결을 거쳐 각 작업단의 단원 중에서 단장을 지명한다.

④ 위원장은 작업단 단원이 조사·평가 업무를 중립적으로 수행하지 아니하는 등의 경우에는 위원회의 의결을 거쳐 위촉을 해제할 수 있다.

**제9조(작업단의 조사·평가 등)** ① 각 작업단은 위원회의 의결에 따라 제8조제1항 각 호의 분야(해당 분야와 밀접한 관련이 있는 사항으로서 위원장이 위원회의 의결을 거쳐 필요하다고 인정하는 사항을 포함한다)에 대한 조사·평가 업무를 수행한다.

② 각 작업단은 위원회의 의결에 따라 제1항에 따른 조사·평가의 현황 및 결과를 위원회에 보고하여야 한다.

③ 위원회는 제2항에 따른 보고를 받거나 필요한 경우 각 작업단의 조사·평가 현황 및 결과를 점검·확인할 수 있다. 이 경우 위원회는 필요하면 각 작업단에 시정 또는 보완을 요구할 수 있고, 각 작업단은 이에 따라야 한다.

④ 국무조정실장은 필요한 경우 위원회의 심의를 거쳐 각 작업단의 단장이 소속된 기관·단체 등과 제1항에 따른 조사·평가의 수행에 관한 용역계약을 체결할 수 있다.

**제10조(위원회의 업무 지원)** ① 위원회의 업무 지원에 관한 다음 각호의 사항을 수행하기 위하여 국무 조정실에 4대강 사업 조사 지원팀(이하 “조사지원팀”이라 한다)을 둔다.

1. 위원회의 회의 준비 및 안건 작성

2. 4대강 사업 조사·평가와 관련된 계약의 체결, 경비의 지급 및 공청회 개최 등 행정 지원

3. 그 밖에 4대강 사업 조사·평가와 관련하여 위원회의 의결을 거쳐 위원장이 필요하다고 인정하는 사항

② 조사지원팀의 팀장은 국무조정실 농림국토해양정책관이 되고, 팀원은 국무조정실 및 관계 행정기관에서 파견된 공무원과 그 밖의 관계기관에서 파견된 직원으로 한다.

**제11조(관계 기관 등과의 협조 요청)** ① 위원장은 위원회의 업무 수행을 위하여 필요한 경우 위원회의 의결을 거쳐 관계 기관·단체, 관련 전문가 및 그 밖의 관계인에게 관련 자료 또는 의견의 제출, 회의 출석, 현장조사 협조 등 필요한 협조를 요청할 수 있다.

② 제1항에 따라 자료 제출 등을 요청받은 관계 기관·단체 등은 위원회에 적극 협조하여야 한다.

**제12조(조사·연구의 의뢰)** ① 위원장은 위원회의 업무 수행을 위하여 필요한 경우 위원회의 의결을 거쳐 관계 기관·단체 또는 관련 전문가 등에게 조사 또는 연구를 의뢰할 수 있다.

② 제1항에 따라 조사 또는 연구를 의뢰하는 경우에는 예산의 범위에서 필요한 경비 등을 지급할 수 있다.

**제13조(공청회 등)** 위원장은 위원회의 업무 수행을 위하여 필요한 경우 위원회의 의결을 거쳐 공청회, 세미나 및 설문조사 등을 실시할 수 있다.

**제14조(비밀 준수 의무)** 위원회의 위원, 작업단의 단원 및 조사지원팀 직원은 4대강 사업 조사·평가 결과에 대한 위원회의 의결이 있기 전까지는 4대강 사업 조사·평가와 관련하여 직무수행상 알게 된 사항을 누설하여서는 아니 된다.

**제15조(운영세칙)** 이 훈령에서 규정한 사항 외에 위원회의 구성 및 운영에 필요한 사항은 위원회의 의결을 거쳐 위원장이 정한다.

**부칙** <제00617호, 2013.9.17>

**제1조(시행일)** 이 훈령은 발령한 날부터 시행한다.

**제2조(유효기간)** 이 훈령은 발령 후 2년이 경과한 날까지 효력을 가진다.

**1. 제1차 위원회 개최 결과**

- (時·所) '13. 9. 6(금) 15:30~18:00, 서울청사 국무위원 식당
- (참석자) 위원회 위원 13명
- (안 건) 위원장 선출, 차기회의 일정 등 논의
- 회의결과
  - (위원장 선출) 장승필 위원을 위원장으로 호선
  - (안전논의)
    - (안전 1) 언론·국회 등에서의 이슈사항과 관계부처 입장 검토  
\* 부처 공식 업무 보고도 검토(담합 등 불법관련사항은 배제)
    - (안전 2) 조사작업단 운영방안, 위원회와 관계 정립 논의
  - (차기회의) 9.13(금) 15:00, 서울지역에서 개최
  - (기타사항)
    - 위원 업무 지원을 위해 수자원·수환경 등 담당자 지정
    - 현재까지의 4대강 관련 이슈사항 정리, 위원송부

**2. 제2차 위원회 개최 결과**

- (時·所) '13. 9. 13(금) 15:00~18:00, 세종문화회관
- (참석자) 위원회 위원 12명
- (안 건) 위원장 재선출, 위원회 공정성에 대한 입장발표 등
- 회의결과
  - (임시진행자) 허유만(한국농촌연구원) 위원(연장자 순으로 선정)
  - (위원회 공정성 입장발표)
    - ① 위원회 발족 및 운영과정에서 정부의 공정성에 대한 의지를 대외에 확인
    - ② 앞으로 공정하고 객관적으로 조사·평가 및 위원회의 자율운영 방침 선언  
\* 자율적 운영이 훼손될 경우 모든 위원이 사임할 용의가 있음을 밝힘
    - ③ 2주간 국민들로부터 위원들의 중립성 여부에 대한 제안을 받아 위원회가 논의 및 위원으로서의 적격여부 판단

- (위원장 선임관련) 4대강 사업이 다양한 전문분야를 포함하고 있어 선임방법 등은 추후 논의하고 당분간 회의 진행자만 선정·운영
- (차기회의) 10.1(화) 13:30 개최, 국민 제안사항 및 조사작업단 구성방법 등 논의 예정(추후논의로 10.11(금) 14:00로 일정연기)

### 3. 제3차 위원회 개최 결과

- (時·所) '13. 10. 11(금) 14:00~18:00, 철도공사 회의실
- (참석자) 위원회 위원 12명
- (안건) 중립성 검증 국민제안 등 검토, 분야별 위원규모 등
- 회의결과
  - (임시진행자) 김범철(강원대) 위원 (연장자 순으로 선정)
  - (국민제안 검토) 개별위원의 중립성에 대한 문제제기는 없었으나, 조사작업단 구성·위원회 운영 관련 일반적인 제안 3건
    - ① 조사작업단 구성시 '한국건설기술인협회'에서 발급한 경력증명서 등 활용하여 중립성 확인 가능(한국기술사회)
      - ⇒ 향후 조사작업단원 선정시 활용기로 함
    - ② 종교인 및 환경단체의 위원회 참여 제안(무명)
      - ⇒ 향후 공청회 등을 통해 환경단체의 조사범위 등 의견을 청취
    - ③ 4대강 사업과 대운하와의 개인적 의견(김재경) ⇒ 향후 참고
  - (보도자료 배포) 국민제안에 대한 논의결과는 보도자료 배포
  - (차기회의) '13.10.18(금) 12:30, 동일 장소

### 4. 제4차 위원회 개최 결과

- (時·所) '13. 10. 18(금) 12:30~16:30, 철도공사 회의실
- (참석자) 위원회 위원 9명
- (안건) 4대강 조사·평가 향후 일정 및 방안 토의
- 회의 결과 (임시진행자 : 김범철 위원)
  - ① 조사작업단은 용역 계약 등을 위해 가칭 "4대강 조사·평가 현장 과업 점검단"을 법인 형태로 등록 방안을 선호
  - ② 위원회의 위원은 조사단에 자문 또는 상시감리 형태로 참여



- ③ 위원회는 필요시 조사대상의 판단기준 등을 도출하기 위한 역할 수행할 수 있도록 검토
- ④ 법인 등록에 필요한 최소 인원을 위해 다음 주 금요일(10.25)까지 위원별로 참여인원을 1인씩 추천
- ⑤ 무엇을 조사·평가할 것인가를 국무조정실 지원팀에서 양식을 제공하고 위원은 다음 주 금요일(10.25)까지 의견을 제출하고, 이를 바탕으로 분야별 소그룹 회의가 가능토록 함
- ⑥ 위원들의 원활한 정보 공유를 위해 웹하드 만들기
- ⑦ 차기회의 : '13.11.1(금) 12:30분, 동일 장소

## 5. 제5차 위원회 개최 결과

- (時·所) '13. 11. 1(금) 12:30~15:30, 철도공사 회의실
- (참석자) 위원회 위원 9명
- (안건) 4대장 조사·평가 범위 및 조사작업단 후보 등 토의
- 회의 결과 (임시진행자 : 배덕효 위원)
  - ① (조사범위) 과업지시서 작성을 위해 분야별로 조사범위를 먼저 정하고 조사 방법·평가기준 등은 추후에 논의하되,
    - 양식에 맞춰 각 분야별\* 위원들 간에 논의하여 중분류, 세부내용, 조사평가 항목 등 제출(→국조실, 11.7일), 차기 회의에서 대분류 및 중복분야 정리 등 논의
    - \* 수자원·구조분야 / 수질·생태분야 / 농업분야 / 문화관광·언론분야
  - ② (용역비용) 큰 틀에서 인건비와 조사비 비율을 6:4로 정하고, 분야별 위원들 간에 논의하여 세부 조사범위·비용 등 조절
  - ③ (작업단구성) 단원은 지나친 찬반성향으로 조사 작업에 갈등을 일으킬 만한 사람은 배제토록 위원들이 판단해서 추천
    - \* 위원 수준의 중립성 기준·절차 적용시 전문성 갖춘 단원 선정이 곤란할 수 있다는 의견도 상존
    - 용역계약시 참여인원 명단 전체가 필요한지, 인원수 계획만 있으면 되는지 확인 요청(→국조실)
  - ④ 차기회의 : '13. 11. 8(금) 12:30분, 동일 장소

## 6. 제6차 위원회 개최 결과

- (時·所) '13. 11. 8(금) 12:30~15:30, 철도공사 회의실
- (참석자) 위원회 위원 10명

□ (안건) : ① 조사작업단 구성 및 용역방안, ② 법인(4대강사업 현장과업점검단) 설립 관련, ③ 과업 대상 및 범위 관련

□ 회의 내용 (임시진행자 : 배덕효 위원)

① 조사작업단 구성 및 용역방안

- 조사용역방식으로 제4안(선정된 단원으로 용역을 위한 '법인설립')으로 결정
  - 경쟁입찰(2안) 및 기존법인과의 계약(3안)은 기존 학회 등의 중립성 시비가 우려되고, 작업단원 추천, 의사결정 및 조사과정에 법인과 위원회와의 의견충돌이 예상되어,
  - 신규법인 설립하여 계약을 추진하는 제4안에 대해 의견일치

< 논의된 대안 >

구분	개 요	검 토
[제1안]	선정된 조사작업단원과 개별계약	개별적으로 조사를 분리하기 곤란
[제2안]	경쟁입찰을 통해 기존법인과 계약	중립성시비, 위원회와의 갈등 우려
[제3안]	조사작업단장 소속 기존법인과 계약	중립성시비, 위원회와의 갈등 우려
[제4안]	작업단원으로 구성된 신설법인과 계약	법인설립관련 추가행정 소요

② 법인(4대강사업 현장과업점검단) 설립 관련

- 위원들이 추천한 8명 중, 법인설립을 위한 최소인원인 5인에 대해 위원회에서 중립성 검증 후 선정
  - 나머지 용역계약을 위한 인원은 조사범위 등 논의 후 1월 중순까지 선발, 추가 필요인원은 과업 중 계약변경으로 참여
- 국조실의 중립성기준\*에 따른 사항도 검토하였으나, 일부 위원\*\*은 중립성 기준이 완화될 필요가 있다고 지적(추후논의)

\* 4대강 사업 추진관련 용역 수행여부, 매체활동 발언, 개인연구 내용, 4대강 사업 추진관련 이해관계(사외이사 등), 찬·반 단체 활동여부

③ 과업 대상 및 범위 관련

- 과업지시서 작성을 위해 분야별 공통조사 분야정리 논의 중
  - 주로 감사원 지적사항 및 언론 의혹제기사항에 중점을 두되, 예산집행 적절성 등 전반적 평가도 포함 고려

④ 기 타

- 과업지시서 작성을 위한 분야별 통합된 조사범위 도출을 위해 위원회 집중토론 워크샵 개최 예정(11월말)
- 차기 회의 : 11. 15(금) 13:30분, 동일 장소

## 7. 제7차 위원회 개최 결과

- (時·所) '13. 11. 15(금) 13:30~15:30, 철도공사 회의실
- (참석자) 위원회 위원 12명
- (안 건) ① 조사작업단 법인 발기인 선정, ② 조사평가 범위 수립 워크숍 계획 등
- 회의결과 (임시진행자 : 배덕효 위원)
  - ① 조사작업단 법인설립 발기인 6명 확정
    - 법인발기인은 법인설립·운영의 행정절차를 위한 임원역할만 하고, 조사평가를 주도할 분야별 작업단장은 추후 별도로 선정
    - 법인발기인이 건의한 과업지시서 작성과 조사작업단 선정에 있어 협의는 필요하나 위원회 권한(작업단장 선정 등) 명확화 필요
  - ② 조사범위 수립 워크숍(차기회의) 계획
    - (일시·장소) '13. 11. 29~30일, 충남 부여
    - (일정 개요) 현장방문(백제보), 위원별 발표, 조사범위 토론
      - (건의) 사전 집중 논의를 통해 위원별·국조실 발표계획 수립
      - (국조실의견) 조사평가 과업범위 결정에 국조실 개입은 무리

## 8. 제8차 위원회 개최 결과

- (時·所) '13. 11. 29(금) 15:00~11.30(토) 12:00, 백제관광호텔
- (참석자) 위원회 위원 11명
- (안 건) ① 위원장·추가위원 선임관련, ② 조사평가 대상 논의, ③ 조사작업단원 추가 선정 관련
- 회의 결과 (임시진행자 : 배덕효 위원)
  - ① 위원장 및 추가위원 선임
    - 공동 위원장 선출 : 배덕효(수자원), 김범철(수환경) 위원
    - 추가위원 선임 : 수질분석전공, 농업전공, 문화재전공 위원을 각 1인씩 선임 필요 건의(배덕효, 김진수, 최승담, 고정민)
  - ② 4대강 사업 조사평가 대상 관련
    - 현재까지 논의되었던 사항을 위주로 조사작업단 조사평가 용역 과업지시서에 들어갈 중분류 및 소분류 사항 결정
    - 차기회의시 항목별 예산도출

- 부득이한 추가조사는 '15년 예산으로 진행하는 것으로 결정하고 해당 예산 작업을 '14년에 국조실과 협의하여 추진

③ 조사작업단원 추가 선정

- 9차 민간위원회(12.6금)까지 추가 단원 추천기로 합의

④ (차기회의) 12.6(금) 12:00분, 서울역 철도공사 회의실

**9. 제9차 위원회 개최 결과**

(時·所) '13. 12. 6(금) 13:00~17:00, 서울역 스마트워크센터

(참석자) 위원회 위원 12명

회의 내용

① 조사평가 용역 분야별 비용배분 관련

- 수자원, 수환경, 농업, 문화관광별 (3 : 3 : 1 : 1)의 비율로 배분하고, 분야내 세부 항목별 과업범위는 분야별 위원들이 논의하여 주중에 취합
- 위원회가 작성한 조사평가 범위(분야별 연구계획서)를 토대로 용역계약을 위한 과업내용서 작성 등 추진(국조실 지원팀)

② (차기회의 일정) '13.12.13(금), 13:00 개최

**10. 제10차 위원회 개최 결과**

(時·所) '13. 12. 13(금) 13:00~17:00, 서울청사 스마트워크센터

(참석자) 위원회 위원 11명

회의 결과

① 4대강사업 조사작업 연구용역 과업내용서/설계서 심의

- (항목조정) 조사작업단 연구의 원활한 관리와 최종 조사결과의 명확한 도출을 위하여 과업내용서 중분류간 통합 및 조정·협의
- (비목간 조정) 기존 인건비-경비 일괄적 배정 비율(6:4)을 각 분야별 특성에 맞게 세부조정(수자원·수환경·농업 7:3, 문화관광 4:6)

② 조사작업단원 구성관련

- (원칙) 단원 추천시 위원회 연관성을 배제하고, 전문성을 우선시하여 중립성 검증(경력서/ 자필확인서 수령)
- (일정) 12.24까지 추천완료

## 11. 제11차 위원회 j 개최 결과

- (時·所) '13. 12. 27(금) 13:00~17:00, 한국경제신문 회의실
- (참석자) 위원회 위원 12명, 조사작업단 법인임원 6명
- 회의 내용
  - ① 4대강사업 현장 조사작업단원 선정 심의(의결)
    - (분야별 인원) 책임연구원(부교수급 이상), 연구원(조교수급), 연구보조원(조교급) 인원수 합의 및 일부 조사작업단원 1차 선정
      - 차기 회의시까지 구체적 작업단원 선정 및 중립성 검증 실시
  - ② 용역 과업내용서 중 수환경분야 내용 조정(의결)
    - 수환경 내 수질/ 수생태 분야간 세부 과업범위 및 분야내 연구비 조정(어류 폐사 항목이동 및 남조류 분야 자구 수정 등)
      - \* (협의) 저수지안정성 분야는 농업분야 추천인사가 시설물(제방)에서 수행
  - ③ (차기회의) '14.1.10 13:00 → 조사작업단 위촉 심의

## 12. 제12차 위원회 개최 결과

- (時·所) '14. 1.10(금) 13:00~17:00, 한국경제신문 회의실
- (참석자) 위원회 위원 13명, 조사작업단 법인임원 4명
- 회의결과
  - ① 4대강사업 현장 조사작업단원 위촉 심의(의결)
    - (단원위촉) 학회 등 추천 후 중립성 검증을 통과한 인사 위촉
      - \* 수자원(13), 수환경(16), 농업(1), 문화관광(4) (⇒ 총 34명)
    - (잠정위촉) 중립성 확인서 미수령 등 필요인사는 차기회의시 최종판단
      - \* 수자원(21), 수환경(13), 농업(8), 문화관광(4) (⇒ 총 46명)
  - ② 4대강사업 조사평가 향후 일정 관련(의결)
    - 조사평가 세부수행계획서 초안 검토(차기회의) 후, 분야별로 구체화 후 환경단체 의견수렴을 위한 공청회 등 계획
      - \* (제안) 환경단체와의 갈등관리방안 마련, 소통을 위한 홈페이지 개설 등
  - ③ (차기회의) '14.1.17(금) 13:00, 장소 동일

## 13. 제13차 위원회 개최 결과

- (時·所) '14. 1. 17(금) 13:00~16:00, 철도공사 회의실(8F)

□ (참석자) 위원회 위원 8명\*, 조사작업단 법인임원 2명

□ 회의 결과

① 4대강사업 조사작업단원 위촉(안) 수정의결(총 79명 중 77명)

○ (부결인원) 2명 ⇒ 대체 추진

○ (가결인원) 77명(조건부 가결 2명)

\* (조건) 4대강 사업에 대한 개인의 중립성 여부에 대한 자필확인서 징구

② 4대강사업 조사작업 연구용역 세부 수행계획서(안) 수정의결

○ 홍수기 등 감안 수자원, 농업, 문화관광 분야 공정표 수정 필요

③ (차기회의) 조사표준 형식(초안 27), 공청회·홈페이지 등 대국민 소통방안 논의를 위해 조사작업단·위원회 공동 워크숍 추진(2.14)

## 14. 제14차 위원회 개최 결과

□ (時·所) '14. 2. 14(금) 13:00~16:30, 용산역 ITX회의실(4F)

□ (참석자) 위원회 위원 10명, 조사작업단 책임급 16명

□ 회의 결과

① 4대강사업 분야별 조사작업단장 선정

○ 장정욱(전체총괄), 안재현(수자원), 김준하·장민호(수환경), 최진용(농업), 정세일(문화관광)

\* 근거규정 : 4대강조사·평가위원회 구성 및 운영규정(총리훈령) 제8조

② 조사평가 과업수행계획서·현장조사지침 보완

○ (수자원) 현장조사 지침을 기존 정부조사와 차별화·구체화, 구조물 안정성은 수리 및 지반 분야와 연계해서 규명

○ (수환경-수질) 수질에 대한 다양한 원인별(비점오염원, 하수처리장 등) 시나리오 분석 필요, 수질기준 제시 필요

○ (수환경-생태) 비용·편익분석 삭제, '가치판단' → '관리방안' 변경, 환경부 시행 중인 어도효과 평가 중복우려 부분 검토

○ (농업) 지역경제 효과평가 일원화, 재해영향 추가 평가, 보설치에 따른 농지에의 영향평가지 문제제기된 작물별 작토심 조사평가

○ (공통) 수자원-수질-농업 분야 지하수 모델링 등은 통합적으로 분석

○ (기타) 자료 신뢰성 확보 및 관리방안 강구 ⇒ 조사작업단

③ 공청회 前 현장 워크숍 개최(2.28 금, 함안보 인근) : 위원회, 조사작업단

④ 공청회 개최(3.14 금, 서울지역) : 학회, 야당, 환경단체 등

## 15. 제15차 위원회 개최 결과

- (時 · 所) '14. 2. 28(금) 11:00~18:00, 창녕함안보 수공회의실
- (참석자) 위원회 위원(7명), 조사작업단(책임급 18명)
- 회의 결과
  - ① 위원회-조사작업단간 관계·논의체계 정립
    - 안전에 따라, 조사작업단의 위원회 참여여부는 구분필요
    - 격주로 4개 분야씩 작업단이 위원회에 상황보고 정례화(총 16개 분야)
  - ② 세부과업 수행계획 및 현장조사지침 보완
    - 4대강 평가를 위한 실측 등 필요한 모든 업무를 도출하고, 예산이 부족하면 관련기관에 자료조사 대행을 요구하되, 공동조사 등 해당 자료의 신뢰성을 확보하는 세부계획 마련
    - ※ (자료요청) 수공 수질측정 자료, 준설토 관리상황, 식재현황, 농작물 피해상황
  - ③ 착수보고 및 여론수렴회 개최 사전준비 논의
    - 조사작업단이 위원회에 착수보고회를 하는 방식으로 추진하되, 관계자를 참석시켜 여론수렴도 도모(3.14)
    - 보고회 사전 위원회 개최(3.7), 발표내용 사전 점검 등

## 16. 제16차 위원회 개최 결과

- (時 · 所) '14. 3. 7(금) 13:00~15:30, 철도공사 회의실(8F)
- (참석자) 위원회 위원 11명
- (안 건) '4대강사업 조사평가 착수보고 및 여론수렴회' 사전 점검 등
- 회의 결과
  - ① 위원회 운영 관련
    - 위원회는 격주로 정례화하고 회의시 조사작업단·관련부처 보고 및 전문가 의견 청취 기회 마련, 조사작업단과의 공동회의 지양
  - ② '조사계획 발표 및 여론수렴회' 개최(3.14, 프레스센터) 관련
    - (행사주관) 행사 주체는 위원회로 하고 조사작업단의 조사계획(착수보고) 발표 내용에 대해 토론하는 방식으로 운영
    - (조사계획) 분야별 쟁점사항, 조사방법, 기대성과 순으로 정리·발표
    - \* 조사작업단(간사 안재현)에서 준비한 조사계획 발표내용 사전 점검

- (지정토론자) 7명으로 하고 중립 또는 다소 비판적인 인사를 선정
  - \* 위원회에서 대상자 12명 추천(섭외 후 최종 7명 선정 예정)
- (행사진행) (1부) 인사말(위원장) 5분, 추진경과 발표(위원장) 10분, 조사계획 발표(조사작업단) 45분, 티타임 (2부) 지정토론(7명) 90분, 청중 질의·응답(위원장) 30분 순으로 진행 (총 시간 : 14:00~17:00)
- (참석) 유관학회(9개), 관계부처(지자체 포함), 환경단체, 언론사 등 150명

## 17. 제17차 위원회 개최 결과

- (時·所) '14. 3. 21(금) 14:00~17:00, 철도공사 SWC(새마을호실)
- (참석자) 위원회 위원 8명
- (안 건) 여론수렴회시 개진의견 검토, 관계부처 현장조사 활용방안, 관련부처 의견수렴 방안, 위원회와 조사작업단간 소통 방안, 수질-녹조발생 대책을 위한 댐-보연계 운영 검토 등
- 회의 결과
  - (1) 여론수렴회시 개진의견에 대한 검토
    - 개진의견 대부분은 해당부처 조치사항으로서 현재 작업단에서 검토하고 있거나 작업단에서 인지하고 있으므로 조사작업단에 전달하여 참고토록 조치
    - 경제적 타당성에 대한 조사가 필요하다는 의견에 대해서는 위원회 조사평가 범위에서 제외
  - (2) 관계부처 현장조사 활용방안
    - 각 부처별 조사내용들이 조사작업단에서 참고할 사항이므로 조사작업단에서 조사에 참여하거나, 또는 분야별로 독자적으로 수행할 것인지 검토하여 시행함이 바람직함(ex 문화관광분야)
  - (3) 관련부처 의견수렴 방안
    - 각 부처에서 보고내용을 준비할 수 있도록 하되 참석대상을 향후 관련공사, 환경단체, 시공사 포함여부 검토 필요
    - 관련부처에서 보고할 내용은 관련부처가 담당하 4대강 사업내용, 사후 조치사항 등
      - 보고내용에 감사원 지적사항·언론제기 쟁점 등에 대한 부처입장 포함 여부는 위원회의 객관적인 검토에 혼란을 줄 수 있으므로 신중한 검토 필요
  - (4) 위원회와 조사작업단간 소통개선 방안
    - 조사용역관련 작업지시는 창구를 일원화하는 차원에서 위원회가 전담하는 것이 바람직



- 전문분야별 위원들이 조사작업단 분과별 책임연구원을 독려
- 국조실이 용역진행 상황파악 등 필요로 하는 사항은 위원회에 요청하고, 위원회는 분야별로 조사작업단에 전달하는 방식
- 위원회 위원이 분야별 작업단과 공조하여 용역 진행상황을 파악하여 위원회시 국조실에 진도설명
- 3자간(위원회 · 조사작업단 · 국조실) 역할 정립
  - 조사작업단은 용역성과 보고서를 작성하고 대국민 발표문(최종보고서) 작성은 위원회 역할
  - 최종결과발표 역할은 위원회이므로 위원별로 조사작업단에서 책임있는 성과가 도출되도록 과업내용서 이상으로 독려 · 관리
  - 국조실은 위원회, 조사작업단이 각자 역할에 충실토록 역할분담을 정립하고 지원업무에 충실

**(5) 수질-녹조발생 대책을 위한 댐-보연계운영 검토.**

- 해당부처에서 자체 판단하여 시행하는 것이 바람직한 것으로 위원회에서 관여할 사항은 아니나 향후 위원회에서는 이를 평가할 수도 있음

**(6) 향후 위원회 운영계획**

- 제18차 위원회는 4.11(금) 개최, 국토부 소관 4대강 사업에 대한 현황보고를 청취하고 조사작업단 수자원 분야에 대한 용역 진행상황을 보고 받기로 함
- \* 부처 보고는 환경부(4.25), 문화부(5.9), 농림부(5.23) 순, 조사작업단 보고 순서는 차기 위원회에서 논의 · 결정

**18. 제18차 위원회 개최 결과**

(時 · 所) '14. 4. 11(금) 13:00~15:00, 철도공사 SWC(새마을호실)

(참석자) 위원회 위원 7명

(안 건) ① 조사작업단 수자원 분야 추진현황 및 계획 (조사작업단 보고)  
 ② 국토부 소관 4대강 사업 추진현황 (국토부 하천운영과장 보고)  
 ③ 조사작업단 연구보조원(4명) 위촉(해촉) 심의(안) 등

회의 결과

**① 조사작업단 업무보고(안전 ①) 관련**

- 자료협조가 필요한 사항은 작업단에서 취합 후 국조실을 통해 관계기관에 요청하되, 제공받지 못한 자료는 사유를 명확히 할 것
- 예산, 조사기간 등의 제약을 감안, 자료 · 현장조사 등은 관계기관과 협력하여 추진하되, 협조가 안되는 부분은 위원회를 통해 해소

\* 조사작업단 활동 애로사항과 관련된 창구는 위원회로 일원화

- 조사작업단 현장조사는 가능한 여러 분야가 합동으로 시행하여 관계기관 협조가 보다 원활하게 이뤄질 수 있도록 계획
- 이수 분야 조사시, 보 관리 하한수위와 구간 내 취수시설의 취수가능 수위 간의 관계를 면밀히 검토할 필요

## ② 국토부 업무보고(안전 ②) 관련

- 조사작업단 업무가 원활히 진행될 수 있도록 총리실, 위원회의 자료요청 등에 대해서는 국토부의 적극적 협조 요망
- 특히, 조사작업단의 현장조사 협조요청에 대해 국토부는 가용 인력, 예산 범위 내에서 최대한 협조

## ③ 조사작업단 연구보조원 위촉(해촉) (안전 ③) 관련

- 연구보조원 위촉(해촉)은 문제 없는 것으로 판단, 원안 의결

## ④ 향후 위원회 활동 관련 논의 사항

- 조사작업단 업무보고는 위원회-작업단 간 이해를 높이고, 애로사항 파악 등을 위해 현재와 같이 분야별(4개)로 순차적 진행 계획
  - \* 조사작업단 보고는 수자원 → 수환경 → 농림 → 문화관광 순으로 진행, 차기 회의(4.25)는 조사작업단 수환경 분야, 환경부 업무보고로 추진
- 다만, 보고 순서는 분야별 현장조사 계획 등을 감안하여 조율
- 수자원·환경 분야는 세부과제가 많으므로 회의 시간을 현재보다 길게 책정 (2시간 → 3시간)한 후 사전에 공지
- 관계기관 업무보고는 국토부·환경부·수공·시공사 등 다양한 기관의 의견을 듣는 자리로 마련할 계획
  - 환경단체 등 반대인사 초청, 자문을 받는 방안도 추진(위원회)
- 위원회 업무보고는 각 분야 간 이해 증진 등을 위한 자리이므로, 모든 위원 들은 특별한 사정이 없는 한 전원 출석 요망

## 19. 제19차 위원회 개최 결과

- (時·所) '14. 5. 2(금) 13:00~16:30, 서울역 SWC(새마을호실)
- (참석자) 위원회 위원 11명
- (안 건) ① 환경부 소관 4대강 사업 현황 (환경부 물환경정책과장 보고)  
 ② 조사작업단 수환경 분야 추진현황 및 계획 (조사작업단 보고)  
 ③ 국회 요구사항(준설토 처리계획의 적절성도 평가) 검토  
 ④ 기타 위원회 운영 관련 사항 등

## □ 회의 결과

### ① 환경부 업무보고(안건 ①) 관련

- 수생태계 영향을 정확하게 평가하기 위해 환경부 등 관계기관에서 위원회(조사작업단)에 원데이터 제공 요청
  - \* 다만, 조사작업단에서는 관계기관 자료 활용시 정부의 조사방법, 강도 등이 조사평가에 적절한 수준으로 표준화되어 있는지를 감안할 필요
- 생태계 관련 별도 보고시간을 갖는 방안도 검토 필요
- 수질부분은 수질변화 예측 및 대책(총인시설 신설 등) 등이 적합하게 계획·시행\*된 것인지가 평가의 관건
  - \* 부영양화는 사전 예측되었으며, 이를 완화토록 수질관련 마스터플랜을 수립

### ② 조사작업단 업무보고(안건 ②) 관련

- 사업 전후 수질변화는 연평균 비교 외에도 조류 발생기 비교를 병행하고 특이한 기상조건 상황에 좌우되지 않도록 비교기간 산정에 주의
  - \* 필요시 '12·'13년 녹조 발생 원인도 검토
- 환경부가 마스터플랜 수질계획 수립시 모델링의 유량 경계 조건(유입량 등) 등을 적정하게 산정한 것인지에 대해 검토 필요
  - \* 수질 분야와 수생태계 분야가 협업하여 입체적으로 결론 도출 요망
- 준설토 오염도 샘플조사(나주 옥정지구), 생태계 모니터링 조사 등에 대한 환경부 지원은 필요성을 보다 면밀히 검토 후 요청
- 보 구간 어류 폐사 원인\*, 보 설치 이후 생태변화의 건강성\*\* 등 국민들이 궁금해 하는 사항은 평가 방법을 면밀히 검토 필요
  - \* 금강 어류 폐사 구간 용존산소량 부족여부 확인 필요
  - \*\* 기존 수생태계 건강성 평가기법은 얕은 하천을 기준으로 하고 있으므로 4대강 구간에는 적합하지 않을 수 있음

### ③ 국회 요구사항(안건 ③) 관련

- “준설토(골재) 처리 계획의 적정성”은 건설경기 등에 영향을 받는 지자체의 골재 처리 문제로 위원회에서 다룰 사항은 아님
  - \* 준설테 계획의 적정성 검토시 준설토(골재) 처리 현황 정도만 파악 필요

### ④ 기타 위원회 운영 관련 사항 등

- 현장조사 실적 관련 보도자료 배포
- NGO 초청\* 관련, 금회는 위원장(1인)이 참석하되, 그 결과를 토대로 향후 NGO 의견 수렴 방식 결정(NGO회의참석 or 위원회 초청)
  - \* 녹색미래 이정수 사무총장이 4대강 관련 NGO모임에 위원회 참석을 요청
- 관계기관 자료 협조가 조속히 이행될 수 있도록 요청

## 20. 제20차 위원회 개최 결과

- (時·所) '14. 5. 9(금) 13:00~15:20, 철도공사 서울본부 8층 회의실
- (참석자) 위원회 위원 10명
- (안 건) ① 농식품부 소관 4대강 사업 현황 \* 농식품부(농업기반과장) 설명  
② 조사작업단 농업 분야 추진현황 및 계획 \*조사작업단(농업분야) 설명
- 회의 결과

### ① 농식품부 업무보고(안전 ①) 관련

- 독높이기 사업으로 추가 확보된 유지유량이 본류 환경개선에 얼마나 효과를 주었는지 면밀히 분석·평가 필요
  - 독높이기 사업이 불필요한 부분까지 과도하게 시행되었다는 외부 지적에 답변할 수 있도록 조사평가 필요
- 독높이기 사업으로 확보된 유량 중 하천유지유량 공급 가능량을 얼마나 산정할지 면밀히 검토 필요
  - \* 수위계 외에 하천유지유량 공급량을 정확히 예측할 수 있는 시스템 마련 필요
- 농지 리모델링 후 토양 오염문제가 있는지 지속 모니터링 필요(농촌공사에서 기 시행중)
- 독높이기 부대사업으로 시행한 자전거도로, 탐방로 등 친수공간조성 관련 자료 요청시 협조 요망
- 110개 저수지에 대해 16개 보와 연동, 환경유지용수 등으로 추가 공급 가능한 양을 정리해서 제출 요망

### ② 조사작업단 업무보고(안전 ②) 관련

- 독높이기 사업의 규모가 그 효과에 대비 적절했는지에 대해 심도있게 평가 요망
  - 치수계획, 환경용수 확보 계획, 친수사업 등의 적절성 평가 필요
- 유지유량공급에 대해서는 관개기, 비관개기, 녹조발생기 등 다양한 운영률을 고려하여 평가 필요
- 농지 리모델링 평가는 정량적으로 결과를 제시토록 평가 방법 검토
  - "Room for the River" 개념상 유지가 필요한 농지도 준설토 처리를 위해 불필요하게 농지 리모델링한 것은 아닌지도 검토 필요
- 농지 리모델링 관련 설문조사(안)은 독립적 평가를 위해 보다 기술적으로 보완
- 지하수위 변동에 따른 농지피해조사는 수환경분야(구민호 교수)와 협력하여 종합적인 결론 도출 추진
- 조사작업단의 원활한 현장조사 시행을 위해 작업단이 국조실에 현장조사계획 제출시 관계기관(농공 등) 컨택 포인트 제공 요망

## 21. 제21차 위원회 개최 결과

□ (時·所) '14. 5. 23(금) 13:00~15:50, 철도공사 서울본부 SWC 회의실

□ (참석자) 위원회 위원 12명

- (안 건) ① 관계부처 문화관광 분야 4대강 사업 현황  
② 조사작업단 문화관광 분야 추진현황 및 계획  
③ 조사평가 추진일정 등

\* 안건 ①은 문광부(관광레저기반과장), 국토부(하천운영과장), 문화재청(발굴제도과장) 설명  
안건 ②는 조사작업단(문화관광분야)에서 설명

□ 회의 주요내용

### ① 관계부처 업무보고 관련

- 국토부 소관 생태하천(858km), 생태습지, 수변 생태공원 등에 대한 위치, 규모 등을 명확히 확인토록 세부 자료(준공도면 등) 제출
  - 용어에 대한 정의도 애매한 만큼 위원회에서 개념정리 필요
- 사업 중 발견된 유물을 적정하게 처리하였는지 여부 확인 필요
- 친수시설 이용 만족도 등 위원회(조사작업단)가 진행중인 조사와 국토부 조사가 연계될 수 있도록 상호 협조(국토부 조사자료 제공)
  - \* 자전거도로 등 시설 이용률을 객관적으로 판단할 수 있는 정량적 목표기준을 제시할 수 있으면 국토부에서 제시 요망(조사평가지 참고 예정)
- 최초 마스터플랜 계획 대비 변경하여 시행한 사업에 대한 자료 제출(지역 경제 활성화 효과 등을 판단하기 위한 자료 등으로 활용)
- 조사평가 진행중인 상황에서 친수공간 이용시설 확대설치 등은 문제, 하천 관리계획(안) 등이 나오면 위원회 의견 수렴 필요
- 문화재청이 시행한 현장점검('13.12~'14.2) 결과 제출 요망

### ② 조사작업단 업무보고 관련

- 문화관광 조사 표본이 전체 사업지구를 대표하는 지 재확인
- 4대강 사업 전후 이용 만족도가 비교가능토록 조사평가 시행 요망
- 문화관광 계획 수립단계에서 지향했던 목표가 잘 이뤄진 것인지 총론적인 형태의 결론 도출 요망
- 국토부 자체 만족도 조사 내용을 조속히 입수, 조사평가에 참조

### ③ 일정계획 및 기타 위원회 운영 관련

- 연말까지 세부 일정계획(안건 ③ 관련)은 위원회 차원에서 별도 논의

- 차기 위원회는 6.13일 조사작업단 수자원분야+수공 업무보고, 차차기 위원회는 6.20일 수환경분야 보고로 진행(이후 격주 진행)
  - \* 필요시 환경과학원 등 주요기관, NGO, 학계원로 등의 의견수렴 기회도 마련
- 연말 결과 발표 내용이 NGO, 관계기관, 학계, 국민들이 공감할 수 있도록 위원회가 고민 필요(필요시 위원회 자체 워크숍 개최)

## 22. 제22차 위원회 개최 결과

- (時·所) '14. 6. 13(금) 13:00~16:30, 서울역 SWC 회의실
- (참석자) 위원회 위원 11명
- (안 건) K-Water 소관 업무보고 및 수자원 분야 조사상황 점검  
4대강사업 조사평가관련 '15년도 예산요구 검토
- 주요 회의결과
  - ① K-Water 소관 현황보고 관련
    - 보 본체·바닥보호공 등 주요 시설물별 하자보수 만료일 및 그간 하자보수 내역을 제출받아 보 안전성 검토 필요
    - 녹조 발생 원인에 대해 유속저하 및 체류시간 증가도 원인이 되겠지만 상류 오염원 유입이 가장 큰 요인(위원 질문에 K-Water 답변)
  - ② 수자원 분야 조사평가 추진상황 점검 관련
    - 설계보고서 검토는 입력자료의 신뢰성이 중요하므로 입력자료 선행검토 후 설계 및 시공의 적정성 평가를 시행함이 바람직
    - 하상변동 조사는 최근 관련학회, 수공, 홍수통제소 등에서 측정한 자료가 있으므로 모두 입수하여 활용할 필요
    - 지반분야 수중조사는 국조실이 관계기관과 협의하여 예산을 최대한 지원하되 예산 범위내에서 조사작업단이 수중조사 계획수립·시행
  - ③ '15년 위원회 활동방향 검토관련
    - 내년도 예산요구 여부는 조사작업단 진행상황, 연말 위원회 결론도출 가능 범위 등에 대해 분야별 검토 후 차기 회의에서 재논의
  - ④ 향후계획
    - 수환경분야 추진상황 점검 및 '15년 위원회 활동방향 토의(6.20)

## 23. 제23차 위원회 개최 결과

□ (時·所) '14. 6. 20(금) 13:00~15:40, 철도공사 서울본부 8층 회의실

□ (참석자) 위원회 위원 12명

- (안 건) ① 조사작업단 수자원 분야 추진현황 및 계획  
② 조사작업단 연구보조원 위촉(안)  
③ 4대강사업 조사평가 향후 추진방향 논의

□ 회의 결과

### ① 조사작업단 업무보고 관련

- 그동안 조사작업단에서 조사해서 얻은 단순한 조사자료들을 앞으로는 이를 어떻게 해석해서 평가하고 결론을 내릴것인가가 중요하므로 고민 요망
- 보안을 유지한다는 조건 하에 수질관련 조사평가 내용에 대해 외부 전문가 자문을 받는 방안 검토
- 사업전 비교기간(10년간)이 합리적인지, 사업 전후 비교자료의 등가성\* 등을 신중히 검토

\* 사업전 자료는 월1회 측정치, 사업 후는 월2회 측정치일 경우 단순비교 곤란

- 월간 비교 외에도 장마 시작 전(6월 초 내외) 조류 농도도 비교하여 객관적이고 정교한 평가가 이뤄질 수 있도록 검토
- 4대강 사업과 어류 집단폐사 간의 관계에 대해 향후 위원회 발표시 입장 표명이 가능하도록 관련사항 고민 필요
- 생태하천·생태공원이 표기된 도면 자료가 조속히 제출될 수 있도록 국토부에 협조 요청

### ② 조사작업단 연구보조원 위촉 관련

- 연구보조원 위촉(수자원분야 2명, 이지행, 김경모)은 원안대로 의결

### ③ 향후 추진방향 관련

- 위원회 조사평가는 내년도 추가조사 없이 금년 조사평가한 내용을 중심으로 마무리 하기로 결정 ('15년 예산요구는 하지 않기로 결론)
- 사업의 경제성 분석까지는 아니더라도 사업 계획당시 우리나라 하천관리 실태를 볼 때 4대강사업이 필요했는지와 마스터플랜 및 마스터플랜에 따른 후속조치가 적절했는가에 대한 결론을 낼 수 있도록 준비
- 생태변화 모니터링, 문화관광 시계열 조사 등 장기적 조사평가가 필요한 부분은 관계기관에서 지속 추진토록 하는 방안 강구

- 위원회 발표 형식과 관련, 조사 용역 보고서의 요약형태로 할지, 위원회 보고서를 별도로 작성할지 등에 대해서는 추후 논의
- 차기 회의시 NGO 인사 초청 의견수렴 기회 마련
  - \* 회의시 초청대상은 위원장 간 논의 후 추천

## 24. 제24차 위원회 개최 결과

(時·所) '14. 7. 4(금) 13:00~15:00, 철도공사 서울본부 8층 SWC 회의실

(참석자) 위원회 위원 8명

- (안 건) ① 조사작업단 농업 분야 추진현황 및 계획  
           ② 조사작업단 연구보조원 위촉(안)  
           ③ 기타 위원회 운영 방향 등

\* 안건 ①은 조사작업단(농업분야)에서 설명

회의 결과

### ① 조사작업단 업무보고(안건 ①) 관련

- 사업추진이 필요했는지, 목적을 달성했는지, 계획 수립이 적정했는지 등에 대해 답한다는 자세로 조사작업 추진 요망
- 저수지 증고사업 중 일부만 세부 평가시 대표성에 문제가 있을 수 있음 → (작업단 답변) 전수조사를 시행 할 계획
- 저수지 증고의 주목적인 환경유지용수가 최초 계획 대비 적정하게 이뤄졌는지, 개선방안은 무엇인지 등에 대해 검토 요망
- 지역 경제성 검토는 사업 자체의 경제성이 아니라 마스터플랜에서 제시 했던 “지역경제 제고” 효과 등에 대해서 시행
  - \* 금번 조사평가지 4대강 사업 자체의 경제성 평가는 시행하지 않을 계획
- 농지 리모델링 침수피해 완화 효과를 보다 정량적으로 검토
- 농업분야에서 준설토 적치장의 적정성에 대한 상세 조사를 시행하지 않더라도 그 위치는 도면에 표기하여 제시 요망

### ② 조사작업단 연구보조원 위촉·해촉(안건 ②) 관련

- 연구보조원 위촉은 원안대로 의결

### ③ 향후 위원회 운영 및 조사작업단 활동(안건 ③) 관련

- 내년도 조사평가 계획은 없으므로 지반분야에서 요청하는 수증조사는 예산·기간 등을 감안, 관계기관과 협의하여 조속히 시행 추진



- 위원회 활동 최종 보고서 작성이 필요 → “백서” 형태 작성, 별도 보고서 작성, 용역 보고서와 병기 등의 방법 중 결정 필요
- 보고서 작성 방법, 위원회 향후 일정 등에 관한 세부논의를 위해 1박 2일 형태로 위원회 워크숍(7.25~26(잠정)) 추진

## 25. 제25차 위원회 개최 결과

□ (時 · 所) '14. 7. 18(금) 13:00~15:00, 철도공사 서울본부 8층 SWC 회의실

□ (참석자) 위원회 위원 8명

- (안 건) ① 조사작업단 문화관광 분야 추진현황 및 계획  
 ② 조사평가 추진상황 관련 보도자료  
 ③ 4대강사업 조사평가 워크숍 계획 등

\* 안건 ①은 조사작업단(문화관광분야)에서 설명

□ 회의 결과

### ① 조사작업단 업무보고(안건 ①) 관련

- 문화관광 분야에 있어 어디까지가 4대강사업인지, 어디까지 평가할지, 지역 경제활성화 여부를 어떻게 평가할지 등 보다 고민
  - \* 4대강 자체와 무관한 강변 축제를 평가 대상에 포함할지 등 고민 필요
- 자전거길, 수변공원 등에 대한 이용률 조사시 최대 · 최소 이용 지구, 방치 지구 현황 등에 대해 명확히 조사 · 평가 요망
  - \* 계절별 이용률 조사결과를 연단위 방문객수로 환산시 계절별 특성을 고려
- 국토부 조사 자료와 작업단 조사 자료를 상호비교하여 신뢰성 검토 후 국토부 조사자료 활용 여부 결정
- 최종 보고서 작성시 금년도 조사완료에 따른 조사평가의 한계, 향후 모니터링 방향 등에 대해 제시 요망
- 문화재조사 관련, 문제지구가 사업절차상의 문제인지, 문화재 유실인지 등을 명확히 구분하여 제시

### ② 보도자료(안)(안건 ②) 관련

- 문구 일부 조정 후 계획대로 보도자료 배포

### ③ 위원회 조사평가 자문워크숍(안건 ③) 관련

- (일정) 금번 워크숍은 8.1(금) 하루 일정으로 서울에서 시행 (장소는 프레지던트 호텔 회의실 등으로 검토)

\* 당초 위원회 개최일인 만큼 금번 위원회 불참위원들의 의견수렴 不要

- (내용) 조사평가 용역보고서 작성방향 및 위원 역할분담 방안, 조사평가결과 발표 형식, 조사평가 일정 등
- (참석) 위원회 위원 13명

#### ④ 기타 위원회 운영 관련

- 향후 8.1(금) 워크숍, 8.22(금) 제26차 위원회(수자원 분야 업무보고), 8.29(금) 제27차 위원회(수환경분야 업무보고) 등의 순으로 위원회 운영
- 8.29(금) 위원회는 춘천에서 춘천국제물포럼 참석(NGO 의견청취) 후 개최
  - 다만, 물포럼에서 4대강 조사평가와 관련하여 위원회 차원의 발표에 대해서는 8.1(금) 워크숍에서 재논의
- 4대강사업 조사평가 결과에 따른 향후대책 등을 각 부처가 실제 시행토록 할 수 있는지, 백서 발간시 지원범위 등을 국조실에서 검토

## 26. 제26차 위원회 개최 결과

- (時·所) '14. 8. 22(금) 13:00~16:00, 철도공사 서울본부 8층 SWC 회의실
- (참석자) 위원회 위원 9명
- (안 건) ① 4대강사업 마스터플랜수립 책임자(오규창 부사장, (주) 이산) 의견청취
  - ② 학계 원로\* 의견수렴
  - ③ 춘천국제물포럼 참여 등 위원회 활동계획

\* 김계호(前 수자원학회 회장)·전병호(前 토목학회 부회장)·최예환(現 농공학회 고문)

### 주요 회의결과

#### ① 마스터플랜수립 책임자 의견청취(안전 ① 관련)

- 4대강 보 갯수, 수심 등의 마스터플랜상 계획은 기 수립된 4대강 유역종합 치수계획, 하천기본계획을 근간으로 홍수위 변동, 물 확보, 사업비 등을 종합 검토하여 결정
  - \* 마스터플랜은 건설기술연구원에서 총괄, 6개 설계사는 마스터플랜 중 하천 내 준설, 보, 제방 등에 대한 기술적 계획 검토를 담당
- 환경문제 해결을 위해 보 수문개방이나 해체를 주장하는 경우에 대해, 하천의 동적 평형상태를 찾기 힘들어 이전 하천 상태로의 회복이 어렵고 하천 제내 지내 새로운 지하수 문제가 발생하는 등 보다 심각한 문제야기 우려가 있다고 답변
- 4대강 준설계획에 대해 준설깊이 변경(2.5m→6m)에 따른 홍수저감 효과 대비 사업비가 과도하게 증가되는 부분이 있다고 지적

- 향후 Post 4대강에 대한 개선방안 제시
  - 4대강 사업후 변화 지속 모니터링 후 하천기본계획 재수립, 지류 하천정비, 지방하천의 국가하천 승격, 수질·수량 통합물관리, 시군관리 농업용 저수지 전수조사, 하천 유지관리 기록·보존 제도화 필요성 등

## ② 학계 원로 의견수렴(안건 ② 관련)

- 먼저, 위원회의 조사평가 추진경과 및 향후과제에 대해 브리핑(배덕효 위원장)
- 4대강 사업의 순기능과 역기능, 功過에 대해 진솔하게 제시하고 이를 총량적·종합적으로 평가할 것을 주문
  - 단기간 추진에 따른 부작용, 사업계획 수립의 타당성, 보 설계·운영의 적정성, 이상기후 대비 수준의 적절성 검토 등과 더불어 4대강사업을 적극적으로 찬성하는 측의 입장도 들어 판단
- 사업 평가도 중요하지만 미래 하천관리를 어떻게 할 것인지에 대해 역점을 두고 단기·중장기 대책 제시 강조
  - 하천 수위를 어느 수준에서 관리해야 하는지, 수문 고장시 비상대책, 보·하천·수변공간 통합관리 방안 등
- 조사평가 결과 발표전 찬성측/반대측 시각으로 다시 한번 검토하여 한쪽으로 기울지 않도록 유의

## ③ 기타 위원회 활동 관련(안건 ③ 관련)

### 《 춘천국제물포럼 참여 관련 》

- 춘천국제물포럼 세션에 모든 위원이 참석하여 NGO 의견수렴 및 필요시 질의응답 (별도의 위원회 대신 세션 후 오찬 실시)
- 국민의 관심이 위원회의 최종결과 발표에 지나치게 집중되어 부담으로 작용되는 부분이 있으므로 이번 포럼 기회에 부분별 결론 사항에 대해서는 일부 공개하자는 논의가 있었으나
  - 위원회 차원의 종합적인 분석·평가의 필요성과 확정되지 않은 중간결과의 공개로 인한 불필요한 논란 우려로 위원회의 최종결과 발표 전까지 비공개기로 재확인
- 춘천물포럼에서 제시된 NGO 의견들에 대해서는 필요시 차기 위원회에서 논의

### 《 4대강사업 조사평가 보고서 작성 관련 》

- 국무조정실에서 보고한 대로 추진하되, 향후 추가 및 보완사항 발생시 추후 위원회에서 논의

### 《 위원회 활동상황 홍보 및 기타 》

- 수중 현장조사 실시 및 춘천국제물포럼 참여 보도자료 배포
- 위원회 차원의 종합적인 분석·평가의 필요성과 중간결과의 공개로 인한 불필요한 논란 우려로 위원회의 최종결과 발표 전까지 비공개

## 27. 제27차 위원회 개최 결과

□ (時·所) '14. 9. 12(금) 13:00~15:30, 철도공사 서울본부 8층 SWC 회의실

□ (참석자) 위원회 위원 12명

- (안 건) ① 조사작업단 수자원 분야 추진현황 및 계획 (조사작업단 보고)  
 ② 조사작업단 문화관광 분야 추진현황 및 계획 (조사작업단 보고)  
 ③ 기타 위원회 운영 방안 등

□ 회의 결과

### ① 조사작업단 수자원 분야 업무보고(안전 ①) 관련

- 치수분야 검토에 사용중인 HEC-RAS 모델은 하상자료와 밀접한 관계가 있으므로 설계도 뿐만 아니라 현 하상을 고려하여 효과 분석 필요(작업단에서는 현 하상을 고려, 효과분석중이라고 답변)
- 권역별 물 부족량은 생·공·농용수를 구분하여 명확히 하고, 보에 확보된 물의 공급가능 거리는 기준을 신중히 검토 필요
- 농업용저수지의 이수적 평가는 농업분야에서 다루는 것이 타당, 이수분야에서는 필요시 양수장과 보 간 연관성에 대해 검토
- 구조·지반 분야는 구조물이 안전한 지, 보수보강이 필요한 지 등에 대해 최종적인 해답을 제시할 수 있도록 조사평가 요망
  - 향후 유지관리에 대한 합리적인 대안도 제시(단기·장기 구분)
- 이수·치수 분야는 '13년, '14년 가뭄·홍수시 4대강사업의 효과가 있었는지 여부 제시(현 단면을 기준으로 한 홍수조절용량 증가분도 포함)
- 하상변동 분야는 기존 계획에 따른 준설량이 적절했는지, 향후 준설단면 유지관리는 어떻게 할 지(쇄굴과 퇴적 인정 여부) 등 제시
- 수리특성 분야는 수리모형실험 결과가 실제 4대강 사업에 얼마나 반영되어 활용되었는지도 검토
- 하상변동 분야는 가장 최근 하상자료를 조기에 확보하여 평가(국토부 등 관계기관을 통해 자료 확보 협조)

### ② 조사작업단 문화관광 분야 업무보고(안전 ②) 관련

- 수변공원의 대표 구간에 대해서는 평가결과 도출시 평면도를 삽입하여 국민의

- 눈높이에서 설명할 수 있도록 준비
- 문화관광 분야 이용률 조사와 관련, 국토부 조사자료와 조사작업단 조사자료가 다를 경우 차이의 원인 등을 명확히 할 필요
- 시설물 이용률·주민만족도 등 사업에 대한 긍정·부정 평가의 합리적 준거 기준을 먼저 설정해야 하고, 문화레저시설 투자에 대한 수익적 측면만을 부각하지 말고 문화창달 및 국민여가증진 등 큰 틀에서 접근해 줄 것을 주문
- 4대강 주변 문화재 및 수변공간 간 융복합 이용 계획이 실제 4대강 마스터플랜에 반영되었는지도 조사평가 요망
- 최종 결과 도출은 각 분야의 경중을 종합적으로 판단, 다면적으로 평가(지역축제 등 일회성 사업 평가가 대표성을 갖지 않도록 주의)
- 문화관광 분야 최종보고서에는 긍정·부정적 평가 등에 대한 객관적 서술, 문제점, 향후 대안 등이 모두 담길 수 있도록 정리
- 금번 조사의 제약조건을 명확히 하고, 결론 도출에 금번 조사만으로 부족한 부분이 있을 시 향후 조치사항으로 제시

### ③ 조사작업단 보고내용 평가 및 향후 위원회 운영 관련

- 앞으로 한달간 분야별로 위원회 위원과 조사작업단이 수시 회합을 갖고 조사연구 토의 및 분야별 조사평가 결론 도출 추진
  - 4대강 사업의 국민적 논란에 대한 검증 중심으로 조사·연구
- 4대강 사업에 대한 국회·언론 등 의혹제시 쟁점에 대한 위원회 차원의 해답을 조사작업단과 협의하여 정리 병행추진(위원회)
- 9.26(금) 조사작업단 보고(수환경+농업)는 예정대로 진행하되, 그 후 일정은 당분간 위원회 자체 토의 위주로 진행
- 언론 및 갈등 부문 위원은 분야별 회의 참석 또는 서면 자문 등을 통해 일반 시민의 눈으로 검토(각 위원 및 조사작업단 협조)

## 28. 제28차 위원회 개최 결과

- (時·所) '14. 9. 26(금) 13:00~15:30, 철도공사 서울본부 8층 대회의실
- (참석자) 위원회 위원 11명
- (안 건) ① 조사작업단 농업 분야 추진현황 및 계획 (조사작업단 보고)  
 ② 조사작업단 수환경 분야 추진현황 및 계획 (조사작업단 보고)  
 ③ 향후 위원회 추진일정 등

## □ 회의 결과

### ① 조사작업단 농업 분야 업무보고(안건 ①) 관련

- 저수지 뚫 높이기 사업은 환경용수 공급이 계획대로 실제 공급되고 있는 지, 지속가능한 지 등을 정확히 평가하는 것이 중요
- 농업분야 경제적 효과 분석시 정량적으로 평가할 지, 지가상승 등 간접효과도 고려할 지 등에 대해 신중히 검토
- 지하수위 상승으로 인한 농지피해 발생 여부는 최종 결론에 반영
- 농촌공사에서 제출한 자료를 직접 사용하는 경우가 있는데 신뢰성 확보를 위해 어떤 형태로든 검증이 필요(작업단은 가능 범위내에서 객관성 확보를 위해 지속 노력 중이나 일부 한계는 있다고 답변)
- 농지 리모델링 사업 후 배수장이 증가한 부분에 대해서는 국민들이 이해할 수 있도록 그 사유를 최종 보고서에 명시
- 최종 보고서 작성시 농업분야 향후 대책 및 개선방안 제시

### ② 조사작업단 수환경 분야 업무보고(안건 ②) 관련

- 수질 모델링 관련, 갈수기 유량증가(다목적댐 방류 등)가 현실적으로 가능한 지 검증한 후 조사작업단 최종 보고서에 반영
- 4대강 사업 전·후 수생태계 비교시, 단순 중 수 변화조사에 그치지 말고 전체적인 트렌드 변화를 담을 수 있도록 분석
- 생태하천(공원) 평가는 바라보는 관점(생태 or 문화관광 or 일반이용객 등)에 따라 다를 수 있음을 감안하여 신중히 평가
- 어도 효율성 평가는 논란이 되었던 곳을 중심으로 가능한 범위 내에서 조사작업단 연구용역 보고서에 반영
- 어류 폐사와 관련, 일반국민이 이해할 수 있는 수준에서 답변할 수 있도록 준비(답이 어려운 경우 그 이유를 명확히 설명)
- 수환경 분야는 금번 조사만으로는 명시적 결론도달이 어려운 게 사실이므로 필요시 조사평가의 한계성, 단기·중장기 대책(중장기 모니터링 용역 실시 등) 등을 연구용역 보고서에 구체적으로 명기

### ③ 향후 위원회 추진일정 관련

- 위원회 워크숍 3회 개최(11.9, 11.21, 12.12)
- 12.23(화), 조사평가 결과 발표(위원회 기자회견) 등

## 29. 제29차 위원회 개최 결과

- (時·所) '14. 10. 10(금) 13:00~15:50, 철도공사 서울본부 8층 스마트워크센터
- (참석자) 위원 11명
- (안 건) 분야별 조사평가 진행상황 토의, 조사평가 보고서 작성방안, 조사평가 워크숍 개최계획 등
- 회의 결과
  - 4대강 사업 관련, 찬성과 반대측 의견이 공존하므로 위원회에서 중심을 가지고 균형있게 평가 필요
  - 위원회 토론 세부내용은 외부공개시 오해·왜곡의 소지가 있으므로 조사평가 종합 결론에 도달하기 전까지는 비공개 재확인
  - 16개 세부과제별 진행상황 토의 결과(분야별 위원들이 진행상황 구두 설명), 예정대로 분야별 결론 도출 가능할 것으로 판단
  - 종합 결론은 유사 과제 간 상호 논의를 통해 도출
    - \* 예시) 시설물 안전성은 구조-지반-수리특성 간 상호공감을 통해 결론 도출
  - '14년 국토부 하상변동 모니터링 자료는 가능한 조사평가에 반영
  - 조사평가 보고서 형식(국조실 작성)은 위원별 검토 후 수정 의견 제출
  - 차기 위원회는 10.24(금) 개최, 세부분야별 진척상황 추가 논의
  - 조사작업단 분야별 진행상황 위원별 사전 검토 후 위원회 워크숍 개최(11.7~11.8)

## 30. 제30차 위원회 개최 결과

- (時·所) '14. 10. 24(금) 13:00~15:50, 철도공사 서울본부 8층 스마트워크센터
- (참석자) 위원 11명
- (안 건) 분야별 조사평가 진행상황\* 및 워크숍 개최계획(안) 검토
  - \* 위원 담당분야별 조사내용, 문제점 및 효과 등에 대해 발표하고 토의
  - 결론도출에 있어서 조사평가 결과에 대한 객관성이 무엇보다도 중요한 만큼, 어떠한 조건하에서 조사평가를 진행하였는지 보고서에 제시하고 객관적으로 결론을 낼 수 있는 사항 위주로 정리
    - 분야별로 향후 4대강 유지관리 및 개선대책 등도 내실있게 제시
  - 최종결과가 정리되지 않은 상황에서 부분별 내용이 공개될 경우 조사평가의 중립성, 객관성이 훼손될 우려가 있으므로 위원회 토의내용 및 조사평가 자료에 대한 보안관리 철저

- 4대강사업 계획의 적절성을 평가하는데 있어 당초 4대강 사업의 목적이 4대강을 보다 강답게 만들려는 것이었는지, 인간의 활용도를 제고할 목적이었는지 등도 사전에 고려할 필요
- 워크숍(11.7) 개최 관련, 조사작업단 보고서(안)을 위원들이 사전 충분히 검토 한 후 참석하고, 만찬후 2시간 정도 토의시간 연장

### 31. 제31차 위원회 개최 결과

- (時 · 所) '14. 11. 21(금) 13:00~15:50, 철도공사 서울본부 스마트워크센터
- (참석자) 위원 9명
- (안 건) 조사작업단 용역보고서 수정 · 보완 추진상황, 위원회 조사평가 보고서 작성방안, 향후일정 등
- 회의 결과
  - (조사작업단 용역보고서) 위원회에서 보완 요청한 사항에 대해 수정 · 보완 후 11.28(금)까지 위원회에 제출
    - 위원회에서 보완 요청한 사항에 대해 분야별 위원이 조사작업단과 협의결과, 대부분 수용하여 수정작업을 하고 있다고 설명
    - 용역보고서는 본 보고서만 제출받기로 결정(요약보고서 미작성)
      - \* 위원회 보고서와 중복 및 본보고서와 누양스 차이로 인한 오해발생 우려
  - (위원회 조사평가 보고서) 용역보고서를 토대로 16개 세부분야별 각 담당 위원이 조사평가 결론 작성
    - 세부분야별 10쪽 내외의 초안을 작성, 12.5 워크숍에서 내용 논의
  - (향후 일정) 12.5(금) · 12.12(금) 위원회 워크숍 및 12.19(금) 위원회 회의를 거쳐 조사평가 결과확정 후 12.23(화) 발표기로 일정 재확인

### 32. 제32차 위원회 개최 결과

- (時 · 所) '14. 12. 20(토) 14:00~14:30, 한국경제 3층 회의실
- (참석자) 위원 12명
- (안 건) 위원회 보고서 및 발표문 검토
- 회의 결과
  - 위원회 보고서(4개 분야, 14개 세부주제\*) 및 발표문 최종 확정 · 의결
    - \* 당초 4개 분야 16개 과제에서 문화관광 시설 평가와 행사 · 프로그램 평가를, 생태공원(하천) 건강성 평가와 하천생태계 건강성 평가를 하나로 통합



**1. 제1차 워크숍 개최 결과**

- (時·所) '13. 11. 29(금) 15:00~11.30(토) 12:00, 백제관광호텔
  - ※ 제8차 조사평가위원회와 병행하여 시행
- (참석자) 위원회 위원 11명
- 주요내용
  - ① 백제보 현장시찰 및 현황 브리핑 청취
  - ② 조사평가 대상 범위 등에 대해 세부 토의
    - 조사평가 대상 : 현재까지 논의되었던 사항을 위주로 조사작업단 조사·평가  
용역 과업지시서에 들어갈 중분류 및 소분류 사항 논의
    - \* 논의된 중분류 예시  
(수자원) 보 안전성, 제방안전성 및 지하수, 이수, 치수, 하상변동 (수환경) 수질, 생태,  
(농업) 저수지 둑 높이기, 농지 리모델링, (문화관광) 시설, 사업, 문화재 등

**2. 제2차 워크숍 개최 결과**

- (時·所) '14. 2. 28(금) 11:00~18:00, 창녕함안보 수공회의실
  - ※ 제15차 조사평가위원회와 병행하여 시행
- (참석자) 위원회 위원(7명), 조사작업단(책임급 18명)
- 주요내용
  - ① 창녕함안보 현장시찰 및 현황 브리핑 청취
  - ② 창녕함안보 하류 수심측량 등 현장조사 개시
    - 박영진(하상변동) 교수 등 음향측심기 사용측정(고무보트 승선)
  - ③ 세부과업 수행계획 및 현장조사지침 보완 토의(위원회-조사작업단 합동)
    - 4대강 평가를 위한 실측 등 필요한 모든 업무를 도출하고, 예산이 부족하면  
관련기관에 자료조사 대행을 요구하되, 공동조사 등 해당 자료의 신뢰성을  
확보하는 세부계획 마련하는 방향으로 논의
    - ※ (자료요청) 수공 수질측정 자료, 준설토 관리상황, 식재현황, 농작물 피해상황

### 3. 제3차 워크숍 개최 결과

- (時·所): '14. 8. 1(금) 10:00~18:00, 서울 프레이저 플레이스H(남대문로)
- (참석자) 위원 11명
- (주 제) 조사작업단 용역보고서 작성방향, 조사평가 결과도출 및 대국민 결과 발표문 준비방안 등

#### □ 워크숍 결과

##### ① 조사작업단 용역보고서 작성방향 관련

- 보고서에 조사의 범위설정 및 자료·시간 등 조사의 한계성을 기술하고, 16개 세부 분야별 용역 과업지시서에 대한 결론을 명확히 제시
- 최종 용역보고서는 요약보고서와 본보고서(4개 분야별 구분)로 나누어 작성·제출하되, 결과에 대한 출처·근거 등 백데이터 분량이 많을 경우 백데이터를 부록으로 추가

##### ② 위원회 조사평가 결과도출 관련

- 용역 과업지시서 내용에 대한 평가는 조사작업단의 용역보고서 내용을 토대로 결론내고, 이외 국회·언론·시민단체 등에서 제기된 쟁점들에 대한 답변은 위원회에서 정리·작성
  - 4개 분야별 조사평가 결론은 담당 위원들이 1차 작성한 후 2명의 위원 등이 제3자적·객관적 입장에서 문구 점검
- 위원회의 최종 결과에 대해 조사작업단이나 관계부처·기관들이 잘못된 사실 관계로 인한 결과라며 이견을 제시할 경우 조사평가 결과에 대한 신뢰성이 크게 훼손될 여지가 있으므로 발표전 사전에 사실관계 등 철저 확인
- 위원회의 활동을 기록으로 남기기 위해 위원회 활동보고서 별도 작성
  - 조사평가 과정 및 활동상황, 조사평가 결과, 향후대책(대정부건의) 등
  - \* 세부 목차·형식 등은 국조실에서 (안)을 마련, 차기 위원회시 보고

##### ③ 대국민 결과발표 준비 관련

- 12월 중순 위원회의 기자브리핑 형식으로 검토하되 추후 결론
- 위원회 결과 발표시까지 조사평가 내용에 대한 철저한 보안 유지
  - 조사작업단의 16개 세부 과제별 조사내용에 대해서는 위원회의 종합적인 평가 및 분석이 필요한 사안으로 진행중인 조사·연구내용 등 대외유출 주의

##### ④ 향후 위원회 활동 및 일정 관련

- 국회 등 일각에서 조사평가 위원회 활동이 소극적이라는 지적이 있으므로 향후 조사평가 활동 적극 홍보

- 조사작업단 보고는 9.12(금) 수자원+문화관광, 9.26(금) 수환경+농업, 10.10(금) 전체 보고회 순으로 진행
  - 16개 분야별 용역 과업지시서에 대한 결론 위주로 보고
    - \* 조사작업단 보고자료는 분야별 위원 책임하에 충분히 검토하여 미진한 분야 독려·보완 등 조사작업단과 긴밀히 협의하여 작성
- 조사평가 의견수렴은 8.22(금) 마스터플랜·설계 책임자 및 학계 원로 초청, 8.29(금) 춘천국제물포럼에 참여하여 시민단체 인사 의견수렴
  - 춘천물포럼 “4대강 특별세션”관련, 위원회 차원의 조사평가 내용에 대한 발표는 지양하되, 필요시 위원 개인차원의 연구결과 내용 발표 검토
    - \* 각 위원들은 8.5(화)까지 분야별로 학계 원로초청 의견수렴이 필요할 경우 초청대상자 명단을 국조실에 전달 요망
    - \* 위원회 초청에 응하지 않는 시민단체 의견수렴을 춘천국제물포럼 참석 등 찾아가는 의견수렴 방법으로 추진

#### 4. 제4차 워크숍 개최 결과

- (時·所): '14.11.7(금) 13:30~11.8(토) 12:10, 프레지던트 호텔 19층
- (참석자) 위원 11명
- (주 제) 조사작업단 용역결과 보고서(초안) 검토
- 워크숍 결과
  - (조사작업단 보고서 검토) 논리 부족·시뮬레이션 오류·과업지시서에 대한 결론 미약·추가 확인필요 사항 등 수정·보완해야 할 부분 점검 및 보완 요구
    - 11.12(수)까지 위원별 추가 검토 후 보완 필요사항을 국조실에 통보하고, 국조실에서는 워크숍시 및 위원 추가 보완요구 사항을 취합하여 조사작업단에 공식 보완 요구
  - (11.21(금) 31회 위원회 진행) 분야별로 담당 위원이 조사작업단의 용역보고서 수정·보완 추진상황 설명 후 토의 順 진행
    - 위원회 개최일까지 분야별 위원-조사작업단 회합을 통해 공통 결론 도출 및 보고서 수정·보완 추진
      - \* 최종 결과발표(12.23)는 위원장의 성명서 발표 및 기자 질의·응답 방식으로 진행
  - (위원회 조사평가 보고서 작성) 조사작업단 용역보고서를 토대로 11월말까지 초안을 작성하여 12.5(금), 12.12(금) 워크숍에서 집중토의
    - 위원회 보고서 작성과 더불어 4대강사업 쟁점 Q&A도 함께 작성
      - \* 위원장께서 위원회 조사평가 보고서 작성지침을 마련하여 위원들께 별도 통보

## 5. 제5차 워크숍 개최 결과

- (時 · 所): '14.12.5(금) 09:30~18:20, 프레지던트 호텔 19층
- (참석자) 위원 12명
- (주 제) 조사작업단 용역결과 보고서 및 위원회 보고서 검토
- 워크숍 결과
  - (조사작업단 용역보고서 검토) 조사작업단 용역보고서 작성과정에서 외압없이 독자적으로 보고서 작성토록 보장하되, 분야별 해당위원과의 공감은 필요
    - 수정보완 사항은 각 분야별 조사작업단 - 담당위원간 협의를 거쳐 용역 보고서에 반영하고 그 결과를 담당위원이 차기 워크숍에서 설명
  - (위원회 보고서 검토) 위원회 보고서는 용역보고서를 토대로 분야별 10페이지 내외를 유지하되, 일반국민이 본다는 생각으로 쉽게 기술
    - 향후과제(대정부 제언)는 세부적인 내용보다는 정책과제 위주로 제안
    - 위원회 조사평가 보고서 총평부분은 '4대강사업관련 그동안 제기된 주요쟁점' 중심으로 공동위원장이 초안 마련 후 차기 워크숍에서 논의
  - (위원회 운영관련) 위원회 보고서는 12.23일 결과발표시 함께 배포
    - 언론 사전 브리핑 여부는 차기 회의에서 결정

## 6. 제6차 워크숍 개최 결과

- (時 · 所) '14.12.12(금) 13:00~12.13(토) 13:00, 프레지던트 호텔 19층
- (참석자) 위원 12명
- (주 제) 조사작업단 용역결과 보고서 및 위원회 보고서 작성
- 워크숍 결과
  - (조사작업단 보고서) 위원회에서 용역보고서 최종 승인 의결
    - 다만, 전문 교열전문가를 통한 오·탈자, 어법 등 재점검 요구
  - (위원회 보고서) 15개 세부과제별 위원작성 보고서에 대해 상호토론 및 보완 사항 지적
    - 종합평가(총평) 부분은 공동위원장이 작성해 온 초안을 놓고 토의
    - 회의시 제기된 보완 필요사항 수정 후 차기 워크숍시 최종 의결 추진

○ (조사평가 결과발표)

- 결과발표시 위원회 위원(13명)+조사작업단 책임연구원(16명) 참석
- 발표문은 위원회 보고서(종합평가 부분)를 토대로 공동위원장+언론·갈등분야 위원이 협의하여 작성 후 위원회에서 논의토록 준비
- 차기 워크숍(12.19, 금~12.20, 토)에서 조사평가 결과 최종확정, 발표내용에 대한 사전 보도자료 배포 여부 및 방법에 대해 결정

## 7. 제7차 워크숍 개최 결과

(時·所) '14.12.19(금) 13:00 ~ '14.12.20(토) 14:00, 한국경제 3층 회의실

(참석자) 위원 13명

(주 제) 위원회 보고서 검토, 최종 결과 발표 관련

워크숍 결과

○ (발표계획 언론공지) 12.21(일) 오후에 언론 브리핑계획 배포

○ (자료배포) 사전 자료배포 및 브리핑은 시행하지 않고 발표 당일 자료 배포\* 및 질의응답 시행

\* 발표문, 보도참고자료(12p, Q&A형식), 위원회 보고서(200p내외) 등 3종 배포

○ (결과발표) 공동위원장 중 김범철 위원장이 발표문 낭독, 배덕효 위원장이 기자단 질의·응답 진행으로 역할 분담

\* 정구학 위원이 질문기자 지정 등 전체 사회 진행

○ (언론대응) 발표 이후 취재·인터뷰 등은 위원회에서 대응

**참고5**

**4대강사업조사평가위원회 위원명단**

성명	주요경력	성명	주요경력
 <b>김범철</b> 공동 위원장	○(現) 강원대 환경학과 교수 ○(現) 한국하천호수학회 회장('12~) ○(前) 국무총리실 수질개선기획단 자문위원('03~'04)	 <b>배덕효</b> 공동 위원장	○(現) 세종대 건설환경공학과 교수 ○(現) 한국수자원학회 이사 ○(現) 대한토목학회 수공위원장
 <b>김진수</b>	○(現) 충북대 농업생명환경대학 교수 ○(現) 국제담수환경공학회 부회장('13~) ○(現) 한국 관개배수위원회 부회장 ○(前) 한국농공학회 회장('13)	 <b>윤성택</b>	○(現) 고려대 지구환경과학과 교수 ○(現) 고려대학교 연구처장 ○(現) 한국지하수토양환경학회 이사 ○(現) 한국습지학회 이사
 <b>고정민</b>	○(現) 흥익대 경영대학원 교수 ○(現) 한국창조산업 연구소장('10~) ○(前) 영화진흥위 부위원장('11)	 <b>주기재</b>	○(現) 부산대학교 생명과학과 교수 ○(現) 국제육수학회 한국대표('06~) ○(前) 한국하천호수학회 부회장 ○(前) 한국생태학회 부회장
 <b>박창언</b>	○(現) 신구대 토목과 교수 ○(現) 한국농공학회 이사 ○(前) (재)생산공학연구소 연구원('95)	 <b>정구학</b>	○(現) 한국경제편집국 부국장 ○(現) 환경아카데미 원장 ○(前) 한국경제신문 산업부기자
 <b>이광열</b>	○(現) 동서대 건축토목공학부 교수 ○(現) 국제토질공학회 기술위원장('11~) ○(前) 한국지반공학회 부회장('10)	 <b>최동호</b>	○(現) 한양대 건설환경공학과 교수 ○(現) 한국교량및구조공학회 부회장 ○(現) 한국구조물진단유지관리학회부회장 ○(現) 한국강구조학회 이사
 <b>이선우</b>	○(現) 방송대 행정학과 교수 ○(現) (사)한국사회갈등해소센터 이사장 ○(前) 한국인사행정학회 회장	 <b>최승담</b>	○(現) 한양대 국제관광대학원 교수 ○(前) 사행산업통합감독위원회 위원 ○(前) 한양대 국제관광대학원장, 사회과학대학장('08~'10)
 <b>이종은</b>	○(現) 안동대 생명과학과 교수 ○(前) 美스미소니언 연구소 자연사 박물관 곤충부연구원 ○(前) 한국곤충학회 이사		

**참고6**

**4대강사업 조사작업단 명단 ((사)4대강사업 조사작업연구회)**

< 수자원 분야 > 33 명

담당분야	성명	현직
시설물 - 구조	오홍섭	경남 과기대 토목과 교수
	배두병	국민대 건설시스템 공학부 교수
	조재열	서울대 토목과 조교수
	최준혁	부천대 토목과 조교수
	박자민	서울대 토목과 박사과정
	박신전	국민대 토목과 석사과정
	김종필	부천대 토목공학과 강의전담 교수
	김민욱	경남 과기대 토목과 석사과정
시설물 - 지반	장정욱	창원대 토목과 교수
	양태선	김포대 건설토목과 교수
	이현택	토질 및 기초 기술사
	김진만	부산대 사회환경시스템 공학부 교수
	김영상	전남대 해양토목과 교수
	정신현	전남대 건설환경과 석사과정
	정승민	토질 및 기초분야 박사
	손수원	부산대 사회환경시스템공학부 박사과정
	이호재	창원대 토목공학과 석사과정
이수	김태웅	한양대 토목과 교수
	강두선	경희대 사회환경 시스템공학과 교수
	신지예	한양대 수자원 및 해양전공 석박통합과정
	이영진	경희대 사회환경시스템공학과 석사과정
치수	안재현	서경대 토목 건축과 교수
	김상호	상지대 건설시스템공학과 부교수
	박미리	서경대 도시환경시스템 공학과 석사과정
	이지행	상지대 토목공학과 석사과정
수리특성	이승오	홍익대 토목공학 교수
	김동수	단국대 토목과 조교수
	김경모	홍익대 토목공학 석사과정
	김종민	단국대 토목공학 박사과정
하상변동	박영진	서일대 토목과 교수
	정우창	경남대 토목공학과 조교수
	김용진	경남대 첨단공학 석사과정
	김재훈	경남대 첨단공학 석사과정

< 수환경 분야 > 28 명

담당분야	성 명	현 직
보-수질	김준하	광주과기원 환경공학부 교수
	조경화	울산과기대 도시환경공학부 조교수
	강주현	동국대 건설환경공학과 조교수
	강석태	경희대 사회기반시스템공학과 조교수
	김수한	부경대 토목과 조교수
	전동진	광주과기원 환경공학부 박사과정
	박지환	광주과기원 환경공학부 석사과정
	서장원	광주과기원 환경공학부 석사과정
준설-수질	김영	고려대 환경시스템공학과 교수
	구민호	공주대 지질환경과학과 교수
	염여훈	고려대 환경기술정책협동과정 석박사 과정
남조발생	정세웅	충북대 환경공학과 교수
	장암	성균관대 건축토목공학부 조교수
	박관영	충북대 환경공학과 석사과정
생태공원, 생태하천 건강성평가	이상우	건국대 녹지환경계획과 교수
	김명철	SOKN생태보전연구소 소장
	이율경	참생태연구소 소장
	정민정	건국대 환경과학과 석사과정
	천승필	SOKN생태보전연구소 연구원
	유정수	참생태연구소 연구원
군집변화,하 천생태계 건강성평가	장민호	공주대 생물교육과 교수
	이학영	전남대 생물과학부 교수
	장창기	공주대 생물교육과 교수
	이기섭	한국환경생태연구소 소장
	박상현	공주대 생물교육과 석사과정
	조현진	전남대 생물과학·생명기술학과 박사과정
	이진웅	공주대 생물교육과 석사과정
	최유성	경희대 부설 한국조류연구소 책임연구원



< 농업 분야 > 10명

담당분야	성명	현직
독 높이기	최진용	서울대 농업생명과학대학 교수
	장민원	경상대 지반환경공학과 교수
	장태일	전북대 농업생명과학대학 교수
	안동환	서울대 농업생명과학대학 교수
	이성학	서울대 조경지역시스템공학부 박사과정
	김태이	서울대 농경제학 석사과정
농지	최경숙	경북대 농업토목공학과 교수
	김홍석	서울대 농업생명과학대학 교수
	정상옥	경북대 농업생명과학대학 교수
	이슬기	경북대 농업토목공학과 석사과정

< 문화관광 분야 > 8명

담당분야	성명	현직
행사	정세일	유플러스연구소 연구위원
	박기홍	(주)Asia P&D 대표이사
	고두희	성균관대 신문방송대학원 박사과정
	박진아	(주)Asia P&D 연구보조원
시설	이철원	연세대 교육과학대 스포츠레저학과 교수
	임진선	을지대 아웃도어학과 강사
문화재	이정호	동신대 문화기획학과 조교수
	이수진	동신대 문화박물관 학예실장

## 참고7

## 4대강사업 조사작업단 현장조사 현황

순번	일자	분야	조사자	조사지	조사내용	지원내용
1	'14.3.22	수 환 경 수 질	김준하등6명	백제보,공주보, 세종보	수질측정,채수	조사선박,현장브리핑,인터뷰, 국조실 현장조사 지원
2	'14.3.27	농 업 리모델링	최경숙 등 3명	경북 칠곡군, 낙동강지구	침수영향여부	현장안내
3	'14.3.28	농 업 리모델링	정상옥 등2명	칠곡보, 강정고령보	침수영향여부	현장안내
4	'14.3.29	수 환 경 수 질	김준하등5명	강천보,여주보 이포보	수질측정,채수	조사선박, 현장브리핑, 인터뷰
5	'14.4.4	수 환 경 생태공원	장민호 등4명	고령2, 왜 관, 선학마루 등	생태환경, 생물 등	현장안내
6	'14.4.4	수 자 원 하상변동	정우창등2명	창녕함안보, 합천창녕보	하상변동	조사선박, 현장안내
7	'14.4.4	문화관광 행 사	정세일	강천보 한강문화관	시설이용현황	현장안내
8	'14.4.5	수 환 경 생태공원	이학영 등2명	죽산보,승촌보	생태환경, 생물 등	현장안내
9	'14.4.5	농 업 독높이기	안동환 등4명	공주 계룡정안 저수지	독높이기현장	현장안내
10	'14.4.5	농 업 리모델링	안동환 등2명	공주 소학지구	침수영향여부	현장안내
11	'14.4.10	수 자 원 하상변동	박영진 등2명	이포보,여주보	하상변동	조사선박, 현장안내
12	'14.4.11	수 자 원 구 조	오홍섭 등9명	강정고령보, 달성보,합천창녕보	바닥보호공 변형여부	조사선박, 현장안내
13	'14.4.11	수 자 원 이 수	강두선 등3명	이포보,여주보, 강천보	이수현황	현장안내
14	'14.4.11	수 자 원 수리특성	이승오 등4명	강정고령보	보유량측정	조사선박,현장안내
15	'14.4.11	수 자 원 하상변동	박영진 등2명 정우창 등2명	강천보, 달성보, 강정고령보	수심측량, 하상변동 등	조사선박, 현장브리핑, 인터뷰
16	'14.4.12	수 자 원 수리특성	이승오 등4명	강정고령보	보유량측정 등	조사선박,유량측정기 국조실 현장조사 지원
17	'14.4.12	수 자 원 하상변동	박영진 등2명	한강유역 교량, 지천합류부	수심측량, 하상 변동 등	조사선박, 음파측량기
18	'14.4.12	수 환 경 수 질	김준하, 정세웅 등 7명	죽산보, 승촌보	수질측정, 채수	현장안내, 조사선박
19	'14.4.12	문화관광 시 설	이철원 등3명	강천보,여주보 이포보	자전거 도로, 체육시설	자체시행
20	'14.4.16	수 자 원 하상변동	박영진 등2명	세종보외 교량 및 지천합류부	수심측량, 하상 변동 등	조사선박,현장안내 음파측량기 등, 국조실 현장조사 지원

순번	일자	분야	조사자	조사지	조사내용	지원내용
21	'14.4.17	수 자원 하상변동	박영진 등 2명	공주보, 백제보	수심측량 하상변동 등	조사선박, 현장안내 음파측량기 등
22	'14.4.17	문화관광 문화재	이정호 등 2명	나주 유물 산포지 문화재 중첩지역	문화재 범위지역 확인	자체시행
23	'14.4.18	수 자원 구조	오홍섭 등 9명	칠곡보, 구미보	보 손상 상태조사, 수문손상상태조사	조사선박, 현장안내 등 <b>국조실 현장조사 지원</b>
24	'14.4.18	수 자원 하상변동	정우창 등 2명	칠곡보, 구미보	하상유지공변형현황 등	조사선박, 현장안내 등
25	'14.4.18	수 환 경 생물군집	이혁영 등 2명	영산강 학산, 나주, 용산, 동림지역	생태하천 현황조사, 조사지점 선정 등	자체시행
26	'14.4.18	문화관광 문화재	이정호 등 2명	광주 신앙촌 등 문화재 중첩구역	문화재와 사업 중첩 구역 비교검토	자체시행
27	'14.4.19	수 자원 구조	오홍섭 등 9명	낙단보, 상주보	보 손상상태조사, 수문 손상상태조사	조사선박, 현장안내 등
28	'14.4.19	수 환 경 생태공원	장민호 등 4명	금강 왕진마루, 신성리, 웅진, 용안	생태공원 하천 현황조사 등	자체시행
29	'14.4.19	수 환 경 생물군집	이혁영 등 2명	죽산보, 승촌보	생태공원의 하천 현황조사 등	자체시행
30	'14.4.19	수 자원 하상변동	정우창 등 3명	낙동강 교량, 지천 합류부	보 상하류 하상변동 지천합류부 침식 등	자체시행
31	'14.4.19	수 환 경 수질	김준하 등 13명	칠곡보, 강정고령보	보 상류 시료채취, 수심조사 등	현장안내, 조사선박 등
32	'14.4.20	수 환 경 수질	김준하 등 13명	구미보, 낙단보, 상주보, 달성보	보 상류 시료채취, 수심조사 등	현장안내, 조사선박
33	'14.4.20	수 환 경 수생태	김정희 등 2명	낙동강 생림1, 길곡, 장천, 을숙도	생태공원의 하천현황조사, 등	현장안내, 조사선박
34	'14.4.21	문화관광 문화재	이정호 등 2명	나주 송월동 고선박 출토지 입회조사구역	문화재와 사업 중첩 구역 비교검토	자체시행
35	'14.4.22	농 업 리모델링	최경숙 등 3명	영산강 나주시 옥정, 이창지구	농지RM지 조사	자체시행
36	'14.4.23	수 자원 지반	장정욱 등 9명	창녕 함안보	보 제체, 보인근 제방육안조사	조사선박, 현장안내 등 <b>국조실 현장조사 지원</b>
37	'14.4.24	수 자원 하상변동	박영진 등 2명	영산강 하구언	영산강 하구언 하상변동 여부 등	자체시행
38	'14.4.24	농 업 리모델링	정상욱 등 2명	창녕 함안보, 합천 창녕보	침수영향여부	현장안내
39	'14.4.24	수 환 경 생태공원	장민호 등 4명	고령2, 왜관, 선학 마루 등	생태공원의 하천현황조사 등	자체시행
40	'14.4.25	수 자원 하상변동	박영진 등 2명	죽산보, 승촌보	수심측량, 하상변동 등	조사선박, 현장안내 등

순번	일자	분야	조사자	조사지	조사내용	지원내용
41	'14.4.25	문화관광 문화재	이정호 등 2명	본촌동 유물산포지 문화재중첩구역	문화재와 사업 중첩 구역 비교검토	자체시행
42	'14.4.26	수자원 하상변동	박영진 등 3명	영산강 교량 및 지천합류부	하상유지공 변형현황 하천합류부 침식 등	자체시행
43	'14.4.26	수환경 생태공원	이상우 등 2명	한강수계 수청, 당남지구	생태공원의 하천 현황조사 등	자체시행
44	'14.4.26	수환경 수질	김준하 등 4명	창녕함안보, 합천창녕보	수질측정망 및 하상단면조사	현장안내, 조사선박
45	'14.4.27	수환경 수생태	이상우 등 2명	여주저류지, 내양지구	생태공원의 하천현황조사 등	자체시행
46	'14.4.29	수환경 수생태	이상우 등 2명	가산, 연양, 호저지구 등	생태공원의 하천 현황조사 등	자체시행
47	'14.4.29	농업 독높이기	장민원 등 2명	부여(복심), 청양(도림)	독높이기사업현황 방류,수문운용실적	자체시행
48	'14.4.30	농업 독높이기	장민원 등 2명	공주(계룡)	독높이기사업현황 방류,수문운용실적	자체시행
49	'14.5.1	수자원 지반	이현택 등 2명	상주보, 낙단보주변 제방,제내지	파이핑현상 발생 유무확인 등	자체시행
50	'14.5.2	수자원 구조	오홍섭 등 9명	이포보, 여주보, 강천보	보 손상상태조사, 수문손상상태조사	자체시행
51	'14.5.2	수자원 지반	김진만 등 4명	세종,공주,백제보 주변 제방 및 제내지	파이핑현상 발생 유무확인 등	자체시행
52	'14.5.2	수자원 지반	이현택 등 2명	구미,강정고령보 주변제방 및 제내지	파이핑현상 발생 유무확인 등	자체시행
53	'14.5.2	수자원 지반	양태선 등 2명	칠곡보 주변 제방 및 제내지	파이핑현상 발생 유무확인 등	자체시행
54	'14.5.2	수자원 하상변동	정우창 등 3명	낙단보,상주보	하상유지공 변형현황 하천합류부 침식 등	조사선박, 현장안내 등
55	'14.5.2	농업 독높이기	장민원 등 2명	전북 장수(용림)	독높이기사업현황 방류,수문운용실적	자체시행
56	'14.5.3	수자원 하상변동	정우창 등 3명	낙단보,상주보 상하류, 지류	하상유지공 변형현황 하천합류부 침식 등	자체시행
57	'14.5.5	수환경 생물군집	이학영 등 2명	남한강 보구간 전체	생태하천답사 보구간 동식물플랑크톤 채집	자체시행
58	'14.5.6	수환경 생물군집	이학영 등 2명	남한강 보구간 전체	생태하천답사 보구간 동식물플랑크톤 채집	자체시행
59	'14.5.8	농업 리모델링	안동환 등 2명	충주시 배대보, 양촌지구	농지RM지구현황 조사 등	자체시행
60	'14.5.8	농업 독높이기	안동환 등 2명	양평군 대평지구	독높이기사업현황 방류,수문운용실적	자체시행

순번	일자	분야	조사자	조사지	조사내용	지원내용
61	'14.5.8	수 자원 지 반	김정욱등2명	합천창녕보 주변 제방 및 제내지	파이핑현상 발생 유무확인 등	자체시행
62	'14.5.9	수 환 경 준설수질	김영 등 2명	월호, 옥정지구 리모델링 농지	농지PM 현황조사 농지토양오염분석 등	현장안내, 인터뷰
63	'14.5.9	수 자원 수리특성	이승오등4명	강천보	보 유량측정 등	조사선박, 유량측정기
64	'14.5.9	수 자원 지 반	김영상등2명	죽산보, 승촌보 주변 제방,제내지	파이핑현상 발생 유무확인 등	자체시행
65	'14.5.10	수 자원 수리특성	이승오등4명	이포보	보 유량측정 등	조사선박, 유량측정기
66	'14.5.10	수 환 경 생태공원	이상우등2명	한강수계 천남, 교평지구	생태공원의 하천 현황조사 등	자체시행
67	'14.5.10	수 자원 지 반	김영상등2명	달성보주변 제방 및 제내지	파이핑현상 발생 유무확인 등	자체시행
68	'14.5.14	수 자원 이 수	김태웅등5명	낙동강 중상류 보 및 양,취수장	보,양수장,취수장 현황 등	현장안내,자료제공 <b>국조실 현장조사지원</b>
69	'14.5.15	수 자원 이 수	김태웅등5명	낙동강하류 보 및 양, 취수장, 통합센터	보,양수장,취수장 현황 등	현장안내, 인터뷰
70	'14.5.15	수 자원 지 반	양태선등2명	여주보 주변 제방 및 제내지	파이핑현상 발생 유무확인 등	자체시행
71	'14.5.16	수 자원 구 조	오홍섭등 9명	승촌보, 죽산보	보 및 수문손상상태 조사	자체시행
72	'14.5.15	수 자원 지 반	양태선등 2명	이포보, 여주보 주변 제방 및 제내지	파이핑현상 발생 유무확인 등	자체시행
73	'14.5.16	수 환 경 준설수질	김영 등 3명	용안, 옹포지구 리모델링 농지	농지PM 현황조사 농지토양오염분석 등	현장안내, 실무자 인터뷰
74	'14.5.16	문화관광 시 설	이철원등 3명	청주, 세종 자전거길,체육시설	자전거길 이용률 검토 등	현장안내, <b>국조실 현장조사 지원</b>
75	'14.5.16	농 업 독높이기	장민원등 2명	옥연지구, 지평, 오태, 봉학지구	독높이기사업현황 방류, 수문운용실적	현장안내, 인터뷰
76	'14.5.16	수 자원 이 수	김태웅등 5명	낙동강하류 보, 양, 취수장	보,양수장,취수장 현황조사 등	현장안내, 인터뷰
77	'14.5.17	수 자원 구 조	오홍섭등 9명	세종보, 공주보, 백제보	보 및 수문 손상상태조사	조사선박, 인터뷰
78	'14.5.17	수 환 경 생태공원	장민호등10명	낙동강수계 생림1, 고령2지구	생태공원 생물상조사	자체시행
79	'14.5.18	수 환 경 생태공원	장민호등10명	금강수계 용안지구	생태공원 생물상조사	자체시행
80	'14.5.20	농 업 리모델링	최경숙등3명	공주시 소학, 부여군 장하지구	농지PM지구 조사 등	현장안내, 인터뷰, <b>국조실 현장조사 지원</b>

순번	일자	분야	조사자	조사지	조사내용	지원내용
81	'14.5.20	수 자 원 하상변동	정우창등2명	강정고령보, 합천창녕보	하상유지공 변형현황, 하천합류부 침식 등	자체시행
82	'14.5.22	수 환 경 준설수질	김영 등 2명	선산4, 신기지구 리모델링 농지	농지RM 현황조사 농지토양오염분석 등	현장안내, 인터뷰
83	'14.5.22	수 환 경 생물군집	장민호등 2명	교평지구	생태하천 어류조사	자체시행
84	'14.5.23	수 환 경 준설수질	김영 등 2명	화재, 매리지구	농지RM 현황조사 농지토양오염분석 등	현장안내, 인터뷰
85	'14.5.23	농 업 리모델링	정상욱등2명	죽산보, 승촌보	농지RM현장조사 등	현장안내, 인터뷰
86	'14.5.23	농 업 독높이기	장민원등2명	장남,수송,대아지구	사업현황조사 등	현장안내, 인터뷰
87	'14.5.23	수 자 원 수리특성	이승오등4명	창녕 함안보	보 유량측정 등	조사선박, 유량측정기
88	'14.5.24	수 자 원 수리특성	이승오등4명	합천 창녕보	보 유량측정 등	조사선박, 유량측정기
89	'14.5.26	수 환 경 남조수질	정세용 등 1명	백제보 상류	수문계 장치 확인 및 데이터 다운로드	조사선박, 현장안내
90	'14.5.27	농 업 독높이기	장민원등2명	용곡,한계,보청지구	사업현황조사 등	현장안내, 실무자 인터뷰
91	'14.5.28	문화관광 시 설	이철원등3명	강천보, 이포보 홍보관 및 전망대	시설 및 프로그램 현황파악 등	자체시행
92	'14.6.10	농 업 리모델링	안동환등1명	저석, 정동2, 중정1	농지RM현장조사	인터뷰 등
93	'14.6.13	농 업 독높이기	장민원 등 2명	운수, 구성, 외동 저수지	사업현황조사 등	현장안내, 인터뷰
94	'14.6.13	수 환 경 준설수질	김영 등 2명	배대보, 양촌지구 리모델링 농지	농지RM 현황조사 농지토양오염분석 등	현장안내, 자료협조 실무자 인터뷰
95	'14.6.17	농 업 독높이기	이성학 등 1명	원창, 개운, 좌운	사업현황조사 등	현장안내, 자료협조
96	'14.6.18	농 업 독높이기	이성학 등 1명	금사, 대평	사업현황조사 등	현장안내, 자료협조
97	'14.6.18	수 자 원 수리특성	이승오등3명	K-water 본사	보별 수문연계 운영메뉴얼 검토 등	자료열람, 인터뷰 <b>국조실 현장조사 지원</b>
98	'14.6.18	수 환 경 생물군집	장민호등 2명	나주3지구	생태하천 어류조사	차량출입, 채집허가
99	'14.6.19	농 업 독높이기	최진용 등 2명	반계, 궁촌	사업현황조사 등	현장안내, 자료협조
100	'14.6.19	수 자 원 수리특성	김동수등4명	공주보	보별 수문연계 운영메뉴얼 검토 등	자료열람, 인터뷰 수문개방

순번	일자	분야	조사자	조사지	조사내용	지원내용
101	'14.6.20	농업 독높이기	이성학 등 2명	소수, 송면, 삼기	사업현황 조사 등	현장안내, 자료협조
102	'14.6.20	수자원 수리특성	김동수 등 4명	백제보	보별 수문연계 운영메뉴얼 검토 등	현장안내, 인터뷰 등
103	'14.6.23	수환경 생태공원	이상우 등 2명	고령2지구	설계, 시공 적합성조사 시공 품질조사	차량출입허가
104	'14.6.24	수환경 생태공원	이상우 등 2명	생림지구	설계, 시공 적합성조사 시공 품질조사	차량출입허가
105	'14.6.25	수자원 이수	김태웅 등 4명	금강수계 보, 취, 양수장 11개소	보 수자원현황조사 취수 안정성 평가	현장안내, 자료협조
106	'14.6.25	농업 리모델링	최경숙 등 3명	용당지구, 낙동강 확장2지구	용배수체계검토 배수계획적절성 등	자료협조, 실무자 인터뷰 등
107	'14.6.25	수환경 남조수질	정세웅 등 1명	백제보 상류	수온계 장치 확인 및 데이터 다운로드	조사선박
108	'14.6.26	수자원 이수	김태웅 등 4명	영산강수계 보, 취, 양수장 10개소	보 수자원현황조사 취수 안정성 평가	현장안내, 자료협조
109	'14.6.26	농업 독높이기	장태일 등 1명	탐정저수지, 서천덕용저수지	사업현황 조사 등	현장안내, 자료협조, 인터뷰
110	'14.6.27	문광행사	정세일 등 8명	디아크문화관	'12년 농산물 직거래 장터 공간확인	현장안내, 자료협조 <b>국조실 현장조사지원</b>
111	'14.6.27	문광행사	정세일 등 8명	달성보 홍보관 및 인근 수변공간	'12년 농산물 직거래 장터 공간확인	현장안내, 자료협조
112	'14.6.28	문광행사	정세일 등 8명	낙동강문화관 및 인근 수변공간	'12년 농산물 직거래 장터 공간확인	현장안내, 자료협조
113	'14.6.28	수환경 생물군집	이학영 등 2명	서창2지구	생태공원 및 생태하천 조사	차량출입, 채집허가
114	'14.6.29	수환경 생태공원	이학영 등 2명	서창2지구	생태공원 및 생태하천 조사	차량출입, 채집허가
115	'14.7.3	수환경 생태공원	이상우 등 2명	나주3지구	생태공원 및 생태하천 조사	차량출입, 채집허가
116	'14.7.4	수환경 생물군집	이기섭 등 2명	서창2지구	생태공원 및 생태하천 조사	차량출입, 채집허가
117	'14.7.4	수환경 생태공원	이상우 등 2명	용안지구	생태공원 및 생태하천 조사	차량출입, 채집허가
118	'14.7.4	문화관광 시설	정세일 등 2명	금강수계 수변공원 5개소	수변공원 실태조사	자체시행
119	'14.7.5	수환경 생물군집	이기섭 등 2명	영산강수계 서창2지구	생태공원 및 생태하천 조사	차량출입, 채집허가
120	'14.7.5	문화관광 시설	조사용역 업체 4명	두물머리, 양촌	나루터 운영실태조사 등	자체시행

순번	일자	분야	조사자	조사지	조사내용	지원내용
121	'14.7.5	문화관광 시설	정세일 등 2명	섬진강 수계 수변공원 3개소	수변공원 실태조사	자체시행
122	'14.7.6	문화관광 시설	정세일 등 2명	영산강수계 수변공원 2개소	수변공원 실태조사	자체시행
123	'14.7.6	문화관광 시설	임진선	북면, 밀양1, 창원지구	수변공원 실태조사	자체시행
124	'14.7.9	수 환 경 생태공원	이상우 등 2명	교평지구	생태공원 및 생태하천 조사	차량출입허가
125	'14.7.10	문화관광 시설	조사용역업체	백제보·세종보 홍보관 등	홍보관 운영 실태조사 등	자료제공
126	'14.7.12	문화관광 시설	조사용역업체	인삼골 캠핑장	캠핑장 이용객 설문조사	자체시행
127	'14.7.12	문화관광 시설	조사용역업체	죽산보·승촌보 홍보관 등	문화관, 홍보관 운영실태조사 등	자체시행
128	'14.7.12	문화관광 시설	조사용역업체	이포보·여주보 홍보관 등	문화관, 홍보관 운영실태조사 등	자체시행
129	'14.7.13	문화관광 시설	조사용역업체	디아크, 칠곡보, 달성보 홍보관	문화관, 홍보관 운영실태조사 등	자체시행
130	'14.7.13	문화관광 시설	박기홍	한강나루터 두물머리 양촌	나루터 시설 및 운영실태조사	자체시행
131	'14.7.14	문화관광 시설	조사용역업체	죽산보·승촌보 홍보관 시설 등	문화관, 홍보관 운영실태조사 등	자체시행
132	'14.7.15	농 업 리모델링	정상욱 등 2명	강정보, 칠곡보	지하수영향지구 현장조사	실무자 인터뷰
133	'14.7.15	문화관광 시설	조사용역업체	낙동강문화관, 상주 보·함안보 홍보관	문화관, 홍보관 운영실태조사 등	자료제공, 자체시행
134	'14.7.15	농 업 독높이기	이성학 등 2명	용연, 백곡, 광혜	사업현황조사 등	현장안내, 자료협조, 인터뷰
135	'14.7.16	농 업 독높이기	이성학 등 2명	제천, 단양, 음성	사업현황조사 등	현장안내, 자료협조
136	'14.7.17	수 환 경 생태공원	천승필 등 2명	나주3지구	생태공원 및 생태하천 조사	차량출입, 채집허가
137	'14.7.17	농 업 독높이기	이성학 등 2명	보은, 옥천영동	사업현황조사 등	자료제공 등
138	'14.7.17	문화관광 시설	조사용역업체	문화관, 이포보· 여주보 홍보관	문화관, 홍보관 현장실태확인	자료제공 등
139	'14.7.18	수 환 경 생물군집	이혁영 등 2명	금강수계 수변공간	생태공원 및 생태하천 조사	차량출입, 채집허가
140	'14.7.18	농 업 독높이기	이성학 등 2명	공주, 세종, 대전, 금산	사업현황조사 등	현장안내, 자료협조



순번	일자	분야	조사자	조사지	조사내용	지원내용
141	'14.7.19	문화관광 문화재	이정호등2명	금강 1구역, 2-1구역 현장조사	문화재 조사의 적절성조사 등	자체시행
142	'14.7.20	문화관광 시설	박기홍	여주보 홍보관, 이포보 캠핑장 등	홍보관 등 시설운영조사 등	자료제공 등
143	'14.7.24	문화관광 시설	조사용역업체	디아크,칠곡보,달성보 홍보관	문화관, 홍보관 실태조사 등	자료제공 등
144	'14.7.25	문화관광 문화재	이정호등2명	낙동강1구역	문화재 조사의 적절성조사 등	자체시행
145	'14.7.25	문화관광 시설	조사용역업체	금강 동강리 캠핑장	캠핑장 이용객 설문조사	해당기관 사전알림
146	'14.7.26	문화관광 문화재	이정호등2명	낙동강1구역	문화재 조사의 적절성조사 등	자체시행
147	'14.7.26	문화관광 시설	조사용역업체	영산강 나루터, 캠핑장 등	시설운영실태조사 등	자료제공 등
148	'14.7.27	문화관광 시설	조사용역업체	금강 문화관, 백제보 ·세종보 홍보관 등	시설운영실태조사 등	자료제공 등
149	'14.7.28	농업 독높이기	이상학등1명	남원, 화순지구	사업현황조사 등	자료협조
150	'14.7.28	농업 독높이기	장태일등2명	장성, 함평, 담양, 영암지구	사업현황조사 등	현장안내,인터뷰 등
151	'14.7.29	문화관광 시설	조사용역업체	영산강 문화관, 홍보관	시설운영실태조사 등	자료제공 등
152	'14.7.30	수환경 남조수질	정세웅 등1명	백제보 상류	수문계 장치 확인 및 데이터 다운로드	조사선박
153	'14.8.2	문화관광 시설	조사용역 업체	한강, 영산강 문화관, 이포,여주,죽산보 등	시설운영실태조사 등	이용객 설문조사 해당기관 사전알림
154	'14.8.2	수환경 생물군집	이기섭등2명	금강수계 용안지구	생태자원 및 생태현 조사	차량출입,채집허가
155	'14.8.3	문화관광 시설	조사용역업체	낙동강, 금강 문화관 및 보 시설	시설운영실태조사 등	이용객 설문조사 해당기관 사전알림
156	'14.8.3	수환경 생물군집	이기섭등 2명	금강수계 용안지구	육상동물 조사	차량출입,채집허가
157	'14.8.4	수자원 수리특성	이승오등4명	승촌보	보별 수문연계 운영메뉴얼 검토 등	자료열람, 인터뷰, 수문개방
158	'14.8.5	수자원 수리특성	이승오등4명	죽산보	보별 수문연계 운영메뉴얼 검토 등	자료열람, 인터뷰, 수문개방
159	'14.8.6	농업 독높이기	최진용등2명	경산, 청도, 영천, 구미,김천	사업현황조사 등	자료제공 등
160	'14.8.7	농업 독높이기	최진용등2명	의성 군위, 안동	사업현황조사 등	자료제공 등

순번	일자	분야	조사자	조사지	조사내용	지원내용
161	'14.8.7	농업 리모델링	인동환 등 2명	덕납 덕촌 유계지구	사업지구 현장조사 및 자료요청	인터뷰
162	'14.8.7	수환경 생태공원	김명철 등 2명	영산강수계 나주3지구	생태공원 및 생태하천조사	차량출입허가
163	'14.8.8	수환경 생태공원	김명철 등 2명	금강수계 용안지구	생태공원 및 생태하천조사	차량출입허가
164	'14.8.9	문화관광 시설	조사용역업체	인삼골 캠핑장, 동강리 캠핑장	방문객수 현장계측 실태확인	해당기관 사전알림
165	'14.8.10	수환경 생물군집	이기섭 등 2명	한강수계 교평지구	육상동물 조사	차량출입허가
166	'14.8.13	문화관광 시설	조사용역업체	한강·영산강 문화관, 이포·여주보 홍보관 등	방문객수 현장계측 실태확인	해당기관 사전알림
167	'14.8.13	농업 독높이기	최진용 등 2명	청송 영양, 예천	사업현황조사 등	자료제공 등
168	'14.8.14	농업 독높이기	최진용 등 2명	삼가, 단산, 창평, 금봉2, 동면	사업현황조사 등	자료제공 등
169	'14.8.15	문화관광 문화재	이정호 등 2명	낙동강1구역	문화재 조사의 적절성조사 등	자체시행
170	'14.8.16	문화관광 문화재	이정호 등 2명	낙동강1구역	문화재 조사의 적절성조사 등	자체시행
171	'14.8.16	문화관광 시설	조사용역업체	승촌보 캠핑장, 낙동강 생림 오토캠핑장 등	이용객 설문조사	해당기관 사전알림
172	'14.8.17	문화관광 문화재	이정호 등 2명	낙동강1구역	문화재 조사의 적절성조사 등	자체시행
173	'14.8.19	농업 리모델링	최경숙 등 2명	초곡지구, 양호2지구	용배수체계검토 등	자료제공, 인터뷰 등
174	'14.8.21	문화관광 시설	조사용역업체	금강 문화관, 공주보·세종보 등	방문객수 현장계측 실태확인	해당기관 사전알림
175	'14.8.22	문화관광 문화재	이정호 등 2명	한강1구역 문화재 현장조사	문화재 조사의 적절성조사 등	자체시행
176	'14.8.22	수자원 수취	안재현 등 2명	낙동강 중부물 관리센터, 달성보	홍수기 현장조사	현장안내, 자료협조
177	'14.8.23	문화관광 문화재	이정호 등 2명	한강1구역 문화재 현장조사	문화재 조사의 적절성조사 등	자체시행
178	'14.8.24	문화관광 문화재	이정호 등 2명	한강1구역 문화재 현장조사	문화재 조사의 적절성조사 등	자체시행
179	'14.8.26	수자원 하상변동	박영진 등 2명	영산강 승촌보 및 지류합류부	보상하류 하상변동 및 준설계획 적정성조사	자료열람협조, 현장확인, 조사
180	'14.8.26	수자원 지반	이현택 등 2명	한강 이포보	보 파이핑여부 및 구조물 손상 수중조사	국조실 현장조사지원 수문조작 및 안내

순번	일자	분야	조사자	조사지	조사내용	지원내용
181	'14.8.27	수 자 원 하상변동	박영진 등2명	영산강 죽산보	보 하상변동 및 준설계획 적정성 등	자료제공 등
182	'14.8.27	수 자 원 하상변동	정우창 등2명	창녕함안보~합천창녕보 지류 하천 합류부	보 하상변동 및 준설계획 적정성 등	자료제공 등
183	'14.8.27	농 업 리모델링	정상옥 등 2명	창녕함안보,합천창녕보	상시배수장 효과 및 재배 현황조사	현장조사, 자료협조
184	'14.8.27	수 자 원 지 반	양태선 등 1명	한강 이포보	보 파이핑 및 구조물 손상 수중조사	수문조작 및 안내
185	'14.8.28	수 자 원 하상변동	박영진 등2명	세종보,공주보	보 하상변동 및 준설계획 적정성 등	자료제공 등
186	'14.8.28	수 자 원 하상변동	정우창 등2명	합천창녕보~구미보 지류 하천 합류부	보 하상변동 및 준설계획 적정성 등	자료제공 등
187	'14.8.28	농 업 리모델링	최경숙 등 2명	신촌지구,덕남지구	용배수체계,배수계획 적절성검토 등	자료제공, 인터뷰
188	'14.8.28	수 자 원 지 반	양태선 등 1명	한강 이포보	보 파이핑 및 구조물 손상 수중조사	수문조작 및 안내
189	'14.8.29	수 자 원 하상변동	박영진 등2명	금강 백제보	보 하상변동 및 준설계획 적정성 등	자료제공 등
190	'14.8.29	수 자 원 하상변동	정우창 등2명	구미보~상주보 지류 하천 합류부	보 하상변동 및 준설계획 적정성 등	자료제공 등
191	'14.8.29	수 자 원 지 반	김진만 등 1명	금강 공주보	보 파이핑 및 구조물 손상 수중조사	수문조작 및 안내
192	'14.8.29	문화관광 시 설	조사용역업체	이포보 캠핑장, 웰빙레저캠핑장	방문객 수 현장계측 실태확인	해당기관 사전알림
193	'14.8.30	수 자 원 지 반	김진만 등 1명	금강 공주보	보 파이핑 및 구조물 손상 수중조사	<b>국조실 현장조사지원</b> 수문조작 및 안내
194	'14.8.30	문화관광 시 설	조사용역업체	이포보 캠핑장, 웰빙레저캠핑장	방문객 수 현장계측 실태확인	해당기관 사전알림
195	'14.9.1	수 자 원 지 반	김진만 등 1명	금강 세종보	보 파이핑 및 구조물 손상 수중조사	<b>국조실 현장조사지원</b> 현장안내
196	'14.9.2	수 자 원 지 반	김진만 등 1명	금강 세종보	보 파이핑 및 구조물 손상 수중조사	<b>국조실 현장조사지원</b> 현장안내
197	'14.9.3	수 자 원 하상변동	박영진 등2명	이포보, 여주보 및 지류합류부	보 하상변동 및 준설계획 적정성 등	자료제공 등
198	'14.9.4	수 자 원 하상변동	박영진 등2명	강천보 및 지류합류부	보 하상변동 및 준설계획 적정성 등	자료제공 등
199	'14.9.4	농 업 리모델링	김홍석 등2명	물량, 분황지구	농지RM지구 현장조사 및 자료요청	실무자 인터뷰
200	'14.9.5	수 자 원 지 반	양태선 등 1명	금강 공주보	보 파이핑 및 구조물 손상 수중조사	수문조작 및 안내

순번	일자	분야	조사자	조사지	조사내용	지원내용
201	'14.9.5	문화관광 문화재	이정호 등2명	상주 유물산포지	문화재 조사의 적절성조사 등	자체시행
202	'14.9.5	수 환 경 생물군집	김명철 등 2명	한강수계 교평지구	육상동물 조사	차량출입,채집허가
203	'14.9.6	문화관광 문화재	이정호 등2명	상주 유물산포지	문화재 조사	자체시행
204	'14.9.11	수 자 원 지 반	장정욱 등1명	창녕함안보	보 파이핑 및 구조물 손상 수중조사	국조실 현장조사지원 수문조작 및 안내
205	'14.9.11	문화관광 문화재	이정호 등2명	담양,광주,나주,무안 인근 유물산포지	문화재 조사구역 보존상황검토	자체시행
206	'14.9.12	수 자 원 지 반	장정욱 등1명	창녕함안보	보 파이핑 및 구조물 손상 수중조사	수문조작 및 안내
207	'14.9.12	수 환 경 생물군집	이혁영 등 2명	승촌보, 죽산보	생태공원, 생태하천조사	차량출입허가
208	'14.9.13	수 자 원 지 반	장정욱 등1명	창녕함안보	보 파이핑 및 구조물 손상 수중조사	수문조작 및 안내
209	'14.9.13	문화관광 문화재	이정호 등2명	금강1구역	문화재 조사구역 보존상황검토	자체시행
210	'14.9.14	문화관광 문화재	이정호 등2명	금강1구역	문화재 조사구역 보존상황검토	자체시행
211	'14.9.15	수 자 원 지 반	장정욱 등1명	합천창녕보	보 파이핑 및 구조물 손상 수중조사	수문조작 및 안내
212	'14.9.16	수 자 원 지 반	장정욱 등1명	합천창녕보	보 파이핑 및 구조물 손상 수중조사	현장안내 등
213	'14.9.16	수 자 원 수리특성	김동수 등2명	창녕함안보	보별 수문연계 운영메뉴얼 검토등	선박이용 및 수문개방
214	'14.9.17	수 자 원 지 반	이현택 등1명	구미보	보 파이핑 및 구조물 손상 수중조사	현장안내 등
215	'14.9.17	수 자 원 수리특성	김동수 등2명	합천창녕보	보별 수문연계 운영메뉴얼 검토등	선박이용 및 수문개방
216	'14.9.18	수 자 원 지 반	이현택 등1명	구미보	보 파이핑 및 구조물 손상 수중조사	현장안내 등
217	'14.9.18	수 자 원 수 치	인재현 등2명	K-water 본사	보운영현황,보상허류, 본류, 지천 침수사례조사	자료협조 실무자 회의
218	'14.9.18	수 자 원 하상변동	박영진 등 2명	죽산보 및 지류합류부	하상변동, 지류하천 침식 준설계획 적절성평가	자료열람 현장확인 및 조사
219	'14.9.19	수 자 원 지 반	이현택 등1명	구미보	보 파이핑 및 구조물 손상 수중조사	현장안내 등
220	'14.9.19	수 자 원 구 조	오흡섭 등7명	창녕함안보	보·수문 손상상태 조사	현장안내,자료협조 현장인터뷰

순번	일자	분야	조사자	조사지	조사내용	지원내용
221	'14.9.22	수 자 원 지 반	김영상 등 1명	달성보	보 파이핑 및 구조물 손상 수중조사	현장안내 등
222	'14.9.22	수 자 원 하상변동	정우창 등 3명	창녕함안보, 합천창녕보	보 하상변동 및 준설계획 적정성 등	자료제공 등
223	'14.9.23	수 자 원 지 반	김영상 등 1명	달성보	보 파이핑 및 구조물 손상 수중조사	현장안내 등
224	'14.9.23	수 자 원 하상변동	정우창 등 3명	강정고령보, 칠곡보	보 하상변동 및 준설계획 적정성 등	자료제공 등
225	'14.9.25	수 자 원 하상변동	박영진 등 2명	한강교량 및 지류합류부	보 하상변동 및 준설계획 적정성 등	자료제공 등
226	'14.9.29	수 자 원 지 반	김영상 등 1명	영산강 죽산보	보 파이핑 및 구조물 손상 수중조사	현장안내 등
227	'14.9.29	수 환 경 남조수질	정세웅 등 1명	백제보 상류	수온계 장치 확인 및 데이터 다운로드	선박이용
228	'14.9.30	수 자 원 지 반	김영상 등 1명	영산강 죽산보	보 파이핑 및 구조물 손상 수중조사	현장안내 등
229	'14.10.1	문화관광 문 화 재	이정호 등 2명	한강2권역	문화재 존치구역 보존상태	자체시행
230	'14.10.1	수 자 원 지 반	장정욱 등 2명	송림 외 3개 저수지	제체, 여수토, 방수로 조사 등	자체시행
231	'14.10.1	수 자 원 지 반	이현택 등 1명	백제보	보 파이핑 및 구조물 손상 수중조사	자체시행
232	'14.10.2	문화관광 문 화 재	이정호 등 2명	한강3권역	문화재 존치구역 보존상태	자체시행
233	'14.10.2	수 자 원 지 반	양태선 등 1명	백제보	보 파이핑 및 구조물 손상 수중조사	<b>국조실 현장조사지원</b> 수문조작 및 안내
234	'14.10.2	수 자 원 하상변동	정우창 등 4명	달성보, 구미보, 낙단보, 상주보	보 하상변동 및 준설계획 적정성 등	자료열람, 현장확인 조사
235	'14.10.3	수 자 원 지 반	손수원 등 1명	금봉 외 1개 저수지	제체, 여수토, 방수로 조사	자체시행
236	'14.10.4	수 자 원 지 반	김영상 등 1명	구성 외 7개 저수지	제체, 여수토, 방수로 조사	자체시행
237	'14.10.5	수 자 원 지 반	김영상 등 1명	구성 외 7개 저수지	제체, 여수토, 방수로 조사	자체시행
238	'14.10.7	농 업 독높이기	장태일 등 1명	왕동, 만봉, 백용	사업현황조사 등	자료제공, 인터뷰
239	'14.10.7	수 자 원 지 반	김영상 등 1명	구성 외 7개 저수지	제체, 여수토, 방수로 조사	자체시행
240	'14.10.8	농 업 독높이기	장민원 등 1명	효곡지구	사업현황조사 등	자료제공, 인터뷰