

극한사상에 대한 유역의 탄력적 대응 및 복원기술 개발



강부식
단국대학교 토목환경공학과 교수
bskang@dankook.ac.kr



김영도
인제대학교 환경공학과 교수
ydkim@inje.ac.kr



임경재
강원대학교 지역건설공학과 교수
kyoungjaelim@gmail.com



정세웅
충북대학교 환경공학과 교수
schung@chungbuk.ac.kr



손호영
단국대학교 토목환경공학과 석사과정
s2sonhy@naver.com

1. 머리말

수자원에서의 기후변화는 기온 상승에 따른 증발산량 증가, 강수량의 강우강도 및 빈도의 변화, 유출량의 시공간적 변동을 초래하여 수자원의 효율적인 관리 및 안정적 공급에 어려움을 증대시킬 것으로 전망되고 있다. 이에 따라 기후변화 대비 수자원 적응기술 개발(Climatic Change Adaptation for Watershed Resources, CCAW) 연구단은 기후변화 대비 수자원의 적응대책 수립을 위해 국토교통부(물관리사업)의 지원을 받아 진행되고 있다. 본고에선 CCAW 3세부 유역관리 적응기술 중 3-4세세부 과제인 극한사상에 대한 유역의 탄력적 대응 및 복원기술 개발 과제를 소개하려 한다.

극한사상에 대한 유역의 탄력적 대응 및 복원기술 개발은 그림 1에서의 연구개발 개념도와 같이 기후변화에 따른 생태수문학적 전망을 토대로 극한수문사상에 대한 유역의 취약성 평가, 하상변화전망 및 하도유지관리, 지표 토사유출 산정 모듈의 개선, 토양유실방지 및 탁수관리기술을 개발하고 기술적 가이드라인 및 제도적 대응방안의 제시를 위해 2017년 04월 현재, 4차년도 연구 진행 중에 있다.



그림 1. 3-4과제, 극한사상에 대한 유역의 탄력적 대응 및 복원기술 개발 개념도

2. 극한사상에 대한 유역의 탄력적 대응 및 복원기술 현황

기후변화로 인해 토양유실 및 탁수장기화 등 수문 환경에 변화를 야기하고 있음에도 불구하고 기존의 기술 수준은 생태·수문요소에 대한 유역단위 취약성 평가연구가 저조하여 생태·수문·수질 통합영향평가를 통한 구체적인 대응방안 수립이 어렵다. 또한 하상변동 예측 모의를 위한 자료가 부족하며 하천 침식 및 퇴사영향에 따른 취약성 평가 기술, 하도 관리 기술에 대한 연구나 저수지나 하천 등 수체의 수환경에 미치는 영향에 대한 연구 및 기술이 다소 미진한 실정이다. 본 연구를 통한 수문요소간의 관계 확인 및 전망, 하상변동 예측 물리기반 모델 선정 및 구축, 국내 여건을 고려한 정확한 토양유실 예측을 위한 기술 개발 및 모형 개선, 탁수 예측 모델 알고리즘 개선 및 업그레이드 등의 결과에 따른 기술적 가이드라인 및 제도적 대응방안의 제시는 기후변화 대응 및 적응 연구

의 기초연구로 활용성이 클 것으로 사료된다.

3. 극한사상에 대한 유역의 탄력적 대응 및 복원기술 개발

3-4-1 단위과제에서는 총 7개의 GCM (ACCESS1.0, ACCESS1.3, CanESM2, CNRM-CM5, GFDL-ESM2G, HadGEM2-AO, MPI-ESM-MR)의 앙상블을 통해 RCP4.5/RCP8.5 시나리오별 기상수문요소(강수, 기온, 증발산)에 대한 지역오차 보정, 상세화를 통해 변화 전망을 수행하였다. 우리나라 여름철 특성을 제고하기 위하여 홍수기/비홍수기 특성을 고려하였으며 장기수문모형을 통해 유역유황을 전망하고 수문학적 취약성 평가지수를 적용함으로써 기후변화에 따른 유역의 취약성 평가를 수행하였다. 향후 수문학적 변화 전망 및 취약성 지수를 확대 적용할 예정이다.

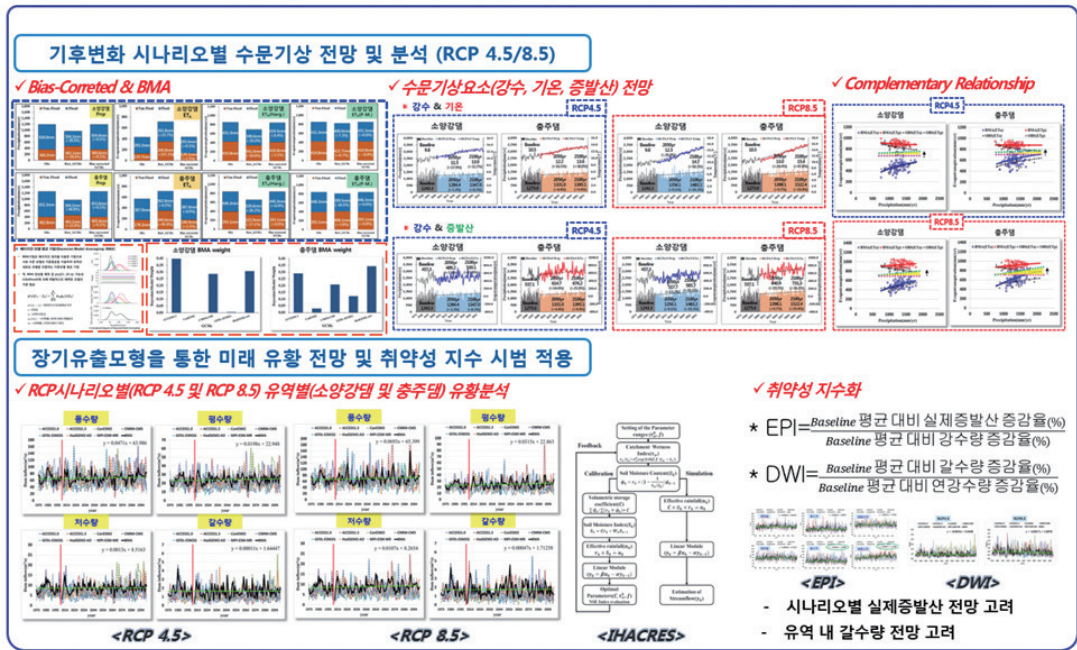


그림 2. 소양강댐, 충주댐 기후변화 시나리오별 수문기상 전망 및 분석, 장기유출모형을 통한 유황 전망 및 취약성 지수 적용 결과

또한 3-4-2 단위과제에서는 기후변화에 따른 중단기 하천지형 변화 예측 및 침·퇴적에 관한 취약성 평가기술 개발을 위해 충주댐 하류에서 강천보 구간 사이를 테스트베드로 하여 하상변동모형인 GSTARS를 구축하고 장기시나리오에 대한 하천의 침식 및 퇴적 양상을 분석하였다. 2100년까지 30년 단위로 풍수년, 평수년, 갈수년 기간을 발생초과 확률을 통해 선정하여 하상변동 분석 및 최심하상고 및 횡단면 사형 분석을 통하여 유량 및 유사량 변화에 따라 하천의 지형변화 양상을 확인하였다. 향후 낙동강 권역으로 확대 적용하여 하천의 하상변동 양상과 취약성 분석을 수행할 예정이다.

3-4-3 단위과제에서는 토양유실 기술 개발 방향성 설정 차원에서 기존의 토양유실 관련 모델 및 국내/외 최근 토양유실 저감/복원 기술 동향을 분석하였다. 이와 더불어 다양한 토양유실 관련 모델 중

SWAT모형을 선정하여 연구대상유역인 해안면 유역을 대상으로 실측 경사도·경사장 적용을 위한 HRU분할 기술을 개발하였으며 기술 적용은 정확한 필지단위 지형인자 산정과 토양유실량 산정을 가능하게 할 것으로 판단된다. 또한 국내 4대강 및 기타 수계를 대상으로 구축된 한국형 Reach File(Korean Reach File, KRF)을 활용하여 하천단면 정보 구조를 분석하였으며 실측 하천단면 적용에 따른 극한사상의 토양유실을 예측하고자 KRF 하천단면 정보와 ArcSWAT 모형과의 연계 모듈을 개발하였다. 이를 소양강댐과 충주댐 유역에 적용하여 유량 및 유사량을 모의하였다. 또한 SWAT 모형을 이용하여 최적관리기법을 평가한 기존의 문헌들을 연구하여 20가지의 토양유실 저감을 위한 최적관리기법 모의를 위한 DB를 구축하였으며 향후 토양유실 저감을 위한 대책 방안 마련에 활용할 예정이다.

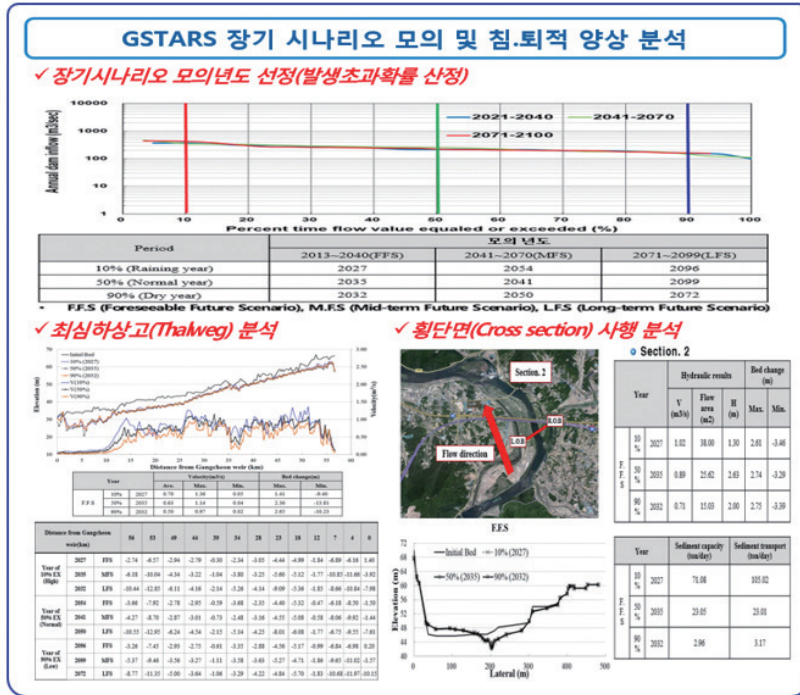


그림 3. GSTARS 장기시나리오 모의를 통한 하천의 최심하상고 및 횡단면 사행분석(충주댐 하류 ~ 강천보 구간)

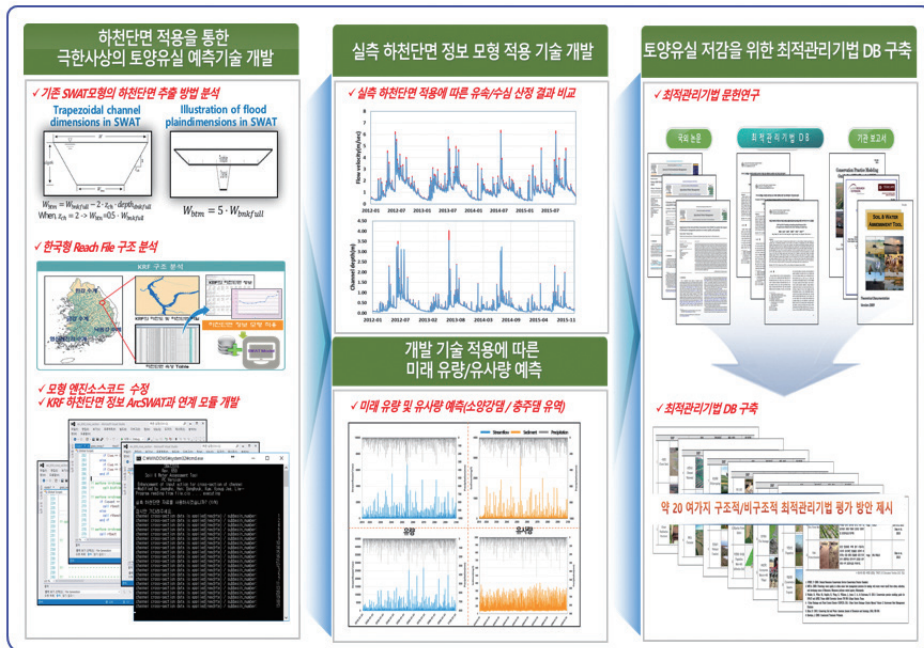


그림 4. 하천단면 적용을 통한 극한사상의 토양유실 저감 기술 평가 구조도

3-4-4 단위과제에서는 기후 변화로 예상되는 극한 탁수사상에 대한 수자원분야의 적응 대책 마련을 위해 선진국의 탁수 대책 기술을 조사하고, 국내 기술개발 방향을 정립하였다. 탁수 예측 기술의 고도화를 위해 기존 모델의 한계점을 개선하였으며, 댐 저수지-하천-보가 연계된 탁수 예측 및 관리 기술을 개발하였다. 개발된 기술은 수도권의 가장 중요한 상수원인 북한강 유역(소양강댐-의암댐-청평댐-팔당댐 구간)을 테스트베드로 선정하여 적용성을 평가하였다(그림5). 미래 발생 가능한 극한사상의 경계조건은 3-4-3 단위과제의 연구결과를 사용하였으며, 기후변화 시나리오는 RCP 4.5

HeadGEM2-AO를 사용하였다. 연구결과, 북한강 수계에서는 기왕의 최고 탁수사상이 발생했던 2006년과 유사하거나 더 큰 극한사상이 5번 이상 발생 가능하며, 팔당댐 상수원에서의 탁수 장기화를 초래할 것으로 예측 되었다. 본 연구 결과는 극한 탁수사상 발생시 대응을 위한 탁수저감 운영 기술 지침서 작성 등에 활용 예정이며, 최종적으로 저수지 탁수 피해를 최소화 할 수 있는 운영 방안을 제시하고자 한다. 향후, 연구범위를 확장하여 낙동강 등 타 수계에서의 댐-보-하천 연계 시스템에 대한 탁수 관리 및 대응 기술을 개발하고자 한다.

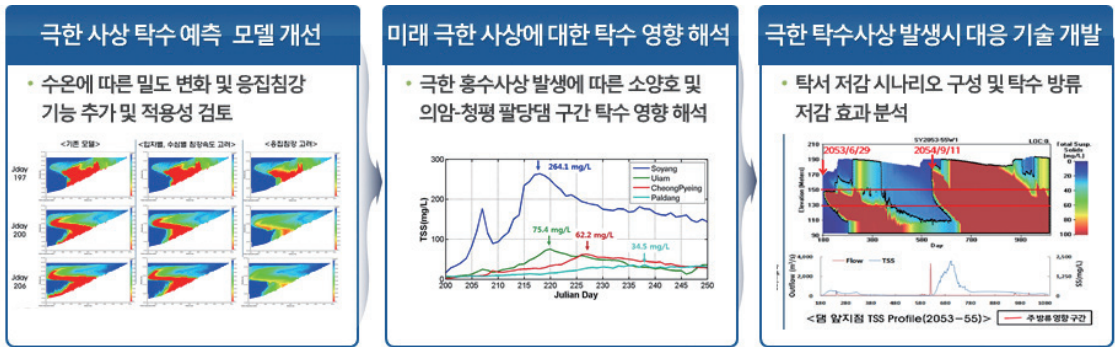


그림 5. 극한 사상에 대한 탁수 저감 및 관리 기술 개발

4. 맺음말

극한사상에 대한 유역의 탄력적 대응 및 복원기술은 현재 소양강댐유역, 충주댐유역에 시범 적용하였으며 4, 5차년의 기간 동안 연구 대상유역을 확대시키고 이를 통해 기후변화 적응을 위한 권역별 수문학적 유역관리 방안을 제시하고자 한다.

극한사상에 대한 유역의 탄력적 대응 및 복원기술 개발(소프트웨어)의 유역/하천/댐별 요소기술은 상당 수 확보되어 있는 상태로, 생태 수문, 탁수저감 등 대응/적응기술의 통합연계를 통해 K-water, 지자체, 유역환경청, 한국농어촌공사, 산림청 등에서 활용 가능할 것으로 보인다.

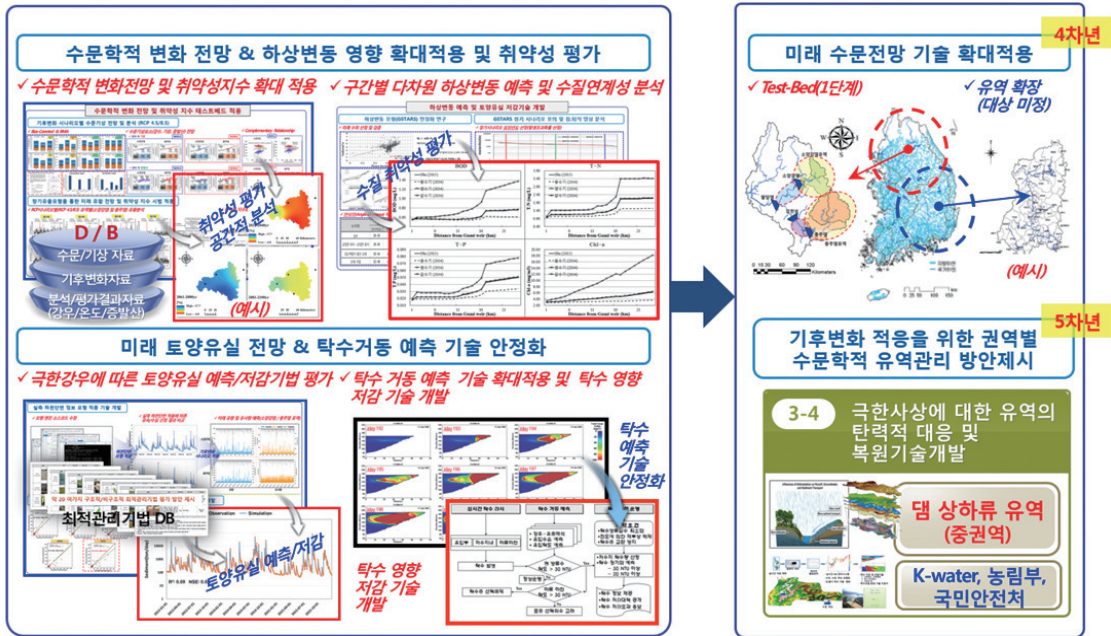


그림 6. 극한사상에 대한 유역의 탄력적 대응 및 복원기술개발 향후 계획

감사의 글

본 연구는 국토교통부 물관리연구사업의 연구비지원(14AWMP-B082564-01)에 의해 수행되었습니다.