

물공급 안정성 확보 및 이수영향 대응방안



정재성 >>>
순천대학교 토목공학과 교수
chjs@suncheon.ac.kr



전경수 >>>
성균관대학교 사회환경시스템공학과 교수
ksjun@skku.edu



이상은 >>>
UNESCO-ICHARM Research Specialist
peregian78@gmail.com

체계적으로 구축되어야 한다. 반면에 변화된 강우양상과 변동성으로 많은 지역에서 기후변화는 기존의 물과 관련된 사회기반시설의 기능과 운영 전반에 영향을 줄 것으로 판단되며, 향후 수십년간 인구변화로 물 수요는 집중되고 관개수요가 대폭 변할 것으로 판단된다.

따라서 이수관리 국가수자원전략수립에는 물 순환, 경제적 인센티브 확대, 물 절약과 고효율 이용을 위한 재분배 등의 수요측면과 저류, 취수, 물 이동능력 증대 등의 공급측면을 통합적으로 고려한 전략이 필요하며, 유역별로 지속가능한 가뭄극복수준 등의 목표설정과 지속가능한 물순환 체계구축을 통한 통합 유역관리가 필요하다. 또한 적응형 물관리, 수요-공급 통합전략, 통합유역관리 등을 실현하기 위해서는 가용수량의 분포, 용도별 물수요, 물공급과 사후관리 등의 시간적, 공간적 분포에 대한 정확한 조사·분석이 지속적으로 이루어져야 한다.

1. 머리말

수자원과 관련된 다양한 문제들이 최근 더욱 빈번해지고 있으며, 기후, 수문, 지리, 사회경제 등의 변동성과 불확실성에 효과적으로 대응하려면 수자원 관리 및 시설물 계획 전반에 걸친 변화가 필요한 실정이다. 단순히 '물그릇'의 크기를 고민하는 것을 넘어 문제발생이 가능한 다양한 미래 시나리오를 감안한 '적응형 물관리' 개념을 활용할 필요가 있다. 아울러, 수자원 관련 취약성 극복을 위한 선제적 준비, 예측 실패시 피해를 최소화할 수 있는 재난관리 전략 등이

2. 현황 및 여건변화

2.1 이수관리 현황

우리나라는 높은 인구밀도로 1인당 이용가능한 수자원량(1,553m³)이 작고, 취수율(34%)은 높은 매우 불리한 물관리 여건을 가지고 있지만, 수자원개발과 물관리 정책 태동기인 1960년대부터 친수환경 기반

조성 시기(2000년대)에 이르기까지 물 확보를 위해 꾸준히 노력해왔다. 다목적댐, 농업용저수지 건설 및 상수도시설 보급으로 물이용량은 1965년 51억 m^3 에서 2010년 255억 m^3 으로 증가하였고, 전체 물이용량의 56%를 안정적인 댐용수로 공급하며 상수도 보급율을 98%까지 확대하였다. 댐 공급량은 '65년 18억 m^3 에서 2010년 188억 m^3 으로 10배, 상수도 보급률은 1965년 21%에서 2010년 98%로 4.6배 증가하였다.

또한 다목적댐과 발전전용댐 건설을 통해 1965년의 16배에 달하는 3,851천kW의 친환경 수력발전 용량을 확보하였다. 4대강 사업의 수자원확보에서는 준설 및 보의 설치를 통하여 8.0억 m^3 (18개 보), 중소규모댐 건설을 통한 2.5억 m^3 (영주댐, 보현댐, 안동댐-임해댐 연결), 기존 농업용 저수지 증고를 통한 2.5억 m^3 를 합하여 연간 13억 m^3 의 용수확보계획을 추진하였다.

국외 이수관리 정책 추진사례를 보면, 일본은 가뭄에 대비한 갈수대책댐 도입, 도서지역 수원확보를 위한 해수담수화와 지하댐 개발과 1979년부터 탁수·퇴사유입 조절을 위한 보조댐 도입을 추진하고, 중국은 86,000여개의 댐 건설과 기존 댐에 대한 보강사업 추진과 운하 등을 통한 남수북조사업 및 수자원 비축사업을 국가핵심사업으로 추진하고 있다. 영국은 1일 1인당 물사용량 125ℓ에 맞게 건축물을 설계·설치하도록 규제하고, 미국은 2000년 이후 2,290여개 댐의 지속적 건설과 1984년부터 탁수·퇴사유입 조절용 보조댐(캘리포니아 Buckhorn댐·Hamilton 유사조절지) 사업을 도입하였다. 호주는 물이 풍부한 지역과 부족한 지역을 연결하는 워터그리드를 구축하고 환경용수비축제도로 농업용수 등 수리권을 매입하고 있다.

2.2 이수관리 여건변화

비 기후적 수자원 관리의 문제인 용수수요 증가는 기후변화와 연계되어 용수수급 문제를 악화시킬 것이고 노후화된 물 관리시설은 재할 및 개선이 필요한 상황이며, 주요수원과 보조수원을 포함한 다양한 가

용수원을 확보하여 이들을 복합적으로 활용함으로써 하천환경변화의 불확실성에 대응이 필요하다.

생활용수는 냉방·목욕·음용수, 공업용수는 냉각수, 하천유지용수는 생태계 및 수질보전과 염해방지수의 형태로 물수요량이 증가할 것이고, 특히 우리나라 물이용량의 48%를 차지하는 농업용수는 기온 1℃ 상승시 수요량이 최소 10% 증가할 것이다. 기후변화에 따른 강우패턴의 변화와 기온상승으로 인한 증발산량의 증가는 유출량과 지하수 함양량을 감소시킬 수 있으며 이로 인해 유역의 물수지 변화 및 가용 수자원량의 부족을 심화시킬 수 있다.

안전하고 깨끗하며 풍부한 물 환경에 대한 국민들의 의식 제고는 기존의 생활, 공업 및 농업용수 공급수량 뿐만 아니라 수질과 하천환경의 보전에 필요한 새로운 물 수요에 대응할 필요성과 도시 및 국토계획과 연계한 물과 하천공간의 다면적 활용을 위한 친수공간 및 녹색국토 조성의 필요성 증대로 나타나고 있다.

반면에 기후변화에 의해 가뭄의 발생빈도와 강도가 증가될 전망으로 물 부족에 대한 지역별 취약성이 증가될 것이며 미래 물안보 확보를 위해 생활·공업용수 등 사회시스템 유지에 반드시 필요한 용수에 대해서는 비상용수 확보를 위한 공급 예비율 도입이 필요한 실정이다. 더불어 안전한 물공급과 환경보전을 위한 Smart 물이용 사회구축과 물의 다면적 활용을 위한 수자원·하천관리 제도의 혁신이 요구되고 있다.

지하수함양 및 농업용저수지 증고와 연계하여 농업용수와 지하수 사용에 대한 모니터링 결과를 생활 및 공업용수 수요관리에 포함하는 보다 종합적이고 체계적인 수자원관리가 요구되며, 4대강 사업의 추가 용수확보량 13.0억 m^3 의 용도와 용량배분에 대한 관련부처들의 이견을 조정할 법적·제도적 근거를 마련하고 실현가능한 수리권을 설정해야 한다. 또한 4대강 사업의 비수혜지역인 도서 및 산간지역은 물부족 발생이 전망되고, 4대강 사업에서 제외된 국가하천과 지방하천에 대한 지역사회의 하천사업 추진요구가 점차 증대되는 실정이다.

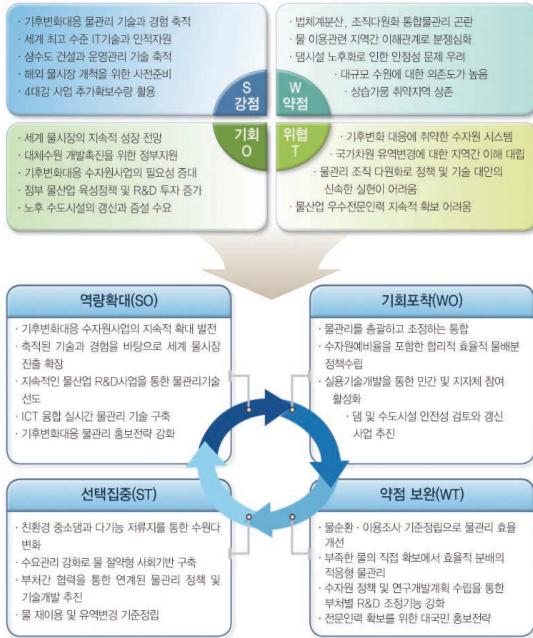


그림 1. 이수관리 SWOT 분석

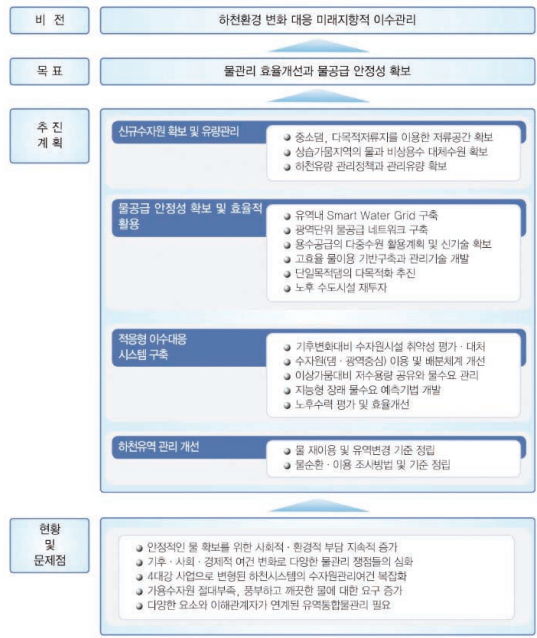


그림 2. 이수관리 추진전략

3. 추진 과제

우리나라 이수관리 여건을 고려한 ‘물공급 안정성 확보 및 이수영향 대응방향’의 추진전략을 도출하기 위하여 그림 1과 같이 SWOT을 분석하고, 그림 2와 같이 하천환경변화 대응 미래지향적 이수관리를 비전으로 전략목표 ‘물관리 효율개선과 물공급 안정성 확보’를 달성하기 위한 과제를 도출하였다. 대과제로서 신규수자원 확보 및 유량관리, 물공급 안정성 확보 및 효율적 활용, 적응형 이수대응 시스템 구축, 하천유역 관리개선을 설정하고 세부과제들을 제시하였다.

3.1 신규수자원 확보 및 유량관리

- 중소규모댐과 다목적 저류지를 이용한 친환경 저류공간 확보
- 현황 및 필요성

- 변화하는 수자원개발 여건 및 환경, 서비스 등을 고려한 다목적 저류공간 확보필요
- 저류하천에 생태완충대 설치와 유지용수 댐과 저류지 등 건설 필요
- 주요추진내용
- 기후변화, 가뭄, 하천환경과 대국민 서비스 등을 종합적으로 분석하여 사업 타당성의 근거 확보
- 수계별·지역별 특성과 지역발전을 고려한 지역선호형 중소댐 및 다목적저류지 확보 사업 구축
- 중소댐 및 다목적저류지 설치 시범사업과 제도적 보완 등을 통하여 효율적 사업추진 체계 마련
- 중소댐/다목적저류지의 친환경적인 녹색공간 및 물문화 조성
- 4대강과 연계하여 다양한 환경·레저·관광·생태 서비스 개발

- 상습가뭄지역의 물과 비상용수 대체수원 확보
 - 현황 및 필요성
 - 기후로 인한 가뭄발생지역 증가와 상습가뭄 지역의 용수확보 대책 시급
 - 조류 대발생, 대형 수질오염사고에 대한 비상 대응체계와 비상수원 필요
 - 주요추진내용
 - 상수도시설 연계 용수공급 네트워크 구축과 이상가뭄대비 피해분담형 공급관로 설치
 - 빗물이용, 지하댐, 농업용저수지 등 지역특성과 경제성에 부합한 수원확보 및 관리기술 개발
 - 수원지의 다목적 여과기능 시설 확보
 - 상수원 통합정보 모니터링 체계와 통합 및 연계를 통한 비상대응체계 구축
 - 4대강 사업으로 확보된 물과 보 주변 충적층의 지하수를 비상시 예비 수원으로 활용

- 하천유량 관리정책과 관리유량 확보
 - 현황 및 필요성
 - 장래 물부족과 가뭄에 대비한 4대강사업 다기능보 16개에서 8.0억m³의 저류수량 확보
 - 체류시간 증가와 퇴사누적으로 우려되는 수질 문제와 수계별 확보수량의 활용방안 미결정
 - 주요추진내용
 - 하천유지유량 공급을 위한 다양한 대안 확보와 효율적 물이용을 위한 유역간 물이동 사업
 - 하천 건천화의 근원적인 해결을 위한 물순환 건전성 회복 사업
 - 다기능보 운영기준과 지역특성에 근거한 시기별 다기능보 저류수 용량배분
 - 보 상류 수질관리를 위한 다양한 대안과 직상류 하상퇴적물의 모니터링 및 관리체계 마련

3.2 물공급 안정성 확보 및 효율적 활용

- 유역내 Smart Water Grid 구축

- 현황 및 필요성
 - ICT를 활용한 Smart Water Grid 기술 도입 필요
- 주요추진내용
 - 지능형물관리 체계 설계 및 운영 기술 확보
 - 수자원 최적 활용·분배를 위한 지능형 유역물관리 플랫폼 구축
 - ICT 기반의 실시간 물관리 모니터링 시스템 구축
 - 물관리 정보, 물부족의 영향, 취수제한시 행동 지침 등에 대한 교육 및 홍보 강화

- 광역단위 물공급 네트워크 구축
 - 현황 및 필요성
 - 유역별 수자원 불균형 해소를 위한 광역단위 대응체계 구축 시급
 - 주요추진내용
 - 권역별 상수도 급수체계조정 및 신규 확충을 통한 수자원 활용도 제고
 - 기후변화와 미래 물수급을 고려한 용수공급 네트워크 개선 사업 추진
 - 비상시 대비 광역상수도간, 광역-지방상수도간, 지방상수도간 비상연계 사업 추진
 - 하천유지, 환경개선, 수생태계 등을 고려한 국가하천, 지방하천 간의 물공급 네트워크 구축

- 용수공급의 다중수원 활용계획 및 신기술 확보
 - 현황 및 필요성
 - 미래 물수요 불확실성 증가와 댐 및 광역상수도 건설을 통한 수자원 확보 한계
 - 주요추진내용
 - 물순환 회복을 고려한 다중수원 확보 및 관리 기술 개발
 - 빗물저류 및 재활용 등 대상지역 특성에 적합한 수원 확보 기술 적용
 - 다중수원 관리를 위한 모니터링기술 개발
 - 지능형 물관리 기반 다중수원 활용체계 구축

- 고효율 물이용 기반구축과 관리기술 개발
 - 현황 및 필요성
 - 1인당 물소비량 증가 예상, 물절약 실천과 고효율 물이용 기반시설 필요
 - 주요추진내용
 - 물절약형 사회구축을 위한 고효율 물이용 기술개발과 비상 물수요 관리
 - 물이용 효율 개선을 위한 고효율 물이용 기반 및 시설 개발
 - 고효율 물이용 기반시설 계획 및 관리 추진
- 단일목적댐의 다목적화 추진
 - 현황 및 필요성
 - 대규모 댐의 단일목적 건설·운영·관리를 개발된 수자원의 낭비와 시설운영의 비효율 초래
 - 주요추진내용
 - 기존 단일목적댐의 기능과 용량배분 재조정을 통한 다목적화 사업 추진
 - 홍수피해저감, 용수공급량 확보, 하천환경개선, 댐 운영 효율성 등 다양한 기능을 검토 및 확보하는 다목적화 전략 구축
 - 기존 다목적 댐 및 단일목적 댐간 연계운영을 통한 기존시설 활용도 극대화 사업 구축
- 노후 수도시설 재투자
 - 현황 및 필요성
 - 최근 빈번한 노후관로 수도사고 발생에 따라 노후 수도시설 개선사업이 시급한 실정
 - 예산과 관로정보의 부족, 관리체계의 전문화 미비 등으로 수도시설 개량계획 비효과적
 - 주요추진내용
 - 광역상수도 포함 노후 수도시설 갱신을 위한 국가/지자체별 사업 전략 및 예산계획 수립
 - 수도시설 노후화로 인한 취약구간 검토를 위해 노후 수도시설 진단 사업 추진
 - 차세대 용수공급 시스템으로 서울시 외곽도

로를 따라 대심도 순환형 도수관로 건설

- 비굴착 교체, 무단수 관계량 등 신개념 관계량 공법 도입을 통한 노후관 교체 방안 마련

3.3 적응형 이수대응 시스템 구축

- 기후변화 대비 수자원시설 취약성 평가·대처
 - 현황 및 필요성
 - 미래 기후변화 영향분석에서 세계 평균을 초과한 수자원 취약성 예상
 - 국외 수자원관리와 국내 타분야와 같이 불확실성 대비 예비율 등의 완충기능 미흡
 - 주요추진내용
 - 기후변화 수자원 취약성 평가 시스템 구축 및 제도 정립
 - 농업용수시설(저수지, 양수장, 보, 관정)을 포함한 수자원시설 용량 재평가
 - 현 용수공급시스템 진단 및 적정 예비율 단계별 적용 사업 추진
- 수자원(댐·광역중심) 이용 및 배분체계 개선
 - 현황 및 필요성
 - 기후변화, 사회·환경적 여건 등을 종합적으로 고려하여 댐의 효율적 활용을 위한 재검토 필요
 - 광역 및 지방상수도의 관리 이원화로 중복투자 발생과 용수공급시설 운영의 효율성 저하
 - 주요추진내용
 - 변화하는 환경을 고려한 수자원 이용 및 배분체계 평가와 효율성 제고 사업 추진
 - 보의 용수공급능력, 용량배분, 보 용수공급시 기존댐 용량재배분 검토
 - 수자원시스템에 영향을 미치는 외부변화 예측 강화
 - 하천환경변화의 불확실성을 포괄할 수 있는 다양한 대안 확보

- 이상가뭄대비 저수용량 공유와 물수요 관리
 - 현황 및 필요성
 - 물부족 심각시, 명확하고 공정한 저수량 분배 규칙 부재로 당사자간 갈등요인 상존
 - 이상가뭄 등 비상시 대응할 수 있는 제한급수 체계 등 통합적인 공급관리 체계 구축 필요
 - 주요추진내용
 - 가뭄취약 수계의 Capacity-Sharing 기반 갈수기 저수지 운영방안 개발 및 관리규칙 제도화
 - 소규모 저수지에 의존하는 물공급 시스템에 CS 기반의 관리규칙을 개발하여 가뭄시 극단적인 물부족에 대한 합리적인 분배를 가능하게 하여 기후변화에 대한 능동적 대응
 - 이상가뭄시 비상 물수요 관리 대책 마련과 용수 비상지원체계 구축
 - 공공·교육기관의 물절약 교육 지원과 물절약 홍보물 제작 및 배포
- 장래 물수요 지능형 예측기법 개발
 - 현황 및 필요성
 - 사회, 경제, 정책, 생산기술, 시설물 변화로 과거와 다른 물수요 변화 패턴에 대응 필요
 - 주요추진내용
 - 최근 추세를 신속하게 반영할 수 있는 장래 물수요 예측 모형 개발
 - 다양한 시스템 엔지니어링 기법에 대한 적용성과 실용성 검증
- 노후수력 평가 및 효율개선
 - 현황 및 필요성
 - 가용 수력 에너지의 수요가 증가하고 있으나 설비 노후화로 인해 발전량 정체
 - 주요추진내용
 - 수력발전시설의 정량적 노후도 평가 및 모니터링 시스템 구축
 - 노후도 평가 결과에 따른 시설 보수 및 보강

- 수력발전댐 및 시설의 전과정 이력관리 체계 마련

3.4 하천유역 관리개선

- 물 재이용 및 유역변경 기준 정립
 - 현황 및 필요성
 - 부처간 계획의 연계 부족 등으로 중복투자 및 기존시설 효율성 저하 초래
 - 유역 물순환 건전성의 회복이 미미하고, 지역적인 하천건천화 등을 초래
 - 주요추진내용
 - 유역특성에 적합한 물재이용 계획 수립을 위해 물 이동에 대한 수자원 영향 평가 추진
 - 하천별로 하천수 전반에 대한 수급현황 조사와 물 재이용 및 이동에 관한 기준 마련
- 물 순환·이용 조사방법 및 기준 정립
 - 현황 및 필요성
 - 물 이용량 계측 신뢰도 부족으로 수자원 관리 및 사용 허가의 불확실성 증가
 - 물순환 건전성, 이용가능수량 등의 산정기준이 명확치 않아 다양한 물분쟁 발생 우려
 - 주요추진내용
 - 하천수 사용 및 관리시 계측 및 사용량 보고 등에 대한 기준 강화
 - 시설규모 및 특성에 따른 유량계 설치 및 계측 가이드라인 구축
 - 물 순환·이용량 산정기준 정립과 회귀수량에 대한 신뢰도 제고방안 실행
 - 보별 상하류 특성, 하천환경 특성의 다양성을 반영한 보별 운영 기준·시나리오 설정

4. 맺음말

이수관리 여건변화에 대응할 국가수자원전략수립

을 위하여 국내외 이수관리 정책과 현황 및 여건변화를 검토·분석하여, 하천환경변화 대응 미래지향적 이수관리를 비전으로 '물관리 효율개선과 물공급 안정성 확보'를 달성하기 위한 과제를 도출하였다. 대과제로서 신규수자원 확보 및 유량관리, 물공급 안정성 확보 및 효율적 활용, 적응형 이수대응 시스템 구축, 하천유역 관리개선을 설정하고 세부과제별로 현황 및 필요성과 주요추진내용을 요약하여 제시하였다.

기후, 수문, 지리, 사회경제 등의 변동성과 불확실성에 효과적으로 대응하려면 수자원 관리 및 시설물 계획 전반에 걸친 변화가 필요한데, 경기침체로 사회기반시설 보강에 대한 사회적·정치적 관심이 낮아져 국가발전에서 물관리의 중요성이 간과될까 우려된다. 따라서 적응형 물관리, 수요-공급 통합전략, 통합유역관리 등 포함한 국가수자원전략수립을 실현하기 위해서는 정확한 물관련 정보의 조사·분석과 대국민 홍보가 지속적으로 이루어져야 한다. 