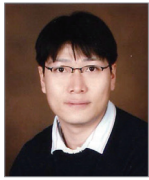




# 미국의 미래 수자원 발전 방향 및 시사점

- AWRA at 50: The Future of Water Resources in the United States 미래전략보고서를 중심으로 -



**임 광 섭** ●●●

K-water연구원 수자원연구소 책임연구원  
oklim@kwater.or.kr



**채 효 석** ●●●

K-water연구원 수자원연구소장  
chaehs@kwater.or.kr

## 1. 서언

우리나라는 기후변화로 인해 연 강수량의 편차가 심해져서 홍수와 가뭄이 빈발할 것으로 예상되고 있다. 강우의 경우 1일 100mm이상의 폭우발생 횟수가 2.7배 증가하며, 100년빈도 홍수량도 20% 증가할 것으로 전망하고 있으며 가뭄발생기간이 3.4배 증가하는 반면, 하천유량은 전반적으로 감소하고 할 것으로 예상되고 있다. 이러한 기후변화로 인한 기온상승은 농업용수를 비롯한 각종 용수 수요를 증가시키며 물공급 감소로 인한 물 부족을 초래할 것으로 예측하고 있다.

유엔미래보고서에서는 자원의 고갈과 경제 위기를 경고하고 있고, 얼마 전 미국의 글로벌 미래연구 싱크탱크인 밀레니엄프로젝트는 기후 변화와 지하수 고갈을 포함하여 15가지 지구의 도전 과제를 제시하였다. 기후변화 대응을 위한 미래 수자원전략 수립을 위한 각국의 움직임은 활발히 진행 중에 있

으며 일본, 영국, 호주 등 선진국은 이미 구체적이고 실질적인 기후변화 대응에 착수하고 있다. 우리나라에서도 기후변화에 강한 물 강국을 실현하기 위해 동 전략을 마련한 상태이다. 기후변화 대응 미래 수자원관리 전략의 일환으로 1)대규모 홍수방어 능력제고, 2)이상가뭄 대처능력 확보, 3)수질 및 하천환경 개선, 4)기후변화 예측기술 및 물관련 R&D 투자확대, 5)원활한 물 확보 및 공정한 물이용을 위한 제도개선을 목표로 미래 수자원관리 전략에 온 힘을 다하고 있다.

AWRA(American Water Resources Association, 미국수자원학회)에서는 지난 1월 창립 50주년 기념으로 18명의 각계 전문가 및 과학자가 참여하여 18개 주제에 대해 에세이 형식의 미국의 미래 수자원 발전 방향에 대한 특집호를 발간하여 현재 미국내 수자원관리의 문제점과 향후 수자원관리의 방향을 제시하였다.

이에 본고에서는 물 관련 전문가들의 집단지성을 가진 수자원학회 회원들의 역할 및 기능 강화를 통한 국가 물관리 정책 주도, 국민중심의 국정운영에 따른 물 관련 재난예방 및 안전 관심 증대, 지역 간의 수량·수질 불균형 해소 등 국가적 물 복지 요구 증대 및 기존 물관리 체계 효율성 향상에 도움을 주고자 AWRA 미래수자원 전략보고서를 소개하고 우리의 미래 수자원관리 방향을 같이 고민해보고자 한다.

## 2. 수자원관리 내·외부 환경

AWRA 미래전략 보고서에 수록된 각 주제를 다

음과 같이 재분류하여 이해를 돕고자 한다. 각 주제는 1)수자원관리, 2)수자원정책, 3)수재해, 4)수질, 5)지하수, 6)해안 및 수로, 7)수자원교육으로 분류하였다. 각 주제에 대한 내·외부 환경, 미래전략보고서 주요내용, 미래수자원관리 대응방향의 순으로 기술하였다.

### 2.1. 수자원관리 내·외부 환경

#### 1) 수자원관리

美 국가정보위원회(NIC)의 미래 예측보고서에 따르면 중산층 확대와 도시인구 팽창은 물, 식량, 에너지 등 필수 자원의 압박이 지속적으로 증대할 것으로 예상하고 있다. 이에 기후변화에 따른 물관리의 불확실성 증대에 대처하기 위한 “적응형 물관리”가 중요한 주제로 대두되고 있다. 전 세계적으로 기후변화 적응을 위한 물관리체계 개편이 활발히 추진 중에 있으며 미국의 경우 정부조직 개편의 일환으로 주정부나 유역별로 독자적 물관리를 수행해오던 국가의 경우에도 중앙정부의 물 관련 역할 신설 및 강화하는 추세를 보이고 있다. 또한 기후변화의 영향

을 가장 크게 받고 있는 이스라엘과 호주는 2007년 다원화된 물관리 부처의 통합 및 일원화 단행하여 부처의 단순화를 꾀하고 있다.

#### 2) 수자원정책

현재 우리나라에서는 물에 대한 수리권 및 물 값 분쟁이 점차 증가하고 있으며, 개인·기관·지역·지자체간의 이해관계가 첨예하게 대립 중이며, 법체계 분산 및 정부조직의 다원화로 자원의 통합관리 및 기후변화에 대한 빠른 대응이 어렵고 관련 부처간 갈등 심화되고 있는 상황에 처해있다. 게다가 수리권이 지자체의 재산권처럼 관리되고 있어 지역 간 물이용의 형평성 저해 및 분쟁과 갈등의 근본 원인으로 작용하여 이에 대한 국가차원의 개선책이 필요한 실정이다. 이에 지난 2013년 10월 APEC정상회의에서 박근혜 대통령은 물, 식량, 에너지 자원의 부족을 해결하기 위해 상호영향을 고려한 통합적 해결책 모색을 강조한 바 있다. 이는 곧 국가차원의 통합적 접근성에 대한 이해와 시급성을 대변하는 것이라 할 수 있다.

효율적인 수자원관리 체제정립의 절차적 차원의 노력은 입법기관의 역할이 중요하다. 입법기관인 대한민국 국회의 역할은 바로 개별조직이 수단적 합리성에 의존하지 않고 협력적 연대가 가능하며 협력에 대한 인센티브가 제공되는 제도적 장치 마련에 대한 요구가 급증하고 있는 현실이다.

#### 3) 수재해(홍수·가뭄)

기후변화로 인한 가뭄, 태풍, 집중호우의 강도, 빈도 및 불확실성이 증가함에 따라 이에 대응하기 위한 새로운 수자원 관리 방안의 마련이 필요한 실정이다. 정부는 ‘안전과 통합의 사회’를 국정목표로 제시하고 있으며, 이를 추진하기 위해 ‘총체적인 국가 재난관리 체계강화’와 ‘기상이변 등 기후변화 적응’등을 국정과제로 선정하여 추진 중에 있다. 무엇보다 중요한 것은 정책변화에 따른 지역사회 요구에 부응할 수 있는 사업 개발에 대한 노력이 필요하다



그림 1. AWRA 미래전략보고서

하겠다(현재 지역 물관리 종합계획 추진 현황으로는 전북(11.6), 제주(13.2) 및 충남(13.4~14.10) 등의 예가 있음).

#### 4) 수질

친환경·친생태적 하천 및 댐 관리 요구 증대에 따라 댐-하천-보를 종합적으로 연계한 통합수리·환경관리 및 예측기술 확보에 대한 수요가 계속 증가하고 있다. 이를 위해 1)오염총량제 등 물 관리 정책 강화에 대응할 수 있는 평가 및 대응 기술 확보, 2)지역사회와 공동으로 장·단기 수질관리대책 수립 시행 필요성 인식 확대, 3)댐 및 보 관리자로서의 역할을 수행하기 위해 필요한 수질조사 확대 방안 마련 및 관련 부처와의 이해관계 재정립 등과 같은 세부적인 대응기술과 부처 간의 이해관계 정립이 우선적으로 시행되어야 하겠다.

#### 5) 지하수

최근 ICT의 양방향 통신기술을 이용한 지능화된 지하수 관리의 요구가 증가하고 있다. 물 정보 수집·검증·저장·제공으로 양방향 정보 공유(생산기관-공급자-수요자)에 대한 요구를 충족하기 위해 기본적으로 대하천 사업을 통해 주변지역의 지하수 수문환경 변화가 발생되어 이에 대한 지속적인 모니터링 추진은 물론 강변여과수, 지하댐, 인공함양 등에 대해 기존 개념을 탈피한 새로운 유역 수자원관리 개념에서 통합적 이용관리 기술을 확보에 대한 요구가 증대하고 있다. 또한 이상기름 등 기후변화에 대비한 지속가능한 수자원으로서 지하수의 중

요성이 높아짐에 따라 국내 지하수 이용 특성 등에 대한 정확한 분석이 중요한 이슈로 떠오르고 있다.

#### 6) 해안 및 수로

해안지역의 안정적인 수원 확보를 통한 국가 균형발전 도모를 위해 1)운하 본연의 기능 유지 및 개선을 위한 예산확보 및 투자방안 수립, 2)환경 및 이·치수 측면에서의 주운수로 유지관리 기술 확보, 3)골재채취 및 매립, 준설 등에 의한 해양생태계 모니터링 강화 및 변화 대응, 4)하구연 및 조력발전소 등 해양 관련 시설물의 유지관리를 위한 방안을 마련하는 작업 등에 대한 필요성이 증대되고 있는 실정이다.

#### 7) 수자원교육

지식 정보화 사회로의 전환에 따른 관-민간 관계 변화가 일고 있다. 이러한 변화에 선제적 대응을 통한 발전적 관-민간의 관계를 조성하기 위한 지식과 기술의 융복합 혁명이 새로운 비즈니스 기회요인으로 등장함에 따라 ICT 기술기반의 대응책 마련이 필요한 상황이다. 이러한 대응 체계를 기반으로 지속적인 R&D 투자를 통해 물 관련 기술은 크게 향상되었으나, 분야별 세계 최고 수준 달성을 위해서는 보다 많은 기술개발 추진 및 물 관련 교육 다원화의 필요성이 증대되고 있는 실정이다. 최근 글로벌 기업은 새로운 아이디어와 혁신 자원의 많은 부분을 기존 전통 집단뿐만 아니라 내·외부의 다양한 집단을 연계 활용하는 전략 추진 중에 있으므로 통합적인 차원에서의 집단지성을 연계하는 노력이 요구되고 있다.

## 2.2. AWRA 미래 전략보고서 주요내용

내용	주요 내용
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ The challenge of adaptation under deep uncertainty: an organizing principle for future water resources research (Debra Knopman 외 3인)</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 미래 물 문제 해결의 정보제공자로서 연구기관의 역할 중요</li> <li>• 불확실성 해석을 통해 의사결정자와 이해당사자들에게 올바른 정보 제공 필요</li> <li>• 연구성과를 최대한 활용한 수자원 의사결정지원 체계구축                     <ul style="list-style-type: none"> <li>* 예) 미개척국(USBR)-콜로라도 유역위원회 협력 사례</li> </ul> </li> <li>• 기후변화 적응형 연구 시스템 도입 및 연구결과 실용화 체계 강조</li> </ul>
수자원관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Water quality in the anthropogeny: solving the problem of emerging, re-emerging, and recalcitrant contaminants (Joan B. Rose)</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 기후변화, 인구증가, 도시화, 축산업 및 농업 생산량 확대 정책 추진 등으로 인한 지속적 수질저하 및 물 안보 위협 지속 발생</li> <li>• 신규 난분해성 오염물질 발생 및 기후변화로 인한 오염물질 수계유입 증가</li> <li>• 오염물질, 유해 박테리아 및 독성조류 등에 대한 모니터링 강화 및 유전적 분석기법 등 신기술 도입 필요</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Water in 2050: the murky crystal ball (Jeffrey Kightlinger)</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 물관리 솔루션은 다양한 기술 및 경험의 유기적 집합체</li> <li>• 캘리포니아주에서는 안정적 물 공급을 위한 새로운 공급방법과 물수요 저감을 위한 다양한 수자원 정책제안</li> <li>• 1931년(대공황기) 사우스랜드 주민들은 지역 예산의 10% 이상을 물 공급 건설비용에 활용할 수 있도록 동의함</li> </ul>
수자원정책	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ The future of water law : What happens when climate changes the rules? (Brenda Ortigoza Bateman)</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 미시시피강 서부지역에 대한 사례 소개</li> <li>• 기존 물관리법은 사전점유권(기득수리권)에 기초하고 있음</li> <li>• 수리권 이전은 물 사용자들이 타 지역 혹은 다른 목적으로 수자원을 사용할 수 있도록 유연성을 제공하고 있음(예: 보존 수자원 배분프로그램 등)</li> <li>• 행정규제 및 관련 법령을 채택하여 수자원 이용 시기에 대한 다양한 가이드라인 제시</li> <li>• 기후변화로 인한 관개시기 변화와 기후변화 적응을 위한 행정규제 및 법령 재점검 필요성이 가속화될 전망</li> <li>• 기존 물 관리법은 수문학적 현상에 따라 정의되었기 때문에 기후변화 영향을 고려한 법령 개정이 요구됨</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Energy-water perplexus (Ben Grumbles)</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 물-에너지 넥서스 개념과 상호연계 및 정책충돌 사례 제시</li> <li>• 美 환경보호국과 에너지국 상호협력과 역할, 그리고 물-에너지 통합관리 효과에 대한 의견 제시</li> <li>• 관련 프로그램 및 연구에 대한 실질적 권한 부여 및 자금지원 필요성 강조* [프로그램] EPA의 Watersense 및 Energy Star 등 [프로젝트] 물 순환 분석 및 파일럿 프로젝트 등</li> <li>• 특별위원회, 의원총회 및 정보센터 설립 필요성 제시</li> </ul>

	<p>■ Water pricing and demand management (G. Tracy Mehan III)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 물 가격-수요에 대한 美 수자원관리 견해 제시</li> <li>• 美 인프라 투자 격차에 따른 낮은 물값과 상하수도 요금 문제             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 인프라 관련 도전과제 제시: 수요측면에서의 관리방법</li> </ul> </li> <li>• 물 절약 효율과 수요 설계법 설명 및 물 요금 책정에 따른 장단기 영향과 정책과의 관계 비교</li> </ul> <p>■ What does economics have to do with water? (Ari M. Michelsen)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 수자원경제학에 대한 개념 설명 및 제시             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 물 공급과 수요, 휴양, 수질, 서식처 및 생태계 등과 같은 非 시장 서비스, 홍수와 가뭄 위험, 규제 및 관리에 필요</li> <li>- 효율성 및 정책분석 가치에 대한 과학적 정보 제공 가능</li> <li>- 효율적·효과적·균등적 수자원 관리를 위한 중요 도구</li> </ul> </li> <li>• 미래 물 부족에 따른 경쟁 심화 우려에 따라 최근 수자원경제학과 물관리를 연계하기 위한 관심 고조</li> <li>• 물의 가치에 대한 이해 증진을 위해 새로운 경제적 수자원분석 및 모델의 중요성이 부각되고 있음</li> </ul>
수재해	<p>■ Can we keep the public safe from floods? (Don T. Riley)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 기후변화에 따른 미래 홍수위험도 저감 방안 제시             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 중앙 및 지방정부의 관련 정책 개발이 매우 중요</li> <li>- 수재해에 대한 개인별 인식 전환도 함께 추진되는 것이 필요</li> <li>- 중앙정부와 지방정부간 긴밀한 협조와 함께 역할분담 및 개인별 홍수 피해절감 노력 공동 추진</li> </ul> </li> </ul> <p>■ The ostrich syndrome: What we don't know likely will hurt us (Gerald E. Galloway)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 기초조사에 대한 재정부족 및 미래 위험에 대한 이해 부족이 수자원의 미래에 대한 불확실성을 증가시키는 원인</li> <li>• FEMA의 홍수보험요율지도(FIRMs)는 단지 정적인 데이터를 제공하고 있으며, 재정지원이 매우 저조함을 지적</li> <li>• 범 국가차원의 모니터링 필요성과 함께 기초조사 및 수자원 자료·정보에 대한 장기적 투자 필요성 강조</li> </ul> <p>■ Changing the paradigm for drought management: Can we break the hydro-illogical cycle? (Donald A. Wilhite)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 가뭄은 정상적 기후에서 발생하는 자연현상으로 이해할 필요가 있음</li> <li>• 전반적인 미국의 가뭄관리에 대한 비효율성을 지적</li> <li>• 부실한 관련 계획 수립 및 자원관리 미숙으로 인해 가뭄 취약성 증가</li> <li>• 정부차원의 가뭄대처 및 관리를 위한 대안 수립 필요</li> <li>• 국가차원의 가뭄피해 최소화를 위한 효과적 가뭄 관리정책 수립 필요</li> </ul>
수질	<p>■ The future is here: The nation can no longer avoid its water challenges (Denise D. Fort)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 물 관련 정책 중요성, 물 관련 정책 실패 사례 소개 및 지속가능한 물관리 필요성 제시</li> <li>• 수질관련 분쟁 해결에 있어 주(State) 차원의 해결이 중앙정부(Federal) 차원의 해결보다 실행력이 큼</li> <li>• 개별적인 하부 정책을 연계해줄 수 있는 보다 강력한 정부차원의 수질관리 정책 필요</li> </ul> <p>■ Potential factors affecting agricultural water resources management (Jonathon E. Jones)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2050년까지 미국의 물 수요는 지속적으로 증가할 것으로 예상</li> <li>• 농업용수가 수질에 미치는 영향이 큼(침출, 토양침식 등)</li> <li>• 농업용수의 효율성 증대 위한 BMP 기술 적용, 도입 시 수량의 20 내지 35 % 저감</li> <li>• 수질관리를 위해서는 TMDLs 도입 및 기관-환경단체-농민의 협의체 구성 운영</li> </ul>



지하수	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Groundwater management: quo vadis? (Michael E. Campana)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 통합수자원관리 차원에서의 지하수 관리 필요성 제시* GRACE 프로젝트 소개</li> <li>• 미래 지하수에 대한 관리 기술 및 방향 소개             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 지하수 매장량 파악은 물론 사용량도 파악 가능할 것으로 전망</li> <li>- IT기술 발전으로 대용량 데이터가 처리 가능해져 지하수 모델링 분야에 일대 혁신이 이루어질 것으로 예측</li> <li>* 기존 점(point)에 대한 지하수 모델링이 수행되어 왔으나, IT기술 발전으로 수 유역차원의 지하수 모델링 해석가능</li> </ul> </li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Advanced groundwater exploration and sustainable development: a proven and powerful tool available to help meet future water supply needs (Cameron E. O'Mara 외 1인)</li> <li>• 현재 가뭄관리 정책은 전환이 필요한 시점에 다다름</li> <li>• 지하수 조사 및 분석 기술이 비약적으로 발전하고 있음             <ul style="list-style-type: none"> <li>* 과거 고 비용, 고 환경영향 기존 시설 대체 자원으로서 활용 가능해짐</li> </ul> </li> <li>• 개도국 및 선진국의 물이용 정책은 국민의 건강과 경제성을 제고하는 방향으로 추진하고 있기 때문에 지하수 자원의 보존 및 적정개발은 좋은 해결책임</li> </ul>
해안 및 수로	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ The long slog: What lies ahead for the financing of our nation's inland waterways infrastructure (Brendan P. McGinnis)</li> <li>• 내륙수로 인프라의 지속적인 이용을 위한 新 재정 확보 모델의 적극적인 개발 필요             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 자금조달의 새로운 접근법, 운영관리 시스템 혁신 및 친환경적 항해시스템 개발 필요</li> </ul> </li> <li>• 국가는 단순 자금 제공처가 아니라는 인식 확대를 통해 新 자금조달 방법론에 대한 조기 정착이 필요</li> <li>• 과거 · 현재 분석과 미래예측을 통해 내륙수로 인프라 위한 전략적 재정확보 방안 수립할 필요</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Where the land and water meet: Coastal resources over 50 years (Eric J. Fitch)</li> <li>• 해안지역은 인구집중 및 급속한 도시화(대양 · 대기의 열수지 교란, 기후변화 및 산성화 가속의 주요원인)로 해수면 상승, 염수침입, 토양손실, 연안생태계 변화 및 재해의 빈도와 강도가 급속히 증가하고 있음</li> <li>• 해안지역 개발정책, 관리방안, 담수부족 해결책 및 해수면상승 등으로 인하여 이주민 발생과 이에 따른 갈등 등의 문제점과 이민정책에 대한 관심이 필요</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Water resources education in the next 50 years (N. Earl Spangenberg)</li> <li>• AWRA의 수자원교육 관련 활동 및 역할 소개</li> <li>• 교육활동을 primary 및 secondary 교육, post-secondary 교육, 2차 자격시험 후 교육 등 3단계 영역으로 구분             <ul style="list-style-type: none"> <li>- primary 및 secondary 교육은 공공정보, 심화교육 및 비전통적인 교육 등을 포함</li> <li>- post-secondary 교육 및 2차 자격시험 후 교육은 경험적인 학습이나 업무교육 등 비정규교육 등을 의미</li> </ul> </li> <li>• 미래의 수자원 교과과정은 내용적인 측면에서 큰 변화는 없을 것이지만, 기후변화 문제, 정보통신기술의 발전, 개개인의 전문지식 개발 노력 등에 크게 영향을 받을 것으로 전망</li> </ul>
수자원교육	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Water resources education in the next 50 years (N. Earl Spangenberg)</li> <li>• AWRA의 수자원교육 관련 활동 및 역할 소개</li> <li>• 교육활동을 primary 및 secondary 교육, post-secondary 교육, 2차 자격시험 후 교육 등 3단계 영역으로 구분             <ul style="list-style-type: none"> <li>- primary 및 secondary 교육은 공공정보, 심화교육 및 비전통적인 교육 등을 포함</li> <li>- post-secondary 교육 및 2차 자격시험 후 교육은 경험적인 학습이나 업무교육 등 비정규교육 등을 의미</li> </ul> </li> <li>• 미래의 수자원 교과과정은 내용적인 측면에서 큰 변화는 없을 것이지만, 기후변화 문제, 정보통신기술의 발전, 개개인의 전문지식 개발 노력 등에 크게 영향을 받을 것으로 전망</li> </ul>



### 2.3. 미래 수자원관리 대응방향

지구온난화와 같이 범지구적인 지구환경의 변화는 어떠한 방식으로든 한반도 수문 환경 변화에 영향을 미치는 것으로 예상되고 있음은 명확한 현실이다. 그리고 기후변화에 따른 수자원 변화에 현실적으로 대응하기 위한 대책 마련은 21세기 물 부족 국가로 분류된 우리나라의 현실에선 반드시 풀어야 할 당면과제이다. 이를 위해서는 기후변화에 따른 수자원관리 대응방안 수립의 총체적인 고민이 이루어져야 한다. AWRA 미래 전략보고서에서 제시되고 있는 대응방향을 우리나라 실정과 연계하여 정리하였다.

#### 1) 정부정책 전반

- (신 재정모델) 미국의 경우 국가 차원의 수자원 분야 조사·연구기능 활성화 법안이 의회를 통과하였으나(’09, 미 하원의회) 실상 현재까지 법안을 발의하지 못하고 있는 실정이다. 따라서 우리나라의 특성에 적합한 자금조달 방법론의 정착을 위한 노력 및 新 재정 확보 모델의 구축이 필요하다.
- (법령 개정) 기존의 물 관련 법은 수문학적 현상에 따라 정의되어 있기 때문에 기후변화 영향을 고려한 새로운 행정규제 및 관련 법령의 개정 및 보완을 해야 할 것이다.
- \* 미국 미시시피 강 서부지역의 경우 기후변화로 인한 관개시기 변화 등으로 인해 수자원 이용시기에 대한 가이드라인을 제시하여 관련 법령을 개정하였다.

#### 2) 수자원 경제

- (신 재정모델) 물가치 이해 증진 위한 新 경제적 수자원분석 및 모델에 대한 중요성이 부각되고 있으며, 수자원경제학-물관리 연계에 대한 관심이 증가되고 있음

\* 수자원경제학 : 효율성 및 정책분석 가치에 대한 정보제공 및 효율적·효과적·균등적 수자원 관리를 위한 중요한 도구로 활용 가능함

#### 3) 수자원 관리

- (수자원 영향 평가시스템 구축) 기후변화에 따른 수자원 변동성을 정확히 과학적으로 평가할 수 있는 수자원 영향 평가시스템 구축이 필요하다.
- (수자원 위기관리 계획 수립) 미래 기후변화에 따른 홍수와 가뭄피해를 저감할 수 있는 위기관리 계획의 재정립 및 구조적·비구조적 대책 수립에 대한 필요성이 급증하고 있으므로 이에 대한 위기관리 계획 수립이 필요하다.
- (통합접근) 홍수와 가뭄 대응을 위한 새로운 접근법이 필요하며, 이를 위해서는 중앙정부-지자체-전문기관 간의 협업과 통합수자원관리(IWRM) 기법의 고도화 및 실제적으로 활용 가능한 구체화 및 실증화가 필요하다.

#### 4) 수재해

- (인식 전환) 미래 홍수위험도 저감 방안으로 국가와 지자체간의 긴밀한 협조 및 역할분담이 중요하다. 무엇보다 중요한 것은 국민 개인별 재해에 대한 인식전환(개인별 홍수피해 절감노력)이 가장 중요하므로 대국민 재난대응 교육에 주력할 필요가 있다.
- (장기 투자) 범국가적 차원의 모니터링 체계 구축을 위해 기초조사·자료·정보 등에 대한 장기적인 투자 전략 마련
- \* FEMA의 홍수보험요율지도(FIRMS)는 단지 정적인 데이터 서비스에 불과하며, 재정지원이 매우 저조하다고 지적함(2014.1 AWRA)
- (분쟁 해결) 수재해(홍수 및 가뭄) 분쟁 해결에 있어 지자체가 국가적인 차원에서의 접근 및 실행능력이 앞서며, 각 하부 정책을 연결해줄 수 있는 강력한 국가차원의 수재해 관련 정책이 필요하다.

### 3. 시사점

2015년 시한인 MDG(세계은행 보고서에 따르면 개도국의 경우 2011년 동 목표를 약 80% 달성) 목표 달성을 위해 유엔, 세계은행 등은 물 분야를 중심으로 개발협력을 더욱 증진할 전망이다. 특히 아프리카와 아시아 국가 중심으로 안전한 급수시설을 위한 개발협력의 필요성이 더욱 증대되고 있다.

또한 세계적으로 진행되는 지하수면의 하강과 수자원 고갈 문제로 '피코오일(석유생산량이 기하급수

적으로 확대된 후 특정시점을 정점으로 급격히 줄어드는 현상)' 개념과 유사한 '피크워터' 개념이 등장하고 있다. 이는 곧 수자원의 효율적 이용 및 향후 수자원관리의 미숙으로 인한 우려에 따른 국제적인 즉각적 대응 방안이라 할 수 있다. 이처럼 국제적으로 수자원관리의 중요성이 부각되는 상황에서 AWRA 미래 전략보고서를 중심으로 수자원관리의 중요성을 고찰하고 수자원관리, 수자원정책, 수재해, 수질, 지하수, 해안 및 수로 및 수자원의 교육 부분에서의 시사점을 조명해보면 다음과 같다.

표 1. AWRA 미래전략보고서 분야별 수자원관리 시사점

내 용	주요 내용
수자원관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 새로운 물관리 기술 확보를 위한 지속적 R&amp;D 투자 확대</li> <li>• 기후변화 적응형 물관리체계 개선 및 용수공급 취약성 저감 연구 확대 및 새로운 사결정지원시스템 구축 추진</li> <li>• 기후변화 및 사회변화에 선제적으로 대응할 수 있는 물 공급체계 개발 및 이를 활용한 새로운 성장동력 창출</li> <li>• 기후변화로 인한 가뭄·홍수 등 재해증가에 따라 이에 대응할 수 있는 수자원관리 및 확보를 위한 기반기술 확보</li> </ul>
수자원정책	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기후변화에 따른 하천수 사용 형태 변화로 인한 수리권 관련법령에 대한 정비 추진</li> <li>• 물과 에너지 자원의 부족을 해결하기 위해서는 상호영향을 고려한 통합적인 물-에너지 연계 방안 수립 및 해결책 개발 필요</li> </ul>
수재해	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기후변화에 따라 홍수관리 패러다임 변화에 부응할 수 있는 현장밀착형 정책개발 및 기관별 역할 재정립</li> <li>• 기후변화로 인해 다양화되고 있는 물관련 사회문제를 해결하기 위한 모니터링 및 조사강화와 지속적 해결책 제시</li> <li>• 가뭄관리 정책은 사전관리를 위한 명확한 원칙 수립과 가뭄발생시 국가적 리스크 관리를 위한 매뉴얼 개발 필요</li> </ul>
수질	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 신규 오염물질에 대한 항목 추가선정과 모니터링 강화를 통한 환경부위는 차별화된 모니터링 분야 업역 확대 추진</li> <li>* 미국의 경우 농업용수 수질에 대한 지속적인 개선 및 관리 추진</li> </ul>
지하수	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 빅데이터 기반 지하수-지표수 연계 통합관리체계 및 자료기반 지하수 관리체계 구축</li> <li>• 지하수 관리에 대한 미래기술 확보를 통해 지표수 위주의 물공급 시스템을 지하수를 포함한 시스템으로 전환해 물 공급 시스템 패러다임 변화에 능동적 대처</li> <li>• 지표수 및 지하수 연계에 따른 새로운 물 공급 가치 창출 및 이를 통해 안정적이고 지속적인 수자원 연계시스템 구축으로 지하수 사업 확충 기반 마련</li> </ul>
해안및수로	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 내륙주운 사업의 안정적 운영 방안 수립 및 첨단 ICT 기술을 활용한 효율적 시설물 유지관리 체계 수립</li> <li>• 기후변화에 따라 해안 및 하구 지역의 수자원환경 모니터링 체계 및 수재해 방지를 위한 시설물관리 대책 수립</li> </ul>





수자원교육	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기후변화에 따라 수자원 환경이 급변하고 있어 이에 효과적·효율적 대응을 위한 다원화·다양화된 교육 추진 방안 수립 필요</li> <li>• 지식과 기술의 융복합 및 네트워크가 새로운 기회요인으로 등장함에 따라 이에 대응할 수 있는 맞춤형 교육 강화</li> <li>• 집단지성이 효과적으로 작동하고 글로벌 네트워크 연계가 가능한 물관련 교육 기반 조성</li> </ul>
-------	--

#### 4. 결론

이제는 수자원을 관리한다는 것이 공급시설을 건설하고 처리시설을 확대하는 등의 단순한 공학적인 문제가 아니다. 물은 환경과 생태에 대한 적극적인 고려와 경제적인 효율성에 대한 세심한 검토, 그리고 사회적인 약자에 대한 배려와 효과적인 관리를 위한 수자원관리 제도 확립 등 통합적인 접근과 광범위한 학제간의 복잡한 문제로 등장하였다. 즉 미래의 수자원관리는 AWRA 미래전략보고서에서 제시하듯 더욱 새롭고 더욱 전방위적인 지식과 접근을 요구받고 있다.

우리나라의 수자원관리 전략을 살펴보면 국토해양부는 기후변화에 대응하기 위한 전략적 목표로 수자원이 미치는 기후변화 영향과 취약성 평가, 수자원 관리 기본법 법령·제도 및 조직의 개선, 극한 홍

수에 강한 국토기반 구축, 가뭄에도 제한급수 없는 사회 실현 등을 제시하고 있으며, 환경부는 홍수에 강한 국토기반을 조성, 물이용 효율화를 통한 수요 관리, 안정적 수자원 확보, 대체수원 기술개발과 시설 확충 등의 물관리 대책을 내 놓았다. 이처럼 우리나라에서도 미래 수자원 관리에 대해 많은 고민을 하고 있고 실제 체계 구축을 위해 노력하고 있다. 우리나라의 수자원 관련 기술이나 관리 영역이 다른 선진국에 비해 그렇게 크게 뒤떨어진다고 볼 수는 없다. 다만 수자원 계획의 통합과 연계가 필요하고 협의체 구성 등 제도적 보완이 이뤄져야 할 것이다. 결론적으로 우리나라도 이제 기후변화에 대한 물 중심 적응 및 대응 방향으로 수자원 계획이 수립되어야 하며 물 안보, 물 안전, 물 산업 등 물 자원 경쟁력을 제고하기 위한 “물 중심 기후변화 대응 국가 대책수립”의 노력이 뒤따라야 하겠다. 