

# 전 지구적 변화(Global Change) 태응을 위한 물 안보 확보

## The Need for Coalition with Water Security to adapt to global change



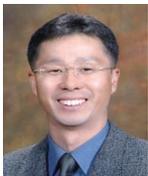
홍 일 표 ▶▶▶

글로벌 녹색성장 연구소 Senior Fellow  
ilpyo.hong@gmail.com



박 지 선 ▶▶▶

고려대학교 국제대학원 박사과정  
(사)녹색미래 국제협력위원장  
mailidap@naver.com



박 두 호 ▶▶▶

한국수자원공사 K-water연구원 책임연구원  
dhpark@kwater.or.kr



정 은 성 ▶▶▶

서울과학기술대학교 건설공학부 교수  
eschung@seoultech.ac.kr

2010-2012년 3년간 IHP 사업의 일환으로 수행된 본 연구에서는 물안보와 관련된 개념 정립과 사례, 지표설정 및 물이용 및 홍수 부문 등 중요한 물 관리 분야에 대한 정성적 그리고 정량적인 평가를

통하여 우리나라의 물안보에 대한 실질적인 분야별 평가를 하였다. 본 기고에서는 물안보의 개념과 사례 및 Water-Food-Energy Nexus에 대해서 우선 정리하였으며, 지면이 한정된 관계로 우리나라의 사례 및 평가 부분은 추후 발표하여 소개하고자 한다.

### 1. 서론

지구상 70억 인구 중에서 정도의 차이는 있을 수 있으나, 약 10-20억명이 물 부족을 겪고 있으며, 안보(security)라는 것이 분쟁이나 폭력으로부터 보호를 받을 수 있는 것으로 정의를 한다면, 지구상에서 최소한 10억명의 인구가 물안보의 위기에 처해 있다고 할 수 있다. 또 140만명의 5세 이하 어린아이들이 물이 부족하고, 깨끗한 물이 없어서 질병으로 죽어가고 있다. 전세계 담수 수요의 70%가 농업용수로 사용되고 있는 현실에서 앞으로 2050년도까지 인구 증가로 인한 세계 식량의 수요가 70-90% 증가할 것이라는 전망이 있으며, 2030년까지 아시아 지역은 산업과 도시화를 감안할 때 65%의 물 수요의 증가가 예측되고 있는데, 현재 아시아 지역은 전체 용수의 약 80%를 농업용수로 사용하고 있으므로, 추가의 수자원 확보가 가능한지는 별도의 이슈이다. 지금도 30

억의 인구는 물을 집 밖에서 길어와야 하며, 40억가까운 인구는 안정적으로 물을 공급받을 수 없으며, 45억의 인구는 상하수도 시스템의 혜택에서 소외되어 있고, 세계인구의 80%에 해당하는 55억의 인구가 수처리시스템이 없는 곳에서 생활하고 있다.

최근 세계 경제의 중심이 되는 미국 뉴욕은 허리케인 샌디로 인하여 125명이 죽거나 실종되었고, 620억 달러의 재산 손실을 가져왔다. 또, 지난해 미국 정부의 극심한 가뭄은 세계적인 곡물가격 상승을 불러왔다. 태국의 홍수와 필리핀의 태풍 등도 예기치 못한 극심한 피해를 가져왔고, 특히 2011년 일본 동북부에서 발생한 지진해일로 인한 쓰나미는 방재선진국의 일본에서 초차 일순간에 3만여명의 인명피해를 가져온 대재해였다. Horn of Africa 지역의 가뭄은 수많은 주민들을 대대로 살아온 고향을 등지고 타지로 이주케 하는 기후난민의 처지로 만들었다. 전세계의 자연재해의 약 95%가 이와 같은 홍수, 쓰나미, 가뭄 등 물로 인한 재해라는 사실을 떠올릴 때 물이 우리 인간의 삶에 미치는 영향은 양면의 칼날을 가지고 있으며, 또한 인류 자체도 역사상에서 물을 얻고 다스리기 위해서 수많은 노력을 기울여 왔고, 현재도 지구상 가장 큰 이슈 중의 하나가 물을 확보하고 이용하는 부분이라 할 수 있다.

Water Security, 사실 물안보 이전에 다양한 분야에서의 security란 용어를 써 왔으며, 우리 언어에서 느끼는 안보와는 약간의ニュ앙스 차이는 있을 수 있으나, 실질적으로 국민의, 국가의 또는 인류의 안위를 대변할 수 있는 전통적인 안보의 개념에서 접근해도 크게 무리는 없다고 할 수 있다.

다양한 연구 결과에 의하면 향후 30-40년 후에는 절반이상의 인구가 물공급의 혜택에서 자유로울 수 없을 것이라 하고 있으며, 이는 전체 물수요량의 80-90%를 농업용수로 사용하고 있는 개발도상국들의 농업경제에 많은 영향을 미칠 것으로 보며, 50% 이상의 세계인구가 도시지역에 거주하게 될 것으로 예측되는 현실에서, 향후 지속적인 인구의 증가와 도시화는식량과 에너지의 확보가 필요하며, 이는 무엇보다

다도 물문제 해결에 시급성을 시사하고 있다.

사실상 물은 식량과 에너지를 생산하는데 없어서는 안되는 필수적인 요소이며, 최근 이 세가지 요소의 상호보완적인 관계를 “Water- Food- Energy Nexus”라 정의하여 그 관계를 정립하고 있으며, 이와 같은 Nexus의 대안이 녹색경제의 해결책으로 제시되고 있다.

## 2. 물안보의 개념

오늘날 전 세계 10억이상의 인구가 물부족을 겪고 있으며 이러한 수치는 기후변화, 인구증가, 1인당 물수요량 증가 등으로 인해 2025년까지 30억으로 증가할 것으로 예측되고 있다. 지난 10년간 전 세계 20억 명이 자연재해로 고통을 받았으며 이 중 86% 달하는 17억 명이 홍수와 가뭄으로 인해 생명을 위협받거나 경제적 피해를 겪어야 했다.

기후변화 등을 비롯한 전 지구적 변화로 인한 물부족 현상의 심화, 빈번한 물관련 재해 발생과 그로 인한 피해 증가, 수질 오염 및 수생태 파괴 등 물관련 문제의 심각성이 날로 증가함에 따라 그로 인한 위기 상황이 빈번하게 발생하고 이는 곧 국가적 차원에서는 국민의 안전을, 전 세계적으로는 인류의 삶을 위협할 수 있게 된 것이다. 이에 따라 물에 대한 ‘안보’ 확립의 중요성이 대두되게 되었다.

지금 우리가 인식하는 ‘물 안보’ 개념은 2000년 3월 네덜란드 헤이그에서 열린 제2차 세계물포럼(World Water Forum)에서 처음 등장하였으며, 그 이후 그 개념과 중요성, 확보 방안모색 등에 대해 공론화되어 왔다(2009, 한국정책평가연구원). 이 후 ‘물 안보’에 대한 개념 및 정의 확립을 위한 논의와 연구는 계속되고 있다.

‘인간생활과 직결된 용수의 안전 및 안정적 공급을 보장하기 위한 일련의 모든 사항(물과 미래, 2007)’이라고도 정의하였으며, 보건, 인간생활, 생태계와 인간 및 자연 생산활동에 적절한 수질과 수량 사용

가능성 '이라고도 정의하였다(Water Policy, 2007). 즉, 물안보란 인간, 환경, 경제에 영향을 미치지 않는 수준의 물관련 확보가 수반되어야 하며, 가정생활이 외의 물 수요자에게 영향을 미치지 않는 범위 내에서 모든 가정에서의 일상생활을 위해 필요로 하는 수준의 양호한 수질과 풍부한 수량의 물을 확보하는 것으로 정의하기도 하였다(Calow et al, 2002). 이를 종합하면 양호한 수질과 풍부한 수량 확보는 인간의 일상생활뿐만 아니라, 자연, 환경, 생태계의 물 수요에 영향을 끼치지 않는 광범위한 개념이 포함되어 있다.

2008년 제1차 아프리카물주간(Africa Water Week)에서는 아프리카의 사회 경제적 개발을 위한 물 안보 향상 전략을 수립하였는데, 여기서의 물 안보는 “모든 종류의 물관련 서비스(먹는 물, 공중위생 및 보건, 식량생산, 에너지, 산업, 생태계 보호)에 충분하고 지속가능한 수량과 양질의 물을 공급하고 물 관련 재해로부터 사회와 환경을 보호하는 능력”으로 정의하였다(Spring Brauch, 2009).

또한, 물 안보란 모든 국민의 건강한 삶과 생태계 보전을 위한 좋은 물의 지속적이고 충분한 공급 및 기후변화로 인한 영향으로부터 사회와 환경의 보호를 위한 물의 접근성을 확보하는 것을 개념지어 사용하고 있기도 하다.

기후변화, 사막화, 인구 증가, 생물다양성, 물 분배의 형평성과 수요관리, 재해 등 물 안보와 지속가능성의 문제는 전세계적으로 물공급의 부족을 야기시킨다. 댐, 빗물확보, 담수화 플랜트 및 지하수 저장 등의 물 확보방안 및 기술이 인구증가의 속도에 맞추어 수요량을 충족시켜 줄 수 있을지는 의문이다. 물 분쟁이 발생할 만한 징후를 드러내는 곳이 점차 증가하고 있으며 수요 관리 역시 점차 민감한 상황이다(Tindall, 2008). 미국의 경우, 건조한 서부 지역과 최근 가뭄으로 크게 타격을 받은 미 동부 지역은 지속적으로 공유하천의 물 분배를 놓고 첨예하게 논쟁하고 있다(Dellapenna, 2005).

이와같이 전 세계적으로 통용되는 '물 안보(Water Security)'에 대한 획일적인 정의는 없으나, 용어가



그림 1. 물 안보 개념 정의

사용되는 문맥상 공통적으로 도출할 수 있는 개념은 '안정성이 확보된 물에 대한 지속가능한 확보'라 할 수 있다. 식수 및 농업, 공업용수 등 물 사용자의 요건에 적절한, 양호한 수질로 요구수량에 부합할 수 있는 풍부한 수량을 공급할 수 있는 능력을 확보하는 것이 물 안보 확보라 할 수 있다.

이미 앞서 비전통적 관점에서의 안보 현안 접근의 중요성을 논의했듯이 물안보 개념을 확립하고 정의를 도출하는 것은 특정 국가들의 상황을 고려하여 결정 지을 수 없는 문제이다. 물관련 문제의 해결은 표면적으로는 특정 국가가 직면한 특정 상황에 대한 해결 방안을 모색하는 것이 시급한 것으로 해석될 수 있지만, 이는 매우 한시적이고 제한적인 견해라 할 수 있다. 수자원이 궁극적으로 단순히 몇몇 특정 국가에 귀속되어 있는 자원이 아니라는 것을 인식하고 있다면 개별 국가의 국경을 넘어선 공동의 목표 설정이 필요하다고 판단되는 것이다.

그러나 개별 국가가 처해있는 환경관리, 인구, 경제, 산업, 자금조달, 위기대처 역량 등 역시 무시되어서는 안 되는 중요 요소이다. 따라서 범 지구적 차원의 객관적이고 일반적인 물 안보의 해석이 선행된 후에 개별 국가의 특정한 상황을 고려한, 보다 구체적이고 주관적인 물 안보 확보 방안 마련에 대한 논의가 필요한 것이다.

물안보란 전체적인 물 관리, 수자원 보호 및 이용 사이의 균형에 대한 복합적인 개념으로, 세계 물 포

럼(World Water Forum, WWF) 등 물 관련 국제회의에서 활발하게 논의되고 있다. 안보는 전통적인 국가안보(national security)에서 인간안보(human security)로 확장되고 있으며, 물은 인간안보를 구성하는 중요한 요소라는 점 때문에 물을 안보의 관점에서 보고자 하는 흐름이 만들어졌다. 또한, 중동에서의 수자원 확보를 둘러싼 군사적 갈등에서 보듯이 물은 전통적인 의미에서 안보의 이슈이기도 하다. 무엇보다도 기후변화로 물 관리의 어려움이 더욱 어려워지는 상황에서, 인간과 환경에게 필요한 물을 확보(secure)하는 것, 즉 물안보를 확보하는 것이 더욱 중요해지고 있다.

안보라는 추상적인 개념 때문에 물안보의 의미에 대한 다양한 해석이 존재한다. USACE 수자원연구소의 Priscoli(2010)는 물안보라는 개념을 ‘Big “S”’, 즉 ‘Security’ 관점에서 물 안보란, 물이 무력충돌, 전쟁, 대규모 폭력의 원인으로 작용하는 것을 가리킨다. 물은 전쟁이나 충돌을 야기하는 독립 변수이며, 사회적인 폭력을 발생시키는 전쟁의 도구이다. 이러한 의미에서 물 안보가 흔들린다면 생태계에 큰 충격이나 사회적인 불안이 발생한다. 한편, ‘Small “s”’, 즉 ‘security’ 관점에서 물 안보란, 물이 다른 사회적인 목적을 의미하는 경우를 가리킨다. 이 경우 안보란 사전적인 의미의 위험, 두려움, 근심, 박탈(deprivation)등으로부터의 해방(freedom)을 지칭한다. 이는 고전적인 관점에서의 물관리가 의미가 상통하는 것으로 적재적소에 필요한 만큼의 양질의 물을 확보한다든지, 홍수를 예방하며 가뭄에 대비해 수자원을 확보하는 부(富)를 창조하고 궁핍에서 벗어나는 것을 가리킨다(Priscoli, 2010).

물안보 개념에 대해 더 구체적으로 살펴보면 다음과 같다. USEPA는 9·11테러 이후 국토안보의 관점에서 물안보를 확보하는 노력을 기울이고 있다. USEPA에서 수행하는 물안보 프로젝트는 테러리스트의 공격으로부터 물 공급 시스템을 보증(guarantee)하는 것을 가리킨다. 기후변화로 수자원 부족이 더 심해지면서 중동에서의 군사적인 긴장이

증폭될 것이라는 우려가 높다. 이러한 상황에서 물안보를 확보한다는 것은 곧 중동지역 국가들의 국가안보를 확보하는 것과 마찬가지로이다. 한편, 세계물파트너십(GWP)은 물 안보란 ‘인간과 환경의 영위를 위한 충분한(adequate) 수량(quantity)의 물과 적합한(acceptable) 수질(quality)의 물에 대한 접근법(access)’로 보다 일반적이고 포괄적인 의미로 정의하였다. GWP의 정의에 따르면 ‘좋은 수질의 풍부한 물을 사회·경제·문화적으로 이용할 수 있으며, 동시에 충분한 물을 중요한 생태계의 기능을 유지·증진하기 위해 사용할 수 있을 때 물 안보가 존재’한다. 이와 비슷하게 캐나다의 물 거버넌스 프로그램(PoWG)은 ‘인간과 환경을 위해 충분한 수량의 물과 적합한 수질의 물에 대한 유역 단위에서의 지속가능한 접근권’으로 물안보를 정의하였다. 또한, 2008년 제1차 아프리카 물 주간(1st African Water Week)에서는 ‘모든 종류의 물 관련 서비스(먹는 물, 공중위생 및 보건, 식량 생산, 에너지, 산업, 생태계 보호)에 충분하고 지속가능한 수량과 양질의 물을 공급하고, 수재해로부터 사회와 환경을 보호하는 능력(capacity)’로 물 안보를 정의하였다(안종호 외, 2009).

Priscoli(2010)는 물안보라는 개념을 적용한다면 우리나라의 물과 관련된 문제들을 “Big S”로 풀이하는 전문가가 없어 보인다. 적어도 우리의 물 문제를 국가의 안위문제로까지 확대해석하는 경우는 극히 드문 것이 일반적인 인식일 것이다. 결국 우리의 물 문제는 “small s”로 볼 수 있을 것이다. 그리고 우리나라는 그 동안 많은 노력을 통해 “small s”에 해당되는 물안보 문제를 상당 부분 해결해 왔다고 평가할 수 있다고 본다.

### 3. UN의 물 안보 관련 활동분야 및 현황(UN-Water 위주)

수량, 수질측면에서의 물안보와 관련된 세계 각국

및 국제사회, 물 관련 연구기관의 다양한 연구 및 정책이 수행되고 있다. 특히, 국제적 차원, 즉 개별 국가의 국경을 초월한 범국가적 차원에서의 '물안보'를 위해 UN을 중심으로 한 지구적 네트워크 및 주요 기구들이 활동하고 있다.

현재, UN 기구에서 공식적으로 통용되는 물안보에 대한 객관적 '정의(Definition)'는 없으며, 각각의 UN기구의 활동 목표 및 비전, 해결현안 등에 따라 '물안보'의 개념이 다양하게 적용되고 있으며, '물안보' 구현을 위한 구체적 활동 역시 각 기구의 특성을 반영하고 있다. 그러나 이렇듯 UN 기구 내 다각적 접근의 '물안보' 개념 적용 및 해석이 공유되고 있음에도 총체적 관점에서 파악해 볼 때 UN 기구 내 '물안보'의 바탕은 '음용이 가능한 충분한 수자원 확보 및 적절한 공급'이라는 것을 판단해 볼 수 있을 것이다.

지난 2000년 9월 뉴욕에서 새천년정상회의(Millennium Summit)가 개최되었는데 당시 191개의 UN회원국들은 새천년선언문(Millennium Declaration)에 참여하여, 오는 2015년까지 8개 항목의 새천년개발목표(MDG's ; Millenium Development Goals) 달성에 대한 국제적 차원의 공동 목표를 공표한 바 있으며, 이를 달성하기 위해 다양한 협력활동 및 프로그램을 이행해 나가고 있다. 새천년개발목표가 추구하는 궁극적 목표는 범세계적 차원에서 빈곤을 반으로 감소시키는 것이라 할 수 있지만, 보다 구체적으로 세부 목표방안을 살펴보면 새천년개발목표는 빈곤(poverty), 불평등(inequality),

기아(hunger)와 질병(illness) 극복에 있어 우선적으로 고려되고, 해결방안 모색이 시급한 분야를 '물과 위생시설(Water and Sanitation)'에 무게를 두고 있다는 것을 확인할 수 있다. 안전한 음용수에 대한 지속가능한 접근성을 향상하고 기본적 위생시설 확보를 강조하며, 이를 구현하기 위해 보다 세부적 차원에서 'Water for Life, 2005-2015' 프로그램을 이행하고 있다.

2010년 9월 개최된 '새천년개발목표 정상회의(MDG Summit)'에서 반기문 UN 사무총장은 새천년개발목표 달성에 있어 물과 위생관련 목표사항 달성이야말로 기타 다른 목표안의 성공여부를 좌우하는 중요 요소라고 강조하여 전 세계적으로 다시 한 번 물 관련 현안에 대한 심각성과 중요성에 대해 각하게 했다.

물 문제는 매우 다양한 요소들이 복합적으로 연계되는 만큼 UN 시스템 내에서도 하나의 물 관련 사안에 대해서도 이를 해결하기 위한 접근 측면은 각 기관마다 상이하다.

이러한 관점에서 UN-Water는 2002년 지속가능발전정상회의(world summit on sustainable Development)의 후속 이니셔티브로, 2003년 설립된 UN 협의체로써 UN 물 관련 기구들 및 주요 관련 국제기관 간의 정보 교류 및 현안 논의를 위한 장으로서의 역할을 담당하고 있으며, 그림 2에서 보듯이 26개의 회원기구와 파트너(그림 3)로 구성되어 협력활동을 펼치고 있다.

## Members



그림 2. UN Water 회원기관(2010) (출처: <http://www.unwater.org>)



그림 2. UN Water 회원기관(2010) (출처: <http://www.unwater.org>) (계속)

## Partners



그림 3. UN Water 파트너 기관 (2010) (출처: <http://www.unwater.org>)

UN-Water는 정보 및 관련 자료를 제공함으로써 정책 입안자의 정책 결정에 영향 미침으로써 보다 적합하고 이행 가능한 정책 마련을 지원함과 동시에 효율적인 모니터링과 지속적인 시스템 보고를 통해 물 관련 이슈에 대한 지식과 정보를 축적하고 이러한 자료들을 인터넷이나 보고서 편찬 활동 등을 통해 누구나 접하고 확인할 수 있도록 장려함으로써 주요 정보에 대해 정책 입안자와 전문가, 대중 간에 제약 없는 공유가 가능하도록 하고 있다.

UN-Water는 기후변화, 모니터링 및 지표 개발, 여성과 물, 국제공유하천, 국가적 차원의 협력방안, 위생 등 6개의 물관련 주요 현안에 대한 Task Force를 구성하여 각 세부 영역의 당면과제에 대한 보다 과학적이고 객관적인 접근이 가능하게 하고 구체적

활동사항 이행을 추구하고 있으며, 특히 UN-Water가 중점적으로 노력을 경주하는 분야는 ① 통합수자원관리 ② 음용수, 위생과 건강 ③ 물부족 ④ 수질오염 ⑤ 국제하천 ⑥ 기후변화와 재해/위기관리 ⑦ 물과 여성 ⑧ 물관련 재정 및 중요성(financing and valuation) ⑨ 역량 강화 ⑩ 아프리카(최우선 관심 지역)로 정리될 수 있다.

UN에서는 지속가능한 환경 보존 등을 위한 새천년개발목표(MDGs) 중 지속가능한 식수 공급, 위생 시설 확충 및 “Water for Life(2005-2015)” 목표 달성에 있어 ‘물 안보(Water Security)’ 개념을 논의하고 있다. 식량, 보건, 환경, 재해예방, 에너지, 공유하천, 물부족, 문화, 위생, 오염 및 농업 등을 주요 쟁점으로 선정하여 각 분야별 물 안보 확보 방안을

수립, 추진 중이다.

지난 2003년 처음으로 발행된 UN세계물개발보고서(UN World Water Development Report)는 다양한 이해당사자들을 고려한 다각적 측면에서의 물관련 현안을 논의하고 '의제21(Agenda 21)' 과 새천년개발목표(MDGs) 달성을 위한 다양한 물관련 프로그램의 실질적인 추진 및 이행촉구에 기여하는 것이다. 현재 UN-Water 내부에서 관련 기관 간 공동으로 추진되고 있는 프로그램은 다음과 같다.

- World Water Assessment Programme (WWAP)
- WHO/ UNICEF Joint Monitoring Programme on Water Supply and Sanitation(JMP)
- UN-Water Decade Programme on Capacity Development (UNW-DPC)
- UN-Water Decade Programme on Advocacy and Communication (UNW- DPAC)

#### 4. 물-에너지-식량 및 기후 안보

지난 2011년 지구촌은 인구 70억명 시대를 맞았다. 20세기 초 세계 인구가 16억 5,000만 명이었는데 100년 만에 4배가 늘어났을 정도로 세계 인구는 급속히 증가하였다. 18세기 산업혁명 이후 의료가술이 발전하고, 식량생산이 급증하면서 인구 증가가 가속화 되었고 있으나, 이에 대한 지구의 부양능력은 한계에 다다르고 있다할 수 있다. 레스터 브라운 미국 지구정책연구소장은 “세계 인구를 80억 명으로 억제하는 데 실패한다면 인류에게 지구가 1.5개 더 필요하다”고 지적하고 있다.

이와 같은 상황은 그림 4와 같이 물과 식량, 자원과 에너지 부족을 초래하고, 빈발하는 자연재해와 사막화, 해수면 상승은 주요 대륙의 곡창지대를 위협하고 있다. 2025년 경에는 18억 명이 물 부족에 시달리고, 세계 인구의 3분의 1이 기아와 굶주림으로 고통

받을 것이라는 전문가들의 경고가 줄을 잇고 있으나 물과 식량 안보의 중요성만 강조될 뿐 구체적인 대안이 제시되지는 못하고 있다. 지금까지 우리나라에서는 국가 안보라고 하면 대북 위협 등 전쟁이 날 경우 어떻게 나라를 지킬 것인가에 초점이 맞추어져 있었지만 요즘엔 점차 식량문제와 에너지 문제가 국가 안보차원에서 다루어지고 있다. 기상이변 때문에 국제적으로 식량 확보가 어려워지면 우선 곡물 확보에 비상등이 켜진다.

수자원의 고갈과 홍수와 가뭄과 같이 점점 극심해지는 기상현상들, 이로 인한 수자원 공급의 불확실성이 증가하게 되며, 농업생산성에 대한 보장도 어렵다고 할 수 있다. 2011년 7월 중순부터 10월 말까지 태국은 기록적인 홍수로 인해 국토의 1/3 이상이 수해를 겪었으며, 60억 달러에 달하는 경제적인 손실을 입었고 이로 인해 경제성장율이 4.1%에서 2.6%로 감소하게 되었다. 2011년 10월 남미에서도 연간 강수량의 83%에 달하는 1,500mm가 10일 동안 내려서 100명의 사망자와 120만 명의 이재민이 발생되었다. 2011년 3월에는 일본에서 지진해일이 발생하여 3만 명이 넘는 사망자가 발생했고, 여름에는 파키스탄에서 홍수로 인한 피해로 전체 GDP의 25%에 달하는 40억 달러의 경제적인 손실이 있었다. 특히 태국과 파키스탄의 홍수로 인한 곡창지대의 수몰은 아시아지역 쌀 생산을 감소시키는 우려를 불러 일으키면서 국제시장에서 곡물가격의 상승으로 이어지게 되었으며, 실제로 쌀의 생산량 감소로 식량 공급에 심각한 문제를 야기하고 있다. 물로 인한 재해는 이렇듯 식량 생산의 기반과 사회기반시설 등 삶의 터전을 황폐화시킴으로 급작스럽고 직접적인 안보의 안위를 위협하고 있다.

또한 전세계적으로 급속도로 확장되고 있는 도시화에 따라 세계 인구의 절반은 도시지역에 거주하고 있다. 세계적으로 일주일에 약 80만 명의 도시 인구가 늘어나고 있으며, 이와 같은 추세라면 2050년에는 전 세계인구의 약 70%가 도시 지역에 거주하게 될 것이다. 현재 인구가 1,000명만이 넘는 도시가 세

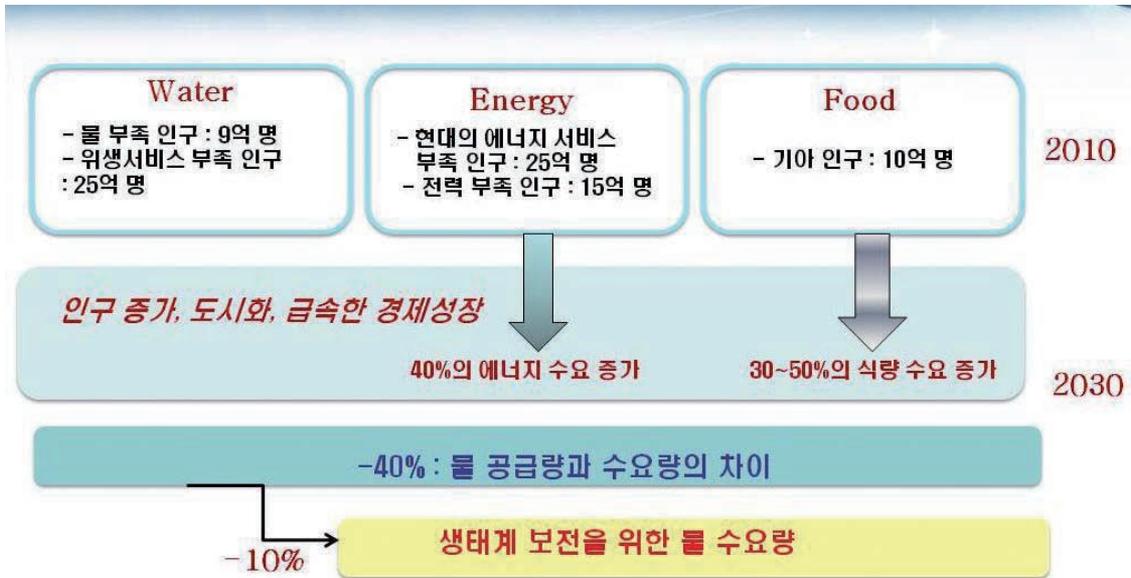


그림 4. 물, 에너지와 식량의 상호관계

계적으로 24개 이상이 있으며, 이 중 17개 도시는 개도국에 위치하고 있다. 중국의 경우 이미 인구 백만 이상의 도시가 100개가 넘었으며, 인도는 35개 정도라 할 수 있다. 2050년까지 중국은 인구의 73%, 인도는 55%가 도시에 거주하게 될 것으로 전망되고 있다. 결국 이러한 인구의 도시 집중 현상은 실질적인 생공용수와 가상수를 포함한 물을 비롯한 다양한 자원의 소비가 도시로 집중되게 되며, 교통 등의 문제를 유발하게 되고 기후변화의 주원인이 되는 이산화탄소의 발생을 증가시키게 된다(세계적으로 전체 이산화탄소의 75%는 도시지역에서 발생하고 있음). 이와 같이 급격하게 성장하는 경제와 도시화 현상은 인구의 집중과 더불어 보다 많은 식량과 에너지와 물을 필요로 하게 된다. 점차로 소득이 늘어나고 도시화가 되어 가면서 식량의 수요도 증가하거나와 식생활의 패턴도 육류가 증가하는 등 변화하는 양상을 띠게 된다. 2050년까지 육류의 수요는 지금보다 약 50%, 곡물의 수요는 42%가 증가할 것으로 추정되는데, 이는 가축을 기르는데 필요한 물과 농업용수의 관계를 나타내는 물과 식량의 함수 관계를 내포하고 있다.

우리나라는 농업 기반의 산업 구조를 벗어난 상황

에서도 농업용수의 비율이 여타 생활 및 공업용수에 비해 상당히 높다. 그래서 안정적인 수자원 확보를 위해 고려해야 할 새로운 개념으로 가상수(virtual water)라는 개념이 도입되었다. 가상수는 제품 및 서비스의 생산에 사용된 직·간접적인 물의 총량으로 이해할 수 있으며, 제품의 생산과 소비활동에 소요되는 잠재적인 물의 수요를 고려하는 것이라 볼 수 있다. 이러한 가상수 개념은 영국 런던대 Tony Allan 교수에 의해 처음 제안되었으며, 우리나라는 2007년 금액 기준으로 약 21억 달러의 농산물을 수입하여 왔으며, 수입액 대비 수출액 비중은 약 1.8%로 대표적인 농산물 수입국이다(UN Statistics, <http://unstats.un.org/unsd/databases.htm>). 따라서 우리나라가 수출입하는 많은 농산물은 사실상 그 농산물을 생산하기 위해 소비된 물을 수출입한 효과가 있는 것이다.

Chapagain & Hoekstra(2004)는 5년간(1997년-2001년) PC-TAS(Trade Analysis System, 2004) 및 FAO STAT 자료를 이용해 작물을 포함한 농축산물 및 그 가공품에 대한 가상수 산정과 물발자국을 추정할 바 있는데, 우리나라는 세계에서 다섯 번째로 가상수 형태로 물을 수입하는 국가로 나타났

다. 또한 국내 물 자급도(Water-self-sufficiency)는 38%, 물 수입 의존도(Water-Import-dependency)는 62%로 비교적 높게 평가되었다. 물 수입의존도가 높다는 것은 결국 기후변화 영향으로 인해 수자원의 취약성이 증가할 경우 물 안보를 저해할 수 있고 국내 농업 생산 활동에도 영향을 미쳐 식량안보를 위협할 수 있다는 것을 증명한다.

그렇다면 물과 에너지와의 관계는 어떠한가? 2009년 세계경제포럼은 IHS 캠브리지 에너지연구회(IHS Cambridge Energy Research Associates, IHS CERA)와의 파트너십을 통해 「고갈되는 에너지: 21세기의 물과 에너지」를 주제로 보고서를 출간한 바 있다(Water Security, 2010, p.44). 고대에는 갈증 해결, 먹거리를 씻거나 몸을 닦는 데 물을 사용했고, 처음에는 소극적인 의미에서 농업용수를 사용하다가 저수지를 만드는 등 적극적으로 물을 확보하기 위한 노력을 기울였으며, 중세부터는 물레방아나 풍차 같은 자연력을 이용하여 에너지를 생성하는 데도 물이 사용되었다. 최근 물의 수요가 다각적으로 증가하면서 에너지 생산에도 적신호가 들어왔고 전 세계적으로 8%의 물이 에너지 생산을 위해 취수된다고 하는데 몇몇 선진국들에서는 40%까지도 에너지 생산을 위해 사용된다고 한다. 에너지와 물은 근본적으로 두 가지의 연결고리로 연계되어 있는데 거의 모든 유형의 에너지 생산에 물이 사용되고 있으며, 물 공급과 폐수 처리에 있어 에너지가 필요하다는 점이다. 일반적으로 물과 에너지의 관계를 논하는 많은 부분에서 물의 낙차를 이용한 수력발전을 떠올리게 된다. 하지만 전기를 생산해 내기 위한 화력, 원자력 및 수력발전 전에 실질적으로 많은 양의 물이 소요되게 되며, 물을 운반하고 소비자에게 공급하고 사용한 물을 처리하는 과정에도 많은 양의 에너지가 소요된다.

현재 대부분의 에너지 형태는 전기라 할 수 있으며, 전기를 생산하는 과정을 3단계로 나누어 생각한다면 다음과 같다. ①발전을 위한 원료의 생산 ②발전의 원료에서 전기의 생산 ③최종 사용자에게 전기의 공급. 여기서 석탄, 원유 및 우라늄 등 발전을 위한

연료를 채굴하는 과정에 많은 양의 물의 소요되고 있으며, 각각 발전과정에 물이 소모된다. 일반적으로 석탄을 사용하는 화력발전에서 MWh(megawatt hour)당 석탄의 채굴과정에서 20-270리터, 전력 생산과정에서 1,200-2,000리터 등 모두 1,220-2,270리터의 물이 소요되고 있으며, 원자력 발전의 경우 우라늄 채굴에서 170-570 리터, 전력 생산과정에서 2,700리터 등 모두 2,870-3,270 리터의 물이 소요되고 있다.

바이오 디젤 및 바이오에탄올은 환경 친화적 수소용 대체연료로 최근 유럽, 미국, 브라질, 중국 등 각국에서 보급 활성화를 위해 노력하고 있고, 우리나라도 최근 BD20(바이오디젤:경유=20:80)에 대한 시범 보급 사업을 마치고, BD5에 대한 사용을 실시하였으나 곡물에서 추출한 동력발생요소를 연료화하는 데 있어 너무 많은 물이 필요하고 환경개선효과도 미미하여 실질적인 환경편익 및 석유수입대체편익을 얻기 어렵다는 결과가 나온 바 있다. 또한 앞서 논의한 식량 안보에 있어 대체에너지 생산에 드는 곡물의 변화가 얼마나 편익을 가져오는지 종합적으로 연구해 보아야 할 일이다.

현재 바이오에너지의 수요는 계속적으로 증가하고 있다. Intergovernmental Panel on Climate Change(IPCC)는 기후변화 감축을 위해서 바이오 에너지 사용량을 2050년까지 25-80% 증가 시켜야 한다고 제시하였다. 그러나, 이는 바이오 에너지만을 위한 농업용수의 수요량이 8배 이상 늘어난다는 것을 의미하는 것이다. 이러한 견지에서 기후변화 감축을 위한 에너지의 전환과 바이오 에너지와 물 수용량의 관계, 이 가운데서 늘어나는 인류의 물에 대한 권리 등을 포함하는 포괄적인 글로벌한 정책적인 대안이 논의되어야 할 것이다. 물, 에너지, 식량 안보 연계 시스템은 유한자원의 희소성을 파악하고 자원간의 상호 보완을 이해할 수 있는 보다 종합적인 청사진을 그려내어 지속가능발전을 추구하는 것이다.

일반적으로 농업용수를 포함해서 생공용수를 생산하여 일반 사용자에게 공급하고 다시 회귀되는 과정

에 있어서, 물을 사용자에게 공급하는 경우 수원에서 처리장으로 펌프하거나 이송하여 공급하고 있으며, 버려지는 물에 대해서는 처리 과정을 거치게 된다. 이렇게 물을 생산하고 운송, 처리하는 과정에는 에너지가 사용되고 있으며, 이렇게 물을 관리하는데 소요되는 에너지의 양은 일상적으로 소요되는 전체 에너지에서의 비중이 매우 높다 할 수 있다.

이렇듯 물과 에너지의 관계는 아직 명확한 정립이 쉽지는 않은 단계라 할 수 있으며, 이렇게 불가분의 관계에 대한 정책적인 대안에 대한 논의는 아직 많지 않은 것이 현실이며, 정책적으로 물과 에너지의 통합적인 정책적인 대안에 대한 검토가 절실하게 필요하고 있으며, 다음과 같이 앞으로의 숙제를 제시하고 있다.

1)미래 에너지 생산과 물 이용의 상호보완적인 관계 구축 2)에너지 생산에 대한 물의 정확한 사용량을 측정하고 모니터링하며, 상황에 따른 수자원의 가치를 정립하는 방안 모색 3)수자원 정책 수립에 농업을 비롯한 기타 산업을 포함하는 에너지 집약 산업에 대한 대안 제시 4) 물의 효율 및 에너지 효율을 극대화할 수 있는 기술의 개선 및 에너지 집약적인 산업과 농업 등 기타 관련 산업간 물 이용과 재 이용 등의 통합관리의 추진 등으로 정리될 수 있다.

## 5. 결론 및 제언

국제사회에서 지속가능한 개발(Sustainable Development)에 대한 새로운 목표들이 전 지구적으로 수립되면서 물에 대한 패러다임 역시 최근의 정치, 사회, 경제적 변화를 반영하고 있다. 물에 대한 세계의 관심은 1972년 스톡홀름에서 개최된 UN 인간환경회의를 기점으로 '수질오염의 심각한 상황'과 '대기, 물, 대지, 식물 및 동물을 포함하는 지구의 자원'에 대한 보호의 필요성 강조 등으로 시작되었고 각종 회의와 대규모 UN발의인 '국제 물 공급 및 공중위생 10개년: 1981-1991'을 통해 국제사회의 주요

관심 대상으로 자리매김하게 되었다. 이후 UN 환경 및 개발회의 등을 통해 인간 생활에 대한 물의 역할을 재차 강조하며 수중 생태계의 기능과 자원의 영구성 고려 하에 수자원이 보호되어야 한다는 데 합의하고 1996년 세계물위원회(World Water Council), 세계물파트너십(Global Water Partnership) 등 물 문제 해결을 위한 정치적 의지 집결 및 통합수자원관리 이행 등을 목적으로 물 관련 국제기구가 형성되었다.

물은 어느 단일의 국가에서 문제를 해결해야 하는 자유재가 아니라 국가적, 지역적, 국제적 차원의 정책과 구조적·비구조적 대책, 가이드라인 등이 톱니바퀴처럼 맞물려 통합적으로 관리해야 하는 경제재이다. 이에 ①물 관련 재해 경감 ②물 분쟁 ③격차 해소를 통한 안정적 물 공급 ④친수환경 조성 ⑤물의 재이용 등 5가지 세부 요소를 추출하여 성공사례를 공유할 수 있는 국가들의 정책과 계획을 살펴보고 나아가 물이 기반이 되는 식량과 에너지의 연계는 어떻게 이루어져야 할지 고찰해 보았다.

미래를 예측하고 지속가능한 인간 정주를 위한 정책 수립을 위해서는 단편적인 상황 판단에 의거한 법 및 제도 마련에 그칠 것이 아니라 단계별로 총체적 접근이 필요하다. 각각의 다양성도 존중하지만 공통분모를 찾아내어 실정에 맞는 정책으로 최적화하는 것이 필요하며 이를 위해서는 원활한 커뮤니케이션이 가능한 다양한 이해당사자의 결정구도가 마련되어야 할 것이다. 즉, 통합수자원관리(Integrated Water Resources Management; IWRM)나 통합자연자원관리(Integrated Natural Resources Management)와 통합적인 프레임이 다양한 분야에 부합될 수 있도록 개선하는 것이 필요하다. 이는 지속가능한 생태계를 구축하고, 자원의 효율을 올려서 생산성의 극대화를 추구하고자 하며, 통합수자원관리의 경우는 정책과 전략의 수립에 관여하는 물과 관련된 다양한 분야의 당사자들의 파트너십을 지향하는 것이 꼭 필요한 사항이라 할 수 있다. 또한, 물과 식량, 에너지의 넥스에 대한 역량을 확보하고 관련 자료의 축적과 지

표, 정책 등의 수립이 적극적으로 추진되어야 할 것이며, 이러한 넥서스에 대한 이해를 통해서 새로운 정책을 수립하고 대응하는 것이 녹색성장(Green Growth)을 통한 그린 이코노미(Green Economy)를 실현하는 방안이라 할 수 있다.

## 감사의 글

본 연구는 2010-2012년 3년간 IHP 사업의 일환으로 수행되었으며, 본 연구에 대한 국토해양부와 한국수자원학회의 지원에 사의를 표합니다. 