

# 호주와 싱가포르의 사례에서 본 국내 스마트워터그리드 발전방향

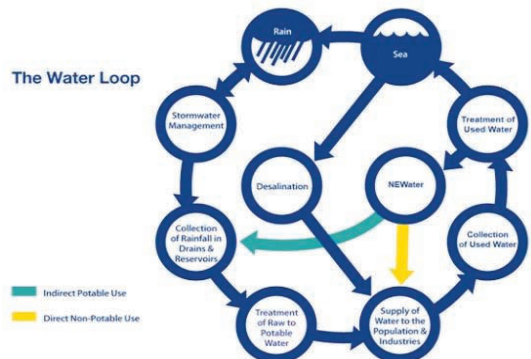
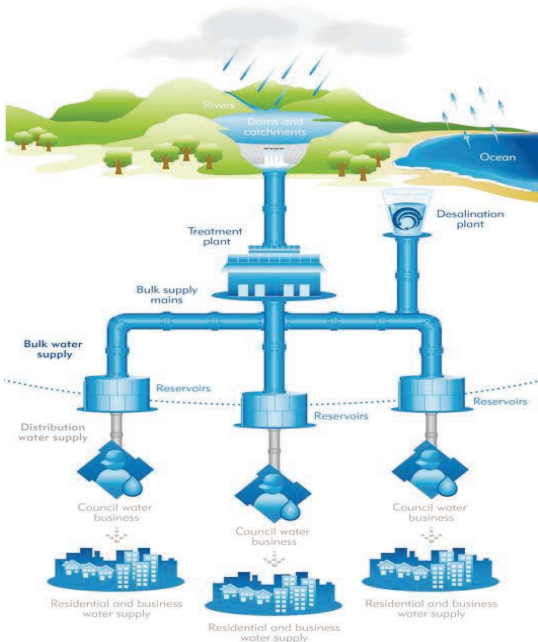


김준하 ▶▶▶  
광주과학기술원 교수  
joonkim@gist.ac.kr

## 1. 서론

세계 각국에서는 수자원 환경의 급격한 변화로 지

속적이고 안정적인 물공급을 위해 많은 노력을 기울이고 있다. 최근 수자원 관리에 대한 패러다임의 변화와 더불어 물관리의 국제적 추세는 공급위주에서 수요관리로 이동하고 있다. 물관리 체계는 물순환의 과정에 있는 지표수와 지하수를 포함한 모든 형상의 상호 연관된 물이 균형을 이루도록 하는 통합적인 관리체제로 전환되는 추세이다(이재현, 2006). 특히 글로벌 물산업과 수자원 기술의 급격한 발전으로 인해 글로벌 물 산업의 폭발적 성장과 융합기술을 통한 물 관리 기술의 혁신이 이루어지고 있다. 그에 따라 수자원에 대한 새로운 해석방법으로서 스마트 워터 그리드가 주목받고 있으며, IT 기술을 기반으로 물관리와 운영에 대한 통합적인 수자원 관리를 필요로 하고 있다. IBM의 경우 2009년 부터 IT 기술을 활용해 수도, 파이프, 저수조, 강, 항만시설을 모니터링 하는 지능형 수자원 관리시스템 제공 사업에서 시장을 리드하려는 공격적인 계획을 세우고 있다.



(SEQ Water Grid manager, [www.seqwgm.gld.gov.au](http://www.seqwgm.gld.gov.au))

(PUB Singapore's national agency, [www.pub.gov.sg](http://www.pub.gov.sg))

그림 1. 호주와 싱가포르의 통합수자원 관리 개념도(왼쪽-호주, 오른쪽-싱가포르)

통합적 수자원 관리에 대한 국외의 동향을 살펴보면, 먼저 영국의 경우 수자원 인프라 운영관리 효율화와 물사용 효율성 등을 고려한 향후 중점적인 수처리 관련 기술들을 제시하고 연구를 진행해 나가고 있다. 유럽연합은 IT활용 물관리 연구를 포함한 지속가능한 수자원 공급을 위한 각종 프로젝트를 수행하고 있다. 미국의 경우엔 National Smart Water Grid 과 같은 광역 수자원의 지능적 관리를 추진하고, Pecan Street Project 등과 같은 스마트 그리드 관련 산업(시장, 기술, 기업 참여)을 진행하고 있다. 호주는 지역간의 물부족 차이(Water Divide) 문제를 해결하기 위하여 SEQ(South East Queensland) Water Grid 프로젝트를 추진하고 있다. 싱가포르의 경우 NEWater 프로젝트를 통한 수자원 자립기반을 구축 하고자 노력 하고 있다.

특별히 본고에서는 스마트 워터 그리드 같은 통합

수자원 관리에 대해 발 빠른 행보를 보이고 있는 호주와 싱가포르의 사례를 구체적으로 살펴보고, 국내의 스마트 워터 그리드 산업에 발전방향을 모색해 보고자 하였다.

## 2. 호주와 싱가포르의 워터그리드 현황

### 1) 호주

호주는 지역간의 물부족 문제를 해결하기 위하여 워터그리드의 개념을 최초 도입 하였다. 물이 충분한 지역과 물이 부족한 지역을 연결하고 다양한 종류의 수자원을 다수의 시설로부터 확보하기 위한 것으로 적용되어져 오고 있다.

호주는 국토 대부분이 건조지대로 국토의 90% 이



그림 2. SEQ Water Grid 개념도

상이 물이 부족한 ‘물 스트레스’ 지역이다. 특히 가뭄이 들면 물이 풍족한 해안과 건조지대인 내륙의 물격차가 뚜렷하게 나타난다. 호주에서 워터그리드 프로젝트가 진행되는 지역은 남동 퀸즈랜드(SEQ, South East Queensland)주 지역으로서, 주요 대도시인 브리즈번(Brisbane)이다. 남한면적의 17배에 이르는 퀸즈랜드주는 지난 2004년과 2007년 사이 극심한 가뭄을 겪었으며, 이것으로 인한 수자원 관리 체계의 재편이 요구 되었다. 장기적인 수자원 확보계획으로 SEQ Water Grid 프로젝트가 시작이 되었으며, 2008년부터 진행되어져 오고 있다.

프로젝트의 주요 내용은 물이 풍부한 지역에서 부족한 지역으로 이동시키기 위한 파이프 라인 네트워크(535 Km) 구축을 기본 구성요소로 하며, 총 사업 예산은 90억 달러(약 10조 원)에 달한다. 지역 내 주요 물 공급원들과 수처리 플랜트 및 대용량 물 운반 네트워크가 구축이 된다. Seqwater, WaterSecure, LinkWater, SEQ Water Grid Manager 등 여러 기관이 역할을 분담하고 있다. SEQ Water Grid는 최소 비용으로 지역 내 물격차 문제를 해결하고 물의 안정적 공급을 목표로 프로젝트를 운영하고 있다. 만약 지역적으로 물 부족이 심각해지면 하수처리장 재이용수나 바닷물을 이용한 해수담수화 시설로부터 물 공급을 늘이고, 부족한 지역으로 돌리고자 하였다. 또한 퀸즈랜드주는 SEQ 지역외에 농업지역, 광공업 지역, 관광지역으로 구분하고 지역 특성에 맞춘 물 공급 전략도 단계적으로 추진하고 있다.

## 2) 싱가포르

싱가포르는 NEWater 시스템을 통한 수자원의 자립기반을 구축하기 위하여 노력하고 있다. 대부분의 용수를 인접국인 말레이시아로부터 수입하고 있는데, 급박한 국제정세에 따라 안정적인 수자원 확보를 고려해 스마트 워터 그리드를 추진하고 있다.

현재의 싱가포르는 강수량은 많지만 빗물을 저장할 땅이 부족해 만성적으로 물 부족에 시달리고 있는

데, 이 문제를 해결하기 위해 장기적인 수자원 확보와 공급을 위한 대형 프로젝트를 진행하고 있다. 2004년 국가사업으로 수처리 기술 연구개발 R&D 센터를 설립하고 세계적인 연구소, 대학들과 협력하고 있다. 또한 세계적인 글로벌 물 기업을 끌어들이고 자국의 물 기업도 함께 육성하면서 싱가포르를 세계적인 Water Hub로 만들기 위해 노력을 기울이고 있다. 2007년부터 5년간 수처리 기술의 연구개발에 3.3(약 3000억 원) 싱가포르 달러를 투자하고, 싱가포르 기업 Hyflux는 R&D센터에 5천만 싱가포르 달러(약 490억 원)를 투자하는 등 싱가포르 정부는 다양한 연구기관 및 기업들과 전략적인 제휴를 통하여 물산업을 육성하고 있다. 주요 사업은 New Water 시스템으로서 싱가포르 전체 하수의 절반을 정수해 음용수 이상의 깨끗한 물을 생산한다. 하루에 생산되는 물은 현재 4개 공장에서 하루 2억 900만 리터로 전체 물 수요의 15%를 담당하고 있다. 생산된 물은 고도 하수 처리과정을 거치게 되는데, 선진화된 멤브레인 기술(전처리공정-초미세 여과-역삼투압-자외선 살균으로 구성)을 이용 산업용수, 조경수 등으로 100% 재이용하고 있다. 이 시설을 위해 8년간 22억 싱가포르 달러(약 1조9000억 원)가 투입 되었으며 GE와 지멘스 등 29개 글로벌 기업과 300여 개 협력업체가 참여 하였다.

최근 싱가포르 물관련 R&D 현황은 정부 주도로 물 산업 육성을 성공적으로 견인한 기반을 바탕으로, 수자원 관리의 최적솔루션을 얻기위해 스마트 워터 그리드 R&D 프로젝트 3단계 추진 계획을 수립하고 상하수도 인프라 구축과 IT 기반 수자원 수요/공급 양방향 네트워크 구축기술 개발을 위해 Singapore Smart Water Grid Roadmap을 수립하여 연구/개발 추진 중에 있다.

## 3. 국내 스마트 워터 그리드 발전방향

기후 변화에 따른 강우패턴의 변화로 인해 국내의

수자원 부족이 우려되고 있어 이에 따른 국가적 차원의 대책이 필요하다. 현재 우리나라는 UN이 정한 물 부족국가로 1인당 강수량이 세계평균의 10%에 불과하며 산업의 지속적인 발전을 위해 안정적인 수자원 공급이 시급한 실정이다. 일부지역에서는 물이 풍부한 지역과 부족한 지역의 격차(Water Divide)가 발생하고 있는데, 통합적인 수자원 관리가 필수적이다. 앞에서 언급한 호주와 싱가포르의 사례를 중심으로 국내 스마트 워터 그리드가 나아가야 할 방향을 모색해 보고자 한다.

- 시공간으로 분산된 관리정보의 연계/통합체계 구축  
그리드 내 시공간적으로 분포된 수자원 정보를 통합관리 위한 방안으로, 싱가포르의 경우 각 수자원의 수위를 중앙 센터에서 실시간으로 모니터링을 하고, 호주는 기후변화를 고려한 물자원량의 증대와 관련해 12개 댐의 저수율을 실시간으로 모니터링 하고 있다. PUB 한곳에서 수자원 정보를 관리하고 있는 싱가포르는 물관리 정보의 양방향 제공에 한계성을 드러내고 있고, 호주의 경우 정보의 연계통합체계 자체의 구축이 미흡한 실정이다. 따라서 국내의 경우 수자원 관리 정보의 통합을 위한 표준을 개발하고 이에 따른 물관리 정보기관, 공급자, 수요자에 양방향 제공이 가능한 기술을 구축하여야 한다.
- 다중수원의 최적 활용을 위한 수자원 분석/모의/관리체계 구축  
그리드 내 다중수원의 최적 활용을 위한 방법으로 싱가포르는 수입된 물, 재처리수, 우수, 해수 담수화의 하드웨어적 통합과 소프트웨어를 관리하고 있다. 호주는 퀸즈랜드 남부지역 수자원 관망을 비롯하여 28개 저장소/균등조, 22 펌프장, 6개의 수질 관리를 관리하고 있다. 도시국가의 수자원 운전으로 Macro 단위의 수자원 배분에 대한 기술적 적용이 한계인 싱가포르와

Water Grid 내 하드웨어 부분만이 진행됨으로 인해 지능화된 수자원 관리가 이루어지지 않고 있는 호주는 각각 그 한계점을 드러내고 있다. 따라서 국내에서는 공급 네트워크의 구축/제어/통제 광역적 지능화 기술과 지능형 수요량 예측 및 물 수지 분석기술 개발을 통한 하천수, 댐, 저수지, 지하수, 재처리수 등의 다중 수원 용수 목적별 공급 시스템을 확실히 구축할 수 있는 기반을 마련하여야 한다.

- 지역 수자원의 변동 예측을 통한 물부족 위협 대응 체계 구축  
지역 내 수자원 변동에 따른 대응방법으로 싱가포르의 경우 워트 서비스(실시간 운영 및 정보관리 시스템, 현장 관리자의 무선 연결, 온라인 네트워크 지도 시스템) 진행하고 있는데, 현재의 위급한 상황(주로 누수)에 초점이 맞추어져 있다. 호주의 경우 가뭄 비상사태에 대비해서 긴 이송관로를 통한 물부족 지역으로의 이송을 계획하고 있는 것에 비해 물 부족 위험평가 및 예보 시스템은 갖추어져 있지 않다. 국내의 경우 지역에 따른 다양한 상황에서의 물 부족 위험 평가 기술과 물 부족 예보 시스템을 개발하여 비상시 원활한 물관리 공급이 가능한 지역단위의 물 부족 위험도 평가 시스템을 적용하고 기후변화를 고려한 수자원 영향을 고려 할 수 있는 시스템을 갖추어야 한다.
- 도시 수자원 최적 활용을 위한 수자원 확보 및 이용 기술  
싱가포르 전체는 도시형(97.1%)에 적합한 수자원 공정 및 워터루프 연계기술을 개발 하고 있고, 첨단 분리막을 활용한 고도 수처리 시스템을 적용하고 있다. 하지만 도시국가라는 장소 제약성으로 협소한 범위의 연구가 이뤄지고 있고, 수처리 시설과 관련해 소재·부품에 대한 자체 기술 확보 계획이 부족하고 저에너지 활용에 대한

계획이 부족한 실정이다. 호주는 골드 코스트의 해수담수화 시설을 비롯한 음용수 생산 및 우수 수거 시스템을 적용하고, 46곳의 전통적인 수처리 시설과 더불어 3곳에서 고도 수처리 시스템을 활용하고 있다. 그러나 수자원 다변화에만 중점으로 진행하고 있어 기후변화에 대한 대응 시스템이 부족하고, 저에너지 및 고도 수처리 시스템에 대한 개발 또한 관심이 부족한 상태이다. 따라서 국내에서는 광범위한 도심 적합형 수자원 활용에 대한 최적 조합 공정과 워터루프 연계 수자원 활용 기술을 개발하고 표준화 하여 도시에 최적화된 맞춤형 시스템을 제시 하여야 한다. 또한 수처리 시스템의 소재·부품·공정에 관한 전반적인 내용들을 개발하고 운영·관리 시스템의 지능화를 통해 저에너지 고품질 용수 생산을 실시하여야 한다.

- Smart Water Grid 맞춤형 ICT 기반 물정보 관리기술 개발  
정보통신기술(ICT, Information Communication Technology)을 활용한 물정보의 효율적 관리를 위한 기술이다. 싱가포르의 경우 누수 탐지 프로그램, 실시간 압력 모니터링을 위한 측정 노드 설치, SynerGee WATER을 이용한 수자원 분포해석을 적용하고 있다. 누수는 현재 계측만 가능한 수준이고 모니터링의 경우 통합관리가 아닌 수력학적 압력변화 센싱에 국한되어져 있으며 지역 특성에 맞는 시뮬레이터를 적용하지 못하고 있다. 호주는 수량/수질 모니터링을 진행하고 있지만 수동식이기 때문에 조기 대응이 어렵고, 월 1회 billing report를 통한 물 소비정보를 수집하는 한계를 보여 양방향 정보교환의 지능형 서비스 구축이 힘들다. 국내에서는 단편적인 기능이 아닌 통합형 스마트 수자원 모니터링과 센서(수질·수압·누수 등) 기술 개발과 그리드 네트워크의 효과적인 모니터링을 위한 지능형 노드를 개발해야 한다. 그로부터 통합

스마트미터 기술을 적용하고 지능형 물관리 통합 양방향 정보공유 네트워크를 구축하여야 한다.

- Smart Water Grid 플랫폼 구현을 위한 수자원망 설계 기술  
그리드 운영 및 유지/관리를 위한 스마트 워터 플랫폼 개발을 위한 기술로 싱가포르에서는 배수관망 실시간 모니터링과 무선센서의 네트워크 배치를 진행하고 있으며, 호주는 한국, 싱가포르 등과 협조하여 차세대 Smart Water Grid를 계획 중에 있다. 싱가포르의 경우 센서/계측 기술의 국산화가 미흡하고 모니터링에 초점이 맞추어져 있어 관리/제어 부분이 취약하다. 호주의 경우 Scada 프로그램에 의해 부분적으로 Water Grid가 운영되고 있으나 지능화에 대한 물관리 운영이 미흡한 실정이다. 따라서 국내의 경우 클라우드 기반의 워터 AMI(Automatic Metering Infrastructure) 기술 개발을 통한 분산형 그린빌딩 및 스마트 그린시터를 계획하고, 통합 SWG 구현(연계/통합 운영)을 위한 관리체계(Platform)를 개발하여야 한다.

#### 4. 결론

스마트 워터 그리드(Smart Water Grid)는 기존 수자원 관리 시스템의 한계를 극복하는 차세대 물관리 시스템으로 다양한 수원을 효율적으로 배분·관리·운송함으로써 지역간의 수자원 불균형을 해소할 수 있는 미래형 물관리 기술이다. 수자원 관리와 글로벌 물산업에 급격한 패러다임의 변화를 고려하기 위한 필수적인 기술로서 미래의 물복지 문제를 해결하기 위한 합리적인 대안이 될 것으로 판단된다. 하지만 그 추진 과정에 있어 앞선 호주와 싱가포르의 내용에서 살펴보았듯이 향후 전세계적으로 적용할 수 있는 통합적인 기술과 표준화된 기술 개발이 필수적

이다. 또한 빠르게 성장하고 있는 물산업에 있어 NT, BT, IT 기술을 융합한 혁신적인물관리 기술개발을 통해 세계 시장을 주도해 나가도록 해야 한다. 물산업의 새로운 패러다임으로 제시되고 있는 스마트 워

터 그리드는 국내 물산업을 해외로 진출시키는 것 뿐만 아니라 사회 기반 인프라로서의 물산업이 아닌 세계 물시장 선점을 위한 비즈니스로서 역할을 할 수 있게 될 것이다. 🌊

### 참고문헌

1. 이재현, 물관리체계 개편에 대한 검토, 정책&지식 제290호, 2006.
2. SEQ Water Grid Manager, [www.seqwgm.gld.gov.au](http://www.seqwgm.gld.gov.au)
3. PUB Singapore's national agency, [www.pub.gov.sg](http://www.pub.gov.sg)