

미래 지능형 스마트 워터 그리드



김형수 ▶▶▶
 성균관대학교 사회환경시스템공학과 교수
 sookim@skku.edu



그림 1. 상수도 시스템의 예 (출처: 부산시 상수도사업본부)

I. 서론

1. 스마트 워터그리드 개요

가. 기존 상하수도 시스템

수자원시스템은 사람과 자연이 함께 공존하는 지속 가능한 물 관리를 위한 시설로서 홍수대책, 하천 관리, 상수원수 확보 분야로 구분된다. 기존 수자원의 확보방법으로는 주로 하천수나 호소수, 혹은 지하수를 이용하는 것이 있으며 수자원의 관리는 이수 및 치수, 하천 생태계 보전 등을 목적으로 한다.

상하수도 시스템은 물을 생산하고 공급하며 사용 후 처리하는 일련의 과정을 위한 시설로서 크게 상수도 와 하수도로 구성되며 쾌적한 생활 환경의 조성하는 데 그 목적이 있다.

기존 상하수도 시스템은 대규모의 중앙집중식 처리를 기본하여 대규모 정수장에서 수돗물을 생산한 후 상수관망을 통해서 각 가정에 공급하며, 여기서 발생한 하수를 하수관거로 수집하고 대규모 하수처리장에서 처리한 후 방류하는 형태이다. 이는 대형화를 통하여 처리효율을 높이고 단가를 낮추며

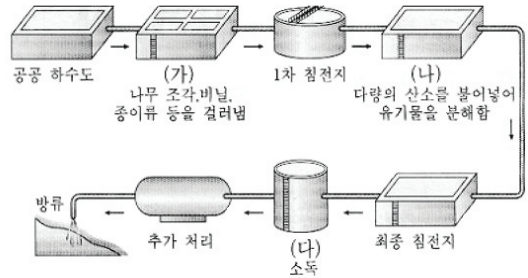


그림 2. 하수도 시스템의 예

중앙집중식으로 처리하여 동일한 수질의 물을 생산하고 처리하기 위함이다.

나. 스마트 워터그리드의 개념

기존의 수자원 및 상하수도 시설은 ① 물 수요량에 대한 실시간 관리가 불가능하여 수요와 공급의 불균형으로 인한 시설의 가동효율 저하 문제 발생, ② 생산한 물을 공급하고 발생한 하수를 수집하는 과정에서 누수 등으로 인한 손실 발생 및 주변환경의 오염을 초래, ③ 물의 생산과 수송에 많은 에너지 소요, ④ 중앙집중 방식의 특성상 물의 사용용도와 관계없이

이 과다처리함으로 인한 비용손실 발생 (예: 조경용수를 먹는물 수준으로 처리), ⑤ 현재의 상하수도 시스템에서는 빗물이나 재이용수, 해수 등 다양한 종류의 수원 활용 제한 등 그 한계성으로 인하여 비효율적으로 운영되고 있다. 이를 해결하고자 미국, 호주, 유럽 등의 선진국에서는 2009년부터 스마트 워터그리드(Smart Water Grid)를 제안하고 있다.

스마트 워터그리드는 수자원 및 상하수도 관리의 효율성 제고를 위하여 첨단 정보통신 기술(ICT: Information and Communication Technologies)을 도입하는 차세대 물 관리 시스템으로 수자원의 관리, 물의 생산과 수송, 사용한 물의 처리 및 재이용 등 전 분야에서 정보화와 지능화를 구현하기 위한 기술이다. 그러나 아직까지 스마트 워터그리드의 구현방법에 대해서는 전세계적으로 다양한 연구와 논의가 진행되고 있는 실정이다.

2. 스마트 워터그리드의 필요성

《 스마트 워터그리드의 필요성 》

- 물 부족과 기후변화 문제 대응
- 대도시에 적합한 지능형 물 관리 구축
- 물과 에너지의 통합관리
- 세계시장 진출을 위한 물산업 기술 확보

가. 수자원 환경변화

2008년 7월에 발간된 UN의 보고서에 의하면 전 세계적으로 7억명이 물 부족으로 고통받고 있지만 2025년이 되면 30억 명으로 늘어날 수도 있음을 경고하고, 미국 콜로라도주의 국립기후조사연구원이 1948년부터 2004년까지의 자료를 조사한 결과에 따르면 전 세계 주요 강 925개를 분석한 결과 태평양으

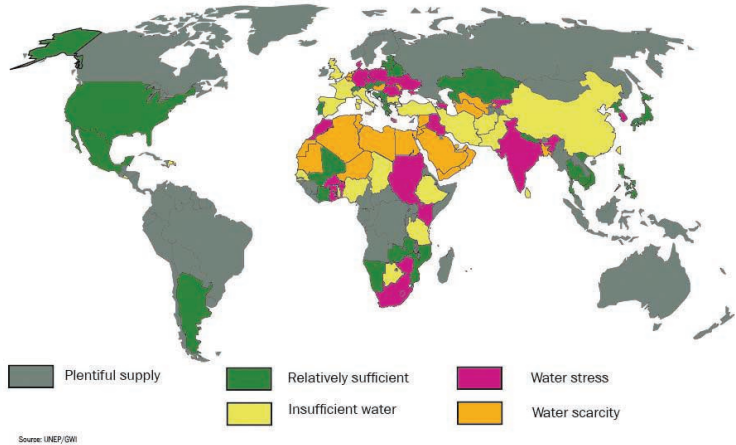


그림 3. 지역별 물 확보량 비교 (출처: UNEP/GWI)

로 유입되는 강물은 매년 6%씩 감소하고 기후변화로 인하여 수자원의 편중이 심화되는 등 이로 인한 물

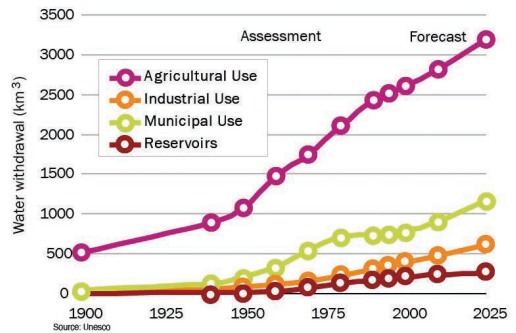


그림 4. 전 세계적인 물 사용량의 변화 (출처: GWI)

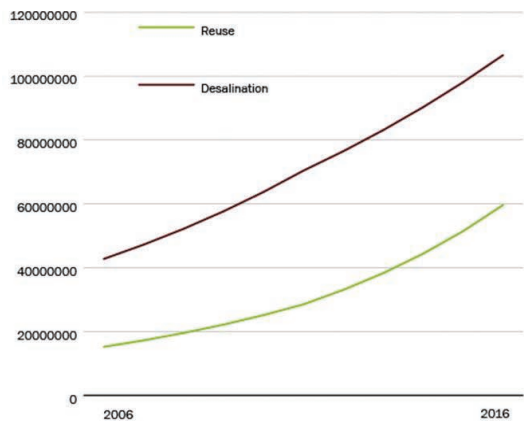


그림 5. 담수화와 물의 재이용의 증가추세 전망 (출처: GWI)

확보의 어려움이 가중되고 있다. 이에 반해 물에 대한 수요는 전 세계적으로 폭발적으로 증가할 것으로 예측되고 있다.

따라서 해수담수화와 하폐수의 재이용 등의 대체 수자원 활용이 향후 지속적으로 증가할 것으로 전망되고 물 부족 문제를 극복하고 대체수자원의 활용도를 높이기 위한 새로운 지능적 물 관리 체계(스마트 워터그리드)가 절실하게 요구되고 있다.

나. 도시화 및 메가시티 건설

인류 역사상 처음으로 2007년 세계 인구의 절반 이상이 도시에 거주하는 시대로 접어들었고 2025년에는 도시 거주 인구 비율이 60%까지 늘어날 것으로 예상된다. 특히 메가시티(Mega City)가 성장과 개발의 중심이 되고 있는데 메가시티란 핵심도시를 중심으로 일일 생활이 가능하도록 기능적으로 연결된 대도시권으로 글로벌 비즈니스 창출이 가능한 경제규모를 갖춘 인구 1000만명 이상의 거대도시를 말한다. 세계적으로 인구 1000만 명 이상의 메가시티는 25개가 있으며, 이 숫자는 앞으로 빠르게 늘어날 것으로 예상된다. 현재 세계 10대 메가 시티에는 1억8천만 명이 거주하고 있으며 이에 따라 물 재이용 투자는 연간 17%씩 증가할 전망이다. 특히 개발, 고용, 번영을 위한 다양한 기회가 메가시티에서 나오기 때문에 메가시티는 미래 성장 엔진으로서의 경제적 가치가 높아지고 있는 추세이다.

따라서 메가시티에 적합한 수자원 확보 및 상하수도 관리기술이 필요한데 대도시 내의 복잡한 물 관리 시설을 체계적이고 효율적으로 관리하기 위한 기술, 즉 스마트 워터그리드의 필요성이 대두되고 있다.

다. 물-에너지 연결관계 (Water-Energy Nexus)

물을 생산하는데 에너지가 필요하며, 에너지의 생산을 위해서 물이 필요하다. 상하수도 산업분야에 전 세계 전력의 7%를 사용하고 있고 캘리포니아의 경우 전체 전력의 19%, 미국 전체의 경우 발전분야에 사용하기 위하여 취수되는 물의 양은 전체 취수량의 39%

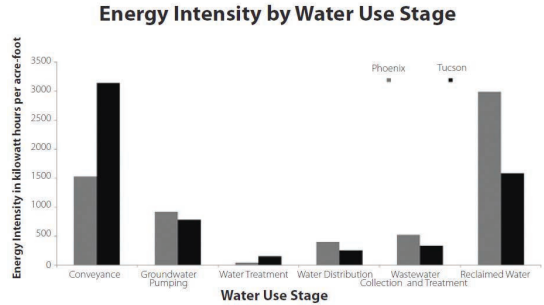


그림 6. 상하수도 구성요소 별 에너지 밀도 (단위부피의 물을 생산 또는 처리하기 위하여 필요한 전력량)

가 사용되고 있다. 또한 대체수자원을 확보하여 활용하는데 더 많은 에너지가 필요하며, 원자력이나 바이오에탄올과 같은 대체에너지를 활용하는데 더 많은 물이 필요하다.

따라서 물과 에너지의 연관성을 고려한 통합적인 관리방식인 스마트 워터그리드의 필요성이 대두되고 있다. 즉 에너지 관리를 위한 스마트 전력그리드와 스마트 워터그리드의 통합이 필요하고 에너지와 마찬가지로 물의 생산과 사용에 대해서도 양방향 실시간 관리에 의한 효율 향상이 가능하며 이를 통해 물의 생산과 수송 및 처리시설에 사용되는 에너지를 스마트 전력그리드를 통해서 관리함으로써 에너지 사용량을 최소화할 수 있다.

라. 신성장 녹색산업 육성

물산업은 인구증가, 기후변화에 따른 물 부족 심화, 수질오염 등으로 21세기를 선도할 ‘블루골드(Blue Gold)’ 산업으로 부각되고 있는데 세계 물 시장 규모는 2010년 약 4천828억 달러(한화 579조 원)로 추정되고 있으며, 연평균 6.5%씩 성장해, 오는 2025년에 8천650억 달러(한화 1천38조 원)의 시장을 형성할 것으로 전망된다. 이 중에서 상하수 분야 시장 규모가 전체의 74%를 차지해 가장 크며, 규모는 작지만 재이용수 분야가 향후 급속히 성장할 것으로 예상되고 있다.

그러나 현재 국내 물 시장 규모는 101억 달러(한화 12조 원)로 세계 시장의 2.1%에 불과한 수준이며 국

내 물산업의 해외진출 규모는 2008년 약 15억 달러 (약 1조8천억 원) 정도로 세계 물 시장의 0.3% 수준에 불과하다.


따라서 물산업을 국가 브랜드산업으로 육성하기 위한 핵심전략으로서 정보통신 기술을 결합한 새로운 융합형 물관리 기술, 즉 스마트 워터그리드가 필수적이다. 세계최고 수준의 국내 정보통신 기술과 기존의 수자원 및 상하수도 관리 기술을 결합하여 새로운 가치를 가지는 독자적 기술 개발을 통해 세계시장에서 경쟁하기 위한 브랜드 가치를 드높일 수 있을 것이다. 

표 1. 세계 물시장 성장전망 (단위: 백억달러)

	연도	소재·부품·설계·건설	운영·관리 서비스	합계
상수	2007	6.6	10.6	17.2
	2025	19.0	19.8	28.8
하수	2007	7.5	7.8	15.3
	2025	21.1	14.4	35.5
공업용수	2007	2.2	0.2	2.4
	2025	5.3	0.4	5.7
재이용수	2007	0.1	-	0.1
	2025	2.1	-	2.1
해수담수화	2007	0.5	0.7	1.2
	2025	1.0	3.4	4.4
합계	2007	16.9	19.3	36.2
	2025	48.5	38.0	86.5

참고문헌

1. 국토해양부 (2006) 수자원장기종합계획
2. 환경부 (2009) 환경통계연감
3. GWI (2007) Global Water Market 2008, U.K.
4. Lux research (2009) Market Report for Smart Water Grid, U.S.A.
5. A.K. Menon (2010) Smart Water Grid, Vol.5, pp.6, H₂O.
6. Editorial board (2009) IBM Develops Smart Technologies to Help Combat Gloabal Water Issues, Vol.5, pp.10-11, Membrane Technology
7. P. Williams (2010) Water Technology Trends: A Forward Look, Dayton Water Conference, May 10, Dayton, U.S.A.
8. E. Hackney (2010) Create the Smart Water Grid, Dayton Water Conference, May 10, Dayton, U.S.A.
9. G. Ponesse (2010) Water Energy Nexus, Smart water grid technologies conference, Nov. 3-4, Chicago, U.S.A.
10. C. Dunkelberg (2010) Water Technologies and the Blue Footprint, Smart water grid technologies conference, Nov. 3-4, Chicago, U.S.A.
11. D. Poulsen (2010) Timeless H2ownership, Smart water grid technologies conference, Nov. 3-4, Chicago, U.S.A.
12. J. Workman (2010) Uncovering Hidden Benefits of Water AMI, Smart water grid technologies conference, Nov. 3-4, Chicago, U.S.A.