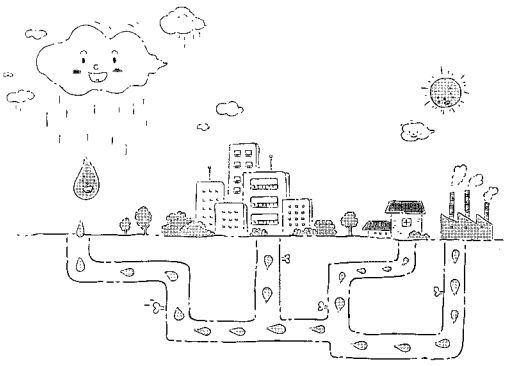
세계 환경시장의 '보이지 않는 인프라'로 각광받고 있는

# 녹색성장 측면에서 바라본 물산업 기술의 미래



향후 물시장은
도시재생과 기후변화, 그리고
에너지와 생태환경을 감안한 통합솔루션
시장으로 재편될 것이다.
도시 · 기후 · 에너지 생태의 공통분모는
물이므로 청색(Blue)으로 인식되지만,
시민 입장에서는 오히려 녹색(Green)에 더
가깝다. 즉, 단순한 맑은 물공급에서
생태까지 고려한 녹색시장으로 바뀌고 있다.

### 1. 물산업 개념의 변화

최근 물산업을 보는 해외 전문가들의 시각이 달라지고 있다. 2000년대 들어 막연하게 물은 미래시장이니, Blue Gold니 하면서 물산업시장 규모가 몇 천억불이니 하는 뜬 구름 같은 말들이 나왔으나 10년이 지난 지금, 물산업과 관련된 개념들은 보다 구체화되면서 기술개발 측면에서, 또 시장 측면에서 접근하면서 진화하고 있다.

현재도 그렇지만 앞으로도 국내외 환경산업의 6~7할은 물분야이고, 물분야의 8할 이상은 상수와 하수 분야이다. 환경시장에서 에너지에 대한 관심이 커지면서 관련된 폐기물자원화나 대기 등의 분야가 연구되고는 있지만 시장규모는 아직 작다. 폐기물자원화는 경제성에 입각한 시장 정책적인 측면보다는 자원 예비화 측면의 정책개념이 주도하고 있다. 따라서 물 이외의 분야는 지속가능한 시장이기 보다는 국가 간 정책에 따라 시장의 부침이 바뀔 수 있다.

그런데 물산업을 보면 우선 상수도 · 하수도와 같은 전통적인 명칭부터 바뀔 것 같다. 그 이유는 물이 순환자원이므로 수자원 → 상수 → 하수로 이어지는 개념인데 이제는 모두를 통합하여 관리하고 있다. 따라서 수자원과 상 · 하수의 경계가 모호해지면서 물관리 기술, 혹은 물 재생과 물 재이용 같은 포괄적 명칭으로 바뀔 것이다. 즉, '하수처리장' 보다는 '물재생센터'가 훨씬

윤 주 환 | 고려대학교 환경시스템공학과
환경기술정책연구소 소장
한국물환경학회 명예회장, 물산업발전연구회 회장, IWA 한국위원회 위원장
tel.02-3290-3979 | envzyun@korea.ac.kr

감각적이고 기술적 측면과 시대흐름을 반영하고 있다.

국내뿐만 아니라 세계 물시장도 아직 공급자 중심에서 벗어나지 못하고 있다. 즉, 정부나 지자체가 계획하고 공급하는데 따라 물을 수동적으로 받아쓰고, 기업도 이를 따라왔다. 또한, 상·하수도는 보이지 않는 사회기반시설(Invisible infrastructure)이다. 상수관망은 당연히 보이지 않으며 정수장도 눈에 잘 띄지 않는다. 하수관거는 땅속에 있으니 그렇다 치고 하수처리장은 혐오시설시 되어 눈에 띄지 않았다. 하지만 돈을 내는 소비자가 똑똑해 지면서 이 "보이지 않는 인프라"에 대한 관심을 가지게 되고, 또 물산업의 종사자들도 좀 더 시민의 요구를 반영하려 할 것이기 때문이다. 따라서 우리나라를 비롯해서 국민소득수준이 높은 국가들은 공급자 중심에서 소비자 중심시장으로 급격히 변화될 것이다. 왜냐 하면 수자원이든 상수든, 혹은 하수처리라 할지라도 돈을 내는 소비자, 즉, 국민의 요구가 적극적으로 반영되어야 하기 때문이다.

소비자 중심시장이란 공급하는 제품인 물의 품질과 가격이 다양해 진다는 의미이다. 구체적으로 보면 저소득자를 위한 저렴한 물공급 개념도 지속되겠지만 중·고소득자들의 욕구를 만족시켜주는 새로운 물시장, 예를 들어 병입수(Bottled water) 시장, 고품질의 물공급시장 같은 것도 지속적으로 확대될 것이다. 그리고 물에 대한 막대한 재정투자의 부담 때문에 공공적 물공급에서 공공과 민간이 공동으로 참여하는 물시장으로 전환될 것이다. 일부 시민단체들은 아직 공공성을 들어 물분야의 민간참여에 대하여 회의적이지만, 이는 시대변화를 외면하는 교조적(敎條的)인 생각으로 결국은 도태될 것이다. 2010년 지방선거 이후 가장 보수적인 한국의 물시장도 공공재정 투여의 한계로 인하여 민간참여에 대한 논의가 재연되고 있다. 사실 2009년의 상수도 민영화 시도에 대해 촛불시위, 물값 14만원 괴담 등으로 그 진행이 지연되었지만, 그 결과 복지까지 잠식하는 재정적 한계상황에 와있기 때문에 상하수도를 위한 재정 투입에 대안이 그리 많지 않다.

한편 물시장은 도시재생과 기후변화(Climate change), 그리고 에너지와 생태환경을 감안한 통합솔루션(Total solution) 시장으로 재편될 것이다. 도시-기후-에너지-생태의 공통분모는 물이므로 청색(Blue)으로 인식되지만, 시민입장에서는 오히려 녹색(Green)에 더 가깝다. 즉, 단순한 맑은 물 공급에서 생태까지 고려한 녹색시장으로 바뀌고 있다. 이러한 영역의 기술을 이제는 녹색기술이라 한다. 녹색기술은 또한 새로운 직장을 의미한다. 상하수도 운영시장은 단순한 처리장 운전 개념에서 지역의 생태환경까지 아우르는 개념으로 변화되어 진정한 녹색기술이 대두될 것이다.

## 2. 녹색성장과 도시의 미래(Cities for Future)

2010년 현재 지구상의 인구는 69억명인데 그 60% 이상이 도시에 살고 있다. 지난 100년간의 도시화(Urbanization)는 인간의 사회생활을 근본적으로 변화시킨 개념이다. 50년 후에는 인구의 80%가 도시에 살게 되며, 개발된 국가(OECD) 인구의 90%가 도시에 살게 될 것이다. 전통적으로 도시구조는 도시계획기술자와 행정가의 영역이었다. 행정도시나 기업도시 같은 것이 정치가나 행정가의 자의적 필요성에 의해 만들어진 것이 그 사례이다. 기존 도시계획에서 물은 상수관망과 하수관거 정도 수준에서 고려되었다. 따라서 현재의 도시는 물에 대해 비교적 무지한(!) 도시계획 기술자들에 의해 건설되었고 그 결과 도시의 물환경은 기술적인 측면에서 왜곡되었다고 평가된다.

하지만 최근 과밀화된 인구집중형 메가시티(Megacity)의 생활환경 향상을 위해 녹지를 더 많이 공급해야 하며 이를 위해 물의 효율적 관리가 필수적이라는 것을 차츰 이해하게 된다.

도시는 성장해야 하고 기존 단순개발개념에서 물과 녹지를 축으로 하는 녹색성장개념으로 도시가 재구축될 것이다. 즉, 물을 축으로 환경을 생각하는 개념으로 바뀐다는 의미다. 그런데 물은 공급가능성도 문제이지만 유지와 관리에 막대한 비용이 들며 기후(Climate)도 중요한 변수가 되고 있다. 따라서 물관리기술이 도시계획과 도시의 유지관리에 핵심적인 요소로 부상하고 있다. 고대도시 페트라(Petra)와 같이, 현대의 도시는 물관리시스템을 중심으로 도시가 재설계되어 재생될 것이다. 도시형 물관리의 기본은 재생(Reclamation)과 재순환(Recycle)이다. 이 기술들은 녹색성장의 핵심 요소기술이다. 이 기술은 많은 직장을 만들 수 있다. 건설도 중요하지만 유지관리에 많은 인력이 소요되기 때문이다. 이미 많은 기술이 만들어져 있기 때문에 문제는 정책이다. 그리고 시민적 수요(需要)를 어떻게 만들어 내느냐가 관건이다. 이는 기술보다는 오히려 정책의 문제라 할 수 있다.

### 3. 물과 IT의 융합기술의 과제

최근 IT와 물산업의 융합에 대한 논의가 활발하다. IT융합은 흔히 자동화(Automation), 정보화(Information technology), 그리고 "스마트기술(Smart technology)"로 알려진 통합최적화 기술이 주제어(Key word)로 알려져 있다. 그런데 물분야에서 IT기술의 융합은 다음 표 1에 요약한 바와 같이 장점과 단점이 명확하게 나타난다. 물분야의 입장에서 가장 큰 장점은 절약(Saving)과 고품질(High quality)이다. 반면 물이 비교적 풍부한 우리나라 같은 경우, 그 장점이 바로 단점이 된다.

즉, 고품질의 물을 싸게 공급하므로 결과적으로 물분야의 수입, 즉 시장이 축소되는 결과를 가져온다. 그리고 자동화 · 무인화로 오히려 고용이 감소하는 효과도 있다. 하지만 수질이 좋아진 만큼 물값은 올리기 힘들다. 즉, 산업규모의 획기적 증대가 힘들다는 의미이다.

〈 표 1 〉 물분야 IT 융합기술의 특성

| 주제어 | 개념 | 장점 | 단점 |
|---|---|---|---|
| Automation (자동화) | 기계적 자동화 | • 관리용이<br>• 인력절감<br>• 비용절감<br>• 수질향상<br>• 해외시장 개척용이 | • 막대한초기투자<br>• 투자액의물분야회귀난이 (IT로귀속)<br>• 인력절감 = 직장감소<br>• 비용절감 = 물산업규모축소<br>• 국내시장 창출 난이 |
| IT (정보화) | 자료의 디지털화, DB화 | | |
| Smart (지능형) | 통합최적화 | | |

하지만 IT와의 용합은 새로운 방향으로 지속되어야 한다. 특히 상하수처리장의 운전이나 모니터링 같은 기존 시장에 IT가 진입하여 아직까지 성공적인 결과를 보여주지 못하고 있다. 특히 하수처리장은 생물학적 처리 위주이므로 IT의 단순 용합만으로는 돌파구가 만들어지기 힘들다. 반면 막대한 재투자가 필요한 상수배급관망, 하수관거, 수자원관리 등의 분야와 건물의 내부 관망관리는 현재의 인력, 기술 및 재정으로는 쉽게 해결하기 힘든 분야이므로 IT와의 융합을 통해 해결책을 시급히 강구해야 한다. 예를 들어 하수관망의 누수나 오접을 CCTV 검사 등에 의해 하기 보다는 새로운 IT 돌파기술이 나와야 할 때이다. 즉, 물분야에 적용되는 IT기술은 기존에는 시장성이 없어 간과된 분야에 우선적으로 집중 연구되어야 할 것이다. 선진국의 인프라 재구축시기와 맞물려 고려하면 IT융합기술의 돌파구는 바로 여기 있다.

### 4. 기후변화(Climate change) 대응과 에너지(Energy) 기술

기후는 물의 양과 질을 좌우하는 요소이다. 하지만 기후변화이슈에서 물은 에너지 이상의 중요성이 있으나 에너지 이슈에 함몰되어 적절하게 연구되지 못했다. 기후이슈에서 가장 중요한 것은 물관리에서 방재개념을 재평가하는 것이다. 도시는 기후변화에 의해 가장 큰 영향을 받는다. 현대도시는 가뭄에는 잘 견디나 홍수에는 매우 취약하다. 따라서 19세기 후반에서 20세기 초반에 만들어진 관거기술은 근본적으로 재고되어야 한다. 100년 이상된 관거개념이 바뀔 때가 된 것이다. 막대한 재정이 소요되는 관거

재구축 혹은 관거재생기술은 아마도 IT기술의 도움아래 새로운 돌파구를 찾을 공산이 크다.

물분야에서 에너지관련 기술은 회수와 절약으로 요약된다. 메탄가스와 같은 Biogas는 지속적인 관심의 대상은 될 것이나, 실제 그 경제적 효과는 그리 크지 않다. 이론적 측면에서 플로리다 주 수로(水路)에서 걷어낸 수초(즉, Hemicellurose)를 Biogas로 만들면 전미국의 에너지 수요를 대체할 수 있다고 하나, 수십년이 지난 지금도 아직 크게 달라진 것은 없다. 비록 기후변화 이슈가 첨가되어 있지만 에너지는 기본적으로 경제정책 문제이다. Fuel cell은 아직 좀 더 연구가 필요하고 Heat pump와 같은 기술은 확산에 시간이 걸리고 있다. 결국 당장 물분야에 필요한 기술은 에너지 절약기술이다. 상수분리막이나 하수MBR에서 에너지 절약은 공정경쟁력의 바로메터이지만 기술진보는 느리다. 오히려 상수관망이나 하수처리장 포기시스템에서 에너지 절약방안은 대부분의 운전자와 설계자들이 쉽게 채용할 수 있는 기술이다. 역설적으로 저에너지 기술은 기존 공정(예를 들어 활성슬러지)에서 더 경쟁력을 가질 것이나 기술개발이 정체된 것 같다.

### 5. 분리막 기술의 미래

에너지 절약기술측면에서 F/O(Forward Osmosis) 같은 기술이 돌파기술개념으로 연구되고 있으나 실용적 측면에서 보면 해수담수화를 제외하면 적용은 극히 제한적인 것 같다. 분리막기술의 문제는 사실 에너지 측면보다는 가격경쟁력이다. 분리막공정의 가격경쟁력은 막의 성능과 에너지 사용량도 문제지만, 결국은 막 가격이다. 막 가격이 비싼 이유는 수요가 작기 때문으로 알려져 있다. 하지만 30여년의 실용화과정을 살펴보면 이는 잘못된 진단이다.

막가격은 낮아질 수 있고 또 시급히 낮아져야 한다. 바꾸어 말하면 기존 막제조업체가 독점하고 있는 기술과 판매(Marketing)의 개념을 근본적으로 바꾸어야 한다.

공정개념에서 보면 분리막은 재생가능한 소모품(Parts)에 지나지 않는다. 30여년을 결험을 통해 제조기술은 이미 보편화되어가고 있다. 하수처리에서 분리막이 꼭 6~7년의 수명을 가지는 고가의 시설물인지, 아니면 프린트기의 토너와 같이 Fouling 시기가 되면 바로 갈아끼우는 부품이 되어야 하는지는 막을 만드는 제조사가 결정할 일이기하지만, 후자가 훨씬 사업성이 좋을 것이고 비용도 적게들 것 같다. 단, 이러한 사업모델은 영세한 소규모 기업보다는 대기업이나 취할 수 있는 기술모델이다. 이러한 개념에서 소위 〈공법사〉 형태의 영세 막회사는 몇 년내 시장에서 급격히 도태되어 재편될 것이다.

최근 과밀화된 인구집중형 메가시티의 생활환경 향상을 위해 녹지를 더 많이 공급해야 하며 이를 위해 물의 효율적 관리가 필수적이란 것을 차츰 이해하게 된다. 도시는 성장해야 하고 기존의 단순 개발개념에서 물과 녹지를 축으로 하는 녹색성장 개념으로 도시가 재구축될 것이다.