

# 도전받는 우리 물 산업의 과제와 나아갈 길<1>

윤주환 | 고려대학교 환경시스템공학과 교수  
한국물환경학회 부회장

## 1. 문제의 제기: 도전받는 우리의 물 산업

### 1.1. 우리의 물 산업

우리나라의 물 산업은 상하수도분야가 위주이다. 상하수도 분야는 ET(Environmental Technology)산업으로 분류되며, 사회간접자본(Social Overhead Capital: SOC)을 다루는 공공복지(social welfare) 기술의 특징을 가지고 있다. 그리고 국가경쟁력의 기본이 되는 물을 다루면서 민간부분과 공공부분이 유기적으로 결합되어 발전하는 과정에서 고용효과가 큰 산업적인 특성도 가지고 있다.

역사적으로 보면, 1960년대 경제개발 초기에는 상하수도에 대한 투자가 미흡하여 분뇨처리를 통한 수질 악화 방지시기를 거치면서 1970년대 중반 이후부터 본격적으로 상하수도 분야가 발전하기 시작하였다. 이때 상수도 분야는 물의 안정적 공급측면(supply-side)에서, 하수도 분야는 수질악화 방지기술개발을 통한 환경보호측면(environmental protection)이 주요한 정책기조였다. 또 이 시기에 상하수도 분야 공히 하나의 산업으로서 급격한 양적 팽창이 이루어지면서 대형건설기업(construction company)의 상하수도 부분과 상하수도 분야 전문기술용역회사(consulting engineer-

ing firm)들이 성장한다. 그리고 대학과 국책연구기관에서 환경문제를 다루는 인적자원이 급속히 증가하게 되고, 1980년에는 환경청이 만들어 지면서 물 문제를 보는 기존 정부정책의 패러다임이 바뀌게 된다.

하지만 1988년 서울올림픽 개최를 기점으로 국제화시대가 도래하여 국민의 삶의 질 향상이 새로운 국가정책의 화두가 되면서, 상하수도 분야에서도 양보다 질에 대한 문제가 제기된다. 그런데 물 문제에서 질의 향상은 기본적으로 기술적인 문제이므로, 정부는 환경분야의 G-7 project를 시작으로 최근의 Eco-Frontier 및 수처리 선진화 사업 등 “한국형” 환경기술개발을 통한 물 관련 산업의 경쟁력 제고의 정책기조를 지금까지 이어지고 있다.

지금까지는 우리 상하수분야 기업의 양적 발전과 시의 적절한 기술개발 전략이 상승작용을 하였기 때문에 정부 주도의 Top-down 방식의 정책기조가 상당한 효율을 보여왔으나, 현시점에서 우리 상하수도 산업은 내부적으로는 양적 성장의 한계와 대외적으로는 경쟁력의 한계로 위기에 봉착하여 있다.

따라서 우리 상하수도 산업의 문제를 평가하고 새로운 방향을 설정할 시기가 도래한 것으로 판단된다.

## 1.2. 도전받는 상수도정책 (Challenged waterworks)

1990년대 초까지도 상수도분야의 주요 정책기조는 경제개발을 뒷받침하는 공급량의 확보에 주안점을 두고 있었다. 따라서 용수댐과 다목적 댐의 건설과 함께 광역상수도과 같은 대형용수관로의 건설이 주요한 정책현안이었는데, 낙동강폐놀사건을 필두로 악화되는 수계수질 문제가 대두되면서 먹는 물에 대한 문제가 제기된다.

1990년대 중반 이후 지금까지 제기되고 있는 먹는 물의 신뢰성 문제는 기본적으로는 ① 좁은 국토에 많은 인구로부터 배출되는 하수로 인한 원수의 오염, ② 세계 11위의 공업대국으로서 배출되는 각종 폐수 및 유해물질의 관리미흡, ③ 관거의 노후화와 정수장 유지·관리의 미흡, ④ 산업기술측면에서는 새로운 신기술을 습득한 인적 자원의 미흡, 등이 주된 원인으로 지적되지만, NGO 등 비전문가 그룹의 환경단체가 가세하는 과정에서 먹는 물에 대한 국민적 불신이 필요이상으로 증폭된 데도 원인이 있다는 시각도 있다.

하지만 먹는 물 문제에 대하여 정부가 지속적인 관심을 쏟아왔고 또 상당한 투자를 하고 있음에도 불구하고, 먹는 물 문제가 지속되고 있다는 사실은 그간 우리가 먹는 물 문제에 접근하는 정책의 패러다임에 문제가 있다는 반증이 된다. 병에 담은 먹는 물(bottled water)과 가정용 정수기의 급속한 보급으로 대변되는 우리 국민의 인식을 먹는 물에 대한 다양성 차원으로 해석하기 보다는 구조적인 문제로 보아야 할 것이다. 논리적으로 보아 지금까지의 먹는 물 문제에 대한 기존 정부정책은 국민들부터 도전 받고 있다고 볼 수 있으며 새로운 방안을 모색하여야 할 시점이다.

## 1.3. 새로운 도전에 직면한 하수도 (Challenging sewage works)

하수도 분야는 상수도 분야와는 약간 다른 발전 단계를 걸어왔다. 역설적이게도 하수도 분야는 일제시대 이래 전

통적으로 존재하던 급수공학 분야의 영향을 거의 받지 않고 신흥기술로서 발전하여 왔다. 즉, 1976년에 설계된 중량하수처리장이 최초의 우리 하수처리장이었는데 여기에는 국제적인 경험을 가진 소위 우리나라 환경기술의 1세대들(최의소 고려대학교수 등)이 선진 하수처리기술을 접목하면서 오늘날 우리 하수처리의 수준을 높이는데 크게 기여하였다. 특히 G-7 환경기술개발사업 과정에서 하수의 생물학적영양소제거(Biological Nutrient Removal: BNR)기술과 같은 하수고도처리 분야에 집중화 시킨 학계와 정부 정책의 노력은 1990년대 하수도 분야가 “먹고 살 큰 기술”의 밑그림을 만들어 주는데 결정적으로 기여한 것으로 평가된다.

하수도 분야 기업들도 양적팽창과 함께 기술측면에서는 외국 기술의 모사(模寫)와 부분적인 자체개발 및 검증시스템을 가지게 되어 상하수도 부분이 ET산업을 떠받치는 지주산업(stem-industry)과 같이 성장하여 관련기업 매출의 상당부분이 하수분야에서 나오고 있는 실정이다. 결과적으로 하수처리율의 향상과 함께 우리의 하천과 호소의 수질도 개선되었기 때문에 지금까지는 비교적 성공적인 것으로 평가된다. 하지만 21세기 우리 하수도산업 분야는 산업적으로나 기술적으로 새로운 도전과 시련의 시기를 맞고 있다. 즉, 하수도 분야에서 수많은 인력을 고용하고 있는 건설시공사-기술용역회사의 미래를 어떻게 자리매김하여야 하는가 하는 점과 우리 물산업의 미래를 어떻게 보는가 하는 점이다. 이를 위하여 우리의 상하수도산업의 문제를 짚어보고, 이 분야 산업기술 R&D의 문제점과 제도적 개선방안을 파악하여 발전방향을 검토하고자 한다.

## 2. 물 산업의 성격

### 2.1. 물은 기초원자재이다.

한국의 경제발전은 물의 원활한 공급 없이는 불가능하였다. 우리가 중공업을 발전시키고, 또 최근 IT산업을 발

## Ⅲ 특별 기고문

전시킬 수 있었던 배경에는 물이라는 잘 보이지 않는 기초원자재를 비교적 풍부하게 가지고 있었기 때문이다. 우리는 석유, 철광석, 농산물 등의 원재료를 수입하여 고부가 가치의 공산품으로 만들어 수출하는 과정에서 물이라는 원자재를 쉽게 사용하였다. 물은 아직도 외국에 비하여 매우 싼 값으로 공급하는 정책을 취하고 있다. 또 기초원자재인 물을 보전하기 위하여 정부차원에서 수원 관리에서부터 상수, 하수 및 폐수처리 등 물의 전주기적 순환 체계(water cycle)에 대한 관리와 규제가 이루어지고 있었으며, 지금까지는 비교적 성공적으로 관리되었다고 생각된다.

### 2.2. 상하수도 산업은 사회기반산업이다.

물은 국가와 민족을 구성하는 데 구심점이 되는 중요한 요소이다. 역사적으로 보면 물 없이는 국가와 민족이 형성되지 않는다. 일부국가에서 물은 경제적 대상이전에 정치적 대상이 되기도 한다. 따라서 대부분의 국가는 물을 국가적 관리의 대상으로 삼아 왔다. 하지만 오늘날 현대적인 국가에서 물은 관리의 대상의 넘어 경영의 대상이 되고 있으며 하나의 산업 차원에서 발전시키고 있다. 즉, 사회기반산업으로서 물 산업에 대한 투자는 국방, 의료 부분과 같이 기초적인 것으로 선진국에서는 인식하고 있다. 지금까지 대부분의 국가에서 물 산업은 국가가 계획 및 주도하면서 사기업이 참여하는 형태를 취하고 있었다. 그런데 물은 지역적 특성과 수질에 따라 상품화가 되면서 급속히 산업화, 민영화되고 있는 것이 현재의 추세이다. 그 이유는 물을 필요로 하는 산업과 국민의 요구가 다양해지면서 획일적인 물 공급 체계만으로는 고도의 이윤동기에 부응하는 다양한 물을 효율적으로 공급하기 힘들기 때문이다.

### 2.3. 물은 경영의 대상이다.

따라서 지금까지 전통적으로 양적인 측면에서 관리되던 물은 이제 질을 제고하기 위한 측면에서 경영의 대상

이 되고 있다. 우리가 GDP 20,000불의 국가가 되기 위하여서는 고부가가치 산업을 발전시켜야 하고 이때 필요한 수량 확보문제와 더불어 양질의 물을 공급하는 것이 매우 중요하게 대두된다. 예를 들어 IT산업이 발전하려면 우선적으로 양질의 전기공급체계가 필요하며 이때 양질의 물도 같이 공급되어야 한다. 즉, 우리가 GDP 20,000불, 나아가 30,000불을 이룩할 고도의 IT, BT 기반의 산업구조로 신속히 전환하기 위하여서는 질적으로 우수한 상하수도 infra가 없이는 불가능하다는 논리가 성립된다. 사람은 하루 2 L의 먹는 물만 있으면 생존하고 또 일을 할 수 있다. 하지만 30,000불의 소득을 가져다줄 IT, BT 산업체들은 우수한 품질의 물 공급 없이는 형성되지 않는다. 따라서 우리의 상하수도 infra는 지속적으로 개량·개선하여야 하는데 이를 우리 상하수도 산업이 하여야 한다.

하지만 이제 물의 대한 경영을 꼭 국가가 하여야 하는가를 심각히 생각하여 볼 필요가 있다. 즉, 물 분야에서 소유와 경영의 개념분리를 하면 안되는 이유를 이제 생각할 시점이다. 주식회사 식으로 물은 국민으로부터 주권을 받은 정부가 소유하고 관리하되 경영은 민간이 하는 방안을 검토하여 보자. 국가의 발전을 위하여 양질의 물을 안정적으로 공급하여야 하는 명제와 이제는 복잡하고도 전문성이 필요한 수질보전 문제를 지금의 시스템으로 계속 유지할 수 있을 것인가를 검토할 단계이다.

## 3. 한국은 물부족국가인가?

### 3.1. UN이 정한 물부족국가의 의미

우리나라가 “UN이 지정한” 물부족국가라는 슬로건은 NGO 계열의 환경단체 및 관련 정부기관의 이해에 따라 교묘하게 이용되면서 우리나라 수자원 및 상하수도 분야의 정책에 큰 영향을 준 추상적인 개념인데 이를 정확히 이해할 필요가 있다.

문헌상 “물부족 국가 분류의 개념”은 UNEP에 의하

여 인용된 Gardner-Outlaw와 Engelman(1997)의 보고서에서 기인한다. 이 보고서에 의하면, 1995년 기준 한국의 1인당 가용 담수(淡水) 수자원은 1472m<sup>3</sup>으로 낮은 편에 속한다고 한다. 그런데 이 물부족국가의 개념은 스웨덴의 수문학자인 Falkenmark와 Widstrand(1992)의 추산을 근거로 하여 제시된 것인데, 국가별 물의 필요량을 산정할 때 대략 1인 1일 100L 정도의 물을 필요하다고 보고, 이 수량의 5~20배 정도를 농업, 공업 그리고 에너지 생산에 필요로 한다고 추정하였다. 상당히 주관적인 추산으로 비판되지만, 이들은 “대략적”으로 보아 국가별로 1인 당 1700m<sup>3</sup> 정도 이하의 재생가능한 담수자원이 있으면 간헐적, 혹은 일부 지역적인 수자원 부족을 겪으며, 또 1인당 담수자원이 1,000m<sup>3</sup> 이하가 되면 물 부족으로 인하여 경제개발이 지장을 받는다고 주장하였다.

그런데 한국은 Falkenmark와 Widstrand(1992)의 추산에서 특이한 경우로 볼 수 있다. 즉, 한국의 좁은 국토와 많은 인구, 그리고 짧은 강과 하절기 강우 집중 영향으로 물사용 양상은 집중적 재순환의 형태이다. 즉, 비교적 작은 수자원을 집중적으로 이용하고 있다는 뜻이다. 더하여 현재 우리 식량자원의 상당부분을 수입에 의존하는 구조이기 때문에 일반적인 국가와는 달리 농업부문에 사용되는 담수자원이 소모량이 낮다. 바꾸어 말하면, 우리 국민이 필요로 하는 주요농산물 중 밀, 콩, 및 사료작물의 상당부분 혹은 대부분을 해외에서 수입하므로 실제 이들 작물 생산에 필요한 담수량을 추정에서 제외하여야 한다.

만약 우리가 Gardner-Outlaw와 Engelman(1997)의 보고서에서 제시하는 바와 같이 물이 실제 부족하여 심각한 문제가 되었다면 지금과 같은 경제발전을 이룰 수 없을 것이며, 또 물에 대한 요구 때문에 중동국가나 싱가포르와 같이 물문제가 국가정책의 1순위가 되었을 것이다. 따라서 현실적인 측면에서 보면 비교적 적은 부존담수자원과 기후적 특성으로 인하여 “물부족국가”라기 보다는 “물관리 요주의 국가”로 보고 수량과 수질을

관리하는 것이 합당하다.

### 3.2. 물사용지수 (WEI)로 재평가하는 한국의 물부족문제

개념적으로 모호한 “물부족국가군”이란 용어보다는 보다 기술적이고 계량화된 WEI(Water Exploitation Index: 물사용지수)를 사용하는 것이 더 설득력이 있다. WEI는 각 국가의 년평균가용 담수자원량에서 년평균 사용량을 퍼센테이지(%)로 나타낸 것으로 한 국가의 담수수자원 활용정도를 보여주는 지수이다.

물사용지수(WEI)가 20% 이내, 즉, 평균 연간 부존담수량의 20%이내의 물을 국민과 산업체가 사용한다면, 물에 대한 문제가 없는 것으로 본다(Raskin et al., 1997; Lane et al., 2000). 그런데 WEI가 40%가 넘으면 심각한 내부적 물분쟁이 있는 것으로 알려져 있지만, 경우에 따라서는 국가별 물사용방법에 따라 60%정도까지도 문제가 없다는 지적도 있다(European Environmental Agency, Indicator Fact Sheet, 2004). 한국의 WEI는 대략 20%~40%의 범위에 있는 것으로 평가되고 있으므로 심각한 수준은 아닐지언정 물의 관리에 상당한 주의를 기울여야 한다.

그런데 WEI에 의한 평가 시 국민들이 현재 생활수준에서 실효적으로 물 부족을 느끼는지도 매우 중요한 요소로 간주된다. 즉, 국민들이 실제 물 부족을 느끼느냐 하는 점인데, 우리나라에서 상수공급체계가 완비된 이후 물공급이 부족한 예는 거의 없었으므로 물부족 우려는 아직까지는 우려와 미래에 대한 대비로 생각하여야 할 것 같다. 또 국민이나 산업체가 담수자원이 있음에도 불구하고 지역적 혹은 여러 가지 원인으로 물을 사용하기 힘든 경우도 WEI에는 잘 나타나지 않으므로 WEI 지수가 모든 대표성을 가지는 것은 아니다. 다만 WEI 지수상 물사용율이 40%를 넘으면 수계의 건강한 ecosystem을 유지하기 힘들다는 주장(Alcamo et al., 2000)에 주의를 기울여야 한다. 즉, 담수자원의 활용도가 매우 커지므로

### IIII 특별 기고문

활용한 물(하수, 폐수, 농업용수 등)에 의하여 담수계에 환경적 악영향이 커질 우려가 있다는 의미이다. 아마도 한국은 이 경우에 속한다고 볼 수 있다.

### 3.3. 물 문제는 지역적 문제(Local Problem)이다.

물사용지수(WEI)는 국가정책에 따라 달라진다. 선진국에서는 물사용 증대를 문화의 척도로 여긴 시기도 있었으나, 최근에는 적극적으로 물사용을 줄이고 있다. 따라서 유럽의 경우, 지난 10년간 WEI지수는 전반적으로 줄고 있다. 하지만 유럽 환경기구에 의하면 EU 22개국 중 독일, 스페인, 이태리, 사이프러스, 벨지움, 말타가 WEI 20%이상 국가로 지적되며 물 관리에 주의가 요구된다고 보고 있다. 이들 국가의 대안은 특수한 경우(벨지움, 말타)를 제외하고는 개인과 산업체의 물사용을 줄이는데 정책의 주안점을 두고 있으며 지난 10년간 상당한 성과를 거둔 것으로 평가된다.

여기서 다시 한 번 주의를 환기할 필요가 있다. 물문제는 기본적으로 국가내의 지역적 문제(local problem)이므로 국가 내에서 물의 전주기적 순환체계(national water cycle) 측면에서 문제를 파악하여야 한다. 우리나라의 물사용은 대부분 농업부분에서 이루어진다. 다행히도 경작지는 하절기 강우시 물을 담아두어 완충작용을 하는 논농사 지역이 많다. 그리고 우리 국민의 식량자원 중 쌀을 제외하고 상당부분은 수입에 의존하고 있다. 또 현실적으로 일부 공장의 지역적인 공업용수 문제를 제외하고는 제한급수도 거의 없는 실정이다. 하지만 우리나라 동해안 지방과 특히 포항지역이나 도서 지방에서는 지역적인 물문제가 있으므로 물 문제를 국가 내에서도 지역적인 문제로 보고 각 지역의 특성에 맞도록 전문적으로 대처하여야 한다.

### 4. 우리 물 산업의 R&D

#### 4.1. 산업의 발전은 R&D로부터 시작된다.

산업혁명이래 화석연료를 이용한 내연기관(內燃機關)기술의 발전, 원자력(原子力), 트랜지스터, 유전공학(遺傳工學) 등과 같이 기술분야의 혁신은 계속되고 있으나, 제품을 만드는 생산기술의 framework은 바뀌지 않았다. 다만 생산기술은 진화(進化)하여 왔을 따름이다. 만약 우리가 굴뚝산업인 포항제철이나 자동차 산업을 육성하지 않았다면 IT산업만으로는 세계경제력 11위의 대한민국이 존재하기 힘들었을 것이다. 건설기술이자 공공복지기술인 물 산업도 같은 맥락에서 보아야 한다. 물은 이미 세계적으로 산업화되어 있으며, 또 물 문제를 기술적으로 해결할 수 있는 강력한 기업군(企業群)과 충실한 기술자집단을 보유하지 않고는 IT와 BT에 기반을 둔 1류국가로 성장하기 힘들 것이다. 물을 국가적인 기술경영의 대상으로 본다면, 이 분야를 정책적으로 육성하여야 하는데 그 시발점은 R&D 정책이다.

#### 4.2. 우리 상하수도분야 연구집단의 R&D 능력을 이해하자.

우리나라에서 상하수도분야 R&D를 수행할 수 있는 인적집단은 다음 Table 1과 같이 크게 3가지로 분류할 수 있다. '대학'의 장점은 <시간>과 <인력>이다. 이들은 우리나라의 R&D 체제상 저임금을 받는 대학원생들을 주축으로 하지만, 기업이나 연구소에 비하여 <시간>이라는 장점을 가지고 있다. R&D에서 시간이란 항상 제한되는 변수이므로 시간 투여가 가능하다는 것은 가장 강력한 장점이다. 또 대학에서 생산되는 R&D product는 투자비용에 비하여 idea의 참신성이 높으며, 경우에 따라서는 정책방향을 보완하는 객관적인 방향타 역할을 하기도 한다. 다만 대학의 R&D역량은 전문성에 비하여 상용화나 실용화 차원에서는 미흡한 편이다.

반면 기업 혹은 기업부설연구소로서 가장 큰 무기는 <자금>이다. 만약 이윤동기가 부여된다면 된다면 기업은 모든 자금을 동원하여 인적-물질 자산을 집중할 수 있

다. 시간은 기업이 R&D를 할 때 가장 부족하고 문제가 되는 요소이다. 기업은 상용화되는 R&D를 할때 연구-개발에 필요한 시간과 인력을 자금으로 사는 것으로도 평가할 수 있다.

한편, 우리의 국공립연구기관은 <시간>, <자금>, <인력>의 장점을 비교적 고루 갖추고 있다. 그런데 우리나라에서 국공립 연구소는 매우 특이한 상황에 있다. 원래 국가적인 입장에서 보면 국공립연구기관의 기능은 대학 및 기업과는 달리 공공성을 지닌 장기적인 R&D를 수행하여야 한다. 국공립연구소는 이론적으로는 인력과 장비, 시설을 가지고 있으며 공적기관이란 후광효과(halo effect)까지 가지고 있으므로 국가적인 수요에 의하여 상용화의 전 단계까지 요구되는 어려운 R&D를 수행하여야 하는 것이 목적에 맞다. 하지만 최근 경영합리화로

인한 독립채산제 형태의 예산구조 하에서 정책적인 R&D보다는 외부 수주가 강요되면서 국가내의 제한된 R&D 자금을 대학 및 사기업으로부터 흡수할 수 밖에 없게 되어 있다. 결과적으로 국공립기관의 R&D기능이 대학이나 기업이 하여야 할 기능까지 하려고 한다면 그 결과는 R&D의 블랙홀(black hall)이 되어 기술개발의 다양성이 훼손될 우려가 있다. 최근 상수 분야에서 고려되는 분리막(membrane) 기술의 경우를 보면, 그간 연구투자 미흡 등 여러 가지 이유로 외국기술에 의존 할 수밖에 없는 현실이 된 것은 매우 아쉬운 감이 든다. 국공립연구기관이 자체개발과 국산화의 큰 연구는 뒤로한 채, 수입원천기술 이용한 단기적 응용과제로 내몰리는 현실은 우리 R&D 정책의 문제점을 여실히 보여주고 있다.

(다음 호에 계속)

Table1. 상하수도-환경 분야 R&D가 가능한 집단\*의 구조적 분석

구분	대표기관	연구수행인력구성	장점	단점
대학교 부설연구소	국내 석박사학위 과정 보유 대학교 관련 학과 및 연구소 (물환경분야 : 약 50개)	교수, 석박사과정 대학원생 및 연구 원(소규모)	• 시간 • 창조력 • 장기이론과제수행에 유리 • 기술 다양성	• 장비 및 시설 상대적 열악 • 이론에 치우침 • 상용화 능력 낮음
국공립연구소	환경연구원(환경부) 환경관리공단(환경부) KIST(과기부) KICT(건교부) 수자원공사(건교부) 등	학사, 석박사 등 대규모 집단 전문 인력(대규모)	• 인력-시설 유리 • 정부기관으로서 기술 개발의 후광 효과 (hallo effect) • 비영리 전략과제에 유리	• 현재 독립채산제 형태로 기업 및 대학연구소의 기능 측면에서 경쟁 • 기능적 중복성 • 공익적 전략적 연구기능 쇠퇴
사기업 연구소	대기업 부설	국내 기업순위 50위내의 대기업 부설 환경관련 연구소 (주로 건설계열 20개 정도)	• 자금 • 필요에 따라 인력과 장비의 집중가능 • 단기간 집중 R&D 에 유리 • 상용화 유리	• 실제 개발 능력을 가진 기관수가 매우 적음(10개 정도 추산) • 이윤동기가 미약한 과제수행 난이 • 기업의 필요에 따라 진행됨. • 이론적 측면은 미흡
	중소 기업 부설	대부분의 중소기업 및 벤처기업 수준	기술보유자 위주 소규모 인력집단	• 숫자는 많으나 병역특례 등 여타 지원에 의존 • 중소기업 개발기술의 현장진입 난이 • 인력·자본의 영세성

\*참고: 상용화 기술 개발 능력이 있는 연구기관으로 한정