

## 기획특집

# 세계의 수처리 기업을 가다

지구 온난화와 급격한 인구 증가로 전 세계적으로 물 부족문제가 심각해지고 있다. UN의 수자원 개발 보고서는 25년 이내에 인구 1인당 담수 공급량은 1/3가량 줄어들어 전 세계가 물 부족 상황에 빠지게 되고, 식량증대를 위한 농업용수 확보가 어려워져 식량위기까지 올 수 있다고 지적하고 있다.

물 부족 문제가 심각해지면서 물 산업 역시 유망산업으로 급부상하고 있다. 시장조사기관인 삼일경영연구원에 따르면 세계 물 산업 규모는 2006년 이후 매년 5.5%씩 성장하여 2016년에는 연간 6,290억 달러 규모로 성장할 것이라고 한다. 이미 GE, 지멘스 등 다국적 기업들은 물 시장의 가능성을 보고 활발한 투자를 하고 있다.

이번 그린리포트 12호는 혁신적인 기술과 아이디어로 세계시장을 석권하고 있는 15개국 17개 수처리 기업의 성공비결을 담았다. 수처리 분야는 소수의 다국적 기업이 시장을 점령하고 있어 중소기업이 성공하기에는 힘든 분야라고 알려져 있다. 하지만 톡톡 튀는 아이디어와 기술로 자신만의 시장을 개척해 나가는 중소기업도 활발하게 활동하고 있다. 이들의 성공 요인을 알아본다.

### 수처리에 부가가치를 더하다

영국의 쿠리온(Kurion)은 20명 규모의 작은 기업이지만 획기적인 기술로 수처리 시장에서 강자로 떠올랐다. 바로 폐수에서 금속을 추출하는 기술을 개발한 것이다. 전기분해 기법을 개량하여 만들어진 이 기술은 저수지, 수처리 시설, 산업하수도관에 기기를 설치하여 물속에서 금, 알루미늄, 이리듐, 팔라듐 등 첨단 산업에 필요한 금속을 뽑아낸다. 희토류 가격 급등으로 곤란을 겪고 있는 유럽의 제조업 분야, 특히 희귀금속 수요가 많은 항공우주산업 공장이 쿠리온의 기술을 적극적으로 도입하고 있다. 세계적인 항공우주기업인 마틴 베이커(Martin-Baker), 유럽항공우주방위산업사(EADS)는 전투기, 인공위성 제조공장에 이 장비를 설치하여 비용절감효과를 누리고 있다.

미국의 워렐 워터 테크놀로지(Worrell Water Technologies)는 습지대 미생물의 자연정화 기능으로 폐수를 처리하는 설비인 리빙머신을 개발하였다. 리빙머신의 핵심인 습지대는 야외와 실내에 모두 설치가 가능한 설비로, 공원처럼 조경으로 꾸밀 수 있기 때문에 친환경이미지를 띄우는 기업에게 인기가 많다. 이미 샌프란시스코 공공시설위원회 건물에 설치되었고, 네덜란드의 동물원에도 설치되는 등 해외에서도 인기를 얻고 있다. 워렐 워터 테크놀로지는 리빙머신으로 연간 3.8억 리터의 물을 정화하고 있다.

이탈리아의 파사반 임피안티(Passavant Impianti)는 밀라노 근교의 Nosedo

수처리 시설 주변에 100헥타르에 걸쳐 생태공원을 조성하였다. 생태공원은 수처리 시설에서 정화된 물로 관리되어 적은 비용으로 유지되는데, 공원 주변에 자전거 도로를 설치하여 지역 주민의 여가장소로 활용되도록 개발하여 인기가 많다.

### 지역 특성에 맞는 기술을 개발하다

일본 웰시(Wellthy)의 우물 정수 시스템은 지난 3월 동일본 지진 당시 이재민에게 물을 공급하는데 큰 역할을 하였다. 미야기, 후쿠시마 등 일본 동북부 대지진 피해지역지진지역에 설치된 48개 시스템이 재해에도 끄떡없이 깨끗한 물을 공급하고 있었던 것이다. 일반 수도관의 경우 땅 속에 가로로 길게 묻혀 있어 지진이 발생하면 끊어지기 쉬운 반면, 우물은 일직선으로 지하수와 연결되어 있어 지진에도 강한 면모를 보이기 때문이다. 웰시는 100m 깊이의 우물을 파서 지하수를 채취한 후 막여과(Membrane Filtration) 처리를 하여 안전한 물을 만들어낸다. 지하수의 수질이 나쁜 경우에는 자동으로 수질을 체크해 수돗물로 수원을 전환하는 시스템을 도입하고 있어 수질 오염에 따른 대책도 마련해 두었다. 지하수를 사용하면 일반 수도 물을 사용할 때보다 34%의 비용절감 효과도 거둘 수 있는데, 웰시의 시스템은 일본 지하수 정수 시장의 60%를 차지하면서 인기를 끌고 있다.

### 독보적인 기술로 세계시장을 뚫는다

이스라엘의 IDE 테크놀로지(IDE Technologies)는 물 부족이라는 국가적 문제를 기술개발로 극복하여 일류 기업으로 성장하였다. 이스라엘에서 물 부족은 예전부터 생존과 직결된 문제였다. 강수량이 적은 사막지역에 위치한 불리한 환경과 건국 이후 유럽과 세계 각국에서 이민해 오는 유대인으로 물 수요가 급증했던 것이다. IDE 테크놀로지는 정부의 지원을 받아 역삼투압 기술을 개발하여 해수 담수화 플랜트를 건설하였다. 2003년 이스라엘의 첫 번째 대규모 담수화 플랜트 건설을 맡은 IDE 테크놀로지는 당시 세계 최대 규모인 처리용량 1.18억<sup>m</sup>의 플랜트를 건설하였고 2010년까지 5억<sup>m</sup>의 바닷물을 담수로 바꿔 국민에게 보급하고 있다. IDE는 기술력을 앞세워 중국, 인도, 스페인 등 40개국에 400개 이상의 플랜트를 설계하였다.

### 이제는 수처리 산업에 부가가치를 더할 시기

앞서 살펴본 바와 같이, 최근의 수처리는 단순히 폐수를 정화하는 것에서 벗어나 수처리 시설에 공원을 조성하고 폐수에서 금속을 채취하는 기술을 개발하는 등 부가가치를 더하여 진화하고 있다. 한국 수처리 기업도 세계시장에 진출하기 위해서는 다양한 수처리 기술을 융합하여 부가가치를 높이는 노력이 필요한 것으로 생각된다.

# 1 습지로 물을 정화한다

미국 Worrell Water Technologies

미국 버지니아 주에 위치한 워렐 워터 테크놀로지(Worrell Water Technologies)는 습지대의 자연 정화 기능을 응용한 친환경 폐수 정화 시스템으로 세계적인 경쟁력을 보유하고 있는 수처리 전문 기업이다.

1950년대에 시작된 독일의 막스 프랑크 연구소(Max Plank Institute)는 10여 년간의 연구를 통해 습지의 식물과 미생물이 물을 정화시키는데 매우 효과적으로 이용될 수 있다는 사실을 처음으로 밝혀냈고 이후 이것이 현대 기술로 응용되어 친환경 폐수 처리 시스템인 ‘리빙 머신(Living Machine)’이 탄생하였다. 초기의 리빙 머신은 폐수로부터 걸러진 불순물 침전 탱크를 자주 비워야 하고 비용 또한 많이 들어 결국 실용화되지는 못했다.

그러나 워렐 워터 테크놀로지사의 창립자인 탐 워렐은 지속적인 기술 개발을 통해 미생물, 습지 식물과 컴퓨터 시스템을 이용해 폐기물 발생을 최소화 하고 관리가 편리하며 유지비용이 저렴한 리빙 머신을 개발하였다. 이후 기술적인 발전을 거듭해 현재 워렐 워터 테크놀로지사에서 시공하고 있는 최신 버전의 리빙 머신은 다양한 온도의 실내와 실외에 모두 설치가 가능한 폐수 정화 시스템으로 자리 잡았다.

리빙 머신의 폐수 처리 과정



- ① 폐수의 유입
- ② 침전 탱크 : 침전물을 가라앉히고 물의 흐름을 일정하게 유지
- ③ 재순환 탱크
- ④ 조수 습지(Tidal Flow Wetland) : 리빙 머신의 중앙에 설치되는 습지 정원. 폐수 처리의 가장 중요한 단계인 질소 제거와 미생물에 산소공급을 함
- ⑤ 수직 흐름 습지(Vertical Flow Wetlands) : 최종 정수 단계. 조수 습지를 통과한 물이 수직 흐름 습지의 표면에 뿌려지고 배수 과정에서 미생물 구간을 통과하며 정수 처리되어 잔여 질소와 침전물이 제거됨
- ⑥ 재사용 : 정화된 물은 저장 탱크에 저장되어 화장실 물 내림, 관개용수, 연못, 폭포와 같은 실내외 장식용으로 사용되거나 자연으로 배출 됨.

출처 : 워렐 워터 테크놀로지

## 조수 차와 미생물로 생태 정화 시스템 실용화

높은 수준의 특허 기술과 수년간의 R&D 경험을 통해 습득한 노하우를 이용한 워렐 워터 테크놀로지사의 리빙 머신은 가장 믿을만한 폐수 정화 시스템으로 인정받고 있다. 2009년 발표된 생태공학(Ecological Engineering) 논문은 리빙 머신의 조수 차의 물 흐름을 이용한 습지 방식(Tidal Flow Wetland System)이 현재 다른 어떤 폐수 처리 시스템에서 사용되는 습지 기술보다 에너지 사용과 폐기물 배출에서 가장 효과적인 것으로 검증되었다고 밝혔다. 또한, 웹 기반의 첨단 기술을 이용한 중앙 컨트롤 시스템은 물의 양과 흐름을 효과적으로 조절하고 물의 오염도를 측정해 수질에 문제가 감지되었을 때는 알림 메시지를 보내도록 되어있어 즉각적인 대응이 가능하다.

## 리빙 머신으로 매년 전 세계 1억 갤런 이상 물 절약

워털 워터 테크놀로지는 호텔, 동물원, 기업, 정부기관 등 굵직한 건물의 친환경 폐수 처리 시스템 시공을 맡아 왔다. 2011년에는 샌프란시스코에 친환경 건물로 지어지는 샌프란시스코 공공시설 위원회(SFPUC) 본사 건물의 물 재활용 시스템 시공업체로 선정되었는데 SFPUC는 식수와 하수처리 등 지역의 물 관리를 담당하고 있고 친환경 활동의 모범이 되는 기관이기 때문에 그 의미가 더 크다.

2012년 완공 예정인 이 건물은 리빙 머신 시공으로 연간 75만 갤런의 물을 절약하고 90만 갤런의 추가적인 재활용 물 생산이 가능 할 것으로 예상된다. 또한 아프리카 가나의 테마(Tema)에 국제 습지 조약(Ramsar Convention)<sup>1)</sup>으로 보호되는 Sakumono Lagoon이 인근 마을에서 흘러나오는 하수와 산업 용수로 인해 오염될 위험에 처하자 워털 워터 테크놀로지사는 리빙 머신을 설치해 오염된 물이 유입되는 것을 막고 정화된 물을 주민들의 농업용수와 녹지보호, 야생동물 보호를 위해 사용될 수 있도록 하였다.

워털 워터 테크놀로지는 버지니아의 본사를 방문한 가나 사절단에게 기술 이전을 약속 하는 등 물 부족 국가에 깨끗하고 원활한 물 공급을 하기 위한 지속적인 노력을 기울이고 있다. 리빙 머신은 또한 뉴멕시코주의 El Monte Sagrado 리조트, 네덜란드 Northern Zoo, 노스캐롤라이나주의 Guilford County School 등 전 세계 다양한 시설에 시공되어 연간 1억 갤런 이상의 물 절약에 기여하고 있다.

## 옥상정원이 리빙 머신이라면

리빙 머신의 가장 큰 장점은 습지위에 정원을 조성해 심미성을 갖출 수 있다는 것이다. 최근 우리나라에서는 뽁뽁하게 건물들이 들어선 도시에 녹색 쉼터를 만들기 위한 옥상 정원이 많이 생겨나고 있는데 옥상 정원이 시각적인 쉼터를 넘어서 리빙 머신과 같은 친환경 정수 시스템의 역할을 한다면 연간 절약되는 물의 양은 엄청날 것이다. 기업은 비용을 절감하고, 사람들을 녹지를 즐길 수 있고, 지구는 맑은 물을 얻게 되는 리빙 머신은 요즘 우리 사회의 화두인 '녹색'과 '상생'의 모범 사례라 할 수 있을 것이다. 지속 가능한 지구를 위해서는 수 처리 시장 뿐 아니라 다양한 분야에서 리빙 머신과 같은 자연과 인간의 상생 모델을 개발하는 일이 시급하다. **K**

플로리다주 Ecocentre의 리빙머신 설치 사례



출처 : 워털 워터 테크놀로지

<sup>1)</sup> 물새 서식지로 국제적으로 중요한 습지를 보호하기 위해 각국의 협력으로 맺어진 조약

# 2 경제성을 갖춘 수처리 기술로 승부한다

## 네덜란드 Voltea B.V.

Voltea 사의 축전식 이온제거 시스템



출처 : Voltea사

네덜란드의 다국적 생활용품 기업인 유니레버(Unilever)사는 어떤 물을 쓰느냐가 세제의 효과에 큰 영향을 미치는 점에 착안하여 미국 바이오소스(Biosource)사와 함께 세탁기에 공급되는 물을 연수(軟水)화하는 방법을 연구한 적이 있다. 그 결과, 축전식 이온제거 방식이 높은 효율성을 가진다는 것을 발견하였지만 본격적인 사업화를 위해서는 전문회사의 설립이 필요하였다. 그 결과 2006년 유니레버는 벤처를 통해 자금을 출자해 축전식 이온제거(Capacitive deionization; CapD-I) 기술의 상업화에 주력할 독립자회사 볼테아(Voltea B.V.)사를 설립하였다. 볼테아는 2008년 미국의 바이오소스(Biosource)사 인수를 통해 기술력을 보강하여 CapD-I 분야의 상업화에 박차를 가하고 있다.

볼테아의 CEO인 Michiel Lensink에 따르면 전 세계의 물을 1리터짜리 병에 담는다면 이 중 식수로 공급될 수 있는 물은 반 티스푼 밖에 되지 않는다고 한다. 나머지는 식수로 쓰기에 너무 염기가 많거나, 오염되었거나, 얼어있는 상태이다. 볼테아는 CapD-I 기술로 미래의 물 스트레스를 완화하겠다는 포부를 다지고 있는데, 최근 세계적으로도 그 가능성을 인정받고 있다.

2010년 세계 물 회의(Global Water Summit 2010)는 볼테아의 수처리 기술이 낮은 에너지소모, 높은 물 회복률, 낮은 오염가능성, 화학약품 없는 수처리, 운영비용 감소의 이상적인 수처리 기술 요건들을 갖추고 있다는 점을 들어 'New Technology Idol Award 2010'을 수여했다. 그런가하면 2010년 7월 미국 CNBC지는 볼테아를 '유럽에서 가장 창조적인 회사' 리스트 3위로 꼽았다.

### 적은 에너지로 물을 정화

물에서 불순물을 제거한다는 것은 이온(ion)을 제거한다는 것을 뜻한다. 볼테아의 수처리 방식인 CapD-I는 물을 증발시키거나 약품을 사용하지 않고 이온교환막을 이용해 이온을 제거한다. 소량의 전압을 발생시켜 소듐, 칼슘, 염화물, 질산염, 비소 등 물 속의 이온을 플러스, 마이너스 양 전극으로 흡착시켜 물을 정화한 후 처리된 물을 통과시킨 이후에 이온이 들어있는 폐수를 방출하는 것이다.

기존 수처리 방식인 증발방식에는 10~15kWh/m<sup>3</sup>가 소요되고 멤브레인 방식에는 1~1.5kWh/m<sup>3</sup>의 에너지가 소모되는데 반해 CapD-I방식은 0.2~0.4kWh/m<sup>3</sup>의 에너지만을 소모하기 때문에 에너지 효율성이 다른 방법에 비해 월등하다. 현재 담수화 수처리에 널리 사용되는 기술에는 역삼투(RO)와 역전 전기투석(EDR)이 있는데, 이 두 기술은 모두 고비용이며 에너지소비가 많고 버려지는 물의 양도 많다. CapD-I는 역전 전

기투석(EDR)과 비슷한 방식이지만 이에 비해 물 회수율이 높고 유지처리가 용이하고 석회화 오염이 낫기 가능성도 적다. 또한 역삼투(RO)에 비해 훨씬 더 적은 에너지를 소모하고 수처리를 위해 화학제품을 사용하지도 않는다.

### Ben&Jerry's 아이스크림 공장의 에너지절감에 기여

건물이나 공장의 냉각탑이나 냉각기에는 많은 양의 물이 필요하다. 물의 증발은 차치하고라도 일단 사용된 물의 40~50%가 그냥 버려진다. 하지만 볼테아의 담수기술은 냉각탑에서 재순환하는 물을 5배 더 오래 사용할 수 있게 하여 물 절약에도 뛰어난 성능을 가지고 있다.

볼테아는 최근 네덜란드 헬렌도르네에 위치한 아이스크림 회사 Ben&Jerry's 공장에 축전식 이온제거 시스템을 설치하였다. 그 결과, 물 정화뿐만 아니라 보충수 사용 20% 절감, 버려지는 취출수 60% 절감, 화학제품사용 80% 절감의 효과를 거둔 것으로 나타났다.

### 네덜란드를 먹여 살릴 혁신기업으로 선정

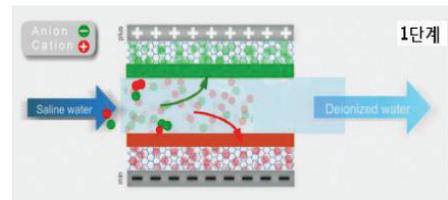
2010년 말, 네덜란드의 일간지인 Volkskrant는 35주에 걸쳐 매주 월요일마다 '2040년까지 향후 30년 네덜란드를 먹여 살릴 기업' 라는 제목의 시리즈 기사를 내보냈다. Volkskrant지는 세 명의 전문가에게 35개 기업 중에서도 가장 유망한 업체를 꼽도록 했는데 볼테아는 가장 유망한 세 개 기업의 하나로 꼽혔다.

물을 정화하고 담수화하는데 가장 중요한 문제는 에너지 소비량이다. 물에서 소듐, 미네랄, 중금속을 제거하는 기존의 기술은 많은 에너지와 화학약품소비를 요하고 많은 양의 폐수를 양산한다. 반면 볼테아의 기술은 기존 기술에 비해 반 이하의 에너지를 사용한다. 물의 보존과 활용에 있어서도 기존에 비해 훨씬 효율적이다. 현재의 대다수 기술은 투입되는 물의 절반만을 정화해 내지만 볼테아의 기술은 투입되는 물의 95%를 재생한다.

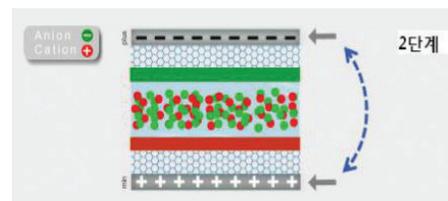
볼테아는 뛰어난 기술을 인정받아 2010년 물 필터 시스템 제조사인 미국의 펜타어(Pentair), 라보벤처(Rabo Ventures), 유니레버벤처(Unilever Ventures)로 부터 CapD-I의 상업화 촉진을 위해 총 360만 유로를 추가로 투자받았다. 2011년 5월에는 네덜란드 인프라환경부로부터 120만 유로의 연구기금도 얻어냈다.

볼테아는 또한 현재 수처리 분야에 40개 이상의 특허를 보유해 강력한 IP포트폴리오를 갖추고 있으며 계속해서 특허 범위를 확장하고 있다. CEO인 Michiel Lensink는 "폐수 재활용은 물 산업의 메이저 트렌드이며, 볼테아는 방글라데시 폐수재활용 프로젝트 등 다양한 사업을 통해 CapD-I 기술이 수처리에 가장 효과적인 기술이라는 것을 입증할 것이다."라고 말한다. 그는 또한 사업확장을 위해 새로운 파트너와의 협력기회를 찾고 있으며 적절한 시점에 거대기업과의 인수합병도 긍정적으로 고려하고 있다. 

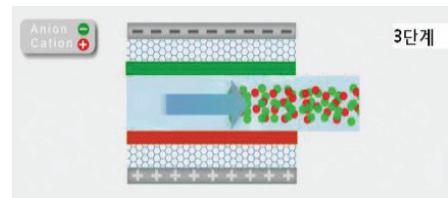
### 축전식 이온제거 CapD-I 수처리 방법



1단계 : 약 1.5볼트가 흐르는 전극 사이로 이온이 함유된 물이 흘러들어온다. 이 때 물속 이온들이 전극을 통과하면서 서로 분리되는데 양이온은 음극에, 음이온은 양극에 흡착되고, 이온이 걸러진(정화된) 물은 흘러나간다.



2단계 : 플러스와 마이너스 극을 역으로 바꿔 주면 음이온과 양이온이 흡착상태에서 풀려나오고 두 전극 안쪽에서 이온이 서로 결합한다.



3단계 : 이온이 응집된 오염된 물을 흘러 내보낸다. 2단계에서 역으로 바꿨던 전극극을 원상태로 다시 바꾸지만 하연 다음 재처리가 준비된다.

출처 : Trends, Threats and Treasures of industrial water reuse

# 3 심층 지하수를 마신다

## 일본 웰시

“역시 우물은 지진 재해에 강하다” 지난 5월 초에 동일본 대지진의 피해지역을 찾은 웰시(Wellthy)사의 후쿠다 사장은 그 동안 주장해왔던 우물에 대한 자신의 믿음이 정확하다는 것을 재확인했다. 대지진과 쓰나미로 인한 피해를 입은 동북지역에서 웰시가 지진 발생 전에 설치한 지하수 막여과(膜濾過) 시스템은 총 48건 있었는데 재해로 인해 파손된 시스템은 하나도 없었다.

웰시는 깊이 100m 내외의 우물을 파서 지하수를 채취하고 막여과 처리를 해서 안전성이 높은 물을 만들어내는 시스템을 생산하는 회사이다. 납품실적은 이미 800건을 넘었으며 지하수를 이용해 음료를 만드는 비즈니스 분야에서 일본 국내 점유율 60%를 자랑한다.

웰시 사의 시스템



출처 : www.wellthy.co.jp

### 잊혀져있던 물, 지하수

지구에는 약 14억 km<sup>3</sup>의 물이 존재한다고 한다. 그러나 그 중에서 약 97%가 해수이고 인류가 사용하는 담수는 약 3%에 불과하다. 또한 그 담수 중 약 70%가 남극과 북극의 얼음이나 히말라야 등의 빙하이며 나머지 약 30%의 대부분이 지하에 있는 샘이다. 지구상의 물에 이러한 제약 조건을 제외하고 나면 일반 하천이나 호수 등 비교적 용이하게 이용할 수 있는 물은 지구상의 물 전체의 0.01%에 불과하다.

일본에서는 고도 경제성장기에 지하수 채취량이 급격하게 증가하여 지반붕괴나 수질악화 등 지하수 관련

사고가 많이 발생하여 이를 방지하기 위한 법률과 조례가 유지되어 왔다. 그 결과 지하수는 오랜 동안 오염되지 않고 유지될 수 있었다.

“밭밑에 잊혀져있는 풍부한 지하수를 이용할 수 없을까?” 지구온난화와 수질오염 등 환경문제가 세계적으로 주목받기 시작한 약 10년 전, 웰시의 후쿠다 사장은 이런 생각을 떠올리게 되었다.

### 전기 메이커에서 지하수 관련 비즈니스 회사로

웰시의 후쿠다 사장은 원래 항공 자위대에 근무하면서 전기 기계 관련 기술을 배워 1980년에 전기제품 판매와 전기공사를 하는 개인 사업을 시작했다. 저가경쟁에 시달리지 않도록 독자적인 제품을 만들기로 작정하여 절전기 개발에 착수, 1985

년에는 주식회사로 전환하여 절전기 메이커로서 새롭게 출발했다.

초반에 절전기 사업은 순조롭게 매출을 늘려갔으나, 정부의 에너지 절약 정책 추진 방침에 따라 많은 가전 메이커들이 잇따라 절전 가전제품을 판매하게 되고 이로 인해 매출이 점점 떨어지기 시작했다. 그러던 어느 날 절전기를 납품한 고객으로부터 “전기 요금은 절전기로 절약할 수 있는데, 가스 요금이나 수도 요금을 절약 할 수 있는 방법은 없는 것일까?” 라는 질문을 받은 것이 계기가 되어 후쿠다 사장은 물과 수도 사업을 추진하기 위해 조사를 시작했다.

그 결과 일본의 수도 분야가 계속 정부의 행정 주도로 추진되어 왔고 기술적으로는 지난 30년간 거의 진보하지 않았다는 사실을 알게 되었다. 또한 일본은 다른 나라와 비교해 수질이 깨끗한 편에 속해 물을 정화하여 이용하는 기술의 개발도 그다지 발전하지 않았다는 것도 발견하였다. 경쟁이 치열한 전기 분야에서는 매일같이 빠른 속도로 기술이 진화하고 있지만 지난 몇 십 년 전과 같은 기술이 사용되고 있는 분야이면 숨겨진 비즈니스 기회가 있을 것이라고 생각한 사장은 추가로 이용할 수 있는 답수의 대부분이 지하수인 것에 착안해 지하수를 정화하여 이용하는 사업 분야에 진출하기로 결정했다.

### 100m 지하수를 5단계로 정수

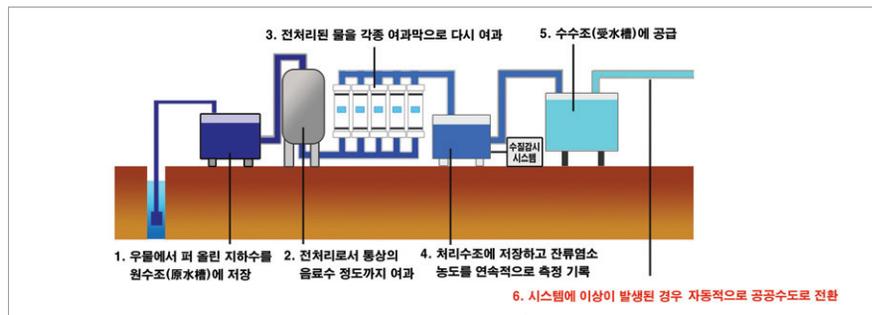
웰시의 지하수 여과 시스템의 특징은 바로 수질 안전성 기술이다. 첨단 수처리 분야에서서는 초미세(超微細) 섬유로 만들어진 막으로 불순물을 걸러내는 “막처리”라는 기술이 사용되는데, 막의 종류로서 “역침투막(RO)”, “나노 여과막(NF)”, “한외 여과막(UF)”, “정밀 여과막(MF)” 등이 있다. 웰시는 몇 가지 종류의 여과 방법을 조합하여 그 토지의 수질이나 환경에 맞게끔 대응하고 있다.

웰시의 막여과 시스템은 일반적인 깊이가 얇은 우물이 아닌 평균적으로 약 100m 깊이의 우물을 파낸다.

깊은 우물은 지표면으로부터의 오염 등 악영향을 받지 않는 양호한 수질의 지하수를 간직하고 있기 때문이다.

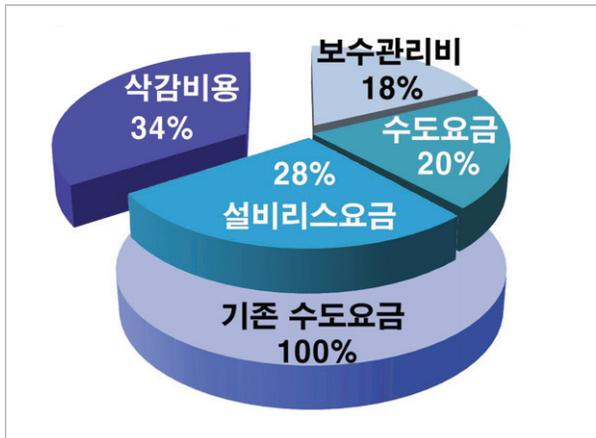
퍼 올린 지하수는 일반적인 여과 공정을 거친 후에 추가로 측면에 0.1 미크론 이하의 미세한 구멍이 있는 중공사막으로 다시 여과하여 병원성 대장균 O-157 등 세균류 등을 제거한다. 또한 IT 기술을 이용한 수질 보존에도 주력하고 있다. 막여과 시스템을 가동하는 중에는 잔류염소 등이 수질기준을 충족하고 있는지 측정하여 수질에 문제가 발견되면 자동적으로 통상적인 수돗물로 전환하는 안전장치가 설치되어 있다.

웰시의 지하수 처리과정 흐름도



출처 : 웰시

기존 수도요금 대비 비용 비교



### 기존 수도요금에서 34% 절감 가능

수돗물과 지하수를 비교할 때 두드러지는 지하수의 가장 큰 장점은 “무료”라는 것이다. 웰시의 시스템은 종래의 수돗물과 지하수를 이원화 시켜 사용한다. 이원화에 의해 플랜트설비 리스 요금과 보수관리 비용을 더해도 기존의 수돗물 요금보다 수도요금을 34% 가량 삭감할 수 있다. 웰시의 시스템을 도입한 병원의 사례를 살펴보면 연간 1,300만 엔이었던 수도 요금 중에 약 400만 엔을 삭감하는데 성공했다.

수질의 안전성이나 시스템의 비용절감 효과를 감안 하더라도 정작 실제로 시스템 도입을 고려하는 하는 고객은 “시스템 도입 후에 막상 문제가 생겨 물이 나오지 않거나 수질이 매우 나쁘면 어떻게 될까”라는 불

안을 느낄 수 있을 것이다. 그래서 웰시는 우물을 굴착한 결과 수량이나 수질에 문제가 있어 시스템을 제공할 수 없을 경우에는 우물 굴착 비용을 고객이 아닌 회사가 부담하는 정책을 운영한다. 어찌 보면 이것은 사업체에게 큰 부담이지만 웰시는 10년 이상 사업으로 이미 지하수 관련 데이터를 보유하고 있어 고객이 지정하는 곳에서 지하수가 나올지를 거의 예외 없이 예상할 수 있어 실제로 보상하는 경우는 많지 않다.

또한 웰시는 “수질 보증”도 실시하고 있다. 이는 어떤 이유로 동사가 제안한 지하수량이 부족한 경우에 별도 계약의 범위 안에서 부족량에 상당하는 상수도 요금을 회사가 보증하는 제도다. 이렇게 대담하게 보증을 할 수 있는 이유는 지하수 존재 여부 조사나 수질 안전성 조사로부터 우물 굴착, 플랜트 설치공사까지 담당하고 있는 모든 작업에 대해 절대적인 자신감을 가지고 있기 때문이다.

### 재해 현장에 정수시설을 제공하며 사회적 책임도 실천

웰시는 2008년에 발생한 중국 사천대지진 때는 피해 지역에 “간이형 정수설비”를 기증했다. 이 플랜트는 1시간 당 4톤, 1일 20시간 가동하면 최대 4만 명 분에 해당하는 음료를 공급할 수 있다. 웰시는 일본정부와 중국 당국과 연계해서 지진 발생 2개월 후에 해안에서 약 2000km 떨어진 피해 지역에 장치를 설치했다. 2010년에 발생한 아이티 대지진 때는 재해 비상용 간이 정수장치를 무상으로 제공했고 올해 3월 11일 발생한 동일본 대지진 피해 지역에도 지하수 막여과 시스템 플랜트를 무상 제공했다.

동일본 대지진 발생 직후 많은 지역에서 상수도 시설이 파괴되어 단수 사태가 일어나면서 물의 중요성은 다시 주목을 받고 있다. 단순한 비용 절감효과뿐만 아니라 비상시의 물 확보라는 관점에서도 웰시의 시스템에 대한 관심이 더 높아질 것으로 예상된다. [K](#)

# 4 탈수기 원리를 이용한 하수처리 기술

## 일본 암콘

일본 암콘사는 요코하마에 본사를 둔 종업원 60여명 규모의 작은 중소기업이다. 하지만 암콘사는 연매출이 12억 엔에 달하고, 제품을 일본의 167개 하수처리장과 해외 39개 국가에 납품하는 글로벌 강소기업이다. 올해 38세의 사사키 쇼이치 사장이 이끄는 이 회사의 주력제품은 ‘Volute(볼루트)’. 탈수기의 원리를 이용하여 하수 슬러지를 효과적으로 처리하는 수처리 장치이다.

암콘사의 Volute 제품



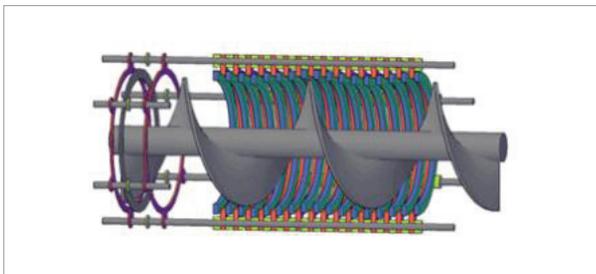
출처 : [www.amcon.co.jp](http://www.amcon.co.jp)

### 하수 슬러지 물기를 완전히 제거하는 나선형 탈수기 방식 개발

암콘 하수처리 기술의 특징은 탈수기 원리를 이용하여 하수 침전물인 슬러지에 포함되어 있는 수분을 완전히 제거해 낸다는 점이다. 기존의 하수처리장은 슬러지를 바닥에 모아두고 얇은 피막을 통과하게 해서 1차 수분을 빼내고, 슬러지에 여전히 남은 수분은 물기 없는 덩어리가 될 때까지 오니 탈수장치에 넣어 수분을 제거하는 방식이다. 이 때 사용되는 오니 탈수장치는 슬러지를 여과지에 끼우고 세탁기처럼 돌려서 물기를 제거하게 되는데, 슬러지의 미세한 잔유물 때문에 탈수장치가 막혀 정기적으로 세척이 필요해 번거로움이 있었다. 또한 오니 탈수장치는 소음도 크고 전력소비도 많다는 단점이 있었다.

암콘이 개발한 하수 슬러지 처리장치는 커다란 나선모양의 막대가 삽입된 통 모양으로, 통 안에 슬러지를 넣고 압축, 탈수하는 방식이다. 나선모양의 막대에 직경 10~35cm의 링을 일부는 고정시켜 놓고, 일부는 움직이게 만들어 놓는다. 이 나선이 회전을 시작하면 고정링과 움직이는 링이 서로 엇갈리는 운동을 시작하면서 파도처럼 차례로 원을 만들어 내게 된다. 이 원리를 이용하여 슬러지의 물기를 완전히 제거할 뿐 아니라, 슬러지 침전물이 탈수기를 막히게 하는 현상을 방지할 수 있다.

Volute 탈수기의 여과부



출처 : 환경 비즈니스

암콘의 제품은 이미 공장이나 대형 상업시설의 오수 처리시설에 사용되고 있다. 도쿄 마루노우치 빌딩, 롯폰기의 도쿄 미드타운 등이 대표적인 예이다. 암콘의 제품을 이용할 경우 세정수의 양

을 기존의 1/200로 줄일 수 있을 뿐 아니라, 막힘방지를 위한 정기적인 세척작업도 필요 없다. 소비전력도 이전보다 최대 90%까지 절약할 수 있다.

Volute의 하수 슬러지 탈수처리 과정



출처 : www.amcon.co.jp

보수 하청업체에서 출발, '이단야' 소리 들어가며 기술 독자 개발

지금은 혁신적인 하수처리 기술로 일본 국내는 물론 세계시장의 주목을 받고 있는 암콘이지만, 한때 대기업의 하청업체에 지나지 않은 시절도 있었다. 암콘은 현 사사키 사장의 부친이 기계수리 회사에 근무하다가 1974년 창립했지만, 초기에는 대기업의 하청을 받아 하수처리 시설을 유지 관리하는 일이 주였다. 그러나 하수처리 시설의 유지 보수는 매우 힘들고 어려운 작업이었다. 특히, 슬러지를 처리하는 일은 엄청나게 육중한 기계를 다루어야 함은 물론이고 작업효율성도 매우 떨어지는 일이었다. 보다 효율성이 높은 기계를 찾아 헤매기도 했지만, 암콘의 작업환경에 맞는 기계를 찾기 어렵다고 판단한 회사는, 80년대 초부터 직접 제품을 만드는 일에 도전하게 된다.

야심을 갖고 하청업체에서 제조업체로의 변신을 꾀했지만 현실은 결코 녹녹치 않았다. 업계에서 '이단야' 소리를 들어가며 많은 시간과 노력을 투자했지만 제품 개발과정에서의 실패는 수없이 이어졌다. 이 과정에서 여과장치를 사용하는 탈수기도 개발했지만, 침전물로 인한 막힘을 해결하기에는 부족한 점이 많았다. 막힘현상이 없는 탈수기 개발에 착수한 지 10년, 2000년대 초 드디어 Volute 탈수기가 탄생하였다.

그러나 작은 기업이 혁신제품을 만들었다고 해서 금방 시장을 평정할 수 있는 것은 아니었다. 아무리 큰 수요가 예상되는 공공 하수처리 시설이라 하더라도 대기업이 철통같은 아성을 쌓고 있기 때문에 무명예 불과한 중소기업이 참여할 수 있는 방법은 거의 없었기 때문이다. 암콘이 틈새시장으로 파고 든 곳은 민간시설이었다. 작은 상업시설이라도 성실하게 시공하고 정교하게 A/S를 제공하며 꾸준히 실적을 쌓아 나갔다. 이후 민간시설에 진출한 지 7년 만에 공공시설에 진출하는데 성공했다. 이후 암콘의 제품은 폭발적인 인기를 얻으며 시장을 넓혀 나갈 수 있었다. 하청업체에 만족하지 않고 스스로 흑독한 혁신을 꾀한 결과였다.

## 시련이 와도 도전을 두려워하지 않는 기업정신

공공시설 시장에서 암콘은 대기업도 두렵지 않은 존재가 되어 갔다. 사사키 사장에 따르면, 대기업은 주로 해외기술을 도입하여 사용할 뿐 아니라 현장감이 없기 때문에 고객들의 세세한 요구에 대응할 수 없는 반면, 암콘의 하청업체 시절부터 몸에 밴 현장감과 고객지향적 마인드는 큰 경쟁력으로 작용하고 있다.

그러나, 승승장구하던 암콘은 또 한 번의 시련을 맞게 된다. 암콘의 약진을 지켜보던 대기업들이 2003년부터 유사제품을 출시하기 시작한 것이다. 게다가 심각한 재정적자에 시달리던 일본 정부가 공공투자를 대폭 줄이면서 시장은 더욱 어려워져만 갔다. 부친의 사망으로 새롭게 사장에 취임한 젊은 사사키 사장은 매출급락, 적자누적으로 위기에 처한 회사를 구하기 위해 대대적으로 회사의 홈페이지를 정비하는 등 영업력을 강화하기 위한 일에 착수했다. 내부적으로는 그 동안 상부의 지시를 받고 이를 따르는 데에 익숙한 조직문화를 바꾸는 일에도 전력을 다하고 있다. 우수한 인재들의 독창적인 아이디어와 도전정신, 개척정신이 암콘의 제2기를 열어갈 원동력이라고 판단했기 때문이다.

## 중국, 아프리카 등 신흥 시장 진출에 전력

암콘은 2004년부터 해외시장 개척에 착수했다. 물론 초기에는 현지 에이전트와의 마찰, 유사복제품 범람 등 문제가 많았지만 이 역시 암콘 특유의 추진력으로 해결해 나가고 있다. 자본, 지명도 모두 약점인 중소기

업으로서 해외시장을 개척하는 방법은 꾸준한 도전 밖에 없다는 각오로 전 세계의 수처리 관련 전시회에 참가하며 마케팅을 지속하고 있다. 그 결과 2007년에는 중국 현지공장을 세우는 성과를 거두었고 유럽, 아프리카 등 새로운 시장 개척에도 발판을 마련하고 있다. 2009년 이후 총 수출물량은 390대, 약 4억 엔 규모를 자랑하며 그 동안 적자에 허덕이던 회사 재정이 2009년부터는 연간매출 12억 엔, 경상이익 1300만 엔으로 회복되고 있다.

환경, 그 중에서도 수처리 산업은 세계 시장 수요가 크게 증가하는 분야이다. 특히 중동, 아프리카 등 신흥국 시장의 수요는 가히 폭발적이다. 수처리시장은 2015년이면 2010년에 비해 두 배 이상 성장할 것이라고 한다. 암콘 역시 2015년을 두 배 이상 성장할 수 있는 절호의 시기로 보고 신흥시장 진출에 박차를 가하고 있다. [K](#)

Volute 앞에 선 사사키 사장



출처 : 니케이 비즈니스

# 5 물 부족 국가위기를 기술로 극복

## 이스라엘 IED Technologies

이스라엘은 천연 자원이 절대적으로 부족한 나라이다. 비록 최근에 인근 지중해 연안에서 대규모의 천연가스가 발견되기도 하였지만 이스라엘은 석유가 전무한 중동의 몇 안 되는 국가 중 하나이며 특히 물 부족 문제는 건국 때부터 이스라엘을 괴롭히는 고질적인 문제가 되어 왔다. 해마다 유럽과 세계 각국에서 이민해 오는 유대인들로 인한 기하급수적 인구 증가에 비해 수자원은 매우 한정되어 있어, 가뭄이 올 때면 이스라엘 국민들은 비를 위해 하늘에 간절히 기도하는 것 밖에는 별다른 수가

북부 Hadera에 위치한 IDE의 역삼투압 방식 해수담수화 시설



출처 : IDE

없었다. 따라서 이스라엘은 일찍부터 담수화를 중심으로 물 관련 기술 개발에 몰두해 왔다. 50년 이상의 기술개발 역사를 바탕으로 현재 세계 최고 수준의 담수화 기술을 자랑하게 되었으며 IDE Technologies와 같은 담수화 기술선도 기업을 보유하게 되었다. IDE는 세계적인 역삼투압 방식(RO : Reverse Osmosis)의 담수화 기술 보유 업체로, 이스라엘 북서부 Hadera 및 남서부 Ashkelon에 대규모의 역삼투압 방식의 담수화 시설을 건설하고 운영하고 있다.

### 국가적인 물 부족 문제 해결을 위해 담수기술 개발

물을 확보하기 위한 노력의 일환으로 지하수 개발, 상하수 재활용 등 다양한 물 관련 기술이 개발되어 왔다. 이 중, 댐 다음으로 다량의 수자원을 비교적 짧은 공사

기간으로 확보할 수 있는 해수담수화 기술은 이스라엘 정부와 기업의 시선을 사로잡기에 충분했다. 또한 한정적인 국토를 보유하고 있는 이스라엘에게는 담수플랜트 건설에 필요한 시설면적의 크기가 작다는 점도 매우 매력적이었다. 해수담수화의 잠재성을 인식한 이스라엘 정부와 기업은 본격적인 기술개발에 돌입하였다.

해수 담수화 기술은 크게 역삼투법(Reverse Osmosis), 증발법(Distillation), 전기투석법, 냉동법 등의 기술로 분류할 수 있다. 이 중 IDE와 기타 이스라엘 기업이 집중한 기술은 역삼투법으로, 물은 통과하지만 물속에 녹아있는 용질은 투과하지 않는 반투막에 해수를 가압하여 담수를 얻는 방법이다. 반투막을 경계로 하여 양쪽에 동일한 양의 저농도 담수와 고농도 해수를 넣으면 시간이 지남에 따라 담수가 투막을 통과하여 해수 쪽으로 이동하는 현상이 발생하고 일정 시간이 지나면 담수의 이동이 정지하고 평형 상태에 이르게 된다. 이 때 해수 측에 압력을 가하면 해수 측의 물은 반투막을 통과하여 다시 담수 쪽으로 넘어오게 되며 이를 통해 담수를 얻는다.

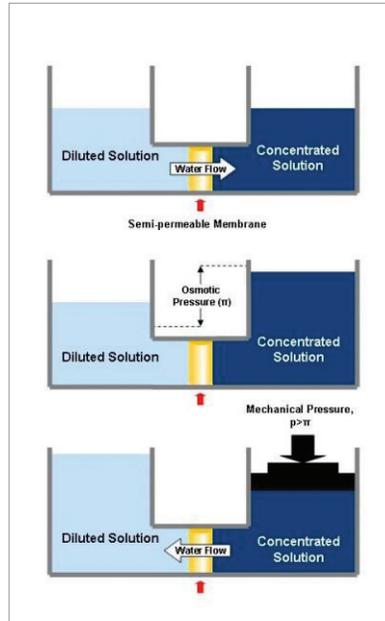
역삼투법은 증발법 등 기타 담수화 기술에 비해 필요한 에너지 소모량이 적어 발전소와 함께 건설될 필요가 없다. 에너지 자원 부족국가인 이스라엘로써는 안성맞춤인 방식이었다. IDE에서는 현재 증발법, 역삼투법의 두 가지 기술을 보유하고 있으며 특히 역삼투법 담수화 플랜트 건설 분야에서는 세계 최고 수준의 기술력을 보유하고 있는 것으로 알려져 있다.

### 이스라엘 정부 프로그램을 통해 본격적인 플랜트 사업 착수

1999년 이스라엘 정부는 장기적인 대규모 해수 역삼투법 담수화 프로그램을 발표하였다. 이스라엘의 고질적인 물 부족 현상에 대한 대책으로 시작된 이 프로그램의 일환으로 2002년 첫 번째 대규모 담수화 플랜트 건설 프로젝트(BOT 방식)를 발주하였으며, 이를 수주한 IDE는 2003년 이스라엘 남부 지역 Ashkelon에 당시 세계 최대 규모(1.18억 m<sup>3</sup>)의 역삼투법 방식 담수화 플랜트 건설을 시작하였다. 이 플랜트는 2005년 완공되어 2010년까지 약 5억 m<sup>3</sup>의 용수를 이스라엘에 공급한 바 있다.

추후 IDE에서는 2007년 이스라엘의 북부 지역 Hadera에 추가 담수화 시설(1.27억 m<sup>3</sup>, 역삼투법) 건설에 착공하여 2009년 말 완료하였다. Hadera와 Ashkelon

역삼투법 개념도



출처 : IDE 홈페이지

담수화 시설은 2011년 현재 역삼투법 담수화 플랜트로는 쿠웨이트 Sulaibiya 플랜트에 이어 세계 2, 3위의 규모이며 IDE는 2013년 이스라엘 Soreq에 또 하나의 대규모 담수화 플랜트(1.5억 m<sup>3</sup>) 완공을 눈앞에 두고 있다.

Ashkelon 담수화 시설



출처 : 이스라엘 수도청(Water Authority)

### 해외 시장으로 진출

IDE는 이스라엘 정부의 활발한 지원 하에 다수의 국내 담수화 프로젝트를 수주한 데 만족하지 않고 해외 시장 진출을 모색하기 시작했다. 하지만 여기서 큰 문제에 직면하게 된다. 담수화 프로젝트의 대다수는 물 부족 문제를 겪고 있는 사우디아라비아, UAE, 쿠웨이트

등 중동 지역에 집중되어 있는데 이스라엘 기업은 기타 중동 국가들과의 정치적 갈등으로 인해 이들 시장에 진입할 수 없는 것이었다. 따라서 IDE는 녹색 프로젝트가 활발하게 진행되고 있는 중국 등 아시아 태평양 시장으로 눈을 돌리고 2007년 중국 천진 SDIC에서 발주한 중국 최대 규모의 담수화 플랜트를 수주하는 데 성공한다. IDE에서 중국 천진 측에 제안한 담수화 콘셉트는 자체적으로 개발한 MED(Multi-Effect Distillation, 다중효용법) 방식으로, 담수화 처리를 위해 천진 발전소의 폐기 열을 사용한다는 점에서 높은 점수를 받았다. IDE는 천진 플랜트 이외에도 인도, 스페인 등 전 세계 40개국에 약 400 개 이상의 플랜트 설계와 건설을 완료하였으며, 이들의 일일 물 생산량은 200만 m<sup>3</sup>에 이르고 있다.

### 첨단 기술력, 노하우와 유연성으로 세계 일류 기업으로 성장

IDE의 가장 큰 강점은 아무래도 긴 역사와 노하우를 바탕으로 한 첨단 기술력이라고 할 수 있다. 실제로 IDE의 이스라엘 Hadera, Ashkelon 플랜트와 2013년 완공 예정인 Soreq 플랜트는 1m<sup>3</sup>의 해수담수화에 필요한 비용이 약 50~60 센트에 불과해 비용적인 효율성면에서 세계 최고 수준을 자랑한다. 또한 중국 천진의 사례에서도 볼 수 있듯이 지역 환경적인 여건 또는 제약에 따라 맞춤형 담수화 솔루션을 제공할 수 있는 유연성도 갖추고 있다.

이러한 장점으로 인해 비록 다수의 담수화 플랜트가 집중되어 있는 중동에는 단 하나의 시설도 보유하고 있지 않지만 전 세계 담수화 플랜트 설치 용량 6위(역삼투압 방식으로는 세계 4위)로 Veolia, 두산중공업, GE 등의 글로벌 기업과 어깨를 나란히 하고 있다. 또한 2011년 영국의 수처리 전문 잡지인 GWI(Global Water Intelligence)에 의해 “올해의 담수화 기업(Desalination Company of the Year)”에 선정되기도 하였다. IDE는 우수한 기술 개발을 통해 전 세계 시장을 선도하는 일류 기업으로 성장한 좋은 사례이다. [▶](#)

# 6 UV 수처리 시장의 1인자

## 캐나다 Trojan Technologies

Trojan Technologies는 종업원 450여명의 중소기업으로 1977년 이후 30년 넘게 꾸준히 UV(자외선) 수처리 기술개발에 전념해온 기업이다. Trojan Technologies의 이전 상호명은 Trojan Metal Works로, 원래는 금속공구함을 주로 만들던 회사였다. 그러나 1977년 Trojan Metal Works의 가정용 UV 정수장비 특허를 눈여겨 본 젊은 사업가인 Hank Vander Lann이 회사를 인수하면서 기업은 180도 변한다. 자외선 수처리가 화학적 방식보다 안전하고 친환경적이라는 것에 주목한 사장은 금속공구함 제작을 접고 산업용 자외선 수처리장비 개발에 전념한다.

그로부터 35년 후 Trojan Technologies는 캐나다 온타리오 주의 London과 Guelph 두 곳에 생산공장을 가지고 전 세계 80개국 4,000개 처리장에 7,000개의 UV 수처리장비를 납품하는 세계 최대의 UV 수처리기업으로 성장한다. 이 회사의 성공비결을 알아보도록 한다.

Trojan Technologies의 생산시설



출처 : Trojan Technologies

### UV 수처리 방식이란?

UV 수처리 방식이란 자외선을 사용하여 오염된 물을 살균하는 방식이다. 처리장치에 자외선 램프를 설치하여 물 속의 미생물을 살균하는 방식이다. 기존의 화학적 염소 처리 방식이 환경에 악영향을 미치기 때문에 UV 수처리 방식의 수요가 증가하는 추세이다. 특히 북미의 경우, 전체 20%의 수처리 시설에서 UV 수처리 방식을 사용하고 있다.

UV 수처리 시스템에는 중력식 유동 (Gravity Flow) 방식에 사용되는 오픈 채널 시스템과 가압 (Pressurized) 방식에 사용되는 Closed Vessel 시스템 두 종류가 있다. 오픈 채널 시스템은 특별한 공사 없이 기존의 염소 처리 정수장에 설치가 가능하여 설치비용이 그리 크지 않다. Closed Vessel 시스템은 주로 막여과

(Membrane) 방식의 수처리에 사용되는 바이오리액터에서 발생한 가압 오염수 (Pressurized Effluent) 정화에 사용된다.

UV 수처리 방식은 일반적인 화학적 염소 처리 방식에 비해 낮은 이산화탄소 배출을 자랑한다. 염소 처리방식이 화학물질 사용으로 환경에 피해를 입힐 우려가 있는 반면, UV 수처리 방식은 환경파괴에 대한 우려가 없다. UV 처리된 수질은 미국 환경보호청(EPA) 등 감독 기관의 기준치를 훨씬 상회한다. 염소 살균이 THMs, HAAs,

Open 시스템과 (위) Closed Vessel 시스템 (아래)



출처 : Trojan Technologies

NDMA 등 인체에 해로운 부산물을 생성하고 질병을 유발할 수도 있는 Cryptosporidium 이라는 균의 살균에는 효과적이지 못한 반면, UV 살균은 특별한 부산물을 생성하지도 않고 Cryptosporidium 살균에도 효과적이다. 또한 UV 수처리 방식은 화학적 방식에 비해 초기 설치비용과 운영비용이 적게 드는 장점도 있다. 식수용 UV 기술의 경우, 비용은 오존 살균방식과 막여과(Membrane Filtration) 살균방식에 비해 각각 1/5 과 1/10 수준이다.

### 시장 점령 원동력은 지속적인 R&D 투자와 기술개발

1977년 상호 개명 후 Trojan Technologies는 5년간 공공 하수처리용 UV 기술개발을 위한 R&D에 모든 역량과 투자를 집중하였다. 특별한 입찰 성과도 없이 5년간 기술개발만 하는 힘든 시간이었지만, Trojan Technologies는 기술개발에 대한 집념을 포기하지 않았다. 1982년 마침내 온타리오 주 Tillsonburg 시의 하수처리 사업 입찰에 최초로 성공하며 사업은 번성하기 시작하였다. 1980년대와 90년대에는 25개국 이상에 공공 하수처리 시설을 설치하였다. 1993년에는 마침내 세계 최대 UV 하수처리 시설 업체로 등극하고, 토론토 주식시장에도 상장하였다.

한편, Trojan Technologies의 R&D 투자는 성공 후에도 지속되었다. 지속적으로 과학자와 엔지니어를 고용하며 90년대 후반부터는 식수용 하수처리 시장 진출을 위한 연구에 몰두하였다. 2000년대 초반 마침내 Trojan UV Swift 라는 공공 식수 재생 시스템을 출시하고 2002년에는 미국 시애틀, 캐나다 빅토리아, 그리고 네덜란드 로테르담의 수도 담당기관과 Trojan UV Swift 설치 계약을 맺었다.

### 전략적 M&A로 회사 규모 키워

Trojan Technologies의 전략적 M&A 추진과 조직분할은 회사 성장의 또 다른 원동력이었다. 2001년 Trojan 사는 환경 오염물질 처리에 관심을 갖고 대장균

등 인체에 해로운 미생물과 살충제 등을 제거하는 UV-oxidation(자외선-산화) 기술을 보유한 미국의 Advanced Ultraviolet Solutions를 인수하였다. 인수 후 2004년 까지 3년 동안 Trojan Technologies는 환경 오염물질 처리에 관계된 프로젝트를 수주하며 약 4천만 캐나다달러(US\$ 4,116만)의 매출을 올리며 해당 부문 최대 기업으로 발돋움 하였다. 2004년에는 하수처리 솔루션 사업 확대를 위해 북미 최대 과산화수소 공급업체인 캘리포니아 주의 LLC of Laguna Niguel 사의 최대 주주로도 등극하였다.

Trojan Technologies는 산업용 하수처리 부문 강화를 위한 M&A도 활발하게 진행해 오고 있다. 특히 산업용 하수처리 부문 강국인 유럽과 북미 지역 기업 인수를 통해 산업용 하수처리 부문에서의 유통, 제품 라인, 시설 확충을 이루었다. 2001~2003년 산업용 하수처리 부문 성장이 잠잠하였음에도 불구하고, Trojan Technologies의 산업용 하수처리 부문 사업매출은 이 기간에 350%나 확대되었다. 2004년 3월에는 제약회사와 생명공학 OEM 기업과의 합작을 통해 Trojan UV Logic Pharma 라는 새로운 산업용 하수처리 장비를 출시하며 산업용 하수처리 부문 사업을 강화하였다. 2005년 12월부터는 미국 캘리포니아 주의 Aquafine Corporation사를 산업용 하수처리 부문 사업을 위한 전략적 사업 단위로 활용하고 있다.

가정용 수처리 부문에서도 Trojan Technologies는 M&A 전략을 펼쳐왔다. 2008년 Trojan Technologies는 캐나다 온타리오 주 Guelph 시 소재의 가정용 자외선 물 살균 장비 전문 제조업체인 R-Can Environmental 사를 인수하였다. 이후 회사의 모든 가정용 수처리 사업 부문을 Guelph 시의 신규 시설에 통합하고, Viqua 사라는 신규 가정용 수처리 자회사를 신설하며 가정용 수처리 사업 부문을 본격적으로 확대하였다.

## 900만 뉴욕시민의 식수를 책임진다

Trojan Technologies는 1977년 상호와 사업영역을 변경한 이후, 기술기반 산업의 중심인 R&D 투자와 전문인력 육성을 통한 기술개발을 한시도 게을리 하지 않았다. 이러한 기술 중심의 기업 문화는 Trojan Technologies가 공공 부문뿐만 아니라 산업용과 가정용 UV 수처리 부문까지 성공적으로 사업을 확장하는데 기본 바탕이 되었다.

2005년 Trojan Technologies는 미국 뉴욕 시로부터 역대 UV 하수처리 시설 가운데 최대인 하루 22억 갤런의 물을 정수하는 시설의 입찰권을 따내고 사업을 진행하고 있다. 9백만 뉴욕 시민의 식수를 책임질 이번 프로젝트는 2012년 모두 완성될 예정이다. 이번 뉴욕 시 프로젝트는 Trojan Technologies의 사업 확대에 중요한 발판을 마련 해 줄 것임에 틀림없다. 

## 7

# 얼음으로 수도관을 말끔하게 청소

스페인 Agbar

## 바르셀로나에서 시작된 세계적인 수처리 기업

아그바르(Agbar)는 128개의 지사와 10,500명의 종업원을 거느린 스페인의 대표적인 글로벌 수처리 기업으로, 약 140년 전 바르셀로나 시에서 지역 내 식수 공급 사업을 시작으로 물 산업에 첫 발을 내딛었다. 이후 높은 기술경쟁력을 바탕으로 사업영역을 꾸준히 확장해 나가 현재에는 물 확보에서부터 상하수도 관리, 수처리 등 수자원 전반에 걸친 서비스를 통합적으로 제공하기에 이르렀다. 현재 아그바르는 스페인 식수공급의 50%와 수처리의 30%를 담당하는 최대 기업으로 성장하였다.

아그바르는 스페인 시장에서 뿐만 아니라 해외시장에서도 두각을 나타내고 있다. 영국, 알제리, 멕시코 등 세계 7개국에 진출해 총 2천 6백만 명의 인구를 대상으로 식수를 공급하고 있다. 특히 지난 2007년에는 중국시장에도 진출해 장쑤 성 타이저우 시에 식수 공급과 하수도 처리 서비스를 제공하고 있다. 이와 같은 세계적 명성에 힘입어 2009년에는 컨설팅회사인 PwC(Pricewaterhouse Coopers)와 SAM(Sustainable Asset Management)이 선정한 전 세계 친환경 기업 중 수자원 관련 기업으로는 유일하게 선정되며 세계 최고의 물 기업임을 인정받게 되었다.

아그바르가 그 동안 발 빠른 성장을 거듭하며 세계 여러 국가에 진출할 수 있었던 원동력 중 하나는 물 관련 각종 연구 프로젝트를 통한 고도의 기술력 확보에 있다. 특히 아그바르가 중심이 되어 까탈루냐 주립 공대와 스페인 국가 과학연구소가 합작해 설립한 CETaqua 수자원 기술센터는 아그바르 기술력의 원천으로, 바닷물의 반담수 탈염, 정수, 통합수자원관리시스템, 폐수처리, 신종 병원균 파악 등 물과 관련된 다양한 연구 프로젝트를 진행하고 있다. 이외는 별도로 아그바르는 여러 수처리 기업과의 공동 연구를 통해 기술을 개발하고 참여 기업간에 획득한 기술을 공유하고 있다.

## 얼음으로 수도관을 청소하는 Ice Pigging 기술 개발

아그바르가 보유한 수처리 기술은 수십여 가지가 되지만, 그 중 대표적으로 아그바르의 자회사 중 하나인 브리스톨 워터(Bristol Water)사의 'Ice Pigging' 기술이 최근 업계에 큰 반향을 일으킨 바 있다. 이 기술은 수도관 내부를 청소하는 데에 사용되는데, 두꺼운 얼음 슬러시를 파이프 내부에 흘려보냄으로써 수도관 내부의 각종 침전물, 찌꺼기 등을 제거하는 기술이다. 얼음 슬러시는 휘어진 파이프나 지름 크기가 다른 파이프, 파이프 이음새 부분을 막힘없이 빠르게 통과해 이물질

제거하며, 청소가 끝난 뒤 제거도 손쉽게 할 수 있다는 장점이 있다. 또한, 일반적인 물을 사용해 청소했던 기존 방식보다 훨씬 적은 양의 물을 가지고도 청소가 가능해 친환경적인 기술로 손꼽히고 있다. 이

기술은 ‘2009 수도산업 기술 시상식(Water Industry Achievement Awards)’에서 최고혁신기술상을 수상하였으며, 2010년에는 국제 물협회(IWA)에서 주최한 창의프로젝트에서 최고 혁신기술에 주어지는 대상을 수상하였다.

얼음 슬러지 수송차량



출처 : Agbar Environment

### 에너지 사용을 최소화하는 슬러지 처리기술

아그바르가 자랑하는 또 다른 기술로는 ‘슬러지 열건조 기술(STC)’이 있다. 물 정수 과정에서 찌꺼기처럼 남게 되는 오염된 흙인 슬러지가 하천에 그대로 방류되면 물의 흐르는 속도를 저해하게 되어 수자원 오염의 원인이 되기 때문에 반드시 안전하게 폐기해야 하는데, STC 기술은 슬러지를 처리 시설의 벨트 위에서 건조해 부피를 줄이는 데에 초점을 맞추고 있다. 먼저, 슬러지를 80도 미만의 저온으로 말리기 때문에 기존 건조 방식보다 에너지 낭비가 적고 화재의 위험이 없으며, 건조작업으로 슬러지가 머금고 있던 물을 다시 회수(약 100~4500 l/h)할 수 있는 장점이 있다. 또한, 열병합발전시스템을 설치해 처리장에서 손실되는 열을 다시 저온건조 과정에 재활용함으로써 슬러지 처리에 소요되는 에너지를 최소화하는 친환경적인 시스템도 구축해 놓았다. 이 기술은 스페인뿐만 아니라 인근 국가에서도 인정받아, 최근 프랑스 남부 지역의 수처리 시설에 도입되고 있는 추세이다.

수도관 청소용 얼음 슬러지



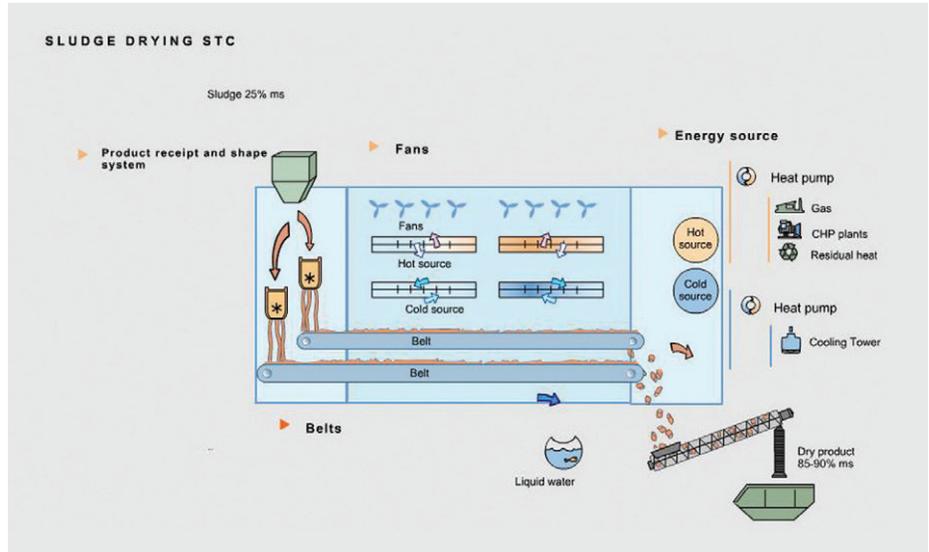
출처 : Agbar Environment

### 상하수도 관리 소프트웨어 개발에도 앞장서

아그바르는 수자원 관련 기자재 뿐만 아니라 소프트웨어 개발에도 상당한 성과를 거두고 있다. 그중 가장 대표적으로 손꼽히는 제품은 물 관리 통합 시스템인 AquaCIS이다. 이 시스템은 세계에서 처음으로 수처리 기업이 직접 만든 고객관리 프로그램으로 알려져 있으며, 하나의 시스템 안에 물 공급과 관련된 모든 관리 체계가 통합되어 있는 것이 가장 큰 장점이다. 즉, AquaCIS 시스템 하나만 있으면 고객 접수에서부터 계약, 물 사용량 계량, 상하수도 요금 청구와 징수, 요금 미납부자 관리, 불만사항 접수, 업무 관리 등 수자원 공급과 관련된 모든 업무의 해결이 가능하다. 이 제품은 업계로부터 좋은 반응을 얻어 2009년 첫 출시된 후 현재까지 총 250 여개의 스페인 도시에서 운영되고 있다. 또한 해외수출에도 성공해 영국

과 알제리의 일부 도시에서도 사용되고 있으며, 2012년에는 중남미 시장에도 판매될 예정이다.

STC 운영 방식



출처 : STC 홈페이지

아그바르의 또 다른 대표 소프트웨어로 상하수도망 관리 시스템인 GISAgua를 꼽을 수 있다. 이 시스템은 포털 웹 형식으로 디자인 되어 있으며, 수도가 공급되는 도심 지역의 지도를 통해 상하수도 네트워크 현황을 한 눈에 확인할 수 있으며, 수도 공급이 중단되거나 유출되는 지점을 빠르게 포착할 수 있다. 또한, 시뮬레이션 분석 시스템을 활용해 미래에 대한 물 공급과 수요를 예측해 정확하고 빠른 수도 관리가 가능한 장점이 있다. 그 밖에 앞서 소개된 AquaCIS는 물론 아그바르가 판매하는 기타 소프트웨어 제품과도 호환이 가능해 사용자의 편리성을 극대화 하였다. 이 소프트웨어는 자국시장은 물론 해외에서도 높은 평가를 받아 멕시코, 쿠바, 콜롬비아에 판매된 바 있다.

끊임없는 기술혁신으로 전 세계 800여개의 수처리 시설 보유

수처리를 비롯한 물 산업과 관련된 모든 서비스를 제공할 수 있는 아그바르는 명실 공히 세계적인 물 기업으로 부상하였으며, 수처리 시설만 해도 현재 스페인을 포함해 전 세계에 775개(음용수처리설비 300개, 폐수처리설비 475개)를 보유하고 있다. 세계적으로 높은 위상을 떨치는 위치에 올라서기까지 아그바르는 그간 자체적인 기술개발 뿐만 아니라 정부, 연구기관, 타 기업과의 협력을 통해 기술경쟁력을 높여 왔으며 우수한 기술력을 가진 기업을 적극 인수하기도 했다. 날이 깊어지는 수질 오염과 물 부족 현상으로 갈수록 높은 수준의 수처리 기술을 요구하는 시장에서 살아남기 위해서는 아그바르의 사례처럼 무엇보다 기술혁신이 필수적으로 수반되어야 할 것이다. 

# 8 80%의 에너지를 절약하는 필터

## 덴마크 Cometas

Cometas사는 2006년 설립된 덴마크의 신생 기업으로, 2006년 2월 덴마크 과학기술 대학(DTU)의 벤처기업 창업을 위한 지원 육성 센터에서 탄화규소 이용 상품에 관한 특허를 받으면서부터 시작 되었다. 탄화규소(SiC)는 화학작용이 잘 일어나지 않으며 쉽게 마모되지 않는 세라믹 화합물로, 다이아몬드 다음으로 단단한 물질로 알려져 있다. Cometas사는 이러한 탄화규소의 성질을 멤브레인에 적용하여 타 경쟁 기술에 비해 수처리 효과가 높을 뿐 아니라 내구력이 강하고 환경적으로 안전한 수처리 필터를 만들어 냈다.

더 나은 방법으로 더 깨끗한 물을 공급하고자 하는 꿈 하나만으로 출발한 Cometas사는 탄탄하고 혁신적인 기술력을 바탕으로 매년 놀라운 속도의 성장률을 기록하여 현재는 브라질과 캐나다, 말레이시아 등지에 수출하는 기업으로 성장하였고, 덴마크 국내외 녹색산업 분야에서도 많은 관심을 받고 있다.

### 기존 필터보다 80%의 에너지를 절약

아쿠아 솔루션은 최첨단의 산화규소 세라믹 멤브레인 으로 만들어진 필터 시스템으로, 식수와 폐수 처리에 사용되는 Cometas사의 특허 제품이다. 아쿠아 솔루션 필터는 식수 및 폐수, 혹은 수영장 등의 수처리 시설에 사용되는데, 낮은 압력을 사용하기 때문에 에너지 소비량이 현격히 낮다.

Cometas의 산화규소 멤브레인은 산화알루미늄 (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 등 다른 물질을 기반으로 한 기존의 세라믹 멤브레인보다 5~10배에 달하는 유량을 자랑한다. 따라서 아쿠아 솔루션은 보다 적은 에너지로 더 많은 양의 깨끗한 물을 만들어 내는데, 전통적인 모래 필터와 비교하면 80%에 달하는 에너지를 절약할 수 있다.

우측의 그래프는 다양한 기공 크기의 산화규소 멤브레인과 기존의 산화알루미늄 멤브레인의 유량을 비교한 표이다.

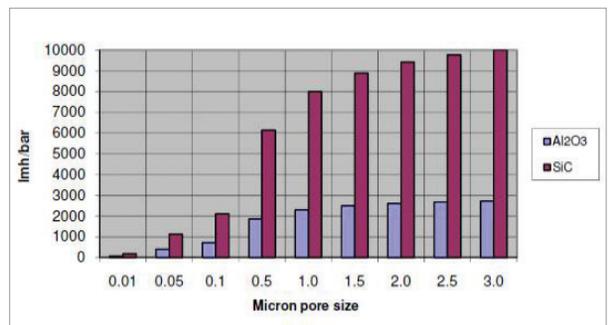
또한 아쿠아 솔루션의 산화규소 멤브레인은 1000℃의 고온에도 견딜 수 있다는 점과 다른 화학물질과 쉽게 화학작용을 일으키지 않는 고유한 성질 때문에, 쉽게 변

탄화규소 멤브레인 3 x 3mm 모듈



출처 : Cometas사 홈페이지

탄화규소(SiC)막과 산화알루미늄(AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)투과유량 비교



출처 : Cometas사 홈페이지

모하는 기존의 산화알루미늄 세라믹 멤브레인에 비해 청소, 유지가 용이하다는 장점도 있다.

### 녹색 산업 강국 덴마크의 정상에 서다

Cometas사는 2006년 설립된 신생 벤처기업이지만, 고유 기술의 혁신성과 친환경성을 인정받아 녹색 산업 선진국인 덴마크 국내에서도 녹색성장 주도 기업으로 자리 잡았다. 지난 2008년 Cometas사는 Ernst & Young Entrepreneur Of The Year 어워드의 클린테크 부문에서 수상을 하기도 했는데, Ernst & Young 관계자는 환경 규제가 점점 더 심해질 미래에도 경쟁력 있는 Cometas사 제품의 잠재력을 높이 샀다고 전했다.

이에 따라 덴마크의 관련 업계는 물론 덴마크 정부도 Cometas의 멤브레인 테크놀로지에 많은 관심을 보이고 있는데, 2009년 10월에는 당시 덴마크의 환경부 장관이었던 Troels Lund Poulsen은 Cometas사가 보유한 기술력을 직접 보고, 과학기술로 해

탄화수소 멤브레인에 대해 설명을 듣고 있는 Karen Elemann 환경부 장관



출처 : Cometas사 홈페이지

결 가능한 환경 문제들에 대한 논의를 듣기 위하여 덴마크 Bagsvaerd 지역에 위치한 Cometas 시설을 방문하기도 했다. 덴마크 내 해상 석유 플랫폼의 생산수 배출 규제에 관한 논의가 계속되고 있던 상황에서, 덴마크 환경부 장관은 유분산 정도를 줄일 수 있는 Cometas사의 탄화수소 멤브레인 시스템에 굉장히 큰 관심을 가졌다. 또한 2011년 3월에는 현 환경부 장관인 Karen Elemann이 한 차례 더 Cometas사를 방문하여 Cometas의 제품과 기술력이 가진 에너지 효율성에 대해 큰 관심을 표한 바 있다.

### 덴마크를 넘어 해외 시장으로

회사 창업 2년 만인 2008년, Cometas는 회사의 전반적 성장세와 브라질에서 급격히 늘고 있는 코메타스 필터 제품에 대한 수요를 감안하여 브라질에 지사를 설립하기로 결정하였다. 세계 최대의 항만 도시이자 브라질 경제, 문화, 교통의 중심지인 리우데자네이루에 위치한 Cometas 브라질 지사는 2009년 3월 오픈과 동시에, 뛰어난 기술력과 깨끗한 이미지를 바탕으로 Cometas 남미지역 진출의 발판이 되었다.

Cometas사는 지난 2011년 3월 7일, 말레이시아의 수도 쿠알라룸푸르에서 Arteron Sdn Bhd사와 대규모의 공급 계약을 체결했다. Cometas사는 Arteron사에 산화규소 멤브레인을 수출하며 이는 시골지역과 군대의 식수 처리를 위하여 사용될 계획이다. Cometas사의 멤브레인 시스템, 아쿠아 솔루션은 말레이시아에서 행해진 사전 테스트에서 좋은 결과를 보여 말레이시아 지역의 심하게 오염된 물을 식수로 정화하는데 크게 공헌할 것으로 예상되며, 이에 따라 협력 사업도 활발해질 것으로 기대된다. **K**

# 9 세계의 물은 우리가 정화한다

## 오스트리아 WABAG

WABAG사는 1924년에 설립된 세계 10대 수처리 기업으로 해수의 담수화, 폐수 처리, 슬러지 처리 설비의 개발과 설치를 전문으로 한다. 80년 이상의 오랜 경험을 바탕으로 지금까지 전 세계 6천 개 이상의 관련 프로젝트를 진행해 왔으며, 지난 2011년 4월에는 세계를 선도하는 수처리 기업으로 인정받아 세계 물기구가 수여하는 GWI Global Water Award를 수상한 바 있다.

현재 WABAG사는 인도의 첸나이와 오스트리아 빈에 각각 본사를 운영하는 이중 본사 구조로 운영되고 있으며 전 세계 18개국에 지사를 운영하고 있다. 현재 약 1500명이 근무하고 있다. WABAG사는 수처리와 관련한 많은 기술을 보유하고 있다. 그 중에서 생물학적 막을 사용하여 슬러지를 제거하는 MBR(막여과) 기술이 대표적이다.

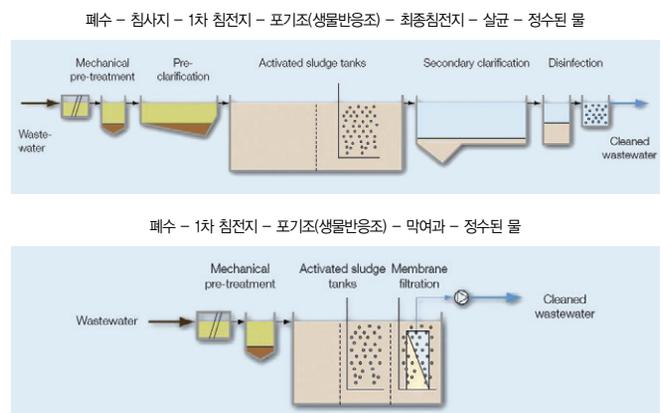
### 막여과 기술 MBR(Membrane Bioreactors)

전통적 수처리 과정은 아래 그림과 같이 침사지- 1차 침전지 - 포기조(생물반응조) - 최종 침전지 - 살균의 단계로 이루어진다. 침사지, 1차 침전지에서는 물리적 수처리 과정이 이루어지는데, 이 단계에서는 기름이나 찌꺼기 등을 걷어내고 부피가 큰 고형물을 침전시킨다. 다음 포기조(생물반응조)에서는 하수에 공기를 불어넣어 미생물에 의한 유기물 분해가 일어난다. 이때 유기물 덩어리가 발생하는데 이를 다음 단계인 최종 침전지에서 가라앉힌다. 그리고 화학적인 정수, 살균 과정을 거쳐 자정작용이 가능한 수준의 물로 정화되어 방류된다.

막여과 기술은 생물학적 막을 사용하여 슬러지를 걸러 제거하는 기술로써 부가적인 침전과정이 불필요하다. 즉, 1차 침전지와 최종침전지 과정이 사라지는 것이다. 이에 따라 정수과정이 짧게 줄어들게 되고 정수 설비의 크기가 전체적으로 작아지게 되는 효과를 거둘 수 있다.

막여과 기술은 사용하는 막의 종류에 따라 제거할 수 있는 오염물질의 크기나 물의 상태 구분이 명확하기 때문에 고도정수처리에 적합하며, 목표하는 수질에 따라 막을 선택적으로 사용할 수 있다. 또한 막여과 설비는 초기 설치와 재설치가 용이하며 정수된 물의 수질이 우수하여 제한이 엄격한 상급수에 하수를 방류할

#### 전통적 수처리 과정(위) 과 막여과(MBR)를 이용한 수처리 과정(아래)



출처: WABAG 사

경우에도 적합하다. WABAG사는 주문자들의 요구에 따라 여러 종류의 막을 제공하고 있으며, 또한 MBR 설비의 위치에 따라 3가지 형태(내부형, 외부형, Dry형)의 정수 설비를 제공하고 있다.

### 신흥 시장 공략으로 세계 수처리 시장 선도

지난 2008년 3월 WABAG사는 베이징에 세계에서 가장 큰 막여과 설비를 설치하였다. 이는 막여과 기술을 사용한 가장 대표적인 생활 폐수 처리 시설로, 이 설비를 통해 정수된 물은 베이징의 올림픽공원의 인공호수와 폭포에서 재사용 되고 있다.

그 밖에 막여과 기술이 사용된 대표적 산업 폐수 처리 시설로는 독일 노트라인베스트팔렌주의 한 화학제품 생산 공장에 설치된 장비가 있다. 이는 독일에서 가장 큰 막여과 시설로, 이를 통해 정수된 물은 곧장 리페(Lippe)강으로 흘러들어간다. 리페강은 산업폐수로 인한 수질오염이 심한 강으로, 이를 개선시키기 위한 다각적인 노력이 계속되고 있는데 WABAG사의 막여과 설비도 수질개선에 한 몫을 하고 있다.

WABAG은 일찍부터 세계시장을 무대로 활동을 해왔다. 현재 이 회사는 중국, 인도, 스위스, 체코, 알제리, 튀니지, 루마니아, 터키 등 세계 18개국에 현지 법인을

중국 베이징에 설치된 MBR 설비



독일 리페 강변에 설치된 MBR 설비



출처 : WABAG 사

운영하고 있으며 이란 등 신흥시장의 개척에도 박차를 가하고 있다. 그 중에서 특히 인도에서의 성과가 높은 관심을 끌고 있는데, WABAG사는 일찍부터 인도의 물 부족 현상에 주목하여 1996년에 인도에 현지 법인 자회사를 설립했다. 이들은 BOOT(Build, Own, Operate, Transfer) 모델을 기반으로 서서히 시장 점유율을 높여갔으며 현재는 인도 수처리 시장의 약 50%를 차지하고 있는 것으로 알려져 있다.

WABAG은 인도 구자라트 주의 Jamnagar의 정유공장에 아시아에서 가장 큰 정수시설을 설치하는 등 큰 활약을 하고 있으며, 인도 Anna대학의 환경연구소와 산학협력을 체결하는 등 인도 내의 여러 단체와 네트워크를 구축하고 있다. WABAG은 인도 내에도 여러 개의 지점을 보유하고 있으며, 인도 지사에서만 현재 약 800여명의 직원이 근무하고 있다.

물 부족 현상과 수질 오염 문제는 기후변화로 인한 강우량 변화로 더욱 인류의 걱정거리로 떠오르고 있다. 이에 WABAG사는 물을 아껴 쓰자는 상투적이고 소극적인 대안 대신 폐수의 정수, 해수의 담수화라는 적극적인 대안을 제시하고 있다. 또한 이들은 80년 이상의 경험을 통해 쌓아온 노하우에 만족하지 않고 R&D와 산학 협력을 통해 지속적으로 정수 관련 기술을 더욱 발전시켜나가고 있으며, 신흥 시장의 적극적인 개척 및 공략을 통해 이러한 기술을 전 세계로 전파하고 있다. **K**

# 10 중국 산둥성 폐수처리 시장을 장악하다

## 칭다오 텡위환경보호유한공사

중국 산둥성 칭다오(靑島)시의 서북쪽 노산(嶗山)구 '과학기술창업센터'에 위치하고 있는 칭다오텡위환경보호유한공사(이하 '텡위')는 각종 오수처리 공정의 설계, 시공부터 운영, 환경보호시설 설치에 관련된 자문과 연구개발까지 도맡고 있는 수처리 전문업체이다. 2001년에 설립된 '텡위'는 설립 이래 칭다오평항납염(靑島鳳凰印染有限公司), 일본 투자 유통업체인 JUSCO, 신화제약, 지허(吉和)식품, 쨌쨌(珍珍)식품, 디커(帝科)정밀화학, 웨이하이(威海) 맥주 등 칭다오를 중심으로 산둥성에 소재한 다양한 업종의 업체가 배출하는 산업폐수, 납염폐수, 의료 및 의약폐수, 식품 가공폐수, 맥주 폐수 등의 처리를 담당해왔다. 더불어 세계적으로 유명한 칭다오맥주를 생산하는 '칭다오맥주유한책임회사' 맥주공장의 소음관리 제어시스템 운영을 담당하고 있기도 하다.

### 급속한 경제발전과 오수처리 설비 부족으로 폐수처리수요 커

텡위가 칭다오를 비롯한 산둥성에서 대표적인 수처리 기업으로 자리를 잡는 데는 중국의 늘어나는 폐수 배출을 처리할 수 있는 뛰어난 기술력을 가졌던 점이 가장 큰 요인이었다.

산둥성은 중국에서 제조업이 발달한 대표적인 지역으로, 특히 농수산물업, 식품가공업, 석유화학, 방직사업, 가전제조업 등이 가장 발달한 지역이다. 9천만 명이 넘는 풍부한 인력자원을 활용한 방직업이 개혁개방 이래 크게 발전하면서 1990년대부터 납염납염 생산공장이 우후죽순으로 들어서면서 의류 가공단계에서 배출되는 납염폐수의 양이 기하급수적으로 늘어나게 되었다.

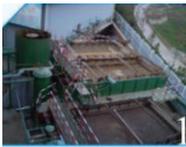
납염폐수는 오염 농도가 비교적 높은 폐수로 폐수 내에 함유되어 있는 염화성분, 보조제 등은 처리가 매우 어려운 물질이다. 또한 송진을 증유하여 만든 도료원료인 로진은 분해가 쉽지 않은 생화학 물질로 화학적산소요구량(COD)이 비교적 높아 제대로 처리하지 않고 그대로 배출된다면 지역 환경오염의 주범이 될 수 있는 소지가 컸다.

### 칭다오 납염폐수처리 전문 시설로 자리매김하다

텡위가 본격적으로 칭다오 지역의 대표적인 수처리 기업으로 명성을 쌓게 된 계기는 중국내 납염업계 1위 기업인 칭다오평항납염(靑島鳳凰印染有限公司)의 납염폐구사공 처리 설비를 시공하면서 부터이다. '평항'은 연간 납염천 생산량이 1.2억 미터에 달하는 중국의 대표적인 납염업체로 특히 납염천 생산과정에서 납 성분과 로진 성분이 함유된 폐수배출이 많은 업체였다. 평항은 폐수를 처리하는 비용이 생산원가에서 많

은 부분을 차지하는데다 제대로 된 폐수처리가 이뤄지지 않아 골머리를 앓고 있었다. 이에 2005년 전격 폐수처리 전문시설 건설을 중앙정부에 신청하였으며 기준을 얻은 후 1년여의 공사기간 끝에 2008년 납염폐수가공처리공정을 완성하였다. 본 시설의 설계 규모는 일일 처리량 4000m<sup>3</sup>이며 처리 능력은 시간당 170m<sup>3</sup>에 달한다. 텡위는 생화학물질 분해, 고알칼리 물질과 부유물 처리에 초점을 맞추어 설비를 만들어냈으며 특히 개량식 UASB(무산소기술), MBBR 생화학 폐수처리기술을 납염폐수 처리에 적용시켜 보다 효과적인 폐수처리에 나섰다. 현재 이 설비를 통해 처리된 폐수의 화학물 화학적산소요구량(COD), 생물학적산소요구량(BOD) 및 암모니아질소(NH<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>)의 제거율은 모두 80% 이상을 기록하고 있다.

칭다오평항날염유한공사의 납염폐수처리공정 처리설비



1단위 부상(Flotation)분리 단위



2단위 생산라인 검측 단위



3단위 오수침전물 압축여과 단위



4단위 약품첨가조작 단위

출처 : 칭다오텡위환경보호유한공사

텡위는 지역경제에 미친 공로를 인정받아 2008년 9월 ‘국가 중점 환경보호 실용기술 시범 공정’으로 선정되었는데 이는 칭다오 소재 공업폐수처리 업체들 중에서는 처음으로 중앙정부로부터 인정받은 사례로 꼽힌다.

이러한 성공사례가 알려지면서 2010년에는 칭다오메이하오날염유한공사에 일일 처리량 1500m<sup>3</sup>규모의 납염폐수처리공정을 설치하였다.

### 지속적인 오수처리기술 연구 개발 중

텡위는 현재 위상에 안주하지 않고 끊임없이 새로운 오수처리기술 개발에 힘을 쏟고 있다. 2010년에는 알긴산나트륨 오수처리기술을 새로이 개발하여 중국 국가환경보호총국에 기준을 신청해 두었다. 현재 심사비준 대기 중이며 비준이 완료되면 대규모 알긴산나트륨 오수처리 설비 건축에 들어갈 예정이다.

중국의 비약적인 경제성장과 함께 오수처리에 대한 수요는 점차 커질 전망이다. 중국 자체 기술로 건설된 오수처리 설비는 향후에도 중국 정부에서 전폭적인 지원을 아끼지 않을 것으로 예상된다. 이미 시장에서 인지도를 확보한 텡위는 앞으로의 발전 가능성이 무궁무진한 오수처리 업계의 선두기업이라고 하겠다. **K**

칭다오메이하오날염유한공사 납염폐수처리시설



출처 : 칭다오텡위환경보호유한공사

# 11 수처리와 바이오 가스 생산을 동시에

## 이탈리아 Passavant Impianti

이탈리아 파사반 임피안티(Passavant Impianti SpA)는 식수정화처리, 정화, 담수 처리 등 수처리 분야에서 50년간 활동한 기업이다. 이 회사는 산업용 폐기물로부터 배출되는 진흙과 물을 처리하는 기기를 개발하여 생산하고 있다. 또한 파사반 임피안티는 이탈리아의 금융·경제 중심지인 밀라노시의 남동쪽에 인접한 노세도(Nosedo) 수처리 정화 설비기기를 설계한 것으로도 유명하다. 노세도 수처리시설은 산업 경제가 발달한 북부지역의 최초이자 최대규모의 수처리 시설로, 1억 5200만 유로의 자금이 동원되어 2003년에 완공되었는데 유럽 5위의 처리규모를 자랑한다.

이 시설은 밀라노 시내와 동부지역에서 흘러나오는 폐수를 받아 처리하는데 125만 명의 인구가 배출하는 폐수를 처리한다. 또한 시설 주변 약 100헥타르에 걸쳐 생태공원을 조성했는데 생태공원 유지에는 농업지역에서 처리된 물을 활용한다. 또한 생태공원 주변에 자전거 도로를 설치하는 등 테마 공원화하여 지역주민의 여가장소로도 활용할 수 있도록 수처리 시설을 꾸며 인기가 많다.

### 무기성 폐수 처리 기술로 바이오가스 획득

파사반 임피안티는 이러한 대규모 수처리 시설 건설 외에도 뛰어난 수처리 기술력을 보유하고 있다. 그 중 하나는 무기성 폐수 처리 기술 (Anaerobic Treatment)로, 이는 폐수를 무기성 박테리아를 사용해 메탄이 풍부한 바이오 가스라는 유기 물질로 변화시키는 생물학적 처리 기술이다.

무기성 폐수처리기술은 여러 가지 장점을 보유하고 있다. 첫째, 적은 초기 투자액으로 시설 실현이 가능하며 처리 시 사용되는 에너지 소비가 매우 낮다. 둘째, 처리 시설이 차지하는 공간이 적으며 처리 절차를 통해 바이오 가스를 생산할 수 있다. 또한 폐쇄된 시스템에

파사반의 밀라노 근교 Nosedo 수처리 시설



출처 : Passavant Impianti

BIOPAQ 설비 시설



출처 : Passavant Impianti

서 작동되므로 냄새, 소음 등으로 야기되는 환경오염이 없다는 것이 큰 장점이다.

이른바 BIOPAQ이라 불리는 무기성 폐수처리기술의 핵심은 UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) 리액터이다. 리액터 밑 부분으로 쏟아진 폐수는 20~40도에서 오염유기물질을 바이오가스로 변환시키는 진흙 입자판에 세로로 배분된다. 리액터 윗부분은 가스와 진흙으로부터 처리되는 물을 분리하기 위한 3가지 단계의 분리기로 구성되어 있다.

물이 관으로 흐르는 동안 메탄이 풍부한 가스는 재활용을 위해 모아지고 진흙은 생물학적 정화 처리를 지속하기 위해 판에 남게 되는 방식을 취한다.

### 유럽 시장 진출에 이어 아시아 시장 진출 추진

파사반 임피안티는 반세기에 걸친 폐수처리 기술력으로 이탈리아 시장에서는 최고의 기술력과 경쟁력을 구축한 상태이다. 이탈리아에서만 지방정부와 민간 기업을 대상으로 지금까지 112건의 폐수처리 설비를 시공하였다. 또한 국내시장에만 머무르지 않고 인근 유럽국가인 스위스와 프랑스까지 'Made In Italy' 폐수 처리 기술 수출을 활발히 진행하고 있다.

파사반 임피안티는 중국, 인도, 브라질 등 신흥경제국이 보여주는 엄청난 속도의 경제 발전으로 인해 미래의 물 부족현상이 극심해질 것으로 예상하고 있으며, 이에 따라 수자원의 확보와 오염된 물에 대한 처리 기술 혁신 경쟁이야말로 미래의 글로벌 녹색경제를 리드할 수 있는 초석이 될 것이라고 보고 있다. 아직까지 가시적인 성과는 없지만 아시아 시장진출을 추진하고 있다.

파사반 임피안티의 행보는 그동안 지역 단위로 진행되어 오던 물 산업과 처리 기술 시장이 글로벌화 되기 시작했음을 보여주고 있다. 파사반 임피안티는 반세기동안 구축해온 기술과 노하우를 통해 거대한 아시아 수처리 시장을 선점하려는 계획을 세우고 있다. 우리 정부도 2020년까지 고도의 수처리 기술 육성을 위해 투자를 확대할 계획을 추진 중인 바, 앞으로의 한국기업과의 협력도 기대된다. 

# 12 나노처리 기술로 하수시장을 선도

## 독일 ItN Nanovation AG

ItN Nanovation AG는 독일 자르브뤼켄(Saarbruecken)에 자리 잡은 나노기술 수처리 기업이다. 2000년 창립한 이래 산업용 필터 시스템을 전문적으로 생산하고 있으며 65명의 종업원을 가진 작은 규모의 회사이지만 혁신적인 세라믹 필터 제품 개발로 큰 주목을 받고 있다.

### 특수 제작된 CFM 정화시스템 개발

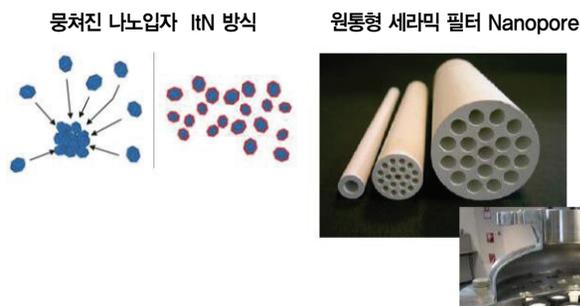
ItN은 창립 이후 폐수 처리를 위한 친환경적인 혁신 시스템인 세라믹 평판막(CFM : Ceramic Flat Membranes) 개발에 성공하였다. 이는 특수 제작된 세라믹 막과 평판 막의 결합으로 만들어진 시스템으로, 나노코팅이 되어 있다.

ItN 나노베이션은 기본 제품인 원통형 세라믹 필터인 Nanopore를 비롯하여, 이러한 시스템에 사용되는 나노입자를 직접 생산하고 있다. CFM 시스템에서는 80~300 나노미터에 이르는 섬세한 나노 입자가 폐수를 정화하는 역할을 하는데, 입자가 작을수록 정화기능이 뛰어나다. 나노기술에 기초한 코팅기술은 필터 모듈이 장착된 용기 내 오염과 슬러지 생성을 방지하기 위해 개발되었는데, 오염도를 낮추거나 방지하는 효과가 크다. 이에 따라 이러한 필터 시스템을 사용하면 정기적인 정비 작업 간격이 확장되고 이에 따른 영업비용이 크게 절감된다.

무엇보다 이 시스템은 안전한 공법으로 주목받고 있다. 시스템에서 사용되는 필터 세라믹 막은 생분해적으로 폐수처리를 하는데 폐수를 완전 무균성의 단계로 처리하여



출처 : ItN 나노베이션([www.ifat.de](http://www.ifat.de))



출처 : ItN 나노베이션([www.ifat.de](http://www.ifat.de))

CFM 시스템 정화 유니트



출처: ItN 나노베이션

CFM 시스템 컨테이너



친환경적으로 수질을 정화한다. CFM 시스템을 통과한 정화 폐수의 박테리아 포집량은 10~15g/l로, 이는 EU에서 규정한 해수욕관련 허용 기준보다 훨씬 낮은 수치이다. 이에 따라 이 시스템은 안전한 상수도 공급뿐만 아니라, 해수 정화 및 농경지, 스포츠시설, 수족관 시설 또는 산업 공정, 특히 생산 공정의 정화용수 등 폐수 재활용에 적합하다.

특히 CFM 시스템은 높은 정화 속도로 우수한 성능을 인정받고 있다. 총 33m<sup>2</sup> 규모의 3개의 나노필터모듈의 1일 정화량은 8m<sup>3</sup>에 이른다. 이는 70명의 소비자가 생산하는 폐수에 해당하는 규모이다. CFM 필터는 특히 RO(역삼투압) 공정 전의 지하수를 처리하는 데도 사용되는데, 기존의 멤브레인 필터에 비해 효과가 탁월해 음용수의 생산량을 20% 증가시킬 수 있다는 큰 장점이 있다.

또한 나노기술을 토대로 한 CFM 시스템은 일반 멤브레인을 비롯한 기존의 제품 솔루션에 비해 견고하여 고압 정화나 화학물질 정화에도 적합하므로 현재 음료수나 유제품을 비롯한 식료품 산업이나 제약, 화학, 섬유 등 각종 산업에서뿐만 아니라 상업용 하수처리 분야에서도 매우 큰 활용도를 갖고 있다. 또한 제품은 뛰어난 내구성으로 15년에서 20년에 이르는 높은 사용 수명을 자랑한다.

### 좁은 공간에도 자유롭게 설치 가능

ItN 나노베이션의 시스템은 생물학적인 하수처리시설을 설치할때 규모별로 조합이 가능하므로 설비가 용이하다는 큰 장점이 있다. 이 시스템은 위의 기본 설계 방식에서 볼 수 있듯이, 다수의 세라믹판으로 구성된 여러 개의 막으로 통기장치와 배관을 설치한 정화시스템 형식으로 구성되어 있다. 아울러 이는 컨테이너 솔루션 형식으로도 투입 가능하기 때문에 필요한 곳이면 어디든지 설치 가능하다. 또한 이러한 제품 솔루션은 기존의 하수처리시설에 비해 1/4 내지 1/6의 공간만을 필요로 하므로 시간적으로나 공간적으로 높은 절감효과를 볼 수 있다. 특히 하수처리시설 설비 장소를 선택할 경우, 고층건물이나 선박, 국립공원, 호텔시설에도 설치가 가능한 새로운 방식이다. 이외에도 임시방편으로 대규모 건축육사 현장이나 군사용 캠프 등에도 문제없이 설비가 가능하다.

### 경제성이 뛰어난 스마트 솔루션으로 높은 성장 잠재력 보유

이미 ItN 나노베이션의 CFM 시스템은 국제적으로도 성공을 거두고 있고 이탈리아, 몰타를 비롯하여 태국, 사우디아라비아 등 해외로부터 꾸준히 프로젝트를 수주하고 있다. 이러한 기업의 성공을 이끈 원천은 다양한 특허 포트폴리오와 포괄적인 개발과 적용 노하우라고 할 수 있다. 이 회사는 세계적으로 하수처리에 나노기술을 접목시킨 최초의 기업으로, 새로운 나노 기술을 적용한 CFM 시스템을 통한 하수 재활용은 특히 지하수 및 지표수가 양적으로나 질적으로 충분하지 않거나, 기술설비용수가

불충분한 지역에서는 경제성이 매우 높은 것으로 평가받고 있다.

특히 CFM 필터시스템은 기존 시설에 추가 설비가 가능한 스마트 솔루션으로, 독일 내 인프라 구조가 취약한 지역에 투입할 경우 중앙 하수처리장과 연결이 되지 않더라도 약 300만 가구를 위한 식수 공급이 가능하다고 한다. 이로써 ItN 나노베이션은 지난 2008년 8월에 총 131개의 하수처리시설을 운영하고 있는 자르란트 연방주의 재활용협회와 손잡고 새로운 세라믹 멤브레인 기술 시범시설 가동에 들어가기에 이르렀으며 2009년에는 처음으로 독일 내 지자체에 시스템 공급에 성공하였다. 보도에 따르면 여기에 투입된 CFM 시스템은 75% 이상의 공간 절감효과와 높은 비용 절감 효과가 있다고 한다. 이 외에도 ItN 나노베이션은 여러 프로젝트 수행을 통해 CFM 기술이 소규모 하수처리시설뿐만 아니라 지자체의 대규모 수처리 시설에 적합하다는 것을 입증해 나가고 있다.

지난 2010년 12월 나노 세라믹 ItN 필터를 토대로 한 모바일 소규모 정화시스템 '나노베이션(Nanovation)'은 독일연방대통령의 후원으로 수여되는 "독일-사고(思考)의 나라"라고 불리는 혁신기술경연에서 수상을 하는 영예를 안았다. 이는 나노베이션 시스템이 폐수처리 분야에서 나노입자를 필터에 투입하는 독창적인 혁신 기술로, 이를 통해 물 공급을 위한 새로운 지평을 열었다는 평가에 따른 결과이다. 회사의 대표인 붕어르트(Lutz Bungeroth)는 이러한 성과가 부족한 수자원 보호를 위한 심층 연구와 독일의 엔지니어 기술이 융합되어 이룩한 결과라고 밝혔다.

### ItN, 효율적인 폐수처리시설의 선도 역할

지난 2010년 10월 독일 연방환경부는 환경혁신프로그램 차원에서 새로운 중점 지원 분야를 선정하였다. 이는 바로 에너지 효율성이 높은 폐수처리시설에 대한 지원 프로그램이다. 지원대상은 폐수 정화와 침전물 처리, 자체 에너지 생산에 있어서 효율적인 수단을 개발하는 혁신 프로젝트이다. 이를 통해 향후 하수도망에서 하수 운송이나 하수 처리에서 하천으로 이어지는 과정, 침전물 처리와 폐기 등 하수 처리의 총 분야를 아우르는 분야에서의 신기술 개발이나 환경오염 감소 등을 가능하게 하는 기술에 중점적인 지원이 이루어지게 된다. 이러한 정부차원의 지원은 오늘날 개발도상국이나 신흥공업국의 인구확장지역뿐만 아니라 세계 곳곳에서 나타나고 있는 식수와 공업용수 공급 부족현상에 대처하기 위한 장기적인 전략으로, 현 하수처리분야에서 에너지 효율성을 증진하고 자원보호 비중을 강조하고자 하는 독일 정부의 의지의 표현이다.

이에 ItN은 친환경성으로 정부 차원의 혁신 기술 지원 사업에서 선도적인 모범 사례로 인정받고 있다. 특히 ItN의 필터 솔루션은 세계 곳곳에 수요가 있는 곳에 상수도 공급이나 지표수 처리장치 등에 사용할 수 있는 높은 효율성으로 주목을 받고 있으며 사막 등 지구상 건조지역에도 임의적으로 투입이 가능하기 때문에 앞으로도 매우 큰 잠재력을 가지고 있다. 새로운 혁신기술 개발을 선도해나가고 이를 보다 효율화시키는데 많은 노력을 기하고 있는 ItN 나노베이션은 이미 글로벌 시장 하수처리 기술 분야에서 선도적인 위치를 점하고 있는 독일의 성공기업이다. 

# 13 폐수에서 금을 추출

## 영국 Kurion

영국 소도시 다븐트리에 위치한 쿠리온은 종업원 20명 정도의 작은 기업이다. 그러나 초대형 수도회사들이 주름잡는 영국 물시장에서 이 작은 회사의 위상은 대단하다. 국영기업 중심인 우리나라와 달리 영국은 각종 기간산업, 수도, 에너지, 대중교통 등이 민영화되어 있어 수개의 대형 민간업체들이 장악하고 있다. 물(수도 공급, 하수처리, 수력 포함) 또한 탬즈워터, 비올리아, 사우스이스트워터, 스코티시워터 등 16개의 대기업이 영국의 각 지역을 과점지배하고 있다. 이런 경쟁중심 수자원 시장에서 이들 대기업의 거의 모두가 조그마한 중소기업 쿠리온의 수처리 솔루션을 채택하고 있다는 것은 실로 대단한 일이라 할 수 있다. 작은 중소기업이 영국 수자원시장 솔루션의 강자로 우뚝 선 비결은 어디에 있을까?

### 영국의 부족한 점만 파고든다

쿠리온의 이안 버크(Ian Burke) 사장은 이 질문에 대해 이렇게 답하고 있다. “영국이 부족한 점만 파악해 그에 맞는 솔루션만 제공할 뿐입니다.” 쿠리온은 수처리 관련 원천기술을 개발하기 보다는 각각의 기술의 특징을 하나로 묶어 종합솔루션으로 제공하는 응용사업에 주력했다. 물 부족국가 영국에서 빗물을 식수로 재활용하는 기술, 노후 수도관에서 새는 물을 절약하는 기술, 연수화 기술, 삼투압과 자외선을 이용한 정화기술에 이어 최근 원자재가격 상승세를 타고 시장의 화두로 떠오른 일명 도시광산(폐가전제품 등에서 귀금속을 추출하는 사업)까지 수자원시장에 적용하여 폐수에서 금을 뽑아내는 기술을 개발하는 등 시장트렌드가 요구하는 수요를 정확히 충족시키고 있다.

### 비의 나라 영국이 물 부족국가? 수자원낭비 방지 장치 개발

흔히들 영국에 오면 날씨걱정부터 한다. 비와 우산의 나라로 깊이 각인된 악명 높은 영국날씨. 그런데 오늘날 영국의 연평균 강우량은 불과 832mm로 우리나라(1245mm)보다도 적다. 게다가 영국은 산지가 거의 없고 언덕만 많은 지형으로 인해 내린 비가 저장이 안 되고 대부분 바다로 흘러가 버리기 때문에 영국은 지난 100년간 물 부족 현상을 겪고 있다. 쿠리온은 이점을 파고들어 내리는 빗물을 즉 즉 생활수와 식수로 자동정화 시키는 장치를 개발하고 제품을 간소화해 가정집 정원에 매설만 하면 되는 방식으로 출시했다. 2009년 판매개시 후 2달 동안 500대의 주문을 받았고 현재는 2,000여대를 판매하였다.

또 다른 영국의 물부족 문제는 노후화된 수도관으로 물이 줄줄 새고 있다는 것이

다. 2006년 기준, 영국의 10만 km 의 수도관은 100년 전인 빅토리아 여왕 시대에 건설된 것으로, 노후화로 인해 매일 약 35억 리터 이상의 물이 새고 있었다. 이는 영국 상수도 1일 공급량인 150억 리터의 5분의 1 이상이며 영국인이 1년간 마시는 포장생수의 전체량보다도 많은 것이다. 영국의 주요 수도사업자들은 이후 2008년부터 영국 수도관 파이프의 대대적인 교체사업을 개시했지만 교통체증으로 몸살을 앓는 도심지역 곳곳 도로를 매일같이 파헤치는 공사는 영국교통의 흐름을 마비시켜 원성을 샀다. 쿠리온사는 이를 재빨리 파악하고 수도관 교체 대신 특정구간에 압력집중 장치를 매설해 침수를 막는 솔루션을 고안해냈다. 현재 템즈워터 등 영국 최대 수도사업자들이 채택하여 런던지역 약 5,000km에 달하는 노후 수도관에 이를 적용키로 했으며 쿠리온사는 향후 5년간 약 8천만 파운드의 매출증가 효과를 보게 됐다.

### “수자원 = 광물자원” 폐수는 도시광산업의 최대 노다지! 폐수에서 금 뽑아

매년 엄청난 양으로 폐기되는 휴대폰, 컴퓨터 등 가전제품은 금광산이다. 전자회로에는 현대 첨단산업에 필수적인 금, 알루미늄, 이리듐, 플래티넘 등 희귀금속이 다량으로 사용되기 때문에 폐가전제품을 수거하여 귀금속을 추출해내는 일명 “도시광산” 사업이 세계 각국에서 경쟁적으로 개시되고 있다. 이를 단순한 “물”에 적용할 수는 없을까? 전통적인 사금채취법도 시냇물 모래를 채집해서 얻는 것인데, 그럼 수많은 강과 호수 물속에 얼마나 많은 귀금속을 채취할 수 있을까? 쿠리온은 수년전부터 이러한 질문을 던졌고 결국 새로운 사업을 창출해냈다. 기존의 간단한 전기분해(electrolysis)기법을 대폭 개량한 EWEW Electrowinning 이라는 금속추출기술을 수처리기술과 결합한 방식으로 개발하였다. 단순히 저수지, 수처리시설, 산업하수도관 등 시설에 설치하는 것만으로도 버려지는 물속에서 금, 은, 구리, 팔라듐 등의 희귀금속을 뽑아내는 것이다.

아일랜드에 수출된 팔라듐추출 플랜트(좌)와 금추출장치(우)



출처 : 쿠리온

이 기술은 영국제조업의 핵심이자 희귀금속 수요가 많은 항공우주산업 주요 공장들을 중심으로 빠르게 도입되었다. 세계적인 항공우주업체들인 마틴베이커(Martin Baker), 유럽항공우주방위산업(EADS) 등이 첨단전투기, 인공위성 등을 만드는 공장에 이 장비를 설치하여 낭비되는 공업폐수 속 귀금속을 환원, 공정 에 재활용하여 비용절감효과를 누리기 시작했다. 소문이 번지자 드디어 수도사업자, 수력발전 사업자 등 막대한 수자원을 보유한 업체들이 관심을 보여 왔다. 쿠리온은 소량의 공업폐수처리장치에서 벗어나 대량의 흐르는 물과 일반 담수에서도 고효율로 귀금속 등 광물자원을 뽑아낼 수 있는 유수방식(Flowing water treatment) 솔루션을 개발하여 2009년 10월 유럽최대의 폐기물처리 전문기업 비올리아(Veolia)에 납품계약을 성사시켰다.

### 미검증 신기술도 적극도입, 응용개발 역량 뛰어나

2010년 쿠리온이 연구개발(R&D)에 쏟아 부은 돈은 약 180만 파운드(US\$ 289만)로 그리 많지 않다. 직원이 불과 20여명 남짓한 작은 회사에겐 이도 매우

쿠리온의 주력제품인 진공삼투압방식 수처리솔루션



출처: 쿠리온

큰돈이지만 영국 수처리 시장에서 최강자로 군림하는 솔루션기업의 연구개발 예산으로는 부족해 보인다. 쿠리온은 원천기술 개발을 일체 하지 않는다. 이미 상용화된 수처리, 재활용, 자원채취 등의 기술은 기기의 단순구입과 저비용 라이선스 사용으로만 한정하는 대신 이들 기술의 결합을 통해 자신들이 파악한 최신 시장수요에

맞게 변경시켜 이 응용기술 지재권을 보호한다. 이 연구개발비의 절반 이상은 단순히 응용특허(applied technology concept) 획득비용이라고 한다. 원천기술 개발을 하지 않고도 업계 전반에 걸친 히트솔루션을 개발한 쿠리온의 노하우는 중소기업이 시장수요 파악을 통해 틈새시장을 선점하는 것이 얼마나 중요한 것인지 일깨워 주는 모범이 되고 있다. 

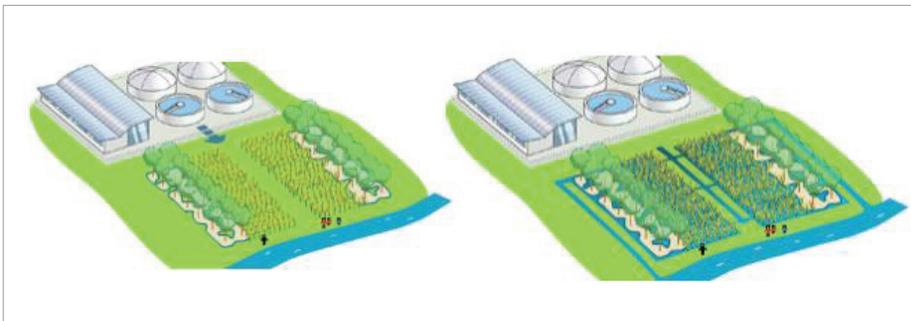
# 14 필터 정원으로 친환경 수처리

## 브라질 Phytorestore

2009년 브라질 시장에 진출한 프랑스계 기업 Phytorestore는 조경 효과는 물론 오수처리가 가능한 “필터 정원”을 조성하여 좋은 반응을 얻고 있다. 상파울루 주 인다이아투바(Indaiatuba) 시에 현지 법인을 설립한 이 회사는 이미 유럽에 100개 이상의 필터 정원을 조성하여 공업용 오수 처리, 오염된 토양의 정화, 공기 정화 등에 사용하고 있으며 최근에는 프랑스 세느 강변 일부 지역에 필터 정원을 조성하여 큰 성과를 거두고 있다. 2010년부터 브라질 고이아스(Goias) 주 사파더웅 도 세우(Chapadao do Ceu) 지역에서 필터정원 프로젝트를 진행 중이다.

### 수목을 통해 오수를 걸러내는 “필터 정원”

필터정원 개념도 [공장의 오수가 필터정원을 거쳐 강으로 방류됨]



출처 : Phytorestore

“필터 정원(jardim filtrante)”이란 말 그대로 “필터 역할을 하는 정원”을 의미하며, 정원에 심어진 수목과 흙이 자연스럽게 중금속 등 각종 오염 물질을 걸러내는 역할을 하기 때문에 기존의 수 처리 작업에 소요되는 비용 대비 약 30%가량을 절약할 수 있다는 장점이 있다.

Phytorestore 관계자에 따르면 필터 정원은 특별한 기술이나 보수 유지 시스템이 필요 없으며, 일반 정원 관리 작업과 큰 차이가 없다. 오수를 처리할 경우 10년마다 1차례씩 침전물이 쌓인 토양 성분을 교체해야 하며, 중금속 등과 같이 맹독 성분이 포함된 오수의 경우는 5년마다 토양 교체가 필요하다는 점이 일반 정원 관리와 다른 점이라 할 수 있다.

필터 정원을 꾸미는데 사용되는 수목은 정원이 조성될 지역의 기후 변화, 처리될 오수의 성분 등을 고려하여 해당 지역 태생의 수목 중에서 선별된다. 이미

Phytorestore의 전문 인력이 브라질 지역 필터 정원에 사용 가능한 100여 가지 이상의 식물과 수목을 선별해 놓은 상태다. 이중에는 포황(Typha), 붓꽃(Iris)과 같은 수상 식물이 많은데 이들은 중금속과 같은 오염물질을 걸러내는 기능은 가지고 있지 않지만, 뿌리 주변에 번식하는 미생물이 오염물질의 천연 분해(Biodegradation) 작용을 촉진시키는 역할을 하는 것으로 알려져 있어 “필터 정원”용 식물로 적절한 것으로 나타났다.

이 같은 필터 정원 방식은 빗물, 산업폐수 등의 정수를 위해 사용할 수 있으며, 도시 하수 처리 시 보완 시스템으로 설치하거나 오염된 강물의 정화 등을 위해서도 활용할 수 있다.

필터 정원 수 처리 시스템은 최소 3개의 정원으로 구성되며, 1주일마다 1개의 정원만 필터 역할을 하고 나머지 정원은 휴지기를 갖는 방식으로 운영된다.

### 브라질 최초 “필터 정원”

Phytorestore사는 현재 브라질 고이아스(Goias) 주 사파더웅 도 세우 지역에 필터 정원 프로젝트 공사를 진행 중이며 조만간 5개 지역에 추가로 필터 정원을 조성할 계획이다.

브라질 최초 필터 정원인 사파더웅 도 세우 정원은 1만 5000여 명의 주민이 방출하는 생활하수 정화를 위해 설립될 예정이다. 공사가 완료된 이후에는 정원 근처에 인공 호수가 조성되어 필터 정원으로부터 방출되는 물의 양을 조절함과 동시에 물고기 양식장으로도 사용될 전망이다.

총 3개의 정원으로 구성된 사파더웅 도 세우 정원은 뛰어난 오염 정화 기능을 보유한 25개 종류의 수목 약 10만 그루를 심을 예정이다.

### 개발여지 큰 브라질 수처리 시장

컨설팅 업체 Frust & Sullivan이 발표한 보고서에 의하면 브라질 수처리 시장은 2008년 이후 지속적인 성장세를 유지하고 있으며, 2014년에는 시장 규모가 약 28억 헤알(18억 달러), 연간 성장률 10.3%에 도달할 것으로 보인다.

최근 수년간 수처리 수요가 급증하고 있는 까닭에 브라질 수처리 시장의 전망은 매우 낙관적이다. 수처리 수요가 특히 높은 산업 분야는 석유화학 및 식품 분야로 전체 수처리 수요에서 각각 20%, 18%를 점유하고 있다. 그 밖에 제지 펄프 및 광물개발 분야도 높은 수처리 수요를 보이고 있는 것으로 나타났다. 브라질 수처리 시장의 성장과 함께 필터정원의 설치도 확대될 것으로 전망된다. 

# 15 10억 명에게 물을 공급하는 기업

## 프랑스 Degremont

프랑스 데그레몽(DEGREMONT)은 세계적인 환경 기업인 SUEZ Environment가 1939년에 인수한 회사이다. 데그레몽은 종업원 4500명을 가진 대기업으로 70개 국가에 진출해 10억 인구에게 물을 공급하고 있다. 2010년에는 15억 2000만 유로의 매출을 기록했다. 데그레몽은 기존의 수처리 기술에 만족하지 않고 갈수록 까다로워지는 EU의 환경규제에 적극 대응하기 위해 미생물처리와 저압막(Low pressure membrane) 기술 공정을 병용한 울트라그린 기술을 개발하였으며 자외선과 화학 살균처리 공정 이전에 물을 1차로 정화하는 대규모 수처리 공정(DensaDeg)을 개발하여 세계 굴지의 기업과 경쟁하고 있는 강한 기업이다.

1870년 데그레몽은 작은 기계공장에서 시작하여 1904년 수처리 사업에 관심을 가지고 수처리용 기계를 개발하였다. 환경에 대한 사회적 관심이 높아지고 중동지역에서 바닷물 담수화 등 새로운 수요가 커지면서 박테리아와 같은 미생물을 활용한 수처리 기술을 개발하는 한편, 저압막 기술을 도입하여 완벽한 물 처리 업체로 국내외적인 명성을 얻게 되었다.

수처리 공정 중 저압막 공정은 2000년대 초부터 미국을 비롯하여 유럽, 아시아에서 수요가 증가하기 시작하여 미래 시장성이 가장 높은 기술 공정으로 부상하고 있다. 저압막 공정은 물을 처리하는데 있어서 비교적 낮은 압력을 요하는 정밀 여과막(Micro-filtration Membrane)과 한외 여과막(Ultra-filtration Membrane) 공정을 일컫는다. 프랑스를 비롯한 유럽에서는 전체 수처리 공정 가운데 약 1/4이 막 공정시설을 구비하고 있으며 그 비중이 점점 커지고 있다.

저압막 공정을 응용하는 분야는 정수처리가 2/3로 가장 많으며 그 다음으로 하수처리 1/5, 산업용수 처리 8%, 침지역 막공정 7%, 역삼투압 공정의 전처리 3% 순으로 다양하다. 저압막 공정은 수처리 공정 시장에서 가장 빠른 속도로 성장하는 분야이다. 설치비와 운영비가 기존 수처리 시설에 비하여 많이 비싸지 않으면서 처리한 물의 수질이 매우 좋기 때문이다. 효율성 및 성과도가 높은 수처리 공정이어서 환경규제가 심해질수록 그 발전 속도가 커질 전망이다.

### 데그레몽이 개발한 수처리 기술

데그레몽사가 개발한 UltraGreen 수처리 공정은 저압막 공정에 앞서 미생물 수처리 공정을 추

DEGREMONT사의 UltraGreen 수처리 공정 과정



출처 : DEGREMONT

가한 것으로, 환경 공해 규제가 아주 까다로운 지역이나 처리한 물의 수질에 대한 철저한 위생관리를 요구하는 분야에서 각광 받고 있다.

UltraGreen의 공정을 도표화하면 아래와 같다. 폐수를 1차 여과시켜 미생물처리 탱크로 유입시킨 후 미생물에 의한 무공해 처리를 한 다음 카세트 모형의 저압막 공정에서 한외 여과 처리시켜 찌꺼기와 완전 분리된 양질의 물로 정수해낸다.

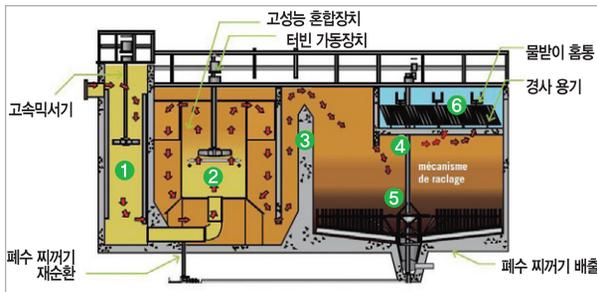
데그레몽은 저압막 공정에서 사용하는 막(Membrane)을 자체 생산하지 않고 일본 Toray사에 외주를 줘 조달하고 있다. 미생물 처리 단계에서 물속에 섞여 있는 찌꺼기와

미생물, 생물의 알까지 여과하기 위해 막의 투과 모공 구경을 0.08 $\mu$ m로 엄격히 제조하여 사용하고 있다. 저압막은 미생물 처리된 물을 막 밖에서 안으로 여과시켜 정수된 물을 외부 저장탱크로 유출시키고 폐수 찌꺼기는 외부 처리용기로 송출하며 걸러진 미생물이나 양금은 미생물 처리 용기로 돌려보낸다. 이 모든 공정이 자동으로 이뤄지기 때문에 경제성이 매우 높다.

또 다른 데그레몽의 수처리 기술로 DensaDeg라는 기술이 있다. 이 기술은 1차 침전공정에서 경사한 물을 자체

개발한 DensaDeg라는 침전용기로 보내어 경사한 후 여과 공정을 통해 정수하고 자외선 혹은 화학(염소: Cl2) 소독공정에서 2단계 처리를 하는 복합적인 수처리 기술이다.

DEGREMONT사의 DensaDeg 수처리기 도표



출처 : DEGREMONT

DEGREMONT사의 대규모 수처리 공정 'DensaDeg' 처리순서



출처 : DEGREMONT사 홈페이지

### 해외프로젝트 수주 활발

프랑스 수처리 시장의 과반을 점유하고 있는 SUEZ그룹의 자회사 데그레몽의 주된 임무는 해외 수처리 시장 개발이다. 이미 70개 국가에 진출해 있는 데그레몽은 2007년 하루 150만 $m^3$ 의 수처리 능력을 가진 이집트 카이로 동부 소재 수처리 공장의 확장 프로젝트를 맡아 40개월의 작업을 거쳐 하루 180만 $m^3$ 의 용량을 가진 시설로 확장하였다.

같은 시기에 인도에서도 4백만 명에게 공급이 가능한 식수용 수처리 공장(인도 2대 규모) 설립 프로젝트를 맡는데 이어 2008년 1월에는 인도 최대 식수처리 공장을 4년간 관리하는 계약을 봄베이시와 체결했다. 2008년 2월에는 캐나다의 Halifax 항구의 폐수 처리 공장 3개 중 1개를 완공하여 가동하고 있다. 또한 8월에는 요르단에 95% 신재생에너지로 가동되는 수처리 공장을 완공시켰으며 바레인에서 역삼투입 공정 기술을 이용한 중등 최대 규모의 해수처리 공장 건설 계약을 체결했다. 같은 해 12월, 이라크 Al Rusafa 시에 건설 예정인 식수처리 공장건설에 대해 현지 기업과 업무 제휴를 했다. 이 식수처리 공장은 바그다드 시민 4백만 명에게 급수가 가능하며 하루 수처리 능력은 91만  $m^3$ 이다.

이와 같이 이 회사는 폐수처리공장이나 식수처리 공장 건설에서부터 관리에 이르기까지 모든 노하우를 구비하여 인구나 산업투자 증가율이 높은 해외 시장을 공략하는 데에 주력하고 있다. 신재생 에너지 산업에 진출한 모회사 Suez그룹의 장점을 이용한 에너지 자급 자족형 수처리 공장 건설 계약을 수주하는 친환경 접목 사업 확대 등 부단한 혁신 노력을 통해 지금도 부단히 전 세계 수처리 시장을 누비고 있다. 

# 16 기술력으로 세계시장 공략

## 싱가포르 Hyflux

### 성장하는 싱가포르 수처리 산업 대표기업 하이플럭스

싱가포르는 제한된 국토로 만성적인 물 부족 국가이다. 때문에 예전부터 물 부족 문제를 해결하기 위해 수처리 기술이 활발하게 연구되었다. 또한 2006년 싱가포르 정부가 수처리 산업을 성장동력 산업으로 선정하면서 수처리 산업은 크게 성장하고 있다. 현재 싱가포르에는 70개 이상의 수처리 기업이 활동하고 있다. 싱가포르 정부에 따르면 2006년부터 2010년까지의 기간 동안 확정된 싱가포르 수 처리 산업 부문의 투자프로젝트가 모두 실현되면 2300명의 일자리 창출효과와 5억 9000만 싱가포르달러(US\$ 4억 7788만)의 GDP 성장효과가 발생할 것으로 기대된다고 한다. 또한 2006년부터 2010년까지 싱가포르에 기반하고 있는 수처리 기업이 해외에서 수주한 프로젝트 규모가 총 84억 싱가포르달러(US\$ 64억)에 달한다고 한다. 싱가포르 수처리 기업이 국내에서 쌓은 실적과 기술을 바탕으로 해외시장에 진출해 성공을 거두고 있는 것이다.

싱가포르를 넘어 세계 수 처리 시장에서 큰 성공을 거둔 대표적인 수처리 기업 중 하나가 바로 '하이플럭스(Hyflux)'이다. 하이플럭스는 싱가포르, 말레이시아와 인도네시아에서 수처리 시스템을 판매하는 회사로, 1989년 3명의 직원과 2만 싱가포르달러(US\$ 16200)의 작은 규모로 설립되었다. 현재 하이플럭스는 동남아, 중국, 인도, 중동과 북아프리카에서 프로젝트를 수행하고 2300명 이상의 직원을 가진 중견기업으로 성장하였다.

R&D를 사업전략의 초석으로 여긴 하이플럭스는 싱가포르, 중국, 네덜란드에 위치한 혁신센터에 200명의 막여과(Membrane) 기술 전문가로 연구팀을 구성하여 제품과 시스템개발을 지속하고 있다.

### 국제인증 획득한 막여과 제품 개발

하이플럭스는 기술개발을 바탕으로 막여과장치 제조, 프로세스 엔지니어링, 공공 조달, 운영관리 등 포괄적인 서비스를 제공하고 있다. 사업 부문별로 살펴보면 해수 담수화, 물 재활용, 폐수 처리, 막여과 생물반응장치 기술, 상수 처리의 분야에서 활동하고 있으며, 소비자제품 부문에서는 가정용 정수 생활용품을 공급하고 있다.

하이플럭스는 다양한 막여과 제품을 제작하고 있다. 대표적인 제품으로는 크리스탈 폴리머 중공 섬유 막여과(Kristal Polymer Hollow Fibre Membrane)가 있다. 이 제품은 세계에서 7개뿐인 NSF 승인 마크<sup>1)</sup>를 획득한 제품 중 하나이다.

1)미국 위생재단 (National Sanitation Foundation)이 위생용품에 부여하는 안전, 품질 인증

### 국내외 담수화 프로젝트도 활발하게 수행

하이플릭스에는 2003년 싱가포르 조달청이 발주한 Seletar NEWater 플랜트 프로젝트를 수주하였다. 이 프로젝트는 일일 폐수처리 24000m<sup>3</sup> 규모로, 하이플릭스가 수행한 첫 번째 대형 사업이었다. 또한 하이플릭스에서 특허를 보유한 크리스탈 한외여과막이 대규모로 사용된 첫 번째 플랜트였다.

같은 해에 싱가포르 최초이자 최대의 해수 담수화 플랜트인 SingSpring 담수화 플랜트를 20년간의 운영조건으로 수주하였다. 이 담수화 플랜트의 하루 처리용량은 싱가포르 일일 물 필요량의 10%에 가까운 136380m<sup>3</sup>에 달한다. 이어 2004

중국 최대의 막여과 기반 해수 담수화 플랜트 Tianjin Dagang



출처 : 하이플릭스

년에는 중국 Tianjin Dagang 지방정부로부터 30년 간 Dagang 지역에 산업용수를 공급하는 담수화 플랜트를 수주하였다. Tianjin Dagang 담수화 플랜트는 일일 처리용량이 15만m<sup>3</sup>로, 중국 최대의 막여과 기반 해수 담수화 플랜트이다.

대규모 수 처리 프로젝트 추진을 통해 기술력과 경험, 노하우를 축적한 하이플릭스에서는 중동과 인도 수 처리 시장에도 성공적으로 진출했다. 2008년 4월에는 세계 최고의 기업들과의 치열한 경쟁을 뚫고 알제리 Magtaa에 세계 최대의 역삼투 해수 담수화 플랜트를 구축하는 프로젝트를 수주하였다. 이를 통해 하이플릭스는 세계 수 처리 산업에서 명성을 높이고 세계 시장에서 빠르게 성장하는 계기를 마련하게 되었다.

하이플릭스 물주전자 P18



출처 : 하이플릭스

### 가정용 수처리 제품개발도 활발

하이플릭스의 소비자 부문에서는 가정용 정수 제품을 공급하고 있다. 제품 종류에는 수도꼭지 여과장치, 역삼투 음용수 시스템, 샤워기 여과장치, 침전 여과장치, 연수 장치 등이 있는데 물을 부으면 주전자에서 3단계 여과 과정을 거쳐 물에서 염소와 금속을 걸러내는 주전자가 인기가 높다.

### 기술력을 바탕으로 해외시장 적극 공략

하이플릭스는 총 5개의 싱가포르 수 재활용 플랜트 중에서 첫 번째 및 세 번째 플랜트인 Bedok NEWater 플랜트와 Seletar NEWater 플랜트를 구축했을 뿐 아니라, 세계 최대 해수 역삼투 담수화 플랜트인 알제리 Magtaa 플랜트, 중국

최대 해수 역삼투 담수화 플랜트인 Tianjin Dagang 플랜트, 싱가포르 최대 해수 역삼투 담수화 플랜트인 SingSpring 플랜트 등 세계적인 담수화 플랜트들을 구축하는 등 다수의 수처리 프로젝트들을 수행하면서 싱가포르뿐 아니라 세계 수처리 시장에서 선두적인 기업으로 성장하고 있다.

회계연도 2010년 실적 발표에 따르면 하이플릭스에서는 2001년 싱가포르 주식 시장에 상장된 이후 가장 뛰어난 실적인 5억 6970만 싱가포르달러(US\$ 4억 6332)의 수입과 8850만 싱가포르달러(US\$ 7197만)의 순익을 기록했다. 2011년 1분기 동안에는 싱가포르와 중국에서 총 8억5000만 싱가포르달러(US\$ 6억 9128) 규모의 프로젝트들을 수주하였다.

이러한 하이플릭스의 성장은 수 처리 통합솔루션 제공기업으로서의 기술력과 역량을 확보하고자 기울인 노력의 결과라 할 수 있다. 하이플릭스에서는 기술력이 곧 경쟁력이라 믿고 끊임없는 기술 개발 및 혁신을 위해 R&D에 집중하였으며, 다양한 기술과 경험을 바탕으로 수 처리 전 분야에 걸친 통합 솔루션을 제공할 수 있는 역량을 확보하고자 노력했다. 이러한 노력을 바탕으로 하이플릭스의 막여과 기술을 개발하고 개선할 수 있었으며 세계에서 가장 큰 막여과 공급업체 중 하나가 될 수 있었다. 또한 저렴한 비용으로 수 처리 운영을 수직 통합함으로써 경쟁력을 갖출 수 있게 되었다.

### 수입의 86%를 해외에서 창출

하이플릭스의 또 다른 성공요인은 적극적인 해외시장 진출 노력이다. 싱가포르 내수 시장의 작은 규모를 고려하여 하이플릭스에서는 항상 해외시장 진출을 염두에 두었으며, 중국, 중동, 북아프리카 등 수처리 수요가 높은 해외시장에 적극적으로 진출했다. 2010년 보고서에 따르면 하이플릭스의 전체 수입에서 중국 시장이 26%를 차지하고 있으며, 중동 및 북아프리카 지역이 약 60%를 차지하고 있다. 중국 정부에서 수처리 프로젝트에 대한 투자를 강화하여 수자원을 보호하고 수자원 사용 효율을 높이려 함에 따라 이미 중국 내에 40개 이상의 프로젝트를 보유하고 있는 하이플릭스는 중국 시장에 보다 집중하여 비중을 높여나갈 계획이다. 또한 중국, 인도 및 아세안 시장 외에도 호주, 라틴아메리카 등 막여과 기반 수처리 솔루션들에 대한 수요가 높아지는 해외시장으로의 진출도 도모하고 있다.

R&D 집중을 통한 최첨단 기술 개발, 통합솔루션 제공 능력, 세계적인 프로젝트 수행 실적, 적극적인 해외시장 공략 등을 바탕으로 하이플릭스는 싱가포르를 넘어 세계 수처리 시장에서 성공을 거두고 있다. 세계 물 부족과 수질오염 심화에 따라 수처리 시장이 더욱 성장할 것으로 기대되는 바, 향후 하이플릭스의 더 큰 도약이 기대된다. **K**

# 17 글로벌 기업을 누른 중국 토종기업

## 중국 상다환바오

세계적인 수처리기업이 모여 있는 중국의 물산업시장 규모는 2010년 기준으로 460억 달러로 세계 최대 규모이며 연평균 8.6%의 지속적인 성장이 예상되고 있다. 이러한 막대한 시장규모에도 불구하고 시장에서는 베올리아(Veolia)를 비롯한 다국적기업과 수창지주(首創, Capital Water), 북공물산업(北控水務) 등 중국 대형기업이 프로젝트를 독식하다시피 하고 있다. 우리나라 기업으로는 K-water와 코오롱이 지난해 12월 중국의 물기업인 선전수도공사와 함께 쓰양 현(縣) 정부로부터 하루 10만m<sup>3</sup> 규모의 상수도 시설 운영권을 확보한 사례가 있다.

한편, 중소기업은 독보적인 기술력 없이는 한건의 프로젝트 수주도 어려운 상황에도 불구하고 틈새시장에 진출하는 기업들의 움직임이 활발하다. 상다환바오(商達環保)는 사물통신기술을 이용한 오수처리장 운영(Operation) 시장을 발굴한 사례이다. 2010년 7월 청두의 9개현 급 오수처리장의 5년간의 경영권 입찰에 전국의 3대 수처리기업이 모두 참가하였으나 550만 달러 프로젝트의 낙찰자는 무명의 저장상다환바오(商達環保)사로 결정되었다.

상다환바오는 수처리 분야의 절대 다수의 운영방식인 BOT 산업 체인에서 "O"(Operation)에 집중하여, 오수의 수량과 수질을 분석하는 센서를 개발한 중소기업이다. "State 감지수처리시스템"으로 불리는 상다환바오의 수처리운영 기술은 중국에서는 그간 공백으로 남아있던 분야를 발굴했다는데서 의미가 있다. 상다환바오와 같은 기업이 출현할 수 있었던 중국의 현재 물 산업 시장을 살펴보자.

### 중국 물산업 시장의 대기업들

중국은 UN이 지정한 물 부족 국가 중 하나이다. 또한 급격한 산업화와 도시화의 팽창은 지속적인 물수요 증가와 심각한 수질오염을 야기하고 있다. 중국 정부는 산업경제 확장에 따른 물 관련 문제들을 효과적으로 해결하기 위하여 물 관리 산업에 대규모 해외 민간 예산과 기술을 적극 도입하였다. 2002년부터는 해외투자 참여를 허용하여 베올리아(Veolia) 등 다국적 물기업의 자금과 선진기술을 흡수하였다. 더불어 2000년대 후반 불어 닥친 전 세계적인 금융위기에는 경기부양책의 수단으로 7~8%의 재정 지출을 통해 오수처리, 오물처리 시설을 확충해왔다. 또한 과도한 투자열기를 억제하기 위하여 물 산업 기업에 대한 대출억제 및 청산 조기화, 물가 인상 조치 등을 산업 구조조정을 취해왔다.

현재 중국 물산업 시장에 참가하는 기업은 3만 개인 것으로 알려지고 있다. 주요 기업을 살펴보면, 베올리아(Veolia, 프로젝트 처리능력 1위), 수에즈(Suez), 회진물산업(Biwater) 등의 다국적 기업이 투자, 운영, 기술, 브랜드를 앞세워 우월한 경쟁력을 자랑하고 있으며, 상덕(桑德, Sound), 안휘국정(安徽國禎), 중과성(中科成), 수창지주

상다환바오가 시공한 오수처리장



출처: 상다환바오

(首創, 프로젝트 처리능력 2위), 창업환보(創業環保), 북공물산업(北控水務, 프로젝트 처리능력 3위), 중환물산업(中環保水務) 등 토종 대기업이 포진해있다.

### BOT방식과 신기술수요를 이용한 상다환바오(商達環保)

중국의 수처리 운영사업은 정부 또는 산업기업이 기 건설 오수처리장을 전문 기업에 위탁운영하는 것이 일반적이다. 중국의 오수처리장 운영 분야 시장 규모는 연간 77억불 규모로 추산된다.

현재 중국에서 1톤의 오수처리비용은 톤당 0.7위안(120원) 수준이다. 상다환바오(商達環保)사는 지방 정부 측에 이 오수처리비용을 톤당 0.5위안(85원)만 받겠다고 공언하고 있다. 이 회사의 수처리 운영기술의 노하우는 중국 최초로 영국 맨체스터 대학과 공동으로 개발한 센서통신기술을 이용한 운영 관리 시스템에 집중되어 있다. 오수처리장에서는 일반적으로 오수의 유량이나 수질을 구분하지 않고 설비를 일괄적으로 운영한다. 상다환바오사는 센서감지기술을 이용하여 각기 다른 지점에서 감지, 수집한 정보를 바탕으로 송풍기 가동 주기를 조정함으로써 오수처리장의 최대 운영원가인 전기비용을 대폭 절감할 수 있도록 해준다. 즉 수처리 BOT 전체 분야에서 "O"(운영)에만 집중하여 관련 신기술을 앞세워 시장에서 승승장구하고 있는 것이다.

이 회사는 생활오수 처리 분야 뿐 아니라 공업폐수처리 분야에서도 두각을 나타내고 있다. 폐수에 “비타민”을 첨가하는 기술을 도입한 것. 즉 제지업에서 방출하는 폐수에는 인(P)이 부족하다는 점에 착안하여 바이오 미생물 첨가제를 개발하여 폐수를 처리하는 등 기술개발에 힘을 쓰고 있다. 본 미생물 첨가제는 관련 분야에서 저명한 장난대학과 공동설립한 과학기술원을 통해 필요기술을 개발하고 있다. 관련 특허만 5개를 확보하여 기술력도 인정받았다. 이러한 관련분야의 실적을 바탕으로 이 회사는 3년 내 전국 10대 물 산업 기업으로 성장한다는 비전을 실현해가고 있다.

### 지역보호주의를 넘어 하이테크 오수처리설비시장에 도전하라

중국 오수처리기기를 포함한 수처리 설비시장은 전망이 매우 밝다. 현재 확정된 오수처리 프로젝트만 수행하려고 해도 막대한 신규 설비가 필요하다. 중국정부가 최근 지정한 오수처리 기준은 유럽국가보다 높은 편이지만 실상 오수처리설비 기술수준은 유럽의 20년 전 수준임을 감안한다면 현재 추진 중인 프로젝트의 완공을 위하여서도 설비 업그레이드 및 교환 수요가 증대될 것으로 예상된다.

예를 들어 상하이 일일 10만 톤 용량의 오수처리장의 총 투자액은 6천만 달러인데, 이 중 설비부분은 40%가량이 차지하는 것으로 조사되었다. 중국 전체 연간 필요한 설비의 시장규모는 20억~25억불 규모가 될 것으로 예상된다.

다만 막대한 시장규모에도 불구하고 시장메커니즘은 제대로 정착되지 않은 것이 문제이다. 기업선정 시 지역 내 기업을 우선시하고 외지기업을 배타하는 분위기가 강하다. 기술력을 앞세워 관련 시장에 진출을 추진 중인 기업이 이를 해결하기 위해서는 중국내 관련 수처리 기업과의 합자 및 합작을 통한 사업협력에 전향적으로 나서야 한다. **K**

센서기술을 이용한 오수처리시설



출처 : Baidu