

물 에너지 고갈위기 과학기술로 극복할 수 있다

원자력이용 해수담수화 지구적 관심 집중

한국원자력연구소 해수담수화 이용 소형원자로 개발 추진

1. 극히 제한적인 담수이용

산업문명의 발달과 기하급수적인 세계인구의 증가 때문에 한정된 자원의 지구가 몸살을 앓고 있는지 오래이다.

산업활동과 인간 생활을 위해 필수불가결의 요소인 물 에너지 역시 머지않아 심각한 고갈 위기에 직면하게 될 것으로 예견되고 있어서 지구적 걱정이 이만저만이 아니다.

따지고 보면 지구상의 물 에너지 자원은 실상 엄청나게 많이 존재하고 있다. 지구표면의 약 70%가 물로 덮여 있는 사실만 보아도 잘 알 수 있는 일이다.

그러나 불행하게도 이 엄청난 물의 97.5%는 식수나 공업용수로 바로 쓸 수 없는 바닷물(해수)이다.

따라서 식수나 공업용수로도 쓸 수 있는 물은 나머지 2.5%에 불과한 실정이다. 하지만 이렇게 쓸 수 있는 물(담수) 중에서 70%는 남극대륙과 북극지방의 그린랜드에 빙하형태로 남아 있다.

그리고 나머지 30%중 대부분인 29.93%는 토양수 이거나 지하수이기 때문에 사람이 접근하기가 매우 어려운 입장이다.

그러므로 지구에 있는 담수중 우리 인류가 직접 이용할 수 있는 양은 전체 담수의 약

0.07%에 불과할 뿐이다. 그나마도 여러가지 이유 때문에 이용 가능한 담수자원의 절반정도만을 이용할 수 있을 뿐이다.

2. 세계인구의 3분의2가 물부족 겪고 있어

인구가 늘어나고 있고 산업활동이 확대됨에 따라 물 사용량은 놀랄만치 늘어나고 있다.

세계적으로 볼 때 1990년부터 1995년까지 5년동안 물 사용량은 과거보다 6배나 증가하였다. 이것은 전세계 인구증가율의 2배에 해당하는 것이다.

그러나 전세계적으로 수자원이 골고루 분포되어 있지 않으며 지역에 따라 인구 분포에 큰 차이가 있고 또한 수자원을 관리하는 입장에서도 문제점이 많기 때문에 현재 세계인구의 약 40%인 약 15억 인구가 물 부족의 어려움을 겪고 있다.

이것을 나라별로 보면 약 80개국에서 물 부족 현상에 직면하고 있다는 얘기이다. 현재에도 물기근 현상이 극심한 편인데 앞으로는 더욱 심각해 질 것으로 예견되고 있다.

앞으로 약 25년후인 2025년경에는 세계인구의 3분의 2정도가 물 부족상태에서 생존해 나가야 한다는 설명이다.

3. 우리나라는 물 한방울이라도 아껴야 할 판

우리나라는 오랫동안 하천, 저수지, 댐 등에 확보된 물로 식수, 공업용수, 농업용수 등 여러 가지 수요에 대처해 왔다.

좁은 국토에 산악지대가 많은 상황이지만 다른나라에 비하면 의외로 천연수자원이 풍부한 편이어서 크게 걱정할 입장은 아니었다.

또 평균 강우량도 세계평균 강우량에 비하여 1.3배나 많다. 그러나 문제가 전혀 없는 것은 아니다.

우리나라 하천은 물의 유출량이 꾸준한 편이 못되고 있고 뿐만 아니라 강우량도 연도에 따라 또는 계절에 따라 고르지 못한 실정이다.

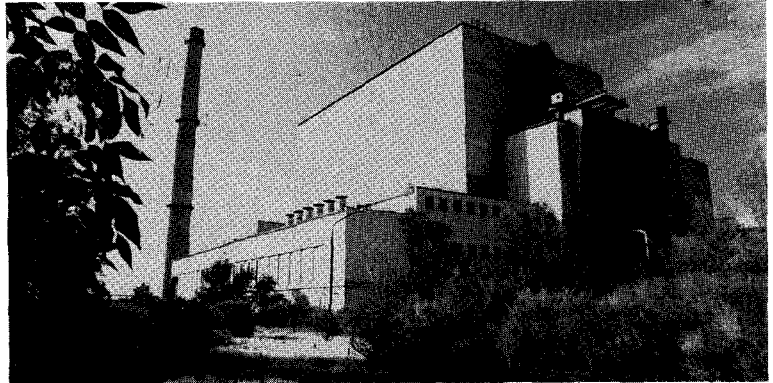
때문에 용수확보와 수량(水量)관리에 어려움이 적지 않은 실정이다. 한편, 국민 1인당 물 사용량도 세계 평균의 11분의 1에 불과한 형편이다.

우리나라의 연간 총 강수량은 약 1천2백67억톤이 된다. 그러나 그중 54%인 6백88억톤만이 하천으로 모일뿐이며 나머지 46%인 5백79억톤은 증발되거나 지하로 스며들어가 손실되고 있다.

하천에 모이는 물도 전적으로 활용할 수 있는 것이 아니다. 하천수의 31%는 바다로 흘러 들어가므로 아무런 도움이 되지 못하고 있다.

따라서 연간 총 강수량중 고작 25%에 불과한 3백13억톤 정도만이 활용 가능할 뿐이다.

이렇듯 수자원 활용률이 낮은 이유는 수량 관리와 수질관리면에서 찾아볼 수 있다.



카자흐스탄 열병합발전소 전경

우선 연중 강수량의 변동이 크기 때문에 갈수기와 홍수기에 수량관리를 제대로 하지 못하고 있는 것이 문제이다. 또 하상계수(최대유량/최소유량)가 커서 물의 유실이 많은 것도 문제이다.

그런가 하면 우리나라 지형의 특성 때문에 주요 수계(水界)가 남북보다는 동서로 걸쳐 있어서 수자원의 육상 체류시간이 짧아 관리가 어렵다는 것도 문제이다.

한편 지하수 보존량은 비교적 많은 편이지만 지질구조상 대규모 개발이 어려워 지하수 관리에 별로 도움이 되지 못하고 있다.

수질관리면에 있어서도 많은 문제점을 안고 있다. 하천이 있는 곳에 인구가 많이 몰리고 있고 산업시설이 집중되고 있기 때문에 수질오염이 악화되고 있는 것이다.

더구나 갈수기에는 유량부족으로 하천의 자체 정화능력이 떨어지는가 하면 하수와 폐수 처리시설까지 부족하여 수질오염이 더욱 심각해지고 있는 실정이다.

그럼에도 불구하고 수자원을 사용하는 인구는 점점 늘어나고 있고 산업화도 계속 될 것이므로 물 부족 현상은 시급히 해결해야 할 중요

한 과제로 부각되고 있다.

현재의 추정대로라면 2006년경에는 약 4.5억톤, 2010년경에는 약 20억톤의 깨끗한 물이 추가로 필요할 것이라고 한다. 따라서 이에 대한 대책이 절실히 요구되고 있는 실정이다.

4. 바닷물을 담수로 만들어 써야

물부족 현상을 타개하기 위해서는 단기적으로 댐건설과 지하수 개발을 확대해야겠지만 이것은 어디까지나 단기적 처방에 불과할 뿐이다. 장기적으로는 해수담수화, 인공강우, 수질관리의 향상 등이 고려될 수 있다.

그중에서 가장 현실적인 대안은 무전장의 바닷물을 담수로 만들어 쓰는 방안이다. 그런데 해수담수화에는 또 다른 에너지를 필요하기되기 마련이므로 여기에서 과학기술의 이용이 요구되는 것이다.

과학기술의 이용에는 부차적인 산업적 효과까지 얻을 수 있으므로 매우 바람직한 방안이 아닐 수 없다.

해수담수화란 바닷물 속에 녹아있는 염분의 농도를 낮추거나 제거하는 처리공정을 말한다.

물론 완전 담수로 만들기 위해서는 염분을 처리한 후 화학적 방법으로 광물질을 처리해야 한다. 따라서 담수화라고 하면 이 모든 공정을 포함하여 말한다.

해수를 담수로 만드는 방법으로는 증발법, 역삼투압막법, 전기투석막법, 냉동법 등이 있다.

그중에서 대규모로 산업화 할 수 있는 방법으로는 증발법과 역삼투압막법이 가장 실용적인 것으로 꼽히고 있다.

증발법은 해수(용액)의 온도를 높여 증발시키면 담수(용매)만 증발되고 소금물(용질)은

남게 되는 성질을 이용하는 방법이다.

역삼투압막법은 삼투압의 반대 현상을 이용하는 방법이다. 용매(담수)만 통과시키는 반투막을 설치한 후 용액(해수)에 삼투압 이상의 압력을 걸어주면 담수만 통과하는 현상을 이용하는 것이다.

현재 전세계에서 운영되고 있는 해수담수화 시설중 약 90%는 증발법과 역삼투압막법을 이용하는 것이다.

5. 화석연료 대신에 원자력을

바닷물속에 들어있는 염분을 분리하기 위해서는 열 또는 전력 등 대단위 에너지가 필요하다.

예를들어 증발법은 주로 열을 필요로 하며 역삼투압막법은 전력을 필요로 한다. 현재 세계적으로 볼 때 대다수 담수설비에 공급하는 에너지는 석탄이나 석유 등 화석에너지가 주종을 이루고 있다.

화석에너지는 비교적 구하기가 쉽기 때문이다. 뿐만 아니라 열생산설비 또는 화력발전소의 건설 역시 비교적 쉬운 편이기 때문에 화석 에너지를 선호하고 있는 실정이다.

그러나 화석연료를 사용하면 환경오염이라는 걱정이 생기며 또한 귀중한 화석연료의 고갈이라는 심각한 문제도 생각하지 않을 수 없다.

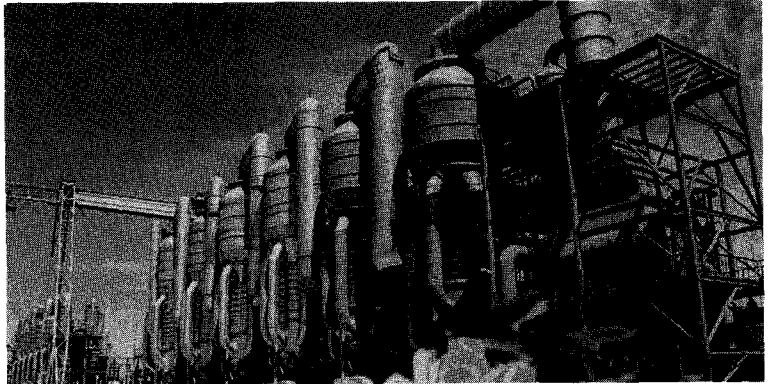
예를 들어 하루 1백만톤 규모의 해수담수화 시설을 화석연료를 사용하여 운영한다면 20만톤의 이산화탄소, 2천톤의 유황산화물을 대기에 내뿜는 것으로 조사된 바 있다.

따라서 해수담수화에는 깨끗한 에너지를 이용하는 것이 필요하다. 원자력은 환경에 부담을 주지 않는 깨끗한 에너지이다. 또한 화석에

너지의 경우처럼 자원이 고갈 될 염려도 없다.

원자력 발전(發電)의 경우, 원자로에서 만들어진 열에너지 중 약 35%만 전기에너지로 변환되고 나머지는 거의 활용되지 못하고 그냥 방출하게 된다.

이 폐열과 전력을 해수담수화 에너지로 동시에 사용하게 되면 담수생산의 경제성을 높일 수 있을 뿐만 아니라 화석연료 사용에 따른 부담을 줄일 수 있어서 일거양득의 결과를 얻게 된다.



카자흐스탄 열병합발전소 시설

6. 국제적 관심의 고조

세계적 현안인 물(담수) 부족 문제에도 불구하고 청정에너지 기술인 원자력기술을 이용한 해수담수화의 연혁은 매우 짧다.

『원자력이용 해수담수화 기술』이 아직은 완성 단계에 들어서지 못한 점도 지나쳐 볼 수 없는 일이지만 그보다도 아직은 화석연료를 손쉽게 얻을 수 있을 뿐만 아니라 원자력 이용기술이 선진 몇 나라에 집중되어 있다는 것도 큰 이유이다.

최근들어서 원자력 해수담수화에 대한 세계적인 관심이 높아지고 있는 것과 관련하여 1980년대 중반부터 국제원자력기구(IAEA)를 중심으로 이 분야에 대한 연구개발이 매우 심도있게 진행되고 있다.

1997년에는 IAEA내에 원자력해수담수화 자문위원회가 구성되어 IAEA 원자력해수담수화 사업에 대하여 사무총장을 자문토록 하고 있다.

이 자문위원회의 위원장은 우리나라가 원자력 해수담수화 기술개발 사업을 활발히 추진하

고 있는 것과 관련하여 한국원자력연구소 부소장 김시환 박사가 위촉되어 활동하고 있다.

이 자문위원회는 IAEA 15개 회원국 전문가로 구성되어 있으며 원자로와 담수공정의 최적 결합에 대한 국제공동연구, 원자력해수담수화를 위한 지침서 작성, 원자력해수담수화 사용자 요건 작성 등의 업무를 주도적으로 수행하고 있다.

IAEA는 회원국 중에서 해수담수화용 소형 원자로를 실제로 건설하여 시범하게 되기를 바라고 있다.

현재 원자력을 이용하여 해수를 담수로 만들어 쓰고 있는 나라는 카자흐스탄과 일본을 들 수 있다.

카자흐스탄은 약 20년전부터 바이칼호지역에 액체냉각고속로를 건설, 이를 담수공정에 연결하여 하루 약 8만톤의 담수를 생산하고 있다.

이 원자로를 이용하여서는 80MWe의 전력도 동시에 생산하고 있다.

일본의 경우는 본격 산업적 원자력 해수담수화 시설은 아니다. 원자력발전소내에 소규모 담수설비를 건설하여 원전에서 방출되는 폐열로 하루 1천~2천6백톤의 담수(발전소내 공급용 식수 및 용수)를 생산하고 있다.

이같은 시설을 갖고 있는 원전은 오히, 다카하라, 이카다 및 겐카이 등이다.

원자력이용 해수담수화 사업을 구체적으로 추진하고자 하는 나라도 상당수 있다.

중국은 지역난방용 원자로를 이용한 해수담수화 연구개발을 오래전부터 추진하여 왔다.

중국은 대경지역에 열출력 2백MW의 지역난방로를 2천년말까지 건설한다는 야심찬 계획을 세워 놓았다.

대련지역에도 같은 규모의 지역난방로를 건설하여 하루 15만톤의 담수를 생산한다는 계획을 갖고 있다.

중국은 자체 개발한 열출력 10MW규모의 지역난방로를 모로코에 시범 수출하는 일도 적극 추진하고 있다.

모로코는 이 원자로를 이용하여 하루 7천톤의 담수를 시범적으로 생산할 계획이다. 모로코는 이 시범사업을 성공적으로 마친 후 대규모 원자력 해수담수화 사업을 본격 추진할 작정이다.

인도는 담수부족 문제를 해결하기 위해 원자력을 이용하는 데에 많은 노력을 기울이고 있다.

우선 서부지역의 마드라스 부근 칼파캄 원전구역내에 하루 6천3백톤의 담수를 생산할 수 있는 설비를 건설코자 하고 있다. 이 설비는 2001년 6월께 완성할 계획이다.

이밖에 러시아, 캐나다, 이집트, 튀니시아, 인도네시아, 아르헨티나, 알제리아 등 많은 국가들이 물부족 문제를 타개하기 위해 원자력해수담수화에 많은 관심을 기울이고 있다. 이 나라들은 IAEA가 주도하고 있는 국제공동프로그램에 적극 참여하고 있다.

7. 우리나라도 첨단 소형원자로 개발에 박차

머지않아 물 부족현상이 심각해질 것으로

예상되는 우리나라도 1996년부터 한국원자력연구소가 중심이 되어 해수담수화를 위한 원자력기술개발 사업을 착수했다.

한국원자력연구소는 특히 IAEA 원자력해수담수화 사업이 원활하게 추진될 수 있도록 주도적인 역할을 해왔다. 한국원자력연구소는 열출력 330MW의 소형 원자로개발사업을 국가 원자력 중·장기 사업의 일환으로 추진하고 있다.

한국원자력연구소는 새로 개발하고 있는 소형원자로가 기존의 원자로에 비하여 고유 안전성을 최대한 확보하는 방향으로 개발하고 있다.

스마트(SMART)라고 이름 붙여진 이 소형 원자로는 방사성폐기물의 발생량도 획기적으로 적게 할 수 있다는 특징을 지니고 있다.

이 소형 원자로에 접목될 담수화 방법으로는 증발법이 이용될 계획이다. 뿐만 아니라 열병합 목적이기 때문에 약 10만kW의 전력도 생산할 수 있게 된다.

이 시범사업이 성공적으로 추진되면 인구 10만 정도의 지역에서 필요한 용수와 전력공급이 이 소형 원자로로 가능하다는 계산이다.

한국원자력연구소는 1999년까지 개념설계를 마치는 등 2002년까지는 모든 관련기술의 개발을 완료하고 이어서 기술인증취득을 추진한 후 예상되는 건설에 대비한 계획이다.

원자력해수담수화 프로젝트는 국내 관련 산업체의 적극적인 참여가 필요한 것이다.

산업계와 협력이 원활하게 이루어지면 자연적으로 관련 산업기술을 한단계 발전시키게 되는 효과도 이를 수가 있다.

한국원자력연구소는 스마트(SMART) 설계 기술을 자립한 후 이 기술을 해수담수화가 절대적으로 필요한 중동지역 국가 등에 수출할 계획이다. ⇐

장문희 박사

(한국원자력연구소 동력로계통기술개발팀장)