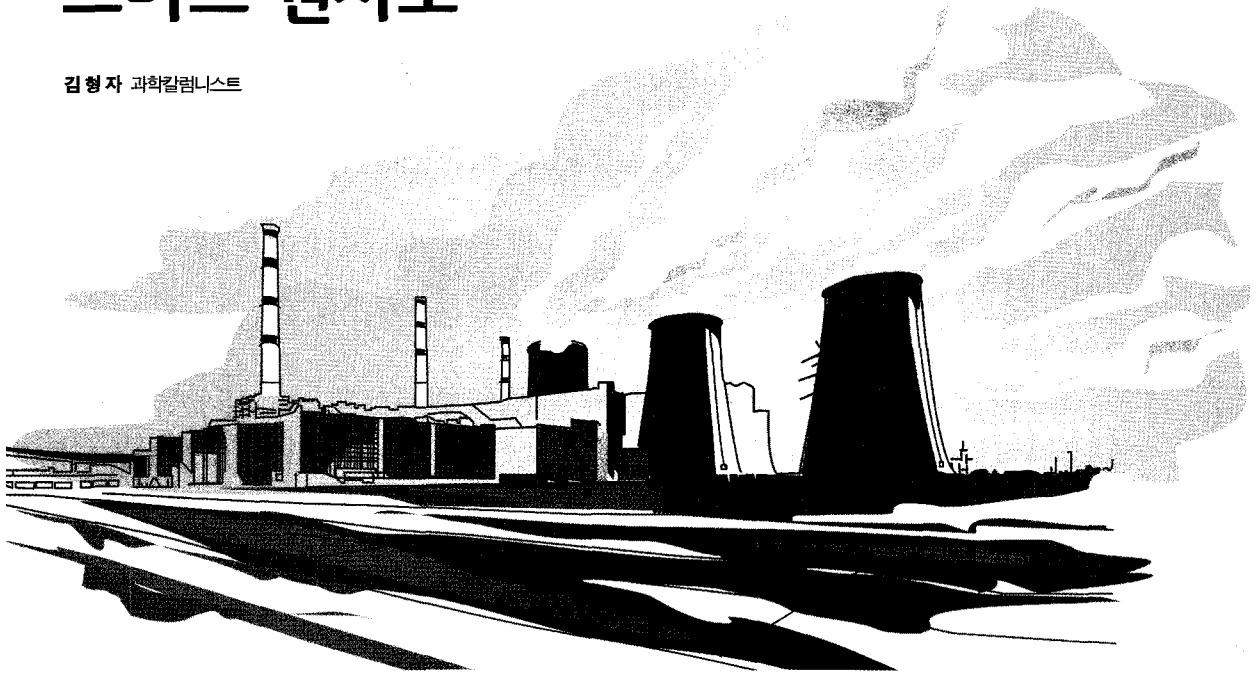


전기와 식수를 한번에 해결하는 스마트 원자로

김형자 과학칼럼니스트



은 지구촌이 '스마트' 열풍이다. 스마트 TV, 스마트폰, 스마트 자동차 등등. 여기에 스마트의 또 다른 프로젝트가 하나 더 있으니, 바로 스마트 소형 원자로 개발이다. 2009년 말 우리나라는 처음으로 UAE(아랍에미리트)에서 400억 달러 규모의 원자력발전 플랜트 수주에 성공하면서 원자력 르네상스 시대를 맞이했다. 하지만 UAE에 건설되는 대형 용량(기당 150만kW)의 원자로는 웬만한 국가의 전력 규모로는 수용하기 힘든 용량이다. 따라서 소형 원자로가 원자력 르네상스 시대의 또 다른 대안으로 떠올랐다. 그것이 바로 스마트 원자로이다.

스마트는 왜 해수 담수화일까?

스마트(SMART: System-integrated Modular Advanced Reactor)는 한국원자력연구원이 개발 중인 신개념 중소형 원전의 영어 약자이다. 1997년부터 독자적으로 개발해 2002년에 기본 설계가 완성된 중소형 원자로이다. 그러니까 스마트라는 이름은 우리 고유 원자로의 상표인 셈이다.

스마트 원자로는 전기를 생산하는 동시에 바닷물을 민물로 바꿀 수 있는 똑똑한 해수 담수화용 원자로라는 게 특징이다. 스마트 원자로에서 발생하는 열 출력은 330MW에 이르는데, 이 열을 이용해 하루에 약 4만 톤의 담수와 10만kW의 전기를 생산한다. 이는 인구 10만 명 규모의 도시에 전기와 물을 동시에 공

급할 수 있는 양이다. 만일 용량이 더 필요하다면 모듈(moule: 구조물을 조립이 가능하도록 똑같은 기능 치수로 쪼개놓은 것)식으로 설계되어 있기 때문에 더 연결하면 된다.

보통 원자로는 전기를 생산하는 용도로 쓰인다. 그렇다면 스마트는 왜 해수 담수화용일까. 한마디로 세계적인 물 부족 현상 때문이다. 지구 표면은 70%가 물로 덮여 있다. 그러나 이중 97.5%가 바닷물이고, 담수(민물)는 2.5%에 불과하다. 더구나 담수의 대부분은 남극과 그린란드의 빙하나 토양수나 지하수로 존재하므로, 그나마 우리가 쓸 수 있는 물은 전체의 0.0075%뿐이다.

이런 물 부족 사태를 타개하기 위해 세계는 바닷물

에 눈을 돌렸다. 바닷물 속에 있는 염분을 제거하면 깨끗한 물을 얻을 수 있다는 '해수 담수화' 발상을 하게 되면서 바닷물이 새로운 수자원으로 바뀐 것이다. 해수 담수화 기술은 21세기의 '블루 골드'이다. 그리고 한국은 담수화에 관한 한 선진국이다. 해수 담수화로는 바닷물을 끓여 증기를 물로 만드는 '증발 방식'과 바닷물을 삼투막에 통과시켜 소금기를 거르는 '역삼투압 방식'이 널리 이용된다.

그런데 문제는 여기에 엄청난 에너지를 필요로 한다는 것이다. 또 이때 사용되는 에너지원이 주로 화석연료여서 환경오염 발생도 문제가 된다. 해수를 담수화하는 스마트 원자로는 이런 문제의 해소 차원에서 개발된 것이다.

1989년, 국제원자력기구(IAEA)는 중동국가들의 요청에 따라 원자력을 이용해 바닷물을 담수로 만들려는 국제 공동연구를 진행했다. 우리나라는 1997년부터 전기를 만들어 내는 대형 원자로를 개량해 전기도 일부 생산하면서 바닷물을 민물로 바꿀 수 있는 다목적 중소형 원자로인 스마트를 독자적으로 개발하기 시작했다. 그리고 2002년 초 스마트 원자로의 기술 개발을 완료했고, 그 과정에서 우리의 스마트 기술이 IAEA의 모델 프로젝트로 선정됐다. 이 기술은 IAEA로부터 안전성을 공인받았다.

전기와 담수는 어떤 원리로 생산되나

스마트 원자로는 땅이 넓고 인구 밀도가 적은 지역과 물 부족국가 등에서 선호하는 기술이다. 대형 원자력발전소가 필요 없으면서 물 부족으로 인해 바닷물의 담수화가 요구되는 동남아시아나 중동 지역 등의 섬나라와 사막 지역에서 탁월한 효율성을 발휘할 수 있기 때문이다. 또 국토 크기에 비해 전력 수요가 적어 대형 원자력 발전소를 설치하면 설비운송과 운용비 부담이 불필요하게 증가하는 탓이다. 따라서 인도네시

아처럼 원자력발전을 처음 도입하는 나라에는 스마트 원자로가 안성맞춤의 규모이다.

원자력발전은 원자로에서 우라늄이 핵분열을 할 때 생기는 에너지(열)로 물을 끓여 증기를 만들고 이 증기로 터빈을 돌려 전기를 만든다. 원자력 해수담수화 기술은 원자로의 핵분열 연쇄반응에서 얻은 뜨거운 증기로 터빈을 돌려 전기를 만드는 대신 바닷물을 끓여서 민물로 바꾸는 방법이다. 즉 바닷물을 원자로 냉각수로 쓰면서 핵분열 과정에서 발생하는 증기를 이용해 바닷물을 끓여 담수화하는 것이다.

스마트 원자로의 또 하나의 강점은 모든 장치가 압력용기 안에 들어가 있는 일체형이라는 데 있다. 가압기, 냉각펌프, 증기발생기 등이 원자로 외부에 배관으로 연결된 대형 원자력발전과 달리, 스마트 원자로는 한 개의 압력용기 안에 중요 부품과 배관을 집어넣은 일체형으로 설계되어 있다. 장치를 각각 연결하는 배관이 거의 없다는 것은 배관이 파열돼 대형사고가 나거나 방사능 물질의 외부 누출 개연성을 사전에 막을 수 있다는 의미이다.

하지만 스마트 원자로에 대한 국가적 관심이 고조되고 있는 궁극적 배경은 따로 있다. 여타 원자력발전과 달리 우리나라가 모든 원천기술을 확보하고 있다는 점이 그것이다. 실제 한국원자력연구원 원자로의 설계에서 전산코드에 이르기까지의 원천 기술을 독자 개발해 50여 건의 특허를 출원한 상태이다.

현재 중소형 원자로 분야는 우리나라와 미국, 아르헨티나, 러시아 등 4개국이 주축이 돼 연구개발이 진행 중이다. 국제원자력기구는 이 가운데 러시아의 KLT-40S와 우리나라의 스마트 원자로를 상용화에 가장 근접한 모델로 꼽고 있다. 우리나라가 세계 원자력 시장을 선도하는 원자력 수출 강국이 될 수밖에 없는 이유이다. 