

원자력 - 새로운 에너지 비전



본 좌담회는 원자력 에너지와 관련한 청사진과 에너지 정책 전반을 짚어보기 위해 <대일리안>이 주최하여 마련한 자리로, 서울대학교 에너지시스템공학부 황일순 교수, 경북대학교 재료공학부 허중수 교수, 한국원자력연구원 양명승 원장 등 전문가 3명이 초청되어 구립 24일 서울 충정로 <대일리안> 사옥에서 2시간여 동안 진행되었다.

허중수 교수의 사회로 이어진 이날 좌담회에서 황일순 교수는 “우리나라가 지속 가능한 국가 경쟁력을 갖추기 위해 원천 지식형 제조업을 육성해야 하고, 이를 위해 국민적 합의 아래 혁신적인 연구 개발 여건을 만드는 동시에 안정적이며 친환경적인 에너지를 개발해야 한다.”면서 “원자력은 수출 견제, 고준위 폐기물, 핵 확산 문제 등이 해결될 경우 강력한 성장 동력이 될 수 있다”고 강조했다.

허중수 교수는 “우리나라가 전자, 조선 등 ‘탑5’ 이외에 순익을 5000억원 이상 낼 수 있는 숨겨진 분야가 원자력”이라면서 “원자력 에너지를 통해 순익을 1조원 이상 낼 수 있다면, 신성장 사업 가운데 GNP를 올릴 수 있는 가장 큰 후보가 될 수 있을 것”이라고 밝혔다.

양명승 원장은 “현재 각국이 가지고 있는 가장 큰 과제 가운데 하나는 안정적인 에너지 확보와 기후 변화에 대한 대응”이라면서 “원자력 에너지는 두 마리 토끼를 모두 잡을 수 있을 대안”이라고 강조했다.

허증수 교수 원자력 에너지라고 하면, 그동안 부정적인 이미지도 많았지만, 최근에 와서 원자력을 보는 시야가 전 세계적으로 달라지고 커지고 있다. 원자력 에너지의 이미지 변화에 대한 이야기를 들어보겠다.

형일순 교수 우리가 쓰고 있는 석탄, 석유, 가스 등의 에너지는 사실상 모두 원자력에서 만들어진 2차적인 에너지다.

100년 전 아이슈타인이 '상대성이론'을 발견한 후에 인류는 우주를 되돌아보게 됐고, 모든 인류가 원자력으로 동력을 얻고 있다는 것을 알게 됐다. 또한 원자력이 가장 지속적인 에너지라는 것을 알게 됐다. 태양열, 풍력, 지열 등의 에너지도 모두 태양의 핵융합 에너지, 땅속의 방사성 등 원자력에서 나오는 자성 에너지라는 것을 알게 됐다. 이같은 신재생 에너지는 자연 속에 숨어있는 에너지다.

그래서 원자력을 깨끗하고 안전하게 양식을 해서 충분한 땅이나 바다가 없는 나라에서도 지속적으로 쓰는데 세계가 다시 눈을 돌리고 있다.

양명승 원장 먼저 이해를 돕기 위해 원자력 에너지의 역사에 대해 설명해 드린다. 1930년대에 물질을 구조를 연구하면서 핵분열이 일어날 때 막대한 에너지가 나온다는 것을 알게 됐다. 그러나 아쉽게도 원자력이 실용화된 것은 원자폭탄이기 때문에 부정적인 이미지를 가지고 있다.

하지만 다시 1954년 원자력의 평화적 이용을 위한 UN의 협의가 있었고, 원자력 에너지가 주요한 전기 에

너지의 공급원으로 자리잡았다. 현재 원자력은 전 세계의 안정적인 전기 에너지 공급원으로서 우리 생활에 가까이 활용되고 있다.

허증수 교수 우리나라

에는 지금 원자력 발전소 20기가 가동되고 있다. 우리나라의 원자력 발전 비중은 현재 35%로 2030년까지 59%로 늘리기로 했다. 우리나라의 전기세가 다른 나라에 비해 상당히 적은 편인데, 이에 대한 기여를 한 것이 원자력이 아닌가 싶다.

'에너지 안보'와 '환경' 두 마리 토끼 모두 잡을 수 있어

양명승 원장 현재 각국이 가지고 있는 가장 큰 과제 가운데 하나는 안정적인 에너지 확보다. 이른바 '에너지 안보'라고 불리는 이것과 최근 문제 되고 있는 기후 변화에 대한 대응이다. 두 가지는 쌍둥이 같은 문제다. 에너지 확보는 생활을 위해 필수 불가결하다. 이는 화석 연료에서 얻을 경우, 당연히 기후 변화 문제가 생기게 된다.

반면 원자력은 두 마리 토끼를 모두 잡을 수 있다. 원자력은 경제적인 면에서 보면 저렴하고, 환경적인 면에서 보면 이산화탄소를 발생하지 않는다. 이러한 특성을 정부 측에서도 충분히 이해하고, 원자력 발전의 비중을



양명승
한국원자력연구원 원장



허증수

경북대 재료공학부 교수

2030년까지 59%로 확장하는 등 활성화를 추진하고 있다.

원자력의 효율적인 이용을 통해 에너지의 안정적 확보와 기후 변화에 대한 대응을 함께 달성할 수 있는 저탄소 녹색 성장을 위한 시의적절한 결정이라 생각된다.

허증수 교수 최근 이슈가 기후 변화다. 버락 오바마 미국 대통령 당선자가 '그린 뉴딜'을 강조하며 막대한 예산을 편성하겠다고 하는 등 친환경 정책에 큰 무게를 두고 있다. 이에 미국 정부도 새로운 관점으로 원자력발전소를 적극적으로 유치하고 있다. 전 세계적으로 보면, 2030년까지 300~400기 정도의 원자력 발전소를 신축할 계획이 있다. 우리나라도 10년 안에 10기를 더 신축할 예정이다.

황일순 교수 전 세계의 모든 선진국들이 이제는 원자력을 다시 시작해야 하는 데 의견을 모으고 있다. 다만, 안전이나 핵확산 문제 등을 푼다는 것을 전제로 하고 있다. 2030년까지 적게는 300기 많게는 600기 정도의 발전소가 새로 설립될 것으로 예상하고 있다. 나아가 2050년에 가면, 800기 정도를 예상하고 있다.

세계가 이렇게 많은 원자력 에너지를 쓰겠다는 것은 아인슈타인의 '상대성이론'에서 질량이 열로 바뀌면서 변환되는 과정 속에 이산화탄소가 한 톨도 나오지 않기 때문이다.

원자력 에너지가 지구를 덥게 하거나 대기를 오염시키는 물질이 나오지 않는다는 것 때문에 녹색 성장의 주축으로서 가치가 있다. 지구의 기후 변화는 여러 가

지 이유로 인해 이미 위험한 속도로 올라가고 있다.

앞으로 전 세계 인구의 80%를 차지하고 있는 저개발 국가들의 에너지의 사용이 폭증할 것인데, 이들에게도 지속 가능하고 평화적인 수단인 원자력을 공급할 의무를 가지고 있다. 저개발 국가에게 저비용이면서 청정·안전하고, 무엇보다 핵확산 피해가 없는 평화적인 에너지 수단을 만들어내는 것이 지구 공동 운명체로 우리의 사명이다.

허증수 교수 원자력에 대한 우리의 인프라를 보면, 지난 30년 동안 원자력 발전소를 유지·보수하면서 산업 인력이 잘 축적되어 있다고 평가된다. 지난 북한의 경수로 협력 사업을 통한 경험도 많다.

그에 비해 미국은 5~60대 이상의 인력은 있지만, 4~50대가 부족해 '허리 잘린 뱀'이라는 평가도 나온다. 한국 원자력 산업의 인프라와 대외 경쟁력이 어느 정도인지 이야기를 들어보겠다.

양명승 원장 최근 에너지 안보 등을 이유로 세계 2~30여 개국이 원자력을 도입하려고 하고 있다. 우리는 지난 1978년에 고리 1호기가 가동된 이래 '원자력 30년'을 맞고 있다.

1980년대에는 원자력 기술의 국산화를 캐치프레이즈로 내세워서 고생한 덕분에 1997년에는 한국표준형 원자력을 개발할 수가 있었다. 미국, 프랑스, 일본 등을 제외하고는 후발 국가로서 가장 활발하고 기술에 있어서도 자립한 국가다. 원자력 에너지를 새롭게 시작하려는 베트남, 인도네시아 등 동남아시아에서는 이같은 우리의 경험을 배우고 싶어 한다.

우리나라는 효율적인 중간 진입 전략으로 단기간에 기술 국산화를 했고, 2012년까지는 완전 국산화를 도달하려고 하는 등 기술 도입의 '모범국'이라고 할 수 있다. 이를 바탕으로 개발도상국에 우리의 기술과 경험

을 전수해 원자력을 신성장 동력으로 육성시켜야 할 때다.

황일순 교수 지난 12월 9일부터 12일까지 국제원자력기구(IAEA)에서 50개국 대표가 참석하는 회의가 있었다. 원자력을 처음 시작하는 나라들의 모임이었다.

여기서 IAEA가 저개발 국가에서 '어떻게 준비해야 할 것인가'라는 주제와 관련해 '한국에서 배워야 할 것이다'고 말했다. 한국 원자력 발전은 어려운 환경과 많은 나라들의 좋지 않은 예측에도 불구하고 우리 스스로 허리띠를 조르고 돈을 빌려서 여기까지 오게 됐다.

이제 한국은 앞서 출발한 원자력 5개 선진국과 어깨를 나란히 해서 6번째 가는 선진국으로 자리 매김하고 있다. 조선, 반도체, 철강, 자동차 등에 이어서 원자력 산업이 세계의 모험이 될 것이다. 한 톨의 이산화탄소도 배출하지 않아 녹색 성장의 주축으로서 가치가 있다

허증수 교수 우리나라가 무(無)에서 시작해서 30년 만에 이같이 성장할 수 있다는 것이 또 다른 원자력 후발국의 본보기 될 수 있다. 뿐만 아니라 녹색성장에 대한 대응 전략도 선진국과 개발도상국의 다리 역할을 할 수 있는 예가 될 수 있는 것이다.

우리나라가 전자, 조선 등 '탑5' 이외에 순익을 5000억원 이상 낼 수 있는 숨겨진 분야가 원자력이다. 원자력 에너지를 통해 순익을 1조원 이상 낼 수 있다면, 신성장 사업 가운데 GNP를 올릴 수 있는 가장 큰 후보가 될 수 있을 것이다.

양명승 원장 우리가 가지고 있는 원자력 시스템은 1980~1990년대에 효율적으로 자립한 시스템이다. 전체적인 사후 관리는 한전이 맡으면서 연구 개발 분야는 원자력연구원, 핵연료 분야는 원전연료주식회사,

원자로 시스템은 한국전력주식회사, 기자재의 개발은 두산중공업이 각각 역할을 맡아서 함으로써 효율적으로 성장할 수 있었다.

그 바탕은 높은 교육 열과 우수한 인력들이 10여 년 간 몰두한 결과다. 우리의 이같은 능력을 신성장 동력으로 키우기 위해서는 소프트웨어 등의 측면에 많은 관리가 필요하다.

각 분야별 장점을 최대한 총괄 조정하고, 능력을 집대화해서 적극적으로 해외 진출을 추진한다면, 많은 국가들이 원자력 에너지 개발 도입을 바라고 있기 때문에 블루오션 시장에 진입을 할 수 있을 것이라 생각한다.

허증수 교수 우리가 외국의 회사들과 경쟁하기 위해서는 규모의 문제는 물론 근황에 문제에 대해서 생각하고, 보다 많은 이익을 얻을 수 있는 데 고민을 해야 한다.

양명승 원장 지난 10년간 원자력 시장은 상당한 재편이 있었다. 1980년대 초에는 전 세계 10개 원자력 회사가 합종연횡을 통해 두 개의 '자이언트 회사'가 탄생했다. 가장 큰 기업은 프랑스 국유 핵전 설비 공급 기업 아레바, 일본의 미쓰비시(三菱)중공업 등이다.

우리가 단시간에 원전 기술을 자립한 경험을 바탕으로 동남아시아 국가들에게 지역적인 이점 등을 감안해서 우리의 능력을 총괄해서 가져간다면, 세계 대기업들의 충분한 틈새 시장이자 신성장 동력으로 가져갈 수 있을 것이다.



황일순
서울대 원자핵공학과 교수

황일순 교수 모든 경쟁력은 기술에서 나오고, 우리는 무엇보다 원천 기술을 개발해야 한다. 다만, 한 가지 우려되는 부분은 모든 원자력 기관들이 산업을 위해서 뛰게 된다면, '누가 안전을 지킬 것인가' 하는 것이다.

교육과학기술부에서 원자력 원천 기술 개발에 주력을 하게 된다면, 현재 그 산하에 있는 안전의 최종 감독 기관인 원자력안전기술원이 남아 있어서는 안된다. 점차적으로 교육과학기술부의 역할이 중요해지기 때문에 감독은 교육과학기술부에서 독립시켜, 강화된 조직과 체계를 갖추는 등 철저히 감독하는 체제의 변화도 중요하다.

우리나라가 원자력에 대한 대부분의 행정 등은 일본에서 가져왔다. 일본은 원자력 선진국이지만, 안전 문제와 관련된 기관의 독립성이 유지되고 있지 않다. 독립성이 중요한 이유는 최근 일본에서 대형 사고가 발생하고 있다는 사실에서 알 수 있다.

우리가 원자력 에너지를 계속해서 많이 쓰게 되면, 고령화가 된다. 그러면서 일본처럼 문제가 발생할 수 있기 때문에 사전에 선진국이 철저히 지켜나가고 있는 안전 규제 기관의 독립성에 신경을 써야 한다.

안전성 담보되지 않는 한 원자력 확대는 없어

허중수 교수 원자력에 대한 긍정적인 이야기를 했다. 반면, 국민 대다수가 과연 원자력발전소의 안전에 대해 과거의 우려가 얼마나 덜어졌는가 이슈다. 또 원전 폐기물 처리 과정을 어떻게 하고, 전략을 어떻게 할 것이냐에 대한 해결 문제에 대해 이야기를 들어보겠다.

양명승 원장 전제 조건은 안전성이다. 안전이 담보되지 않는 한 원자력을 확대할 수 없다. 원자력 기술의 발전에 있어서 원자력 운전의 안전은 획기적으로 진전되었다고 본다. 이제 많은 국민들의 원자력 발전의 위험

성에 대한 인식이 불식되었다고 본다. 원자력 환경의 안전 문제와 관련, 우리나라는 원자력안전기술원을 운영하는 등 전담 기관을 운영하고 있다.

그러나 모든 것이 양지와 음지가 있듯이 원자력 발전은 여러 이점이 있음에도 핵심적인 이슈가 폐기물 관리 문제다. 폐기물은 고준위 폐기물과 중·저준위 방사성폐기물로 분류되는데, 후자는 방사선량이 천연 상태로 돌아가는 데 걸리는 시간이 수백년에 불과하다. 때문에 폐기물 처리장의 건설을 경주에서 하고 있다. 그곳에서 성공적으로 운영이 되면, 2~300년 후엔 방사선량이 천연 수준으로 돌아가기 때문에 쉽게 처리되리라 생각된다.

반면, 가장 지혜를 모아야 할 부분이 고준위 폐기물이다. 사용후핵연료인 이를 '폐기물'로 고려하지 않고, 재활용할 수 있는 '자원'으로 생각한다. 사용후핵연료 처리 문제를 방지하기보다는 결론을 내리고 행동에 옮기는 것이 후손을 위한 책임있는 선택이라고 본다.

20기의 원전을 가동하고 있는 우리나라도 내년부터 사용후핵연료 처분 문제를 공론화할 계획인 만큼, 효율적인 관리와 자원의 재활용이라는 부분에서 많은 토론이 있고, 정부와 원자력계가 국민들과 함께 훌륭한 결정을 이끌어내기를 기대한다.

허중수 교수 사용후핵연료 처리는 예민한 문제일 수 있다. 기술 혁신과 관련돼 있다. 앞서 언급했듯 우리나라의 기술적인 인프라는 선진 5개국에 버금가게 구성돼 있다. 우리가 앞으로 추진 부분에 대해 이야기를 들어보겠다.

황일순 교수 사용후핵연료라는 것은 지금처럼 땅에 묻어서 안전 관리를 하려면 100만년 동안 이것이 인간 세계로 빠져나오지 않는다는 것을 입증해야 한다. 우리 국민들도 지난 안변도 사태 부안 사태에 이르기까지

사용후핵연료 문제에 대해서는 민감한 반응 보이고 있다.

이는 원자력이 앞으로 확대 이용되기 위해서는 풀지 않으면 안 될 중요한 문제이자 동시에 아주 값진 자원이다. 원자력발전소는 우라늄 자원을 1% 밖에 사용하지 못한다. 사용후핵연료의 재활용이라고 하는 세계적인 기술개발 움직임에 따라서 재활용 기술이 2~30년 후에 성공적으로 완성된다면 100%를 다 태워버릴 수 있다.

100만년 동안 안전성을 보장해야 하는 대상을 앞으로 1000년 동안 발전에 사용할 수 있는 기름 탱크로 전화위복할 수 있는 기술의 변화가 세계에서 일어나고 있는 것이다.

여러 어려움 속에서도 원자력연구원이 획기적인 기술을 주도하고 있다. 이를 상용화하는 데는 많은 어려움이 있다. 가장 중요한 부분은 첫째 국제 정치적인 문제다. '재활용'은 태우지 않은 것을 말하니까 '원자탄을 만들 수 있는 플루토늄을 뽑아 내지 않을까' 하는 색안경을 끼고 바라보는 나라들이 있다.

사실인지 모르지만, 1970년대에 카터 미국 대통령이 미군을 철수하겠다고 이야기를 꺼냈을 때 박정희 대통령이 이에 대한 안보의 위험을 느껴서 우리도 원자탄을 가져야 하겠다는 생각을 가졌고, 우리나라가 외국에서는 '요주의 국가'라는 인식이 있었다. 그러나 원자력 전문가들은 '한국만큼 원자탄을 평화적으로 이용한 나라가 어디 있는가'라고 반문한다.

한국은 원자력 발전 산업의 모델 국가로 제안되고 있다. 이제 우리가 원자력을 평화적으로 이용할 것이라고 긍정적으로 전망하고 있는 나라가 많다.

우리가 원자력을 평화적으로 잘 활용해서 경제 강국으로 갈 것인지, 아니면 북한처럼 원자력 재활용의 미명하에 플루토늄을 추출해서 원자탄을 만들어서 전 세계에서 고립이 되고, 그 과정에서 고준위 폐기물을 만

들어서 국토를 오염시킬 것인지 생각해 봐야 한다. 우리 국민들은 우리나라가 평화적인 경제 대국이 되어야 한다고 생각할 것이다. 국민적 의견을 모으는 일이 중요한 일이다.

사용후핵연료를 재활용할 수 있는 '자원'으로 생각해야

양명승 원장 사용후핵연료 관리 문제점과 관련, 지난 12월 22일 원자력위원회에서 미래 원자력 연구 개발 계획을 의결했다. 의결된 내용에 따르면, 2028년까지 핵비확산성이 획기적으로 향상된 기술을 개발을 하고, 이 기술에는 플루토늄이 핵무기로 이용되지 않도록 하는 기술을 포함돼 있다. 이는 우리나라가 원자력 기술 자립에 있어서 선도적인 역할을 해왔지만, 앞으로는 핵연료를 재활용하는 기술을 선도하는 국가로서 나아가는 방향을 정한다는데 의미가 있다.

허중수 교수 이는 원천 기술에 대한 경쟁력, 그리고 고준위 폐기물의 재활용 문제 등 제4세대 원자력 세대에 대응하는 기술 개발에 있어서 고무적이다. 이에 대한 실질적인 액션은 교육과학기술부 등 산하 기관에서 준비하고 있다.

또 원자력에 대한 패러다임이 바뀌고 있다. 지난 20년 전에 냉전 중심의 사고인 핵폭탄에 대한 의식이 지식 경제 산업 구조로 경제적인 인식 및 국제 공조를 통해 국가 간 '원원' 할 수 있는 의식 전환이 된 것 같다.

그런 관점에서 봤을 때 국민적 공감대와 함께 인식이 달라져야 할 것 같다. 언론 홍보 등을 통해 의식 전환이 필요하지 않은가 하는 생각이다. 학계나 원자력 관련 산업에 종사하는 사람뿐만 아니라 국민들도 이를 어떻게 봐야하는지 이야기를 들어보겠다.

양명승 원장 원자력은 평화적으로는 고효율이며 경

제적이지만, 우라늄 농축에서 발생하는 플루토늄은 핵 무기의 재료로 쓰이기 때문에 양면성을 가지고 있다. 최근에 선진국들은 제4세대 원자력 시스템 개발에 전력 투구하고 있다.

4세대 시스템은 3세대의 경제성과 안전성에 바탕을 두고 추가로 폐기물을 줄이고, 핵비확산성이 증진된 것이다. 4세대 시스템은 2020년에 실용화되리라 생각된다. 앞으로 50년까지는 획기적으로 향상된 4세대 시스템이 중점적인 역할을 하리라 생각한다.

우리나라는 원자력의 평화적 이용과 관련, 국제적으로 의혹이 해소됐다고 본다. 지난 1975년에 우리가 원자력발전소를 1개도 가동하지 않는 상황에서 사용후 핵연료 재처리 기술을 도입하겠다고 했을 때, 외부에서는 색안경을 끼고 오해할 수밖에 없었다.

지금은 20개의 발전소가 평화적으로 돌아가고 있고, 인정을 받고 있기 때문에 효율적인 사용후핵연료 관리 문제가 시급하고 필요성이 있는 문제다. 사용후핵연료 재활용을 통한 연구 개발의 투명성을 유지하면서 국제 공동 연구를 추진한다면, 효율적인 기술 개발이 가능할 것이다. 우리가 하고 있는 모든 원자력 활동이 투명성과 신뢰성이 있다는 것을 국제적으로 인정을 받고 있다.

100년 전 농업 사회에서는 농토를 많이 갖고 있는 국가가 부자였고, 산업 경제 사회에서는 공장이 많은 국가가 부자 국가였지만, 21세기에는 똑똑한 두뇌와 기술이 있는 국가가 선진국이 될 수 있다. 원자력이라는 것은 우리가 가진 두뇌와 지식을 활용할 수 있어 우리의 장점을 활용할 수 있다.

황일순 교수 사용후핵연료 재활용을 하면서 환경 문제로 활용하고 에너지를 캐내는 선진 지식 산업의 동력으로 이용하는 것이다. '재활용'이라는 것은 폐기물 만들 없애자는 것이 아니고, 인류가 앞으로 1억년간 에

너지로 사용할 수 있는 혁신을 가져다준다는 것이다. 원자력은 안전하게만 해결된다면 몇 배 큰 좋은 자원 수단이 될 수 있다.

여기서 우리가 핵비확산 문제가 중요하게 대두되는데, 이것을 우리가 단독으로는 해결하기는 어렵더라도 미국 등 여러 나라들과 협력해서 평화적이고 지속 가능한 에너지로 바뀌어서 개발도상국에 필요한 에너지를 공급하는 노력을 한다면, 저절로 원천 기술 확보가 될 것이라고 본다. 또 우리의 산업을 세계적 무대로 확대시켜 나가는 또 하나의 부산물이 굴러들어올 것이라고 생각한다.

허증수 교수 오늘 좌담회를 통해 새로운 희망을 보게 됐다. 경제 위기로 생활에 어려움 호소하는 사람들 많은데, 원자력 분야에서 새로운 에너지 비전을 제시할 수 있었다. 또 이를 산업화 했을 때 우리에게 올수 있는 이익에 대해 말했고, 안전성 문제 등에 대한 해결 가능성을 봤다.

이것이 언론과 국회를 통해 공론화될 수 있고, 정부와 국민이 합심해서 문제점을 나누고 보다 나은 방향으로 갈 수 있도록 결집했으면 좋겠다. 한편으로는 6자 회담을 통해 핵무기에 대한 의구심, 편향적인 의식 등에 대해 객관적인 설득과 이해시킬 수 있는 국제적인 분위기가 형성돼야 여러 가지 문제가 해결될 수 있을 것이라 본다. ☉