

'93 한국원자력연구소 SYMPOSIUM
동북 아시아의 원자력정세와 협력전망

1993년 6월 25일 / 서울상공회의소

동북아시아의 원자력협력 전망

강 창 순

서울대학교 원자핵공학과 교수

과 학자들은 원자력의 평화적 이용을 위하여 부단한 노력을 기울여 왔다. 이에 대한 결실로 원자력은 에너지 공급에 있어 중요한 부분을 차지하게 되었다. 한편, 동서의 화합 분위기와 더불어 전 세계적으로 핵무기 감축이 추진되고 있고, 이에 따라 핵무기에 사용되던 핵분열물질의 평화적 이용이 가속화될 것이다. 에너지 부존자원이 빈약한 가운데 경제성장을 계속해야 하는 우리나라에 있어서 원자력의 이용은 21세기에 들어서도 필수적으로 지속될 것으로 보인다.

동북아시아 지역에서는 한국과 일본을 비롯하여 중국에서도 원자력의 이용이 매우 활발히 추진되고 있으며, 원자력은 이제 이 지역에 매우 중요한 에너지원으로 이용되고 있는 실정이다. 원자

력은 전기를 공급하는 에너지원으로서 뿐만 아니라 앞으로 지역 난방, 공정열 공급, 동력기관의 추진력, 수소의 생산 등에 다양하게 이용될 것이다. 그밖에 방사성 동위원소를 산업 및 의료용으로 이용하고 응용하는 새로운 산업 분야가 활발하게 전개될 것이다.

따라서 21세기에도 원자력산업은 전반적으로 성장하고 그 규모가 확대될 것으로 전망한다. 그러나 원자력의 이용은 우리 사회에 엄청난 유익을 제공하는 반면에 안전하게 관리되지 않을 시에는 엄청난 재난을 초래할 수도 있다. 그러기에 원자력은 안전성 확보라는 전제하에 그 이용이 가능하다. 그리고 원자력의 안전성 문제는 한 국가의 문제가 아니라 동북아 전 지역의 문제이며, 더 나아가서 전 세계의 문제이기 때문

에 원자력의 이용증진 뿐만 아니라 안전성 제고측면에서 동북아시아 협력은 매우 중요한 것이다.

구체적 협력방안으로써는 정기적인 학술대회, 인력의 상호교환, 학술자료의 교환 등의 기술교류를 통하여 차세대원자로와 같은 것을 공동개발하는 부문, 안전성 향상을 위한 협력체제를 구축하여 운전자료의 상호교환과 기술을 지원하는 부문, 비상사태에 대비한 협력체제를 구성하여 만일의 사태에 공동대처하는 부문 등을 생각할 수 있다. 더 나아가서 동위원소 생산 및 공급체제를 공동으로 구축하는 것을 생각할 수 있고, 이 지역의 우라늄 자원을 공동개발하는 것도 중요한 협력 방안이라 생각할 수 있다.

따라서 원자력분야의 지역협력을 보다 활발히 추진할 수 있도록 「동북아시아 원자력 공동협력 발전위원회」를 먼저 구성할 것을 제안하는 바이다. 이 위원회를 통하여 전체적인 협력을 당분간 계획, 추진해야 할 것이다.

원자력의 이용은 1985년 Roentgen에 의한 X-선의 발견, 그리고 그 다음해인 1986년에 Becquerel이 천연방사능을 발견하면서 시작되었다고 할 수 있다. 그 이후 많은 과학자들은 방사선이라는 매체를 통하여 원자력을 다각적으로 이용하려고 노력을 경주하였다.

그러나 원자력을 에너지원으로 생각하게 된 것은 1939년에 Hahn과 Strassman에 의하여 핵분열

의 현상을 발견한 후부터이다. 우리는 $E=mc^2$ 라는 기본원리를 통하여 원자력의 엄청난 에너지를 예상하였고, 따라서 우리 인간은 에너지문제를 해결하기 위하여 질량을 에너지로 변환하는 방법을 강구하기 위해 꾸준한 노력을 기울여 왔다.

현재 알려진 방법으로는 수소 핵들(H-1, H-2, H-3)을 융합하여 얻는 핵융합에너지(태양의 에너지원으로 알려지고 있음)와 U-235나 Pu-239와 같은 무거운 원자핵을 중성자를 이용하여 핵분열시키면서 얻는 핵분열에너지가 있다. 원자력 발생의 두 방법 모두 원자핵반응에 따른 질량 결손이 에너지로 바뀌면서 생성되며, 엄청나게 많은 에너지를 방출하는 것이 특징이라 하겠다.

그러나 불행히도 핵분열에너지는 원자폭탄의 형태로 1940년 초 우리에게 소개되었고, 핵융합에너지도 마찬가지로 수소폭탄의 형태로 소개되어 이 지구에 엄청난 위협의 가능성을 제시하였다. 그럼에도 불구하고 일부 과학자들은 원자력의 평화적 이용을 위하여 부단한 노력을 기울여 왔고, 이의 결실로 원자력(특히 핵분열 에너지)은 전 세계 에너지공급의 중요한 부분을 차지하게 되었다.

한편 동서의 화합 분위기와 더불어, 전 세계적으로 핵무기 감축이 추진되고 있고, 이에 따라 핵무기에 사용되던 핵분열물질을 평화적 이용에 사용하게 된 것은 다행이라고 하겠다.

한편 우리나라는 에너지 해외 의존도가 90% 이상으로 부존자원이 빈약한 가운데 경제성장을 계속해야 하는 입장이며, 원자력을 통하여 에너지의 안정적 공급체계를 이루고 있다. 우리나라는 1950년 초부터 원자력의 평화적 이용을 위하여 여러 부문에서 다각적으로 노력하여 왔으며 괄목할 만한 성과를 달성했다고 할 수 있다.

원자력의 이용은 21세기에 진입하면서도 지속되리라고 믿는다. 따라서 이러한 상황에서 원자력에 대한 남북협력 뿐만 아니라 그 협력방안을 동북아시아 지역으로 확대하는 것을 고려해 보는 일은 매우 시의적절하다고 본다.

이 글은 21세기를 향한 원자력의 이용을 전망하면서 남북협력을 포함하여 동북아시아의 지역 협력을 전망하려고 한다. 이러한 협력은 원자력의 이용증진 뿐만 아니라 안전성 제고라는 측면에서 장기적으로 계획되고 추진하여야 한다.

우리나라는 전력 에너지소비가 꾸준히 증가하고 있으며 소득의 증가와 생활수준의 향상으로 21세기까지 계속 증가추세를 보일 것으로 전망되고 있다. 그리고 전력 공급원으로써 원자력은 기술적으로 성숙기에 이르렀다고 할 수 있다. 우리는 현재 9기의 (7,620MWe) 원전이 운전 중에 있으며, 4기(4,000MWe)의 가압형 경수로와 그리고 3기(2,100MWe)의 중수로가 건설단계에 있다. 원

자력의 발전점유율은 40%를 상회하고 있다. 또한 2006년까지 추가로 11기(10,100MWe)가 신규로 건설될 것이다.

1974년 고리 1호기의 건설이 시작된 이후 10여기의 원전을 건설하는 과정에서 국내 원자력산업은 괄목할만한 성장을 하였다. 건설은 물론 설계 및 기기제작, 운영 및 보수 그리고 안전규제 등 관련분야에서 인력양성과 기술도입 및 국산화가 진전되어 기술자립을 달성하게 되었다. 이러한 기술자립을 토대로 우리는 21세기에 전개될 차세대에 대비하여 과감히 안전성을 향상하고, 경제성을 제고한 신형원자로의 개발을 추진하고 있다.

인위적인 안전성에 의존하기 보다는 자연법칙(자연대류 또는 중력 등)에 의한 안전성을 확보하여 운전원의 조작실수나 오판을 극복할 수 있게 하고, 설계의 단순화 및 표준화, 기기의 복제생산 및 공장제작의 확대, 그리고 모듈형을 도입하여 공기를 단축함은 물론 장기 원자연료주기(핵주기)의 이용, 60년 이상의 원전수명 연장 등을 통하여 경제성과 안전성을 획기적으로 개선한 신형원자로를 차세대원자로의 설계개념으로 도입하고 있다. 차세대원자로 프로젝트는 1992년 정부가 국가주요프로젝트로 결정하여 2006년 이후 사용될 원자로를 개발하는 것이다. 2001년까지는 체반설계를 완료하고, 그 이후 건설에 들어가서 첫번째 원자로의 건조

가 2006년까지 완료될 예정이다.

한편 우리는 우라늄자원을 전량 해외로부터의 수입에 의존해야 될 구조적인 취약점을 갖고 있다. 따라서 우라늄자원의 효율적인 이용을 위한 노형선택과 기술개발전략이 설정되고 있다. 우라늄자원 이용의 경제성과 이용률의 극대화를 위해서 경수로의 개량과 재순환 핵연료주기 선택이 추진되고 있다. 그리고 중수로는 천연우라늄을 핵연료로 사용하여 농축이 필요하지 않으므로 우라늄 원광만 확보하면 핵연료주기 자립화가 가능하기 때문에 외국으로부터의 농축서비스 공급 중단에 대비 에너지 안정공급 측면에서 경수로와 병행하여 채택될 것이다. 따라서 21세기에서도 경수로와 중수로의 적절한 배합이 예상되며, 중수로와 경수로 사이에 원자연료 이용을 최적화하는 탄핵원자주기가 채택될 것으로 예상된다.

동북아 원자력 이용현황

동북아시아는 한국과 일본을 비롯하여 중국도 원자력의 이용이 매우 활발한 지역이다. 원자력은 그동안의 안전하고 경제적인 이용의 경험을 바탕으로 앞으로 이 지역에 매우 중요한 에너지원이 되리라고 생각한다. 뿐만 아니라 서구의 현황과 달리 앞으로 지속적으로 원자력을 이용할 것을 이 지역의 각 정부는 그 의지를 보여주고 있다.

표 1. 동북 아시아 발전용 원자로

국 가	운전중		건설중		계획중	
	기수	용량(MWe)	기수	용량(MWe)	기수	용량(MWe)
중 국	1	300	3	2,220	7	5,200
일 본	43	33,404	10	9,412	13	14,493
대 만	6	5,144	0	0	2	2,000
한 국	9	7,620	7	6,100	11	10,100
북 한	1	5	2	250	3	1,905
러 시 아	39	20,941	9	6,600	4	4,000

표 2. 동북 아시아 핵연료주기시설

구 분	일 본	중 국	한 국	러시아
U 선광(tu/ y)	60	1,100	0	*
U 정련 및 변화(tu/ y)	206	*	200	*
U 농축(kSWU/ y)	1,752	200	0	10,000
성형기공(tHM/ y)	1,747	*	200	700
재처리(tHM/ y)	800	*	0	*

* Not Documented.

또 한가지 확실한 것은 각 국은 기술자립을 통하여 에너지자립을 이루기 위해 노력하고 있다는 것이 특징이라고 할 수 있다. 원자력의 기술자립은 원자연료주기 확보를 포함하게 되며, 따라서 농축 및 재처리 같은 핵확산에 민감한 기술이 포함되게 된다.

국가의 산업발달과 생존권의 확보는 에너지의 안정공급이 기본문제로 등장하고 있다. 특히 1970년대 2차례의 석유파동을 겪으면서, 세계 각 국은 안정공급을 우선으로 한 에너지정책 수립에 많은 노력을 기울여 왔다. 현재 사용되고 있는 석유 및 석탄 그

리고 천연가스와 같은 비순환 에너지는 매장량에 한계가 있다. 따라서 우리는 지열, 풍력, 바이오매스, 태양열과 같은 순환에너지를 새로운 대체에너지로서 사용하기 위하여 연구개발에 적극적인 투자를 해 오고 있다. 그러나 이러한 대체에너지들은 대부분 기술개발 단계에 있으며 주변환경과 조건에 구애를 받아 현재까지는 매우 소규모적이다. 따라서 효율적인 대체에너지의 개발이 완료될 시기까지 원자력은 그 중간 과정에서 앞으로 40~50년간 완충역할을 해 줄 필수적인 에너지라고 할 수 있다.

전기를 공급하는 에너지원으로

써 원자력은 자리를 확고히 하고 있다. 우리는 현재 전기생산에 국한하여 원자력에너지를 이용하고 있다. 그러나 21세기에 진입하면서 다양한 분야에서 원자력의 이용이 기대되며, 이를 위한 연구개발이 적극적으로 추진되고 있다. 전기생산 이외에 원자력에너지를 이용할 수 있는 분야는 지역 난방, 산업분야에서의 공정열 공급, 동력기관의 추진력, 수소의 생산 등을 예로 들 수 있다.

산업체의 공정열공급 및 지역 난방을 위해서는 직접 또는 간접으로 열수요가 엄청나다고 할 수 있다. 열공급을 위하여 원자력 열 이용 확대가 추진될 것으로 전망한다. 또한 선박이나 항공기 같은 동력기관의 추진력으로서의 이용이 기대될 뿐만 아니라, 대체에너지 원으로서 저질석탄의 이용을 위해 스팀과 석탄을 이용한 합성가스의 생산, 그리고 수소가스 생산의 실용화를 추진하고 있다. 그 밖에 방사성동위원소를 산업 및 의료용으로 이용 및 응용하는 새로운 분야가 제시될 것이다. 따라서 21세기에도 원전기술 자립 및 핵연료주기기술의 확보를 기반으로 하여 원자력산업이 전반적으로 성장하고 그 규모가 확대될 것으로 전망한다.

특히 수소는 에너지로서 석유 파동 이후 관심을 받기 시작하고 있으며 이와 관련 세계각국에서는 수소의 제조, 수송 및 저장기술 그리고 그 이용분야에서 연구개발이 적극적으로 추진되고 있

다. 그 수요는 현재 로켓 추진제 외에도 자동차 및 차세대 항공기인 극초음속 항공기의 연료로서 사용이 가능하다.

수소연료의 수요는 지구온난효과와 관련 이산화탄소 방출의 규제문제가 대두되면서 앞으로 꾸준히 증가될 것으로 전망하고 있고, 21세기에 매우 중요한 대체연료로서의 자리를 확보할 것이다.

한편 석유의 가스화와 액화에 대량의 수소가 필요하며 이와 관련된 기술개발이 추진되고 있다. 대규모 원자력발전소를 통하여 생산되는 잉여전력을 이용하는 측면에서 수소제조에 중점을 두고 연구개발을 추진하고 있으며, 이외에 원자력에서 생성되는 고온 고압의 증기를 이용하여 수소를 제조하는 방법이 연구개발되고 있다.

방사성동위원소의 이용은 원자력분야에서 원자력발전과 함께 중요한 분야로 국민생활과 산업분야에서 광범위하게 활용되고 있다. 방사선의 이용은 산업뿐만 아니라 의학에서 진단과 치료, 농학, 첨단과학 및 신소재공학, 국토개발과 환경보존 등 그 분야가 확대되고 있는 추세이다. 최근에 들어 비파괴검사, 측우계, 의학적인 진단과 치료, 공해물질의 분석, 품질보증 및 관리, 의료기구 및 제품의 멸균, 농수산물의 살균 및 저장기간 연장과 같은 분야에서 응용이 다양화되고 있다. 따라서 동위원소의 수요는 꾸준히 증가추세에 있으며 앞으로도 이용

기관과 관련 산업체의 수도 증가될 것이다.

동서 탈냉전 무드의 전개와 함께 세계각국은 경제적 이익에 기초한 단결이 대세를 이루고 있다. 동북아시아에서 남북한도 1991년 말에는 남북한 화해와 상호불가침 및 교류협력에 관한 합의서가 남북 당사자 사이에 채택 발표되어 상호협력을 향하여 한 발짝 앞으로 나서게 되었다. 현재는 북한의 NPT탈퇴 사건에 의한 파장으로 다소 경색국면이 이 지역에 조성되고 있으나 이것은 일시적인 현상으로 파악되어야 할 것이다. 동북아시아 국가들 사이에는 어느 때 없이 상호협력의 분위기가 높아지고 있다고 할 수 있다. 남한은 일본과 경제적으로 강한 결합력을 가지고 있으며 중국과 극동 러시아에도 투자를 확대하고 있다. 북한은 중국과 동맹국 수준에 있으며 일본과도 국교 수립 등을 통한 관계 정상화에 진력하고 있기 때문이다.

남북한 사이에 화해가 이루어진다면 이러한 동북아시아에서의 협력과 단결에는 더욱 가속도가 붙을 것이다. 각국은 각국이 소유하고 있는 높은 기술, 거대한 자본, 풍부한 노동력, 잠재적인 자원 때문에 공동의 이해가 성립되고 있다. 동북아시아 국가들의 잠재적 경제성장력은 강력한 경제블록을 형성하고도 남는다고 할 수 있다. 이해가 일치하고 그 이해를 실현할 수 있는 힘이 있다고 본다. 이러한 환경이 창출된다

면 각국에서 공통관심사가 되는 산업들은 비약적 발전을 이룰 것이다. 동북아시아 각국은 이를 위하여 상호협력을 모든 분야에서 차분하게 추진하여야 할 것이다. 여기에는 물론 우리 원자력도 예외가 될 수 없다.

동북아시아 지역 원자력 협력 방안은 두 분야로 분류하여 생각할 수 있다. 첫째는 원자력 이용 증진분야의 협력으로서 기술교류 및 공동연구를 생각할 수 있고, 둘째는 안전성분야로써 안전성 제고를 위한 협력방안을 생각할 수 있다. 기술교류의 구체적인 방안으로서는 주기적인 학술대회 개최, 인력의 상호교환, 학술자료의 교환 등을 생각할 수 있으며, 공동연구 및 개발분야는 차세대 원자로 개발을 비롯하여 원자력의 확대이용을 위한 공동개발을 생각할 수 있다. 안전성향상을 위한 협력체제는 운전자료의 상호교환, 안전성 관련 기술협력, 그리고 비상사태에 대비한 지역협력체제의 구성 등을 생각할 수 있다. 이 밖에 동위원소 생산 및 공급체제를 이 지역에 공동으로 구축하여 방사성동위원소의 이용을 극대화하는 방안과 우라늄 자원을 공동개발하는 사업에 협력하는 방안도 생각할 수 있다.

협력을 하자면 우선적으로 기술교류부터 시작하여야 한다. 이러한 기술교류의 추진은 우선 각국의 원자력 관련 학회 및 협회를 통하여 이루어질 수 있다. 기술교류는 원자력 연구기관은 물론

교육기관 간의 협력도 그 중요성을 무시할 수 없다. 원자력 전공학생(대학원생 포함)들의 상호방문 및 수강, 그리고 공동연구에의 참여 등을 생각할 수 있다. 대학사이의 교환교수, 교환학생의 활동은 자연스러운 발전이라 생각한다.

산업분야에 있어서 원자력협력의 궁극적 목표는 원자력발전소의 설계, 기기, 제작, 건설, 운영에 공동으로 협력하는 것을 추진하는 것이다. 지금 당장은 원자력발전소를 공동으로 설계, 기기제작, 건설, 운영하는 것은 어려운 것이다. 그러나 지금부터라도 원자력발전소에 이용되는 소규모 기기의 제작을 위한 분담 공동개발, 건설분야 및 시운전의 참여는 가능한 일이다.

또 생각할 수 있는 협력분야는 비단 원자력을 떠나서 동북아시아지역에서 한 개의 전력수급계통을 이루어 필요시 전기를 서로 교역하는 것이다. 계절에 따른 전력수요의 변화를 서로 상호보완하고, 긴급수요에 적극 대처하는 수단이 강구된다면, 전체적인 전력용량의 증가로 각국의 전력에 비율을 감축시킬 수 있는 장점이 있을 수 있다.

협력을 하려면 우선 만나서 대화할 제도를 구성하여야 한다. 폭넓은 대화가 가능한 제도적 장치가 필요한 것이다. 동북아시아 원자력인들은 먼저 다분야의 협력을 조정할 수 있는 「동북아 원자력 공동협력 발전위원회」(가칭)를

구성하는 것을 제안하고 싶다. 이 위원회를 통하여 전체적인 협력을 당분간 계획, 추진하는 것이다. 이 위원회를 통한 협력은 중 단기적인 것과 장기적인 것을 균형있게 추진하여야 할 것이다. 위원회는 정부 정책관계자, 원자력 산업 관계자, 원자력관련 연구소 및 학계의 전문가로 이루어질 수 있을 것이다.

국가의 에너지 안정공급은 매우 중요하다. 효율적 대체에너지 개발이 완료될 때까지 원자력은 완충역할을 해 줄 필수적인 에너지라 할 수 있다. 따라서 원자력은 21세기에든 지속될 것이며, 새로운 시대를 창조하기 위해서는 이에 따른 새로운 에너지정책이 과감하게 추진되어야 한다. 전기를 공급하는 에너지원으로써 원자력은 자리를 확고히 하고 있고, 21세기에 진입하면서 전기생산은 물론 지역난방, 산업분야의 공정열공급, 동력기관의 추진력, 수소의 생산 등과 같은 다양한 분야에서 확대 이용될 것이다.

동북아 지역협력은 매우 중요하다. 원자력의 협력은 각각의 나라보다도 지역적 협력을 통하여 그 안정적 이용이 가능하다고 본다. 기술협력은 물론 비상사태에 대한 공동대응도 필수적이라고 생각한다. 지역협력을 위한 적극적인 참여만이 원자력 평화이용의 기틀을 마련할 수 있다고 본다. 이를 위하여 공동협력체를 구성하기 위한 조직이 필요하다고 본다.