



방사선안전신기술연구센터(iTRS/ERC)의 역할과 향후 전망



김종경

한양대학교 원자력공학과 교수

I. 원자력 이용의 필요성과 유용성

이제 우리나라 해외 에너지 수입 의존도가 98%대에 올라섰다. 안정적인 에너지 확보 없이는 국가의 경제발전은 물론 이에 따른 국제 경쟁력을 기대할 수 없다. 1999년 말 기준 세계 10위의 온실가스 배출국으로 OECD 가입국인 우리나라로서는 이제 9년 후 부터 시행되는 세계기후변화협약에 따른 온실가스 감축의 무부담을 피하기가 어려울 것으로 예상하는 가운데, 1999년 12월 산업자원부에서 확정된 『장기전력수급계획』에 의하면 2015년 최대전력 수요는 1998년을 기준으로 2배까지 증가할 것으로 예측하고 있다. 이로써 우리나라는 준국산에너지로서의 원자력발전의 필요성은 더욱 커진 셈이며, 적어도 21세기 중반까지는 원자력 발전을 이용한 대용량의 에너지 공급이 현재로서는 불가피한 선택이다. 우리나라는 전세

계에서도 드물게 에너지 생산에 필요한 부존자원이 절대부족 하기도 하지만 인접국으로부터 전력망을 통해 에너지를 수입/공급 받을 수도 없는 지리적 여건에 놓여있다. 이에 정부는 원자력발전의 비중을 계속해서 늘려갈 계획으로, 현재 가동중인 16기와 건설중인 4기의 상업용 원자로 외에도 2015년까지 추가로 8기의 원자로를 건설·가동할 계획이다. 우리나라와 에너지 수급현황이 유사한 일본의 경우, 지난 11월 24일 일본 원자력위원회는 21세기를 겨냥한 원자력의 기본방침과 추진방안을 정한 원자력연구·개발·이용 장기계획을 확정 발표했다. 이 내용을 들여다보면 원자력 발전을 기간전원으로 자리매김해 최대한 활용하고 고속중식로(FBR)와 핵연료주기기술은 장래의 유력한 기술 선택방안으로 착실하게 개발해 나가는 것으로 되어 있어 기본적으로 중전의 방침을 재확인한 것과 다를 바 없다.

오늘날 원자력기술은 매우 다양하게 이용 또는 응용되고 있다. 원자력발전 외에도 방사선 및 동위원소의 이용은 하도 광범위하여 기초과학 및 의학분야에서부터 산업체의 공업적 이용, 나아가 첨단 신약품 설계 및 신소재 개발, 항공우주산업에까지 끝없이 이용되고 있다. 선진국으로 갈수록 비발전 분야로의 이용은 매우 폭 넓게 이용되고 있으며, 그 증가 추세도 급격하여 발전분야보다 몇 배 경제규모의 직업창출에 기여하고 있는 실정이다. 우리나라에서도 해를 거듭할수록 점점 더 이용의 폭이 넓어질 것은 분명한 일이다. 우리가 방사선 및 동위원소를 얼마나 잘 활용하느냐 하는 것은 우리가 얼마나 선진화된 복지와 문명의 혜택을 잘 누릴 수 있느냐 하는 것과 같다 할 수 있다.

II. 원자력에 대한 사회적 인식

이처럼 폭 넓은 원자력 이용의 필요성이나 유용성에도 불구하고 원자력기술에 대한 국내 사회전반의 인식은 많은 의구심으로 가득 차 있으며, 산업체 및 의료기관에서의 방사성물질의 취급 및 관리, 식품조사는 물론 특히 원자력 발전 분야에 대해서는 매우 부정적 시각으로, 원자력시설 인근 주민과 환경단체와의 끝없는 논쟁에 따른 소모적인 비용이 크게 증가하는 한편, 이에 따른 신규 원전부지나 방사성폐기물 처분장 부지 확보에는 극심한 어려움을 겪고 있는 실정이다. 지난해 월성 원전 3호기 정기점검 도중 일어난 법적 선량한도 제한치의 10%수준도 못 미치는 중수누출 사고 때, 언론에서는 마치 원자폭탄이라도 터진 듯 연일 기사화 하고 환경단체는 오랜만에 무슨 일거리라도 만난 듯이 TV인터뷰를 자청하여 한껏 목청을 높이고 급기야는 국회에까지 불려가 해명을

해야 했던 일이 이 사회에서는 언제고 되풀이 되어 일어날 수 있으며 또 현실인 것이다. 결집된 전문가의 목소리가 없어 비전문가들에게 끌려 다녔던 기억이 생생하다. 원자력발전이 우리나라가 갖는 불가피한 선택이라면 이러한 사회적 저항의 원인을 규명하고 이를 완화할 수 있는 방안을 모색하는 것은 시급한 현안이 아닐 수 없다. 사실 따지고 보면, 원자력 이용에 대한 사회로부터의 강력한 저항은 그 주된 원인이 바로 방사선으로부터의 막연한 공포심을 해소하지 못하는데 있다 할 수 있다. 이러한 상황의 배경에는 몇 가지 요인이 작용하는데 정부의 신뢰상실, 새롭고 복잡한 기술에 대한 막연한 불안감, 그리고 무엇보다 방사선의 해독에 대한 대체로 잘못된 뿌리깊은 두려움을 들 수 있다. 원자력의 특수성을 이유로 공개행정이 제대로 이루어지지 않았던 80년대와 비교해 볼 때 지금은 완전 공개의 원칙을 따르고는 있지만 아직도 일부 경영자 또는 관리자의 의식이 이에 미치지 못하는 상황에서 아직도 국민들은 원자력에 대한 불신의 벽을 허물지 않고 있는 실정이다. 따라서 21세기 우리나라에서 필요로 하는 당장의 에너지 수요를 원활히 공급하기 위해서는 사회에서 수용할 수 있는 원자력에 대한 합리적 인식이 전제되어야 하는데, 이를 위해서는 방사선안전과 관련하여 과학적, 기술적, 사회적 이슈를 확인하고 해결해야 한다. 이것의 해결 없이 이 땅에서의 원자력기술의 정착은 험난할 뿐이며 정부가 중장기 에너지 공급정책의 틀을 바꾸지 않는 한 사회로부터의 저항은 끊이지 않을 것이 자명하다.

III. 우리나라 원자력 산업과 방사선안전연구

그 동안 우리나라의 원자력산업은 '발전' 이

라는 에너지 생산 목표에만 집중 전념해온 것이 사실이다. 이에 비해 비발전 분야이자 항시 사회적 문제 발생의 단추를 제공하는 방사선안전 문제에 대한 연구는 투자 자체가 미미한 수준을 벗어나지 못했으며, 그 내용도 단순한 안전관리 수준에 머물러 있다. 방사선안전 연구가 우리가 처한 사회적 현안 문제해결에 가장 시급한 연구분야임에도 불구하고 이 분야 연구투자에 소홀했던 것이 그간의 실정이다. 문제점으로 지적할 수 있다. 실정이 이렇다 보니 자연히 이 분야의 인력양성이 제대로 되어 있을 리 없고, 따라서 이 분야의 일을 수행할 연구집단이 형성되어 있지도 않다. 원자력 선진국은 물론이거니와 이집트, 중국, 말레이시아, 체코 등 개발도상국들 또한 방사선 전문기관을 설치·운영하는 등 집중적으로 방사선안전 분야의 연구를 수행하고 있으나, 우리나라는 세계 8위의 원전 보유국임에도 불구하고 결집된 전문연구기관의 부재와 전문연구인력의 부족으로 이 분야의 연구가 뿌리를 내리지 못하고 있는 실정이다. 그 동안은 '먹고 살기도 힘든 데 무슨 집 수리냐' 라고 할 수도 있겠지만 안타깝게도 주위의 여러 원자력 전문가들은 아직도 그들이 가지고 있는 편중된 지식만을 내세워 비발전 분야의 연구투자를 꺼리고 있는 것도 걸림돌이라 하겠다. 비록 원자력규제 관청인 과학기술부의 주도 아래 원자력중장기 연구개발 사업에서 방사선안전과 관련된 연구과제들이 일부 진행되고 있으나 원자력 사업자는 물론 규제관청까지 불신하는 작금의 상황하에는 제 3의 객관성을 가진 연구집단 존재의 필요성이 시급히 요구되고 있다.

이러한 상황을 극복하고 우리나라 원자력기술정책의 전망을 밝히기 위해서는 비정부 비사업자 조직으로서 방사선안전에 관한 전문연구

집단의 역할이 매우 중요하다. 2000년도에 국내의 방사선안전 연구분야에서는 처음으로 한양대학교에 방사선안전기술연구센터(Innovative Technology Center for Radiation Safety, iTRS)가 과학기술부의 일정기간 동안 안정적 연구비지원을 받는 우수공학연구센터(ERC)의 하나로 지정 설립된 것은 국산 계측기 하나도 제대로 만들지 못하는 낙후된 이 땅에 참으로 다행스러운 일로, 어쨌든 앞서 언급한 사회적 요구가 상당 반영된 것으로 볼 수 있다. 지금부터는 방사선안전기술연구센터를 소개하고 센터의 역할과 방향 등에 대해서 논하고자 한다.

IV. 방사선안전기술연구센터 소개 및 연구내용

1. 방사선안전연구

1990년 ICRP 권고에서는 방사선안전관리의 개념을 정립할 때 피폭을 유발하는 일련의 과정을, 선원-환경-사람의 3가지로 이루어진 네트워크로 정리하고 있다. '선원'이란 방사선피폭을 유발하는 원천으로 작업자의 경우 작업장소에 존재하는 방사성물질, 방사선을 발생하는 장치 등이다. 일반공중에 대한 선원은 원자력 및 방사선시설 전체 등이 된다. 선원으로 부터의 방사선 또는 방사성물질은 환경의 여러 경로를 통하여 사람에게 도달하며 환경에는 작업환경과 일반환경이 있다. 작업환경의 경로는 단순하지만 일반환경의 경우 그 경로가 복잡하며 같은 경로에 복수의 선원이 관계하는 경우가 많다. 사람은 선원으로부터 피폭되는 대상, 즉 피폭 네트워크의 종점이다. 이러한 방사선원으로부터 피폭환경과 사람으로 이어지는 피폭의 네트워크에 작용, 방사선 위험도를 정량

적으로 평가하여 이를 관리하고 저감화 시키는 가능한 모든 도구와 기술을 개발하는 한편, 방사선 위험에 대한 사회적 가치평가를 통해 원자력과 방사선안전에 대해 조화를 모색하려는 것이 사실상 방사선안전기술연구센터가 지향하는 궁극적인 목표이다. 방사선안전 연구는 원전의 정상운전 및 사고상황에서의 방사성 핵종의 거동과 환경방출, 사고전개의 불확실성, 대기나 수계 등 생태계에서의 방사성 핵종의 이동, 인체로의 섭취 패턴, 방사선의 생물학적 작용과 위해도, 방사선의 검출 및 계량, 방사선 차폐 및 방호수단, 방사선에 대한 대중 수용성 등 방사선물리학으로부터 사회과학분야에 이르기까지 광범위하므로 체계적이고 유기적인 연계를 필요로 한다.

2. 연구개요

연구지원의 한계가 있는 만큼, 센터에서 방사선 연구분야의 낙후된 모든 연구를 수행 할 수는 없다. 따라서 센터의 연구는 방사선에 의한 위험의 정량적 평가와 이에 대한 대책에 초점을 맞추고 있으며, 상호 유기적인 협력연구를 수행 할 수 있도록 3개의 주요 연구과제로 구성되어 있다. 각 연구과제는 단계별로 기반 기술의 확보, 핵심기술의 완성, 실용화 및 종합화 3단계로 체계화되어 있다.

가. 연구목표

- 1) 방사선안전 평가 및 방사선장 해석의 새로운 체계 구축 (코드 개발 포함)
- 2) 방사선 위험도 감축 방안과 관리를 위한 공학적, 제도적 수단 개발 (하드웨어 포함)
- 3) 신기술을 활용한 방사선 감시 시스템 및 환경방사선 정밀평가기술 개발 (하드웨어 및 코드 개발 포함)
- 4) 원전 환경방사선, 원전 사고 위험, 주변의

중소형 방사선원과 관련한 방사선으로부터의 위험을 정량화, 방사선 안전 관련 데이터베이스 구축

나. 주요연구내용

1) 방사선장 해석 및 제어 기술

- 방사선 수송해석 체계 구축 및 검출기 설계를 위한 입자수송해석 기술 확보
- 선진 방사선장 해석 기술 확보 및 실용 방사선 수송해석 코드 개발
- 방사선 저감화 대책 및 선진형 방사선 저감화 종합 평가시스템 구축
- 신합금 재료/제조공정 개발 및 하나로 이용 방사선 저감화 재료 연구

2) 방사선 측정 및 계측기 기술

- On-Line Monitoring용 기체폐기물 핵종 및 동위원소 소형 분석시스템 개발
- 하나로를 이용한 즉발감마 중성자방사화 분석법(PGNAA) 개발 및 방사성물질 분석
- 광섬유/상온반도체를 이용한 신소재 방사선 검출 센서 개발
- 환경 방사선 및 고준위 방사선시설 내 공간 방사선 영상 계측기 기술 개발

3) 방사선 안전성 종합평가 기술

- 원전 방출 H-3, C-14 방사능 측정, 분석, 거동해석
- 원전 정상운전 환경방사선 리스크 종합평가 시스템 개발
- 방사선원 및 원전 유형별 사고 리스크 평가
- 리스크 기반의 원전 사고관리 및 비상계획 개발
- 중소형 방사선원 리스크 평가 및 비방사선 리스크 특성화
- 리스크 종합 DB 구축 및 위험 인식반응 메카니즘 규명

3. 국제협력 및 산학협력

가. 국제협력

방사선안전 연구는 현재 이 분야 선진국이라고 할 수 있는 미국, 일본, 러시아, 중국 등에서 활발한 연구가 진행되고 있으므로 선발주자인 이들과의 공동연구는 매우 중요하다. 방사선 계측기 및 측정기술에서 세계 선두인 미국의 Michigan 대학, 계측센서 및 소재개발 연구가 활발한 LBNL 연구소 및 Berkeley 대학, 비록 원자력 발전분야 기술은 낙후되어 있으나 핵무기보유를 통한 구소련으로부터의 기술 전수에 따른 계측 및 장치 설계 기술에 앞선 중국의 CIRP 연구소 및 Shanghai 대학 방사선 연구소, 동위원소 연구가 활발한 일본 Tohoku 대학의 CYRIC 연구센터 및 Kyushu 대학, 유럽에서 대학으로는 가장 큰 규모의 방사선 관련 연구를 하는 체코의 Czech Technical 대학을 비롯하여, 캐나다의 AECL, 러시아의 Moscow State 대학, 말레이시아의 Malaya 대학 등 7개국 14개 국제 연구기관과의 국제협력공동연구협정을 이미 체결하였으며 이들 연구그룹과 국제공동연구, 국제학술대회 개최 및 연구원 교환, 연구결과 및 기술정보 교환 등을 적극적으로 추진하고 있다.

나. 산학협력

산학협력을 위해서 국내 15개 산업체 및 연구기관과 공동연구협약을 체결하였으며, 기타 산업체와의 산학협력도 지속적으로 추진하고 있다. 산업체와는 방사선안전 분야의 선진기술 및 신기술개발을 위한 연구체계를 구축하고 개발된 기술은 산업체로 이전하여 현장에 적용함으로써 산학협력의 극대화를 도모함은 물론 교육훈련, 콘소시움 구성 등을 계획하고 있다.

4. 연구집단

방사선안전신기술연구에는 센터가 설치되어 있는 한양대학교를 비롯하여 경북대학교, 서울대학교, 제주대학교, 조선대학교, 충남대학교, 한국과학기술원, 한성대학교 등 8개 대학 17명의 방사선관련 교수와 연구교수, Post-Doc., 석·박사 과정생 등 총 70여명의 연구인력이 참여하고 있다.

V. 방사선안전신기술연구센터의 역할과 기능

그 동안 우리나라는 원전 건설·운영에서 상당한 기술수준을 확보하여 원전기술 중주국인 미국에 일부 기술을 역수출하는 단계에까지 와 있는 반면, 앞서 기술한 바와 같이 원자력기술 이용의 다른 한쪽인 방사선이용 및 응용 분야는 상대적으로 기술적 낙후성을 면치 못하고 있는 것이 사실이다. 특히 우리나라 방사선 및 동위원소 이용 분야는 세부적으로 다양한 기술이 소개되고는 있지만 일반적으로 영세하며 연구인력 및 기술 인프라가 극히 취약하다. 원자력 선진국 진입을 위해서는 이 두 수레바퀴가 한 축에 물려 나아가는 균형 있는 발전이 이루어져야만 할 것이다. 그러나 방사선 및 동위원소 이용 분야의 성장과 발전을 위해서는 방사선에 대한 그간의 잘못된 인식을 조기에 불식시키고 국민의 방사선에 대한 이해격차를 줄여 원자력기술에 대한 수용의 폭을 넓혀 나가는 일이 반드시 선행되어야만 한다. 결국 방사선 안전분야의 연구는 사회적으로 매우 민감한 사안이므로 연구주관 기관의 높은 공정성과 객관성이 요구되고 있다. 국공립의 전문 방사선안전연구기관이 없는 국내 상황에서 방사선안전신기술연구센터는 그간의 방사선안전관리 차

원을 넘어서 문제의 핵심에 돌입하는 도전성, 국민 신뢰와 연계되는 객관성 측면에서 제 3의 연구그룹으로서의 역할을 충분히 할 것이다. 이는 국내 방사선안전 이슈의 공정한 판단 제공, 방사선 관련 DB 및 코드활용의 정보 제공 등은 물론, 나아가 정부의 방사선안전 전문분과 기술자문 등을 통해서 실현될 수 있다.

한편, 우리나라는 계측기를 포함한 방사선 이용 기자재의 대부분을 외국에서 전량 수입해야 하므로 많은 외화를 낭비하고 있으며 또 필요시 적시에 활용하기 어려운 경우도 있어 이용 확산에 한 가지 장애요인이 되고 있다. 현실적으로 취약한 방사선 및 동위원소 이용 분야에서 민간주도 산업의 자생·성장에 의한 순조로운 기자재 국산화를 기대하는 것은 무리이므로 적절한 수준의 기술 인프라가 구축되어 선진국형 이용패턴으로 성장하도록 지속적인 지원이 필요한 실정이다. 센터의 연구 목표는 방사선안전 관련 핵심분야의 신기술 개발에 있으며 이중 신개념 계측기술 및 계측기 개발과 신개념 방사성동위원소 측정 기술 개발이 대표적이다. 여기에는 방사선센서 설계 및 제작기술과 상온에서 사용 가능한 고분해능의 반도체 검출기의 설계기술 그리고 방사성 폐기물 처분장 방사성 물질 누출 및 원자력발전소 폐액 속의 방사능을 정확하게 분석하는 환경방사능 분석기술이 포함되어 있다. 또한 광섬유를 이용한 베타선 및 감마선 2차원 영상화 센서 개발 및 상품화, 나아가 고준위 폐기물 시설 및 방사화 시설의 공간분포 모니터링 시스템 개발과 산학협동에 의한 개인피폭 및 공간 선량계 국산화 달성을 목표로 하고 있다. 플라즈마를 이용한 동위원소 측정기술은 곧바로 실용화가 가능해지고 개발된 신기술 계측기술은 산업 현장에 곧바로 보급하여 기술 이전할 수 있다. 센터

는 이러한 선진화된 기술을 개발·확보하여 산업체는 물론 사회와 밀접한 연계 문제를 해결하며 방사선으로부터의 안전을 확보하고 나아가 기술 경쟁력을 제고하는 역할을 담당하고자 한다. 또한 방사선 수송해석, 감마핵종 분석, 원전 방사선관리 실무자 교육 등 특수분야 전문가를 양성하기 위한 적극적인 교육훈련 사업을 실시함은 물론, 연구개발 과정을 통하여 얻은 계측·설계·해석 기술을 창의적으로 접목하여 더욱 새로운 기술을 창출할 수 있는 많은 석·박사급 고급전문인력을 집중 양성할 계획이다. 이는 21세기 경쟁적인 기술개발 환경에서 창조적인 연구활동에도 그 역할을 담당해 낼 수 있을 것이며 더불어 이러한 전문인력은 이 분야 벤처기반 육성과 궁극적으로 21세기 국가간 기술경쟁의 환경에서 국가의 경쟁력을 높이고 선진형 기술 인프라를 구축하는데 큰 몫을 할 것으로 기대한다.

VI. 향후 전망

방사선안전신기술연구센터는 2000년부터 2009년 2월까지 9년 동안 정부로부터 연간 약 9억원의 연구지원금을 받게 된다. 또한 센터가 설치되어 있는 한양대학교로부터 대학내 지원금과 산학협력을 통한 산업체 및 연구기관으로부터의 지원금은 9년 동안 약 100여 억원 이상 이를 것으로 추산된다. 정부의 지원금과 대학의 지원금으로 센터의 기본틀을 갖추고 산업체 및 연구기관들과의 왕성한 협동연구를 통해 센터의 목적하는 바를 달성할 것으로 기대하는 만큼, 이를 바탕으로 원자력중장기 연구개발에도 그 참여도를 증대시키며, 이들을 통해 산·학·연 콘소시엄을 활성화할 계획이다. 또한 산업체의 능동적 참여를 유도하기 위해 적극적

인 협력연구와 기술공여를 시행할 것이다. 지금까지는 국내 수요의 한계로 인해 각종 방사선 측정기기들을 전량 수입에 의존하여 왔으나, 원전이 20기에 육박하고 있는 현시점에서는 새로운 방사선검출기술이 벤처사업으로 성공할 가능성이 점차 높아지고 있음을 드러낸다. 마찬가지로 민감한 동위원소 분석기술 역시 상용화 가능성이 있으며 따라서 이러한 사업이 성공적일 경우 센터로의 재투자가 이루어질 수 있을 것으로 기대한다. 여기에 방사선의 사회성을 감안하여 학문적 연구뿐만 아니라 전

문인력훈련 및 방사선안전기술 재교육, 방사선 관련 사회적 이슈에 대한 객관적 평가, 정보의 공여 등 사회에 기여하는 센터로 발전시킬 계획이다.

우리나라의 원자력산업 규모에 비해 방사선 안전 분야의 연구가 취약한 현 상황에서 방사선안전기술연구센터의 발전은 방사선안전 분야의 연구확대와 투자를 유도하는 가속효과로 이어질 것이며 따라서 향후 우리나라 원자력산업 전반의 비전을 밝게 할 것으로 기대된다. **KRIA**

광 고 모 집

동위원소회보는 년 4회(봄, 여름, 가을, 겨울) 발간하는 계간지로서 방사성동위원소/방사선 등과 관련한 국내외 최신정보를 주내용으로 방사성동위원소 및 방사선발생장치 등을 사용하는 일반산업체, 비파괴업체, 판매업체, 교육기관, 연구기관, 의료기관 등과 동분야 관계자를 비롯, 정부 및 유관기관 등에 배포되고 있습니다.

광고를 희망하는 기관은

협회 기획관리팀(☎ : 02-3411-6494)에 문의하시기 바랍니다.

〈광고 게재료〉

구 분	표 3	표 4	내 지
금 액	1,200,000원	1,500,000원	1,000,000원
비 고	컬러 인쇄(부가세, 원색분해비 별도)		2도 인쇄(부가세 별도)