

최도영

과학기술부 방사선안전과

## 방사선사고와 규제방향

1913년 X선 발생장치를 의료목적으로 사용하기 시작한 이래 우리나라의 방사선 이용은 양적 증가와 더불어 그 이용분야도 확대되어 왔다. 양적인 면에서는 원자력법에서 방사성 동위원소 등의 인허가 제도가 도입된 1963년 2개 기관(진단용방사선발생장치 사용기관 제외)으로 시작되어 그동안 꾸준히 증가하여 '99년 2월말 현재 1,401개 기관으로 매년 약 10%의 증가추이를 보여왔으나 국내 산업규모와 국제적인 추이를 감안할 때 2000년대에는 증가추세가 다소 둔화될 것으로 예상되며, 이에 따라 약 2,000여개 기관이 될 것으로 전망된다. 또한 이용분야 면에서도 초기에는 의료기관과 교육·연구기관을 중심으로 사용되었으나, 1970년대 국내의 급격한 경제개발 추진에 따라 산업기관에서 방사성동위원소 등의 이용이 두드러지게 확대되어 '99년 2월말 910개 기관으로 전체 사용기관의 65%를 차지하고 있다. 방사성동위원소 및 방사선발생장치를 이용 분야별로 살펴보면 △물리적·화학적 추적자를 이용한 유속·유량조사, 하천토사의 이동조사, 화학구조의 결정, 유전자 연구, 신약개발 등 △투과·흡수·산란작용을

이용한 두께, 액면, 밀도, 레벨측정 게이저류와 구조물의 비파괴검사 △화학적 작용을 이용한 내열성전선, 강화플라스틱 제작 등 여러 가지 분야에서 사용되고 있으며 그 외에도 방사선조사를 통한 발아방지, 의료용구의 멸균과 생물학적 작용을 이용한 품종개량 등 다양한 분야에서 방사성동위원소와 방사선발생장치가 이용되고 있으며, 또한 국민소득 증대에 따른 일반국민들의 복지수준 향상으로 의료분야에서 방사선을 이용한 새로운 질병의 진단·치료기법이 도입되어 전국적인 사용을 확산시켜 왔다. 이러한 양적증가와 이용분야의 확대에 따라 방사선장해발생 우려도 높아지고 있으며, 사고발생 가능성 역시 커지고 있어 이용분야별 방사선안전관리 제도의 정착과 안전관리 활동의 중요성이 강조되고 있는 실정이다.

### 이용기관현황('99년 2월말 현재)

일반적으로 방사선사고는 안전하게 설계된 시설, 잘 훈련받은 종사자, 명확하고 알기쉽게 규정된 절차 등 물적·인적·사회적요소 등 제반요건이 잘 갖추어진 상태에서 수행되어야

예방될 수 있으나 이러한 제반요건의 不備로 인하여 방사선원의 제어에 실패하여 의도되지 못한 상태에서 사람의 생명·건강에 중대한 피해를 유발하고, 재산 및 주변환경에 무시할 수 없는 피해를 직·간접적으로 초래하거나 초래할 가능성이 있는 행위를 말하는 것으로 국내외적으로 수많은 방사선 사고가 발생되었다. 이러한 요인에 의해 그동안 국내외적으로 발생한 방사선사고는 크게 원자로 이용시설에서 발생하는 사고와 방사성동위원소 및 방사선발생장치의 사용에 따른 사고로 구분할 수 있는데 방사성동위원소 및 방사선발생장치 이용과 관련된 작업은 원자로 이용시설과 같이 계통이 복잡하지 않고 작업활동도 비교적 단순하다. 그럼에도 불구하고 국내외적으로 방사성동위원소 생산·사용시설과 밀봉방사성동위원소 및 방사선발생장치의 방사선조사시설 그리고 방사성물질 운송중에 발생한 사고로 사망 또는 급성 방사선상해가 발생한 사례가 원자로 이용시설에서의 사고에 비해 압도적으로 많다. 국내에서 발생한 사고를 유형별로 살펴보면 ①비과피검사용 방사선조사기의 운반중 분실 사고 ②의료기관의 치료용 선원 분실사고 ③방사선작업종사자의 연간선량 초과피폭사고이다. '99년 2월에 방사선발생장치를 사용하여 비과피검사를 수행하던 방사선작업종사자가 방사선발생장치의 자동타이머가 오작동 되어 방사선이 조사중인데도 불구하고 아무런 확인 조치 없이 방사선발생장치를 취급하여 전신 및 손부위가 방사선에 과피폭된 사고도 발생하였다. 이러한 사고발생 원인은 대부분 방사선이용시설의 기계적인 결함, 방사선작업종사자의 만성적인 안전의식과 오랜 관행에서 비롯된 잘못된 작업절차, 교

육·훈련부족, 방사선에 대한 인식부족 등 여러 가지 원인에서 비롯되었다. 그리고 지난 '98년에는 국내 최초로 타인의 신체에 위해를 가할 목적으로 병원의 근접치료용 선원을 절취하여 악용한 사건이 발생하였는데 이는 이제 방사선원도 테러의 목적으로 사용할 수 있음을 확인시켜 주었으며 이를 계기로 선원 저장실 및 전체적인 시설보안 강화의 필요성을 절감케 한 사건이었다. 이러한 사고수습 과정에서 과거에는 분실·도난된 선원이 회수되지 못한 사례도 있었으나, 최근에는 TV, 언론매체의 신속한 보도로 인하여 선원의 회수과정에 직·간접적인 도움이 되었다. 그 반면 분실·도난 사고와 방사선 과피폭 사고의 언론보도로 일반국민들에게는 방사선 안전의 중요성과 위험성에 대하여 충분히 인식한 계기가 되었으나 원자력에 대한 부정적인 시각도 한층 심화되었으리라 예상된다.

또 다른 유형은 방사능에 오염된 재활용 철강의 사용으로 인하여 1983년('92년 7월 인지) 대만의 대북시 타이전력 사택 발코니에서 최초로 인지된 방사능 오염사고로 수년간 대만전역의 건물, 아파트는 물론 철강제품을 수입한 미국에까지 방사능 오염 사실이 발견되어 사회적 문제가 된 적이 있다. 1998년 6월초 스페인 Acerinox 제철소에서 방사성동위원소(Cs-137)가 포함된 재활용 고철을 전기로에서 용해중 대기로 유출되는 사고가 발생되어 이탈리아, 스위스 및 프랑스 등 인근국가까지 확산, 세계적으로 재활용철강의 방사능 오염에 대한 경각심을 불러 일으켰다. 최근에는 우리나라도 재활용고철 수입회사와 철강회사에서 방사선원이 포함된 재활용 고철이 수입되어 위탁폐기 시키거나 수입국으로 반송조치한

사태가 7차례 있었다.

이러한 방사선사고는 여러 가지 복합적인 원인에 의해서 발생되고 모든 절차가 정상적으로 수행되지 않았기 때문에 일어난 것이다. 정상적인 절차란 방사선원의 취급에 따른 방사선장해방어에 필요한 여러 가지 사항을 충족하는데 방사선안전관리의 필수 요소로서 종사자 개개인이 충분히 이해 가능한 절차서, 체계적으로 잘 정비된 안전관리조직, 관리자와 종사자의 적극적인 안전의식이다. 이러한 정상적인 절차를 수행하지 않는 여러 가지 요인은 종사자의 만성적인 안전관리 의식부족, 신체적 능력의 결핍(피로등)등을 가져오는 인적요소, 교육훈련의 부족으로 방사선원에 대한 무지와 경영자의 안전관리에 대한 의지 부족, 보고체계 등 관리조직의 부적정 등의 사회적 요소 그리고 기계장치의 결함, 시설의 방사선방호설계 실패 등 물적 요소 등이 사고당시에 복합적으로 중복되어 나타남으로써 발생한다. 국내에서 발생된 방사선조사기의 분실 사고도 제도적 장치의 미비보다는 현장 작업 종사자들의 만성적인 안전의식 결여에 의한 인적인 요소에 의해 발생되었다. 단적인 예로 방사선조사기의 분실은 대부분 작업전·후 운반 중에 발생하는데 이는 운반취급 절차의 미준수, 열악한 작업환경, 관리감독자의 지시 불이행등 타성에 젖은 관행이 주원인이다. 종사자 과피폭사고도 현장작업시 필요한 작업 절차서와 안전관리 이행지침 등 규제당국에 신고하기 위한 방사선방호 계획은 서류상으로 잘 마련되어 있다. 하지만 실제 현장작업자들은 작업의 편리성만을 고려하여 종사자 자신은 물론 주변에 대한 방사선방호에 필요한 절차를 무시하고 작업을 빨리 끝내려는 관행

과 불합리한 작업 여건 등의 인적요인들이 원인이 되고 있다. 이러한 인적요인의 개선은 물적, 사회적 요소를 개선하는 것보다는 더욱 어려움이 있으나 안전의식 고취를 위한 지속적 정신교육을 포함하여 종사자 자신을 보호하기 위하여 절차를 준수하여야 한다는 교육이 필요하다. 따라서 방사선사고를 예방하기 위한 방사선안전관리 원칙은 첫째 안전하게 설계된 방사선방호시설, 둘째 현장작업종사자의 내실있는 교육훈련, 셋째 경영진 및 종사자의 안전의식, 마지막으로 방사선안전관리에 대한 정부의 의지가 잘 반영된 규제제도가 유기적으로 결합·운영되어야 한다. 아울러 이러한 사고발생 개연성은 항상 내재되어 있기 때문에 신속하고 적절한 사후처리도 고려되어야 한다.

이러한 방사선원 사고를 미연에 방지하고 안전관리 활동을 지원하기 위하여 규제기관 입장에서도 합리적인 제도로 개선·운영하기 위하여 노력하고 있다. 먼저 실효성 있는 교육 제도를 확보하기 위하여 자체교육 제도를 보완하기로 하였다. 현재 최초로 방사선작업에 종사하는 자는 그 작업에 임하기 전에 방사선방호 관하여 20시간의 교육훈련을 받도록 되어 있고, 기존 종사자는 매년 6시간의 재교육을 받도록 규정되어 있다. 그동안 규제기관에서는 방사선방호 교육훈련의 품질을 확보하기 위하여 자체교육보다는 위탁교육기관으로 지정된 한국방사성동위원소협회나 한국비파괴검사진흥협회에서 위탁교육을 받도록 권고해 왔다. 그러나 제한된 위탁교육기관, 장소, 회수 등으로 인하여 사용자들에게 충분한 교육기회를 제공하는데 어려움이 있어 많은 사용자가 자체교육을 실시하고 있으나, 대부분

이 실질적인 교육보다는 형식적으로 서류기록만 하는 사례가 있다. 이에 따라 금번 원자력법령 개정과 연계하여 교육의 실효성을 확보하고, 사업자에게는 보다 많은 기회를 제공하기 위하여 자체교육 시행방법을 보완할 예정이다. 그 구체적인 방법은 아직 확정되지 않았지만 대략적인 틀은 원자력법에서 요구하는 자체교육에 필요한 시설, 기자재, 강사 등 기본적인 조건을 갖추고 규제기관에 자체교육기관으로 지정받은 후 교육을 실시할 수 있다. 이렇게 함으로써 교육의 실효성을 확보하고 종사자에게는 양질의 교육 기회를 더욱 많이 제공할 수 있을 것이다.

다음은 방사선원 이용 특성을 고려한 기술기준 마련과 선진규제체도를 적극적으로 도입하기로 했다. 지금까지는 방사성동위원소 등을 사용하는 기관의 특성에 따라 세부적인 기술기준이나 현장에 적용가능한 지침 등이 미비하고, 시설기준도 도난·분실에 대한 보안성 측면보다는 방사선 차폐 위주에 대한 기준이 포괄적으로 규정되어 있었으며, 안전관리체제와 인력에 대한 적용기준도 사용기관의 특성이 잘 고려되지 않은 측면이 있었다. 이러한 포괄적인 기준을 단시일에 개선하기는 한계가 있지만 과학기술부는 규제전문기관인 한국원자력안전기술원 그리고 한국방사성동위원소협회 등 유관기관과 외국 선진규제제도 조사를 위한 정책연구과제를 수행하고 있으며, 그 결과를 토대로 우리나라 현장 특성에 맞는 단계적인 개선방안을 마련해 나갈 것이다. 방사선원의 이용은 판매회사, 비파괴검사기관, 의료기관, 교육연구기관, 산업체 등 아주 다양한 형태를 유지하고 있으며, 이용선원도 방사성동위원소와 방사선발생장치를 망라

하여 종합적으로 이용하는 기관과 그렇지 아닌 기관, 밀봉선원과 비밀봉선원 이용기관 등 이용하는 방사선원도 다양하기 때문에 각 기관의 성격과 이용하는 방사선원의 종류별 특성을 감안하여 기술기준을 별도로 마련할 예정이다. 물론 기존과 비교하여 획기적인 것은 아니지만 안전관리체도를 합리적으로 개선하기 위한 정부의 의지를 나타낸 것이라 할 수 있다. 예를 들어 의료기관의 경우 그동안 원자력법에서 여력이 없어 배제되었던 조사선량의 정도관리와 밀봉방사선원이 내장된 장치나 방사선발생장치(이하 “방사선기기”라 한다)의 품질관리, 방사선기기를 제조판매하는 회사에 대한 설계승인, 제작검사 제도의 도입을 통한 방사선기기의 품질보증과 표준화, 밀봉선원을 사용하는 기관에 대한 폐기선원의 관리, 방사선안전관리 전담인력제도, 작업절차서 제도, 앞에서 언급한 재활용고철을 사용하는 철강업체에 대한 Scrap Monitor 장비 설치 의무화 등의 제도를 도입·시행할 예정이다. 이러한 제도는 불특정다수인을 방사선장해로부터 보호하고 방사선원을 이용하는 기관들에게 방사선안전관리 의무 부여, 방사선원을 제작·생산·수입하여 이용기관에게 공급하는 판매기관이 안전관리에 필요한 서비스를 제공함으로써 효율적인 공공의 안전을 도모하기 위한 취지이다. 그리고 지난 '98년말 방사선조사기의 분실과 경부암 치료용 선원 도난사고 조사결과 도난·화재 등 시설보안체제에 대한 재검토의 필요성이 제기되었다. 그동안 원자력법에서의 주요관심은 시설의 구조나 차폐시설 등이 방사선안전에 적합한가에 중점을 두어왔기 때문에 상대적으로 방사선원의 안전관리를 위한 시설이나 설비의 보안성에 대하여 사

업자나 규제기관이 소홀히 취급한 사실이 있다. 우리부와 관련기관간 연석회의시 제기된 시설보안문제를 재검토하여 비파괴검사기관의 경우 올해초 한국비파괴검사진흥협회 주관으로 선원 저장실 및 저장함의 세부적인 시설기준이 마련되었으며, 의료기관도 자체 보완계획에 의거 자동경보장치, 열감지센서, CCTV 설치등 도난방지 시스템을 갖추었다. 이를 토대로 금번 원자력법 개정시 시행규칙에 세부적인 기준을 반영할 예정이다.

마지막으로는 경영진 및 현장작업종사자의 안전의식을 적극적으로 정착키기 위한 방안을 마련하는 것이다. 방사선원의 이용은 방사선안전관리를 바탕으로 해야 하는 특성을 가지고 있다. 안전관리에 대한 중요성을 소홀히 생각하고 등한히 하면 일시적으로는 기업의 이윤이 더 많아지고 작업수행에 유리하며 수월하다고 생각할지 모른다. 그러나 방사선안전관리를 소홀히 하면 언젠가 기업의 이윤에 막대한 손해를 끼치든지 종사자 자신에게 신체적이나 정신적으로 해를 입을 수 있게 된다. 방사선의 위험성이 알려진 이후 모든 국가의 규제당국은 효율적이고 합리적인 안전관리체제 구축과 경영진이나 현장작업자의 적극적인 안전의식이 방사선안전관리에 매우 중요하다고 생각하여 이를 개선·발전시키는 노력을 하고 있다. 이와 더불어 방사선 사고를 미연에 방지하고 방사선안전관리 활동을 활성화하기 위하여는 규제기관의 공정한 룰과 이러한 룰을 철저하게 준수하도록 관리감독하는 일도 필요하다. 항상 약자의 입장에서 있는 작업종사자에게 매우 불리한 사회적 요인이 있을 수 있고 이윤추구만을 목적으

로 하는 경영자에게 이러한 안전관리는 사업을 수행하는데 손해만을 준다는 느낌을 대다수가 가지고 있기 때문에 경영자는 룰을 준수하는데 소극적이다. 최근 방사선원의 분실·도난, 종사자 과피폭사고가 과거와 비교하여 다소 많이 발생되었는데 그 원인은 IMF라는 특수한 경제상황속에서 경영자의 안전의식이 더욱 급격히 저하되었고, 종사자 또한 임금삭감, 구조조정의 염려 등으로 안전의식이 소홀해졌기 때문이다. 그동안 안전관리에 소홀한 기관에게 가한 제재조치는 기관경고, 안전관리책임자 해임 그리고 소액의 과징금 또는 과태료를 부과, 일부 사업정지를 조치하는데 그쳐왔다. 이로 인한 안전관리 개선효과는 아주 미미하다고 생각되며 행정조치의 실효성에 대한 의문도 제기되어 왔다. 하지만 앞으로 규제기관은 안전관리의 중요성을 강조하고 실효성을 확보하기 위하여 금번 법 개정시 도입된 과징금 가중 조항(위반 사실, 정도 회수 등 종합 관리)을 적극 활용하고 안전관리가 부실하다고 판단되는 기관은 정기검사뿐만 아니라 별도의 규제인력을 투입해서라도 안전관리가 정착되었다고 판단될 때까지 지속적으로 수시검사를 실시할 것이다. 아울러 방사선 안전관리 절차 이행에 비협조적이고 회사의 안전관리활동에 악영향을 미치는 현장작업자에게도 법적·행정적 책임을 물어 위반 당사자인 종사자에게도 과태료 부과등의 제재를 가할 것이다. 이와 더불어 객관적이고 종합적인 안전관리 수행 평가기준을 마련하여 일정 기준 이상 안전관리가 유지되는 기관에 대해서는 다음해 정기검사를 면제해 주는 등 인센티브 제도를 도입·시행하여 차별화를 도모할 예정이다.

아울러 방사선사고를 예방하고 효율적인 방사선안전관리를 위해서는 합리적인 규제제도도 필요하지만 무엇보다도 자율안전관리가 중요하다. 즉 자기가 사용하는 방사선원에 대한 특성을 파악하고 이에 적합한 안전관리 체계를 자율적으로 구축하여 시행해 나가는 방안이 바람직하다. 방사선원 이용에 따른 안전관리의 일차적인 책임은 방사선장해를 유발하는 사업을 운영하는 경영자 등 관리조직에 있다. 정부에서 제시하는 방호기준에 따라 자체 관리기준을 설정하고 시행하는 동시에 안전관리 체계를 구축하고 감독자의 책임을 강화하기 위한 노력과 자체안전관리 목표 이행에 필수적인 현장작업장에서의 적절한 방사선안전관리 지침의 제공과 이를 잘 준수하는 종사자와 그렇지 못한 종사자를 차등화하여 이에 상응한 상과 벌을 제공하는 방사선안전관리에 대한 경영자의 확고한 의지가 필요하다. 그리고 종사자들이 방사선장해로부터 자신을 보호하고 회사에 이득을 주기 위하여 작업현장에서 어떻게 내 업무를 수행하는 것이 바람직한지 여부를 알기 쉽도록 작업절차나 안전관리 지침을 구체적으로 제시해 주어야 하며, 사전에 적절한 교육훈련을 실시하여 종사자들이 이를 준수하도록 해야 한다. 물론 교육훈련의 초점은 개인의 직무수행에 필요한 적응훈련이어야 하며 때로는 특별한 작업을 수행할 수 있는 지식이나 능력을 평가하는 것이 필요하다. 방사선방호 교육훈련 프로그램은 적정 수준의 관리자에 의해 승인을 받은 것으로 문서화되어야 하며, 주기적인 재검토로 작업현실에 맞게 수정·발전되어야 한다. 그리고 방사선원을 사용하는 각 기관은 비용면에서 부담이 증가할 지 모르지만 방사선안전관리업무를 담당하

는 전담인력을 확보해야 한다. 물론 법적으로도 안전관리 담당자가 그업무를 전담하도록 요구하고 있지만 현실적으로 그렇지 못한 경우가 많다. 예를 들어 의료기관의 경우 대부분 방사성동위원소 취급자 특수면허를 소지한 의사가 방사선안전관리를 전담하고 있으나 업무 특성상 의사는 환자에 대한 진료업무가 최우선이기 때문에 안전관리는 부수적인 업무일 수밖에 없다. 그래서 의사들을 보조하고 있는 핵의학 기사, 방사선사, 의료물리사 등이 방사선안전관리를 수행하고 있으나 이들 역시 방사선안전관리는 부수적인 업무일 뿐이다. 이를 개선하기 위하여 특수면허를 소지한 의사는 환자의 진료시 방사성동위원소 등을 인체에 사용하는 의료활동과 관련된 안전관리에 전념토록 하고 방사선관리구역내 방사선량측정, 선원구매, 폐기물관리 등 일반적인 방사선안전관리업무를 전담할 별도의 인력을 확보하도록 해야 한다.

향후 정부는 방사선사고를 예방하고 방사선 안전을 확보하기 위하여 앞에서 기술한 사항에 대하여 종합적인 관리가 가능한 방사선안전관리 종합전산망 구축사업을 '98년부터 3개년에 걸쳐 한국원자력안전기술원을 통하여 추진하고 있다. 특히 여러 유관기관에서 분산 수행하고 있는 방사선안전관리업무를 네트워크로 연결하여 효율적인 안전관리를 수행할 수 있도록 기반을 마련하고 있으며, 동 전산망이 구축되면 인허가 업무의 투명성 확보와 과학적이고 능동적인 민원업무지원으로 대국민 서비스의 질적 향상 도모와 유관기관간 유기적 역할분담 및 협조체제를 확보함으로써 방사선원의 이용증진 및 안전성 확보를 극대화시킬 수 있으리라 기대해 본다. **KRIA**