

# 우리나라의 방사선원 보안을 위한 관리체계



최 호 신

한국원자력안전기술원  
방사선안전규제부장

## 1. 배경

우리나라의 방사성동위원소 또는 방사선 발생장치<sup>1)</sup>의 이용은 1962년 최초 사용 개시된 이후 계속 늘어나 2005년 6월 약 2,500여 개 기관에서 사용되고 있고 연 약 15%씩 증가하고 있다.

또한 이용분야는 의료분야에서부터 이화학, 공학, 산업 분야로 확대되어 현재는 질병의 진료 및 치료, 재료의 결함을 조사하는 비파괴검사, 댐이나 저수지의 누수추적, 항만의 토사 이동상태 조사, 반도체의 건전성 검사, 멸균, 중합 반응에 의한 특수 수지의 가공, 각종 게이지 및 추적자 등 매우 다양하다. 이러한 방사선의 다양한 이용은 일반산업체, 의료 및 연구기관 등의 방사선 관련 산업 발전에 많은 이득을 주는 반면 이용기관의 수가 많아지면서 더불어 방사선원의 도난 또는 분실사건도 자주 발생하고 있다. 도난 또는 분실된 방사선원이 환경이나 일반 국민에게 아무런 영향 없이 빠른 시간 내에 회수되면 다

행이지만 그렇지 못한 경우 주변에 어떤 영향을 미치거나 또는 직접적인 영향을 미치지 못하더라도 사회에 심각한 심리적 영향을 불러일으킨다. 이렇게 분실 또는 도난당한 방사선원이 회수되지 못하고 사회 환경에 방치되는 것을 무적선원(Orphan Sources)이라고 이에 의한 영향이 국내외적으로 종종 발생하고 있다.

이 중에 특히 비파괴검사용 방사선원에 의한 피해가 크다. 비파괴검사용 선원은 대부분 이동하여 사용하기 때문에 관리에 취약하여 분실 또는 도난의 가능성이 상대적으로 크다. 또한 방사선원의 세기가 비교적 높고 차폐체내에서 끄집어내어 사용하기 때문에 방사선에 노출의 위험도가 가장 높다.

국제적으로도 방사선원에 의한 피해사고 가운데 비파괴검사용 선원의 관리부실로 환경에 노출된 경우 이에 의한 피해의 사례가 상대적으로 많다. 또한 이들에 의한 피해는 주로 일반 국민들이 받게 되고 이에 의한 영향은 대개 치명적인 경우가 많다. 2000년 5

1) 방사성동위원소 또는 방사선발생장치가 방사선을 방출하는 근원이란 의미에서 방사선원이라 한다.

월 이집트에서 한 농부가 비파괴검사용 선원을 모르고 집에 가져가 자신과 아들이 방사선에 노출되어 사망한 사고, 1999년 페루에서 발생한 사고, 1984년 모로코에서 발생한 사고<sup>2)</sup> 등 모두 이를 모르고 소지한 일반인들이 사망에 까지 이른 사고의 대표적 예이다.

국내에 있는 비파괴검사기관은 허가기관 수는 40여개뿐이지만 사용하는 장소는 300여 곳을 넘고 특히 방사선원을 이동하면서 사용하므로 분실이나 도난당하는 경우가 많다. 다행하게도 우리나라에서는 이렇게 분실 또는 도난당한 비파괴검사용 방사선원으로 국민이나 환경에 영향을 미친 경우는 없이 대부분 회수되었다<sup>3)</sup>. 그렇지만 분실 비파괴검사용 선원을 회수하기 까지 마스크 등으로 사회에 심각한 불안심리를 조성하였다.

의료용 방사선원의 관리부실로 무적선원이 되어 환경에 미치는 영향도 비파괴검사 선원에 못지 않게 크다. 1985년 브라질 고이아니아에서 발생한 의료용 선원에 의한 도심 지역의 방사능오염과 주민 4명의 사망 사고, 2000년 태국에서 발생한 의료용 선원을 불법 입수하여 분해하던 주민 2명의 사망 등 전 세계적으로 의료용 선원의 관리부실로 무적선원이 되어 사고로 발전된 사례가 많다.

비파괴검사용 선원이나 의료용 선원 이외의 무적 방사선원에 의한 사례는 상대적으로 빈번하지는 않으나 구 소련 권의 러시아, 그루지아 공화국 등에서 사용하던 난방 목적의 열방사선원에 의한 사고들도 있다.

이러한 무적선원들을 일반주민들이 무심

코 소지하여 직접 방사선 상해를 입는 경우도 있지만, 무적선원들이 고철이나 재활용 물품과 함께 섞여 재생되어 환경을 오염시키는 경우도 자주 발생한다. 1983년 멕시코에서 의료용 Co-60 선원이 섞인 고철로 철강제품을 생산하고 이에 의한 제품이 미국에서 방사능 오염으로 발견된 경우, 1983년 대만에서 생산된 철강제품에서의 방사능오염, 1998년 스페인 제철회사에서 Cs-137 선원이 섞인 고철을 용해하던 중 방사능이 대기 중으로 방출되어 인근 국가에 까지 오염이 확산된 경우 등이 대표적 예이다.

더욱이 최근에는 국제적으로 테러의 위협이 전방위적으로 발생하면서 방사성물질에 의한 테러도 주요 관심사항 중 하나로 고려되고 있다. 최근에 국제사회에서 발생한 일련의 테러와 규모면에서 비교할 바는 아니지만, 방사성물질에 의한 의도적 피폭사건으로 1994년 미국의 한 원전에서 밀봉선원을 동료 직원의 바지포켓에 넣어 피폭을 일으킨 경우, 1995년 미국의 어떤 기관에서 누군가가 음료수공급기에 개봉선원을 넣어 오염시키고 이를 마신 사람들이 체내 오염된 경우, 우리나라에서 1998년 한 병원에서 누군가가 밀봉선원을 훔쳐 악의적으로 다른 사람의 차에 두어 피폭을 하게한 경우 등이 이에 해당한다고 할 수 있겠다.

이러한 일련의 무적 방사선원에 의한 사고는 방사선원의 안전관리에 관한 중요성을 더욱 인식하게 하였고 보안성 관점에서도 추가로 고려하게 되었다. 이러한 배경에서 1998

2) 가족 및 친척 8명이 사망하였는데, 1986년 체르노빌 원전사고에 의해 42명 사망한 다음으로 많은 사람들이 이 사고로 죽었다.

3) 이는 방사선원이 차폐체 내에 있는 상태에서 분해되기 전에 회수되었기에 가능하였다.

년 IAEA는 프랑스 디종에서 방사선원의 안전 및 보안에 관한 국제회의를 주최하여 회원국들이 같이 따를 수 있는 방사선원의 안전 및 보안에 관한 행위준칙을 수립할 것을 결의하고, IAEA가 초안을 작성하여 회원국들의 검토를 거친 후 2000년 9월 IAEA 정기총회에서 행위준칙을 승인하였다. 이후 2000년 아르헨티나 부웨노스아이레스 회의, 2003년 비엔나 회의, 프랑스 에비앙 회의 등을 통해 회원국들의 지지 내지 준수 성명을 이끌어 내고, 2003년 개정판 발행 및 2004년 8월 방사선원의 수출입에 관한 추가지침을 승인하여 방사선원이 불순한 세력에 의해 악의적 목적으로 사용될 수 없도록 회원국들이 방사선원의 안전성과 보안성을 확보하기 위한 다양한 노력을 경주하고, 방사선원의 수출입 시 이를 확인하도록 하고 있다. 금년 11월에 부산에서 열리는 APEC 회의에서 이에 대한 지지성명을 낼 예정으로 있다.

우리나라는 이러한 일련의 무적선원에 의한 국내외 사건 사고의 경험과 국제사회에서 방사선원 안전성 및 보안성에 관한 강한 움직임에 맞추어 방사선원의 국내 유통을 확인하고 방사선원의 이동상황의 감시 및 이상상황 발생시 대응체계를 다음과 같이 구축하고 있다.

## 2. 우리나라의 대응체계

### 가. 방사선안전관리통합망을 이용한 국내 방사선원의 유통관리

방사성동위원소 및 방사선발생장치의 수입(생산), 판매, 사용, 저장, 폐기 등 일련의 유통과정을 체계적으로 관리하기 위하여 한

국원자력안전기술원에 web을 바탕으로 한 방사선안전관리 통합정보망을 구축하여 운영하고 있다.

1단계(1999년)에서는 방사성동위원소 등의 사용 또는 판매기관 현황을 정보화하기 위하여 인허가 심사 및 검사, 종사자피폭관리 등에 대하여 web 기반 전산시스템으로 개발하여 전산화하였고, 1962년 우리나라에 방사성동위원소 사용과 관련 처음 허가이후 그때까지 수작업으로 수행하여 왔던 인허가 관련 모든 정보를 입력하고, 이후의 인허가 심사 검사 활동을 동 시스템으로 수행하게 함으로 인·허가와 관련하여 생산되는 모든 방사선원 안전규제정보는 전산시스템으로 정보화되었다. 이어 2단계(2000년)에서는 인·허가와 관련하여 사업자 또는 일반 국민들에게 신속한 규제정보를 제공하기 위하여 사이버 방사선안전센터와 원자력관계 면허시험의 인터넷 접수시스템, 민원처리단계 안내시스템 등을 구축하였다. 마지막으로 3단계(2001년)에서는 사용기관이 인터넷 기반의 전산망에서 방사선 안전관리 관련 서류작업을 하도록 하고 정부에 별도의 문서보고를 생략하게 하는 사용자이력관리시스템과 방사성동위원소등의 수입(생산), 사용, 폐기의 전과정을 추적 관리할 수 있는 인벤토리추적관리시스템을 구축하였다(2001년 5월 완료).

시스템을 개발하여 2001년 9월부터 운영을 시작하면서 가장 먼저 해야 할 일은 과거에 인허가 심사 및 검사활동을 수행하면서 생산된 정보와 사업자로부터 규제기관에 보고된 안전관리에 관한 정보를 시스템에 입력하는 일이었다. 그런데, 시스템 운영 이전에 수작업으로 생산한 정보 중 손실된 데이터는 있으나 전산시스템 입력체계와 맞지 않아 발생

하는 문제, 입력 시 오류 등으로 시스템을 운영하면서 자료의 부족에 따른 많은 어려움이 있었다. 더욱이 처음 개발된 전산시스템은 처음 시운영하면서 미처 고려하지 못한 여러 부족한 점들이 나타나고 또한 전산시스템의 본질적 한계성으로 시스템을 처음 사용하는 관계기관이나 사업자들의 불만이 대단히 많았다. 그럼에도 불구하고 전산시스템의 본래 목적인 방사선원 관련 정보의 체계적 관리, 이를 이용한 신속한 민원서비스 및 방사선원 유통현황의 추적관리 등의 이점을 생각하여 지속적으로 보완 및 추가로 개발하고 한편 사용자들에게 사용법에 대한 교육을 지속적으로 실시한 결과 현재는 정보의 정확성이나 유통선원의 추적관리에 있어서 많은 성과를 나타내고 있다.

방사선안전관리 통합정보망은 현재 전 세계적으로 문제가 되고 있는 무적선원의 관리에 적극적으로 대응할 수 있게 하고 관련 정보화사업의 모범사례중 하나가 될 것으로 기대된다.

#### 나. 무적선원발생시 안전조치

어떤 산업체가 경영부실로 부도가 나는 경우 채권자들이 채권확보를 위하여 시설을 분해하여 가져가기도 한다. 이 때 그 산업체가 방사선원을 이용하고 있는 시설인 경우 채권자는 방사선원이 포함되어 있는 장비를 가져가는 경우도 있다. 이러한 상황에서는 방사선원이 본래 소유주의 안전관리범위를 벗어나게 되고 일반 환경에 노출될 가능성이 있

다. 지금까지 이러한 경우로 방사선원이 본래 소유주의 관리를 벗어난 사례가 우리나라에서도 몇 건 발생하였다.

다행히 아직까지 국내에서 이러한 상황으로 환경에 노출된 방사선원으로 어떠한 방사선사고로 발전된 경우는 아직 없었지만 앞으로 그런 개연성은 충분히 있다. 이를 효과적으로 방지하기 위해서는 무엇보다도 먼저 부도가 발생한 사실을 파악하는 것인데 이를 위하여 여러 방안을 강구하고 있다.

첫째, 부도가 발생하는 경우 해당 사업장의 안전관리자가 신속히 정부나 안전기술원에 보고하게 하여 방사선원의 부도를 확인한다. 부도가 발생한 경우 이를 파악하는 가장 빠른 방법은 소유주나 소속 직원(안전관리자)으로부터의 보고이다. 이에 관해서는 사업주나 안전관리자의 인식이 매우 중요한데 이를 위하여 여러 가지 방법으로 교육을 실시하고 사이버방사선안전센터를 통해서 지속적으로 안내하여 “이상발생시 즉시보고”가 당연한 것으로 인식되도록 노력하고 있다. 한편, 보고서 편의를 위하여 수신자부담 전용전화를 KINS에 설치하여 운영하고 있다<sup>4)</sup>. 둘째, 사업자가 매분기마다 보고하는 방사선원 사용현황을 분석하여 사업자의 부도여부를 확인한다. 그 밖에 종사자의 피폭선량보고도 부도업체의 발생을 확인하는 데 유용하게 활용되고 있다.

부도가 확인되어 안전관리자나 사업주보다 더 이상 관리가 어렵다고 판단되면 KINS가 정부를 대신하여 현장에 가서 방사선원을 함부로 취급하지 못하도록 봉인하거나, 이것도

4) 수신자부담 전용 전화번호 080-004-4949(4949는 발음이 사고사고와 유사하여 외우기 쉽도록 하였다)는 KINS가 운영하고 있는데 24시간 항상 접속 가능하도록 하고 있다.

미덥지 못한 경우 방사선원을 직접 분리하여 안전기술원 내의 특별한 보관실에 옮겨 임시로 보관한다. 이를 위하여 안전기술원은 이러한 사고선원의 임시 저장을 위하여 방사선원 저장시설을 2004년 말 설치하여 운영하고 있다. 그러나 KINS가 이러한 부도선원을 보관하는 것은 선원의 보안성을 확보하기 위하여 임시로 취하는 조치일 뿐 최종 조치는 아니다. 사업주가 부도에서 회생하여 선원을 재사용하고자 할 때에는 이를 다시 본래 주인에게 돌려준다. 그러나 사업주가 더 이상 사용할 수 없다고 판단되는 경우에는 사업주의 동의를 받아 이를 사용할 수 있는 자에게 양도하거나 또는 완전한 폐기를 위하여 원자력 환경기술원(NETEC)으로 보낸다. NETEC은 방사성폐기물을 전문적으로 보관 폐기하는 기관으로서 폐기선원 보관의 최종 책임을 진다.

부도 발생시 사업주나 안전관리자가 즉시 보고하면 규제당국이 현장에 즉시 출동하여 방사선원을 안전하게 조치할 수 있지만, 사업자가 매분기마다 보고하는 정보나 피폭선량보고 등으로 부도사실을 확인하는 경우 발생시점과 KINS가 부도를 확인하는 시점에 수개월 이상 시간차이가 있을 수 있어 이를 줄이기 위한 방안이 모색되어야 하겠다.

### 다. 재활용고철의 방사능감시

우리나라는 2004년 현재 8개<sup>5)</sup>의 철강회사에서 고로 또는 전기로를 이용하여 철강을 생산하는 데 조강 생산능력은 세계 제5위에 해당하고 철강재는 국내의 산업, 건축 등에 기

본이 되는 매우 중요한 제품일 뿐만 아니라 철강재 수출도 매우 많다. 철강생산은 철광석을 수입하여 생산하기도 하지만 재활용 고철을 녹여 철강을 생산하기도 한다. 재활용 고철 중에는 국내에서 수집하기도 하지만 외국으로부터 많이 수입한다.

재활용고철에는 국내에서 수집한 것이나 외국으로부터 수입한 것들 모두 순수한 철강만 있는 것이 아니고 이 속에는 여러 가지 다른 물질도 포함되어 있다. 그 중에 방사성동위원소 또한 예외일 수는 없다. 이에 유의하여 우리나라도 1996년부터 재활용고철에의 방사성물질 오염여부를 확인하기 위한 고정식 방사능감시장치를 설치하여 방사능오염 여부를 확인하고 있다.

### 라. GPS를 이용한 이동선원의 실시간 감시

비파괴검사용 방사선원은 많은 경우 이동해서 사용한다. 그래서 우리나라는 특별히 비파괴검사를 위한 방사선원 사용은 이동사용허가로 관리하고 있다. 비파괴검사 선원을 이동해서 사용하므로 이동 중에 분실되거나 도난당하는 경우가 있다. 이동 중에 분실도 난당하는 경우 규제자들이 현장에 직접 가서 사업자와 함께 주변을 수색하고 방사선측정기로 찾기도 하지만 발견하기가 정말 어렵다. 주변 주민에게 탐문하기도 하고 경찰에 신고하여 도움을 요청하기도 하고 마스크를 이용하여 전국에 알리는 등 여러 가지 방법을 동원하여 이제껏 대부분 회수하였으나, 결국 찾지 못하고 종결한 경우도 있다.

그런데 최근의 IT 기술의 놀라운 발전은 우

5) 정확히 말하면 17개 사업소이다.

리가 안고 있었던 문제를 해결할 수 있는 방안을 제시하고 있다. GPS와 CDMA 기술을 융합하는 위치추적단말기를 방사선원이 내장된 방사선조사기에 부착하여 방사선원의 위치정보를 관제시스템으로 확인하는 시스템을 2004년부터 세계 최초로 개발하여 금년 8월에 시범운영하고 있다.

현재까지 시범운영 결과 방사선원의 위치 정보는 실시간으로 파악이 가능하여 방사선원의 도난 분실시 신속히 회수가 가능할 것으로 기대된다. 다만, 아직까지도 단말기의 내구성, 배터리의 수명, 사업자의 호응 등 문제가 있어 이를 잘 해결하여야 목적하는 바를 달성할 수 있겠다.

### 3. 결론 및 향후 발전방향

우리나라는 방사선원의 안전관리에 관한 법령체계와 인허가 시스템, 정부, 규제기관, 관련 단체 및 사업자의 조직과 인력, 시설 등 비교적 잘 짜여진 인프라를 구축하고 있고, 또한 방사선원의 전 생애를 종합적으로 관리하기 위한 정보망을 구축 운영하고 첨단 방사선원 추적관리 시스템을 개발하여 운영하는 등 방사선원의 안전성과 보안성 확보에 관한 노력과 수준은 세계적이다.

이제껏 우리나라에서 방사선원의 분실이나 도난 사고는 비록 몇 건 있었지만 이로 인한 피해가 나타나지 않는 것은 이러한 우리나라의 방사선안전관리의 노력의 결실이 아닌가 생각한다.

그러나 요즈음의 세계는 한 나라의 관리체계가 독립적으로 존재할 수 없고 전 세계가 하나의 시스템으로 보아야 할 만큼 나라와 나

라들이 직간접적으로 연결되어 있다. 이러한 세계화 현상 속에서 방사선원에 의한 위험은 한 국가만의 관심대상이 될 수 없고 국제사회가 함께 공유하는 관리체계가 되어야 한다. 이러한 관점에서 우리가 현재 구축하고 있는 방사선원 안전관리의 법률체계나 관리체계는 국제규범에 부합하도록 수정되고 보완되어야 한다. 다행하게도 이미 우리는 IAEA의 방사선원 행위준칙을 우리나라의 관리체계에 반영하는 노력을 진행하고 있다. 따라서 우리가 현재 진행하고 있는 활동들의 효과성을 좀 더 나타낼 수 있게 다음 사항들에 대하여 보다 구체적인 노력을 하여야 하겠다.

첫째, 방사선안전관리통합망이 본래 의도한 목적을 달성하기 위하여, 모든 이용기관이 쉽게 사용할 수 있도록 하고, 인허가 신청, 접수, 심사, 허가뿐만 아니라 사용자의 분기 보고 등 사용자와 규제기관 간 모든 업무가 전자서비스가 되도록 하고, 선원의 수입단계에서 확인하는 관세청 업무를 빠른 시일 내에 통합망과 연결하고,

둘째, 재활용고철에서의 방사능오염을 근원적으로 막기 위하여 고정식 방사능오염감시기를 전 철강회사의 재활용고철 반입라인에 조속히 설치하도록 유도하고,

셋째, GPS 위치추적시스템은 금년 12월 까지 시범운영을 거친 후 내년부터 전 비파괴 검사기에 단말기를 설치하여 본격적으로 운영하며,

마지막으로 전 세계적으로 문제가 되고 있는 테러와 관련 방사성물질의 국내외 악의적 목적의 반출입을 감시할 수 있도록 우리나라의 공항만 등 국경에서의 방사능감시시스템을 설치 운영할 계획이다. 