방사능 테러의 위협과 우리의 대응 방안

류 재 수
한국원자력연구소 정책연구부 신임연구원

서 론

1. 방사선 이용 개발

전세계는 지난 50여년 동안 방사선 및 방사성 동위원소(RI)의 기술 개발을 통하여 질병 진단 · 암 치료 · 핵의학 등의 의료 분야 · 비파괴 검사 · 식품 위생 처리 · 정밀 계측 등의 공업 분야 · 품종 개량 · 식품 조사 · 신 품종 개발의 농업 분야 · 하천 수질 관리 · 지하수 감시의 환경 분야 등에서 다양한 혜택을 누려왔다.

방사선 이용 산업의 세계 시장 규모는 2000년 기준으로 3,200억달러로 추정되고 있으며, 미국 · 유럽 · 일본 등 선진국이 주도하고 있다.

1997년을 기준으로 일본 원자력연구소(JAERI)에서 조사한 결과에 의하면, 미국과 일본의 방사선 이용 산업의 전체 규모가 각각 1,370억달러, 590억달러이며, 국내총생산(GDP) 대비 1.5%와 1%를 차지하고 있는 것으로 나타났다.

또한 동 조사 결과에 의하면 미국과 일본의 전체 원자력 산업 규모 중 발전 대 비발전의 시장 점유율은 각각 2:8과 5:5로 나타났다.(정익, 2002)

방사선 이용 기술을 분야별로 살펴보면 공업 분야에서는 측정, 성분 분석, 물질 추적, 연기 감지기 등 그 적용 분야가 점차 확대되고 있다. 의료 분야에서는 핵의학을 중심으로 관련 시장이 1990년 이후 급속하게 확대되고 있어, 향후 20년 동안 연간 10% 내외의 성장이 전망되고 있다. 또한 농업 분야에서는 방사선을 식품에 조사하여 멸균 및 장기 보관과 육종 개량 분야를 중심으로 방사선 이용이 확대되고 있다.

2000년을 기준으로 OECD/NEA가 조사한 세계의 방사성 동위원소 생산을 위하여 연구용 원자로는 73대, 의료용 동위원소 생산용 싸이클로트론은 59대, PET용 싸이클로트론은 167대, 기타 동위원소 생산용 가속기 29대가 운영중에 있다. 〈표 1〉은 OECD에서 조사한 세계의 동위원소 생산 설비 현황을 나타낸 것이다.

우리 나라의 2002년 방사선 및 RI의 국내 생산 · 수입 총액은 1,807억원이며, 이중 국내 생산액은 35억원으로 총수요의 98%를 수입에 의존하고 있다.

방사선 및 RI의 시장 규모는 국내 GDP 대비 0.03%로 미국 · 일본에 비해 낮은 비율로 원자력산업에서의 점유율은 10%로 미미한 수준이다.

국내 방사성 동위원소 등의 이용기관 수는 2002년 말 기준으로 2001년의 1,822개소에서 9.7%로 증가한 1,998개소이다(원자력연감, 2003).

우리 나라는 2002년 12월 「방사선 및 방사성 동위원소 이용진흥법」을 제정하여 향후 성장이 기대되는 방사선 분야에 대한 연구 개발 및 이용 증진의 기반을 조성하고,

〈표 1〉 세계 동위원소 생산 설비 현황(OECD/NEA, 2000년)

장치 형태		설비 수
연구로		73
	연구로 중 고중성자속 원자로	6
가속기		255
	의학 동위원소 생산용 싸이클로트론	59
	PET용 싸이클로트론	167
	일반 가속기	29
중(heavy) 안정 동위원소 생산 설비		11

방사선 이용 기술을 나노 기술(NT), 바이오 기술(BT), 환경 기술(ET), 정보 기술(IT) 등과 연계하여 21세기 첨단 기술을 개발하기 위한 발판을 마련하였다.

이와 관련하여 과학기술부는 방사선기술개발계획(2002~2006)을 수립하여 첨단방사선이용연구센터의 건립 등 방사선 이용 연구 개발 및 사업을 추진 및 확대하고 있다.

우리 나라는 향후 법령 시행 및 국가 시책을 통하여, 원자력 산업의 총매출액 중 방사선 및 RI 부문이 차지하는 비율을 2002년 현재 10%에서 2010년까지 30% 이상으로 확대할 계획이다.

이처럼 우리 나라를 포함한 전세계의 방사선 이용 시장 규모는 점진적으로 증가하고 있으며, 그로 인한 방사선 및 RI의 이용은 확대될 전망이다.

2. 문제 제기

9.11 테러 이후, 우리는 세계 어느 나라도 테러 대상의 예외 국가가 아님을 인식하게 되었고, 테러에 대한 실제적 위협을 느끼게 되었다. 최근 일부 테러단들은 방사선원의 보안에 우려를 증폭시키는 방사능 테러 방법을 획득하려고 노력해 온 것으로 밝혀졌다[1]. 또한 2003년 2월 미국은 알카에다 테러단이 방사능 폭탄(dirty bombs)을 이용하여 대규모 후속 테러를 감행할 가능성이 있으며, 방사능 테러 공격 의도 계획과 연루된 테러단원을 체포했다고 발표했다.

이것은 전세계 산업 · 의료 · 농업 · 연구 등의 분야에서 사용되고 있는 방사선원이 잠재적으로 악용될 수 있다는 국제적 우려를 자아내게 되었다. 그리고 국제원자력기구(IAEA)는 방사능 테러에 사용될 수 있는 높은 위험을 갖는 방사선원들이 전세계에 수 만개가 존재한다고 밝히고 있다.

이러한 위험 방사선원에 대하여, 특히 구소련의 독립국 및 다수 개발도상국들은 방사성 물질을 효과적으로 규제 및 통제할 수 있는 제도가 미약하거나 없으며, 이에 따른 방사선원의 보안이 미흡한 실정이다.

또한 현대 국가는 다원화되고 복잡한 행정 체계를 갖추고 있어 이러한 방사능 테러에 대하여 신속하고 정확한 대응하기에 많은 문제점을 내포할 수 있다.

최근 우리 나라는 이라크에 대한 파병을 두고 논란이 일고 있다. 이라크의 일부 무장 단체 및 테러단은 미국을 지원하는 모든 국가에 대하여 방법을 가리지 않고 보복할 것을 경고하고 있다. 특히 1987년 유엔 보고서에 의하면, 이라크는 방사능 폭탄을 제조하여 그 성능을 시험하였던 것으로 알려지고 있다.

그 만큼 우리나라도 방사능 테러를 포함한 각종 테러 위협에 노출되고 있다는 것을 의미하며, 방사능 테러에 대한 예방 및 대응을 강화할 필요가 있다.

따라서, 본고에서는 일부 테러단들에 의하여 자행될 수 있는 방사능 테러와 관련하여 방사선원이 보안 위협을 받고 있다는 인식하에서 문제가 제기된 것이다. 구체적으로 방사능 테러에 사용될 수 있는 방사능 폭탄 및 이 폭탄의 제조에 사용될

1) 2003년 1월 영국 관리는 알 카에다 테러단이 아프가니스탄 Herat시의 한 실험실에서 성공적으로 제조했을 것으로 판단되는 소위 더티 밤에 대한 문서를 증거물로 공개하였다.

수 있는 방사선원들을 분석하고, 테러단이 실제적으로 방사능 테러를 자행할 가능성과, 그 피해 유형을 살펴보고자 한다.

또한 본고에서는 방사능 테러를 방지하기 위한 국제 사회의 대응 동향을 분석하고, 이를 바탕으로 방사성 물질의 보안 위협 및 피해 최소화를 위한 우리의 대응 방안을 제시하고자 한다.

방사선원의 보안 위협

1. 위험 방사선원

방사능 폭탄은 다이나마이트와 같은 폭발물에 높은 위험의 방사성 물질을 결합 또는 혼합시킨 것이다. 이러한 방사능 폭탄은 테러단이 위험 방사선원을 취급할 수 있는 기술 및 시설과 폭발물 제조 기술을 보유하고 있으면 제작이 가능하다.

방사능 폭탄은 폭발물의 초기 폭발에 의한 인명 살상과, 폭발과 동시에 대기중으로 확산된 방사성 물질에 의한 인체의 방사선 피폭 및 환경 방사능 오염 등의 피해를 일으킬 수 있다. 방사능 폭탄의 폭발력과 폭발열은 방사성 물질이 대기중으로 확산되는 원동력을 제공하게 된다. 방사성 물질의 확산 범위는 방사능 및 폭발물 양, 방출 입자의 크기, 기상 조건 등에 따라 다를 수 있다.

방사능 폭탄의 제조에 사용하기 위하여 테러단들은 고에너지의 장반감기를 갖는 방사성 물질을 선호할 것이다. 고에너지의 방사선원은 방사선으로 유발되는 피해를 증가시키고, 반감기가 긴 방사성 물질은 방사선 및 방사능 오염 피해를 오랫동안 지속시킬 수 있기 때문일 것이다. 또한 광범위한 지역을 오염시키기 위하여 테러단은 미세 분말 형태의 방사선원을 선호할 것이다.

이와 같은 목적을 만족시켜 방사능 폭탄에 전용될 수 있는 방사선원들로는 열전기 발생 장치, 조사 장치, 의료 장비, 석유 탐사, 치수 측정에 사용되는 감마 방사체인 Cs-137, Co-60 및 Ir-192, 베타 방사체인 Sr-90, 알파 방사체인 Am-241 등이 있다.

이외에도 사용후핵연료, 핵무기급 플루토늄 또는 우라늄도 치명적인 물질로 사용될 수 있으나, 상업용 방사선원들보다 IAEA의 안전조치, 핵물질방호협약 등에 의해 감시, 계량 관리 등이 철저하여 테러단이 이것들을 획득하기는 상대적으로 어려울 것으로 판단된다.

〈표 2〉는 IAEA가 선정한 보안 위협을 받을 수 있는 방사선원의 종류와 방사능 양을 나타낸 것이다. 1 큐리(Ci) 이하의 방사선원은 광범위한 지역에 방사능 피해를 주지 못하므로, 방사능 테러에 전용될 확률은 낮다. 10,000Ci의 Co-60은 1m의 거리에서 차폐하지 않을 경우 약 4분만에 인명을 살상할 수 있으며, 테러단이 방사선 취급 시설을 갖지 않는다면 사용 가능한 최대 선량이 될 것이다.

일부 테러단들은 위험 방사선원들을 획득하기 위해 평화적 이용의 명목 아래 제삼자를 통한 구매 방법을 이용한 것으로 밝혀지고 있다.[2] 또한, 최종 사용자의 신원이 밝혀져 구입이 곤란할 경우 테러단들은 전세계 수 천개의 시설에서 보안이 미흡한 국가들로부터 밀수 · 절도의 방법으로 위험 방사선원을 획득할 수 있을 것이다.

특히, 테러단들이 활동하고 있는 구소련 · 아프가니스탄 · 알제리 · 콜롬비아 · 인도 · 인도네시아 · 파키스탄 · 필리핀 · 시리아 등에서는 규제 및 보안이 미약하여 위험 방사선원들이 정부의 공식적인 절차없이 최종 사용자들에게 이전될 수 있다.

2. 방사능 테러의 가능성

테러단이 특정한 국가의 정치 및 경제에 타격과, 대중의 공포감 및

2) 영국 정보 기관은 아프가니스탄의 탈레반 정부가 의료 장비의 사용 목적으로 구입한 다량의 방사선원을 알 카에다에게 제공한 것으로 추정하고 있음.

〈표 2〉 방사선 안전 관점에서의 주요 방사선원

실례 또는 적용	방사성 동위원소	방사능 양(Ci)
방사성 동위원소 열전기 발생 장치	Sr-90	30,000-300,000
방사선 치료(의학)	Co-60	1,350-27,000
	Cs-137	13,500
Blood 조사	Cs-137	50-2,700
산업용 방사선	Ir-192	3-250
	Co-60	3-250
식품 멸균 및 보관(조사 장치)	Co-60	2,700-11,000,000
	Cs-137	2,700-11,000,000
기타 조사 장치	Co-60	27-27,000
	(Cs-137)	27-27,000

사회 혼란을 일으키기 위한 수단으로 방사능 테러를 사용하려 한다면, 이것은 그들의 목적에 부합하는 방법이 될 수 있다.

방사능 폭탄은 핵폭발처럼 즉각적이고 대규모의 살상 및 물리적 파괴를 유발하지는 않는다. 그러나 광범위하게 대기중으로 확산된 방사성 물질은 거주민들에게 방사선 피폭 또는 방사능 오염의 피해를 입힐 수 있다.

물론 방사성 물질이 광범위한 지역으로 확산되면 될수록 그 만큼 방사선량이 낮아져 인체에 대한 방사선 위해의 영향은 줄어들 것이다. 그러나 일반인들은 방사선의 세기에 상관없이 방사성 물질에 대한 막연한 공포감과 불안감을 가지고 있다.

그러므로 방사능의 피해를 입은 시민은 물론 근접 지역의 시민들도 심리적 공포감 및 불안감을 느끼게 될 수 있으며, 이런 상황이 장기간으로 이어진다면 사회 혼란이 유발될 수 있다.

또한 정부 당국자는 방사능 오염이 심각할 경우, 피해의 최소화를 위하여 반드시 오염 지역을 제염해야 할 것이다. 그럴 경우 오염 지역의 출입을 최소 5~6개월 이상 제한해야 한다.

진공 흡입, 물 분사, 건물 철거 등의 제염 활동은 방사능 재해 복구 비용을 증가시킬 것이며, 제염 기간 동안 테러 지역 및 주변 지역의 부동산은 급락할 것이며, 사업체의 폐쇄 또는 이전 등으로 그 지역의 경제는 마비가 될 수 있다.

한편 관련 정부 당국이 방사능 오염 지역을 규제 제한치 이하로 제염하였다 하더라도, 시민들은 막연한 공포감 및 불안감으로 테러 지역으로 돌아가려 하지 않을 수 있다.

이런 측면에서 테러단은 방사능 폭탄을 대량 살상 무기가 아닌 대중의 공포감 및 사회 혼란의 유발은 물론, 국가의 경제 및 체제 붕괴 수단으로써 사용할 수 있을 것이다.

3. 모의 방사능 테러 피해 분석

미국과학자연합회의(FAS) Michael Levi와 프린스턴 대학의 Robert Nelson 박사는 HOTSPOT 코드를 이용하여 모의 방사능 테러의 피해 범위 및 유형을 연구한 바 있다. 이 연구팀은 방사능 폭탄에 ① 노스캐롤라이나에 버려진 것과 유사한 Cs-137, ② 식품 조사 시설에서 사용되는 Co-60, 그리고 ③ 전형적인 유정 탐사 작업에 사용되는 Am-241의 방사선원들이 사용되었다고 가정하였다.

Cs-137, Co-60은 감마 방사체로 의복 및 피부를 투과할 수 있으므로 내부 피폭은 물론 외부 피폭도 유발할 수 있다. Am-241은 알파 방사체로 의복 또는 피부를 투과하지 못하기 때문에 흡입하였을 경우에만 내부 피폭을 일으켜 장기 손상 또는 암을 발생시킬 수 있다. 〈표 3〉은 이 연구팀의 컴퓨터 모사에 의한 방사능 테러의 피해 결과를 요약한 것이며, 〈그림 1〉, 〈그림 2〉, 〈그림 3〉은 그 피해 범위를 나타낸 것이다.

모의 사례에서 Cs-137, Co-60의 경우는 초기 방사능 구름 또는 방사능 구름이 지나가는 동안 흡입한 방사성 물질에 의해 피폭될 수 있다. Am-241의 경우는 초기 방사능 구름이 지나가는 동안 흡입한 Am-241에 의해 심각한 내부 피폭을 받을 수 있다.

또한 오염 지역에서 대피하지 않는 잔류 거주민들은 방사능 낙진에

〈표 3〉 HOTSPOT 컴퓨터 코드를 이용한 모의 방사능 테러 결과(예)[3]

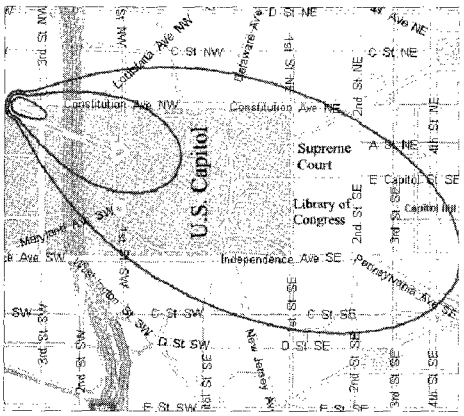
방사선원	방사선량(Ci)	폭발물(파운드)	방사능 오염 면적	피해 규모(잔류 거주민 대상)
Cs-137	2	10	5개 블록	1000명당 1명으로 암 발생
			40개 블록(1km^2)	10,000명당 1명이 암 발생
Co-60	10,000	확산에 충분한 폭발물 양	300개 블록	40년 동안 10명당 1명이 암으로 사망
			맨하탄 전지역	인구 100명당 1명이 암으로 사망
			1000 km^2	방사능으로 오염
Am-241	10	1	10개 블록	1000명당 1명이 암으로 사망
			60개 블록	환경보호청(EPA) 안전지침 기준 초과

의해 침적된 Cs-137, Co-60으로부터 외부 피폭을 받을 수 있고, 바람 또는 기타 상황에 의해 공기 중으로 확산되는 분진에 의해 포함된 Cs-137, Co-60 및 Am-241을 흡입함으로써, 추가적인 내부 피폭을 받을 수 있다.

그러므로 감마 방사체의 경우에는 방사능 테러 발생시 즉각적으로 그 지역을 대피하여야 하며, 알파 및 베타 방사체의 경우는 초기 방사능 구름이 지나가지 전에 그 지역에 있었다면, 대피하더라도 방사성 물질의 흡입 여부에 대한 의료 검진을 받아야 할 것이다.

〈표 3〉에서, 2Ci의 Cs-137의 경우는 약 40개 블록이 방사능으로 오염되어, 잔류 거주민 10,000명당 1명이 암이 발생하는 것으로 나타났다. 10,000Ci의 Co-60의 경우는 방사능 오염이 심하여 300개 블록 내에서 40년 동안 잔류 거주민 10명당 1명이 암으로 사망할 확률을 갖는 것으로 나타났다.

10Ci의 Am-241은 폭발물 1 파운드로 광범위한 확산이 발생하지는 않았으나, 방사성 구름이 지나가기 전에 대피하지 않은 시민들은 내부 피폭 여부에 대한 의료 검진을 받아야 할 것이다.



안쪽 링 : 잔류 방사선으로 인구 100명당 1명이 암이 발생할 구역
중간 링 : 잔류 방사선으로 인구 1,000명당 1명이 암이 발생할 구역
바깥 링 : 잔류 방사선으로 인구 10,000명당 1명이 암이 발생할 구역

〈그림 1〉 워싱턴 DC에서 Cs-137 폭탄으로 인한 방사능 오염 피해 모사

국제 동향 분석

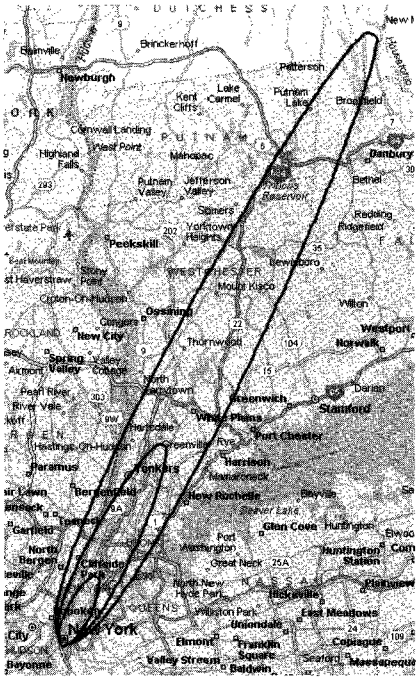
1. 국제원자력기구(IAEA)

IAEA는 9.11 테러 이전부터 방사선원 관련 사고 및 불법 거래 보고서들을 통하여 규제 제도가 미약하거나 없는 국가들에서 발생될 수 있는 방사선원의 밀수·도난 등의 보안 위험을 부각시켜 왔다.

이와 관련하여 1994년에 IAEA는 각국 정부가 신고·허가·검사 체계 등의 규제 제도를 수립할 수 있도록 「전리 방사선 방호 및 방사선원 안전을 위한 국제 기초 안전 기준(BSS)」을 제정하였으며, 이의 이행을 지원하고자 「모델 프로젝트(Model Project)」를 발족하였다.

모델 프로젝트는 참여국들이 ① 규제 당국의 입법, 규제 법령, 임명 및 권한과 방사선원의 신고, 허가 및 관리 체계를 구축하고, ② 직업, 의료 및 대중의 피폭 관리 체계를 수립하며, ③ 비상 사태시 대응 체계의 구축을 지원하는 데 목적을 두고 있다. 그 결과, 참여국의 약 75%가 법을 제정하였고 규제 부서를 설립하였으며, 약 50%는 방사성 물질 규제법을 채택·적용하여

3) 자료 출처 : http://www.fas.org/ssp/docs/030602-kellytestimony.htm



〈그림 2〉 뉴욕시에서 Co-60 폭탄으로 인한 방사능 오염 피해 모사

방사선원의 신고, 인허가 및 관리를 위한 체계를 갖추고 있다.

또한 IAEA는 1999년에 「방사선원의 안전 및 보안을 위한 국제 행동 계획」을 수립하였다. 이 행동 계획을 통하여 IAEA는 방사능비(activity ratio)에 따라 방사선원을 5개군으로 분류하였으며, 보안 강화에 중점을 둔 「행동 수칙」을 마련하였다.

방사선원 분류 군 중 테러에 전용될 수 있는 것은 방사능비가 1 이상인 1, 2, 3군으로 판단된다. 1, 2, 3군에는 열전기 발생 장치, 조사 장치, 의료 장비, 석유 탐사 측정, 치수 측정에 사용하는 Cs-137, Co-60, Sr-90, Am-241의 방사선 원이 있다. 선별된 위험 방사선원들을 중심으로 보안을 강화한다면 테러단으로 방사성 물질이 유입되는 것을 효율적으로 방지할 수 있을 것이다.

한편 IAEA는 2003년 3월 오스트리아 컨퍼런스에서 각 회원국들에게 규제를 받지 않는, 즉 고아선원 중 보안 위협이 높은 방사선원에 대한 위치 파악, 탐색, 회수 및 보안을 강화할 것과, 불법 거래를 탐지, 방지 및 대응하기 위한 조치들을 강화할 것과, 방사능 비상 사태시 규제자, 사용자 및 시민들이 적절히 대처할 수 있도록 교육 훈련을 계획하고 이행할 것을 권고하고 있다.

무엇보다도 이러한 시스템이 효과적으로 수행되기 위해서는 각국의 정부가 보안을 강화하고 이에 대한 재정을 지원해야 할 것이다.

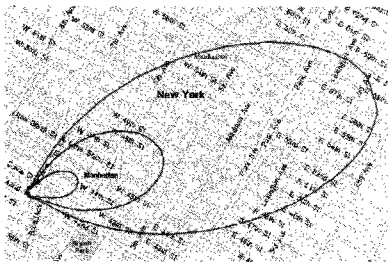
IAEA는 1990년대 초·중반에는 방사성 물질과 관련하여 각 회원국이 규제 제도를 도입할 수 있도록 BSS, 모델프로젝트 등의 제도를 마련하였고, 1990년대 말부터는 회원국들에게 방사선원의 보안을 강화하고 합리적인 규제 제도를 구축할 수 있도록 IAEA가 제정한 「행동 수칙」 및 「국제 행동 계획」을 도입하거나 이행할 것을 요구하고 있다.

9.11 테러 이후에는 각 회원국 차원에서 핵물질 및 방사성 물질을 이용한 실제적인 테러 행위 방지와, 그 피해 감소를 위하여 규제 당국과 대중에게 교육 및 훈련 강화 프로그램을 개발하고 이행할 것을 촉구하고 있다.

2. 미 국

미국은 실제적인 방사능 테러 위협을 받고 있는 국가로 방사선원의 보안 강화를 위한 활발한 움직임을 보이고 있다. 미국은 방사능 폭탄에 전용될 수 있는 방사선원들의 보안 위협 요소를 제거하기 위하여 에너지부(DOE)·원자력규제위원회(NRC)·EPA를 중심으로 다음 조치들을 계획 또는 수행하고 있다.

첫째, 방사선원의 불법 거래를 방지를 위하여, 방사선원의 소유 허가 전에 사용자의 합법성을 검증하고, 사용 허가가 나면 검사 횟수를 늘려 강화된 규제 감독을 유지한다. 그리고 최종 사용자들을 검토할 수



안쪽 링 : 잔류 방사선으로 인구 100명당 1명이 암으로 사망할 구역
중간 링 : 잔류 방사선으로 인구 1,000명당 1명이 암으로 사망할 구역
바깥 링 : 잔류 방사선으로 인구 10,000명당 1명이 암으로 사망할 구역

〈그림 3〉 뉴욕시에서 Am-241 폭탄으로 인한 방사능 오염 피해 모사

있는 수출 허가 제도 및 수출 조건을 마련한다. 또한 방사선원의 밀수 방지를 위한 국경 지대 및 항구 보안을 강화하고, 방사선원에 대한 향상된 방호, 검출 및 추적 기술을 확보한다.

둘째, 사용하지 않는 방사선원의 처분을 위하여, 의료 · 산업 · 건설 등의 현장에서 사용하지 않는 방사선원들을 회수하고, 그것들을 안전한 저장소에 보관하기 위한 국가 프로그램을 개발하거나 운영 자금을 보장한다.[4] 그리고 사용하지 않는 방사선원의 즉각적인 처분을 위한 장려금 제도를 설립하고, 장수명 및 고준위 방사선원에 대하여 미국 내에 영구 처분장을 건설한다.

셋째, 규제를 벗어난 고아선원에 대한 분실 · 도난 등의 문제 해결을 위하여, 보안이 요망되는 위험 방사선원에 대한 회수에 집중하며, DOE · NRC · EPA가 공동으로 수행하고 있는 방사선원의 회수 프로그램인 「미국 방사선원에 대한 이니시어티브」에 자금을 지원한다. 특히 미국은 구소련 독립국의 방사선원에 대한 문제 해결을 위하여 재원을 마련하고, 방사선원의 추적관리 및 보안을 강화하기 위하여 IAEA의 'orphan' 선원의 회수 프로그램에 적극 참여하고 있다.

넷째, 미약한 규제 제도를 가진 국가를 지원하기 위해 IAEA의 방사성 물질 규제 강화 프로그램에 대한 지원 정책을 확대한다. 또한 IAEA의 「행동 수칙」을 모든 회원국들이 따를 것을 장려하며, 방사선원을 보유하고 있지만 규제 지침이 없는 IAEA 비회원국들에게 제도를 구축할 수 있도록 지원 노력을 강화한다.

마지막으로, 향후 발생될 방사선원의 보안 위협을 감소시키기 위하여, 상대적으로 확산이 곤란한 방사선원 제조자를 장려하고, 필요한 방사선원의 방사능 준위를 최소화하며, 방사선원 대신 가속기와 같은 비방사선 대체 장치의 사용을 장려한다.

3. 유엔(UN)

UN에서는 미국에 대한 테러단들의 방사능 테러 음모가 발각되고, 방사성 물질의 밀수 및 도난에 대한 경고가 잇따르면서 방사능 무기에 대한 방비가 필요함을 인식하였다. 이에 군축 회의(CD)는 IAEA에서 다루어지고 있는 방사성 물질에 대한 물리적 방호와 UN 내의 비정부기구들에 의해 수행되고 있는 방사능 테러의 방지책을 연계하여 다자간 수준에서 방사능 무기의 사용을 저지시키려 노력하고 있다.

현재 국제적으로 법적 구속력이 있는 방사성 물질에 대한 물리적 방호 방법은 없다. 핵물질방호협약은 방사선원이나 핵물질의 국내 저장 · 운송 또는 사용에는 적용되지 않는다.

유엔은 IAEA의 「방사선원의 안전 및 보안에 관한 행동 수칙(Code of Conduct)」 및 INFCIRC/225/Rev.4에 법적 구속력을 갖도록 노력하고 있으며, IAEA에 의해 추진되고 있는 방사선원의 안전 및 보안에 관한 권고 사항들을 각국에게 장려하여 방사성 물질의 통제를 강화하려 노력하고 있다.

궁극적으로 유엔은 기존의 국제기구들에 의해 추진되고 있는 방사선원의 안전 및 보안에 관한 제도 ·

4) 2002년 현재 DOE는 3,000개 이상의 사용하지 않는 방사선원을 안전하게 처리했지만, 예산 부족으로 10,000개 이상의 사용하지 않는 방사선원을 처리하지 못하고 있다.

법 등을 국제적으로 법적 구속력이 갖는 시스템을 갖추려 노력하고 있으며, 이를 통하여 각국이 방사선원의 불법 거래, 위험 선원에 대한 관리를 강화하여 방사능 테러의 기회를 감소시키고자 하는 데 목적을 두고 있다.

그러나 국제적인 법제화가 이루어질 경우 방사선원의 수출 · 통제 · 보안에 대한 업무 증대, 각국의 이해 관계 등이 얽혀 있어 추진에 어려움을 겪고 있다.

우리의 대응 방안

1. 방사능 테러의 위협 감소 방안

방사능 테러를 예방하기 위해서는 무엇보다도 방사능 테러의 위협 요소를 발굴하고, 이를 해결하기 위한 대응 전략이 필요하다. 방사능 테러가 발생하기 전 상황에서의 주요 위협 요소는 방사선원의 불법 구입 · 절도 등 방사선원의 보안과 관련되어 있다. 따라서 직면할 수 있는 방사선원의 보안 위협에 대처하기 위한 다음의 방안들을 제시하고자 한다.

첫째, 위험 방사선원들을 규명하고 관리를 강화한다. IAEA의 방사선원 분류 기준(TECDOC-1344)을 참고하여 우리 나라도 방사선원의 위협 및 위험도에 따라 방사선원의 목록을 작성하고, 이를 바탕으로 각 분류군별 보안 수준을 결정 · 관리하여야 한다. 특히 분류군 중 높은 보안 위협을 받을 수 있는 방사선원들은 주기적인 감시 관리가 필요하다.

둘째, 위험 방사선원의 장기간 관리를 강화한다. 사용하고 방치되어 있는 방사선원에 대하여 즉각적으로 회수 및 처리할 수 있는 프로그램의 운영을 강화한다. 그리하여 장기간 방치로부터 발생될 수 있는 도난 · 분실의 위험을 해소하여야 한다.

셋째, 방사선원에 대한 비인가자의 접근 및 비인가자로의 이전을 방지하기 위하여 규제 기관을 중심으로 방사선원의 추적 관리가 강화되어야 한다. 특히 불법 거래 사고에 대한 국제 사회의 경험 및 정보를 얻기 위하여 국제 협력이 필요하다.

넷째, 주요 위험 국가에 대한 방사선원의 수출입 조건을 강화할 필요가 있다. 하나로를 보유하고 있는 우리 나라는 향후 방사선원의 수출이 활성화될 것은 자명한 일이다. 이와 관련하여 규제 및 보안이 미약하거나 테러 활동 지역 국가들에 대한 수출시 최종 사용자를 확인 및 검증할 수 있는 수출 조건 및 제도를 강화하여 테러단이 제삼자를 통한 구입으로 방사선원을 획득하는 것을 방지할 수 있어야 한다.

다섯째, 첨단 방사선 탐지 장비의 확보 및 설치를 확대하여야 한다. γ선원은 물체에 대한 투과도가 우수하여 방사선 검출 장비로 탐지가 비교적 용이하다. 그러나 Am-241 · Sr-90 등 α 및 β선의 방사선원들은 간단한 차폐물을 이용할 경우 다량의 방사능 양을 갖고 있어도 공항 및 항만으로 불법 반입시 탐지 및 통제하기가 쉽지 않다. 그러므로, 방사선 감시 및 탐지 능력을 강화하기 위하여 방사선 검출 장비의 기술 개발을 장려하고, 개선된 장비의 설치 · 운영을 확대하여야 한다.

여섯째, 방사능 테러의 예방은 한 국가의 노력으로는 역부족이다. 세계 약 100여개국에서 위험 방사선원이 존재하며, 50개국 이상이 적절한 규제 제도 및 보안이 미흡한 실정이다. 따라서 IAEA를 비롯한 국제 기구와 협력을 통하여 'orphan' 선원에 대한 회수 및 미약한 규제 제도를 갖는 국가에 대한 지원 프로그램에 참여하여 세계 방사선원의 보안 위협을 해소하여야 한다.

2. 방사능 테러의 피해 감소 방안

우리 나라는 원전 사고와 관련하여 방사성 물질의 누출 심각성을 고려하여 발전소 건물 내에 국한되는 백색 비상, 원자력 시설 부지 내에 국한되는 청색 비상, 원자력 시설 부지 외부까지 피해가 확대되는 적색 비상으로 등급을 구분하여 대응하고 있다. 그러나 방사능 테러에 대해서는 아직까지 등급별 대비책을 마련하고 있지 못하다.

방사능 테러 발생시 방사능 오염 지역에서의 장소 · 시간 · 날씨 등을 고려한 현장의 방사선량 측정으로부터 주민 대피 및 비상대응 지역 등을 결정한다는 것은 상당한 오류를 범할 수 있다.

따라서 방사성 물질의 대기 확산 프로그램의 모사 및 실험실 규모의 실험을 통하여, 방사선원의 형상, 입자 크기, 방사능 및 폭발물의 양, 기상 조건, 시간 등에 따른 방사능 피해 규모를 미리 평가하여 등급별 데이터 베이스를 구축하여야 한다.

이를 통하여 실제 방사능 테러 지역의 방사선량 측정과 구축된 데이터 베이스를 비교 · 분석하여 주민 대피 거리 및 장소, 비상 대응 지역 등을 정확하고 신속하게 결정할 수 있어야 한다.

방사능 테러 발생시 방사선의 신속한 탐지 또한 피해 감소를 위한 중요한 인자이다. 이를 위하여 기존 원자력발전소 주변을 중심으로 구축된 환경 방사선 자동 감시망을 대도시의 인구 밀집 지역에도 확대 · 적용하여야 한다. 이를 바탕으로 테러 발생 지역의 방사능 오염도 및 확산 상황을 지속적으로 추적 · 관리할 수 있어야 한다.

또한 주민이 방사선 비상 사태를 신속하게 인식하고 대피할 수 있도록 조기 경고 및 경보 시스템을 구축하고, 이를 환경 방사선 자동 감시망 및 이동용 방사선 검출 장비와 연계하여 운영하여야 한다.

방사능 테러의 효과는 즉각적이라기보다는 장기적일 것이다. 그러므로 초기 비상 대응은 물론 피해 지역에서 장기간의 피해를 억제하기 위하여 단기간에 방사능 오염을 효과적으로 제거할 수 있는 기술을 확보하여야 한다. 기존의 제염 방법들은 1940, 50년대 핵무기 사용에 대비하여 개발된 기술로 그 수준이 낙후되어 있다.

방사능 테러의 경우 주요 위험 방사선원별로 효과적 제염 방법을 확보할 수 있도록 신기술의 개발을 장려하고, 이를 위하여 필요한 예산을 지원하여야 한다.

피해 지역의 상황, 주민 대피, 비상 조치 등 일련의 방사능 테러와 관련하여 하나의 변수는 언론 매체이다. 방사능 방재 주관 부서는 언론 매체의 추측성 과장 오보 및 대량의 정보 제공으로 국민의 과도한 공포감 및 사회 혼란의 위험을 방지하여야 한다.

방사능 방재 주관 부서가 언론 매체를 통제(control)할 수는 없다. 그러나 평소에 주관 부서가 방사능 재해 관련 언론 매체를 교육시키고, 재해 발생시 연합 정보 센터를 통하여 정확하고 신뢰성 있는 정보를 제공하여 언론 매체를 적절히 관리(manage)할 수 있어야 한다.

방사선 비상시 연합 정보 센터에서는 주민 대피령 및 대국민 홍보문을 사전에 평가된 등급별 위험 수준에 따라 차등적으로 작성하여 언론 매체에 제공하여야 한다.

결 론

세계는 방사선 및 방사성 동위원소를 이용하여 공업 · 의료 · 농업 · 환경 등의 분야에서 다양하게 이용하고 있으며, 선진국을 중심으로 방사선 기술을 나노 기술(NT) · 바이오 기술(BT) · 환경 기술(ET) · 정보 기술(IT) 등의 신기술 산업과 연계하여 산업 규모를 점차 확대되고 있으며, 방사선 기술 산업은 급속하게 발전될 것으로 전망된다.

그러나 9.11 테러 이후 일부 테러단의 방사능 테러 방법의 획득 및 테러시도 의혹으로 세계의 평화를 위협하고 있다. 방사능 폭탄에 전용될 수 있는 위험 방사선원으로는 조사 장치, 의료 장비, 열전기 발생 장치, 석유 탐사에 사용되는 Cs-137 · Co-60 · Ir-192 · Sr-90 · Am-241 등이 있다. 테러단은 방사능 폭탄을 대량 살상 무기보다는 광범위한 지역을 방사능으로 오염시켜 대중에게 공포감, 사회 혼란, 경제 및 체제 붕괴 등을 유발시키는 대량 혼란 무기로써 사용할 수 있다.

이에 대하여 국제 사회는 테러단의 불법 거래를 방지하기 위하여 방사선원의 관리 제도를 개선하고, 방사성 물질의 분실 · 도난 등을 방지

하기 위하여 사용하지 않는 방사선원의 즉각적인 처분 · 회수 등의 보안 조치를 강화하고, 이러한 방사선원의 규제 제도 · 법 등이 국제적인 법적 구속력을 갖도록 하여, 각국 자체가 방사선원에 대한 보안을 강화할 수 있도록 노력하고 있다.

우리 나라는 방사능 테러의 위협 및 피해의 최소화 차원에서 방사선원의 보안 및 방사능 방재 조직을 강화하여 비상 대응 능력을 향상시켜야 한다.

먼저 방사선원의 보안 강화를 위하여, 방사선원의 위험도에 따라 목록을 작성하고, 방사선원의 추적 관리 및 방사선원의 수출입 조건을 강화하며, 공항 및 항만에서 불법 반입에 대한 탐지 능력을 강화하기 위하여 개선된 방사선 감시 장비를 확보 · 설치하며, 국제 기구와 협력을 통하여 불법 거래에 대한 경험 및 정보를 조기에 입수하고 대응책을 마련하여야 한다.

또한 방사능 테러의 피해를 최소화하기 위하여, 기존 구축된 환경 방사선 자동 감시망을 대도시의 인구 밀집 지역에도 확대 · 적용하고, 이를 조기 경고 및 경보 시스템과 연계하여 방사선 비상 사태시 국민이 신속하게 대피할 수 있도록 하며, 피해 지역에서 장기간의 피해를 억제하기 위하여 단기간에 방사능 오염을 효과적으로 제거할 수 있는 기술을 확보하며, 언론 매체의 추측성 과장 오보로 국민의 과도한 공포감 및 사회 혼란을 방지하기 위하여 언론 매체를 교육시키고, 적절히 관리할 수 있어야 한다.

〈참고 문헌〉

정익, 양맹호, 김현준, 방사선 이용기술의 국내?외 동향, 춘계학술발표회, 한국원자력학회, 2002.

양맹호, 오근배, 이한명 외, 국가 원자력경쟁력 강화방안에 관한 연구, KAERI/RR-2265/2001,

한국원자력연구소, 2001.

2003 원자력연감, ISSN 1229-0068, 한국원자력산업회의, 2003.

제4회 방사능방재대책 워크숍, KINS/TR-049, 2003.

Michael A. Levi, Preventing Nuclear and Radiological Terrorism, 제12회 화랑대 국제심포지움

논문집, 육군사관학교, 2003.

Stuart Carr, Teresa S. Barich, Jerry A. Klein, etc., Beneficial Uses and Production of Isotopes,

OECD/NEA, 2000.

Charles D. Ferguson, Tahseen Kazi, Judith Perera, Commercial Radioactive Sources: Surveying the Security Risks, Monterey Institute of International Studies, Occasional Paper No. 11, January, 2003.

Public Interest Report, Journal of the Federation of American Scientists, Vol. 55. No.2, 2002.

International Conference on Security of Radioactive Sources, IAEA, Mar. 2003.

Michael A. Levi, Henry C. Kelly, Weapons of Mass Disruption, Scientific American, Nov. 2003.

Charles D. Ferguson, Reducing the Threat of RDDs, IAEA Bulletin, Vol.45, No.1, 2003.

R. Cameron, B. Dodd, Security of radioactive sources, IAEA-TECDOC-1355, IAEA, 2003.

B. Dodd, T. McKenna, J. Wheatley, Categorization of radioactive sources, IAEA-TECDOC-1344,

IAEA, July 2003.

http://www.terrorismanswers.com/weapons/dirtybomb.html.

http://www.cns.miis.edu/research/nuclear.htm.

http://www.fas.org/terrorism/index.html.

http://www.pbs.org/wgbh/nova/dirtybomb.