

방사성동위원소이용진흥을 위한 RI 폐기물관리현황과 합리적 개선방안 고찰



이 병 옥

한국방사성동위원소협회
부설 동위원소교육연구원

1. 서론

2002년 12월말 현재 우리나라의 RI 등 기관수는 1,998개로 이용기관별로 구분하면 산업체가 1,009개(비파괴업체 포함), 의료기관 130개, 연구기관 220개, 교육기관 197개, 공공기관 308개, 판매업체 123개 및 기타 11개 기관으로서 1980년 이후 년 평균 약8%씩 증가하고 있다. 또한 사용량도 2002년 말 현재 총 329,122Ci(밀봉선원 311,759 Ci, 비밀봉선원 17,363 Ci)로서 전년도에 비하여 약 33% 증가하였다.

정부는 2001년 제2차 방사선 및 방사성동위원소 이용진흥계획을 수립하고 방사선 및 방사성동위원소이용진흥법을 제정, 공포하여 적극적인 이용활성화를 추진하고 있어 방사성동위원소 사용량이 더욱 증가할 것으로 예상되어 이에 적합한 RI폐기물관리개선이 현안 과제로 대두되고 있다.

RI폐기물은 대부분이 저준위, 단반감기 핵

종을 포함하며, 병원의 감염성폐기물을 비롯하여 동물사체, 유기용매, 실험기기류, 장갑, 의류 및 일반쓰레기 등 다양한 종류로 이루어져 있다. 이와 같이 RI폐기물은 원전에서 발생하는 방사성폐기물과는 핵종의 종류와 내용, 규모 및 반감기 등 물리 화학적 특성 등에서 확연히 다르며, 가연성이 약 70%이상을 차지하고 있어 이에 적합한 관리방법이 요구된다.

현재 우리나라는 RI 폐기물을 원전방사성폐기물관리 구조 안에서 중, 저준위폐기물로 일괄 취급하고 있어 위탁처리비용이 종전에 비해 크게 증가하여 이용자 부담이 됨은 물론 이용진흥에 저해요인이 되고 있다.

방사성동위원소의 이용기관은 대부분 영세하고 기술수준이 낮기 때문에 생산 및 공급이 아무리 원활하고 유통이 잘되어 소비가 활성화되더라도 폐기물 처리절차가 까다롭고 비용이 부담되면 진정한 이용증진을 바라기는 어렵다.

더욱이 일반대중의 안전에 대한 의식수준과 환경에 관심이 고조되어 있는 현실을 감안할 때 방사선안전성 확보는 당연한 전제조건이며 이용자 입장을 고려한 보다 합리적인 개선방안 개발이 RI 이용진흥에 필수적인 과제이다.

2. RI 폐기물의 특성

RI 폐기물은 이용하는 방사성동위원소의 종류에 따라서 밀봉선원폐기물과 개봉선원폐기물로 구분된다. 밀봉선원폐기물이라 함은 밀봉된 방사성동위원소로서 방사능 농도가 감소되어 사용가치가 없거나 사업의 일부 또는 전부를 휴, 폐지함으로써 더 이상 사용가치가 없어 폐기의 대상이 되는 밀봉선원을 말하고, 개봉선원폐기물이라 함은 밀봉선원을 제외한 잡고체류와 액체류의 폐기물을 말한다.

RI 폐기물 발생량은 그 부피나 처리 빈도로 볼 때 개봉선원 폐기물이 대부분을 차지하며 주 발생원은 의료기관이다. 방사성동위원소 내장기기의 밀봉선원은 사용기관에 따라 용도 폐기하는 기간이 결정되어 폐기물 발생을 예측하기 어렵기 때문에 각 기관이 보유하고 있는 내장기기의 이력관리에 철저를 기해야 한다.

산업자원부고시 <방사성폐기물의 인도 및 비용에 관한 규정>에 의하면 RI 이용기관에서 발생하는 RI폐기물은 수거 및 처리 시 그 특성에 따라서 다음과 같이 분류하고 있다.

- 가연성(종이류)
 - 종이류 : 휴지, 종이컵 등
 - 섬유류 : 거즈, 솜, 흡수지, 시험지 등 · 나무류

- 가연성(플라스틱류)
 - 플라스틱류 : 주사기, Vial, Bead, Tube, Tray, Tip, Cup 등
 - 고무류 : 장갑
 - 비가연성(압축성)
 - 유리류 : Vial, Tube, Beaker, 시약병
 - 압축성 금속류
 - 비가연성(비압축성)
 - 금속류 : 주사바늘, Tc-Generator, Planc-het
 - 콘크리트류 : 콘크리트, 흙 등
 - 폐 필터 : • HEPA 필터, Prefilter
 - 유기폐액 : • 유기용매류(용매함유폐액)
 - 무기폐액 : • Vial 병내 잔액의 세정액 등
 - 동물사체 : • 동물사체, 배설물 등
 - 밀봉선원폐기물
 - 밀봉선원류, 선원내장기기 등
- RI 폐기물은 이용목적에 따라서 그 종류와 특성이 상이한 점이 있으나 대부분이 개봉선원폐기물로서 단 반감기이고 비 방사능이 낮아 분류 및 취급방법이 비슷하고 핵종이 명백하고 단순하여 합리적으로 관리하는데 중요한 요소가 될 수 있다.

그러나 H-3, C-14 등과 같이 반감기가 긴 핵종도 있으므로 이용자 스스로 그 특성을 감안하여 발생당시부터 별도로 분류하는 등 알맞은 관리대책이 중요하다.

극저준위의 개봉선원 폐기물은 과학기술부 고시 제2001-30호 『방사성폐기물의 자체처분에 관한 규정』에 따라 발생기관에서 자체처분이 가능하지만 이들 RI폐기물의 자체처분 행위는 병원, 대학 및 연구기관 등 이용기관이 대도시와 인근 외곽에 위치하고 있으므로 방사선안전에 대한 일반 대중의 신뢰

와 환경보호 측면에서 믿음을 줄 수 있는 철저한 관리와 세심한 주의가 필요하다.

의료기관에서 사용되고 있는 개봉선원은 I-125, Tc-99m, I-131, Au-198, Tl-201, Xe-133, Ga-67 등으로 이들 핵종은 주로 환자의 진단 및 치료목적으로 사용되며, 그 사용목적에 따라서 체외검사(In-Vitro)와 체내검사(In-Vivo) 및 치료로 분류하고 있다. 사용목적에 따라서 발생하는 RI 폐기물은 체외검사인 경우 바이알, 튜브, 시험관, 구슬, 비닐장갑, 휴지 등 고체폐기물이 있으며 반응되지 않은 추적자 및 실험기구의 세척 시 발생하는 폐액 등 액체폐기물이 있다.

체내검사의 경우 주사기, 바이알, 비닐장갑, 스폰지, Tc-99m 발생기, 컵, 스트로우, 휴지 등의 고체폐기물이 발생되고, 치료시의 경우 주사기, 컵, 스트로우, 비닐카바, 휴지, 플라스틱류 등의 고체폐기물이 발생되며 방사성동위원소가 투여된 환자의 배설물(대, 소변)도 중요한 관리 대상이다.

기체폐기물은 승화성이 있는 핵종(예 I-131 등)을 사용할 때 발생할 수 있으며 Xe-133, Kr-85 등은 심폐기능 검사 및 뇌혈류 측정에 사용되어 폐기가스 형태로 발생될 수 있다. 또 다른 형태의 RI 폐기물은 의학적 연구목적으로 사용되는 동물(주로 mouse, rat)의 사체가 폐기물로 발생되며 이것은 종류와 크기가 다르고 보관 및 취급이 어렵다.

특히 의료 또는 연구기관에서 발생하는 헤파타이티스 폐기물은 취급과정에서 사람 및 환경이 오염되지 않도록 멸균소독을 실시해야 한다.

교육 및 연구기관에서는 유전공학 및 신약 개발 등 각종 연구 및 교육을 목적으로 주로

추적자로서 I-125, I-131, H-3, P-32, C-14, S-35 등이 사용되고 있으며 사용시 발생하는 RI 폐기물은 의료기관과 비슷하게 바이알, 튜브, 시험관, 비닐장갑, 휴지 등의 고체폐기물과 쓰고 남은 방사성동위원소와 실험기구의 세척폐액 및 시험분석 과정에서 발생하는 유기폐액과 무기폐액이 많이 발생된다.

산업체에서 개봉선원은 주로 형광용 도료로 Pm-147, H-3 등이 사용되고 있으며 또한 반도체제품의 누설검사를 목적으로 Kr-85가 사용되고 있다. 형광용 도료로 핵종을 사용할 경우 발생하는 RI 폐기물은 바이알, 비닐장갑, 휴지 등의 고체폐기물과 실험기구의 세척폐액이 있다. 또한 반도체 제품의 누설검사 시에는 기체폐기물이 발생된다. 밀봉선원은 암치료, 비파괴검사, 농작물의 품종 개량, 멸균소독, 식품보존, 암석 및 지층의 연대측정, 생산업체의 품질관리업무 등 의학과 농수산업, 공업 및 각종 시험분석 등에서 비교적 반감기가 길고 방사능이 높은 핵종을 폭넓게 사용하고 있다. 이러한 목적으로 사용되는 주요 밀봉선원 핵종은 Ir-192, Co-60, Cs-137, Kr-85, Ni-63, Am-241, Fe-55, Pm-147 등으로 폐기시의 방사능은 수 mCi에서 수천 Ci에 이르기까지 다양하므로 취급 및 폐기시 세심한 주의가 필요하다.

3. RI 폐기를 관리실태

3.1 관리체계의 변천사

우리나라는 1970년대 말 원자력발전이 시작된 이래 1980년 초부터 본격적인 원자력시대에 돌입함으로써 1984년 10월 정부주관으로 방사선안전을 우선적으로 고려한 방사성

폐기물 기본대책을 수립하여 실질적인 RI 폐기물관리에 대한 발판을 마련하였다. 정부는 1986년 한국원자력연구소에 RI 폐기물의 발생량 파악, 수거용기의 선정 및 수집절차와 처리지침을 수립토록 하고, 한국방사성동위원소협회로 하여금 RI 폐기물수거업무 시행에 따른 구체적인 방안을 수립토록 하였으며, RI 이용기관이 대부분 영세사업자이기 때문에 폐기물의 처리, 처분을 위한 초기투자비를 염출하는 것이 어려워 1988년 12월 제221차 원자력위원회의 결정에 따라 RI 폐기물관리를 위한 초기투자비를 방사성폐기물관리기금에서 우선 지원토록 하였다.

1989년 6월 16일 원자력법시행령 『방사성폐기물 관리기금』이 공포됨에 따라 총 23.2억원의 예산을 한국원자력연구소가 승인 받아 그해 10월부터 본격적인 RI 폐기물관리사업이 착수되었다. RI 폐기물관리사업의 원활한 수행을 위하여 본 사업 주관업무는 한국원자력연구소가 담당하고, 한국방사성동위원소협회는 수거 및 운반에 관한 업무를, 원자력안전기술원은 인, 허가, 심사 및 안전규제 업무를 담당하기로 역할을 분담하고, 1990년 1월 두 차례에 걸쳐 서울과 대전에서 RI이용기관의 안전관리 책임자를 대상으로 수거 및 운반에 관한 제반절차 및 규정에 대하여 교육을 실시한 후 전문 용역업체로 하여금 수거, 운반토록 하였다. 그러나 발생기관의 인식부족과 규정 및 행정절차 미숙으로 인하여 실적이 저조하였으며 수차례의 시범수거, 지도감독 및 교육을 통하여 본 궤도에 올라게 되었다. 정부는 1990년 8월 28일 원자력법시행령 제 234조의 17에 의거 방사성동위원소이용자나 수거업체가 준수해야 할 RI폐기

물의 분류, 수거 및 인도에 관한 사항을 규정 한 고시를 제정하여 공포하였다. 한국방사성동위원소협회는 1992년 2월 중순부터 폐기물 수거 및 운반 업무를 주관하여 본격적으로 실시하여 3차에 걸친 용역사업에서 자체관리 기술과 차량 및 장비를 확보하여 자립기반을 구축하였으며, 1994년 1월 10일자로 정부로부터 RI 폐기물수거운반사업을 승인 받아 전담기관으로 일원화되었다.

이상과 같이 RI 폐기물관리사업은 한국원자력연구소가 주관하여 왔으나 1996년 국가원자력사업 관리체계 조정으로 전기사업법 및 원자력법 등 관련 법령이 개정됨과 동시에 방사성폐기물관리사업에 대한 주관기관이 한국원자력연구소에서 한국전력공사로 변경되어 1996년 12월 이후 한국수력원자력주식회사 산하기관인 원자력환경기술원으로 관련시설과 업무가 전부 이관되어, 산업자원부의 『방사성폐기물의 인도 및 비용에 관한 규정(1999.9.16)』에 따라서 원전방사성폐기물관리 체제하에 관리되고 있다.

3.2 관리체계

RI 폐기물관리는 원자력법 제84조(방사성폐기물의 처분제한)에 근거하여 1989년 6월 『방사성폐기물 관리기금』이 공포됨에 따라 한국원자력연구소가 사업주관이 되어 1990년대 말까지 위탁폐기를 실시하였으나, 1999년 8월 동 시행령 제228조의2(방사성폐기물 자체처분의 절차 및 방법)과 과학기술부 고시 제2001-30호 “방사성폐기물의 자체처분에 관한규정”이 공포되어 대부분의 의료기관은 관련 규정에 따라서 개봉선원폐기물을 자체처분하고 있다. 따라서 RI 폐기물관리체

계는 위탁처리와 자체처분으로 구분, 실시되고 있다. 위탁처리의 경우 폐기물의 수거 및 운반은 발생자가 직접 수행하거나 또는 한국방사성동위원소협회에 위탁하여 원자력환경기술원에 인도하고 있으며 그 관리체계는 다음 그림과 같다.

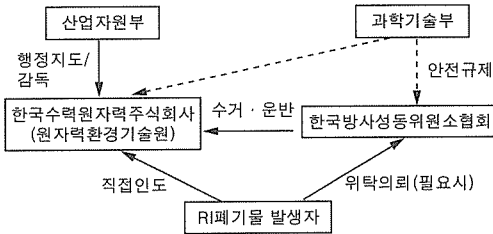


그림 1. RI 폐기물관리체계

RI폐기물의 위탁처리에 관한 제반사항은 산업자원부 고시 제1999-102호 『방사성폐기물의 인도 및 비용에 관한 규정』에 기술되어 있으며 폐기물관리사업자인 원자력환경기술원은 『방사성동위원소 등의 폐기물 인수에 관한 사업자치침서』를 작성하여 방사성폐기물 인도·인수에 필요한 세부기준 및 절차를 정하여 운영하고 있다.

RI폐기물 발생기관에서는 원자력환경기술원에 RI폐기물을 인수의뢰 하고자 할 때 개봉선원폐기물의 경우 한국방사성동위원소협회에서 폐기물 드럼을 제공받아 RI폐기물 종류별로 분류하여 포장한 후 원자력환경기술원에 인수의뢰 신청공문을 발송한다. 원자력환경기술원에서는 RI폐기물 인도일 20일 전에 인수계획을 통보하고, 산업자원부 고시 제1999-102호의 규정에 의거하여 관리비용을 고지한다. 발생기관에서는 관리비용을 납부한 후 한국방사성동위원소협회에 폐기물

드럼의 운반을 의뢰하여 원자력환경기술원에 RI폐기물을 인도한다. 밀봉선원폐기물의 경우에도 개봉선원폐기물의 경우와 절차는 비슷하지만 발생기관이 직접 원자력환경기술원에 폐기물을 인도하거나 또는 대행기관을 통하여 인도할 수 있다.

3.3 RI 폐기물 관리실적

1989년 10월부터 한국원자력연구소를 중심으로 본격적인 RI 폐기물관리 사업이 착수된 이래 1990년 8월 28일 RI 폐기물의 시범수거가 이루어져 3개 기관으로부터 32드럼을 수거하였으며 발생기관의 준비 및 인식부족으로 1991년 누적폐기물이 1,058드럼에 달하였다. 이후 정부의 끊임없는 지도감독과 교육 및 수차례의 시범수거/운반실시와 한국방사성동위원소협회가 1992년 2월부터 수거, 운반 등 관련 업무를 주관한후 1994년 1월 10일자로 정부로부터 전담기관으로 승인받아 일원화됨으로써 정상궤도에 이르게 되어 RI 폐기물 위탁처리량은 1990년대 말까지 꾸준히 증가하였다. 그러나 1999년 8월 과학기술부고시 제2001-30호 “방사성폐기물의 자체처분에 관한규정”이 공포되어 상당수의 의료기관은 자체처분 함으로써 아래 표에서와 같이 2000년 이후 위탁처리량이 크게 감소하였다. 한편, 1996년 말 정부의 방사성폐기물관리사업주체가 과학기술부에서 산업자원부로 변경됨에 따라 원자력환경기술원은 한국원자력연구소로부터 관련사업을 인수받아 소각시설의 개보수, 저장 및 압축설비를 포함하여 동물사체 냉동건조설비, 밀봉선원인수/검사설비, 밀봉선원폐기물 및 유기폐액저장 등 RI 폐기물관리에 필요한 제반 시설을 보

[논 단]

표 1. 연도별 개봉선원폐기물 수거현황(위탁처리)

단위: Drum (필터 : ea)

연도 \ 기관	산업체	의료기관	교육기관	연구기관	공공기관	계
1990	6	22	10	23		61
1991	11	119	8	42	17	197
1992	41	816	75	59	56	1,047
1993	61	1,073	115	75	43	1,367
1994	83	555	28	50	37	753
1995	155	555	183	22	33	948
1996	62	690	165	55	18	990
1997	6	842	260	210	24	1,342
1998	52	239	336	235	43	905
1999	114	273	394	340	72	1,193
2000	209	55	313	163	16	756
2001	26	48	196	97	16	383
2002	15	69	233	107	42	466
합계	841	5,356	2,316	1,478	417	10,408

주) 총 10,408 드럼중 8,673 드럼은 가연성, 비가연성, Hepatitis, 601 드럼은 비압축성, 1,024 드럼은 액체, 110 ea는 페필터

완하였다.

2002년도에 개봉선원폐기물은 의료기관 8, 연구 및 교육기관 57, 산업체 98 총 163개 기관으로부터 총 45,618.3ℓ 를 인수하였으며, 다음 <표 2>는 현재 개봉선원폐기물의 저장량을 나타낸다.

밀봉선원폐기물의 주요핵종은 Ir-192, Kr-85, Co-60, Cs-137, Am-241 등으로 1991년부터 인수하여 2002년 말 현재 총 인수량이 27,361개(1,448박스)이며, 이중에서 감용량은 77개(13박스)로서 저장량은 27,284개(1,435

박스)이다.

가. 개봉선원 RI폐기물 관리

□ 위탁처리

개봉선원폐기물의 수거량은 90년대 말까지 평균 6% 정도의 증가율을 보여 왔으나, 2000년 이후 자체처분제도의 실시 후 위탁처리량이 감소되어 2002년까지 위탁폐기 누계량은 10,408드럼으로서 이중 가연성이 약 76%이며, 의료기관이 50%이상을 차지하고 나머지

표 2. 개봉선원폐기물 저장현황

구 분	가연성			비가연성		비압축성		유기폐액		무기폐액	폐필터	합계
	100ℓ (드럼)	200ℓ (드럼)	100ℓ (드럼)	200ℓ (드럼)	50ℓ (드럼)	200ℓ (드럼)	20ℓ (통)	20ℓ (통)				
단 위	100ℓ (드럼)	200ℓ (드럼)	100ℓ (드럼)	200ℓ (드럼)	50ℓ (드럼)	200ℓ (드럼)	20ℓ (통)	20ℓ (통)	개			
저장량 (개)	6,878	529	178	95	442	72	983	41	110		9,328	
부피(ℓ)	687,800	105,800	17,800	19,000	29,178	14,400	19,660	820	12,710		907,168	
200ℓ 드럼	3,968	184		218		98		4	64		4,536	

비고 : 1. 허가용량 : 8,917드럼(200ℓ 드럼 기준)
 2. 비압축성(50ℓ)에는 비표준용기 15드럼(7,828ℓ) 포함

는 교육, 연구기관 및 산업체 순으로 위탁처리를 하였다. 한편, 개봉선원폐기물을 가장 많이 발생하는 의료기관의 경우 대부분 단 반감기 핵종으로서 2000년도부터 자체처분 함으로써 수거량이 크게 감소하고 있다.

다음 표는 2002년도까지 개봉선원 폐기물 기관별 수거현황을 나타낸다.

개봉선원폐기물은 종류별로 재분류하여 압축성은 압축처리하고 가연성은 2004년부터 전용 소각로를 이용하여 소각처리 할 계획으로

표 3. 연도별/기관별 개봉선원폐기물 인수현황

단위: Drum (필터 : ea)

구 분 기 관	RI 폐기물 종류						계
	가연성 (100ℓ)	비가연성 (100ℓ)	비압축성 (50ℓ)	헤파타이티스 (100ℓ)	액체 (20ℓ)	폐필터	
산 업 체	368	41	238	13	122	59	841
의료기관	3,911	623	87	617	97	21	5,356
교육기관	1,598	122	18		575	3	2,316
연구기관	1,135	101	14	5	210	13	1,478
공공기관	108	28	244	3	20	14	417
계	7,120	915	601	638	1,024	110	10,408

주) 가연성 총 7,120 드럼중 51 드럼은 200ℓ 용기에 적재, 비압축성 총 601 드럼중에는 43드럼의 200ℓ 용기와 비표준용기 10개(6,399)가 포함된 수치임.

표 4. 개봉방사성동위원소 폐기물 기관별 자체처분 현황

단위: ℓ (필터 : ea)

구분 기관	방사성폐기물 종류						계
	가연성 (ℓ)	비가연성 (ℓ)	비압축성 (ℓ)	동물사체 (ℓ)	액체 (ℓ)	폐필터	
산업체			-		38	-	38
의료기관	220,867	17,956	-	4,912	911,735	-	1,155,470
교육기관	12,130		-		27,903	-	40,033
연구기관	4,123	98	-		10,987	-	15,208
공공기관			-		7,000	-	7,000
계	237,120	18,054	-	4,912	957,663	-	1,217,749

저장시설에 보관중이며, 유기폐액은 기존 소각로를 개 보수하여 2003년도에 70통(1,400 L)을 소각처리 하였다. 무기폐액은 한국원자력연구소에 의뢰하여 폐액증발처리시설에서 151통(3,020 L)를 처리하였다. 그러나 동물사체는 인수실적이 없으며, 그 이유는 발생기관에서 냉동보관 된 상태로 인수, 인도를 시도하였으나 포장 및 운송상 어려움과 장기보관에 따른 약취 등으로 인도조건을 만족시킬 수 없었기 때문이다.

■ 자체처분

2002년도 자체처분은 규제기관에 신고한 실적을 기준으로 103개 기관에서 총 1,217,780 L를 처리하였으며, 대부분 의료기관과 일부 대학 및 생명과학연구소에서 발생한 단 반감기, 저 비방사능 핵종으로서 그 처리량은 증가하는 추세이다.

표 4는 2002년도 개봉선원폐기물의 자체처분량을 나타낸다.

나. 밀봉선원폐기물 관리

밀봉선원을 폐기하는 경우 원자력환경기술원의 인수기준(표면선량률 50mR/hr)에 따라 이용자가 자체 제작한 용기에 넣어 인도하고 있으며, 비파괴검사용 Ir-192 밀봉폐기선원은 발생된 상태로 차폐용기에 넣거나 선원부분과 꼬리부분을 분리한 후 차폐용기에 넣고 선원의 진위확인에 필요한 꼬리부분을 별도로 포장하여 동시에 인도하도록 하고 있다. 폐기대상 밀봉선원은 원자력환경기술원 소유의 밀봉선원 인수검사설비를 이용, 처리하여 선원부분은 집중관리하며, 재활용 가능한 선원은 별도 분리하며, 2002년도 Ir-192선원 처리량은 1,319 개이며 재활용반출량은 Am-241 외 2개 핵종 23.92L 이었다. 밀봉선원은 방사능의 세기와 크기에 따라서 차폐체에 넣어져 대형선원, 중형선원 및 소형선원으로 구분하여 관리하고 있으며, 초기에 도입된 방사선기기 내장선원들이 사용연수에 거의 도달하고, 비파괴검사업체의

표 5. 밀봉선원폐기물의 연도별 수거현황

단위 : ea

연도	기관	산업체	비파괴	의료기관	교육기관	연구기관	공공기관	계
1991		79				2	12	93
1992		5,522	630	2	1	1	90	6,246
1993		71	1	3				75
1994		183		13	1			197
1995		153	2,340	194				2,687
1996		210		115			42	367
1997		131		4		2	116	253
1998		318	475	10	6	3	121	933
1999		3,357	473	1,018	307	10	93	5,258
2000		744	3,320	2,217	15	20	35	6,351
2001		292	2,899	65	18	433	36	3,743
2002		458	622	8	22	30	18	1,158
계		11,518	10,760	3,649	370	501	563	27,361

Ir-192 사용량이 증가함으로써 폐기량 또한 증가추세이다. 상기 표에서 1999년도 이후 밀봉선원폐기물 수거량이 크게 증가하였는바, 이는 발생기관이 보관하고 있던 비파괴검사용 Ir-192 폐기선원을 일괄 위탁처리하고 연기감지기의 Am-241이 밀봉선원으로 취급되었기 때문이다.

한편, 2002년도에 수거된 폐기선원은 Co-60, Am-241, Kr-85, Pm-147, Fe-55 등으로서 116개 기관으로부터 1,158개(165상자)로서 전년도에 비해 1/3 정도로서 이는 정상 수거량에 해당된다.

4. 합리적 개선방안

정부에서 추진하고 있는 『방사선 및 방사성 동위원소 이용진흥계획』은 국민적인 신뢰와 이용자의 적극적인 동참을 이끌어 내기 위해서는 보다 합리적이고 발전적인 관리개선이 이루어져야 한다.

또한 정부의 이용진흥계획을 바탕으로 국민적 관심과 기대가 커지고 방사성동위원소 이용량 증가가 예상되는바, RI 폐기물관리에 적극적인 대처가 필요한 때이다.

RI폐기물은 90% 이상이 개봉선원폐기물로서 이에 대한 합리적인 관리는 중요하다.

따라서 개봉선원폐기물관리의 현안 문제점과 이용진흥에 부정적인 요인을 분석하여 이용자 편의관점에서 개선방안을 접근하는 것이 바람직하다.

가. 관리체계의 개선

■ 부정적인 요인

○ RI폐기물은 핵종의 이용목적과 종류, 규모 및 물리화학적 특성이 다양하고 가연성이 약 70%이상으로서 원전방사성폐기물과는 확연히 다름에도 불구하고 원전방사성폐기물과 구분하지 않고 중저준위 폐기물로 동일한 시스템 하에서 일괄 취급하고 있다. 정부의 방사성 폐기물관리사업주체 변경에 따라서 원자력환경기술원에서 RI폐기물관리사업을 인수받은 후 물가상승, 폐기물처리충당금 및 최종 처분 비용 등의 요인을 들어 1998년 초부터 위탁처리 단가를 계속 인상하여 개봉선원폐기물(건조, 포장된 동물사체 포함)의 경우 2003년 기준 919,642원으로 대폭 인상되었다. 이러한 위탁처리 비용증가는 이용자의 부담은 물론 적법한 폐기물관리를 기피하는 개연성이 있으며 RI 이용증진과 방사선안전에 부정적인 요인이 되고 있다.

○ RI 폐기물관리는 자체처분과 위탁처분을 병행하고 있으며, 수거 및 운송 전담 기관과 저장 및 처리, 처분 등 관련 업무가 이원화되어 있어 관리비용 증가와 업무의 효율성저하의 원인이 되고 있다. 현재 대부분 의료기관에서 실시하고 있는 자체처분 제도는 장기보관을 위한 시설의 확보, 방사선안전관리 및 운영비용 등에서 부담을 느끼고 있을 뿐만 아니라 경영자의 이해부족으로 핵의학 발전에 저해요인이 되

고 있다.

○ 현재 원자력환경기술원이 운영하고 있는 RI 폐기물관리시설은 국내의 유일한 시설로서 그 규모와 기능이 부족하며 20년 이상 된 시설로서 관련시설의 증설 및 보완이 현안 과제로 제기되고 있으나, 관련기관간의 입장차이 때문에 쉽게 해결 될 문제가 아니며, 특히 영구처분장 건설이 계속 지연되고 있는 현실을 감안할 때 RI 이용활성화를 위한 관리시설의 확충은 중장기적으로 해결해야 할 과제이다.

■ 개선방안

<제1단계 : 공동관리시설 설치>

RI폐기물의 자체처분은 현재 대부분 의료기관의 개봉선원폐기물을 대상으로 하고 있으며, 주요 핵종은 I-125, Tc-99m, I-131 등 방사능이 낮은 단반감기이며 대부분 체외진단용으로 이용되고 있는 I-125로서 전체 RI폐기물 발생량의 80% 이상을 차지한다. 자체처분 허가기관은 관련 규정에 의거 "방사성폐기물 자체 처분 절차서"를 작성, 관리하고, 사용핵종과 폐기물의 종류 및 발생량에 따라서 보관시설의 규모, 보관방법 및 기간, 처분방법 등을 결정한다.

RI폐기물 보관시설은 안전관리상 충분한 공간으로 RI 이용 장소로부터 가장 가까운 곳에 위치하는 것이 바람직하나 대부분 기관은 핵종 및 폐기물의 종류별로 구분하여 관리할 충분한 공간 확보가 어려운 실정이다. 또한 핵종에 따라서 수일에서 최대 2년 이상을 보관해야 자체 처분이 가능하기 때문에 대형 병원은 상당히 넓은 보관시설이 필요하며 중, 소형 병원도 적합한 보관공간은 필수적이다.

이러한 관리기술 기준 준수와 방사선안전관

리 비용은 자체처분 실시에 부담이 되어 RI이용증진에 부정적인 요인이 되고 있다.

특히 의료기관의 경우 타 의료기술(특히 임상병리학)과 경쟁력 저하로 작용하고 있으며, 의료기관을 제외한 다른 이용자는 자체처분을 기피하는 것이 현실이다.

따라서 의료기관을 포함한 모든 RI 이용기관에서 발생한 폐기물을 전부 주기적으로 수거하여 저장관리 및 자체처분을 일률적으로 실시할 수 있는 공동집하시설을 설치, 운영함으로써 비용을 최소화하고 이용자 편의를 제공하는 것이 바람직하다.

제2단계 : 통합관리시스템 운영

RI폐기물은 90% 이상이 단반감기, 저비방사능 핵종을 포함하고 있으며, 가연성이 70% 이상을 차지하므로 방사선안전 측면에서 원전 방사성기물과 완전히 분리하여 관리하는 것이 바람직하다.

따라서 장기적인 관리목표는 일본의 경우처럼 저장시설과 처리시설(소각, 압축, 증발농축, 건조 등)을 갖추어 의료기관을 포함한 전 RI폐기물을 집하에서 처리까지 통합관리할 수 있는 체계로 운영함으로써 관리비용을 최소화하는 것이다. 이러한 중앙집중식 통합관리 체제는 관련법 개정이 수반되어야 하므로 중장기적 차원에서 정부의 RI이용진흥계획에 포함시켜 단계적으로 추진해야 할 것이다.

나. 자체처분 규정 개선

■ 부정적인 요인

자체처분은 과학기술부고시 제1997-19호(1997. 12. 23) “방사성폐기물의 자체처분에

관한 규정”이 공포된 이후 2000년도부터 의료기관의 경우 자체처분은 계속 증가하여 현재 대부분이 이 제도를 실시하고 있으나 다른 이용기관들은 위탁처리하고 있다. 현재 자체처분 허용기준 및 핵종별 농도는 반감기 100일 이하의 방사성핵종(H-3 및 C-14은 예외)에 대하여 100Bq/g 이하의 농도를 제한값으로 규정하고 동일 핵종에서도 폐기물 종류마다 상이하여 이 농도기준의 적합성 여부를 평가하는 것이 용이하지 않다.

■ 개선방안

자체처분은 이용자는 물론 국가적인 이득을 감안하여 법적으로 장려되고 있는 제도이다. 따라서 자체처분규정에 기술되어 있는 허용기준과 폐기물의 종류를 발생기관의 편의성과 이득을 고려하여 보다 단순화함으로써 이 제도를 활성화 하는 방안을 마련하는 것이 바람직하다. 또한 이 제도를 활성화하기 위해서는 이용기관에 대한 지속적인 교육과 기술지원이 있어야 한다.

다. 동물사체폐기물의 관리

■ 부정적인 요인

원자력환경기술원에서는 동물사체폐기물을 인수하여 저장처리하기 위하여 동물사체 냉동 건조설비를 갖추고 있으나 인도기준에 합당하지 않아 현재까지 인수실적이 없으며, 발생 및 보관현황 파악 등 전반적인 관리가 어려운 실정이다.

현행 인도기준에 의하면 “동물사체는 부패되지 않도록 냉동된 상태 또는 건조 후 진공포장”으로 규정하고 있어, 인도기준을 지키기 어

려울 뿐만 아니라 발생기관은 건조시설이 없어 인도조건을 맞추지 못하는 실정이다.

■ 개선방안

현재 발생기관의 동물사체 보관상태와 발생량 등 현황을 조사하고 냉동보관중인 동물사체는 원자력환경기술원에서 설치한 냉동건조설비를 적극적으로 활용하여 처리하고 인도기준을 “냉동된 상태” 혹은 “건조상태”로 단순화하여 발생기관에서 선택적으로 조건을 맞추도록 한다.

동물사체는 발생량이 많지 않고 크기가 작으며 대부분이 단 반감기이며 비방사능이 낮아 “건조된 상태”로 인도하는 것이 가장 바람직하며 일정 보관기간을 지나면 충분히 자체처분 제한치 미만이 되어 소각처리 할 수 있을 것이다.

5. 맺는말

우리나라의 방사성동위원소는 의료, 산업, 농공업, 생명공학, 교육연구 등 거의 전 분야에 걸쳐 광범위하게 이용되고 있으나 경제규모가 선진국과 비교하여 극히 저조하다. 따라서 정부의 2001년 제2차 방사선 및 방사성동위원소

이용진흥계획의 추진과 더불어 향후 이용증진을 통한 경제발전과 국민의 삶의 질 향상이 크게 기대되고 있다. RI 이용은 방사선안전성과 함께 국민의 이해와 신뢰성 확보가 전제되어야 하기 때문에 합리적인 RI폐기물관리는 RI 이용자는 물론 국민적 합의를 위해서 필수적인 과제이다. 현행 RI폐기물관리상 근본적인 문제점은 그 종류와 특성에 있어서 원전방사성폐기물과 완전히 다름에도 불구하고 동일한 시스템 내에서 관리됨으로서 관련법 적용과 관리비용 부담은 이용증진에 여러 가지 부정적인 요인으로 작용하고 있다.

그러나 이러한 관련법과 제도개선은 해당기관간의 유기적인 협조와 보다 전문적인 연구가 필요하고 장기간이 소요되므로 현행법과 제도 안에서 가능한 사항부터 개선하는 것이 바람직하다.

본 논고에서 제시한 RI 이용진흥에 부정적인 요인과 개선방안은 90% 이상을 차지한 개봉선원폐기물 관리에 관한 사항으로서 좀더 공론화 과정을 거쳐 향후 정부의 중장기적으로 방사성동위원소 이용진흥계획에 반영하여 추진될 것을 기대한다. **KRIA**