

## 동위원소 생산증가에 따른 방사성 폐기물 추이

윤동원, 윤병주, 김창경, 김민진

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045, 305-353

[dwvoun@kaeri.re.kr](mailto:dwvoun@kaeri.re.kr)

### 1. 서론

한국원자력연구원내 방사성동위원소 생산시설의 구성은 Bank-1, 2, 3, 4로 나뉘져 있으며, 그 중 Bank-1에 설치된 4기의 콘크리트 Hot Cell은 Ir-192, Co-60 등 산업용 선원을 생산하고 있으며 현재는 주로 비파괴 선원인 Ir-192를 생산하고 있다.[1] Bank-2에 설치된 11기의 납 Hot Cell은 진단용 방사성의약품인 Tc-99m을 비롯, P-32, Cr-51, S-35 등의 생산과 연구실험을 통해 농학, 공학, 의학계 등에 활용되고 있다. Bank-3에 설치된 6기의 납 Hot Cell은 현재 수요가 증대되고 있는 진단 및 치료용 방사성의약품인 I-131 용액과 캡슐을 생산하는데 주로 활용되고 있으며, 또한 간암 및 피부암 치료용 Ho-166의 생산에도 활용되고 있다. I-131 용액 및 캡슐의 분배작업은 KGMP(Korea Good Manufacturing Practice)시설을 목표로 운영되어 온 작업구역에서 수행하여 왔으나 현재는 운영측면의 안전을 위해 핫셀 내에서 이뤄지고 있다. 또한 Bank-4에서는 Mo-99/Tc-99m Generator를 생산 공급하여 환자의 암 진단에 이용되고 있다. 이러한 동위원소 생산량 증가에 따라 부수적으로 방사성폐기물도 증가하기 마련이다. 년도 별 방사성폐기물 발생추이를 고찰하여 방사성폐기물의 발생을 억제하고 최소화하는 노력으로 폐기물의 발생이 크게 증가하지 않는 성과를 가져왔다.

### 2. 본론

동위원소 생산시설의 방사성폐기물 발생원은 Ir-192, Co-60 등 산업용 선원을 생산하고 취급하는 Bank-1과 Tc-99m, P-32, Cr-51, S-35의 생산 및 연구를 하는 Bank-2, 간암 및 피부암 치료용 Ho-166 생산과 진단 및 치료용 방사성 의약품인 I-131 용액과 캡슐을 생산하는 Bank-3, Mo-99/Tc-99m Generator를 생산하는 Bank-4 등에서 발생하는 액체 및 고체 방사성폐기물과 동위원소생산시설 운영, 연구실험실에서 발생하는

고체/액체폐기물 그 외 원자로건물, IMEF, CNS 건물에서 유입되는 액체폐기물이 주요 발생원으로서 크게 7가지로 분류할 수 있으며 다른 건물에서 유입되는 액체폐기물도 발생원의 하나이다. 표 1에서는 방사성폐기물의 종류를 언급하였고 표 2에서는 방사성 폐기물의 발생원을 정리하였다.[2]

Table 1. 방사성 폐기물의 종류.

구분	종 류
가 연 성	- 종이류 : 휴지, 흡수지
	- 섬유류 : 작업복, 면장갑, 솜, 걸레
	- 플라스틱류 : Hose, Tube, Sample 용기
비가연 압축성	- 고무류 : 고무장갑
	- 유리류 : 비커, 시약병, Test tube
비가연 비압축성	- 도자기류 : 용기
	- 암석류 : 암석, 캔, 알루미늄 박스
폐 필 터	- 금속류 : 공구, 소형장치, 주사기바늘, 가위, 칼
	- 기타 : 토사, 콘크리트
세탁 폐기물	- 고성능필터(HEPA Filter), 활성탄필터
폐 기 선 원	- 작업복, 방호복, 가운
유 기 용 액	- 밀봉선원류, 선원내장기기
무 기 용 액	- 용제류 : 알코올, 아세톤, 물루엔
	- 각종 염류가 용해된 물

Table 2. 방사성 폐기물 발생원 정리.

발생위치	핵 종	폐기물
Bank-1	Ir-192, Co-60	폐표지의 폐기물, 가운, 덧신, 장갑, 휴지, 액체폐기물, Column, Needle, 메필터, 타 건물유입 되는 액체폐기물
Bank-2	Tc-99m, P-32, S-35	
Bank-3	Cr-51, Lu-177	
Bank-4	I-131, Ho-166	
RI 생산 시설 운영	Mo-99/Tc-99m Generator	
연구실/실험실	생산/연구 과정의 모든 핵종	
타건물(원자로건물, IMEF, CNS)	I-131, Mo-99m의 다수 Co-60, Cs-134, Ar-41, Mn-54, H-3 등	

RIPF를 이용한 동위원소 생산 및 연구에 이용되고 있는 주요 동위원소 및 의약품들은 I-131, Ir-192, Tc-99m, Ho-166 CICO, I-131 MIBG, Tc-99m kit, Tc-99m Generator, Cold kit, Lu-177, Cr-51, Au-198, P-32 등 다양하게 이루어져 있다. 방사성의약품 개발 등 의학, 농학, 생명공학 등 산업분야에서의 이용확대로 수요가 꾸준히 증가하고 있으며 국민복지 향상과 산업 기술개발에 크게 기여하고 있다.[3] 핵의학 기술의 선진화, RI 국산화로 국내수요 안정 공급, 수입대

제 효과 및 방사성의약품의 수출기반 조성 등 산업적 경제적 효과가 있는 반면 그러한 과정에서 부수적으로 발생되고 있는 것이 방사성폐기물이다. 방사성폐기물은 발생 전부터 최소화하려는 노력이 필요하며 관련 규정 및 절차에 따라 수집되고 관리되어야 한다.[4] 그러므로 고체폐기물 가연성의 경우 관리구역으로 반입되기 전에 RI원료, 장치, 설비, 원자재, 실험기구, 박스 등의 포장용기 또는 포장재 등을 사전에 제거해야하며 방사선작업 시 오염이 발생하면 폐기물의 발생량이 급격히 증가되므로 주의해야 한다. 관리구역 내에서 발생하는 방호복의 오염도는 작업시간, 취급하는 방사성 물질의 종류와 농도에 따라 증가하지만 I-131 같은 경우는 반감기가 약 8일 정도이므로 3개월 정도 보관하면 대부분의 방호복은 재착용이 가능하다. 폐기물 발생을 줄이기 위해서는 시설운영에서 과정에서 발생하는 폐기물을 제외한 가연성 고체폐기물의 70-80%를 차지하는 방호복의 재활용이 필수적이다. 동위원소생산시설 운영 과정에서 발생하는 폐기물의 대부분인 페필터는 재활용이 불가하나 방사성폐기물로 분류되어 경주처분장으로 운반되면 향후 영구처분 될 경우 고비용이 발생될 것으로 예상되므로 단반감기의 핵종이 대부분인 페필터는 자체처분 절차를 밟아 산업폐기물로 처리되어야 할 것이다. 액체폐기물의 경우는 사용자가 실험실 폐수와 방사성 폐수를 구분하여 이용하여야 한다. 액체폐기물 역시 고비용을 지출되고 있어 불필요하게 방사선구역에서 액체폐기물의 증가를 초래하는 세척 및 세탁 등의 행위를 방지하여 액체폐기물의 증가를 방지하고 있다.

표 3.은 동위원소 생산증가 따른 연도별 방사성 폐기물 발생 추이이다.[2][5]

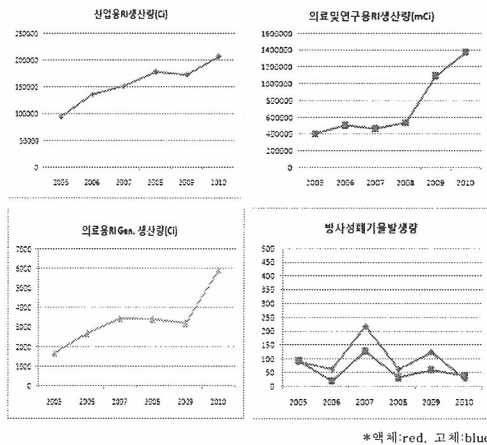
### 3. 결론

2005년부터 2010년까지 동위원소 생산은 산업 및 의료계의 지속적인 수요 요구에 따라 급격히 증가되었고 부수적으로 고체 및 액체폐기물의 발생량 증가도 예상되었으나 고체 및 액체 폐기물에 발생량 증가에는 큰 변화가 없음을 알 수 있다. 이는 수 년 동안 방사선 안전관리 교육과 방사성폐기물 감소를 위한 자체 세미나 그리고 의식전환과 실천을 위한 작업종사자의 노력으로 방사성폐기물의 발생이 크게 증가하지 않는 성과를 가져왔다고 판단된다.

Table 3. 동위원소 생산증가 따른 연도별 방사성 폐기물 추이.

연도	방사성고체폐기물 (200L드럼)		방사성 액체 폐기물 (m <sup>3</sup> )		산업용 RI 생산량 (Ci)	의료/연구용 RI 생산량 (mCi)	의료용 RI Gen. 생산량 (Ci)
	가연성	비가연성	VL	L			
2005	가연성	21	VL	68	94,317	402,615	1,673
	비가연성	3					
	페필터(100L)	64	L	25			
	고준위폐기물(50L)						
2006	가연성	55	VL	12	136,004	504,650	2,665
	비가연성						
	페필터(100L)		L	8			
	고준위폐기물(50L)	7					
2007	가연성	21	VL	62.6	151,760	463,368	3,431
	비가연성	22					
	페필터(100L)	171	L	63.7			
	고준위폐기물(50L)	5					
2008	가연성	36	VL	15.2	177,934	534,798	3,392
	비가연성	25					
	페필터(100L)		L	17			
	고준위폐기물(50L)	1					
2009	가연성	22	VL	27.4	172,232	1,093,940	3,192
	비가연성	2					
	페필터(100L)	100	L	33			
	고준위폐기물(50L)						
2010	가연성	24	VL	30	206,840	1,372,052	5,927
	비가연성						
	페필터(100L)		L	8.2			
	고준위폐기물(50L)	3					

\* VL : 극저준위, L : 저준위



### 4. 참고문헌

- [1] 하나로 안전성 분석보고서 제3권, 2011년.
- [2] 연구원방사성폐기물관리규정, 2008년.
- [3] 방사선안전관리 등의 기술기준에 관한 규칙 (과학기술부령 제30호), 2001년.
- [4] RIPF 방사성폐기물처리절차서, 2011년.
- [5] 방사성동위원소 판매현황, 2005-2010년.