醫療用RI廢棄物 處理施設의 管理

1. 머리말

日本 RI 協會 瀧澤研究所의 醫療用 RI 廢棄物處理施設은, 1985年 11月부터 건설에 착공하여 콜드시운전을 한 후, 1987年 7月부터 시험조업을 하여 왔다. 이 시설은 病院, 診療所 등의 醫療機關, 衛生檢査所 및 醫藥品製造業所에서 醫療用 RI 의 사용 및 제조에 따라 생긴 RI 廢棄物, 소위 醫療用 RI 廢棄物을 처리하는 시설이다. 放射性同位元素 등에 의한 放射線障害의 방지에 관한 법률의 폐기업 및 醫療法의 폐기지정업에 관계되는 인허가를 얻어, 시설의 건설 및 운용을 하고 있다. 시설의 개요와 함께 시험조업의 결과를 보고한다.

2. 醫療用 RI 廢棄物의 處理工程經路圖

醫療用 RI 廢棄物의 발생량은 容積比로써 in vitro 檢査에서 사용된 폴리에칠린 튜브의 폐기물이 70~80%를 차지하고 있다. 그 외의 폐기물로는 작은 유리약병, 일회용 주사기, 폐기필터 등이 있다. 瀧澤研究所에서의 醫療用 RI 廢棄物處理는 플라스틱폐기물과 같이 소각할 수 있는 것은 되도록이면 소각처리하는 등 보다 減容性이 높고, 보다 효율이 좋은 처리방법을 채용하고 있다. 瀧澤研에서의 醫療用 RI 廢棄物處理 工程經路圖가 그림 1에 나타낸다.

3. 施設, 設備의 概要

건물은 사무관리동, 환경정리동, 저장고로 구성되어 있다. 사무관리동에는 사무관리부문이 들어있고, 환경정리동에는 燒却處理設備, 壓縮처리설비, 蒸發처리설비, 攪拌乾燥설비 등의 처리플랜트와 유틸리티설비가 있어서 醫療用 RI 廢棄物을 처리한다. 저장고에는 처리전 폐기물의 저장과 처리후 폐기물을 보관한다. 환경설비동, 저장고의 각층에 대한 평면도를 그림 2에 표시한다.

소각처리설비는 燒却前放射能檢査시스템으로 검사한 可燃性固體廢棄物을 円筒型燒却爐에서 소각하여 排가스는 未然분의 2차소각을 겸한 세라믹필터와 高温 HEPA 필터로 정화시키는 乾式소각처리시설이다. 소각처리능력은 70kg／h 이다.

압축처리설비는 不然性고체폐기물을 각각 50톤의 第1軸, 第2軸실린더로 假壓縮하여 200톤의 제 3軸 主실린더로 본압축하는 油壓式 縱型三方締壓縮處理設備이다.

破碎처리설비는 6톤의 실린더를 반복 상하로 움직여 脆弱한 불연성고체폐기물을 분쇄시키는 장치이다. 증발처리설비는 2m³／h 의 증발처리능력을 가지며 증기의 유효이용을 꾀하여, reboiler 로 가열된 폐액이 熱對流에 의하여 증발통으로 유입하여 증발하는 二重效用型 reboiler type 증발처리설비이다.

攪拌乾燥처리설비는 機內를 負壓으로 해놓고 회전날개로 휘저어서 증발을 촉진시킴으로써 액체폐기물을 건조체로 만드는 건조처리설비이다. 건조처리능력은 1m³／d 이다.

4. 排氣, 排水中 放射能濃度測定의 概要

배기중의 방사능농도는 굴뚝에서 더스트 샘플러로 1주간 계속 흡인한 固定필터(HE －40 T 및 차아코올 필터)를 GM 계수관으로 全β방사능측정 및 Ge 반도체 검출기로 γ선핵종 농도를 분석하고 있다. 또한 GM 계수관식 더스트모니터 및 Na I 신틸레이

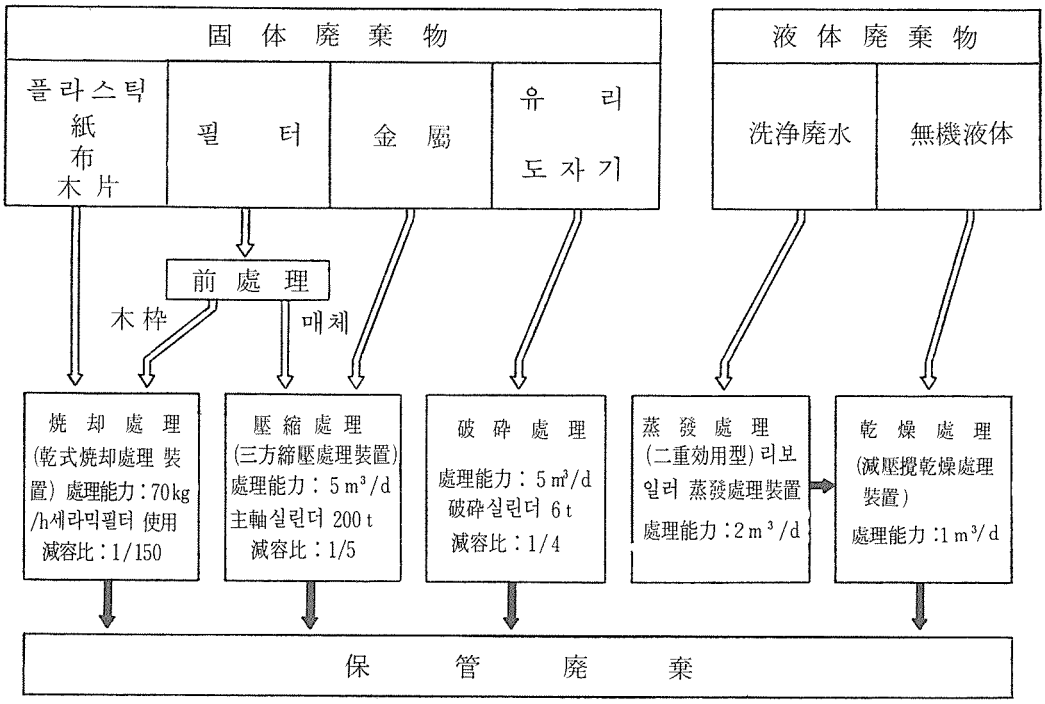

그림 1 滝沢研究所의 醫療用RI 廃棄物處理

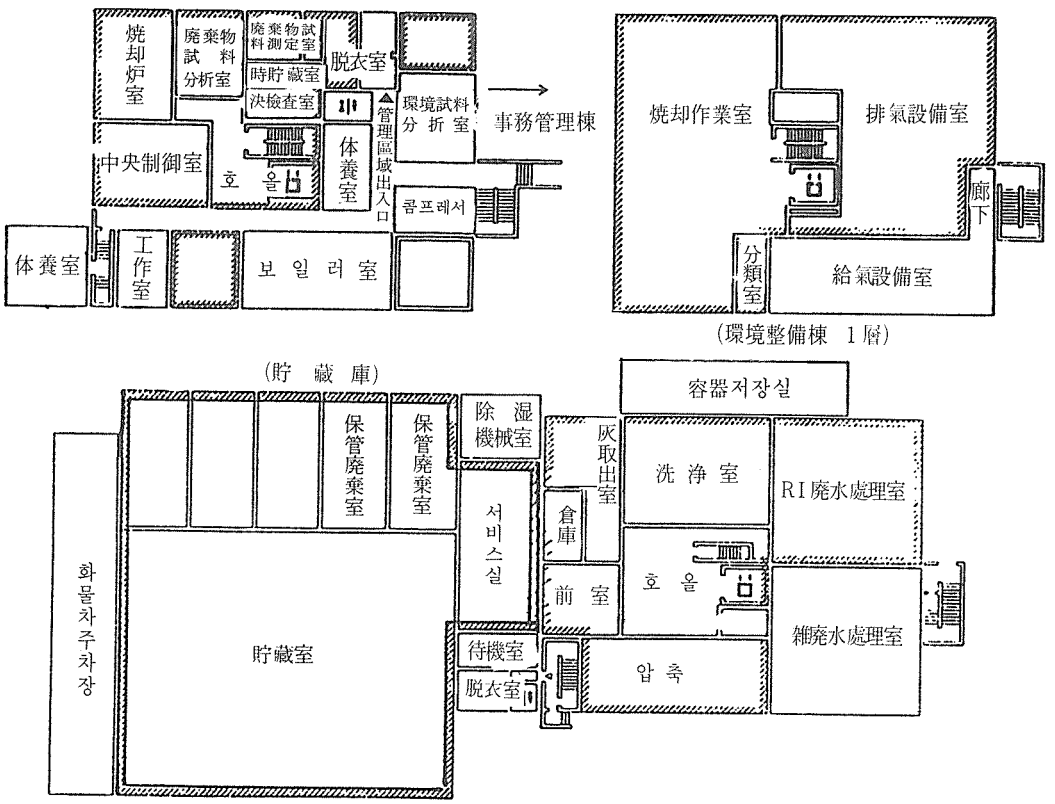

그림 2. 滝沢研究所平面図

션식 요오드모니터로 배기중의 방사능농도를 계속감시하고 있다. 배수중의 방사능농도는 방출할때마다 샘플링하여 蒸發乾固시킨 시료를 GM 계수관으로 全β방사능측정 및 Ge 반도체검출기로 γ선핵종 농도를 분석하고 있다. 또한 Na I 신틸레이션식 물모니터로 배수중의 방사능농도를 감시하고 있다. 또 배기, 배수중의 매연농도, 일반 공해물질 농도는 4分期마다 측정전문기관에서 측정하고 있다. 단, 배수중의 일반 공해물질농도는 일반폐수와 합류시킨 값이다.

5. Cold 試驗結果

콜드시험으로는, 각 플랜트의 처리능력을 확인하기 위하여 모의폐기물을 이용한 설비능력 성능시험을 실시하여, 소정의 처리능력을 갖는다는 것을 확인하였다. 또 소각처리, 증발처리 및 교반건조설비에 대해서는 콜드시약을 이용한 DF 성능시험을 실시하여, 소정의 DF 를 갖는다는 것을 확인하였다. 소각처리설비에 대해서는 초산 Co 를 이용하여 DF $=>10^5$, 증발처리시설 및 교반건조설비에 대해서는 황산 Na 을 이용하여 각각 DF $=>10^3$ 및 DF $=>10^2$를 만족시키고 있음을 확인하였다. 소각처리, 증발처리 및 교반건조설비의 공정경로도 및 DF 성능시험결과를 그림 3, 4, 5 및 표 1, 2, 3에 나타낸다.

6. 試驗操業結果

약 1年 동안 瀧澤研에서 시행한 시험조업에 대하여, 의료용 RI 폐기물의 搬入數量, 處理數量, 月末의 貯藏數量 및 處理後廢棄物 保管數量을 표 4에 게재한다.

1987년도는 직원의 운전훈련에 중점을 두었기 때문에 처리수량은 약 10,000통(약 510m³)이었다. 전체의 減容比는 약 8.8로 작았다. 이것은 全처리수량에 대한 壓縮破碎처리수량의 비율이 컸기 때문이다. 또 1987년도의 처리방사능은 각 사업소가 폐기물에 붙이는 기록표에 기입한 방사능을 근거로 계산하면, ^{75}Se 이 4.9×10^4 kBq, ^{57}Co 이 6.0×10^3 kBq, ^{125}I 이 2.2×10^3 kBq, 그외의 핵종은 3.7×10 kBq 이하이다. 1988년도는 본격적인 조업과 매우 가까운 형태로 시험조업을 실시하고 있다.

7. 試驗操業에 대한 管理狀況

시험조업에 대한 月別 배기, 배수등의 방사능농도 결과를 표 5에 나타낸다. 지금까지의 시험조업 기간중은 배기, 배수중의 방사능농도는 모두 검출한계치 이하이다. 또 배기, 배수중의 매연농도, 일반공해물질농도를 표 6 및 표 7에 나타낸다. 어느 것이나 관리목표치에 대하여 매우 저농도의 결과를 나타내고 있다.

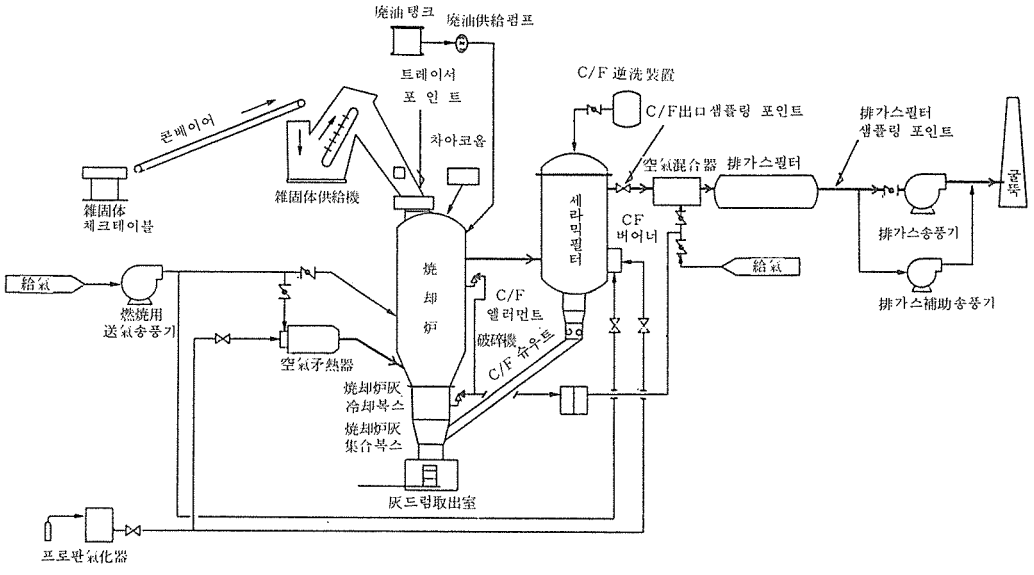

그림 3. 焼却處理用 工程經路図

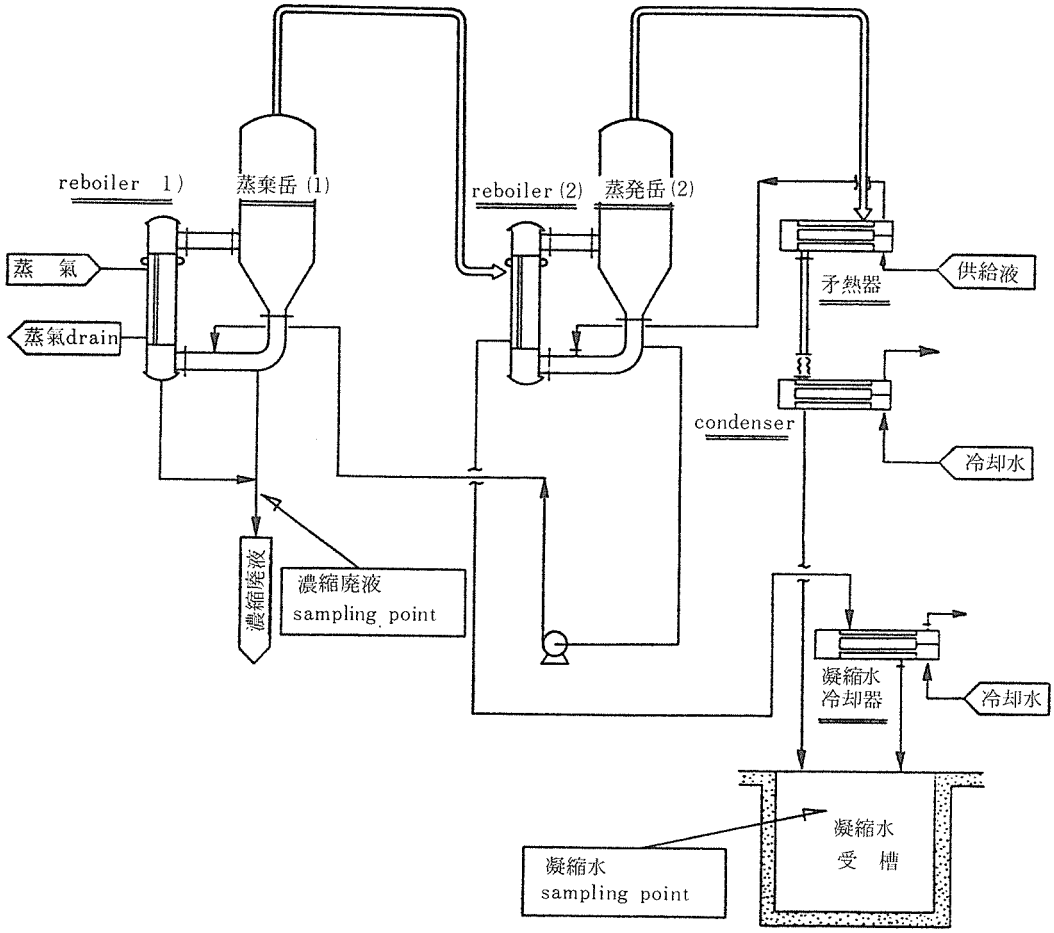

그림 4. 蒸発處理裝置 工程經路図

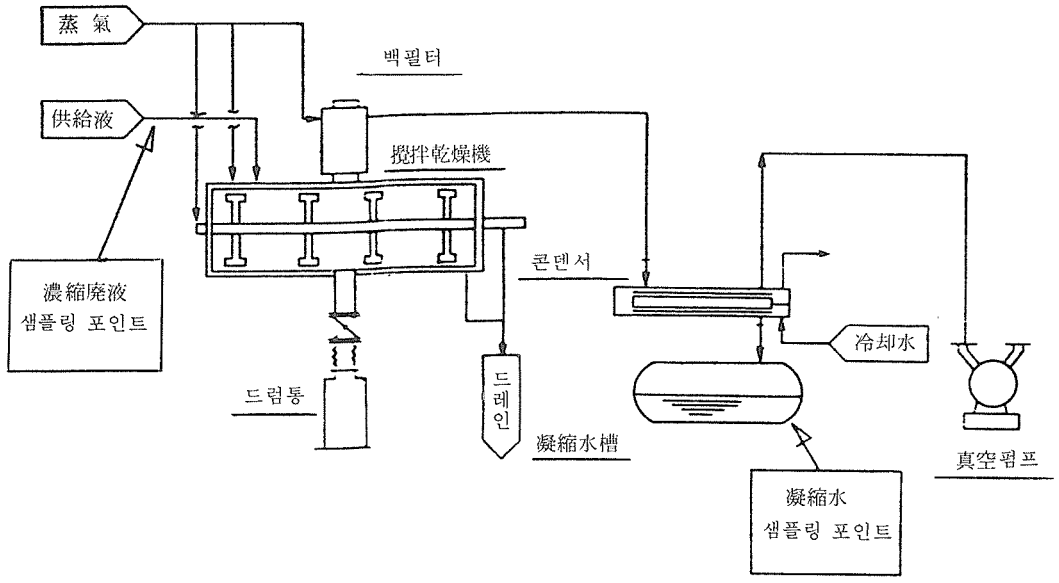

그림 5. 攪拌乾燥處理裝置 工程經路図

표 1 燒却處理設備 DF 性能試驗結果

投入트레이서量Ain(kg·$CoNO_3$)	C/F 出口샘플링포인트通過量Aout 1(kg·$CoNO_3$)	排가스필터샘플링通過量Aout 2(kg·$CoNO_3$)	DF-1(炉·C/F) Ain/Aout 1	DF-2(系全体) Ain/Aout 2	DF 設計値
4.87	$<2.3\times10^{-6}$	$<2.3\times10^{-6}$	$>2.1\times10^{6}$	$>2.1\times10^{6}$	10^{5}

표 2 蒸發處理設備 DF 性能試驗結果

濃縮廢液濃度 C_1(mg/l·SO_4^{2-})	凝縮水濃度 C_2(mg/l·SO_4^{2-})	$DF=\frac{C_1}{C_2}$	DF設計値
45400	<0.5	$>9\times10^{4}$	10^{4}

표 3 攪拌乾燥設備 DF性能試驗結果

濃縮廢液濃度 C_1(mg/l·SO_4^{2-})	凝縮水濃度 C_2(mg/l·SO_4^{2-})	$DF=\frac{C_1}{C_2}$	DF設計値
21600	14.2	1.5×10^{3}	10^{2}

표 4. 搬入, 處理, 月赤在庫 및 處理後保管数量 (滝沢研)

(200ℓ ドラム缶 換算)

年	月	搬入数量	處理数量 搬入分 缶	處理数量 自家發生 (m^3)	月末在庫数量 缶	處理後保管数量 缶
'87	7	1275	49		1 227	3
	8	1411	24		2 614	5
	9	2365	257	37.1	4 724	37
	10	2525	412	46.85	6 837	52
	11	1972	426	74.5	8 384	63
	12	1328	448	101.66	9 265	54
'88	1	0	358	40.4	8 907	30
	2	599	347	29.15	9 160	11
	3	999	235	115.83	9 925	35
	4	639	524	50.25	10041	68
	5	405	296	34.8	10149	12
	6	597	408	89.65	10338	57
	7	288	503	117.45	10123	71
	8	398	545	68.5	9 977	56
	9	875	389	26.3	10463	22

표 5 排氣, 排水中의 放射能濃度 (滝沢研)

測定値(單位 : Bq/cm^3)

年	月	排氣 固定필터紙(β) 平均値	排氣 固定필터紙(β) 最大値	排氣 固定필터紙(γ) 検出Peak	排氣 固定필터紙(γ) 放射能	排水 全β 平均値	排水 全β 最大値	排水 γ 検出Peak	排水 γ 放射能	排水 放出量 回数	排水 放出量 m^3
'87	7	N.D.	N.D.	検出	−	−	−	−	−	0	0
	8	〃	〃	〃	−	−	−	−	−	0	0
	9	〃	〃	〃	−	N.D.	N.D.	検出	−	1	3.0
	10	〃	〃	〃	−	〃	〃	〃	−	3	60.6
	11	〃	〃	〃	−	〃	〃	〃	−	2	6.0
	12	〃	〃	〃	−	〃	〃	〃	−	1	3.0
'88	1	〃	〃	〃	−	〃	〃	〃	−	5	178.3
	2	〃	〃	〃	−	〃	〃	〃	−	2	6.0
	3	〃	〃	〃	−	〃	〃	〃	−	4	121.5
	4	〃	〃	〃	−	〃	〃	〃	−	3	109.1
	5	〃	〃	〃	−	〃	〃	〃	−	3	62.0
	6	〃	〃	〃	−	〃	〃	〃	−	4	104.4
	7	〃	〃	〃	−	〃	〃	〃	−	4	117.3
	8	〃	〃	〃	−	〃	〃	〃	−	4	120.1
	9	〃	〃	〃	−	〃	〃	〃	−	1	3.0

N.D : 検出限界以下

표 6 滝沢研究所排氣中煤煙濃度

對象項目	NO_x(cm^3/Nm^3)	$NmSO_x$(Nm^3/h)	HCl (mg/Nm^3)	煤塵(g/Nm^3)
管理目標値	250	9.06	700	0.15
'87. 10. 28	24	0.04	30	<0.01
'88. 4. 14	53	<0.03	59	<0.01
'88. 6. 29	52	0.09	23	<0.01
'88. 9. 29	38	<0.05	63	<0.01

표 7 滝沢研究所排水中一般害物質濃度

對象項目	pH	BOD (ppm)	SS (ppm)	大腸菌群数(50個/100 cm^3)	窒素 (ppm)	燐 (ppm)
管理目標値	6.5-8.5	10	10	50	10	1
'87. 10.21	7.2	0.8	< 1	0	6.83	0.37
'88. 3. 24	7.5	1.4	3	0	8.49	0.92
'88. 6. 29	7.7	0.4	< 1	40	3.83	0.57
'88. 9. 29	8.3	4.3	2	0	6.70	0.73

표 8 貯藏放射能 및 保管放射能 (kBq)

		^{51}Cr	^{57}Co	^{59}Fe	^{75}Se	^{125}I	他核種
'87年度末	貯藏放射能	2.1×10^{4}	4.4×10^{4}	2.9×10^{4}	2.3×10^{5}	3.2×10^{6}	1.3×10^{3}
	保管放射能	5.0×10^{4}	8.0×10^{2}	8.6×10^{-1}	2.3×10^{4}	1.3×10^{3}	4.3×10^{-2}
'88年9月末	貯藏放射能	1.6×10^{4}	3.6×10^{4}	9.7×10^{3}	8.2×10^{4}	1.6×10^{6}	2.1×10^{4}
	保管放射能	1.9×10^{-5}	5.3×10^{2}	1.1×10^{-1}	2.9×10^{4}	4.2×10^{2}	1.3×10^{-2}

1987년도말 및 1988년 9월말의 저장방사능 및 全처리후 폐기물에 함유된 보관방사능을 표 8에 표시한다. 어느 것이나 취급한 폐기물이 의료용이고 반감기가 매우 짧기 때문에 수량은 매우 적다. 단, 이 방사능은 각 사업소가 폐기물에 붙인 기록표에 기입한 방사능을 시간에 따라 감쇠된 補正値이며, 實測値는 아니다.

이상의 결과, 의료용 RI 폐기물처리시설의 운전에 따른 방사선 및 방사능에 의한 주변환경에의 영향은 문제시될만한 準位가 아니며, 安全性은 충분히 확보되어 있다는 것을 알았다.

8. 맺는 말

약 1년간에 걸친 시험조작의 결과는 매우 양호하다고 볼 수 있다. 앞으로 콜드시험 및 시험조작의 경험을 근거로 보다 減容性이 높고, 보다 효율적인 처리시설의 운전형태를 구축하는 동시에, 보다 安全性을 높혀야 할 것이다.

〔RADIOISOTOPES, Vol. 38, No. 3(1989).〕

방사성동위원소 수입현황

1989년 01월 01일 부터
1989년 05월 31일 까지

선 월 별	핵 종	수 량(mCi)	금 액($)
개 봉	I-125	760.73343	1,252,892.26
	TC-99m	381,837.	338,349.65
	H-3	13,048,736.73952	134,725.22
	S-35	71.25	7,239.89
	Ga-67	1,959.9	17,528.15
	Cr-51	83.	3,617.37
	P-32	200.81	23,304.62
	C-14	17.005	17,729.11
	Tl-201	895.	19,839.8
	Xe-133	5,652.25	2.,263.
	Fe-59	2.25	1,517.58
	Co-57	.019	847.5
	Ca-45	8.	933.
	In-111	46.3	4,506.25
	Pm-147	44,000.	11,280.14
	Am-241	30.1	11,205.
	I-131	5,198.	14,752.86
	Cs-137	3.	606.
	Co-60	.1	117.
	Sr-90	.2	270.
	Na-22	.1	295.27
	Rb-86	4.	277.
	소 계	13,489,505.75695	1,864,096.67
밀 봉	I-125	818.	3,700.
	Co-57	20.	2,818.
	Pm-147	1,631.	27,280.02
	Am-241	139.	9,454.79
	Cs-137	110,040.	31,034.39
	Ir-192	8,410.000.	81,497.43
	Ra-226	1.	612.
	Co-60	206,207,612.3	376,357.98
	Sr-90	50.	1,000.
	Kr-85	91,720.	49,906.02
	Fe-55	200.	22,648.01
	Ba-133	1.	539.75
	소 계	214,822,232.3	606,848.39
총 계		228,311,738.05695	2,470,945.06