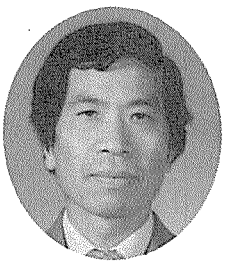
論 壇

우리나라에서의 방사성동위원소 생산 및 이용



김 재 록

한국원자력연구소 원자로동위원소실장

1. 현황 및 기술수준

가. 생산

한국원자력연구소(KAERI)가 우리나라에서 유일한 RI생산기관이다. KAERI는 두개의 연구용원자로(TRIGA II, 250kW, TRIGA III, 2MW)를 서울에서 가동·운영하고 있으며 동 부설기관인 원자력병원에서는 의료용 싸이클로트론(MC-50)을 운영하고 있다.

이들 시설들은 RI생산을 포함한 여러가지 연구·개발에 두루 이용되고 있다. 한편, 한국다목적연구로(Korea Multi-purpose Research Reactor)가 1994년말에 대전에 완공될 예정인데 그 열출력 및 열중성자다발밀도는 각각 30MW 및 $(2\sim3)\times10^{14}n\cdot cm^{-2}, s^{-1}$이 될것이다.

현단계에서 KAERI는 고비방사능(high specific radioactivity)의 (n,γ)반응 생성 RI 생산이 어려운데 그 주요원인은 현재 가동중인 연구로의 중성자다발밀도가 낮기 때문이다. KAERI에서 소형 연구로를 이용한 기본적인 RI생산능력을 확보한 상태이나 아직 핵분열생성물로부터의 유용RI의 분리법 및 고도의 RI발생기제조기술은 개발하지못한 상태이다.

우리나라에서의 RI수요가 증가됨에 따라 RI핵종도 다양화되었는데 그 중 상당부분이 핵분열생성물에서 분리한 것들이기 때문에 국산화율은 불가피하게 낮을 수 밖에 없다.

따라서, 앞으로 KMRR이 완공되어 가동된다하더라도 앞서말한 기술개발이 없이는 RI 국산화율제고에 한계가 있기때문에 기술개발에 적극 나서야할 것이다.

나. 이용

최근의 평균 연간 이용량은 약 80kCi(≈3,000TBq)이며 이용기관수는 70여개의 의료기관을 포함하여 770여개에 이른다. 원자력병원에서는 의료용싸이클로트론을 이용하여 RI를 생산할 뿐만 아니라 암도 치료하고 있으며, 우리나라 전국적으로 의료용 γ카메라 수는 약 110개에 달한다. 1000개 이상의 RI 게이지류가 산업계에서 이용되면서 제품품질향상뿐만 아니라 에너지와 원료절감을 위해서 큰 몫을 하고있다.

10개이상의 NDT업체가 있으며, 5개 전자제품업체에서 동 제품검사에 Kr-85가스를 이용하고 있다. 또 H-3나 Pm-147을 이용해 자발광도료(self luminous compounds)를 생산하는 2개업체가 알려져 있다. 약 500kCi의 Co-60 γ선원을 쓰는 대단위 방사선조사시설이 민간업체에 의해 운영되면서 의료용품멸균과 식품저장을 상업적으로 수행 중이다.

KAERI 역시 약 100kCi의 Co-60 γ선조사시설과 저에너지 전자선가속기를 방사선이용연구·개발목적으로 운영중이다.

KAERI는 지금까지 우리나라에서의 RI/방사선이용연구 및 실용화를 위한 중심기관으로써의 역할을 해 왔으며, 방사성추적자의 산업적이용, 비파괴검사, 방사선조사기술, 핵공학적제어기술 등에 관한 IAEA/RCA 협력사업의 우리나라 중추기관으로써의 역할을

다해왔다.

2. 전망 및 계획

근래 우리나라에서의 RI이용수요감소추세는 요즈음 강화된 RI규제에 연유할 수도 있는 일시적인 현상으로 보아야 할 것이다. RI의 특성과 그 이용상의 장점들을 고려할 때, 앞으로 단연코 그 수요가 늘어날것으로 기대된다.

KAERI는 30MW급의 KMRR을 이용하여 2,000년대초에는 국내 RI수요량의 30~40%를 국산화하려 한다.

NDT용 고비방사능 Ir-192는 아마도 KAERI가 생산하는 밀봉선원의 주 품목이 될것이다. 또한 치료용 Ir-192, Co-60, Au-198 선원도 생산할 것이다. 고 농도의 의료용 RI인 I-131과 Tc-99m을 생산하게 될 것이며 장기적으로는 핵분열생성물로부터의 RI분리, β,γ대조용 선원생산, 자발광도료 생산, 새로운 방사성의 약품제조 등 다양한 기술이 개발될 것이다.

3. 주요 관심사

현재, KAERI의 RI연구개발팀은 다음 사항들에 대해 깊은 관심을 갖고있으므로 이에 대한 심도있는 기술토의를 희망한다.

- Tc-99m 발생기 기술
- 저 농축 U-235의 중성자조사에 의한 핵분열생성물로부터 Mo-99, I-131, Xe-133 등을 분리하는 기술
- 중성자조사용 표적 제작기술
- 풀개방형 중형 연구로에서 RI생산을 위한 각종 안전장비의 개발·설치·이용
- 고 비방사능 선원의 고준위생산 및 제품 품질보증 제도
- 방사성의약품의 현황과 전망-그 생산 및 품질관리를 위한 규정의 적용
- 산업용 방사성추적자 이용기술
- RI생산·이용 개관 등

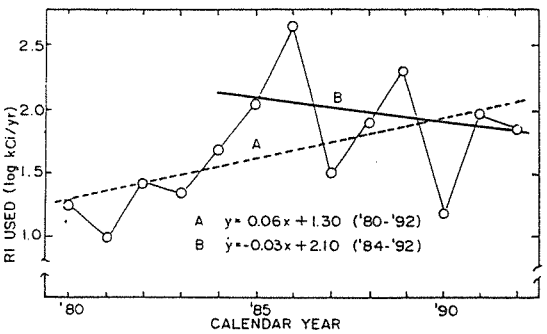


그림 1. 연도별 우리나라 RI 이용량

표 1. KAERI에서의 RI생산량(1992)

개봉/밀봉	RI		생산공급량(mCi)
	핵 종	화 학 형	
개 봉	Tc-99m	$NaTcO_4$	300,165
		콜로이드	2,210
	Mo-99	MoO_3	26,856
	I-131	NaI	60,418
	Au-198	콜로이드	3,180
	Cr-51	Na_2CrO_4	29
	P-32	Na_2HPO_4	73
		H_3PO_4	7
	Ca-45	$CaCl_2$	40
	소 계		392,978
밀 봉	Ir-192	씨-드/디스크	45,690
합 계			438,668

표 2. KAERI에서의 방사성표지화합물 제조 공급량(1992)

방사성표지화합물		생 산 량	국산율%
핵 종	화합물		
I-131	히퓨란	116	
	MIBG	113	
소 계		229mCi	100
Tc-99m	MDP	4,249	
	파이테이트	4,400	
	DISIDA	2,813	
	DTPA	1,350	
	주석콜로이드	921	
	DMSA	632	

방사성표지화합물		생 산 량	국산율%
핵 종	화합물		
Tc-99m	MAA	157	
	P.P	316	
	ASC	110	
	HSA	34	
소 계		14,982 vial	≈50
I-125	T3 RIA	60	
	T4 RIA	60	
소 계		120 kit	<3
합 계		229 mCi 14,982 vial 120 Kit	

표 3. 국내에 수입된 수입량 20위권 방사성동위원소(1992)

방사능 순 위	RI핵종	수입량Ci	수입금액(천원)	금액 순위
1	Ir-192	41,150	419,601	3
2	H-3	17,938	273,391	4
3	Co-60	6,198	106,747	7
4	Tc-99m	1,611	1,406,428	2
5	Pm-147	90	91,105	8
6	Kr-85	70	21,083	15
7	I-131	53	111,915	6
8	Mo-99	23	15,933	16
9	C-14	17	218,211	5
10	Xe-133	9	4,850	20
11	Ga-67	4	34,648	13
12	Tl-201	4	67,888	11
13	Gd-153	3	14,710	18
14	I-125	1.5	4,945,703	1
15	P-32	1	88,286	9
16	Fe-55	1	76,507	10
17	S-35	0.5	47,503	12
18	Cr-51	0.4	15,728	17
19	Am-241	0.1	33,251	14
20	Cs-137	0.1	7,399	19
소계	20종	67,174.6	8,000,887	
기타	21종	3.1	56,516	
합계	41종	67,177.7	8,057,403	

자료 : 방사선이용통계, 과학기술처 1992

표 4. 우리나라에서의 소형 연구로를 이용한 RI생산 및 수입량 대비(1991)

구 분	RI	(A) 생산, Ci	(B) 수입, Ci	(C) 합계, Ci	[(A)/(C)] ×100(%)
1차RI	Tc-99m	302	6,500	6,802	4.4
	Mo-99	27	1,318	1,345	2
	I-131	60	15	75	80
	Au-198	3	–	3	100
	Cr-51	0.03	–	0.03	100
	Ca-45	0.04	0.02	0.06	66
	P-32	0.08	0.9	0.98	8
	Ir-192	46	31,112	31,159	0.1
계		438	38,946	39,385	1.1
표지화합물	I-131 (2종)	0.4	–	0.4	100
	Tc-99m (10종)	18kvl	30kvl	48kvl	60
	I-125 (2종)	370kit	2630kit	3000kit	12
계		18.8k	33k	51.8k	36

표 5. KMRR을 이용한 RI생산 용량(약측)

핵 종	생산용량 (Ci/yr)	주 요 용 도
Ir-192	100,000	NDT, 치료
Co-60	100,000	연구, 치료, NDT
Tc-99m	3,000	진단
I-131	200	진단, 치료
I-125	10	연구, 진단
C-14	10	연구
Au-198	20	진단, 치료
S-35	10	연구
P-32	10	연구
Fe-59	0.1	연구
Cr-51	10	연구
Na-24	200	연구
계	203,400	

◦ 생산용량대로 생산하기 위한 조건 :
- KMRR정상가동
- 1994말까지 RI시설 1단계 완공
- 충분하고 지속적인 연구개발비 및 인력지원
- 생산공급 및 보급방법 개선
- 제2의 연구소(예비 원자로)운영 등