

國內放射性同位元素 生産·利用現況과 對策

Production·Utilization and Strategy for R.I. in the Republic of Korea

— 跳躍을 위한 提言 —



金 載 祿

(韓國에너지研·同位元素室長)

I. 序 論

우리나라 RI生産·利用史는 20年이 넘는다. 研究用 原子爐(TRIGA II)의稼動과 함께 ^{131}I , ^{197}Au 등을生産·供給하면서 그生産·利用史의序幕이 열렸었다.

1970年代에 들어서 2MW級 研究用 原子爐를 運營하게 되면서 韓國에너지研究所(KAERI)는 RI의生産·利用 擴大에 힘써왔다. 상당한 年輪을 쌓은 지금, 그生産·利用現況을 살펴보고 새로운轉機를 생각함은 매우有益할 것으로 본다.

2. 現 況

2.1 原子爐利用 RI生産

原子爐를 利用하여 生産하는 RI中 主要品目은 醫療的利用의 寵兒格인 ^{99m}Tc 와 産業界에서 많이 利用하는 ^{192}Ir 이라고 할 수 있다. 1985年度 KAERI의 RI生産량을 表1에 提示하였으며, 年度別 生産량과 輸入량을 그림1에 나타내었다. 既存 研究用 原子爐로 生産possible한 RI는 表1에서 보는 바와 같이 대략 16종에 단하나 主要品目を 除外하면 그 需要量도 적기때문에 生

産量 또한 많지 않다.

現在 原子爐로 國內需要를 充足시킬 수 있는 RI核種은 ^{131}I , ^{198}Au , ^{99m}Tc , $^{99}\text{Mo}(n, \gamma)$, ^{51}Cr , ^{32}P , ^{24}Na 등이며, 國內需要 감당이 어려운 것은 ^{60}Co , ^{192}Ir 등이다. 現在 原子爐로 需要充足이 가능한 RI核種이라 할지라도 그 生成 RI의 製品明細(specification)가 輸入品과 달라서 國內普及이 어려운 것도 있다.

2.1.1 RI製品 明細

^{192}Ir ; 現在 原子爐(中性子束密度 1.2×10^{13} $\text{m/cm}^2 \cdot \text{sec}$)로는 $\phi 0.2\text{mm} \times \text{Ir } 2\text{mm}(\phi 0.2\text{mm}$, 두께 0.2mm의 disc 10개를 포개어 만든 것)의 線源이 最高 5Ci의 放射能을 가지나 輸入品은 대개 이보다 훨씬 높은 放射能을 갖는 것들이며, 中性子密度가 높은 原子爐에서 제조된 것들이다. 부피가 작고 放射能이 높은(高比放射能) 線源일수록 radiography用으로 適合하다고 할 수 있다.

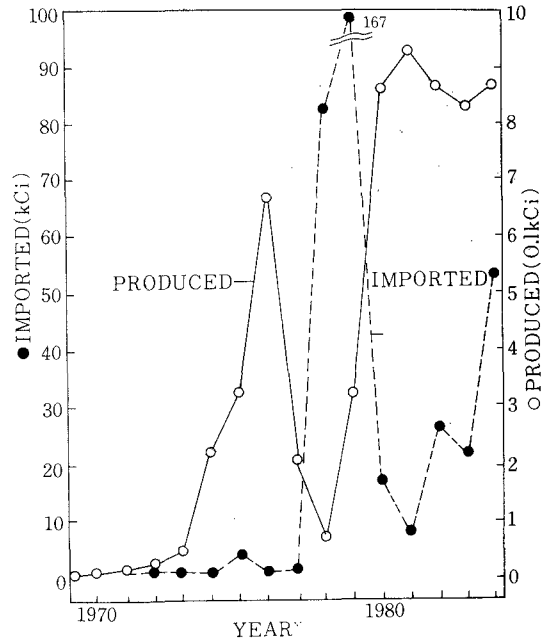
^{60}Co ; 역시 比放射能이 낮은 生成物밖에 얻어지지 않아 거의 生産하지 않는 상태이다.

^{99}Mo ; (n, γ)反應에 의한 製品만을 生産하고 있으며, 딸核種과의 放射平衡을 利用하는 所謂 크로마토그래피型 ^{99m}Tc generator는 그比放射能이 낮아 거의 製造가 不可能하다. 先進外

<Table 1> Production of Radioisotopes in 1985

Radionuclide	Chemical Form	Radioactivity (mCi)
^{99m} Tc	NaTcO ₄	267,960
	Colloid	19,615
	Fe-Vit. C	—
	Fe-MA	10
⁹⁹ Mo	MoO ₃	44,065
¹⁹⁸ Au	Colloid	14,188
¹³¹ I	NaI	35,586
⁵¹ Cr	Na ₂ CrO ₄	107
	H ₃ PO ₄	177
³² P	Na ₂ HPO ₄	25
	Ca(H ₂ PO ₄) ₂	59
	Na ₂ CO ₃	12,000
²⁴ Na	Na ₂ CO ₃	15
⁶⁶ Rb		36
⁶⁰ Co		1
⁷⁶ As		1
⁸² Br		1
^{110m} Ag		1
¹²² Sb		1
¹³¹ Ba		1
¹⁹⁷ Pt		1
¹⁹² Pr		328,000
Total		721,489

<Fig. 1> Yearly demand of Radioisotopes in the Republic of Korea



國에서도 低 比放射能의 (n, γ) ⁹⁹Mo를 利用한 크로마토그래피型 ^{99m}Tc generator는 製造하지 못하고 있다.

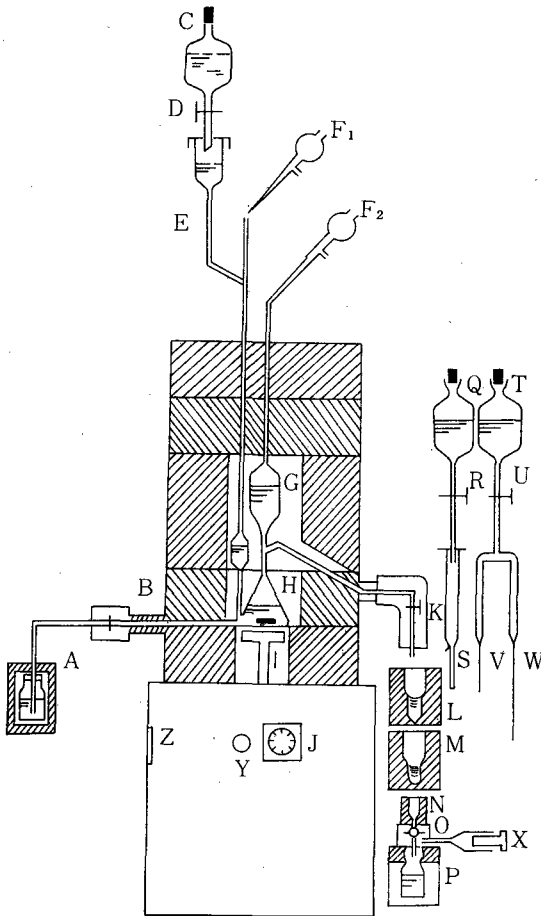
2.1.2 ^{99m}Tc generator

抽出型和 크로마토그래피型 등 두 종류가 있다. 크로마토그래피型이 利用하기에 편리한 점도 있으나 그 生産單價는 높으며, 生産工程에서 放射性廢棄物問題가 있는 短點도 있다. 크로마토그래피型 ^{99m}Tc generator의 構造는 매우 간단하여 납으로 된 遮蔽容器안에 φ5mm × L50mm의 알루미늄칼럼(Al₂O₃가 充填된 大筒)이 들어있을 뿐이다. 核分裂生成物로부터 分離한 carrier free ⁹⁹Mo의 化學的量은 극미량이어서 φ5mm × L50mm의 알루미늄칼럼에 모두 吸着될 수 있고 거기서 딸核種인 ^{99m}Tc와 放射平衡을 이루고 있다가 0.9% 생리식염수를 흘려주면 ^{99m}Tc만 溶出되어 나온다.

한편, (n, γ) ⁹⁹Mo는 比放射能이 낮아 放射能에 비해 그 化學的量이 많으므로 매우 긴 알루미늄칼럼에 吸着시키지 않으면 안되며 그렇게 吸着까지 시켰다 하더라도 遮蔽, 運搬, 溶出 등에 어려움이 따르므로 크로마토그래피型으로 만들기 어렵다. 核分裂生成物로부터 特定RI를 分離하는 技術은 아직 우리나라에서 實用化되지 못하고 있으며, 또 그 實用化에는 比較的 높은 中性子束密度를 갖는 原子爐를 利用할 수 있을 경우에만 가능하므로 현재는 (n, γ) ⁹⁹Mo에 의한 抽出型의 製造에 그치고 있다. 抽出型 ^{99m}Tc generator의 열개를 그림 2에 紹介한다.

⁹⁸Mo(n, γ) ⁹⁹Mo 반응으로 생긴 ⁹⁹MoO₃를 生成소다용액에 녹인 다음 MEK(methylethyl ketone)를 가해 저어서 ^{99m}Tc만을 抽出하고 MEK를 蒸發시키고나서 여기에 0.9% 생리식염수를 가해 ^{99m}Tc를 녹이면 最終生成物이 된다. 따라서 약간의 操作을 必要로 하나 ^{99m}Tc를 직접

(Fig. 2) Extraction Type Tc-99m Generator



- A; $^{99}\text{MoO}_3$ solution and Container
- B; Stopcock
- C; Methyl ethyl ketone supply bottle
- D; MEK Stopcock
- E; MEK Volume control stopcock
- F; Filler
- G; Lead glass
- H; Mixing flask for MEK and MoO_3 solution
- I; Magnetic stirrer
- J; Stirrer speed controller
- K; Extracted ^{99m}Tc control stopcock
- L; Resin column
- M; Alumina column
- N; Syringe
- O; Millipore filter
- P; Product
- Q; Saline solution supply bottle
- R; Saline solution control stopcock
- S; Saline solution volume control stopcock
- T; Distilled water supply bottle
- U; Distilled water control stopcock
- V; Stopcock for washing resin and alumina
- W; Alumina washing stopcock
- X; Syringe to make negative pressure.
- Y; Pilot lamp
- Z; Power supply plug

구입하는 것 보다 ^{99}Mo 가 廉價인 長點도 있다.

한편 그림 1이 나타내는 바와 같이 國內生産 RI量이 比較的 작았던 1977~1979년 사이를 除外하면 RI輸入量이 漸增趨勢에 있음을 알게된다. 輸入品의 主種은 ^{60}Co , ^{192}Ir , ^{99m}Tc 및 ^{125}I 標識化合物들이다. ^{60}Co 는 國內需要를 현재 充足시킬 수 없는 것이며, ^{192}Ir 도 比放射能이 높은 것은 充足시킬 수 없기 때문이다.

그리고 ^{99m}Tc 는 $(n, \gamma)^{99}\text{Mo}$ 에 의한 크로마토 그래피형 ^{99m}Tc generator 製造가 不可能하기 때문에 輸入되는 것이다(그림 3).

利用分野는 날로 多樣化해지고 利用量도 增

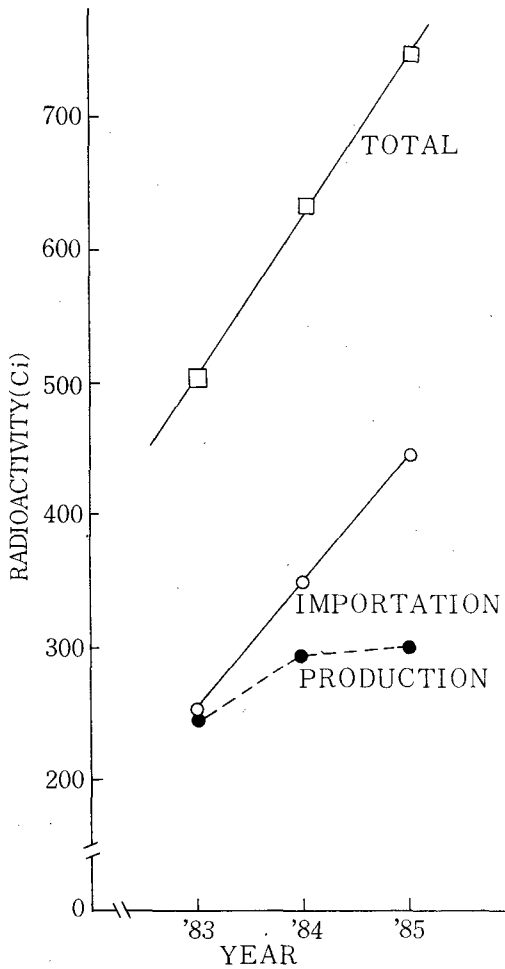
加되고 있으므로 이에 對處하기 위한 새로운 轉機가 마련되어야 한다고 본다.

2.2 原子爐 RI의 標識化合物 生産

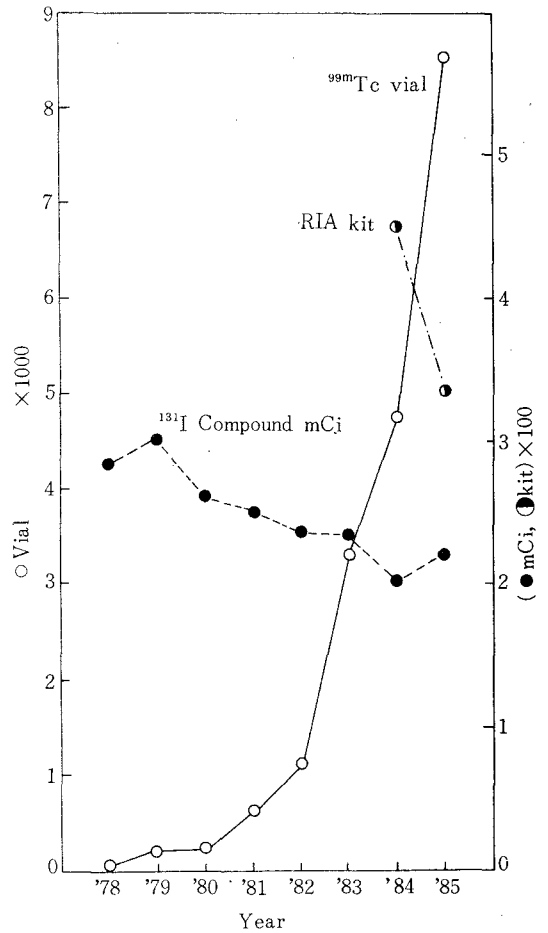
그림 4에서 보는 바와 같이 ^{131}I 및 ^{125}I 標識化合物(RIA 키트)의 國內 生産供給量은 약간의 減少趨勢에 있는 反面 ^{99m}Tc 即席 標識키트類(cold vials)는 急增趨勢에 있다. 表 2에서 보는 바와 같이 KAERI는 현재 5種 ^{131}I 標識化合物, 2種의 ^{125}I 標識放射免疫測定키트類, 10種의 ^{99m}Tc 即席標識키트類(KAERILITES)를 開發하여 國內에 普及中에 있다.

主要 醫療用 ^{131}I 標識化合物의 國內需要 大部

〈Fig. 3〉 Increasing use of Tc-99m in KOREA



〈Fig. 4〉 Production of labelled compounds (Yearly statistics).



分을 合成供給하고 있으나 그 中 많은 양이 ^{99m}Tc 標識化合物로 代替되어 가고 있기 때문에 需要가 減少된 것이다. 한편, ¹²⁵I 標識化合物의 대부분은 放射免疫測定用 追跡자로 利用되고 있으므로 T₃-¹²⁵I, T₄-¹²⁵I 등을 合成하여 각각 T₃ 및 T₄ 放射免疫測定키트形態로 開發·普及하고 있다. 같은 키트類라 하더라도 그 利用方法에 있어서 몇가지 差異가 있을 수 있고 각각 長短點도 갖고 있다.

放射免疫測定키트는 그 種類가 많아 開發을 위해서는 免疫學, 放射化學, 生化學, 遺傳工學

등 基本技術이 必要하다.

表 3에서 보는 바와 같이 1985년도에 40餘種의 放射免疫測定키트들이 輸入되었으며, 그 輸入量은 1984年度와 비슷하다. 需要가 많은 品目은 肝炎診斷用과 甲狀腺疾患診斷用, 惡性疾患診斷用, 産婦人科疾患診斷用 등이다. KAERI는 T₃, T₄, TSH 등 3種을 開發하여 그 普及에 努力하고 있으며 앞으로는 繼續 開發品目を 늘려나갈 方針이다.

한편, ^{99m}Tc 即席標識키트類는 主要品目 10種을 모두 開發·普及中이며 現段階에서도 全國 需要 全量을 生産·供給할 수 있는 人力을 保有

<Table 2A> Labelled Compounds/Radiopharmaceuticals of Routine Production at KAERI

Code	Item	Principal Use
1. ^{99m}Tc Instant Labelling Vials(Cold Kits)... KAERILITE Series		
T-1	MDP	Bone Imaging
T-2	Phytate	Liver Imaging
T-3	Tin Colloid	Liver Imaging+Spleen Imaging
T-4	DTPA	Kidney Imaging
T-5	DISIDA	Hepatobiliary Imaging
T-6	DMSA	Kidney Imaging(Morphology), Tumor Imaging
T-7	MAA(HAM)	Lung Imaging
T-8	HSA	Imaging of Brain, Placenta, Cardiac etc.
T-9	Phyrophosphate	RBC Labelling, Bone Imaging
T-10	Glucoheptonate	Kidney Imaging
2. ¹³¹I Labelled Compounds		
I-1	Hippuran- ¹³¹ I	Kidney Imaging(Function)
I-2	Rose Bengal- ¹³¹ I	Liver Imaging(for Infants)
I-3	Triolein- ¹³¹ I	Fat Metabolism Studies
I-4	Oleic acid- ¹³¹ I	Fat Metabolism Studies
I-5	RIHSA- ¹³¹ I	Blood Volume Measurement etc.
3. ¹²⁵I Labelled Radioimmunoassay Kits		
R-1	T3 RIA Kit	Diagnosis of Thyroid
R-2	T4 RIA Kit	Diagnosis of Thyroid

<Table 2B> Import and Production of Cold Kits in Recent Years. #

Cold Kit	1984				1985			
	Importation		Production		Importation		Production	
	Vial	US\$ *	Vial	US\$ **	Vial	US*	Vial	US\$ **
DMSA			78	546	18	1,033	86	602
Tin Colloid	246	10,978			460	26,077		
HIDA	30	8,400			32	2,021		
MAA	120	6,132			123	9,073		
HSA	82	8,360	7	70	119	36,653	29	290
DTPA	216	16,572	226	1,582	213	20,134	403	2,731
Phytate	150	13,080	2,637	18,459	155	15,293	4,466	25,862
MDP	538	325,396	1,249	9,992	634	31,874	2,732	19,276
DISIDA			578	5,780			838	7,540
Glucoheptonate					43	1,902	10	70
Phyrophosphate	106	4,152				94	5,620	
Others	76	7,502						
Total	1,604	107,712	4,775	36,429	1,891	149,679	8,564	56,371

#In 1986, all kinds of Cold Kits are now producing at KAERI.

*Imported price

**Dispatching charge at KAERI which are converted from the Korean currency to US\$ (1\$=1,000Won).

〈Table 3〉 Import of Radioimmunoassay Kits in 1985.

Name of the Kit	No. of Kits	Radioactivity (μ Ci)	Price (US\$)
T3	2,829	11,800	134,677
T4	2,071	12,551	156,745
TSH	1,770	8,603	127,984
TBG	49	72	3,067
Thyroglobulin	33	136	4,679
HBsAg	1,335	19,430	128,934
HBsAb	1,298	18,168	162,545
HBe	895	67,521	202,920
HAVAB M	230	8,662	58,651
Corab	1,344	90,301	251,236
CA 125	19	168	9,977
CA 199	12	58	2,095
CEA	727	10,550	145,024
AFP	961	2,828	79,522
Ig E	253	615	25,549
Cortisol	204	1,026	18,000
Prolactin	455	1,022	39,466
Aldosterone	199	220	32,003
Testosterone	39	153	5,676
Estradiol	231	532	25,682
Progesterone	103	290	10,958
HCG	590	2,360	57,942
LH	279	1,076	20,119
FSH	274	1,038	10,568
HGH	109	298	8,498
ACTH	64	95	8,602
Ferritin	167	715	20,260
Gastrin	61	89	5,274
C-peptide	207	583	17,587
c-AMP	8	16	611
Vit. B-12	13	84	1,347
Others(ca. 50 items)	1,044	7,153	151,626
Total	17,873	268,213	1,923,819

하고 있으므로 이들 품目は 더以上 輸入할 必要가 없게 되었다.

2.3 싸이클로트론利用 生産 RI 및 그 標識化合物

^{67}Ga , ^{201}Tl , ^{123}I , $^{81\text{m}}\text{Kr}$, ^{111}In , ^{77}Br , ^{11}C , ^{13}N , ^{15}O , ^{18}F 등이 代表的인 싸이클로트론利用 生産核種이며, 그 中에서도 需要가 많을 것으로 豫想되는 ^{67}Ga , ^{201}Tl , ^{123}I 등 3種을 1차 開發核種

으로 選定하였다. 1986年 後半期부터 그 生産開發이 本格化되어 年末頃에는 몇가지 RI가 生産될 展望이다. 싸이클로트론利用 生産RI와 原子爐利用生産 RI 및 그 生産方法上의 特徵을 要約하면 表 4와 같다.

싸이클로트론利用 生産RI中 그 質量數가 작은 것들은 大部分 陽電子消滅放射線(positron annihilation radiation)을 放出하므로 人體內 深部病藁 位置確認에 더욱 有用한 情報을 提供해 줄 수 있다.

또 一般的으로 短半減期여서 體內投與用 放射性核種으로 많이 쓰이며, 특히 ^{67}Ga 는 癌親和性이 있으므로 診斷用으로 우리나라에서도 輸入하고 있다(表 5).

그러나 原子爐利用生産核種의 醫療的 利用이 싸이클로트론利用 生産核種들로 因해 經焉을 告하게 되지는 않을 것이다.

특히 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 는 그 半減期와 에너지가 醫療的 利用에 理想的이어서 싸이클로트론 RI가 生産·普及되기 시작한지 10年이 지난 지금도 利用增加趨勢가 繼續되고 있다는 事實을 銘心해야 할 것이다.

싸이클로트론利用 生産RI의 標識化合物로는 ^{67}Ga -irtrate, ^{111}In -Bleomycin, ^{111}In -DTPA, ^{11}C -Aminoacids, ^{18}F -FDG 등이 代表的인 것들이며, 短半減期를 考慮한 短時間內 自動合成方式들이 先進外國에서 開發되었다.

우리나라에서는 아직 cyclotron RI 標識化合物들이 生産되지 않으나 primary Isotope 및 PET 등 장비가 갖추어질 즈음 그 合成도 이루어질 것이다.

3. 利 用

RI 利用形態는 매우 多様하여 工業的, 醫療的, 農業的, 利用이외에 學術的利用 등으로 나누어 생각할 수 있다.

〈表4〉 原子爐 및 加速器利用RI生産 및 生成RI의 特徵

		原子爐利用生産	加速器利用生産
生産	日常生産	용이한 편	용이치 않은 편(상대적으로)
	生産經費	낮은 편	높은편(상대적으로)
照射	표적照射	數個표적 同時照射 可能	同時照射 不可能
	核子	(中性子過多陽子過少)	陽子過多(中性子過少)
生成RI	主崩壞形式	$n \rightarrow p + e^- + \nu, \gamma$	$p \rightarrow n + e^+ + E, C,$
	比放射能	(n, γ) 낮다 (n, f) 높다	항상 높다

〈Table5〉 Import of some Typical Cyclotron Radioisotopes

Radioisotope	1984		1985	
	Radioactivity (mCi)	Price (US \$)	Radioactivity (mCi)	Price (US \$)
Ga-67	1,075	11,423	1,300	17,720
Tl-201	448	9,498	810	20,210

3.1 工業的 利用

3.1.1 트레이서 利用技術

우리나라 RI生産 및 輸入量에 비해 工業的 追跡子(industrial tracer) 利用으로 쓰이는 量은 많지 않다. KAERI는 1960年代 後半부터 1980年代 中半까지 약 10건의 工業的 追跡子 利用事例를 蓄積하였다. 先進國에서는 이 分野의 利用이 매우 활발하여 地下埋設 配管의 漏洩探査, 原料混合度測定, 反應中間體의 滯留時間 測定 擔耗試驗, 擴散速度測定 등 生産性向上에 利用함으로써 莫大한 經濟的 利得을 얻고 있다.

原子力發電所의 Steam generator 濕分同伴率 測定試驗(carrier-over test)에 ^{24}Na 를 利用하는 事例를 韓電側이 蓄積해가고 있다. 이와같은 利用은 餘他方法으로는 견줄 수 없을만큼 銳敏한 測定이 가능하다는 長點이 있는데서 비롯된다.

3.1.2 NDT

우리나라 NDT分野는 重工業發展 原子力發電 所建設 등에 발맞추어 急伸張됨으로써 東南亞

國家들 중에서 先頭그룹을 달리고 있다. NDT의 各方法에서 모두 RI를 사용하지는 않는다하더라도 各各의 短點을 補完하는 立場에서 볼때 RI이용 NDT는 결코 낮은 비중으로 볼 수 없다. 큰 業體에서는 自體 NDT팀을 保有하고 있으며 9個의 NDT用役會社, NDT學會 등이 있어 그 會員數만도 상당수에 이른다.

KAERI는 NDT分野 專門研修課程을 運營하고 있으며 또 原子力發電所施設의 ISI, PSI를 遂行하는 등 NDT産業化에 크게 貢獻해 왔다.

^{192}Ir , ^{60}Co , ^{137}Cs 등이 利用되는데 ^{60}Co , ^{137}Cs 등은 KAERI에서 거의 생산되지 않고 있으며, 比放射能이 높지 않은 ^{192}Ir 을 생산·공급하고 있다. 그리고 線源交替作業도 支援하고 있다.

3.1.3 放射線加工

우리나라 放射線加工分野中 두드러진 것은 電線·케이블加工과 滅菌이다. KAERI는 UNDP 支援下에 1975年 300KeV 電子加速器와 100kCi ^{60}Co 照射施設을 完工한 이래 10餘年間 이 分野 研究 및 産業化 示範事業을 遂行하면서 이 分野를 先導해 왔다. 現在, 電線케이블은 民間業體에서 産業化하여 實際 生産하고 있으며, 몇가지 品目에 대한 UL Mark를 獲得하여 販賣하고 있다. 또 放射線滅菌施設은 KAERI가 繼續 稼動하면서 많은 量을 滅菌해 實績과 經驗을 쌓았고 1985年度에도 ^{60}C 線源 일부를 補填해年間800시간을 運行하면서 55種의 製品을 40,000 상자나 滅菌하였다. KAERI는 이와 關聯하여 1934./1946 2年間 UNDP/RCA가 主管하는 東南亞 地域 訓練生에게 示範訓練을 實施한 바 있으며, 1986年2月에도 放射線滅菌에 관한 Executive Management Seminar를 主觀하는 등으로 東南亞 地域에서 Center of Excellence의 役割을 다하고 있다.

3.1.4 核工學的 自動調節 및 核計裝技術

두께計, 密度計, 比重計, 水分計 등 核工學的 操整裝置(Nucleonic Control Systems)가 우

리나라에서도 많이 이용되고 있으며(300개 이상
推定) 製品 品質管理과 生産性向上에 RI가 큰
寄與를 하고 있다. UNDP/RCA는 이分野 人
力開發에 힘써서 우리나라에서도 8명이 이
分野의 地域間 訓練을 받아 當該分野에서 機器維
持管理技術者로 일하고 있다.

3.2 醫療的 利用

우리나라는 核醫學이 일찍부터 發展하여 비
교적 많은 量의 RI가 醫療的으로 利用되고 있
다. γ 카메라 수는 현재 50餘대에 달하며 大韓
核醫學會를 中心으로 活潑한 學術活動을 벌이
고 있다. 1982年度 RI利用 體外檢査 건수는 1,
028,100회에 이르며 그中 甲狀腺檢査 345,100
회, 腫瘍關聯檢査 124,900회, 기타 558,100회였
다. 1985年度 RIA 키트類 輸入量은 表3에 나
타낸 바와 같이 肝炎, 甲狀腺疾患, 癌診斷用 등
이 대부분이다.

한편 體內投與利用은 1982年度에 461,834회임
이 알려졌다. 體內投與에 의한 診斷用으로 많
이 쓰이는 核種은 1982年度에 ^{99m}Tc , ^{198}Au , ^{131}I ,
 ^{67}Ga , ^{201}Tl 등의 順位이었으나 最近에는 ^{131}I 의
需要가 激減되었다.

RI를 醫學的으로 이용할 경우는 이들을 所謂
放射性醫藥品이라고 부르며, 다시 體內投與用과
體外診斷用으로 分類한다. 體外診斷用일 경우
에는 測定值의 信賴度確保가 重要因子이며, 體
內投與用일 경우에는 特異臟器에 對한 集積程
度에 따르는 明確한 影像을 얻는 것 못지 않게
無發熱性, 無毒性, 無菌性 등 品質管理 또한 重
要하다. KAERI가 製造供給하는 많은 種類의
RI 및 標識化合物들이 放射性醫藥品 範疇에 속
하여 保社部側 製造許可를 얻고있다.

3.3 農學的 利用

農學的 利用의 大宗을 이루는 것은 食品貯藏,
品種改良 등이다.

FAO/IAEA/WHO가 放射線照射食品의 健全
性(Wholesomeness)을 認定하게 됨에 따라 그 實
用化가 擴大되기 시작하였으며 現在 32個國에
서 227種의 食品에 대해 産業化段階에 들어가
있다. 放射線照射에 의한 食品保全是 在來式 食
品保全劑인 化學藥品을 代替하여 藥品危害로부
터의 解放, 食品新鮮貯藏期間延長, 衛生的流通,
食品間接增産 등의 觀點에서 높이 評價되고 있
다. 그와같은 間接增産效果는 우리나라에서 約
20%로 보고 있으며 食糧貯藏에너지 節減效果
는 50%이상으로 보고있다. 곧 民間業體에 의
한 産業化가 이루어질 段階에 있으며 이와 關聯
한 食品照射研究은 KAERI가 主導하고 있다.

農作物의 放射線照射에 의한 突然變異育種研
究도 KAERI에서 進行中에 있으며 이미 ‘放射
콩’과 ‘放射6號’(보리)를 開發, 普及하였고 放射
線에 의한 害蟲驅除研究, 施肥法改良研究 등도
추진한 바 있다.

3.4 學術研究

여러종류의 RI/標識化合物의 生·醫學的 追
跡子 利用研究, ^{32}P , ^{35}S 標識化合物을 利用한
遺傳工學研究, RI를 利用한 有機反應機作研究
등 醫學이나 純粹科學研究에도 利用되고 있다.

4. 對 策 - 새 轉機를 위한 提言

4.1 높은 中性子束密度의 原子爐設置

우리나라 現存 研究用 原子爐만을 利用하여
서는 多樣한 RI를 多量으로 生産·利用하기 어
려운 實情인데 그 理由는 낮은 中性子束密度때
문이다. 核反應을 일으켜 放射性核種을 생산하
기 위한 가장 손쉬운 方法이 原子爐에서 나오
는 풍부한 中性子を 利用하는 方法인데 中性子
束密度가 낮은 原子爐로는 高比放射能 核種을
多樣하게 生産할 수가 없다.

先進外國에서는 높은 中性子束密度의 原子爐

〈表 6〉 研究用 原子爐의 出力 및 中性子束 密度

原 子 爐	出 力	最高中性子束密度 (n/cm ² ·sec)
TRIGA II (한국)	250KW	1 × 10 ¹³
TRIGA III (한국)	2MW	6.5 × 10 ¹³
JMTR (일본)	50MW	5 × 10 ¹⁴
J. R. R. (일본)	10MW	2 × 10 ¹⁴
DIDO (영국)	15MW	2 × 10 ¹⁴
ORR (미국)	30MW	5 × 10 ¹⁴
HFIR (미국)	100MW	5 × 10 ¹⁵

를 RI 生産에 利用하고 있다(表 6).

우리나라도 中性子束密度가 10¹⁴ n/cm²·sec인 MRR 건설을 推進中이므로 이를 利用한 RI 増産을 試圖해야 한다. 高比放射能의 ¹⁹²Ir 과 ⁶⁰Co, (n, γ) ⁹⁹Mo 등 主要 多需要品目的 豊富한 生産과 여러가지 새 方法들의 開發로 RI 生産의 一大跳躍을 이룩해야 할 것이며, Medical cyclotron을 利用한 陽子過多核種의 RI 및 그 標識化合物들이 豊饒로이 生産되는 1990年代를 맞도록 서둘러야 할 것이다.

4.2 關聯 基礎研究의 強化

RI 및 標識化合物의 商用規模로의 生産을 위한 研究·開發 및 이들의 利用活性化를 위한 研究의 大型化를 推進해야 한다.

4.3 國際協力事業에의 積極 參與

UNDP/IAEA/RCA의 RI 및 放射線의 産業的 利用事業은 東南亞地域 國家에서의 RI 및 放射線의 産業的 利用으로 生産原價節減, 에너지節約 등을 기해 生産性を 提高하고 生産品의 國際競爭力을 向上시키는 것을 事業目標로 하고 있다.

同 事業은 1982~1986의 5年間을 phase I으로 끝내고 1987~1991의 5年間을 phase II로 延長코져 하고 있다. phase I에는 우리나라가 이미 참여중에 있고 phase II에도 繼續 參與토록 되어있다. 同 事業에는 tracer technology, ND

T, Radiation processing, nucleonic control system engineering 등 4個 小課題事業이 있어 各分野 regional 및 national training course, national executive management seminar 등의 開催에 의한 人力養成 및 情報交換, coordination meeting, advisory group meeting 등의 開催에 의한 情報提供 및 勸告, expert 派遣에 의한 技術支援 등이 推進될 豫定이므로 이에 積極 參與함으로써 우리나라 RI 利用技術을 高度化시키고 同 技術의 産業界 移植에 寄與토록 해야한다.

5. 結 論

RI/標識化合物 國內需要 및 利用패턴은 우리로 하여금 小規模 研究用原子爐 및 同 RI 施設을 利用한 RI/標識化合物生産 第1段階를 마치고 大規模 研究用原子爐 및 同 RI 施設을 利用한 大規模製造·供給의 第2段階를 맞이하도록 하는 時點에 서게 하였다. 따라서 우리는 이제 지난날 體驗의 바탕위에 새로운 각오와 意志의 雄飛를 期約하는 計劃을 세우고 알찬 보람을 얻어내는데 힘을 모아야 할 것이다.

새로 갖추어진 施設에서 高比放射能 ¹⁹²Ir, ⁶⁰Co 등 大規模 生産, (n, γ) 및 (n, f) ⁹⁹Mo에의 挑戰, 크로마토그래피型 ^{99m}Tc generator 開發을 위시하여 ⁵¹Cr, ³²P 등의 製法改良, ⁹⁹Tc 即席標識키트, 基本 RIA 키트類, 治療用 放射性医薬品 등이 開發·普及되어야 한다.

放射線加工技術의 高度化를 위한 研究開發이나 耐放射線性 材料開發 등이 放射線 利用産業發展을 위하여 必須의임을 切感한다.

産業的 利用의 經濟性を 考慮하여 産業界와의 共同研究의 必要性 또한 切實하다.

