

放射性 同位元素의 利用



金 永 國

(에너지研 放射線應用部長)

Becquerel에 의해 1896年 放射能이 發見되고 Curie 및 Joliot에 의해 1934年 처음으로 人工 放射性同位元素(Radioisotopes, 以下RI로 略)가 製造된 以來, 그 利用可能性이 커서 싸이클로트론(Cyclotron)을 爲始한 여러가지 加速器 및 原子爐等에서 여러 種類의 RI가 製造되기에 이르렀고 現在는 約 2,000種에 達하는 人工 放射性核種 및 그 標識化合物들이 製造되어 醫, 農, 工學等 學問研究에는 勿論 여러 產業界에서도 이들을 利用하여 큰 成果를 얻게 되었다.

오늘날 RI 및 RI 標識化合物들을 人體內部臟器의 診斷, 體外試驗診斷等 醫療用이나 化學反應速度研究를 爲始한 理化學的研究用 追跡子로서도 價値를 發揮할 뿐만 아니라 大單位 放射線源에 依한 그래프트重合, 放射線큐어링, 放射線滅菌等 放射線加工處理技術은 實際 實用化되고 있다. 農學分野에서도 發芽抑制, 食品貯藏, 害虫驅除, 施肥法改良 및 品種改良研究等に 大單位 放射線 및 放射性追跡子들이 매우 많이 利用되고 있으며 그 中 一部技術은 實用化되고 있다.

準位計(Level Gauge), 測厚計(Thickness Gauge)等 RI Gauge 以外에도 ^{192}Ir , ^{60}Co 等 RI의 大單位 放射線을 利用하는 產業界에서의 非破壞檢査技術은 複雜하고 重要한 機械部品の 精密檢査에 依한 安全運行에 必須不可缺한 手段이 된지 오래다. 이와같이 當初 理化學的研究用 追跡子로서의 RI 利用이 嚆矢였으

나 오늘날에는 化石에너지에 對한 代替에너지로서의 原子力으로 뿐만 아니라 原子爐에서 生産되는 RI나 그 化合物들이 우리 生活과 密着되어 不知不識間에도 多様하게 많이 利用되고 있음을 본다.

(1) 國內 RI 生産史

國內에서는 1962年 TRIGA Mark II 原子爐(熱出力 100 Kw)가 稼動되면서부터 比較的 短壽命인 RI를 生産하기 始作하였다. 特히 Kw 原子爐建物內에 Process Unit 5基를 設置한 以來 RI 國內 需給을 爲한 本格作業이 시작되었고 RI 製造技術導入 및 開發, 生産要員과 研究要員의 訓練, 品質管理研究等を 爲主로 하였다. 1968년부터 RI 供給을 시작하여 從來의 全量輸入으로 使用하던 RI의 一部를 國產品으로 代替할 수 있었고 年次的으로 그 比率을 增加시켰다.

1969年度에 國內技術로 TRIGA Mark II 原子爐出力을 100 kw로부터 250 kw로 增強시킴에 따라 RI도 增産될 수 있었고 그 中 ^{198}Ar , ^{131}I 등이 主로 醫療用으로 供給되었다. 1972年 TRIGA Mark III 原子爐의 稼動과 함께 産業用 放射線源(非破壞檢査用 線源)으로 쓰이는 ^{192}Ir 도 生産하기 시작하였으며 90 cm 두께의 遮蔽壁과 鉛유리窓 및 遠隔操作用 Manipulator(master slave)를 設置한 Hot Cell(最大 放射能取扱量; ^{60}Co 1000 Ci, ^{192}Ir 10000 Ci) 2

기가 完成된 1972年부터는 爐心部 (Central Thimble)에서의 中性子照射가 可能해져서 高比放射能의 RI生産量도 增加시킬 수 있었다. 또한 年次的으로 繼續 增加趨勢에 있는 RI需要를 充足시키기 위하여 MW 原子爐建物內에 Process Unit 10基를 追加設置하여 生産供給하며 오늘에 이르렀다.

(2) RI 研究開發 및 生産實績

同位元素室에서는 1969년까지는 主로 適當한 標의 物質選定, 標의 物質內 不純物 및 副核反應 生成時의 RI精製方法等에 關한 研究를 爲主로 해왔으나 1970年 以後부터는 RI生産量 增加, 放射性醫藥品の 品目開發等에 注力하게 되었다. 即 1970年 $Na^{99m}TcO_4$, 1971年 $^{99m}Tc_2S_7$ -Colloid, 1972年 $^{99m}Tc-Fe-MA$ 및 $^{99m}Tc-Fe-Ascorbate$ 等을 各各 開發하였고 1975年 以後는 骨痛 및 各種 腫瘍診斷用 Phosphates 및 Phosphonates 들에 對한 製造方法 및 キット化研究가 進行되어 漸次 實用化되었다.

原子爐 試料照射臺 (Rotary Specimen Rack) 안쪽 G ring 에다 1974年 1個, 1979年 2個의 照射孔을 各各 設置하였으며 1980年 에는 D ring 에 2個의 照射孔을 더 設置하였다. 짧은 半減期로 因해 地方에서는 使用하기 困難했던 ^{99m}Tc 를 釜山, 大邱, 全州, 原州等에 까지 直接 供給하거나 ^{99m}Tc 抽出裝置 및 Process unit 를 實需要者로 하여금 本所側 技術協力, 支援으로 設置토록 하고 $^{99}MoO_3$ 形態로 供給함으로써 實需要者가 直接 抽出하여 日常 使用토록 하였다.

放射性標識化合物의 研究는 1961年부터 始作 되었고 ^{14}C 化合物의 小規模合成法 開發研究를 통하여 얻은 比較的 簡單한 化合物들을 研究者 들에게 供給하였다.

Styrene- ^{14}C 單位體 및 5-Bromouracil- ^{82}Br 의 同位元素交換反應에 依한 簡便標識方法 등을 確立하여 醫療用으로 供給하는 한편 여러가지 ^{131}I 標識化合物 合成法도 研究되었다.

民營化以後에는 ^{131}I 標識放射性 醫藥品 合成研究를 한층 더 活性化시켜 從來의 Hippuran- ^{131}I , Rose bengal- ^{131}I , RIHSA- ^{131}I 以外에 BSP- ^{131}I , Triolein- ^{131}I , Oleic acid- ^{131}I , T_4 - ^{125}I , T_3 - ^{125}I 等 品目追加가 이루어졌다.

國際原子力機構와의 研究契約으로 몇 가지 호르몬類에 對한 放射免疫測定 (RIA) 法을 研究함으로써 RIA 用 標識化合物 製造基盤을 構築하였고 인슈린, T_3 , T_4 等의 RIA를 確立하는데 成功하였다.

한편 Sodium Pyrophosphate, DTPA, 人血清알부민 (HSA), Dimercaptosuccinic acid (DMSA), Sodium Phytate 等의 ^{99m}Tc 即席 標識바이알 製造에도 成功하여 目下 診斷用으로 쓰이고 있으며 Sodium Pyrophosphate- ^{99m}Tc 即席標識바이알은 1980年度에 250個를 骨格스캔用으로 製造供給하였다. T_4 RIA キット試製品도 數次 供給하여 試用케하고好評을 받은 바 있다.

非破壞檢査用 ^{192}Ir 放射線源 生産을 위한 初期試圖에서는 圓筒型標的 (ϕ 3 mm, 높이 3 mm) 을 使用하였으나 1975年부터는 Ir-disc (ϕ 2 mm, 두께 0.2 mm) 10枚를 中性子 照射後 重疊시키는 方法으로 改良하므로써 自己吸收로 因한 比放射能 低下의 難點을 克服할 수 있었다. 이 方法에 依하여 最高 15Ci의 ^{192}Ir 線源生産이 可能해 國內 産業界에서 利用되고 있다.

한편 劣化우라늄 (depleted uranium) 을 利用해 性能이 優秀한 放射線源카메라를 工作室과 共同製作하여 非破壞檢査用으로 産業界에 供給하므로써 ^{192}Ir 線源의 簡便利用에도 도움을 주었다. (表 1)

앞으로 ^{99m}Tc Generator 의 開發과 MDP- ^{99m}Tc 等 ^{99m}Tc 誘導體의 製造供給等을 計劃하고 있으며 開發된 ^{99m}Tc 即席標識キット 및 T_4 RIA キット의 本格的 製造供給도 이루어 나갈 方針이다. 그리고 Compact Cyclotron 設置 및 그에 의해 生産되는 短半減期の 陽子過多核種과 그 標識化合物開發도 試圖할 것이다.

(표 1) 주요 방사성동위원소 생산품 및 용도

구분	핵종 (화합물)	용도	핵종 (화합물)	용도
일반 방사성 동위원	^{99m} Tc NaTcO ₄ Tc ₂ S ₇ Colloid Fe-Assorbate Fe-MA MDP	뇌 및 갑상선기능검사	³² P H ₂ PO ₄ Na ₂ HPO ₄ Ca(H ₂ PO ₄) ₂ ·H ₂ O	농, 의, 이학연구
		간기능 검사		
		신장 검사		
			폐 검진	⁵⁵ + ⁵⁹ Fe
		골격 및 종양진단	⁵³ Co	의, 이학연구
	¹⁹⁸ Au Colloid	간암, 기능검사	²⁴ Na, ⁴² K, ³⁵ S	
	¹³¹ I	갑상선암진단, 치료	⁸² Br, ⁶⁵ Zn, ⁴⁵ Ca	
⁹⁹ Mo O ₃	^{99m} Tc 제조 및 연구	³⁷ Rb, ¹¹¹ Ag, ²¹⁰ Bi		
^{Na} ₂ ⁵¹ Cr O ₄	혈액정량제	등 50 여종		
방사성 표지 화합물	¹³¹ I 표지 화합물		^{99m} Tc Labellingkit	
	- Hippuran	신장기능검사	- DTPA	신장기능진단
	- Rose Bengal	간장 "	- Phytate	간장기능진단
	- RIHSA	뇌종양, 혈장량검사	- DMSA	신장기능진단
	- BSP	간장기능검사	- Pyrophosphate	골격, 종양진단
	- Triolein	지방대사 이상진단 및 연구	- HSA	심장, 대반, 혈류동력조사
- Oleic Acid			갑상선질환진단	
Insulin RIA Kit (¹²⁵ I)	당뇨병 조기진단	T ₃ RIA Kit (¹²⁵ I)	갑상선질환진단	
		T ₄ RIA Kit (¹²⁵ I)	갑상선질환진단	
방사선원	¹⁹² Ir	비파괴검사	⁶⁰ Co	비파괴검사 수준계, 측후계

(3) 放射化學 및 放射線化學分野 利用

放射化學研究室에서는 環境放射能 核種分析에 의한 Data 蓄積으로 放射能汚染管理에 寄與하는 한편 ¹⁴C 計測에 의한 古蹟遺物 등의 年代測定, RI 에 의한 墨湖港漂砂移動關係 調査 등을 遂行하였고 近來에는 微量金屬元素의 放射化分析, 原子力發電所 原子爐冷却水 水質管理 研究 등을 重點 遂行中에 있다.

放射線化學研究室에서는 放射線重合反應에 關한 基礎研究를 爲始하여 放射線그래프팅에 의한 織物類加工, 強化木材(Woodplastic Combination) 및 強化콘크리트(Concrete-Polymer Composite)의 製造研究, 放射線유어링에 의한 電線被覆材研究 등이 遂行되었으며 近來에는 原子力發電所用 耐放射線性材料의 開發研究에 拍車를 加하고 있다.

(4) 放射線生物學 및 放射線農學分野 利用

放射線生物學研究室에서는 放射線의 人體에 미

치는 影響研究가 主로 遂行되었으며 近來 標準 韓國人에 對한 放射線被曝線量 標準化研究, 原子力發電所 周邊 生態學的 調査 등이 遂行되고 있다.

放射線農學研究室에서는 放射線을 利用한 害蟲驅除研究 食品貯藏研究 放射線照射에 의한 農作物의 品種改良研究 등이 持續적으로 遂行되고 있다.

(5) 放射線滅菌

本研究所에는 10,000 Ci 및 100,000 Ci의 大單位 ⁶⁰Co 放射線照射施設이 있으며 이를 利用하여 放射線加工室에서는 여러가지 實驗用試料의 照射業務以外에 醫療製品의 放射線滅菌(Cold Sterilization)을 重點적으로 遂行하고 있다. 이 方法은 包裝된 狀態로 滅菌할 수 있으며 熱에 弱한 材料나 개스浸透가 어려운 材料 등에 對하여는 特히 在來式 滅菌性보다 效果의 이다.