

# 國民生活과 原子力

## 原子力廳 放射線農學研究所

所長 沈 相 七

本 電氣協會誌 第15號(P. 10)의 原子核分裂의 原理에 關한 講演 記錄에도 明示되어 있는 바와 같이 우라늄(U-235) 1gr가 核分裂을 하면 이때 放出되는 에너지는 우리나라 石炭 3,700Kg (大型트럭 1台分)의 熱에너지와 같다.

이와 같은 莫大한 에너지를 放出하는 核分裂을 利用한 것이 原子爆彈이고 이와 反對로 宇宙에서 가장 가볍다는 水素의 原子核들이 서로 融合할 때도 莫大한 에너지가 放出되는데 이 原理를 利用한 것이 水素爆彈이며 이때에 副產物格으로 나오는 재(灰)는 “죽음의 재”(放射落塵)라 하여 우리의 恐怖의 對象임은 이미 잘 알려진 바와 같다.

그러나 原子彈이나 水素彈의 原理의 平和的인 利用은 動力에너지를 가져왔고 또 放射落塵의 利用은 工業, 農業 또는 醫療에 있어 試驗研究와 治療의 새로운 兪장(道具)으로 登場했다.

原子力의 動力化利用 即 原子力發電, 原子力潛水艦, 原子力船 等に 利用되는 動力原子爐의 開發은 實로 第2 産業革命의 基幹을 마련했다. 이 動力原子爐에 對해서는 本 電氣協會誌(既刊)에서 屢次 問題點까지 仔細한 論述이 있었기에 여기서는 “죽음의 재”의 利用 即 放射線物質이 우리 國民生活에 있어 어떻게 應用되고 있는가를 몇가지 卑近한 것만 要約해 보고자 한다.

原子核으로부터 放射線을 放出하고 있는 物質을 放射性物質이라 하는데 이것은 放射能을 가진 物質이라는 뜻으로 쓰인다. 또 放射能이 있는 元素를 放射性元素, 特히 同位元素中 放射能이 있는 것을 放射性同位元素(radioactive isotope=RI)라고 通稱하고 있으며 이들의 表示는 元素記號에 그 무게(質量

數)를 附記하여 各 RI를 區別하고 있다. 예를 들면 H-3는 水素의 同位元素中 質量數가 3인 것 即 三重水素를 뜻한다.

이 RI들의 共通의인 特徵을 간추려 보면 다음과 같다.

(1) 어느 特定元素의 RI는 그 元素와 化學的 性質은 같으나 物理的 性質(무게)이 다르다(若干의 例外는 있지만).

(2) 放射線을 放出하는 能力에 있어 RI마다 特有의 에너지와 期間(半減期)이 있다.

(3) 또 그 放射線은 螢光을 일으키며 寫眞乾板을 感光시킨다. 한편 物質 속을 잘 透過할 수 있는 것도 있으며 이때 지나간 자리에 있는 物質의 電離를 일으키기도 한다.

(4) 그리고 放射線은 生物細胞의 破壞, 突然變異을 誘發하기도 한다.

이러한 放射線의 特徵을 適切하게 利用하면 우리 生活에서 새로운 轉機를 가져오리라 豫見한 各分野의 科學者들은 다투어 이 새로운 兪장으로 여러가지 試圖를 한바 그동안 神奇하고 奇拔한 利用方法이 數없이 나옴으로써, 莫大한 實績을 거두었다.

### 1. 工業에서의 利用

港灣構築地의 選定: 海底의 土砂가 風波라든가 海流로 어떻게 移動하는가를 미리 안다는 것은 그 設計에 있어 工事費와도 直結되는 重要한 問題이다. 方法으로는 土砂와 비슷한 比重의 유리덩어리를 Zn-65가 嵩고루 섞이도록 만들어 이 유리덩어리를 粉碎해서 放射性 유리모래로 한다. 이것을 豫定地의 海底에 散布해 두었다가 어느 期間이 지난 後 放射能

을 알아내는 檢出器(GM計測器) 등으로 撒布한 附近一帶에 걸쳐 檢出하면 어느 쪽으로 얼마만큼이 밀려 내려갔는가를 把握할 수 있다.

**送油:** 油田에서 精製된 여러가지 等級의 石油을 떨어져 있는 貯藏탱크에 送油할 때 同一 油管으로 質이 다른 石油을 順次로 보내야 할 경우가 있다. 即 異質石油의 送油가 始作될 때 Ba-140를 섞어 넣고 貯藏탱크 近處에 있는 各 탱크에 連結된 送油管의 分岐點에서 放射能 檢出器의 出力信號와 同時에 警報가 울리도록 裝置하면 監視人은 分岐管의 辨別(辨)을 開閉함으로써 各 等級의 石油을 分類해 貯藏할 수 있다. 이 原理의 應用은 非單 石油에만 限한 것이 아니다.

**導管의 檢査:** 都市의 地下에는 上下水道케이블 등 여러가지 導管들이 묻혀 있다. 假令 上水管에 異常이 생겼을 때 普通은 그 近方을 어림잡아 파헤쳐 中을 못하거나 또는 必要 以上으로 넓게 파내기 때문에 能率에 있어서나 工事費에서 浪費를 한다. 이때 上수에다 Na-24를 섞어 넣어 한동안 上水管을 흐르게 하면 Na-24는 破損된 部分(구멍 등)에 더 많이 浸透될 것이므로 上水만으로 한두번 씻어 내고 檢出器를 壓搾空氣 등으로 밀어넣고 管속을 走行케 한다. 그러면 破損된 곳(Na-24의 蓄積이 많이 된)에서 放射能이 急増할 것이다. 即 이 近方만 파헤치면 된다.

위의 例와 같이 放射能을 檢出器로 그 行方을 찾아 보는 利用法을 追跡法(tracer method)이라 한다. 이 追跡法의 利用은 工業에서만 아니라 醫療나 農, 水産 分野를 비롯하여 基礎科學에서도 여러가지 方式으로 利用된다. 工業에 있어서도 利用例도 많은 뿐 아니라 實績도 적지 않다.

**工場 品質管理:** 病院 등에서 X光線으로 胸部撮影을 할 수 있는 것은 人體의 軟組織(肉)은 X光線의 透過가 잘 되지만 硬組織(骨)은 잘 안되기 때문이다. 이 原理는 工場의 製品管理에 여러가지 形態로 利用된다. 假令 鑄物製品에 있어 內部에 핀·홀(鑄物의 空洞)이 있는지의 與否를 알려면 Co-60 등의 放射線源과 寫眞乾板 사이에 被檢物을 놓고 適當한 時間 동안 露出을 시켜 乾板(또는 寫眞필름)을 現像하면 마치 胸部撮影(X光線으로)한 것처럼 製品 內部的 欠陥이 나타난다. 옛날에도 材料檢査를 X光線으로 하고 있었으나 複雜한 製品에는 利用이 어려웠다. 이같은 原理는 또 造船, 機械, 建築 등에서 鐵材 등의 熔接部位의 缺陷을 檢査할 때 또는

寺刹 등에 있는 佛像, 彫刻物의 內部를 살피는 데도 利用되고 있다.

**두께의 測定:** 고무타든가 비닐 또는 鐵板의 두께를 工場에서 均一하게 만들어 내야 하는데 이 두께도 放射線의 透過力을 利用해서 正確하게 알아낼 수가 있다. 即 한쪽에는 放射線源을 다른 한쪽에는 檢出器를 놓아 두고 이 사이를 生産되어 나오는 被檢物이 同一한 速度로 지나가게 하면 特히 두껍다든가 또는 얇은 部分이 나타날 때 放射線의 透過度가 다를 것이므로 檢出器에 곧 바로 나타난다. 이 方法의 特徵은 被檢物에 直接 計器를 갖다대지 않아도 되기 때문에 뜨거운 鐵板이타든가 아주 얇은 皮膜 등의 두께를 測定하는데 便利하다.

한편 放射線의 透過力 代身에 그 散亂性(放射線도 光線처럼 어느 物質에 부딪히게 되면 散亂된다)을 利用하기도 한다. 即 放射線의 散亂이 物質의 두께에 따라서 差異가 있으므로 化學工場의 탱크나 導管 안에 高溫物 또는 有毒 液體 或은 氣體가 들어 있을 때 作業을 中斷하지 않고도 外部로부터 두께를 測定할 수가 있어 탱크나 管 內部的 腐蝕程度를 알아낼 수 있다. 따라서 不意의 事故를 未然에 防止할 수 있다. 또 數千氣壓의 탱크 안에 있는 內容物의 液面을 탱크 外側에서 알아내는 方法도 있다. 即 放射線源을 탱크 속의 內容物 液面에다 液의 昇降에 따라 上下가 되도록 띄어(浮) 놓고 檢出器로 確認한다.

**積雪量의 推定:** 山間僻地의 積雪量을 現地에 가보지 않고도 알아낼 수 있다. 假令 그 地點의 地表나 또는 땅속에 放射線源을 놓아두고 그 上位部에 檢出器를 매달아 놓으면 눈(雪)이 쌓여 감에 따라 線源에서 放出되는 放射線의 透過가 잘 안된다. 따라서 檢出器의 出力을 送信機로 보내오도록 하면 그때그때의 積雪量이 推定된다.

**充填度計:** 卷煙 같은 것의 內容物이 均等하게 充填되었는지의 與否도 위의 原理와 같이 放射線의 透過力을 利用해서 알아낸다. 이밖에 火藥을 爆破시키는 導火線의 內容物의 充填度를 알아 본다든가 菓子 또는 봉조림의 檢査에도 利用되고 있다.

**水分測定計:** 땅속 또는 地表의 水分含有量이라든가 그 密度를 測定할 때 RI를 利用한 DM計라는 것이 있다. 이 原理도 放射線의 散亂을 利用하는 것인데 水分은 中性子를, 密度는 Co-60 또는 Cs-137 등으로 現場에서 直接 計測할 수 있어 最近 여러 면에서 利用되고 있다.

**重合의促進:** 物質의 化學反應을 일으키려면 加熱한다든가 甚한 振動을 加한다든가 어느 形態이든 에너지를 供給해야 한다. 그러면 비닐이라든가 폴리에치렌 등 같은 高分子化合物에 放射線을 쬐이면 어떻게 될 것인가? 이것은 그 放射線의 線量에 따라 크게 나누어 두가지 形態의 反應이 일어난다. 即 高分子化合物이  $\gamma$ 線 같은 放射線에 照射되면 分子間 結合이 切斷되어 粘性的 液體가 되는 경우와 그 反對로 分子間 結合이 더욱 튼튼해져 抗張力 등이 커지고 溶解性도 變하여 融點 등이 높아진다. 또한 林産物 등의 加工方法의 하나로 堅固하지 못한 木材라든가 또는 시멘트 등에 高分子物을 浸透시키거나 混合하여 放射線處理를 하면 全體 材質이 다른 아주 堅固한 것이 된다.

**面光源:** 우리들의 照明裝置는 大概 點光源인데 螢光物質에 RI를 섞어서 照明 또는 夜光塗料로 利用할 수가 있다. 即 Sr-90을 螢光物質에 섞어 透明한 플라스틱의 裏面에 바르거나 센드위치形으로 해 놓으면 그 面 全體로부터 光이 發生한다. 그러므로 目的에 따라 天井이나 마루 또는 壁 등에다 칠한다. 假令 劇場이나 講堂 같은 곳에서 마루바닥에다 文字 등의 記號를 表示하면 危險性도 없고 電力의 節約에도 도움이 된다.

또 H-3와 螢光物質의 化合物을 만들어 輝度の 標準이 되는 標準光源을 만드는데 이것은 RI로부터 放出되는 放射線이 外的條件과는 關係없이 一定時間에 반드시 一定한 數를 放出하기 때문에 輝도가 恒常 固定되어 있는 것이다.

**靜電除去:** 印刷工場, 製紙工場, 織物工場에서 工程中에 종이라든가 織物이 摩擦로 因해서 靜電氣가 일어나게 되면 스파이크가 일어나 火災의 原因이 될 수가 있고 먼지를 吸着하게 되면 製品을 損傷시키는 수도 있다. 스파이크를 防止하는데 RI를 利用한다는 것이다. 即 假令 陽電氣로 荷電된 織物 近方に 陰電氣를 放出하는 放射線源을 놓아두면 陽陰電荷가 서로 中和되어 버리므로 그 靜電을 除去하여 製品을 保護하고 또는 火災를 미리 防止할 수가 있다.

**原子力電池:** 原子力의 “미니版”이라 할 수 있는 原子力電池가 있다. 그중 한 예를 들면 電氣의 表面의 狀況이 다른 電極 사이에 H-3 등의 放射性氣體를 含有한 아르곤(Ar) 같은 가스를 充填해 두면 H-3로부터 나오는  $\beta$ 線에 依해서 가스의 電離가 일어난다. 그러면 電極 表面의 狀態에 따라 陰陽으

로 分離되어 外部의 電線을 通하여 電流가 흐르게 된다. 萬一 H-3를 이에 利用한다면 124年 동안이나 發電이 되며 溫度라든가 濕氣 등의 影響을 別로 받지 않고 또 化學藥品을 쓰는 것이 아니어서 破損이나 汚染의 念慮도 없다.

## 2. 農業에서의 利用

農業의 試驗研究와 그 應用에 있어서의 RI의 利用은 各 專門分野에 있어 急速한 發展을 하고 있다. 農業에서도 RI를 追跡子로 利用하는 한편 Co-60 같은 強力한  $\gamma$ 線을 農作物에 照射하여 人工的인 突然變異를 일으켜 多收性, 早熟性 또는 耐病性 등의 새로운 品種을 얻고 또 食品의 殺菌 등으로 그 貯藏期間을 延長시키는 등 많은 發展이 있다.

**品種의 改良:** 生物이 放射線을 쬐이게 되면 細胞의 破壞도 있으나 그 遺傳에 關與하는 染色體 등에 變化를 일으켜 母體와는 다른 特性을 가진 後孫이 나타난다. 이때의 突然變異가 全部 有用한 것만은 아니지만 더러는 우리가 所望하는 것도 있어 이것을 골라내어 育成하면 된다.

이 突然變異에는 質的인 것과 量的인 것이 있다. 即 月見草의 경우 同一 母體로부터 흰 꽃과 붉은 꽃이 생겨나는 것이 있는가 하면 보리(大麥)의 경우는 잎(葉)이 훨씬 크고 結實한 보리알도 큰 量的인 變異가 있다. 日本에서는 “레이메이”라는 벼의 새 品種을 放射線으로 改良하여 日本 全境에 걸쳐 普及中에 있다는 이야기이다. 또 콩에 있어 “라이덴”이라는 放射線 育種品種은 原品種보다 25日이나 빨리 익는 것으로 改良되었다 한다. 美國에서는 당콩, 옥수수 등의 優秀한 變異系統을 골라 냈고 스웨덴을 비롯한 各國에서도 여러가지의 放射線 育種品種이 있거니와 이 放射線育種은 從來의 交雜法이라는 것보다 育種期間이 훨씬 短縮된다.

**食品의 貯藏:** 放射線을 利用해서 食品의 保存期間을 延長해 보려는 생각은 X光線이 發見된 當時부터 着眼이 되었지만 本格的으로 始作된 것은 二次大戰 以後부터이다.

放射線에 對한 感受性은 어린 細胞일수록 높으므로 감자, 고구마, 양파, 당근 등에 쬐어 發芽를 抑制함으로써 野菜로서의 風味라든가 營養價를 維持하고 보다는 貯藏期間을 延長한다는 것이다. 穀類를 貯藏할 때의 穀虫의 除去, 肉類를 貯藏할 때 表面에 묻어 있는 菌을 죽이는데도 放射線을 利用하

는데 이와 같이 農産物의 貯藏期間이 延長되던 農民들의 出荷를 調節할 수 있었고 結局은 農民所得을 올릴 수가 있다.

이 放射線處理는 從來의 凍조림이나 冷凍法에서와 같이 豫備處理段階에서 全혀 加熱할 必要가 없 어 靑果物의 貯藏이 新鮮한 그대로 可能하다.

또는 未熟한 果實을 熟成시키거나 연시(軟柿)를 만든데며 또한 위스키 같이 蒸溜해서 만든 酒類의 後熟에도 效果가 있다고 하니 앞으로도 利用範圍가 擴大될 것이다.

한가지 걱정이 되는 것은 이들의 食品을 먹어도 좋겠느냐의 念慮가 있을지나 放射線으로 處理된 이들의 食品은 반드시 嚴格한 動物試驗과 徹底한 化學分析을 하여 安全性이 保障된 것만이 商品化되는 것이므로 걱정하지 않아도 좋을 것이다.

**施肥法의 改善** : RI로 標識된 肥料나 普通肥料이 거나 農作物은 差別없이 吸收하기 때문에 肥料를 RI로 標識해서 施肥를 하면 RI를 檢出器로 測定함으로써 農作物의 體內에서의 移動狀態 또는 合成된 同化産物의 實態 等を 明確하게 追跡할 수 있다.

假令 磷酸質肥料을 줄 때 어느 時機에? 또한 뿌리에 줄 것인가, 잎(葉)에 줄 것인가? 뿌리에 준 다면 施肥方法은? 또는 土質의 影響은? 等を 알려 주면 P-32를 주어 놓고 追跡해 보면 된다.

감나무, 복숭아나무 等에는 寒肥라 하여 落葉 以後에 뿌리에 주는데 그 效果를 確認하는 方法으로 P-32로 寒肥를 주고 다음해 봄에 새싹을 따서 그 싹눈에 放射能이 나타나 있으면 吸收가 되었다는 것이 되는데 감나무의 경우는 檢出器에 나타나지 않았다 고 하면 이것은 다음해 初期生育에 必要한 養分은 이미 落葉이 지기 前에 吸收했다는 것이 된다. 勿論 寒肥의 效果는 植物에 따라 다르다.

또 벼(稻)를 비롯하여 各種 農作物에 對한 生理的인 또는 營養學的인 면에서 從來 釋然치 않았던 것이 많이 밝혀져 農業科學에 큰 進展이 이루어졌다. 實際로 이삭거름(穗肥)이라 하여 옥수수가 結實할 무렵 磷酸質肥料을 줌으로써 더 잘 結實이 되는 것으로 알고 있었으나 P-32로 살펴본 바 반드시 그런 것이 아니었음을 確認하였다.

이 밖에 光合成의 過程, 아미노酸의 合成過程 等이 RI로 밝혀질 날도 그리 멀지 않은 것 같다.

**畜産技術의 改善** : 닭이 鷄卵을 만드는 過程은 學問的으로도 興味로운 問題이다. 鷄卵이 飼料나

體內의 어떤 成分을 어떻게 해서 卵黃이나 卵殼을 만들어내는가를 RI로 그 生成過程을 밝혔다. 그러므로 養鷄에 있어 合理的인 飼料의 管理를 할 수 있는 기틀을 마련할 수 있게 되었다.

또 草食動物의 營養代謝에 있어 알팔파(alfalfa)라는 木草飼料는 從來 草食動物이 攝取한 全量에 對해서 20% 內外가 利用된다고 알고 있었으나 RI로 追跡한 結果는 90%나 利用되고 있음을 알아내었다. 다음 닭이 털을 갈 때 從來에는 털갈이(換羽)를 하느라고 産卵을 中斷한다고 알고 있었으나 事實은 産卵을 中斷했기 때문에 털갈이를 하는 것임을 RI로 밝혔다. 即 털갈이를 하기 때문에 닭의 體力이 弱화되어 産卵을 못하는 것이 아니라는 것이다.

이밖에도 鷄卵이 병아리로 孵化되는데 있어 卵白과 卵黃이 鷄胚의 發育에 어떻게 利用되는가도 RI로 밝히는 등 많은 것들이 續續 알려져 있다.

**農藥의 藥効** : 農藥의 하나인 BHC는 물에 잘 녹지 않는 것이어서 논물에 그냥 뿌려 두거나 흙속에 섞어 두기만 해서 는 그 藥効가 나타나지 않는다고 믿어 왔는데 RI로 살펴보니 마치 肥料成分처럼 水稻에 吸收됨을 알았다. 이어 논물에 뿌려 놓아도 亦是 水稻 體內에 吸收됨을 알아냈기 때문에 BHC 粒劑의 農藥은 水面에 撒布해도 좋은 것으로 되어 있다.

또 殺菌劑의 農藥으로 水稻의 稻熱病 防止에 有機水銀이 含有된 것이 있는데 이것은 普通 葉面에 撒布하고 있다. 그런데 이 農藥을 撒布한 後에 새로 나온 벼잎도 稻熱病에 잘 걸리지 않아 그 理由를 밝히고자 RI(Hg-203)로 標識한 것을 撒布하여 水稻 體內에로의 吸收 與否를 檢出한 바 이 水銀劑도 吸收됨을 알았는데 쌀을 主食으로 하는 우리들에게 水銀中毒이라는 重大한 問題가 提起되고 있다. 그래서 이같은 水銀劑는 漸次 非水銀劑의 稻熱病 防止 農藥의 開發을 促進하여 왔다. 이와 類似한 方法으로 農藥의 藥効를 비롯해서 그 動態를 把握하여 보다 有効한 農藥이 많이 開發되고 있다.

**農業用水의 開發** : 農業用水라든가 工業用水의 開發은 非單 우리만의 問題가 아닌듯 모든 나라들이 이에 적지않은 關心을 갖고 있어 物理探查나 電氣探查나 하여 여러가지 方法이 利用되고 있는데 最近 原子力이 이 用水開發에 參與하게 되었다. 即 自然放射能의 測定으로 地下水가 있음직한 곳을 찾

아닌 다음 RI로 그 地下水의 흐르는 速度 및 흐르는 方向 등을 追跡함으로써 그 地帶의 地下水량을 推定한다. 또는 오래된 貯水池의 漏水場所를 찾아 내는데도 RI로 追跡할 수 있다. 即 漏水가 되고 있는 防築 안쪽에 RI를 풀어 놓고 一帶에는 몇군데의 檢出孔을 뚫어 그안에 檢出器를 넣고 計測을 한다. 放射能이 나타난 곳을 連結하여 보면 그 漏水經路를 짐작할 수 있을 것이다.

또 貯水池의 貯水量도 RI로 推定할 수가 있다. 即 強度가 確實한 一定量의 RI를 貯水池 안에 던짐과 同時에 그것이 貯水池 全體에 골고루 섞이게끔 다이나마이트 같은 火藥을 爆破시켜 添加된 RI가 全貯水池內의 물에 골고루 섞이도록 한 다음 어느 定量的 물에 對해서 放射線의 強度를 測定하여 먼저 添加된 RI의 強度가 몇배로 稀釋되었나를 逆算으로 求하면 그 貯水量이 計算된다.

**蠶絲의 改善:** 한마리의 누에가 뿜아내는 고치실의 길이는 平均 1,300m나 된다. 그런데 이렇게 긴 고치실의 各部分은 언제 먹은 繭(桑葉)의 成分으로 合成되었는가를 RI로 알아낸다. 即 고치실의 처음 部分은 누에의 初期作品이고 末尾는 後記作品임을 RI로 밝혔다. 이같은 事實은 누에의 生理와 生態를 把握하는데 貴重한 資料가 된다. 이밖에 고치실 即 絹絲의 蛋白質이 繭의 어느 成分으로 만들어지며 또 蛋白 中에서는 이 蛋白質이 어떻게 形成되는가도 RI로 알아낼 수 있고 누에에 放射線을 쬐여 고치실의 質이나 量의 確保를 爲한 蠶種의 改良도 研究되고 있다.

以上 말한 몇가지의 例는 主로 農業分野 中의 一部를 紹介한 것이다. 이밖에도 水產分野에서의 利用 등이 있으나 여기서는 言及을 省略하기로 한다.

### 3. 醫療에서의 利用

原子力를 醫療에 利用한다고 하면 于先 癌을 聯想하는데 事實 癌治療에 X光線이라든가 RI(Ra-86)가 放射線治療로 登場한지는 꽤 오래된다. 癌의 細胞는 健全한 人體를 構成하고 있는 普通의 細胞가 어떤 轉機로 人體의 統制를 벗어나 제멋대로 增殖하는 即 患性化한 細胞이며 이 集團을 癌이라 하는데 앞서 말한 바 있듯이 放射線은 生物細胞를 破壞한다. 이 作用은 特히 癌細胞에 더욱 銳敏하다. 그러나 人體에 利用하는 것인만큼 RI의 選擇은 慎重을 期해야 한다. 藥理學的으로 安全해야 하며 生理學的으로

로도 有用한 것이라야 한다. RI에 依한 治療는 크게 體內照射法과 體外照射法으로 나눈다.

**體內照射法:** 組織 等の 內部로부터 放射線을 照射하는 方式으로 從來 治療에 利用했던 라듐針, 라돈·씨이드(radon seed)方式의 組織內 照射法도 體內照射法의 하나이다. 體內放射線源이 直接 著染되는 것이므로 危險度에 對한 充分한 注意가 必要하다. 即 그 RI의 化學的 性質과 放射線의 線質 및 強度를 綿密히 把握해야 하며 또 그 元來의 生體臟器의 吸收, 分布 및 排泄 等の 狀況을 알아야 함은 勿論이고 알맞는 半減期의 RI를 選擇해야 할 것이다. 너무 긴 것은 生體에 障害를 주며 지나치게 짧은 것은 對象臟器에 到達하기 前에 減衰해 버리면 所用이 없게 된다(普通 半減期가 12時間 以上 차리를 利用).

**體內全身照射法:** 全身에 惡性腫瘍이 퍼졌을 때 또는 全身에 系統的 惡性疾患이 생겼을 때 半減期가 짧은 RI(Na-24 또는 Zn-63)를 注射하면 放射線에 對한 感受性이 높은 淋巴性肉腫 等の 경우 副作用이 別로 없이 一時的인 効果가 있다 한다. 이 方法은 또 系統的 惡性腫瘍인 溫性白血病 等에도 利用할 수 있다.

**콜로이드(colloid)注射法:** 콜로이드溶液을 靜脈에다 注射할 경우 그 콜로이드粒子가 크면 肺靜脈을 填塞하고 또 너무 粒子가 작으면 生體異物로서 網狀組織 內皮의 細胞系統에 攝取되어 沈着해 버린다. 普通 콜로이드(Au-198)는 金箔을 原子爐에 넣어 放射能을 지니도록 한 다음 이것을 갈아서(磨碎) 젤라틴(gelatin)液으로 만들어 쓰는데 이것을 靜脈注射하면 그 80%는 肝臟에 沈着하고 나머지의 大部分은 脾臟의 網內系統에 모이는 것으로 알고 있다. 肝臟의 選擇的 照射法으로써 肝臟의 轉移癌에 利用할 수 있다. 이밖에도 Mn-52, Zn-63 등이 症狀에 따라 利用되고 있다.

RI를 不溶性 콜로이드 또는 浮遊液으로 해서 組織內에 注入하거나 注射하면 目的外部位에는 吸收되지 않고 그 目的部位에만 쏠릴 수 있다. 即 淋巴腺 轉移癌이라든가 癌의 浸潤部位에다 注射을 한다. 또 腹腔內의 癌, 例를 들면 胃癌, 卵巢癌 等이 進行되면 癌性 腹膜炎을 일으켜 腹水가 貯溜하게 되며 또한 肺癌의 경우에도 癌性 肋膜炎 때문에 胸水의 貯溜가 된다. 이와 같은 腹腔 또는 胸腔內 全體에 걸쳐 퍼진 癌에 對해서 콜로이드狀이나 浮遊液

狀의 RI(Au-198, Mn-52, P-32, Zn-63)를 注入하면 腔內에 골고루 浸透되어 效果의인 治療가 될 것이다. 이 RI들의 局所的인 治療에 使用되는 量으로는 造血臟器의 破壞도 없을 것이며 患者의 一般의 狀態에 別로 惡影響을 주지도 않을 것 같다. 이 方式은 現在 對症의이기는 하나 最善의 治療法으로 생각되고 있다.

다음 選擇의으로 放射線을 쏘여주는 方式이 있다. RI 中 P-32는 뼈, 造血臟器, 腫瘍組織에 對해 親和性이 強하고 또 I-131은 甲狀腺組織에, Ga-76, Sr-89는 뼈에 對한 親和性이 強하다. 이들의 性質을 利用해서 注射 또는 經口投與로써 特定한 肝臟器를 腔內에서 照射하는 方法이다.

**體外照射法:** 外面照射에는  $\beta$ 線源으로 P-32, Sr-89, Sr-90 등의 RI가, 또  $\gamma$ 線源으로는 Co-60, Cs-137 또는 Ra-86 등의 RI가 利用된다.

$\beta$ 線源의 하나인 P-32의 生體內에서의 透過距離(最大飛程)는 約 3~4mm 內外로 보므로 表在性의 疾患部를 強力하게 照射할 수 있다. 即 皮膚癌 中에서 組織의 深部로 浸潤하지 않는 것들의 治療에 有效하다. 特히 血管腫은 흔한 疾患인데 從來에는 決定的인 治療法이 없었으나 P-32의  $\beta$ 線照射로 좋은 成績을 얻고 있다. 이  $\beta$ 線의 外面照射의 方法을 보면 吸收紙 같은 종이를 患部의 模樣과 꼭 같이 오려서  $\beta$ 線源인 P-32 或은 Sr-89 등의 水溶液을 吸收시켜 말린 다음 皮膚에 汚染이 안되도록 파라핀紙 등으로 싸서 患部에 密着시키면 골고루  $\beta$ 線에 쏘이게 된다. 또 눈의 角膜疾患의 경우처럼 患部에 強力한 放射線을 短期間 照射하려 할 때는 Sr-90 등과 같이 半減기가 긴 것을 支持臺에 달아매어 놓고 使用하면 臨床에서 便利하다.

한편  $\gamma$ 線源에 依한 照射方式에도  $\beta$ 線과 같이 表面照射, 腔內照射 또는 組織內照射 등이 있다. 從來에는 라듐(Ra-86)이 이와 같은 目的에 主로 使用되어 왔으나 近來에는 Co-60, Cs-137 등의 RI가 登場했다. 即 治療目的에 따라 從來의 라듐管, 라듐針은 Co-60의 管, 針 또는 線으로 代置되었다. 이 외에도 Co-60의 小粒을 黠珠 模樣으로 한다든가 가루로 만든 Co-60를 可塑物質과 섞어서 治療에 便利한 模樣대로 만들어 쓴다. Co-60 외에도 Na-24, Br-82, Au-198 등이 同一한 目的으로 利用되고 있다.

다음 深部治療에 X光線이 利用되었으나 Co-60이

라든가 Cs-137 등은 여러 面에서 有利하기 때문에 強力한 大量照射用으로 各種 大量照射裝置가 開發되었다. 即 肺臟癌, 食道癌, 脾臟癌, 子宮癌의 骨盤轉移, 胃癌 등은 X光線 등의 治療는 어려운 것으로 알고 있었으나 Co-60의 強力한 에너지로 深部の 病巢까지 充分한 線量을 有效하게 照射할 수 있다는 點과 皮膚나 全身에 對한 障害가 적다는 點으로 尙새는 新型이 續續 市場化되고 있다. Cs-137의  $\gamma$ 線源도 將來는 半減기가 Co-60의 約 6배나 되므로 비록  $\gamma$ 線의 에너지가 Co-60에 비해 強力하지 못하다는 缺點은 있지만 經濟의面에서 그 開發이 豫想된다.

**RI에 依한 診斷:** 惡性腫瘍의 根治的 治療法은 現在 放射線 治療 아니면 外科의 治療法이 있는데 어느 경우이건 腫瘍의 早期發見은 治療上 重要한 課題이다. 利用되는 RI로는 P-32, I-131, Ga-72 등이 있다.

腫瘍組織은 周圍의 健康組織보다 P-32를 더 많이 攝取하므로 檢出器로 곧 알아낸다. 特히 乳癌의 診斷에 많이 利用된다. 또 食道癌, 胃癌의 診斷은 檢出器를 작게 만들어 經口挿入하여 食道나 胃의 早期診斷으로 使用되는 有力한 方法이다.

I-131은 腦腫瘍 診斷에 應用된다. I-131로 標識된 어떤 色素를 注射하면 이것은 腦瘍組織에 選擇的으로 集積되므로 頭蓋 밖에서 檢出할 수 있는데 從來의 맨트겐檢査나 腦皮의 檢査보다 比較的 正確하게 診斷을 내릴 수 있다는 것이다. 또 甲狀腺癌의 轉移는 甲狀腺의 剔出 등의 前處理를 한 後 I-131의 攝取가 잘 되므로 診斷의 價値가 높다. 甲狀腺의 沃素攝取는 그 機能의 充進程度와 比例하므로 機能充進의 診斷에 便利한 것인데 攝取된 I-131은 外部에서 檢出할 수도 있지만 尿中에의 I-131 排泄量은 甲狀腺에의 蓄積量과 逆比例하므로 尿中의 I-131을 測定해 보는 方法도 있다.

Ga-72는 뼈와의 親和性이 있다. 骨腫瘍의 경우 正常骨組織의 約 20배나 더 攝取하므로 診斷에 便利한 RI의 하나이다.

이밖에 P-32에 依한 循環血球量의 測定, Cr-51에 依한 循環血漿量의 測定, Fe-59 또는 Cr-51의 血液壽命의 測定, Fe-59에 依한 貧血의 診斷 등이 있다.