

生活과 密接한 라디오

아이소토프 · 放射線利用

原子力 平和利用에서 라디오아이소토프나 방사선의 이용은 우리들 생활에는 不可欠한 것이 되어 있음에도 불구하고 그 實態를 물어보면 뜻밖에도 잘 알려지지 않고 있다. 암, 成人病 등 難病의 尖兵으로서 꾸준한 成果를 올리고 있는 醫學利用에서부터 풍성한 食生活을 약속하는 농업이용 生産活動에서부터 公害와 쓰레기處理 등 경제사회를 뒷받침하는 工業利用에까지 문자 그대로 라디오아이소토프 방사선의 이용은 우리들의 生活과 固게 묶여 있다.

企 劃 室

疾病의 診斷부터 發芽防止까지

현재 우리나라의 전기의 1% 남짓이 원자력 발전에서 만들어지고 있다는 사실을 別途로 하면, 라디오아이소토프(RI)등의 방사선은 원자력 이용중에도 가장 우리들에 몸가까운 곳에 있다고 하겠다. 그것은 질병의 진단으로부터 감자의 發芽防止까지 광범위하게 사용되고 있다. 우리나라도 외국에 비하면 적기는 하지만 RI의 이용은 몇 백개소의 산업체에서 실시하고 있다.

암치료등의 착실한 成果 의학이용

이 분야에서는 크게 나누어서 질병의 진단과 치료라는 두개의 면에서 이용되고 있다. 우선, 진단에서는 RI를 注射해서 이것이 患部に 어떠한 경로로 모이는가를 조사하고 암의 위치나 크기를 확인하는데 사용되고 있다. “신치그라피”라고 불려지는 것이다. 또 血液中の 微量成分을 精確하게 측정하는 것

으로도 사용되고 있다. 이것은, “라디오 앓세이”라고 불리워진다.

RI를 주사하면 核種에 의해서 正常의 組織에는 잘 모이나 암의 部分에는 그다지 잘 모이지 않는다든지 혹은 어떤 것은 암의 部分에 잘 모이는 것도 있다. 어느 것이나 RI를 포함한 약품을 주사하고 그 후에 신치 레이션 카메라를 사용해서 몸의 어디서 방사선이 强하게 나오고 있는가를 상세하게 조사하는 것이다.

正常의 조직에 잘 모이는 RI를 사용하면, 예를 들면 간장의 정상 부분은 검고 암 부위는 희게 빠진 신치그라피 된다. 암세포에만 잘 모여지는 카륨 67이라든지 텍치늄 99m등을 사용하면 암이 있는 곳만 검게 보인다. 특히, 텍치늄 99m는 半減期(최초의 방사능이 半이 되기까지의 시간)이 6시간 밖에 안되므로 주사한 후 진단이 끝나는 무렵에는 훨씬 약해지므로 患者가 余分의 방사선을 쬐이지 않아도 된다.

같은 진단에서도 라디오이무노앓세이는 RI를 주사하는 것이 아니고 血液을 뽑아서 시

시험관 속에서 RI를 작용시켜서 조사하는 것이다.

예를 들면, 간장에 암이 생기면 알파·페트 프로테인이라는 특수한 단백질이 血液中에 극히 조금 出現한다. 라디오이무노앗세이法은 극히 感度가 좋으므로 암의 初期에서 극히 少量이 나오는 時期에서도 정확하게 측정된다. 이로 인해 血液을 이 방법으로 조사하므로서 早期發見을 할 수가 있다.

라디오이무노앗세이는 암의 진단에만 限定되는 것이 아니다. 糞몬의 異常에 관계되는 병의 진단을 위해 血液中の 糞몬의 量을 정확히 측정하는 경우 등에도 威力을 발휘하고 있다. 예를 들면, 血清中の 인슈린의 농도를 조사하는 경우는 시험관에 혈청을 취하고 인슈린의 抗体를 가한다. 이와 동시에 沃素 125등으로서, 트레이서로 한 인슈린도 가한다.

인슈린의 抗体라는 것은 인슈린을 모르모트 동물에 주사하면 体内에서 생기는 것으로서, 이것을 꺼내어서 사용하는 것이다.

조사하려고 하는 인슈린이 포함되어 있으면 넣어준 抗体와 結合한다. 한편 함께 加해진 RI의 標識인슈린도 抗体와 結合한다. 그래서, 標識인슈린 중에서 얼마만큼 抗体와 결합했는가를 방사능 측정에 의해서 조사한다. 이렇게 하므로서 血清中에 원래 얼마만큼의 인슈린이 있었는가를 알 수 있는 것이다.

이와 같은 것은, 인슈린이 많으면 抗体는 그 쪽에 많이 모여져서 RI標識 인슈린과 결합하는 비율이 그만큼 減하기 때문이다.

甲狀線 機能檢査는, RI가 가장 활발하게 活用되고 있는 분야

X선 검사는, 이미 잘 알려져 있어서 새삼스럽게 소개할 것까지는 없으나 최근의 화제는 X선과 컴퓨터를 組合시킨 CT(컴퓨터 斷層촬영장치)에 집중되고 있다. CT를 사용하면, 全身의 어느 부분에도 마치 오이를 둥글게 자른 것과 같은 斷面의 선명한 像을 볼 수가 있다. 이것은 X線源을 몸을 둘러싸서

回轉시켜 그 反對側에 있는 檢知器로서 몸을 뚫고 나온 X선을 잡아서 이 데이터를 기초로 컴퓨터에서 계산하여 몸의 内部의 像을 再現시키는 것이다.

具體的으로, 예를 들면 腦內촬영의 경우, 환자를 촬영용의 침대에 눕게 해서 머리를 고정시킨다. 그리고서는 X線管과 X선 檢知器를 한 雙으로 해서 고정시킨 머리의 둘레를 角度로 해서 1度씩 회전시키면서 그 때마다 촬영하여 콘트라스트를 나타내는 數値로 變換시켜 컴퓨터에 넣는다. 180度의 촬영이 끝나면 컴퓨터는 2만 8천 이상의 聯立방정식을 풀어서 斷面像을 再構成하여 브라운管에 映出케 하는 구조다.

종래는, 腦溢血로서 넘어졌을 경우, 血管에 造影劑를 注入하고 X선 사진을 촬영한 것이었으나 이것으로서는 決定的 수단이 되지 못하였다. CT라면 腦의 조직이나 어느 부분에 피의 덩어리가 있는가를 쉽게 파악할 수 있다. 그러면서도 종래의 X선 장치로서는 절대로 촬영할 수 없었던 腦의 水平斷面의 사실을 촬영할 수가 있다.

또, 180회나 촬영한다 하더라도 필름에 의해서 촬영하는 것이 아니고 沃化나트륨의 結晶으로서 된 高感度의 X선 檢知器를 사용하므로 線量은 적어도 되며 이때까지의 腦血管 촬영에 비해 훨씬 적은 선량이라도 된다.

CT의 연구·개발을 한 미국의 코오믹, 영국의 하운스필드 兩博士는 79년도 노벨 의학·生理學賞을 받았다.

진단에는 이 이외에도 포지트론 카메라라는 것이 사용되고 있다. 포지트론이라 함은 陽電子를 말하는데 炭素11과 같은 포지트론을 방사하는 성질의 것을 注射한다든가 吸入하면 포지트론이 陰電子와 결합할 때, 正反對의 방향에 同時에 감마선이 나온다. 이것을 記錄하여 필요한 斷面의 방사능 分布만을 圖像하는 것이다.

이때까지 어려웠던 腦梗塞, 慢性硬膜下血腫 등의 진단에 도움이 되고 있다. 다음의 치료의 면에서 암의 치료에 코발트 60으로부터 나오는 감마선이나 리니악(線型加速器)에서 만드는 超高壓 X선을 사용하고 있다.

밖에서 방사선을 照射하는 外에 體腔內라든가 組織內照射라는 방법도 있다. 혀(舌)암 등의 치료에 金 198그레인이라는 것이 사용되고 있다. 조그마한 圓柱形을 하고 있으며 이것을 암이 있는 곳에 埋込시키는 것이다.

主로, 末期 암患者의 치료에 超우라늄 원소인 카리포르늄 252가 사용되고 있다. 이것은 미니하고도 미니의 원자로라고도 할 수 있는 것으로서 혼자서 核分裂을 일으켜서 高速의 中性子를 내는 것이다. 百萬分의 1그램의 카리포르늄이 있으면 1초간에 2百30萬개의 高速中性子가 튀어나온다.

중성자는 다른 방사선, 즉 감마선 등으로서는 치료되기 어려운 암에도 효과가 있다. 중성자는, 감마선이나 X선, 電子線이 통과한 것보다는 몇 배나 큰 영향을 세포에 주기 때문이다.

또, 산소가 적은 細胞도, 강하게 두들기는 성질이 있다. 再發을 되풀이 한다든가, 감마선을 많이 照射한 암은 酸素가 적은 세포를 많이 포함하고 있다. 이와 같은 세포를 照射하려면 普通의 酸素가 있는 세포보다 2.5배부터 3배의 照射를 하지 않으면 안된다. 그런데, 中性子라면 1.3배에서 1.8배면 충분하다.

혀(舌), 목 등의 입속의 암이나 肛間의 암患者에 사용해서 劇的인 효과를 올리기도 한다.

高速中性子를 만들기 위해서는 加速器사이크로트론도 사용되고 있다. 이것은 骨肉腫(뼈의 암) 등의 치료에 사용되고 있다.

醫療에 관계된 RI, 방사선 이용으로서는 이 이외에도 코발트60의 감마선에 의한 의료기구의 殺菌이 있다. 한번 사용한 주사침, 수술용 고무장갑, 子宮속에 넣는 避任링 등의 제품의 일부가 감마선으로서 살균되고 있다.

감마線에 의한 新種이나 殺菌 農藥利用

농업관계의 연구에서 RI는 빠뜨릴 수가 없다. 우선, 歷史가 오래된 것으로서는 비료나 농약을 어떻게 하면 有效하게 이용할 수 있

는가 하는 것을 조사하기 위해서 이것들에 RI 標識物質로서 追躋하는 것이 행해졌다. 「트레이서 利用」이라고 불리워지는 것이다.

또, 作物의 품질改良도 行해지고 있다. 감마선에 의해 突然變異가 일어나는 것을 이용해서 新品種을 만드는 것이다.

감마선에 의해 만들어진 新品種의 例로서는 벼의 「REIMEI」가 있다. 이것은, 「FUJIMINORI」라는 품종에 突然變異를 일으켜서 키가 7분의 1정도로 낮게 한 것으로서 低溫에 강하고 多收穫이라는 「FQUJIMINORI」의 長點을 살리고 또한 잘 넘어지는 결점을 개량한 것이다.

또, 사과와 「FUJI」의 新品種 「IRB-500-8」이라는 것이 있다. 「FUJI」는 國光과 테리셔스를 교배해서 만들어진 것인데 테리셔스의 맛과 國光의 저장성의 長點을 이어 받았으나 껍질의 색이 그다지 좋지 못하다. 그래서, 突然變異를 일으켜서 만든 것이 IRB500-8이다. FUJI와 같이 크며 껍질은 FUJI와 같은 무늬가 없으며 새빨갱다.

害蟲구제에 방사선을 사용하는 것도 연구되고 있다. 예를 들면 松虫이다. 송충이의 숫놈의 번데기에 감마선을 適量 照射한다. 適量이라 함은 成虫이 된 후 交尾는 할 수 있으나 精子는 못쓰게 되는 선량이다. 이렇게 하면 交尾해서 알을 까기는 하나 부화하지는 못한다.

水産의 분야에서는, 연어의 回遊를 조사하는데 사용된다. 이것은 한꺼번에 RI를 연어의 體內에 넣는 것이 아니고 유조품이라는 방사선이 아닌 元素를 먹이에 조금 섞어서 준다. 유조품은 自然環境에는 거의 존재하지 않는 것으로서 연어의 지느러미 뼈어나 비늘에 모여지는 것이 알려졌다.

이와 같이 放流해 두고서는 몇년만에 잡은 연어의 비늘을 原子爐속에 넣는다. 유조품이 포함되어 있으면 放射化해서 유조품 152m로 변하여 방사선을 내므로 이것이 標識한 연어임을 알 수 있다. 이것이 放射化 分析이다.

감자의 發芽防止에 코발트60의 감마線이 사용되고 있음은 잘 알려진 사실이다. 또한 양파, 쌀, 밀, 비엔나 소세지, 어단, 꿀 등

에 대해서 安全性 등의 시험이 행해지고 있다.

양파는 감자와 같이 發芽防止가 목적, 쌀 밀은 殺虫, 비엔나 소세지·어단은 맛이 변하지 않게, 꿀은 겹질이 썩지 않도록 각각 살균하는 것이 목적이다.

廢水, 排煙도 効果的으로 處理 工業利用

공업제품과 RI라고 하면 야광시계가 연상된다. RI를 넣은 自然發光塗料는 지금도 시계에 사용되고 있다. 또 사무실에 있는 화재방지기에도 RI가 들어있는 것이 있다. 그러나 工業利用이라고 말할 경우는 좀더 폭넓게 우리들이 가정에서 사용하는 냉장고 라든가 폴리에틸렌 필름등 여러가지의 공업제품을 만드는 과정에서 RI가 극히 有用하게 사용되고 있다. 그것은 제트엔진의 검사로부터 위스키가 정량대로 차 있는가라는 체크까지 미친다.

사용하고 있는 業界는 化學, 필프, 철강, 기계, 전기, 조선, 건설, 토목 등 광범위하며 사용하는 기기도 비파괴검사, 두께計, 트레이서, 分析 등 각양각색이다.

제트엔진의 검사로 대표적인 「非破壞 檢査」에는 이리듐192등이 사용되고 있다.

비파괴 검사란 문자 그대로 分解 한다던가 잘라낸다던가 하지 않고 그대로의 상태에서 제품을 검사하는 것이다.

제트엔진의 경우, 미리 엔진의 外側에 필름을 감아둔다. 線源은 日常時는 容器 속에 넣어 두며 방사선이 나오지 못하게 하고 있다. 이 용기로부터 엔진内部에 통하는 管을 연결해 둔다. 남으로 된 큰 차폐板 뒤에서 콘트롤러를 움직이면 線源은 管을 따라 엔진내부에 들어가고 선원에서 나오는 감마선이 엔진을 뚫고 나와서 바깥쪽의 필름에 感光된다.

선원을 용기속에 되돌리면 필름을 벗겨서 바로 자동現像機에 진다. 이와 같이해서 우리가 定期 檢診에서 가슴의 사진을 찍는 것처럼 엔진의 「렌트겐」사진을 찍을 수가 있다.

RI로부터 나오는 방사선이나 管球에서 만

드는 X선으로서 工業제품 등의 내부 사진을 찍는 것을 「라디오그래피」라고 부르고 있다. 鐵骨이나 파이프, 鋼板 등을 용접한 후의 비파괴검사에서 라디오그래피는 超音波 探傷檢査와 함께 자주 사용되고 있다. 용접부분 내부의 사진을 찍어서 巢, 氣泡, 크랙 등이 발견되면 용접을 다시해서 완전한 것으로 한다. 비파괴검사는 지금이야말로 철강, 기계, 조선, 항공기 등의 산업에서는 없어서는 안되는 것이다. 佛像 등 文化財의 보존연구에도 라디오그래피가 활용되고 있다.

工業用으로 急速하게 伸張하고 있는 것은 各種의 計測裝置이다. 두께計, 레벨計, 密度計, 水分計, 가스그로마트그래피裝置, 1유황 分析計 등이 있다.

두께計는 鋼板이나 플라스틱 필름의 두께를 측정하는 것으로서 접촉하지 않고도 측정되므로 제품을 자꾸 흐르게 하면서 측정할 수가 있다. 壓延된 鋼板이 미끄러져 나갈 때 예를 들면 아래쪽의 線源을, 위쪽에 검출기를 각각 鋼板부터 조금 멀어지게 둔다. 선원에서 나온 방사선은 鋼板을 뚫고 나와서 검출기에 들어가나 鋼板이 두꺼우면 그만큼 검출기에 들어가는 방사선이 약해진다는 원리로서 鋼板의 두께를 알 수가 있는 것이다.

방사선을 이용한 두께計의 또 하나의 특징은 誤差가 적은 것으로서 오차는 1% 이하이다. 이 두께計의 측정을 바탕으로 壓延機를 콘트롤하여 항상 정해진 것과 같은 두께의 鋼板이 만들어진다.

레벨計는 탱크속의 液体의 양들을 알기 위한 것인데 원리는 두께計와 닮았다. 密度計도 이와 비슷하며 준설船이 흙을 퍼올릴 때 펌프가 막히는 것을 방지하기 위해 항상 일정 비율로 물이 섞여있는 것을 감시하는 등의 용도로 사용되고 있다.

水分計는 線源으로서 速中性자를 내는 것을 사용한다. 速中性자는 물과 만나면 減速되어 熱中性자가 된다. 선원에서 나온 速中性자가 어느 재료를 통과한 후 얼마만큼 熱中性자가 되었는가를 측정하므로써 그 재료 속에 포함되어 있는 水分을 알아내는 것이다.

RI의 트레이서로서의 이용은 공업 관계에

서 넓게 행해지고 있다. 예를 들면 유황 35를 엔진오일 消費量의 측정에 이용한다든가 食塩電解槽内の 水銀의 양을 알기 위해서 水銀 197을 사용한다든가 하는 경우이다.

가스그로마토그래피나 汚穢分析計 등은 公害의 모니터링 등에 널리 사용되고 있으나 公害물질을 除去하는데도 방사선이 기대되고 있다. 예를 들면 加速器에 의한 電子線을 照射하므로써 排煙이나 廢水中의 汚染物質을 除去하려는 것이다.

방사선을 사용하면 이때까지의 방법으로서는 어려웠던 汚染물질이 처리되는 것이 알려져 있다.排煙에 대해서는 窒素酸化物(NO_x)이나 二酸化유황(SO_2)을 제거하는 것이 목적으로서 製鐵에 사용되는 燒結爐의 排煙을 한 시간에 3千입방미터 처리할 수 있는 설비로서 실험이 진행중이기도 하다. 廢水處理는 廢水中의 有害로운 有機物을 분해해 버리는 것이 목적으로서 오존을 불어 넣으면서 감마선을 照射하면 高能률로 酸化 分解할 수 있음이 알려져 있다.

또 방사선 照射와 擬集深澱이나 活性汚泥에 의한 처리를 組合시키므로써 폐수중에 포함되어 있는 合性洗劑 등은 擬集 沈澱法 단독보다도 방사선과 組合시킨 쪽이 효과적으로 제거되며 活性汚泥法으로서 처리하기 전에 낮은 線量의 방사선을 照射해 두면 미생물만으로는 분해되기 어려운 유기물도 쉽게 분해되는 것도 알려져 있다.

한편, 下水處理場에서 나오는 汚泥는 埋立에 이용한다든가 燒却한 후 埋立에 돌린 다든가 하고 있으나 埋立해야 할 곳이 점차로 줄고 있으며 또 燒却에 쓰이는 연료가 아까우므로 肥料로서 사용하는 것도 생각하고 있다. 이를 위해서는 汚泥中에 있는 病原菌이나 寄生虫 등을 죽여야 한다. 방사선으로서 이것을 행하려는 것이다. 그 다음에 적당한 菌을 심어서 발효시켜 堆肥로 한다.

可能性을 秘藏한 放射線利用

化學工業에서는 여러가지의 물질을 合成하기 위해서 많은 에너지를 사용해서 高溫·

高壓으로 하여 그 상태에서 원료를 반응시켜 다른 물질을 만들어내고 있다. 예를 들면 에틸렌가스를 重合시켜 폴리에틸렌을 만드는 데 이때 高溫·高壓 대신에 방사선의 에너지를 이용해서 반응을 일으키는 것이 행해지고 있다. 이것이 방사선化學이다.

나무보다 강한 우드플라스틱이라든가 耐熱性이 훌륭한 전선의 被覆도 만들어지고 있다. 또 鐵板이나 合板 등의 塗裝을 방사선으로서 硬化시키는 것도 행해지고 있다. 이것들은 스피드업도 문제거니와 溶劑를 사용하지 않은 無公害프로세스로서도 환영받고 있다. 이외에 안경의 흐림방지를 위한 연구도 진행되고 있다. 최근 주목되고 있는 것은 소금에서 나트륨이나 塩素를 만들 때 사용하는 이온交換膜을 방사선에 의한 그래프트 重合반응을 이용해서 만드려는 開發研究다.

카메라등에 사용되는 小型의 酸化銀電池는 陽極의 酸化銀과 음극의 亞鉛이 서로 접촉하지 않도록 隔膜을 넣어 둘 필요가 있는데 이 격막도 위에서와 같은 방법으로 만들어 수가 있다.

이 외에 태양에너지를 石油代替 에너지로서 사용할 때의 장치의 하나로서 프레네르 렌즈가 있다. 이것을 만들기 위해 비틀립(歪)이 없는 光學有機그라스를 過冷却 상태에 있는 모노머(單量體)를 低溫방사선 중합으로서 만드려는 연구도 있다.

포도당을 좀더 단 果糖으로 바꾸는 여러가지의 反應효소가 사용되고 있으나 이 값비싼 효소가 물에 씻겨 내려가는 것을 막기 위해 물에 녹지않은 효소를 방사선에 의한 低溫重合法으로서 만드는 것도 연구되고 있다.