

《해설》

原子力과 農業

權 臣 漢

放射線農學研究所 作物保護學 研究室

(1970. 6. 30 접수)

1. 緒 論

1895年 Röntgen이 X線을, 그리고 1898年 Curie가 Radium을 發見한 以來로 原子力의 利用에 關한 研究가 各分野에서 始作 되었다.

生物 및 農業 分野에는 1927年 Müller가 초파리에 X線을 쏘여 人爲的으로 突然變異를 誘起 시킬수 있다는 것을 CLB method라는 교묘한 試驗設計로서 證明하였고 그 다음해인 1928년에는 Stadler가 보리에 X線을 쏘여 突然變異를 植物에서도 誘起 시킬수 있다는 證明을 하였다. 이러한 Müller와 Stadler두 사람의 偉業은 遺傳學 研究史上 或은 放射線의 農學的 利用史上 획기적인 moment를 마련해 주었으며 1930年代에 가서는 X線 以外에도 Radium이나 Cyclotron을 利用한 人爲突然變異 誘起가 많은 實驗에 依하여 시도되었다.

또 다른 한편으로는 1913年 Hevery가 radioisotope를 化學研究에 처음으로 利用 하였으며, 또 그는 1923년에 납(鉛)과 Bismuth와 같은 天然 Radioisotope를 bean에 吸收시켜 뿌리나 잎에서의 分布를 研究 한 것이 radioisotope를 tracer로 利用한 첫번째 例라고 볼 수 있습니다. 그후 1934年 Joliot Curie가 人工的으로 radioisotope를 만들음으로서 radioisotope의 tracer로서의 利用이 더욱 活潑 했으며 특히 第二次 世界大戰 以後 radioisotope를 原子爐에서 大量 産出할 수 있게 됨에 따라 tracer research는 勿論 mutation breeding에 關한 研究도 本格化 되었다.

우리나라의 原子力 事業이 始作된 것은 1956年 美國과의 原子力의 非軍事的 利用에 關한 協力을 爲한 協定の 체결과 同年 3月 大統領令 第1394號로 文敎部에 原子力課가 新設됨으로서 始作되었으며 1958年 3月에 原子力院이 創設 되어 原子力 事業의 기틀이

마련되었다.

原子力의 農學的 應用에 보다 많은 國內學者들의 참여를 促進 시키고 이에 對한 인식을 높이기爲하여 1959年度 부터 1969年 까지의 11年間 비록 그 額數는 적었으나 52件에 對해 約 300萬원의 研究 補助費를 그리고 3件에 對해 70萬원의 위탁 研究費를 原子力院은 支給하였다.

또 同期間中 原子力院이 農學分野의 研究 및 技術 習得을 爲하여 海外로 派遣한 숫자는 22名이었고 그중 11명이 이미 귀국하여 國內 各分野에서 이 方面研究에 종사 하고 있다. 勿論 이외에도 더 많은 研究費가 其他 source에서 取得되었으며 個人資格 또는 其他 財源으로서 海外에 나가 先進 技術習得을 하고 귀국한 사람도 더 많으리라고 추측되고 있다.

이와 같은 事業 以外에도 放射性 同位元素의 取扱 訓練, 原子力 展示會, 講演會, 學術會, symposium 등이 해마다 實施되어 原子力의 農學的 利用 研究者의 人口는 過去 10年間에 激增하였고 現在 同位元素 取扱免許 所持者만도 約 55名 가량 되며 1969년까지 原子力 研究所 生物學 研究室과 放射線 農學 研究所에서만 수행한 研究 thema數도 約 66個를 헤아릴수 있다. 특히 農學 分野 전담 研究機關인 放射線 農學 研究所가 1966年 11月에 設置되어 現在 約 100餘名을 헤아리는 研究官 및 研究 支援者가 여기에 종사 하고 있고 水原에 있는 서울大學校 農科大學은 同位元素使用 許可機關으로 우리나라 農業의 中心地인 水原에서 이 方面 研究에 重要な 役割을 하고 있다.

以上 말씀드린 바와 같은 研究投資와 人員養成 등의 총 結果로 나타낼수 있는 學術 發表件數를 헤아려보면 1959年 부터 1969년까지 約 163편의 論文이 原子力院의 原子力 學術紙에 發表되었고 1967年度의 symposium에서 57個 題目이 發表되어 우리나라 農

學 研究分野에서의 이 方面 研究는 다른 어떤 分野보다도 지난 10年 동안 착실히 發展하였다고 確信한다.

2. 放射線의 利用 範圍

同位元素 또는 放射線의 農學分野 利用 범위는 廣範하며, 그동안 많은 實效를 거두어 왔고 앞으로는 農業發展에 原子力이 기여할 space 는 充分하리라고 생각된다. 農業分野에 原子力을 利用할 수 있는 범위를 간단히 추려보면 1) 照射線源의 利用, 2) Tracer로서의 利用, 그리고 3) 原子爐에서 中性子를 照射하여 物質中の 構成 成分의 分析을 하는 放射化 分析(Activation analysis) 등으로 3大別 할 수 있다.

1) 照射線源의 利用

(1) 品種 改良

Müller 와 Stadler 의 人爲의 突然變異 誘起가 歷史적으로 重要 하다고 언급한바가 있으며 이 두사람이 얻은 結果는 放射線의 育種學의 利用의 길을 열어 주었다고 보아도 過言은 아닐 것이다. 이 두사람은 모두 美國人이었는데 反해 이 結果로 品種 改良事業에 直接 應用하기 始作한 사람은 Sweden 의 Nilsson-Ehle 와 그 弟子인 Gustafsson 이었다. 이들은 1930年代에 이미 Golden barley 를 X線에 照射하여 많은 有用變異系統을 選拔하였고 그중 桴目 할 만한 形質中에는 키가 짧아져 倒伏에 對하여 強하며 種實收量도 1.7% 增收하고 보리질도 16%나 증수 하는 것들이 있었으며 이것이 突然變異育種의 첫 번째 成功한 里程碑가 되고 있다.

2次 大戰後 同位元素의 生産이 容易하게 되고 손쉽게 線源도 얻을 수 있어 많은 學者가 이 方面에 흥미를 끌게 되었으며 한편 突然變異 育種法에 對한 贊反兩論도 激甚하였다. 그 좋은 본보기가 Konzak 에 依해서 얻어진 耐銹病 Oat 品種이었는데, 放射線을 處理함으로써 이 植物은 花粉 形成에 障害를 받아 受精率이 낮아지기 때문에 反對하는 쪽에서는 Konzak 의 放射線處理 植物들은 自然交雜을 했을 것이며 우연히 耐病性 因子가 導入됐을 것이라는 것입니다. 그러나 Konzak 는 處理된 植物栽培는 他品種과 隔離된 地域에서 栽培했기 때문에 그럴 가능성이 없다고 主張하였다. 勿論 突然變異育種이 品種 改良事業에 萬能은 아니며 放射線을 받은 植物은 照射線量에 따라 대개의 경우 生育 障害를 받거나 아니면 實用價值가 없는 不利한 變異體가 나온다. 그런 가운데서도 作物에 따라 早熟, 短稈, 耐病性 같은

特定한 形質의 變異가 자주 誘起되고 이와같은 形質은 農作物 育種 對象形質으로서도 아주 重要 할뿐 아니라 쉽게 눈에 띄는 形質 들이다.

突然變異 育種을 시도함에 있어 留意 해야할 무엇보다도 重要한것은 첫째로, 그 育成對象 形質이 放射線 照射에 依해서 誘起 될수 있는 形質인가, 둘째로, 處理된 大集團속에서 그 形質이 容易 하게 識別되어 選拔할수 있는가 하는 點이며, 그렇기 때문에 育成對象 作物 그리고 그 形質등의 選拔에 慎重을 期해야만 되는 것이다.

일단 選拔된 目標形質을 갖인 植物體의 handling 은 一般 交配育種에서와 마찬가지로 이며 結局 이 두 방법의 相異點 이란 變異의 生成方法의 差異 뿐이다

永年作物 特히 果樹나 樹木類와 같이 營養繁殖을 할수 있는 植物에서는 이 方法을 쓰는것이 適合하며 現在栽培 되고 있는 相當數의 優良果樹 品種은 自然 突然變異體에서 基因하며 이 우량變異體는 營養繁殖으로 增殖 함으로서 그 優秀한 形質을 쉽게 維持 할 수 있다. 그리고 정원수나 꽃 種類에서는 放射線에 依해서 誘起된 變色, 畸形性 그 自體에 價値가 있기 때문에 이 方面의 實用化도 無價値 하다고는 생각 되지 않는다.

現在 突然變異 誘發源(mutagen)으로는 各種 放射線, 中性子 등이 利用 되고 있으며 國內에서 얻을 수 있는 線源으로는 X-線, γ -線, 中性子 등이 있다. 이들 放射線의 照射 方法을 大別 하면 外部 照射과 內部照射로 區別이 되는데 外部 照射 方法이란 X-線, γ -線, 中性子 등으로 種子나 植物體를 外部의 照射하는 方法이며 現在 가장 널리 利用되고 있습니다.

이 照射施設로서는 原子力 研究所 原子爐에 設置된 Bulk shielding tank, thermal column 이나 物理學 研究室에 있는 Accelerator 도 fast neutron 의 正確한 照射를 爲하여 重要한 役割을 고있다. γ -source 로서는 現在 原研保健物理室에 있는 γ -room 放射線 醫學 研究所에 치료용 irradiator 도 利用이 可能하며 곧 設置될 放射線 農學研究所의 γ -green house 가 永年作物의 chronic 한 irradiation 에 重要한 役割을 할 수 있을 것이며, 放醫所에 設置되어 있는 照射用 X-ray machine, 農研에 設置된 X-ray machine 등이 突然變異 育種事業에 使用될 것이다.

內部 照射란 植物體에 放射性 同位元素를 吸收시켜 特定部位에 堆積케한 다음 계속 照射를 시키는 것을 意味한다. 生物體에 突然變異가 일어난다는 것은 生殖細胞나 分裂細胞에서의 染色體나 遺傳 因

자에變化가 생겼을 때 그 價値가 있는 것이기 때문에 照射用 同位元素는 植物體에 害가 없이 容易하게 吸收 되어 반드시 分裂 細胞에 集中的으로 分布되야만 그 效果가 큰 것이다. 또 使用되는 同位 元素의 半減期가 짧아야 一定期間동안 照射가 끝난 다음 사람이 直接 植物體를 다룰 수 있어야 될 것이며 또한 가격이 저렴하고 求得이 容易해야만 實効性이 클 것이다. 이와같은 條件들을 참작하여 보건데 育種面에 利用할 수 있는 가장 適合한 同位元素로서는 P^{32} 나 S^{35} 를 들 수 있고 이 元素들이 實際로 널리 利用되어 왔다.

특히 이 元素들은 染色體 構成成分으로서 染色體 異常이나 Gene mutation을 誘起시키는데 適格이며 특히 흥미있는 것은 P^{32} 는 崩壞되어 硫黃으로 變하고 S^{35} 는 붕괴하여 鹽素로 轉換되기 때문에 이것이 참여하여 形成되던 分子가 自動적으로 分斷되게 되어 染色體 異常 誘發源으로서 大端히 좋은 것으로 생각된다.

이와 같은 mutagen의 處理 方法으로는 $Na_2HP^{32}O_4$ 의 溶液에 浸漬發芽시키는 方法과 發芽後 幼植物體의 培養土 주변에 注射하거나 filter paper 위에서 發芽시킨 다음 濾紙를 통해 徐徐히 吸收시키기도 한다. 染色體 異常을 觀察하기 爲해서는 꽃가지를 放射性 同位元素 溶液에 꽂아놓고 花紛을 採取하여 檢鏡 하는 方法도 있으며 體細胞 突然變異를 目的으로 果樹를 處理 할때는 接穗를 미리 溶液에 꽂아 充分히 吸收시킨 다음 台木에 接木하는 方法도 쓰고 있다.

突然變異 育種法을 使用하여 첫번째로 成果를 건우운 사람은 Sweden의 Nilsson-Ehle와 그 일파라는 것은 이미 언급하였지만 그 後에 Mackey가 Oat에서 早熟이며 多收인 品種을 育成하였고 Wheat에서 短稈이며 多收性이고 耐銹病性인 品種을 育成하는데 成功하였다. 美國의 Gregory라는 사람은 1955년에 Peanut에 X-線을 處理하여 耐病性이며 多收性인 品種을 얻는데 成功하였으며 특히 재미있는 일은 1956년에 美國의 Sears는 野生種 밀인 *Aegilops*屬의 赤銹病 抵抗性 因子를 栽培種인 *Triticum*에 轉移를 시켰는데 이것은 放射線을 利用하여 耐病因子가 있는 Chromosome을 切斷하여 栽培種에 translocation시켜 栽培種에 耐病性을 부여한 좋은 例가 될 것이다. 그 외에도 麥類에 있어서 많은 成果가 報告 되었다. 園藝作物에서는 배에 γ -線을 處理하여 無種子 果實을 얻을 수 있었고 사과와 梨의 實질에 商品價値가 增進된 例도 있었으며 Singleton 같은 이

는 白色 Carnation에 放射線을 處理하여 赤色 系統을 얻은 例도 볼 수 있다.

日本에서는 水稻新品種 “레이메이”가 나왔으며 大豆의 “라인덴”이라는 新品種이 나와 農家に 普及되어 간다고 하며 우리나라에서도 大豆의 早熟化에 成功하였으며 其他 耐開莢性 系統도 現在 試驗중에 있으며 水稻에서는 短稈 早熟 系統을 얻어 그 實効性을 계속 試驗 檢討중에 있다. 그리고 우리나라에서의 放射線 處理種子를 처음 다루었던 것은 1959年美國 大使館을 통해 各種農作物 種子가 美國에서 處理되어서 國內 各大學에 分配 栽培 되었던 것이 첫번째일 것이다.

(2) 食品 貯藏 및 加工

食糧을 生産하는 것도 重要하지만 農産物을 必要한 때까지 保存하거나 加工하여 맛과 品質을 높이는 일도 生産에 못지 않게 重要한 課題로서 美國에서는 農民과 農産物 加工 및 流通業者의 比例가 3:7이라고 하는데 이는 加工業의 重要性을 단적으로 말해주고 있다.

放射線을 쪼여 食品 貯藏을 容易하게 할 수 있다면 熱이 加해지지 않은 채 殺菌이 可能하여 新鮮度를 重視하는 果實, 野菜, 生鮮, 肉類를 食品 本來의 色과 맛을 유지할 수 있을 것이며 處理後의 取扱이 簡便해서 좋을 것이다. 現在 放射線 處理食品을 限定된 食品에 限해서 만이라도 許容하고 있는 나라로서는 소련(감자), Canada(감자), 美國(Bacon, 小麥製品, 감자) 등을 들 수 있으며 實用化 단계에는 가있지 않으나 이 方面 研究가 相當히 進行되고 있는 것으로 알려져 있다. 勿論 食品중에 放射能이 남는 다거나 發癌物質이 생긴다거나 하는 소위 side effect 문제가 있으나 過去 約 10年間 美國 原子力委員會나 陸軍에서 研究한 結果로 보아 食品 照射에 使用하는 程度의 energy를 갖인 放射線에서는 安定性이 큰 문제가 되지 않는다고 알려졌다.

照射食品用 線源으로서 β 線源과 γ 線源이 이용되는데 β 線은 투과력이 약해서 食品의 表面 殺菌에 限해서 이용되고 γ 線이 가장 널리 使用되고 있는데 現在 放射線 農學研究所의 食品工學研究室에는 25,000 Curie의 ^{60}Co irradiator를 USAEC에서 2年間 매여 맡기로 되어 있어 今年 9月 부터 실지 응용에 들어 갈 수 있으리라 생각된다.

그럼 現在 實用化되고 있는 몇가지 例를 들어보면 우선 감자, 양파(onion), Carrot 등의 發芽抑制에 利用되고 있는데 이들 作物은 수확後 一定한 休眠期가 경과하면 發芽가 始作되며 따라서 食品으로서의 品

質이 激減하게 되는데 이와같은 作物의 發芽를 抑制하기 爲하여 約 10Krad 前後의 放射線을 照射하면 約 6個月동안 完全히 發芽가 되지 않으며 照射에 따르는 成分變化도 거의 없다고 알려져 있다.

米穀이나 小麥을 저장 할 경우 害虫에 의한 被害를 約 5%로 普通보고 있는데 이를 막기 爲해 殺虫劑를 이제까지 使用해 왔으며 農藥을 쓸경우 간류 有毒成分도 無視 할 수 없기 때문에 1963年度 부터 美國에서는 小麥과 小麥製品의 放射線 處理를 許容하고 있는 것으로 알려졌고 이때 使用되는 線量은 쌀의 경우 約 10 Krad로 處理하면 室溫에서 10個月間 虫害를 完全히 막을 수 있다고 한다.

微生物의 放射線에 對한 感受性은 그 種類에 따라 다르며 微生物數는 10分之1로 減少시키는데 必要한 線量을 D-Value 라고 하며 D-Value 는 4 Krad에서 400 Krad까지로 보고 2D 程度의 線量이면 맛과 鮮度에는 영향이 없으면서도 腐敗菌의 99% 以上이 죽을 수 있다고 하며 저장 期間을 2~3 倍로 연장시킬 수 있다고 하며 特히 低溫貯藏과 併用하면 그 效果가 더욱 크다고 한다. 完全 殺菌線量은 約 12D까지 가야 되기 때문에 風味의 保存을 爲해서는 역시 安全 殺菌線量까지 올리지 않는것이 普通이며 美陸軍에서 許容하고 있는 Bacon의 完全殺菌 線量인 4.5 Mrad의 것이 現在까지 실제로 쓰여지는 것으로 알려져 있다.

如何間 side effect에 關한 動物學的인 實驗을 좀 거 거치지 않고서는 간단하게 處理해 넘기기는 아직 時期尙早 가 아닐까 생각 된다.

(3) 昆虫驅除에의 利用

病虫害로 인한 被害는 總生産量의 約 15%로 추산하고 있으며 이들 病虫害를 防除하기 爲해 많은 農藥藥劑가 生産되어 왔으나 大部分의 農藥에는 生物體에 有毒한 成分이 있으며 長期間 使用하므로써 人畜에도 直接 또는 間接의인 被害를 받아 社會的인 문제로 등장하였고 또 害虫은 藥劑에 對한 抵抗性을 갖고 있기 때문에 每年 藥劑散布量을 늘려야 하며 계속 오래 사용하면 殺虫劑로서 구실을 못하게 된다.

이와같은 問題들을 놓고 볼때 가장 理想的 防除法의 하나로 適用이 可能 하다면 放射線을 利用한 雄性不妊技術(Sterile-Male Technique)을 들 수 있다.

雄性不妊技術은 1938年 부터 Knippling 이 창안하여 Lindquist, Baumhover, Hopkins 등에 의하여 研究되어 1959年 美國 Florida 주 밑에 있는 Curacao 섬에서 Screw worm 이란 家畜에 기생하는 파리를 박멸 시킨것이 最初의 成功으로 등장 했으며 現在는

中南美, 유-럽 各國과 아세아는 우리나라, 日本, 태국 등에서 이 方法을 利用하기 爲한 研究가 進行되고 있다,

不妊技術의 原理는 문제의 害虫 수컷에 放射線(또는 不妊物質)을 處理 하여 性的 不妊을 誘起시킨 後 害虫이 發生하는 地域에 散布하면 正常인 암컷과 不妊 수컷과 交尾하여 부화 能力이 없는 알을 낳게 한다. 이와같은 作業을 계속해서 4~5 世代 實施하면 害虫集團은 작아지면서 結局은 完全한 박멸을 할 수 있게 된다.

現在 우리나라에서도 水稻의 大害虫인 이화 명충과 흰불 나방에 對해서 原子力廳 農研 作物保護學室 昆虫팀에서 雄性不妊을 利用한 防除法에 關해 研究가 進行中에 있다.

2) Tracer로서의 利用

(1) 施肥法 改善

우리나라 農業史上 金肥를 주기 始作 한지는 遙히 오래지 않으며 우리나라에 처음 農事試驗場이 設立된 것은 1906年 舊韓末의 歡業模範場이며 이때 日本의 水稻 品種이 우리나라에 試驗栽培 되었고, 그리고 지금으로 부터 55年前인 1915년에는 農民이 化學肥料를 썼으며 그동안 施肥 方法에 많은 變遷도 있었다.

元來 施肥方法을 規制하는 要因으로서 農作物의 種類, 土壤型(Soil type), 施肥時期, 生育程度, 栽培方法, 氣象여건 그리고 前作物等 여러가지를 들 수 있기 때문에 이 많은 여건을 綜合한 最大公約數를 求하여 가장 效果의인 施肥를 해야 된다. 이와같은 어려운 問題들을 하나 하나 解決해 나가는 데는 物理, 化學, 土壤學, 氣象學, 作物學等 綜合的인 知識이 要求되며 여기에 同位元素를 利用한 tracer technique도 빼놓을 수 없는 重要한 tool 이 되고 있다.

同位元素로 label 된 肥料를 施肥하면 그 肥料가 元來 土壤에 있던 것이 吸收되었는지 또는 施肥한 肥料가 吸收됐는지를 곧 區別 할 수 있고 또 養分이 吸收되어 어느 部分으로 分布되는 지를 가려 낼 수 있다. 또 이 label 된 肥料를 施肥함으로써 어느 範圍에 或은 얼마나한 깊이 에서 가장 吸收가 빠른지를 分別 시켜주며 따라서 施肥法과 施肥量 그리고 施肥 時期 등을 손쉽게 알 수 있게 되는데 그 좋은 예를 몇가지 들면 鐵缺乏 老朽化畜 土壤에서 磷酸의 行動을 P^{32} 를 가지고 추적한 結果 磷酸은 곧 土壤 下層으로 流失된다는 것을 알 수 있었으며 따라서 低位 生産畜에서는 磷酸質 肥料를 基肥 로서만 使用하

느니 보다는 이를 分施하여 그 利用率을 높일수 있다는 結論을 얻었다.

또 水稻作에서는 窒素質 肥料을 많이 使用하는데 N^{15} 로 label된 肥料을 生育 時期別로 分施하여 그 移動을 살펴 본즉 穗肥로 준 nitrogen의 46%가 쌀알 形成에 참여하는 것을 究明, 穗肥가 穀實生育에 크게 效果的이라는 것이 判明되었다.

또 한가지 재미있는 例로서, 普通 木本類에서는 價例의 例로 輪狀 施肥를 해 왔는데 日本의 岡山 밭에서는 澆灌의 全面散布法이 效果的이라는 것이 tracer technique를 통해 判明되었으며 1955年 Bonuet氏는 비록 傾斜地에서일 망정 Coffee園에서 全面施肥가 效果的이라는 常識적으로는 좀 다른 結果를 同位 元素를 利用하여 究明하였다.

(2) 作物 保護

肥料 試驗에서 radioisotope가 利用되어 많은 問題가 解決된 것과 마찬가지로 農作物의 病害虫 驅除 用 農藥에서도 이를 널리 利用하여 많은 成果를 얻었다. 벼 栽培에서 가장 무서운 病의 하나가 稻熱病인데 이病을 防除하기 爲하여 水銀劑가 널리 使用되어왔고 또 큰 效果를 보아 왔었다.

그러나 Hg^{203} 으로 label된 水銀劑 農藥을 벼에 뿌려 본즉 吸收되어 病斑部에 集積되는 事實을 알았으며 또 種實 즉 벼씨에도 많이 集積됨을 發見하고 水銀劑의 人體 害毒을 감안하여 非水銀劑 農藥開發을 日本에서는 오래전 부터 서둘러 왔으며 이제는 이미 水銀劑 農藥을 使用치 않고 있는 實情이다.

(3) 農業 土木

放射性 同位元素는 農業 土木 分野에서도 널리 利用 되어 많은 도움을 받고 있다. 좀 더 具體적으로 말하자면 저수지 漏水探查, 地下水改發, 漂砂의 移動 等 多方面으로 利用되고 있으며 우리나라에서도 1965年을 前後하여 이 方面의 實地應用에 原子力 研究所 研究陣과 農林部, 建設部等과 協同으로 많은業績을 쌓아 올렸다. 全國各地에 大小數 많은 貯水地가 散在하는 우리나라에서는 老朽貯水地의 漏水가 堤防의 安定性과 貯水量의 流失等에 크게 危險적이기 때문에 漏水口의 早期 發見과 防止工事が 要求되는데 漏水口의 發見을 爲하여 從來에는 色素나 電解物質을 使用해 왔는데 만족할만한 實効를 얻지 못하고 있었으나 近來에는 radioisotope를 써서 이를 용이하게 發見할 수 있게 되었다.

우선 漏水의 原因이 되는 基盤의 斷을 發見하기爲하여는 地表의 自然放射能의 強度를 測定한 다음 그 中 放射線 強度가 가장 강한 地點을 一次 의심한 다

음 이 地帶에서 漏水口를 찾는것인데 그 原理는 岩石의 구열度와 地表의 放射線 強度와는 깊은 相關을 갖이기 때문이고, 다음 단계로는 半減期가 짧고 吸着性이 적은 isotope 例를 들면 放射性 iodine 같은 것을 投入하고 數個處의 觀測孔을 통해 계속적으로 放射線 強度를 測定하여 漏水口의 位置, 流速等を 探知하는 것입니다. 또한 全天雨 農藥을 指向하는 우리 農林 當局은 地下水를 찾기에 많은 努力을 傾注해왔고, 또 傾注하고 있으며 이는 實로 우리나라 水稻農業에 安定性을 부여 하는데 輕視할 수 없는 일로 생각 된다.

地下水가 있는 곳은 대개 地戶의 구열이 甚한 斷 戶破碎帶이며 이와같은 地質構造線에서는 그 地表部의 自然放射能이 增大 한다는 原理를 利用하여 地下를 探查 하게 되는 것이며 實地 日本에서는 이와같은 方法을 써서 많은 成果를 얻었다는 報告가 있다.

이상과 같은 分野 以外에도 radioisotope의 tracer로서의 利用은 植物이나 家畜의 生理 研究에도 많은 도움을 주고 있다. 農作物이나 家畜이 外部로 부터 섭취한 營養分과 體內에서 合成된 同化產物의 移動, 分布를 正確히 究明하기 爲하여 tracer technique가 廣範하게 利用되고 있는데 그 좋은 例가 過去 植物生理 學者들은 綠色植物에서 일어나는 光合成 作用의 結果 放出되는 oxygen은 空氣中에서 吸收한 CO_2 中의 酸素라고 생각해 왔는데 酸素의 同位 元素 O^{18} 을 가지고 trace 해본 結果 물의 形態로서 뿌리에서 吸收된 물 分子에 結合되어 있던 酸素가 空氣中으로 放出 됨을 알수 있었던 것이다.

이와같은 重要한 結果도 tracer technique를 利用치 않고는 도저히 究明 할 수 없는 일이다.

3) 放射化 分析

植物이 要求하는 主要 元素는 一次的으로 CHO인데 이는 空氣中の 炭酸 gas와 뿌리에서 吸收되는 물로서 얻어 진다. 이것만으로 一次的인 要求는 充足되나 二次的으로 土壤에서 NPK의 3大要素를 吸收하여 生長 및 生殖을 營위할 수 있으며 同時에 各種 微量 元素가 充足되어야만 비로서 生長및 生殖이 원활히 된다는 것이 차차 알려졌는데 이 微量元素의 種類와 要求度는 植物에 따라 다르며 그 結晶은 地域에 따라 또는 氣象條件에 따라서도 變化하게 되며 특히 現代 農業의 특징은 同一 作物의 同一地域에서 連作하는 것이며 수확물을 搬出해 버리면 다시 돌려 주지 못하기 때문에 자칫 하면 결핍이 되기 쉬운 경우가 생긴다. 이와같은 微量元素의 결핍은 마치 사

람에게서 Vitamin의 결핍과 마찬가지로 生理的 障
害를 입게 되어 生産性에 크게 영향을 미치는 수가
 많다.

그러하여 土壤中の 微量元素나 植物體中の 微量
元素의 定量이 必要하게 되는데 activation analysis
를 통해 少量의 sample을 갖고 많은 數의 試料를
신속히 分析할 수 있는 長點을 갖고 있으며 우리
나라에서도 老朽化畚에서의 Mn 分析은 이 方法에 依
存하고 있다.

3. 結 論

이상과 같이 放射性 同位元素는 品種 改良, 食品

保存, 昆虫防除, 施肥法改善, 作物保護, 農業土木
그리고 微量 分析 等 農業 分野에 廣範하게 利用되
고 있다.

그러나 여기서 明白히 하고 싶은 것은 放射性 同
位 元素는 그가 지닌 特殊性 때문에 農學研究에 하
나의 tool로서 有効適切히 利用할 수 있을 뿐이자
다른 모든 科學에서나 마찬가지로 여기에서도 어때
한 記憶을 바랄수는 없을 것이다.