

# 大豆의 放射線 感受性에 關한 研究(豫報)

原子力研究所 生物學研究室

權 臣 漢·金 變 楨·任 健 琳

## 諸 言

各種 放射線處理에 依한 作物의 生育障害 및 突然變異 誘發에 關한 研究는 遺傳學的 見地에서는 勿論 育種上 大端히 興味있는 일이라고 본다.

Muller(1927)와 Stadler(1928)는 各各 *Drosophila melanogaster*와 *Hordeum vulgare*를 X-ray로 照射하여 人爲的으로 突然變異率을 增加시킨 수 있다는 事實을 立證하였고 (1) 그후 Gustafsson(7, 8, 9)에 依해서 突然變異育種의 可能性이 示唆되었다.

大豆에 關한 이 方面의 研究로는 Humphrey(10, 11)가 Dortchsoy에 中性子를 處理하여 여러 가지 變異型을 發見하였는데 特히 生育旺盛, 種實重, 種實成分 및 熟期에 關한 變異는 育種上 重要한 價値가 있다고 말하였다. Gregory(5)는 땅콩을 X-ray로 照射하여 몇 個의 多收系統을 選拔하는데 成功하였고 Rawlings等(20)은 大豆에서 遺傳的變異의 增加는 勿論 放射線處理種子로부터 容易하게 有用變異個體의 選拔 可能性을 示唆하였다. Williams와 Hanway(22)는 大豆種子에 X-ray와 熱中性子處理를 하여 無處理區에 比해 遺傳力이 增加하였다는 것을 알았고 Papa等(19)은 優良形質을 가진 多收系統을 X-ray와 熱中性子處理群으로부터 選拔할 수 있었다. 大豆의 熟期는 遺傳力이 相當히 높기 때문에 早期世代에 있어서의 選拔도 比較的 安全하다고 하였고 또 收量과 熟期間에는 正의 遺傳的 相關關係가 있어서(15, 16) 早熟多收系統의 育成이 容易하지 않을 것이다.

우리나라 大豆栽培의 樣式을 본다면 大豆는 麥類와 輪作을 하고 있으며 秋期 大豆收穫後 秋播麥을 심어야 하기 때문에 中部以北에 있어서는 早熟性 大豆育成이 大豆育種家의 至大한 關心事가 되어왔다. 本 試驗의 目的은 放射線을 氣乾種子에 處理하여 品種間, 放射線種類 및 放射線量에 따르는 發芽率, 變異率等을 調査하고 向後 研究에 基礎的 資料를 提供하는 同時에 處理當代集團에서의 優性早熟 突然變異個體의 選拔을 企圖하려는 데 있다.

本 試驗을 함에 있어 水原農事試驗場 咸泳秀 科長의

試驗材料 提供과 建國大學校 教授 李培成 博士의 圃場 提供 및 李正行 博士님의 校閱에 感謝하는 同時에 本 研究所 生物學 研究室長 李根培 博士의 協助에 깊은 謝意를 表하는 바이다.

## 材料 및 方法

供試品種으로는 水原 農事試驗場 田作科의 品種保存 圃에서 1962年度 收穫한 大豆品種 金剛大粒, 長湍白目, 忠北白 等 3個의 品種을 使用하였으며 氣乾種子를 本 研究所에 備置되어 있는 G. E.의 Maxitron 250 照射用 X-ray machine을 使用하여 處理하고 照射時의 條件은 250kVp, 30mA., 照射距離 50cm filter없이 每分 10 44r이었다. Thermal Neutron도 本 研究所에 있는 TRIGA MARK II의 Thermal column의 中間部位( $10^9$  N/cm<sup>2</sup>-sec)에서 處理하였으며 Fast Neutron도 亦是 같은 原子爐의 central irradiation rack( $0.7 \times 10^{12}$  N/cm<sup>2</sup>-sec)에 넣어 處理하였다. Thermal Neutron 處理時 Gamma-ray의 混入은 避하지 못하였다.

前期 3個 品種은 모두 똑같은 條件下에서 Thermal Neutron에 있어서는  $1 \times 10^{12}$ ,  $5 \times 10^{12}$ ,  $10 \times 10^{12}$ ,  $15 \times 10^{12}$ ,  $20 \times 10^{12}$  N/cm<sup>2</sup>의 5階段으로 處理하였고 Fast neutron에서도 Thermal neutron에서와 똑같은 區分으로 處理하였는데  $1 \times 10^{12}$  FN/cm<sup>2</sup>區는 大端히 짧은 時間內에 處理해야 되기 때문에 斷念하였다. X-ray 處理도 1, 8, 16, 24, 32Kr의 5區分으로 하였다.

圃場播種은 處理後 10~21日 사이에 하였으며 播種은 四方 20cm 間隔으로 點播하였다. 長湍白目の 處理種子 一部는 處理 14日後부터 每一週 間隔으로 發芽床에 播種하였다.

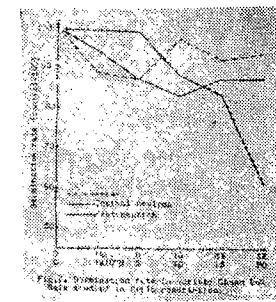
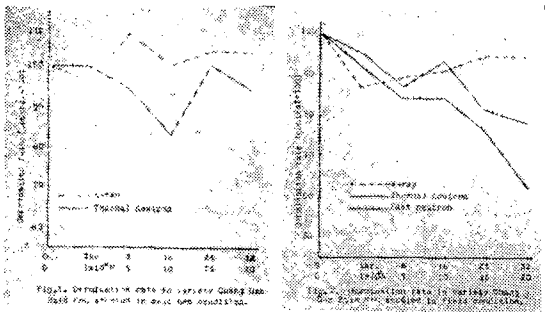
圃場에서는 發芽率, 草勢, 耐病性, 熟期等에 關해서 그리고 發芽床에서는 發芽率 및 草長等에 關해서 調査하였다.

## 結果와 論議

### 1. 發 芽 率

Fig. 1은 發芽床에서 長湍白目을 材料로 하여 5回反復한 것을 平均한 發芽率比較로서 Thermal neutron區

나 X-ray 處理區는 모두 本 照射量 範圍內에서는 無處理區와 뚜렷한 差異는 없으나 一般的으로 X-ray處理區에서는 Thermal neutron處理區보다 良好한 發芽率을 보여주고 있으며 特히 注目을 끄는 것은 8Kr에서 發芽率이 좋았으나 有意性은 없었다. 山縣, 赤藤과 藤氏(4, 24)等도 水稻에 있어서 40Kr까지의 照射範圍內에서는 發芽率 및 發芽勢에 別般 異相을 찾지 못하였다 하며, 山口(23)도 大麥에 있어서 20Kr까지의 照射範圍內에서는 發芽率에 影響을 미치지 못하였다고 하며, 金氏等(13)도 벼에서 같은 結果를 報告하였다. Fig. 2와 3은 長湍白目과 忠北白의 두 品種을 圃場에 播種하여 自然狀態下에서의 發芽率을 X-ray, Thermal neutron 및 Fast neutron 處理區別로 調査한 것으로서 品種間에 큰



差異는 없으며 發芽床에서의 發芽率과 圃場에서의 調査結果間에도 뚜렷한 差異는 없었다.

Fast neutron 處理區의 發芽率은  $5 \times 10^{13}$  N/cm<sup>2</sup> 以上에서 急激한 障害를 입고 있는데 같은 Flux에서 Thermal neutron 區에

比해 判異한 差가 생기는 理由는 이 두 中性子の Energy 差에 基因된 것으로 추측된다.

크게 보아 高線量照射區에서는 發芽에 障害를 받으나 低線量處理種子是 發芽에 支障을 받지 않았으며 比較的 高線量處理種子是 一段 發芽되었다가도 死滅하게 되는데 이는 放射線이 既存細胞의 伸長成長에 주는 影響보다 二次的 分裂成長에 致命的 影響을 준다는 것을 意味하는 것 같다.

이 結果를 綜合하여 考察하건데 低線量에서 或은 細分된 放射線量을 가지고 大豆의 放射線에 對한 感應度를 發芽率을 基準하여 測定한다는 것은 賢明한 方法은 아닌상 싶다.

## 2. 突然變異率

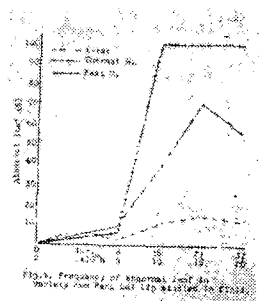
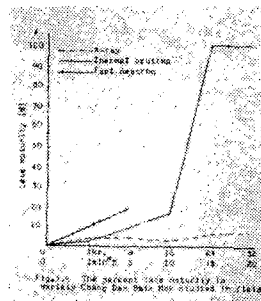
### (a) 畸形葉發生率

大豆의 初生葉은 單葉이나 第二段葉부터는 3個의 小葉으로 形成되는 複葉이다. 여기서 畸形葉이라 함은 2~3個의 小葉이 一部 혹은 全部가 서로 融合되었을 境遇와 又は 小葉이 開裂된 것을 뜻하며 Fig. 4는 金剛大粒에 있어서의 畸形葉發生率을 表示한 것이다.

X-ray 處理區에서는 비록 緩慢하기는 하나 線量의 增加에 따라 畸形葉發生率은 增加하며 Thermal neutron 處理區에서는 그 Flux가  $10^{13}$  N/cm<sup>2</sup> 부터 그 增加度가 顯著하였으며 Fast neutron에서는  $10^{13}$  N/cm<sup>2</sup> 부터는 100%의 畸形葉을 發生시켰다. 이와같은 畸形葉이나 Mosaic形 Rugose leaf를 나타내는 原因은 Lea(17)에 依하면 放射線의 影響을 입은 異常細胞와 正常細胞의 混在에 있다고 하였다. 畸形葉과 Rugose leaf의 發現은 第一本葉에서 顯著하였으며 低線量區에서는 植物의 成長에 따라 回復되나 高線量區에서는 끝내 回復치 못하였다. 이는 異常細胞分裂은 正常細胞分裂에 比해 그 分裂速度가 늦기 때문에 (2) 細胞分裂競爭에서 異常細胞의 淘汰結果로 推測된다.

### (b) 成熟遲延

Fig. 5에서 보는 바와 같이 放射線處理區에서는 一般的으로 線量에 比例해서 成熟이 遲延되는 傾向이 있다. Fast neutron에서는 最低照射量인  $5 \times 10^{12}$  N/cm<sup>2</sup> 에서 이미 19%의 遲延率을 나타내고 있으며 그 flux가  $10^{13}$  N/cm<sup>2</sup> 부터는 發芽後 早晚間에 完全 死滅해 버렸기 때문에 成熟關係調査는 不可能하였다. Thermal neutron 處理區에서는  $10^{13}$  N/cm<sup>2</sup>까지는 遲延率과 線量間에 一次函數의 關係가 있었으나 그 以上の flux에서는 100% 遲延되었으며 X-ray 照射區에서는 別變化 없이 線量의 增加와 더불어 緩慢하게 遲延率은 높아가 고있다. Humphrey(10)도 이와같은 結果를 報告하였으

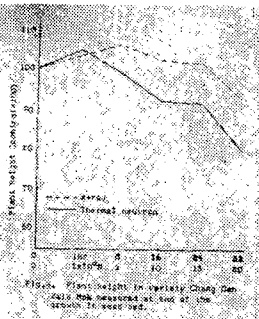
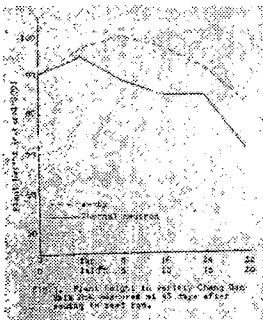
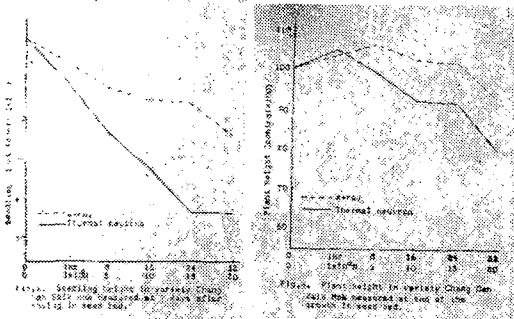


며 X-ray의 高線量區와 Thermal neutron의 낮은 flux에서는 散發的으로 早熟體가 發見되었다. 이는 大豆에서 Humphrey(10, 11)와 Papa(19)等이 暗示한 放射

線處理에 의한 早熟性品種育成이 可能할 것이라는事實을 뒷받침하고 있으며 麥類에서는 이미 많은 報告가 있다. (14, 18). Humphrey (10)는 이와같은 變異들은 細胞質變異에 基因한 것이라 하였는데 早熟個體의 誘發은 極히 稀少하게 誘發되는 것으로 미루어 gene mutation에 基因된 것 같으며 이는 次代檢定을 통하여 究明될 수 있을 것으로 안다.

### 3. 草 長

Fig. 6은 播種 7日後, Fig. 7은 播種 45日後, 그리고 Fig. 8은 生育終期에서의 草長의 比較이며 一般의 線量의 增加에 따라 草長이 減少되고 있다. 이와 같은 現象은 普通 널리 알려져 있는 現象으로 大豆에



있어서는 Humphrey (10, 11)가, 그리고 他作物에 있어서는 여러 사람들이 (6, 12, 21, 23) 똑 같은 報告를 하였다.

本 試驗에 使用한 線量 範圍內에서는 X-ray에 比 較 Thermal neutron 處理 區에서 草長이 더욱 抑制 되었다. 8 Kr의 線量을 받

은 區에서는 그 草長이 無處理區에 比 較 促進되었는데 이와 비슷한 報告는 여러 사람들 (3, 12, 21)에 依해서 이루어졌다.

Fig. 6, 7, 8을 比較해보면 幼植物에서는 放射線에 對한 影響이 顯著하나 生育이 進展됨에 따라 次次로 그 影響은 回復되는데 이와같은 現象을 Johanson (12)이 Sunflower에서 報告하였으며, 이는 畸形葉 出現率에서와 恰似한 結果이다. 높은 線量에서의 稔性低下는 生育終期에 가서도 極甚한것으로 미루어 보아 山口氏等 (23)이 指摘한 것과 같이 染色體異常에 基因되는 것 같다.

### 摘 要

1. 本 試驗에 使用된 線量範圍內에서는 氣乾種子에

依한 Thermal neutron이나 X-ray의 處理가 發芽率에 크게 影響을 미치지 못하였는데 Fast neutron 處理種子的 發芽率은 線量의 增加에 따라 거의 直線의 低下를 보였다.

2. 線量의 增加에 따라 畸形葉發生率은 增加하였으며 특히 Fast neutron에서는 同一 flux일망정 Thermal neutron 照射區에 比 較 發生率은 높다.

3. 低線量에서의 畸形葉出現은 幼植物期에서만 볼 수 있으며 成長함에 따라 回復한다. 이는 正常細胞와 異常細胞間의 分裂速度의 差에 基因되는 상 싶다.

4. 같은 線量에서는 Fast neutron이 Thermal neutron에 比 較 그 影響力이 크다는 것이 確實하며 이는 Energy의 差에서 오는 結果이다.

5. 一般的으로 線量의 增加에 따라 成熟이 遲延되는 傾向이 있었으며, 反面에 아주 稀貴하기는하나 開花와 成熟이 促進되는 個體도 發見되었다.

6. 線量의 增加에 따라 多少 矮小化되기는하나 低線量에서는 오히려 有意性은 없으나 草長이 增加하였다.

7. 生育初期와 生育終期에 있어서의 線量에 따르는 草長에 對한 影響은 그 初期에 있어서 더 顯著하며 成長함에 따라 回復되는 傾向을 보인다.

8. 發芽와 生育에 別 支障이 없이 栽培할 수 있는 線量範圍는 Thermal neutron에서  $10^{13}$  N/cm<sup>2</sup>, Fast neutron에서  $5 \times 10^{12}$  N/cm<sup>2</sup> 以下이면 無難할 것이며, X-ray는 本 試驗에 利用한 32 Kr 以上에서도 利用에 支障이 없을 것이다.

### 參 考 文 獻

- Caldecott, R. S. The effects of X-radiation on genetic material. N.W. Sci. 27:25~32. 1953.
- Clause, W.D. Radiation biology and Medicine p. 194~195, Addison-Wesley, Reading Mass., 1958.
- Cluget, J. and Kofman, T. Seed Science for Jap. Agr. and Forestry Vol. I. (Eddited by Kondo, M.) p. 175. Yokendo Inc., Tokyo, Japan. 1936.
- Fujii, Taro Radiosensitivity in plants V. Experiments with several cultivated and wild rice. Jap. J. Breeding 12:130~135. 1962.
- Gregory, W. C. X-ray breeding of peanuts (*Arachis hypogaea* L.). Agron J. 47:369~399. 1955.
- Gunckel, J.E. The effects of ionizing radiation on plants; Morphological effects. The quarterly Rev. Bio. 32:46~56. 1957.
- Gustafsson, Å. Priliminary yield experiments with

- ten induced mutations in barley. *Hereditas*. 27: 337~359. 1941.
8. \_\_\_\_\_ The X-ray resistance to dormant seeds in some agricultural plants. *Hereditas* 30:165~178. 1944.
  9. \_\_\_\_\_ Mutations in agricultural plants. *Hereditas* 33:1~100. 1947.
  10. Humphrey, L.M. Effects of neutron irradiation on soybeans I. *Soybean Digest* 12:11~12. 1951.
  11. \_\_\_\_\_ Effects of neutron irradiation on soybeans II. *Soybean Digest* 14:18~19. 1954.
  12. Johnson, E.L. Seed Science for Jap. Agr. and Forestry Vol. I. (Eddited by Kondo, M.) p. 175. Yokendo Inc., Tokyo, Japan. 1936.
  13. Kim, D.W., Kim, Y.C. and Cho, M. Effects of X-ray and Thermal neutron irradiation on dry seeds of chines cabbage and radish. *Korean J. Bot.* 5:1~6, 1962.
  14. Konzak, C.F. Stem rust resistance in oats induced by nuclear radiation *Agron. J.* 46:538~540. 1954.
  15. Kwon, S.H. Heritability estimates for several quantitative characters in two soybean crosses. Ph. D. Thesis. Univ. of Wisconsin. 108p. 1962.
  16. \_\_\_\_\_ Genotypic and phenotypic correlations in a soybean cross. *Korean Soc. Crop Sci.* 1:42~45. 1963.
  17. Lea, D.E. Actions of radiations on living cells. Cambridge Univ. Press. The Macmillan Co., 402 p. 1947.
  18. Mackey, J. Mutation breeding in polyploid Cereals. *Acta. Agr. Scan.* 4:449~557. 1954.
  19. Papa, K.E., Williams, J.H. and Hanway, D.G. Effectiveness of selection of quantitative characters in the third generation following irradiation of soybean seeds with X-ray and Thermal neutrons. *Crop. Sci.* 1:87~90. 1961.
  20. Rawlings, O.J., Hanway, D.G. and Gardner, C. O. Variation in quantitative characters of soybeans after seed irradiations. *Agron. J.* 50:524~528. 1958.
  21. Sax, K. The effect of ionizing radiation on plant growth. *Amer. J. Bot.* 42:308~364. 1955.
  22. William, J.H. and Hanway, D.G. Genetic variation in oil and protein content of soybean induced by seed irradiation. *Crop. Sci.* 1:34~36. 1961.
  23. Yamakuchi, H. and Ando, A. Radiosensitivity of gamma-irradiated autotetraploid in rice. *Jap. J. Breeding* 9:169~171. 1959.
  24. 山縣弘忠, 赤藤克己 人爲突然變異의 利用에 關한 育學的種研究 I *日本育種學雜誌* 10:153~162. 1960.