

## 植物에 미치는 放射性 同位元素 S<sup>35</sup>의 影響에 대하여

(第 1 報) 호밀 根端細胞의 染色體 異常誘發에 관한 研究

洪 淳 佑·趙 美 卿

(서울大學校 文藝科大學 植物學科)

### Effects of absorbed radioactive sulfur (S<sup>35</sup>) in plant cell. I.

Mitotic chromosome aberrations in rye seedling induced  
by the treatment of S<sup>35</sup> solution.

HONG, Soon-Woo and CHO, Mi-Kyung

(Dept. of Botany, Seoul National University)

#### ABSTRACT

Beta-ray irradiation effects on structural changes of the chromosomes in root tip of rye, *Secale cereale* L., seedlings, particularly the frequency of chromosome bridge induction at anaphase stage treated with radioactive sulfur (S<sup>35</sup>) solutions were studied in this experiment.

Among the four different concentrations of isotope solution, the lowest one, 0.4  $\mu$ c solution, has shown weak effect on the induction of chromosome aberration. On the other hand, higher concentration, 25.6  $\mu$ c solution, induced higher frequency of chromosome bridge induction as much as 4.3%.

Concerning the relationship between the ages of after treatment and the ranges of concentration, the higher concentrations showed more pronounced effects than the lower ones.

#### 緒 論

電離放射線이 植物細胞에 投入되어 染色體에 여러가지 影響을 미치는 現象에 關係서는 現在까지 數 많은 報文이 發表되어 있다. 그러나 吸收된 放射性 同位元素가 直接投入되어 分裂細胞에 미치는 影響에 關係서는 二가지 많은 研究가 되어 있지 않다. 吸收된 放射性 同位元素에 依한 植物細胞學的 影響은 흔히  $\beta$  線源인 radioactive phosphorus (P<sup>32</sup>)를 利用하고 있는바 이에 관한 研究로는 Arnason(1948), Kobayashi(1958) 등의 報文이 있는 程度이다.

著者들은 上記한 報文 등에서 利用된 것과 同一한  $\beta$  線源이지만 P<sup>32</sup>보다는 훨씬 energy level이 낮은 radioactive sulfur(S<sup>35</sup>)를 照射源으로 利用함으로써 여기에서 放出되는 放射線이 植物細胞에 미치는 細胞學的 乃至 生理學的 影響을 究明하고자 本 實驗을 試圖하였으리 그中 放射能의 影響을 받은 分裂細胞가 이끄는 여러가지 變化 特別 染色體 異常現象을 誘發하는데 關한 研究의 一端이 整理 되었으므로 우선 이문 第1報로서 報告하는 바이다.

本 實驗에 利用된 radioactive sulfur (S<sup>35</sup>)는 韓國 原子力院에서 分讓받은 것이니 이것을 分讓해주신 諸位께 깊은 謝意를 表하는 바이다.

#### 材料 및 方法

試料은 서울大學校 師範大學 生物學校室 李雄植教授로부터 分讓받은 在來種호밀(*Secale cereale* L.)를 利用하였다.

\* 本 研究는 1964年度 文藝部에서 支給 받은 學術研究助成費의 一部로 이루어졌음.

實驗方法은 우선 깨끗이 씻은 호밀種子를 室温(25±2°C)에서 24時間동안 물에 담겨 침적시키고 0.01% 승용수(HgCl<sub>2</sub>)로 20分間 멸균시킨후 蒸溜水로 2~3回 洗滌하여 試料로 썼다. 멸균이 끝난 種子는 蒸溜水에 적신 여과지를 直徑15 cm의 petri dish에 깔고 그 위에 놓아서 25°C의 恒溫器속에서 發芽시켰다. 뿌리의 길이가 2~3 mm 程度나온 後 一定한 數를 골라서 各各 放射性 同位元素溶液을 處理했다. sulfur(S<sup>35</sup>)는 HCl로 稀釋한 無拮體化合物인 H<sub>2</sub>S<sup>35</sup>O<sub>4</sub>로서 分發받았으며 指示藥 neutral red를 使用하여 0.01N NaOH로서 滴定했다.

本實驗에서는 處理溶液의 濃度를 最低 0.4 μc에서 1.6 μc, 6.4 μc, 25.6 μc의 四 段階의 濃度를 取하였다. 處理方法은 直徑 10 cm인 petri dish 4個를 滅菌시켜 같은 두께로 glass wool을 間 뒤에 上記와 같이 發芽시킨 種子를 各各 100個씩 高루게 壓된것을 골라 浸은 後 各 濃度別 radioactive S<sup>35</sup>의 溶液을 15 ml씩 부어 25°C의 恒溫器속에서 길렀다. 處理後 6, 12, 24, 48, 72, 96, 120時間까지 各 時間別로 根端部가 傷하지 않도록 注意하여 採取한 後 Carnoy's 液으로 固定시켰다. 染色體 觀察은 固定한 根端部의 材料를 下端에서 1~2 mm 程度로 잘다 常法에 따라서 aceto-carmine 法 및 Feulgen 反應法을 써서 觀察하였다. 두가지 染色方法에 있어서 本 材料의 境界는 後者의 方法이 더 適合하였으며 1N HCl溶液에 6分間 加水分解시킨 後 basic fuchsin 溶液으로 染色하여 squash method에 따라 semi permanent slide를 만들어 觀察에 썼다.

### 結果 및 考察

放射性同位元素 S<sup>35</sup>가 植物細胞에 미치는 影響으로는 一般의으로 中間期核의 肥大現象, 核內 液胞化現象 등을 들수 있으며 分裂期에 있는 染色體의 異常現象으로서는 fusion, sticky, bridge, fragments, ring, 및 fry-pan form 같은 것이 形成되는 周知의 事實(Lee 1958, Takebe 1960, Kobayashi 1958)인바 本實驗에서도 이와같은 普遍的인 現象은 弱한 放射能照射源인 本 S<sup>35</sup> 處理區에서도 一般의으로 같은 結果를 나타낼을 찾아 볼 수 있었다. 특히 中間期核의 液胞化 現象은 本實驗에서 더 顯著하게 나타났으며 흔히 中央部가 透明化되던 한 두개의 巨大한 液胞가 形成되던가 또는 小型의 液胞가 여러個 形成되어 核이 그물모양을 이루는 것을 볼 수 있었다. 더우기 이 現象은 處理溶液濃度에 關係 없이 各 濃度에서 쉽게 볼수 있는 一般의인 現象이 었으나 高濃度處理區일 수록 液胞化現象은 이끄는 核의 數가 많았음은 興味로운 現象이었다.

染色體에 미치는 影響 가운데에서 특히 顯著하게 觀察되어진 것으로는 anaphase 때에 나타나는 chromosome bridge formation (Fig. 1) 및 fragment formation 이었다. 그밖에 ring form, fry-pan, fusion 現象 등도 나타났으나 그 出現頻度가 比較的 낮은 是日할만한 事實이었다. chromosome bridge의 出現頻度は Table 1 (Fig.2참조)에서 볼 수 있는바 와 같이 處理溶液의 濃度가 上昇함에 따라서 出現頻도가 漸次로 높아지는 傾向性을 나타냈다(Fig. 2).

Table 1. Frequency of chromosomal bridge induced at anaphase in the four different S<sup>35</sup> solutions. This data is obtained from the materials at 6, 12, 24, 48, 72, 96, 120 hours after treatment respectively.

| Initial activity (μc/ml) | Total number of RTC observed | Number of normal RTC | Number of chromosome bridge induced | %   |
|--------------------------|------------------------------|----------------------|-------------------------------------|-----|
| 25.6                     | 1105                         | 1057                 | 48                                  | 4.3 |
| 6.4                      | 1749                         | 1688                 | 61                                  | 3.4 |
| 1.6                      | 2101                         | 2048                 | 53                                  | 2.5 |
| 0.4                      | 1718                         | 1685                 | 33                                  | 1.9 |
| 0.1                      | 1344                         | 1318                 | 26                                  | 1.9 |

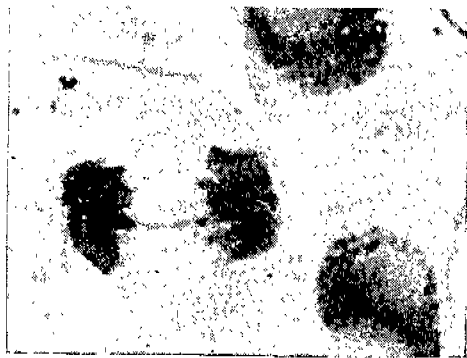


Fig 1. Chromosome bridge induced by S<sup>35</sup> solution treatment.

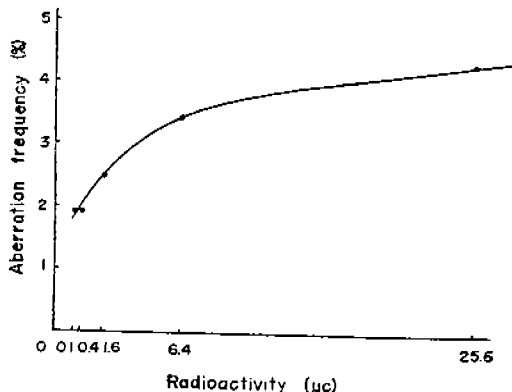


Fig 2. Relation between radioactivity and chromosome bridge formation.

即 處理溶液中 第1高濃度區인 25.6 $\mu$ c에서는 正常分裂을 하는 染色體의 出現頻度에 對하여 bridge를 形成하는 染色體의 出現頻도가 4.3%, 그 다음 6.4 $\mu$ c에서 3.4%, 1.6 $\mu$ c에서 2.5%로 낮아지며 가장 低濃度인 0.4 $\mu$ c에서는 1.9%程度로 낮아짐을 볼 수 있었다(Table 1). 이와같은 結果는 一般 報文에서 볼 수 있는 P<sup>32</sup>나 X-ray 照射結果와도 大體로 一致하는 現象이었다.

各個 處理濃度區에 對하여 時間의 經過에 따라서 일어나는 chromosome bridge의 出現頻도를 調査한 結果를 보면 低濃度區에서는(0.4 $\mu$ c 및 1.6 $\mu$ c) 48時間을 前後하여 bridge의 出現頻도가 最高値를 나타내며 對하여 高濃度區(6.4 $\mu$ c 및 25.6 $\mu$ c)에서는 24時間을 前後해서 bridge 形成이 가장 많았다.(Table 2 및 Fig. 3)

**Table 2.** Chromosome bridge inducement (%) at anaphase. The data shows the relation of radioactivity of four different S<sup>35</sup> solutions and time after treatment.

| Time after treatment | Activity ( $\mu$ c) | 0.4    | 1.6    | 6.4    | 25.6   |
|----------------------|---------------------|--------|--------|--------|--------|
| 6                    |                     | 1.7(%) | 2.1(%) | 2.6(%) | 3.9(%) |
| 12                   |                     | 1.8    | 2.3    | 3.0    | 4.0    |
| 24                   |                     | 2.2    | 2.7    | 4.5    | 5.2    |
| 48                   |                     | 2.4    | 3.0    | 4.2    | 4.9    |
| 72                   |                     | 2.0    | 2.6    | 3.4    | 4.5    |
| 96                   |                     | 1.8    | 2.4    | 3.4    | 3.7    |
| 120                  |                     | 1.8    | 2.4    | 3.0    | 3.9    |

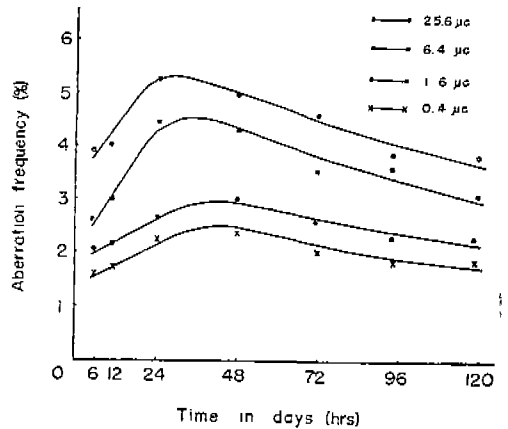
即 上記 Table 2 및 Fig. 3 에서 보는바와 같이 大體적으로 chromosome bridge의 形成은 低濃度區인 0.4 $\mu$ c에서는 2.4% 1.6 $\mu$ c에서는 3.0%로서 48時間을 前後해서 最高의 出現頻도를 나타내었고 6.4 $\mu$ c에서는 4.5%를 高濃度區인 25.6 $\mu$ c에서는 5.2%를 示唆하여 各各 24時間을 前後해서 最高値를 보여주었다. 따라서 濃도가 높을수록 보다 더 짧은 時間內에 生體內의 極大効果를 나타내는것을 알 수 있었다. 이 事實은 處理濃度區의 差異에 不問하고 48時間만에 極大効果를 나타낸다는 Kobayashi(1958 a)의 實驗結果와는 多少 相違한 點이 있었다. 그러나 P<sup>32</sup>를 쓴 Kobayashi의 實驗에서 0.8 $\mu$ c濃度區의 培養植物의 細胞가 減數分裂의 後期에 이르키는 chromosome bridge의 出現頻도가 12%임에 對하여 그 二倍의 濃度인 1.6 $\mu$ c의 S<sup>35</sup>를 쓴 本實驗結果에서 2.5%의 chromosome bridge를 形成한 事實을 比較해 보면 兩者의 energy level을 考慮할때 chromosome bridge의 出現頻도가 處理區에 따라서 거의 一致하는 結果를 나타낼을 알 수 있다. 即 P<sup>32</sup>의 1/10 배의 energy level을 가진 S<sup>35</sup>에서도 chromosome bridge의 出現頻도는 P<sup>32</sup>의 同一 濃度區에서의 1/10 배 가량으로 나타났다. 따라서 一定한 energy level에서 일어날 수 있는 染色體異常의 出現頻도는 植物體에 따라서 若干의 差異는 있을 것이나 大體로 一定한 數値를 나타낼을 볼 수 있었다.

그밖에 中期, 末期 등에서 나타나는 各種 染色體異常現象이나 後期에서 나타나는 其他 染色體異常現象은 統計的인 觀察對象에서 除外하였다.

**結 論**

本實驗에서 利用한 soft  $\beta$ -ray source인 radioactive sulfur(S<sup>35</sup>)는 비록 energy level은 매우 낮으나 다른 強力한 放射能이 가져오는 여러 細胞學의 特徵 即 中間期 核의 肥大 및 液胞化現象을 爲始하여 分裂期染色體의 構造의 諸變化를 誘發하는데 充分한 放射能을 지니며 X-ray나 Gamma-ray에서 影響받는 諸現象과 大體로 비슷한것을 나타낼을 알 수 있었다. 本實驗結果에서 特히 많이 觀察되던 또 뚜렷하게 나타나는 現象은 中間期 核에 있어서 核이 顯著하게 液胞化되며 中央部가 透明化되는 것과 分裂期의 染色體 構造變化에서도 다른 諸異常現象의 誘發보다 chromosome bridge formation이 가장 뚜렷하게 일어나는것이 興味로웠다.

染色體 異常現象의 誘發作用 特히 chromosome bridge formation에 있어서 4段階의 處理溶液區에서 時間差를 두고 調査한 全 結果를 平均하면 0.4 $\mu$ c에서는 1.9%, 1.6 $\mu$ c에서는 2.5%, 6.4 $\mu$ c에서는 3.4%, 25.6 $\mu$ c에서는 4.3%로 處



**Fig 3.** Plottings show the relation between frequency distribution of chromosome bridge and time after S<sup>35</sup> treatment.

濃度가 높아질 수록 bridge 現象의 出現頻度도 並行해서 上昇되는 것을 볼 수 있으며 높은 energy level 에 到達할 수록 植物細胞에 미치는 影響이 큰것을 觀察할 수 있었다.

處理溶液의 濃도와 處理時間의 經過에 따른 結果는 高濃度區일 수록 核의 肥大 및 染色體異常現象의 出現頻도가 低濃度區에서 보다 좀 더 빠른 時間內에 最高值에 到達함을 보아 低濃度일 때 보다 濃도가 높을수록 보다 더 짧은 時間안에서 生體內的 極大效果를 나타낸다고 볼수 있다.

$P^{32}$ 의 約 1/10 배에 該當하는 energy level 을 가진  $S^{35}$  處理區에서 染色體異常의 出現頻도가  $P^{32}$ 의 同一濃度區에서 의 1/10 배가량으로 나타나는 現象은 energy level 이란 見地에서 一致될 수 있는것이 아닌가 生疑되었다.

### 摘 要

Soft  $\beta$ -ray 源인 放射性同位元素  $S^{35}$  로 因한 호밀 根端細胞의 染色體異常 誘發에 關한 細胞學的인 研究를 한바 다음과 같은 몇가지 結果를 얻을수 있었다.

1. 放射性同位元素  $S^{35}$  도 一般적으로 많이 쓰여진 X-ray 나 Gamma-ray 에서 影響받은 誘發現象과 大體적으로 같은 結果를 나타나게 됨을 알게 되었다.
2. 處理溶液(放射性同位元素  $S^{35}$ )의 濃도가 높을수록 染色體異常 特히 chromosome bridge 의 出現頻도가 上昇하는 것을 볼수 있었으며 0.4  $\mu$ c 區에서는 1.9%의 出現頻도를 나타내는데 비하여 25.6  $\mu$ c 區에서는 4.3%의 出現頻도를 나타냈다.
3. 處理溶液의 濃도와 處理時間 經過에 따라 본 結果 高濃度區 일수록 染色體 異常現象(chromosome bridge)의 出現 頻도가 低濃度區에서 보다 더 빠른 時間內에 最高值에 到達함을 볼수 있었다.

### 文 獻

1. Arnanson, T. J. 1948. Chromosome breakage in plants induced by absorbed radioactive phosphorus( $P^{32}$ ). Science Vol. 167, 198—199.
2. Kobayashi, T. 1958. Radiation genetics of Sesamum part -1. Meiotic chromosome aberration induced by absorbed radioactive phosphorus. Japan J. Genet. Vol. 33, 11.
3. Kobayashi, T. 1958 b. Effects of X-rays on meiotic chromosomes. Japan J. Genet. Vol. 33. No. 1.
4. Lee, W. J. 1958. Physiological effects of gamma-radiation on meiosis in rye. Kor. Jour. Bot. Vol. 1, No. 2.
5. Takebe, H. 1960. Effects of beta-ray irradiation of mitosis in *Tradescantia* with reference to dosage estimation. Cytologia Vol. 25, No. 1.