

# 人爲倍數性 林木에 關한 研究 XIII\*<sup>1</sup>

—Colchitetraploid인 자주무궁화와 단심무궁화의 몇 形態學的 및 生理學的 特性—

李 錫 求\*<sup>2</sup> · 金 鼎 錫\*<sup>2</sup>

## Studies on Artificial Polyploid Forest Trees XIII\*<sup>1</sup>

—Some Morphological and Physiological Characteristics of Colchitetraploid  
*Hibiscus syriacus* L.—

Suk Koo Lee\*<sup>2</sup> · Chung Suk Kim\*<sup>2</sup>

Two individuals ( $sp_1$ ,  $sp_2$ ) of purple and one individual ( $sd_1$ ) of red hearted flower were selected from 18 years old *Hibiscus syriacus* trees obtained from the seeds treated with colchicine, and their morphological and physiological characteristics were investigated and following results were obtained.

1. The somatic chromosome number of the selected individuals,  $sp_1$ ,  $sp_2$ , and  $sd_1$  were  $2n=160$ , while that of the check tree was  $2n=80$ , indicating that the selected individuals,  $sp_1$ ,  $sp_2$  and  $sd_1$  were tetraploid.
2. Peroxidase isoenzyme bands of high activity in selected individuals,  $sp_1$ ,  $sd_1$  and check tree were mostly in cathode, fixed band was f and v bands, and frequency of each band and their activity were not different between selected individuals,  $sp_1$  and  $sd_1$  and check tree.
3. The flowers of  $sp_1$  individual were large in size and more dark purple than check tree's. The flowers of  $sp_2$  individual were not increased in size, but they were dark purple and red heart at the base of the petal was expanded to 2/3 of the petal length. The flower of  $sd_1$  individual was also large and some of the red lines from the petal base were extended to 2/3 of the petal length, which was much longer than those of the check tree.
4. Thickness of leaves, length of guard cells, diameter of pollens, wood fiber lengths and woody fiber widths were all increased in  $sp_1$ ,  $sp_2$  and  $sd_1$  as compared to those of the check tree.
5. Survival percentage of cuttings was 80% with  $sp_1$  and 36% with  $sd_1$ , and their growth performance were inferior to control in their second growing season.

무궁화의 種子에 colchicine處理를 實施하여 얻어진 18年生の 무궁화중 자주무궁화 2本(選拔4倍體 자주무궁화(1), 選拔4倍體 자주무궁화(2))와 단심무궁화 1本(選拔4倍體 단심무궁화)을 選拔하고 그 特性을 調査한 結果는 다음과 같다.

1. 選拔4倍體 자주무궁화(1) 選拔4倍體 자주무궁화(2) 및 選拔4倍體 단심무궁화는 體細胞染色體數가  $2n=160$ 個이고 비교무궁화는  $2n=80$ 個로써 選拔4倍體 자주무궁화(1) 選拔4倍體 자주무궁화(2) 및 選拔4倍體 단심무궁화는 4倍體 무궁화였다.
2. Diploid의 단심무궁화, 자주무궁화와 tetraploid의 단심무궁화, 자주무궁화의 葉의 過酸化 同位酵素가 高活性 band는 cathode側에 偏重되고 있고 f band와 v band는 이들 무궁화의

\*<sup>1</sup> Received for Publication on December 11, 1976

\*<sup>2</sup> 林木育種研究所, Institute of Forest Genetics

基本 band이며 그리고 酵素變異는 倍數性과는 無關하다.

3. 選拔4倍體 자주무궁화(1)의 꽃은 比較 자주무궁화에 比하여 크고 농자색이 있다. 選拔4倍體 자주무궁화(2)는 꽃의 크기가 比較 자주무궁화에 比하여 增大되지 않았으나 색이 농자색이었으며 꽃잎基部에 있는 赤丹心이 꽃잎길이의  $\frac{2}{3}$ 까지 확대되어 있었다.

그리고 選拔4倍體 단심무궁화의 꽃의 크기는 比較 단심무궁화에 比하여 크기가 增大되고 꽃잎의基部에 있는 赤色條脈이 꽃잎길이의  $\frac{2}{3}$ 까지 뻗어 있었다.

4. 選拔4倍體 자주무궁화(1), 選拔4倍體 자주무궁화(2) 및 選拔4倍體 단심무궁화에서 잎의 두께 孔邊細胞, 花粉徑, 纖維長 및 纖維幅은 모두 比較 무궁화에 比하여 增大되었다.
5. 挿木活着率은 選拔4倍體 자주무궁화(1)이 80%, 選拔4倍體 단심무궁화가 36%이었으며 挿木 苗의 生長狀況은 2年生에서 選拔4倍體 자주무궁화(1) 및 選拔4倍體 단심무궁화 모두 比較 무궁화보다 뒤떨어졌다.

## 緒言

우리나라의 國花인 무궁화는 Syria原産으로 溫帶地方에 自生하고 있으며 우리나라에서는 元山과 平壤을 잇는 線以南地域에 生育 할수 있다.

그꽃은 近 100餘日 一株에서 계속 개화되고 挿木에 依한 容易한 繁殖方法等 많은 長點을 가지고 있으나 現在 道路邊, 을다리 및 庭園에 植栽되어 있는 무궁화는 花型 및 色彩가 단순할뿐만 아니라 1個의 꽃은 當日 아침에 피어 當日 저녁에 떨어지며 진딧물등에 대한 耐蟲性 및 耐寒力 등이 弱한 短點도 가지고 있다.

따라서 花型과 色彩의 多樣化, 耐蟲性 및 耐寒力等 무궁화가 가지고 있는 短點을 改良하므로써 보다 화려한 國花의 品種을 育成普及하는것이 要求된다.

이와같은 育種目標을 達成하기 위하여서는 (1) 種間 및 品種間 交雜種의 育成 (2) 外國에서 長期間 選拔과 經과 育種方法을 通하여 育成된 品種을 導入 適應性檢定에 依한 新品種의 開發 (3) 國內에 分布되어 있는 무궁화의 集團中에서 花型, 色彩 및 其他 特性이 優秀한 個體의 選拔 및 增殖 (4) 放射線同位元素 및 colchicine等과 같은 化學藥品에 依한 突然變異 및 倍數體의 育成方法 등이 있다.

우리나라에서 무궁화의 種間 및 品種間交雜에 依한 新品種育成에 關한 研究는 Yu, et al.<sup>43,44)의 무궁화 育種에 關한 研究 以外에 거의 찾아 볼수 없고 外國으로부터 改良된 무궁화의 導入과 國內選拔種들에 對한 研究로써는 역시 Yu, et al.<sup>42)의 Hibiscus syriacus L.의 花型和 色彩에 關한 基礎研究를 들수 있으며 무궁화에 對한 倍數體育種에 關한 研究結果는 Kim<sup>20)의 人爲4倍性 자주무궁화의 特性에 關한 研究와 Hyun과 Kim<sup>8)의 무궁화 種子에 콜키신 處理에 의하여 얻어진 4倍體에</sup></sup></sup></sup>

關한 報告가 있을 뿐이다.

그리고 꽃의 크기와 倍數性과를 關連시켜 研究한 結果로써 Hyde(9)는 Forsythia의 倍數體에 關한 研究로 4倍體 및 3倍體가 2倍體보다 꽃의 크기가 增加 되었음을 報告했고 Iizuka(11)는 1955年 4倍體 나팔꽃(Japanese morning glory) 不結實機構에 關한 研究를 實施하여 發表했는바 4倍體 꽃의 直徑은 9.52cm이고 2倍體꽃의 直徑은 7.32cm임을 報告하고 있으며 Kim(21)은 4倍體 Alnus hirsuta에 關한 研究에서 雄花序의 크기가 增大됨을 報告했다. 역시 Iizuka와 Ikeda(12)은 Liliu formosanum wallace에 있어 誘導된 4倍體의 研究에서도 2倍體의 꽃의 直徑이 9.7cm였으나 4倍體는 10.5cm로써 4倍體가 2倍體보다 增大된 꽃을 가지고 있음을 報告하고 있다. 이상을 要컨데 倍數性에 의하여 꽃의 크기를 增大 시킬수 있으나 무궁화를 倍數性 誘導에 의하여 研究한 結果는 Kim(20) 및 Hyun과 Kim(8)의 研究外에는 찾아볼수 없는 實情이다. 本 研究는 1957年 무궁화의 種子에 colchicine 溶液을 處理하여 얻은 무궁화가 現在 開花되고 있으므로 1974年 이 무궁화를 꽃의 形態의 特性과 色彩에 依하여 자주무궁화 2本과 단심무궁화 1本을 選拔하였으며 그들의 特性을 調査하여 얻은 結果를 發表하므로써 무궁화의 新品種育成 및 普及에 크게 기여 될것으로 믿어 발표하는 바이다.

## 材料 및 方法

本 研究에 使用한 4倍體 무궁화는 1957年 무궁화의 種子에 0.2%~0.5%의 colchicine 溶液으로 10~135時間 處理하여 얻은 變異體 무궁화중에서 꽃의 形態 및 色彩에 依하여 자주무궁화 2本(選拔4倍體 자주무궁화(1), 選拔4倍體 자주무궁화(2))과 단심무궁화 1本(選拔4倍體 단심무궁화)을 1974年 選拔하였으며 選拔 무궁화에 對한 꽃의 크기 調査는 푸라니에타를 사용하였고 染色體數

의 確認은 花粉母細胞의 形成過程에서 旺盛한 分裂狀態에 있는것을 採取하여 0.03%의 8-oxyquinoline에 22時間 前處理하고 Farmer's fluid에 4時間 固定한後 70%의 ethyl alcohol에 저장한것을 aceto carmine으로 染色 smcar method에 依하여 檢鏡하였으며 camera lucida를 利用하여 drawing하였다.

本纖維는 頂芽로부터 5cm 밑 部分을 절단하여 木部를 採取한後 수피와 수를 모두 除去하였으며 Jeffrey 液에 8時間 解離하였고 safranin-0로 染色 檢鏡하였다. 孔邊細胞의 크기는 葉表皮를 박피하여 clove oil로 24時間 투명화 시킨후 觀察하였고 잎의 두께는 잎의 上, 中, 下에서 cross section을 만들어 clove oil로 투명화하여 觀察하였으며 花粉은 물에 침적하여 관찰하였다.

그리고 葉의 過酸化 同位酵素의 觀察은 爲한 酵素分離 方法은 1l 후라스크에 實驗室에서 加水分解를 한 감자 澱粉 60g와 gel 緩衝液 500ml(2.1g의 NaOH와 18.1g의  $H_3BO_3$ 混合液의 10倍稀釋液 pH 8.5)를 섞어 約 5分間 100°C로 加熱해서 후라스크內의 空氣를 除去한後 이것을 12本の gel bridge 內에 넣어 室溫에서 24時間程度 放置한후 gel을 實驗에 使用하였다. 泳動槽緩衝液은 1l當 3.4g의 NaOH와 18.5g의  $H_3BO_3$ 를 넣은 pH 8.5의 液을 使用하였다. 試料는 0.5g의 葉을 乳鉢에 넣어 攪抽出液을 여과지(watman No. 1)에 吸收시켜 陰極側에서 8cm의 无點에 挿入했다. 電氣泳動에 使用한 電氣量은 처음 10分間 100V 그後 約 3時間 可量은 300V의 直流 發生 電氣를 通하여 酵素分離를 시킨것을 呈色하여 觀察하였다.

挿木에 있어서는 1975年 3月上旬 挿穗를 採取하여 濕砂와 함께 5°C에 저장 하였던 것을 4月上旬 15cm로 挿穗를 調製하여 挿木했다.

## 試驗 結果

### 1. 染色體觀察

모든 植物體는 一定數의 體細胞染色體를 가지고 있으며 이 染色體는 細胞의 分裂過程에서 觀察할수 있다.

選拔4倍體 자주무궁화(1), 選拔4倍體 자주무궁화(2), 選拔4倍體 단심무궁화 및 비교무궁화의 體細胞染色體 觀察結果는 비교무궁화가  $2n=80$ (Fig. 1)의 染色體를 가지고 있으며 選拔4倍體 자주무궁화(1), 選拔4倍體 자주무궁화(2), 選拔4倍體 단심무궁화는 colchicine 處理에 依하여 染色體數가 倍加되므로서  $2n=160$ (Fig. 2)을 確認할수 있었다. 따라서 選拔4倍體 자주무궁화(1), 選拔4倍體 자주무궁화(2) 및 選拔4倍體 단심무궁화는 染色體數가 倍加된 4倍體로서 外部形態의 特性의 變異도

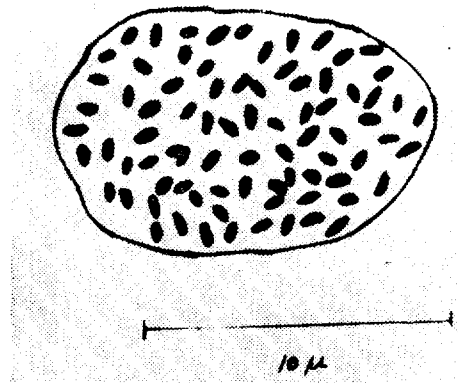


Fig. 1. Somatic chromosomes of  $2n$  *Hibiscus syriacus*

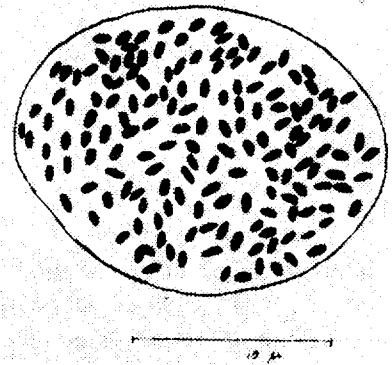


Fig. 2. Somatic chromosomes of  $4n$  *Hibiscus syriacus*

조래된 것이라고 믿어진다.

### 2. 過酸化 同位酵素의 變異

比較무궁화와 選拔4倍體무궁화 葉의 peroxidase isoenzyme은 活性度가 높은것에 對하여서만 觀察하였는데 그結果는 Fig. 3,4와 같다. 即 比較단심무궁화는 總 12個의 band가 出現하고 있는데 그中 cathode에 11個 band가 anode에 1個 band가 各各 出現하고 있다. 이 anode側의 band는 어느 種에서도 出現하지 않는 band이다. 그리고 選拔 4倍體단심무궁화에서 總 7個의 band가 出現하고 있는데 그中 어느 band나 cathode에 出現하였다. u와 v band 그리고 f band는 比較단심무궁화, 選拔4倍體단심무궁화 共히 所有하는 band이다.

또한 比較자주무궁화에서는 總 5個의 band가 cathode에 出現하고 있고, 選拔4倍體자주무궁화(1)에서는 總 6個의 band가 cathode에 出現하고 있다. 그리고 f band와 v band는 比較자주무궁화와 選拔4倍體자주무궁화(1)가 共有하고 있는 band이다.(Fig. 3)

### 3. 形態의 特性

#### (1) 一般의 特性

選拔體들은 모두 colchicine의 影響을 받아 外部形態

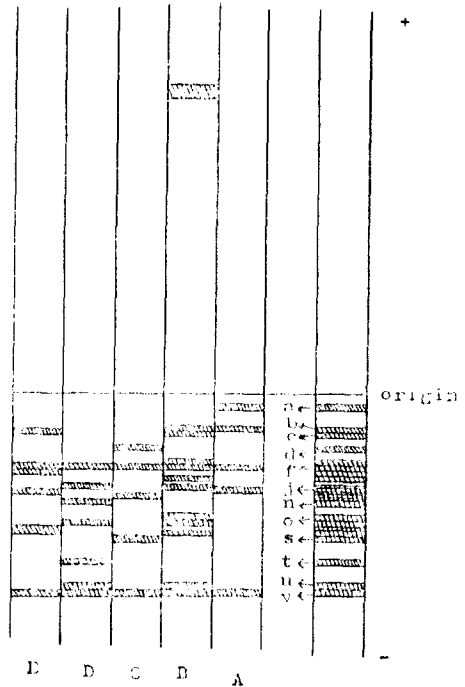
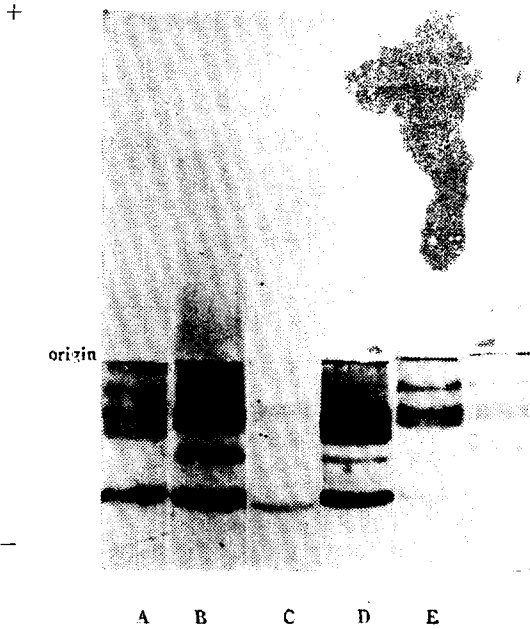


Fig. 3. Peroxidase zymograms observed in leaves of *Hibiscus syriacus* [A: *H. syriacus* (white flower), B: *H. syriacus* (red hearted white flower, control), C: *H. syriacus* (purple flower, control), D: 4n *H. syriacus*(red hearted white flower, Sd<sub>1</sub>), E: 4n *H. syriacus*(purple flower, Sp<sub>1</sub>)].

Fig. 4. A schematic illustration of 2n and 4n of high activity peroxidase zymograms of *Hibiscus syriacus* [A: *H. syriacus*(white flower), B: *H. syriacus*(red hearted white flower, control), C: *H. syriacus*(purple flower, control), D: 4n *H. syriacus* (red hearted white flower, Sd<sub>1</sub>), E: 4n *H. syriacus*(purple flower, Sp<sub>1</sub>)].

에 異常을 가져왔는바 表1에서 보는바와 같이 選拔자 주무궁화(1) Fig. 5은 꽃의 크기가 增加되고 꽃의 색이 농자색이며 꽃잎 表面이 不均一한 것이 뚜렷한 특징이었고 잎도 역시 變異를 일으켜 농녹색이고 두꺼우며 대부분의 잎은 비틀리고 잎의 表面이 不均一한 形態를 나타내었다.

또한 선발자주무궁화(2) Fig. 6는 꽃의 크기는 變化 없으나 花色이 농자색이고 꽃잎의 두께가 두꺼우며 꽃

잎 表面이 不均一한것이 특징이고 특히 꽃잎 中央에 있는 赤丹心의 크기가 월등히 增加한 것이다. 잎의 색도 농녹색이며 表面이 不均一하였다.

그리고 選拔단심무궁화 Fig. 7은 꽃의 크기가 增加되었고 꽃의 색이 옅은 핑크색이며 꽃잎의 表面이 不均一하고 꽃잎에 있는 赤色條脈이 壯대하여 꽃잎길이의 2/3까지 फै어 있는것이 특징이며 잎도 농녹색이고 잎의 表面이 不均一한 특징을 가지고 있다.

表 1. 選拔4倍體무궁화의 一般의 特性

Table 1. General characteristics of selected tetraploid *Hibiscus syriacus*.

| Selected individuals | General characteristics |         |      |           |           |                   |
|----------------------|-------------------------|---------|------|-----------|-----------|-------------------|
|                      | 꽃의 크기                   | 꽃의 색    | 잎의 색 | 꽃잎과 잎의 두께 | 꽃잎과 잎의 표면 | 적단심 혹은 적색 조맥의 크기  |
| Sp <sub>1</sub>      | 증가됨                     | 농자색     | 농녹색  | 증가됨       | 불균일       | 변화없음              |
| Sp <sub>2</sub>      | 변화없음                    | 농자색     | 농녹색  | 증가됨       | 불균일       | 적단심부분이 꽃잎의 2/3 이상 |
| Sd <sub>1</sub>      | 증가됨                     | 옅은 핑크 색 | 농녹색  | 증가됨       | 불균일       | 적색조맥이 꽃잎의 2/3 이상  |

Abbrev. Sp<sub>1</sub>; 選拔4倍體 자주무궁화(1), Sp<sub>2</sub>; 選拔4倍體 자주무궁화(2)

Sd<sub>1</sub>; 選拔4倍體 단심무궁화



Fig. 5. Corolla of Sp<sub>1</sub>(left) and control(right)



Fig. 7. Corolla of Sd<sub>1</sub>(left) and control(right)

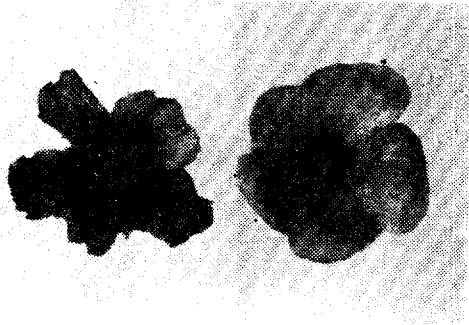


Fig. 6. Corolla of sp<sub>2</sub>(left) and control(right)

(2) 꽃의 크기

무궁화는 우리나라의 國花일뿐만 아니라 觀賞적 가치로 보아서도 꽃이 크고 아름다운 色彩를 가진 것이 바람직한 특성이다.

表2는 花瓣1枚의 面積을 調査한 것으로서 選拔자주무궁화(1)는 넓이 分布가 15cm<sup>2</sup>~21cm<sup>2</sup>이고 平均 넓이가 18.65cm<sup>2</sup>이었으며 選拔자주무궁화(2)는 넓이 分布가 5cm<sup>2</sup>~15cm<sup>2</sup>이고 平均 넓이가 12.11cm<sup>2</sup>이었다.

比較자주무궁화는 넓이 分布가 9cm<sup>2</sup>~14cm<sup>2</sup>이고 平均 넓이가 12.13cm<sup>2</sup>이므로 比較자주무궁화에 比하여 選拔4倍體자주무궁화(1)은 花瓣1枚의 넓이가 53.75% 增加

되었고 選拔4倍體무궁화(2)는 꽃잎 넓이에서는 增加되지 못하였다. 그러나 選拔4倍體무궁화(2)는 比較자주무궁화 및 選拔4倍體자주무궁화에 比하여 꽃잎 넓이 變異가 많은 것이 하나의 특징이었다.

選拔4倍體단심무궁화는 花瓣1枚의 넓이 分布가 8cm<sup>2</sup>~13cm<sup>2</sup>이었고 平均 넓이가 10.63cm<sup>2</sup>이었으며 比較단심무궁화의 花瓣1枚의 넓이 分布는 7cm<sup>2</sup>~10cm<sup>2</sup>이었고 平均 넓이는 8.46cm<sup>2</sup>로써 選拔4倍體단심무궁화는 比較단심무궁화에 比하여 넓이에서 25.65%의 增加를 보여 주었다. <表 2>

그리고 花瓣1枚의 길이 分布와 平均 길이를 나타낸 것은 表3으로 選拔4倍體자주무궁화(1)은 花瓣1枚의 길이 分布가 4.6cm~7.0cm 사이이고 平均 길이는 6.02cm이었으며 選拔4倍體자주무궁화(2)는 花瓣1枚의 길이 分布가 3.1cm~5.5cm이고 平均 길이가 4.41cm이었다. 比較자주무궁화는 花瓣1枚의 길이 分布가 4.1cm~5.1cm 사이이고 平均 길이가 4.91cm이었다. 따라서 選拔4倍體자주무궁화(1)은 比較자주무궁화에 比하여 花瓣1枚의 길이가 22.61% 增加하나 選拔4倍體무궁화(2)는 오히려 10.18% 減少되었음을 보여 주고 있다.

또한 選拔4倍體단심무궁화는 花瓣1枚의 길이 分布가

表 2. 選拔4倍體무궁화의 花瓣 1枚의 面積

Table 2. Petal area of selected tetraploid *Hibiscus syriacus*.

| Selected individuals | Area of petals(cm <sup>2</sup> ) |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | Total | Mean (cm <sup>2</sup> ) | Ratio |    |    |    |    |    |       |        |       |        |
|----------------------|----------------------------------|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|-------------------------|-------|----|----|----|----|----|-------|--------|-------|--------|
|                      | 5                                | 6 | 7 | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |       |                         |       |    |    |    |    |    |       |        |       |        |
| Sp <sub>1</sub>      |                                  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 2     | 6                       | 10    | 31 | 18 | 14 | 15 | 96 | 18.65 | 153.75 |       |        |
| Sp <sub>2</sub>      | 1                                | 1 | 2 | 2  | 5  | 8  | 9  | 18 | 27 | 23 | 3  |    |    |    |    |    |    |       |                         |       |    |    |    |    |    | 99    | 12.11  | 99.84 |        |
| Control              |                                  |   |   |    | 8  | 5  | 10 | 25 | 40 | 8  |    |    |    |    |    |    |    |       |                         |       |    |    |    |    |    |       | 96     | 12.13 | 100.00 |
| Sd <sub>1</sub>      |                                  |   |   | 8  | 8  | 28 | 24 | 24 | 4  |    |    |    |    |    |    |    |    |       |                         |       |    |    |    |    |    |       | 96     | 10.63 | 125.65 |
| Control              |                                  |   | 4 | 52 | 32 | 8  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |       |                         |       |    |    |    |    |    |       | 96     | 8.46  | 100.00 |

Abbrev. Sp<sub>1</sub>: 選拔4倍體자주무궁화(1), Sp<sub>2</sub>: 選拔4倍體자주무궁화(2),

Sd<sub>1</sub>: 選拔4倍體단심무궁화.

表 3. 選拔4倍體무궁화의 花瓣의 길이

Table 3. Petal length of selected tetraploid *Hibiscus syriacus*.

| Selected individuals | Length of petals(cm) |         |         |         |         |         |         |         | Total | Mean (cm) | Ratio  |
|----------------------|----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|-----------|--------|
|                      | 3.1-3.5              | 3.6-4.0 | 4.1-4.5 | 4.6-5.0 | 5.1-5.5 | 5.6-6.0 | 6.1-6.5 | 6.6-7.0 |       |           |        |
| Sp <sub>1</sub>      |                      |         |         | 4       | 15      | 28      | 46      | 7       | 100   | 6.02      | 122.61 |
| Sp <sub>2</sub>      | 3                    | 22      | 30      | 38      | 6       |         |         |         | 99    | 4.41      | 89.82  |
| Control              |                      |         | 2       | 51      | 12      |         |         |         | 65    | 4.91      | 100.00 |
| Sd <sub>1</sub>      |                      |         |         | 10      | 40      | 42      | 8       |         | 100   | 5.55      | 118.84 |
| Control              |                      | 25      | 21      | 21      | 24      | 9       |         |         | 100   | 4.67      | 100.00 |

Abbrev. sp<sub>1</sub>; 選拔4倍體자주무궁화(1), sp<sub>2</sub>; 選拔4倍體자주무궁화(2),  
sd<sub>1</sub>; 選拔4倍體단심무궁화.

表 4. 選拔4倍體무궁화의 花瓣幅

Table 4. Petal width of selected tetraploid *Hibiscus syriacus*.

| Selected individuals | Width of petals(cm) |         |         |         |         |         |         |         | Total | Mean (cm) | Ratio  |
|----------------------|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|-----------|--------|
|                      | 1.6-2.0             | 2.1-2.5 | 2.6-3.0 | 3.1-3.5 | 3.6-4.0 | 4.1-4.5 | 4.6-5.0 | 5.1-5.5 |       |           |        |
| Sp <sub>1</sub>      |                     |         |         | 2       | 26      | 41      | 24      | 4       | 100   | 4.31      | 139.48 |
| Sp <sub>2</sub>      | 2                   | 2       | 15      | 56      | 22      | 2       |         |         | 99    | 3.31      | 107.12 |
| Control              |                     | 2       | 26      | 35      | 2       |         |         |         | 65    | 3.09      | 100.00 |
| Sd <sub>1</sub>      |                     |         | 5       | 38      | 44      | 13      |         |         | 100   | 3.65      | 101.96 |
| Control              |                     | 1       | 21      | 24      | 36      | 18      |         |         | 100   | 3.58      | 100.00 |

Abbrev. Sp<sub>1</sub>; 選拔4倍體자주무궁화(1), Sp<sub>2</sub>; 選拔4倍體자주무궁화(2)  
Sd<sub>1</sub>; 選拔4倍體단심무궁화

4.6cm~6.5cm 사이이고 평균길이가 5.55cm이며 比較 단심무궁화의 花瓣1枚의 길이分布가 3.6cm~6.0cm이고 평균길이가 4.67cm로서 選拔4倍體단심무궁화는 比較 단심무궁화에 比하여 花瓣1枚의 길이가 18.84% 增加되었다.

花瓣1枚길이의 變異는 選拔4倍體자주무궁화(1) 및 選拔4倍體자주무궁화(2)는 比較자주무궁화보다 훨씬 넓은 特性을 가지고 있으나 選拔4倍體단심무궁화는 比較 단심무궁화에 比하여 큰 變異가 없었다.<表 3>

表4는 花瓣1枚의 幅의 分布와 平均幅을 나타내는 것으로 選拔4倍體자주무궁화(1)은 花瓣幅의 分布가 3.1cm~5.5cm이고 平均幅이 4.31cm이며, 選拔4倍體자주무궁화(2)는 花瓣幅의 分布가 1.6cm~4.5cm이고 平均幅이 3.31cm이었다.

比較자주무궁화의 花瓣幅의 分布는 2.1cm~4.0cm이고 平均幅이 3.09cm이므로 比較자주무궁화에 比하여 選拔4倍體자주무궁화(1)은 39.48%, 選拔4倍體자주무궁화(2)는 7.12%가 增加되었다. 그리고 選拔4倍體단심무궁화는 花瓣幅의 分布가 2.6~4.5cm이고 平均花瓣幅

은 3.65cm이었으며 比較단심무궁화의 花瓣幅分布는 2.1cm~4.5cm이고 平均花瓣幅은 3.58cm이었다. 따라서 選拔4倍體 단심무궁화는 比較단심무궁화에 比하여 1.96%增加되었다. 그러므로 表2,3,4에 依하여 選拔4倍體자주무궁화(1)과 選拔4倍體단심무궁화는 꽃의 크기가 현저하게 增加되었고 選拔4倍體무궁화(2)는 꽃의 크기는 增加되지 않았음을 보여주고 있다.<表 4>

(3) 孔邊細胞의 크기

人爲的으로 誘導된 倍數體이거나 自然狀態에서 選拔된 倍數體이거나 모든 倍數體植物들은 氣孔의 크기가 增加되며 單位面積當 氣孔의 數가 減少된다는 事實이 報告된으로써 倍數體育種의 첫단계가 倍數體의 誘發이라면 倍數性的 確認等 特性調查의 첫단계는 氣孔의 觀察이라고 해도 지나치지 않을 정도로 많은 調査研究가 行하여졌다.

表5에서 보여주는바와 같이 選拔4倍體자주무궁화(1)은 孔邊細胞의 平均길이가 41.53μ이고 選4拔倍體자주무궁화(2)는 36.73μ이며 比較자주무궁화는 29.10μ으로써 比較자주무궁화에 比하여 選拔4倍體자주무궁화(1)은

表 5. 選抜4倍體자주무궁화에 있어서 孔邊細胞의 길이  
Table 5. Length of guard cells in selected tetraploid *Hibiscus syriacus*.

| Selected individuals | Length of guard cells(1目=2.5 $\mu$ ) |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | Total | Mean ( $\mu$ ) | Ratio  |
|----------------------|--------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|----------------|--------|
|                      | 8                                    | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |       |                |        |
| Sp <sub>1</sub>      |                                      |    |    | 2  | 11 | 10 | 11 | 41 | 66 | 51 | 7  | 1  | 200   | 41.53          | 142.71 |
| Sp <sub>2</sub>      |                                      | 1  |    | 1  | 13 | 75 | 78 | 24 | 3  | 3  | 2  |    | 200   | 36.73          | 126.22 |
| Control              |                                      | 6  | 81 | 97 | 11 | 5  |    |    |    |    |    |    | 200   | 29.10          | 100.00 |
| Sd <sub>1</sub>      |                                      | 1  | 10 | 64 | 91 | 30 | 3  | 1  |    |    |    |    | 200   | 31.90          | 113.93 |
| Control              | 1                                    | 34 | 95 | 61 | 6  |    |    |    |    |    |    |    | 200   | 28.00          | 100.00 |

Abbrev. Sp<sub>1</sub>; 選抜4倍體자주무궁화(1), Sp<sub>2</sub>; 選抜4倍體자주무궁화(2),  
Sd<sub>1</sub>; 選抜4倍體단심무궁화

表 6. 選抜4倍體자주무궁화의 葉厚  
Table 6. Thickness of leaf in selected tetraploid *Hibiscus syriacus*.

| Selected individuals | Thickness of leaf(1目=10 $\mu$ ) |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | Total | Mean ( $\mu$ ) | Ratio |       |
|----------------------|---------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|----------------|-------|-------|
|                      | 9                               | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |       |                |       | 25    |
| Sp <sub>1</sub>      |                                 |    |    |    | 3  | 2  | 10 | 7  | 19 | 7  | 15 | 16 | 9  | 7  | 2  | 2  | 1     | 100            | 194.7 | 138.0 |
| Sp <sub>2</sub>      |                                 | 1  | 1  | 11 | 5  | 22 | 18 | 17 | 11 | 5  | 6  | 1  | 1  |    |    |    |       | 100            | 157.4 | 111.6 |
| Control              | 1                               | 3  | 2  | 14 | 22 | 21 | 16 | 9  | 4  | 5  |    |    |    |    |    |    |       | 100            | 141.1 | 100.0 |
| Sd <sub>1</sub>      |                                 |    | 2  | 3  | 5  | 8  | 6  | 21 | 14 | 7  | 12 | 9  | 10 | 1  | 1  | 1  |       | 100            | 181.2 | 112.2 |
| Control              |                                 |    | 5  | 6  | 13 | 14 | 19 | 15 | 13 | 9  | 5  | 1  |    |    |    |    |       | 100            | 161.5 | 100.0 |

Abbrev. Sp<sub>1</sub>; 選抜4倍體자주무궁화(1), Sp<sub>2</sub>; 選抜4倍體자주무궁화(2),  
Sd<sub>1</sub>; 選抜4倍體단심무궁화

42.71%, 選抜4倍體자주무궁화(2)는 26.22% 增加되었고 孔邊細胞의 길이 分布는 比較자주무궁화에 比하여 選抜4倍體자주무궁화(1) 및 選抜4倍體자주무궁화(2)가 훨씬 넓었다. 그리고 選抜4倍體단심무궁화의 孔邊細胞의 平均 길이 가 31.90 $\mu$ 이고 比較단심무궁화의 平均 길이는 28.00 $\mu$ 으로 比較단심무궁화에 比하여 13.93% 增加되었 으며 孔邊細胞의 길이 分布도 역시 選抜4倍體단심무궁 화가 比較단심무궁화보다 약간 넓은 경향이었다. <表 5>

(4) 잎 두께

잎의 色이 농녹색이 되었으며 잎 두께도 增加되었을 것이 예상되어 조사한 結果는 表6과 같다. 即 選抜4倍體자주무궁화(1)의 平均 잎 두께는 194.7 $\mu$ 이고 選抜4倍體자주무궁화(2)의 平均 잎 두께는 157.4 $\mu$ 이며 比較자주무 궁화의 平均 잎 두께는 141.1 $\mu$ 으로써 比較자주무궁화에 比하여 選抜4倍體자주무궁화(1)은 38.0%, 選抜4倍體자주무궁화(2)는 11.6%, 增加되었다. 그리고 選抜4倍體 단심무궁화의 平均 잎 두께는 181.2 $\mu$ 이고 比較단심무궁화의 平均 잎 두께는 161.5 $\mu$ 으로서 選抜4倍體단심무궁화는 比較 단심무궁화에 比하여 12.2% 增加되었다. 따라서

모든 選抜무궁화는 두꺼운 잎을 가지고 있음을 確認했다.  
(5) 花粉徑

染色體數가 倍加되면 모든 細胞와 器官等의 크기가 增大된다는 것은 一般의 으로 알려진 事實이다. 選抜4 倍體자주무궁화(1) 選抜4倍體자주무궁화(2) 및 選抜4倍體 단심무궁화의 花粉徑을 調査한 結果는 表7과 같다. 選抜4倍體자주무궁화(1)의 平均花粉徑은 177.1 $\mu$ 이고 選 抜4倍體자주무궁화(2)의 平均花粉徑은 203.9 $\mu$ 이며 比較 자주무궁화의 平均花粉徑은 161.9 $\mu$ 이었다. 따라서 選 抜4倍體자주무궁화(1) 및 選抜4倍體자주무궁화(2)는 比較 자주무궁화에 比하여 各各 9.39% 및 25.94% 增加 되었음을 보여주었다.

역시 選抜4倍體단심무궁화의 平均花粉徑은 175.9 $\mu$ 이고 比較단심무궁화는 154.4 $\mu$ 으로써 比較단심무궁화에 比하여 選抜4倍體단심무궁화가 13.92% 增大하였음을 보 여주고 있다.

또한 花粉徑의 分布범위는 選抜4倍體자주무궁화(1), 選抜4倍體자주무궁화(2) 및 選抜4倍體단심무궁화에서 모두 比較무궁화와 큰 差異가 없음을 觀察할수 있었다.

表 7. 選抜4倍體무궁화의 花粉徑

Table 7. Diameter of pollen grains in selected tetraploid *Hibiscus syriacus*.

| Selected individuals | Diameter of pollen grains(1目=15.78 $\mu$ ) |    |     |     |     |     |     |    | Total | Mean ( $\mu$ ) | Ratio  |
|----------------------|--|----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-------|----------------|--------|
|                      | 7  | 8  | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14 |       |                |        |
| Sp <sub>1</sub>      |  |    | 12  | 86  | 208 | 165 | 29  |    | 500   | 177.1          | 109.39 |
| Sp <sub>2</sub>      |  |    |     | 1   | 4   | 54  | 199 | 42 | 300   | 203.9          | 125.94 |
| Control              | 1  | 1  | 46  | 274 | 175 | 3   |     |    | 500   | 161.9          | 100.00 |
| Sd <sub>1</sub>      |  |    | 14  | 110 | 206 | 128 | 38  | 4  | 500   | 175.9          | 113.92 |
| Control              | 6  | 14 | 141 | 265 | 73  | 1   |     |    | 500   | 154.4          | 100.00 |

Abbrev. Sp<sub>1</sub>: 選抜4倍體자주무궁화(1), Sp<sub>2</sub>: 選抜4倍體자주무궁화(2)  
Sd<sub>1</sub>: 選抜4倍體단심무궁화.

表 8. 選抜4倍體무궁화의 木纖維長

Table 8. Length of woody fibers in selected tetraploid *Hibiscus syriacus*.

| Selected individuals | Length of woody fibers(1目=40 $\mu$ ) |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | Total | Mean ( $\mu$ ) | Ratio |    |    |    |    |     |         |        |
|----------------------|--------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|----------------|-------|----|----|----|----|-----|---------|--------|
|                      | 12                                   | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |       |                |       | 29 | 30 | 31 | 32 | 33  | 34      | 39     |
| Sp <sub>1</sub>      |                                      |    |    |    | 1  | 1  |    | 4  | 3  | 5  | 11 | 18 | 36 | 34 | 18 | 16 | 13 | 8     | 8              | 14    | 3  | 2  | 3  | 2  | 200 | 1,026.8 | 128.93 |
| Sp <sub>2</sub>      |                                      | 1  | 2  | 4  | 15 | 11 | 17 | 21 | 33 | 34 | 11 | 15 | 13 | 9  | 3  | 2  | 4  | 3     | 1              |       | 1  |    |    |    | 200 | 824.8   | 103.57 |
| Control              | 2                                    | 3  | 1  | 7  | 7  | 15 | 26 | 36 | 37 | 13 | 10 | 17 | 8  | 12 | 1  | 3  | 1  | 1     |                |       |    |    |    |    | 200 | 796.4   | 100.00 |
| Sd <sub>1</sub>      |                                      |    |    | 1  |    | 1  | 4  | 5  | 11 | 38 | 22 | 26 | 37 | 26 | 13 | 6  | 5  | 1     | 2              | 1     |    |    |    | 1  | 200 | 927.2   | 104.09 |
| Control              | 1                                    | 2  | 2  | 6  | 4  | 13 | 19 | 9  | 18 | 23 | 31 | 22 | 17 | 16 | 5  | 7  | 3  | 2     |                |       |    |    |    |    | 200 | 890.8   | 100.00 |

Abbrev. Sp<sub>1</sub>: 選抜4倍體자주무궁화(1), Sp<sub>2</sub>: 選抜4倍體자주무궁화(2),  
Sd<sub>1</sub>: 選抜4倍體단심무궁화.

(6) 木纖維의 크기

表8은 木纖維의 長을 調査한 結果로 選抜4倍體자주무궁화(1)의 木纖維平均長은 1,026.8 $\mu$ 이고 選抜4倍體자주무궁화(2)의 木纖維 平均長은 824.8 $\mu$ 이며 比較자주무궁화의 木纖維平均長은 796.4 $\mu$ 으로서 比較자주무궁화에 比하여 選抜4倍體자주무궁화(1)은 28.93%, 選抜자주무궁화(2)는 3.57% 增大하였다.

選抜4倍體단심무궁화에서도 木纖維長이 927.2 $\mu$ 이고 比較단심무궁화는 890.8 $\mu$ 으로서 比較단심무궁화에 比하여 選抜4倍體단심무궁화가 4.09% 增大하였음을 알수 있었다.

木纖維의 幅도 表9에서 보는바와 같이 選抜4倍體자주무궁화(1)의 平均幅은 16.13 $\mu$ 이고 選抜4倍體자주무궁화(2)의 平均幅은 19.60 $\mu$ 이며 比較자주무궁화의 平均幅은 14.38 $\mu$ 으로써 比較자주무궁화에 比하여 選抜4倍體자주무궁화(1)이 12.17%, 選抜4倍體자주무궁화(2)가 36.30% 增大하였다. 選抜4倍體단심무궁화에서도 木纖維의 平均幅이 17.38 $\mu$ 이고 比較단심무궁화의 木纖維의 平均幅은 12.48 $\mu$ 으로써 比較단심무궁화에 比하여 39.26% 增

大하였다.

4. 挿木活着率 및 生長狀況

무궁화는 一般的으로 挿木에 依하여 容易하게 增殖될수 있는 樹種으로 알려진 있으나 本研究의 供試木은 18年生으로써 一般的으로 樹齡의 增加와 함께 挿木活着率이 低下되는고로 本選抜무궁화의 增殖에 活用코자 實施한 試驗結果는 表10과 같다.

4倍體인 選抜4倍體자주무궁화(1)은 挿木活着率이 80%로써 2倍體인 比較자주무궁화의 42%보다 훨씬 높은 活着率을 얻었고 역시 4倍體인 選抜4倍體단심무궁화는 36%의 挿木活着率을 보이는데 比하여 2倍體인 比較단심무궁화는 64%를 보이고 있었다. 따라서 이와같이 個體間에 차이가 있는것은 本供試木이 18年生이고 倍數性과 관련된 個體間의 差異라고 思料된다.

그리고 挿木苗의 生長狀況도 1年生에서는 選抜4倍體자주무궁화(1)이 樹高 및 根元徑에서 各各 11.35cm 및 0.34cm이고 比較자주무궁화가 樹高 및 根元徑에서 各各 8.73cm 및 0.22cm로써 4倍體인 選抜4倍體자주무궁화(1)이 약간 좋은 生長狀態를 보여주고 있었다. 또한



表 9. 選拔4倍體 무궁화의 木纖維幅  
Table 9. Width of woody fibers in selected tetraploid *Hibiscus syriacus*.

| Selected individuals | Width of wood fibers(1目=2.5 $\mu$ ) |    |     |    |    |    |    |    |    |  | Total | Mean ( $\mu$ ) | Ratio  |
|----------------------|-------------------------------------|----|-----|----|----|----|----|----|----|--|-------|----------------|--------|
|                      | 3                                   | 4  | 5   | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 |  |       |                |        |
| Sp <sub>1</sub>      |                                     | 5  | 36  | 68 | 58 | 24 | 7  | 2  |    |  | 200   | 16.13          | 112.17 |
| Sp <sub>2</sub>      |                                     | 1  | 11  | 23 | 49 | 59 | 24 | 24 | 9  |  | 200   | 19.60          | 136.30 |
| Control              | 1                                   | 13 | 72  | 75 | 32 | 3  | 3  | 1  |    |  | 200   | 14.38          | 100.00 |
| Sd <sub>1</sub>      |                                     |    | 10  | 59 | 81 | 34 | 13 | 3  |    |  | 200   | 17.36          | 139.26 |
| Control              | 5                                   | 45 | 103 | 42 | 5  |    |    |    |    |  | 200   | 12.48          | 100.00 |

Abbrev. Sp<sub>1</sub>; 選拔4倍體 자주무궁화(1), Sp<sub>2</sub>; 選拔 4倍體 자주무궁화(2), Sd<sub>1</sub>; 選拔 4倍體 단심무궁화.

表 10. 選拔4倍體 무궁화의 挿木活着率과 生長狀況  
Table 10. Cutting survival and growth performance of selected tetraploid *Hibiscus syriacus*.

| Selected individuals | No. of cuttings | No. of survival | % of survival | 1 year     |                      | 2 year     |                       |
|----------------------|-----------------|-----------------|---------------|------------|----------------------|------------|-----------------------|
|                      |                 |                 |               | Height(cm) | Dia. at the base(cm) | Height(cm) | Dia. at the base (cm) |
| Sp <sub>1</sub>      | 50              | 40              | 80%           | 11.35      | 0.34                 | 52.5       | 0.96                  |
| Control              | 50              | 21              | 42            | 8.73       | 0.22                 | 90.8       | 0.82                  |
| Sd <sub>1</sub>      | 50              | 18              | 36            | 6.81       | 0.20                 | 38.0       | 0.64                  |
| Control              | 50              | 32              | 64            | 10.94      | 0.27                 | 45.8       | 0.76                  |

Abbrev. Sp<sub>1</sub>; 選拔 4倍體 자주무궁화, Sd<sub>1</sub>; 選拔 4倍體 단심무궁화.

選拔4倍體 단심무궁화는 樹高및 根元徑에서 各各 6.81 cm 및 0.20cm이고 比較단심무궁화의 樹高및 根元徑은 各各 10.94cm 및 0.27cm로서 比較단심무궁화가 훨씬 좋은 生長狀態를 보여주었다. 그러나 2年次 生長狀況에서는 選拔4倍體 자주무궁화(1) 및 選拔4倍體 단심무궁화 모두 選拔4倍體 자주무궁화(1)의 直徑生長을 除外하고는 比較무궁화에 比하여 生長이 뒤떨어지고 있었다.

### 考察 및 結論

#### 1. 染色體 觀察

*Hibiscus* 屬에는 38種이 世界的으로 分布되어 있음은 Encyclopedia of Horticulture<sup>38)</sup>에 기록되어 있고 Darlington과 Wylie는 chromosome Atlas of Flowering Plant에서 *Hibiscus syriacus*의 體細胞染色體數는 2n=80임을 *Hibiscus rosa-sinensis*의 體細胞染色體數를 2n=92個 혹은 2n=168個임을 보고한바 있으며 Kim<sup>23)</sup>은 人爲4倍體 자주무궁화의 特性에 關한 研究에서 4倍體와 2倍體의 體細胞染色體數를 觀察報告한바 있고 Menzel과 Wilson<sup>28)</sup>은 *Hibiscus* Section Furcaria의 12種에 對한 細胞學的 分類를 수행 報告한바 있다. 그림 2에서 보는바와 같이 本研究材料인 選拔무궁화는 2n=160個의 體細胞染色體를 가지고 있는 4倍體임을 確認할수 있었다.

이와같이 植物體의 種子 혹은 生長點에 colchicine을

處理함으로써 染色體數를 倍加시킬 수 있다는 報告는 Johnson<sup>13)</sup>의 콜키신處理로 부터 誘導된 同質 및 異質 3倍體 *Betula*-familie에 關한 研究, Mattila<sup>26)</sup>의 colchicine處理에 依한 4倍體雜種 aspen의 育成에 關한 研究 Mergen<sup>29)</sup>의 colchicine 處理로 誘導된 pine의 倍體數에 關한 研究, Kanezawa와 Yoshimoto<sup>15)</sup>의 *Thuja occidentalis*의 人爲4倍體에 關한 研究, Mergen과 Lester<sup>27)</sup>의 *Abies*에 있어 colchicine으로 誘導된 倍數性에 關한 研究, Johnson<sup>14)</sup>의 conifers에 있어서 콜키신處理로 誘導된 倍數體에 關한 研究, Kanezawa<sup>10)</sup>의 *Chamaecyparis obtusa*의 人爲4倍體에 關한 研究, Dermeni<sup>5)</sup>의 grapes에서 colchiploidy에 關한 研究, Moore<sup>26)</sup>의 *Caragana arborescens*의 colchicine處理로 誘導된 4倍體에 關한 研究, Zuaf<sup>46)</sup>의 포푸라에 있어서 倍數體誘導에 關한 研究, Suzuka, et al.<sup>39)</sup>의 콜키신處理에 依하여 誘導된 4倍體 *Artemisia kurramensis*에 關한 研究, Kanezawa와 Omura<sup>16)</sup>의 *Paulownia tomentosa*에 있어 콜키신으로 誘導된 倍數體에 關한 研究, Hyun과 Kim<sup>8)</sup>의 콜키신處理에 依하여 誘導된 임목의 同質倍數體 特性에 關한 研究, Phadnis와 Narhede<sup>33)</sup>의 *Cicer arietinum*의 colchicine으로 誘導된 同質4倍體의 減數分裂에서 染色體의 行動에 關한 研究, Hahn<sup>10)</sup>의 colchicine法에 依하여 誘導된 4倍體무우에서 減數分裂의 染色體行動에 關한 研究等 많은 植物에서 colchicine處理에 依하여 倍數體가

誘導되고 誘導된 倍數體의 染色體數의 增加와 減數分裂異常等에 關하여 報告하고 있다.

## 2. 過酸化同位酵素의 變異

葉의 過酸化同位酵素變異를 觀察한 結果 活性度가 높은 總 band數는 cathode에 22個 anode에 1個 있다.

단심무궁화에서 1個 band를 除外하고는 band가 cathode에 偏重되어 있는것은 아마 무궁화의 特徵인것 같고 또한 f band와 v band는 무궁화의 基本 band라고 추측된다. 그리고 前報의 아까시나무에서와는 달리 倍數性과 酵素變異와는 無關한 것 같다.

## 3. 形態의 特性

### (1) 꽃의 크기 및 꽃과 잎의 외부형태

表1에서 보여주는바와 같이 選抜4倍體 자주무궁화(1)의 꽃은 比較 자주무궁화에 比하여 꽃의 크기가 增加되고 농자색이며 꽃잎 두께도 增加되었다. 또한 꽃잎의 表面도 不均一하였으며 赤丹心の 크기는 變化가 없었다. 잎의 色은 濃녹색이 되었고 두꺼웠다.

選抜4倍體 자주무궁화(2)의 꽃은 比較 자주무궁화에 比하여 꽃의 크기가 增加되지 않았으나 꽃의 色은 濃자색이고 꽃잎의 中心部에 있는 赤丹心の 크기가 增大된것이 特徵이며 잎의 色도 濃녹색이며 두꺼워졌다.

그리고 選抜4倍體 단심무궁화의 꽃은 꽃의 크기가 增大되고 꽃잎이 두꺼우며 꽃잎에 있는 赤色條脈이 꽃잎 길이의 2/3까지 फै어 있는 것이 特徵이었다. 역시 잎의 色도 濃녹색이며 두꺼워졌다.

Yu와 Yeam<sup>41)</sup> 그리고 Kim<sup>24)</sup>은 무궁화가 自家不和合成인 樹種으로 研究發表하므로써 自然界에서도 많은 變異가 發生할 可能性을 제시한바 있고 Encyclopedia of Horticulture<sup>38)</sup>에는 *Hibiscus syriacus*에 40種의 品種이 있음을 發表했고 Yu와 Yeam<sup>42)</sup>은 *Hibiscus syriacus*의 花型 및 色彩에 關한 基礎研究에서 導入種과 國內選抜種을 合하여 61品種으로 分類한바 있으나 筆者가 選抜한 4倍性 자주무궁화와 4倍體 단심무궁화변이체에 對하여서는 언급한바 없다.

植物體의 染色體數가 倍加되므로써 器官의 增大 特別 꽃의 크기가 增大되었다는 報告는 Iizuka<sup>11)</sup>의 人爲 4倍體 나팔꽃(Japanese morning glory)의 稔性에 關한 研究에서 4倍體꽃의 直徑은 9.52cm이고 2倍體꽃의 直徑은 7.32cm임을 報告한바 있고 Hyde<sup>9)</sup>는 *Forsythia*의 倍數體에서 4倍體꽃의 直徑은 5.5cm이고 3倍體꽃의 直徑은 6.0cm이었으며 2倍體꽃의 直徑은 4.5cm이었음을 보고했다. 또한 Kim<sup>21)</sup>은 4倍性 *Alnus hirsuta*에 關한 研究에서 雌花序의 크기가 增大됨을 報告했다. 역시 Iizuka와 Ikeda<sup>12)</sup>은 *Lilium formosanum* Wallace에 있어 誘導된 4倍體의 研究에서도 2倍體는 꽃의 直徑이

9.7cm이었으나 4倍體는 10.5cm로써 4倍體가 增大된 꽃을 가지고 있음을 觀察 報告했다.

그리고 倍數性과 잎의 色, 形態 및 잎두께의 增大事實에 關하여는 Kim<sup>22)</sup>의 人爲 4倍體 *Pinus thunbergii*의 形態의 特性과 花粉發芽에 關한 研究에서 4倍體는 針葉이 帶濃綠色을 불하고 비틀리는 일을 觀察報告했으며 Kanczawa<sup>10)</sup>은 *Chamaecyparis obtusa*의 人爲 倍數體에서 4倍體는 2倍體에 比하여 잎의 色이 暗綠色임을 Kanczawa와 Yoshimoto<sup>15)</sup>는 *Thuja occidentalis*의 人爲 倍數體에서 4倍體의 잎은 濃綠色을 나타내고 肥厚하였음을 報告한바 있다. 그리고 Biswas와 Bnattacharyya<sup>11)</sup>는 Legumes(*Cyamoides psoraloides* De.)에 있어 人爲 4倍體에 關한 研究에서 4倍體의 잎은 暗綠色이고 두꺼우며 비틀린다고 報告했고 Chiba<sup>2)</sup>은 苗圃에서 選抜된 *Cryptomeria japonica*의 3倍體에 關한 研究에서 3倍體도 2倍體에 比하여 葉이 肥厚하고 濃綠色을 나타내고 있음을 報告한바 있다. 역시 Dermen과 Diller<sup>6)</sup>은 chestnuts의 colchipoity의 研究에서 倍數體의 잎은 濃綠色이며 뒤틀리어 있음은 報告함으로써 選抜무궁화에서 觀察과 一致된 結果를 얻을 수 있어 本研究에 使用된 무궁화의 形態變異는 染色體倍加에 따른 花器의 增大 및 葉形態의 變異가 誘導된 것이다.

### (2) 孔邊細胞의 크기

倍數體有種에서 誘導된 倍數體의 染色體數를 確認하기 이전에 調査에 便利한 孔邊細胞의 크기를 調査하는 경우가 대단히 많다. 即 倍數體에서는 孔邊細胞의 크기가 增大되고 單位面積當 氣孔數가 減少한다는 것이다.

表5에서 보는바와 같이 孔邊細胞의 크기가 選抜4倍體 자주무궁화(1) 및 選抜4倍體 자주무궁화(2)에서 比較 자주무궁화에 比하여 各各 42.71% 및 26.22% 增大되었고 選抜4倍體 단심무궁화는 比較 단심무궁화에 比하여 13.93% 增大되었다.

Nishiyama와 Watanabe<sup>34)</sup>은 삼지닥나무의 人爲 倍數性 研究에서 4倍體는 2倍體에 比하여 孔邊細胞의 크기가 50% 增大하고 3倍體는 22% 增大함을 報告했으며 Hyun과 Kim<sup>9)</sup>은 colchicine處理에 依하여 誘導된 4倍體林木에 關한 研究에서 *Populus nigra* var. *ita*의 4倍體는 2倍體에 比하여 stomata의 diameter가 64% 增大, *Robinia pseudoacacia*의 4倍體는 2倍體에 比하여 50% 增大, *Hibiscus syriacus*의 4倍體는 2倍體에 比하여 44~42% 增大, *Paulownia tomentosa*의 4倍體는 2倍體에 比하여 74% 增大됨을 報告한바 있다.

Kim et al.<sup>23)</sup>은 *Pinus rigida* Mill의 colchipoity 特性에 關한 研究에서 4倍體는 2倍體에 比하여 18% 增大한

을 報告한바 있다.

Kanezawa, et al.<sup>13)</sup>은 4倍體 *Paulownia kawakami*의 形態變異와 木纖維에 關한 研究에서 4倍體 氣孔長은 2倍體에 比하여 8.8% 增大됨을 Kanezawa<sup>13)</sup>은 *Robinia pseudoacacia*의 半數體와 4倍體에 關한 研究에서 2倍體의 stomata의 長이는 14.44%이고 4倍體의 stomata의 長이는 20.95 $\mu$ 으로 4倍體가 2倍體보다 45% 增大되는 反面 單位面積當 氣孔數는 50% 減少되었음을, Kanezawa와 Yoshimoto<sup>15)</sup>는 *Thuja occidentalis*의 人爲4倍體 研究에서 2倍體의 平均氣孔長은 27.28 $\mu$ 이고 4倍體의 平均氣孔長은 30.45 $\mu$ 이었음을 報告한바 있다.

그리고 Mattila<sup>35)</sup>는 colchicine處理에 依하여 誘導된 aspen 交雜種에 關한 研究에서 4倍體는 2倍體에 比하여 氣孔長이 增大됨을 報告했고 Sekawin<sup>35)</sup>은 人爲的으로 誘導된 poplar의 4倍體 研究에서 2倍體인 clone 214의 氣孔의 長이는 31.0 $\mu$ 이고 4倍體인 clone 438p의 氣孔의 長이는 37.4 $\mu$ 으로 4倍體가 2倍體에 比하여 氣孔의 長이가 增大되었음을 觀察報告했으며 Chiba<sup>2)</sup>는 苗圃에서 選拔된 *Cryptomeria japonica* D. Don의 3倍體와 4倍體에 關한 研究에서 4倍體의 平均孔邊細胞長은 37.37 $\mu$ 이고 3倍體의 平均孔邊細胞長은 35.20 $\mu$ 으로 4倍體는 2倍體에 比하여 34.6%, 3倍體는 20.2% 各各 增大되었음을 報告하였다.

또한 Dermen<sup>4)</sup>은 매나무 品種들의 人爲倍數體 研究에서 4倍體는 2倍體보다 氣孔의 크기가 增大됨을 報告했고 Zinnai<sup>45)</sup>는 苗圃에서 選拔된 red pine(*pinus densiflora*)의 4倍體에 關한 研究에서 2倍體의 氣孔長은 40.6 $\mu$ , 4倍體의 氣孔長은 48.5 $\mu$ 으로써 4倍體는 2倍體에 比하여 20% 增加되고 氣孔幅도 4倍體는 43.7 $\mu$ 인데 比하여 2倍體는 35.3 $\mu$ 으로써 4倍體에서 24% 增大되었음을 觀察報告하고 있다.

Hahn<sup>10)</sup>은 울산재나무의 孔邊細胞長은 34.85 $\mu$ 이고 幅은 20.27 $\mu$ 이며 雜種4倍體나무의 孔邊細胞長은 32.27 $\mu$ 이고 幅은 21.23 $\mu$ 으로써 4倍體는 孔邊細胞長에서 7.4% 減少를 孔邊細胞幅에서는 4.74%의 增加를 觀察報告하고 있다.

以上 研究에서 본바와 같이 모든 倍數體는 2倍體에 比하여 氣孔의 長이가 增大하는것이 一般的인 傾向이었으며 筆者가 研究한 選拔4倍體자주무궁화(1,2)와 選拔4倍體단심무궁화는 染色體의 增加와 함께 氣孔의 크기도 增大된 倍數性品種임을 알았다.

### (3) 일두께

表6에서 보는바와 같이 選拔자주무궁화 및 選拔단심무궁화는 比較무궁화에 比하여 일두께가 各各 38%, 11.6% 및 12.2% 增大됨을 보여주고 있다.

Kanzeawa와 Omura<sup>16)</sup>는 colchicine處理에 依하여 誘導된 *Paulownia tomentosa*의 研究에서 4倍體의 일두께는 個體에 따라 差異가 있어 174 $\mu$ ~273 $\mu$ 이었으며 2倍體의 일두께는 138 $\mu$ 으로 4倍體가 6~97% 增大되었음을 報告했고 Kanezawa, et al<sup>18)</sup>은 역시 4倍體 *Paulownia kawakami*의 形態變異와 木纖維에 關한 研究에서 4倍體는 2倍體에 比하여 일두께가 2.5% 增大되었음을 報告한바 있으며 Simura와 Inaba<sup>36)</sup>는 茶樹의 倍數體에 關한 研究에서 2倍體의 일두께가 平均 381 $\mu$ 이었으나 3倍體는 323 $\mu$ 이었음을 報告했다.

戶田와 外山<sup>40)</sup>은 樹木의 變異體에 關한 研究에서 30年生 *Pinus thunbergii*의 4倍體일두께는 比較木에 比하여 24.0%~42.9% 增大됨을 報告했고 Zinnai<sup>45)</sup>은 苗圃에서 選拔된 *Pinus densiflora*의 4倍體에 關한 研究에서 4倍體의 針葉厚는 0.61mm이고 2倍體의 針葉厚는 0.48mm로써 4倍體는 2倍體에 比하여 27% 增加되었음을 報告하므로써 選拔무궁화에 對한 研究結果와 一致되었다.

### (4) 花粉徑

表7에서 보는바와 같이 選拔4倍體자주무궁화(1) 및 選拔4倍體자주무궁화(2)는 比較자주무궁화에 比하여 花粉徑이 各各 9.39% 및 25.94% 增大하고 選拔4倍體단심무궁화는 比較단심무궁화에 比하여 13.92% 增大되었음을 觀察했다.

이와같이 倍數性과 關하여 花粉徑이 增大됨을 報告한것은 Johnsson<sup>44)</sup>의 *Pinus silvestris*, *Pinus contorta*, *Picea abies* 및 *Larix sibirica*의 人爲倍數體에 關한 研究에서 2倍體 *Pinus silvestris* 花粉徑은 18.9 $\mu$ 이고 4倍體의 花粉徑은 22.3 $\mu$ 으로, 4倍體가 18% 增加되었음을 報告했고 역시 Johnsson<sup>44)</sup>은 colchicine 處理에서 誘導된 同質 및 異質倍數體 *Betula*-families에 關한 研究에서 *Betula verrucosa*의 2×花粉徑은 9.62 $\mu$ , 3×花粉徑은 11.15 $\mu$ , 4×花粉徑은 11.50 $\mu$ 이었음을 報告한바 있다.

그리고 Hyun과 Kim<sup>19)</sup>은 colchicine處理에 依하여 誘導된 同質4倍體林木의 特性에 關한 研究에서 4倍體 *Alnus hirsuta*의 花粉徑은 36.4 $\mu$ 이고 2倍體의 花粉徑은 31.1 $\mu$ 이었으며 4倍體 *Robinia pseudoacacia*의 花粉徑은 36.5 $\mu$ ~40.5 $\mu$ 이고 2倍體의 花粉徑은 31.5 $\mu$ ~36.0 $\mu$ 으로 各各 觀察報告했다.

Nishiyama와 Watanabe<sup>31)</sup>는 삼지닥나무의 人爲倍數體에 關한 研究에서 Shizuoka種의 2倍體 花粉徑은 11.48 $\mu$ , 3倍體 花粉徑은 12.76 $\mu$ , 4倍體 花粉徑은 13.74 $\mu$ 이었으며 Kochi種의 2倍體 花粉徑은 11.28 $\mu$ , 4倍體 花粉徑은 13.93 $\mu$ 으로 4倍體 花粉徑이 모두 增大되었음을 報告하고

있다. 또한 中平<sup>35)</sup>은 삼치닥나무의 人爲6倍體에 관한 研究에서 4×의 最大花粉徑 68 $\mu$ 이고 6×의 最大花粉徑은 96 $\mu$ 으로 倍數性的 增加와 함께 花粉徑도 增加함을 報告했다.

Suzuka, et al.<sup>36)</sup>은 colchicine處理에 의하여 誘導된 4倍體 *Artemisia kurramensis*에 관한 研究에서 4倍體의 花粉徑은 30.3 $\mu$ 이고 2倍體花粉徑은 22.5 $\mu$ 이었음을 報告했고 Singh과 Roy<sup>37)</sup>는 *Trigonella* 4種의 人爲 4倍體에 관한 報告에서 *T. coerulea*의 4倍體는 28.1 $\mu$ 의 花粉徑을 2倍體는 24.3 $\mu$ 의 花粉徑을 가지고 있음을 報告한바 있다.

Saito와 Hashizume<sup>34)</sup>는 造林地에서 選拔된 *Cryptomeria japonica*의 3倍體研究에서 3倍體의 花粉徑은 2倍體에 比較하여 18% 增大하였음을 Iizuka<sup>11)</sup>은 4倍體나팔꽃(Japanese morning glory)의 稔性에 관한 研究에서 2×의 花粉徑은 9.08 $\mu$ , 4×의 花粉徑은 10.74 $\mu$ 으로 4×는 2×에 比較하여 18% 增大되었음을 報告하는등 많은 研究가 進行되어 4倍體는 花粉徑의 增大와 花粉稔성이 低下됨을 報告하고 있다.

#### (5) 木纖維의 크기

選拔4倍體자주무궁화(1, 2) 및 選拔4倍體단심무궁화는 比較자주무궁화에 比較하여 木纖維의 길이와 各各 28.93%, 3.57% 및 4.09% 增大되었고 木纖維幅에서도 各各 12.17%, 36.30% 및 39.26% 增大되었음을 表8, 9에서와 같이 觀察할 수 있었다. 木纖維長에서 많은 增加를 보여주고 있는 個體는 木纖維幅의 增加가 적었고, 木纖維長의 增加가 적은 個體에서는 木纖維幅의 增加가 크게 나타나고 있다.

倍數성에 의하여 木纖維 혹은 假導管의 길이와 폭의 增加事實은 許多히 報告되고 있는바 Kanazawa, et al.<sup>18)</sup>의 4倍性 *Paulownia kawakami*의 形態的 變化와 木纖維에 관한 研究에서 木纖維長은 4×가 29.3%, 木纖維幅이 44.4% 各各 增加됨을 Kanazawa와 Yoshimoto<sup>15)</sup>는 *Thuja occidentalis*의 人爲4倍體에 관한 研究에서 4×의 纖維長은 909.23 $\mu$ 이고 纖維幅은 23.72 $\mu$ 이었으며 2×의 纖維長은 783.12 $\mu$ 이고 纖維幅은 17.83 $\mu$ 이었음을 報告했다.

또한 Einspahr, et al.<sup>7)</sup>은 3倍體 aspen의 自然變異와 遺傳性에 관한 研究에서 纖維長과 纖維強度 등은 genetic control을 받은 形質이라고 報告했고 Otsuka와 Toyama<sup>32)</sup>는 同質4倍體 *Pinus thunbergii*의 特性에 관한 研究에서 假導管長과 幅이 4倍體는 2倍體보다 減少하였음을 報告했으며 Sekawin<sup>35)</sup>은 poplar의 人爲4倍體에 관한 研究에서 2倍體인 clone 214의 纖維長은 660 $\mu$ 인데 4倍體인 clone 438P의 纖維長은 934 $\mu$ 으로 4倍體纖維長이 增

대되었음을 報告하고 있다.

그외에도 Nishiyama와 Watanabe<sup>31)</sup>의 삼치닥나무의 人爲倍數體에 관한 研究, Kim, et al.<sup>23)</sup>의 4倍體 *Pinus rigida*에 관한 研究, Kim<sup>22)</sup>의 4倍體 *Pinus thunbergii*에 관한 研究 등에서 大部分 木纖維 혹은 假導管의 長과 幅의 增大事實을 4倍體에서 觀察報告하고 있다.

#### 4. 挿木活着率과 生長狀況

選拔4倍體자주무궁화(1)의 挿木活着率은 80%로써 비교자주무궁화 보다 대단히 높으나 選拔4倍體단심무궁화의 挿木活着率은 36%로써 비교단심무궁화 보다 훨씬 뒤떨어졌다.

따라서 選拔4倍體자주무궁화(1)의 80%의 挿木活着率은 挿木增殖에 만족스러운 活着率이라고 생각되지만 選拔4倍體단심무궁화의 36%의 挿木活着率은 大量增殖을 위해서는 미흡한 활착율이므로 앞으로 選拔4倍體단심무궁화의 活着率增進에 必要한 研究가 遂行되어야 할 것으로 思料된다.

Nakasone와 Rauch<sup>30)</sup>은 관상용무궁화의 增殖과 栽培에 관한 報告에서 무궁화의 增殖에는 cutting, grafting, layering, topworking 및 種子增殖 등의 方法이 있으며 무궁화의 cutting은 發根이 容易하나 IAA, IBA 및 NAA를 處理하면 더욱 發根이 促進되어 거의 100%의 活着率을 얻을 수 있다고 報告하고 있다.

이들 挿木苗의 生長狀況에 있어서는 1年次에서 選拔4倍體자주무궁화(1)은 比較자주무궁화 보다 좋은 生長狀況을 보여 주었고 選拔4倍體단심무궁화는 比較단심무궁화 보다 生長低下를 가져왔다. 그러나 2年次에서는 選拔4倍體자주무궁화(1) 및 選拔4倍體단심무궁화 모두 比較무궁화 보다 生長低下를 가져왔는데 4倍體가 2倍體 보다 生長이 低下된다는 것은 4倍體의 一般의 特性으로 報告되어지고 있다.

以上 結論的으로 colchicine處理에 의하여 誘導된 選拔4倍體자주무궁화(1), 選拔4倍體자주무궁화(2) 및 選拔4倍體단심무궁화는 染色體數, 꽃의 크기, 잎두께 孔邊細胞의 크기, 纖維長 및 纖維幅 등 諸形質이 增大되어 倍數性的 諸形質을 具有하고 있는 4倍體무궁화들이며 특히 꽃의 크기와 色彩에서 보여주는 特性은 國花의 美를 向上시키는데 크게 공헌하는 것이라고 믿는 바이다.

#### 引 用 文 獻

1. Biswas, A.K. and Bhattacharyya, N.K. 1971. Induced polyploidy in Legumes 1. *Cyamopsis psoraloides* DC. Cytologia, 36: 469-479.
2. Chiba, S. 1951. Triploids and tetraploids of sugi

- (*Cryptomeria japonica* D. Don) selected in the forest nursery. Bulletin of Forest Experiment Station, 49(4) : 99—109. (Japanese with English summary)
3. Darlington, C.D. and Wylie, A.P. 1955. Chromosome atlas of flowering plants. George Allen and Unwin LTD: 123.
  4. Dermen, H. 1949. Induced polyploidy in peach varieties. Journal of Heredity, 38(3) : 77—82.
  5. Dermen, H. 1954. Colchiploidy in grapes. Journal of Heredity, 4(14) : 159—172.
  6. Dermen, H. and Diller, J. 1962. Colchiploidy of chestnuts. Forest Science, 8(1) : 43—50.
  7. Einspahr, D.W., van Buijtenen, J.P. and Peckman, J.R. 1963. Natural variation and heritability in triploid aspen. Silvae Genetica, 12(2) : 51—58.
  8. Hyun, S.K. and Kim C.S. 1963. some characteristics of autotetraploid of tree species induced by colchicine treatment. Proc. World Consult. Forest Gen. and Tree Imp., Stockholm, Rept: 1—16.
  9. Hyde, B. 1951. *Forsythia* polyploids. Journal of the Arnold Arboretum, XXXII : 154—156.
  10. Hahn, S.J. 1964. Studies on the tetraploid radish (*Raphanus sativus* L.) induced by colchicine II. The occurrence of pithiness, chromosome behavior in PMCs and some other characters in the tetraploid hybrid of different varieties. The Research Reports of the Office of Rural Development, 7(1) : 173—187. (Korean with English summary).
  11. Iizuka, M. 1955. Studies on the fertility of artificial polyploid plant, IV. Investigations in autotetraploid Japanese morning glory (*Pharbitis nil* Choisy), with special reference to its high sterility. Rep. Kihara Inst. Biol. Res., 7 : 94—104. (Japanese with English résumé)
  12. Iizuka, M. and Ikeda, A. 1968. Induction of polyploidy in *Lilium formosanum* Wallace. The Japanese Journal of Genetics, 43(2) : 95—101.
  13. Johnsson, H. 1956. Auto- and allotriploid *Betula*-families, derived from colchicine treatment. Z. Forstgenetik, 5 : 65—70.
  14. Johnsson, H. 1975. Observation on induced polyploidy in some conifers. Silvae Genetica, 24(2-3) : 62—68.
  15. Kanezawa, R. and Yoshimoto, M. 1942. Artificial tetraploid in white cedar (*Thuja occidentalis* L.). 育種研究 3 : 151—155. (Japanese)
  16. Kanezawa, R. and Omura, A. 1943. Colchicine-induced polyploidy in *Paulownia tomentosa* Steud. II. 11(10) : 829—830. (Japanese)
  17. Kanezawa, R. 1948. Haploid and tetraploid in locust tree. The Bulletin of Tokyo University Forests, 36 : 13—18.
  18. Kanezawa, R., Nabeshima, H. and Ando, A. 1948. On the morphological changes and woody fibers of tetraploid *Paulownia kawakami*. J. Jap. For. Soc., 29 : 10—14. (Japanese with English resume)
  19. Kanezawa, R. 1951. Induced tetraploidy in Japanese cypress (*Chamaecyparis obtusa*). Bulletin of the Tokyo University Forests, 39 : 21—30.
  20. Kim, C.S. 1962. Some characteristics of tetraploid *Hibiscus syriacus* for. *purpureus* induced by colchicine treatment. Res. Rep. Inst. For. Gen., 2 : 57—68. (Korean with English summary)
  21. Kim, C.S. 1963. Studies on artificial polyploid forest trees II. On some characteristics of induced tetraploid of *Alnus hirsuta* v. *tincta*. Uyek. Res. Rep. Inst. For. Gen., 3 : 1—10. (Korean with English summary)
  22. Kim, C.S. 1963. Studies on artificial polyploid forest trees III. On morphological characteristics and pollen germination in colchitetraploids *Pinus thunbergii*. Res. Rep. Inst. For. Gen., 3 : 11—19. (Korean with English summary)
  23. Kim, C.S., Lee, S.K. and Chung, M.S. 1967. Studies on artificial polyploid forest trees IV. On some characteristics of induced polyploids of *Pinus rigida* Mill. Res. Rep. Inst. For. Gen., 5 : 19—31. (Korean with English summary)
  24. Kim, S.J. 1973. The effects of reproductive organ's on pollen germination, pollen tube growth and self-incompatibility in *Hibiscus syriacus* L. A Thesis for the Degree of Master of Science in Agriculture, Seoul National University.
  25. Mattila, R.E. 1961. On the production of the tetraploid hybrid aspen by colchicine treatment. Hereditas, 47 : 631—640.
  26. Mergen, F. 1959. Colchicine induced polyploidy in pines. Journal of Forestry, 57(3) : 180—190.
  27. Mergen, F. and Lester, D. 1961. Colchicine induced polyploidy in *Abies*. Forest Science, 7(4) :

- 314--319.
28. Menzel, M.Y. and Wilson, F.D. 1963. Cytotaxonomy of twelve species of *Hibiscus* section *Furcaria*. American Journal of Botany, 50(3) : 262—270.
  29. Moore, R.J. 1965. Colchicine tetraploid *Caragana aborescens*. Can. J. Genet. Cytol., 7 : 103—107.
  30. Nakasone, H.Y. and Rauch, F.D. 1973. Ornamental *Hibiscus* propagation and culture. Hawaii Agricultural Experiment Station, University of Hawaii, College of Tropical Agriculture, Research Bulletin, 175 : 1—12.
  31. Nisfiyama, I. and Watanabe, T. 1959. Studies on artificial polyploid plants XX. Comparative investigation on some characteristics of induced polyploids of *Edgeworthia papyrifera*. Jap. J. Breeding, 8(2) : 75—82. (Japanese with English résumé)
  32. Otsuka, M., Toyama, S. and Yonemochi, M. 1964. Characteristics of autotetraploid Japanese black pine (*Pinus thunbergii*). Bulletin of the Faculty of Agriculture, University of Miyazaki, 10(1) : 153—161. (Japanese with English résumé)
  33. Phadnis, B.A. and Narkhede, M.N. 1972. Chromosome behaviour of colchicine induced autotetraploids of *Cicer arietinum* L. Cytologia, 37 : 415—421.
  34. Saito, Y. and Hashizume, H. 1958. Studies on triploid tree of *Cryptomeria japonica* selected in the planted forest. The Bulletin of Tottori University Forests, 1 : 21—55. (Japanese with English summary).
  35. Sekawin, M. 1963. Etude d'un peuplier tetraploide obtena artificiellement et de sa descendance, Consultation Mondiale sur La Genetique Forestiere et L'Amerioration des Arbres, Stockholm, du 23 au 30 aout.
  36. Simura, T. and Inaba, T. 1952. Studies on the polyploidy in the tea plant. Jap. J. Breeding, 2 (4) : 205—213. (Japanese with English résumé).
  37. Singh, A. and Roy, R. P. 1971. Studies on the colchiploids of four species of *Trigonella*. Cytologia, 36(1) : 133—142.
  38. 誠文堂新光社. 1968. 最新園藝大辭典 : 1031—1042.
  39. Suzuka, O., Koriba, S. and Mitsuoka, S. 1955. Studies on tetraploid *Artemisia kurramensis* induced by colchicine treatment. Rep. Kihara Inst. Biol. Res., 7 : 63—67.
  40. 戸田義宏, 外山三郎. 1972. 樹木の變異體 生物の科學. 遺傳, 26(2) : 50—54.
  41. Yu, T.Y. and Youm, D.Y. 1972. A studies on mechanism of self-incompatibility in *Hibiscus syriacus*. Seoul Univ. J. (B), 22 : 29—48. (Korean with English summary).
  42. Yu, T.Y. and Youm, D.Y. 1972. A survey on flower types and colours in *Hibiscus syriacus* L. Jour. Kor. Soc. Hort. Sci., 11 : 55—61. (Korean with English summary).
  43. Yu, D.Y., Yeom, D.Y., Kim, Y.J. and Kim, S.J. 1976. Studies on breeding of *Hibiscus syriacus* L. On the hybridization among introduced, tetraploids and *H. rosa-sinensis*. Jour. Kor. Soc. Hort. Sci., 17(1) : 107—112. (Korean with English summary).
  44. Yu, D.Y., Yeom, D.Y. and Kim, Y.J. 1976. Studies on the breeding of *Hibiscus syriacus* L. On the selection of aphid resistant cultivars. Jour. Kor. Soc. Hort. Sci., 17(1) : 100—106. (Korean with English summary).
  45. Zinnai, I. 1952. Tetraploid plants of Japanese red pine (*Pinus densiflora*) discovered in transplant bed. Jour. Jap. For. Soc., 34(6) : 185—187. (Japanese with English résumé)
  46. Zufa, L. 1968. Polyploidy induction in poplars. 11th Meeting of the Committee on Forest Tree Breeding in Canada, Macdonald College, Ste., Anne de Bellevue, Quebec, August 8—10.