

## 잣나무 秀型木 clone의 開花特性<sup>1</sup>

韓相燮<sup>2</sup> · 李相鵬<sup>3</sup>

### Characteristics of Flower of Plus Tree Clones of *Pinus koraiensis* S. et. Z.<sup>1</sup>.

Sang Sup Han<sup>2</sup> and Sang Boong Lee<sup>3</sup>

#### 要 約

1983年度 報告된 잣나무 秀型木 167 clone의 clone保存園에서 1986년부터 1989년까지, 開花時期, 開花率, 開花량을 調査한 結果를 要約 하면 다음과 같다.

- 1) 雌花가 早期開花하는 소수 clone과 雄花가 늦게 飛散하는 소수 clone들 사이에는 自然交配 될수없는 clone들도 있었다.
- 2) 雄花의 開花率은 낮았으며 雌花의 開花率보다 遺傳的인 영향을 많이 받고 있었다.
- 3) 雌花와 雄花의 開花量은 소수 clone에 의하여 영향을 받고 있었다.
- 4) 雌花와 雄花의 開花量은 相互 相關이 없었으며 167 clone중 42 clone 은 雄花가 開花하지 않았다.
- 5) 167 clone 의 開花量은 L.S.D 5% 檢定에 의하여 雌花는 3 group, 雄花는 4 group 으로 分類되었다.
- 6) 主成分 分析에 의하여 雌花와 雄花가 多量開花하는 clone을 選拔할수 있었다.
- 7) 雌花의 開花率과 開花量을 기준으로 할때 Juvenile phase 期間은 接木후 4년까지 있으며 transition 期間은 接木후 5년부터 7년까지 adult phase 期間은 接木후 8年 부터었다.
- 8) 잣나무 接木苗는 實生苗 보다 6年以上 빠르게 開花하였다.

#### ABSTRACT

The 167 plus tree clones of *Pinus koraiensis* in clone bank planted in 1983 were investigated for time of flowering, rate of flowering, and number of flowering from 1986 to 1989. The results were as follows :

- 1) There were clones in the minority which do not cross in natural pollination between earliest flowering female clones and latest shedding male clones.
- 2) The rate of male flowering appeared less than rate of female flowering and received influence of genetic more than rate of female flowering.
- 3) The numbers of flowering in female and male flower were affected by small number of clones.
- 4) The flowering number for female strobili was not related to the flowering number of male flower. The 42 clones among 167 clone had not male flower.
- 5) The flowering number of 167clones were classified three groups in female flower and four groups in male flower by L.S.D 5% test.
- 6) The clones with abundant female and male flower were selected based on the component analysis.

<sup>1</sup> 接受 1990年 5月 7日 Received on May 7, 1990.

<sup>2</sup> 江原大學校 林科大學 College of Forestry, Kangweon National University, Chunchon, Korea.

<sup>3</sup> 林木育種研究所 東部育種場 Eastern Breeding Station of Forest Genetics, Chunchon, Korea.

- 7) As Based on flowering rate and number of female, the juvenile phase of plus tree clones appeared to be until four years after grafting ; the transition period appeared to be from five to seven years after grafting ; the adult phase appeared to begin from eight years after grafting.
- 8) The grafted trees of *Pinus koraiensis* appeared early flowering about six years compared with seedling trees.

Key words : Flowering time, rate, number : plus tree : *Pinus koraiensis*.

緒 論

잣나무는 우리나라의 高山地帶에 自生하고 人工의으로 식재하기도 하는 五葉 針葉樹이다. 잣나무는 100년 이상 자라는 長期樹로서 종실을 食用으로 할 수 있어 다른 針葉樹와 달리 벌기령에 이르기까지 종실에 의한 收入을 每年 얻을 수 있고 벌채후에는 用材로 이용할 수 있다는 점에서 매우 經濟的 가치가 높은 樹種이다.

우리나라에서 林木育種 研究를 수행하고 있는 山林廳 林木育種研究所에서는 選拔育種의 일환으로 1959년부터 1989년 현재까지 全國에서 生長과 形質이 우수한 잣나무 秀型木 300본을 選拔하여 제 1차 採種園으로 91 ha 를 造成하고 種子 生育과 함께 次代檢定을 實施中에 있으며 산하기관인 東部育種場에서는 選拔된 秀型木의 clone을 保存하기 위하여 1983년 秀型木 167본에 대한 clone 保存園을 造成하였다.

clone 保存園에서 雌花와 雄花가 開花하기 시작함에 따라 clone 별 開花時期와 開花率 및 開花量에 대한 特性을 규명하여 잣의 수확량이 많고 生長도 우수한 clone을 選拔하는데 본 研究의 目的이 있다.

材料 및 方法

1. 試驗材料

임목육종연구소에서 1959년부터 1989년 현재까지 選拔한 秀型木 300본 중 강원도 지역에서 選拔된 109본, 경기도 지역에서 選拔된 56본, 충북지역에서 選拔된 2본의 秀型木에서 81년 2월 집수를 취취하여 1981년부터 1982년까지 수원시 오목천동 임목육종연구소 試驗圃地에서 육종연구소 標準 試驗 實施 要領에 의거 接木管理한후 接木苗 檢査 基準에 합격한 모목을 1983년 4월 강원도 춘성군

신북면 임목육종연구소 동부육종장 포지에 4m×2 m 간격으로 clone 당 15본씩 총 167 clone에 대한 clone 보존원을 조성한것을 시험 재료로 사용하였다.

2. 試驗方法

1) 開花期 調査

1986년부터 1989년까지 clone보존원에서 雌花와 雄花가 開花하기 시작할 때부터 종로시까지 1일 1회 전 clone에 대하여 開花한 本數를 調査하였다. 雌花의 開花時期는 雌花를 둘러싸고 있는 겉껍질이 벗겨져 꽃눈이 나온후 受粉하기 위하여 인편이 벌어지기 시작하는 때를 開花시작, 꽃눈의 인편이 최대로 벌어져 最大受粉 능력을 보일때를 왕성기, 인편이 닫혀 受粉能力을 상실하였을 때를 종로기로 구분하여 조사하였으며 雄花도 pollen Sac에서 花粉이 처음 飛散을 시작할때와 가장 왕성하게 飛散될때, 花粉飛散이 끝날때로 구분하여 조사하였다.

2) 開花率 調査

1986년부터 1989년까지 4年間 雌花와 雄花의 開花時期에 clone별로 現存木數와 雌花와 雄花의 開花本數를 기록하여 開花率을 계산하였다.

3) 開花量 調査

4年間 雌花와 雄花의 開花時期에 clone별로 開花한 모든개체에 대하여 開花한 양을 하나씩 세어서 조사하였으며 雄花는 雌花의 花粉囊수를 하나씩 세어서 그 수를 기록하였다.

4) 廣義의 遺傳力 推定

廣義의 遺傳力 推定을 爲한 分散分析은 난괴법으로 Snedecor와 Cochran<sup>13)</sup> 의 방식에 의하여 計算했고 遺傳力은 試驗 요인별로 Wright<sup>14)</sup>에 의한 다음 공식을 사용하여 推定하였다.

$$h^2(\text{broad sense heritability}) = \frac{\sigma_c^2}{\sigma_c^2 + \sigma_e^2}$$

$\sigma_e^2$  = error mean square

$$\sigma_c^2 = \frac{\text{clone mean square} - \text{error mean square}}{\text{no. of ramets per clone}}$$

結果 및 考察

1. 開花時期

1) 雌花開花時期

1986년부터 1989년까지 年度別 雌花의 開花時期를 그림으로 나타낸 것은 Fig. 1과 같다. Fig. 1에서 볼수있는 바와같이 年度別 雌花의 開花時期는 다르게 나타나고 있으며 分散分析 結果도 年度間 clone 간 차이가 1% 수준에서 유의성이 인정되어 년도간에도 그리고 clone간에도 다름을 보여주고 있다. 雌花가 가장 일찍 開花한 해는 1989年度로 5월 20日 開花를 始作하여 6월 5日 開花가 끝났으며 가장 늦게 開花한 해는 1986年度로서 5월 26日 開花를 始作하여 6월 7日 開花가 끝났다.

그러나 1988年度는 5월 25日 開花를 始作하였으나 6월 10日 開花가 끝나 조사한 연도중 가장 늦게까지 開花하였고 1987年度는 5월 22日 開花를 始作하여 6월 4日 開花가 끝나 調査한 年度中 가장 빠르게 開花를 종료하여 연도마다 雌花의 開花期間에 特徵을 나타내고 있었다. 또한 4年間 雌花의 開花期間은 5월 20日과 6월 10日 사이에 開花함으로 雌花의 開花는 5월 下旬부터 6月上旬 사이였으며 clone 별로 보면 調査한 4年동안 每年 早

期에 開花한 clone은 江原25와 江原93, 88년과 89년 2년연속 早期에 開花한 clone은 江原53과 江原18, 87년과 89년 격년 開花하고 早期에 開花한 京畿 57 clone은 調査한 167 clone중 早期에 開花하는 clone으로 구별할수 있었다. 늦게 開花하는 clone으로는 4年 모두 늦게 開花한 江原4, 京畿 27, 江原55 및 忠北2와, '87년부터' 89년까지 3年연속 開花한 江原 116 및 京畿 45와 '88년과 '89년 2年연속 開花한 江原 49clone 이었다. 雌花의 開花時期 調査結果 年度別 開花時期는 다르게 나타났으나 clone의 開花習性은 每年 一定하게 나타나 早期에 開花하는 clone은 每年 早期에 開花하고 늦게 開花하는 clone은 해마다 늦게 開花하는 傾向을 나타냈다.

Franklin<sup>9)</sup>은 Southern Pine에서 雌花의 發達단계를 6단계로 區分하였는데 1단계와 2단계는 꽃눈이 나오기 전단계로 開花의 準備단계이며, 3단계는 雌花를 둘러싸고 있는 겉껍질이 벗겨져 꽃눈이 나오기 始作하는 단계, 4단계는 겉껍질이 완전히 벗겨지고 雌花가 완전히 들어나는 時期, 5단계는 인편사이가 벌어지기 시작하여 受粉을 시작하는 時期, 6단계는 인편이 달혀져 受粉이 끝나는 시기로 구분하였는데 실질적으로 雌花가 受粉을 하는데 필요한 시기는 5단계와 6단계라고 하였다.

본 잣나무 秀型木 clone의 開花狀態도 같은 단계로 발달함을 볼수 있었는데, 다만 인편이 벌어지기 시작하여 인편이 가장 왕성하게 벌어지기까

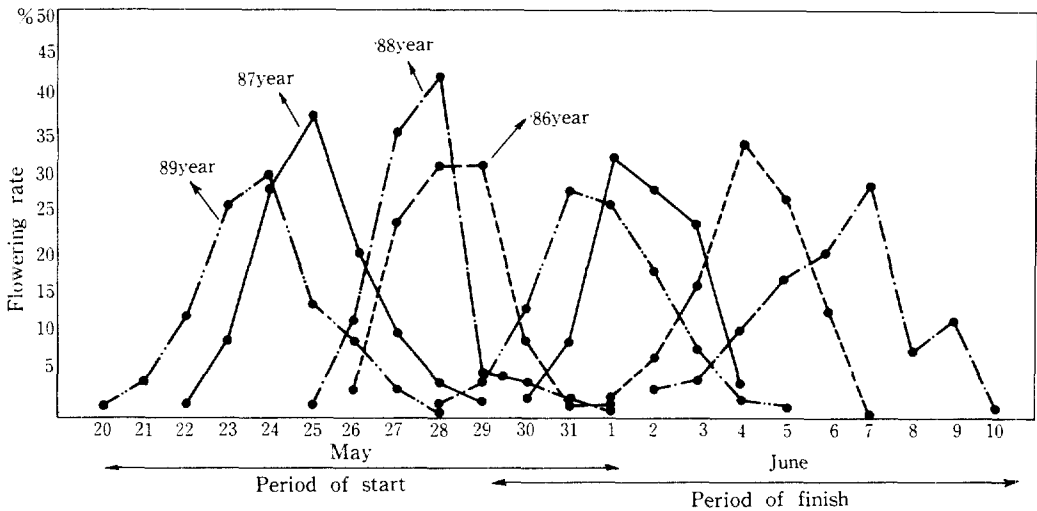


Fig. 1. Time of female flowering during from 1986 to 1989.

지 3-4일이 소요되었으며 인편이 왕성하게 벌어진 후 2-3일부터 인편이 닫히는 과정을 볼수있었다.

2) 雄花 開花時期

1986년부터 1989년까지 4年間 雄花의 開花時期는 Fig. 2와 같다. Fig. 2에서 볼수있는 바와같이 4年間 雄花의 開花는 5월 21일 시작하여 6월 9일 開花가 끝나 雌花와 같이 5월 下旬에 開花를 시작하여 6월 上旬에 開花가 종료되었으며 雄花의 開花期間은 平均 14일이 所要되었다 가장 일찍 開花한 年度는 1989年으로서 5월 21日 開花를 始作하여 6월 5日 開花가 끝났고 가장 늦게 開花를 始作한 해는 1988年으로서 5월 28日 開花를 시작하여 6월 4日 開花가 끝났다. 또한 1986年度는 5월 27日 開花를 시작하였으나 6월 9日 開花가 끝나 가장 늦게 開花를 종료한 해였다.

分散分析 結果 clone간 年度間的 차이가 모두 1%의 유의성이 인정되어 雄花도 雌花와 같이 年度間 clone간 開花時期가 다르다는 것을 나타냈다. 雄花의 開花習性도 雌花와 같이 每年 一定하게 나타나 雌花에서와 같이 早期에 開花하는 clone과 늦게 開花하는 clone으로 區分할수 있었는데 早期에 飛散하는 clone은 4年間 早期에 飛散한 京畿22호 '86년부터 '89년까지 3년간 早期飛散한 江原 84, '86년과 '87년 2년간 早期飛散한 江原 54, 江原91 clone이었고 늦게 開花한 clone은 '86년부터 '89년까지 4년간 늦게 飛散한 江原45, 京

畿75, 京畿30, 京畿44였다.

3) 雌花와 雄花의 開花時期

調査한 4年間 雌花의 平均 授粉時期는 5월 26日 부터 6월 3日 사이에 雄花의 平均 飛散時期는 5월 28日 부터 6월 4日 사이에 이루어 짐으로 잣나무 秀型木 clone들은 自然 섭리에 의하여 自然交配되도록 일치하였으며 開花時期가 5월 下旬부터 6월 上旬사이라는 結論을 얻었다.

clone별로는 대부분의 clone이 自然狀態에서 相互交配될 수 있었으나 전술한 雌花가 早期에 開花하는 江原25, 江原93, 江原53, 江原18, 京畿57 clone들의 雌花와 4년간 늦게 飛散을 始作한 江原 45, 江原75, 京畿30, 京畿44clone들 상호간에는 雌花의 開花가 끝난후에 雄花가 飛散하던가 雌花의 開花가 끝나는 날 飛散하기 시작함으로 自然狀態에서는 相互交配될수 없었다.

상기 早期開花한 雌花보다 1-2日 늦게 開花한 江原20, 江原24, 江原59, 京畿19, 京畿26, 京畿20호의 雌花와 늦게 飛散을 始作하는 상기 4 clone 사이에는 開花年度에 따라 自然交配 될수있는 해와 自然交配 될수없는 해가 있었다. 開花期 調査 結果 年度別 平均 開花時期의 다른점은 環境條件에 의하여 영향을 받는 것으로 推定되었으며 clone 별 開花習性은 일정하게 나타나 유전적인 영향을 받는것으로 推定되었으나 開花時期에 대한 廣義의 遺傳力을 推定한결과 雌花의 開花시기 遺

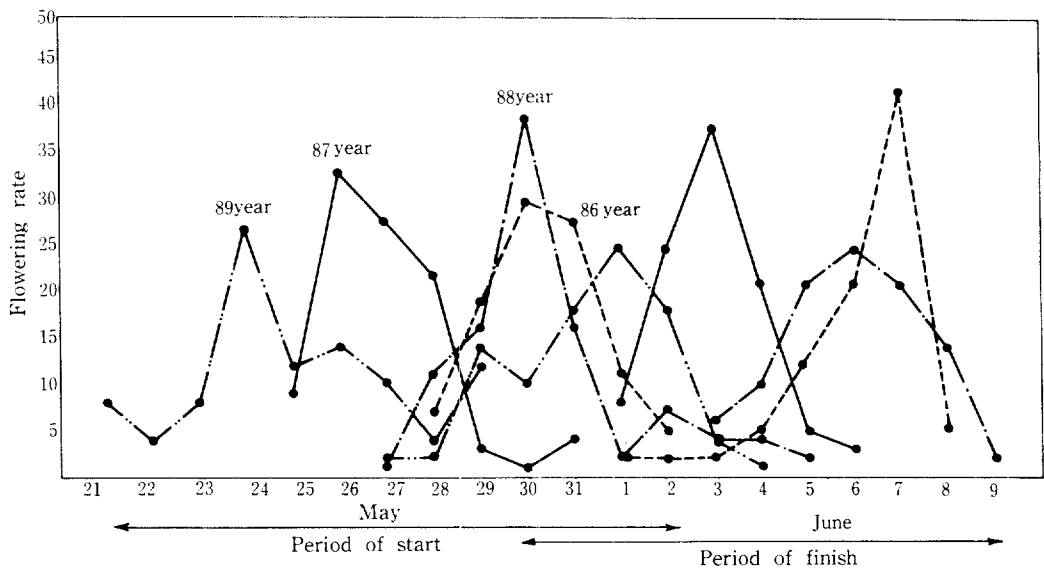


Fig. 2. Time of male flowering during from 1986 to 1989.

傳力은 0.056 雄花의 開花時期에 對한 廣義의 遺傳力은 0.142로서 낮은 값을 나타냈다. 그러나 Sweet<sup>12)</sup>와 Jonsson<sup>9)</sup>은 採種園에서 clone의 開花習性이 다르고 clone에 따라 일찍 또는 늦게 開花하는 clone이 있으며 이러한 clone들의 開花習性은 一定한 傾向을 나타내고 있음을 보고한 바 있는데 조사한 갯나무 秀型木 clone들도 이와 유사한 結果를 나타내고 있었다.

## 2. 開花率

### 1) 雌花 開花率

'86년부터 '89년까지 clone 別로 現存 本數에 대한 開花本數의 開花率을 調査한 結果 雌花의 開花率은 0-100%까지 分布하였으며 分散分析 結果 clone간, 년도간의 차이가 1%의 有意성이 인정되어 雌花의 開花率이 年度에 따라 clone에 따라 差를 나타냈다.

'86년도 雌花의 開花率은 20.7%, '87년도 27.2%, '88년도 71.5%, '89년도 77.3%로 每年 雌花의 開花率이 增加하였는데 이것은 樹齡이 增加함에 따라 開花率이 增加한다는 것을 意味하는 것이다. 특히 '87년도에 비하여 '88년은 무려 開花率이 44.3% 增加하였고 다음해인 '89년은 77.3%로 '88년에 비하여 5.8% 增加함으로써 '87년도 開花率과 '88년 開花率의 큰 差異는 일시적인 現象이 아님이 증명되는 것이다.

雌花의 開花率에 대한 L.S.D 檢定結果 5% 水準에서 167개 전크론은 3 Group으로 分類되었는데 그 內譯은 Table. 1과 같다. Table. 1에서 A group으로 分類된 開花率이 높은 clone은 江原68 등 47clone으로 4년간 平均開花率이 59.2% 부터

86.7% 이상이었으며 C group으로 分類된 開花率이 낮은 clone은 江原58등 28clone으로 3.1%부터 29.6%사이의 開花率을 나타내었다.

### 2) 雄花 開花率

雄花의 開花率은 調査한 4年동안 0-100%까지 分布하였으며 平均開花率은 19.6%로서 雌花의 平均開花率에 비하여 29.6%나 낮았다.

分散分析 結果 雄花의 開花率도 雌花의 開花率과 같이 clone간 年度간의 차이가 1% 수준에서 有意성이 인정되므로 년도에 따라, clone에 따라 開花率이 差를 나타냈다. 년도별 雄花의 開花率을 보면 '86년 10.0%, '87년 28.7% '88년 27.6%, '89년 12.2%로서 雄花의 開花率은 開花率이 낮았으며 상관분석 結果 雄花 開花率과 雌花 開花率 사이에는 相互 相關이 없었다. ( $r = -0.0007$ ) 그러나 雄花 開花率에 대한 廣義의 遺傳力은 0.275로서 雌花 開花率의 廣義 遺傳力 0.122보다 높게 나타나 雄花의 開花率은 雌花의 開花率보다 遺傳力의 影響을 많이 받고 있는 것으로 나타났다.

雄花의 開花率에 대한 L.S.D. 檢定結果 5% 水準에서 4 group으로 分類되었는데 그 內역은 Table. 2와 같다. Table. 2에서 A group으로 分類된 開花率이 높은 clone들은 江原96등 12clone으로 調査된 4年間 開花率이 69.9%부터 95.6%까지로 平均 77.8%이었다.

B group의 clone들도 平均開花率이 52.2%를 나타내 雄花의 開花率이 比較的 높은 clone group 이었다. D group으로 分類된 clone들은 江原14등 95 clone으로 전 clone 중 56.9%가 이 group에 속하였는데 平均 開花率은 3.3%로서 극히 낮은 開花率을 나타냈으며 특히 85clone 중 4

Table 1. Clone groups divided by L.S.D. test at 5% level for flowering rate of female.

A group	B group	C group
K.W : 68, 2, 17, 10, 16, 46, 62, 23, 25, 3, 51, 22, 47, 85, 74, 79, 70, 81, 4, 114, 15, 59, 64, 87, 72, 13, 26, 42, 118, 78,	K.W : 40 and other 91 clones	K.W : 58, 57, 82, 63, 28, 99, 52, 88, 103, 39, 101, 41, 30, 110, 6, 98, 105, 90, 102,
K.G : 18, 37, 28, 26, 23, 44, 27, 29, 31, 41, 9, 43, 12, 25, 51,		K.G : 22, 7, 46, 55, 57, 40, 32, 54, 15,
C.B : 1, 2 47 clone	92 clone	28 clone
Mean of flowering rate : 70.6%	46.1%	23.5%

**Table 2.** Clone groups divided by L.S.D. test at 0.5 level for flowering rate of male.

A group	B group	C group	D group
K.W : 96, 117, 95, 84, 104, 56, 29,	K.W : 70, 103, 18, 92, 106, 41, 57, 47, 116, 10, 114, 45,	K.W : 68, 93, 75, 101, 1, 62, 6, 94, 118, 53, 83, 61, 31, 99, 63, 88, 69, 110, 111, 81, 48, 78, 43, 105,	K.W : 14 and other 94 clones
K.G : 22, 43, 21, 17, 25,	K.G : 54, 41, 35, 27, 44, 36, 39, 7, 45, 38, 56,	K.G : 47, 30, 48, 28, 33, 37, 57, 40, 3, 49, 2, 6, C.B : 1	
12 clone	23 clone	37 clone	95 clone
Mean flowering rate : 77.8%	52.2%	22.9%	3.3%

년간 한번도 開花하지 않은 開花率이 0%인 clone 은 江原55등 42 clone이었으며 전 clone 중 25.1%를 차지하였다.

**3. 開花量**

1) 雌花開花量

1986년부터 1989년까지 調査한 4년간 雌花 開花量은 clone당 0부터 298개까지 分布하였으며 clone당 平均 開花量은 41개 였다.

分散分析結果 clone 간에 1% 유의성이 인정되었고 年度간에도 1%의 有意성이 인정되어 雌花의 開花量은 clone에 따라 다르고 年度에 따라 다르다는 結果를 나타냈다. clone당 平均 雌花 開花量은 '86년도 6.3개, '87년도 11.6개, '88년도 60.2개, '89년도 86.0개로써 해마다 增加하였으며, 開花한 크론의 本당 開花量도 '86년 1.5개, '87년 2.1개, '88년 6.2개, '89년 7.9개로 clone의 平均 開花量과 같이 增加하는 傾向을 나타냈다. 또한 '86년부터 '89년까지 雌花 開花量이 많은 29clone에 대하여 全體 雌花 開花量에 대한 clone별 雌花 開花量의 기여율을 調査한 結果 '86년도에 全體 雌花 開花量의 51.5%, '87년도에 52.9%, '88년도 43.2%, '89년도 43.6%로서 雌花의 開花量이 소수 clone에 의하여 支配되는 傾向을 나타냈는데 이러한 사실은 1차 採種園내에서 種子生産이 소수 clone에 의하여 지배된다는 보고와<sup>5)</sup> 일치하는 傾向을 나타내고 있다. 그러나 雌花 開花量의 廣義의 遺傳力을 推定한 結果 0.037로서 낮은 遺傳力을 나타냈다. 따라서 雌花의 開花量은 遺傳的인 影響보다는 環境的인 傾向을 많이 받는다는 사실

로 받아 들일때 이와같은 傾向은 추후 더 調査할 必要性이 있음을 나타내는 것이다. Least significance difference 檢定結果 5% 水準에서 雌花의 開花量은 3 group으로 分類될 수 있었는데 그 內容은 Table. 3과 같다. Table. 3에서 A group에 속한 clone은 조사한 4년간 매년 開花한 clone으로써 4년간 平均開花量 41.1개 보다 배이상 開花하는 group 으로 대부분 雌花의 開花率도 높은 clone들이며 本당 開花量도 많은 clone들이라 갖의 수확량을 고려할때 중요한 의미를 갖는 clone들이다. B group에 속한 clone은 平均 開花量보다 다소 적은 開花량을 보였으나 전 167 clone중 127 clone이 이 group에 속하였으며 C group에 속한 江原98등 10 clone은 4년간 平均 開花量이 4.3개로 開花량이 적은 clone이었다.

雌花의 開花量은 167 clone중 157 clone<sup>o</sup> A, B group 에 속하므로써 雌花는 거의 전 clone이 雌花生産에 기여하고 있었으며 지역별로 보면 A group에 속한 clone은 강원지역 109 clone중 24 clone 경기지역 56 clone중 4 clone 충북지역 2 clone중 2 clone이 開花多量 group에 속하고 있었다.

Table. 3에서 本당 開花量은 전체 開花量이 71.5%와 77.3%를 기록한 '88년과 '89년 자료를 平均하였는데 clone에 따라 1.0-16.3개 까지 분포하였으며 A group에 속한 clone들의 本당 開花量은 11.9개 B group에 속한 clone들의 本당 開花量은 6.4개 C group에 속한 clone들의 本당 開花量은 3.0개 였다. 開花多量 group인 A group clone 중 雌花가 15개 이상 開花한 忠北2, 江原

**Table 3.** Clone groups divided by L.S.D. test at 5% level in the number of female flowers.

A group	B group	C group
K.W : 10(15.2), 68(12.2), 46(12.7), 62(12.7), 59(13.5), 70(13.3), 23(12.7), 73(13.2), 79(13.9), 78(15.0), 2(8.9), 83(16.2), 77(14.7), 69(14.1), 22(10.1), 61(12.2), 64(11.3), 81(11.1), 74(15.1), 72(9.1), 85(9.4), 75(11.3), 8(10.6), 16(8.9), K.G : 18(9.3), 23(7.7), 28(8.5), 27(9.2), C.B : 1(9.9), 2(16.3), 30 Clone	K.W: 7(7.5) and other 126 clone 127 Clone	K.W : 98(2.4), 82(6.3), 105(2.2), 101(1.2), 90(1.8), 102(1.0), K.G : 15(4.5), 54(2.3), 50(5.8), 40(2.9) 10 Clone
Average number per clone 85.0(11.9)	33.2(6.4)	4.3(3.0)

※ ( ) indicates the number of female flowers in a tree during '88-'89.

78, 江原83, 江原74, clone은 開花率도 70%가 넘는 A group에 속한 clone들로 이들은 잣의 수확량이 많은 多産種일 가능성이 매우 높은 clone들로서 이 clone들에 대한 잣의 수확량에 대한 조사가 계속되어야 할 것이다.

반면 C group에 속한 江原98등 10 clone은 雌花의 본당 開花량이 3.0개로 적게 나타났으며 이 group에 속한 대다수 clone들이 開花率 23.5%를 기록한 C group에 속한 clone들로서 이 clone들은 잣의 수확량이 적은 少産種일 가능성이 높은 clone들로서 이 clone에 대한 잣의 수확량에 대한 조사도 계속되어야 할 것이다. 또한 B group에 속한 clone중 4년간 開花한 江原5(3.8개), 江原86(3.8개), 江原93(4.2개), 江原97(4.0개) clone들은 '87년과 '88년 開花率이 50%를 넘는 clone들로서 본당 開花량이 적은 clone들이었다.

#### 2) 雌花開花量

4年間 167 clone의 開花量은 0부터 6,530까지 분포하였으며 전체 平均開花量은 294개 였다. 분

散分析結果 clone간 年度간의 차이가 1%의 유의성이 인정되었다. L.S.D. 檢定 結果 5% 水準에서 全體 clone은 4 group으로 分類할 수 있었는데 그 내용은 Table. 4와 같다.

A group은 江原96 clone 하나로서 平均開花量이 4년간 全體平均 開花量 294.2개의 17배로서 雌花가 가장 풍부하게 달리는 clone이었으며 B group에 속한 clone은 平均 開花量의 7.2배 C group에 속한 clone은 平均 開花量의 3.8배로서 A,B,C group의 開花量은 全體 雌花生産量의 67%를 차지함으로 소수인 21 clone에 의하여 花粉生産량이 지배되는 결과를 나타내고 있다.

이러한 결과는 slash pine 採種團 내의 雌花生産량이 clone의 영향에 의하여 지배된다는 Barnes와 Bengtson<sup>2)</sup>, Schultz<sup>9)</sup>의 보고와 일치하는 것이다. 雌花開花量의 廣義의 遺傳力을 추정한 결과 0.154로서 雌花開花量의 遺傳力 0.037보다 다소 높은 遺傳力을 나타내므로 雌花開花量은 雌花開花量보다 유전적인 영향을 받는 것으로 나타

**Table 4.** Clone group divided by L.S.D. test at 5% level in the number of male flowers.

A group	B group	C group	D group
K.W : 96(398) 1 Clone	K.W : 84(325), 70(175), 106(223), 103(160), K.G : 22(220) 5 Clone	K.W : 10(190), 41(142), 92(128), 117(124), 28(109), 57(103), 104(113), 45(130), 47(146), 95(92), 114(113), 62(167), K.G : 43(137), 44(146), 17(92) 15 Clone	K.G : 25(75) plus 145 clone 146 Clone
Average number of pollen sac per clone 5103(398)	2123(221)	1131(129)	113(42)

※ ( ) indicates the number of pollen sac in a tree.

났다.

Table. 4에서 開花한 본당 pollen sac 수는 A group에 江原96호가 본당 398개로서 가장 많은 량을 나타냈으며 B group의 江原84는 325개, 江原106는 223개, 京畿22호 220개로서 江原 106호만 '86년 開花하지 않고 4년간 모두 開花한 clone들로서 雄花가 多量開花하는 clone들이었으며 반면에 D group에 속한 clone들로서 4년간 한번도 開花하지 않은 clone은 江原55등 모두 42 clone이었으며 이들의 開花狀態는 계속 조사되어야 할 것이다. 만약 이들이 계속 雄花를 생산하지 않는다면 採種園내에서 自配를 방지하기 위한 clone으로 選拔 이용 될수 있는 가능성도 있다.

4. 雌雄花開花量과 採種園 造成

잣나무는 雌花와 雄花가 한나무에 開花하는 雌雄同株이다. 조사한 秀型木 167 clone의 雌花開花量과 雄花開花量사이의 상관계수 r은 0.014로서 상호상관이 없었다. 따라서 잣나무 clone 採種園에서 cone의 생산을 증가시키기 위하여는 受粉樹와 花粉樹를 별도로 選拔하여 採種園을 조성하든가 clone별 雌花와 雄花의 동시 생산능력을 分析하여 採種園을 조성하는 방법으로 분리하여 생각할수 있는데 clone의 雌雄花 생산능력을 分析하는 방법으로 Seal<sup>10)</sup>과 Anderson<sup>11)</sup>이 理論을 紹介하였고 최등<sup>20)</sup>이 油菜品種의 분류에 이용한 主成分 分析 (Principal component analysis)을 이용하여 秀型木167 clone을 분류하여 보았는데 主成分 分析 결과는 Table. 5와 같으며 167 clone에 대한 主成分 Score는 Table. 6과 같다.

分析結果 雌花와 雄花가 많이 開花하는 clone은 雌花開花量이 4년간 平均 104개와 120개 雄花開花量이 4년간 平均1635개와 2212개를 기록한 江原70, 江原10, 雌花開花量이 4년간 平均106개와 110개 雄花開花量이 4년간 平均 560개와 791개를 기록한 江原62와 江原68 clone이었으며 그 외에 4

년간 雌說의 平均 開花量이 48개부터 85개까지 分布하고 4년간 雄花의 平均 開花量이 505개부터 1167개까지 분포한 江原57, 江原47, 江原75, 江原81, 江原45, 江原83, 京畿27, clone이었다.

또한 主成分 分析 結果에 의하여 雌花와 雄花가 적게 開花하는 clone들도 분류할수 있었는데 그 clone들은 江原102, 京畿55, 江原90, 江原17, 江原82, 京畿15, 京畿40, 京畿46, 江原100, 江原113, 京畿37, 江原110, 江原98, 江原91 clone들이었다.

選拔된 秀型木에 대한 開花習性, 開花量, 生長量에 대한 檢定結果에 의하여 1.5世代 clone 採種園과 2世代 clone 採種園을 造成하게되는데 採種園을 造成하는 方法은 잣나무의 경우 잣의 수확량을 목적으로 하는 경우와 잣의 수확량과 생장을 함께 목적으로 하는 경우 生長량만을 목적으로 하는 경우로 구분하여 생각할 수 있는데 목적에 따라 clone 選拔 基準이 달라진다.

본 시험에서는 開花特性만을 논하였으므로 雌花量과 雄花量의 기초위에 잣의 수확량을 목적으로 하는 採種園 造成 方法을 생각할수 있는데 受粉樹와 花粉樹를 選拔하여 採種園을 造成하는 方法으로서는 먼저 설명한 바와 같이 L.S.D. 檢定結果에 의하여 雌花가 많이 開花하는 clone과 雄花가 많이 開花하는 clone중 원하는 雌花와 雄花的 clone 수 만큼 開花量의 순서에 의하여 clone을 선발 採種園을 造成하는 것이 效果的이라 생각되며 clone별 雌花와 雄花的 동시 生産能力을 分析하여 採種園을 造成할 경우 主成分分析에 의하여 雌花와 雄花가 많이 開花하는 clone으로 分類된 11 clone을 우선 순위로 選拔하여 採種園을 造成하는 것이 效果的이라 생각된다.

5. 開花能力과 Juvenile phase와 Adult phase

Franclet<sup>1)</sup>는 핵, 염색질, 상단부의 분열조직, 가지 일등에 의하여 juvenile phase와 adult phase를 구별하였으나 Zimmerman<sup>25)</sup>과 Hackett<sup>7)</sup>는 꽃의 형성능력에 의하여 adult phase와 juvenile phase를 구별하였다. 또한 Wareing<sup>13)</sup>은 birch tree에서 나무의 size가 juvenile phase를 지나는데 중요한 요인이라 하였고 과수학자들은 juvenile phase를 지나는데 확실한 size의 도달이 요구된다고 기록했다.

Table 5. Result of principal component analysis.

Variable	Component (Z <sup>1</sup> )	Component (Z <sup>2</sup> )
Number of female	0.70711	0.70711
Number of male	-0.70711	0.70711
Eigen Value	1.05580	0.94420
Contribution	52.78990	47.21010
Cumulative contribution	52.78990	100.0000



Table 6. Principle component score of varieties of *Pinus koraiensis* flower.

Clone	Z <sup>1</sup>	Z <sup>2</sup>	Clone	Z <sup>1</sup>	Z <sup>2</sup>	Clone	Z <sup>1</sup>	Z <sup>2</sup>	Clone	Z <sup>1</sup>	Z <sup>2</sup>	Clone	Z <sup>1</sup>	Z <sup>2</sup>	Clone	Z <sup>1</sup>	Z <sup>2</sup>												
KW	1	0.58	0.30	KW	32	-0.90	-0.80	KW	63	0.30	-0.06	KW	91	-0.45	-1.15	KW	118	-0.52	-0.17	KG	27	0.39	0.96	KG	55	0.64	1.38		
	2	1.54	0.93		33	0.18	0.40		64	1.22	0.58		92	-1.95	0.51		KG	1	-0.36	-1.07		28	0.99	0.52		56	0.13	-0.16	
	3	0.84	0.19		38	0.27	-0.33		65	0.71	0.05		93	-0.57	-0.80			2	-0.15	-0.74		29	0.37	-0.31		57	-0.15	-0.70	
	4	0.27	-0.40		39	0.26	-0.32		66	0.23	-0.43		94	-0.30	-0.86			3	0.31	-0.36		30	-0.78	-0.32		CB	1	0.90	0.63
	5	-0.40	-0.09		40	0.49	-0.17		67	0.69	0.14		95	-0.40	-0.17			4	0.04	-0.27		31	0.37	-0.22		2	1.67	1.09	
	6	-1.31	0.52		41	-1.38	1.19		68	1.52	2.25		96	-6.15	4.97			5	0.39	-0.24		32	-0.60	-1.33					
	7	0.41	0.25		42	0.63	0.03		69	1.09	1.11		97	-0.06	0.74			6	0.26	-0.31		33	-0.26	-0.72					
	8	0.97	0.33		43	0.40	0.23		70	0.48	4.06		98	0.64	1.30			7	-0.54	-0.80		34	0.04	-0.66					
	10	0.59	3.82		44	0.78	0.12		72	0.99	0.46		99	-0.72	-0.96			8	-0.07	-0.78		35	-0.07	0.02					
	13	0.52	-0.44		45	-0.62	1.09		73	1.76	1.17		100	-0.28	-1.0			9	0.31	0.36		36	-0.43	0.89					
	14	0.15	-0.82		46	2.08	1.49		74	1.18	0.55		101	0.99	-0.97			10	0.04	-0.66		37	-0.37	-1.03					
	15	0.23	-0.45		47	-0.16	1.22		75	0.18	1.20		102	0.74	1.48			11	0.29	-1.01		38	0.50	0.35					
	16	0.93	0.28		48	0.73	0.30		76	0.43	0.24		103	2.33	0.84			12	0.19	-0.47		39	0.41	0.42					
	17	0.48	-0.18		49	0.17	0.44		77	1.49	0.88		104	-1.46	0.27			13	0.26	-0.98		40	-0.49	-1.33					
	18	-0.84	-0.49		50	0.58	-0.08		78	1.27	1.25		105	-0.92	-1.03			14	0.24	-0.96		41	-0.11	-0.31					
	20	0.14	0.53		51	0.90	-0.25		79	1.71	1.10		106	-2.33	1.47			15	-0.65	-1.30		42	0.09	-0.57					
	21	0.46	0.21		52	0.24	0.43		80	0.80	0.15		107	-0.03	-0.68			16	-0.04	-0.74		43	-1.35	1.46					
	22	1.28	0.67		53	-0.13	-0.52		81	0.47	1.38		108	-0.0	0.30			17	-1.05	0.20		44	-0.87	0.97					
	23	1.92	1.32		54	0.36	-0.29		82	0.60	-1.34		109	-0.41	0.65			18	1.64	1.03		45	-0.28	0.01					
	24	0.10	-0.59		55	0.33	-0.34		83	0.92	1.48		110	-0.58	1.17			19	-0.01	-0.72		46	-0.40	-0.12					
	25	0.91	0.26		56	-0.23	0.34		84	3.20	1.85		111	0.22	-0.38			20	0.03	-0.46		47	0.12	0.13					
	26	0.66	0.0		57	-0.69	1.35		85	0.93	0.47		112	0.0	-0.62			21	1.31	0.51		48	-0.74	-0.93					
	27	0.64	-0.01		58	0.56	0.13		86	-0.19	-0.89		113	0.28	-1.0			22	-3.08	1.50		49	0.20	-0.33					
	28	0.22	-0.46		59	2.06	1.47		87	0.41	0.26		114	0.80	0.40			23	0.34	0.72		50	0.68	-0.58					
	29	-1.07	0.99		60	0.42	-0.24		88	-0.86	0.69		115	-0.06	-0.59			24	-0.21	-0.85		51	0.34	-0.31					
	30	-0.29	-0.96		61	1.19	0.75		89	-0.03	0.69		116	0.55	0.04			25	-0.71	0.30		52	-0.09	-0.80					
	31	-0.30	0.16		62	1.16	2.42		90	-0.64	1.38		117	-1.56	0.83			26	0.68	0.03		54	-1.29	-0.64					

일반적으로 seedling에서 juvenile phase 기간인 生長期를 지나 꽃을 형성하는 능력을 갖게되는 adult phase로 들어가는데 그 期間은 樹種에 따라 다르다. 성숙한 나무에서 접수를 채취하여 어린대목에 접목할 경우 대목의 양향에 의하여 生長이 왕성해지고 개화가 지연되는 경우도 있으며 樹種에 따라 rejuvenation을 일으키는 경우도 있다. 일반적으로 성숙목에서 scion을 채취하여 접목이나 삽목할 경우 rejuvenation<sup>4)</sup>을 일으키는 것으로 보고 되고 있다.

따라서 시험재료로 이용된 잣나무 秀型木 clone은 성숙목에서 scion을 채취하여 어린 seedling에 접목한 것으로서 대목의 영향에 의하여 rejuvenation을 일으키는 것으로 해석하는 것이 타당하다고 생각되며 rejuvenation결과 왕성한 생장에 의하여 수목으로서 형태를 갖춘후 adult phase로 들어가는 것으로 해석된다. 본 시험에서도 접목후부터 생장이 왕성해지고 樹齡이 증가함에 따라 開花率과 開花量이 증가하는 경향을 보였는데 본 시험에서는 開花特性에 關하여 는 하였으므로 Zimmerman<sup>15)</sup>과 Hackett<sup>7)</sup>에 의한 꽃의 형성 능력에 의하여 juvenile phase와 adult phase를 구분하고자 하였다.

Zimmerman<sup>15)</sup>은 juvenile phase에서 adult phase로 넘어가는 과정에 transition period가 있다고 하였다. 조사된 秀型木 clone의 전체본수에 대한 開花본수를 비율로 나타낸 開花率을 基準으로 juvenile phase와 transition 기간 adult phase와의 관계를 도식으로 나타낸 것은 Fig. 3과 같다. 또한 雌花의 開花量을 기준으로 할때 '86년 平均 clone당 6.3개 '87년 11.6개 '88년 60개 '89년 86개로 계속 증가하는 경향을 보여 樹齡이 증가함에 따라 雌花의 開花量이 증가함을 나타냈다. 특히, '87년 clone당 11.6개에서 '88년도 60개로 6배 가까이 증가함으로 대부분 clone내의 개체목들

Table 7. Value of analysis Variance for each trait and Broad-sense heritability.

Source	Female flower			Male flower		
	Time	Rate	Munber	Time	Rate	Munber
Among clone	1.895**	3.089**	1.583**	3.477**	6.683**	3.737**
Among year	48.530**	364.096**	144.750**	31.172**	47.229**	29.1**
Broad-sense heritability	0.056	0.122	0.037	0.142	0.275	0.154

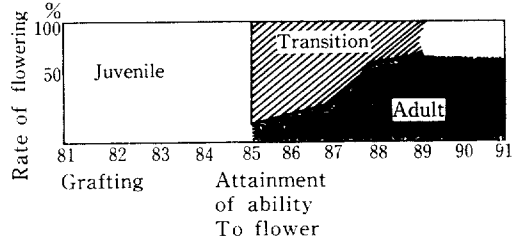


Fig. 3. Relationship among juvenile phase, transition period, and adult phase by flowering rate.

이 雌花의 開花量을 기준으로 할때 '88년을 시작으로 adult phase로 접어들었음을 나타내고 있다.

Fig. 3에 나타난 바와 같이 85년도에 전체 본수 중 11.9%의 개체들의 雌花가 開花하기 시작한 것으로 보아 접목후 5년부터 transtion 기간에 접어들어 '89년 현재까지 계속되고 있는 것으로 보인다.

특히 '87년도 開花率이 27.2%에서 '88년도에 전체 본수의 반 이상이 넘는 71.5%가 開花하였으며 '89년도에는 77.3%가 開花한 것으로 보아 transition 기간은 '88년을 기준으로 끝나가고 있는 단계에 있음을 나타내고 있다. 실제로 수목은 環境要因과 수목자체의 生理作用, 잣나무의 경우 격년결실을 하는 樹種이므로 100% 開花하기는 사실상 어려우므로 '88년을 기준으로 transition 기간이 끝나고 adult phase로 보아도 무리가 없는 것으로 생각된다. '88년도에 開花한 雌花는 '89년 9월 식재후 처음으로 cone을 생산하였는데 생산된 cone은 雌花가 다량 開花한 clone중 수세가 약한 개체목을 제외하고 타자연임분에서 생산된 cone과 비교하여 정상적이었다.

이러한 결과로 미루어 볼 때 잣나무 秀型木 clone의 juvenile phase기간은 접목후 4년인 '84년까지였으며 '85년부터 '87년까지는 transition기간

접목후 8년인 '88년부터 adult phase를 나타냈으며 '89년부터 잣의 생산이 가능하였다. 따라서 잣나무 실생묘는 식재후 12년이 경과하여야 잣의 생산이 가능한데 비하여 접목묘는 실생묘에 비하여 6년이상 빠르게 開花하며 잣의 수확도 그만큼 빠르다는 결과를 나타내주고 있다. 그러나 雄花의 開花는 開花率이 낮고 일정한 경향을 보이지 않아 雄花를 기준으로 adult phase를 구별할수는 없었다.

## 結 論

### 1. 開花 時期

- 秀型木 167 clone의 開花時期는 自然狀態하에서 대부분의 clone들이 自然交配 되도록 일치하였으나 雌花가 早期開花하는 소수 clone과 雄花가 늦게 飛散하는 소수 clone들 사이에는 自然 狀態하에서 相互 交配 될수 없는 clone들이 있었으며 年度에 따라 交配 될수 없는 clone들도 있었다.
- 年度別 開花時期는 다르게 나타났으나 clone의 開花習性은 每年 一定하게 나타나 早期에 開花하는 clone은 每年 早期에 開花하고 늦게 開花하는 clone은 해마다 늦게 開花하는 傾向을 나타냈다.
- 잣나무 秀型木 clone은 5月 下旬에 開花를 始作하여 6月 上旬에 開花가 끝났다.

### 2. 開花率

- 雌花의 平均開花率은 19.6%로서 雌花의 平均開花率보다 29.6% 낮았으며 雄花 開花率의 遺傳力은 0.275 雌花 開花率의 遺傳力은 0.122로서 雄花開花率은 雌花開花率보다 遺傳的인 影響을 많이 받고 있었다.
- 雌花는 樹齡이 增加함에 따라 開花率이 增加하였으나 雄花의 開花率은 樹齡增加에 影響을 받지 않았으며 雌花의 開花率과 雄花의 開花率사이에 相互 相關이 없었다.
- 167 clone의 開花率은 L.S.D.5% 檢定結果 雌花는 3 group 雄花는 4 group 으로 分類할수 있었다.

### 3. 開花量

- 雌花의 開花量은 167clone중 29 clone이 全體 開花量의 47%를 차지하고 있었으며 雄花의 開花量은 21 clone이 全體 雄花 開花量의 67%를 차지하므로 소수 clone에 의하여 開花量이 지배되는 傾向을 보였다.
- 雌花와 雄花의 開花量은 相互相關이 없었으며 167 clone중 42 clone은 雄花가 開花하지 않았다.
- 167 clone의 開花量은 L.S.D.5% 檢定結果 雌花는 3 group 雄花는 4 group으로 分類되었다.
- 主成分 分析 結果 雌花와 雄花가 많이 開花하는 clone으로 11 clone을 選拔할수 있었다.

### 4. 雌雄花 開花量과 採種園 造成

- 雌雄花 開花量을 基礎로하여 授粉樹와 花粉樹를 별도로 선발하여 잣의 수확량이 많은 採種園을 造成할 경우 L.S.D. 5% 檢定結果에 의하여 雌花는 A group의 30 clone중 순서에 의하여 雄花는 A, B, C, group에 包含된 21 clone중에서 選拔하여 採種園을 造成하는 것이 效果的이다.
- 雌花와 雄花의 同時 生産能力을 分析하여 잣의 수확량이 많은 採種園을 造成할 경우 主成分 分析 結果에 의하여 雌花와 雄花의 開花量이 많은 clone을 순서에 의하여 選拔 採種園을 造成하는 것이 效果的이다.

### 5. 開花能力과 Juvenile phase와 Adult phase

- 雌花의 開花率과 開花量을 基準으로 할 때 juvenile phase 期間은 接木후 4년까지 있으며 transition 期間은 接木후 5년부터 7년까지 adult phase 期間은 接木후 8년부터였다.
- 잣나무 接木苗는 實生苗보다 6年 以上 빠르게 開花하였다.

## 引 用 文 獻

1. Anderson, T.W. 1959. An introduction to multivariate statistical analysis. John Wiley & Sons, Inc., New York.

2. Barnes, R.L. and G.W. Bengtson, 1986. Effect of fertilization, irrigation, and cover cropping on flowering and on nitrogen and soluble sugar composition of slash pine. *For. Sci.* 14 : 172-180.
3. Eriksson, G., A. Jonsson and D. Lindgren, 1973. Flowering in a clone trial of picea abies karst-stud. *For. Sci.* 110 : 5-45.
4. Franclet, A. 1983. Rejuvenation. Theory and practical experiences in clonal silviculture. Proceedings Canadian Tree Improvement Association, 19th Meeting part. 11, pp96-134.
5. Franklin, E.C. 1981. pollen management Handbook. United State Depart. of Agric. Forest Serv. Agric. Handbook Num. 587.
6. Griffin, A.R. 1982. Clonal variation in radiata pine seed orchard. I. Some flowering cone and seed production traits, *Aust. For. Res.* 12 : 295-302.
7. Hackett, W.P. 1985. Juvenility, maturation and rejuvenation in woody plant. *Horticultural reviews* 7, pp. 109-155.
8. Jonsson, A. Ekberg, I. and Eriksson, 1976. Flowering in a seed orchard of Pinus sylvestris L. *Stud. For. Suec.* Nr. 135 pp. 38 Dept. of For. Gen. Royal College of For. Uppsala, Sweden.
9. Schultz, R.P. 1971. Stimulation of flower and seed production in a young Slash pine seed orchard. U.S.D.A. For Serv., Southeast. For. Exp.Stn. Pap. Se Pl, 10p.
10. Seal, H.L. 1964. Multivariate statistical analysis for biologist, Methuen and Co., Ltd.
11. Snedecor, G.W., W.G. Cochran, 1980. Statistical methods, Seventh Edition, Iowa state University press, Ames, Iowa, U.S.A. 507 pp.
12. Sweet, G.B. 1975. Flowering and seed production. *Forestry commissin Bulletin* 54. Seed orchard 72-82.
13. Wareing, P.F. 1961. Juvenility and induction of flowering. pp : 1652-1654. in "Recent Advances in Botany" University of Toronto press, Toronto.
14. Wright, T.W. 1962. Genetics of forest tree improvement. FAO, Forestry and Forest Prod. Studies No. 16, Tome. 399pp.
15. Zimmerman, R.H. Juvenility and flowering of fruit trees. Plant Genetics and Germplasm Institute, Agricultural Research Center, Agricultural research service, U.S.D.A.
16. Zimmerman, R.H. 1971. Flowering in crabapple seedlings. Method of shortening the juvenile phase. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 96 : 404-411.
17. Zsuffa, L. 1975. Broad sense heritability values and possible genetic gain in clonal selection of Pinus griffithii Mecll and X P. strous L. *Silvae Genetica.* 24(4) : 85-88.
18. 宋源燮·朴裕憲. 1985. 잣나무 秀型木 接木 clone에 대한 開花 特性調查. 林木育種研究所 研究. 노트 13 호.
19. 韓相億·崔善起·權赫民·李相鵬. 1985. 잣나무 生育特性的 廣義의 遺傳力과 秀型木 clone 選拔에 의한 改良效果. 韓林誌. 69 : 1-5.
20. 崔海椿·李正日. 1979. 主成分 分析 및 cluster 分析을 利用한 油菜品種의 分類. 韓育誌. 11 : 179-195.