

Populus alba × *glandulosa*와 그 兩親의

Pollen Mother Cell의 Meiosis에 關한 研究*¹

鄭 炫 培*² · 全 尚 根*² · 金 末 淑*² · 金 鼎 錫*³

Studies on Meiosis of PMC's in *P. alba* × *glandulosa* and Their Parents**

Hyon Pae Cheung** , Sang Kun Chon ** , Mal Sook Kim**
and Chung Suk Kim**

The chromosome behavior and it's synapsis in the meiosis of pollen mother cell were studied on *Populus alba* L. as a female parent tree, *Populus glandulosa* Uyeki as a male parent tree and their hybrid, *Populus alba* × *glandulosa*.

1. At metaphase I, the number of nuclear plates with early separation chromosome were observed with the lowest proportion of 11.0% in *Populus glandulosa* and with the highest proportion of 13.0% in *Populus alba* × *glandulosa*.

2. At metaphase II, early separation chromosomes appeared with the frequency of 11.0% in *Populus alba* × *glandulosa*. But the frequency was not different with those of the parental trees.

3. At anaphase I, lagging chromosomes appeared with some high rate of 11.6% in *Populus alba* × *glandulosa* and yet the number of chromosome bridges in *populus alba* × *glandulosa* almost were not different with the partental trees.

4. At anaphase II, lagging chromosomes appeared with some high frequency of 10.2% in *Populus alba* × *glandulosa* and the chromosome bridges in *Populus glandulosa* appeared with the highest frequency in all studied trees.

5. The frequency of abnormal pollen sporad was the highest value of 8.2% in *Populus alba* × *glandulosa* among the studied trees.

With the results, it might be assured that the chromosome segregation and it's synapsis behaved normally in *Populus alba*, *Populus glandulosa* and *Populus alba* × *glandulosa*, and so all the studied trees could produced normal pollens.

交配 母樹인 *P. alba* 花粉 母樹인 *P. glandulosa* 및 그의 雜種인 ×*P. albaglandulosa* 에 關한 花粉母細胞의 減數分裂에 있어 染色体行動과 對合 現象에 關해 調査하였다.

*¹ Received for publication on Dec. 20, 1979.

** 慶熙大學校, 産業大學 College of Industry, Kyonghi National University.

** 林木育種研究所 Institute of Forest Genetics, Suweon, Korea.

1. Metaphase II에서 Early separation chromosome 을 갖는 核板이 가장 적은 個體는 *P. glandulosa* 로 11.0%며 $\times P. albaglandulosa$ 는 13.0%로 가장 높았다.
2. Metaphase II에서 $\times P. albaglandulosa$ 는 11.0%의 Early separation chromosome 이 出現했으나 兩親 兩親樹와 差異는 없었다.
3. Anaphase I에서 Lagging chromosome 의 出現律은 $\times P. albaglandulosa$ 가 多少 높아 11.6%로 나타났으며 chromosome bridge 에서는 兩親樹와 거의 差가 없었다.
4. Anaphase II때 Lagging chromosome 은 $\times P. albaglandulosa$ 에서 多少 높은 頻度로 10.2 %였으며 chromosome bridge *P. glandulosa* 에서 가장 높은 頻度로 出現하였다.
5. Abnormal pollen sporad 는 $\times P. albaglandulosa$ 에서 가장 많이 出現하여 8.2%를 나타냈다.

以上の 結果 *P. alba*, *P. glandulosa* 및 $\times P. albaglandulosa$ 는 花粉母細胞分裂에 있어서 染色体分裂 接合이 正常의 行動을 하고 있어 結局 正常 花粉形式을 行하는 樹種이라 結論할 수 있다.

緒 論

速成樹인 *Populus* 類는 世界的으로 31種이 廣範圍하게 分布하고 있으며 "木材利用上의 利點도 많아 널리 利用되는 樹種이다. 포푸라의 優秀한 自然雜種과 人工雜種에 關한 研究는 人類의 經濟生活에 貢獻하고 있으며 이의 改良에 關한 研究는 오래前부터 進行되어 二次大戰後에는 UN의 F·A·O內에 International Poplar Commission 이 設置되어 國際間的 Poplar 研究에 關한 情報交換과 協力이 促進되어왔다.

우리나라에서는 1953년 玄信圭 博士에 의해 Poplar 交雜育種이 시작되어 現在까지 140余 組合을 育成하였고 그중에서도 *P. albaglandulosa* 같은 Heterosis 現象이 强하게 惹起되는 優良樹種을 育成하여 速成造林 樹種으로 全國林地에 補給하고 있는中이다. 그育成 來歷은 母樹인 *Populus alba* L.은 유럽에서 導入되어 現在 全國에 4 clone이 分布되어 있으며 "生長이 旺盛하고 葉裏面に 銀毛가 密生하여 耐病虫性和 耐乾性이며 土地要求度가 比較的 적고 插木 發根性이 높아 增殖이 容易한 利點은 있으나 樹冠이 넓고 樹幹이 變曲하여 經濟樹로서는 價値가 적은 樹種이다. 또한 花粉母樹인 *P. glandulosa* ueyki는 植木 "에 의해 우리나라에서 처음 發見된 在來樹種으로 서울농대 構內에만 生育하고 있는데 樹幹이 通直하고 土地 要求度는 적으나 插木 發根性이 全然 없어 번식이 곤란하고 生長이 느린 樹種이다. $\times P. albaglandulosa$ 는 以上の 兩親을 交雜하여 얻은 一代雜種으로써 이 雜種 Poplar를 質的으로 더욱 改良하기 위해서는 兩親樹의 수집과 變異의 확대가 이루어져야겠고 또한 F_2 의 利用도 期待할 價値가 있겠으나 이들 兩親樹인 *P. alba*와 *P. glandulosa*는 勿論 그의 F_1 인 $\times P. albaglandulosa$ 에 關한 細胞遺傳學的 調査도 全然 이루어지지 않고 있는 실정이다. 이에 本 論文은

더욱 改良된 F_1 을 얻기 위해 이들 兩親樹 및 F_1 에 關한 生殖細胞의 染色体 行動을 究明하는 한편 雜種의 综合性에 關하여도 究明코저 한다. 本研究를 遂行하는데 指導하여 주신 林木育種研究所의 李錫求 研究官에게 깊은 謝意를 表하는 바이다.

研究史

*Populus*의 Chromosome 研究는 Blackburn and Harrison¹⁾ 등이 Haploid Aspen의 chromosome 類를 $n=19$ 로 觀察하고 이들 染色体를 크기에 의해 두 Group으로 나누고, 異型染色体의 存在를 觀察했고 Meurman²⁾은 *P. balsamifera*, *P. simoni*, *P. trichocarpa* 등에서, Erlanson and Hermann³⁾은 *P. tremuloides*에서도 異型染色体의 發生을 주장했으나 Peto and Johnson은 이러한 染色体의 存在를 다소 의심하고 있었다.⁴⁾

한편 Seitz⁵⁾는 正常 2倍體의 染色体數를 $2n=38$ 로 觀察 報告하였다.

Nicolaeva⁶⁾는 Aspen의 花粉母細胞 減數分裂은 늦은 겨울에서 이른 봄 사이에 進行된다고 報告했다. 雜種에서의 減數分裂은 種間關係와 進化過程을 알기위해 調査하는데 Saylor and Smith⁷⁾는 Pinus屬의 많은 種과 種間雜種의 觀察에서 減數分裂의 複雜性도 種에서 보다는 雜種에서 그 頻도가 높아 種에서 0.46~7.13% 種間雜種에서는 47.24% 範圍였고 早期分離 染色体는 1價染色体 發生과 관련되며 遲帶染色体 染色体橋 및 小核形成等은 種間的 染色体構造의 差異에 의한 것이 아니라 自然發生的인 種內部的 轉位에 基因된 것이라고 했다. 한편 Hair and Beuzenberg⁸⁾는 *Podocarpus hallii* $\times P. nivalis$ 의 染色体 pairing에 關해 報告한바 있으며 Sax. k⁹⁾는 *Pinus griffithii* $\times P. strobus$ 에서 分裂 異常으로 인한 染色体橋를 觀察報告하고 있다.

減數分裂 異常現象을 誘發하는 要因으로는 遺傳的 要

因 環境要因 人爲的 誘導 및 雜種으로 인한 것 등이며 Chandler and Mavrodineau¹⁾는 種子 結實이 不良한 *Larix laricina*의 花粉母細胞 觀察에서 Anaphase I 때 1價染色體를 觀察하였고 이것은 크기가 다른 核과 異常 花粉 形成의 原因이 된다고 하였으며 이러한 現象의 原因이 環境因子인지 遺傳因子인지는 究明치 않았다.

Rungquist²⁾는 *Pinus sylvestris*에서 染色體 對合은 正常이지만 減數分裂 異常으로 Stickness 小核形成 染色體橋, 染色體分體等이 나타남을 觀察했으며 Pederik³⁾는 *Pinus radiata*에서 Inversion等 遺傳因子에 의한 異常現象을 觀察했다. 環境要因으로서는 氣候와 關聯하여 低溫으로 인한 減數分裂 異常이 Metaphase와 Anaphase 때 가장 민감한 反應을 나타내며 이로 인한 種子 結實이 不良하다는 것을 Eriksson⁴⁾은 *Larix decidua*의 2種의 觀察에서 報告하고 있다. 또한 Chira⁵⁾는 *Pinus edulis*의 觀察에서 低溫으로 인한 Prophase 때 크기가 다른 3~4個의 核形成과 함께 Metaphase I, II Anaphase I, II. 에 있어서 低溫의 反應이 가장 민감하게 나타나고 있음을 報告하였으며 橋詰¹²⁾의 觀察에 의하면 *Thuopsis dolabrata* var. *hondai*의 花粉母細胞는 平均 10°C 以下の 低溫에서 減數分裂이 일어나는데 分裂異常으로 인한 染色體橋 遲滯染色體 隔膜形成의 異常退行現象等이 나타나고 있으며 이로 인해 巨大 花粉이 形成된다고 報告했다. 또한 韓¹³⁾은 *Brassica* F₁의 花粉母細胞는 固定時間에 따라서 對合의 種類와 頻度 및 花粉稔性等이 달라짐을 觀察하였으며 이와같은 現象은 染色體間의 再結合에 의한 不均衡에 基因된 것 이라고 報告했다. 人爲的으로 誘導한 針葉樹의 例를 보면 Mergen and Johnsen¹⁴⁾의 *Pinus rigida*의 花粉母細胞에 對한 Chronich線 照射 效果에 關한 報告에서 보면 처음엔 낮은 頻도로 減數分裂 異常이 惹起되지만 後에는 급격히 增加하고 fragment와 染色體橋를 觀察할 수 있었다. 또한 Chiba and Watanabe¹⁵⁾는 *Cryptomeria japonica*에서 熱處理로 얻은 變異體를 Illies¹⁶⁾는 *Larix leptolepis*에 Colchicine處理로 얻은 Colchitetraploid 에 關한 減數分裂을 調查 報告 했었으며 西山等¹⁷⁾은 *Edgeworthia papyrifera* 倍數體 育成을 위하여 染色體 觀察과 함께 花粉稔性を 研究했으며 金等¹⁸⁾은 Colchitetraploid *Robinia pseudoacacia*의 花粉母細胞 觀察에서 染色體 對合과 行動이 倍數體에서 더 있음을 報告하고 있다.

材料 및 方法

本試驗에 使用된 調査樹種은 林木育成研究所 Gene pool에 植栽되어있는 *P. alba* ('62年度 植栽)와 *P. glandulosa* L '68年度 植栽)인 兩親樹와 그의 F₁인 *×P. albaglandulosa* ('62年度植栽)이다. 이들에 關해 花粉母細胞의 減數分裂 觀察을 위하여 Male strobile를 '76年 2月 28일부터 1週日間 晴天日의 아침에 採取하였다. 採取試料는 Farmer's fluid에 5時間 固定한後 70% Ethyle alcohol에 담구어 0~4°C에 貯藏한 後 Ferric acetocarmine에 藥은 다시 slide 加溫器에 加熱하면서 15分 가량 Acetocarmine으로 染色하여 45% Acetic acid로 脫染하고 Smear method에 의한 標本을 만들어 檢鏡하였다. Microscope의 檢鏡倍率은 20×100 이었고 顯微鏡 寫眞도 20×100 下에서 撮影을 하였으며 pollen sporad는 Drawing apparatus에 依據 描寫하였다.

結果 및 考察

1. Metaphase I 및 Metaphase II의 減數分裂

供試木에서 Metaphase I 때 染色體의 行動을 觀察 했던바 他染色體보다 먼저 分離하여 兩極을 向하는 早期分離 染色體가 多數의 核板에서 出現 되었는데 이들은 兩極에서 모두 出現하는 경우와 片極側에서 만 出現하는 경우가 있었다.

Table I. 에서 보는바와 같이 交配 母樹인 *P. alba*에서는 觀察한 304枚의 核板中 1 Early separation chromosome이 25個, 2 Early separation chromosome이 12個 및 3 Early separation chromosome이 2枚의 核板에서는 正常的인 細胞分裂(Fig. 13)이 進行 되어지고 있음을 觀察하여 *P. alba*에서는 전부 39枚의 核板으로써 12.8%의 早期分離 染色體가 觀察되었다. 花粉 母樹인 *P. glandulosa*에서는 觀察細胞數 300枚中 89%인 267個의 花粉母細胞가 正常分裂(Fig. 18)을 하고 있었으며 11%인 33個의 核板에서 1~3個의 Early separation chromosome (Fig. 19)을 觀察할 수 있었다. 또한 F₁인 *×P. albaglandulosa*는 觀察細胞數 300核板中 87%인 261枚 核板에서 II 正常分裂(Fig. 1)을 하고 있음이 觀察되었고 13.0%인 37枚 核板에서 Early separation chromosome이 1~3個까지 出現하는 것을 觀察할 수 있었다. (Fig. 4)

Saylor and Smith¹⁹⁾도 *Pinus*屬의 많은 種과 種間 雜種의 減數分裂 異常에 關한 研究에서 Metaphase I 때의 precocious disjunction의 出現率이 *Pinus rigida*에서는 10.86% 이었고 *×P. rigidaechinata*에서는 12.83%라고 報告하였는데 이러한 現象은 染色體 對合과 關聯되므로 1價 染色體의 出現率이 種間에서 보다는 雜種에서 높게 出現한다고 풀이하고 있다. 그런데 雜種인

Tab. 1. Frequency of early separation chromosome at metaphase I in PMC's of parents and F₁.

Species	Early separation chromosomes					Normal of PMC's		Number of observed
	I	II	III	IV	Total	Normal cells	%	
<i>P. alba</i>	25	12	2	-	39 12.8%	265	87.2	304
<i>P. glandulosa</i>	25	8	2	-	33 11.0%	267	89.0	300
<i>P. alba</i> × <i>glandulosa</i>	28	8	1	-	37 13.0%	261	87.0	300

Tab. 2. Frequency of early separation chromosome at metaphase II in PMC's of parents and F₁.

Species	Early separation chromosomes					Normal of PMC's		Number of observed
	I	II	III	IV	Total	Normal cells	%	
<i>P. alba</i>	23	13	2	-	38 12.3%	270	87.7	308
<i>P. glandulosa</i>	25	11	1	1	38 12.7%	262	87.3	300
<i>P. alba</i> × <i>glandulosa</i>	23	7	3	-	33 11.0%	270	89.0	303

×*P. alba* × *glandulosa*는 兩親樹인 *P. alba*와 *P. glandulosa*보다 Early separation chromosome의 頻度는多少 높은 不規則性的 傾向이 있으나 大體적으로 F₁과 兩親間에는 大差가 없었다고 할 수 있다. 그러나 金¹⁰의 colchitetrapiacid *Robinia pseudoacacia*와 次代인 4n과 3n의 觀察에 依하면 Metaphase I때의 Early separation chromosome 出現이 母樹에서는 4n 次代보다 多少 低下한 傾向으로 나타났고 Metaphase II 때도 母樹와 次代에서 類似한 出現率로 나타나고 있음을 觀察했는데 이 原因은 母樹의 樹齡과 관련된 것으로 推測하고 있고 이러한 Early separation chromosome은 分裂中 消失되거나 殘存하여 本 染色體群과 分離 獨立하여 形成하기도 한다고 報告했다. ×*P. alba* × *glandulosa* 에서의 Metaphase I 때의 chromosome의 pairing 現象은 19 II의 核板(Fig-2)이 觀察되었으나 18 II + 2 I의 核板(Fig. 3)도 觀察할 수 있어 雜種의 一般의인 現象인 1 價 染色體가 存在함을 알수 있었다. 또한 *P. glandulosa*에서는 (Fig. 18, 20) ×*P. alba* × *glandulosa*와 같은 現象으로 末端接合을 하고 있는 chromosome이 出現하고

接合에서는 19 II의 核板을 觀察할 수 있었다. Metaphase II에서도 Metaphase I과 같이 Early separation chromosome을 觀察할 수 있었는데 結果는 Table 2와 같다.

即 Metaphase II때 交配 母樹인 *P. alba*에서는 Metaphase I과 같이 1~3까지 Early separation chromosome이 出現했고 *P. glandulosa*에서는 Fig. 22에서 보는 바와같이 正常分離 核板을 多少 觀察할 수 있었지만 1~4까지의 Early separation chromosome의 出現도 觀察할 수 있었다. *P. alba*에서는 觀察細胞 數 308核板中 87.7%인 270枚의 核板은 正常分裂이나 12.3%인 38核板에서는 Fig. 16에서 보는 바와 같이 1~3까지 Early separation chromosome이 나타났고 *P. glandulosa*에서는 300核板中 38枚인 12.7%의 早期分離 染色體를 觀察할 수 있었다. F₁인 ×*P. alba* × *glandulosa*에서는 觀察細胞 303個中 89.0%는 正常分裂이나 11.0%인 33枚 核板이 1~3까지의 Early separation chromosome이 出現함을 觀察할 수 있었다.

따라서 兩親樹인 *P. alba* 및 *P. glandulosa* 와 이들間의 雜種인 ×*P. albaglandulosa* 사이에는 Metaphase I에서와 같이 Metaphase II에서도 Early separation chromosome의 觀察에 있어서 大差를 發見할 수 없었다.

그리고 Metaphase II 때의 chromosome disjunction은 *P. albaxglandulosa*와 *P. glandulosa*가 雜種인 까닭에 異常分離가 豫想되지만 本觀察에서는 核板의 不足으로 觀察할 수 없었으나 19-19의 核板만 觀察할 수 있었다. (Fig. 7, 24.) *P. alba*는 觀察 못했음.

藤島¹⁴⁾는 半野生인 *Tradescantia canaliculata* 4倍體의 核學的 考察에서 Metaphase以後의 分裂異常 現象으로써 染色體의 斷片化 染色體不等配分, 染色體橋 遲滯染色體等を 報告하고 Rumulu²⁶⁾는 *Sorghum*을 X-ray와 r-ray로 誘導한 形態的 變異와 減數分裂 異常에 關한 研究에서 Metaphase I 때 Laggard bridges of tripolar spindles 小核과 多核등을 觀察 報告했다. 結局 이러한 Early separation chromosome의 影響으로 Metaphase II 때 染色體 分裂이 正數性을 잃는 原因이 될 것이라고 생각된다.

2. Anaphase I 및 Anaphase II의 減數分裂

Anaphase 때 나타나는 染色體 異常으로 Bridge 와 Lagging 現象을 들 수 있는데 Bridge는 chromatin bridge와 inversion bridge로 區別되며 chromatin bridge는 染色體의 Stickness로 인해 생긴 細長한 染色體의 連續線이 Telophase까지 持續되어 남게된 것이며 Inversion bridge는 兩染色體群 사이에 걸쳐 있는 chromatin이 均一한 두께의 실과 같이 늘어진 것이다. Laggard는 極을 向해 가고 있는 染色體 Arm이 chiasm termination의 失敗와 Anaphase I의 Logging에 隨伴하여 非正當的으로 풀려가는 것으로 結局은 極에 도달하거나 中途에 消失되어 telophase 때 染色體群에 합쳐진다고 생각된다. Anaphase I 때의 Lagging Chromosome과 Chromosome bridge에 關한 觀察 結果는 Table 3과 같다.

即 母樹인 *P. alba*에서 Lagging chromosome은 (Fig. 14) 1~3까지 30核板에 出現하여 9.9%의 出現率을 나타냈고 chromosome bridge (Fig. 15)는 9核板에 出現하여 3.3%로 나타나 結局 14.2%가 異常分裂을 하고 있음이 觀察되었다. 花粉母樹인 *P. glandulosa*에서는 Lagging chromosome (Fig. 21)이 1~3까지 21核板에 出現하여 7%의 出現率을 나타내며 Chromo-

some bridge (Fig. 23)는 10核板으로 3.3%를 나타내어 모두 10.3%의 異常分裂을 觀察할 수 있었고 F₁인 ×*P. albaglandulosa*에서 Lagging chromosome (Fig. 5, 8)은 1~2까지 29核板으로 11.6%를 차지하며 chromosome bridge는 9核板인 2.8%로 觀察되어 結局 14.4%의 異常分裂을 觀察할 수 있었다.

따라서 Anaphase I 때 交配 母樹인 *P. alba*나 花粉母樹인 *P. glandulosa* 및 雜種인 ×*P. albaglandulosa*에서는 染色體橋의 出現率에는 差가 없었고 Lagging chromosome에서도 雜種인 ×*P. albaglandulosa*가 약간 높은 出現頻도를 보이고 있을 뿐 兩親과 큰 差異는 認定되지 않았다. 또한 同一核板속에 Laggard 와 bridge가 함께 出現하는 경우와 各各 出現하는 경우도 있다.

또한 德增²¹⁾은 同質四倍體 *Japanese radishes*의 觀察에서 Anaphase I 때 나타나는 Lagging chromosome은 染色體 排列에서 생긴 1價 染色體에 의해 생긴다고 하였으며 이들은 Anaphase II까지 殘存하여 Mond chromosome으로 나타나지만 그 出現頻도는 낮다고 報告했다. 以上の 觀察로서 Lagging chromosome과 chromosome bridge의 出現率로 보아 어느 個體가 安定되고 어느 個體가 不安定한가는 언급하기 곤란하며 약간의 不規則性은 觀察할 수 있었지만 비교적 規則적이고 安定된 分裂을 하는 樹種이라고 思料된다. Table 4는 Anaphase II 때 Lagging chromosome과 chromosome bridge를 觀察한 것으로 母樹인 *P. alba*에서는 Lagging chromosome이 1~4까지 26核板이 出現하여 9.7%를 나타내며 chromosome bridge는 15核板으로 5%로써 12.7%의 異常分裂을 나타내고 있었다.

이와같이 chromosome bridge의 出現率이 Anaphase I 때보다 훨씬 높은 것은 아마 Anaphase I 때 1~3出現하던 Laggard가 分裂進行中 兩極을 向하는 染色體의 不均等 分配 現象으로 誘起된 것이라 推測되며 이러한 異常分裂은 減數分裂하는 細胞의 局部的인 生理的 變異에 의한 것이라 思料되며 Sudhakaran²⁴⁾은 Triploid의 減數分裂 觀察에서 Fragment와 chiasma 形成의 結果로 생긴 1價의 높은 頻도는 花粉母細胞의 生理的 不均衡에 의한 것이라고 報告하고 있다. F₁인 ×*P. albaglandulosa*에서 Lagging chromosome (Fig. 8)은 1~2까지의 것이 26核板으로 10.2%가 出現함이 觀察되었고 chromosome bridge 8核板으로 30%를 나타냈다.

이와같이 Anaphase II 때 Lagging chromosome과 Chromo-

Tab. 3. Frequency of lagging chromosomes and chromosome bridges at anaphase I in PMC's of parents and F₁

Species	Lagging chromosomes			Chromosome bridges	Normal of PMC's		Number of observed
	I	II	III		Normal cells	%	
<i>P. alba</i>	18	9	3	9 3.3%	236	75.8	275
<i>P. glandulosa</i>	15	4	2	10 3.3%	270	89.7	301
<i>P. alba glandulosa</i>	23	6	-	9 2.8%	250	85.6	300

Tab. 4. Frequency of lagging chromosomes and chromosome bridges at anaphase II in PMC's of parents and F₁.

Species	Lagging chromosomes			Chromosome bridges	Normal of PMC's		Number of observed
	I	II	III		Normal cells	%	
<i>P. alba</i>	14	11	1	9 3.3%	235	87.0	270
<i>P. glandulosa</i>	19	4	-	15 5.0%	262	87.3	300
<i>P. alba glandulosa</i>	19	7	-	8 3.0%	265	86.8	300

Tab. 5. Various types of pollen sporads in the parents and F₁.

Species	Monabs	Diads	Triads	Tetrads	Pentads	Hexads	Total	Abnormal sporads
<i>P. alba</i>	3	2	11	285	4	-	305	6.6
<i>P. glandulosa</i>	-	1	8	288	2	1	300	4.0
<i>P. alba glandulosa</i>	1	1	18	280	6	-	306	8.2

mosome bridge를 觀察해 보건데 花粉母樹인 *P. glandulosa*에 있어서 Chromosome bridge의 出現이 다소 높았으나 交配 母樹인 *P. alba*와 雜種인 $\times P. albaglandulosa$ 사이에서는 거의 비슷한 出現率을 나타내고 있어 비교적 安定된 分裂을 하고 있다고 推測할 수 있었다. 金⁽¹⁴⁾은 Colchitetraploid *Robinia pseudoacacia*와 次代의 染色体 觀察에서 4倍體 母樹에서 Laggard와 Chromosome bridge의 出現率이 가장 낮은 理由로써 氣候風土에 長期間 順化되어 細胞學的 生理學的 遺傳的으로 安定되었기 때문이라고 했으며 Saylor and Smith⁽³²⁾는 *Pinus* 屬의 種과 種間雜種에서 早期分 離 染色体, 遲滯染色体, 染色体橋, Fragment 등의 減數分裂 異常現象은 個體間 혹은 年度에 따라 差異가 있다고 했으며 中島⁽²³⁾는 普通系 小麥의 屬間雜種의 細胞學的 考察에서 Anaphase I 때 많은 Laggard가 나타남을 觀察 報告 했으며 荻原⁽¹³⁾는 *Lilium japonicum*의 染色体 觀察에서 Anaphase I 때 높은 Lagging chromosome이 나타남을 觀察했으나 減數分裂 異常과는 連結시키지 않았다. 橋詰⁽¹²⁾는 *Thujaopsis dolabrata* var. *hondai*의 花粉形成 및 發育에 따른 研究에서 Lagging chromosome 과 chromosome bridge를 觀察했는데 1~2개의 Laggard가 出現하는 異常現象이 原因이 되어 巨大花粉이 形成된다고 했고 chromosome bridge는 Anaphase I, II 때 많이 나타났으며 Anaphase I 때 形成된 것이 그대로 남아 Anaphase II 때 出現한다고 報告하고 있다. 또한 中平⁽²²⁾은 6倍體 *Edgeworthia papyrifera*의 研究에서 3 Laggard를 觀察했으며 Mehrtra and Kosla⁽¹⁶⁾는 East Himalayan Hamamelidaceae Cambrelaceae 및 Myrtaceae의 細胞學的 研究에서 Late Anaphase II 때 Laggard를 觀察하고 이러한 異常現象은 染色体의 構造的 變化에 의한 것이라 했으며 이들의 花分稔性은 75~80%라고 報告했다.

3. Pollen Sporangium 觀察

花粉母細胞의 減數分裂이 正常的으로 이루어졌다면 Tetrad가 形成되어야 하지만 分裂過程의 不規則으로 因해 본 觀察에서는 Pollen sporad가 Monad에서 Hexade까지 形成됨을 觀察했다. Table. 5에서 母樹인 *P. alba*에서는 Monad에서 Pentads (Fig. 17)까지 出現하여 Abnormal sporad는 6.6%며 花粉樹인 *P. glandulosa*에서는 Diads에서 Hexads (Fig. 25)까지 出現하여 Abnormal sporad는 4.0%며 F_1 인 $\times P. albaglandulosa$ 에서는 Monad로부터 Pentads (Fig. 9, 10, 11, 12)까지 出現하여 Abnormal sporad는 8.2%로써 F_1 에서

비교적 높은 Abnormal sporad 出現率을 나타내고 있었다.

또한 減數分裂의 異常現象의 結果 花粉粒의 크기에 差가 있어 正常 4分子는 거의 같은 크기의 것이지만 그외의 花粉粒은 小粒이거나 大粒의 것도 觀察되었다. 따라서 Abnormal sporad의 出現率은 Metaphase와 Anaphase에서 早期分離 染色体 遲滯 染色体 橋 등이 거의 비슷하게 出現했으나 Pollen sporad에서는 F_1 이 다소 높은 出現率을 나타내었고 花粉四分子의 出現率도 F_1 과 兩親樹間에 큰 差異는 觀察할 수 없었으나 $F_1 \times P. albaglandulosa$ 에서 多少 低下한 傾向을 나타내었다. 以上の 結果 要約 結論하면 $\times P. albaglandulosa$ 는 兩親樹에서와 같이 Metaphase I, II에서나 Anaphase I, II에서 多少의 染色体分離와 接合에 있어서 不規則한 傾向을 呈示하고 있어 結果的으로 Pollen sporad 形成에 多少 影響을 끼친 것 같으나 仍 安定된 像을 하고 있는 一代 雜種이라고 할 수 있다.

*2 引用 文 獻

1. BLACKBURN, K. B. and HARRISON, H. 1922. The meiotic phase in the *Salicaceae*. British Assoc. Advan. Sci., 368. Cited by EKBERG et al. (1967).
2. CHANDLER, C. and MAVRODINEAU, S. 1965. Meiosis in *Larix laricina* Koch. Contrib. Boyce Thompson Inst., 23: 67-76.
3. CHIBA, S. and WATANABE, M. 1952. Abnormal pollen grains of *Cryptomeria japonica* D. Don. produced by heat treatment. Rep. Gov. For. Exp. sta., 64: 13-20.
4. CHIRA, E. 1967. Pollen grains of *Pinus edulis* with more than haploid number of chromosomes. Silvae Gen., 16: 14-18.
5. EKBERG, I., ERIKSSON, G., KARTEL, N. and SULIKOVA, Z. 1967. The meiotic development in male aspen. Stud. For. Suec. 58: 3-16.
6. ERIKSSON, G. 1968. Meiosis and pollen formation in *Larix*. Akadmisk. Avhandling. 1-18.
7. ERIKSSON, G., and EKBERG, T. and JONSSON, A. 1972. Meiotic and pollen investigations as a guide for localization of forest tree seed orchards in Sweden. IUFRO Genetics - SABRAO Joint Symposia, Tokyo, B-4: 1-28.

8. ERLANSON, W., and HERMANN, F. 1973. The morphology and cytology of perfect flowers in *Populus tremuloides* Mich. papers Mich. Acad. Sci., 8: 97-110. Cited by EKBERG et al. (1967).

9. HAIR, J., and BEUZENBERG, E. 1958. Chromosomal evaluation in the *Podocarpaceae*. Nature, 181: 1584-1586.

⑩ 韓國樹木圖鑑 1966. 林業試驗場

⑪ 韓根烈 李炳基 1962. 비추青那若根 무우 蔚山 在來의 屬間雜種에 대한 細胞遺傳學的 研究 植物學會誌 V(3): 21~24.

⑫ 橋詰卓人, 1968. 林木の交配に關する基礎的 研究 (II). ヒノキスナロの 花粉の形成 發育ならびに 採取 適期. 日林誌, 50(12): 365~372.

⑬ 荻原 吟, 1968. ササコリのB-染色体 育生集團における その普通型の 出現頻度並びに P. M. C. 減數分裂 第一後期における行動. 染色体誌, 72~73: 2346~2355.

⑭ 藤島弘純, 1970. ツエクスサ科植ムラサキツユクサならびに 兩親植物の 核學的 考察, 染色体

15. ILLIES, Z.M. 1956. Veränderungen der pollen-grösse bei Läche nach blütenbehandlung mit colchicin. Z. Forstgenetik Forst planzanzücht. 5: 112-115. Cited by ANDERSSON et al. (1969).

16 金鼎錫, 金錫求, 김승진, 1974. 人爲倍數性 林木에 關한 研究Ⅺ. 人爲4倍體 아까시나무 次代의 減數 分裂, 育種誌, 6(1): 52~61.

17 金鼎錫, 鄭相煥, 1974. Populus 屬의 Isoperoxidase 變異 I. *Populus alba*, *P. glandulosa* 및 *P. euramericana* 類에 對한 Isoperoxidase의 變異. 林育研報 11: 53~59.

18. MEHRRA, P.N. and KHOSLA, P.K. 1972. Cytogenetical studies of east Himalayan, *Hamamelidaceae*, *Cambretaceae* and *Myrtaceae*. Silvae Gen., 21(5): 186-190.

19. MERGEN, F. and JOHANSEN, S.T. 1963. Effect of ionizing radiation on microsporogenesis in *Pinus rigida* Mill. Radiation Botany. 3: 321-331.

20. MEURMAN, O. 1925. Soc. Sci. Fennica, Commentationes Biol., 2: 1-105, Cited by ANDERSSON et al. (1969).

21. MUNTZING, A. 1936. Hereditas, 21: 383-393. Cited by ANDERSSON et al. (1969).

22 中平村幸助 1957. 特用樹種の 育種に關する研究(4). ミツマタの 人爲六倍體について. 育種誌, 7(2): 56~61

23 中島吾一, 1968. 普通系小麦メライ屬間 雜種の 細胞 遺傳學的 研究 A. $2n=24\sim44$ 染色をもつ F_2 植物の花粉 母細胞の成熟分裂 染色体誌, 72~73, 2331~2345.

24. NICOLAEVA, O.E. 1965. Anatomical and Cytological investigation of valuable forms and hybrids of aspen. Selection of fast growing trees, 58-80.

25 西山市 渡部忠廣, 1960. 人爲的倍數植物の研究 究 20. ミツマタの 品種間雜種(靜岡種人高知種) について. 育種誌, 10(4): 228~232

26 朴鍾汶, 1959. 在來種 참깨의 細胞學的 考察 韓國農學會誌 5: 21~34.

27. PEDERICK, L.A. 1967. The structure and identification of the Chromosomes of *Pinus radiata* D. Don. Silvae Gen., 16: 69-77.

28. RUMULU, K.S. 1971. Induced structural changes and meiotic aberration in Sorghum. Cytologia, 36: 229-236.

29. REHDER, A. 1958. Manual of cultivated trees and shrubs, 71-82.

30. RUNQUIST, E. 1968. Meiotic investigation in *Pinus silvestris* L. Hereditas, 60: 77-128.

31. SAK, K. 1960. Meiosis in interspecific Pine hybrids. Forest Sci., 6: 135-138.

32. SAYLOR, L.C. and SMITH, B.W. 1966. Meiotic irregularity in species and interspecific hybrids of *Pinus*. Am. Jour. Bot., 53: 453-468.

33. Seitz, F.W. 1951. Chromosomenzahlenverhältnisse bei Holzpflanzen. Z. Forstgenet., 1: 22-32. Cited by International Review of Forestry Research (1970).

34. SUDHAKARAN, I.V. 1971. Meiosis in triploid *Vinca rosea* L. Cytologia, 36: 34-41.

35 德增 智, 1961. 同質四倍體大根系統に於ける 異數體の出現と倍數性の維持及び崩壞. 愛媛大學紀要, 農學 6. 7(2): 179~347.

Figs. 1-12. Meiotic division of PMCs of x *P. albaglandulosa*.

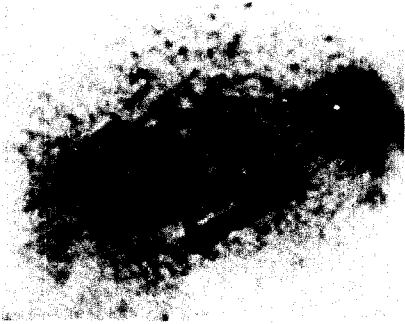


Fig. 1. Metaphase I normal nuclear plate.



Fig. 2. Metaphase I 19 II configuration.



Fig. 3. Metaphase I 18 II + 21 configuration.



Fig. 4. Metaphase I early separation chromosome.



Fig. 5. Anaphase I lagging chromosome.

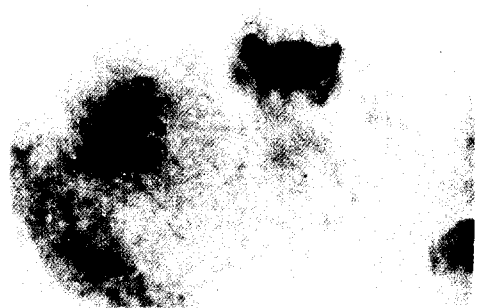


Fig. 6. Metaphase II normal nuclear plate.

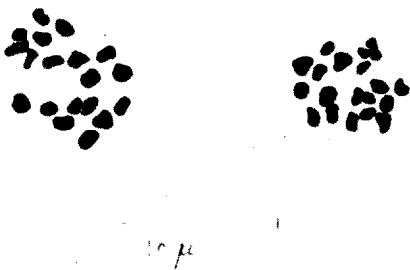


Fig. 7. Metaphase II 19-19 disjunction.

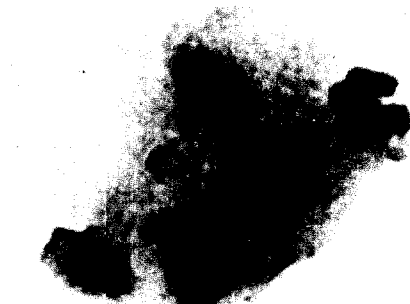
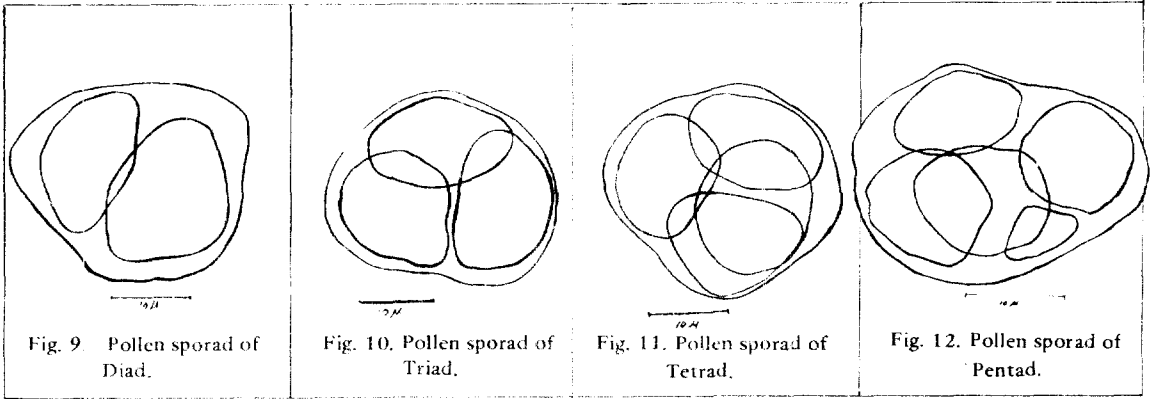


Fig. 8. Anaphase II lagging chromosomes.



Figs. 13-17. Meiotic division of PMCs of *P. alba*.



Fig. 13. Metaphase I normal nuclear plate.



Fig. 14. Anaphase I lagging chromosome.



Fig. 15. Anaphase I chromosome bridge.

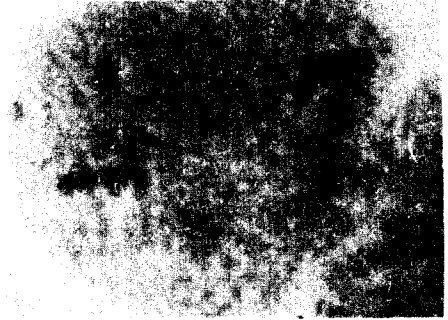


Fig. 16. Metaphase II early separation chromosomes.

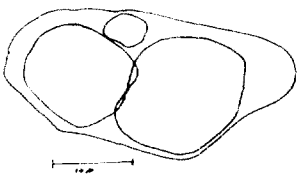


Fig. 17. Pollen sporad of triad.

Figs. 18-25. Meiotic division of PMCs of *P. glandulosa*.



Fig. 18. Metaphase I 19 II configuration.

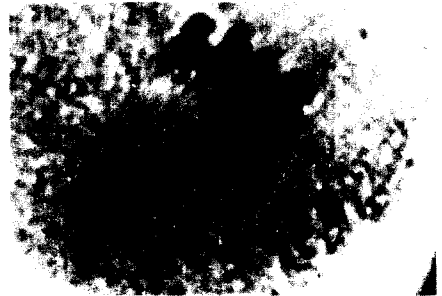


Fig. 19. Metaphase I early separation chromosome.



Fig. 20. Metaphase I 19 II configuration.



Fig. 21. Anaphase I lagging chromosome.



Fig. 22. Late metaphase II normal nuclear plate.



Fig. 23. Anaphase II chromosome bridges.

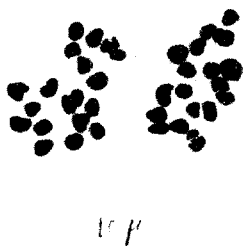


Fig. 24. Metaphase II 19-19 disjunction.

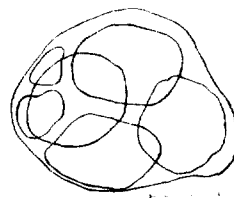


Fig. 25. Pollen sporad of Hexad.