

Pinus thunbergii × *P. massoniana* F₁ 交雜種 幼苗의 特性¹

朴文漢²·全桂相²·尹陽²

Characteristics of *Pinus thunbergii* × *P. massoniana* F₁ Hybrid Seedlings¹

Mun Han Park² · Gae Sang Jhun² · Yang Youn²

要 約

*Pinus thunbergii*를 交配母樹로 하고 台灣으로부터 導入된 *P. massoniana* 花粉으로 人工交配한 交雜種 과 그의 母樹 風媒次代들에 對한 充實種子生産, 生長, 外部形態學的, 內部解剖學的 特性 및 Phenol 物質含量을 調査하였다. 1) 毬果當 充實種子 生産量은 交雜種이 平均 2.3粒으로 風媒 26粒에 比하여 低調하였다. 2) 幼苗時 苗高生長은 交雜種이 風媒次代에 比해 平均 151%로 優秀하였으며 120~208%의 變異를 나타냈다. 3) 針葉의 外部形態學的 特性은 交雜種이 風媒次代에 比하여 針葉이 부드럽고, 軟하고, 길며, 軟綠色을 나타내고 解剖形態에 있어서는 樹脂溝의 位置가 *P. thunbergii* 風媒次代는 中位인데 比하여 交雜種들은 中位와 外位가 同時에 나타났다. 4) Phenol 物質分析에 있어서는 交雜種과 *P. thunbergii* 風媒次代間에 뚜렷한 差異가 없었으나 Unknown 4와 6의 物質이 交雜種에만 나타난 事實은 特異하나 이것이 花粉樹에서 由來된 것인지의 與否는 좀 더 究明되어야 할 課題이다.

ABSTRACT

Pinus thunbergii × *P. massoniana* F₁ hybrids were made by pollinating 15 years old Japanese black pine (*P. thunbergii*) with Masson pine (*P. massoniana*) pollen, air-shipped from Taiwan. The crossability between two species were observed. Seedling height, morphological characteristics, and the composition of phenolic compounds of these hybrids and the open-pollinated progenies of *P. thunbergii* were investigated. The results of the observation were as follows; 1) Number of the hybrid seeds per cone was 2.3, while open-pollinated Japanese black pine produced 26 seeds per cone. 2) All hybrid seedlings outgrew *P. thunbergii*, averaging 151% of mean height of Japanese black pine seedlings. The growth of hybrids was much variable, ranging from 120% to 208% of mean height of the open-pollinated progenies of *P. thunbergii*. 3) With regard to needle characteristics, the hybrid needles were longer and softer than those of *P. thunbergii*. The color of hybrid needles showed yellowish green. The positions of resin ducts in *P. thunbergii* observed medial, while those of hybrids showed medial and external. 4) No large difference in phenolic compound composition between hybrid and *P. thunbergii* was found, but phenolic compound of unknown 4 and 6 were observed only in hybrid. Further intensive work is recommended in this area.

Key words: *Pinus thunbergii* × *P. massoniana*; crossability; seedling height; morphological characteristics.

¹接受 5月 3日 Received May 3, 1985.

²林木育種研究所 Institute of Forest Genetics, Suweon, Korea.

緒 言

人工交雜을 통한 새로운品種의 育成은 一般 農作物에서 뿐만 아니라 林木에서도 重要的 位置를 차지하고 있다. 自然狀態下에서는 樹種間 交雜을 통해서 顯著히 다른 變異를 創出해 내기 어려우나, 人間은 人工交配를 통해 이것을 可能하게 함으로서 經濟的으로 重要的 形質의 改良이라든가 生産性을 높이고 또한 여러가지 利用目的에 알맞은 品種들을 育成해 낼 수 있다. 소나무類의 種間交雜의 成果는 1910年代에 美國의 Placerville 에 있는 林木育種研究所에서 大規模로 始作되어 많은 業績을 내었다.^{3,4,5} *Pinus rigida* × *P. taeda*,⁹ *Pinus caribaea* × *P. eliottii*,¹² *Larix leptolepis* × *L. decidua*²⁰ 등은 交雜育種의 代表的인 例가 된다. *P. thunbergii*는 韓國과 日本, 北緯 29°~41°사이의 주로 海岸地方에서 좋은 生長을 보여주는 樹種으로 *P. densiflora*와는 自然的으로 交雜이 이루어진다.¹¹ 한편 *P. massoniana*는 中共의 揚子江 以南으로부터 台灣까지 廣範圍하게 分布하고 있으면서 多様な 立地條件에 比하면 遺傳的 變異가 比較的 單調로운(Homogeneous) 樹種이다.¹⁰ 두 樹種은 서로 가까운 類緣關係를 가지고 있기 때문에 Shew,¹⁴ Pilger,¹³ 그리고 Duffield⁶는 모두 同一한 Group으로 分類를 하고 있다. *Pinus thunbergii* × *P. massoniana*는 最近 日本에서 材線虫(*Bursaphelenchus ligniclus*)에 對하여 抵抗性으로 밝혀져⁷ 大量人工交配를 實施하고 있다. 本試驗은 鄉土樹種인 *P. thunbergii*의 生長 및 耐病虫性을 向上시키고져 台灣으로부터 導入된 花粉으로 人工交配한 *Pinus thunbergii* × *P. massoniana*가 幼時生長이 빠르고 形態學的으로 差異가 나타나기 때문에 調査한 特性들을 發表코져 한다.

材料 및 方法

供試材料는 濟州道 西歸邑 所在 林木育種研究所 南部育種場管內에 植栽한 15年生 *P. thunbergii*를 交配母樹로 하고 台灣으로부터 導入한 *P. massoniana* 花粉을 使用하여 1982年 5월에 人工交配를 實施하였다. 交配한 穗果는 1983年 가을에 組合別로 採取하고 比較로 그 母樹의 風媒穗果도 함께 採取, 脫種하여 精選過程을 거쳐 充實種子과 빈種자를 區分하고 充實種子率을 計算하였다. 充實種자는 이듬해 봄

에 環境條件이 比較的 均一한 圃場에 風媒種자와 比較되게 組合別로 播種하였다. 苗高測定은 生長이 停止된 10월에 全體數를 對象으로 實施하였다.

또한 葉의 特性은 組合當 10本씩 Sampling을 하고 그 個體에서 가장 긴 針葉 10葉씩 採取, 針葉長, 鋸齒數, 氣空數, 氣空列數, 樹脂溝의 數 및 位置를 調査하였다. 또한 이들 交雜種苗木과 風媒次代苗木의 針葉에 對하여 Liquid chromatography (Model ALC/GPC 244)에 依해 Phenol 物質 含量을 分析하였다. 分析은 Tija and Houston⁵의 方法을 利用하였다.

結果 및 考察

1. 交雜親和性

人工交配한 交配種子生産 結果는 Table 1과 같다. *P. thunbergii*는 充實種子率이 11番 個體木과 16番 個體木 母樹를 除外하고는 모두 90% 以上을 나타냈으나 交雜種은 1番 個體木을 除外하고는 4~7%의 低調한 成績을 나타냈다. Crossability value³를 計算한 結果 5~26%로 두 樹種의 類緣關係가 가까운 것으로 나타났다. 穗果當 充實種子粒數도 母樹에 따라 變異가 있었는데 *P. thunbergii* 風媒는 平均 26粒, 交雜種은 2.3粒이었다. 이는 Kurinobu 等¹⁰이 報告한 *P. thunbergii* 風媒가 平均 50粒 內外, 交雜種이 3.9~6.5粒보다 낮은 數值였다. 이것은 交配場所가 海風을 심하게 받는 地域이기 때문에 암꽃에 對한 受粉의 不利한 影響과 또한 交配袋의 物理的 損傷에 基因한 것으로 보인다.

2. 交雜種의 生長

Table 2에서와 같이 7個의 交雜組合次代苗木은 同一한 *P. thunbergii* 風媒次代들 보다 모두 生長의 優位를 나타내었으며 交配母樹에 따라 120%에서 208%까지 큰 變異를 나타내었다. *P. thunbergii*의 平均苗高는 8.3cm 이고 交雜種은 平均 12.6 cm로 交雜種이 151% 優秀하였다. 이러한 現象이 雜種強勢(Hybrid vigor)에 基因되는지의 與否는 花粉樹인 *P. massoniana* 次代들과 比較할 수 없었기 때문에 確認할 수 없었다.

3. 交雜種의 形態學的 特性

交雜種들의 形態學的 特性은 Table 3과 같다. 즉 Furukoshi와 Sasaki⁷가 報告한 바와 같이 針葉이

Table 1. Cone and seed production of *P. thunbergii* × *P. massoniana* and open-pollinated *P. thunbergii*

Combination		Total number of cones	Total number of seeds	No. of full seeds	Percentage of full seeds (%)	Full seeds per cone
Female	Male					
<i>P. thunbergii</i>						
1	O. P.*	20	1,100	1,045	95	52.3
1	P. mass.**	9	103	45	43	5.0
2	O. P.	10	415	382	92	38.2
2	P. mass.	16	720	34	4	2.1
11	O. P.	3	27	15	65	5.0
11	P. mass.	30	570	40	7	11.3
12	O. P.	20	1,150	1,103	97	55.1
12	P. mass.	12	595	34	6	2.8
13	O. P.	15	310	390	93	19.3
13	P. mass.	14	393	15	4	1.1
14	O. P.	17	610	560	91	32.9
14	P. mass.	8	247	16	6	2.0
16	O. P.	2	51	15	29	7.5
16	P. mass.	22	640	40	6	1.8

* : Open-pollinated

** : *P. massoniana*(pollen mix)

Table 2. Comparison of seedling height between hybrids and open-pollinated progenies of *P. thunbergii*

Maternal tree	Height (cm)		Ratio of height growth (%)
	Hybrids	Open-pollinated progenies	
<i>P. thunbergii</i>			
1	12.0	10.0	120
2	13.4	8.7	154
11	14.0	9.0	156
12	10.9	7.6	143
13	13.6	8.6	158
14	12.1	8.3	146
16	12.5	6.0	208
Mean	12.6	8.3	151

길고 부드러운데 針葉色이 *P. thunbergii* 次代樹들에 비하여 軟綠色을 나타내었다. 冬芽의 색도 *P. thunbergii* 보다는 소나무에 가까운 褐色을 띄고 있었다. mm當 鋸齒數, 氣空數, 氣空列數는 두 樹種間에 統計的 有意差는 認定되지 않았으나 鋸齒數는 *P. thunbergii* 가 다소 많았다.

樹脂溝의 位置는 *P. thunbergii* 가 大部分 中位인데 비하여 交雜種들은 中位와 外位가 同時에 나타났는데, 外位는 花粉樹에서 온 것으로 推定되며 針葉의 樹脂溝는 分類學上 重要한 因子로 Gausson,⁸⁾ Shaw,¹⁴⁾ Ahn¹⁾은 樹脂溝 位置가 소나무類 種의 固有한 特性이라 하였다.

Table 3. Morphological comparison of some characteristics between hybrids and open-pollinated progenies of *P. thunbergii*

Characters	Hybrid	<i>P. thunbergii</i>
• Color of winter buds	Brown	Light gray
• Needles	Soft	Hard
Length	Longer	Shorter
Color	Yellowish green	Blue green
• No. of serrations per mm	8.06 6.11 - 11.67*	9.39 6.67 - 12.67
• No. of stomata per mm	9.58 8.06 - 13.06	9.17 7.78 - 11.39
• No. of stomatal rows per mm	7.52 5 - 11	8.58 6 - 11
• Position of resin duct	Medial	Medial and external

* : indicates range.

4. Phenol 物質含量分析

交雜種의 生化學的 特性을 究明하기 위한 Phenol 物質含量을 分析한 結果는 Fig. 1, 2와 Table 4와 같다. Phenol 物質에 있어 一般的으로 *P. thunbergii* 과 交雜種間에는 差異가 나타나지 않았으나 Unknown 4와 6은 *P. thunbergii* 次代苗에서는 나타나지 않았지만 交雜種에서는 나타나므로 이것은 花粉 樹인 *P. massoniana* 에서 온 것으로 推定되나 만족

Table 4. Differences in phenolic compounds of hybrid and *P. thunbergii*

Phenolic compounds	Hybrid	<i>P. thunbergii</i>
Gallic acid	3.6 %	3.4 %
Resorcinol	16.6	10.3
Unknown - 1	—	3.4
Protocatechuic	8.1	4.9
Unknown - 2	6.9	4.0
Unknown - 3	5.2	3.4
Orcinal	2.8	2.0
P-hydroxybenzoic acid	2.8	2.6
Unknown - 4	4.8	—
Caffeic acid	4.0	13.1
P-coumaric acid	7.7	8.6
Salicylic acid	9.3	6.3
Unknown - 5	4.8	13.4
Ferulic acid	4.8	10.6
Unknown - 6	6.1	—
Unknown - 7	8.1	8.6

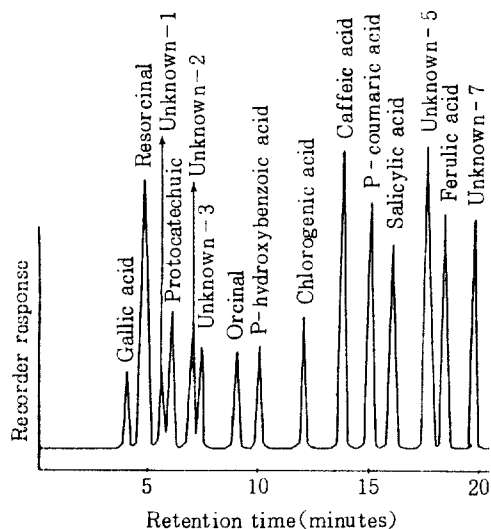


Fig. 1. Liquid chromatogram of the phenolic compounds extracted from *P. thunbergii* needles

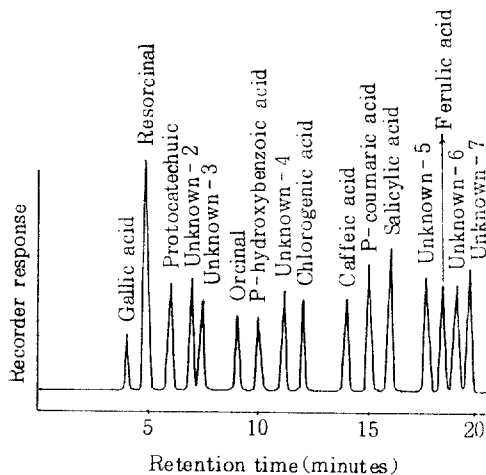


Fig. 2. Liquid chromatogram of the phenolic compounds extracted from hybrid needles

할만한 結論을 얻기에는 供試量이 적었으므로 앞으로 이 交雜種의 今後 生長과 아울러 究明되어야 할 課題이다.

引用 文 獻

1. Ahn, K. Y. 1972. Studies on the species crossabilities in the Genus *Pinus* and principal characteristics of F₁ hybrids. J. Kor. For. Soc. 16:1-32.
2. Brown, A. G. 1972. The role of the hybrid in forest tree breeding. In: Proc. Joint Symp. for For. Tree Breeding IUFRO and SABRAO, Japan, The Governmental For. Exp. Sta. of Japan.
3. Critchfield, W. B. 1962. Hybridization of southern pines in California. For. Gen. Workshop Proc. 1962.
4. _____. 1967. Crossability and relationships of the closed-cone pines. *Silvae Genetica* Vol. 16, No. 3.
5. _____. and S. L. Krugman. 1967. Crossing the western pines at Placerville, Calif. Reprinted from the Univ. of Wash. Arboretum Bull., Seattle, Vol. XXX, No. 4.
6. Duffield, J. W. 1952. Relationship and species by hybridization in the Genus *Pinus*. *Ztschr.*

- f. Forstgenetiku. Forstpflanzenzuchtung, 1: 93-97.
7. Furukoshi, T. and M. Sasaki. 1982. Hybridization among species belong to Sub-sect. Sylvestres and their resistance to wood nematode, including future cross breeding strategy. Annual Report of Kanto For. Tree Breeding Institute, No. 16: 226-240.
 8. Gaussen, Henri. 1960. Les gymnospermes actuelles et fossiles. Fasc. VI. Les coniferales. Chap. 11. Généralités, Genre Pinus.
 9. Hyun, S. K. 1973. Developing advanced generation breeding populations for a hybrid breeding programme. In: Proc. IUFRO Symp. "Selection and breeding to improve some tropical conifers." Gainesville, Florida, Commonwealth For. Ins., Oxford Uni., England. Vol. 2.
 10. Kurinobu, S. K. Ishii and T. Furukoshi. 1982. On the species hybridization among subsections Sylvestres. - seed productivity of F₁ hybrid. Annual Report of Kanto For. Tree Breeding Institute, No. 16:195-225.
 11. Nakamura, K. 1955. On the seedlings of *Pinus densi-thunbergii*. Jap. For. Soc. Jour. 37: 251-252.
 12. Nikles, D. G. 1973. Progress in breeding *Pinus caribaea* Morelet in Queensland, Australia. In: Proc. IUFRO "Selection and breeding to improve some tropical conifers." Gainesville, Florida. (Burley, J. and D. G. Nikles, Editors). Commonwealth For. Ins., Oxford Univ., England. Vol. 2.
 13. Pilger, R. 1926. Genus *Pinus*. In Die natürlichen Pflanzfamilien. Vol. XIII. Gymnospermae. Ed. by A. Engler and K. Prantl.
 14. Shaw, George Russell. 1914. The Genus *Pinus*. (Arnold Arboretum Pub. No. 5) Houghton Mifflin Co., Boston.
 15. Tjia, B. and D. B. Houston. 1975. Phenolic constituents of Norway spruce resistant or susceptible to the eastern spruce gall aphid. For. Sci. 21(2): 180-184.
 16. Wu Shung-Lwen. 1956. The taxonomic revision and phyto-geographical study of Chinese pines. Acta phytotaxonom. Sinica, 5: 131-164. In Chinese, English summary.