

智異山 잣나무集團의 變異에 關한 研究*1

李 康 寧*2

The Variom of Population of *Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc. in Mt. Jiri*1

Kang Young Lee*2

Summary

These studies were carried out to know the variation of morphological tree forms, needles, cotyledons, seed characters and top height growth of seedlings of *Pinus koraiensis* S. et Z. by populations in Mt. Jiri.

The results are summarized as follows:

1. It was observed that the characteristics of length, needles of serration density of needles, percentage of full seeds length, of seeds, thickness, of seeds length of cotyledons, width of cotyledons, numbers of the stomata line in cotyledons and the top height growth of seedlings were significantly different in individual trees and populations.
2. The characteristics of branch angle specific gravity of wood and resin canal numbers of cotyledons were significantly different in populations.
3. It was that the characteristics of numbers of stomata line, width, of seeds weight, of seeds serration density of cotyledons, numbers of cotyledons were significantly different in individuals.
4. The resin canals of needles showed three principle resin canals in individual trees and population, and the coefficients of variation were not shown in individual trees and populations. Stem forms showed to be a straight form with all populations.
5. The characteristics of cotyledons had generally higher tendency than the characteristics of needles in comparison with coefficience of variation.

智異山 一帶에 生育되고 있는 잣나무集團의 變異를 究明하기 위해 樹形, 針葉, 子葉, 種子, 苗木成長의 特性 조사하였다. 두개 集團을 比較 檢討하였던 바 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 針葉의 葉長, 鋸齒密度, 種子充實率, 種子長, 種子厚, 子葉長, 子葉幅, 子葉의 氣孔線數와 苗木成長에 있어서는 集團, 個體間에 有意差를 認定할 수 있었다.
2. 樹木의 力枝角과 木材의 比重, 子葉 樹脂溝數의 形質에 있어서는 集團間에 有意차가 認定되었다.
3. 針葉의 氣孔線數, 種子幅, 種子重量, 子葉의 鋸齒密度, 子葉數의 形質은 個體間에 有意差를 認定할 수 있었다.
4. 針葉의 樹脂溝는 集團, 個體間 모두 3個의 主樹脂溝만 發達하여 變異幅은 認定할 수 없었다. 그리고 樹幹型은 두 集團 모두 通直性을 나타내었다.
5. 針葉과 子葉 形質의 變異係數는 대체로 子葉의 것이 큰 傾向을 나타내었다.

緒 言

잣나무는 우리나라와 滿州의 東部, 시베리아 東南部 日本 等地에 分布되고 특히 우리나라에 있어서는 寒帶

를 郷土로 하여 南部地方에서는 高山地帶에 天然分布되고 있다. 또한 잣나무는 耐寒性이 強하고 소나무類 가운데 比較的 病蟲害에 대한 抵抗力이 強할 뿐 아니라 優秀한 材質을 가져 여러面으로 賞用되고 있어서 우리나라는 이것을 長期成長樹로서 推進하고 있다.

*1 Received for publication on March 2, 1977

*2 慶尙大學 Gyeongsang National University

林木의 形質에는 遺傳子의 活動에 의해서 外部에 나타나는 不連續인 質의 形質과 그 變化를 連續적으로 나타나는 量的形質이 있다. 이 形質은 遺傳子의 活動에 基本을 두고 또한 氣象, 土地等 環境條件의 影響을 받아서 集團間, 個體間에 差異를 나타낸다. 이러한 地域間 또는 같은 地域內의 林分間, 같은 林分內의 個體別 形質을 觀察하여 變異를 利用하므로써 優良한 林木 選拔에 의한 森林의 生産力을 높이는 手段으로 講究될 수가 있다. 即 優良個體를 選拔할 때 樹高의 差異가 주로 遺傳的인 原因에 의한 것이라면 樹高增大의 可能性을 期待할 수 있을 것이다.

本 研究는 智異山 中腹以上에 天然分布되어 있는 集團과 中腹以下에 植栽된 優良集團을 選拔해서 諸特性을 比較分析하므로써 育種源으로 使用될 수 있는 集團 選拔을 위한 基礎的 資料로서 本實驗을 遂行 하였다.

研究史

林木은 오랜 期間에 氣候 혹은 土地의 條件의 制約에 의해서 그 生育地域에 適合하지 않는 遺傳子型은 自然淘汰되고 그 地域에 適合한 遺傳子型의 個體가 남는 것으로 생각하고 있다.

任²⁰⁾은 우리나라 소나무 天然集團의 外形, 針葉, 材質의 特性에 關하여 集團, 個體間의 有意差와 變異를 究明한 바 있다. 또한 任^{20, 22)}은 紅島의 赤松集團에 대한 特性을 究明하고 우리나라 赤松은 地域의 品種의 分化가 이루어진 것으로 보고 產地에 따른 種子의 中性子照射에 대한 發芽直後의 幼苗 生存率 差異를 報告한 바 있다. 그리고 任²¹⁾은 우리나라 南海岸에 따라 分布되고 있는 海송集團과 一部 島嶼에 生育되고 있는 集團의 針葉 樹脂溝數는 集團, 個體間에 有意差가 있음을 認定하였고 海송 產地에 의한 種子 特性과 苗木成長의 特性도 分析²³⁾된 바 있다.

長尾·淺川¹¹⁾는 母樹別 소나무種子를 여러가지 條件으로 發芽시킨 結果 母樹에 따라 發芽의 反應에 差異가 있음을 指摘한 바 있고 武藤¹⁰⁾는 삼나무

天然集團의 針葉形質을 調查하여 主成分分析에 의한 特性을 究明하였으며 또한 戶田¹⁷⁾는 삼나무 林分內의 몇 가지 形質에 대한 遺傳力과 變異量을 計算하고 豫期되는 選拔의 效果를 究明한 바 있다.

明石²⁾는 편백의 遺傳力은 枝角이 가장 높고 樹高, 樹高周圍, 枝數 順으로 나타내고 가지의 굵기가 가장 낮은 遺傳力을 나타내었다고 報告한 바 있다. 岡田¹⁵⁾는 *Picea glehnii*에 대한 地域的 變異를 調查한 바 苗木生長은 產地間에 큰 變異를 認定하고 있으며 大庭¹²⁾은 母樹別 產地別에 의한 소나무, 해송 幼苗의 肥料反應에 있어서 产地와 施肥量 間의 相互作用에는 遺傳的인 要因이 關與하고 있는 것으로 推定하고 있으며 岡田^{13, 14)}는 일본갯나무의 子葉數는 各 产地內의 母樹間에 有意差가 있음을 認定하고 또한 播種苗 生長의 产地間의 特性도 究明한 바 있다. 本研究에 關係되는 갯나무에 대한 報告로서 金⁹⁾은 갯나무 種子休眠에 關與하는 發芽抑制物質을 胚, 胚乳, 種皮의 各 部分에서 抽出한 바 있고 淺川³⁾는 五葉松類의 種子 濕層處理에 의한 發芽促進效果를 分析한 바 있으며 李·任⁷⁾은 갯나무子葉의 橫斷面에 나타나는 樹脂溝數를 發育段階에 따른 變化狀態를 究明한 바 있고 閔⁸⁾은 種子 成熟過程에 있어서 內的變化를 分析하였으며 安¹⁾은 울릉도 섬갯나무의 針葉, 種子特性을 갯나무와 比較 分析한 바 있다.

以上에서 林木集團의 地域 및 特性에 關한 報告는 있으나 갯나무集團의 變異는 究明된 바 없으므로 우선 智異산에 分布되고 있는 集團의 特性을 究明하기 위하여 調査가 進行되었다.

材料 및 方法

I. 試驗材料

智異山 中峙과 下峰사이의 海拔 1100~1200m에서 生育하고 있는 갯나무 天然集團과 海拔 600~700m의 慶南 山淸郡 三壯面 장당 所在 慶尙大學 演習林內에 植栽된 集團을 選拔하여 各 集團別로 0.5ha의 標準地를 設定하고 優勢木을 15本式 無作爲 選拔하였다. 選拔된

Table 1. Location of *Pinus koraiensis* populations in Mt. Jiri

Pop.	Location	Latitude	Longitude	Aspect	Altitude (m)
P-1	The intermediate of between Jungbong and Habong	35°22'	127°45'	SW	1,100—1,200
P-2	Daepo-Ri, Samjang-Myeon, Sanchong-Gun, Gyeongsangnam-Do	35°19'	127°48'	SW	600—700

* P-1 : Natural Population

P-2 : Artificial Population

Table 2. The general survey of populations

Pop.	Slope	Soil			Rock	Degree of mixed stands	Tree No./ha
		Depth (cm)	Moisture	Texture			
F-1	35	58	Moderate	Loamy fine sand	Granite	Mixed stand	500(200)
F-2	30	50	Moderate	Loamy sand	Granite	Pure stand	600

().....Pinus Koraiensis

Table 3. Soil analysis of the site populations bocatd

Pop.	pH		O.M (%)	T-N (%)	P ₂ O ₅ (ppm)	m.e./100g			Active (ppm)		Coarse sand (%)	Fine sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Texture International classification
	H ₂ O	KCl				Ca	Mg	K	Al	Fe					
P-1	4.9	4.2	3.5	0.27	156.0	0.71	0.29	0.17	277	1800	38.55	44.35	10.80	6.25	Loamy fine sand
P-2	5.4	4.3	3.6	0.26	150.8	0.60	0.24	0.24	202	1590	40.30	35.00	11.25	13.45	Loamy sand

位置, 地況은 表 1, 2, 3과 같다.

II. 方法

本實驗은 1974年 9月부터 1976年 9월까지 實施하였으 며 測定方法은 다음과 같다.

1. 個體別의 外形의 特性調查

集團內에 生育되고 있는 個體에 대하여 樹高, 胸高 直徑, 樹皮色, 樹幹型, 枝下高, 分枝角, 力枝의 굵기, 樹冠幅, 樹冠長 등을 調查하였다.

2. 針葉形質의 特性調查

各集團에서 選拔된 個體로부터 1, 2年葉을 15葉式 30 葉을 採取하여 總 900葉을 使用하였으며 採取된 針葉 은 곧 F.A.A.液에 固定하였다. 調查項目은 葉長, 葉幅, 鋸齒密度, 氣孔線數, 樹脂溝數 등이었고 鋸齒密度는 針葉 中央部位의 0.5cm를 採取하여 調查하였으며 氣孔 線數는 針葉 二面에서 最大數를 取하였고 葉脂溝數는 針葉 中央部位를 徒手切片하여 顯微觀察하였다.

3. 木材의 比重調查

各集團, 個體別에서 地上 1.2m높이에 生長錐를 使用하여 木片을 뽑아 氣乾比重을 測定하였다.

4. 種子形質의 特性調查

集團別로 各 母樹에서 3個의 毬果를 採取하여 毬果 當의 種子數와 種子長, 種子幅, 種子厚, 種子重量을 測定하여 各 測定值에 의해서 有意性を 檢定하였다.

5. 子葉形質의 特性調查

集團別 個體別에서 採種하여 播種한 後 生育된 稚苗 에서 當年 生長休止인 10월에 子葉을 一葉式 15葉을 採取하여 F.A.A.液에 固定하였고 調查項目과 測定方法

은 針葉의 調查方法과 같은 要領으로 進行하였다.

6. 子葉數에 의한 特性調查

集團, 個體別로 播種한 後 發芽하여 地上部에 子葉 이 完全展開되었을 때 그 數를 調查하였다.

7. 時期別에 따른 苗高成長 調查

各集團, 個體別 採種된 種子는 74年 11月頃 露天埋 藏하였으며 翌春 3月 22日 慶尙大學 苗圃場에 完全任 意配置하여 5×5cm 간격으로 播種하였고 覆土는 1cm 로 하였으며 防蟲網으로 被覆하여 다시 그위에 거적으 로 日覆하였다. 그리고 月別 苗高成長을 測定하여 이 들 測定值에 의해서 有意性を 檢定하였다.

結果 및 考察

1. 個體別의 外形의 特性

集團別, 個體別의 外形의 特性을 調查한 結果는 表 4와 같다. 表에서 天然集團(P-1)의 樹高는 平均 9.1m, 胸高直徑은 20.7cm를 나타내고 人工集團(P-2)의 樹高 는 平均 12.5m, 胸高直徑은 26.9cm를 나타내어 天然 集團은 人工集團에 比하여 樹齡은 훨씬 많으나 生長이 떨어지고 있다. 枝下高에 대한 樹高比는 集團別로 差 異를 보이지 않았고 樹幹型은 集團 모두 대체적으로 通 直性を 나타내고 上端部 가까운 幹의 中途에 外部의 作 用으로 折傷되어 이 部分의 側芽가 直立으로 生長하여 二幹을 이룬 것도 간혹 볼 수 있으며 力枝角에 있어서 는 天然集團이 크게 보였다. 植木¹⁾은 樹相變異의 起 因은 樹齡, 密度, 立地關係, 天然의 機械作用, 動物, 植物, 人爲 等に 影響이 있다고 指摘한 바 있고 任²⁾은 우리나라 소나무集團에 있어서는 樹冠半徑과 그 길이

Table 4. The measurement of individual trees

Pop.	Tree No.	Height (m)	D.B.H. (cm)	Age	Clear length (m)	Clear length/Height	Straightness	Bark color	Branches		Crown(m)	
									Large Diameter (cm)	Angle	Radius	Length
P-1	1	7	28	74	1.0	0.14	S	Gray	5.5	70	2.7	6.0
	2	8	16	40	1.0	0.13	C	"	6.0	80	2.5	7.0
	3	7	19	64	1.5	0.21	S	"	6.0	80	2.7	5.5
	4	9	21	79	2.5	0.28	S	"	5.5	80	2.7	6.5
	5	10	25	75	3.0	0.30	P.C.	"	6.0	80	3.7	7.0
	6	7	21	73	2.0	0.29	S	"	7.0	90	2.5	5.0
	7	17	28	84	2.5	0.15	P.C.	"	5.0	80	2.2	14.5
	8	15	23	85	4.0	0.27	S	"	6.0	90	2.7	11.0
	9	7	19	59	1.0	0.14	P.C.	"	5.0	90	2.3	6.0
	10	10	21	74	3.0	0.30	P.C.	"	4.0	80	2.5	7.0
	11	7	18	50	2.5	0.36	S	"	6.0	85	2.8	4.5
	12	7	19	65	2.0	0.29	S	"	5.0	80	2.4	5.0
	13	7	20	65	1.5	0.21	S	"	5.5	80	2.6	5.5
	14	10	17	67	2.5	0.25	S	"	5.0	80	2.5	7.5
	15	8	16	58	2.0	0.25	S	"	4.0	80	2.5	6.0
Mean		9.1	20.7	67	2.1	0.24			5.4	81.7	2.6	6.9
P-2	1	11	23	43-45	3.0	0.27	S	Gray brown	5.5	80	5.5	8.0
	2	13	28	"	3.0	0.23	S	"	7.0	80	6.0	10.0
	3	13	24	"	5.0	0.38	C	"	8.0	60	5.0	8.0
	4	11	24	"	3.0	0.27	S	"	4.0	65	3.0	8.0
	5	13	28	"	3.0	0.23	S	"	7.5	75	4.0	10.0
	6	12	25	"	3.0	0.25	S	"	5.5	65	3.5	9.0
	7	13	23	"	2.5	0.19	C	"	5.0	75	6.0	11.5
	8	14	27	"	3.0	0.21	S	"	5.0	70	3.5	11.0
	9	12	27	"	3.0	0.25	C	"	7.0	70	5.5	9.0
	10	15	32	"	3.0	0.20	C	"	6.0	80	5.0	12.0
	11	15	28	"	3.0	0.20	S	"	6.0	75	5.0	12.0
	12	12	23	"	4.0	0.33	S	"	4.5	70	3.5	8.0
	13	11	27	"	2.0	0.18	S	"	7.0	80	4.0	7.0
	14	12	34	"	3.0	0.25	S	"	5.5	80	4.5	9.0
	15	13	31	"	5.0	0.38	S	"	7.0	60	5.0	8.0
Mean		12.5	26.9		3.2	0.25			6.0	72.3	4.6	9.4

* S.....Straight P.C.....Partially Crooked C.....Crooked

의 相違은 集團間에 差異에 差異가 있다고 指摘하고 枝下高의 全樹高에 對한 比를 比較한 바에 있어서도 集團間에 역시 差異가 있다고 하였으며 枝力の 弱기, 枝角에 있어서는 差異가 없었다고 報告한 바 있으나 이러한 形質은 遺傳力, 環境 또는 兩者에서 어느 因子의 影響을 받는지의 究明이 어렵다.

2. 針葉形質의 特性

集團別 葉齡에 따른 針葉形質의 平均値와 變異는 表 5와 같다. 表에서와 같이 形質 모두 二年葉은 一年葉보다 數値가 多少 큰 傾向을 나타내고 있었다. 集團, 個體間의 各形質에 對한 分散分析, T檢定의 結果는 表 6,7과 같다. 表에서 葉長은 集團間에 高度의 有意

Table 6. Analysis of variance of leaf characters among individual trees in populations

Pcp.	S.V.	d.f	M.S.		
			Leaf length	No. of stomata line	Density of serration
P-1	Among ind.	14	2.006**	0.881**	5.293**
	Within ind.	30	0.437	0.039	0.182
P-2	Among ind.	14	0.939**	2.399**	2.763**
	Within ind.	30	0.316	0.073	0.315

Table 7. Comparisons of leaf characters in populations

No.	Pop.	Scc.		Leaf length(cm)		Leaf width(mm)		No. of stomata line		Density of serration	
		P-2	P-1	P-2	P-1	P-2	P-1	P-2	P-1	P-1	P-2
1		10.9	6.6	1.2	1.1	6.7	5.9	12.3	12.1		
2		10.1	7.8	1.2	1.1	6.7	6.0	15.1	12.6		
3		10.7	8.0	1.2	1.1	7.0	7.2	13.5	13.3		
4		9.9	6.8	1.2	1.1	9.2	6.1	13.6	10.7		
5		10.3	8.0	1.2	1.1	7.8	6.4	15.3	12.2		
6		10.7	8.3	1.0	1.1	5.9	7.1	12.7	10.5		
7		9.7	7.9	1.0	1.1	6.1	6.2	12.9	12.1		
8		10.1	6.2	1.1	1.0	6.5	5.8	15.3	11.8		
9		9.5	8.2	1.0	1.2	6.6	6.8	13.8	11.8		
10		10.3	8.4	1.1	1.1	6.7	7.2	13.8	9.9		
11		11.2	8.5	1.2	1.2	7.1	7.5	14.9	12.6		
12		9.2	8.9	1.2	1.1	7.8	6.3	15.1	13.6		
13		9.7	8.5	1.2	1.1	8.2	6.0	12.4	12.2		
14		10.7	8.1	1.1	1.1	6.2	6.7	11.0	11.7		
15		9.9	9.1	1.1	1.1	7.1	6.2	12.6	12.1		
T-test		8.01**		1.21		1.83		4.61**			

個體에 따라 다르고 또 同軸內的 잎에 있어서도 수가 다르며 同葉의 曲面은 水平面보다 面積이 넓기 때문에 그 수가 많고 同軸內的 잎이 相接하는 兩面의 氣孔線數에 이와 같이 差異를 보이는 것은 細胞가 分裂할 때 氣孔線은 兩葉 分離 後에 形成되기 때문인 것으로 考察하고 있다.

鋸齒密度에 있어서는 集團, 個體間 모두 高度의 有意差를 認定할 수 있었는데 天然集團의 것이 높게 보였으며 任⁽²⁾은 우리나라 소나무 天然集團에 있어서는 有意差를 認定하고 있다.

針葉의 樹脂溝는 두 集團 모두 3個의 主樹脂溝로 固定되어 있고 位置는 中位로서 個體에 의한 다른 特性은 觀察할 수 없었다. Harlow⁽⁵⁾는 잣나무의 樹脂溝數는 보통 角隅에 3個가 分離되어 있고 간혹 5個를 보인

다고 指摘한 바 있으나 本實驗에 있어서는 두 集團 모두 副樹脂溝의 發達은 觀察할 수 없어 그 變異性은 전혀 보이지 않았는데 主樹脂溝는 副樹脂溝와 遺傳的 性狀으로 보아 異質的인 것으로 主樹脂溝는 常在하고 副樹脂溝는 變異性을 나타내고 있으므로 이 잣나무의 主樹脂溝만으로서 特性究明이 어려웠다.

變異幅에 있어서 氣孔線數, 鋸齒密度가 葉長, 葉幅보다 더 크게 나타났으며 그중 葉長은 天然集團이 크게 나타났고 氣孔線數는 人工集團의 것이 크게 나타내었다.

3. 木材比重의 特性

集團別에 의한 木材 氣乾比重의 測定値는 表8과 같다. 表에서와 같이 天然集團은 人工集團에 비해 크게 나타나고 이들 間에 有意差가 認定되었다.

Table 8. Specific gravity in populations

Tree No.	Specific gravity	
	P-1	P-2
1	0.3931	0.3681
2	0.3779	0.3911
3	0.3723	0.3657
4	0.4083	0.4046
5	0.3878	0.3736
6	0.3456	0.3527
7	0.4172	0.3634
8	0.4080	0.3751
9	0.4123	0.3513
10	0.3936	0.3501
11	0.3505	0.4077
12	0.4566	0.3288
13	0.3907	0.3401
14	0.4242	0.3763
15	0.5083	0.3701
Mean	0.4031	0.3679
T-test	2.729*	

任²⁸⁾은 우리나라 소나무集團間에 있어서도 有意差를 認定하고 있으며 또한 秋材率은 比重에 크게 影響되고 있음을 指摘한 바 있는데 이와 같은 結果는 立地的인 關係에서 年輪幅이 크게 作用되고 있음을 指摘할 수 있었다.

4. 種子形質의 特性

集團, 個體別에 의한 毬果當의 平均種子數와 充實率은 表 9와 같다. 表에서와 같이 天然集團은 種子數, 充實率 모두 낮은 結果를 나타내고 이들 集團間에 高度의 有意差가 認定되었다. 우리나라 海岸에 分布되어 있는 海岸에 있어서도 集團에 따라 이러한 特性⁸⁾을 指摘한 바 있는데 本實驗의 結果에서 이와 같은 傾向은 集團의 立地的인 關係, 다른 樹種과 混淆로 因한 遺傳子의 傳播 등으로 分析할 수 있으나 어떤 要因이 作用되었는 저의 確實한 究明이 어렵고 또한 每年 同一한 傾向이 계속 維持될 것인지 앞으로 더 研究를 進行시켜야 할 것으로 본다.

齊藤¹⁶⁾은 海岸集團內的 近親交配에 의한 近親係數가 增加됨에 따라 結果率, 充實率 등이 減少되고 異系交配일 때는 增加되었음을 報告한 바 있다.

集團, 個體別에 의한 種子長, 種子幅, 種子厚, 種子重量을 調査하였던 바 그 結果는 表 10, 11과 같다. 表

Table 9. The numbers of seeds per cone in individual trees and populations

Tree No.	P-1					P-2				
	Cone No.			Mean	Full seeds (%)	Cone No.			Mean	Full seeds (%)
	1	2	3			1	2	3		
1	28	20	32	26.7	57.50	99	105	75	93.0	88.53
2	22	30	23	25.0	26.67	114	127	130	123.7	34.77
3	24	39	44	35.7	75.70	127	100	143	123.3	61.62
4	42	45	29	38.7	90.52	111	133	148	130.7	74.24
5	38	31	43	37.3	16.07	126	124	107	119.0	77.59
6	69	56	72	65.7	32.49	139	107	107	117.7	96.32
7	34	71	48	51.0	37.25	119	116	115	116.7	72.00
8	28	46	46	40.0	47.50	164	99	104	122.3	74.66
9	33	59	77	56.3	15.38	158	156	176	163.3	90.41
10	59	20	34	37.7	38.94	124	136	121	127.0	80.58
11	71	49	49	56.3		142	153	136	143.7	85.62
12	58	73	67	66.0	74.75	124	119	105	116.0	64.37
13	57	72	50	59.7	60.34	82	156	105	114.3	83.67
14	58	28	46	44.0	72.73	112	135	73	106.7	94.69
15	64	48	57	56.3	39.05	101	136	152	129.7	67.87
Mean				46.4	45.66				123.1	76.46
T-test (Percentage of full seeds)						3.456**				

Table 10. The variation of seed characters in populations

Tree No.	Sec.		Seed length(mm)		Seed width(mm)		Seed thickness(mm)		Seed weight(mg)	
	Pop.		P-1	P-2	P-1	P-2	P-1	P-2	P-1	P-2
1			14.6	16.0	11.6	11.8	9.0	7.6	710.0	588.3
2			15.3	15.5	12.2	10.8	9.1	7.6	730.0	580.0
3			15.8	16.4	12.6	11.2	9.1	8.1	756.7	661.7
4			14.9	15.1	11.4	10.4	9.1	7.0	740.0	506.7
5			13.6	17.6	10.2	11.6	8.1	7.9	518.8	713.3
6			14.1	13.2	10.6	9.3	7.9	7.3	530.0	421.7
7			14.2	15.9	10.4	10.9	7.9	7.7	518.2	605.0
8			14.4	16.1	11.1	11.1	7.7	7.4	536.0	580.0
9			14.8	17.5	10.8	11.1	7.5	7.7	542.3	625.0
10			14.8	15.9	11.3	10.9	7.8	7.7	534.8	605.0
11				16.2		10.8		7.9		580.0
12			14.6	15.4	11.3	10.6	8.0	7.7	540.0	568.3
13			14.1	14.2	11.2	9.9	8.2	7.3	550.0	591.7
14			14.7	16.9	11.3	11.7	8.4	8.3	593.3	756.7
15			14.5	16.1	11.0	11.3	7.8	8.2	560.7	675.0
Range			12-17	12-19	8-15	8-14	6-11	6-10	400-900	350-850
Mean			14.62	15.86	11.25	10.88	8.27	7.70	602.9	603.89
S.E.			0.0552	0.0660	0.0573	0.0538	0.0564	0.0389	5.9131	4.7275
S.D.			1.0620	1.4007	1.1024	1.1419	1.0848	0.8248	113.7413	100.2858
C.V.			7.2640	8.8317	9.7991	10.4954	13.1173	10.7117	18.8635	16.6066
T-test			4.111**		1.498		3.211**		0.198	

Table 11. Analysis of variance in seed characters among individual trees

Pop.	S.V.	d.f.	M.S.			
			Length	Width	Thickness	Weight
P-1	Among ind.	13	1.060**	1.208**	0.997	28166.484**
	Within ind.	26	0.324	0.321	0.516	1637.912
P-2	Among ind.	14	0.985**	1.353**	0.415**	19586.746**
	Within ind.	28	0.301	0.122	0.106	3259.246

에서 天然集團의 種子長은 人工集團에 比하여 작게 보였으며 이들 間에 高度의 有意差가 認定되었다. 集團 間의 種子幅, 種子重量에 있어서는 有意差를 認定할 수 없었으나 種子厚에 있어서는 高度의 有意差가 認定되었는데 種子厚는 天然集團의 것이 크게 나타나서 集團 間의 種子重量 差異에 影響을 미치지 못한 結果를 招來하게 되었다. 個體間에 있어서는 天然集團의 種子厚는 有意差를 認定할 수 없었으나 種子長, 種子幅, 種子重量은 高度의 有意差가 인정되었고 人工集團은 形質

모두 高度의 有意差가 認定되었다. 變異幅에 있어서는 種子長, 種子幅은 두 集團 모두 同一한 傾向을 보여주고 있으나 種子厚, 種子重量은 天然集團의 것이 크게 보였다.

5. 子葉形質의 特性

集團, 個體別에 의한 子葉의 몇가지 形質을 調査하였던 바 그 結果는 表 12, 13과 같다. 集團에 있어서는 子葉長, 子葉幅은 有意差를 認定할 수 있었는데 子葉長은 針葉長과 같은 傾向이었으나 子葉幅은 針葉幅과 다

Table 12. The variation of some characters of cotyledon in populations

Tree No.	Cha.		Length(cm)		Width(mm)		No. of stomata line		Density of serration		No. of resin canals	
	Pop.		P-1	P-2	P-1	P-2	P-1	P-2	P-1	P-2	P-1	P-2
1			3.8	3.9	1.5	1.6	7.9	7.8	5.6	7.2	3.2	2.9
2				4.9		1.5		6.8		5.2		3.3
3			4.1	4.2	1.6	1.7	7.8	7.5	5.0	5.8	3.4	3.6
4			3.7	4.7	1.5	1.5	7.7	7.3	4.5	5.3	3.5	3.1
5			3.6	4.6	1.3	1.5	7.3	7.3	4.2	5.8	3.0	3.3
6			3.5	3.6	1.5	1.5	7.7	7.4	5.7	5.9	3.6	3.1
7			3.8	4.3	1.5	1.5	7.7	7.5	5.2	5.9	3.6	3.4
8			4.2	3.8	1.5	1.5	7.8	7.3	4.0	6.3	3.3	3.1
9				4.8		1.6		7.2		5.3		3.3
10			3.8	4.4	1.7	1.6	8.0	7.5	8.0	4.2	3.8	3.4
11				4.5		1.5		6.9		5.8		3.1
12			4.1	4.3	1.6	1.7	7.5	7.6	6.9	5.3	3.7	3.5
13			4.0	4.1	1.5	1.5	7.7	7.3	5.3	5.0	3.5	3.1
14			3.8	4.4	1.5	1.7	7.7	7.3	6.3	5.3	3.5	3.3
15			4.1	4.2	1.4	1.6	7.6	7.6	4.9	5.1	3.0	3.2
Range			2.8-5.2	3.1-5.6	1.0-1.9	1.1-2.0	6-9	6-9	2-11	2-11	2-5	2-5
Mean			3.85	4.32	1.50	1.57	7.68	7.35	5.50	5.69	3.44	3.26
S.E.			0.0371	0.0394	0.0128	0.0122	0.0446	0.0440	0.1609	0.1372	0.0559	0.0352
S.D.			0.4263	0.5423	0.1475	0.1675	0.5122	0.6053	1.8484	1.8864	0.6426	0.4841
C.V.			11.0727	12.5532	9.8333	10.6688	6.6669	8.2354	33.6073	33.1529	18.6802	14.8497
T-test			2.988*		2.700*		4.109**		0.236		2.419*	

Table 13. Analysis of variance of some characters of cotyledon in individual trees

Pop.	S.V.	d.f	M.S.				
			Length	Width	No. of stomata line	Density of serration	No. of resin canals
P-1	Among ind.	11	0.167	0.030**	0.107	4.015**	0.204
	Within ind.	24	0.077	0.008	0.087	0.863	0.178
P-2	Among ind.	14	0.411**	0.016**	0.196*	1.007	0.098
	Within ind.	20	0.064	0.004	0.086	1.327	0.068

로게 有意하였다.

子葉의 氣孔線數는 集團間에 있어서 高度의 有意差가 認定되었는데 天然集團의 것이 많았으며 有意差가 없었던 針葉의 경우와 다르게 有意하였다.

植木¹⁸⁾는 소나무의 경우 氣孔線數는 立地에 따라 다르게 葉長에 比例한다고 報告한 바 있다.

鋸齒密度에 있어서 集團間에 有意差를 認定할 수 없었는데 高度의 有意差를 보인 針葉과는 다른 特性을 나

타내었다.

子葉의 樹脂溝數에 있어서는 氣孔線數와 같이 天然集團이 많은 數值를 보였으며 이들間에 有意差가 認定되었다.

任^{21,23)}은 소나무 針葉에 있어서 樹脂溝數는 集團, 個體間 모두 高度의 有意差를 認定하고 또한 우리나라 海岸에 따라 分布하는 해송의 產地에 따른 有意差를 認定하고 우선 內婚에 의한 任意浮動의 結果에서 이와 같

은 特性이 생겨난 것으로 假說하고 있다. 잣나무 針葉에 있어서 樹脂溝의 特性은 그 位置가 中位로서 主樹脂溝 3個만 發達하고 있는데 反하여 子葉은 外位를 나타내고 2~5個의 범위를 가지므로서 主, 副樹脂溝의 區分이 比較的 어려우나 背面隅에 놓인 것이 主樹脂溝로 볼 때 副樹脂溝의 發達도 이루어진 것으로 考察된다.

李·任⁷⁾은 잣나무 子葉의 樹脂溝는 發芽當初부터 形成되지 않고 10月頃에는 飽和值에 達하고 子葉의 背面隅에 놓인 것을 主樹脂溝로 보는 것이 타당하다고 報告한 바 있다.

子葉 樹脂溝數의 出現率(그림 2)을 보면 主樹脂溝를 包含하여 3個의 것이 50%以上을 나타내었고 4個의 것이 20%以上, 5個의 것은 2%以上的 順으로 集團 모두 同一한 傾向을 나타내었다.

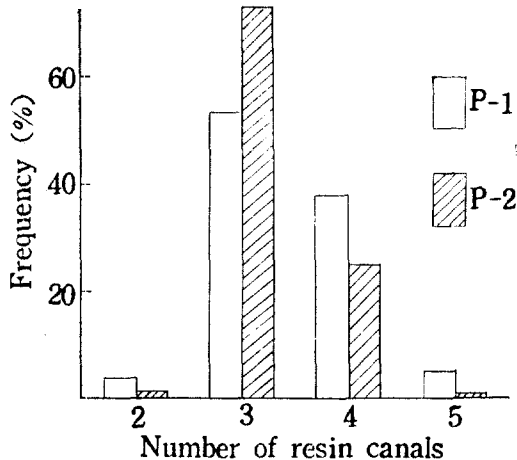


Fig. 2. Frequency histogram of resin canal numbers in cotyledon by populations

集團內的 個體間에 있어서 天然集團의 경우 子葉幅, 鋸齒密度는 高度의 有意差가 認定되었고 人工集團의 경우 子葉長, 子葉幅에 高度의 有意差를 나타내었으며

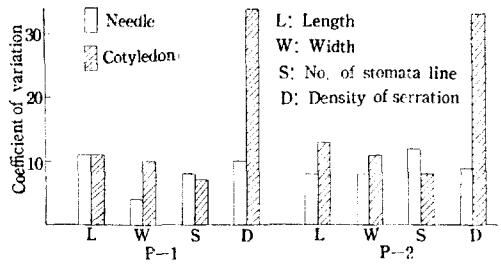


Fig. 3. Compare with coefficient of variation in needles and cotyledons by populations

이 두 集團 모두 同一한 傾向을 나타내지 않고 또한 針葉의 경우와는 다른 傾向을 나타내고 있었다.

針葉과 子葉形質에 있어서 變異係數를 比較하면 (그림 3) 子葉은 針葉에 比하여 集團 모두 大體로 큰 差異를 나타내었고 特히 子葉의 鋸齒密度는 針葉에 比하여 큰 變異를 나타내었으나 集團間에 있어서 變異幅은 同一한 傾向이었다.

6. 子葉數에 의한 特性

集團, 個體別 子葉數의 差異를 알고자 分析한 結果는 表 14, 15와 같다. 表에서 天然集團은 平均 11.8枚, 人工集團은 平均 12.1枚로서 이들 間에 有意差는 認定할 수 없었고 個體間에 있어서는 集團 모두 有意差를 認定할 수 있었으며 變異幅에 있어서는 두 集團間에 同一한 傾向을 나타내었다.

Graeme⁴⁾은 Sugar pine의 子葉數는 平均 13.3枚, 9-17枚의 범위를 가지고 12%의 變異係數를 報告한 바 있으며 岡田¹⁴⁾는 일본잣나무의 경우 產地間, 母樹間의 子葉數의 有意差를 認定하고 이 子葉數의 變異는 種子 榮養生理的인 要因에 의할 뿐만 아니라 遺傳的인 要因의 影響도 받는 것으로 推定하고 있는데 本實驗의 結果에서 子葉數에 의한 集團間의 特性있는 것은 없는 것으로

Table 14. The number of cotyledons in populations

Tree No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
P-1	11.0		12.5	11.2	11.0	11.0	11.2	12.0		12.5	
P-2	12.5	11.4	11.3	11.6	12.8	11.8	12.1	11.5	11.0	13.0	11.5
Tree No.	12	13	14	15	Range	Mean	S. E.	S. D.	C. V.	T-test	
P-1	12.3	11.9	12.4	11.8	9-15	11.77	0.1532	1.2913	10.9711		
P-2	12.2	11.8	12.0	12.5	8-15	12.05	0.1095	1.2726	10.5610	1.447	

Table 15. Analysis of variance of the cotyledon numbers in individual trees

Pop.	S.V.	d.f.	S.S.	M.S.	F
P-1	Total	35	23.523		
	Ind.	11	12.470	1.134	2.460*
	Error	24	11.053	0.461	
P-2	Total	44	25.624		
	Ind.	14	12.857	0.918	2.155*
	Error	30	12.767	0.426	

推定되고 個體間에서 有意差를 보인것은 그 個體에 따른 種子重量이 作用된 것으로 생각할 수 있다.

7. 時期別에 따른 苗高成長

1) 播種當年の 苗高成長

時期에 따른 苗高成長量을 調査하였던 바 그 結果는 表 16과 같으며 苗木이 生育된 立地條件은 表 17, 18과 같다. 苗高成長은 生育初期인 6月까지 完滿하게 계속되나 7月頃에 들어서는 顯著히 增加되어 가장 旺盛한 生育狀態를 나타내었고 8月以後에는 거의 增加되지 않고 있음을 알 수 있었다.

任¹⁰⁾은 리기다소나무 1-0苗의 苗高成長은 8月中에

가장 旺盛하고 9월에 가서 거의 成長이 增加되지 않는다고 報告한 바 있다.

生長休止期인 9月末頃의 苗高成長은 天然集團이 3.9 cm, 人工集團은 4.5cm를 나타내었는데 이들間에는 高度의 有意差를 認定할 수 있었다.

個體間的 苗高成長 差異를 알고자 分散分析한 結果는 表 19와 같다. 表에서 天然集團의 경우 個體間에 有意差를 認定할 수 있었고 人工集團은 高度의 有意差를 認定할 수 있었다. 이와같이 苗高成長에 有意差를 보이는 것은 集團, 個體가 가지는 素質의인 面에서 起因되는 外에 種子大小에 의한 差異가 苗高成長에도 影響

Table 16. Top height growth of seedlings by month (1975)

Month	Top height growth(cm)		Rate of top height growth	
	P-1	P-2	P-1	P-2
May	2.38±0.06	2.72±0.09	7.03	7.48
June	2.56±0.08	2.94±0.06	11.11	7.84
July	2.88±0.06	3.19±0.07	24.61	27.99
Aug.	3.82±0.09	4.43±0.09	3.54	1.99
Sept.	3.96±0.08	4.52±0.08		
T-test	3.742**			

Table 17. Average of air temperature, amount of precipitation by month in Jinju area

Year	Month Sect.	Jan.	Feb.	March	April	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.
		1931~	Average of temperature(°C)	0.2	2.3	7.4	14.0	19.4	22.6	26.3	27.6
1960	Amount of precipitation(mm)	20.0	40.6	73.0	116.9	126.6	177.4	244.2	204.6	203.3	64.0
1975	Average of temperature(°C)	0.1	1.8	6.4	13.2	17.9	21.3	25.5	26.9	23.7	16.6
	Amount of precipitation(mm)	30.2	22.6	74.5	96.4	200.4	185.0	387.3	58.3	188.4	105.0
1976	Average of temperature(°C)	-0.8	4.3	6.9	12.2	16.9	21.0	23.4	25.4	19.8	15.2
	Amount of precipitation(mm)	0.2	133.5	69.2	176.5	66.6	217.3	151.4	204.6	27.7	53.4

Table 18. Soil analysis of experimental field

pH		O.M (%)	T-N (%)	P ₂ O ₅ (ppm)	m.e./100g			Active (ppm)		Coarse sand (%)	Fine sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Texture
H ₂ O	KCl				Ca	Mg	K	Al	Fe					
6.2	4.7	1.1	0.18	110.5	2.50	0.60	0.35	10	632	5.00	42.9	26.50	25.60	Sandy clay loam

을 미친 것으로 생각할 수 있는데 人工集團은 天然集團보다 種子長에 있어서는 크게 나타났으나 種子幅, 種子重量 等에는 集團間에 差異가 없는 點으로 보아 種子의 크기가 苗高成長에 作用되었다기 보다 遺傳的인 면이 더 크게 作用된 것으로 推定된다.

Table 19. Analysis of variance of top height growth of seedlings in individual trees

Pop.	S.V.	d. f	S.S.	M.S.	F
P-1	Total	35	6.130		
	Ind.	11	2.957	0.269	2.038*
	Error	24	3.173	0.132	
P-2	Total	44	7.392		
	Ind.	14	4.865	0.348	4.143**
	Error	30	2.527	0.084	

時期에 따른 苗高成長率은 (그림 4) 人工集團은 6月에서는 거의 增加되지 않았으며 7月에서 가장 많은 成長率을 보였고 8月以後에는 거의 增加되지 않았으나 天然集團은 初期인 6月에서 成長率은 多少 增加되었으나 그 以後에서는 人工集團과 같은 傾向을 나타내었다.

2) 播種翌年の 苗高成長 播種翌年の 6月頃 苗高와

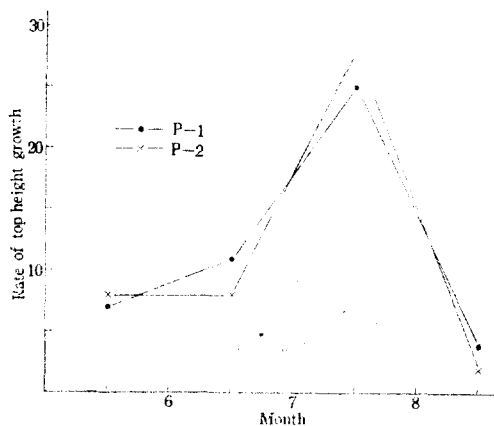


Fig. 4. Rate of top height growth of seedlings by month in populations (1975)

葉數의 關係를 究明하고자 조사하였던 바 그 結果는 表 20과 같다.

Table 20. The correlation between top height growth of seedlings and number of needles in population (June 15, '76)

Tree No.	P-1		P-2	
	Height (cm)	No. of Needles	Height (cm)	No. of Needles
1	4.7	82.5	4.9	65.0
2	—	—	5.0	98.1
3	4.5	80.0	4.6	78.6
4	4.9	61.5	5.2	84.7
5	4.4	72.5	6.0	85.0
6	4.0	58.7	4.5	58.0
7	4.9	66.0	5.0	80.7
8	4.5	48.3	5.6	69.6
9	—	—	5.7	83.8
10	4.6	57.5	5.8	100.8
11	—	—	5.3	81.5
12	4.6	81.1	5.4	80.8
13	4.4	65.0	5.2	88.9
14	3.9	55.0	5.3	93.6
15	4.1	65.7	5.1	84.2
Mean	4.46	66.15	5.24	82.22
r	0.419**		0.427**	
T-test (No. of needles)	2.907**			

表에서 苗高와 葉數間에는 두 集團 모두 高度의 相關關係가 있음을 알 수 있었고 集團間의 葉數에 있어서도 有意差가 認定되었다.

播種翌年の 月別 苗高成長量은 表 21과 같다. 表에서와 같이 集團 모두 生育初期에 거의 成長量이 增加되고 8月以後는 增加되지 않는 一般的인 特性을 나타내며 播種當年の 경우와 다르게 正常的인 生育型을 보였고 苗高成長은 集團間에 있어서 播種當年과 같은 水準으로 翌年에서도 有意差가 認定되었다. 集團內에 있어서 個體間의 苗高成長 差異를 分散分析한 結果는 表

Table 21. Top height growth of seedlings by month (1976)

Month	Top height growth(cm)		Rate of top height growth	
	P-1	P-2	P-1	P-2
May 30,	4.33±0.11	5.05±0.10	2.91	3.63
June 15,	4.46±0.09	5.24±0.11	2.62	2.78
June 30,	4.58±0.09	5.39±0.10	1.72	3.23
July 15,	4.66±0.09	5.57±0.11	3.12	2.11
July 30,	4.81±0.08	5.69±0.12	0.41	0.87
Aug. 15,	4.83±0.08	5.74±0.13	0.00	0.52
Aug. 30,	4.83±0.08	5.77±0.13	0.82	0.69
Sept. 15,	4.87±0.08	5.81±0.13	1.02	1.69
Sept. 30,	4.92±0.08	5.91±0.14		
T-test	5.594**			

Table 22. Analysis of variance of top height growth of seedlings in individual trees (1976)

Pop.	S.V.	d.f	S.S.	M. S.	F
	Total	35	6.868		
P-1	Ind.	11	3.474	0.316	2.241*
	Error	24	3.394	0.141	
	Total	44	21.431		
P-2	Ind.	14	16.198	1.157	6.648**
	Error	30	5.233	0.174	

22와 같다. 表에서와 같이 個體間에 모두 有意差가 認定되었으며 播種當年の 有意水準이 播種翌年에도 같은 傾向으로 維持되고 있었다.

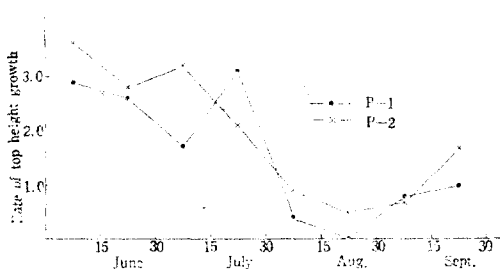


Fig. 5. Rate of top height growth of seedlings by month in populations (1976)

結 論

本 研究의 結果에서 智異山 一帶에 生育되고 있는 잣

나무 集團에 있어서 樹幹型은 두 集團 모두 通直性을 나타내고 있으나 天然集團은 人工集團에 比하여 生育이 떨어지고 있었다.

針葉에 있어서 葉長 鋸齒密度의 形質은 集團間에 有意差를 나타내고 變異幅도 크게 나타내고 있음을 알 수 있었고 種子充實率에 있어서도 天然集團의 낮은 氣溫이 種子結實에 影響을 주고 있는 것으로 關聯시킬 수 있었다.

子葉의 形質과 針葉의 形質을 比較하면 同一한 傾向으로 보이지 않았으며 또한 子葉과 針葉의 變異幅은 子葉이 대체로 큰 傾向을 보여주고 있으며 集團間에 의한 子葉數의 差異는 볼 수 없었고 苗高成長에서 有意差를 보였는데, 이것은 地域에 따른 生態型을 나타낸 것으로 地域品種의 重要性을 지닌다.

Literature Cited

1. Ahn, K. Y. 1971. Principal characteristics of *Pinus parviflora* S. et Z. native to the dagelet island. Jour. Kor. For. Soc. 12 : 31-43.
2. Akasi, T. · Toda, T. · Nisimura, K. 1970. The heritability of *Chamaecypris obtusa*. Jour. Jap. For. Soc. 52(3) : 89-91.
3. Asakawa, S. 1957. Studies on hastening the germination of the seeds of five-leaved pines. Bull. Gov. Exp. Sta. Jap. 100 : 41-54.
4. Graeme, P. B. 1967. The structure of germination in *Pinus lambertiana* Dougl., Yale Uni., Bull. 71 : 12-13.
5. Harlow, W. M. 1947. The identification of the Pinus of the United States, native and introduced, by needle structure. Syracuse Univ. Tech. Publ. No. 32 : 1-19.
6. Kim, Y. K. 1965. Studies on the growth regulators in seeds of *Pinus Koraiensis* in relation to dormancy and germination. Korea Univ., 3 : 731.
7. Lee, K.Y. · Yim, K.B. 1972. Position and variation of resin canal numbers of cotyledon in *Pinus Koraiensis* Sieb. et Zucc. at different growing stages. Jour. Kor. For. Soc. 15 : 43-48.
8. _____. 1975. The variation of seeds and seedlings in *Pinus Thunbergii* Parl. by location. Jour. Kor. For. Soc. 28 : 43-49.
9. Min, K. H. 1974. Studies on the internal changes and germinability during the period of seed mat-

- uration of *Pinus Koraiensis* Sieb. et Zucc. Jour. Kor. For. Soc. 21 : 1—34.
10. Muto, A. 1975. Needle variation in natural populations of *Cryptomeria japonica* D. Don. Bull. Gov. For. Exp. Sta. Jap. 277 : 21—40.
 11. Nagao, A. · Asakawa, S. 1965. The difference in the germination behavior of *Pinus densiflora* seeds from different trees. Jour. Jap. For. Soc. 47 : 77—79.
 12. Ohba, K. et al. 1975. Studies on variation in forest trees I. Growth response of pine seedlings, *Pinus densiflora* and *Pinus Thunbergii*, raised from the seeds of individual trees and from those of different provenances to various fertilization levels. Jour. Jap. For. Soc. 47 : 363—371.
 13. Okada, S. 1966. The investigation of the provenance character of *Abies sachalinensis* seedlings I. The variation and the differences of the cotyledon number among the provenances and mother trees. Jour. Jap. For. Soc. 48 : 331—333.
 14. _____, et al. 1966. The investigation of the provenance characters of *Abies sachalinensis* seedlings II. The difference of the growth among the provenances of *Abies sachalinensis* seedlings. Jour. Jap. For. Soc. 48 : 440—444.
 15. _____. 1975. Geographic variation in *Picea glehnii* I. Differences in seedling height and bud-opening date among twelve seed sources. Jour. Jap. For. Soc. 57 : 305—310.
 16. Saito, M. et al. 1973. Effects of inbreeding on cone, seed, and seedling yields in *Pinus Thunbergii* Parl. Bull. Gov. For. Exp. Sta. Jap. 255 : 31—46.
 17. Toda, R. 1957. Variation and heritability in some quantitative characters in *Cryptomeria*. Bull. Gov. For. Exp. Sta. Jap. 100 : 1—22.
 18. Uyeki, H. 1928. On the physiognomy of *Pinus densiflora* growing in Korea and silvicultural treatment for its improvement. Bull. Agr. For. Coll. Suwon. 3 : 1—265.
 19. Yim, K. B. 1968. Forestry tree nursery practices and qualities of planting stocks. Bull. Seo. Univ. For. 5 : 1—44.
 20. _____, 1968. Effect of thermal neutron irradiation on seeds of *Pinus densiflora* from six different provenances in Korea. Bull. Seo. Univ. For. 5 : 147—158.
 21. _____ · Ahn, K. Y. · Lee, K. Y. 1968. Effects of inbreeding in *Pinus Thunbergii* Parl. Kor. Jour. Breeding. 1 : 68—78.
 22. _____. Kim, C. S. 1974. *Pinus densiflora* S. et Z. population in Hong-do island in Korea. Jour. Kor. For. Soc. 24 : 53—61.
 23. _____. _____. 1975. The variation of natural population of *Pinus densiflora* S. et Z. in Korea I. Jour. Kor. For. Soc. 28 : 1—20.