

소나무의 遺傳力에 關한 研究(II)*¹

盧 義 來*²·任 慶 彬*³

Study on the Heritabilities of *Pinus densiflora* S. et Z.*¹

Eui Rae Noh*² · Kyong Bin Yim*³

A study was conducted on the genetic correlations and simple correlations between some characters of the plus trees of *Pinus densiflora*. The results can be summarized as follows.

1. Simple correlations height growth by age was measured and high correlation(above $r=0.9$) were observed. Therefore, early selection seems to be possible in the light of the results made up to 8 years old.
2. Genetic correlation between height and root collar diameter was 0.266 and the correlation between height and branch diameter was 0.091 and 0.391 was between root collar diameter and branch diameter.

우리나라 소나무 秀型木에 對한 遺傳相關, 單純相關 등을 調査하였는데 그 結果를 要約하면 다음과 같
다.

1. 樹高의 單純年令 相關에 있어서 2個植栽地 모두 各 年齡間에 높은 相關關係가 있으므로 8年 伐
期の 境遇에는 幼時選抜이 可能한 것으로 判斷된다.
2. 遺傳相關에서는 樹高와 根元徑間에 陽의 相關(0.266)을 나타내므로써 樹高가 增大되면 根元徑도
어느程度 增大됨을 알 수 있으나 樹高와 가지 直徑間에는 거의 相關(0.091)이 없는 것으로 나타났다.
그러나 根元徑과 가지 直徑間($r_G=0.391$)에는 樹高와 根元徑보다 높은 遺傳相關이 나타났다.

緒 言

林木育種에 있어서 重要的 事 中的 하나는 各 特性間
의 遺傳相關을 調査하는 것으로 遺傳相關 및 遺傳力에
對한 知識없이 是 長期育種計劃을 樹立할 수가 없다.

遺傳力에 關한 것은 소나무의 遺傳力에 關한 研究 第
1報(任慶彬, 盧義來, 韓林誌, No. 42, 1979)에서 이
미 記述한 바 있으므로 여기서는 同 材料를 使用하여

單純히 遺傳相關에 關한 것과 어떤 特性의 樹齡別 相關
關係에 關한것만 調査, 分析하였다.

지금까지 樹齡別 相關 및 特性間의 遺傳相關에 關하
여 이복한 研究結果를 살펴보면 다음과 같다.

Mohn 等(1971)은 6年生 *Populus deltoides* clone
의 樹高遺傳力은 30~50%, 胸高直徑은 25~35%에 達
했으며 5年生때의 樹高와 1年生樹高의 遺傳相關은
0.307, 6年生의 樹高와 1年生 直徑의 遺傳相關은0.351

*¹ Received for publication in Oct. 15, 1979.

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

*³ 서울大學校 農科大學 College of Agriculture, Seoul National University.

로 推定하였으며 특히 6年生과 3年生의 直徑 遺傳相關은 0.885, 5年生과 3年生의 樹高는 0.890으로 相當히 높은 相關을 보였으므로 3년생 成績으로 Culling 할 수 있다고 報告하였다.

Wright等(1970)은 *Pinus strobus* 風媒次代의 樹高生長이 2년생과 6년생間에 높은 相關關係가 있다고 報告하였다.

Farmer, Jr.(1970)는 *Populus deltoides*의 次代檢定에서 直徑과 比重間에는 逆의 表現型相關(-0.18)이 있으나 遺傳相關은 0.22이었으며 直徑과 纖維長間의 表現型相關은 0.47인 反面 遺傳相關은 0.84로 높은 相關關係가 있다고 報告하였다.

Yim(1975)은 잣나무 樹高에 있어서 伐期를 35年으로 假定할때 10~15년생과는 相當히 낮은 相關關係(0.563~0.612)를 가지고 있으나 直徑에서는 10年紀의 相關係數가 0.721로서 極히 높은 相關을 가지고 있다고 報告하였다. 日本 일갈나무의 境遇 林積生長에 있어 15년생과 35년생사이의 相關係數가 0.843으로 相當히 높은 數値를 보였다고 報告하고 大体로 15년생이 되어야 安心할 수 있는 程度의 早期推定이 可能하다고 報告하였다.

Lafarge(1972)는 테다 소나무 樹高의 年齡別 遺傳相關을 調査한 結果 風媒次代에서 5年 以後에는 거의 變動이 없었으나 回歸分析結果 3 或은 5년생의 樹高로서는 15년생때의 樹高를 豫測할 수 없었다고 報告하였다. Squillace等(1972)은 Slash pine의 年齡別 몇가지 特性에 對한 相關關係를 分析하고 가장 높은 改良效果(Genetic gain)를 얻을 수 있는 年齡은 6~7년생 때라고 報告하였으나 開花關係때문에 約 10年 程度에서 最終判斷을 내릴 수 있다고 報告하였다.

Sluder(1972)는 Slash pine 風媒次代에서 15년생의 平均林積은 8년생에서 材積과 높은 相關이($r=0.91$)

있다고 報告하였다. Meir(1977)는 *Pinus virginiana* 風媒次代의 1, 2, 5, 8년생때의 遺傳力과 遺傳相關, 單純相關 등을 調査하고 初期生長과 8년생의 生長이 높은 相關關係를 보여 幼時選抜이 可能하나 年間 生長量과 8년생 以下의 樹高生長間에는 높은 相關關係가 없고 8년생때 비로서 相關關係가 나타났으므로 最小한 8년생이 될때까지는 選抜을 遲延시켜야 한다고 報告하였다.

우리나라 소나무의 境遇 幼苗를 除外하고는 이러한 研究는 이루어지지 못하던 中 秀型木 選抜에 依한 林木改良事業이 始作되면서 秀型木의 育種價를 決定하기 위한 次代檢定(Franklin 1972)의 一環으로 이러한 研究가 實施되었다.

材料 및 方法

1. 供試材料

本 試驗木은 1969년에 京畿道 水原市 梧木川洞 所在 林木育種研究所 構內의 秀型木 克隆 保存園(Clone bank)에서 秀型木 接木 個體의 風媒된 種子를 Family別로 採取하여 研究所 構內圃地에 1970年 4月에 播種하고 1971年에 移植한 1-1苗木을 1972年 4月에 秀型木 次代 檢定用으로 京畿道 華城郡 梅松面 好梅實里 및 江原道 溟州郡 旺山面 大基里에 瀛塊法으로 5反覆 植栽하였다. 植栽方法은 Family別로 1反覆에 10本式 1.8×1.8m로 列植(Line plot)하였는데 17個 秀型木의 次代와 對照區로 京畿道 華城郡 梅松面 好梅實里 所在 七寶山産 소나무를 1家系로 取扱하여 配置하였다.

2. 統計的 方法

遺傳相關을 調査하기 위하여 다음과 같은 統計的 方法을 使用하였다. 分析에는 對照區의 資料는 除外하였다.

表 1. 共分散分析

Tab. 1. Covariance analysis

SV	bf	MS	EMS
家系 Families	$f-1$	MS_1	$\sigma_{t 11.2} + r\sigma_{t1.2} + r^2l$
地域 Locations	$l-1$	MS_2	$\sigma_{f 11.2} + r\sigma_{f11.2} + \sigma_{t11.2} + rf\sigma_{t1.2}$
家系×地域 Families×Locations	$(f-1)(l-1)$	MS_3	$\sigma_{f 11.2} + r\sigma_{f11.2}$
地域內反復 Replication in locations	$(r-1)l$	MS_4	$\sigma_{f 11.2} + f\sigma_{r11.2}$
地域內反覆×家系 Replications×families in location	$(r-1)(f-1)l$	MS_5	$\sigma_{f 11.2}$

가. 共分散分析 (Covariance analysis)

共分散分析에 使用한 方法은 다음 表 1 과 같다.

Stonecypher (1966)

f=家系數 (Number of families)

l=地域數 (Number of locations)

r=反覆數 (Number of replications)

σ_{rr}^2 : 誤差 (Residual)

$\sigma_{n_i}^2$: Plot間 分散 (Plot to plot variance)

σ_f^2 : 家系間 分散 (Variance due to difference among families)

表 2. 年令別 樹高生長量

Tab. 2. Average height growth by the age

家系 Families	1 年生 1Yr.	2 年生 2Yr.	3 年生 3Yr.	4 年生 4Yr.	5 年生 5Yr.	6 年生 6Yr.	7 年生 7Yr.	8 年生 8Yr.
	樹高(順位) Height (rank)	樹高(順位) Height (rank)	樹高(順位) Height (rank)	樹高(順位) Height (rank)	樹高(順位) Height (rank)	樹高(順位) Height (rank)	樹高(順位) Height (rank)	樹高(順位) Height (rank)
京畿 1號	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
KG 1	7.8(3)	14.9(1)	21.9(1)	35.8(1)	56.1(1)	81.0(1)	112(1)	143(1)
江原·3號								
KW 3	6.7(10)	14.9(10)	22.6(10)	41.6(5)	72.1(4)	107.2(2)	144(3)	193(2)
" 7號								
KW 7	6.5(14)	14.0(17)	22.0(12)	36.8(11)	59.8(16)	84.7(17)	120(7)	154(7)
" 8號								
KW 8	7.1(6)	16.0(2)	25.7(1)	42.0(4)	71.7(5)	111.4(1)	144(4)	188(5)
" 10號								
KW 10	5.6(17)	14.6(15)	22.7(8)	35.2(16)	62.3(13)	92.8(12)	135(12)	177(9)
" 11號								
KW 11	6.7(11)	15.9(4)	24.2(3)	43.6(2)	71.3(6)	103.1(5)	140(7)	178(8)
" 13號								
KW 13	7.2(5)	14.7(13)	22.1(11)	35.7(14)	57.2(17)	89.0(16)	127(16)	162(16)
" 14號								
KW 14	6.2(15)	15.4(7)	22.9(6)	37.3(10)	64.4(11)	96.8(9)	136(10)	176(10)
" 16號								
KW 16	6.8(9)	15.3(8)	24.0(4)	41.0(6)	72.3(3)	100.0(7)	136(9)	174(11)
" 18號								
KW 18	8.2(2)	14.7(13)	24.0(5)	43.4(3)	77.1(1)	107.0(3)	146(1)	188(4)
" 22號								
KW 22	6.9(8)	15.6(6)	22.7(7)	37.9(9)	68.2(8)	99.4(8)	134(13)	171(13)
" 25號								
KW 25	6.7(12)	14.9(11)	19.3(17)	35.6(15)	65.0(10)	89.6(14)	133(14)	172(12)
" 26號								
KW 26	5.7(16)	14.4(16)	21.1(15)	39.0(7)	69.7(7)	102.6(6)	137(8)	179(7)
三本木5號								
Sangongi-5	6.5(13)	17.1(1)	24.4(2)	45.0(1)	73.8(2)	106.8(4)	146(2)	198(1)
盛岡101號								
Morioka-101	7.1(6)	16.0(2)	21.1(14)	35.2(17)	60.9(14)	95.5(11)	141(6)	189(3)
水澤106號								
Migusawa-106	7.3(4)	15.0(9)	20.4(16)	36.4(12)	65.0(9)	96.5(10)	142(5)	183(6)
岩手103號								
Iwate-103	8.9(1)	15.9(4)	22.7(9)	38.4(8)	62.4(12)	89.3(15)	128(15)	165(15)
比較								
Contro.	4.7(18)	13.5(18)	19.0(18)	34.4(18)	60.9(15)	91.3(13)	136(11)	169(14)

* 引用: 任慶彬, 盧義來, 1979.

σ_{ri}^2 : 家系×地域間 相互作用 分散 (Variance due to family by locations interaction)

$$\sigma_{ri}^2 = MS_5$$

$$\sigma_{ri}^2 = \frac{MS_4 - MS_5}{f}$$

$$\sigma_j^2 = \frac{MS_1 - \sigma_{ri}^2 - MS_5}{rl}$$

$$\sigma_{ri}^2 = \frac{MS_2 - MS_5}{fl}$$

나. 遺傳相關 (Genetic covelation)

遺傳相關을 計算하는 데는 다음의 公式을 使用하였다.

Stonecypher (1966)

$$rG = \frac{\sigma_{f_{1,2}}}{\sigma_{f_1}^2 + \sigma_{f_2}^2}$$

3. 測定方法

每年 全數調査에 依하여 樹高를 1977年까지 測定하였다. 그리고 77年度末 根元部位의 直徑을 測定하였다. 가지直徑은 個体木當 큰 가지 3個를 選定하여 줄기로

表 3. 秀型木 次代別 根元徑 및 가지 直徑
Tab. 3. Average root collar and branch diameter by the families

地域 Locations 家系 Families	京 畿		華 城		江 原		溟 州		平 均	
	根 元 徑 Root collar dia.		가 지 直 徑 Branch dia.		根 元 徑 Root collar dia.		가 지 直 徑 Branch dia.		根 元 徑 Root collar dia.	
京 畿 1 號 KG 1	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
	6.0		2.04		4.4		1.42		5.2	1.73
江 原 3 號 KW 3	7.7		1.98		4.5		1.48		6.1	1.73
" 7 號 KW 7	7.1		1.87		3.9		1.50		5.5	1.69
" 8 號 KW 8	7.7		1.95		3.3		1.46		5.5	1.71
" 10 號 KW 10	6.7		1.79		3.9		1.40		5.3	1.60
" 11 號 KW 11	6.9		1.92		5.1		1.54		6.0	1.73
" 13 號 KW 13	6.8		1.79		4.0		1.48		5.4	1.64
" 14 號 KW 14	6.8		1.77		3.9		1.56		5.4	1.67
" 16 號 KW 16	7.2		2.02		3.9		1.42		5.6	1.72
" 18 號 KW 18	8.0		2.10		4.2		1.46		6.1	1.78
" 22 號 KW 22	6.8		1.83		4.4		1.46		5.6	1.65
" 25 號 KW 25	6.8		1.80		3.8		1.46		5.3	1.63
" 26 號 KW 26	6.6		1.84		3.9		1.54		5.3	1.69
三 本 木 5 號 Sangbongi-5	7.0		1.90		4.6		1.72		5.8	1.81
盛 岡 101 號 Morioka-101	7.6		1.98		5.2		1.64		6.4	1.81
水 澤 106 號 Mizusawa-109	8.1		2.06		3.9		1.40		6.0	1.73
岩 手 103 號 Iwate-103	6.4		1.88		3.6		1.42		5.0	1.65
平 均	7.1		1.9		4.1		1.5		5.6	1.7

부터 1cm 떨어진 곳의 直徑을 測定하여 個別로 平均하였다.

結果 및 考察

가. 秀型木別 年齡別 次代의 樹高生長

播種床에서 부터 造林地까지 調査한 年度別 樹高生長은 다음 表2와 같다.

나. 根元徑 및 가지 直徑

根元徑과 가지直徑은 每年 測定이 實施되지 못하고 8年生의 境遇만 調査하였는데 그 結果는 다음 表3과 같다.

다. 相關(Correlation)

(1) 單純 年齡相關(樹高)

各 年齡에 該當하는 樹高間의 相關關係를 測定하고 初期에 優良 秀型木을 判斷하므로써 育種期間을 短縮하는 것은 極히 重要的 일이기 때문에 8年生까지의 樹高를 가지고 植栽地別로 各 年齡間의 單純 相關을 分析한 結果는 다음 表4, 5, 6과 같다.

表 4에서 가장 낮은 相關係數는 京畿道 植栽分이 $r=0.988$ 江原 溟州에서는 $r=0.985$ 로서 이와같이 높은 相關을 보이는 것은 幼時選拔이 可能하다는 것을 提示하는 것으로 判斷된다. 特히 1年生과 8年生의 相關이 $r=0.988$ 로서 높은 相關을 나타내므로써 1年生때의 初期檢定이 可能하다는 것을 나타내고 있다. 그런데 報告(任慶彬, 盧義來, 1978)의 樹高順位變化에서 記述한 바와 같이 가장 잘 자라는 家系와 가장 못 자라는 家系間의 差異가 아주 적어서 等位가 年齡에 따라 많이 變化된다. 하여도 相關에는 큰 影響을 주지 못하는 것으로 判斷된다.

樹高生長이 모든 年齡期에 위와같이 높은 相關을 나타내므로 年間 生長量과 8年生의 全体樹高와의 相關關係를 調査하였는데 다음 表7과 같다.

2~7年生의 年間生長量과 8年生의 全体樹高에서도 表7과 같이 높은 相關을 보이고 있다. 이것은 前項의 單純年齡相關과 同一한 結果로 보여진다.

以上과 같은 單純相關關係를 觀察해 보면 1年生부터 8年生까지는 樹高生長에 있어서 家系間에 큰 變動이 없으므로 소나무의 樹高生長을 몇 段階로 나눈다면 1年生부터 8年까지는 同一한 하나의 生育段階로 보아야 할 것이다. 그러므로 1年生~8年生까지를 하나의 段階로 보고 8年生 以後에 또 다른 어떤 段階가 있다면 8年生 以下의 成績으로는 伐期令의 豫測은 어려울 것으로

表 4. 單純 年齡 樹高 相關(京畿華城 植栽分)
Tab. 4. Simple age correlation of height growth (Kyunggi plantation)

Age	1	2	3	4	5	6	7
2	0.993						
3	0.993	0.995					
4	0.988	0.994	0.998				
5	0.988	0.994	0.997	0.99			
6	0.989	0.995	0.996	0.98	0.999		
7	0.989	0.996	0.995	0.97	0.98	1.000	
8	0.988	0.996	0.994	0.96	0.97	0.999	1.000

* All the correlation coefficients are significant at 1 % level.

表 5. 單純 年齡 樹高相關(江原 溟州 植栽分)
Tab. 5. Simple age correlation of height growth (Kangwon plantation)

Age	1	2	3	4	5	6	7
2	0.993						
3	0.989	0.997					
4	0.987	0.995	0.997				
5	0.986	0.996	0.994	0.995			
6	0.985	0.997	0.995	0.994	0.998		
7	0.988	0.998	0.995	0.994	0.997	0.997	
8	0.988	0.998	0.995	0.995	0.998	0.997	0.999

* All the correlation coefficients are significant at 1 % level.

表 6. 單純 年齡 樹高相關(京畿 및 江原 綜合分)
Tab. 6. Simple age correlation of height growth (Kyunggi and Kangwon combined)

Age	1	2	3	4	5	6	7
2	0.993						
3	0.992	0.998					
4	0.991	0.987	0.991				
5	0.989	0.986	0.987	0.999			
6	0.988	0.997	0.988	0.997	0.999		
7	0.990	0.998	0.997	0.998	0.999	0.999	
8	0.989	0.998	0.996	0.997	0.998	0.999	1.000

* All the correlation coefficients are significant at 1 % level.

判斷된다. Namkoong等(1976)은 *Ponderosa* 소나무(*Pinus ponderosa* L.) 29年生의 次代를 高度別로 植栽하고 全体分散에 對한 家系分散의 比率을 分析하면서 家系生長 形態는 幼時의 形態를 持續하다가 보다는 時間의 經過에 따라 變化한다고 報告하였다. 그들은 또한 生長形

表 7. 各 年令의 年間 樹高生長과 8 年生의 全体 樹高와의 單純 相關係數

Tab.7. Simple correlation coefficients between annual increment of height and total height of 8 years old.

年間生長×樹高	京畿 華城 Kyunggi plantation	江原 溟州 Kangwon plantation	綜合 Combined
2 yrs inc.×8 yrs total ht.	0.992	0.996	0.995
3 " × "	0.961	0.970	0.981
3 " × "	0.994	0.960	0.994
4 " × "	0.995	0.982	0.996
5 " × "	0.995	0.987	0.996
7 " × "	0.996	0.985	0.995

* All the cofecients are significenta at 1% level.

態의 變化를 몇 段階로 나누었는데 卽 3~8年生 까지의 段階를 Exponential growth, 8~20年生까지를 Steady growth, 20~29年生까지를 Declining growth라고 規定하였다.

(2) 遺傳相關(Genetic correlation)

어떤 形質間에는 遺傳子가 서로 聯關되어 發現되는 것으로 卽 Pleiotropy 現狀에 依하여 나타나는 것이 一般的이다. 이러한 遺傳子의 發現은 育種에서 어떤 形質을 改良하고자 할 때 그 改良한 形質과 遺傳相關이 높은 形質이 바라지 않는 形質일 때는 그 바라지 않는 形質의 出現頻도가 높았으며 또한 더욱 甚하게 나타날 것이기 때문이다. 反對로 두가지 形質이 모두 바람직하며 아울러 높은 遺傳相關이 있을때는 그 中 어느 한 가지 形質만 改良하여도 自然히 나머지 한가지 形質도 改良되는 것이다. 그러므로 어떤 形質을 改良할 때는 그 形質과 他形質과의 遺傳的 相關을 測定하는 것이 必要한 일인데 本 研究에서는 다만 3가지 形質 卽 樹高, 根元徑, 가지直徑에 對하여 各種 分散을 求하고 또한 遺傳 相關을 求한 結果는 다음 表 8, 9, 10과 같다.

表 8. 樹高와 根元徑間의 共分散分析

Tab. 8. Analysis of covariance between height and root collar diameter.

Variance component	Height	Covariance	Root collar diameter
σ_{r1}^2	0.048	0.119	0.556
σ_{f12}	0.018	0.032	0.114
σ_{f12}	0.007	0.020	0.056
σ_{j2}	0.313	1.020	3.402
σ_{j2}	0.097	0.012	0.021

樹高와 根元徑間의 遺傳相關은 0.266으로서 두 形質間에 높지는 않으나 陽의 相關關係가 있음을 알 수 있다. 그러므로 樹高를 改良하면 어느 程度 直徑도 커지는 것을 期待할 수 있겠다. 여기에서 添加하여 說明할 것은 根元徑의 全体分散 가운데 地域間 差에 依한 分散이 81%를 차지하고 있는 點이다. 이러한 現狀은 根元徑이 植栽地 立地條件의 影響을 크게 받고 있는 것으로 바꾸어 말하면 環境의 影響을 많이 받는 것으로 말할 수 있겠다. 樹高의 境遇는 地域間의 差에 依한 分散이 65%를 차지하여 根元徑보다는 적은 環境의 影響을 받는다고 말할 수 있으나 이것도 각 分散中에 가장 많은 比率를 차지하고 있는 것이다.

樹高와 가지 直徑間에는 遺傳相關이 0.091을 보여 陽의 相關을 보이지만 樹高와 根元徑보다 더 적은 相關을 나타내고 있다. 가지 直徑에서 Family×location interaction의 分散이 (-)를 보일 程度로 거의 Interaction

이 없는 것으로 나타났다. 根元徑과 가지 直徑間의 相關은 0.391로 調査形質 中에 가장 높은 相關을 보이고 있다. 이것은 根元徑이 굵어지면 가지도 따라서 굵어지는 것으로 判斷된다. 秀型木 選拔時 直徑만을 考慮하여

表 9. 樹高와 가지 直徑間의 共分散分析

Tab.9. Analysis of covariance between height and branch diameter

Variance component	Height	Covariance	Branch ediameter
σ_{r1}^2	0.048	0.011	0.043
σ_{r1}^2	0.018	0.021	0.007
σ_{f1}^2	0.007	0.004	-0.008
σ^2	0.313	0.172	0.096
σ_j^2	0.097	0.002	0.005

$$r_G = \frac{0.002}{\sqrt{0.097 \times 0.005}} = 0.091$$

表 10. 根元徑과 가지 直徑間의 共分散分析

Tab.10. Analysis of covariance between root collar diameter and branch diameter

Variance component	Root collar diameter	Covariance	Branch diameter
σ_{rr}^2	0.516	0.093	0.043
σ_i^2	0.114	0.030	0.007
σ_{ji}^2	0.056	0.006	-0.008
σ^2	3.402	0.573	0.096
σ_j^2	0.021	0.004	0.005

$$r_G = \frac{0.004}{\sqrt{0.021 \times 0.005}} = 0.391$$

選拔한다면 자칫 가지가 굵은 것을 選拔하는 結果를 招來할 수도 있다.

結 論

소나무는 오랜 옛날부터 우리나라의 主要木材 供給源이었으나 無次別한 伐採로 인하여 輿地 以外的 地域은 遺傳的으로 不良한 個體들이 많이 殘存되어 소나무의 育種改良이 時急한 問題이다. 多幸히도 一部 地域에는 優良 소나무 林이 殘存되어 있어 選拔에 依한 育種을 試圖하고 있다.

本 研究에서는 이러한 選拔育種에서 必要로 하는 遺傳相關을 다루었는데 그 結果는 다음과 같다.

1. 樹高의 單純年齡相關에 있어서 그 個植栽地 모두 各 年齡間에 높은 相關關係가 있으므로 万若 8年 伐開라면 幼時選拔이 可能한 것으로 判斷된다.

2. 遺傳相關에서는 樹高와 根元徑間에 陽의 相關(0.266)을 나타내므로서 樹高가 增大되면 根元徑도 어느 程度 增大됨을 알 수 있으나 樹高와 가지 直徑間에는 거의 相關(0.091)이 없는 것으로 나타났다. 根元徑과 가지 直徑間($r_G=0.391$)에는 樹高와 根元徑보다 높은 遺傳相關이 나타났다.

引 用 文 獻

1. Farmer, Jr., R. E. 1970. Genetic variation among open-pollinated progeny of eastern cottonwood.

Silvae Genetica 19 : 149-151.

- Franklin, E.C. 1972. Some perspectives on progeny testing in a recurrent selection program for tree improvement. Proc. of a Meeting of the Working Party on Progeny Testing, Macon Georgia, October 25-27 : 145-153.
- LaFarge, T. 1972. Relationships among third-fifth- and fifteenth-year measurement in a stand of study variation of loblolly pine in Georgia. Proc. of a Meeting of the Working Party on progeny Testing, Macon Georgia, October 25-27 : 1-16.
- Meir, R.J. and J.F. Goggans 1977. Heritability of height, diameter, and specific gravity of young virginia pine. Forest Sci. 23 : 450-456.
- Mohn, C.A. and W.K. Randal 1971. Inheritance and correlation of growth characters in *populus deltoides*. Silvae Genetica 20 : 182-184.
- Namkoong G. and M.T. Conkle 1976. Time trends in genetic control of height growth in ponderosa pine. Forest Sci. 22 : 2-12.
- Sluder, E.R. 1972. Open-pollinated progenies of slash pine; Their performance at fifteen years and the relationships among third-year data and eight- and fifteen-year volumes per plot. Proc. of a Meeting of the Working party on progeny Testing, Macon Georgia, Oct. 25-27, 34-47.
- Squillace, A.E. and C.R. Gansel 1972. Juvenile-maturity correlations in slash pine. Proc. of a Meeting of the Working Party on Progeny Testing, Macon Georgia, Oct. 25-27, 17-18p.
- Stonecypher, R.W. 1966. Estimates of genetic and environmental variances and covariances in a natural population of loblolly pine *Pinus taeda* L. Technical Bulletin No. 5-1966, Woodlands Dept. Southern Kraft Division, Southlands Experiment Forest, Bainbridge Georgia.
- Wright, J.W., W.L. Lemmien and J.N. Bright 1970. Genetic variability in eastern white pine from Michigan(6year results). Silvae Genetica 19 : 146-148.
- 任慶彬, 盧義來 1979. 소나무의 遺傳力에 關한 研究(I), 韓林誌 No. 42, p. 74-82.