

잣나무 生長特性的 廣義의 遺傳力과 秀型木 클론選拔에 依한 改良效果¹

韓相億² · 崔善起² · 權赫民² · 李相鵬²

Broad Sense Heritabilities of Growth Characters and Genetic Gain in Clonal Selection of Plus Tree of *Pinus koraiensis* S. et Z.¹

Sang Urk Han² · Sun Ki Choi² · Hyuk Min Kwon² · Sang Boong Lee²

要 約

잣나무 秀型木 23클론에 對한 樹高, 胸高直徑, 樹冠幅, 가지길이 및 가지 直徑의 生長特性을 測定하여 다음과 같은 結果를 얻었다. 1) 生長이 가장 優秀한 클론은 가장 不良한 클론에 比하여 樹高는 41%, 胸高直徑은 81%, 樹冠幅은 50%, 가지길이는 55% 및 가지直徑은 83%의 良好한 生長을 보였다. 2) 各生長特性은 클론間에 有意差가 있었으며, 各生長特性間의 相關은 高度의 正의 相關을 나타냈다($r=0.418^* \sim 0.917^{**}$). 3) 各生長特性에 對한 廣義의 遺傳力은 樹高에서 0.46, 胸高直徑에서 0.45, 樹冠幅에서 0.28, 가지길이에서 0.26 및 가지直徑에서 0.18로 推定되었다. 4) 改良效果는 23클론 中 生長이 優秀한 3클론을 各 特性別로 選拔하여 4.1%~11.1%까지 豫測할 수 있었다.

ABSTRACT

Growth characters such as height, DBH, crown width, branch length and branch diameter were measured from 23 clones of plus trees of *Pinus koraiensis*. The results were as follows; 1) Differences between the largest and smallest clones were amounted to 41% in height, 81% in DBH, 50% in crown width, 55% in branch length and 83% in branch diameter. 2) There were significant differences between clones in every growth characters and correlation coefficients between growth characters were positive and significant ($r = 0.418^* - 0.917^{**}$). 3) The broad sense heritabilities were 0.46 for height, 0.45 for DBH, 0.28 for crown width, 0.26 for branch length and 0.18 for branch diameter. 4) The genetic gains predicted for each characters were ranged from 4.1% to 11.1%, when selecting the best 3 out of 23 clones.

Key words: plus tree; *Pinus koraiensis*; broad sense heritability; genetic gain.

緒 論

잣나무 (*Pinus koraiensis*)는 우리나라에서 自生

되는 主要한 經濟樹種의 하나로서 많이 造林되고 있는 實情이다. 그리하여 林木育種研究所에서는 計劃的 造林에 所要되는 優良種苗를 供給할 採種園의 母樹確保를 爲하여 1984년까지 잣나무 秀型木 213本

¹ 接受 3月 29日 Received March 29, 1985.

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

을 選拔하여 採種園(clonal seed orchard) 및 클론 保存園(clone bank)을 造成하고 있다.

表現型에 依하여 選拔된 秀型木으로 無性繁殖된 採種園 및 클론保存園에서 클론檢定을 함으로써 얻는 遺傳力의 값은 클론繁殖에 依한 改良效果를 豫測하는데 使用되고 있으며 클론檢定을 함으로써 얻어지는 廣義의 遺傳力은 相加的 遺傳分散에 非相加的 遺傳分散을 包含한 遺傳力으로 나타난다.²⁰⁾

지금까지 遺傳力에 關한 論文은 많으나 잣나무에 對한 報告는 韓 等⁵⁾의 幼齡木에 對한 樹高의 狹義의 遺傳力을 推定한 것 뿐인듯하다. 잣나무에 對한 廣義의 遺傳力은 報告된 바 없으나 다른 樹種의 境遇 郭 等⁷⁾이 소나무(*Pinus densiflora*)에 對한 가지數, 가지角度 및 마디長의 遺傳力을 0.465~0.774로 推定하였다. Wellendorf¹⁷⁾는 Scots pine에 對한 樹高遺傳力을 0.93으로 推定하였으며, Varnell 等¹⁸⁾과 Einspahr 等²⁾은 slash pine에 對한 毬果結實과 여러가지 材質特性의 遺傳力을 0.25~0.84로 報告하였다. 또 Zsuffa²⁰⁾는 *Pinus griffithii* M. × *P. strobus* L.에 對한 樹高, 直徑, 가지길이 및 가지角의 廣義의 遺傳力과 改良效果를 推定하였다. Wilcox와 Farmer¹⁸⁾는 cottonwood의 樹齡別, 生長特性에 對한 個體木과 클론의 遺傳力을 推定하여 選拔強度를 3가지 境遇로 나누어 改良效果를 測定하였고, Farmer⁵⁾는 여러가지 特性의 遺傳力을 0.13~0.76으로 推定하였다. 또 Randall과 Cooper¹³⁾는 樹高와 胸高直徑의 遺傳力을 各各 0.38과 0.47로 推定하였으며, Randall¹²⁾은 樹高와 直徑의 遺傳力을 各各 0.56과 0.69로 樹高가 直徑보다 낮게 推定되었다고 報告하였고, 改良效果는 24클론中 2클론을 選拔할 境遇 8%~40%까지 얻을 수 있다고 報告하였다. 그리고 廣義의 遺傳力과 같은 意味로 使用되는 gross heritability에 對한 報告는 Einspahr 等³⁾, Nicholls 等^{9,10)} 및 Smith¹⁴⁾가 各各 triploid aspen, radiata pine 및 여러가지 樹種에 對한 遺傳力을 推定 報告하였다.

一般的으로 針葉樹는 樹高와 胸高直徑의 生長이 優良하여야 可用材積이 많고, 가지直徑, 가지길이 및 樹冠幅 등이 작아야 材質이 좋아진다. 그러나 잣나무의 境遇 많은 材積生長과 毬果生産을 爲하여 樹高, 胸高直徑, 가지直徑, 가지길이 및 樹冠幅이 큰 個體를 選拔코져 하였다.

本 研究는 表現型에 依하여 選拔된 잣나무 秀型木에 對한 遺傳力과 改良效果를 測定함으로써 잣나무

의 全般的인 育種計劃을 樹立하는데 있어서 必要한 基本資料를 얻는데 目的이 있다.

材料 및 方法

1. 供試材料

本 試驗에 使用된 供試木은 1971年 秀型木으로부터 接穗를 採取하여 4월에 接木을 實施한 後, 그 다음해인 1972年 江原道 溟州郡 旺山面 松岬里에 클론當 10本씩 4×4m로 造成된 잣나무 클론保存園에서 전체 32클론中, 活着이 나쁜 클론을 除外한 23클론으로 클론當 5本씩 無作爲로 抽出하여 使用하였다. 樹高, 樹冠幅, 가지길이는 折尺을, 胸高直徑과 가지直徑은 caliper를 利用하여 1984年 가을에 測定하였다.

2. 統計의 方法

廣義의 遺傳力 推定을 爲한 分散分析은 Snedecor와 Cochran¹⁵⁾의 方法에 依해 分析하였고, 遺傳力은 Wright¹⁹⁾에 依한 다음과 같은 公式을 使用하였다.

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

$$\sigma_E^2 = \text{error mean square}$$

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

改良效果는 Falconer⁴⁾의 다음과 같은 公式에 依해 計算되었고,

$$\Delta G = i \cdot h^2 \cdot \sigma_p$$

選拔強度는 Becker¹⁾의 數値를 利用하였다.

結果 및 考察

잣나무 秀型木 클론의 樹高, 胸高直徑, 樹冠幅, 가지길이 및 가지直徑에 對한 生長特性은 表 1에 나타난 바와 같이 生長이 가장 좋은 클론은 가장 나쁜 클론에 比하여 樹高는 41%, 胸高直徑은 81%, 樹冠幅은 50%, 가지길이는 55% 및 가지直徑은 83%의 良好한 生長을 보임으로 클론間 生長差異가 나타나는 것을 알 수 있었으며, 生長特性에 對한 分散分析 結果도 表 2와 같이 클론間 生長差異가 나타나고 있다. 그러나 Zsuffa²⁰⁾가 *Pinus griffithii* M. × *P. strobus* L.의 樹高, 直徑 및 가지길이에서 報告한 것보다는 클론間 差異가 甚하게 나타나지 않았다. 이것은 樹種과 樹齡이 다른 理由 때문이라 생각

Table 1. Clonal mean values for each growth characters of *Pinus koraiensis* unit : cm

Clone	Character	Height	D. B. H.	Crown width	Branch length	Branch diameter
KW	1	429	7.4	338	185	3.2
"	2	525	11.1	505	269	3.5
"	3	569	11.2	474	234	3.4
"	4	513	8.4	374	206	2.8
"	8	551	8.4	394	232	3.1
"	9	404	7.6	360	183	2.4
"	10	502	10.0	452	244	3.8
"	13	473	8.2	377	212	3.2
"	14	508	10.1	454	250	3.9
"	17	464	7.7	358	182	2.7
"	18	565	10.9	465	235	3.2
GG	1	474	8.7	491	268	4.2
"	5	458	7.9	382	212	2.9
"	6	436	6.1	343	173	2.3
"	7	506	10.6	398	200	3.4
"	8	490	9.2	402	228	3.3
"	10	522	8.6	358	206	3.1
"	12	518	10.0	400	214	3.5
"	13	479	8.0	336	182	2.5
"	14	484	8.9	388	212	3.2
"	15	528	8.2	371	196	2.8
CB	1	479	9.2	380	214	2.9
"	2	548	11.2	478	234	3.6
	Mean	497	9.0	403	216	3.2
	Range	300-630	4.0-13.7	195-600	95-320	1.2-6.5
	SD	56.1	1.8	79.6	41.9	0.8
	CV	11.3	20.2	19.8	19.4	25.3

* KW, GG and CB indicate Kangweon, Gyeonggi and Chungbug, respectively.

Table 2. Mean squares from analysis of variance for each growth characters of *Pinus koraiensis*

Source	df	Height	D. B. H.	Crown width	Branch length	Branch diameter
Total	114					
Clones	22	9136.3**	9.66**	13577.4**	3625.1**	1.14*
Error	92	1744.6	1.88	4667.5	1324.6	0.56

* and ** indicate significance at the 5% and 1% level, respectively.

된다.

生長特性間 相關은 表 3에 나타난 바와 같이 樹冠幅과 가지길이 가 $r=0.917$ 로 가장 높은 正의 相關을 보였으며, 樹高와 가지直徑은 $r=0.418$ 로 가장 낮은 正의 相關을 나타냈다. 그러나 모든 生長特性間에 相關은 有意性이 있는 것을 알 수 있었으므로 閔等⁹⁾이 202本の 잣나무 秀型木에 對한 樹高, 胸高直徑 및 樹冠幅의 生長特性間 相關을 分析한 結果와 같은 傾向을 보였다. 이것은 Wellendorf¹⁷⁾가 Scots pine에 對한 original tree와 클론의 樹高

特性이 類似하였다는 報告와 一致하는 것이다.

Table 3. Correlation coefficients between each growth characters

Character	D. B. H.	Crown width	Branch length	Branch diameter
Height	0.746**	0.581**	0.542**	0.418*
D. B. H.		0.809**	0.695**	0.666**
Crown width			0.917**	0.784**
Branch length				0.837**

* and ** indicate significance at the 5% and 1% level, respectively.

Table 4. Variance components and broad-sense heritabilities for each growth characters of *Pinus koraiensis*.

	Height	D.B.H.	Crown width	Branch length	Branch diameter
σ_c^2	1478.3	1.56	1782.0	460.1	0.12
σ_e^2	1744.6	1.88	4667.5	1324.6	0.56
h^2	0.46	0.45	0.28	0.26	0.18

秀型木 클론의 生長特性에 對한 廣義의 遺傳力은 表 4에 나타난 바와 같이 樹高가 0.46으로 가장 높게, 가지直徑은 0.18로 가장 낮게 推定되었다. 그리고 胸高直徑은 樹高보다 若干 낮은 0.45로 推定되어 一般的으로 樹高가 直徑보다 높은 遺傳力을 나타낸다는 Farmer⁵⁾, Wilcox와 Farmer¹⁸⁾ 및 Zsuffa²⁰⁾의 報告와 같은 경향을 보였으나 Randall^{12,13)}의 報告와는 相反되는 경향을 나타냈다.

秀型木 클론에 依한 改良效果는 選抜強度를 Becker¹⁾에 依한 方法으로 23클론 中 各 特性別로 生長이 良好한 3클론을 選抜하였을 때 ($i=1.542$) 表 5에 나타난 바와 같이 胸高直徑이 11.1%로 가장 높게, 그 다음이 樹高로서 6.1%, 樹冠幅은 5.6%, 가지길이는 5.0% 및 가지直徑은 4.1%로 나타났다. 이것은 朴¹¹⁾이 테다소나무에서 風媒次代 中 樹高生長이 좋은 10%를 選抜하여 얻은 改良效果 6.4%와 비슷한 경향을 보였으나, Zsuffa²⁰⁾가 8클론 中 1클론을 選抜하여 얻은 樹高와 直徑(11%, 13%)의 改良效果, Randall과 Cooper¹³⁾가 32클론 中 4클론을 選抜하여 얻은 樹高와 直徑(9%, 21%)의 改良效果 및 Wilcox와 Farmer¹⁸⁾가 10%를 選抜하여 얻은 樹高와 直徑(9.3%, 11.5%)의 改良效果보다는 낮은 改良效果를 얻었다. 그러나 앞으로는 秀型木을 擴大選抜하고 있으므로 選抜強度를 좀 더 強

Table 5. Phenotypic variance and genetic gains for each growth characters of *Pinus koraiensis*

	Height	D.B.H.	Crown width	Branch length	Branch diameter
$\sigma_p^{1)}$	42.75	1.39	52.11	26.93	0.48
Genetic gain in units(cm) ²⁾	30.3	1.0	22.5	10.8	0.13
$\Delta G(\%)$	6.1	11.1	5.6	5.0	4.1

1) $\sigma_p = \sqrt{\frac{\text{clonal mean square}}{\text{no. of ramets per clone}}}$

2) $i = 1.542$

하게 한다면 秀型木 選抜에 依한 改良效果를 높게 얻을 수 있으리라 생각된다.

結 論

1972年 江原道 溟州郡 旺山面 松峴里에 造成된 클론保存園에서 잣나무 秀型木 23클론을 對象으로 1984年 가을에 樹高, 胸高直徑, 樹冠幅, 가지길이 및 가지直徑을 測定한 結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

各 特性別로 生長이 가장 좋은 클론은 가장 나쁜 클론에 比하여 樹高는 41%, 胸高直徑은 81%, 樹冠幅은 50%, 가지길이는 55% 및 가지直徑은 83%의 良好한 生長을 보였다. 클론間 各 生長特性은 有意差가 있었으며, 各 生長特性間에는 高度의 正의 相關을 보였다. 各 生長特性의 廣義의 遺傳力은 0.18~0.46까지 推定되었으며, 이들 生長特性에 對한 改良效果는 4.1%~11.1%까지 豫測할 수 있었다.

引 用 文 獻

1. Becker, W. A. 1967. Manual of procedures in quantitative genetics. 2nd ed. The Program in Genetics. Washington State Univ. Publ. 130 pp.
2. Einspahr, D. W., R. E. Goddard and H. S. Gardner. 1964. Slash pine, wood and fiber property heritability study. *Silvae Genetica* 13:103-109.
3. Einspahr, D. W., J. P. van Buijtenen and J. R. Peckham. 1963. Natural variation and heritability in triploid aspen. *Silvae Genetica* 12:51-58.
4. Falconer, D. S. 1981. Introduction to quantitative genetics. 2nd ed. Longman Inc., London, 340 pp.
5. Farmer, R. E. Jr. 1970. Variation and inheritance of eastern cottonwood growth and wood properties under two soil moisture regimes. *Silvae Genetica* 19:5-8.
6. 韓相億, 崔善起, 權赫民, 柳世杰. 1984. 잣나무 秀型木 5年生 風媒次代의 樹高遺傳力. 林木育種研究報告 20: 65~69.

7. 郭在彦, 盧義來, 崔善起. 1972. 소나무의 주요 형질에 대한 유전력. 林木育種研究報告 9:21~24.
8. 閔泳澤, 權赫民, 崔善起. 1982. 잣나무 秀型木間的 生長相關. 林木育種研究報告 18:28~32.
9. Nicholls, J. W. P. 1967. Preliminary observations on the change with age of the heritability of certain wood characters in *Pinus radiata* clones. *Silvae Genetica* 16:18-20.
10. Nicholls, J. W. P., H. E. Dadswell and J. M. Fielding. 1964. The heritability of wood characteristics of *Pinus radiata*. *Silvae Genetica* 13:68-71.
11. 朴文漢. 1984. 全南 光陽 테다소나무의 風媒次代檢定. 서울大學校 大學院 林學科 碩士論文. 38pp.
12. Randall, W. K. 1977. Growth correlations of cottonwood clones developed from mature wood cuttings. *Silvae Genetica* 26:119-120.
13. Randall, W. K. and D. T. Cooper. 1973. Predicted genotypic gain from cottonwood clonal tests. *Silvae Genetica* 22:165-167.
14. Smith, W. J. 1967. The heritability of fibre characteristics and its application to wood quality improvement in forest trees. *Silvae Genetica* 16:41-50.
15. Snedecor, G. W. and W. G. Cochran. 1980. *Statistical methods*. Seventh Edition. Iowa State University press, Ames, Iowa, U.S.A. 507 pp.
16. Varnell, R. J., A. E. Squillace and G. W. Bengtson. 1967. Variation and heritability of fruitfulness in slash pine. *Silvae Genetica* 16:125-128.
17. Wellendorf, H. 1970. Resemblance in height growth between original trees and clones of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). *Forest Tree Improvement* 1:26-45.
18. Wilcox, J. R. and R. E. Farmer, Jr. 1967. Variation and inheritance of juvenile characters of eastern cottonwood. *Silvae Genetica* 16:162-165.
19. Wright, J. W. 1962. *Genetics of forest tree improvement*. FAO, Forestry and Forest Prod. Studies No. 16, Rome. 399pp.
20. Zsuffa, L. 1975. Broad sense heritability values and possible genetic gains in clonal selection of *Pinus griffithii* McClelland × *P. strobus* L. *Silvae Genetica* 24(4):85-88.