

黄山地区杉木优良家系区域选择及效果研究*

方乐金 王基福 陈寿良

(安徽省黄山市林业科学研究所)

关键词 杉木; 优良家系; 区域选择; 遗传增益

60年代以来,国内叶培忠、陈岳武等林木遗传育种专家系统地开展了杉木产地间、产地内、个体间的遗传变异规律和遗传改良研究。中国林科院于1976年和1979年先后两次组织了杉木全分布区的大规模试验研究,摸清了不同地理种源的遗传变异规律,选出了一批杉木优良种源。通过“六五”国家攻关,全国杉木种子园攻关协作组提出了杉木多层次利用的育种策略和程序。把优树经子代测定后筛选出的优良家系,在杉木分布区内进行区域化试验,进一步筛选出适应各种生境的优良家系,同时在这些家系中选择表现突出的优良单株进行多种途径的繁殖利用,可获得种源选择和家系选择、单株选择三个方面的遗传增益,这是杉木改良获得多层次增益的一条有效捷径¹⁾。为此,我所自1982年起在黄山试点进行了三次全国杉木优良家系区域化试验。经5~7年的研究,筛选出了一批适应黄山地区及其以北栽植的优良家系。现将研究结果报告如下。

1 试验概况

1.1 试验地立地条件

试验地设在黄山市屯溪区北郊市林科所试验山,为杉木分布的中带北缘皖南南部低山地区。地理位置为 $118^{\circ}17' E, 29^{\circ}48' N$ 。属千枚岩分化的山地黄壤。年降雨量1680 mm,年均温 $16.6^{\circ}C$;极端低温 $-10.6^{\circ}C$,无霜期230天。前茬是人工杉木林。

1.2 试验材料及方法

供试材料均来自南方10个省(区)的杉木种子园,共137个优良家系,其中试验I为25个家系,试验II为112个家系。每次试验分别设本地区西田林场种子园混合种、当地商品种对照。试验I采用完全随机区组设计,单株小区,重复60次;试验II采用分组不完全随机区组和巢式设计,4株小区,重复分别为10次和8次。

各试验林全垦整地后,布点、挖穴、回填表土。穴长60 cm,宽40 cm,深30 cm。造林后头四年每年除草抚育两次,分别于六月上旬和八月下旬进行。以后至七年生时每年抚育一次。定期观测记载冻害、病虫害。年终每木调查树高、胸径生长量及枝盘、枝条等性状。

本文于1990年8月27日收到。

*本研究为“六五”、“七五”国家科技攻关林业项目《杉木种子园建立技术研究》专题的子专题。成文过程中得到李家龙、陈益泰、王赵民、叶志宏先生的指导,方小宏、汪山鹰参加部分工作,特此致谢。

1) 施季森等,1986,杉木的遗传变异及育种程序,全国杉木种子园建立技术协作组研究报告。

1.3 统计分析

1.3.1 F 值、 Q 值检验 分别对各试验的树高、胸径及材积进行方差分析和 F 值检验, 然后用 Tukey 的 Q 测验法, 以平均值进行多重比较, 计算各家系间差异水平²⁾。

1.3.2 遗传力 (h^2) 估算 以简捷法公式计算: $h^2 = 1 - 1/F$, 式中 F 为某性状的 F 值, 在方差分析中求得。

1.3.3 遗传增益 (ΔG) 估算 $\Delta G = R/\bar{x} \times 100\%$, 式中 $R = h^2 \cdot S$, S 为选择响应, 即某处理与对照两平均数间的差值, \bar{x} 为参试群体的平均表现。

1.3.4 材积计算 按林业部颁发的标准材积公式计算:

$$V = 0.000\ 058\ 77 \times D^{1.988\ 883\ 1} \times H^{0.898\ 461\ 67}$$

1.3.5 综合评定公式 应用多维空间(欧几米德) E^3 多向量理论综合评定的数学模型^[1], 以树高、胸径、材积 3 个主要性状进行综合评定, 综合值 (ΣP_i) 小为优。

$$P_i = \sqrt{\Sigma K_j (1 - a'_{ij})^2}, \quad \text{其中 } a'_{ij} = \frac{a_{ij}}{a_{0j}}$$

P_i 为第 i 个家系的综合评定值; K_j 为第 j 个性状的权重系数; a_{ij} 为第 i 个家系第 j 个性状数据; a_{0j} 为第 j 个性状最优家系数据。

2 结果与分析

2.1 参试家系间差异分析

方差分析结果表明, 两次试验中参试家系间树高、胸径、材积生长量差异达极显著水平(见表 1)。经 Q 检验表明, 试验 I 中, 以西田林场种子园混合种为对照进行比较, 参试家系中树高有 21 个家系, 胸径有 17 个家系, 材积有 13 个家系差异达显著水平。试验 II 中, 与混合种对照相比, 树高有 14 个家系(其中湖南 3 个, 广西 3 个, 四川 2 个, 贵州锦屏 2 个, 江西 2 个, 广东和本省各 1 个), 胸径有 15 个, 材积有 10 个家系, 差异达显著或极显著水平。以增益水平较高的福建洋口林场种子园混合种为对照比较, 树高仍有 1 个家系, 胸径 4 个家系, 材积 4 个家系差异达显著水平。差异分析还表明, 优良家系大多来自优良种源区。

表 1 方差分析结果

试号	变异来源	自由度	树高		胸径		材积	
			均方	F	均方	F	均方	F
试验 I	家系间	26	10 229.2	8.26**	355.75	8.04**	655 929.4	7.99**
	机误	130	1 246.5		44.25		82 088.1	
试验 II	家系间	135	1.109 5	3.50**	332.61	3.40**	88 181.7	3.04**
	机误	1080	0.316 7		94.95		28 982.2	

2.2 优良家系的选择效果

试验 I, 7 年生时, 树高生长量最大的是“64021”号, 大于混合种对照 43.5%, 达显著水平以上的 21 个家系, 平均树高 5.15 m, 大于混合种对照 27.2%。胸径生长量最大的是

2) 华南热带作物学院, 1977, 热带作物的试验设计与统计分析(教材)。

“65036”和“65027”号家系，大于混合种对照51.9%，21个家系的平均胸径为7.27 cm，大于混合种对照35.2%。材积生长量最大的家系也是“64021”号，大于混合种对照205.8%，21个家系的平均单株材积为0.01376 m³，大于混合种对照134.4%（见表2）。

表2 前五名优良家系情况

试号	家系号	树高			胸径			材积			综合评定名次
		平均生长量(m)	大于CK(%)	ΔG(%)	平均生长量(cm)	大于CK(%)	ΔG(%)	平均生长量(m ³)	大于CK(%)	ΔG(%)	
I	64021	5.81	43.5	31.1	8.1	50.0	34.9	0.01795	205.8	87.5	1
	65036	5.51	36.0	25.8	8.2	51.9	36.4	0.01789	204.8	87.1	2
	65027	5.45	34.6	24.7	8.2	51.9	36.4	0.01711	191.5	81.4	3
	65039	5.53	36.5	26.1	7.8	44.4	30.6	0.01590	170.9	72.6	4
	65037	5.52	36.3	26.0	7.7	42.6	29.6	0.01540	162.4	69.0	5
I	21系均值	5.15	27.2	19.4	7.3	35.8	24.1	0.01376	134.4	52.9	
	CK	4.05	0	0	5.4	0	0	0.00587	0	0	
II	大堡子31	4.04	57.8	34.1	5.0	78.6	41.4	0.00538	330.4	106.2	1
	柳州475	3.80	48.4	28.4	5.1	82.1	44.1	0.00527	321.6	103.2	2
	瑞金拔英16	3.70	44.5	26.1	4.9	75.0	39.5	0.00510	308.0	98.9	3
	柳州292	3.67	43.4	25.5	4.8	71.4	37.0	0.00485	288.0	92.4	4
	锦屏37	3.59	40.2	23.6	4.7	67.9	35.3	0.00447	257.6	82.7	5
II	14系均值	3.65	42.6	25.2	4.6	64.3	33.9	0.00431	244.8	78.7	
	CK	2.56	0	0	2.8	0	0	0.00125	0	0	

试验II，五年生时，与混合种对照比较，树高有14个家系差异显著。其中生长量最大的是湖南“大堡子31号”家系，大于混合种对照57.8%，14个家系的平均树高为3.65 m，大于混合种对照42.6%。胸径生长量最大的是广西“柳州475号”家系，大于混合种对照82.1%，树高呈显著水平以上的14个家系的平均胸径为4.6 cm，大于混合种对照64.3%。材积生长量最大的家系“大堡子31号”，单株材积大于混合种对照330.4%，14个家系的平均单株材积为0.00431 m³，大于混合种对照244.8%（见表2）。

2.3 遗传增益估算

对两次试验结果树高差异达显著水平以上的35个家系，分别估算其遗传增益。以混合种为对照，试验I的21个家系树高、胸径和材积的遗传增益分别达12.7%~31.1%、11.2%~36.4%和27.0%~87.5%（前五名的增益情况见表2）。以混合种为对照，试验II的14个家系，树高、胸径和材积的遗传增益分别达21.9%~34.1%、26.3%~44.1%和56.3%~106.2%（前五名的增益情况见表2）。

2.4 优良家系的综合评定

在综合评定中，各性状的权重系数，树高 $K=2$ ，胸径 $K=2$ ，材积 $K=3$ 。评定结果试验I的前五名是：64021、65036、65027、65039、65037；试验II的前五名是：湖南大堡子31号、柳州475、瑞金拔英16、柳州292、锦屏37。

2.5 不同类型子代增益比较

杉木优良家系子代的遗传增益高，表明遗传改良效果好，后代生产力高。现将林地相邻、

立地条件基本一致、林龄相近的三片试验林——本地无性系的初级种子园子代林、优良种源区(建瓯种源)和优良种源区的福建洋口林场25个家系子代林在黄山地区的遗传增益进行大致的比较^[2]，可以看出不同类型子代的增益情况(见表3)。

表3 不同类型子代林遗传增益比较

(增益单位：%)

类 型	授 粉 方 式	林 树 其 中 胸			其 中 材			其 中		
		龄 高	种 源 间	种 源 内 选 择	径	种 源 间	种 源 内 选 择	积	种 源 间	种 源 内 选 择
(a)	ΔG	ΔG	ΔG	ΔG	ΔG	ΔG	ΔG	ΔG	ΔG	ΔG
本地初级种子园	种子园自由授粉	7	7.6	7.6	8.2	8.2	24.1	24.1		
建瓯优良种源	林分自由授粉	8	9.4	9.4	12.8	12.8	24.2	24.2		
25个家系子代	种子园自由授粉	7	17.9	8.5	21.9	9.1	47.6	23.4		
优异的21个家系子代	种子园自由授粉	7	19.4	1.5	24.1	2.2	52.9			5.3

注：①建瓯优良种源 ΔG 系与商品种相比的增益。②25个家系子代的种源内 ΔG 为该子代与建瓯优良种源 ΔG 之差。

③优异的21个家系子代的区域选择 ΔG 为该子代与25个子代 ΔG 之差。

表3表明，来自建瓯种源的洋口林场25个家系材积遗传增益均超过本地初级种子园的混合种，平均比混合种增益47.6%，为种源内和种源间选择二者增益之和。同时也可以看出种源间材积选择增益为24%左右，种源内优树和子代测定后优良家系选择两个层次增益约23%。从黄山地区来说，种源间选择的增益大于种源内选择的增益。表3也表明，在该地区，对经子代测定后筛选出的优良家系作进一步区域选择，在种源选择、种源内家系选择的基础上还能再提高5%幅度的增益。

2.6 与融水、锦屏优良种源的比较

广西融水、贵州锦屏两个种源，是杉木地理种源试验中选出的最佳种源。在试验Ⅱ林地中，安排有5个种源的中试，立地条件、造林时间及经营措施均相同。五年生时，融水种源树高2.69 m、胸径3.3 cm、单株材积0.00150 m³。锦屏种源树高3.04 m、胸径3.8 cm、单株材积0.00228 m³。两个种源树高、胸径、材积超过混合种对照5%~18.8%、17.9%~35.7%、20%~82.4%。

现以融水、锦屏两个种源的生长表现与本次试验Ⅱ中112个家系进行比较。树高：大于融水种源的有107个家系，占95.5%，大于锦屏种源的有81个家系，占72.3%。其中湖南大堡子31号家系树高生长大于融水种源50.2%，大于锦屏种源32.9%。胸径：大于融水种源的有102个家系，占91.1%，大于锦屏种源的有73个家系，占65.2%。其中湖南大堡子31号家系胸径高于融水种源51.5%，高于锦屏种源31.6%。材积：大于融水种源的有107个家系，占95.5%，大于锦屏种源的有85个家系，占75.9%。其中湖南大堡子31号家系单株材积生长高于融水种源258.7%，高于锦屏种源136.0%。

从上述比较看出，参试的112个家系中，树高、胸径、材积生长超过融水种源和锦屏种源的家系数分别达72.3%~95.5%、65.2%~91.1%、75.9%~95.5%。表现最优的湖南大堡子31号家系树高、胸径、材积分别大于融水和锦屏种源32.9%~50.2%、31.6%~51.5%、136.0%~258.7%。本研究这一结果说明，对全国初步子代测定选出的优良家系作进一步区域测定选择，可比单一优良种源选择有更高的增益。

2.7 优良单株的选择效果

在试验Ⅰ、Ⅱ的35个优良家系内，以混合种对照的单株材积平均值加3个标准差为标

准^[3], 进行优良单株选择, 有399株入选。这些优良单株与混合种对照比较, 树高大61.2%~88.9%, 胸径大82.0%~151.3%, 平均单株材积大393.7%~820.0%。

3 结论与建议

本研究中有试验结果因被测杉木年龄刚达1/3轮伐期, 材积估计可能会偏高, 但以树高、胸径增益看, 以下结论是基本可靠的。

(1) 综合杉木种源试验和优良家系选择的研究成果, 应用优良种源区的优良家系子代造林, 其遗传增益是种源间和种源内选择增益之和。以种子园混合种为对照, 7年生时, 参试25个优良家系的树高、胸径的遗传增益分别可达17.9%、21.9%, 高于初级种子园和同一优良种源区的一般种, 其中优异的21个优良家系树高、胸径的平均遗传增益可达19.4%、24.1%。在类似黄山地区的中亚热带北缘和北亚热带地区, 进行家系区域适应性选择, 能在种源、优良家系选择的基础上, 再提高约5%的材积增益。

(2) 在杉木分布的中带北缘及北带引进适应性强、比混合种对照显著优异的35个优良家系, 用于黄山地区杉木种子园的续建、改建, 可取得事半功倍的育种效果。5~7年生时, 树高、胸径生长高于混合种对照的期望值分别为27.2%~42.6%、35.8%~64.3%。

把这35个优良家系的种子分系育苗, 选用I级苗建立采穗圃, 生产优良家系无性群体苗木用于生产。另外, 对在此35个优良家系中挑选出的399株优良单株, 采取有效的促萌、扦插、建立采穗圃等措施, 使之尽快无性化, 应用于生产。以上工作的继续进行, 对加速杉木栽培区北缘良种化进程, 将具有十分重大的实践意义。

参 考 文 献

- [1] 陈璋等, 1987, 安徽省杉木优良种源初选, 安徽林业科技, (3)。
- [2] 方乐金等, 1988, 杉木优良种源内优良家系生产力评价, 安徽林业科技, (1)。
- [3] 南京林业大学林木育种室, 1979, 树木良种选育方法, 中国林业出版社。

The Regional Selection and Its Effectiveness of Chinese Fir Fine Families in Huangshan Area

Fang Lejing Wang Gifu Chen Shouliang

(Forest Research Institute of Huangshan City, Anhui Province)

Abstract The seeds of 137 Chinese Fir fine families selected through progeny test were collected from ten seed orchards in the southern provinces of our country. Then the seedlings and forests cultivated by these seeds were observed in this study. 5~7 years after having been planted, 35 fast-growing and strong-resistance families were selected, which are suited for use in the northern margin of mid-subtropical region and north-subtropical region. It has an average gain of 19.4% for height and 24.1% for DBH at the age of seven years, as compared with checks of mixed seeds from local orchard. The study also revealed that 5% of volume genetic gain could be obtained again in Huangshan area if we make a further regional selection of these fine families.

Key words *Cunninghamia lanceolata*; fine family; regional selection; genetic gain