

杉木优良家系区域测定的研究*

洪昌端 陈天霞 张 萍 王赵民 何贵平 吕本树

(浙江省林业科学研究所) (中国林业科学研究院亚热带林业研究所)

摘要 以全国10个省(区)14个杉木初级种子园的112个优良家系为试材,在浙江两个点进行区域性试验,5年的调查资料分析结果如下:①选出了41个优良家系,其选择率为39.4%,平均材积遗传增益达23.9%。②地点、种子园的效应及种子园×地点的互作效应都极显著,说明选择是可行的,但环境对杉木生长起很大的作用。③营建种子园增产效益明显,参试的14个种子园平均材积遗传增益达18.6%,并且,来自中心产区种子园大于一般产区。

关键词 杉木 优良家系 区域测定,遗传增益 G×E互作

我国杉木(*Cunninghamia lanceolata*)遗传改良研究已有二三十年的历史,其中进行了选优、建园、子代测定等一系列研究工作,各地区已陆续选出一批速生优良家系,且大多数初级种子园逐渐进入正常结实盛期阶段。这些优良家系在其它地方是否仍保持速生的优良特性?相应种子园的遗传增益如何?这是林木遗传改良中一个重要的研究课题。

植物基因型×环境互作(简称GE互作)早已被植物遗传育种学家所关注,早在1920年就进行了研究,Lerner于1954年提出“遗传的自体调节”概念。Jinks和Mather从1955年起作了广泛研究,认为GE互作是一个高度遗传的特性。我国杰出的林木遗传育种专家陈岳武副教授首先研究了杉木的GE互作及其稳定性^[1],把杉木初级种子园中家系分为“速生—稳定型”、“中等—稳定型”、“变化型”和“慢性型”。1983年起,全国杉木种子园攻关协作组开展杉木优良家系区域性试验,本研究是全国14个种子园的112个优良家系的区域测定浙江试区的试验结果,着重报道杉木“群体缓冲性”和“个体缓冲性”的信息,为优良家系和种子园的区域推广提供有力的依据。

1 材料和方法

试材来自全国10个省(区)14个杉木初级种子园的112个优良家系,即每个种子园提供8个本地起源的优良家系。试验以当地商品种和福建洋口林场初级种子园的种子作为对照,共计114个处理。1984年春分别在建德林场和开化县徐塘乡林场育苗,1985年春造林。造林试验设计采用分组群随机完全区组,共分为8个组群,每组群里都含有某种子园的一个家系和对照(2或3个)。建德试点育苗时增加临安横畈初级种子园作为对照,因此,该点组群为17个

本文于1991年5月10日收到。

*参加本试验的还有浙江省建德县林场欧阳洪云、邓观贵、杨荣良等同志。本文数据计算和成文过程中,得到福建林学院梁一池、浙江省开化县林科所徐金良和浙江省林科所沈幸作诸同志的帮助,在此一并致谢。

处理, 而开化徐塘试点因黄山市西田种子园 8 个家系苗未参与造林试验, 故每组群为 15 个处理。重复 10 次, 单行 4 株小区, 株行距为 1.7 m × 2 m。1989 年进行了全面调查, 调查性状有树高、胸径等。开化徐塘点中有 4 个重复生长不良, 故只调查 6 个重复。用如下公式^[2]计算材积生长量。

$$V = 0.000\ 058\ 777\ 042\ D^{1.909\ 983\ 1} H^{0.306\ 461\ 57}$$

首先对组群平均数及方差齐性的假设检验结果表明, 其差异均不显著。再按随机区组设计进行统计分析, 其方差分析模式和期望均方组成见表 1^{[3~5], 1)}。

表 1 多个地点优良家系区域试验的方差分析和期望均方组成

变异来源	自由度 df	均方	F 值	期望均方 EMS
点内区组	$df_b = (b-1)u$	MS_k	MS_k/MS_e	$V_e + fsV_{bu}$
地点间	$df_u = u-1$	MS_u	MS_u/MS_e	$V_e + bV_{u/s} + fbV_{us} + sfbV_u$
种子园间	$df_s = s-1$	MS_s	MS_s/MS_e	$V_e + bV_{u/s} + fbV_{us} + ubV_{st} + ufbV_s$
种子园内家系	$df_f = (f-1)s$	MS_f	MS_f/MS_e	$V_e + bV_{u/s} + ubV_{fs}$
地 × 种	$df_{us} = (s-1)(u-1)$	MS_{us}	MS_{us}/MS_e	$V_e + bV_{u/s} + fbV_{us}$
地 × 种内家系	$df_{st} = (u-1)(f-1)s$	MS_{st}	MS_{st}/MS_e	$V_e + bV_{u/s}$
机 误	df_e^*	MS_e		V_e
总 变 异	$df_t = buSF - 1$			

$$* df_e = df_T - df_b - df_u - df_s - df_f - df_{us} - df_{st}$$

为使两试点取得一致, 建德点随机抽取 6 个重复并剔除灰州西田种子园 8 个家系和横畈种子园混系种子共 9 个处理。为全面衡量各种子园遗传增益大小, 把每一对照作为一个种子园看待, 因为洋口、横畈初级种子园是混系种子, 基本上能反映出各自种子园后代的平均生产力水平。

2 结果与分析

2.1 各家系的生长表现

建德、开化徐塘两个试点分组群方差(见表 2), 建德点除第二、七组群树高不显著外, 其余组群的树高、胸径、材积生长性状, 家系间都存在显著或极显著的差异。开化徐塘点只有第一、五组群树高、胸径及第六、七组群的胸径、材积达显著或极显著水准, 也就是说家系选择只是在 F 检验显著或极显著的组群中进行。从两点与当地商品种进行多重比较结果看, 树高、胸径、材积三者中有 2 个性状达显著或极显著的家系, 建德点有 31 个, 开化徐塘点为 20 个, 其中两个试点相同的家系有: 福建三明 14、45、67, 广西柳州 292、285, 镇龙 7, 湖南大堡子 16, 贵州锦屏 28, 广东乐石 11, 江西上甘山 15 等 10 个家系。

2.2 基因型 × 环境互作

5 年生树高、胸径、材积进行多点多性状区域测定方差分析见表 3。

由表 3 可见: ①种子园主效应极显著, 表明参试的种子园间存在极显著的群体差异, 选择高产的种子园可望得到较高的增益。②种子园 × 地点互作效应极显著, 说明种子园的增减

1) 孔繁浩. 森林数量遗传学. 北京林业大学讲习班教材, 1988.

产随地点不同而异,有些种子园在建德可以增产,但在开化却表现不好,如龙泉、洋口种子园在建德试点增产幅度大,而横畈种子园在开化试点表现一般。

表2 各组群(家系)5年生树高、胸径、材积方差分析和多重比较

类别	建 德 点						开 化 徐 塘 点					
	树 高		胸 径		材 积		树 高		胸 径		材 积	
	F	DLSD 检验 值 (个)	F	DLSD 检验 值 (个)	F	DLSD 检验 值 (个)	F	DLSD 检验 值 (个)	F	DLSD 检验 值 (个)	F	DLSD 检验 值 (个)
第一组群	2.25**	1	3.05**	5	3.22**	4	2.58**	5	2.05*	3	1.53	1
第二组群	1.19	0	2.01*	5	2.14**	6	1.21		1.47		1.21	
第三组群	2.06*	5	3.65**	7	3.08**	5	1.13		0.98		0.96	
第四组群	2.25**	1	2.49**	4	2.45**	2	0.93		0.72		0.79	
第五组群	2.67**	1	3.73**	3	3.87**	3	1.94*	7	2.21*	5	1.62	1
第六组群	2.80**	2	2.21**	4	2.88**	2	1.72		2.09*	11	2.35*	9
第七组群	1.64	0	2.12*	2	2.33**	2	1.29		2.89**	6	2.77**	5
第八组群	2.66**	6	3.04**	10	3.10**	8	1.14		1.18		1.24	

注:查表值 $F_{0.05}=1.71$, $F_{0.01}=2.13$ 。DLSD检验(个)指与当地商品种比较,显著或被显著的个数。

表3 杉木树高、胸径、材积多点区域测定方差分析

性 状	变 异 来 源					
	地点内区组	地 点	种 子 园	种 子 园 × 地 点	种 子 园 内 家 系	地 点 × 种 子 园 内 家 系
H	62.9**	313.4**	4.7**	2.1**	1.2	1.3*
D	50.8**	840.7**	6.5**	2.9*	1.2	1.2
V	66.2**	727.9**	5.3**	2.4**	1.1	1.2

2.3 种子园、家系的稳定性及增产效益分析

经多点方差分析后,对不同产地的种子园和家系的稳定性和增产效果作进一步的分析。

2.3.1 种子园 表4列出了各种种子园家系平均树高、胸径、材积遗传增益及稳定性的各项指标,结果表明来自不同种子园的家系增产效果是比较明显的,平均遗传增益树高为5.1%、胸径为12.1%、材积为18.6%。其中湖南靖县排牙山种子园、广西融安西山种子园、贵州黎平东风种子园、江西上甘山种子园家系平均基因主效应较大,平均材积遗传增益达22%以上,浙江临安横畈、龙泉种子园的遗传增益分别为13.5%、11.8%。这里不难看出,本省的临安横畈、龙泉种子园(小区无性系配置是以本省无性系为主)选择的优良家系,其遗传增益相当于洋口初级种子园水平,但临安种子园比较适应于立地条件较差的地区造林。

2.3.2 家系 从方差分析表中可知:树高的地点×种子园内家系的互作效应达显著差异,因此也进行稳定性分析。根据基因型效应、遗传增益、互作方差及变异系数,把104个(黄山市西田种子园8个家系除外)参试家系划分为高增益稳定型、高增益不稳定型,中等增益稳定型、中等增益不稳定型,低增益稳定型及低增益不稳定型。材积增益20%以上为高增益类型。表5中仅列出高增益家系的丰产性及稳定性,共选出高增益稳定型家系24个,可分别在各个地区推广。中选的41个优良家系的材积平均增益为23.9%,最高的湖南大堡子31号家系材积增益达30.0%。从选择的结果看,优良家系出现于优良种子园的频率很大,而优良种子园代表各自种源的差异,其结果与种源试验大体相同。

表4 种子园遗传增益及稳定性分析

(单位: H , m; D , cm; V , m^2)

名 ^① 次	种子园名称	性 状	丰产性		稳定性		综合评价	
			基因主效应	遗传增益 $\Delta G(\%)$	$G \times E$ 互作方差	变异系数 (%)	推广地区	增益类型
1	湖南靖县排牙山种子园	H	0.4425	7.0	0.34583	15.8	建德	高
		D	1.1927	16.0	2.92135	30.3		
		V	0.0027	26.8	1.70E-05	61.4		
2	广西融安西山种子园	H	0.4700	7.4	0.40637	17.0	建德、开化	高
		D	1.2166	16.3	2.80833	29.6		
		V	0.0025	25.2	1.25E-05	53.9		
3	贵州黎平东风种子园	H	0.3402	5.4	0.19143	12.1	建德、开化	高
		D	1.0829	14.5	2.19124	26.8		
		V	0.0023	23.3	1.04E-05	50.9		
4	江西上甘山种子园	H	0.3933	6.2	0.26771	14.1	建德	高
		D	1.0478	14.1	2.03409	26.0		
		V	0.0022	22.3	9.55E-06	49.4		
5	广东乐昌曲江种子园	H	0.3288	5.2	0.21593	12.9	建德、开化	高
		D	0.9208	12.4	1.47475	22.6		
		V	0.0019	19.6	6.52E-06	42.7		
6	福建桃源种子园	H	0.3080	4.9	0.19196	12.2	开化	中
		D	0.9291	12.5	1.50090	22.8		
		V	0.0018	18.6	5.60E-06	40.4		
7	四川富顺种子园	H	0.3270	5.2	0.17065	11.4	建德	中
		D	0.7979	10.7	1.15921	20.6		
		V	0.0018	18.6	7.06E-06	45.2		
8	江西信丰种子园	H	0.3067	4.8	0.17329	11.6	建德	中
		D	0.9114	12.2	1.43623	22.4		
		V	0.0017	17.7	5.00E-06	38.6		
9	福建莱舟种子园	H	0.2167	4.4	0.12632	10.0	建德	中
		D	0.7923	10.6	1.07345	19.8		
		V	0.0016	15.9	3.66E-06	34.1		
10	广西区林科所种子园	H	0.2624	4.1	0.13749	10.5	建德	中
		D	0.7830	10.5	1.00570	19.2		
		V	0.0016	15.8	3.62E-06	34.0		
11	浙江临安横畈种子园	H	0.2776	4.4	0.18812	12.2	开化局部	中
		D	0.6781	9.1	0.79296	17.4		
		V	0.0013	13.5	2.57E-06	29.9		
12	福建洋口种子园	H	0.2349	3.7	0.06451	7.2	建德	低
		D	0.6583	8.8	0.08032	17.6		
		V	0.0013	13.2	3.09E-06	33.0		
13	湖北阳新七峰山种子园	H	0.2392	3.8	0.08592	8.3		低
		D	0.7207	9.7	0.82754	17.6		
		V	0.0013	13.0	2.07E-06	27.0		
14	浙江龙泉种子园	H	0.1992	3.1	0.03327	5.2	建德	低
		D	0.6197	8.3	0.77711	17.4		
		V	0.0012	11.8	2.51E-06	30.5		
15	当地商品种	H	0	0	0	0		
		D	0	0	0	0		
		V	0	0	0	0		

① 名次排列以材积遗传大小为准。

表5 高增益优良家系丰产性及稳定性

名次	家系号	丰产性			稳定性			适宜推广地区评价	名次	家系号	丰产性			稳定性			适宜推广地区评价
		表型值 \bar{Y} (m ³)	遗传增益 ΔG_V (%)	遗传增益 ΔG_V (%)	材积互作 变异系数 (%)	方差	材积互作 变异系数 (%)				材积互作 变异系数 (%)	材积互作 变异系数 (%)	材积互作 变异系数 (%)	材积互作 变异系数 (%)	材积互作 变异系数 (%)		
1	湘靖大堡子 31	0.008 04	30.0	27.8 × 10 ⁻⁶	66.6	建德	22	四 川 2	0.007 42	22.9	9.6 × 10 ⁻⁶	41.8	建德、开化				
2	湘靖大堡子 40	0.007 96	29.9	31.7 × 10 ⁻⁶	70.7	建德	23	贵州锦屏 22	0.006 15	22.7	17.7 × 10 ⁻⁶	68.5	建德				
3	湘靖大堡子 30	0.007 69	29.2	31.0 × 10 ⁻⁶	72.4	建德	24	江西上甘山 7	0.006 27	22.4	19.7 × 10 ⁻⁶	70.8	建德				
4	湘靖大堡子 23	0.007 53	28.8	37.2 × 10 ⁻⁶	81.0	建德	25	江西上甘山 15	0.006 25	22.3	2.8 × 10 ⁻⁶	26.8	建德、开化				
5	广西柳 285	0.007 42	27.4	20 × 10 ⁻⁶	60.2	建德、开化	26	广东黄泥基 3	0.006 90	22.1	2.3 × 10 ⁻⁶	22.2	建德、开化				
6	湘靖大堡子 20	0.006 90	27.3	11.7 × 10 ⁻⁶	49.5	建德	27	湘靖大堡子 16	0.004 78	22.1	5.2 × 10 ⁻⁶	15.1	建德、开化				
7	贵州天柱 18	0.007 86	27.2	23.9 × 10 ⁻⁶	62.2	建德	28	贵州锦屏 41	0.005 83	21.9	5.7 × 10 ⁻⁶	40.8	建德、开化				
8	广西柳 246	0.007 15	26.7	12.4 × 10 ⁻⁶	49.2	建德	29	广东乐石 11	0.006 78	21.8	0	0	建德、开化				
9	江西上甘山 2	0.007 67	26.0	7.7 × 10 ⁻⁶	36.1	建德、开化	30	江西上甘山 14	0.006 01	21.7	13.7 × 10 ⁻⁶	61.5	建德				
10	广西柳 294	0.006 83	25.9	4.0 × 10 ⁻⁶	29.3	建德、开化	31	湘靖大堡子 35	0.004 60	21.7	56.6 × 10 ⁻⁶	51.7	—				
11	广西六万山 9	0.006 73	25.6	7.6 × 10 ⁻⁶	41.1	建德、开化	32	福建三明 55	0.006 93	21.6	15.8 × 10 ⁻⁶	57.4	建德、开化				
12	湘靖大堡子 44	0.006 19	25.5	5.6 × 10 ⁻⁶	38.3	建德、开化	33	贵州榕江 10	0.005 67	21.5	1.3 × 10 ⁻⁶	19.7	建德、开化				
13	贵州锦屏 61	0.007 10	25.2	21.2 × 10 ⁻⁶	64.5	建德	34	广东乐老 1	0.006 62	21.4	13.5 × 10 ⁻⁶	55.5	建德				
14	广西柳 475	0.006 47	25.0	19.9 × 10 ⁻⁶	69.0	建德	35	四 川 8	0.006 89	21.4	31.5 × 10 ⁻⁶	81.4	建德				
15	贵州锦屏 37	0.006 98	24.9	16.5 × 10 ⁻⁶	58.2	建德	36	广西那坡 3	0.007 39	21.1	10.2 × 10 ⁻⁶	43.2	建德				
16	广西镇龙 7	0.006 20	24.3	7.8 × 10 ⁻⁶	44.9	建德、开化	37	福建三明 14	0.006 74	21.0	0	0	建德、开化				
17	江西上甘山 1	0.006 92	24.1	1.8 × 10 ⁻⁶	19.4	建德、开化	38	江西小叶麻 103	0.006 88	20.8	0	0	建德、开化				
18	贵州锦屏 28	0.006 48	23.6	2.8 × 10 ⁻⁶	8.1	建德、开化	39	江西就英 16	0.006 90	20.8	10.3 × 10 ⁻⁶	46.5	开化				
19	广西柳 222	0.005 89	23.5	4.0 × 10 ⁻⁶	33.9	建德、开化	40	广东八一 21	0.006 41	20.8	14.3 × 10 ⁻⁶	59.0	建德、开化				
20	广西柳 241	0.005 70	23.1	3.0 × 10 ⁻⁶	30.3	建德、开化	41	福建三明 45	0.006 40	20.1	14.2 × 10 ⁻⁶	58.9	建德、开化				
21	江西上甘山 12	0.006 54	23.1	9.7 × 10 ⁻⁶	47.6	—		建德、富阳 CK	0.004 60	0							

3 结 论

(1) 各点区域测定的方差分析结果说明: 地点、种子园的效应及种子园×地点的互作效应达极显著的水准, 从中进行选择是可行的。

(2) 营建种子园的效益是明显的。参试的14个种子园的树高、胸径、材积三个经济性状均比当地商品种高, 其中平均遗传增益树高达5.1%, 胸径为12.1%, 材积达18.0%。

(3) 根据丰产性及稳定性分析, 将参试种子园划分为5个高增益种子园, 5个中等增益种子园, 4个低增益种子园, 其中5个高增益种子园平均材积遗传增益达23.4%。

(4) 从104个参试的家系中选出17个高增益稳定型的优良家系, 24个高增益不稳定型的家系, 其平均材积遗传增益为23.9%。以上高增益稳定型家系可在不同地区推广, 高增益不稳定型可在各自地区推广。

参 考 文 献

- 1 叶培忠, 陈岳武, 等。杉木遗传型×环境互作和遗传稳定的研究。南京林产工业学院学报, 1980, (3), 35~46。(4): 23~34。
- 2 中华人民共和国农林部部颁标准。1978, LY208—77。
- 3 北京林学院。数理统计。北京: 中国林业出版社, 1980, 162~262。
- 4 莫惠栋。农业试验设计。上海: 上海科学出版社, 1984, 157~165。
- 5 王明麻主编。林木育种概论。北京: 中国林业出版社, 1989。

Study on the Regional Test of Excellent Family of Chinese Fir

Hong Changduan Chen Tianxia Zhang Ping
(Forest Research Institute of Zhejiang Province)

Wang Zhaomin He Guiping Lu Benshu
(The Research Institute of Subtropical Forestry CAF)

Abstract Chinese Fir is a fast growing wood species in China. A lot of excellent fast growing families were selected by selecting puls-trees, establishing seed orchards, progeny test etc. The regional test plantation was established with the selected excellent families. The analytical results of 5-year-old plantation were showed as follows: ① 41 excellent families were selected, and the average volume genetic gain was 23.9%, the selection rate was 39.4%. ② The differences among sites, seed orchards and seed orchard × sites were all significant. The results showed that family selection would be efficient and the environment significantly affected the growth of Chinese Fir. ③ The benefit of establishing seed orchards was obvious. The average genetic gain of the 14 seed orchards tested was 18.6%. The gain from the central region was higher than that from the general region. The results was similar to that of provenance test.

Key words *Cunninghamia lanceolata* excellent family regional test genetic gain gene—environment interaction