

浙江长乐杉木种子园营建技术 和改良效果的研究*

李锦清 董耀卿 何秉云 张建忠 王赵民 陈益泰

(浙江省余杭县长乐林场)

(中国林业科学研究院亚热带林业研究所)

摘 要 浙江长乐杉木种子园,始建于1976年,目前已建成初级种子园514亩,一代种子园136亩。本文对该种子园的建园技术路线、主要经营技术措施和改良效果作了较系统深入的研究。资料分析表明,杉木资源较少的浙江地区,大量收集杉木中心产区的优树材料建立种子园,其后代增益十分明显,7.5年生子代林平均材积比当地对照增长30%以上。研究还表明,气象因子,特别是2~3月份的降水量和日照时数,以及亲本来源、土壤状况和坡向等是影响种子园种子产量和质量的重要原因。

关键词 杉木; 种子园; 种子产量; 遗传增益

树木遗传改良工作,已成为森林集约经营的重要组成部份。利用树木遗传品质的改良来提高林木产量和质量,是现代营林工作的重大改革措施。采用良种造林已是国内外提高林分生产力的重要手段之一。浙江省地处杉木分布的一般产区和北缘产区,林木资源较少,林分生产力也较低。为丰富浙江的杉木优良基因资源,提高生产力,1976年起,本种子园共收集全国12个省(区)优树无性系657个,建立采穗圃30亩,营建初级种子园514亩,一代种子园136亩。到1988年止,共生产良种9078 kg,可供造林逾36万亩。经测定,7.5年生初级种子园后代的立木蓄积增益在30%以上,预计到主伐时可增加收入约2560万元,社会效益亦十分明显。

1 营建种子园的技术路线

针对浙江全省杉木良种资源不够丰富,和生产上迫切需要良种的具体情况,在建园初期明确了以下几点技术思路。

- 1.1 为加速建园步伐,在种子园定砧的同时,利用现有的杉木幼林先建立一定面积采穗圃,以保证二年后大面积种子园嫁接穗条的供应。
- 1.2 为了丰富种子园的遗传基础,提高遗传水准,需要扩大建园材料的来源,一方面利用浙江省优树资源,另一方面则更广泛地收集利用外省,特别是中心产区的杉木优树资源。
- 1.3 为了验证和进一步提高种子园的遗传改良效果,在种子园开花结实之后,及时进行子代测定和良种示范造林,并利用初步筛选出的优良亲本,抓紧原有种子园的改造或一代种子园的营建。

本文于1990年2月13日收到。

*文稿由王赵民、陈益泰、李锦清执笔整理。

1.4 为提高种子园种子产量和品质,大力加强种子园的经营管理,并结合生产,注意开展各种调查观测和试验研究,积累科技资料,健全技术档案。

2 建园方法和经营技术措施

2.1 种子园的建立

2.1.1 亲本材料来源和建立采穗圃 建园亲本材料是决定种子园遗传品质的物质基础。为了尽可能扩大遗传基础,1976~1978年期间分别从12个省(区)收集到657个优树无性系,详见表1。其中闽北、湘南、湘西南、黔南、桂北、粤北和赣南等中心产区的无性系约占48.0%,浙江省约占37.0%,其它占15.0%左右。

表1 杉木种子园无性系来源

省(区)	广西	湖南	江西	福建	贵州	四川	广东	安徽	湖北	河南	陕西	浙江	合计
无性系数 (个)	57	113	68	66	35	23	8	20	15	2	1	244	657

先建圃后建园是保证优良建园材料和保存优树基因资源的必要措施。1976年在本场中甘林区土壤条件比较肥沃、原为生长良好的二年生杉木幼林地建立采穗圃30亩。每个无性系嫁接5~6个或8~10个分株。接后进行集约经营管理。1978~1980年间共生产穗条约4万多条,不仅保证了本种子园500多亩嫁接穗条的供应,还支援了省内外其他良种基地。

2.1.2 园址的选择 园址选择在本场中甘林区甘岭水库周围的低山岗地处,海拔在80~100 m之间。土壤为紫色砾岩和砂岩发育而成的紫色红壤和幼红壤, pH 5.1,土壤厚度50~80 cm。土壤肥力条件较差。周围山岗均是松林和栎林,花粉隔离条件较好,交通比较方便。

2.1.3 区划 种子园以甘岭水库为界划分为两个大区,第I大区264亩,第II大区250亩。又以山脊、山沟等明显的自然界线划为55个小区,小区面积一般5~10亩,最大的一个为20亩。

2.1.4 整地、定砧和嫁接 种子园两个大区先后于1975年和1976年全垦整地,开宽1.5~2.0 m的水平梯带,定点挖穴,穴的规格为0.8 m×0.8 m×0.6 m,株行距为4 m×4 m,每亩约42株。定砧前每穴施磷肥0.5 kg,菜饼肥0.25 kg,同时回填表土。定砧苗木一般是高35 cm以上、地径0.5 cm以上的I级苗木。1978年和1979年两年完成嫁接任务。无性系配置均采用随机配置法;考虑到同一省(区)的无性系开花期比较一致,每小区尽量用同一个省(区)的无性系进行嫁接,以增加授粉机率。每小区的无性系数一般掌握在35~50个。还嫁接了几个来自不同省(区)无性系的混合小区,作为收集区;第19小区的每个砧木上下嫁接了2个无性系,作为双重嫁接试验区。

2.2 种子园经营技术措施

2.2.1 土壤管理 嫁接后每年在5~6月、9~10月铲草抚育各一次,沿水平梯带全面深翻垦复。结合抚育,梯面内侧开好蓄水沟(俗称竹节沟),起到蓄水保土(肥)作用。嫁接头几年普遍间种日本草等绿肥,结合抚育进行压青,同时每隔2年全面施肥一次。1983~1986年又进行了不同肥料种类、不同肥料配比、不同施肥时间和不同施肥量等内容的施肥试验^[1]。

2.2.2 树体管理 除嫁接时采取措施提高嫁接成活率和正冠率外,嫁接后还采取了如下纠偏措施:①嫁接后5~6年内,每年进行2~3次修枝除萌工作,以利通风透光,促进接

株生长；②嫁接当年及次年，及时立杆扶正和改造盘碟形树冠，以保证直立主干的正常生长。

2.2.3 花粉管理 结实初期，每年球花期在采穗圃和种子园内采集花粉混合后，每隔2~3天进行一次人工辅助授粉，以增加授粉机率，提高座果率。

2.2.4 防治病虫害 建园初期，及时采取了如下防治措施：①1979~1980年间，采穗圃白蚁危害率达90%，种子园部份植株也有轻微受害，在春秋两季采用灭蚁灵(配方为：灭蚁灵1份，狼衣粉4份，水5份，食糖适量)诱杀，防治效果在98%以上；②种子园中有杉蠹虫害，用氧化乐果打孔注药，及时制止了虫情蔓延；③嫁接2~3年时，部份无性系叶枯病和炭疽病危害比较严重，一方面及时淘汰了个别感病特别严重的接株，重新嫁接其他无性系，另一方面喷洒2%~3%的托布津溶液，防治效果较好；④全园树干每年涂白一次(熟石灰水渗入农药)，对防治蛀干害虫起到了积极效果，并在全省各种子园进行推广。

3 建园效果

3.1 接株生长情况

由于采用粗砧、壮穗等优良材料，接后及时采取了提高正冠率等一系列措施，不仅使嫁接成活率和正冠率分别达到98%和89%以上，而且接株生长也比较快。嫁接后当年和第二年平均高生长量分别达0.80 m和1.60 m，基径分别为2.3 cm和3.5 cm，其中生长最好的4小区，二年生平均高达1.90 m，基径4.9 cm。试验结果还表明，接株的生长量与小区无性系的来源也有很大关系，如浙江无性系为主的小区二年生接株平均高生长量仅1.10 m，而以杉木中心产区(如湖南靖县等)无性系为主的小区平均高生长量达1.80 m。到10年生时，全园植株平均高为7.03 m，胸径为12.6 cm，枝下高为1.0 m左右，结实层在3.5 m以上。

3.2 种子产量和品质

种子园嫁接后，2~3年开始开花结实，到5~6年时结实植株已达80%左右。从开始结实的1980年起，每年产量呈明显增长的趋势(见图1)。到1988年止全园已生产初级良种9078 kg，平均亩产种子2.25 kg，最高的1986年亩产种子为4.65 kg。

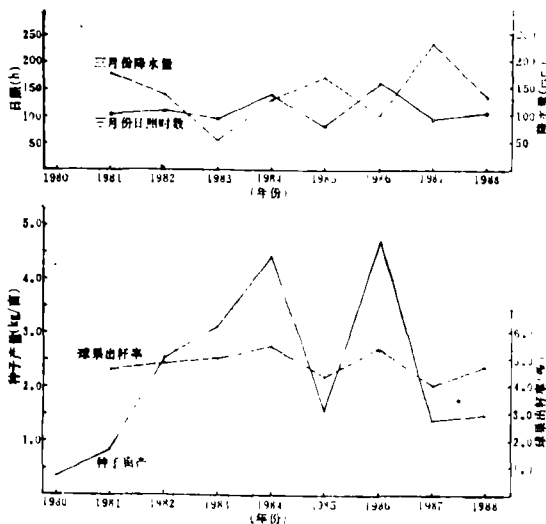


图1 种子亩产量年度变化及其与花期气象因子的关系

营建种子园的目的，是生产大量的经过遗传改良的优良种子，种子品质的优劣直接影响到种子园的种用价值和经济效益。1980~1988年对290个家系的种子作了品质检验，结果表明，种子园种子品质各项指标均有一定程度的提高，详见表2。

表2 种子园和商品种子品质(历年平均数)比较

种子来源	出籽率 (%)	千粒重 (g)	发芽率 (%)
种子园	4.96	8.04	60.30
商品种	3.60	7.95	43.07
种子园大于商品种(%)	37.78	1.13	40.00

3.3 造林效果

3.3.1 种子园混系种子造林 1982~1987年共营造混系种子试验林 307 亩, 1989年7月对7.5年生的试验林按5%的比例随机抽样, 进行标准地每木调查, 结果是: 平均树高为8.09 m, 年均生长量为1.08 m; 平均胸径为10.6 cm, 年均生长量为1.42 cm; 每亩立木蓄积量为10.26 m³, 年均生长量为1.368 m³, 试验林树高、胸径和材积的平均生长量分别比当地对照大11%、20%和34%。

3.3.2 单亲子代测定林 单亲子代测定造林试验始于1982年, 到1987年止, 共营造单亲子代试验林7批计118亩, 参试家系383个, 均采用随机区组设计, 4株小区, 重复10次以上。据1988年7月对2.5~6.5年生试验林(353个家系)每木调查分析表明, 家系间树高和胸径两性状均存在显著差异(1985年例外), 其平均树高分别大于当地对照3.08%~18.97%, 平均胸径大于对照5.79%~26.36%, 家系平均材积大于对照35.45%^[2]。1982~1985年营造的318个家系中, 有274个家系(占86.1%)的胸径生长量大于对照, 其中114个家系(占35.8%)与对照的差异达显著水平; 从树高性状看, 1982~1986年营造的353个家系中, 有306个家系(占86.7%)大于对照, 其中143个家系(占40.5%)与对照有显著差异(见表3)。这说明通过表型选择的优良个体, 其后代一般均有着较好的遗传基础。

表3 单亲本子代林生长量比较¹⁾

造林年度	参试家系数(个)	林龄(a)	平均树高(m)		平均胸径(cm)		家系平均材积 >CK (%)	>CK的家系数				差异显著的家系数			
			生长量	>CK (%)	生长量	>CK (%)		树高		胸径		树高		胸径	
			个数	%	个数	%		个数	%	个数	%	个数	%	个数	%
1982(I)	50	6.5	6.47	4.02	9.79	5.95	12.82	38	76.0	40	80.0	8	16.0	9	18.0
1982(II)	50	6.5	5.81	6.22	8.75	7.63	19.44	45	90.0	43	86.0	7	14.0	10	20.0
1983	64	5.5	5.08	18.97	6.95	26.36	66.67	63	98.4	63	98.4	61	95.0	55	85.9
1984	78	4.5	4.24	19.77	5.68	22.94	62.90	77	98.7	74	94.9	57	73.0	39	50.0
1985	76	3.5	2.68	3.08	3.29	5.79	15.40	53	69.7	54	71.1	2	2.6	1	1.3
1986	35	2.5	1.74	8.07				30	85.7			8	22.9		
平均			10.02		13.73	35.45		86.7		86.16		40.51		35.85	

3.3.3 分系造林 每年在进行小区试验的同时, 把多余苗木按家系分系造林(每小区100株以上), 重复3次以上。1984~1987年共造6片224亩。据1989年7月调查(调查260个家系, 占全园657个无性系的40%左右)结果表明, 2.5~5.5年生树高平均生长量大于对照19.17%~31.15%, 胸径平均生长量大于对照33.52%以上, 增产效益十分明显。

3.3.4 选择利用 利用子代测定林分析结果进行综合评定, 按10%的入选率, 筛选出平均材积增益在50%以上的237、257、244、268和112号等34个优良无性系, 已于1987年建成杉木第一代种子园130亩, 目前生长良好, 已采种利用, 进行造林试验。同时利用这些优良无性系, 从1989年开始逐步把初级种子园改建成为一代种子园。

4 影响种子园种子产量和品质的主要因子

4.1 产量与气象因子的关系

1) 此表数字引自: 浙江省长乐林场, 1989年, 杉木种子园单亲子代测定结果分析(油印本)。

由图1可见,种子园嫁接头几年种子产量呈明显增长趋势,但到第7年后,其产量出现了较大的年度差异。综合分析气象资料表明,其主要原因是这两年三月份(花期)的降水量和日照的异常(见图1)。1984~1987年间,种子产量的两个高峰和两个低谷正好与这两个气象因子的变化相匹配。降水过多(超过150 mm)、日照过少(少于100 h)导致产量大幅度下降。反之,日照多(晴日多)、雨量少,则能高产。因为在浙西北地区杉木种子园开花盛期一般在每年的三月份,若气温偏高,则上、中旬盛开,气温偏低则中、下旬进入盛花期。在这期间内,雨水过多、晴日太少,严重影响传粉,从而降低座果率、种子产量和品质。进一步分析气象资料可知,1984年和1986年,从2月上旬到3月下旬日平均气温是逐步由低到高的,而1985年和1987年,则是先高后低或者或高或低。1987年二月份最高气温达到27℃以上,前期的温度偏高促使球花开放,而后长期低温(三月份最低气温为-2.2℃)多雨,不能正常进行传粉,甚至出现倒春寒引起冻害,导致大幅度减产。1988年产量不高,除了与春天雨量偏多日照偏少有关外,另一个重要原因是受夏季七号台风的危害。

4.2 产量与亲本来源和坡向的关系

建园以来,小区间种子亩产差异较大,高的达4.13 kg,而低的只有0.71 kg,两者相差近6倍。这与小区所处的土壤条件有关外,还与坡向,特别是小区内无性系的遗传品质有着密切关系。从表4中可见,来自赣中、赣东北和浙西、浙西北地区无性系为主的小区产量较高,而闽北、湘西南、黔东南中心产区无性系为主小区产量较低,再向南到广西东南部玉林地区来源的则又有升高的倾向,这同种源试验中“V”字形变异趋势大体相符,这种变异趋势在阳坡、半阳坡表现更为明显。

表4 亲本来源和不同坡向产量比较

亲本来源	阳坡、半阳坡		阴坡、半阴坡		产量 差值 (kg/亩)	产量 均值 (kg/亩)
	果重/种子重 (kg/亩)	小区数	果重/种子重 (kg/亩)	小区数		
A. 浙西、浙西北 ^①	61.2/3.06	2	49.9/2.50	4	0.56	2.78
B. 赣中、赣东北	82.8/4.14	3	49.2/2.46	4	1.68	3.30
C. 闽北	42.3/2.12	2	46.3/2.32	2	-0.20	2.22
D. 湘西南、黔东南	41.4/2.07	5	45.8/2.29	5	-0.22	2.18
E. 桂东南	85.9/4.30	1	34.3/1.72	1	2.58	3.01
F. 混合收集区	83.0/4.15	3	58.5/2.93	3	1.22	3.54

^① 浙江小区比江西小区晚1年嫁接,故亩产稍低些。

阳坡(南、西南、西)半阳坡(东南)与阴坡(北、东北、东)半阴坡(西北)产量的差异,在偏北产区浙江、江西和偏南产区桂东南表现非常明显,差达每亩0.56~2.58 kg,阳坡半阳坡显著高于阴坡半阴坡,但是在闽北、湘西南、黔东南等中心产区则不同坡向之间的产量无明显差异。这反映了不同地区杉木亲本对光照、水分需求的遗传差异性。1985年和1987年春的异常气候影响下,中心产区亲本的产量下降的幅度似乎比偏北地区的更大一些。这可能与不同产地的花期差异有关。

值得注意的是收集区的种子产量特别高。种子园中各个小区的无性系数一般30~50个,而6个收集区小区的无性系数一般为100~450个。无性系数愈多,小区内的花期愈长,雌球花的授粉机会增多,从而增大了对不良天气的缓冲能力,这可能是产量高的一个重要原因。

4.3 种子品质的无性系差异

1980~1988年对290个家系(约占全国无性系总数的44.1%)的种子作了品质检验,发现同一个种子园内不同家系的种子品质差异较大。如1982/1983年11个家系的千粒重变幅为7.6~11.6 g,相差4 g,发芽率变幅为60.3%~80.7%;1983/1984年34个家系千粒重变幅为5.78~11.6 g,相差5.8 g,发芽率变幅为35.0%~92.3%;1984/1985年46个家系千粒重变幅为4.01~11.51 g,相差7.5 g,发芽率变幅为22.7%~82.0%。进一步分析表明,浙江、江西、安徽等较高纬度的家系千粒重一般要高于低纬度省(区)家系的千粒重,其发芽率和发芽势也有类似的趋势(见表5)。产生这些结果的原因,除受无性系所处立地条件及授粉机率影响外,基因型的不同是个重要因素。

表5 产地间种子品质差异

产 地	1983年				1984年			
	参试家系 (个)	发 芽 率 (%)	发 芽 势 (%)	千 粒 重 (g)	参试家系 (个)	发 芽 率 (%)	发 芽 势 (%)	千 粒 重 (g)
浙西、浙西北	15	78.2	65.72	8.27	16	57.4	41.23	8.50
赣中、赣东北	7	80.9	64.23	8.20	6	54.4	33.9	7.78
皖 南	2	80.9	71.55	9.74				
闽 北	6	73.7	45.48	7.83	5	48.8	27.04	7.62
湘 西 南	2	54.5	47.75	6.69	9	49.3	28.3	6.68

4.4 施肥对种子产量和品质的影响

1983~1986年进行了不同肥料种类、不同肥料配比、不同施肥时间和不同施肥量等内容的施肥试验,结果表明:①嫁接6~10年左右的种子园,施肥必须按少量多次的原则,每株以施尿素和磷肥各0.375 kg,每年2~3次效果为最好,产果量可对照增加19%~34%;②施氮磷或氮磷钾混合肥最好,比对照增产40.0%左右,单施磷钾肥效果属中等,可增产25.0%左右,单施氮肥效果最差;③施肥时间以6月~8月下旬为最好,此时为当年球果(种子)的增重的最快时期,也是雄球花开始分化期,这时施肥对来年产量影响较大;④施肥也可以提高种子的播种品质,其千粒重和出籽率可分别提高0.2~0.36 g和0.2%~0.6%。

5 结语与讨论

5.1 子代测定结果表明,无论是小区试验、单系造林还是混系种苗造林,3.5~6.5年生幼林树高和胸径生长量分别比对照平均增长3.08%~18.97%和5.79%~26.36%,7.5年生子代林平均材积增益在30%以上。这证明利用优树材料建立杉木无性系种子园,其增产效益是十分明显的。另外,从子代测定结果中评选出来的34个优良无性系,绝大部份来自广西、湖南、江西、贵州、福建等杉木中心产区,而浙江、湖北、安徽等省的无性系生长量一般比较差。因此,对于浙江等地处杉木分布区北缘的地区,建立杉木种子园应尽量收集优良种源区的优良无性系,以便获得较大的增产效益;这也证明我们建园初期大量收集广西、湖南等省(区)的优树无性系,进行建园的技术路线是正确的。

浙江大部份地区属杉木分布区的东北边缘地带,杉木生长较差,良种资源不够丰富,从我们大量收集中心产区优树资源建立种子园,其后代有30%以上的增产效益中得到启示,浙江杉木育种应把种源选择同优树选择及其后代测定结合起来,同时把已经筛选出来的有性材

料进行大量的无性繁育选择,在生产中推广应用,以充分利用杉木种内一切可利用的遗传增益,获得最大限度的改良效果。

5.2 种子园高产小区年平均亩产达 3.5~4.2 kg,而少的小区只有 0.5~1.0 kg,其原因除受不同无性系的遗传基因控制外,土层厚度、土壤肥力、局部小地形等也是一个重要原因。所以认为地处杉木分布区边缘的省区,种子园一定要选择在土层深厚、土壤肥沃、阳光充足、空气湿度较大的杉木适生区,这样可望获得较高的种子产量。

5.3 实践证明,采用粗砧、顶芽明显的壮穗适当矮接,保留轮生枝,注意穗条弯曲顶芽反向嫁接,及时采取管护措施是提高嫁接成活率、促进接株正常生长的有效措施。

5.4 在结实 3~5 年后,土壤比较贫瘠的种子园中,于 6~8 月份每株各施放 0.375 kg 氮、磷或氮、磷、钾复合肥,可使球果产量比对照增产 30% 左右,种子千粒重和出籽率分别提高 0.2~0.36 g 和 0.2%~0.6%,应在类似地区大力推广。

5.5 据多年的试验结果表明,授粉不良是球果不育、产量低和品质差的重要原因,人工辅助授粉是提高种子园种子产量和品质的关键管理措施之一。

参 考 文 献

[1] 迟 健, 1987年,杉木种子园施肥试验,亚热带林业科技, 15(1), 4~11.

The Construction, Management and Improving Effect of Chinese Fir Seed Orchard in Changle, Zhejiang Province

Li Jinqing Dong Yaoqing He Bingyun Zhang Jianzhong
(Changle Forest Farm of Yuhang County, Zhejiang Province)

Wang Zhangmin Chen Yitai
(The Research Institute of Subtropical Forestry CAF)

Abstract The Chinese Fir orchard of Changle, Zhejiang Province was built in 1976, now there are elementary seed orchard in the areas of 514 mu and first-generation one of 136 mu. In this paper, the way guiding orchard construction, the main managing technology and the improving effect of the seed orchard are studied systematically. Through analysing materials, we find that in Zhejiang region where there is less of Chinese Fir resource, we may collect plus tree materials from original area to build Chinese Fir seed orchard, the latter generations of the parent tree in orchard gain obviously. The average volume of 7.5 years old progeny plantation increased over 30% compared with local check. The study also revealed that the climatic factor, especially the precepitation and the sunshine time in February and March, the source of parents, soil fertility, slope orientation etc are the important factors affecting the output and quality of seed in the orchard.

Key words *Cunninghamia lanceolata*; seed orchard; seed output; genetic gain