

杉木造林区种源选择

全国杉木种源试验协作组*

摘 要

本文对杉木地理种源第一次试验21个试验点上19个种源的六年生幼林和第二次试验45个试验点上43个种源的三年生幼林的生长发育及适应性状进行分析, 评定各种源的优劣以及与环境的互作。研究表明: 种源间差异极显著, 如六年生幼林材积的选择效果平均达20%, 优劣种源间平均相差3.3倍。根据生长量、稳定性、开花结实和耐寒性等指标, 综合评定选出南岭山地为我国杉木的优良种源区。同时, 依据各造林区试验结果, 初步确定能获得明显增产效益的优良种源, 并提出了杉木种子的调拨意见, 定出可作为我国杉木良种基地的最优种源区域。

关键词 杉木; 种源; 种源区; 交互作用

杉木分布于我国北纬 $21^{\circ}41'$ — $34^{\circ}03'$ 、东经 $101^{\circ}45'$ — $121^{\circ}53'$ 之间的广阔亚热带区域, 其垂直分布70—2900m。由于气候、生境的差别和地理、生态的隔绝, 在长期自然选择作用下, 完全可能产生基因频率不同, 对生态因子要求各异, 以及形态特征不一的群体。而长期以来不同地区人们生产活动的巨大差别, 又加大了这种种群差异。

近年来在杉木生产实践中多次发现, 由不同产地构成的杉木林分, 生长差别悬殊; 一些小规模的杉木种源试验结果也能显示出进行杉木种源选择的增产潜力^[1]。因此, 通过较系统的杉木种源试验, 为各杉木造林区选择优良种源, 进行合理的种子调拨区划, 无疑能获得较大幅度的增产效果和经济效益。

一、材料和方法

(一) 试验材料

供试种子来自我国杉木自然分布的南方14个省(区)。第一次试验用种于1976年搜集, 采自南方12省(区), 共20个产地, 并侧重于全分布区内的传统杉木老产区; 第二次试验于1979年在全分布区内网格布点, 并根据当地流域、山系的情况适当调整采种点。搜集南方14省(区)共207个产地的种子, 其中46个产地供各点统一试验用种。供两次试验采种点的水平分布范围为

本文于1987年10月20日收到。

* 本课题是中国林科院林研所主持, 由福建、广西、广东、四川、云南、贵州、湖南、湖北、江西、浙江、安徽、江苏、河南13个省(区)林科所、陕西汉中地区林科所、安徽农学院林学系, 以及有关院属局, 各省(区)有关地、县林业局、林科所、林场参加的协作项目。本文根据各试点观测材料, 在侯治溥研究员指导下, 由洪菊生、杨宗武、陈建新、李晓储、吴子诚等整理撰写。

北纬 $22^{\circ}18'$ — $33^{\circ}35'$ 、东经 $101^{\circ}30'$ — $118^{\circ}55'$ ，垂直分布由海拔70—2100m(图1)。

(二) 试验设计

1. 试验点设置 考虑到适地适种源的造林要求，大致按“杉木产区区划”^[2]所划分的区域亚区(本文统一称造林区)布设(表1)。第一次试验点25个，第二次试验点55个(图1)。

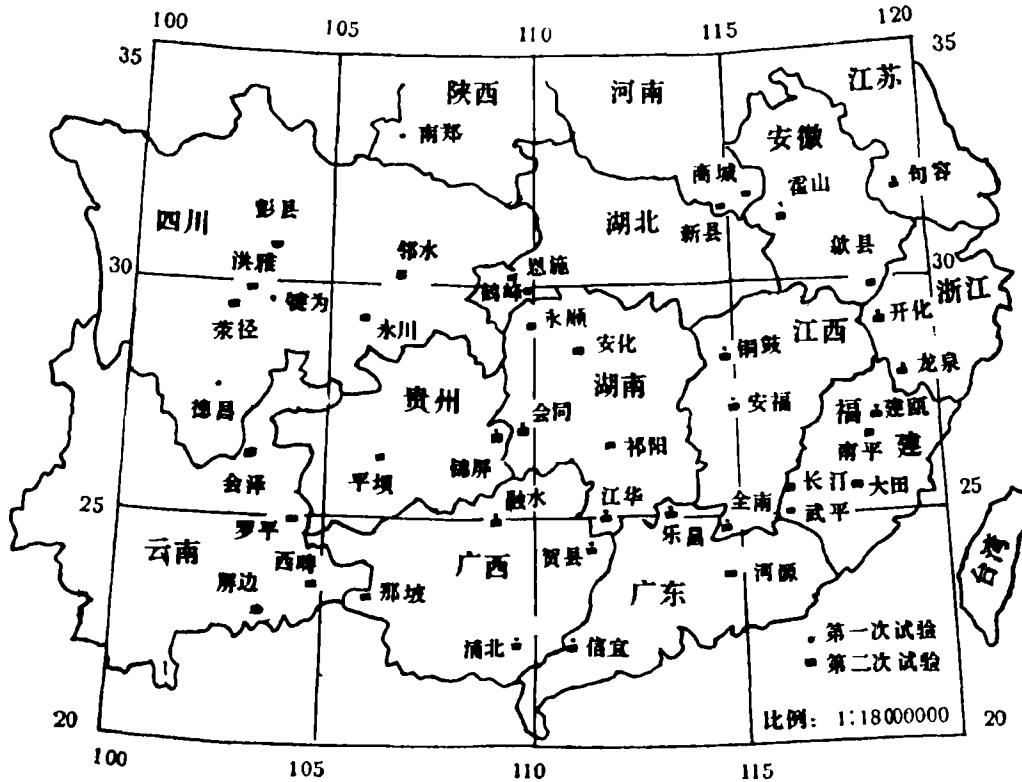


图1 全国杉木种源第一、二次试验采种点分布示意图

表1 杉木造林范围及试验点数量

区号	名称	范围	第二次	第一次
I	北带西区	陕西南部、四川北部、湖北大部	10	5
	北带东区	河南、江苏南部以及安徽、浙江中部以北		
II	中带中区	四川盆地边缘山地、贵州东南部、湖南西部	9	4
III	中带东a区	两湖沿江湖滨丘陵台地，即湖北江汉平原、湖南洞庭湖平原、江西鄱阳湖平原、江西赣中丘陵等	6	2
IV	中带东b区	赣、浙、闽低山丘陵	7	2
V	中带东c区	南岭山地，包括闽、赣、粤、桂、湘、黔诸省交界处	11	5
VI	南带	粤、桂北部低山高丘区和南部低丘台地、闽南沿海丘陵	6	4
VII	中带西区	川西南雅鲁江、安宁河、滇东、滇东北及滇东南	6	3

2. 造林设计 第一次试验统一采用平衡格子不完全区组设计(个别随机区组),每小区30—45株,重复6次;第二次试验多数采用平衡格子不完全区组设计(少数采用随机区组设计),每个小区4—6株,重复8—10次。

(三) 调查及统计分析方法

当年年终调查造林成活率,以后每年年终进行生长量测定。造林后第四年起每年观测开花结实情况,并在北带及易出现冻害的地点作冻害观察。

对生长观测材料进行方差分析、Q测验和相关分析。由于各造林区的试验点数量不一,故第一次试验在各造林区抽取三个点,第二次试验抽取五个点的材料,进行种源与环境交互作用的综合分析。

用林业部颁发的标准材积表公式求算材积:

$$V = 0.00005877 \times D^{1.9699831} \times H^{0.89646157}$$

共同相关系数采用Z转换求算^[4]:

$$\bar{Z} = \frac{\sum_1^p Z_i(n_i - 3)}{\sum_1^p (n_i - 3)}$$

式中: $Z_i = \frac{1}{2} \ln \frac{(1+r_i)}{(1-r_i)}$, n = 样本数

受冻率以及结实率均用 $S_{in}^{-1} \sqrt{X\%}$ 进行转换后分析。

结实评定用:

$$\text{结实正常指数} = 1 - \frac{\text{该种源平均结实量}}{\text{各种源最高平均结实量}} \times \text{结实率}$$

种源稳定性评价采用Eberhart模型计算^[4]和环境指数(I_i),估算对(I_i)的回归系数(b_i)与离差($S^2_{d_i}$)。以 $b=1$ 和 $S^2_{d_i}=0$ 作为稳定性种源的标准。

综合评定种源性按下列公式计算^[6]。根据 P_i 值小为优的原则排序,评选优良种源。

$$P_i = \sqrt{\sum_j K_j (1 - a'_{ij})^2}$$

式中 P_i 为第 i 个种源综合评定值, K_j 为 j 个性状的权重系数, $a'_{ij} = \frac{a_{ij} - a_{0j}}{a_{0j}}$ 为第 i 个种源第 j 个指标数据, a_{0j} 为第 j 个指标最优的种源数据。

二、结果与分析

(一) 幼林生长量

1. 差异比较 第一次试验六年生幼林生长量方差分析结果(表2)表明:种源树高、胸径、材积平均生长量的差异,均达到极显著水平,与各点历年的试验报告相符*。第二次试验三年生幼林种源间树高生长的差异也达到极显著的差异。中亚热带南岭山地的种源显著或极显著优于其他的种源。多数生长期较长的亚热带种源北移,在正常气候条件下,幼林期仍

* 1986年《杉木地理种源试验研究报告选编(一)》。

比当地种源有明显的生长优势，而北亚热带秦巴山地、大别山、黄山及天目山种源生长差，德昌种源生长最差。

表2 种源平均生长量差异Q测验

第一次 材积 $F=11.61^{**}$

融水 浦北 贺县 江华 全南 锦屏 乐昌 桂东 信宜 铜鼓 建瓯 安福 会同 恩施 通山 龙泉 开化 南郑 霍山 德昌

树高 $F=17.26^{**}$

融水 浦北 贺县 江华 全南 锦屏 乐昌 桂东 信宜 铜鼓 建瓯 安福 会同 恩施 通山 龙泉 开化 南郑 霍山 德昌

直径 $F=14.99^{**}$

融水 浦北 贺县 江华 全南 锦屏 乐昌 桂东 信宜 铜鼓 建瓯 安福 会同 恩施 通山 龙泉 开化 南郑 霍山 德昌

第二次 树高 $F=14.20^{**}$

那坡 锦屏 融水 西畴 贺县 屏边 洪雅 永罗 川平 彭县 乐昌 荣县 铜鼓 大田 会同 浦北 恩施 商城 江华 新县

新县 建瓯 武平 安福 鹤峰 祁河 邵阳 平坝 南平 永顺 长汀 全南 安化 通山 句容 开化 南郑 歙县 乐安 龙泉 会泽

注：同一划线的种源差异未达极显著水平。

两次试验的各种源差异基本相似(表2)，特别是比较好的和比较差的种源很稳定。据两次试验的18个种源的相关测定，树高生长量相关系数(r)为 0.7473^{**} ，决定系数(r^2)是 0.5586^{**} ，相同种源两次试验的稳定性指标回归系数(b_i)间的相关系数(r)是 0.6558^{**} ，决定系数(r^2)为 0.4300^{**} ，均达到极显著水平。说明杉木种源间的差异是有较稳定的遗传差异。

各试验点历年间树高生长的相关分析(表3)表明：苗期与幼林期虽存在较明显的关系，但决定系数(r^2)较小($0.265-0.456$)，用它测幼林的生长可靠性差。而从三年生起，相关系数已极显著($r = 0.897^{**}-0.948^{**}$)，决定系数(r^2)高达 $0.805^{**}-0.899^{**}$ ，故三年时种源间的差异就能反映幼林期的差异。

随着试验林逐渐郁闭，种源间生长竞争更趋剧烈，较优的种源，多数居于上层。同时，因两次试验结果又非常相似，可以用第一次试验6年生幼林材料和第二次试验3年生幼林材料，共同作为评定各种源生长优劣的依据，以提高预测的可靠性程度。

表 3 历年树高的共同相关系数

年 度	相 关 系 数	年 度			
		1977(苗期)	1979	1980	1981
1979	相关系数	0.670**			
	决定系数	0.449 Δ			
1980	相关系数	0.675**	0.897**		
	决定系数	0.456 Δ	0.805**		
1981	相关系数	0.515*	0.902**	0.949**	
	决定系数	0.265	0.814**	0.901**	
1982	相关系数	0.592**	0.899**	0.948**	0.937**
	决定系数	0.351	0.808**	0.899**	0.878**

2. 选择效果 第一次试验生长最好的五个种源,其单株平均材积为对照的120.1%,相当于最差三个种源均值的329.3%;第二次试验生长最好的五个种源,平均树高为对照的111.08%,相当于最差五个种源的125.99%。

从各造林区的选择效益分析(表4)可以看出:北带东区种源生产力较低,两次试验仅初期增产效果突出,分别达到61.6%和25.7%,如选用其它地区的优良种源造林可望取得较大的增产效益;北带西区因本区种源适应性一般较强,故种源选择效益不够明显;中带东a区、b区种源表现较差,种源改良的效果仅次于北带东区;中带西区种源选择的效果很好,中带中区,也有较好的种源,因此,选择效益稍低;中带东c区,种源优者多,属优良种源区;在南带,种源早期生长快,目前种源选择效果尚不显著,但因早花早实,产量已开始下降,南岭山地种源正逐步赶上和超过本地种源。

表 4 各造林区种源选择效益分析

项 目	造 林 区	I 北 带		中 带			VI 南带	VII 中带 西 区	平 均
		西 区	东 区	I 中区	II, IV 东 a 区、 b 区	V 东 c 区			
第一次六年 生材积	前五名/对照	93.42	161.6	114.2	166.1	91.1	92.33	121.6	120.05
	前五名/后五名	316.3	391.2	220	222.6	212.5	734.3	208.1	329.3
	大于对照种源数及其占参 试种源数的百分比	1 5.56	12 66.67	7 38.89	17 94.44	1 5.56	1 5.56	12 66.67	
第二次三年 生树高	前五名/对照	106.81	125.68	113.02	109.74	103.19	99.85	119.24	111.08
	前五名/后五名	138.52	127.08	119.79	117.35	121.63	132.05	125.50	125.99
	大于对照种源数及其占参 加试验种源数的百分比	4 9.23	39 90.7	36 83.72	28 65.12	6 13.95	2 4.65	38 88.37	

3. 种源与环境互作 “种源×造林区”、“种源×立地类型”差异显著(表5),反映了种源与造林区、种源与立地类型有较强的互作效应,说明各杉木种源对不同造林区和不同立地类

型有不同的适应性,杉木造林需要注意适地适种源。

表5 方差分析

第一次材积				第二次树高			
变异来源	自由度	方差	F	变异来源	自由度	方差	F
种源	18	0.000016096	11.04**	种源	42	0.0853	12.19**
造林区	4	0.000618426	425.52**	造林区 ^[1]	4	12.6403	1805.76**
造林区内试验点	10	0.000449202	309.20**	造林区内类型 ^[2]	5	30.1875	4312.50**
种源×造林区	72	0.000002019	1.40*	造林区内试验点	20	1.6199	231.41**
误差	180	0.000001451		种源×类型	210	0.0244	3.49**
				种源×造林区	168	0.0138	1.97**
				误差	840	0.0070	

注: (1) 北带东、西区合为一个造林区,中带东a、b区合为一个造林区,中带西区总共才有三个试验点,故未参加分析。
(2) 类型是依据试验点的环境指数(I_1)的相对大小将各造林区都分为好与差二种立地环境类型,各类型选三个试验点。

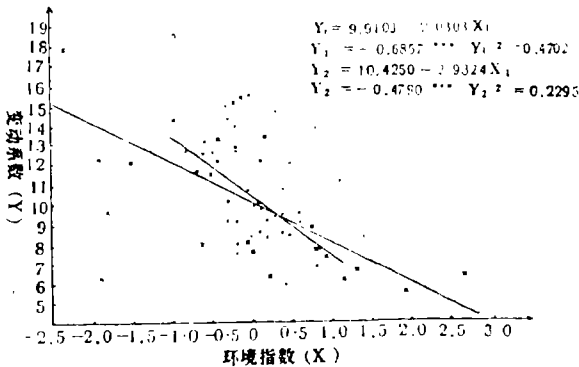


图2 环境与种源生长变动系数

析,结果表明:种源间结实率($F = 7.57^{**}$)和结实量($F = 2.77^{**}$)的差异均极显著。年度间的相关分析证明,种源结实性状差异稳定,正相关显著(表6)。建瓯、锦屏、融水等南岭山地种源结实率低,结实量小,由此往南或向北有逐渐增加的趋势,越往南增得越快(图3)。

目前,虽未明显看出结实对种源生长的影响,但大量开花结实消耗养分较多,势必引起早衰,故对早期生长较好的南带种源还需进一步观测,调种也应慎重。

(三) 寒害

杉木种源的寒害主要发生在北亚热带,以寒流影响较大的北带东区尤为突出。江苏省林科所对南京试点(北纬 $31^{\circ}50'$)18个产地杉木种源寒害的两次试验表明,寒害主要发生在苗期。受冻率与产地纬度负相关极显著,分别达 -0.7341^{**} 和 -0.5870^{**} 。南带种源苗期平均受冻

从环境与种源生长变动系数(图2)看出,环境指数与种源树高变动系数负相关显著,说明在试验点分布范围内生态环境条件愈优越,种源间的差距愈小。因此,在环境指数较小的杉木分布南北两极边缘地区,杉木种源选择的增产潜力更大。

(二) 结实状况

据观察,大部分种源在四年生时开始开花结实。用江苏、浙江、贵州、广东等四省试验点的观测材料进行方差分

表6 种源结实量年度相关

项 目		4 年	5 年
五年	相关系数	0.5482*	
	决定系数	0.3005	
六年	相关系数	0.5052*	0.8022**
	决定系数	0.2552	0.6435**

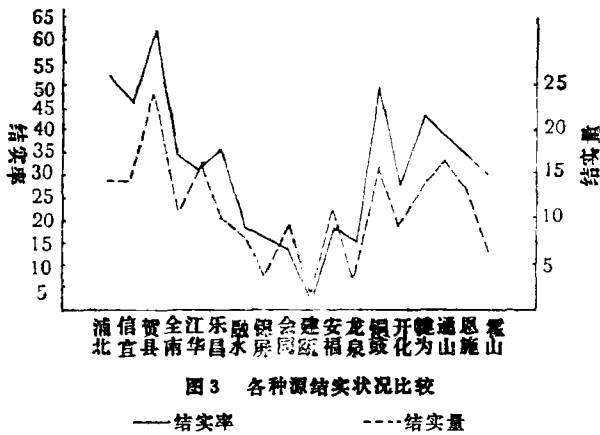


图3 各种源结实状况比较

——结实率 ----结实量

率31.8%，中带13.4%，北带6.6%（德昌种源受冻最重达62.9%）正常气候条件下，一般三年生后即能适应苏南（北纬31—32°）气候，经受-9—10℃自然低温，无明显冻害发生（德昌种源除外）。即使遇到异常早霜袭击（如1983年11月14日，早霜比通常年份提早10—15天，气温突然从5—6℃降至-3℃），未见受害。1984年元月中旬南京三天降雪31.4mm，为50年来第二次大雪，地雪面积30—40cm，极端低温-11℃，持续-3℃以下低温达32天（其中-7℃以下低温连续7天），七年生的各种源，幼林均未发生冻害。该省句容林场试点（北纬31°55'）的观测结果也说明这点。由此可见，杉木种源对寒害的适应性在其自然分布区内有随树龄的增大而逐步增强的特性。低纬度优良种源北移，只需要注意苗期防寒和选择适当地形造林。

(四) 种源的稳定性

“稳定性”是农业上用以评定每一品种遗传型与环境互作的一种尺度。稳定性好的品种表示该品种具有低的遗传型与环境互作。在这里借用Eberhart测定稳定性的模型，对上述两次试验参试各种源的稳定性进行了测定，以研究各种源的相对适应性。结果表明：两次试验的大部分种源对环境指数(I_i)的回归系数(b_i)的离差(S²_{d_i})都接近于零。因此，当回归系数b_i<1时，该种源较适于立地较差的环境；若b_i>1时，该种源更适于较好的立地；当b_i接近于1时，则是比较稳定性的种源。若该种源平均值又大于参试种源总平均值时，则认为这一种源能适于在多数造林区推广。图4、图5是显示各种源树高与环境指数的回归系数的散点关系。

第一次试验生长较好且较稳定的种源有融水、浦北、贺县、乐昌、全南、信宜、建瓯等；江华、锦屏、键为等地种源生长也较好，但更适于立地条件好的环境；通山种源对较差的环境适应性较强；霍山、开化、龙泉等种源，虽能适应较差的立地，但生长差。

第二次试验的结果与第一次试验的趋势相仿：贺县、信宜、乐昌、彭县、荣经、浦北、大田、会同等种源生长较好且较稳定；锦屏、融水、那坡、西畴、洪雅生长量高，但更适应于立地条件较好的环境；屏边、永川、邻水、罗平等种源生长也较好，而且对较差的环境适

率为31.8%，中带13.4%，北带6.6%（德昌种源受冻最重达62.9%）正常气候条件下，一般三年生后即能适应苏南（北纬31—32°）气候，经受-9—10℃自然低温，无明显冻害发生（德昌种源除外）。即使遇到异常早霜袭击（如1983年11月14日，早霜比通常年份提早10—15天，气温突然从5—6℃降至-3℃），未见受害。1984年元月中旬南京三天降雪31.4mm，为50年来第二次大雪，地雪面积30—40cm，极端低温-11℃，持

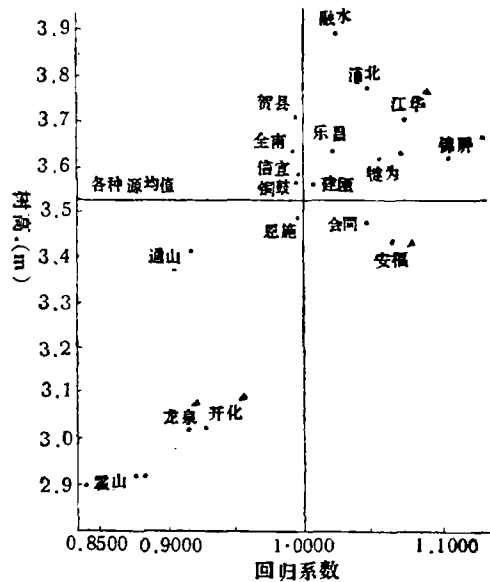


图4 第一次试验种源平均高与环境指数的回归系数散点

注：符号••(0.01)、•(0.05)、△(0.10) 表示S_{d²}的差异显著水平

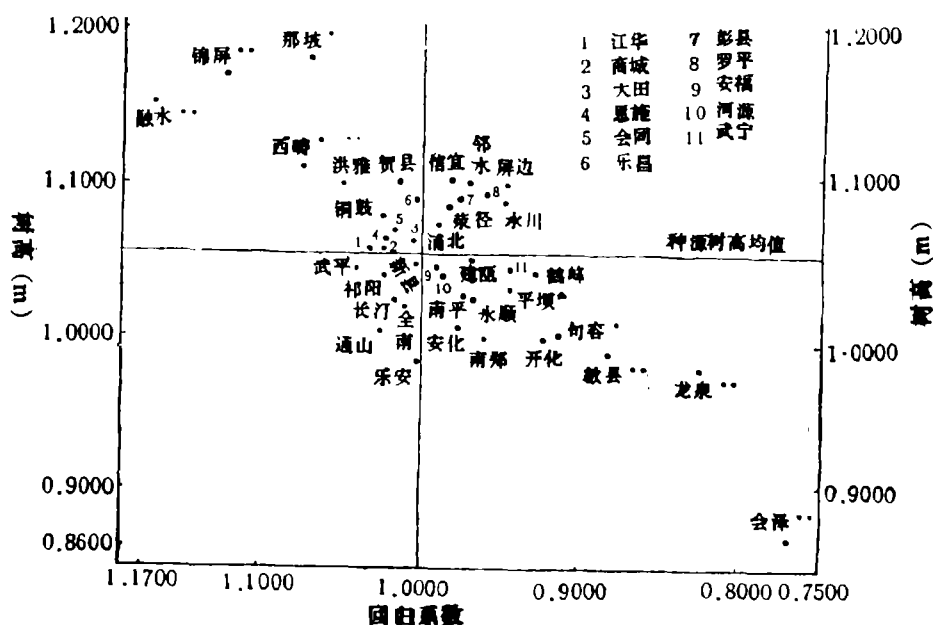


图5 第二次种源试验平均高及其与环境指数的回归系数散点

应性较强，而会泽、龙泉、歙县、句容、开化等种源，虽然能适应较差的环境，但生长差。

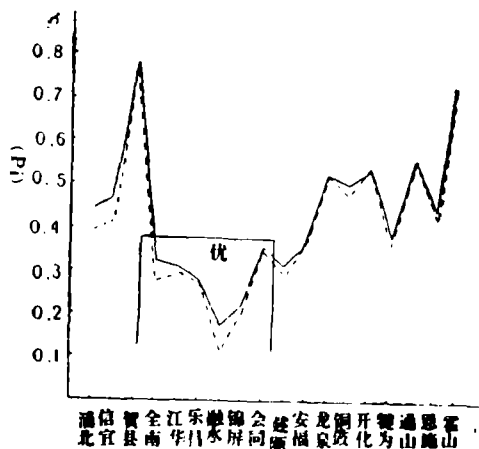
(五) 杉木的优良种源区

对两次试验的18个种源(德昌种源除外)分别进行性状综合评定。融水、锦屏、乐昌、江华种源最优，其次是建瓯、全南、会同种源(见图6)。这7个优良种源中，除会同外均属南岭山地种源。

又以两次试验的64个试点的生长量均值出现的频率作为样圆半径绘成图7。从中看出，杉木优良种源的分布范围明显地集中于南岭山地区：桂北、黔东南、闽北、赣南、粤北、湘西南，其中又以融水、锦屏为代表的南岭西部三江流域(清水江、都柳江、融江)的种源尤为突出。

为了验证种源试验这一结果是否可靠，又用南方10省(区)编制的18个地区的杉木地位指数表导向曲线^[9]，计算了20年生杉木林分的树高值，研究杉木各产区现实林分生产力。结果闽北、黔东南、桂北及粤北等名列前茅，树高平均14.66m，而其它14个地区树高平均为11.98m，南岭地区较大为22.37%(图8)，与种源试验的结果一致。

再从生态条件看，该区域年均温18—21℃，一月均温7—12℃，绝对低温-2—-6℃，7月均温28—30℃，日平均>10℃的年积温5200—6500℃，年生长期达300—340天，年降雨



(图6 种源性状综合座标评定)

.....包括耐寒性状的P₁值 优质种源
—不包括耐寒性状的P₁值 优

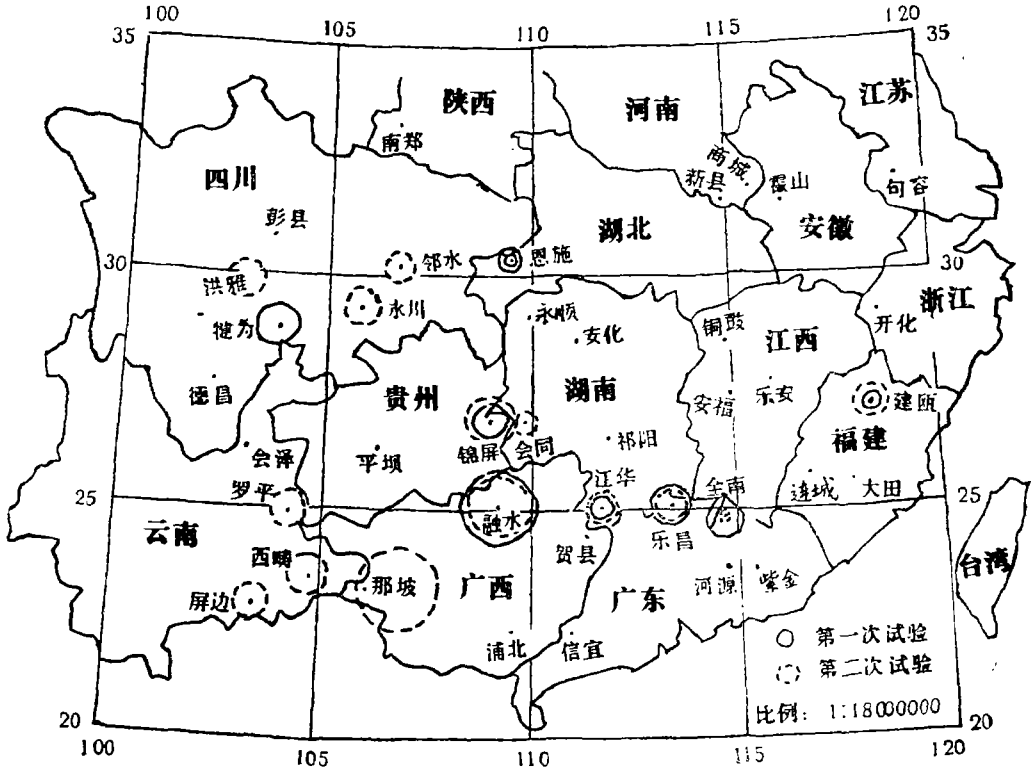


图7 较优产地分布示意图

量1500—2000mm,分配均匀,无明显的旱季,相对湿度在80%以上;全年日照时数1 053—1 400h,日照率24—35%;并由于山岭重叠,少强风,形成了杉木良好生长的特殊环境。因而阳含熙先生曾指出:“南岭山地就是典型的杉木最宜生长的气候环境”^[7],是杉木生长的最适生态区。

从图7还可看出,以那坡、西畴、屏边为代表的滇桂边境地区和以四川洪雅、彭县、荣经、永川、邻水为代表的四川盆地周围山地,特别是西部青依江流域种源,在第二次试验中表现生长快,对立地条件要求不高的特性。这两区域又具备南岭山地相似的气候环境条件,有可能是潜在的优良种源区。

(六) 各造林区优良种源选择

根据各种源综合评定(表7、表8),同时参考各省(区)造林试验的初步结果,列出各造林区优良种源表(表9),今后各造林区可参照此表,按不同立地类型因地制宜地选用优良种源造林。

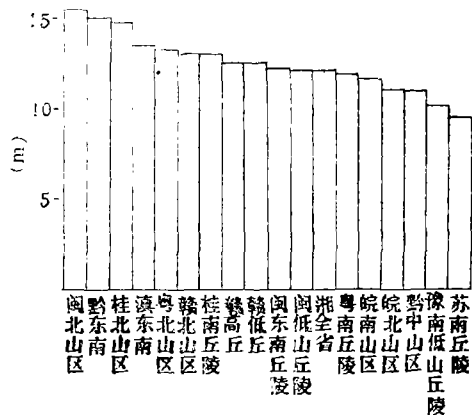


图8 杉木各产区20年生树高比较

三、结论与讨论

(一) 两次全分布区试验结果一致表明：杉木种源间有较明显的遗传差异,通过种源选择

表7 杉木第一次种源试验(6年生)各造林区种源综合评定

产地	造林区									
	北带(5)		中带中区(3)		中带东a、b区(3)		中带东c区(4)		南带(5)	
	Pi值	名次	Pi值	名次	Pi值	名次	Pi值	名次	Pi值	名次
四川犍为	0.4278	7	0.3837	12	0.3238	5	0.3675	8	0.4806	10
广西融水	0.1502	1	0.2054	1	0.1698	1	0.1013	1	0.1903	1
广西贺县	0.7735	18	0.7616	19	0.7898	19	0.7749	19	0.7826	19
广西浦北	0.5474	14	0.3833	11	0.4496	13	0.4160	11	0.3861	8
湖南江华	0.4516	10	0.2945	4	0.3419	6	0.3251	5	0.3600	6
湖南会同	0.3575	4	0.2433	3	0.3662	8	0.3984	10	0.5232	12
广东信宜	0.4390	8	0.4372	11	0.4823	17	0.4302	12	0.4858	11
广东乐昌	0.3435	3	0.3101	6	0.2245	4	0.3361	7	0.2847	3
湖北通山	0.4132	6	0.4801	15	0.4488	12	0.6666	17	0.7251	16
湖北恩施	0.3233	2	0.3642	10	0.4023	10	0.4363	13	0.6379	15
江西全南	0.4591	11	0.3614	9	0.3965	9	0.3252	6	0.2466	2
江西铜鼓	0.5358	13	0.4958	16	0.5075	15	0.4835	14	0.5278	13
江西安福	0.5618	15	0.3507	8	0.4029	11	0.3717	9	0.3531	5
浙江龙泉	0.5266	12	0.4025	13	0.5029	14	0.5452	16	0.5941	14
浙江开化	0.5679	16	0.5339	17	0.3587	7	0.5046	15	0.7356	17
安徽霍山	0.8263	19	0.6462	18	0.6882	18	0.6862	18	0.7689	18
福建建瓯	0.6652	17	0.2427	2	0.2215	3	0.2391	2	0.3777	7
贵州锦屏	0.4501	9	0.3069	5	0.1757	2	0.2838	3	0.3028	4
对照	0.4080	5	0.3128	7	0.5452	16	0.3163	4	0.3888	9

注: 1. 中带中区、中带东c区、南带, 评定因子有树高、胸径、材积、稳定性($k=1$), 结实正常指数($k=1.5$)等五项; 北带及中带东a、b区增加苗木未受冻率($k=0.5$)一项。

2. 各区括号内数字表示参加统计的试点数。

表8 杉木第二次种源试验(3年生)各造林区前10名种源

名次	造林区															
	北带西区(3)		北带东区(3)		中带西区(3)		中带中区(7)		中带东a、b区(12)		中带东c区(8)		南带(6)			
	产地	树高	产地	树高	产地	树高	产地	树高	产地	树高	产地	树高	产地	树高		
1	那坡	43.7	那坡	126.0	乐昌	123.0	锦屏	103.6	那坡	134.3	融水	131.8	融水	152.0		
2	永川	39.7	锦屏	121.3	融水	120.3	那坡	101.3	锦屏	127.8	信宜	125.6	锦屏	150.5		
3	彭县	38.0	永川	120.0	罗平	109.3	融水	99.3	洪雅	127.1	锦屏	125.1	对照	150.3		
4	新县	37.7	屏边	119.0	邻水	109.3	邻水	98.1	罗平	126.7	那坡	124.6	那坡	144.3		
5	对照	36.7	洪雅	117.3	彭县	108.7	贺县	96.7	西畴	126.5	屏边	121.5	蒙径	141.7		
6	洪雅	36.7	会同	115.7	洪雅	108.0	永川	95.6	屏边	124.9	乐昌	120.3	大田	141.3		
7	屏边	35.0	邻水	115.3	锦屏	108.0	祁阳	95.4	贺县	123.2	彭县	118.9	邻水	140.6		
8	南郑	35.0	恩施	115.3	建瓯	107.3	铜鼓	93.6	浦北	122.7	对照	118.9	贺县	140.3		
9	商城	84.7	西畴	115.0	屏边	105.7	信宜	93.3	永川	122.6	罗平	118.7	新县	138.2		
10	鹤峰	34.7	融水	114.7	武宁	105.0	浦北	93.3	铜鼓	122.4	西畴	118.6	信宜	137.8		

注: 括号内为各造林区参加统计的试验点数。

表 9 各造林区优良种源

造林区		优良种源	立地类型	参考应用*
(I)北带	西区	融水、会同、锦屏、乐昌、恩施、∴		那坡、彭县、永川、洪雅、屏边
	东区	融水、乐昌、江华、全南、建瓯		洪雅、锦屏、那坡、屏边、永川、会同
(II)中带	中区	融水、建瓯、锦屏、江华、会同	好 差	那坡、邻水、建瓯 荣径、永川、铜鼓
	中区			
(III)中带东 a 区		融水、锦屏、建瓯、乐昌、江华、	好 差	那坡、会同、屏边、西畴
	(IV)b 区	键为		彭县、洪雅、永川
(V)中带东 c 区		当地种源	好 差	西畴、屏边、那坡 彭县、荣径
(VI)南带		融水、锦屏、建瓯、乐昌、全南	好 差	那坡、邻水 荣径、大田
(VII)中带西 区		锦屏、融水、江华、全南、会同、	好 差	乐昌、屏边、邻水、洪雅
		键为		建瓯、彭县

*此栏系根据第二次试验表现新选的优良种源，仅作参考。∴表示当地种源。

可望取得较大的增产效果。优劣种源间六年生材积相差 3 倍以上，经种源选择的平均增产在幼林期达 20.1%；以北带东区及中带东 a 区、b 区尤为突出，高达 60% 以上。各造林区种源选择的增产效果大致顺序是：北带东区 > 中带东 a 区、b 区 > 中带西区 > 中带中区 > 北带西区 > 南带 > 中带东 c 区。

(二) 在两次试验中，以南郑为代表的秦巴山地种源，以霍山为代表的大别山种源，以歙县、开化为代表的黄山—天目山种源，以及以安化、乐安为代表的长江中下游沿江丘陵地区种源，生长慢，生产力低。德昌种源只限分布于金沙江流域中下游的川西南山区，属西部亚热带高原气候类型。在杉木中带中区、车区及北带东、西区造林，冻害严重、生长差；即使在南带虽无寒害，生长也最差，故不宜在其分布区以外地区造林。以南北、信宜、贺县为代表的南带低山丘陵种源，生长期长，苗期及造林初期生长迅速，但因早花早果，选择也受到限制，可利用其早期速生的特性，在寒害轻的地区作为短轮伐期种源。

(三) 融水、锦屏、乐昌、江华、建瓯、全南、会同等地种源，种质好，速生性强，生产力高，适应性广，为优良种源。它们分布的集中区——南岭山地区，为我国杉木分布的最适生态区，也是杉木的最优种源区。四川盆地周围山地和滇东南的滇桂边界山地，有可能是潜在的杉木优良种源区。

(四) 杉木优良种源出现在生态最适生区，而最差种源多分布于南北两端生态不适宜区，说明种源差异是生态遗传作用的结果。由此推断在树种分布的最适生区(一般为中心区)自然选择结果，保留下生长优越的种群或个体；而远离树种分布中心区的边缘地区，由于生境条件差，选择方向主要朝着增强适应性状发展，如耐寒、耐热、耐干旱等，易出现对特殊生境适应性强的种源，但生产力一般较低。这个结论是否可靠，还有待于其它树种种源研究结果的证实。

(五) 杉木种源与造林区和立地类型有较强的互作效应,不同造林区应选择适于本地的优良种源造林。北带西区,种源适应性强,应以本区种源种子为主,同时引进相似生态条件的优良种源种子;北带东区,宜从优良种源中选择抗寒性强的速生高产种源;中带中区和西区,除应用本区优良种源外,应积极引进南岭山地的优良种源;中带东a区、b区和南带,应主要调进南岭山地的优良种源;中带东c区用本区优良种源。各省(区)可参照上述意见,结合本区种源试验结果,进一步制定适地适种源的种子调拨方案,以充分发挥种源选种在杉木速生丰产中的作用。

(六) 近年来,我国有杉木分布的省(区),用本地优树为材料相继营建了杉木种子园,并取得了一定的遗传改良效果。为了充分利用杉木种源的地理变异,提高遗传改良效果,有必要依据种源试验的初步结果,与优树选择相结合,更有效地进行杉木良种基地布局和种子园建设,为此建议:①在南岭山地优良种源区范围内,特别是三江流域地区,要大力加强杉木种子园建设,加速当地优树的子代测定,尽早建立留优去劣或第二代种子园,形成全国最主要的杉木良种繁育中心和商品种子基地。同时,积极开展优良林分选择和母树林的经营管理,划定采种区,为全国绝大部分造林区提供更多的优质商品用种。②在中带中、西区和北带西区,要继续加强本区较优种源的优树选择,同时,引进南岭山地适宜的优良种源。③在北带东区和中带东a区、b区以及南带,本地种源生长差或早花早果。现已建成种子园的可继续利用,但今后主要作为基因资源和育种材料。应大力引进南岭山地优良种源的繁殖材料,通过改建现有种子园或新建种子园,建设遗传增益高的新型良种繁育基地。

参 考 文 献

- [1] 广西林科所, 1977, 杉木地理种源和类型造林对比试验初报, 广西林业科技, (3)。
- [2] 南方十四省(区)杉木栽培协作组, 1981, 杉木地理分布及主要商品材基地规划建设, 林业科学, 17(2): 134—144。
- [3] 马育华, 1982, 试验设计, 农业出版社, 308—311。
- [4] 马育华, 1982, 植物育种的数量遗传学基础, 江苏省科学技术出版社, 450—460。
- [5] Булнтн Ю. Е. 1978, Комплексная оценка экотипов Древесных пород Лесной х-во, 1978, (12): 30—32。
- [6] 南方十四省(区)杉木栽培科研协作组, 1982, 全国杉木(实生林)地位指数的编制与应用, 18(3): 266—277。
- [7] 阳含熙, 1960, 杉木林区的气候, 中国林科院技术情报室研究报告营林部分第4号。

**PROVENANCE SELECTION OF
CUNNINGHAMIA LANCEOLATA (LAMB.)HOOK
FOR PLANTING AREA IN CHINA**

(National Collaborative Research Group on Provenance
Trial of Chinese Fir)

Abstract

A nationwide provenance trial was organized with 19 and 43 seedlots on 21 and 45 sites respectively for two experiments with Chinese fir *Cunninghamia lanceolata* (Lamb.)Hook and assessment was made on development and adaptability at the age of 6 years and 3 years in order to find out the relationship between better provenances and genotypesites. It was found out that there were significant differences between different provenances in standing volume.

The selective efficiency of average volume reached 20%. The standing volume of the best provenance is 3.3 times more than that of the worst. According to their growth rate, stability, characteristics of flowering and seeding and ability to resist frost, the geographic population, naturally occurring in South Ranges, was considered to be the best provenance and a number of better provenances were also identified to suit different types of site for main planting areas of the species. It was also suggested that the research results can be followed to use the seeds properly for establishing plantations under different ecological conditions in China.

Key words: *Cunninghamia lanceolata*, provenance, provenance region, interaction