

火炬松种源幼龄材材性变异的研究*

孙海菁 刘昭息

摘要 对在广西南宁、广东英德、江西分宜、浙江富阳 4 个试点的 9 年生火炬松种源林的木材密度、管胞长度、晚材率进行了测定分析,结果表明:4 个试验点木材密度在种源间均表现出显著差异,管胞长度与晚材率差异不显著。木材性状有着较强的地理变异趋势,主要表现为以经度为主、纬度为辅的双向倾斜渐变模式,木材基本密度美国西部区种源最大,其次是北部区,南部沿海区最小;管胞长度以南部沿海区最长,而东部沿海区最短;晚材率以内陆和北部地区较大。不同试验地点间木材基本密度的差异也较大,从亚热带到北亚热带逐渐减少。研究还表明,地点与种源的互作效应不显著,绝大部分种源表现出相对稳定的状态,其中 L14 和 L26 为稳定性最好的种源。木材基本密度、管胞长度和晚材率 3 个材性性状与生长、产量和形质指标之间的相互关系存在着一定的复杂性。木材基本密度和晚材率与生长、产量性状呈负向关系,关系程度前者大于后者;管胞长度与生长、产量性状之间缺乏一定的规律;3 个材性性状与形质性状的关系,在方向和密切程度上表现亦不一致。

关键词 火炬松 地理种源 幼龄材 材性变异

火炬松(*Pinus taeda* L.)原产美国东南部,自然分布区为 28°~39° N,75°~97° W。分布区内复杂的地理生态环境使之形成许多地理种源(小种)。美国从 1926 年开始进行火炬松种源试验,结果表明不同种源在生长、材质和抗病能力等方面存在着显著差异。

火炬松在我国引种已有 60 多年的历史,现已成为南方丘陵低山地区的主要造林树种之一。1981 年开始进行火炬松地理种源试验,开展了优良种源选择的研究,但过去的研究多侧重于生长性状和适应性方面,对材性研究的报道很少。作为工业用材林的良种选育,材性性状,尤其是木材密度,是重要的指标之一,它对纸浆产量和质量及木材制品加工工艺性能均有很大的影响。大量的研究表明,种源试验中木材密度的地理变异模式与原产地所观测的不一致,原产地天然群体木材密度资料不宜用来指导种源引种^[1]。本文着重研究 4 个引种地火炬松种源幼龄材基本密度等性状的地理遗传变异,为种源选择和引种提供科学依据。

1 材料与方法

试材取自浙江富阳、广东英德、广西南宁、江西分宜 4 个试点 1983 年批火炬松种源试验林。富阳点 31 个种源,英德与分宜 20 个种源,南宁为 19 个种源,共同种源有 19 个,可代表原产地的主要分布区。种子从美国进口,1983 年育苗,1984 年造林。随机区组设计,4~7 个重复,12~25 株小区,每个重复每小区选择 2~3 株平均或优势样木,在胸径处上方用 8 mm 生长锥

1995-11-22 收稿。

孙海菁助理研究员,刘昭息(中国林业科学研究院亚热带林业研究所 浙江富阳 311400)。

* 本研究是“八五”国家科技攻关“湿地松、火炬松建筑材、纸浆材良种选育”的内容之一,李江南、万细瑞(中国林业科学研究院亚热带林业实验中心);黄铨,宋云民(中国林业科学研究院林业研究所);钟伟华(华南农业大学)提供部分材料,特此致谢。

取得由髓心到树皮的完整无疵木芯,同时测定其树高和胸径值及其它形质指标。

木材基本密度用最大含水量法测定;管胞长度的测定材料取最外一个完整年轮,用硝酸法离析,在投影生物显微镜下量测,每个样品随机测 30 根完整管胞。

常规线性方差分析、相关分析和稳定性分析^[2]等借助于南京林业大学叶志宏研制开发的《林木遗传改良实用统计应用软件(SPQG)》完成。

2 结果与分析

2.1 木材性状的地理遗传变异

2.1.1 变异幅度 对 4 个试点木材密度、管胞长度和晚材率的单点方差分析表明,木材基本密度在种源间的差异均达到显著或极显著水平,种源效应占群体总变异的 11%~26%。广义遗传力达 0.40~0.77,受中度以上遗传控制。在 19 个共同种源中,从极值的比率看,如分宜点基本密度最高的种源 L30(0.418 0 g/cm³)比最低的 L14(0.369 7 g/cm³)大 12.8%,换算成干物质重,每立方米木材相差 47.4 kg;富阳点最高的 L30(0.418 g/cm³)与最低的 L12(0.333 g/cm³)相差 18.75%,折合干物质每立方米相差 50.63 kg。这充分说明,在种源水平上对木材密度进行选择改良是有效的,并能获得较高的效益。另外,木材基本密度在不同地点间的种源分量有较大的差异,因此,选择给予各点的遗传进展将会不等。管胞长度和晚材率指标,除南宁点的管胞长度呈显著性差异外,其余的差异均不显著,并且遗传力亦不高。这表明,幼龄材期间在种源水平上对管胞长度和晚材率进行选择,收效不大。但随着年龄递增是否有新的变化,尚有待进一步研究。

由表 1 的方差分量组成中,还可看到,机误的分量在各点、各性状都较高。机误包含了多种因素,其中,个体间的差异无疑是较重要的因子,为探讨这个层次差异的真实情况,我们对种源内单株间又进一步作了个体变异大小的分析,其结果见表 2。

表 1 各试点木材性状变异分析

木材性状	变异来源	南 宁		分 宜		富 阳		英 德	
		df	F 值	df	F 值	df	F 值	df	F 值
基本密度	区 组	4	1.06	4	4.79**	4	6.39**	3	1.68
	种 源	18	1.70	19	1.75*	30	4.30**	19	2.99*
	机 误	72		76		120		57	
	遗传力		0.411 8		0.428 6		0.767 4		0.665 6
管胞长度	区 组	4	0.25	4	3.81**	4	1.06	3	1.16
	种 源	18	2.29*	19	1.52	30	1.16	19	1.85
	机 误	72		76		120		57	
	遗传力		0.562 3		0.342 1		0.137 9		
晚材率	区 组	4	0.73	4	1.60	4	4.61**	3	9.95
	种 源	18	1.22	19	0.72	30	1.27	19	4.45
	机 误	72		76		120		57	
	遗传力		0.180 3				0.212 6		

由表 2 看出,各种源内株间的变异系数,对基本密度和管胞长度来说,在各点基本上都大于种源间的,有的试点管胞长度在种源间的差异未达显著水平,但种源内个体间的差异则表明

有较大的变异系数,其中不少种源,单株间的变异系数在10%以上。这充分说明种源间材性主要性状差异的大小还不能完全表达变异的真实情况,也说明个体间选择的潜力相当大。

表 2 种源内株间木材基本密度与管胞长度测定结果

种源号	基 本 密 度 (g/cm ³)								管 胞 长 度 (μm)							
	南 宁		英 德		分 宜		富 阳		南 宁		分 宜		富 阳			
	平均值	变异系数 (%)	平均值	变异系数 (%)	平均值	变异系数 (%)	平均值	变异系数 (%)	平均值	变异系数 (%)	平均值	变异系数 (%)	平均值	变异系数 (%)		
L.2	0.422 3	5.06	0.404 5	10.76	0.398 9	7.86	0.357 1	5.73	3 348	10.37	2 668	8.67	2 896	5.06		
L.5	0.402 6	7.56	0.415 7	15.86	0.397 3	5.29	0.354 7	5.61	3 458	6.57	2 861	16.07	2 924	6.49		
L.6	0.409 2	10.28	0.409 3	11.12	0.397 3	7.25	0.354 1	7.04	3 409	9.38	2 878	9.04	2 853	6.23		
L.11	0.431 1	8.36	0.408 4	7.63	0.392 9	9.32	0.346 1	4.26	3 634	10.26	2 969	6.73	2 920	7.56		
L.12	0.430 8	11.23	0.406 8	9.81	0.377 0	10.11	0.333 0	4.78	3 427	11.38	3 010	9.52	2 973	7.34		
L.14	0.395 6	10.10	0.394 0	10.26	0.369 0	5.88	0.333 7	5.48	3 557	6.73	2 890	8.39	2 998	7.00		
L.16	0.446 6	7.92	0.393 9	7.23	0.377 8	6.62	0.333 2	8.57	3 696	9.86	2 674	6.10	2 938	6.95		
L.17	0.385 8	8.76	0.405 3	6.72	0.409 2	16.62	0.350 4	7.50	3 614	4.87	2 730	17.82	2 876	4.63		
L.18	0.471 6	8.37	0.428 2	9.83	0.385 5	4.70	0.354 1	8.60	3 885	8.97	2 769	26.58	2 985	6.89		
L.19	0.441 0	4.26	0.421 9	10.27	0.396 1	7.22	0.384 9	2.80	3 662	7.63	2 616	8.78	3 009	6.83		
L.22	0.405 7	13.27	0.425 9	5.76	0.379 0	7.44	0.369 6	7.86	3 518	13.27	2 952	11.82	2 877	7.43		
L.23	0.412 3	9.46	0.398 0	3.42	0.369 8	6.33	0.343 7	5.63	3 791	14.68	3 064	6.73	2 976	7.78		
L.25	0.461 5	8.37	0.416 7	8.72	0.382 8	7.81	0.348 3	5.94	3 562	10.32	2 857	4.87	3 112	5.82		
L.26	0.438 7	7.42	0.415 8	10.27	0.417 1	8.72	0.351 7	6.41	3 668	15.31	2 930	7.62	2 946	6.47		
L.27	0.439 9	10.06	0.404 1	16.78	0.395 3	7.59	0.351 7	7.45	3 689	9.83	2 892	9.76	2 965	3.42		
L.28	0.444 7	7.83	0.428 6	10.11	0.396 2	9.31	0.353 8	6.76	3 731	9.76	2 900	8.66	3 024	5.54		
L.30	0.449 7	9.21	0.414 1	7.58	0.407 1	7.81	0.399 7	7.83	3 589	8.37	2 963	6.39	2 905	7.22		
L.31	0.435 1	11.32	0.450 5	6.93	0.406 1	6.38	0.378 6	7.80	3 566	7.36	2 816	13.47	2 844	4.19		
L.32	0.425 7	8.37	0.400 4	10.26	0.391 3	9.82	0.363 8	4.78	3 599	7.38	2 838	10.36	2 933	6.72		
平均值	0.428 9		0.412 7		0.391 9		0.356 0		3 600		2 857		2 914			
变异系数	5.46		4.37		3.46		3.23		5.12		4.38		2.7			
极大值	0.471 6		0.450 5		0.417 1		0.399 7		3 885		3 064		3 112			
极小值	0.385 8		0.393 9		0.369 0		0.333 0		3 348		2 616		2 844			

2.1.2 变异的地理模式 研究木材主要性状与原产地气候因子和地理位置的关系,不仅可了解性状的变异地理模式,而且也可发现在新的环境条件下影响性状变异的主导因子,这可以为各个地区选用优良种源发展产业林提供依据。经4个点的基本密度和3个点的管胞长度、晚材率的相关分析,其结果见表3。

表 3 木材性状与原产地的地理、气候因子相关分析

立地因子	基 本 密 度				管 胞 长 度				晚 材 率			
	富 阳	分 宜	南 宁	英 德	富 阳	分 宜	南 宁	富 阳	分 宜	南 宁		
年均温	-0.114	0.046	-0.027	0.052	0.062	0.230	0.541*	-0.253	0.153	-0.468*		
一月均温	-0.247	0.008	-0.058	-0.055	0.124	0.100	0.527*	-0.351	0.195	-0.532*		
年降水	-0.064	-0.233	-0.513*	0.209	0.467**	0.213	0.675**	0.005	-0.044	-0.468*		
夏季降水	-0.506*	-0.177	-0.318	-0.520*	0.059	-0.403	0.057	-0.531*	0.147	-0.429		
无霜期	-0.260	-0.024	-0.173	-0.033	0.019	0.059	0.270	0.278	0.167	-0.310		
纬 度	0.149	0.086	-0.155	-0.091	-0.162	-0.345	-0.556*	0.298	-0.033	0.396		
经 度	0.412*	0.174	0.562*	0.579*	0.102	0.590**	0.481*	0.257	-0.116	-0.083		
经纬度	0.581**	0.281	0.589*	0.644*	0.164	0.590**	0.596*	0.560**	0.165	0.425		

从表 3 中看出,木材基本密度在多数试点,与原产地的气候因子呈弱的负相关,其中与夏季降水相关较密切,与年均温和年降水量关系不大;在与经、纬度的相关方面,有 3 个点表现较一致的变异模式,与纬度相关较弱,与经度呈较显著的正相关,和经纬度的复相关显著。管胞长度与气候因子多数呈弱的正相关,其中年降水量的影响较大,也较复杂。其中,富阳和南宁点与年降水量呈极显著的正相关;英德点和分宜点却与夏季降水呈较大的负相关;在地理因子方面,与纬度均呈负相关,而与经度有较大的正相关,3 个点从南方到北方相关程度逐渐减弱。晚材率与基本密度相似。总的来说,火炬松种源材性的地理变异模式表现为以经度为主,纬度为辅的双向倾群渐变模式。

根据美国种源试验的结果,威尔士^[3]将火炬松划分为 4 个种源区,第一区为密西西比河以西,包括路易斯安那州西部,德克萨斯州东部及阿肯色州南部;第二区为墨西哥海湾沿岸地区,主要是密西西比州,阿拉巴马州,佐治亚州的南部,路易斯安那州东部及佛罗里达州西北部;第三区为火炬松分布区的最北部,含弗吉尼亚州和马里兰州;第四区主要包括北卡和南卡州。又含山麓和沿海平原两个亚区。为了解不同种源在我国引种区的表现,选择参试种源较多的富阳试点进行比较分析,按种源区归类,种源区用 *t* 检验的方法比较其差异的显著性(表 4)。结果表明木材基本密度西部区最大,其次是北部区,南部沿海区最小。管胞长度以南部沿海区最长,而东部沿海区最短,晚材率以内陆和北部地区较大。

表 4 不同种源区材性差异分析

种源区	木材基本密度(g/cm ³)			种源区	管胞长度(μm)			种源区	晚材率(%)		
	平均值	变异系数(%)	变幅		平均值	变异系数(%)	变幅		平均值	变异系数	变幅
I	0.375 2 a	4.42	0.353 8~ 0.399 8	I	2 978 a	2.14	2 880~ 3 120	IV ₂	31.63 a	9.31	28.42~ 36.92
II	0.360 2 ab	3.37	0.351 7~ 0.374 1	II	2 963 ab	2.17	2 715~ 2 982	II	31.07 a	1.93	30.56~ 31.73
IV ₂	0.356 4 ab	6.27	0.328 2~ 0.395 9	IV ₂	2 923 abc	2.17	2 815~ 2 982	I	30.46 ab	13.50	29.63~ 35.62
IV ₁	0.353 4 ab	0.99	0.348 7~ 0.357 1	I	2 915 bc	2.17	2 861~ 3 021	IV ₁	30.41 ab	3.89	29.47~ 32.14
I	0.352 7 b	4.84	0.332 2~ 0.384 9	IV ₁	2 884 c	1.13	2 854~ 2 924	I	29.01 b	11.62	25.10~ 34.52

注:a、b为多重比较检验(LSD方法),显著水平为 $\alpha=0.05$ 。

2.1.3 地点对木材性状的影响 在引起木材性状变异的众多因子中,地点对木材性状有着重要影响。Loo 在对火炬松天然林材性的研究中发现,南方的木材密度要比北方要高。Zobel^[1]的研究更指出,在低纬度和低海拔的木材密度要比高纬度高海拔的高。在原产地表现如此,同一种源在不同引种地点也存在这种现象。本研究中木材基本密度在 4 个地点表现出较大的差异(表 5),其中,南宁最高,英德、分宜、富阳分别次之(表 2),即从南亚热带到北亚热带其基本密度是逐渐减少的,主要原因应与当地的降水、温度等气候和地理因子有关。南方由于光照较长,温度较高,晚材生长期要比北方长,晚材率要高于北方,晚材率又与基本密度是密切相关的,因此,产生这一现象。

2.2 种源×地点互作及遗传稳定性

探讨种源与地点的互作效应,是林木育种不可忽视的重要工作,它对种源稳定性的评估和

因地制宜选用优良种源发展产业林具有相当大的作用。为此,对种源效应显著的木材基本密度进一步作了多点分析,结果见表5。

表5 木材基本密度多点合并方差分析

变异来源	自由度	均方	F值	方差分量(%)
地点	3	0.072 626 0	104.72**	36.17
地点内区组	3	0.002 094 3	4.18*	10.17
种源	18	0.002 902 9	3.02**	8.38
种源×地点	54	0.000 892 5	1.29	3.14
种源×区组	54	0.000 564 7	0.81	1.12
机误	171	0.000 693 5		41.02

注:**为 $\alpha=0.01$ 水平,*为 $\alpha=0.05$ 水平上差异显著。

由表5可见木材基本密度种源×地点的互作不显著,方差分量只占群体总变异的3.14%,这与Byram & Lowe^[5]根据密西西比河西部进行的大规模种源试验结果相一致。木材基本密度在群体水平上的 $G \times E$ 不显著,并不代表所有的种源都处于稳定状态,我们选用Eberhart和Ruseell提出的回归系数和回归离差 S_{bi}^2 以及Wrick提出的生态价 Wi 和变异系数几种参数^[6]对4个地点的木材密度(19个共同种源)进行遗传稳定性评价,结果见表6。

表6 木材基本密度稳定性分析

种源号	$\bar{X}(g/cm^3)$	b_i	S_{bi}^2	W_i	(CV(%))	评	价
L.2	0.398 1	0.572 19	0.000 026 7	0.000 578	4.73	比较稳定	不良生境
L.5	0.390 3	0.809 36	0.000 305 3	0.000 714	7.56	比较稳定	不良生境
L.6	0.392 8	0.828 39	0.000 318 1	0.000 520	7.12	比较稳定	不良生境
L.11	0.394 1	1.214 81	0.000 019 9	0.000 172	9.40	比较稳定	优良生境
L.12	0.386 3	1.397 51	0.000 004 2	0.000 461	11.29	不稳定	优良生境
L.14	0.378 4	0.928 30	0.000 002 3	0.000 019	7.90	稳定	广泛生境
L.16	0.390 4	1.588 35	0.000 469 8	0.001 932	13.84	不稳定	优良生境
L.17	0.385 5	0.634 77	0.000 512 9	0.001 408	8.72	不稳定	不良生境
L.18	0.411 0	1.602 55	0.000 170 5	0.001 381	11.87	不稳定	优良生境
L.19	0.409 5	0.738 96	0.000 083 3	0.000 362	6.50	稳定	不良生境
L.22	0.394 2	0.717 76	0.000 290 6	0.000 809	6.37	比较稳定	不良生境
L.23	0.375 6	0.775 18	0.000 075 7	0.000 296	8.88	比较稳定	不良生境
L.25	0.401 7	1.471 89	0.000 243 4	0.001 125	12.26	不稳定	优良生境
L.26	0.412 2	0.899 43	0.000 088 0	0.000 204	7.37	稳定	广泛生境
L.27	0.396 3	1.148 61	0.000 037 5	0.000 238	9.34	比较稳定	广泛生境
L.28	0.400 9	1.183 30	0.000 074 6	0.000 250	8.23	比较稳定	广泛生境
L.30	0.411 3	0.725 13	0.000 110 3	0.000 437	6.30	比较稳定	不良生境
L.31	0.413 0	0.810 29	0.000 456 9	0.001 016	4.65	比较稳定	不良生境
L.32	0.394 2	0.946 86	0.000 059 5	0.000 127	10.41	比较稳定	广泛生境

从表6看出,在综合比较回归系数 b_i 、回归离差 S_{bi}^2 、生态价 W_i 及变异系数 CV 4个因素后,可以看到有5个种源具有明显的 $G \times E$ 互作效应,表现不稳定,大多数种源比较稳定,有3个种源很稳定。不稳定的种源大多为来自美国东南沿海地区的速生种源,而北部山区和西南地区的种源大多数表现为较稳定。值得注意的是木材基本密度最高和最低的几个种源在各点表现比较一致,如排列在第2位的L26和处于第18位的L14均在广泛的生境中表现稳定。

2.3 性状相关

了解生长、形态和材性各性状之间的相关对树木育种工作者开展多性状改良是至关重要的,特别是生长速率对材性的影响。为此,利用富阳、分宜和南宁 3 个试点的材料,对材性 3 个性状分别与生长、产量、形质等主要性状的关系作了分析,结果见表 7。

表 7 木材性状与生长、形质性状的相关

性状	项目	树高	胸径	材积	木材干重	通直度	侧枝粗	分枝角	
基本密度	南宁	P	-0.250 4	-0.235 2	-0.238 8	0.112 0	0.112 0	-0.143 7	-0.505 **
		G	-0.498 3	-0.495 5	-0.477 0	0.263 0	0.263 0	-0.465 3	-0.663
		E	-0.049 1	0.006 1	-0.028 7	-0.026 5	-0.026 5	0.128 8	0.026 8
	分宜	P	-0.085 6	-0.117 5	-0.044 0	0.019 9	0.092 7	0.115 4	-0.001 8
		G	0.025 6	-0.450 4	-0.266 7	-0.373 0	0.281 8	0.358 1	-0.315 5
		E	0.134 5	0.165 4	0.160 6	0.310 5	-0.146 2	-0.047 3	-0.128 1
	富阳	P	-0.112 0	-0.412 2**	-0.302 4	-0.037 2	0.473 6**	0.310 5	0.539 7**
		G	-0.095 9	-0.512 0	-0.368 0	-0.075 1	0.701 5	0.479 2	1.000
		E	-0.154 3	-0.130 8	-0.157 5	0.043 9	0.048 0	-0.005 7	0.075 6
管胞长度	南宁	P	-0.002 9	0.079 3	0.062 3	0.169 9	0.143 7	-0.319 0	-0.183 1
		G	-0.083 4	0.202 6	0.197 1	0.431 2	0.302 5	-0.619 0	-0.312 4
		E	-0.091 6	-0.040 3	-0.075 6	-0.066 0	-0.002 4	-0.116 1	-0.083 8
	分宜	P	-0.420 3	-0.139 3	-0.319 0	-0.362 1	-0.001 8	-0.190 3	0.371 2
		G	-1.000 0	-0.159 5	-0.582 8	-0.629 9	-0.190 0	-0.476 8	1.000 1
		E	0.001 4	-0.129 9	-0.126 7	-0.199 0	0.202 9	-0.023 6	-0.019 2
	富阳	P	0.131 9	0.085 1	0.143 7	0.124 2	0.010 6	0.271 2	0.053 8
		G	0.391 8	0.284 4	0.349 4	0.258 6	0.081 2	0.881 3	0.111 7
		E	0.034 8	-0.003 2	0.070 6	0.085 0	-0.019 9	0.041 4	0.093 3
晚材率	南宁	P	-0.008 5	-0.135 7	-0.104 3	-0.108 6	0.048 9	0.042 2	-0.356 4
		G	-0.049 9	-0.458 6	-0.317 5	-0.344 3	-0.228 8	0.120 9	-0.337 6
		E	-0.010 8	-0.009 7	-0.031 4	-0.026 3	0.300 0	0.019 3	-0.068 4
	分宜	P	-0.175 0	-0.056 7	-0.120 1	-0.004 4	-0.103 5	-0.112 3	-0.060 1
		G	--	--	--	--	--	--	--
		E	0.111 8	0.153 2	0.161 0	0.340 0	-0.143 0	0.098 9	-0.023 2
	富阳	P	0.088 6	-0.327 8	-0.264 8	-0.111 7	0.477 4**	0.139 9	0.432 0
		G	-0.285 8	-0.760 1	-0.658 1	-0.374 2	0.732 4	0.214 9	0.795 8
		E	-0.023 6	-0.068 5	-0.033 5	0.042 5	0.020 8	0.109 3	0.006 5

注:富阳点为 31 个种源,南宁点 19 个种源,分宜点 20 个种源。P 为表型相关,G 为遗传相关,E 为环境相关。

表 7 显示,在种源水平上,各点木材密度与其树高、胸径、材积和树干木材干重大多存在不同程度的遗传负相关,尤其与胸径的相关较紧密。而与形质性状的相关系数则表现为由南到北逐渐增大的趋势,其中与通直度从弱的正相关变化至较强程度的正相关,与侧枝粗和分枝角从负的相关变化至较强度的正相关。造成这一现象可能有如下原因:一是与参试种源有关,南宁与分宜参试种源较少,且以东南部及东部沿海和西部墨西哥湾的种源为主,这一区域的种源受原产地的气候及地理因子影响,基本密度在群体水平上与形质性状相关较弱;二是从南亚热带到北亚热带,受引种地区气候因子影响,木材密度与形质性状均有较强的变异趋势,随着纬度增加,两者相关逐渐增大。管胞长度与生长、产量、形质的相关在各点表现不一,除与侧枝粗的遗传相关均呈较强外,其它则没有一定的变异规律。晚材率由于和基本密度相关较密切,所以,

它与其它性状的关系和基本密度的情况基本一致,但相关程度有所减弱。

材性主要性状与生长、产量、形质等方面的性状之间存在着复杂的相关关系,给综合选择既造成有利的一面,又带来不利的影响。如若侧重于木材密度的改良,将导致大多数生长、产量指标在一定程度上的降低,但会使通直度亦同时获得正向的改良。另外,由于它与有的性状关系不甚密切,具有相对独立性,这样就可以在应用指数选择方法时同时作为构建方程的因子,如密度和干材干物质重。当然,值得提出的,表7所表达的相关性只是在种源水平上所出现的一般关系,并不等于所有种源都完全遵循这种关系,特殊的异常现象有可能存在,应给予重视。

2 结 论

(1)种源间,在多数试点木材基本密度存在着显著或极显著的差异,而管胞长度和晚材率则差异不显著。在种源内个体间,3个材性性状的差异比较明显,变异系数远大于种源间的。因此,同时进行两个层次的选择,效果将更加显著。

(2)木材基本密度种源 \times 地点的互作效应不显著。绝大部分种源表现出相对稳定的状态,其中L14和L26为稳定性最突出的种源,L12、L16、L17、L18与L25为稳定性较差的种源。

(3)木材性状有着较强的地理变异趋势,表现为以经度为主、纬度为辅的双向倾群渐变模式。其中,木材密度美国西部种源要高于东部种源,北部种源要高于东南沿海。而在各试点基本密度却呈相反的趋势,从南亚热带到北亚热带是逐渐减少的。

(4)木材基本密度、管胞长度和晚材率3个材性性状与生长、产量和形质指标之间的相互关系存在着一定的复杂性。基本密度和晚材率与生长、产量性状呈负向关系,但相关程度前者大于后者;管胞长度与生长、产量性状之间缺乏一定的规律。3个材性性状与形质性状的,在方向和密切程度上表现亦不一致。因此,在作综合选择时应考虑它们之间的一般关系情况,也要注意特殊现象。

参 考 文 献

- 1 管宁,刘昭息,潘志刚.不同种源火炬松和湿地松木材基本密度与管胞长度的变异.林业科学研究,1993,6(3):235~241.
- 2 唐守正.多元统计分析方法.北京:中国林业出版社,1986.
- 3 Wells O O. Results of loblolly pine seed source study through 1968~1969. Proceedings of the 10th Southern Conference on Forest Tree Improvement. Houton, Texas June 17~19, 1969. Texas Forest Service, 117~129.
- 4 Zobel J P, van Buijtenen J P. Wood variation: its causes and control. Springer varlag, Berlin Heidelberg, 1989.
- 5 Byram T D, Lowe W J. Specific gravity variation in a loblolly pine seed source study in the western gulf region. For. Sci., 1988, 34: 789~803.
- 6 朱湘淦,王瑞玲,佟永昌,等.10个杨树杂种组合木材密度与纤维遗传变异.林业科学研究,1993,6(2):131~135.

Loblolly Pine Provenance Variation in Juvenile Wood Properties

Sun Haijing Liu Zhaoxi

Abstract The wood basic density (*BD*), fiber length (*FL*) and latewood percentage (*LP*) of loblolly pine provenances were evaluated based on four 9-year-old provenance tests in Guangxi, Guangdong, Jiangxi and Zhejiang. The result showed that the provenance difference was significant for *BD* but not notable for *FL* and *LP* in every test location. The geographical variation patterns of wood properties of provenances were mainly two-way clinal ones influenced firstly by longitude and secondly by latitude. The *BD* of the western provenances were the highest, of the northern ones the next, and of south coast ones the lowest, the *FL* of the south coast provenances were the longest and of east coast ones the shortest, inland and northern provenances had the higher *LP*. The *BD* of loblolly pine were also different between test locations, decreasing from south to north. The provenance \times test location effect for *BD* was small, most of the provenances displayed relatively higher stability. *BD* and *LP* were negatively correlated with the tree growth and yield traits, but *FL* was not correlated regularly with the tree growth traits, the three wood property traits also had complicated relationship with tree form traits.

Key words loblolly pine geographical provenance juvenile wood wood properties

Sun Haijing, Assistant Professor, Liu Zhaoxi (The Research Institute of Subtropical Forestry, CAF, Fuyang, Zhejiang 311400).

“五个相思树种纸浆材种源和家系选择研究”通过部级鉴定

“五个相思树种纸浆材种源和家系选择研究”为国家“八五”科技攻关专题“相思类树种纸浆材育种”的主要研究内容,由中国林科院热林所杨民权副研究员主持,于1996年12月6日在本所通过鉴定。该成果研究系统全面、数据翔实,与国外同类研究相比,规模大、内容丰富、成效显著。9位评委一致认为达到了国际同类研究的先进水平。主要内容有:(1)从原产地收集了马占相思(*Acacia mangium* Willd.)、大叶相思(*A. auriculiformis* A. Cunn. ex Benth.)、厚荚相思(*A. crassicarpa* A. Cunn. ex Benth.)全分布区种源113个、家系469个以及灰木相思(*A. implexa* Benth.)、银荆(*A. dealbata* Link.)主分布区种源18个,共收集保存了基因资源600件。在13个地点建立了40 hm²的试验林;选出适合纸浆材的优良种源47个,材积增益达20%以上;选出优良家系40个,材积增益达30%以上。(2)制定了相思树种纸浆材的选优标准,选出优树145株。(3)解决了相思树种无性繁殖中的截干促萌技术,优树组培微繁技术,田间移栽成活率达80%以上。(4)推广良种造林2万hm²,获得了明显的经济、社会和生态效益。

(中国林业科学研究院热林所 陈荷美)