

# 浙江省马尾松种源试验阶段报告\*

浙江省马尾松种源试验协作组

## 摘 要

本试验共收集马尾松分布区内126个种源的种子,在浙江省内五个具代表性的试验点采用统一设计营造试验林。经6年的观察和测定,取得种子、苗木和幼林期的表型资料。对获得的资料进行性状单因素方差分析,性状与纬度、经度的相关分析,主要性状与产地气象因子的通径分析。结果认为,马尾松具有纬向倾群变异模式。对8—12项性状进行主分量分析,并运用类平均法作系统聚类,综合2个试验点的聚类结果,提出马尾松种源可划分为3个带4个区。选取生长、适应等五个性状作判别因子,结合高生长稳定性分析,为省内各试验点代表的不同生态区初步评选出适生的优良种源。

**关键词** 马尾松; 种源; 聚类分析; 种源混合选择

浙江省地处亚热带中北部,南北纬度跨 $4^{\circ}08'$ ,东西经度相差 $5^{\circ}05'$ 。全省地势西南高、东北低,地貌类型多样,丘陵山地多,平原少。马尾松在浙江省除少数市、县(嘉兴、嘉善、桐乡)和沿海岛屿外均有分布。

浙江气候基本特征是冬夏季风交替显著,年平均温度适中( $15.4-18.1^{\circ}\text{C}$ ),四季分明,光照充足,热量资源较丰富(活动积温 $4500-5000^{\circ}\text{C}$ ),雨量充沛(年降水量 $1100-1900\text{mm}$ ),空气湿润,大部分地区干湿指数为 $0.50-1.00$ 。主要灾害性天气为寒潮、梅雨、干旱、冰雹及春秋季节低温。

浙江省植被、土壤类型多种多样,具有明显的亚热带特色,发育历史久远。且受人类活动影响较大。马尾松是组成浙江省森林植被的主要树种,其面积达 $131.82\text{万ha}$ ,约占全省林地面积的 $60\%$ ,蓄积量 $3355.50\text{万m}^3$ 。在我省作马尾松种源试验,对了解种源、个体的遗传变异,利用和改造现有资源,具有十分重要的意义。

## 一、材料与方 法

1. 材料来源 采用全国马尾松种源试验在13省(区)内统一采集的种子。采种林分均为当地种源,林龄 $20\text{a}$ 以上天然林或 $25\text{a}$ 以上人工林。

本文于1988年3月3日收到。

\*该项研究成果已于1986年6月由浙江省林业厅主持通过鉴定。本文执笔人有:亚林所陈建仁、荣文琛,临海地区林科所罗炳康,鄞县林科所罗经衍等同志。

2. 试验点概况 选择本省具有代表性的试验点：浙南山地(庆元)，浙中丘陵(永康)，浙西丘陵(开化、淳安)，浙中沿海丘陵(临海)，浙东北沿海丘陵(鄞县)，浙北丘陵(富阳)等六个地区七个试验点。

3. 试验设计 育苗采用随机区组设计，重复6—8次。造林采用不完全区组设计，株行距 $1.5 \times 2$  m，单行或二、三行小区，每小区株植4—10株，设置保护行。

4. 观察项目 种子品质有千粒重、发芽率、含油率；苗期有高生长节律、封顶期、高径生长、主根长、须根数、根幅、地上部分及地下部分生物量、针叶，以及同工酶、根系活力、类胡萝卜素和叶绿素含量、蒸腾强度等生理生化分析；幼林期有造林成活率、逐年高径生长、物候、高生长节律、冠幅、轮生枝、针叶、开花结实等性状。

5. 统计分析 将观察材料按年度分性状汇总，并以1981年造林材料为主，结合其它年度材料作方差分析，并求算种源各性状与主要地理、生态(气象)因子的简单、复相关系数，以了解苗期、幼林期性状的变异规律及模式。

选择具代表性的临海和永康试验点，以其生长发育、物候及适应性等8—12个性状作因子，经数据标准化后作主分量分析，以累计贡献率达85%以上的主分量计算种源间的欧氏距离，用类平均法对种源作聚类分析，结合有关专业知识，作种源区的初步划分，并在此基础上结合综合评价和高生长稳定性分析，作优良种源的初步评选。

## 二、结果与分析

### (一) 性状的地理变异及其趋势

1. 种子品质 经测定分析，种子千粒重、发芽率，种源间差异极显著，千粒重与产地纬度呈正相关，发芽率与产地纬度不相关(表1)。

表1 种子品质检验结果 (富阳, 1983年材料)

分析项目	千粒重	室内发芽率	含油率
种源数	48	55	47
变幅	9.3—14.8g	18—90%	27.88—33.25%
种源间差异显著性F值	67.227**	22790.026**	
与纬度相关r值	0.4500**	0.2015	0.595*

2. 高径生长 据多点试验结果，种源间苗期高生长和幼林期高、径生长均存在显著差异，与纬度的负相关关系极其紧密，呈现出由北向南随地理纬度的降低而增高的倾群变异型式(表2、3)。

六年生幼林高与苗期高生长相关密切，说明多数种源苗期与幼林阶段的高生长具有相对的稳定性。另据永康，临海试验点的材料分析，不同种源马尾松幼林逐年高生长秩次相关极为密切，且随着林龄的增大，相关程度更为密切。幼林逐年树高间的线性相关分析也表明同样的趋势。由此可见依据幼林阶段的性状表现进行早期选择具有一定可行性。

3. 根系生长及生物量 各种源苗木根系生长存在差异。主根长种源间差异显著，与纬

表2 幼林高生长多点分析

试验点		永 康	临 海	鄞 县	开 化	庆 元	开 化	徐 塘
统计量								
种 源 数		57	73	49	64	49	18	11
林 龄		6	6	6	6	6	7	9
种源间差异 $F$ 值		4.50**	1.69**	1.50*	19.86**	2.70**	3.58**	5.80**
变 幅 (cm)		100.5—140.9	113.4—170.2	184.8—232.0	142.3—269.0	137.7—246.1	242.7—326.9	482.3—656.8
偏系 相关 数	与 纬 度	-0.6455**	-0.4767**	-0.5507**	-0.3046**	-0.6391**	-0.7470**	-0.7329**
	与 经 度	-0.1883	-0.0329	0.2077	-0.4113**	0.1453	0.0238	-0.2134
复相关系数		-0.0183	0.1848	0.2760	-0.2195	0.2372	0.0259	0.2764
回归显著性检验 $F$ 值		21.09**	10.40**	10.17**	62.22**	20.46**	8.81**	10.52**

表3 幼林胸径生长变异分析

试验点		开化县林科所	开 化 县	徐 塘 乡
统计量				
种 源 数		64	18	11
林 龄		6	7	9
种源间差异 $F$ 值		6.40**	4.90**	4.15**
变 幅 (cm)		1.31—2.90	2.58—4.52	6.3—9.8
偏相 关	与 纬 度	-0.8348**	-0.8290**	-0.8300**
	与 经 度	-0.4022**	-0.1262	-0.1814
复相关系数		-0.2319	-0.0978	0.2066
回归显著性检验 $F$ 值		75.11**	15.54**	18.09**

度相关不紧密(永康、富阳、鄞县1980年材料)。侧根数在种源间差异不显著,与纬度相关也不紧密。试验表明苗高与主根的长度比与纬度呈紧密的负相关。

各种源苗木地上、地下部分干重差异显著,干重比与纬度的负相关关系极紧密(表4)。

4. 冠幅、分枝习性 幼林冠幅在各种源间差异显著。相关分析表明,仅开化点的幼林冠幅与纬度间有一定相关性(表5)。五年生幼林的总轮盘数、侧枝数,各种源间存在差异,并和纬度间呈显著负相关,即随着种源地理纬度的递增,幼林总盘数和总枝数相应减少。

5. 发育性状 据临海试验点1984年和1985年对幼林开花、结实等发育性状的观察分析,各种源间存在着明显的差异。相关分析表明,雌花率、总花率和结实率均与种源所处纬度呈

表4 一年生苗木生物量地理变异

试验点	纬度级	种源数	地上部分干重(g)	地下部分干重(g)	地上部分/地下部分
富 阳 (1983年)	北 带	19	12.16	2.64	4.55
	中 带	17	15.31	2.57	5.38
	南 带	6	15.35	2.70	5.70
	>31°	10	5.6	1.4	4.0
临 海 (1979年)	29—31°	4	5.5	1.3	4.0
	27—29°	4	6.3	1.5	4.2
	25—27°	5	5.7	1.2	4.8
	23—25°	3	6.3	1.2	5.3
	21—23°	1	7.5	1.0	7.6

表 5 六年生幼林冠幅变异分析

统计量		试验点		
		临 海	永 康	开 化
种 源 数		73	57	64
方差分析 $F$ 值		1.46*	2.49**	7.95**
变异幅度 (cm)		84.8—119.9	107.2—152.1	88.0—142.9
偏相关系数	与 纬 度	-0.3060*	-0.3032*	-0.4682**
	与 经 度	0.1270	-0.0589	-0.2533*
复相关系数		0.2543*	0.1131	-0.2319

紧密相关(表 6)。高纬度种源开花、结实率高于低纬度种源，但雄花率与纬度间相关不密切。

表 6 发育性状分析

统计量		性 状			
		雌 花 率	雄 花 率	总 花 率	结 实 率
变异幅度 (%)		0—75	0—42	0—83	0—29
相关系数	与 纬 度	0.9647***	-0.2499	0.9362***	0.8958***
	与当年高生长	0.2824*	0.2443*	0.2380*	0.0653

注：“结实率”为1985年材料。

开花结实的迟早，反映出不同种源群体在阶段发育上的差异。经分析，五年生幼林开花率对当年树高生长有一定影响，但六年生结实率与当年高生长相关不密切(见表 6)。

6. 物候与高生长节律 物候观察表明，马尾松种源间封顶差异显著，高纬度种源苗期封顶率较大，幼林封顶期较早(约早 1 个半月)。

马尾松不同种源年生长节律有较大差异。高纬度种源苗期的前期(6 月底前)相对生长量较大，低纬度种源则相反。幼林生长节律，南北种源差异较大，南部两广种源前期(5 月底前)相对生长量(60—65%)低，但第一次生长高峰期后即开始二次抽梢，无明显间歇期。第二次相对生长量(约为 30—35%)明显高于北带种源，抽梢次数多为 2 次，甚至达 3—4 次。北带种源第一次高生长高峰结束前相对生长量达 90% 以上，到 6 月份则完全停止，仅 8 月份后部分植株(30%)出现二次抽梢，且相对生长量甚微(<10%)。中带种源和四川种源生长节律接近北带种源，只是四川种源在 6 月份仍部分生长(图 1)。经相关分析，二次抽梢与纬度呈紧密的负相关。

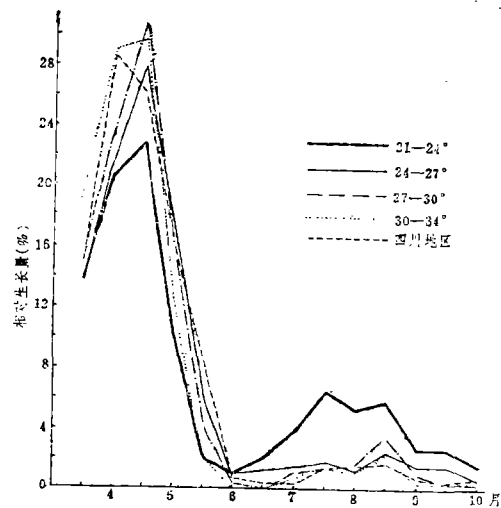


图 1 不同纬度种源四年生幼林高生长节律(临海试验点)

7. 适应性 造林成活率直接关系到试验林成败,也是反映种源适应性的重要性状指标,是种源选择中必须重视的因子之一。从我省各点1981年试验林调查资料分析,种源间造林成活率差异极显著,并与种源所在地理纬度呈正相关,即不同种源造林成活率随着种源纬度的降低而降低。据临海点多年材料分析,大致以北纬27°为界,以南的种源比以北的种源造林成活率明显偏低,两广种源更甚(表7)。这与不同纬度种源的苗期生长发育、生物量比例及早春萌动期的差异有关。

表7 不同纬度马尾松种源造林成活率(%)比较 (临海点)

年份	造林点	纬度					
		21—23°	23—25°	25—27°	27—29°	29—31°	31—33°
1979	地区林科所(试验林)	16.7	8.4	11.3	41.7	33.3	44.6
	地区林科所(观察林)	14.5	18.8	21.8	51.0	58.7	52.0
	云峰林区(种子园)	7.7	4.6	16.7	20.4	21.6	33.6
	云峰林区(种子园)	6.0	10.4	23.2	41.5	41.3	41.2
1980	地区林科所(试验林)	93.3	95.5	96.7	97.5	98.4	99.7
	云峰林区(种子园)	70.7	87.2	88.0	90.1	89.9	89.9
1981	地区林科所(试验林)	51.7	64.1	83.5	89.4	91.5	89.4
	云峰林区(种子园)	23.7	22.2	29.5	45.8	48.2	62.9
平均		35.5	38.9	45.1	59.7	60.4	64.2

## (二) 地理变异的气候生态特征

参试种源产地的温度、湿度、降水、光照等气象因子与种源生长、物候和发育等性状的相关分析表明,产地热量因子(年均温、一月均温、一月最低温、 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 年积温及无霜期)对种源的影响远较水分因子显著。如表8所示,产地温度条件越高,则子代数年内地上部分生长越好,封顶越迟,早期开花越少,造林成活率低。由此可见,温度是马尾松种源变异的首要因素,前述马尾松种源各性状纬向为主的地理变异,实质上体现了冷暖气候生态因子在长期自然选择中的效应。

表8 马尾松种源诸性状与产地气象因子相关分析

性状	气象因子									
	$X_1$ (年均温)	$X_2$ (一月均温)	$X_3$ (一月最低温)	$X_4$ (日照)	$X_5$ (年降雨量)	$X_6$ (四月份相对湿度)	$X_7$ (无霜期)	$X_8$ ( $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 天数)	$X_9$ ( $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 年积温)	
苗期	苗高	0.6963**	0.7675**	0.7042**	-0.2312	0.0478	0.0296	0.7918**	0.7942**	0.7322**
	二次生长率	0.3913**	0.4089**	0.3966**	-0.0215	0.1928	0.2018	0.3992**	0.3939**	0.3957**
	针叶长	0.3786**	0.3559**	0.2719	-0.0210	0.2249	0.0674	0.2371	0.3048*	0.3472*
	封顶率	-0.6716**	-0.6984**	-0.6630**	-0.0265	-0.2586	-0.2214	-0.7210**	-0.7189**	-0.7088**
幼林	造林成活率	-0.7160**	-0.7279**	-0.6463**	0.0287	-0.0401	-0.0059	0.7320**	-0.7605**	-0.7398**
	幼二次抽梢率	0.7330**	0.7162**	0.6188**	0.1711	0.3299*	0.2070	0.5583**	0.7323**	0.7739**
	雌花率	-0.5375**	-0.5807**	-0.6029**	0.3634**	-0.2873*	-0.2496	-0.6730**	-0.5790**	-0.5215**
	1985年全高	0.3106*	0.3072*	0.2963*	-0.0456	0.2054	0.3152*	0.3423**	0.3276*	0.3412*
1985年总轮盘数	0.3793**	0.3833**	0.3984**	-0.1442	0.0236	0.0200	0.3384**	0.4409**	0.4170**	

注: 临海点材料, 种源数55,  $|r_{r.05}| = 0.262$ ,  $|r_{0.01}| = 0.363$ 。

### (三) 种源类群划分

在前述性状与经纬度、生态气象因子相关分析的基础上，利用临海、永康点1985年底前的生长、发育、物候及适应性等共8—12项表型性状数据，对各点种源分别作主分量和聚类分析。综合聚类结果，将马尾松种源划分为四个类群，结果大致同全国协作组材料<sup>[3]</sup>。

### (四) 优良种源的初步评选

1. 评选因子及其权重的确定 综合前述分析结果，选择六年生树高、冠幅、高冠比、封顶率、雌花率和造林成活率作为初评适生种源的主要因子。其中幼林生长、发育等性状以偏低纬度种源，尤以Ⅳ类种源较优，但造林成活率和封顶率则以高纬度种源尤其第Ⅰ类较高。因此，我们选取第Ⅰ、Ⅳ两类群分别代表低、高纬度地区两种不同的表现类型，推算这六个因子对不同表现类型判别能力的( $I_R$ )大小：

$$I_R = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)^2}{\sum_{g=1}^2 \sum_{i=1}^{ng} (x_{kgi} - \bar{x}_{kg})^2 / (ng - 1)} \quad \text{其中 } R = 6, \text{ 即因子个数; } g = 2, \\ \text{即类数; } ng = 5, \text{ 即类中各因子的观测值个数。}$$

由此式计算各因子的 $I_R$ 值，依次为 $x_1 > x_6 > x_2 > x_4 > x_5 > x_3$ 。若将6个因子所提供的信息视为100%，则各个因子对判别两种不同表现类型所提供信息的大小比值约为52:32:8:3:3:2，由此推算出各因子的得分值。

2. 高生长稳定性分析 综合五个试验点共同的28个种源，以六年生幼林高为材料，分析各种源高生长稳定性，从而了解种源与试验点，即基因型与环境的相互作用大小。

稳定性分析的主要参数为环境指数( $I$ )、各种源对环境指数的回归系数( $b_i$ )，和离回归方差( $Sd_i^2$ )，计算公式分别为： $I_j = \Sigma(y_{ij}/v) - \Sigma\Sigma(y_{ij}/nv)$ ，式中 $n$ 为试验点总数， $v$ 为种源数， $\Sigma y_{ij}$ 为 $j$ 试验点的所有种源表型值总和。

$$b_i = \frac{\sum_j y_{ij} I_j}{\sum_j I_j^2}, \quad \Sigma y_{ij} I_j = XI$$

式中 $X$ 为平均数矩阵， $I$ 为环境指数向量。

$$Sd_i^2 = \sum_j S_{ij} / (n - 2) - (S_e^2 / r), \quad \Sigma S_{ij} = \sigma^2_{v_i} - b_i \sum_j y_{ij} I$$

式中 $\sigma^2_{v_i}$ 为试验点引起的地点方差， $S_e^2/r$ 为小区误差<sup>[2]</sup>。

据上式计算结果，五个试验点的环境指数( $I$ )中，鄞县、庆元、开化三点为正值(21.92、9.92和32.41)，临海、永康为负值(-50.4、-13.85)。据衡量高生长稳定性的两项参数(回归系数 $b_i$ 和离回归方差 $Sd_i^2$ )，并参考各种源“种源×地点”的方差分量占交互作用方差总量的百分率，将参试种源分为三类。第Ⅰ类为稳定型，各种源的高生长在各点表现较稳定，具有较广泛的适应范围，在其内进行优良种源的选择，能带来一定的增产效益。第Ⅱ类为不稳定、反应灵敏型，各种源在好的环境下表现较好，能充分利用和发挥其本身与环境的优势，增益较明显，故在同等的较好的环境下，选择效益超过第Ⅰ类。第Ⅲ类为不稳定、反应迟钝型，各种源在较差的环境下，能充分发掘其本身与环境的的生产潜力，但在较好的环境中生长上升幅度不如第Ⅰ、Ⅱ类大(表9)。

3. 种源的综合评价 以前述六个评选因子对各种源进行综合评分，并以所得的总分及树高均大于或等于对照的105%作为中选标准，对各试验点的全部参试种源进行初步评选。根

表9 种源高生长稳定性参数值、类别汇总

参数种源	平均高 (cm)	$b_i$	$S^2 d_i$	类别	参数种源	平均高 (cm)	$b_i$	$S^2 d_i$	类别
广东高州	205.9	1.081	132	II	浙江仙居	188.1	0.965	61.7	I
广西南明	197.7	0.915	149.6	I	永康	176.8	0.694	256.6	II
贵县	219.8	1.129	0.943	II	天台	184.3	1.212	273.5	I
博罗	182.0	1.119	0.623	II	开化	175.1	0.941	203	I
平南	205.2	1.591	40.12	II	嵊县	172.5	0.749	173.5	III
忻城	203.3	1.324	6.10	II	四川涪陵	174.3	1.256	101.8	II
江西安远	188.9	1.014	53.3	I	安徽屯溪	171.6	0.951	58.3	III
崇义	199.4	1.044	262.9	I	浙江镇海	179.0	0.829	266.6	III
贵州黎平	187.5	1.065	143.1	I	四川蒲江	185.0	1.075	38.9	II
江西石城	192.9	1.006	236.5	I	安徽太平	171.2	0.693	120.1	III
湖南常宁	197.2	0.784	188.1	III	霍山	161.0	0.697	112.1	III
江西安远	193.7	0.956	265.5	I	四川南江	176.2	1.025	247.3	I
浙江庆元	194.1	1.003	223.3	I	陕西南郑	157.7	0.817	4.1	III
湖南安化	193.0	0.960	49.8	I	城固	166.9	0.962	257.2	I

据初评结果，结合高生长稳定性分析类群划分结果，并考虑不同试验点的具体情况作综合评价，最后评出不同生态区域内具有较大增益的优良适生种源(见表10)。由表10可见，各试验

表10 综合评价结果

种源	所属类别及性状						各点评选结果						
	种源区类别	适应性类别	相对高 (%)	相对冠幅 (%)	高冠比	1984年雌花率 (%)	封顶率 (%)	造林成活率 (%)	庆元	鄞县	临海	开化	永康
广西贵县	VI	II	128	97	1.53	0	59	61.1	✓	✓	✓		
恭城	VI	II	113	98	1.34	8.3	84	54.2				✓	
龙胜	II	II	105	94	1.30	9.1	100	68.1	✓	✓			✓
广东英德	IV	II	110	94	1.37	8.3	25.6	72.2				✓	
乳源	IV	II	105	99	1.23	0	26.1	61.3	✓				✓
福建漳平	IV	II	116	98	1.37	9.1	100	84.7			✓		
湖南江永	II	II	106	77	1.34	8.3	93	51.4				✓	
常宁	III	III	123	106	1.35	0	100	81.9	✓		✓		✓
贵州黎平	II	I	105	87	1.26	8.3	94	91.7			✓		
黄平	II	I	112	107	1.22	8.3	99	93.1	✓				✓
松桃	II	I	108	91	1.39	8.3	95	94.4			✓		
江西安远	IV	I	107	124	1.00	0	87.5	95		✓		✓	
崇义	IV	I	110	101	1.27	0	86.1	65			✓	✓	
石城	III	I	108	92	1.38	0	77.8	92		✓		✓	
资溪	III	I	113	91	1.45	8.3	83.3	86			✓	✓	
德兴	III	I	111	100	1.29	16.7	90.3	97			✓	✓	
浙江庆元	III	I	106	85	1.31	0	77.8	93	✓				✓
仙居	III	I	105	87	1.40	8.3	95.8	96	✓				✓
永康	III	III	105	87	1.40	16.7	94.4	91		✓			
安徽泾县	I	III	105	89	1.35	33.3	97.2	100		✓			
湖北通山	I	III	108	89	1.42	25.0	88.9	100			✓		
安远	I		109	102	1.25	36.4	81.9	100			✓		

点对种源的选择具有相当大的差异，而广西贵县、龙胜，湖南常宁，浙江庆元、仙居等种源表现出较广泛的适应性，同时体现出马尾松南种北调的趋势。

#### (四) 种子调拨初步意见

依据以上分析结果，并考虑各地营林生产的特点，提出各试验点所代表生态区域内种子调拨的初步意见：

浙南山地以庆元为代表，宜采用庆元本地、仙居，湖南常宁，广西龙胜，贵州黄平等种源。

浙中低丘红壤区以永康为代表，宜采用广西柳州、岑溪、恭城、宁明，浙江庆元，江西吉安、清江、崇义等种源。

浙西低山丘陵区以开化为代表，宜采用湖南常宁，贵州黄平、松桃，广西贵县，福建漳平，江西德兴、清江、崇义、资溪和湖北远安、通山等种源。

浙中沿海丘陵区，以临海为代表，宜采用安徽泾县，江西万载、安远、石城，广西贵县，福建漳平，江西德兴、清江、崇义、资溪和湖北远安、通山等种源。

浙东北沿海丘陵区，以鄞县为代表，宜采用安徽泾县，江西万载、安远、石城，广西贵县、龙胜和浙江永康等种源。

江西种源在浙江各试验点表现普遍较好，应予以足够重视及进一步研究。浙江庆元种源表现较稳定，仙居、永康两种源尚可，天台种源在鄞县、庆元点初评得分值均可中选，相对高亦达103%与104%，这四个种源在浙江本地种源中应予优先考虑。

### 三、结语和建议

(一) 苗期和幼林期试验结果表明，马尾松地理种源间遗传变异极其丰富，且多与产地纬度呈一定的线性相关。其变异趋势，低纬度种源一般地上部分生长量大，幼苗主根较短，年抽梢可达2—3次，冠幅较宽，轮盘和轮生枝较多，始花较晚，封顶较迟，从造林成活率看适应性相对较差。马尾松种源的纬向倾群变异模式，体现南北气候生态条件的渐变，尤以产地温度为影响马尾松种源变异的首要因素。深入了解和利用这一遗传变异规律，是提高马尾松选择遗传效益的主要内容和基础。

(二) 据马尾松各种源的生长、生物量组成、针叶形态、分枝习性、物候、开花结实、生长节律及适应性的差异，运用多元统计分析技术，参照分布区气候、土壤和植被的差异等特点，将马尾松分布区的种源初步划分为四个类群，分别代表北亚热带，中亚热带西、东部及南亚热带地区，这与多数现有分析结论是一致的。但需进一步考虑海拔高度局部地形引起的变化，并对类群作进一步划分。

(三) 在分析马尾松种源地理变异趋势及种源类群划分的基础上，选取高、冠生长，干形，物候，发育及适应性等六个性状作判别因子，结合高生长稳定性分析，在各试验点所代表的不同生态区域内初步评出适生的优良种源。广西贵县、龙胜，湖南常宁，浙江庆元、仙居等种源表现出较广泛的适应性，而江西种源在我省普遍表现较好，均应予以足够重视，并在今后的优良种源评选中作深入比较和研究，以求取得更可靠的评选结果，早日在生产中推广。

(四) 建议在我省庆元、仙居、永康、天台等地迅速选择优良林分改造为母树林，尽快



建立起全省马尾松采种基地,以满足目前生产用种的需要,打破见树就采、见种就用的盲目混乱局面。同时进一步开展各优良种源区内的单株选择及优良无性系的收集工作,尽快建立起我省马尾松良种繁育及生产基地,为推动我省林业生产,繁荣我省经济发挥更大的作用。

### 参 考 文 献

- [1] 林业部, 1977—1981, 全国森林资源统计。  
[2] 兰巨生, 1982, 作物遗传参数统计法, 河北出版社。  
[3] 全国马尾松种源试验协作组, 1987, 马尾松种源变异及种源区划分的研究, 亚热带林业科技, 15(2):81—89。

## STAGE REPORT ON PROVENANCE TESTS OF MASSON PINE IN ZHEJIANG PROVINCE

Zhejiang Province Co-operation Group of Provenance Tests of Masson Pine

### Abstract

In this test the seeds from 126 provenances were collected throughout masson pine's distribution area and planted in the province's five sites with an uniform design. The phenotype data in seed, seedling and young tree stages were recorded through observations and measurements for a period of six years, and then five physiological characters and peroxidase isozyme of seedling were analysed. Three analyses of the data obtained were made, i.e. the univariate variance analysis of characters, correlation analysis of characters with latitude and longitude, and path analysis of main traits with meteorological elements in the place from where the seeds were collected. The results suggest that masson pine populations show characteristics of latitude-oriented variant model. After analysing and synthesizing of the data of eight to twelve characters from two sites by means of principal component analysis (PCA) and systematic mean cluster analysis, it is concluded that the provenances of masson pine could be divided into three zones and four districts. By using five traits including growths and adaptabilities as distinction factors and analysing stabilities of seed sources in high growth, some suitable provenances were chosen for different ecological regions represented by the five plantations.

**Key words:** masson pine, provenance, cluster analysis, provenance comprehensive selection