

# 乐东拟单性木兰地理种源变异与选择研究

刘 军<sup>1</sup>, 姜景民<sup>1</sup>, 刘昭息<sup>1</sup>, 栾启福<sup>1</sup>, 孙洪刚<sup>1</sup>, 邵文豪<sup>1</sup>, 张建忠<sup>2</sup>

(1. 中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400; 2. 浙江省杭州市余杭区长乐林场, 浙江 杭州 311123)

**摘要:**对乐东拟单性木兰 14 个种源种子、苗期以及幼林期生长性状进行了调查分析。结果表明:种子千粒质量、苗高、地径、叶长和叶宽等 5 个性状在种源间差异极显著;造林保存率种源间差异显著,来自北部的种源,如浙江龙泉种源保存率较高,而来自南部的海南尖峰岭种源保存率较低;幼林期 4 年生树高、5 年生树高和胸径、6 年生树高和胸径等 5 个主要生长性状种源间差异均达到极显著水平,其生长性状广义遗传力为 0.855~0.930,说明乐东拟单性木兰幼林期主要生长性状的表型差异主要受遗传因素的控制;乐东拟单性木兰苗高和地径与纬度负相关,表明随种源纬度的升高,乐东拟单性木兰种源苗期生长有减小趋势;乐东拟单性木兰幼林期树高和胸径与经度正相关,与纬度极显著正相关。根据乐东拟单性木兰种源幼林期试验结果,选择出浙江龙泉、福建顺昌和湖南新宁 3 个优良种源。通过聚类分析,把乐东拟单性木兰种源初步划分为 3 个区:西部种源区、东部种源区和南部种源区。

**关键词:**乐东拟单性木兰;种源;变异;选择

中图分类号:S722.3

文献标识码:A

## Research on Geological Provenances Variation and Selection of *Parakmeria latungensis*

LIU Jun<sup>1</sup>, JIANG Jing-min<sup>1</sup>, LIU Zhao-xi<sup>1</sup>, LUAN Qi-fu<sup>1</sup>, SUN Hong-gang<sup>1</sup>, SHAO Wen-hao<sup>1</sup>, ZHANG Jian-zhong<sup>2</sup>

(1. Research Institute of Subtropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Fuyang 311400, Zhejiang, China;

2. Changle Forest Experimental Station of Yuhang District of Hangzhou City, Hangzhou 311123, Zhejiang, China)

**Abstract:** The growth traits of seed, seedling and young forest of 14 provenances of *Parakmeria latungensis* were investigated and analyzed. The results showed that the differences in seed weight, seedling height, basal diameter, leaf length and leaf width among provenances were extremely significant, and significant difference in afforestation preservation rate was also found among provenances. The provenances with higher preservation rate were from the northern source, such as Longquan provenance from Zhejiang Province. But provenances from the southern source such as Jianfengling provenance from Hainan Province showed the lower preservation rate. The differences in main growth traits were significant among provenances for young forests, such as 4-year-old tree height, five-year-old tree height and diameter at breast height, 6-year-old tree height and diameter at breast height. The broad heritability of these five traits was between 0.855 and 0.930, which indicated that phenotypic differences of the main growth traits were controlled mainly by genetic factors. Tree height and diameter at breast height were negatively correlated with the latitude, indicating that the decreasing trend of tree growth with increasing latitude of provenances. Tree height and diameter at breast height of young forest were positive related to the longitude, and positively related to the latitude. According to the trial results of the young provenance forest, three superior provenances, Longquan in Zhejiang Province, Shunchang in Fujian Province and Xinning in Hunan Province, were selected. The provenance source region of *Parakmeria latungensis* was divided into three subregions: the western source subregion, the eastern

收稿日期:2012-05-10

基金项目:浙江省林木种苗与花卉产业技术创新战略联盟项目“珍贵树种绿化观赏型新品种选育与推广应用”

作者简介:刘 军(1977—),男,山东泰安人,助理研究员,博士,主要从事亚热带珍贵阔叶树种遗传改良研究。

source subregion and the southern source subregion.

**Key words:** *Parakmeria latungensis*; provenance variation; provenance selection

乐东拟单性木兰 (*Parakmeria latungensis* (Chun et C. Tsoong) Law), 别名乐东木兰等, 为木兰科 (Magnoliaceae) 拟单性木兰属 (*Parakmeria* Hu et Cheng) 常绿乔木, 是我国特有种。乐东拟单性木兰主要分布在浙江、福建、广西、江西等 8 个省区, 但天然林内的个体数量较少, 由于人为破坏严重, 种质资源数量日益减少, 已列为国家三级保护树种<sup>[1-2]</sup>, 同时被列入世界木兰科红色名录<sup>[3-4]</sup>。其树形美观, 叶革质, 狭椭圆形, 叶面暗绿色, 叶背淡绿色, 嫩叶鲜红, 花大而芳香, 是优良的绿化观赏树种<sup>[5]</sup>; 树干高大、笔直, 材质优良, 纹理细密, 是优良的用材树种, 具有广阔的应用前景<sup>[6-7]</sup>。

因乐东拟单性木兰具有较高的材用和观赏价值, 中国林科院亚热带林业研究所从 20 世纪 80 年代就开始了乐东拟单性木兰的研究, 对其自然分布和立地条件进行实地调查, 掌握了该树种的生物学特性和栽培技术, 为发展该树种提供了基础材料<sup>[8]</sup>。目前, 国内研究机构相继开展了资源分布和保护<sup>[4]</sup>、苗木培育<sup>[9-12]</sup>、组织培养<sup>[6]</sup>、引种<sup>[8,13]</sup> 以及生理生态、造林适应性<sup>[14-15]</sup> 等方面的研究, 对乐东拟单性木兰推广发展起到重要作用。

林木种内地理种源变异是普遍存在的现象, 林木种子及其子代表型性状的变异是对不同环境的一种适应。乐东拟单性木兰在我国分布广泛, 分布区内不同的气候及土壤条件, 形成了不同的遗传类型。目前, 国内虽对乐东拟单性木兰的研究已有了一定基础, 但关于乐东拟单性木兰的地理种源变异研究还未见报道。本文通过对乐东拟单性木兰天然分布区内 14 个种源种子、苗期和幼林期生长性状地理种源变异规律进行研究, 揭示乐东拟单性木兰的子代表型和生长性状变异规律, 并进行优良种源选择和种源区划, 旨在对该树种引种和遗传改良提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料与试验设计

2003 年 8 月底至 9 月中旬采集了浙江、安徽、广西、海南、湖南、江西、福建 7 个省区 14 个乐东拟单性木兰种源(表 1)的种子。采种林分要求当地起源的天然纯林和天然混交林, 无病虫害, 结实较多。选择 15 株以上的优良母树采种, 母树间距 50 m 以上。每株母树采集种子 1.0 ~ 2.0 kg, 等量混合处理后

作为该种源的种子。

表 1 乐东拟单性木兰 14 个种源的地理位置和生态因子

种源	种源编号	经度 (E) / (°)	纬度 (N) / (°)	海拔 /m	年平均降水量 /mm	年平均气温 /°C	无霜期 /d
贵州榕江	1	108.50	25.94	760	1 200	18.36	310
贵州从江	2	108.90	25.76	620	1 214	18.4	320
海南尖峰岭	3	108.50	18.46	850	1 900	25.0	345
福建顺昌	4	117.80	26.80	480	1 770	17.7	286
贵州黎平	5	109.14	26.24	710	1 322	15.6	318
浙江庆元	6	119.05	27.62	720	1 689	17.6	245
福建将乐	7	117.45	26.73	490	1 697	18.7	298
湖南桑植	8	110.20	29.60	450	1 400	16.0	270
浙江龙泉	9	119.13	28.08	260	1 664	17.6	262
江西龙南	10	113.90	24.60	620	2 155	18.9	286
广西融水	11	109.24	25.07	980	1 870	15.0	300
湖南新宁	12	110.84	26.44	530	1 326	17.0	291
海南乐东	13	109.17	18.73	820	1 600	24.0	360
福建明溪	14	117.18	26.36	510	1 800	18.0	261

育苗点设在浙江富阳市中国林科院亚热带林业研究所育苗基地, 地理位置 119°52'19" E, 30°19'22" N, 年平均气温 16.27 °C, 平均相对湿度 68%, 年平均降水量 1 452.5 mm, 年平均日照 1 899.9 h, 年蒸发量 1 235.3 mm, 年均无霜期 248 d, 常年主导风向为东南风。气候温和, 日照充足, 四季分明, 雨水充沛, 无冻害等灾害性气候, 属亚热带季风性气候。2004 年 2 月份将各种源种子播于细砂床上, 覆以 0.5 cm 厚的细砂, 搭塑料棚, 保温保湿, 也可防鼠害。深沟高床, 床面高出步道 20 cm, 床宽 1.2 m, 步道宽 30 cm。精耕细作, 做到床面平整, 土壤细碎。结合整地施复合肥。4 月中下旬小苗出土, 分批移植于室外苗床上, 行距 25 ~ 30 cm, 株距 20 cm。采用随机区组设计, 每个种源移植 10 行, 重复 4 次。为防止苗期干旱, 及时搭荫棚防旱。苗期除草、施肥、灌溉及病虫害防治等按常规管理。

2005 年春季在杭州市余杭区长乐林场进行造林。造林苗为 1 年生乐东拟单性木兰实生苗, 株行距 2.0 m × 2.0 m。试验为随机区组设计, 10 株双行小区, 5 次重复。

### 1.2 试验调查与统计分析

每个种源随机取 100 粒种子称其质量, 重复 4 次, 取其平均值, 求种源种子千粒质量 (QLZ)。2004

年12月等苗木停止生长后,对14个种源进行调查,每个种源随机调查30株,量测其苗高(MG)、地径(DJ)、叶长(YC)和叶宽(YK)。2007—2009年12月连续3a对试验林进行调查,调查内容包括树高(SG)、胸径(XJ)和造林保存率(BCL),4SG、5SG和6SG分别代表4~6年生树高,5XJ和6XJ分别代表5~6年生胸径。统计分析以小区平均数为单位,按常规统计方法进行,广义遗传力 $h^2 = 1 - 1/F$ ( $F$ 为方差),采用Excel 2007和DPS11.5软件在计算机上进行计算。

## 2 结果与分析

### 2.1 乐东拟单性木兰种子和苗期性状地理种源变异

对乐东拟单性木兰14个种源的种子千粒质量

(QLZ)、苗高(MG)、地径(DJ)、叶长(YC)、叶宽(YK)5个性状进行了统计分析(表2、3)。结果表明:乐东拟单性木兰种子性状千粒质量在地理种源间差异极显著,湖南桑植种源种子千粒质量最大,为164.88g,是江西龙南种源种子千粒质量的1.97倍,后者种子千粒质量仅为83.75g。乐东拟单性木兰种源苗期试验表明:苗期主要性状苗高、地径、叶长和叶宽等性状在种源间差异极显著。乐东拟单性木兰苗期生长缓慢,1年生苗高和地径平均值分别为20.89cm和0.51cm,贵州黎平种源苗期生长最快,1年生苗高达到27.55cm,福建明溪种源苗期生长最慢(MG=14.9cm)。乐东拟单性木兰苗高和地径广义遗传力分别为0.881和0.837。苗期叶片性状叶长和叶宽平均值为9.78cm和3.71cm,叶片形状为倒卵状椭圆形。

表2 乐东拟单性木兰14个种源主要性状的方差分析

性状	变异来源	均方	F值	性状	变异来源	均方	F值
QLZ	区组	0.214	0.017	4SG	区组	1325.4786	4.221**
	种源	3023.5971	243.86**		种源	2781.2835	8.857**
	误差	12.3989			误差	314.017	
MG	区组	36.8616	0.812	5SG	区组	2721.7357	7.329**
	种源	73.1093	8.411**		种源	5338.2725	14.374**
	误差	8.6921			误差	371.3742	
DJ	区组	0.0051	2.314	5XJ	区组	0.5334	8.58**
	种源	0.0136	6.148**		种源	0.7805	12.555**
	误差	0.0022			误差	0.0622	
YC	区组	0.5978	0.936	6SG	区组	4019.7714	5.255**
	种源	4.1308	6.466**		种源	6997.9132	9.148**
	误差	0.6388			误差	764.9791	
YK	区组	0.2566	2.514	6XJ	区组	0.8938	5.837**
	种源	0.4688	4.593**		种源	1.0595	6.920**
	误差	0.1021			误差	0.1531	
BCL	区组	143.2143	1.796				
	种源	1676.7308	21.024**				
	误差	79.7527					

表3 乐东拟单性木兰种源主要性状平均值、最大值、最小值和广义遗传力

性状	平均值	最大值	最小值	广义遗传力
QLZ/g	111.77	164.88	83.75	0.996
MG/cm	20.89	27.55	14.90	0.881
DJ/cm	0.51	0.59	0.42	0.837
YC/cm	9.78	11.72	8.50	0.845
YK/cm	3.71	4.44	3.34	0.782
BCL/cm	81.50	95.00	36.00	0.952
4SG/cm	200.21	233.75	158.25	0.887
5SG/cm	301.17	343.80	240.20	0.930
5XJ/cm	2.35	2.93	1.73	0.920
6SG/cm	379.96	424.00	315.80	0.891
6XJ/cm	3.50	4.19	2.92	0.855

### 2.2 乐东拟单性木兰幼林期主要性状地理种源变异

从乐东拟单性木兰种源造林保存率(*BCL*)数值上看,乐东拟单性木兰裸根苗造林成活率相对较高,14个种源造林保存率平均值为81.50%(表3)。种源间造林保存率差异极显著,以浙江龙泉种源造林保存率最高( $BCL = 95.00\%$ ),海南尖峰岭种源保存率最低( $BCL = 36.00\%$ )。乐东拟单性木兰幼林期4年生树高、5年生树高和胸径、6年生树高和胸径5个主要生长性状种源间差异均极显著(表2),5个生长性状分别为158.25~233.75、240.20~343.80、1.73~2.93、315.80~424.00、2.92~4.19 cm(表3),优劣种源间分别相差1.48、1.43、1.69、1.35倍和1.43倍。5个生长性状广义遗传力为0.855~0.930,说明乐东拟单性木兰幼林期主要生长性状的表型差异主要受遗传因素的控制,这为乐东拟单性木兰用材和速生绿化观赏等培育目标的优良种源选择提供了较大的潜力。从表2还可以看出:乐东拟

单性木兰幼林期主要生长性状在区组间差异极显著,说明不同立地对乐东拟单性木兰幼林期影响较大。

### 2.3 乐东拟单性木兰种源主要性状与生态因子的相关关系

树木生长的快慢除同某树种的遗传特性有关外,不同的树种还有其自身的地理种源变异规律<sup>[16-18]</sup>。乐东拟单性木兰种源主要性状与生态因子相关分析结果(表4)表明:乐东拟单性木兰种源种子千粒质量(*QLZ*)、苗高(*MG*)、地径(*DJ*)和叶长(*YC*)与经度极显著负相关,说明随着种源经度的变小,种子千粒质量、苗高、地径和叶长有增加的趋势。乐东拟单性木兰苗高和地径与纬度负相关,表明随着种源纬度的升高,乐东拟单性木兰种源苗期生长有减小趋势。也就是说,来自西南部种源的苗期生长量要高于东北部种源。年降水量与种子千粒质量和地径显著负相关。

表4 乐东拟单性木兰种源主要性状与生态因子的相关系数

变量	<i>QLZ</i>	<i>MG</i>	<i>DJ</i>	<i>YC</i>	<i>YK</i>	<i>BCL</i>	<i>4SG</i>	<i>5SG</i>	<i>5XJ</i>	<i>6SG</i>	<i>6XJ</i>
经度(E)	-0.696**	-0.869**	-0.869**	-0.859**	-0.481	0.467	0.564*	0.429	0.301	0.431	0.349
纬度(N)	0.215	-0.100	-0.047	-0.579*	-0.159	0.820**	0.906**	0.760**	0.642**	0.738**	0.647**
海拔	0.202	0.493	0.387	0.608**	0.258	-0.572*	-0.614*	-0.568*	-0.667**	-0.568*	-0.663**
年降水量	-0.650*	-0.491	-0.654*	-0.345	-0.417	-0.163	-0.071	-0.192	-0.249	-0.187	-0.162
年平均气温	-0.329	-0.220	-0.159	0.375	0.050	-0.696**	-0.785**	-0.701**	-0.552*	-0.710**	-0.546*
无霜期	0.173	0.462	0.418	0.745	0.357	-0.681**	-0.811**	-0.602*	-0.448	-0.566*	-0.488

注: \* 和 \*\* 表示显著性概率分别为0.05和0.01。

从乐东拟单性木兰幼林期造林保存率(*BCL*)来看,造林保存率与纬度极显著正相关,而与海拔、年平均气温和无霜期显著负相关。说明来自南部的种源比较适应高海拔、高年平均气温和长无霜期的生境条件,引种北移导致其造林成活率较低。从乐东拟单性木兰幼林期生长性状与生态因子相关分析可以得出,树高和胸径与经度正相关,与纬度极显著正相关,与海拔、年平均气温等显著负相关,说明分布区西南部种源幼林期生长表现较差,东北部种源更能适应造林点立地和气候条件,生长较为迅速。

### 2.4 乐东拟单性木兰优良种源选择及种源区划分

根据乐东拟单性木兰种源幼林期试验结果,以树高和胸径平均值为选择对象,采用独立选择法选择出浙江龙泉、福建顺昌和湖南新宁3个幼林期生长表现优良的种源,其树高和胸径的平均值分别为417.3 cm和4.05 cm,分别大于试验平均值10.8%和15.4%。根据种子、苗期和幼林期生长性状,对

乐东拟单性木兰14个种源进行了聚类分析,结果见图1。乐东拟单性木兰种源区初步划分为3个区,一类为西部种源区,包括湖南桑植、湖南新宁、贵州黎平、贵州从江和广西融水;二类为东部种源区,包括浙江龙泉、浙江庆元、福建顺昌、福建将乐、福建明溪和江西龙南;三类为南部种源区,包括贵州榕江、海南乐东和海南尖峰岭。

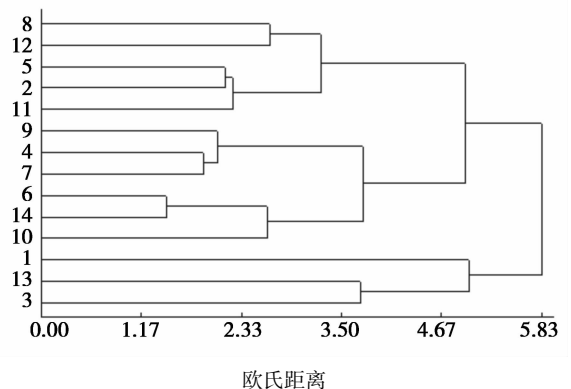


图1 乐东拟单性木兰种源性状聚类

### 3 结论与讨论

乐东拟单性木兰作为优良的绿化观赏和用材树种,地理分布范围广,适应热带和亚热带不同的气候条件<sup>[8]</sup>,种内遗传变异丰富,遗传改良潜力大。本文对7个省区14个产地的种源试验表明,乐东拟单性木兰种子、苗期和幼林期性状存在着极显著的种源差异。苗期种源试验表明,乐东拟单性木兰苗高和地径与纬度负相关,与经度极显著负相关,来自南部的乐东拟单性木兰种源苗高和地径生长量较大,这与分布范围大致相同的木荷(*Schima superba* Gardn. et Champ.)<sup>[16]</sup>和南酸枣(*Choerospondias axillaris* Burt. et Hill)<sup>[19]</sup>等研究结果相似;但乐东拟单性木兰种源幼林期生长性状与苗期相反,树高和胸径与经度正相关,与纬度极显著正相关,来自东北部的乐东拟单性木兰树高和胸径速生性较好。苗期和幼林期生长差异较大这主要与乐东拟单性木兰苗期性状还不稳定有关。乐东拟单性木兰幼林期研究结果与枫香(*Liquidambar formosana* Hance)<sup>[17]</sup>和南酸枣<sup>[20]</sup>研究结果不同,可能是由于乐东拟单性木兰南部种源区与造林地点气候条件差异较大,南部种源幼林期容易发生冻害,影响了其正常生长。海南尖峰岭和海南乐东2个种源造林保存率分别为36.00%和45.00%,充分说明南部种源抗寒性较差,冻害导致其大部分死亡。

以乐东拟单性木兰树高和胸径为选择对象,选择出浙江龙泉、湖南新宁和福建顺昌3个幼林期生长表现优良的种源,其树高和胸径的平均值分别大于试验平均值10.8%和15.4%。根据种子、苗期和幼林期生长性状,将乐东拟单性木兰种源区初步划分为3个区,各种源区大部分种源与种源区划的地理区域相一致,东部种源区种源幼林期生长最快,耐寒性最好;西部种源区种源幼林期生长较快,耐寒性较好;南部种源区种源幼林期生长和耐寒性最差,表明对乐东拟单性木兰的种源区划具有一定的科学性和可靠性,对乐东拟单性木兰引种具有初步的指导意义。从乐东拟单性木兰幼林期生长情况看,东部种源区种源在浙江北部生长表现良好,适宜在浙江

适生区域引种推广。

### 参考文献:

- [1] 傅立国. 中国植物红皮书——稀有濒危植物: 第1册[M]. 北京: 科学出版社, 1992: 446-447
- [2] 汪松, 解焱. 中国物种红色名录: 第1卷[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004: 28
- [3] Cicuzza D, Newton A, Oldfield S. The red list of Magnoliaceae [M]. Cambridge, UK: The Lavenham Press, 2007: 31
- [4] 陈红锋, 张荣京, 周劲松, 等. 濒危植物乐东拟单性木兰的分布现状与保护策略[J]. 植物科学学报, 2011, 29(4): 452-458
- [5] 林书荣. 乐东拟单性木兰全光扦插试验[J]. 防护林科技, 2007, 81(6): 37-39
- [6] 苏梦云, 姜景民. 乐东拟单性木兰茎段愈伤组织诱导与褐变控制的研究[J]. 林业科学研究, 2004, 17(6): 757-762
- [7] 福建省科学技术委员会福建植物志编写组. 福建植物志: 第二卷[M]. 福州: 福建科学技术出版社, 1985: 68-69
- [8] 叶桂艳. 乐东拟单性木兰的自然分布与引种栽培[J]. 林业科学研究, 1991, 4(2): 217-221
- [9] 张惠良, 史红霞, 张往祥. 乐东拟单性木兰苗木生长特性和育苗技术[J]. 浙江林业科技, 2003, 23(6): 44-46
- [10] 汪厚喜. 乐东拟单性木兰播种育苗技术初探[J]. 安徽林业科技, 2004(3): 14-15
- [11] 唐永强, 吴家胜, 童永明. 乐东拟单性木兰育苗技术[J]. 江苏林业科技, 2003, 30(1): 37-38
- [12] 何贵平, 黄海泳, 骆文坚, 等. 刨润楠、花梨木、乐东拟单性木兰嫩枝扦插繁殖试验[J]. 浙江林业科技, 2004, 24(3): 30-32
- [13] 朱志国, 王炜郎, 钮为民, 等. 乐东拟单性木兰引种栽培初探[J]. 浙江林业科技, 2005, 25(5): 29-31
- [14] 岑百花, 李远发, 刘卫伟, 等. 盐胁迫对乐东拟单性木兰幼苗生长和生理特性的影响[J]. 广西农业科学, 2009, 40(5): 486-489
- [15] 魏秀金. 乐东拟单性木兰引种造林适应性效果分析[J]. 武夷科学, 2008, 24(12): 107-109
- [16] 曾志光, 肖发明, 包国华, 等. 木荷地理种源苗期性状遗传变异研究[J]. 林业科学研究, 2005, 18(1): 27-30
- [17] 何贵平, 陈益泰, 唐雪元, 等. 枫香地理种源幼林生长性状变异研究[J]. 江西农业大学学报, 2005, 27(4): 585-589
- [18] 李纪元, 饶龙兵, 王惠雄, 等. 枫杨种源苗期生长及生物量地理变异研究[J]. 林业科学研究, 2001, 14(1): 60-66
- [19] 何贵平, 陈益泰, 孙银祥, 等. 南酸枣地理种源苗期性状变异研究[J]. 林业科学研究, 2003, 16(2): 177-182
- [20] 何贵平, 陈益泰, 余元华, 等. 南酸枣地理种源幼林生长性状变异研究[J]. 林业科学研究, 2007, 20(1): 40-44