

海南岛东部地区桉树树种/种源试验*

梁坤南 周文龙 仲崇禄 杨曾奖

摘要 在海南岛东部进行的桉树11个树种79个种源试验,5年的结果表明,不同树种种源间生长差异极显著,来自印度尼西亚 Mt. mandiri 的尾叶桉12895种源是所有参试树种/种源中表现最好的,树高、胸径和每公顷材积分别为13.82 m、12.54 cm 和128.34 m³。同一树种种源间生长差异也极显著,最佳种源的每公顷材积与最差种源相比,尾叶桉为8.46:1,细叶桉 5.86:1,赤桉5.32:1 和巨桉 3.04:1。细叶桉、赤桉和巨桉种源树高、胸径和材积生长与原产地纬度显著负相关,尾叶桉种源与原产地海拔高极显著负相关。本文提出了适合海南岛东部地区生长的树种和种源。

关键词 桉树引种、树种/种源、海南岛

桉树(*Eucalyptus*)是我国华南地区的主要造林树种之一。绝大多数的种和亚种原产澳大利亚和其近邻岛屿,仅少数几个树种分布于澳大利亚北面的巴布亚新几内亚和印度尼西亚群岛东部的一些岛上^[1]。桉树引种到中国已有百年历史,而引种到海南岛也有70多年历史,现已成为海南岛人工造林的第一大树种,其人工林面积是全岛人工林总面积的50%。引种的桉树品种主要是窿缘桉,占97%,其品种单一;窿缘桉产量低,年均材积生长量仅为7.65 m³/hm²;且抗风性差,尤其在海南岛东部地区,每次10~12级以上台风,窿缘桉风倒、风折达16.2%^[2,3]。为此,在海南岛东部选择速生、高产且较抗风的桉树品种尤为重要。本试验目的是通过对从澳大利亚和印度尼西亚等地引进的11个树种79个种源进行树种/种源试验,为海南岛东部地区选出适合的树种和种源。

1 试验地概况

试验地位于海南岛东部的琼海县国营上涌林场,19°14'N,110°28'E,海拔15 m。试验地属热带海洋性季风气候,年均降雨量2182 mm,年平均气温24℃,年蒸发量1828 mm,年平均相对湿度86%。台风频繁,年平均有4.3次台风影响琼海,其中在琼海登陆的台风平均达0.3次,占年平均在海南登陆的台风次数的16%。试验地土壤属于浅海沉积发育的粗砾质黄色砖红壤,表层土壤腐殖质含量为0.8%~1.5%。含N量在0.05%以下。土体中石砾含量高,在85~120 cm的土层中,>3 mm的石砾占61.9%,胶结成极为坚硬的石盘层^[4]。

林地前作为低产的窿缘桉残林,林木稀疏,产量低,10年生蓄积量仅为79.35 m³/hm²。

2 试验材料和方法

参试树种11个,共79个种源,其中巨桉15个种源、赤桉14个种源、柳桉13个种源、细叶桉15个种源、尾叶桉7个种源、柠檬桉6个种源。除作为对照的广州柠檬桉和当地窿缘桉外,

1992-08-04 收稿。

梁坤南助理研究员,周文龙、仲崇禄、杨曾奖(中国林业科学研究院热带林业研究所 广州 510520)。

* 本研究是中国林业科学研究院和澳大利亚国际农业研究中心(ACIAR)资助“澳大利亚阔叶树种引种与栽培试验”内容之一。本所廖宝文同志参加了部分工作。试验得到海南省琼海县上涌林场的大力支持,在此一并致谢。

其余树种和种源均由澳大利亚联邦科学与工业研究组织森林和林产品研究所(DFFP, CSIRO)种子中心提供。参试树种/种源原产地概况详见表1。

表1 参试树种/种源原产地概况

种批号	树种	原产地	纬度 (° ')S	经度 (° ')E	海拔 (m)	
14860	巨桉	EMBRAPA		BRAZIL	100 00	
14849	巨桉	NE ATHERTON	QLD	17 06	145 36	1 050
14838	巨桉	WNW CARDWELL	QLD	18 14	143 00	620
14519	巨桉	MT GEPRGE, TAREE	NSW	31 50	152 01	230
13019	巨桉	NW OF COFFS HARBOUR	NSW	30 13	153 02	135
14509	巨桉	URBENVILLE	NSW	28 31	152 30	600
14431	巨桉	BELTHORPE ST FOREST	QLD	26 52	152 42	500
14420	巨桉	12KM S RAVENSHOE	QLD	17 42	145 28	860
14393	巨桉	25-36 KM SE MAREEBA	QLD	17 06	145 33	900
14210	巨桉	27KM SE OF RAVENSHOE	QLD	17 50	145 33	720
13965	巨桉	SEED ORCHARD		S AFRICA		
13431	巨桉	MT. LEWIS	N QLD	16 36	145 16	840
14861	巨桉	EMBRAPA		BRAZIL	100 00	
13365	巨桉	SEED ORCHARD		S AFRICA	100 00	
13020	巨桉	NNW COFFS HARBOUR	NSW	30 10	153 01	98
13663	赤桉	WROTHAM PARK	QLD	16 48	144 10	230
15062	赤桉	NE OF KATHERINE	NT	14 23	132 21	200
14518	赤桉	TENNANT CK	NT	19 34	134 13	335
13941	赤桉	VICTORIA RIVER	NT	16 20	131 07	100
15052	赤桉	ISDELL RIVER	WA	16 50	125 32	250
15050	赤桉	GIBB RIVER	WA	16 30	126 10	400
14540	赤桉	PENTECOST RIVER	WA	15 48	127 53	10
13933	赤桉	N FITZROY CROSSING	WA	18 06	125 42	110
15049	赤桉	BULLOCK CREEK	QLD	20 46	143 55	400
14918	赤桉	LAURA	W QLD	15 34	144 27	90
14917	赤桉	NW OF MT CARBINE	W QLD	16 22	144 43	400
14847	赤桉	ENU CK PETFORD	QLD	17 10	145 15	500
14106	赤桉	GLBERT RIVER	N QLD	18 00	143 00	150
12187	赤桉	8KM W IRVINEBANK	QLD	17 24	145 09	680
15011	柳桉	KROOMBIT TOPS, MONTO	QLD	24 51	151 01	730
15054	柳桉	SE OF TAMWORTH	NSW	31 31	151 31	1 100
14527	柳桉	BARRINGTON TOPS	NSW	32 00	151 50	450
14526	柳桉	GLEN INNES	NSW	29 47	152 09	1 030
14524	柳桉	ARMIDALE	NSW	30 39	152 08	900
14508	柳桉	URBENVILLE	NSW	28 34	152 30	600
14507	柳桉	CHAE LUNDI S, F,	NSW	30 13	152 46	640
14435	柳桉	KENILWORTH ST FOREST	QLD	26 38	152 33	600
14429	柳桉	BLACKDOWN TABLELAND	QLD	23 50	149 05	780
13340	柳桉	N. E. OF WARWICK	QLD	27 58	152 12	850
13263	柳桉	CONSUELO T' LANDS	QLD	24 57	148 03	1 090
13029	柳桉	NE OF BULAHDELAH	NSW	32 22	100 28	80
13015	柳桉	NORTH FRM NELLIGEN	NSW	35 33	150 11	30
13282	窿缘桉	N OF MARLBOROUGH	QLD	22 40	149 54	30

续表 1

种批号	树 种	原 产 地	纬 度 (° ')S	经 度 (° ')E	海 拔 (m)	
14852	柠檬桉	MT GARNET	QLD	17 41	145 07	850
14851	柠檬桉	HERBERTON	QLD	17 23	145 23	1 000
14850	柠檬桉	IRVINEBANK	QLD	17 26	145 12	900
14703	柠檬桉	W. OF MT CARBINE	QLD	16 18	145 05	940
13472	柠檬桉	ESE OF MT. MOLLOY	QLD	16 42	145 23	600
14864	窿缘桉	HERBERTON AREA	QLD	17 25	145 23	950
13657	圆锥花桉	SW OF NOWRA	NSW	35 00	150 30	120
15089	尾叶桉	MT. EGON FLORES	INDONESIA	8 38	122 27	500
14532	尾叶桉	MT. LEWOTOBI	INDONESIA	8 31	122 45	398
13828	尾叶桉	MT MUTIS W. TIMOR	INDONESIA	10 35	123 35	1 200
12898	尾叶桉	MT BOLENG	INDONESIA	8 21	123 15	890
12362	尾叶桉	S DILI EAST TIMOR	INDONESIA	8 37	125 38	1 100
10140	尾叶桉	E OF HATO BULICO TIMOR		8 53	125 32	2 100
12895	尾叶桉	MT MANDIRI	INDONESIA	8 15	122 58	415
12411	树脂桉	14.5 KM S RAVENSHOE	QLD	17 42	145 28	940
12418	树脂桉	MT. LEWIS	QLD	16 36	145 17	1100
13321	小果灰桉	W OF WOOLGOOLGA	NSW	30 04	153 06	200
12018	小果灰桉	KANGAROO CK SF	NSW	30 07	152 46	335
14130	托里桉	SSW OF KURANDA	QLD	16 53	145 36	420
ck-ex	窿缘桉	QIONGHAI, HAINAN	CHINA	19 06	110 24	30
ck-ci	柠檬桉	GUANGZHOU, GUANGDONG	CHINA	23 08	113 19	60
13418	细叶桉	SIRINUMU SOGERI PLAT	PNG	9 30	147 26	580
13443	细叶桉	KENNEDY RIVER	QLD	15 26	144 11	60
14115	细叶桉	S OF HELENVALE	NQLD	15 46	145 14	14
13442	细叶桉	N OF MAREEBA	QLD	16 55	145 25	380
14424	细叶桉	RAVENSHOE	QLD	17 39	145 21	700
12965	细叶桉	SW OF MT GARNET	QLD	18 30	144 45	800
13446	细叶桉	NTH OF CARDWELL	QLD	18 16	146 00	40
13994	细叶桉	CREDITON S. F.	QLD	21 00	148 30	700
13544	细叶桉	40K N OF GLADSTONE	QLD	23 44	151 01	10
13541	细叶桉	9K SW OF IMBIL	QLD	26 30	152 37	100
13350	细叶桉	S OF URBENVILLE	NSW	28 36	152 24	400
13319	细叶桉	N OF WOOLGOOLGA	NSW	29 55	153 12	30
13307	细叶桉	WINDSOR	NSW	33 32	150 50	100
13304	细叶桉	NERRIGUNDAH	NSW	36 13	149 48	80
13303	细叶桉	SALE	VIC	38 07	147 04	10

注:巨桉(*Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden)、赤桉(*E. camaldulensis* Dehnh)、柳桉(*E. saligna* Smith)、窿缘桉(*E. exserta* F. Muell.)、柠檬桉(*E. citriodora* Hook. f.)、圆锥花桉(*E. paniculata* Smith)、尾叶桉(*E. urophylla* S. T. Blake)、树脂桉(*E. resinifera* Smith)、小果灰桉(*E. propinqua* Dean & Maiden)、托里桉(*E. torelliana* F. Muell.)、细叶桉(*E. tereticornis* Smith)。

试验采用完全随机区组设计,4次重复,18(3×6)株长方形小区,观察株为12株。株行距1.5 m×3 m,1986年6月定植。造林前拖拉机全垦后挖穴,规格为40 cm×40 cm×40 cm,造林时每穴施火烧土2.5 kg,复合肥75 g作基肥。定植后每年进行树高、胸径等项目的观测。

本文主要是以5年生试验林进行统计分析,方法采用方差分析^[5]、邓肯多重比较和相关分析。

3 结果与分析

3.1 树种/种源适应性

3.1.1 树种/种源成活率和保存率 11个树种79个种源的成活率经方差分析,巨桉、赤桉、柠檬桉、尾叶桉和细叶桉5个树种种源间成活率无显著差异,而柳桉种源间的成活率差异显著。11个树种成活率比较,树种间的成活率差异极为显著,赤桉和细叶桉的成活率最高,分别为98.37%和94.91%,与小果灰桉、托里桉和树脂桉的成活率差异不显著,圆锥花桉和柳桉的成活率最低,分别仅为77.10%和78.53%(表2)。

植后5年11个树种间保存率差异极为显著。柳桉的保存率最低仅为9.78%,与其余树种显著差异,圆锥花桉也只有37.47%。11个树种以赤桉、托里桉和细叶桉保存率最高,分别为90.49%、87.50%和81.19%,其差异不显著,但与其余8个树种的保存率差异显著(表2)。

表2 11个桉树树种的成活率和保存率 Duncan 多重范围比较(95%)

树 种	成活率(%)	树 种	5 a 保存率(%)
赤 桉	98.37 a	赤 桉	90.49 a
细 叶 桉	94.91 ab	托 里 桉	87.50 a
小果灰桉	93.75 abc	细 叶 桉	81.19 a
托 里 桉	93.75 abc	尾 叶 桉	59.55 b
窿 缘 桉	93.05 abc	巨 桉	56.67 b
树 脂 桉	91.68 abc	窿 缘 桉	56.25 b
尾 叶 桉	86.61 bcd	柠 檬 桉	51.73 bc
巨 桉	86.12 bcd	小果灰桉	47.90 bc
柠 檬 桉	85.77 cd	树 脂 桉	44.81 bc
柳 桉	78.53 de	圆 锥 花 桉	37.47 c
圆 锥 花 桉	77.10 e	柳 桉	9.78 e

$F=6.03 > F(0.01)=2.98$ $F=18.1 > F(0.01)=2.98$

赤桉和尾叶桉两树种种源间保存率差异都不显著。赤桉低纬度北领土 Katherine 种源(15062)仍保持100%的保存率,另一北领土 Tennant 种源(14518)的保存率是赤桉种源中最低的,仅为70.95%。尾叶桉7个种源中以12362保存率最高,达71.03%,12895种源次之,为68.75%,而14532种源保存率最低,仅为45.83%。

细叶桉、巨桉和柠檬桉3个树种种源间保存率差异都极显著。细叶桉种源保存率从40.13%到91.68%,最低的为高纬度的维多利亚州种源13303,与其余种源差异显著,低纬度种源保存率较高。巨桉种源保存率从37.47%到68.78%,最低的为14431种源,其次为两个南非种源13965和13365,分别仅为39.58%和39.60%。柠檬桉种源保存率最高为66.68%,而对照种源则最低,仅为22.90%,与其余柠檬桉种源差异显著。

在79个种源中,保存率大于80%的有赤桉12个,细叶桉9个和托里桉1个。13个柳桉种源、对照柠檬桉和对照窿缘桉的保存率都低于30%。保存率低的树种和种源,主要因台风的影响,造成树木风倒风折,如树脂桉、尾叶桉以及柠檬桉个别种源;其次是受青枯病的危害,如柳桉和巨桉种源。

3.1.2 树种/种源的抗风性 据对1988年10月份23号和24号台风(风力10级,阵风11

级)的风害调查,柠檬桉对照种源受害最严重,风折木和风倒木(树干倾斜度大于 60°)达 32.1%,总受害率为 40.3%,其次为树脂桉 12418 种源,分别为 27.8%和 41.6%,圆锥花桉也较严重,分别为 12.4%和 31.9%。7 个尾叶桉种源中 12898 最严重,分别为 13.2%和 21.3%,而 12895 种源较轻,总受害率为 3.3%。13 个种源的柳桉风倒木和受害率平均分别为 4.5%和 21.7%,14526 种源最严重,分别为 9.5%和 39.0%。15 个细叶桉种源中总受害率最高的仅 7.0%,托里桉也只有 3.3%。14 个种源的赤桉受台风危害最轻,无风倒木和风折木,仅树冠嫩枝和嫩梢风折以及部分树叶脱落。所以这 3 个树种的保存率较高。

3.2 树高、胸径和材积生长

由于柳桉种源、树脂桉和圆锥花桉等保存率低,故仅以赤桉、细叶桉、尾叶桉、巨桉、柠檬桉和窿缘桉 6 个树种 60 个种源进行生长比较分析,对照的柠檬桉和窿缘桉保存率低,仅作参考。

3.2.1 60 个种/种源 60 个种源(含 6 个树种)间的树高、胸径和材积经方差分析表明,差异极为显著。尾叶桉 12895 种源最好,树高、胸径和每公顷材积分别为 13.82 m、12.54 cm 和 128.34 m³,尤以每公顷材积显著优于其余种源。尾叶桉 15089 种源的每公顷材积位居第二,达 91.69 m³。尾叶桉 12362、14532、12898 种源,巨桉 13431、14420、14210、14849 种源,赤桉 14918 种源,细叶桉 13418、13541、13443 种源的材积生长均与 15089 种源无显著差异(表略)。

3.2.2 赤桉种源 14 个赤桉种源经方差分析表明,种源间树高、胸径和材积生长差异极为显著,而区组间不显著。树高、胸径和材积生长最好的种源来自昆士兰北部的 Laura 种源(14918),尤以胸径和材积生长显著好于其余种源,其树高、胸径和材积分别为 12.38 m、8.69 cm 和 77.71 m³/hm²(表 3),是最差的北领土种源 14518 的 1.48 倍、1.65 倍和 5.32 倍。Laura 种源在亚热带地区福建的漳州有同样的生长表现^[6]。另一昆士兰 Mt. carbine 种源(14917)的树高、胸径和材积生长位居第二,北领土 Katherine 种源(15062)胸径和材积生长位居第三,而昆士兰 Petford 种源(14847)的树高,胸径和材积生长均位于平均水平。

表 3 14 个赤桉种源 5 年生树高、胸径和每公顷材积 Duncan 多重范围比较(95%)

种批号	树高(m)	种批号	胸径(cm)	种批号	材积(m ³ /hm ²)
14918	12.38 a	14918	8.69 a	14918	77.71 a
14917	12.08 ab	14917	7.70 b	14917	58.44 b
15052	11.26 bc	15062	7.34 bc	15062	52.94 bc
13663	11.19 bc	15052	7.30 bc	15052	49.36 bcd
12187	11.18 bc	13663	7.11 bcd	12187	46.72 bcd
15062	11.13 bc	12187	7.07 bcd	13663	46.40 bcd
14847	10.89 cd	15050	6.68 cde	15050	38.44 cde
15050	10.56 cde	13941	6.46 cde	14847	37.90 cde
13941	10.30 cde	14847	6.32 de	13941	35.06 de
14540	10.21 cde	14540	6.29 de	14540	30.81 e
14106	10.02 def	13933	6.12 ef	15049	26.53 ef
13933	9.76 ef	15049	6.01 ef	14106	25.35 ef
15049	9.12 fg	14106	5.82 ef	13933	25.27 ef
14518	8.38 g	14518	5.27 f	14518	14.61 f
$F=10.4 > F(0.01)=2.63$		$F=10.3 > F(0.01)=2.63$		$F=12.1 > F(0.01)=2.63$	

1989年3月调查时发现赤桉种源普遍发生树冠顶端枯萎,经统计分析,不同种源其枯萎程度不同,种源间枯萎株数的百分率差异极为显著, $F(5.7) > F_{0.01}(2.63)$ 。14518和13933种源最严重,分别为59.67%和55.22%,个别小区达80%以上,而14918和14917种源极少发现有枯萎。赤桉种源发生枯萎,与1988年10月两次台风危害有关,台风造成了这些种源的树冠树叶部分脱落,嫩梢折断,虽然受害的单株仍能萌芽抽梢,但对以后的生长还是有影响的,5年生结果也说明了这一点,极少发生枯梢的14918和14917种源,树高、胸径和材积都是最好的,枯梢最严重的14518和13933种源则材积生长最差。

3.2.3 细叶桉种源 15个细叶桉种源经方差分析表明,种源间的树高、胸径和每公顷材积生长差异极为显著,而区组间的差异不显著,树高生长以来自昆士兰州的Kennedy河13443种源和MT. Garnet 13544种源最好,分别为12.66 m和12.65 m,来自巴布亚新几内亚的13418种源树高生长虽与以上2个种源差异显著,但其胸径生长和材积生长是最好的,分别为9.05 cm和74.04 m³/hm²,来自高纬度的维多利亚州13303种源其树高、胸径和材积生长最差,分别为8.48 m、6.23 cm和12.63 m³/hm²,尤以树高和材积显著差于其余14个种源。新南威尔士州的4个种源除13319种源略为好些外,其余3个种源的生长表现较差(表4)。细叶桉最好种源的树高、胸径和材积生长分别是最差种源13303的1.49倍、1.45倍和5.89倍。

表4 15个细叶桉种源5年生树高、胸径和每公顷材积Duncan多重范围比较(95%)

种批号	树高(m)	种批号	胸径(cm)	种批号	材积(m ³ /hm ²)
13443	12.66 a	13418	9.05 a	13418	74.04 a
13544	12.65 a	12965	8.95 a	13541	69.52 a
13319	11.93 ab	13541	8.65 ab	13443	69.26 a
13544	11.83 ab	13544	8.52 abc	13544	63.65 ab
12965	11.56 abc	13319	8.40 abc	14424	63.53 ab
13418	11.48 bc	14424	8.34 abc	12965	62.90 ab
14424	11.20 bcd	14115	8.27 abc	13319	60.70 ab
13442	11.05 bcd	13443	8.24 abc	13446	56.08 abc
13446	10.85 bcde	13994	8.24 abc	13994	55.83 abc
13994	10.62 cde	13446	7.98 abc	14115	52.85 abc
14115	10.30 de	13442	7.95 abc	13442	52.68 abc
13350	10.26 de	13350	7.84 abc	13350	40.60 bc
13304	9.81 e	13307	7.53 bc	13304	35.66 c
13307	9.76 e	13304	7.31 cd	13307	34.12 c
13303	8.48 f	13303	6.23 d	13303	12.63 d
$F=9.3 > F(0.01)=2.55$		$F=2.8 > F(0.01)=2.55$		$F=5.0 > F(0.01)=2.55$	

3.2.4 尾叶桉种源 7个种源的尾叶桉5年生树高、胸径和材积生长差异极显著(表5)。印度尼西亚低海拔Mt. mandiri种源(12895)的树高、胸径和材积生长最好,分别为13.82 m、12.54 cm和128.34 m³/hm²,尤以材积生长显著优于其余6个种源。另两个低海拔种源Mt. Lewotobi(14532)和Mt. egon(15089)分别在树高和胸径生长位居第二和第三。参试种源中海拔最高的Timor种源(10140)的树高、胸径和材积生长最差,分别仅为7.08 m、6.26 cm和15.18 m³/hm²,与其余6个种源差异极为显著。海拔高仅次于10140种源的另一Timor种源(13828)的树高、胸径和材积生长倒数第二。最好种源(12895)的树高、胸径和材积生长分别是最差种源

(10140)的 1.95 倍、2.00 倍和 8.46 倍。7 个种源的尾叶桉保存率为 45.83%~71.03%，抗风性虽差些,但可选择抗性较强,保存率较高,生长最好的 12895 种源在本地区适当发展。

表 5 7 个尾叶桉种源 5 年生树高、胸径和每公顷材积 Duncan 多重范围比较(95%)

种批号	树高(m)	种批号	胸径(cm)	种批号	材积(m ³ /hm ²)
12895	13.82 a	12895	12.54 a	12895	128.34 a
14532	13.75 a	14532	12.41 a	15089	91.69 b
15089	13.26 a	15089	11.79 a	12362	89.51 b
12362	11.96 b	12898	11.15 a	14532	84.40 b
12898	11.88 b	12362	11.10 a	12898	70.17 b
13828	10.91 b	13828	10.39 a	13828	66.46 b
10140	7.08 c	10140	6.26 b	10140	15.18 c
$F=29.5>F(0.01)=4.01$		$F=9.5>F(0.01)=4.01$		$F=8.6>F(0.01)=4.01$	

3.2.5 巨桉种源 15 个巨桉种源经方差分析表明,种源间树高生长和材积生长差异极显著,而胸径生长差异显著。昆士兰州 Ravenshoe 的两个种源(14420 和 14210)树高生长最好,分别为 13.16 m 和 12.32 m,且分别是最差的南非种源 13365 的 1.34 倍和 1.26 倍。胸径和材积生长则以昆士兰的 Lewis 种源(13431)最好,分别为 10.83 cm 和 81.80 m³/hm²,分别是胸径最差种源 14519 和材积最差种源 13365 的 1.45 倍和 3.04 倍(表 6)。

表 6 15 个巨桉种源 5 年生树高、胸径和每公顷材积 Duncan 多重范围比较(95%)

种批号	树高(m)	种批号	胸径(cm)	种批号	材积(m ³ /hm ²)
14420	13.16 a	18431	10.83 a	13431	81.80 a
14210	12.32 ab	14420	10.30 ab	14420	78.78 a
13431	12.15 ab	14431	10.23 ab	14210	72.12 ab
14849	11.88 ab	14210	10.20 ab	14849	68.47 abc
14431	11.56 bc	14849	10.11 ab	13019	54.12 bcd
13020	11.32 bc	14838	9.78 ab	14838	53.34 bcd
14861	11.27 bcd	14393	9.76 ab	14861	49.21 cde
14838	11.22 bcd	13965	9.40 ab	13020	49.06 cde
14393	11.19 bcd	14860	9.18 abc	14393	44.32 de
13965	11.18 bcd	13020	9.07 abc	14509	43.71 de
13019	10.91 bcde	14861	8.94 bc	14860	41.42 de
14860	10.40 cde	13019	8.91 bc	14431	39.86 de
14509	10.28 cde	13365	8.62 bc	13965	34.58 de
14519	9.89 de	14509	8.54 bc	14519	26.95 e
13365	9.79 e	14519	7.46 c	13365	26.89 e
$F=4.6>F(0.01)=2.54$		$F=2.5>F(0.05)=1.93$		$F=6.1>F(0.01)=2.54$	

3.2.6 柠檬桉种源和窿缘桉种源 参试的柠檬桉种源 5 年生每公顷材积都不高,平均仅为 39.0 m³,最高的为 14703 种源,也只有 59.68 m³,最低的是对照种源仅为 27.33 m³,其原因是保存率低,2 年生的保存率为 66.65%,5 年生时下降到 22.92%,而 5 年生保存率最高的 14703 种源也仅为 66.68%。

参试的窿缘桉种源 5 年生材积以 13282 种源为最好,达 63.58 m³/hm²,保存率 72.93%,而对照种源易风倒、风折,保存率很低,仅为 27.08%,每公顷材积 43.79 m³,另一种源 14864

生长较差,保存率虽有 68.75%,但 5 年生每公顷材积只有 29.01 m³。

3.3 树高、胸径、材积和保存率与原产地地理位置相关分析

对赤桉、细叶桉、巨桉和尾叶桉种源的树高、胸径、材积和保存率与原产地的纬度、经度和海拔高进行相关分析(表 7)。结果表明,赤桉、细叶桉和巨桉种源的树高、胸径、材积和保存率与原产地纬度显著或极显著负相关,而与经度和海拔高相关不显著(赤桉和细叶桉种源)或显著(巨桉种源);尾叶桉种源的树高、胸径和材积与原产地的海拔高极显著负相关,与原产地的纬度和经度相关不显著。除细叶桉种源保存率与原产地纬度极显著负相关外,其余树种与原产地纬度、经度和海拔高相关不显著。因此在海南岛东部地区应选择低纬度的赤桉、细叶桉和巨桉种源以及低海拔的尾叶桉种源为宜。

表 7 树高、胸径、材积、保存率与原产地地理位置相关关系

树 种	项 目	纬 度	经 度	海 拔	r_s
赤 桉	树 高	-0.737**	0.287	0.045	$r_{0.05}=0.532$
	胸 径	-0.667**	0.266	-0.036	$r_{0.01}=0.661$
	材 积	-0.641*	0.347	-0.014	
	保 存 率	-0.523	0.340	0.312	
细叶桉	树 高	-0.569*	0.005	0.095	$r_{0.05}=0.514$
	胸 径	-0.730**	-0.039	0.437	$r_{0.01}=0.641$
	材 积	-0.773**	-0.126	0.313	
	保 存 率	-0.735**	-0.162	0.272	
尾叶桉	树 高	-0.350	-0.651	-0.988**	$r_{0.05}=0.755$
	胸 径	-0.280	-0.620	-0.970**	$r_{0.01}=0.875$
	材 积	-0.341	-0.470	-0.880**	
	保 存 率	0.146	0.530	0.219	
巨 桉	树 高	-0.713*	-0.587	0.569	$r_{0.05}=0.602$
	胸 径	-0.805**	-0.647*	0.678*	$r_{0.01}=0.738$
	材 积	-0.721*	-0.633*	0.581	
	保 存 率	-0.121	-0.148	0.086	

4 结 语

(1)在海南岛东部台风重灾区,台风对本试验的影响因树种不同有所不同,赤桉、细叶桉和托里桉较其它种桉树抗风,故有较高的保存率。树脂桉、小果灰桉、个别尾叶桉和柠檬桉种源,易风倒风折,保存率不高,而柳桉种源和一些巨桉种源除受台风影响外,幼林期易受青枯病危害,因此保存率低,特别是柳桉种源,平均保存率仅为 9.78%。

(2)不同树种种源间差异极显著,尾叶桉 12895 种源是所有参试种源中最好的,树高、胸径和材积分别为 13.82 m、12.54 cm 和 128.34 m³/hm²,其中每公顷材积显著优于其余种源。同一树种种源间差异也极显著,赤桉 Laura 种源(14918)是 14 个赤桉种源中表现最好的,胸径和材积生长显著好于其余 13 个种源,材积生长是最差种源(14518)的 5.32 倍;15 个种源的细叶桉 5 年生胸径和材积生长都以巴布亚新几内亚 13418 种源最好,分别是最差种源(13303)的 1.45 倍和 5.86 倍;尾叶桉 12895 种源 5 年生树高、胸径和材积分别是最差种源 10140 的 1.95 倍、2.00 倍和 8.46 倍;来自 Mt. lewis 的巨桉 13431 种源的材积生长是最差种源 13365 的 3.04 倍。

根据分析结果,在台风严重的地区可以发展赤桉 14918 种源,细叶桉 13418、13541 和 13443 种源,也可适当发展尾叶桉 12895 种源。在台风不严重地区,尾叶桉 12895、15089、14532 种源,巨桉 13431、14420 种源可以大力发展。

(3)细叶桉、赤桉和巨桉种源树高、胸径和材积生长与原产地纬度显著负相关,尾叶桉种源与产地海拔极显著负相关。因此在海南岛东部地区应选择低纬度的赤桉、细叶桉和巨桉种源以及低海拔的尾叶桉种源为宜。

参 考 文 献

- 1 杰科布斯 M R. 桉树栽培. 罗马:联合国粮食及农业组织,1979.
- 2 海南省林业局(总公司). 海南省桉树发展战略. 海南林业科技,1990,(3~4):1~4.
- 3 海南省林业局桉树区划组. 海南省桉树区划(摘要). 海南林业科技,1990,(3~4):4~23.
- 4 周文龙,梁坤南. 尾叶桉种源试验. 林业科学研究,1991,4(2):172~177.
- 5 Lane P, Galwey N, Alvey N. Genstat 5 An Introduction. Oxford: Oxford University Press,1987.
- 6 白嘉雨. 建立“澳大利亚阔叶树种引种与栽培试验”项目的意义及其进展. 澳大利亚树种在中国的栽培和利用国际研讨会论文集,1988.

Trial of Eucalypt Species/Provenances in the East Part of Hainan Island

Liang Kunnan Zhou Wenlong Zhong Chonglu Yang Zengjiang

Abstract The results of species/provenance trial involved 11 species and 79 provenances at 5-year-old in the east part of Hainan Island showed that the growth differences among 79 provenances within the different species were highly significant while the growth differences among provenances within the same species were also highly significant. The ratios of the best provenance and the worse ones on volume per hectare for *E. urophylla*, *E. tereticornis*, *E. camaldulensis* and *E. grandis* were respectively 8.46 : 1, 5.86 : 1, 5.32 : 1 and 4.03 : 1. The height growth, DBH and volume per hectare of *E. tereticornis*, *E. camaldulensis* and *E. grandis* were respectively significant and there were negative correlations with the latitude of native habitat while the height growth, DBH and volume per hectare for *E. urophylla* was highly significant and with negative correlations with the altitude of native habitat. The paper have put forward some other species and provenances suitable for planting in the east part of Hainan Island.

Key words eucalypt, species/provenance, Hainan Island

Liang Kunnan, Assistant Professor, Zhou Wenlong, Zhong Chonglu, Yang Zengjiang (The Research Institute of Tropical Forestry, CAF Guangzhou 510520).