

文章编号: 1001-1498(2006)04-0532-05

雷州半岛桉树无性系抗风性的研究

朱成庆

(东北林业大学, 黑龙江 哈尔滨 150040)

关键词: 桉树无性系; 形质指标; 林龄; 造林密度; 风害率

中图分类号: S792.39

文献标识码: A

Study on the Wind-resistance Traits of Eucalyptus Clones in Leizhou Peninsula

ZHU Cheng-qing

(Northeast Forestry University, Harbin 150040, Heilongjiang, China)

Abstract: On July 23rd 2003, Leizhou Peninsula was attacked by typhoon "MBUDO", when the author investigated the capacity of wind resistance of 27 *Eucalyptus* clones and different aged stands of *E. urophylla* U6, and *E. ABL* 12 W5 clones. Several methods including comparison, variance analysis, and regression analysis, were used to analyze the relationship between growth period, stand density, direction, and the characteristics of *Eucalyptus* clones and wind-resistance. The results showed that the wind-resistance of *Eucalyptus* clones was closely correlated with the age, density, and direction of the stand. The difference of clones in tree height, DBH increment and timber density led to the significantly difference in wind-resistance. The following *Eucalyptus* clones with strong wind-resistance were selected: MJ41, MJ53, MJ57, MJ43, MJ45, W5, EC1, W6, W2, and ZU6.

Key words: *Eucalyptus* clones; form quality index; stand age; stand density; wind damage percentage

桉树 (*Eucalyptus*) 原产于澳大利亚, 在我国引种已有 100 余年的历史, 在我国东南沿海地区广泛种植, 由于这一地区属台风多发地区, 桉树无性系抗风性选择尤为重要。国内外对桉树的抗风性已进行了许多研究^[1-3], 选育出一批优良抗风无性系: 如华南热带农业大学早在 1973 年便从国内外引进了 30 多个桉树无性系在海南岛沿海地区进行抗风筛选试验, 经多次 11 ~ 12 级台风袭击, 选育出高产抗风的刚果 12 号桉 (*Eucalyptus* ABL 12) 无性系, 其风害率仅为 2.9% ~ 7.9%, 是当时生产应用无性系的 14.8%^[4]; 王国祥等^[2]从广西东门林场引入 30 个桉树无性系到雷州半岛进行抗风性试验, 经 1994 年 3 号台风的袭击, 对风倒、风折率进行了调查, 筛选出

EC1 等 8 个抗风性较强的优良无性系, 但都未对桉树无性系的木材密度、种植株行距与抗风性之间的关系进行探讨; 1995 年陈少雄等^[5]仅从桉树幼林株行距配置上进行了抗风性探讨。本文试图从不同桉树无性系生长指标及木材密度、造林密度、行间走向等多方面探讨桉树无性系的抗风性, 为桉树抗风性育种提供依据。

1 调查林区的基本概况

雷州林业局位于粤西南, 跨湛江、廉江、遂溪、雷州、徐闻 5 个市县。属热带北缘海洋性季风气候, 干湿季明显, 夏季盛行东南风、南风及西南风, 冬季多北风和东北风, 每年 6—11 月为热带风暴和

收稿日期: 2005-09-27

基金项目: 国家“十五”重点科技攻关项目专题“桉树良种选育和高产栽培研究”(2004BA515B02)的部分内容

作者简介: 朱成庆 (1963—) 男, 辽宁省新民市人, 高级工程师, 在职博士生。

台风季节(平均每年受 3~7 次热带风暴袭击,台风最大风力可达 12 级以上)。地形属台地及低丘陵地,成土母质北部为砂页岩与花岗岩,中部为浅海沉积物,南部为玄武岩,热带土壤特征明显,风化强烈,土层深厚,高度富铝化,颜色红,酸度大,盐基不饱和^[6]。

2 调查方法

2.1 生长指标调查

台风前已对营造的 27 个桉树无性系作了生长指标调查,这 27 个无性系其中属于雷林 1 号桉(*Eucalyptus Leizhou* No. 1)的有: H5、SH1、L69、H1、MJ45、MJ43、MJ57、MJ53、MJ41 等 9 个;属于尾叶桉(*E. urophylla* S. T. Blake)的有: MLA、CH10、UT1、CH6、CH4、CH5、CH15、CH1、CH11、CH3、ZU6 等 11 个;属于刚果 12 号桉(*E. ABL12*)的有: HW1、W16、W2、W6、W5 等 5 个;属于巨尾桉(*E. grandis* W. Hillex Maiden × *E. urophylla* S. T. Blake)的有: DH32-22、EC1 等 2 个。调查范围遍布雷州林业局各林场,调查林龄从 1 年生幼林到 5 年生成熟林,共调查 81 个小区,涉及 4 种造林密度,株行距分别为: 0.8 m × 3.0 m、1.0 m × 3.0 m、1.5 m × 3.0 m、1.5 m × 3.5 m;调查指标包括树高、胸径、叶量、树皮厚度和木材密度 5 个指标。树高、胸径采用每木调查法;木材密度和树皮厚度的测定是在每个处理小区(无性系)随机选取 10 株,并用生长锥在树高 1.3 m 处钻心采样;测量树皮厚度和木材密度,取其平均值;叶量测定是在处理小区选取一株标准木,砍倒后摘取全部叶子称鲜质量。

2.2 风害调查

风害调查是在 2003 年 7 月 23 日台风“伊布都”侵袭雷州半岛后 10 d 内完成,据湛江市气象局公布,台风登陆时,台风中心经过的地区风力超过 12 级,风速达 $35 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 以上,受台风影响的周边地区,风力超过 9 级。

2.2.1 分级标准 林木风害采用 6 级记录法,以树干 2 m 处与水平面垂线夹角为参数进行分级,夹角 θ 为 0 级; $0^\circ \sim 30^\circ$ 为一级; $30^\circ \sim 60^\circ$ 为二级; $60^\circ \sim 90^\circ$ 为三级; 90° 为四级;树顶以下折断的长度占全树高的 $1/3$ 以上为五级^[2]。

2.2.2 风害计算 风害率 = (某级受害株数 / 调查总株数) × 100%; 总风害率 = (1~5 级受害株数和 / 调查总株数) × 100%

2.3 统计分析方法

4 年生测定林调查数据作不同无性系间风害率方差分析和逐步回归分析;各林场各调查点设标准地 667 m^2 ,对各年度、各造林措施的 U6、W5 无性系生产林的风害率平均值作不同林龄风害率比较;根据林场的地理位置,分别在雷州半岛的南、中、北片选取龙门林场、遂溪林场、石岭林场的各年度测定林的风害率作区域风害率比较。

3 结果与分析

3.1 同种无性系不同林龄的抗风性比较

尾叶桉 U6 无性系和刚果 12 号桉 W5 无性系是雷州林业局目前大面积造林的两个主要无性系,经对重灾区的林分进行调查表明:不同林龄的 U6 和 W5 无性系的总风害率都存在着极显著的差异。从多重比较结果可知:U6 无性系的总风害率最大是造林第一年,其平均值高达 71.7%,显著大于 2~4 年生的林分,最小为第 5 年,平均只有 5.8%,而 3、4 年生的林分风害率没有显著差异;而 W5 无性系总风害率最高为第 5 年,平均为 74.20%,与第 1 年林分的 71.60% 没有显著差异,最低为 3 年生林分,平均只有 20.60%,显著低于林龄为 1、4、5 年生林分。

由图 1 可知:U6 无性系纯林的抗风性随着林龄的增大而增强,其 1~4 级风害率和总风害率都是 1 年生幼林最大;而 5 级(风折)风害在 1~5 年生 U6 无性系林分中未发生;从图 2 可以看出:1~5 年生的 W5 无性系林分的风害率表现出两头高、中间低,风害率最大出现在 1 年生幼林和 5 年生中龄林,最轻为 2、3 年生幼林。

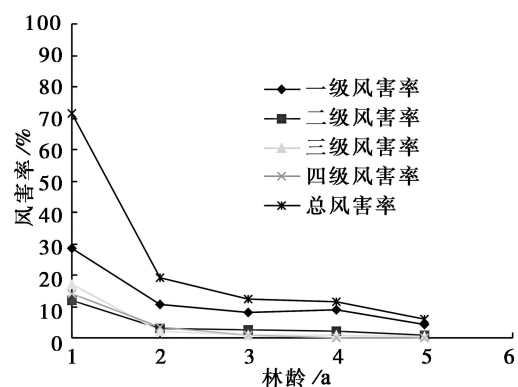


图 1 U6 无性系林龄与风害率关系

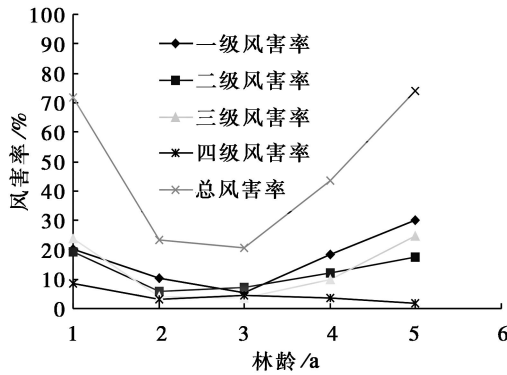


图 2 W5 无性系林龄与风害率关系

3.2 不同造林密度与行间走向的抗风性比较

3.2.1 不同造林密度的抗风性比较 方差分析结果表明:不同造林密度的林分,其风害率差异极显著。从表 1 得知,U6 和 W5 两种无性系林分的总风害率都随着造林密度的增加而增大。U6 无性系林中,造林密度为 0.8 m ×3.0 m 林分的总风害率最大,最小的是 1.5 m ×3.5 m 的林分;而对于 W5 无性系,造林密度为 0.8 m ×3.0 m 林分的总风害率最大,最小的是 1.5 m ×3.5 m 林分。从风害等级调查统计数据可以看出,各造林密度的林分多数表现为一级风害,其风害率约占总风害率的一半,随着风害级数的增大,其相应级数的风害率迅速递减。

表 1 不同造林密度中龄林 (4 年生) 抗风比较

无性系	造林密度 / (m ×m)	一级风害率 / %	二级风害率 / %	三级风害率 / %	四级风害率 / %	五级风害率 / %	总级风害率 / %
U6	0.8 ×3.0	13.6	4.7	3.6	1.8	0.8	24.5
	1.0 ×3.0	11.8	4.8	1.3	0.5	0.4	18.8
	1.5 ×3.0	9.0	2.0	0.7	0	0	11.7
	1.5 ×3.5	7.3	1.1	0.3	0	0	8.7
W5	0.8 ×3.0	25.6	15.3	11.0	5.0	0.2	57.1
	1.0 ×3.0	23.0	12.8	9.6	4.2	0	49.6
	1.5 ×3.0	18.2	10.3	8.8	3.5	0	40.8
	1.5 ×3.5	12.0	8.8	5.0	1.0	0	26.8

3.2.2 不同行间走向的抗风性比较 对于台风重发区,不同行间走向的林分,其总风害率显著不同。从表 2 得知,行间为南北走向的林分总风害率最低,U6 和 W5 无性系林分平均分别为 7.30% 和 36.60%,其分别显著小于行间为东西走向的林分。在 3 种行间走向的林分中,东西走向的林分平均总风害率最重,U6 无性系林分的为 19.90%,而 W5 无性系林分的为 46.10%。

表 2 不同行间走向中龄林 (4 年生) 抗风比较

无性系	行间走向	一级风害率 / %	二级风害率 / %	三级风害率 / %	四级风害率 / %	五级风害率 / %	总级风害率 / %
U6	南北	5.4	1.7	0.2	0	0	7.3
	东西	12.5	4.3	1.8	0.8	0.5	19.9
	其他	9.0	2.0	0.7	0.3	0	12.0
W5	南北	16.8	8.7	5.0	6.1	0	36.6
	东西	20.0	10.0	7.1	8.0	1.0	46.1
	其他	19.4	8.3	6.0	7.0	0.2	40.9

3.3 无性系间的抗风效果

3.3.1 方差分析与多重比较结果 从 27 种桉树无性系总风害率的方差分析结果表明,不同无性系间的总风害率存在着极显著差异,而同种无性系区组间差异不显著。表明不同的桉树无性系其抗风能力是不同的。从表 3 可以看出,总风害率最大的是 H5 无性系,平均风害率达 99.30%;风害率最低的是 MJ41 无性系,其平均总风害率只有 9.10%,显著低于 A17 序号之前无性系,经分类排序抗风性较强的无性系有: MJ41、MJ53、MJ57、MJ43、MJ45、W5、EC1、W6、W2、ZU6 等 10 个。

3.3.2 风害率与形质性状的逐步回归分析 试验结果 (见表 3) 采用逐步回归分析方法。参试桉树无性系 27 个,自变量为 X_1 (树高)、 X_2 (胸径)、 X_3 (叶量)、 X_4 (树皮厚度)、 X_5 (木材密度) 5 个,因变量为 Y_1 (一级风害率)、 Y_2 (二级风害率)、 Y_3 (三级风害率)、 Y_4 (四级风害率)、 Y_5 (五级风害率)、 Y_6 (总风害率) 共 6 个。

从逐步回归结果 (见表 4) 看,除 X_3 (平均叶量) 因子外,其余 4 个因子均对某个级数的风害率有显著的影响。在 5 个自变量因子中,与总风害率关系最为密切的有 X_5 (木材密度)、 X_1 (平均树高) 和 X_2 (平均胸径),从方程 可以看出,桉树无性系树种的平均树高越大,其总风害就越重,相反,高木材密度和粗胸径的无性系,有利于提高树木的抗风性,大大降低台风的风害率。

3.4 区域间的风害比较

通过对 3 个代表性风害区域共 27 个无性系的 1 ~ 4 年生测定林进行风害调查统计发现:本次台风虽然影响面遍及雷州半岛,但处于半岛不同区域的林区受害程度相差较大。从图 3 可以看出,本次台风对于地处雷州半岛北部的石岭林场风害最重,其次是中部的北坡林场,地处南部的唐家林场风害最轻。

表 3 桉树无性系形质性状及其风害率

序号	无性系	树高 / m	胸径 / cm	叶量 / (kg·株 ⁻¹)	树皮厚度 / cm	木材密度 / (kg·m ⁻³)	一级风 害率 / %	二级风 害率 / %	三级风 害率 / %	四级风 害率 / %	五级风 害率 / %	总风害率 / %
A1	H5	10.30	5.29	4.98	0.33	0.400	77.0	18.9	1.5	1.9	0	99.3
A2	MLA	11.42	8.00	7.00	0.44	0.390	39.8	23.8	17.3	7.5	4.4	92.9
A3	HW1	12.64	8.54	8.00	0.57	0.464	53.6	33.0	3.0	2.4	0	92.3
A4	CH10	13.68	8.70	8.63	0.54	0.360	35.8	36.4	6.4	2.9	6.9	88.4
A5	UT1	13.65	8.72	8.95	0.58	0.410	32.8	34.1	9.1	3.0	3.4	82.3
A6	CH6	13.38	8.55	10.70	0.55	0.403	46.1	20.2	9.8	1.0	4.1	81.3
A7	DH32-22	13.29	8.70	7.80	0.48	0.422	36.3	25.7	8.8	7.1	1.8	79.6
A8	CH4	13.32	8.66	7.50	0.61	0.393	46.5	18.3	6.6	2.3	4.2	77.9
A9	W16	12.75	8.17	6.45	0.37	0.401	27.9	28.7	10.5	9.7	1.2	77.9
A10	CH5	13.25	9.08	9.18	0.50	0.430	39.3	20.6	6.9	1.6	4.9	73.3
A11	CH15	13.00	8.35	8.38	0.51	0.400	41.1	17.7	4.4	0.4	4.8	68.5
A12	CH1	13.95	9.25	10.30	0.47	0.430	41.7	10.8	7.2	4.7	1.1	65.5
A13	CH11	13.11	8.81	9.50	0.55	0.420	27.8	24.5	7.6	1.3	2.5	63.7
A14A	SH1	13.21	8.12	9.20	0.29	0.520	54.6	4.3	0	0	0	58.9
A15A	L69	9.33	4.84	4.68	0.27	0.460	35.7	12.3	5.3	0.6	0	53.8
A16	H1	11.17	6.50	5.63	0.35	0.440	36.0	10.1	6.5	0.7	0	53.2
A17	CH3	14.22	10.04	11.13	0.51	0.411	33.9	10.9	3.5	1.3	3.5	53.0
A18	ZJ6	13.61	8.60	12.13	0.49	0.407	37.8	6.6	1.4	1.7	0.7	48.3
A19	W2	7.23	4.54	4.80	0.39	0.481	30.1	9.7	2.7	1.2	1.9	45.6
A20	W6	11.38	8.51	4.90	0.35	0.470	27.3	5.0	0.4	0	0.4	33.1
A21	EC1	13.30	11.18	12.50	0.44	0.510	24.2	2.9	1.1	1.1	2.6	31.9
A22	W5	9.56	7.00	3.48	0.37	0.493	20.2	2.2	0	0.4	0.4	23.2
A23	MJ45	8.12	4.61	3.03	0.30	0.442	18.8	1.8	0.4	0	1.1	22.0
A24	MJ43	7.00	4.24	3.88	0.28	0.484	10.9	4.3	2.2	0	0	17.4
A25	MJ57	7.50	5.53	2.18	0.25	0.487	11.9	1.4	1.1	0	0	14.4
A26	MJ53	6.89	4.00	1.45	0.31	0.465	10.9	1.8	0.7	0	0	13.5
A27	MJ41	8.30	5.54	2.63	0.29	0.520	7.4	0.4	0	0	1.2	9.1

表 4 风害率与形质性状的回归结果

最优回归方程	复相关系数
(1) $Y_1 = -13.0371 + 10.4458X_1 - 9.7271X_2$	0.7226
(2) $Y_2 = 49.5758 + 39.5226X_4 - 117.6130X_5$	0.7691
(3) $Y_3 = 32.7638 - 63.8146X_5$	0.6602
(4) $Y_4 = 14.9967 - 29.5569X_5$	0.5127
(5) $Y_5 = 3.4867 + 9.5937X_4 - 12.7614X_5$	0.7461
(6) $Y_6 = 89.4855 + 12.0657X_1 - 9.2237X_2 - 231.2375X_5$	0.8319

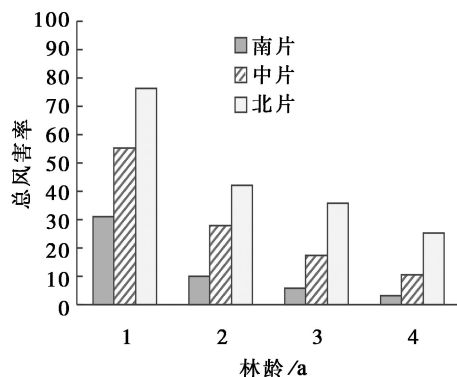


图 3 不同林龄总风害率比较

4 小结与讨论

(1)同种桉树无性系的抗风性随着生长期的变化而变化, U6无性系幼林抗风能力最差,当林龄大于 3 年生时,风害相对较轻; W5无性系林 1 年生的幼林和 5 年生的中龄林风害最重, 2~3 年生林分风害相对较轻。说明无性系高径比是影响无性系抗风性的重要指标, U6无性系后期胸径生长优势明显, 表现出后期抗风性增强, W5无性系后期高生长占优势,表现出前期和后期抗风性减弱。因此,在生产造林设计上,应安排不同林龄的林分并存,从而减少台风对林木大规模的损害。

(2)不同的造林密度和不同的行间走向会影响林分的抗风性能。林分的抗风性能随着林分密度的增大而减弱;说明密度过大会导致林木高径比增大,径生长受到抑制,从而导致树干纤细,这是造成台风危害高的主要原因;行间为南北走向的林分抗风性较好,行间为东西走向的林分抗风能力最差。因此应在风害严重区适当减少林分的造林密度,同时,尽

量安排林分的行间为南北走向。

(3)不同的桉树无性系间的风害率存在着极显著的差异;而每一个无性系的树高、胸径、叶量、皮厚和木材密度等形质性状都存在着较大的差异,而这些指标的不同也是导致各无性系抗风能力差异的主要原因,经分析认为:树高、胸径和木材密度与风害率最为密切,27个无性系当中,抗风性较强的无性系有 10 个,它们分别是 MJ41、MJ53、MJ57、MJ43、MJ45、W5、EC1、W6、W2、ZU6等。从上述 10 个无性系中结合形质生长性状,可选育出既抗风,又速生丰产的优良桉树无性系用于生产。

(4)台风的风害有一定的区域性,不同的区域,其风害程度也不同。因此,可根据历年的台风资料,分析台风登陆的规律,制定出本区域的重风害区,从而从林木抗风性选育入手,筛选出既速生高产,又具较强抗风性的无性系推广种植。

参考文献:

- [1] 王国祥. 桉树无性系抗风性状的遗传变异 [A]. 全国桉树学术研讨会. 广西南宁, 1994
- [2] 王国祥. 桉树抗风性状的间接选择 [A]. 见:林业部科技司. 林业部青年学术讨论会论文集 [C]. 北京:中国林业出版社, 1997: 14~23
- [3] Silveira-R A, Montagner-LH, Onuki M. Variation in wind resistance among provenances of *Eucalyptus saligna* in the Guaiba region, Rio Grande do SUL [J]. Boletim-de-Pesquisa-Florestal, 1986, 13: 1~8
- [4] 温茂元. 热研 13号桉树优良无性系 [A]. 见:华南热作研究院橡胶所. 海南桉树专集 [C]. 海口, 1997
- [5] 陈少雄, 王观明, 罗建中. 桉树幼林不同株行距配置抗台风效果 [J]. 林业科学研究, 1995, 8(5): 582~585
- [6] 曾天勋, 刘有美, 傅冠旭. 雷州短轮伐期桉树生态系统研究 [M]. 北京:中国林业出版社. 1995

www.cnki.net