

托里桉混交林小气候特点初探*

谭绍满 黄金龙

(华南农业大学林学系)

摘 要

1982年8月份,我们对3年生已经郁闭的托里桉(*Eucalyptus toreliana*)+大叶相思(*Acacia auriculiformis*)混交林与托里桉纯林,进行了全月小气候观测,前者与后者比较:地面日平均温度低1.7℃,日平均最高温度低6.7℃;5、10、15、20厘米土深日平均温分别低1.6℃、1.5℃、1.4℃、1.4℃;地面与1.5米高的平均光照强度分别减少3.7倍与6.7倍。表现出混交林良好的生态效应。由于观测时期为广东的台风雨季,常有间歇性降雨,故相对湿度与蒸发量差异不显著。

纯林有便于经营管理的一面;也有容易招致病虫害发生与恶化环境的弊病(特别是针叶纯林)。混交林是一个具有多种防护效能,较为稳定的森林群落,对改善生态环境具有良好的作用。因此营造混交林已成为今后林业发展的重要方向。

混交林的生态效应,一些学者曾对华北低山地区侧柏混交林与纯林,作过小气候测定,认为两者之间光照强度与温度差异甚大(徐化成,1978),但观测项目不多,时间不长。为了解两类林分在高温时期光、温、水等因子所发生的变化,对已经完全郁闭的3年生托里桉(*Eucalyptus toreliana*)+大叶相思(*Acacia auriculiformis*)混交林和托里桉纯林,在8月份进行了1个月的连续观测,以积累小气候资料,为进一步发展与营造混交林提供理论依据。

一 观测内容与方法

观测点设在我系的试验林地上,土壤为低山花岗岩风化发育的赤红壤,1979年3月营造托里桉+大叶相思混交林,间行隔株混交,株行距 2×2 米,1981年7—8月将一段混交林中的大叶相思伐除,留下托里桉纯林,1982年8月份对两类林分进行了调查,计算了各项测树指标,绘制了树冠投影图,混交林林分平均高5.9米,平均胸径5.4厘米,平均冠幅3.5米,树冠已呈镶嵌重叠郁闭,郁闭度0.95,仅有少量阳光投射到林内。纯林各项指标依次为5.8米;4.8厘米;4米,树冠已相接,单层郁闭,郁闭度0.9,两类林分的小气候出现明显的差异。

1982年选择了高温的8月份,在两类林分内按气象观测常规方法(中央气象局,1979)设点安放仪器,测定了地面温度;地面最高、最低温度。利用曲管地温计测定了5、10、15、

* 本文由谭绍满执笔;陈奇同志参加了野外测定工作;徐燕千教授对研究方案,提出过宝贵意见;气象教研组唐栋煊讲师对本文提出修改意见,一并致谢。

20厘米土壤温度；以DHM₂型通风干湿表测定了20、150厘米高度的气温，相对湿度；用萌芽ST-Ⅱ型照度计测定了地面、150厘米的光照强度；用20厘米口径蒸发皿测定70厘米高度的蒸发量。上述项目每天在8、14、20时观测3次，除蒸发量外，每隔7天选1天从6时至18时，每隔1小时测定1次，以了解各项因子的日变量，共测4天。积累全月资料，计算各因子的平均值，并应用数理统计方法进行分析(见附录)，结果整理如下。

二 观测初步结果

1. 温度的变化

托里桉+大叶相思混交林与托里桉纯林比较，地面温度平均值分别为27.7℃；29.4℃，混交林的地面温度低1.7℃。日平均最高温度混交林为30.5℃、极值34.0℃；纯林相应为37.2℃与43.5℃，混交林比纯林相应低6.7℃、9.5℃。地面温度、地面最高与最低温度，混交林与纯林比较，纯林的变幅大，分别为25—37℃、28.5—43.5℃、23.8—26.6℃；混交林变幅小，分别为24.7—31.7℃、26.1—34.0℃、24.2—26.5℃。0.2米与1.5米处的气温，混交林比纯林分别低0.4℃与0.8℃，差异不大。在全月观测值中最高温度超过35℃的，纯林有22天，而混交林没有出现一天。

日温变化值：混交林变幅较小，日变幅在25.8—30.2℃之间，差值4.4℃；纯林变幅大，日变幅在25.9—36.9℃之间，差值达11.0℃，比前者大1.5倍。10时以后温度升高，15时以后开始下降，高温值出现在午后1时，混交林高温值维持在30℃左右，而纯林则超过33℃(表1、5；图1)。

表 1 8月份不同高度层温度比较

Table 1 The temperature change among the different surface in August

林分类型	观测项目 观测时间	地面温度(℃)				地面最高温度(℃)				离地面 0.2 米	离地面 1.5 米
		8 时	14 时	20 时	平均	平均	极端值	平均	极端值	温度(℃)	温度(℃)
托里桉+小叶相思混交林		26.8	29.1	27.3	27.7	30.5	34.0	25.6	24.2	28.0	27.9
托里桉纯林		27.4	32.9	27.9	29.4	37.2	43.5	25.6	23.8	28.4	28.7

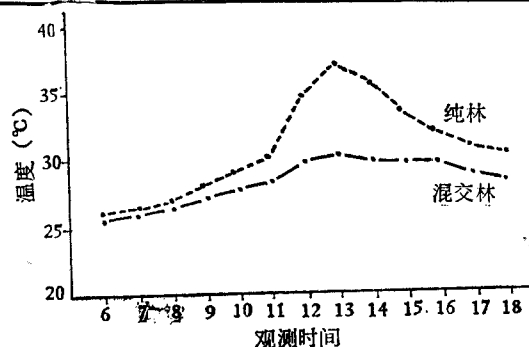


图 1 混交林与纯林地面温度变化曲线

Fig.1 The curvilinear change of earth's surface temperature in mixed forest and pure forest

应用数理统计平均数的差异显著性 t 检验, 在两类林分中, 除地面最低平均温度无显著外, 地面平均温度和地面最高平均温度的统计量 t 值分别为 5.444 和 7.252, 它们都大于 1% 显著性水平的 t 值 2.756, 证明纯林内地面平均温度及地面最高平均温度极显著地高于混交林内的相应值。

研究证明, “温暖气候的树木和阳性草本植物最高的光合生产力均在 20℃ 和 30℃ 之间” (东北林学院, 1981) 超过最适范围, 植物生理活动随即减弱, 混交林温度变幅不大, 无疑是一种对林木生长发育非常有利的因素。

2. 土温的变化

托里桉混交林与纯林土壤温度变化特点: 出现近地面层变幅大, 较深层变幅小的规律。两类林分比较: 混交林 5、10、15、20 厘米层温度平均值分别为 27.6℃、27.6℃、27.3℃、27.4℃; 纯林相应为 29.2℃、29.1℃、28.7℃、28.8℃, 差值为 1.6℃、1.5℃、1.4℃、1.4℃, 从 5—20 厘米, 差值随土深的增加而有所下降 (表 2), 说明了在 15 厘米土层内地温变化受地面温度影响较大。这与 “地表面温度波的振幅相当大, 但随着离地面深度的增加而降低” 的结论是一致的 (N.J. 罗森堡, 1982)。

表 2 8 月份土壤温度平均值比较

Table 2 The average comparature of the soil temperature in August

林分类型	5 厘米				10 厘米				15 厘米				20 厘米			
	8 时	14 时	20 时	平均	8 时	14 时	20 时	平均	8 时	14 时	20 时	平均	8 时	14 时	20 时	平均
托里桉 + 大叶相思混交林	26.9	28.1	27.9	27.6	27.1	27.8	27.8	27.6	26.9	27.3	27.5	27.3	27.3	27.4	27.6	27.4
托里桉纯林	27.5	30.8	29.4	29.2	27.8	30.0	29.5	29.1	27.8	29.0	29.2	28.7	28.2	29.0	29.2	28.8

土壤温度的日变化 (6 时至 18 时), 混交林各层温差变幅不大, 5—20 厘米不同层次日变幅为 2.0℃、1.1℃、0.8℃、0.5℃; 而纯林则变幅较大, 幅差为 4.5℃、3.0℃、2.2℃、1.6℃, 纯林的幅差比混交林分别大 2.5℃、1.9℃、1.4℃、1.1℃ (表 3、图 2)。

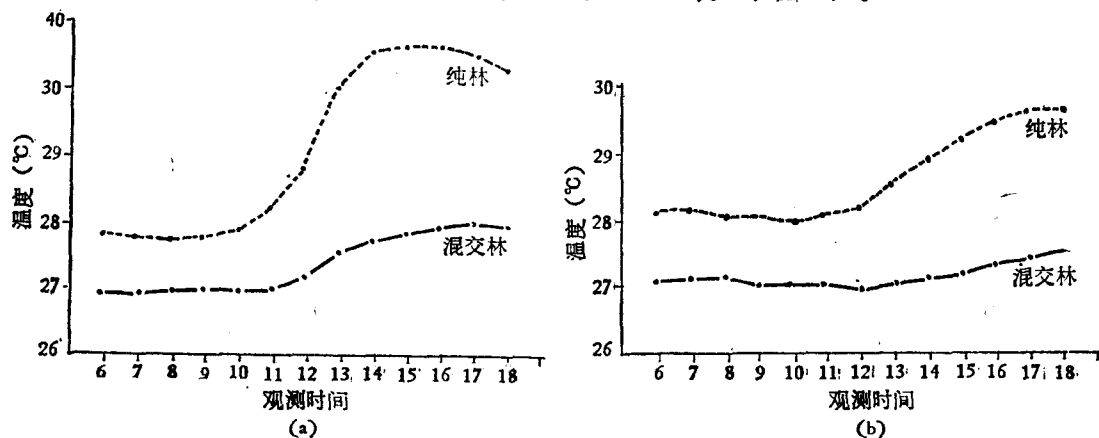


图 2a 10 厘米土深温度变化曲线

2b 20 厘米土深温度变化曲线

Fig. 2a The curve of temperature change under earth's surface 10cm

2b The curve of temperature change under earth's surface 20cm

表 3 8月份土壤温度时变化比较

Table 3 The comparature of the soil temperature on all day of August

观测 时间	林分 类型	5 厘米		10 厘米		15 厘米		20 厘米	
		混交林	纯 林	混交林	纯 林	混交林	纯 林	混交林	纯 林
6		26.3	27.3	27.0	27.8	26.8	27.7	27.1	28.1
7		26.6	27.2	27.0	27.8	26.7	27.6	27.1	28.1
8		26.6	27.2	27.0	27.7	26.7	27.6	27.1	28.1
9		26.7	27.6	26.9	27.8	26.7	27.6	27.1	28.1
10		26.9	28.0	26.9	27.9	26.6	27.6	27.0	28.0
11		27.1	28.6	27.0	28.2	26.7	27.7	27.0	28.1
12		27.4	29.9	27.2	28.8	26.7	28.0	27.0	28.2
13		27.9	31.4	27.6	30.0	27.0	28.6	27.1	28.5
14		28.0	31.7	27.7	30.6	27.1	29.2	27.1	28.9
15		28.3	31.6	27.9	30.7	27.2	29.5	27.2	29.2
16		28.3	31.3	28.0	30.7	27.3	29.7	27.4	29.5
17		28.3	30.9	28.0	30.6	27.4	29.8	27.5	29.6
18		28.1	30.6	28.0	30.4	27.4	29.7	27.5	29.6

经计算,两类林分浅层 5 厘米、10 厘米、15 厘米、20 厘米深度,平均温度的统计量 t 分别为 6.780、7.424、8.514、9.475,均大于 1% 显著性水平的 t 值 2.756,说明了两类林分土壤浅层的平均温度有极显著的不同,即纯林土壤浅层平均温度极显著地高于混交林中相应的土壤浅层平均温度。

纯林土壤温度变幅大,对根的生长是不利的因素,因为根的生长最适宜的温度一般为 20—25℃,再增加 5—10℃ 根的生长就会受到抑制。同时土温对土壤微生物活动、气体交换、水分蒸发、有机质分解、养分转化,都有一定的制约作用(东北林学院,1981)。

3. 相对湿度的变化

相对湿度的变化,日平均值 0.2 米处纯林比混交林高 0.7%,1.5 米处则混交林比纯林高 0.8%。根据统计计算,在两类林分中,离地 0.2 米和 1.5 米的空气相对湿度的平均值的统计量 t 分别为 0.595 和 0.139,两者都小于 10% 显著性水平的 t 值 1.672。因此,两类林分中空气

表 4 8月份近地层空气湿度变化比较

Table 4 The comparature of the air humidity above the surface in august

林分 类型	观测 时间	0.2 米相对湿度 (%)				1.5 米相对湿度 (%)			
		8	14	20	平 均	8	14	20	平 均
托里桉 + 大叶相思混交林		95.3	81.1	91.0	89.1	93.5	80.9	90.1	88.2
托里桉纯林		94.5	81.3	93.6	89.8	92.2	78.2	91.6	87.4

的相对湿度从大体上来说无多大差别。这与观测的 8 月份为广东的台风季节, 常有间歇性的阵雨、大雨的天气现象有关, 因而在近地层湿度变化不大。

相对湿度日变化, 不论何种林分 6—8 时湿度较大, 9—10 时湿度开始明显下降, 至 15 时渐趋回升。0.2 米处混交林的湿度变幅在 73.5—97.5%, 幅差 24%; 纯林变幅从 73—97%, 幅差 24%。1.5 米处混交林变幅从 72—96.5%, 幅差 24.5%; 纯林变幅从 68.5—94.8, 幅差 26.3%, 变幅较大。日变量曲线呈“U”形分布, 上午与下午峰值高, 13—15 时明显下降, 尤以纯林变化较大, 混交林则较为平缓 (表 5、图 3)。

表 5 8 月份光照强度、相对湿度的变化比较

Table 5 The comparature of the light intensity and opposit humidity in august

观测时间	林分类型	测定项目		地面温度(℃)		地面光照强度(勒克斯)		1.5 米光照强度(勒克斯)		0.2 米相对湿度(%)		1.5 米相对湿度(%)	
		混交林	纯林	混交林	纯林	混交林	纯林	混交林	纯林	混交林	纯林	混交林	纯林
6		25.8	25.9	39.3	257.3	42.3	459.5	96.3	96.3	96.3	94.5		
7		25.9	26.1	204	1,265.5	218.8	2,220.8	97.5	97.0	95.8	94.8		
8		26.3	26.8	1,728	3,585	765.0	5,820	96.0	92.3	92.3	91.8		
9		27.0	28.1	1,730	8,375	1,875	14,700	89.3	87.8	89.5	86.0		
10		27.7	29.4	3,040	14,050	3,407.5	27,050	82.8	80.5	82.3	77.5		
11		28.2	30.3	9,455	25,975	3,330	37,427.5	81.5	80.5	78.5	77.5		
12		29.7	34.3	4,375	72,575	3,955	88,375	77.4	74.5	72.0	72.5		
13		30.2	36.9	3,692.5	591,000	8,075	112,350	76.2	75.8	76.3	69.5		
14		29.6	35.6	10,000	36,175	5,990	50,725	73.5	73.0	73.3	68.5		
15		29.5	33.3	1,857.5	13,025	2,262.5	20,520	75.8	77.0	72.5	71.8		
16		29.1	32.0	1,720	8,800	1,410	14,325	79.5	83.5	78.3	79.5		
17		28.8	31.0	1,105	5,617.5	812.5	9,050	81.8	83.5	78.8	79.3		
18		28.4	30.3	505	2,675	418.0	4,502.5	84.0	85.8	81.3	83.3		

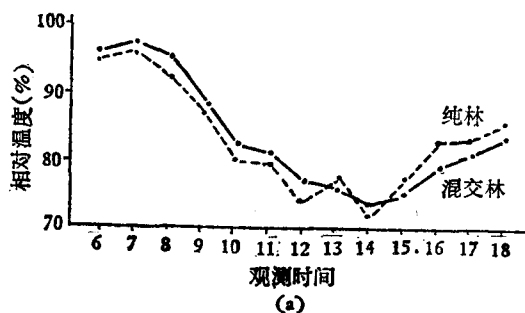
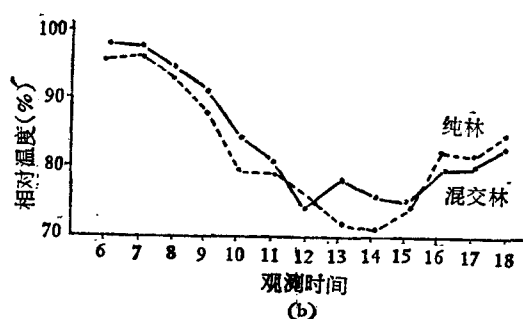


图 3a 0.2 米相对湿度的变化曲线

Fig 3a The variation of opposite humidity above earth's surface 0.2m



3b 1.5 米相对湿度的变化曲线

3b The variation of opposite humidity above earth's surface 1.5m

4. 光照强度、蒸发量的变化

林内光照强度的大小, 将影响土温、湿度的变化, 对改善林内小气候环境有较大的关

系。观测结果：混交林地面平均光照强度为2,647.0勒克斯，纯林为12,484.4勒克斯，1.5米处混交林为3,043.8勒克斯，纯林为23,520.2勒克斯，纯林的光照强度在地面与1.5米处，分别为混交林的4.7倍与7.7倍（表6）。

表 6 8月份光照强度、蒸变量变化比较

Table 6 The comparature of the light intensity and evaporate capacity in August

林分类型	观测项目 观测时间	地面光照强度 (勒克斯)				1.5米光照强度 (勒克斯)				总蒸发量	平均蒸发量	蒸发量比率
		8	14	平均	%	8	14	平均	%	(毫米)	(毫米)	(%)
托里桉+大叶相思混交林		1,235.3	4,058.6	2,647.0	100	1,149.2	4,938.3	3,043.8	100	167.4	10.5	100
托里桉纯林		5,305.7	19,663.0	12,484.4	471.4	8,870.3	38,170	23,520.2	772.7	171.8	10.7	102.6

光照强度的日变化：混交林的上升值在8时出现，14时开始下降，变幅从39.3—10,000勒克斯（地面），42.3—5,990勒克斯（1.5米），幅差分别为9,960.7，5,947.7勒克斯，且曲线变化平缓。纯林则在7时出现上升值，14时开始下降，变幅从257.3—36,175勒克斯（地面），459.2—50,725勒克斯（1.5米）幅差值大。地面幅差为35,917.7勒克斯；1.5米处为50,265.8勒克斯，纯林地面幅差值为混交林的3.6倍，1.5米处为8.5倍（表5）。经统计检验，两类林分在地面及1.5米处光照强度平均值的统计量 t 分别为8.260与7.920，均大于1%显著性水平的 t 值2.756。说明纯林中光照强度极显著地大于混交林的光照强度。

林内光照强度、湿度发生了较明显的小气候因子的变化，相对湿度，蒸发量亦有不同，混交林全月总蒸发量为167.4毫米，纯林为171.8毫米，日平均蒸发量分别为10.4毫米与10.7毫米（表6）。经统计检验，在两类林分内，蒸发强度平均值统计量 t 为0.09，小于10%显著性水平的 t 值1.697，因此，两类林分蒸发强度的平均值无显著差异。这与两类林分相对湿度无显著性差别有关。

三、小 结 与 讨 论

在对小气候反应极为敏感的8月份观测证明：托里桉混交林与纯林比较，光、温、湿度、蒸发量均有差异，混交林内地面日平均温度低1.7℃；日平均最高温度低6.7℃；5、10、15、20厘米土深日平均温分别低1.6℃、1.5℃、1.4℃、1.4℃；地面与1.5米高的平均光照强度分别减少3.7倍与6.7倍。混交林内小气候因子变化平缓，变幅不大，纯林则变化较大，这种现象对于林木群落（特别是幼林阶段）是一种良好的、有利于林木生长发育的生态效应。

林分结构与良好的生态效应密切相关，因为混交林林冠呈多层镶嵌重叠郁闭，而纯林只呈单层或本层枝叶交替相接的郁闭、两者透进林内的光量、光质是不同的。在生理辐射中，主要的橙-红光及蓝光被叶绿素吸收较多，绿光则吸收较少，林冠下绿光比例较大，冠层愈厚，这种效果愈显著（东北林学院，1981）。因而成了复层林下增温不大的原因，多层重叠郁闭的混交林林冠下，这种作用更为明显。我们所得到的观测资料也足以说明。

混交林产生的良好生态效应，与混交树种、组成、比例、方式、营林方式等，存在密

切的、复杂的关系、要选择一种生产上可行的混交林类型,还需坚持定点、定位长期观测,它是研究混交林营造必不可少的基础工作,是混交林从试验研究到大面积在生产中予以推广不能省略的重要阶段,否则在生产中广泛营造混交林将是困难的。

混交林的生态效应比纯林显著,尤其是针阔叶混交林显得更为突出和重要,因为混交林对于水源涵养,保土固坡、改良土壤、水分平衡(增加土壤渗透率,减少地表径流)等,具有显著功能。在科学试验中,应深入研究,在实际工作中,应大力营造和推广混交林。

附录:本文应用的数理统计方法

$$1. \text{ 样本方差 } S^2 = \frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n}$$

$$\text{总体方差的估计值 } S'^2 = \frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n - 1}$$

2. 两个总体方差的齐性检验

$$F = \frac{S_1'^2}{S_2'^2}$$

当F值大于查F检验的临界值表的所得值 $F_{0.05} (f_1 = n_1 - 1, f_2 = n_2 - 1)$ 时,两方差有显著性差异,否则不作显著性差异。

3. 两平均数的差异显著性检验

(1) 两总体方差齐性时的检验公式

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{n_1 s_1'^2 + n_2 s_2'^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

按自由度 $f = n_1 + n_2 - 2$ 危险率 α ,查学生氏 t 分布的双侧分位数表得 t_α 值。

当 $|t| \geq t_\alpha$ 时,说明两总体方差有差异(本文以 $|t| \geq t_{0.05}$ 为显著性差异; $|t| \geq t_{0.01}$ 为极显著差异)

(2) 两总体方差不齐性时的检验公式

$$t' = \frac{\frac{s_1'^2}{n_1} \cdot t_1 + \frac{s_2'^2}{n_2} \cdot t_2}{\frac{s_1'^2}{n_1} + \frac{s_2'^2}{n_2}}$$

t_1 以 $f_1 = n_1 - 1$, t_2 以 $f_2 = n_2 - 1$,并以 $\alpha = 0.05$ 或 $\alpha = 0.01$ 分别查学生氏 t 分布的双侧分位数表所得的值。

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1'^2}{n_1} + \frac{s_2'^2}{n_2}}}$$

当 $|t| \geq t'$ 时,两平均数有显著性差异或极显著差异。

参 考 文 献

中央气象局 1979 地面气象观测规范。气象出版社。

N.J.罗森堡(何章起等译)1982 小气候—生物环境。第72—73页,气象出版社。

徐化成 1978 华北低山侧柏混交林生态学特性的研究。中国林业科学 14(8):25—27。

A PRELIMINARY STUDY ON MICROCLIMATE IN MIXED FOREST OF EUCALYPTUS TORELLIANA

Tan Sauman Huang Jilong

(Department of Forestry, South China Agricultural University)

We observed the microclimate in the three years mixed Forest of *Eucalyptus torelliana* + *Acacia curculaeformis* and the pure forest of *Eucalyptus torelliana* in August 1982. Comparing the microclimate in the mixed forest with that in the pure forest, it shows that surface average temperature and highest surface average temperature is 1.7°C and 6.7°C lower, the soil temperatures below the surface at 5,10,15 and 20 cm are 1.6°C,1.5°C,1.4°C and 1.4°C lower respectively, and the light intensity on the surface and above the surface 1.5m reduce 3.7 and 6.7 times. It is no remarkable difference in the relative humidity and evaporation capacity because the observation was carried out in the season of monsoon rain in Guangzhou.