

文章编号 :1000 - 2286(2003)05 - 0661 - 05

# 江西资溪县马头山自然保护区森林 小气候变化特征研究

肖金香<sup>1</sup>,方运霆<sup>2</sup>

(1. 江西农业大学 园林与艺术学院,江西 南昌 330045;2. 中国科学院 华南植物研究所鼎湖山森林生态系统定位研究站,广东 肇庆 526070)

**摘要:**根据江西资溪县马头山自然保护区核心区不同海拔高度森林小气候实测资料,分析了林内光照强度、温度、相对湿度和风的时空变化特征。研究结果表明:夏季林内光照强度上午弱、中午最强,下午比上午强;地温低,450 m 处白天平均地温 28.2 ,950 m 22.8 ,从 450 m~950 m 地表最高温度 < 35.0 ;中午 14 h 450 m 处气温为 30.8 ,950 m 处为 25.1 ;相对湿度早晚大,中午小,早晨接近饱和,中午低海拔 < 70%,高海拔在 70%~85%之间;在一天中午时风最大。随海拔高度升高,光照强度增强;气温降低,低海拔每百米气温递减率为 0.1~0.7 ,高海拔为 0.5~1.3 ;相对湿度较复杂,在不同层次有升、有降;风速随高度升高而增大,14 h 950 m 处的风速是 450 m 处的 2 倍,白天平均风速 950 m 处是 450 m 处的 6 倍。温凉荫湿的小气候环境为生物生长、繁殖提供了良好的条件。

**关键词:**马头山;森林小气候;江西资溪县

**中图分类号:**S162.3 **文献标识码:**A

## Studies on Variation Characteristics of Forest Microclimate in Matoushan Nature Reserve in Zixi County

XIAO Jin - xiang ,FANG Yun - ting

(1. College of Landscape Architecture and Art ,JAU ,Nanchang 330045 , China ; 2. Dinghushan Forest Ecosystem Research Station , South China Institute of Botany , the Chinese Academy of Sciences , Zhaoqing 526070 , China)

**Abstract :**According to the actually observed data of the forest microclimate at different altitudes in the core region of Matoushan Nature Reserve in Zixi County , the spatiotemporal variation characteristics of light intensity , temperature , relative moisture and wind within the forest were analyzed. The results showed as follows : In summer within the forest the light intensity was weak in the morning , was strongest at noon , was stronger in the afternoon than in the morning. The ground temperature was low. The average ground temperature in daytime , was 28.2 at 450m , 22.8 at 950m. The highest ground temperature from 450m to 950m was less than 35 . At 14:00 the temperature was 30.8 at 450m , 25.1 at 950m. The relative moisture was low at noon ; high in the morning and evening. It was nearly saturated at dawn , was less than 70 % and 70 % ~ 85 % at the low altitude and high altitude respectively at noon. The wind was strongest at noon in a day. When the altitude rose , the light intensity strengthened , temperature decreased. The lapse rate of temperature was 0.1 ~ 0.7 / 100m and 0.5 ~ 1.3 / 100m at the lower altitude and higher altitude separately. The relative moisture was relatively complex ; it varied

收稿日期:2003 - 04 - 28

基金项目:江西省资溪县马头山自然保护区综合考察课题(2001 年)

作者简介:肖金香(1952 - ) ,女,教授,主要从事农业气象学研究。

widely with different stratum. The wind speed was positively proportional to the altitude; at 950 m. It was twice that at 450 m at 14:00. The average wind speed in daytime at 950 m was six times that at 450 m. Creatures grow and propagate well in this warm, cool, shady and moist microclimate environment.

**Key words:** Matoushan; forest microclimate; Zixi County Jiangxi Province

森林是一个具有多种效益的自然综合体,它不仅有着众所周知的经济效益,而且还发挥着巨大的社会生态效益。森林能防风固沙、涵养水源、净化空气、吸尘去噪、保健延寿、冬暖夏凉、减免灾害。特别是在农业生产中,由于森林的综合保护作用,更为周边的农作物产量稳产高产提供有力的保障。在炎热盛夏高温季节,笔者深入到保护区作实地小气候观测记载。本文仅就森林小气候的特征作一研究分析,以揭示森林保护区范围内光、温、水、风的时空变化规律。

## 1 研究方法

### 1.1 选点

在自然保护区核心区内以 450 m 的高丘低山为起点,950 m 的高山为终点。每隔 100 m 在林内布一个测点。每个测点的周围环境基本相同。除 450 m 较平外,其它测点均设在同一个坡位上。

### 1.2 观测项目

观测项目有地温、气温、光照、相对湿度、风速。每个测点设 4 个垂直高度:即离地 20 cm、50 cm、100 cm、150 cm。气温表安装在一根 1.7 m 长的插杆有保护装置的护罩内。光照强度用日本进口的照度计测定;风速用三杯轻便风向风速仪测定;地表温度用地面普通温度表测定;土壤温度用曲管地温表测定;气温和相对湿度用干湿球温度表测定。

### 1.3 观测方法

选择晴天(7月18~20日)06:00~18:00,每隔2h观测一次,连续3d。各时段的气象要素值均取3d平均。

## 2 结果与分析

### 2.1 林内太阳辐射和光照<sup>[1]</sup>

森林中,林冠对太阳辐射起着吸收、反射和过滤的作用,从而使林内的太阳辐射状况发生显著改变,光照强度减弱。由于组成森林的树种、结构以及季节的不同,林冠反射、吸收、透射的光分配比例也不相同。例如,在针阔混交林群落,上层林冠层吸收的光约占79%,反射的光占10%,射入林内下层的光约为11%。到达林内的光一部分是经过林冠枝叶间空隙射到林内的直接辐射,另一部分是透过林冠枝叶的散射辐射,而林内得到太阳辐射大多为散射辐射。这样就大大削弱了林内光照强度。林内光照强度用相对光强表示,其定义为, $R = I / I_0 \times 100\%$ 。式中  $I$  为林内某一垂直高度测得的光强, $I_0$  为自然光强。从表1计算结果得知,不同海拔高度的各垂直高度光强是上午弱,中午14:00最强,下午比上午的光要强。随海拔高度增高,光照基本增强。

### 2.2 温度变化特征

**2.2.1 林内温度变化特征** 林冠对林内温度影响较为复杂,一方面林冠层阻挡了太阳辐射射入林内,另一方面又阻挡了林内长波辐射的热失散,从而使林内白天和夏季的气温低于林外,夜间和冬天则相反。因而林内气温日温差较小,林冠层起着缓和林内气温变化的作用称林冠正作用。另一方面,林冠层的存在使林内外的湍流或平流热交换有所减弱,白天林内增热的空气不易散逸,夜间林内冷却的空气又不易散走,从而使林内气温的变化趋于极端。通常把这种作用称林冠的负作用。在马头山自然保护区由于森林覆盖率高,郁闭度大,正作用大于负作用。

**2.2.2 地温日变化** 从表2资料反映出,除750m各时段温度比其它测点偏高外,其它任一海拔高度的地温在一天中均呈“正弦波”变化。上午随着时间增加地温升高,下午随着时间增加地温下降,最高值出现在14:00。由于林冠的作用,林内直接辐射很弱,地表热量积蓄少,地温低,从海拔450m到950m,白昼平均地温为22.8~28.2。450m处中午最高也只是34.8,同裸地比,减弱一倍多。夏天裸地地表温度可达60多度。可见林内冬暖夏凉的作用十分显著。

**2.2.3 地温随高度的变化** 除 750 m 10:00~14:00 外,全天各时段的地温均随海拔高度增高而下降。中午 14:00 450 m 处为 34.8, 950 m 处仅 24.4, 相差 10.4。相当于每上升 100 m 降低 2.0 的递减率。各海拔高度没有出现过 35.0 的温度。十分有利林木根系发育和微生物活动。

**2.2.4 气温的日变化** 由于林内降低了风速,削弱了空气热量上下层交换作用,夏天表现在降温效应上。又由于夏季森林蒸腾消耗大量的热能,使温度低于旷野。中午当林外气温为 39.0 时,450 m 处林内气温为 30.8,随着海拔高度升高,气温降低,到 950 m 处,只有 25.1。上午随时间增加,林内各高度气温均在升高,但都在 29.0 以下;14:00 达最大,但不超过 31.0;下午随时间增加气温降低,各层降至 23.0~26.0 之间。温凉舒适小气候有利保护区的植物生长,动物栖息越夏。

表1 不同海拔高度相对光强随时间变化

海拔 / m	垂直高度 / cm	相对光强							平均
		06:00	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	
450	20	52	30	33	38	92	85	85	59
	50	55	83	27	39	92	85	58	63
	100	58	39	60	82	93	87	60	68
	150	72	69	76	88	95	92	72	81
550	20	42	55	73	75	96	84	66	70
	50	60	69	77	79	86	75	68	73
	100	77	80	87	87	89	87	81	84
	150	82	89	91	94	93	91	89	90
650	20	31	32	34	47	54	36	11	35
	50	35	36	44	49	56	47	26	42
	100	40	49	50	61	63	56	29	50
	150	53	57	60	71	74	67	43	61
750	20	13	23	23	30	47	8	3	21
	50	16	24	49	32	47	6	11	26
	100	20	22	22	44	44	13	10	25
	150	4	19	46	79	46	10	6	30
850	20	43	58	78	79	92	70	20	63
	50	36	50	77	80	91	75	73	69
	100	76	78	80	88	91	72	73	80
	150	76	77	78	85	91	75	74	79
950	20	90	91	94	97	97	92	58	88
	50	85	90	90	93	94	95	91	91
	100	84	89	93	90	97	96	97	92
	150	83	86	90	92	95	94	90	90

表2 不同海拔高度不同时间地温变化

海拔 / m	地温/							平均
	06:00	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	
450	22.6	24.2	27.4	30.3	34.8	31.9	26.4	28.2
550	22.4	23.3	24.7	26.4	26.6	27.1	25.1	25.1
650	22.6	24.0	26.2	26.4	26.5	25.7	24.5	25.1
750	22.7	24.0	30.5	32.2	33.5	27.1	25.0	27.9
850	21.6	22.0	22.8	24.1	25.6	24.2	22.9	23.3
950	21.1	21.6	23.0	24.0	24.4	23.8	21.8	22.8

**2.2.5 气温的垂直变化** 通过表3分析,海拔 550 m 林内垂直高度 150 cm 处、海拔 850 m 林内垂直高度 100 cm 处和海拔 950 m 林内垂直高度 50 cm 处存在逆温。其它各海拔高度各垂直高度各时段的白昼平均温度随海拔升高而递减。低海拔每百米递减率小,0.1~0.7;高海拔递减率大,0.5~1.3。

表3 不同海拔高度不同时间各垂直高度气温分布

海拔 / m	垂直高度 / cm	06:00	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	白昼 平均	平均 递增
450	20	22.1	24.0	27.8	29.5	30.8	27.3	25.4	26.7	
	50	22.1	24.0	27.5	29.3	30.7	27.4	25.4	26.6	
	100	22.0	24.0	27.3	28.9	30.6	27.0	25.5	26.5	
	150	22.1	24.1	26.9	28.3	30.5	27.5	25.5	26.8	
550	20	22.8	24.6	26.0	27.3	30.1	28.7	25.9	26.1	0.6
	50	22.2	23.9	25.5	26.9	29.6	28.1	25.3	25.9	0.7
	100	22.2	23.8	25.6	27.0	29.4	28.3	25.3	25.9	0.6
	150	22.6	24.3	26.1	27.5	29.7	29.0	25.8	26.4	0.4
650	20	22.8	23.8	26.3	26.4	28.4	26.3	25.4	25.6	0.5
	50	23.0	24.1	26.7	26.7	28.4	26.4	25.8	25.9	0.0
	100	23.0	24.5	26.6	26.6	28.2	26.4	26.0	25.9	0.0
	150	22.9	24.2	26.6	26.7	28.2	26.5	26.1	25.9	0.5
750	20	22.3	23.5	26.2	27.5	29.6	25.3	24.2	25.5	0.1
	50	22.5	23.8	26.6	27.5	29.1	25.4	24.3	25.6	0.3
	100	22.3	23.7	26.2	27.0	28.4	25.2	24.3	25.3	0.6
	150	22.4	23.6	24.4	26.9	28.4	25.2	24.4	25.0	0.0
850	20	21.7	22.5	24.3	25.3	27.1	24.8	23.6	24.2	1.3
	50	22.0	22.9	24.5	25.5	27.3	25.1	23.8	24.4	1.2
	100	22.0	23.9	24.5	25.6	27.2	25.2	24.2	24.6	0.7
	150	21.7	22.8	24.5	25.4	26.8	25.1	23.8	24.3	0.7
950	20	20.9	21.8	23.1	24.4	25.4	23.9	22.9	23.2	1.0
	50	21.5	22.4	24.6	25.0	25.7	24.7	23.6	23.9	0.5
	100	21.0	22.0	24.2	24.3	25.6	24.5	23.4	23.6	1.0
	150	21.1	21.6	24.2	24.3	25.1	24.6	23.5	23.7	0.6

## 2.3 相对湿度变化规律

**2.3.1 林内相对湿度变化特征** 林冠对林内相对湿度的影响也有正、负两方面的作用。一方面由于林内风小,与林外湍流交换弱,加上林冠的阻挡,使林内潮湿空气不易散失,从而使林内垂直空气湿度增大,这是林冠的正作用。另一方面,由于林冠阻挡,使林内获得的降水量减少,且由于林冠挡光作用,林地土表湿度低,土壤水分蒸发速度慢,从而使林内空气湿度减小,这是林冠的负作用。通常林冠的正作用大于负作用。不管疏林还是密林相对湿度林内比林外高。

**2.3.2 相对湿度的日变化** 夏天,林内蒸发量大,空气水汽含量多。早晚相对湿度大,中午相对湿度小,呈“两高一低”型。尤其是早晨 06:00,空气湿度已接近饱和,中午相对湿度低,450~750 m 各层在 70%以下,850~950 m 在 70%~85%之间,见表 4。

**2.3.3 相对湿度垂直变化** 早晨 08:00 林内各高度相对湿度都很高。尤其是低海拔和高海拔近地气层更明显。08:00 后,太阳照射在林冠上,林内空气逐渐变干,相对湿度开始减小,14:00 各层相对湿度最低。午后,林内温度降低,相对湿度增大。在离地 20 cm 处,随着海拔高度升高相对湿度增大;在海拔 450~550 m 离地 50~100 cm 处,随海拔升高相对湿度增大;在海拔 650~950 m,随海拔高度升高相对湿度减小,在离地 150 cm 处,相对湿度随海拔增高先减后增。林内湿度垂直变化比较复杂,见表 4。

## 2.4 林内风的变化特征

当风吹向森林时,大约在森林向风面 5 倍树高的地方,风速开始减弱。其中一部分气流穿过森林间隙进入林内,由于树干和枝叶的阻挡摩擦、摇摆等作用,迫使气流松散、动能消耗而使风速减弱。

**2.4.1 林内风速日变化** 在一天中早晚地面热力对流弱,风速小,中午热力对流加强,风速大,各层最大值出现在中午 14:00。午后乱流交换减弱,风速减小。林内风速减弱的程度与树林密度和郁闭度有关。例如,稀的阔叶林内,夏季林内风速为空旷地的 20%~40%;而稠密的阔叶林,夏季仅为 10%~20%。林内风速大小还与测风点到林缘的距离有关。距林缘越远风越小。

表4 不同海拔高度不同时间各垂直高度相对湿度分布

海拔 / m	垂直高度 / cm	相对湿度/ %							白昼 平均
		06:00	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	
450	20	99	99	82	95	69	85	95	72
	50	98	97	82	76	67	85	93	85
	100	100	98	80	78	67	84	95	86
	150	100	98	83	80	68	89	95	87
550	20	95	92	87	83	70	78	88	85
	50	99	98	91	85	69	82	94	87
	100	100	99	91	84	68	80	95	87
	150	96	94	88	78	69	77	90	85
650	20	95	94	84	86	73	83	86	86
	50	94	92	81	89	71	81	82	84
	100	95	88	80	81	71	82	81	85
	150	84	91	78	80	70	80	79	82
750	20	95	92	83	80	71	90	91	86
	50	94	91	81	76	70	88	91	85
	100	95	89	80	77	71	87	89	84
	150	94	88	88	76	69	85	88	84
850	20	98	94	84	82	77	89	90	88
	50	95	89	80	79	70	86	94	85
	100	96	91	81	79	70	84	88	90
	150	97	90	80	78	72	83	90	84
950	20	98	96	81	91	84	89	96	90
	50	96	94	82	85	85	88	90	89
	100	97	93	83	84	76	84	89	87
	150	98	97	84	85	76	84	89	88

2.4.2 林内风速随高度的分布 随海拔高度的增高,风速增大。在一天中午时风最强。14:00 950 m 的风速是 450 m 处的两倍,白昼平均风速是 450 m 的 6 倍,见表 5。

表5 不同海拔高度不同时间风速的变化(100 cm 处)

海拔/ m	风 速/ m · s <sup>-1</sup>							平均
	06:00	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	
450	0.03	0.06	0.1	0.1	0.6	0.1	0.0	0.14
550	0.0	0.4	0.4	0.5	0.5	0.3	0.0	0.3
650	0.26	0.67	0.67	0.5	0.7	0.3	0.2	0.47
750	0.26	0.3	0.43	0.6	0.7	1.4	0.2	0.56
850	0.4	0.23	0.7	0.5	0.73	0.7	0.5	0.54
950	0.5	0.9	1.1	1.1	1.5	0.6	0.4	0.87

### 3 结 论

(1) 随海拔高度增高,光照增强,且下午光强于上午光。

(2) 林内同林外比,夏天日平均气温低 8.0~9.0。随着海拔升高气温递减。但海拔 550 m、850 m 和 950 m 处离地 1.5 m 高处存在逆温。

(3) 林内湿度大。尤其早晚接近饱和。

(4) 林内风速小。但随海拔高度升高,风速增大。白昼的平均风速山顶是山下的 6 倍。自然保护区内夏季舒适凉爽湿润、冬季暖干少冻的优越小气候环境孕育了丰富的动植物资源。

致谢:林学 98 级 罗剑军、刘爱兵和林学 99 级 章忠珍、刘天平、徐大勇、谢贤忠、叶洪升、潘木根、丁幸福参加了小气候观测记载,在此表示感谢。

#### 参考文献:

[1] 肖金香主编. 农业气象学[M]. 南昌:江西高校出版社,2000,302~305.