

文章编号: 100F-1498(2002)06-0693-07

# 大岗山森林生态站区气象要素分析

王 兵, 崔向慧, 李海静, 白秀兰

(中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所, 北京 100091)

**摘要:** 采用林外对照区与不同林型小气候定位观测的实验方法, 以大岗山森林生态站 2001—2002 年气象观测数据为基础, 从太阳辐射、大气温度、大气湿度、土壤温度、降水量、蒸发量、风速和风向等因子对大岗山森林生态站区林内与林外对照区气象要素值进行对比分析。结果表明: (1) 大气下垫面的性质是影响气象要素变化的重要因子, 林内气温、湿度变幅小, 且基本处于静风状态; 无林地气温、湿度日较差、年较差大, 蒸发量相对增加, 平均风速增大。(2) 林分类型、郁闭度不同对气象要素的变化也有很大影响。

**关键词:** 大岗山; 森林小气候; 气象要素; 杉木; 针阔混交林; 常绿阔叶林

中图分类号: S718.51<sup>+</sup>2

文献标识码: A

气象要素分析是森林生态系统定位研究的主要内容之一, 对揭示和发现森林小气候的动态变化规律具有重要意义, 气象要素影响森林生态系统的结构和功能, 从而影响整个生态系统的平衡。

本文通过定位研究大岗山不同林型林内与林外对照区气象要素的动态变化, 对该地区气象要素进行了完整的分析、总结, 揭示森林的生态功能, 估价森林的环境效益, 为合理经营利用森林资源和维护大岗山森林生态系统的健康稳定提供一定的理论依据<sup>[1]</sup>。

## 1 研究地区概况

研究样地位于大岗山森林生态定位站实验区范围, 114°30′—114°45′ E, 27°30′—27°50′ N。江西大岗山属罗霄山脉北端的武功山支脉, 主要山脊线呈南北走向, 地势西高东低, 地形起伏较大, 相对高差达 1 000 m, 最高峰海拔 1 091.8 m。

该地区气候属亚热带季风湿润类型。太阳总辐射年平均为 486.9 kJ·cm<sup>-2</sup>。年平均气温在 15.8—17.7 °C, 1 月平均最低温度为 2.1 °C, 日最低气温为 -5.0 °C, 7 月份平均最高温度为 26.5 °C, 日最高温度为 39.0 °C。年平均降水量为 1 591 mm, 降水主要集中在 4—6 月, 年平均蒸发量为 1 503 mm。

本区属地带性低山丘陵红壤、黄壤类型及其亚类的分布区, 随地形变化, 形成不太明显的垂直地带谱, 即由低海拔至高海拔, 依次为红壤、黄红壤、红黄壤、黄壤、黄棕壤。黄壤分布最广, 分布海拔为 300—700 m, 土质疏松、肥沃湿润、腐殖质层较厚; 红壤多分布于海拔 200 m 以下的低山丘陵, 土质深厚粘重, 土壤侵蚀严重, 表土腐殖质含量较低。

收稿日期: 2002-07-04

基金项目: 国家基础性研究项目“大岗山国家级森林生态系统定位研究”(2001—2005 年) 内容之一

作者简介: 王兵(1965), 男, 辽宁西丰人, 副研究员, 在职博士生。

天然常绿阔叶林是中亚热带的地带性植被,也是本地区天然林演替系列的顶级群落。但由于长期严重的人为干扰,地带性植被已破坏殆尽,现在的各种植被类型主要有天然次生常绿阔叶林、落叶阔叶林、各类针阔混交林、毛竹(*Phyllostachys edulis* (Carr.) Ledaie.)林以及大面积杉木(*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.)人工林。植被的垂直分布特点不很明显,天然常绿阔叶林主要分布在海拔600 m以下,针阔混交林和杉木人工林主要分布在海拔800 m以下<sup>[2]</sup>。

## 2 观测区自然状况与研究方法

### 2.1 观测区自然状况

2.1.1 林内观测区 在观测区中常绿阔叶林、针阔混交林、纯杉木林是大岗山地区具有代表性的林型。选择立地条件比较一致的不同林型样地3块作为林内观测区,自然条件见表1。

表1 观测区自然状况

林地类型	树种	面积 (m <sup>2</sup> )	地形		林分特征			
			坡向	坡度/(°)	年龄/a	树高/m	胸径/cm	郁闭度
针叶林	杉木林	20×20	东南	30	21	18 19	16	0.60
针阔混交林	杉木+ 鹅掌楸+ 木荷	30×20	东北	25	10	15 16	11 13	0.75
常绿阔叶林	丝栗栲+ 苦槠+ 甜槠	20×30	东南	22	25 30	16 17	18 25	0.85

注: 鹅掌楸(*Liriodendron chinense*(Hansl.) Sarg.), 木荷(*Schima superba* Gardn. et Champ.), 丝栗栲(*Castanopsis fargesii* Franch.), 苦槠(*Castanopsis sclerophylla* (Lindl.) Schott.), 甜槠(*Castanopsis eyeri* (Champ. ex Benth.) Tutch.)。

2.1.2 林外对照观测区 选择在大岗山森林生态站常规标准气象场。海拔300 m, 距离纯杉木林样地约500 m; 距针阔混交林样地约900 m; 距离常绿阔叶林样地约1500 m。

### 2.2 实验方法

在3块不同林型林内观测区, 林外观测对照区内, 利用DFY2型短波总辐射表、DI-930F四位半的毫伏表、DFY5型净全辐射表、通风干湿表、周记气压计、周记湿度计、周记温度计、曲管地温表、最高最低温度计、普通温度计、CR2型雨量仪、三杯轻便风向风速表等气象仪器进行观测。各种气象仪器的布置和观测均按中央气象局编定的《地面气象观测规范》<sup>[3]</sup>的要求进行。因考虑到可操作性, 通风干湿表、曲管地温表、普通温度计、三杯轻便风向风速表实行每日观测2次, 10:00和16:00; DFY2型短波总辐射表、DI-930F四位半的毫伏表、DFY5型净全辐射表实行每日观测1次14:00; 周记气压计、周记湿度计、周记温度计每周进行观测整理数据; CR2型雨量仪每15d进行数据采集分析。林外观测对照区作为标准样地每日进行观测, 其资料统计根据《地面气象观测规范》<sup>[3]</sup>的原则进行。

林外对照区各种气象要素值的观测从2001年8月至2002年7月; 林内太阳辐射、气温、湿度、土壤温度、风速、风向的观测在2002年7月; 林内穿透雨量的观测从2001年8月至2002年7月。

### 2.3 分析方法

2.3.1 采用林内外小气候特征的对比分析方法 用同期林外气象要素与林内气象要素的差值, 即: 气象要素差值= 林外气象要素值- 林内气象要素值分析林内外小气候特征的差异。此方法可用来分析大气温度、湿度、土壤温度等气象要素<sup>[4]</sup>。

2.3.2 利用林内外比值关系进行数据分析方法 用同期林内气象要素与林外气象要素的比

值,即:气象要素比值=林内气象要素值/林外气象要素值×100% 分析林内小气候特征的差异。此方法可用来分析太阳辐射、降水量、蒸发量等气象要素。

### 3 结果与分析

#### 3.1 太阳辐射

在样地中测定辐射平衡各分量,并对林内外地表辐射平衡进行比较(见表2)。从表2可以看出:由于林内枝叶密集,阻挡太阳辐射进入,辐射平衡各分量的数值与林外相差很大。应该指出,这种相对数值还可能依据林冠枝叶密集程度的不同、测定季节、时间的不同而发生较大幅度的变化,林内外辐射强度的差异与林冠结构有关,在很大程度上取决于郁闭度<sup>[5]</sup>。

表2 7月林内与林外对照区地表辐射平衡各分量比较

项目	总辐射	直接辐射	反射辐射	长波辐射	有效辐射
林内观测区/(kJ·m <sup>-2</sup> ·月 <sup>-1</sup> )	12.6	6.8	8.3	2.1	3.0
林外对照区/(kJ·m <sup>-2</sup> ·月 <sup>-1</sup> )	68.7	43.2	38.4	21.6	16.9
林内占林外对照区百分率/%	18.3	15.8	21.5	9.8	17.6

#### 3.2 大气温度

3.2.1 林外对照观测区气温动态变化规律 气温与日照时数、太阳总辐射密切相关。以大岗山森林生态站2001—2002年的气象观测资料为基础,进行月平均气温、月平均最高气温、月平均最低气温动态变化的研究(见图1)。该地区的年平均气温为16.1℃,1月平均最低温度为2.1℃,日最低气温为-5.0℃,7月份平均最高温度为26.5℃,日最高温度为39.0℃。气温年较差为24.4℃。由图1可知,该地区气温变幅较小,有利于植物的生长以及生物多样性的保持。

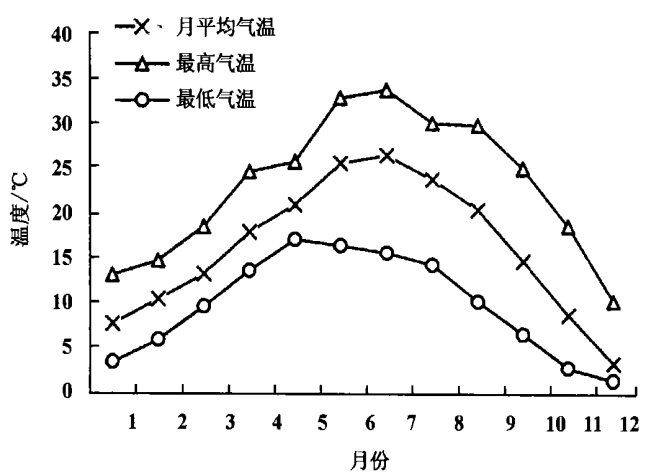


图1 林外气温年变化曲线

3.2.2 林内外气温对比分析 在3块不同林型样地中进行森林小气候气温观测,并与林外对照观测样地气温进行差值比较(见表3)。从表3中可以看出林内3块样地的日平均气温、最低气温、最高气温均低于林外,日较差小于林外这是因为林冠的存在减少了到达林内的太阳辐射和长波辐射。

表3 林内外气温差值比较 (林外气温-林内气温) °C

森林类型	日平均气温	最高气温	最低气温	日较差
针叶林	1.1	3.3	-0.5	3.8
针阔混交林	1.6	4.2	-0.7	4.9
常绿阔叶林	2.1	5.2	-1.1	6.3

当射入的太阳辐射占优势时,即净辐射为正值时,林冠有减小净辐射的效应;当长波辐射占优势时,即净辐射为负值时林冠有增大净辐射的效应。这就使林内白天和夏季温度(包括气温和地温)比林外对照观测区温度低,不致太热;夜

间和冬季温度比林外对照观测气温高,不致太冷<sup>[6]</sup>。

由表3可知,常绿阔叶林林内气温与林外变幅较大,针阔混交林次之,变幅最小的是纯杉木针叶林。由此可见:随林分郁闭度的增大,进入林内的太阳辐射量的减少,同层气温逐渐降低。由于进入林内的太阳辐射量少,气温比林外空旷地低,但当空旷地气温较低时,林内的气温反而较高。1d中林内气温的变化幅度比对照区温度缓和,且林分郁闭度越高温度变化幅度越小。

### 3.3 大气湿度

3.3.1 相对湿度 3块不同林型样地的平均相对湿度与林外对照区进行对比分析(见图2)。可知林内的相对湿度大于林外,在3块样地中郁闭度较高的常绿阔叶林的空气相对湿度要远高于林外对照区样地,因为林内树木枝叶繁茂,根系发达,可以吸取深层土壤水分供林木蒸腾消耗,同时林冠可以阻挡林内外空气交换,林内水汽不易向外扩散,致使林区特别是近地层空气中的湿度较大。由图3可知,夜晚的湿度普遍比白昼高。林分中,随高度的升高而湿度下降,即近地面处湿度最高,且郁闭度越大,湿度越大。

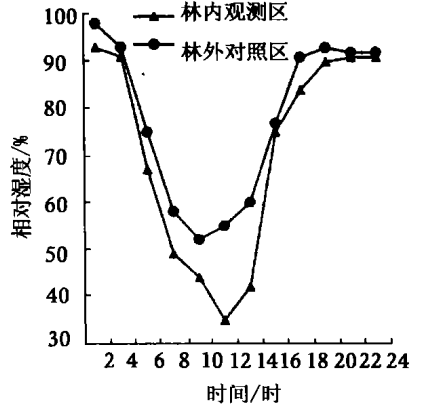


图2 林内外相对湿度对比曲线

3.3.2 水汽压与温度关系特征 从图2可以看出,在7月份平均温度达到最高时相对湿度为最低值,随温度的降低相对湿度急剧增加。因此可以认为湿度与温度有关系。通过水汽压与温度的拟合,效果非常显著,相关系数平方  $R^2 = 0.9386$ ,样本数为20个。两者关系可用指数曲线来表示(见图3)。

$$y = 7.1896e^{0.0583x}$$

式中,  $y$  为水汽压(mPa),  $x$  为温度( $^{\circ}C$ )。

指数曲线说明:温度较低时,随温度的升高水汽压变化不大。温度较高时,随温度的升高水汽压呈几何级数增大。

### 3.4 土壤温度

通过在不同林型样地和林外对照区样地进行地温日观测,并利用2002年7月份观测结果进行差值比较(见表3)。观测结果表明:

(1) 地面温度变化规律:林内地表最低温度高于林外,林内地表最高温度和平均温度低于对照区,最大差值达到10-15 $^{\circ}C$ ,其原因为林冠层和凋落物的阻隔作用,在夜间不易使林地土温降低,而在白天不易使土温升高,7月份白天的太阳辐射量大,导致林外地表升温快,由于太阳辐射透过林冠层到达地面的辐射量很少,因此林内地表温度相对较低。

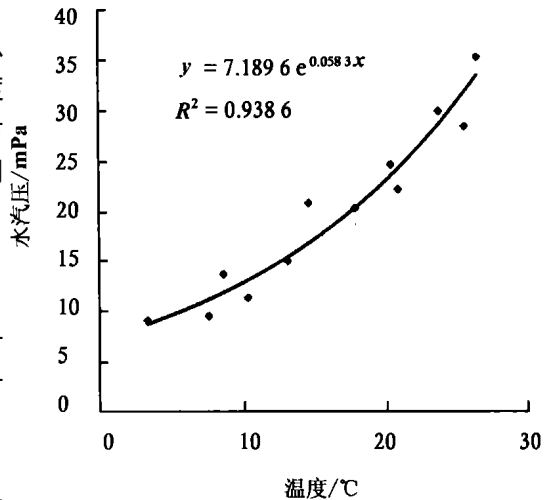


图3 7月平均温度和水汽压关系图

表4 林内外日平均土壤温度差值比较(林外温度-林内温度)

	地表最高温度	地表最低温度	0 cm	5 cm	10 cm	15 cm	20 cm
针叶林	14.2	-0.1	9.5	8.1	6.4	6.2	5.3
针阔混交林	15.5	-0.3	11.8	9.1	6.9	6.2	5.2
常绿阔叶林	15.2	-0.3	10.9	8.9	6.8	6.3	5.2

(2) 土温垂直变化规律: 林内与林外对照区地表气温差值最大, 随深度的增加差值逐渐减少。这种现象说明: 林冠的存在极大减弱了到达林内的太阳辐射量, 由于观测在7月进行, 此时的太阳辐射量最大, 因此林内与对照区地温差值较大, 土壤15 cm以下林木对土壤温度基本没有影响。此外与观测区所处的地形状况、郁闭度、树种等因素都有关。

由表4可知: 随林分郁闭度的增大, 林地所得到的热量逐渐减少, 相同层次的土壤温度亦下降。夜晚因地表的反辐射使其表层温度较低, 夜间郁闭度较低的林分比高郁闭度林分易散失热量。在郁闭度较小的林分中日均温表层稍低, 可能是由于其白昼接受的热量较少(与空旷地相比)而夜晚散热较快(与高郁闭度林分相比)而造成的。全天最高温出现的时间林内比林外滞后, 最低温出现的时间相同。高温时, 林分郁闭度越大, 相同时间、同层土温越低; 低温时, 林分郁闭度越大, 表层的温度越高<sup>[7]</sup>。

### 3.5 降水量与蒸发量

3.5.1 降水量动态变化规律 根据2001—2002年大岗山森林生态站气象要素观测数据进行林外降水量与林内穿透量进行对比分析(见图4)。林外年平均降水量为1423.5 mm, 降水主要集中在4—8月, 占全年降水量的67%, 最大日降水量为79.6 mm。从图4可以看出林内年平均降水量为1215.6 mm, 低于林外, 这说明树冠截留对降水有影响, 但截留率不是一个常数, 截留量随降水量的增加

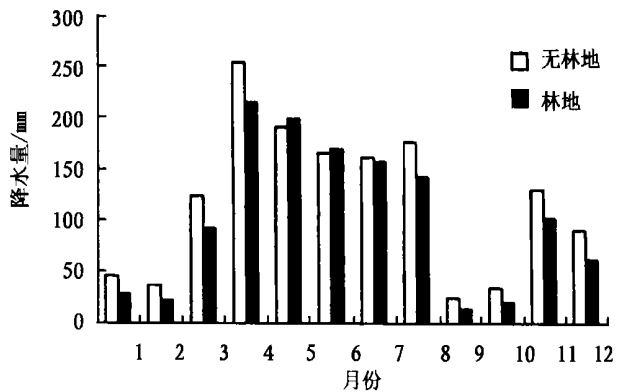


图4 林内外年降水量动态变化直方图

逐渐减少。这是由于最初到达林冠的降水先打湿枝叶表面, 透过林冠到达林内的降水很少。当降水量足够多时, 林冠充分润湿, 才有较多的水分透过林冠到达林下地面<sup>[8]</sup>。

从图4可以看出, 5、6月林内的穿透降水多于林外。这是因为林内具有低温高湿的气候特征, 水汽凝结过程和雾形成过程, 有利于形成水平降水<sup>[9]</sup>。

3.5.2 年蒸发量动态变化 根据2001—2002年大岗山生态站气象观测记录表绘制出年蒸发量直方图(见图5), 从中看出, 蒸发量与风速、气温密切相关, 该地区气温和风速较低, 因此蒸发量较小, 其全年蒸发量为1114.4 mm。从各月蒸发量分布来看, 温度最高的6、7月份蒸发量最大, 冬季气温较低蒸发量较小, 根据短期观测可以看出常绿阔叶林林内蒸发量> 针阔混交林> 针叶林。

### 3.6 风速和风向

林外对照观测区平均风速为 $1.2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , 静风和东风、东北风的频率最大, 冬季风速大于夏

季,中午风速大于晚上,晚上大于早上,最大风速达  $7.2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ,而林内常处于静风状态。从风向来看,全年以东风、东北风的频率最大,而沟的走向多为西北向,即风常从沟谷吹向山顶,说明林地地形条件对风的影响较其他因素更为重要。

#### 4 结论

(1) 大岗山地区,夏季射入的太阳辐射量占优势,冬季射出的长波辐射量占优势,因此林冠的存在降低了

日平均温度和年平均温度。由于常绿阔叶林郁闭度较大导致湿度较大,因此接受辐射的量减少,升温慢,所以在3块样地中的温度最低。其次为针阔混交林,针叶林中温度较高。这种现象也与林内观测场所处的小地形以及观测时的天气状况有关,由于观测时间较短所以有待进一步的分析<sup>[9]</sup>。

(2) 在林内与林外对照区相对湿度的日变化中,夜间差值不大是因为林内与林外对照区空气中的水汽压都近于饱和,中午有所减小,午后随林内外温度差值达到最大,相对湿度差值也达到最大,日落之后差值逐渐减小。经观测针阔混交林中的相对湿度 > 常绿阔叶林 > 针叶林,说明林内相对湿度增大的效应与林分郁闭度有关。因为郁闭度大的林分,林内温度较低,且蒸发力弱,造成林内相对湿度增大的效应不明显<sup>[10]</sup>。

(3) 该地区林内蒸发量与林地郁闭度、树木年龄、树种等因素有关,随郁闭度的增大蒸发量增加;在树木生长发育的过程中,林内最大的蒸发量出现在树木生长旺盛阶段,最小蒸发量则出现在林分衰退阶段;纯杉木针叶树的蒸发量 < 常绿阔叶树<sup>[11]</sup>。

#### 参考文献:

- [1] 贺庆棠. 中国森林气象学[M]. 北京:中国林业出版社, 2001
- [2] 蒋有绪. 中国森林生态系统结构与功能规律研究[M]. 北京:中国林业出版社, 1996
- [3] 中央气象局. 地面气象观测规范[M]. 北京:气象出版社, 1983
- [4] 林业部科技司. 森林生态系统定位研究方法[M]. 北京:中国科学技术出版社, 1994
- [5] 陆鼎焯. 气象学与林业气象学[M]. 北京:中国林业出版社, 1994
- [6] 林业部科技司. 中国森林生态系统定位研究[M]. 哈尔滨:东北林业大学出版社, 1994
- [7] 贺庆棠. 气象学[M]. 北京:中国林业出版社, 1986
- [8] 王正非, 朱廷曜, 朱劲伟, 等. 森林气象学[M]. 北京:中国林业出版社, 1985
- [9] 中国科学院鼎湖山森林生态系统定位研究站, 鼎湖山国家级自然保护区管理处. 热带亚热带森林生态系统研究[M]. 北京:气象出版社, 1998
- [10] 王兵, 崔相慧, 白秀兰, 等. 大岗山人工针阔混交林与常绿阔叶林水文动态变化研究[J]. 林业科学研究, 2000, 15(1): 13
- [11] 刘世荣, 王兵, 温远光, 等. 中国森林生态系统水文生态功能规律[M]. 北京:中国林业出版社, 1996

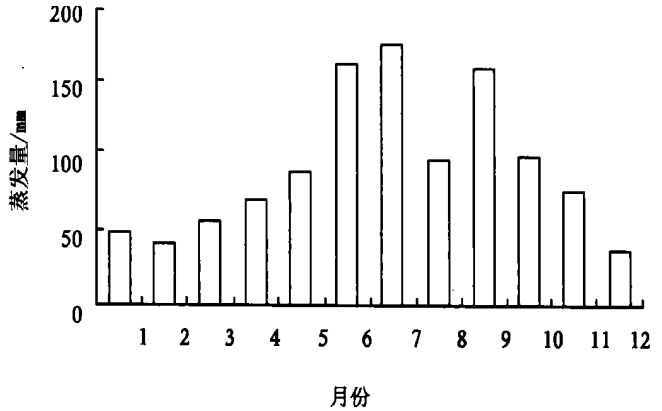


图5 林外年蒸发量直方图

## Analysis of Regional Meteorological Factors for Dagangshan Forest Ecosystem Research Station

WANG Bing, CUI Xiang-hui, LI Hai-jing, BAI Xiu-lan

(Research Institute of Forest Ecology, Environment and Protection, CAF, Beijing 100091, China)

**Abstract:** With the experimental ways of locating observation of the microclimate out of the different forest, based on the observation data of Dagangshan Forest Ecosystem Research Station from 2001 to 2002, this paper applies solar radiation, sunlight hours, air temperature, air humidity, soil temperature, rainfall, evaporation, wind speed, wind direction etc. to analyze the meteorological factors in and out of the forest of the station.

The results show : ( 1) the characteristic of ground is the key factor, which influences on the meteorological change; the variation of temperature and humidity is little and approximates static breeze status in the forest; the temperature of barren land, the daily variation of humidity and the annual variation of humidity are higher; evaporation increases; average wind speed increases. ( 2) different forest types and coverage affect on the meteorological factors deeply.

**Key words:** Da Gang Mountain; forest microclimate; meteorological factor; *Cunninghamia lanceolata*; mixed coniferous and broadleaf stands; evergreen broadleaved forest