

热带森林不同生长时期的小气候特征*

张一平¹, 刘玉洪¹, 马友鑫¹, 王进欣², 窦军霞¹, 郭萍¹

(1. 中国科学院西双版纳热带植物园, 云南 昆明 650223; 2. 徐州师范大学, 江苏 徐州 221009)

摘要: 利用西双版纳热带森林生长循环过程不同时期(林窗期、建群期、成熟期)干热季小气候观测资料, 探讨了热带森林不同时期森林群落的小气候特征。结果表明, 在干热季, 不同森林群落的小气候与旷地存在显著差异, 森林具有显著的降温增湿效应。由于不同生长时期森林的生物群落结构不同以及郁闭度和热力性质等的差异, 导致不同森林群落的降温增湿作用不尽相同, 各小气候要素随时间变化状况也存在差异, 这将对不同生长时期森林群落的植物生长、发育等产生影响。

关键词: 热带森林; 森林生长循环过程; 小气候

中图分类号: S718 文献标识码: A 文章编号: 1000-2006(2002)01-0083-05

A Preliminary Study on Microclimate in the Process of the Different Growth Phases of Tropical Forest

ZHANG Yiping¹, LIU Yuhong¹, MA Youxin¹, WANG Jinxin², DOU Junxia¹, GUO Ping¹

(1. Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, CAS, Kunming 650223, China;

2. Xuzhou Normal University, Xuzhou 221009, China)

Abstract: In dry-hot season, microclimatic measurements were conducted in the process of the different growth phases (gap phase, building phase and mature phase) of tropical forest in Xishuangbanna. The microclimatic characteristics of different growth phases of tropical forest were discussed in this paper. The results indicated that in dry-hot season, there was a distinct microclimatic difference between forest in different growth phases and open field. There had a significant effect on reducing air temperature and improving moisture in the interior forest. Due to the differences of community structure, canopy density and thermal character in different growth phases of tropical forest, the effect of reducing air temperature and improving moisture was different and state of microclimatic factors was also different with temporal variation, which would influence on growth and development of vegetation in different growth phases of forest. This study presents a research basis for discussing mechanism of regeneration, biodiversity of forest community and improving the utilization ratio of all kinds of environmental factors by forest.

Key words: Tropical forest; Process of growth phase of forest; Microclimate

小气候是生物生长发育最重要的环境因子, 不同的植物群落形成不同的小气候环境, 而各异的小气候生境又构成了不同的生物群落。所以要协调生物与环境的关系, 离不开小气候的研究。热带森林生长循环过程由林窗期(gap phase)、建群期(building phase)和成熟期(mature phase)构成, 在不同生长时期, 植物所处的小气候环境具有不同的特征, 要正确地认识热带森林生长循环过程不同时期植物与小气

* 收稿日期: 2000-10-30 修回日期: 2001-06-07

基金项目: 中国科学院“九五”重点项目(KZ95S-S1-101), 云南省自然科学基金项目(98C098M), 中国科学院“院长基金”和人事部“非教育系统留学回国人员科技活动择优资助费”资助项目

作者简介: 张一平(1957-), 男, 云南昆明人, 中国科学院西双版纳热带植物园研究员, 博士, 主要研究方向为生态气候。

候环境相互关系,有必要对热带森林不同时期森林群落的小气候特征进行分析,这将有助于研究植物种群的发育、生物多样性及其森林的更新。对于改善生物环境、协调人地关系,走可持续发展道路也具有重要意义。

森林小气候研究是国内外关注的研究领域,在不同地区,分别对不同生长时期的森林群落开展了许多工作^[1~4],得出了一些有益的结果,但是研究中仅在不同的地区,对森林生长循环某一个时期的小气候环境要素进行分析,其结果不利于比较森林不同生长循环时期的小气候环境特征,而对于同一地区不同生长时期的森林群落,利用同期观测资料进行比较分析的研究尚不多见。

1 材料与方法

1.1 样地概况

西双版纳州位于东经 $99^{\circ}55'$ ~ $101^{\circ}50'$,北纬 $21^{\circ}10'$ ~ $22^{\circ}40'$,面积 $19\,223\text{ km}^2$,以热带森林茂密而著称。该区位于热带雨林的北缘,终年受西南季风控制,属热带季风气候,一年中有雾凉季(11~2月)、干热季(3~4月)、湿热季(5~10月)之分。与雾凉季相比,干热季的雾生成时刻较迟,维持时间较短,一般在夜间23时之后才开始起雾,而在上午10时左右逐渐消散。

本研究所选取林窗期、建群期和成熟期的群落特征如下:

林窗期的林窗是1994年修建运送气象观测铁塔的便道而形成的,面积约 $2\,000\text{ m}^2$,海拔约700m,初期地表完全为新土和岩石覆盖。1998年主要植被以先锋树种占优势的次生林构成,乔木层主要是山黄麻(*Trema orientalis*),中平树(*Macaranga denticulata*),白背桐(*Mallotus paniculatus*),乌桕(*Sapium discolor*),团花(*Anthocephalus chinensis*),八宝树(*Duabanga grandiflora*)等,林下由棕叶芦(*Thysanolaena maxima*),飞机草(*Chromolaena odorata*)等高草组成。

建群期样地选取了位于西双版纳勐仑葫芦岛($101^{\circ}46'E$, $21^{\circ}54'N$)上的鸡血藤林。该样地的原生植被为热带季节性季雨林,1968年经刀耕火种撩荒后于1978年作为固定样地且未经任何人工抚育恢复起来的次生植被,林龄为20a。样地坡向NW,坡度约 11° ,海拔585m。群落中以鸡血藤(*Millettia leptobotrya*)为主体,其次是蒲桃(*Syzygium* sp.)、印度栲(*Castanopsis indica*)、披针叶楠木(*Phoebe lanceolata*)、山桂花(*Paramichelia baillonii*)等。群落高度12~19m。其层次分化较为明显,垂直结构可分为乔木层、灌木层、草木层及层间植物4个层次。乔木层主要有鸡血藤、印度栲、山桂花等;灌木层主要由乔木幼树及大花哥纳香(*Goniothalamus griffithii*)、假苹婆(*Sterculia lanceolata*)、三角茜木(*Prismatomeria tetrandra*)等;草本层植物种类和数量较少,有马唐(*Digitaria sanguinalis*)、秀竹(*Microstegium aliatum*)、山姜(*Alpinia* sp.)等。层间植物主要是一些藤本植物,如买麻藤(*Gnetum montanum*)、千金藤(*Stephania glaudulifera*)、罗志藤(*Stixis suaveolens*)等。郁闭度较大(约90%)。

成熟期为本地区较有代表性的原始季节性季雨林,位于国家自然保护区内,群落高度30~40m,上层优势种为千果榄仁(*Terminalia myriocarpa*)、番龙眼(*Pometia tomentosa*),中下层树种的主要类型为云南雨蕊(*Barringtonia macrostachya*)、细罗伞(*Ardisia tenera*)、窄序岩豆藤(*Millettia leptobotrya*)等,海拔780m。郁闭度约80%。

作为比较的旷地资料为勐仑气象站观测资料,位于西双版纳勐仑的葫芦岛($101^{\circ}46'E$, $21^{\circ}54'N$),海拔580m。

1.2 研究方法

1998年的干热季(4月5~9日)昼间,分别在各样地进行了小气候观测,观测项目为太阳辐射(总辐射、红外辐射和可见光),TRL型管状辐射表(澳大利亚DELTA-T公司)置于地面;1.5m高度的干湿球温度(TR-71自记温湿度计,日本T and D株式会社)和风速(VHF-1微风风速仪,长春气象仪器研究所),地表面温度(COMPAC3型红外辐射温度计,日本MINOLTA株式会社)。观测为每小时1次,观测期间天气晴好。

为探讨干热季热带森林生长循环过程不同时期的小气候特征,选取旷地(气象站)为参照点加以分

析,以突出各生长时期群落的小气候特征。

2 结果与分析

2.1 太阳辐射时间变化

太阳辐射是近地层中一切气象现象和过程的主要能源,关系到气候变化的全过程。活动面辐射差额的不同是造成小气候差异的一个物理因子。达到地面的太阳辐射与活动面性质有关(图1)。

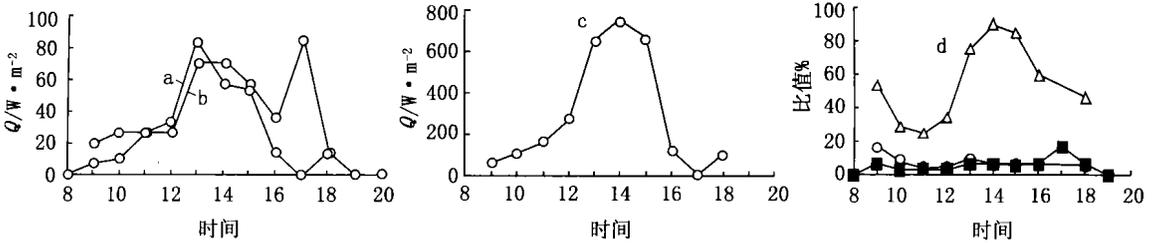


图1 不同森林群落太阳辐射时间变化及旷地的比较

Fig. 1 Temporal variation of radiation in the different growth phases of forest and open field

a. 成熟期; b. 建群期; c. 林窗期; d. 比值

由图1可见,上午9~10时,虽太阳已经升起,因受雾的影响,各样地的太阳辐射均较弱,11时后,雾逐渐消散,林窗的太阳辐射(图1c)迅速增强。总辐射在14时达到高峰(756.7 W/m^2),以后太阳西斜,受树木遮蔽影响,林窗的太阳辐射很快下降,太阳辐射变率较大。

成熟期和建群期森林群落的太阳辐射(图1a, b)受树木遮蔽较多,主要以斜射光线形式进入,各时的太阳辐射数值都明显小于林窗。成熟期样地仅在13时稍高(83.3 W/m^2),建群期样地同样在13时出现一个极值(57.8 W/m^2),但由于西侧的林冠较稀疏,在17时出现另一个极值(68.9 W/m^2)。这显示了森林不同生长过程不同时期接受到的太阳辐射存在较大差异。

与旷地相比(图1d),太阳辐射差值均为负值,即各样地的太阳辐射均低于旷地,成熟期和建群期样地的太阳辐射绝大部分都不到旷地10%,11~15时差异最大($|\Delta Q| > 650 \text{ W/m}^2$)。而林窗与旷地的太阳辐射差异相对较小,除了在10~12时段较大(最大为12时, -536.2 W/m^2),为旷地的20%~30%之外,其余各时 $|\Delta Q| < 200 \text{ W/m}^2$,为旷地的50%以上,最高可达89.6%(14时)。这显示了森林不同生长过程的太阳辐射与旷地之间的差异,不仅在不同生长过程存在差异,在不同时刻间也存在明显差异,这将导致森林生长过程不同时期的小气候环境变化。

2.2 温度的时间变化

2.2.1 气温

热带森林生长循环过程不同时期的气温时间变化及不同时期的昼间变化规律基本一致,均为单峰型,在15时达到最大;但是各样地间气温值存在差异,与旷地相比(图2),上午12时前,由于受雾的影响,太阳辐射差异较小,各样地的气温与旷地差异较小;在12时以后,各样地的差异变得显著:林窗在中午(13~15时)由于受到太阳直射和风速较小的影响,气温高于旷地,而16时以后,由于受到周围树木遮蔽的影响,无直接太阳辐射,气温下降,与旷地的气温差变为负值。成熟期的气温均低于旷地,并且差异随时间增加趋于增大;建群期则介于成熟期和林窗期之间,中午气温略高于旷地,下午略低于旷地。

2.2.2 地表温

各样地昼间的地表温时间变化如图2a所示。可见各样地的地表温同样均为单峰型,早晚低,中午高。最大值林窗为 $40.6 \text{ }^\circ\text{C}$,出现在15时,成熟期为 $26.3 \text{ }^\circ\text{C}$,出现在14时,超前于林窗1h。建群期为 $28.2 \text{ }^\circ\text{C}$,于15时出现。比较各样地与旷地的地表温差(图2b)可见,林窗因为不同时间受直射光线影响差异较大,地表温差的变化较大,上午地表温差随着时间增加,差异增大,于12时差异达最大值,随后由于太阳升高,林窗受到太阳直接照射,地表温迅速升高(图2c),与旷地的差异减小,在15~16时已接近旷地,而后随着太阳西斜,林窗再次受到周围树木的遮蔽影响,地表温迅速降低,与旷地的差异增大;而成熟期和建群期的地表温度,由于受树木遮蔽的影响,地表温差均低于旷地,其差异在14时达最大。造

成生长循环过程不同时期地表温度的差异主要是由于树种种类和郁闭度的不同,造成感热通量、土壤热通量及到达地表的太阳辐射等的不同而形成。

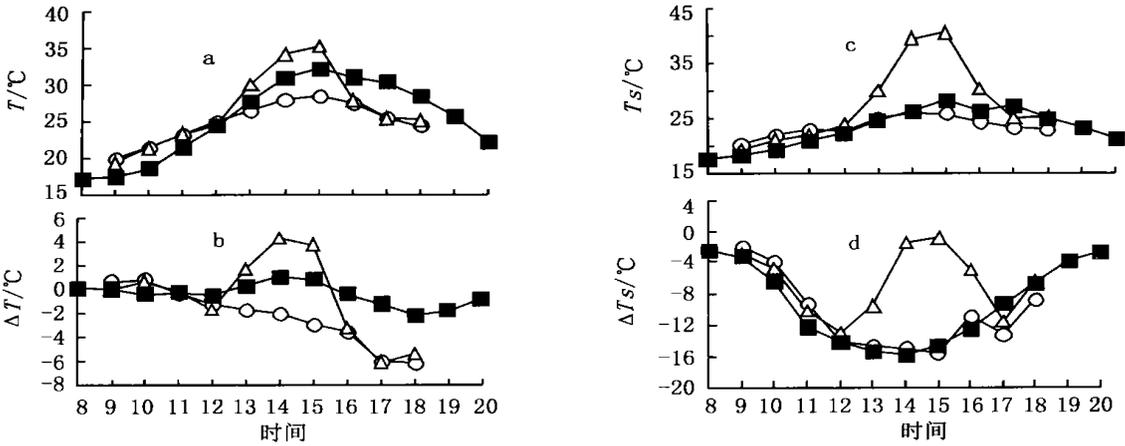


图2 不同森林群落气温地温时间变化

Fig.2 Temporal variation of air temperature in the different growth phases of forest

a. 气温; b. 各测点气温与旷地气温差; c. 地表温; d. 各测点地表温与旷地地表温差
—○—成熟期; —△—林窗期; —■—建群期

2.2.3 气地温差

热量总是从温度高处传到温度低处,利用气地温差可以初步分析热量的传递方向。对各测点气地温差的测定结果可知,12时以前各测点的气地温差数值较小,测点间差异也较小;而13~16时气地温差数值(绝对值)增大,各测点间的差异也增大。对于林窗来说,气地温差为负值,热量从地面向空气中输送;而建群期和成熟期的气地温差与林窗相反,均为正值,显示了热量是从空气传向地面,并且建群期的温差数值大于成熟期,如果其他条件相同时,建群期的热量输送值将大于成熟期。在16时后,各测点的气地温差均为正值,显示了热量是从空气中向地面传输,但气地温差的数值较小。

2.3 相对湿度

相对湿度的大小直接反映空气中水分距离饱和的程度,相对湿度愈小,表明当时空气水分距离饱和愈远。相对湿度的大小不仅随大气中水汽含量而变,也随着气温而变化。各测点相对湿度的时间变化如图3a所示,各测点线对湿度的时间变化曲线均呈“V”字型,早晚高,午间低。在12时之前,各测点的相对湿度随时间增加呈现下降趋势,并且各测点相对湿度值相差不大,建群期数值相对稍大。在12时以后,各测点间的湿度差异增大,林窗与建群期的相对湿度减小幅度增大,与成熟期差异增加;各测点的最小值均出现在15时;其后,相对湿度升高,各测点间的差异也逐渐减小。

比较各测点与旷地的相对湿度差值(图3b)可见,不同样地与旷地差值的时间变化呈现不同的变化趋势:成熟期与旷地的相对湿差值在昼间均呈现随时间增加而增大趋势,早上差值为负值但数值较小;傍晚为正值,且差值在18时达最大(34.3%),显示了热带成熟林内的高湿特征。建群期与旷地的相对湿度差值随时间的变化较平缓,昼间大部分时间内差值均较小,仅在傍晚差异较大,最大为18时(16.7%)。而林窗与旷地的相对湿度差异的时间变化最大,在上午虽然差异较小,但11时前差值为负,林窗的相对湿度低于旷地,而11~12时差值为正,林窗的相对湿度值较大;而12时后,差值又转为负值,

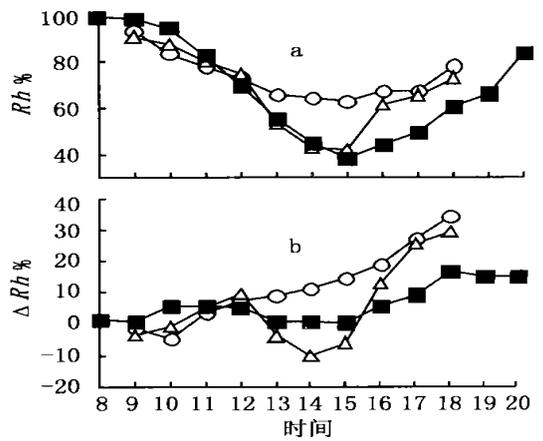


图3 不同森林群落相对湿度时间变化

Fig.3 Temporal variation of relative humidity in the different growth phases of forest

—○—成熟期; —△—林窗期; —■—建群期
a. 相地湿度; b. 与旷地差

并且其绝对值增大, 在 14 时达最大(-10.2%), 其后差值由负转为正, 在 18 时差值为 29.2%。这充分显示了林窗中, 由于不同时刻受太阳辐射的不同, 造成了相对湿度与旷地有较大差异, 在上午相对湿度与旷地相近, 而中午相对湿度低于旷地, 下午相对湿度大于旷地, 如此的湿度分布势必影响林窗中的植物生长。

3 结 论

热带森林生长循环过程不同时期(林窗期、建群期、成熟期)由于生物群落的不同, 造成树木结构、郁闭度和下垫面性质的不同, 使得所接受的太阳辐射不同, 造成热力性质和热力效应的差异, 形成森林群落生长循环过程不同时期的小气候差异。

通过分析可知, 西双版纳热带森林生长循环过程不同时期接受的太阳辐射存在明显差异, 成熟期和建群期的太阳辐射不到旷地 10%, 而林窗在 20% 以上, 最高可达 89.6%, 导致成熟期和建群期森林具有显著的降温增湿效应, 这在成熟森林中尤为显著; 而林窗期的小气候特征在各方面都介于成熟期和旷地之间。另外, 在热带森林生长循环过程不同时期, 各气候要素随时间变化状况存在不同, 各要素随时间变化的特性造成森林环境空间上的变异性和时间上的动态变化, 增强了热带森林环境的变异性, 为物种的入侵、定居提供了许多潜在的生态位, 可以满足不同特性物种在生长与更新活动过程的需要。在维持生物多样性方面扮演着重要的角色。

热带森林生长循环过程不同时期小气候特征对研究热带森林演替机制、演替动态, 解释热带森林生物多样性, 提高森林生产能力, 改善森林环境等方面具有重要的生态学意义。我国西双版纳热带森林处于热带森林北缘, 受环境条件的影响十分明显, 对自然环境与森林不同生长时期森林群落相互关系开展进一步的深入研究将是今后的任务。

[参 考 文 献]

- [1] 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.
- [2] Richard L. 森林小气候[M]. 姚启润. 北京: 气象出版社, 1986.
- [3] Jones H G. Plants and microclimate[M]. London: Cambridge University Press, 1983.
- [4] Kimmins J P. 森林生态学[M]. 文剑平. 北京: 中国林业出版社, 1992.

(责任编辑 郑琰^美)

书 讯

《新世纪最有开发价值的树种》出版

国家林业局泡桐研究开发中心暨中国林业科学研究院经济林研究开发中心侯元凯博士等主编、中国工程院副院长沈国航院士作序的《新世纪最有开发价值的树种》一书已由中国环境科学出版社出版。

该书作者通过对树木市场多年的调查和对林业高新技术前沿的把握, 精选了新世纪初最具有开发价值的速生丰产和珍贵用材林、名特优新经济林和园林绿化树种, 其中绝大多数是新近培育的树木品种、引进树种和珍稀树种, 均具有独特的特性和市场开发价值, 每个树种均扼要介绍了品种来源、特征特性、栽培要点、适生范围、开发价值等。内容丰富, 取材新颖, 技术先进, 使用价值较高, 尤其对希望进行农业产业结构调整的基层政府, 希望从事林业产业开发的企业、农民、林业技术推广人员可以作为一部新颖、时效性强的生产中急需的参考书, 也可供林业院校师生参考。全书 20 万字, 大 32 开本, 定价 25 元(每本需另付邮资 2 元)。有意购买者, 请速从邮局汇款。

汇款地址: 邮编 100083, 北京林业大学 148 信箱。收款人: 李明志。

(注: 请将汇款人地址、汇款人姓名填写详细、清楚, 另请在“汇款人简短附言”注明所需)