

西双版纳干季晴天次生林林窗气温时空分布特征

张一平, 刘玉洪, 马友鑫, 王进欣

(中国科学院西双版纳热带植物园森林生态研究室, 昆明 650223)

摘要: 利用西双版纳干季(12 月、4 月)次生林林窗的温度观测资料, 探讨了晴天林窗 4 方位的气温的空气变化特征。由于林窗的不同位置所受太阳辐射的影响不同, 加之林缘热力效应的综合作用, 林窗中存在明显的气温差异, 特别是最高气温差异显著; 气温最高值和气温日较差最大值不在林窗中央而出现在林窗东侧林缘树冠垂线外。这势必造成林窗不同区域热量传输的不同, 形成林窗小气候的差异。其结果可为进一步研究森林林窗小气候及有关生态学现象提供基础。

关键词: 西双版纳; 次生林; 林窗; 气温; 干季

The spatial characteristics of air temperature in canopy gap in a tropic secondary forest in Xishuangbanna

ZHANG Yi-Ping, LIU Yu-Hong, MA You-Xin, WANG Jin-Xin (Xishuangbanna Tropical Botanic Garden, CAS Kunming 650223)

Abstract: Temperature measurements at the canopy gap of a secondary forest were conducted in Xishuangbanna, Yunnan in dry season. The results showed that there was a significantly thermal effect at the gap, and the maximum air temperature and the diurnal range of air temperature in the gap was quite different. The extreme value was on the east edge of gap, and it may be a reason to form the special microclimate in the gap. The results supplied a basis in further studying canopy gap microclimate and the relevant ecological phenomena.

Key words: Xishuangbanna; secondary forest; canopy gap; air temperature; dry season

文章编号: 1000-0933(2001)02-0211-05 中图分类号: Q948, S718.5 文献标识码: A

森林更新动态一直是生态学研究的核心问题之一, 而群落演替与更新的重要动力是自然或人为的干扰。从 80 年代初开始, 小尺度的林窗干扰 (Gap disturbance) 开始受到广泛重视。

Gap 对世界各种森林类型的更新、演替均有重要作用^[1], 而在热带雨林中的作用更加显著和重要^[2], 因此, 国外学者十分重视林窗的研究。其中, 林窗及周边热力特征变化对森林生态环境异质性的影响是目前学者研究的兴趣之一^[3~7]。国内林窗研究刚刚起步, 已有不少综述^[8~11], 还有林窗干扰与更新的研究^[12~16], 而对林窗环境特征的研究尚很少^[17]。研究林窗热力特征有助于理解其小气候形成原因。本文根据在我国季风区——西双版纳地区干季(1997 年 12 月和 1998 年 4 月), 次生林林窗小气候观测资料, 主要对晴天林窗的气温时空分布特征进行分析, 为深入探讨林窗小气候形成机制和林窗生物多样性等提供科学依据。

1 研究地概况与研究方法

在中国科学院西双版纳热植园内(云南省西双版纳州勐仑镇, 21°55'N, 101°15'E, 海拔 580m), 选择砍伐原始雨林种植农作物后于 1970 年撂荒形成的天然次生林为观测样地。其面积约为 10hm²; 为东西向分布, 其南侧有橡胶林, 北侧有沟谷雨林, 整体处于连片森林中。构成群落的乔木层高约 20m 左右, 其中有自

基金项目: 中国科学院“九五”重点(KZ95Z-S1-101)和云南省自然科学基金(98C098M)资助项目

收稿日期: 1999-11-22 修訂日期: 1999-07-26

作者简介: 张一平(1957~), 男, 云南人, 博士, 研究员。主要从事生态气候研究。

然更新的白背桐(*Mallotus paniculatus*)、灯台树(*Alstonia scholaris*)、云南石梓(*Gmelina arborea*)、绒毛紫薇(*Lagerstroemia tomentosa*)、榕树(*Ficus* sp.)、鸡血藤(*Millettia leptobotrya*)、潺槁木姜子(*Litsea glutinosa*)、海红豆(*Adenanthera pavonina*)等,还有人为引入的芒果(*Mangifera indica*)、大叶藤黄(*Garcinia xanthochymus*)、川楝(*Melia toosenden*)、毛麻楝(*Chukrasia tabularia*)、滇南风吹楠(*Horsfieldia glabra*)等,灌木层为鸡血藤、狭叶楠木(*Phoebe lanceolata*)、窄序岩豆藤(*Millettia leptobotrya*)、笔管榕(*Ficus superba*)、苦竹(*Pleioblastus amarus*)等。为了开展研究在林中人为砍伐出一个林窗(图1);图中内圈线为树冠空隙(CG),外圈线为扩展林窗(EG)。另外,4月由于西双版纳处于干季后期,多数树木在换叶期,特别在林窗南侧树木树冠较稀疏。

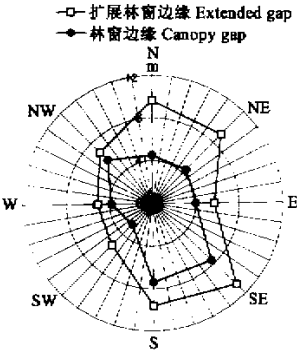


图1 林窗概况

Fig. 1 The survey of secondary forest gap

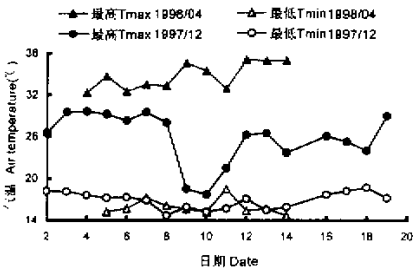


图2 干季林窗中央气温的逐日变化

Fig. 2 Variations in the air temperature at the center of canopy gap in dry season

在林窗中沿南北向东西向设置两条观测样线,每条样线设置7个观测点,考虑到边缘效应的作用,观测点为不等距分布,分别位于林窗中央、林缘树冠垂线处、林缘树干处和林内。观测要素为地上1.5m高处最高、最低气温(最高、最低温度表,天津气象海洋仪器厂)和气温、湿度(HN-K型电子温湿度计,日本国CHINO株式会社),地面温度(红外辐射温度计,COMPAC3,日本国Minolta株式会社)以及光照(照度计,德国GOSSEN公司);在林窗中央、西侧和北侧(以林窗中央为基准,下同)的林内、林缘树冠垂线处观测了太阳总辐射、红外辐射、光合有效辐射(管状辐射表,英国Delta-T公司)。观测在1997-12-02~09和1998-04-14日进行,其中,在晴好天气(1997年12月3日、19日和1998年4月10日、12日、13日)的昼间(8:00~20:00)进行了小气候观测(间隔1h)。本文主要对上述两次观测中晴天(1997-12-02~08日,12~13日,16~17日,19日,共12d,1998-04-04~06日,08~10日,12~14日,共9d)的最高、最低气温资料进行分析。

2 结果与分析

2.1 不同时期的林窗气温空间变化

观测期间林窗中央的最高、最低气温的逐日变化如图2所示。可见最高气温在晴天具有较高值;而最低气温的逐日变化则反之,一般在晴天时,最低气温值较低。

图3为干季晴天林窗各观测点平均最高气温的空间变化和标准差。其中:E、S、W、N表示以林窗中央(C)为基准的东、南、西、北侧,下标1、2、3为CG边缘、EG边缘和林内(下同)。从图3可见各观测点12月份由于太阳高度角较低,太阳辐射较弱,最高气温低于4月份,并且12月份的离散度(标准差)也小于4月份。

干季晴天林窗各观测点的平均最低气温空间变化和标准差如图4所示。其分布与最高气温有所差异:12月份的最低气温要高于4月份,但是12月份的离散度又大于4月份(约2倍以上);另外,林窗内(EG)差异较大,特别在数据最为显著。这是由于12月份树木的林冠较密,加之夜间11:00时就开始起雾,且雾较浓,抑制了夜间的长波有效辐射,使得气温不易降低;而在4月份,西双版纳地区处于干季后期,水分

不足,大多数树木都处于换叶期,树木林冠较稀疏,加之起雾时间推后,雾时减少,且雾较薄,夜间的长波辐射射出量增加,造成林窗区域的最低气温低于 12 月份。

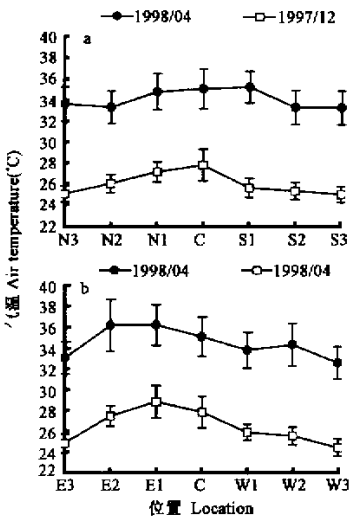


图 3 林窗各测点晴天平均最高气温的空间变化

Fig. 3 Variations in mean maximum air temperatures at canopy gap in clear day

a. 南北侧 South to north; b. 东西侧 East to west

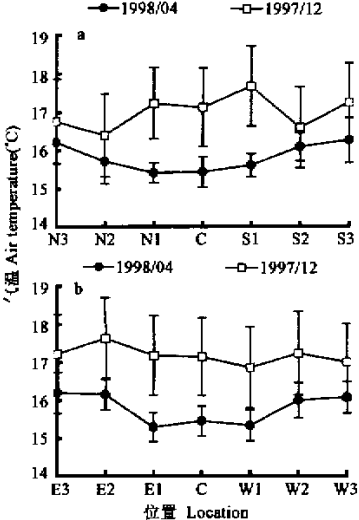


图 4 林窗各测点及晴天平均最低气温空间变化

Fig. 4 Variations in mean minimum air temperatures at canopy gap in clear day

a. 南北侧 South to north, b. 东西侧 East to west

比较图 3 和图 4 可以发现,由于太阳高度角、树木林冠和大气水汽(雾)的影响,各测点的 12 月份的晴天平均最高气温均低于 4 月份,而平均最低气温则是 12 月份高于 4 月份。这样造成各测点 12 月份的气温日较差小于 4 月份。

2.2 林窗气温的空间分布特征

由上节分析可知,林窗中不同位置的最高、最低气温具有不同的变化。为了更好的分析其特征,求算了各测点晴天的极端气温平均值。

2.2.1 最高气温空间分布特征 图 5 为干季晴天各测点平均最高气温的空间分布。可见其空间分布 12 月份(图 5a)和 4 月份(图 5b)相似,在林窗的不同方位的最高气温的时空分布存在明显差异,最高气温最大值不在林窗中央而在林窗 CG 东侧边缘处。并且 4 月份(图 5b)最高气温的高值区大于 12 月份,达到 EG 东侧边缘处。其原因是由于西双版纳地区干季雾较大,11:00 时后才逐渐消散,日照主要在下,使得林窗东侧受日照较多,由此造成林窗中最热点不是在林窗中央,而是出现在林窗东侧;并且由于 4 月份日照时数较长,使得高值区域扩展到 EG 东侧边缘处。可以设想:林窗区域的近地层的最高气温区,将随太阳高度的日变化而有东西向的位移,随太阳高度的季节变化而产生南北向的位移。这势必造成林窗不同区域热量传输的不同,将影响林窗的热力状况。

2.2.2 最低气温空间分布 从晴天林窗平均最低气温的空间分布(图 6)来看,其空间分布特征不同时期具有不同特征。在 12 月份(图 6a),林窗内的晴天平均最低气温略高于林内,并且呈现 SE 侧高,NE 侧低的分布趋势,在林窗 SE 侧的 CG 边缘处有一高值区, ($T_{min} > 17.5\text{ }^{\circ}\text{C}$)。而 4 月份(图 6b),晴天平均最低气温的空间分布与 12 月有明显差异,其分布与林窗形状相似,林窗中央的气温为最低。其原因是由于干季

后期的 4 月份,湿度相对较小,树木处于换叶期,林窗的开放程度较大,并且夜间雾的浓度也小于 12 月份,所以夜间长波辐射较强,林窗中的热量损失较大,使得林窗内的晴天最低气温小于林内。

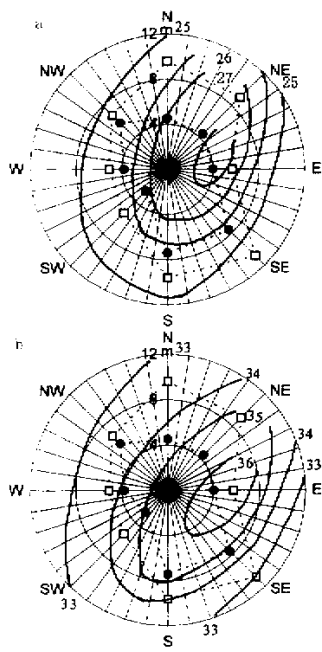


图 5 干季晴天平均最高气温空间分布(℃)

Fig. 5 The space distribution of average maximum temperature in clear day of dry season
a. 12 月 Dec. b. 4 月 Apr.

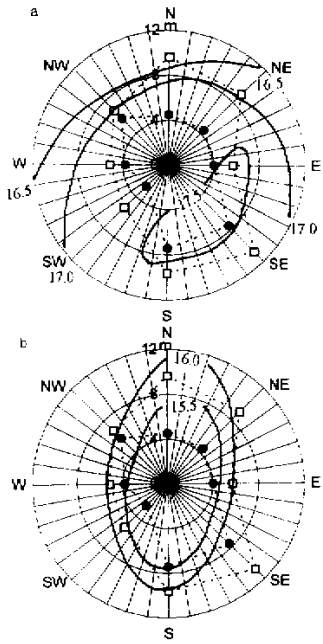


图 6 干季晴天平均最低气温空间分布(℃)

Fig. 6 The space distribution of average minimum temperature in the clear day of dry season
a. 12 月 Dec. b. 4 月 Apr.

2.2.3 气温日较差空间分布 气温日较差反映了气温的日变化范围,对植物生长、发育有着重要作用。各测点与林窗中央气温日较差差值的空间分布如图 7 所示。干季后期(4 月份)南北侧(图 7a)的气温日较差在林窗内(N1~S1)与林窗中央相近,其余各测点均小于林窗中央,以林内差异大,其中北侧最显著(−2.6℃);12 月份各观测点气温较差均小于林窗中央,由于观测期间,太阳高度角较低,林窗南侧受日照较少,造成气温日较差差异从林窗中央(C)到 CG 南侧边缘迅速增加,在 S1 处的差异基本与林内(S3)相近, S3 处差异最大(−2.9℃);北侧,从林窗中央(C)到林内(N3),气温日较差的差值为负,绝对值逐渐增大。

东侧(图 7b),4 月份的 CG 东侧边缘(E1)气温日较差大于林窗中央,差值达 1.3℃;EG 东侧边缘处(E2)的气温日较差与林窗中央相近,林内则小于林窗中央, $\Delta(T_{\max}-T_{\min}) < 0^{\circ}\text{C}$;而西侧各测点的气温日较差均小于林窗中央,CG 西侧边缘(W1)和 EG 西侧边缘(W2),其气温日较差与林窗中央的差值变化不大;林内(W3)处差异最显著, $\Delta(T_{\max}-T_{\min})$ 为 3.1℃。在 12 月份,同样在 CG 东侧边缘(E1)的气温日较差大于林窗中央,而其余各观测点的气温日较差均小于林窗中央;在东、西两侧林内的差值相近(−3.1℃, −3.3℃)。

2.2.4 雾对林窗内最高气温影响 由于观测期间,上午雾较大,日照主要在下午,造成气温日较差最大值不在林窗中央而在 CG 东侧边缘处,但是,东侧林内的气温日较差仍小于林窗中央,这样造成气温日较差

的空间变化在东侧最大。比较图 7a、b 可见,不同时期的气温日较差差值的空间分布特征基本相似,最大差出现在受林冠密度影响最大的 CG 南侧边缘处(S1)。

3 讨论

林窗区域由于小气候的改变,形成林窗及其边缘的生物多样性与林外、林内的差异。通过对干季 12 月份和 4 月份西双版纳次生林林窗及其林缘的气温空间分布特征的分析,初步可以看到由于太阳高度角、气候环境和树冠密度的影响,不同时期林窗的气温存在明显差异,4 月份的最高气温高于 12 月,而最低气温则低于 12 月份;另外,在林窗的不同方位,由于所受太阳辐射的不同,加之林缘热力效应和林冠密度的影响,造成林窗不同区域的气温之间存在差异,特别是最高气温的时空分布存在明显差异,气温最高值和气温日较差最大值不在林窗中央而在林窗东侧林缘树冠垂线处;这势必造成林窗不同区域热量传输的不同,将影响林窗的热力状况,导致林窗内种子萌发、幼苗生长等生物特性的差异,最终影响林窗区域种群的演替、更新。由于目前仍处于研究阶段,许多问题仍在探讨中,详细地观测,综合深入地分析将是下一步的工作内容。林窗的这种热力效应将深刻影响林窗及其附近的动植物生长发育及分布、土壤理化性质、营养元素的分解以及土壤动物变化和微生物活性等。这些都有待进一步研究。

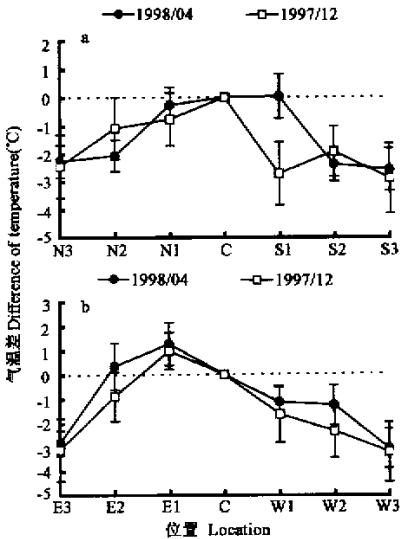


图 7 林窗各测点与中央的气温日较差差值的空间变化
Fig. 7 Variations in diurnal range of air temperatures between at various location and at the center of canopy gap
a. 南北侧 South to north b. 东西侧 East to west

参考文献

[1] Platt W J and Strong D R. Special Feature-Gaps in canopy ecology. *Ecology*, 1989, **70**(3):535.
[2] Denslow J S. Gap partitioning among tropical raincanopy trees. *Biotropica*, 1980; **12**(Supplement), 47~55.
[3] Sharpe P J H, Walker J, Penridge L K, *et al.* Spatial consideration in physiological models of tree growth. *Tree physiology*, 1986, **2**:403~421.
[4] Waker J P, Sharpe J H, Penridge L K, *et al.* Ecological field theory: the concept and field tests. *Vegetatio*, 1989, **83**: 81~95.
[5] Mauchamp A, Rambal S and Lebart J. Simulating the dynamics of a Vegetation mosaic: a spatialized functional model. *Ecological Modelling*, 1994, **71**:107~130.
[6] Thierry J M, Herbes J M and Valentin C. A model simulating the genesis of banded vegetation patterns in Nigger. *Journal Ecology*, 1995, **83**:497~507.
[7] Breshears D D, Myers O B, Johnson S R, *et al.* Differential use of heterogeneous soil moisture by two semiarid woody species, *Pinus edulis* and *Juniperus monosperma*. *Journal of Ecology*, 1997, **85**:289~299.
[8] 奚为民,等. 林窗植被研究进展. 西南师范大学学报(自然科学版), 1992, **17**(2):268~274.
[9] 班勇. 自然干扰与森林林冠空隙动态. 生态学报, 1996, **15**(3):43~49.
[10] 夏冰,等. 林窗研究进展. 植物资源与环境, 1997, **6**(4):50~57.
[11] 臧润国,徐化成. 林隙(GAP)干扰研究进展. 林业科学, 1998, **34**(1):90~98.
[12] 奚为民,等. 四川缙云山森林群落林窗边缘效应的研究. 植物生态学与地植物学学报, 1993, **17**(3):232~242.
[13] 夏冰,等. 云南亚高山云冷杉林林窗的研究. 植物资源与环境, 1996, **5**(4):1~8.
[14] 臧润国. 长白山自然保护区阔叶红松林林隙干扰状况的研究. 植物生态学报, 1998a, **22**(2):135~142.
[15] 臧润国,等. 长白山自然保护区阔叶红松林林隙更新的研究. 应用生态学报, 1998b, **9**(4):349~353.
[16] 国庆,等. 长白山红松林林隙状况与更新研究. 东北林业大学学报, 1998, **26**(1):4~7.
[17] 安树青,等. 紫金山次森林林窗植被和环境的研究. 应用生态学报, 1997, **8**(3):245~249.