

热带次生林林窗平均气温空间分布特征的初步分析*

张一平 王进欣 刘玉洪 马友鑫
(中国科学院西双版纳热带植物园, 昆明 650223)

Principle Analysis on Characteristics of the Spatial Variation of Average Air Temperature in Tropical Secondary Forest Canopy Gap. Zhang Yiping, Wang Jinxin, Liu Yuhong, Ma Youxin (*Xishuangbanna Tropical Botanic Garden, CA S Kunming 650223*). *Chinese Journal of Ecology*, 2001, 20(2): 1- 4.

Temperature measurements at the secondary forest canopy gap were conducted in Xishuangbanna, Yunnan in fog-cool season and dry-hot season. On the basis of this measurements, the air temperature characteristics and their spatial variations in different seasons in the secondary forest canopy gap were discussed. The findings showed that there was a significant thermal effect at the gap. The effect of sunshine on the air temperature in the gap was quite different, the extreme value was on the eastern edge of gap, which may be a reason to form the gap microclimate. The results supplied a basis on further study canopy gap microclimate and the relevant ecological phenomena.

Key words: tropic, secondary forest, canopy gap, air temperature.

中图分类号: S718 文献标识码: A 文章编号: 1000- 4890(2001) 02- 0001- 04

森林群落演替更新作为生态学研究的核心问题,一直是研究热点,而群落演替更新的重要生态动力乃是自然或人为的干扰。国内外关于大尺度干扰对不同森林类型演替更新已有较详细的研究;从20世纪80年代初开始,小尺度的林窗干扰开始受到广泛重视。

由于林窗是群落演替的起始地,其大小和环境变化程度决定了林窗发展的方向和速度,并且林窗的更新状况直接影响到顶级森林的结构、种类组成和种群动态。对于世界范围内的各种森林类型的更新和演替均有重要作用^[17],而在热带雨林中的作用更加显著和重要^[15],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兴趣所在^[14, 16, 18~20]。国内林窗研究刚刚起步,多为综述性^[4, 6, 7, 11]和林窗特征的研究^[1, 2, 5, 8, 12, 13,],而对林窗热力特征的研究尚未见报道。

林窗更新中,林窗的热力作用可能是森林与林窗空地之间热量和水汽等的水平输送和垂直扩散的重要驱动力。而且温度、湿度状况直接影响植物的生命活动,间接影响其它多种生态条件;同时,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1998年12月~1999年4月期间,在西双版纳地区对不同月份的次生林林窗4次小气候观测资料,试对林窗的热力状况的空间分布特征进行初步分析。

1 研究地概况与研究方法

1.1 研究地概况

西双版纳位于云南省南部,终年受西南季风控制,属热带季风气候,一年中有干热季(3~4月)、湿热季(5~10月)和雾凉季(11~2月)之分^[3]。在雾凉季的晴天,雾浓且维持时间长,一般夜间22:00时后,逐渐起雾,在中午12:00时才逐渐消散;干热季与雾凉季相比,雾生成时刻较迟,维持时间也较短,一般雾在夜间23:00时之后形成,而在上午10:00时左右就逐渐消散。本次观测的样地设在中科院西双版纳热带植物园的次生演替研究长期试验地内(21°54'N, 101°46'E, 海拔580m)。是原生植被(热带季节性雨林)被刀耕火种后,撂荒恢复起来的次生林。林冠季相变化以干热季稀朗,湿热季后期和雾凉季密集,群落结构复杂,成层现象明显,可划分为乔木层、灌木层、草本层及层间植物四个层次^[9];群落高度10~16m,枝下高8~12m,平均胸径7.5~8.5cm。乔木层主要有自然更新的白背桐(*Mallotus paniculatus* (Lam.))、灯台树(*Alstonia scholaris* (Linn.))、云南石梓(*Gmelina arborea* Roxb.)、绒

* 云南省自然科学基金项目(98C098M)和中国科学院“九五”重点项目(KZ95Z-S1-101)部分研究成果。

作者简介:张一平,44岁,博士,研究员。在国内外发表论文40余篇。

毛紫薇(*Lagestroemia tomentosa* Presl)、榕树(*Ficus microcarpa* Linn.f.)、鸡血藤(*Millettia leptobotrya* Dunn)、潺槁木姜子(*Litsea glutinosa* C. B. Rob.)、海红豆(*Adenanthera pavonina* Linn.)等,还有人为引入的芒果(*Mangifera indica* Linn.)、大叶藤黄(*Garcinia xanthochymus* Hook. F. ex T. Anders)、川楝(*Melia toosenden* Sieb. ex Zucc.)、毛麻楝(*Chukrasia tabularia* A. Juss)、滇南风吹楠(*Horsfieldia tetrapala* C. Y Wu)等,灌木层为鸡血藤、狭叶楠木(*Phoebe lanceolata* (Wall. ex Nees) Nees)、窄序岩豆藤(*Millettia leptobotrya* Dunn)、笔管榕(*Ficus superba* Miq.)、苦竹(*Pleiblastus amarus* (Keng) Keng f.)等。层间植物主要有爪哇下果藤(*Gouania javanica*)等;草本植物主要有马唐(*Digitaria sanguinalis*)、竹叶草(*Opismenus compositus*)^[10]等。土壤为砖红壤。

1.2 研究方法

本文所选择的林窗(图 1)形成于 1993 年,在 1998 年 12 月对林窗内的植物进行了清伐。图 1 中的内圈线为实际林窗边缘(林缘树冠垂线处),外圈线为扩展林窗边缘(林缘树干处)。该林窗为南北向长(约 12 m),东西向短(约 8m)的长型林窗,北侧和东北侧的林冠冠幅较大(约 5m),其它各侧冠幅较小(约 1~3m)。实际林窗面积约 51m²;扩展林窗面积约 199m²。

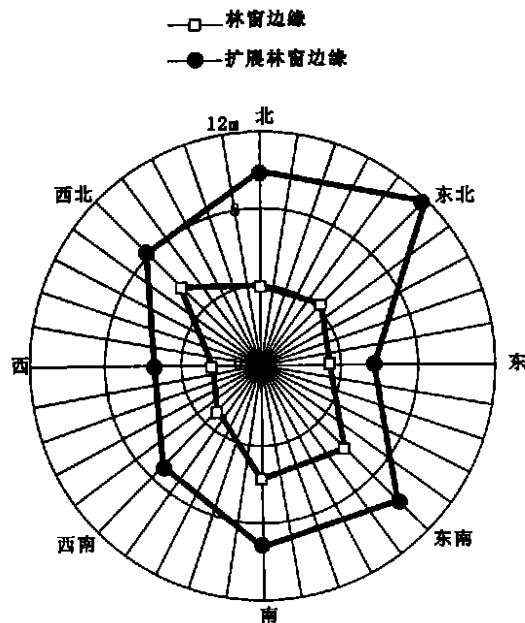


图 1 次生林林窗轮廓
Fig. 1 Out-line of secondary forest gap
在林窗中沿南~北、东~西、东南~西北、西南

~西北设置 4 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、最低气温和气温(最高、最低温度表,天津气象海洋仪器厂),光照(数字式照度计,上海市嘉定学联仪表厂)以及地面温度(红外辐射温度计,COMPAC3,日本国 Minolta 株式会社)。观测在 1998 年 12 月 4~21 日,1999 年 1 月 22~27 日,3 月 6~15 日和 4 月 11~20 日的昼间(8:00~20:00 时)正点进行。

2 结果与分析

2.1 林窗平均气温的空间分布

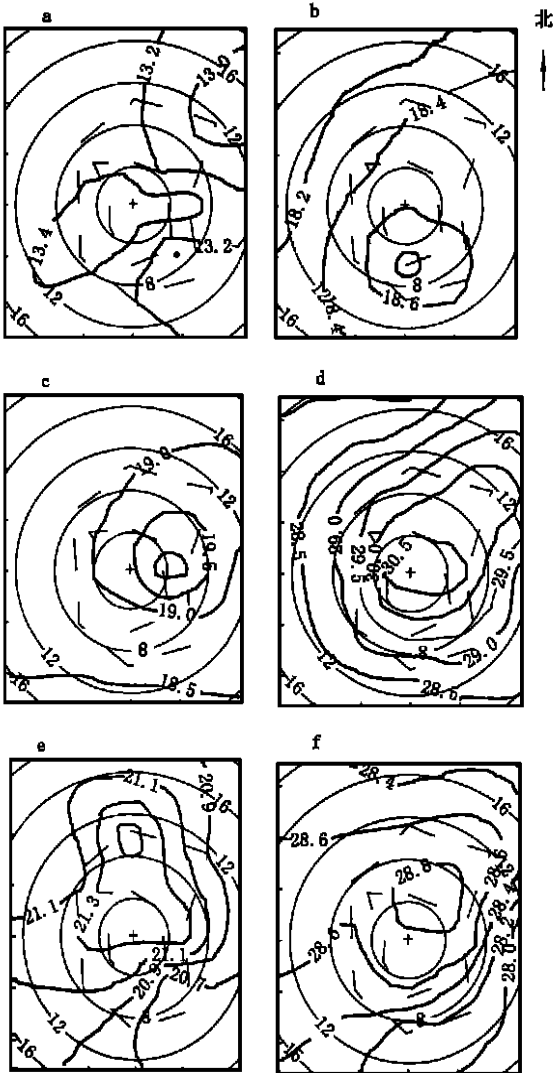
由于西双版纳地区雾凉季(11~2 月)和干热季(3~4 月)的气候状况和林冠结构有较大差异,所以将观测资料分为雾凉季(1998 年 12 月和 1999 年 1 月平均)和干热季(1999 年 3 月和 1999 年 4 月平均)进行分析。

分别统计了雾凉季和干热季上午(8:00~11:00 时),中午(12:00~15:00 时)和下午(雾凉季 16:00~18:00 时;干热季 16:00~20:00 时)林窗的平均气温,其空间分布如图 2 所示。从图 2 可见,雾凉季的上午平均气温的空间分布(图 2a)显示气温差异较小,分布趋势是林内气温略低,林窗中央和西南测气温略高;而干热季上午平均气温的空间分布(图 2b)显示出气温从林窗西北侧到南侧-东南侧呈现逐渐增高的趋势,最高气温中心出现在林窗南侧实际林窗边缘。其原因是由于雾凉季上午基本上是浓雾笼罩,消散时间较迟,太阳直接辐射很弱,导致林窗区域的气温差异不大;而干热季雾较薄,且消散时间较早,南侧的太阳直接辐射较多,形成林窗南侧的气温高值区。

中午,雾散日出,太阳直接辐射增加,雾凉季(图 2c)和干热季(图 2d)的平均气温显示了相似空间分布,林窗区域气温较高,东侧高于西侧,雾凉季的高值区在东侧实际林窗边缘,而干热季出现在林窗中央和林窗东侧边缘。另外,由于干热季太阳直接辐射量较大,干热季林窗区域平均气温的空间梯度大于雾凉季。

下午,雾凉季(图 2e)林窗偏北侧的气温较高,最大值出现在林窗北侧扩展林窗边缘处,并且平均气温高于中午;而干热季(图 2f),虽然气温高值区略向北偏移,高值中心出现在林窗东北侧边缘,但是

平均气温值低于中午。



a. 雾凉季上午 b. 干热季上午 c. 雾凉季下午
d. 干热季中午 e. 雾凉季下午 f. 干热季下午

图2 次林窗平均气温空间分布

Fig. 2 Spatial variation of average air temperature in the gap

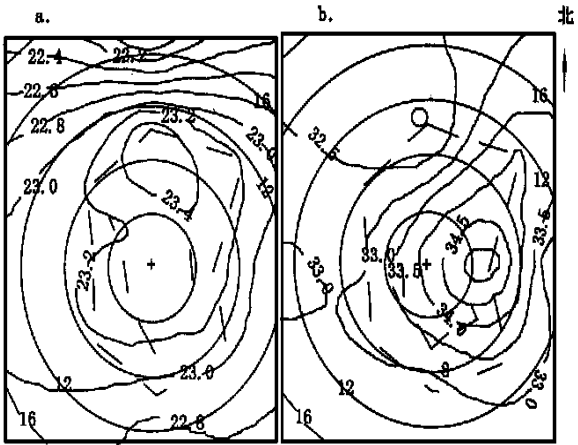
2.2 林窗平均极端气温的空间分布

从雾凉季平均最高气温的空间分布来看(图3a)林窗实际边缘以内的最高气温值均较高,最大值出现在林窗北侧扩展边缘处;而干热季(图3b),平均最高气温以偏东测较高,最大值出现在扩展林窗东侧边缘处;并且干热季平均最高气温的空间分布梯度也大于雾凉季。图4为平均最低气温的空间分布。可见,雾凉季(图4a)平均最低气温分布的趋势为林窗区域的最低气温值较低,林内较高,但气温差异不大。干热季(图4b),则以林窗东侧林内最低气温较低,西侧林内略高,气温值差异也不大。这主要是由于西双版纳夜间均有雾,阻碍了林窗空地的长

波辐射放热,加之本次观测选择的林窗面积不太大,导致林窗区域的最低气温的空间差异较小。

2.3 林窗气温日较差的空间分布

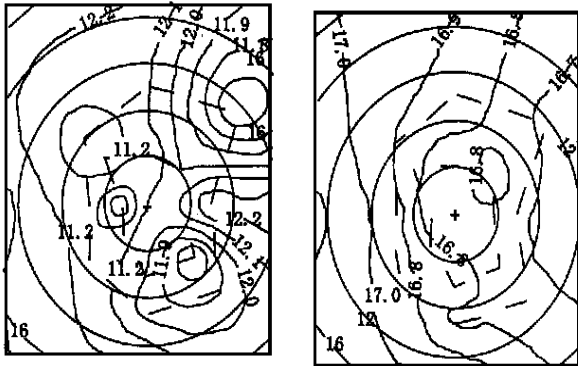
在热带地区一年中植物均在生长,气温日变化对植物的生长发育、干物质的积累均有很大影响。



a. 雾凉季 b. 干热季

图3 平均最高气温空间分布

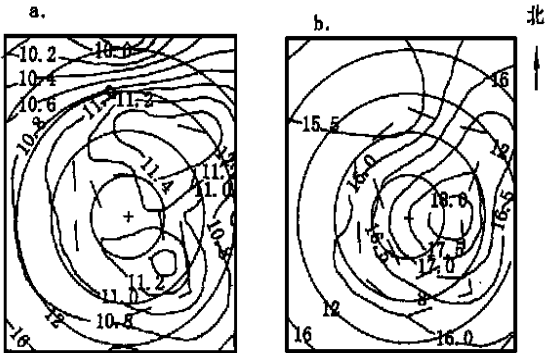
Fig. 3 Spatial variation of average maximum air temperature in the gap



a. 雾凉季 b. 干热季

图4 平均最低气温空间分布

Fig. 4 Spatial variation of average minimum air temperature in the gap



a. 雾凉季 b. 干热季

图5 气温日较差的空间分布

Fig. 5 Spatial variation of average difference between the maximum and minimum of air temperature in the gap

在雾凉季(图 5a), 气温日较差以林窗内较大, $\Delta T > 11.0^{\circ}\text{C}$, 在林窗东北侧和东南侧为高值中心($\Delta T > 11.4^{\circ}\text{C}$)。在干热季(图 5b), 整个林窗区域, 气温日较差均大于雾凉季, 以林窗东侧为高值区, 最大值出现在林窗东侧($\Delta T > 18.0^{\circ}\text{C}$)。林窗区域气温日较差的季节和空间上的分布差异, 对种子的萌发、幼苗的生长、光合作用、物质积累势必产生影响, 这将是进一步深刻研究的课题之一。

3 讨论

通过对西双版纳次生林林窗及其林缘的水平气温空间分布特征和季节差异的分析, 初步可以看到在林窗边缘不同方位, 由于所受太阳辐射的不同, 加之林缘热力效应, 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, 气温的最高值和最大日较差不在林窗中央而在林窗东侧林缘处; 这势必造成林窗不同区域热量传输的不同, 最终将影响林窗的热力状况。但是, 由于目前仍处于研究阶段, 林窗的这种热力效应如何影响林窗附近的生物生长、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。这些都是进一步研究课题。

参考文献

- [1] 吴刚. 长白山红松阔叶林林冠空隙特征研究[J]. 应用生态学报, 1997, 8(4): 360–364.
- [2] 国庆喜. 长白山红松林林隙状况与更新研究[J]. 东北林业大学学报, 1998, 26(1): 4–7.
- [3] 张克映. 滇南气候的特征及其形成因子的初步分析[J]. 气象学报, 1966, 33(2): 210–230.

- [4] 夏冰, 兰涛, 等. 云南亚高山云冷杉林林窗的研究[J]. 植物资源与环境, 1996, 5(4): 1–8.
- [5] 夏冰, 邓飞, 贺善安. 林窗研究进展[J]. 植物资源与环境, 1997, 6(4): 50–57.
- [6] 班勇. 自然干扰与森林林冠空隙动态[J]. 生态学杂志, 1996, 15(3): 43–49.
- [7] 奚为民, 等. 林窗植被研究进展[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 1992, 17(2): 268–274.
- [8] 奚为民, 等. 四川缙云山森林群落林窗边缘效应的研究[J]. 植物生态学与地植物学学报, 1993, 17(3): 232–242.
- [9] 唐建维, 张建侯, 宋启示, 等. 西双版纳热带次生林生物量的初步研究[J]. 植物生态学报, 1998, 22(6): 489–496.
- [10] 唐勇, 曹敏, 张建侯, 等. 西双版纳白背桐次生林土壤种子库、种子雨研究[J]. 植物生态学报, 1998, 22(6): 505–512.
- [11] 臧润国, 徐化成. 林隙(GAP)干扰研究进展[J]. 林业科学, 1998, 34(1): 90–98.
- [12] 臧润国. 林隙(gap)更新动态研究进展[J]. 生态学杂志, 1998, 17(2): 50–58.
- [13] 臧润国, 郭忠林, 高文韬. 长白山自然保护区阔叶红松林林隙更新的研究[J]. 应用生态学报, 1998, 9(4): 349–353.
- [14] Breshears, D. D. et al. Differential use of heterogeneous soil moisture by two semiarid woody species *Pinus edulis* and *Juniperus monosperma*[J]. *Journal of Ecology*, 1997, 85: 289–299.
- [15] Denslow, J. S. Gap partitioning among tropical raincanopy trees[J]. *Biotropica*, 1980, 12 (Sup): 47–55.
- [16] Mauchamp, A. et al. Simulating the dynamics of a vegetation mosaic: a spatialized functional model[J]. *Ecological Modelling*, 1994, 71: 107–130.
- [17] Platt, W. J. and Strong, D. R. Special feature – gaps in canopy ecology[J]. *Ecology*, 1989, 70.
- [18] Sharpe, P. J. H. et al. Spatial consideration in physiological models of tree growth[J]. *Tree physiology*, 1986, 2: 403–421.
- [19] Thiery, J. M. et al. A model simulating the genesis of banded vegetation patterns in Nigger[J]. *Journal of Ecology*, 1995, 83: 497–507.
- [20] Walker, J. et al. Ecological field theory: the concept and field tests[J]. *Vegetatio*, 1989, 83: 81–95.

(收稿: 2000年1月17日, 改回: 2001年3月7日)

(上接第7页)

3.2 合理的种群结构, 在充分利用环境资源的前提下, 又有效地改造了环境, 提高了环境质量, 为农田生态系统的可持续发展打下了基础。

3.3 我国地域广阔, 地区之间差别比较大, 农田生态系统结构组合情况也大不一样, 单一种植形式仍是许多地方农业发展的主流。因此, 对农田生态系统的改造仍有很大潜力, 在条件允许的情况下, 适当提高种群多样性是有可能的。但种群多样性必须与先进管理技术和适当高的投入相结合。

参考文献

- [1] 周勇. 三种不同农业生态系统功能分析及最佳生态模式建造

研究[J]. 农业现代化研究, 1990, 11(4): 43–45.

- [2] 李元. 云南牟甸镇新植柑橘园农业生态经济系统功能分析[J]. 生态学杂志, 1995, 14(4): 25–29.
- [3] 黄文丁, 章熙谷. 中国复合农业[M]. 常熟: 江苏科技出版社, 1993. 9.
- [4] 徐琪. 不同耕作制度下有机肥对稻麦生长影响的研究[J]. 农业现代化研究, 1989, 10(4): 35–40.
- [5] 郑永华. 稻田鸭鱼复合生态经济效益的初步研究[J]. 应用生态学报, 1997, 8(8): 431–434.
- [6] 马世骏, 李松华. 中国的农业生态工程[M]. 北京: 科学出版社, 1987. 1–10.
- [7] 余一心. 稻田生态系统异质性结构功能初探[J]. 生态学报, 1991, 11(2): 191–193.

(收稿: 2000年4月7日, 改回: 2000年6月5日)