

西双版纳热带次生林林窗热量传递初步研究

王今殊¹, 王艳梅¹, 陈 亮¹, 黄 军¹, 张一平², 刘玉洪²

(1. 徐州师范大学 城市与环境学院, 江苏 徐州 221116; 2. 中国科学院 西双版纳热带植物园, 云南 昆明 650223)

摘要: 以西双版纳热带次生林林窗为研究对象, 以实际观测为基础, 探讨林窗及其不同方位边缘气-地温差的时空分布特征及变化规律。结果表明: 在西双版纳由于区域性天气现象(雾)、太阳高度和林窗边缘树木的共同影响, 形成不同季节、时间林窗区域气-地温差在时空分布上的明显差异——低值区的时空位移现象及空间不对称性, 具体表现为林窗气-地温差最低区域不是出现在林窗中央而是林窗某一侧, 而且出现随季节动态位移的现象; 林窗内不同介质间(空气、地面)热量传递方向随季节的不同而异。这种“峰值动态位移现象”可能会影响不同时期物种的入侵、定居、繁殖, 进而影响林窗物种的组成。

关键词: 西双版纳; 热带次生林; 林窗; 温度; 时空分布

中图分类号: S718.45

文献标识码: A

文章编号: 1007-6573(2002)03-0074-04

林窗作为群落演替更新的起始地, 其大小和环境的变化程度决定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, 对各种森林类型的更新和演替均有重要的作用^[1], 而在热带雨林中的作用更加显著^[2]。另外, 无论是从林窗中心到扩展林窗边缘, 还是从林地作用层到林冠作用层, 林窗生境都是相当异质的。由树根、树干、树冠所引起的空间异质性(光、温度、湿度、土壤矿质元素、土壤理化性质等的差异)可创造一定数量的潜在生态位, 因此国内外学者十分重视林窗的研究。其中林窗及周边热力特征的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^[3,4], 国内研究刚刚起步, 多为综述性和林窗特征的研究^[5,6], 林窗与环境关系的研究尚不多^[7,8]。

我们知道, 林窗环境中能量的传输方式是相当复杂的, 不同热力作用面(林窗地表面、林内地表面、林窗壁面、林冠面)以传导、对流、辐射换热三种方式同时出现并同时作用, 能量的传输对生命有机体的热效应也正是这三种方式综合作用的结果。其中在热对流中起重要作用的是显热通量 P , 其计算公式^[9]:

$$P = -\rho c_p k_1 \frac{T_1 - T_2}{\ln \frac{Z_1}{Z_2}}, \text{ 式中 } \rho \text{ 为空气密度, } c_p \text{ 为定压比热, } T_1, T_2 \text{ 表示 } Z_1, Z_2 \text{ 两高度上的气温, } k_1$$

表示 Z_1 高度上的热量交换系数。可知, 地面与大气间乱流扩散所输送的热量与两高度温度差 $T_1 - T_2$ 成正比, 气-地温差的局地差异在不同程度上影响或控制着能量环境中各种形式的热交换, 同时林窗本身与周边环境间存在着热交换。在森林动态及演替过程中, 温度是影响热带雨林植物生长生存的众多环境因子中最常遇到的因子, 影响着林窗及周边各生物学过程的变化^[10~14], 因此对林窗气-地温差局地差异特征的研究有助于理解林窗小气候和群落变化规律, 对深入研究林窗演替更新机制是必不可少的。

有鉴于此, 本文根据西双版纳地区次生林林窗小气候观测资料就不同介质(气-地)间温差时空分布进行分析, 旨在为探讨林窗小气候形成机制及其对林窗生物多样性的影响等提供科学依据。

1 样地概况及研究方法

研究样地情况详见文/8/。所选择的林窗(图 1)形成于 1993 年, 观测前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)。该林窗南北向长(约 12 m), 东西向短(约 8 m), 呈椭圆型, 实际林窗面积约 51 m²; 扩展林窗面积约 199 m²。

收稿日期: 2002-05-21

基金项目: 云南省自然科学基金项目(98C098M); 中国科学院“九五”重大项目(KZ951-A1-104-01)

作者简介: 王今殊(1974-), 女, 河北廊坊人, 助教, 主要从事自然地理的研究。

林窗中沿南-北向、东北-西南向、东-西向、东南-西北向设置了 4 条观测样线, 每条样线设置 7 个观测点. 考虑林窗边缘效应的作用, 观测点为不等距分布, 分别位于林窗中央、林窗边缘树冠冠缘垂直投影处、林缘乔木根基处、林内. 使用红外辐射温度计(COMPAC3, 日本国 Minolta 株式会社), 于 1999 年 1、4、7、10 月(分别代表该地区的雾凉季、干热季、雨季和雨季后期) 的昼间(8~ 20 时) 正点观测各测点地表温度, 每个测点读取 3 次, 最终求算平均值. 同时使用温度表, 观测各测点 1.5 m 高度处的气温. 每次观测 5~ 10 d, 观测期间天气晴好.

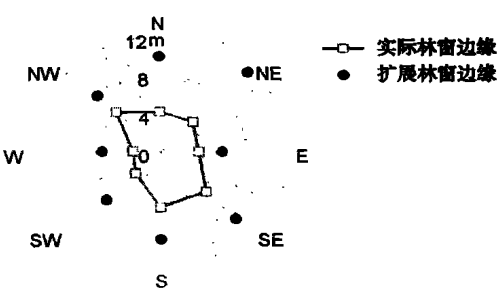


图 1 林窗轮廓图
Fig. 1 The out-line of forest gap

2 结果分析

2.1 气-地温差时间变化

由图 2 可以看出: 上午气-地温差为负值, 下午为正, 午间情况较为复杂, 气-地温差由正值转为负值的时间在不同季节、不同方位有所不同. 雨季较干季达平衡时间较早, 差值及时间变化相对较小, 其中干热季 NE1、NE2 昼间振幅最大可达 22℃, 雨季 NE1、NE2 昼间振幅最小不足 1℃. 这表明气-地间热量传递在不同季节的不同时间其方向是不同的, 具体地讲, 上午多数情况为热量由地面传向空气, 下午热量由空气传向地面, 午间情况比较复杂.

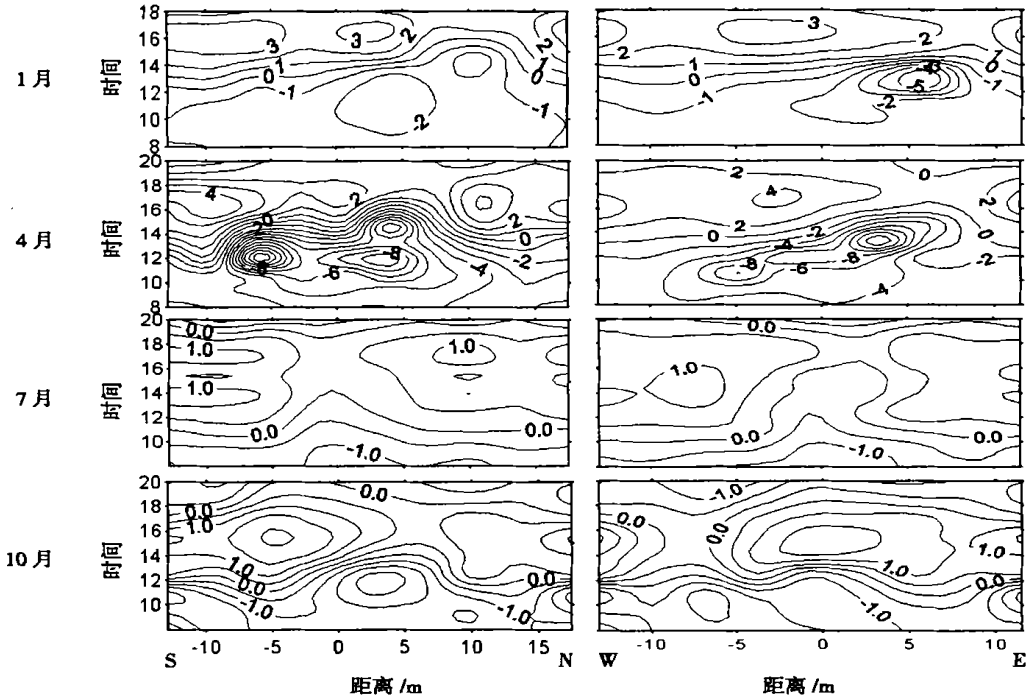


图 2 不同季节次生林林窗各测点气-地温差日间变化

Fig. 2 The variation of temperature difference between air and surface at different sites in secondary forest gap

2.2 不同季节气-地温差空间动态变化及非对称性分布

总的看来, 不同季节的气-地温差低值区多出现在林窗中央及林窗偏东侧边缘. 上午, 林窗中央、林内及林窗各方位边缘气-地温差多呈现负值, 气温低于地表温, 热量由地面传向空气; 午间, 林窗中央及偏东侧热量上传, 而林窗偏西侧热量由空气传向地面; 下午, 林窗中央及各方位边缘、林内气温多高于地表温, 热量由空气传向地面, 林窗偏西侧气-地温差最高达 3.5℃. 另外由该图还可看出不同季节气-地温差水平梯度变化有缓急之别, 干季(包括干热季和雾凉季) 的中午气-地温差水平梯度较大(可达 1℃/m), 雨季水平梯度较小(图 3).

气温和地表温度的时空变化,一定程度上影响着气-地温差的消长,使得气-地温差在空间分布上也存在非对称性。气-地温差的空间非对称性也必将对林窗内热量传递产生影响。

2.3 热量传递浅析

由以上分析可看出不同介质间(空气、地面)热量传递方向在不同季节的不同时间是不一样的,当气-地温差为负时,表示热量由地面传向空气,地面为热源,以长波放热;当气-地温差为正时,表示热量由空气传向地面,地面吸热增温;当温差为零时,表示不同介质间处于热平衡状态。气-地温差的局地差异在不同程度上影响或控制着能量环境中各种形式的热交换,同时林窗本身与周边环境间存在着热交换。

3 讨论与结论

3.1 讨论

林窗环境异质性并不限于林地作用层,但限于时间、人力、物力,本文不可能涉及所有方位及层次,仅重点对林地作用层不同方位热量传递特征作了初步的研究。作者曾对林窗内由林地作用层到林冠作用层环境异质性开展过探索性研究,并认为林窗区域除已知的林冠面、林内地面和林窗地面 3 个热力作用面之外,还存在第 4 个热力作用面——林缘树干表面^[8]。所有这些对于深入研究林窗环境异质性,把握和阐明林窗边缘生物的生长、发育及分布以及林窗的更新机制都是十分重要的,可为建立林窗模型和森林恢复提供理论基础。这将是今后主要的研究内容之一。

3.2 结论

- 1) 气-地温差由正值转为负值的时间随季节和方位的不同而不同。雨季较干季达平衡时间早,差值及时间变化相对较小,其中 NE1、NE2 干热季昼间振幅最大可达 22℃,雨季最小不足 1℃。
- 2) 由于区域性天气现象(雾)、太阳高度和林窗边缘树木的共同影响,形成不同季节、时间林窗区域气-地温差在时空分布上的明显差异——低值区的时空位移现象及空间不对称性。具体表现为林窗气-地温差最低区域不是出现在林窗中央而是林窗某一侧,而且不同季节温差最大值区域随时间动态位移;这种“峰值动态位移现象”可能会影响不同时期物种的入侵、定居、繁殖,进而影响林窗物种的组成。
- 3) 初步研究还显示林窗内不同介质间(空气、地面)热量传递方向随季节的不同而异。
- 4) 林窗的这种热力效应对深入研究林窗环境异质性,把握和阐明林窗边缘生物的生长、发育及分布以及林窗的更新机制都是十分重要的,可为建立林窗模型和森林恢复提供理论基础。

参考文献:

[1] Platt W J, Strong D R. Special feature-gaps in canopy ecology[J]. Ecology, 1989, 70: 535.

[2] Denslow J S. Gap partitioning among tropical rain canopy trees[J]. Bio tropica(supplement), 1980, 12: 47.

[3] Sharpe P J H, Walker J, Penridge L K, et al. Spatial consideration in physiological models of tree growth[J]. Tree Physi-

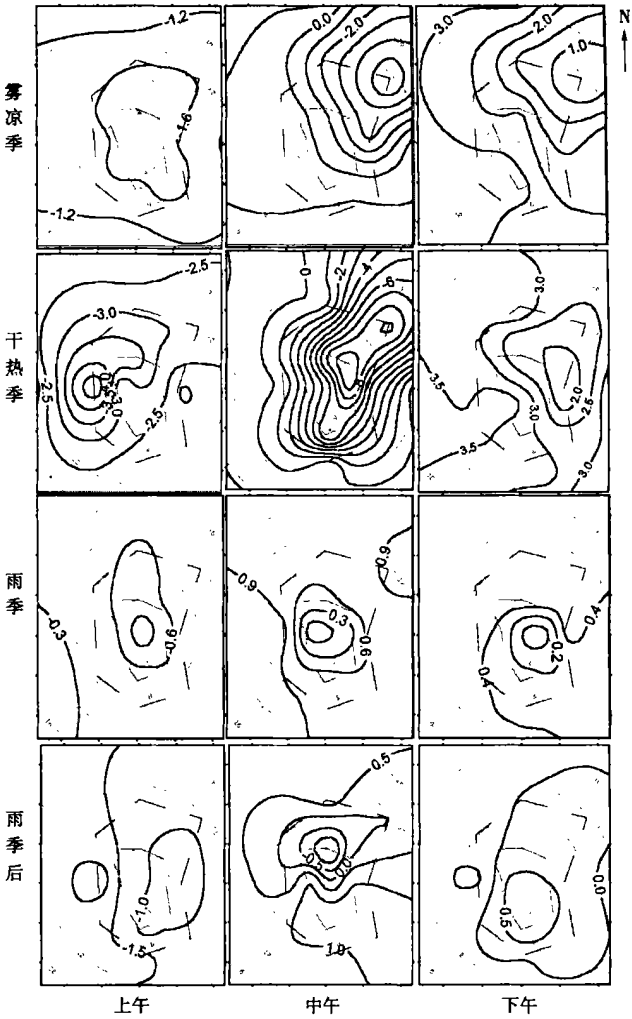


图 3 次生林林窗气-地温差时空动态变化
Fig. 3 Temporal-spatial variation of temperature difference between air and surface in secondary forest gap

ology, 1986, 2: 403.

[4] 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*[J] . Journal of Ecology, 1997, 85: 289.

[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.

[6] 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.

[7] 安树青, 洪必恭, 李朝阳, 等. 紫金山次生林林窗植被和环境的研究[J] . 应用生态学报, 1997, 8(3): 245.

[8] 张一平, 王进欣, 马友鑫, 等. 西双版纳热带次生林林窗边缘树表温的时空分布[J] . 北京林业大学学报, 2000, 22 (3): 8.

[9] 朱劲伟, 朱廷耀, 崔启武, 等. 森林气象学[M] . 北京: 中国林业出版社, 1982. 257– 261.

[10] Augsburger C K. Light requirements of neotropical tree seedling: A comparative study of growth and survival[J] . Journal of Ecology, 1984, 72: 777.

[11] Canham C D. Growth and canopy architecture of shade-tolerant tree: Response to canopy gaps[J] . Ecology, 1988, 69(3): 786.

[12] Lawton R O, Putz F E. Natural disturbance and gap-phase regeneration in a wind-exposed tropical lower mountain rain forest[J] . Ecology, 1988, 69: 764.

[13] Popma J, Bongers F, *et al.* Pioneer species distribution in tree-fall gaps in neotropical rain forest: A gap definition and its consequences[J] . Journal of Tropical Ecology, 1988, 4: 77.

[14] Putz F E. Buried seeds, newly dispersed seeds and the dynamics of a low-land forest in Malaysia[J] . Biotropica, 1987, 19 (4) : 326.

The Pilot Study on the Heat Transferring Between Different Media
in Tropical Secondary Forest Gap of Xishuangbanna

WANG Jin-shu¹, WANG Yan-mei¹, CHEN Liang¹, H UANG Jun¹, ZHANG Yi-ping², LIU Yu-hong²
(1. College of Urban & Environment, Xuzhou Normal University, Xuzhou 221116, China;
2. Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, CAS, Kunming 650223, China)

Abstract: In this paper, temporal-spatial dynamics of difference in temperature between air and surface is studied in tropical forest canopy gap of Xishuangbanna. The results show that the spatial-temporal variations of difference in temperature between air and surface of the forest gap are significant in different time and in different season because of the influence of foggy environment, sun altitude and trees, and cause the point of minimum displacing and spatial asymmetry. The point of minimum of the temperature difference is not present to the center, but to one side, and shifts with time. The primary study indicates that direction of heat transferring between the different media(air, ground surface) in the forest gap is different in different time and in different season. It may affect invasion, settlement, reproduce of species, further influence the species composition in forest gap.

Key words: Xishuangbanna; tropical secondary forest; canopy gap; temperature; temporal-spatial dynamics