

\* [文章编号] 1000-2502(2001)01-0078-04

# 热带森林林窗湿热季气温分布特征的初步研究

刘玉洪, 张一平, 王进欣, 马友鑫, 李佑荣, 段文平  
(中国科学院西双版纳热带植物园昆明分部, 中国云南 昆明 650223)

[摘要] 林窗是群落演替的起始地, 其本身的特征影响着环境因子, 进而影响森林的结构、物种组成、种群动态等. 利用西双版纳湿热季次生林林窗的实测气温资料, 探讨该林窗气温的分布特征. 结果表明: 热带次生林林窗4个方位不同位置的气温日变化具有2~3个峰值; 日平均气温的高低顺序是林窗边缘>扩展林窗边缘>林内; 林窗内气温日较差较小; 林窗内不同位置相对林窗中央具有增加低温和降低高温的效应, 这种增温效应(0.4~0.6)较降温效应(-1.4~-1.5)弱. 其结果可为林窗小气候形成机制及森林群落的演替与更新等提供科学依据.

[关键词] 热带林; 次生林; 林窗; 气温; 西双版纳

[中图分类号] S716 [文献标识码] A

## Characteristics of Tropical Forest Gap Temperature Distribution at Wet-hot Season in Xishuangbanna

LIU Yu-hong, ZHANG Yi-ping, WANG Jing-xing, MA You-xing, LI You-rong, DUAN Wen-pin  
(Xishuangbanna Tropical Botanical Garden of CAS, Kunming 650223, Yunnan, China)

**Abstract:** Canopy gaps are the origin of forest succession. The gap features affect the distribution of the environmental factors (such as light, temperature and humidity) which in turn influence forest structure, species composition and forest dynamic. Air temperature measurements were conducted in the secondary forest canopy gaps of Xishuangbanna at wet-hot season (July). The air temperature distribution of the canopy gaps is discussed. The results show that the daily variation in air temperature has 2 to 3 peaks at the different sites (4 azimuth) in the tropical secondary forest gaps and the daily mean air temperature ranks in the order of gap edge > extended gap edge > forest interior. Daily range of air temperature is not significant. Contrasted with the center of gap, the other sites are of increasing minimum temperature and decreasing maximum one. The increment of 0.4~0.6 is weaker than the decrement of -1.4~-1.5. The results supply a research basis for understanding the microclimatic formation of canopy gaps, the succession and regeneration of forest community.

**Key words:** Xishuangbanna; secondary forest; forest canopy gaps; air temperature

热带林窗气温的分布是热带森林小气候的一部分, 在当地大气候条件(共性)下, 它具有其本身的小气候(个性)分布特征. 在连片的森林中, 由于各种自然因素的影响, 常常形成一些大小及形状不同的林窗, 造成太阳辐射在林窗内的重新分布, 进而形成了独特的林窗小气候特征, 它是一种森林气候的特例. 由于林窗是森林群落演替的起始地, 故而有众多科学家关注<sup>[1~3]</sup>, 并加以研究. 本文作者对西双版纳热带森林林窗湿热和气温分布特征进行研究, 旨在为林窗小气候形成机制及森林群落的演替与更新等提供科学依据.

## 1 自然概况

### 1.1 气候背景

试验地位于云南省最南部的西双版纳, 该地为西南季风气候区, 其特点是四季不分明而干湿季节分明, 11

\* [收稿日期] 2000-02-29

[基金项目] 云南省自然科学基金(98C098M 和 97C093M)、国家自然科学基金(39770141)、中科院“院长基金”和国家人事部“非教育系统留学回国人员科技择优经费”资助.

[作者简介] 刘玉洪(1956-), 男, 高级工程师, 大学, 主要从事森林水文、气象与山地气候研究.

© 1994-2010 China Academic Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

月~翌年4月为干季,降雨量只占年降雨总量的15%~17%;5~10月为雨季,降雨量占年降雨总量的83%~85%。本区的另一个气候特征是雨热同季。因纬度较低,处于北回归线以南,太阳高度角一年有两次过天顶(90°),终年温度较高,温度年较差(8.0℃)小于日较差(17.4~7.9℃)。

7月是本地湿热季的典型代表,中国科学院西双版纳热带植物园气象站的40年平均气象资料表明,月均温为25.3℃,与最热月(4~5月)比较偏低0.1~0.4℃,平均最高气温30.6℃,平均最低气温22.7℃(年最大月),平均日较差7.9℃(年最小月)与平均气温日较差最大月(17.4℃)偏小一倍多。7月也是本地雨季盛期,降雨日数(0.1mm)达26d,降雨量较多(298.2mm),占年降雨总量的20.2%。相对湿度89%是年最大月,日照百分率28%是年最小月。

1.2 样地概况

研究样地选在云南省西双版纳傣族自治州勐腊县勐仑镇的中国科学院西双版纳植物园(北纬21°55′,东经101°15′,海拔580m)内的一连片的次生林中,从其中人为砍伐出一个林窗供研究之用。次生林面积约10hm<sup>2</sup>,地形起伏连绵,有小的沟谷包含于其中,是典型的热带雨林被人为破坏(砍伐法)后经刀耕火种,1970年代后撂荒后自然恢复形成的次生林,树龄有20多年,主要树种有:白背桐 *Mallotus paniculatus*, 大叶藤黄 *Garcinia xanthochymus*, 川楝 *Meliatoosenden*, 榕树 *Ficus microcarpa* 等,该次生林群落结构复杂,大致可分为乔木层、灌木层、草本和层间植物等4个层次,构成群落的乔木层高约20m。

2 研究方法

研究样地的林窗为长形(图1),南北向长约12m,东西向长约8m,内圈线即林缘林冠垂线处称林窗边缘,外圈线即林缘树干部称扩展林窗边缘。

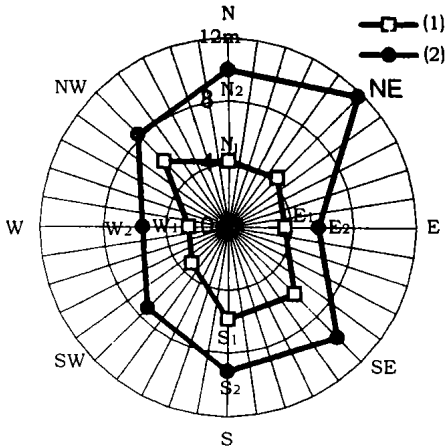
观测点设置在林窗中沿南北向和东西向两条成“十字型”的观测线上,两线交叉点O为林窗中央,林窗边缘处(1)分设E<sub>1</sub>、S<sub>1</sub>、W<sub>1</sub>、N<sub>1</sub>共4个测点,扩展林窗边缘处(2)分设E<sub>2</sub>、S<sub>2</sub>、W<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>4个测点,林内(3)也在4个方位(E<sub>3</sub>、S<sub>3</sub>、W<sub>3</sub>、N<sub>3</sub>)设点观测。

观测时间为1999年7月20~22日和26~29日共7天,在白天8~20时每小时观测一次。温度是离地面1.5m高处的气温。仪器为气象观测常用的玻璃温度表。

3 研究结果

3.1 昼间平均气温的日变化

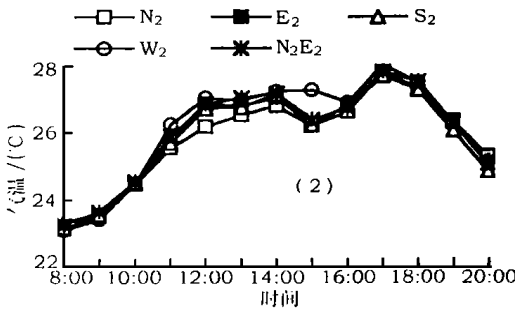
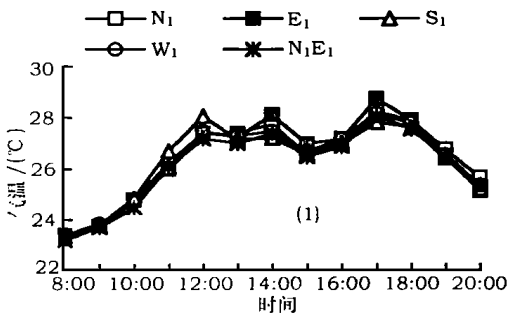
湿热季(7月份)次生林林窗不同方位气温随时间的变化情况如图2所示。从图2可以看出,林窗边缘与扩展林窗边缘不同方位的气温变化趋势基本一致,昼间出现最高温度,最大峰值出现在17时,并且一般有2~3个峰值。这是由于昼间多云雨天气造成的,不同方位常伴有气温高低起伏变化,则是由于林窗内林冠分布不均而造成太阳辐射重新分布形成的小气候特征。而且7月份太阳高度角较大,随着太阳的日变化,不同方位的某一时段,阳光能透过林窗或林冠间隙照射到该点,进而形成温度变化曲线上的“跳点”。在太阳辐射



(1)——林窗边缘;(2)——扩展林窗边缘

图1 次生林林窗轮廓

Fig.1 The out-line of secondary forest gap



(1)——林窗边缘;(2)——扩展林窗边缘

图2 干热季晴天次生林林窗不同方位气温时间变化

Fig.2 Temporal variation of air temperature in secondary forest gap on 4-azimuth in clear day-hot season

较弱和没有太阳辐射的早晨和晚间,林窗不同方位之间的气温趋于一致,不表现方位差异.由实测气温的资料统计表明,在西双版纳湿热季节,林窗中气温的方位差异小于林窗林冠特征造成的差异.由林窗不同位置 4 个方向平均气温在不同时段的变化(表 1)可以看出,湿热季节林窗昼间的平均气温以林窗边缘(26.4 )最大,扩展林窗边缘(26.0 )居中,林内(25.8 )最小.林窗边缘具有增温效应,平均增温 0.2 .扩展林窗边缘和林内具有降温效应,林内的降温效应比扩展林窗边缘更显著,而且一般在中午(− 0.8 )强于早晚(− 0.2 ~ − 0.4 ).

3.2 林窗内极端气温特征

3.2.1 林窗中央的极端温度特征

林窗中央最高气温与最低气温逐日变化情况如表 2 所示.由表 2 可知,林窗中央的极端最高气温最大为 32.6 ,最小为 27.0 ,平均(29.6 )不足 30 .在林窗中央的极端最低气温最大为 23.4 ,最小为 22.0 ,平均 22.7 .

同时,由表 2 还可知,林窗中央的日较差较小,最小值为 3.6 ,这也是由于多云雨天气形成的,昼间多云雨而不见太阳或太阳辐射较弱,最高气温上不去,并且降温的幅度较大,而在此条件下,夜间云层保暖,最低气温降温幅度较小,有时反而略有偏高,故气温昼夜之间的振幅变化不大,其结果是气温日较差较小.

3.2.2 林窗不同方位处的极端最高温度特征

林窗不同位置与中央的最高气温差值的逐日变化情况见表 3.由表 3 可知:①林窗内不同方位及不同位置的最高气温相对于林窗中央位置来讲,它们大多具有降低高温的效应,而且降温效应随着远离林窗中央位置而增大,即降温效应的顺序是林窗边缘< 扩展林窗边缘< 林内,对于相对于林窗中央的 4 个方位的林内观测点,它们的降温效应基本趋于一致(− 1.4 ~ − 1.5 );②西双版纳次生林在湿热季节的降温效应(− 1.4 ~ − 1.5 )较干热季(4 月)的− 1.9 偏小<sup>[4~5]</sup>,说明云雨量的增加削弱了森林的降温效应;③林窗中央的 E 侧林窗边缘处具有增温效应,因为一般出现最高气温的时间在下午,此时太阳偏西直射在林窗的 E 侧,所以在林窗的边缘 E 侧方表现为林缘的增温效应(+ 0.1 ~ + 0.7 ).如果在一天中出现最高气温的时段内处于多云或雨天,则林窗边缘的 E 侧则不表现增温效应,同样表现为降温效应(− 0.5 );④从扩展林窗边缘来看,E 侧和 N 侧的降温效应(− 0.9 )要弱一些,而 W 侧和 S 侧的降温效应(− 1.1 ~ − 1.2 )要强一些.

表 1 湿热季林窗不同位置气温的日变化

Table 1 The daily variation of air temperature of different sites in wet-hot season in the forest gap

位 置	8 ~ 11 时	12 ~ 15 时	16 ~ 20 时	平均
林 窗 中 央	24.4	27.3	26.8	26.2
林窗边缘 4 个方位平均值	24.6	27.3	27.0	26.4
扩展林窗边缘 4 个方位平均值	24.3	26.8	26.7	26.0
林 内	24.2	26.5	26.4	25.8

表 2 林窗中央最高气温与最低气温逐日变化

Table 2 Day by day variation of maximum and minimum air temperature in the center of gap

日 期	21	22	26	27	28	29	平均
最高气温	28.2	30.8	27.7	27.0	29.2	32.6	29.6
最低气温	22.0	22.7	—	23.4	22.7	22.7	22.7
日较差	6.2	8.1	—	3.6	6.5	9.9	6.9

表 3 林窗各位置气温与中央的最高气温差值的逐日变化情况

Table 3 Day by day variation of difference of maximum air temperature to different sites and the center of gap

方位	位 置	21 日	22 日	26 日	27 日	28 日	29 日	平均
N	林窗边缘	− 1.0	− 1.3	− 0.2	− 0.3	− 0.6	− 1.4	− 0.8
	扩展林窗边缘	− 1.2	− 2.0	− 0.2	− 0.1	− 0.6	− 1.5	− 0.9
	林 内	− 1.8	− 2.3	− 0.7	− 0.5	− 1.0	− 2.6	− 1.5
E	林窗边缘	− 0.5	− 0.5	+ 0.7	+ 0.5	+ 0.3	+ 0.1	+ 0.1
	扩展林窗边缘	− 1.0	− 1.8	− 0.2	+ 0.1	− 0.3	− 1.9	− 0.9
	林 内	− 1.8	− 2.1	− 0.6	− 0.4	− 1.0	− 2.4	− 1.4
S	林窗边缘	− 1.7	− 1.6	− 0.1	0.0	− 0.2	− 1.8	− 0.9
	扩展林窗边缘	− 1.4	− 2.0	− 0.5	− 0.4	− 0.6	− 1.9	− 1.1
	林 内	− 1.8	− 2.3	− 0.5	− 0.4	− 0.8	− 2.4	− 1.4
W	林窗边缘	− 0.2	− 0.6	− 0.1	0.0	− 0.2	− 1.5	− 0.4
	扩展林窗边缘	− 1.0	− 2.2	− 0.5	− 0.5	− 0.6	− 2.3	− 1.2
	林 内	− 1.5	− 2.5	− 0.7	− 0.5	− 0.8	− 2.1	− 1.4

3. 2. 3 林窗不同方位处的极端最低气温特征

西双版纳次生林林窗内不同方位和不同位置相对林窗中央来讲是具有增温效应的(表 4), 平均增温效应在 0.4~0.6, 最大增温效应在 1.0~1.1, 只有在某些少数方位如扩展林窗边缘有等温或降温效应. 因为极端最低气温的出现时段一般在清晨日出前, 所以森林对低温的增温效应, 主要是由夜间的云雾水湿条件决定. 如夜间空气干燥、云量较少时, 林窗中央处的温度则较低, 此时森林的增温效应要更显著一些; 而在夜间空气湿度较大, 云雾较多时, 森林的增温效应将减弱或消失.

从表 4 还可以看出, 相对于林窗中央, 林内的 4 个方位的最低气温的增温效应在 0.4~0.6 之间, 方位差异只有 0.1~0.2, 它属于正常局部小气候差异. 另外, 次生林此类型的林窗在湿热季的林窗增温效应与森林增温效应没有明显差异.

4 小 结

西双版纳在湿热季节的热带次生林林窗不同方位与不同位置的气温日变化趋势基本是一致的, 有 2~3 个峰值, 最大值在 17 时出现. 日平均气温的高低顺序是林窗边缘> 扩展林窗边缘> 林内. 相对于林窗中央, 森林具有降低高温的效应, 其降温效应的顺序是林窗边缘< 扩展林窗边缘< 林内. 另外, 森林还具有增加低温的效应, 但其增温效应(0.4~0.6) 较森林的降低高温效应(-1.4~-1.5) 弱. 森林的增温效应随着云雾水湿条件的增加而减弱直至消失. 少云雨天气中的强太阳辐射是造成林窗不同方向具有增温差异的原因, 如多云雨天气条件下的较弱太阳辐射将减弱林窗在不同方向的增温差异或使这种差异消失.

表 4 林窗各位置与林窗中央的最低气温差值逐日变化情况  
Table 4 Day by day variation of difference of maximum air temperature to different sites and the center of gap

方位	位 置	21 日	22 日	27 日	28 日	29 日	平均
N	林窗边缘	1.0	0.3	0.0	0.2	0.7	0.4
	扩展林窗边缘	0.7	0.1	0.3	0.3	0.8	0.4
	林 内	1.0	0.3	0.0	0.2	0.8	0.5
E	林窗边缘	0.9	0.3	0.1	0.3	0.8	0.5
	扩展林窗边缘	0.6	0.0	0.2	0.8	1.0	0.5
	林 内	0.9	0.3	0.3	0.5	0.9	0.6
S	林窗边缘	0.7	0.3	0.1	0.3	0.8	0.4
	扩展林窗边缘	1.0	0.1	0.4	0.6	1.1	0.6
	林 内	1.0	0.1	0.0	0.5	1.0	0.5
W	林窗边缘	1.0	0.3	0.1	0.0	0.5	0.4
	扩展林窗边缘	0.7	0.0	0.1	- 0.3	- 0.7	0.0
	林 内	1.0	- 0.2	0.2	0.3	0.7	0.4

[参 考 文 献]

[1] 藏润国, 徐 化. 林隙研究进展[J]. 林业科学, 1998, 34(1): 90-98.  
[2] 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.  
[3] 奚为民, 钟章成. 林窗植被研究进展[J]. 西南师范大学学报, 1992, 17(2): 268-274.  
[4] 张一平, 刘玉洪, 马友鑫, 等. 西双版纳热带次生林林窗干热气温分布特征[J]. 植物资源与环境, 1999, 8(2): 7-12.  
[5] 张一平, 王进欣, 马友鑫, 等. 热带次生林林窗边缘树干表面温度时空分布特征[J]. 南京林业大学学报, 1999, 23(6): 23-28.

[ 责任编辑: 邓白 罗]