

# 云南哀牢山常绿阔叶林林窗小气候特征<sup>1)</sup>

张一平 马友鑫 刘玉洪

(中国科学院西双版纳热带植物园, 昆明, 650223)

**摘要** 利用哀牢山北部常绿阔叶林林窗的小气候实际观测资料, 对林窗小气候进行了初步分析。得出结论: 由于受太阳辐射和林窗边缘树木的影响, 在哀牢山北部常绿阔叶林林窗同样存在小气候要素的空间分布动态位移现象; 最大值区域随时间发生变化, 造成林窗实际边缘气象要素的变化最为激烈。小气候要素的水平空间差异在不同时段也是各异的, 一般在受太阳辐射影响较小的上午和下午, 差异不大; 而受太阳直接辐射影响较大的中午, 差异显著。林窗不同区域气地温差符号的不同, 引起热量传递方向截然相反。如此光照、温度分布状况和热量传递的不同, 将导致林窗的环境异质性差异, 进而影响到林窗区域种子萌发、幼苗生长、发育、植物种群分布等, 最终影响到森林的更新。

**关键词** 林窗; 小气候要素; 时空分布; 常绿阔叶林; 哀牢山  
**分类号** S718.512

The Characteristic of Microclimate in the Gap of Ever-green Broad-leaved Forest on the Ailao Mountain in Yunnan/Zhang Yiping, Ma Youxin, Liu Yuhong(Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, CAS, Kunming 650223, P. R. China)//Journal of Northeast Forestry University. -2001, 29(2). -47 ~ 50

In this paper, microclimate factor measurements in the ever-green broad-leaved gap were conducted on Ailao mountain, Yunnan. On the basis of this measurement, the spacial-temporal variations of microclimate in the gap were discussed. The results show as follows: because of the radiation and the tree, spatial distribution of micro-climate factor shows the phenomena about dynamic displacement; the source of maximum value of microclimate displays shifting with time, and these result in significantly varying of micro-climate factor at the edge of gap. The horizontal spatial diversity of microclimate factor is different in different time, because of the influence of radiation, at noon, it is distinct, moreover, in the AM and PM, it is un conspicuous, it makes thermodynamic regime be different on different sites. All these characteristic will influence upon environment heterogeneous character in the gap, then influence upon the seed germinating, seeding growing and species distributing, finally influence upon succession of forest.

**Key words** Forest gap; Microclimate; Spacial-temporal distribution; Ever-green broad-leaved forest; Ailao mountain

林窗在森林的更新和演替中扮演着极其重要的角色<sup>[1]</sup>。由于林窗小气候环境中光照、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, 因此国外研究者已对其开展了研究<sup>[2~6]</sup>。国内林窗研究已有报道<sup>[7~18]</sup>, 但是对林窗与环境关系的研究尚不多<sup>[19~22]</sup>。作者在对我国西双版纳地区热带森林林窗的研究中发现<sup>[22]</sup>, 由于受地方气候、太阳高度和林窗边缘

树木的共同影响, 形成不同季节、不同时间林窗区域的小气候在时间和空间上的明显差异, 最大值区域均存在随时间和季节变化而动态位移的现象。最大值区域不一定出现在林窗中央, 而较多出现在林窗北侧—东北侧林缘处。导致了林窗区域的光强、地表面温度及近地层温度等小气候要素的分布存在空间不对称性。

为了进一步探讨其他地区的森林林窗是否具有同样特征, 笔者利用1998年5月份在云南哀牢山北部常绿阔叶林林窗进行的小气候观测所得资料, 试对该类型林窗的小气候时空变化规律进行初步分析, 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) 云南省自然科学基金项目(98C098M)、中国科学院“九五”重点项目(KZ95Z-S1-101)和中国科学院院长基金资助项目部分研究结果。

第1作者简介: 张一平, 男, 1957年8月生, 中国科学院西双版纳热带植物园, 研究员。

收稿日期: 2000年6月13日。

责任编辑: 戴芳天。

# 1 研究地概况与研究方法

## 1.1 研究地概况

哀牢山国家级自然保护区纵贯云南省中南部,保存着我国亚热带地区面积较大的,且以云南特有种为优势的原生常绿阔叶林。本研究所选择的观测地在哀牢山北部的徐家坝(北纬 $24^{\circ}32'$ 东径 $101^{\circ}01'$ 东径,海拔2450m)。最热月气温 $15.6^{\circ}\text{C}$ 、最冷月气温 $5.4^{\circ}\text{C}$ 、年平均气温 $11.3^{\circ}\text{C}$ 、 $>10^{\circ}\text{C}$ 活动积温 $3420^{\circ}\text{C}$ ;年降水1931mm。

本次观测的林窗样地选择在徐家坝地区原生常绿阔叶林内,系120a左右的成熟林<sup>[23]</sup>、林窗浓郁整齐、植被分层明显。乔木上层高20~25m,胸径0.30~0.45m,最大1.2m,主要为腾冲栲(*Castanopsis wattii*)、木果石栎(*Lithocarpus xylocarpus*)、滇木荷(*Schima noronhar*)、景东石栎(*Lithocarpus chintungensis*)等,乔木亚层高5~15m,主要为绿叶润楠(*Machilus viridis*)、红花木莲(*Manglietia insignis*)、米饭树(*Vaccinium duclouxii*)等;灌木层高1.0~3.5m,主要以箭竹(*Sinuarundinaria nitida*)为优势;草本层在0.5m以下,主要为滇西瘤足蕨(*Plagiogyria communis*)、细梗苔草(*Carex teinogyne*)等。坡向为西坡、坡度约 $12^{\circ}$ 。土壤为山地黄棕壤。

## 1.2 研究方法

本研究所选择的林窗(见图1)形成约有30a,图1中的内圈线(CG)为实际林窗边缘(林缘树冠垂线处)、外圈线(EG)为扩展林窗边缘(林缘树干处)。该林窗基本上为圆形林窗,实际林窗直径约为7m。东侧的林冠冠幅较大(约9m),其它各侧冠幅在1.8~5.5m。实际林窗面积约 $39\text{m}^2$ ;扩展林窗面积约 $250\text{m}^2$ 。

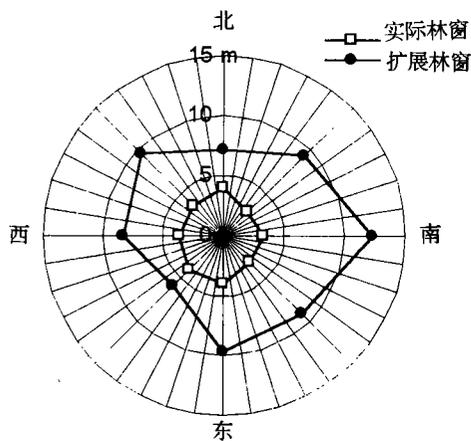


图1 林窗概况

在林窗中从中央向4方位(东南西北)设置4条观测样线,每条样线设置4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高处气温和最高、最低气温(最高、最低温度表,天津气象海洋仪器厂生产)、光照(数字式照度计,上海市嘉定学联仪表厂生产)以及地面温度(红外辐射温度计(COMPAC3),日本国Minolta株式会社生产)。并在林窗中央、实际林窗东侧边缘和林内观测了总辐射。

观测在1998年5月15~19日的昼间(8~19时)整点进行。共观测了36次。

## 2 结果分析

### 2.1 不同方向的小气候要素分布

#### 2.1.1 南北向小气候要素时空变化特征

由哀牢山常绿阔叶林林窗南北向的光照强度、地表温和气温的时空变化(见图2),可见12时以前和17时以后,由于太阳辐射较弱(图2a),各要素的时空变化均较小;中午前后(12~16时),各要素的时空变化增大,15时,不同测点的各要素均出现最大值,并且最大值中心并不在林窗中央,而是出现在北侧林窗边缘(4.5m)处;光照(图2a)可达 $45000\text{lx}$ 、地表温最高达 $30^{\circ}\text{C}$ 以上;气温则超过 $22^{\circ}\text{C}$ 。

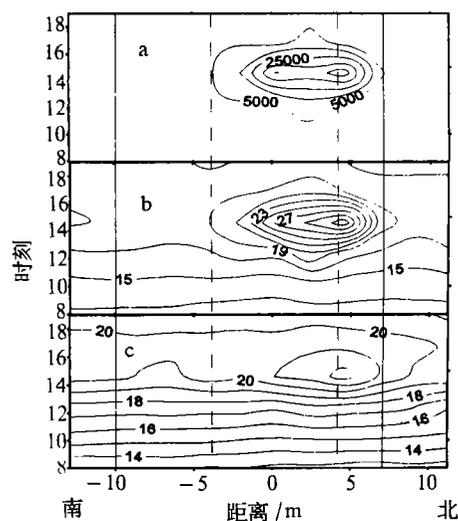


图2 林窗南北向气象要素时空变化

----- 实际林窗; —— 扩展林窗

a. 光照(lx); b. 地表温( $^{\circ}\text{C}$ ); c. 气温( $^{\circ}\text{C}$ )

#### 2.1.2 东西向小气候要素时空分布特征

图3显示了东西向各要素的时空变化。在东西方向,由于受到太阳位置移动的影响,各要素的最

大值区域随时间变化有动态位移现象。上午11时以前, 由于受到地形条件(西坡)和林窗周围树木的遮蔽影响, 太阳直接辐射较弱(图3a), 各要素的地域差异较小, 最大值区域不明显; 中午前后, 受太阳直接辐射影响, 光照增强(图3a), 各要素先后出现最大值。值得注意的是, 不同时刻, 最大值的位置发生位移, 其中以地表温最为显著; 13时的最高地表温出现在林窗西侧边缘, 而14、15时则移动到林窗中央, 在16时到达东侧扩展林窗边缘。各要素最大值在15时左右出现, 光照可达35 000 lx, 地表温为25℃以上, 气温高于22℃。

### 2.2 最高、最低气温及气温日较差空间分布特征

最高、最低气温反映了热力状况的极端情况, 而气温日较差反映了气温的变化幅度。从图4可

见, 最高气温(图4a)的空间分布较规律, 最大值区域出现在林窗东侧边缘, 极大值可达23.0℃, 且水平差异较大; 而最低气温(图4b)的空间分布呈现东侧向南至西南侧扩展边缘递增趋势, 但是水平差异不大。气温日较差(图4c)空间分布与最高气温相似, 林窗区域日较差较大, 林内较小, 最大值区域( $t_{max} - t_{min} > 12℃$ )出现在林窗东侧边缘, 极大值为12.7℃。

### 2.3 昼间平均气象要素空间分布特征

综合考虑昼间的平均状况(见图5)可见, 各气象要素的空间分布同样显示出最大值区域不一定在林窗中央, 要素最大值区域(光照  $> 7000$  lx, 地表温  $> 18℃$ , 气温  $> 18℃$ )出现在林窗北—东北侧边缘。

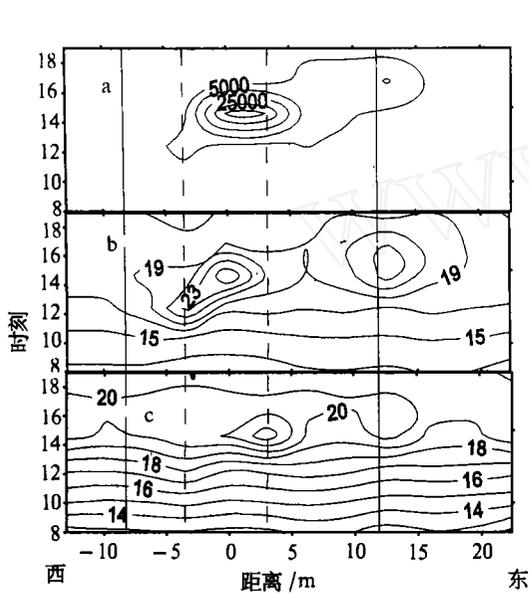


图3 林窗东西向气象要素时空变化

---- 实际林窗; —— 扩展林窗

a. 光照(lx); b. 地表温(°C); c. 气温(°C)

### 2.4 林窗内热量传递方向

林窗中存在多个热力作用面, 不同热力作用, 导致了林窗中小气候的分布差异。以下用气温和地表温资料所求算的气地温差, 对林窗地面附近的热量传递方向进行了初步分析。

从图6可见, 南北向(图6a), 仅在中午前后的实际林窗前后, 气地温差大于零。这说明该区域热量是从空气传向地面, 其最大值区域( $< -10℃$ )出现在林窗北侧边缘附近; 林内及早晚时段气地温差大于零, 热量从空气传向地面。

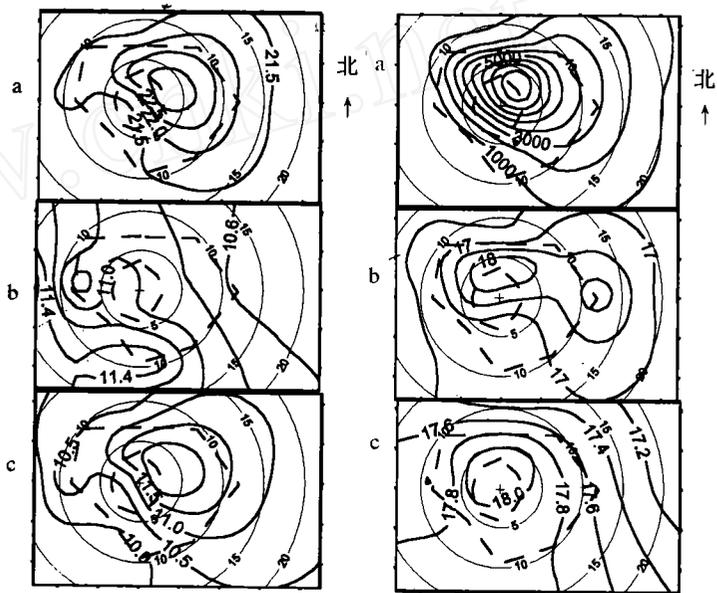


图4 林窗极端气温和日较差空间分布 图5 林窗昼间平均气象要素空间分布(°C)

同心圆为距林窗中心距离(m) 分布同心为距林窗中心距离(m)

a. 最高气温; b. 最低气温; c. 日较差 a. 光照(lx); b. 地表温(°C); c. 气温(°C)

而东西向(图6b)的气地温差分布显示, 中午前后在林窗中央和东侧边缘气地温差出现负值; 但其绝对值小于南北侧, 最大差异为  $< -4℃$ 。其他地区多为正值。

从昼间平均气地温差的空间分布(图7)可见, 负值区域在林窗北侧边缘和东侧扩展边缘, 而其余地域为正值区。

由以上分析可见林窗不同地域, 气地温差的符号相反, 显示热量传递方向截然不同, 说明在林窗区域可能存在热量循环的小环流。由于没有更具

体、详细的观测资料，无法得出明确结论，还有待于今后深入地研究。

新。以上初步结果可为解释林窗边缘为何生物多样性较大<sup>[9, 18, 19]</sup>，从小气候环境方面提供依据。

由于各种条件的限制，本研究仅对一个林窗进行了短期观测，更深入、系统的研究将是今后的课题。

### 参 考 文 献

- 1 Plant W J, Strong D R. Special feature—gaps in canopy ecology. *Ecology*, 1989, 70:535
- 2 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
- 3 Walker J, Sharpe P J H, Penridge L K, et al. Ecological field theory: the concept and field test. *Vegetation*, 1989, 83:81 ~ 95
- 4 Mauchamp A, Rambal S, Lebart J. Simulating the dynamic of a vegetation mosaic; a spatialized function model. *Ecological modeling*, 1994, 71:107 ~ 130
- 5 Thierry J M, Herbes J M, Valentin C. A model simulating the genesis of banded vegetation patterns in Nigger. *Journal of Ecology*, 1995, 83: 497 ~ 507
- 6 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, 钟章成. 林窗植被研究进展. *西南师范大学学报*, 1992, 17(2):265 ~ 274
- 9 奚为民, 钟章成, 毕润成. 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
- 10 班勇. 自然干扰与森林林冠空隙动态. *生态学杂志*, 1996, 15(3):43 ~ 49
- 11 臧润国, 徐化成. 林隙 (gap) 研究进展. *林业科学*, 1998, 34(1):90 ~ 98
- 12 臧润国. 长白山自然保护区阔叶红松林林隙干扰状况研究. *植物生态学报*, 1998, 22(2): 135 ~ 142
- 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. *应用生态学报*, 1998, 9(4): 349 ~ 353
- 14 夏冰, 兰涛, 贺善安, 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
- 15 夏冰, 邓飞, 贺善安. 林窗研究进展. *植物资源与环境*, 1997, 6(4):50 ~ 57
- 16 国庆喜. 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 吴刚. 长白山红松阔叶林林冠空隙特征研究. *应用生态学*, 1997, 8(4):360 ~ 364
- 18 洪伟, 吴承桢, 林成来, 等. 福建龙栖山森林群落林窗边缘效应研究. *林业科学*, 2000, 36(2):33 ~ 38
- 19 安树青, 洪必恭, 李朝阳, 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
- 20 臧润国, 扬彦承, 刘静艳, 等. 海南岛热带山地雨林林隙及其自然干扰特征. *林业科学*, 1999, 35(1): 2 ~ 8
- 21 臧润国, 刘静艳, 辛国荣. 南亚热带常绿阔叶林林隙小气候初步分析. *植物生态学报*, 1999, 22(增刊), 123 ~ 129
- 22 张一平, 刘玉洪, 马友鑫, 等. 西双版纳热带次森林林窗干热季气温分布特征的初步分析. *植物资源与环境*, 1999, 8(2):7 ~ 12
- 23 邱学忠主编. 哀牢山森林生态系统研究. 昆明: 云南科技出版社, 1998.7 ~ 33

致谢: 本研究的资料数据由云南大学地球科学系经济地理 96 级尹利伟同学录入, 在此表示感谢。

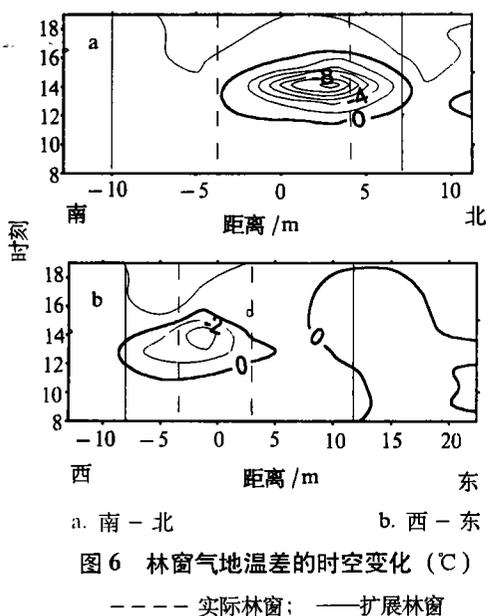


图 6 林窗气地温差的时空变化 (°C)  
----- 实际林窗; —— 扩展林窗

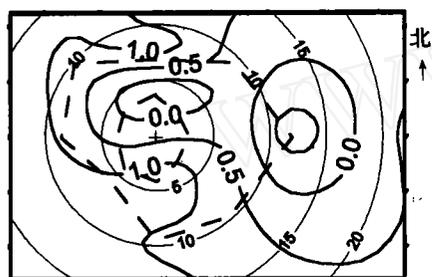


图 7 林窗昼间平均气地温差的分布图

### 3 小 结

通过以上分析, 可以看出, 哀牢山常绿阔叶林林窗由于受太阳辐射和林窗边缘树木的影响, 其小气候要素的时空发表特征在不同时段是不同的。最大值区域不一定出现在林窗中央, 在南北侧出现在林窗北侧边缘, 而在东西侧则随时间而变, 从西侧向东侧移动, 呈现空间位移现象。林窗实际边缘各气象要素的变化最为激烈, 这与作者在西双版纳对热带森林林窗的研究结果一致。而小气候要素的水平空间差异在不同时段也是各异的, 一般在受太阳辐射影响较小的上午和下午, 差异不大; 而受太阳直接辐射影响较大的中午, 差异显著。林窗不同区域气地温差值数值和分布的不同, 导致不同地域热量传递方向截然相反。林窗不同区域光照、温度分布状况和热量传递的不同, 将引起林窗的环境异质性差异, 势必造成林窗区域种子萌发、幼苗生长和发育、植物种群分布的不同, 最终影响到森林的更