

西双版纳干季人工林林窗边缘增温效应初步分析

王进欣¹, 王今殊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: 以林窗北缘为中心, 研究了西双版纳地区橡胶林林窗及周边 N—S 样带上温度水平梯度分布及林缘增温效应。结果表明: 1) 干季落叶期林窗林缘的增温效应明显, 热力状况复杂, 主要表现为林缘热力效应因时因地而变; 2) 林缘增温效应并不局限于林缘本身, 同时牵动周边温度上升, 但这种增温效应随深入林内距离的增加呈指数递减之势, 而且增温效应影响范围随空间和时间而变, 其中北侧林缘 12~14 时影响深度最远, 最甚时可到林内距北侧林缘 16 m 处; 3) 气—地温差的局地差异因时而变, 不同程度地影响和控制着林窗不同介质间的热交换, 影响林缘的增温效应。

关键词: 林窗; 温度; 橡胶林; 林缘; 增温效应

中图分类号: S718.45

文献标识码: A

文章编号: 1007-6573(2002)02-0061-05

“林窗”(gap)一词最初由英国学者 Watt 提出^[1], 用以表示森林中一株以上冠层乔木死亡后所产生的林中空地或小地段, 是新个体入侵、占据和更新的空间; 然而在对自然界同质化认识盛行的时代, 未引起世人深入的认识和足够的重视, 直到 1970 年代末小尺度空间异质性作为影响物种进化的重要环境要素日渐引起学者的关注。国内对林窗动态研究成果已很多^[2~5], 但对林窗及周边环境研究不多。

温度作为环境因子对树木的生长发育、生长周期长短、及生理活动均有很大制约, 是森林动态及演替过程中影响树种更新的重要因子; 而林窗的发生导致光照的增加, 林窗内地表面温度、近地层温度等热力特征也发生相应的变化, 光照环境和热力特征的改变将影响土壤理化性质、营养元素分解、土壤微生物活性等的变化, 最终影响到林窗及周边各生物学过程的变化^[2,3,6~10]。

干季落叶期林窗及周边主要热力作用面在地面, 但林缘的增温效应也相当明显。林缘的增温效应将影响林内地近地层温度等热力因素的水平分布, 从而影响林窗的热量收支。对林窗边缘增温效应的研究, 有助于对林窗小气候形成的物理机制的理解。本文根据西双版纳橡胶林林窗及周边小气候观测资料探讨林窗边缘的增温效应, 以便为热带资源综合利用及胶园持续生产提供科学依据。

1 样地概况及研究方法

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^[11]。在版纳, 雾浓且维持时间长, 从夜间 22:00 之后, 地区处于浓雾之中, 直至上午 11:00 以后才逐渐消散, 有时甚至可以维持到 13:00。

观测的样地设在中科院西双版纳热带生态站的橡胶—茶叶—咖啡人工群落试验区内(101°15′E, 21°56′N, 海拔约 580 m), 橡胶于 1989 年植于坡度小于 6° 的西南坡上, 采用宽行密株的种植方式(行距 5 m, 株距 1.5 m), 行间间种茶叶、咖啡, 现橡胶平均高度 21 m。

该林窗为定植橡胶时人为留出的林间空隙, 且林窗内没有间作作物, 是南北向长(约 24 m)、东西向短(约 12 m)的长型林窗, 面积约 226 m²。考虑到边缘效应的作用, 观测样地的设置采用不等距水平梯度格局, 布局原则以林窗北缘为中心沿 N—S 向向林内和林窗进行不等距的水平布点: 以林窗北缘为中心向北分别于深入林内 1、2、4、8、12、16、24 和 32 m 布点, 向南分别于距林窗北缘 4、8、12、16、20、22、23 和 24 m 处布点(位于林窗区内)。于 1999 年 1 月 19~21 日对各测点进行昼间(8:00~18:00)温度观测: 使用红外辐射温度计(Compac3, 日本国 Minolta 株式会社)观测地表温度, 每个测点读取三次, 求算平均

收稿日期: 2002-01-20

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(KZ95FAF10401)

作者简介: 王进欣(1971—), 男, 河北张家口人, 助教, 硕士, 主要从事森林生态的研究。

值.同时使用温度表,观测各测点 1.5 m 高度处的气温,观测在正点进行,并记录天气状况.

2 结果与分析

2.1 林内、林缘、林窗中央增温过程对比

林内、林缘、林窗区气温、地表温昼间时间变化曲线均为单峰型,但峰值时间不同:林窗区及林窗北缘出现时间较林内和林窗南缘早 1~2 h;其振幅大小不相同,林内、内窗北侧、南侧及中央的峰值分别为气温 24.4、27.0、26.8、25.8℃,地表温 21.0、36.8、22.9、30.5℃(表 1~2).晴朗的白昼,林缘、林内树冠对短波辐射的影响使得林内和林窗区林缘树木遮荫区得到的太阳辐射较少,温度较低;而林缘区因受太阳直接照射,加之各向林墙的反射作用,温度较高.表现在增温速率上也有差异,上午 8 时以后太阳虽已升起,但因受雾的影响,各测点气温变化较平缓(表 1~2);11~12 时近地层雾散日出,太阳强烈照射于各作用面上,其升温过程较为明显,其中林窗区与林窗北缘升温强于林窗南缘及林内,无论升温还是降温,林窗区与林窗北缘均为先导.可见林窗中央地面、北侧林墙为主要热力作用面,是林窗及周边环境热量变化的关键,其增温效应不容忽视.另外,各测点气温和地表温增温强度也有所不同,表现在气-地温差上,上午无论是林内还是林窗边缘气-地温差均为负值,下午林内和林窗南缘呈现正值,而林窗北缘仍呈负值,并且气温和地表温增温强度差异明显(图 1).这表明在一天中的不同时段,林内及林窗边缘热量传递的方向及强度是不同的,不同介质间温差的局地差异必将影响林窗边缘的增温效应.

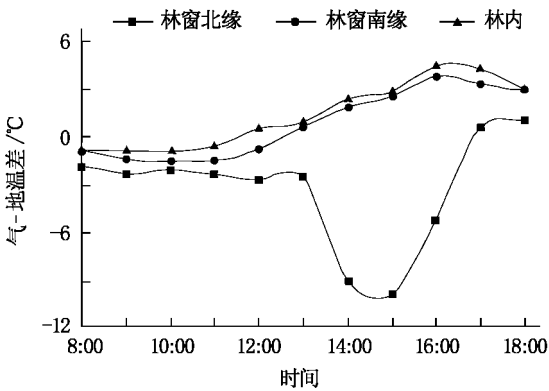


图 1 西双版纳干季人工林林窗各测点气-地温差时间变化
Fig.1 Temporal variation of the temperature difference between air and surface for different sites in clear day in dry season in the artificial forest in Xishuangbanna

表 1 西双版纳人工林林窗干季晴天不同测点昼间气温增温过程
Tab.1 The course of the air temperature increasing for different sites in clear day in dry season in the artificial forest in Xishuangbanna

位置	气温/℃										
	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
林内	15.2	15.6	16.5	17.1	19.3	21.3	22.6	23.9	24.4	24.0	22.4
北侧林缘	15.3	15.9	16.8	18.1	20.4	24.5	26.1	27.0	26.2	24.5	23.3
林窗中央	15.5	16.0	17.0	18.3	20.6	23.7	25.8	24.9	25.0	25.5	24.1
南侧林缘	15.3	15.7	16.6	17.9	19.6	22.4	22.3	23.6	26.8	25.2	23.5

表 2 西双版纳人工林林窗干季晴天不同测点昼间地表增温过程
Tab.2 The course of the surface temperature increasing for different sites in clear day in dry season in the artificial forest in Xishuangbanna

位置	气温/℃										
	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
林内	16.1	16.6	17.4	17.8	18.8	20.4	20.2	21.0	19.9	19.7	19.4
北侧林缘	17.1	18.1	18.9	20.4	23.1	27.1	35.2	36.8	31.4	23.8	22.3
林窗中央	16.9	17.5	19.0	20.9	22.9	23.2	30.5	24.2	21.7	23.3	21.9
南侧林缘	16.2	17.0	18.2	19.4	20.3	21.8	20.4	21.1	22.9	21.9	20.7

2.3 林窗温度水平梯度变化及边缘增温效应

水平样带上地表温及近地层温度分布特征在雾消散前后(10:30)明显不同.雾散前,各时刻温度水

平梯度变化不明显, 气温水平变化的情性强于地表温, 峰值靠近林窗区, 随后向两侧缓慢递减; 林缘增温效应较弱, 林窗中央至林缘(林窗北缘位于图上 0 m 处, 林窗南缘位于图上 24 m 处) 区间内温度水平递减率相对较大, 林缘至林内继续降低, 但平均递减率明显降低. 北侧林内在距林窗北缘 12 m 处曲线趋于平缓, 基本不随水平距离变化. 随雾退日出, 林窗北缘温度骤然突起, 牵引峰值左进, 林窗北缘附近成为热源, 14 时表现尤为突出, 林窗北缘向北的 8~ 16 m(即图上- 8~ - 16 m) 范围内温度变化剧烈(气温平均递减率为 1.5 ℃/10 m, 地表温平均递减率 9 ℃/10 m). 之后随太阳西进峰值又回至林窗中央区, 林窗北缘向北越过 16 m 范围内(即图上- 32~- 16 m 区间) 曲线趋于平缓, 基本不随水平距离变化, 同时也可看出由林缘向林内温度随距林缘距离的增大而呈指数递减(图 2~ 3).

由图 4 可以看出气- 地温差的局地差异因时而变, 在不同程度上影响或控制着林窗能量环境中各种形式的热交换, 影响林缘的增温效应.

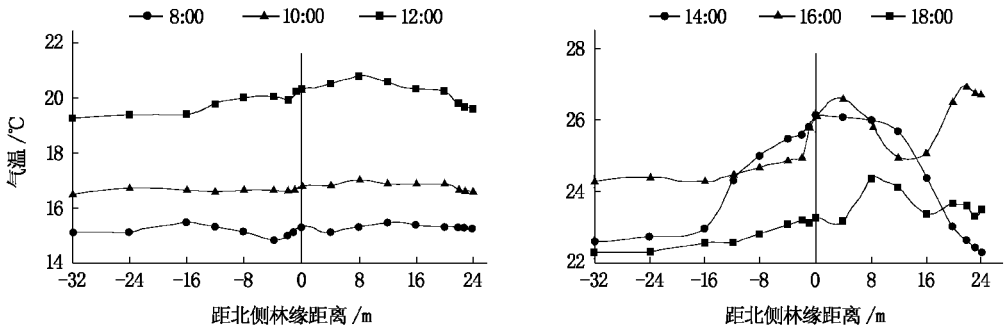


图 2 西双版纳干季人工林林窗气温水平梯度变化

Fig. 2 The gradient variation of temperature at the artificial forest gap in clear day in dry season in Xishuangbanna

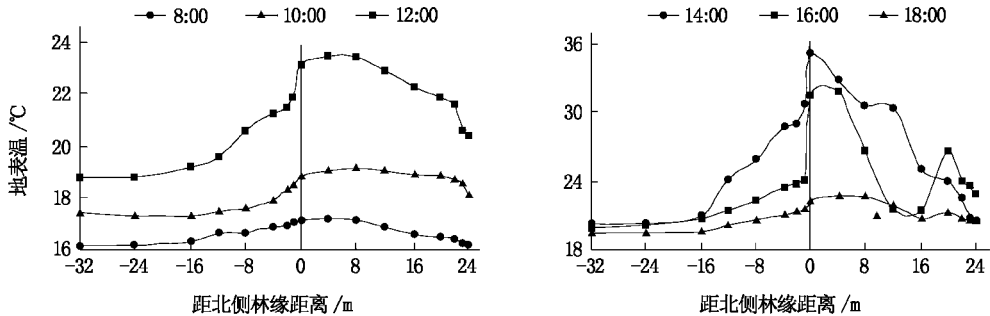


图 3 西双版纳干季人工林林窗地表温水平梯度变化

Fig. 3 The gradient variation of surface temperature at the artificial forest gap in clear day in dry season in Xishuangbanna

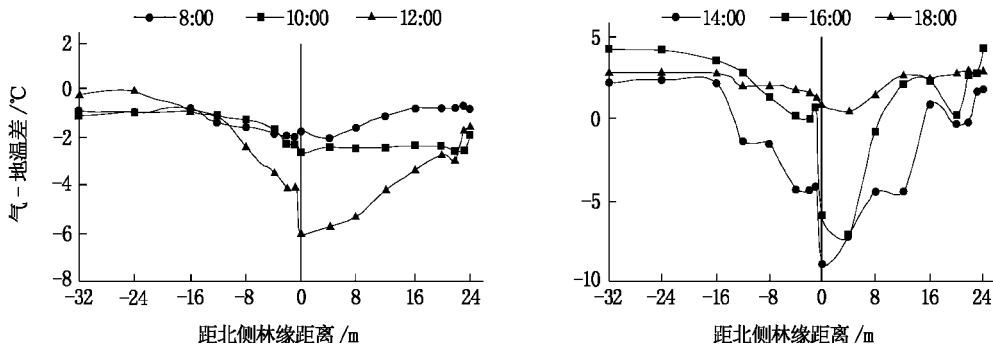


图 4 西双版纳干季人工林林窗气- 地温差水平梯度变化

Fig. 4 The gradient variation of the temperature difference between air and surface at the artificial forest gap in clear day in dry season in Xishuangbanna

北侧(南向)林墙因直接受太阳照射,其热状况与林窗区域及林内大不相同,于上午 12 时就可接受太阳的直接照射,在强烈的太阳直射下,北侧林缘急剧增温,一直持续到午后 3 时(表 1~ 2),其增温效应并不局限于林缘本身,同时牵动周边温度的上升,但这种增温效应随进入林内距离的加深呈指数递减之势,而且递减程度随时间而变,12~ 14 时递减程度最大,影响深度最远,最甚时可到林内距北侧林缘 16 m 处,上午增温效应不明显,递减率几乎为零(图 2~ 3)。

3 讨论与结论

3.1 讨论

通过对人工林林缘增温状况的分析,可初步看出,在人工林林缘附近存在较明显的林缘增温效应,对于其效应强度,不同的学者研究结果不一(表 3),马友鑫对不同区域森林边缘效应深度研究文献统计结果表明,多数文献研究结果(文献累积频率达 87%)集中于 100 m 以内^[12]。本文认为,从北侧林缘深入林内 16 m 后,气温变化趋于和缓,造成研究结果的差异可能源于研究者所取林缘方位的不同,因为太阳辐射是唯一直接热源,辐射通过林缘方位的变化影响小气候的变化;同时林缘形成时间、植被类型与结构,区域地形、土壤、气候,林窗形成时间、形状及面积,林冠开敞度,研究者关注变量,人类干扰强度大小等都会对边缘效应强度造成影响。尽管不同区域的研究者对边缘效应深度结果存在差异,但对林缘具有明显的热力效应看法是一致的,而其事实根据和理论解释有待进一步研究。

林缘温度的梯度变化的研究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,可为热带森林光热资源综合利用和胶园持续生产提供科学依据。

3.2 结论

干季落叶期林窗林缘的增温效应相当明显,版纳多雾的环境条件使得测区林窗热力状况更富特点,主要表现为测区上午温度时间及水平梯度变化均不明显,水平变化曲线近乎水平。这可从两个方面进行解释:雾的遮蔽,影响了太阳辐射的到达(尤指直接辐射);太阳升高后,雾露水的强烈蒸发也将损耗大量的热量。午后随雾退日出,林窗北缘温度骤然突起,林窗北缘附近成为热源,温度水平渐变率增大(气温平均递减率为 1.5℃/10 m,地表温平均递减率 9℃/10 m)。

北侧林缘增温效应并不局限于林缘本身,同时牵动周边温度的上升,但这种增温效应随深入林内距离的增加呈指数递减之势,而且增温效应影响范围(递减程度)随时间而变,12~ 14 时影响深度最远,最甚时可到林内距北侧林缘 16 m 处。

气—地温差的局地差异因时而变,在不同程度上影响和控制着林窗不同介质间的热交换,并影响林缘的增温效应。

参考文献:

[1] Watt A S. Pattern and progress in the plant community[J]. Journal of Ecology, 1947, 35: 1.
[2] 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): 265.
[3] 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[J]. 植物生态学与地植物学学报, 1993, 17(3): 232.
[4] 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.
[5] 安树青,洪必恭,李朝阳,等. 紫金山次生林林窗植被与环境的研究[J]. 应用生态学报, 1997, 8(3): 245.
[6] Augspurger C K. Light requirements of neo-tropical tree seedling: a comparative study of growth and survival[J]. Journal of Ecology, 1984, 72: 777.
[7] Canham C D. Growth and canopy architecture of shade-tolerant tree: Response to canopy gaps[J]. Ecology, 1988, 69(3): 786.

[8] 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.

[9] Popma J, Bongers F, del Castillo J Meave. 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.

[10] Brown N. The implications of climates and gap microclimate for seedling growth condition in a Bornean lowland rain forest[J]. Journal of Tropical Ecology, 1993, 9: 153.

[11] 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.

[12] 马友鑫, 张一平, 刘玉洪, 等. 森林片段的边缘效应对物种的影响[A]. 中国科学院生物多样性委员会. 面向 21 世纪的中国生物多样性保护——第三届全国生物多样性保护与持续利用研讨会论文集[C]. 北京: 中国林业出版社, 2000. 377- 385.

[13] Camargo J L C, Kapos V. Complex edge effects on soil moisture and microclimate in central Amazonian forest[J]. Journal of Tropical Ecology, 1995, 11: 205.

[14] 马友鑫, 刘玉洪, 张克映. 西双版纳热带雨林片断小气候边缘效应的初步研究[J]. 植物生态学报, 1998, 22(3): 250.

[15] Chen J, Franklin J F, Spies T A. Growing-season microclimatic gradients from clearcut edges into old-growth Douglas-fir forests[J]. Ecological Applications, 1995, 5: 74.

[16] Matlack G R. Micro-environmental variation within and among forest edge sites in the eastern United States[J]. Biological Conservation, 1993, 66: 185.

[17] Fraver S. Vegetation responses along edge-to-interior gradients in the mixed hardwood forests of the Roanoke River basin, North Carolina[J]. Conservation Biology, 1994, 8: 822.

[18] Young A, Mitchell N. Micro-climate and vegetation edge effects in a fragmented podocarp-broad leaf forest in New Zealand[J]. Biological Conservation, 1994, 67(1): 63.

Initial Study on the Edge Effect of Temperature Increasing at
the Artificial Forest Gap in Dry Season in Xishuangbanna

WANG Jin-xin¹, WANG Jin-shu¹, ZHANG Yi-ping², LIU Yu-hong²
(1. College of Urban & Environment, Xuzhou Normal University, Xuzhou 221116, China;
2. Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, CAS, Kunmin 650223, China)

Abstract: Taking the north forest edge as a central point, the gradient distribution of temperature along sample line from the interior of forest to the center of gap and the edge effect of temperature increasing are studied in the artificial forest in dry season in Xishuangbanna. The results indicate: 1) When leaves fall in dry season, effect of temperature increasing at the forest edge is significant, thermodynamic condition is distinctive, it mainly shows that thermodynamic effect varies with time and sites. 2) Effect of temperature increasing at the forest edge is not confined to itself, it drives temperature of other sites increasing, but the effect exponentially decays when penetrating the interior of forest, its influence extent may be up to 16 m into forest from the north-facing edge during 12~ 14 h. 3) Spatial variations of the difference between the air and surface temperatures at the forest gap varies with time. It affects and controls heat exchange between different media(air, ground surface) in the forest gap. The results supply a research basis for making the best use of the resource of light and heat and for the sustained production of rubber garden.

Key words: gap; temperature; rubber forest; edge of forest; effect of temperature increasing