

贵州花江喀斯特峡谷区不同小生境的小气候环境

李安定^{1,2}, 贾 申¹, 喻理飞¹

(1. 贵州大学 林学院, 贵州 贵阳 550025; 2. 贵州科学院 喀斯特资源环境与发展研究中心, 贵州 贵阳 550001)

摘要: 以贵州花江峡谷为例, 研究了该地区不同小生境的小气候日变化规律, 分析了不同小生境地面温度、气温、光照强度和大气相对湿度的变化特点。结果表明: 土面土温高, 但温度变化缓和, 气温、光照条件和湿度条件都较好, 因而土面有利于植物的生长, 提高光合产率。石沟土温、气温和光照都较低, 相对湿度高, 植物的生长相对土面较差。而石槽则小气候变化剧烈, 植物生长受到制约。图 8 表 1 参 12

关键词: 喀斯特区; 小生境; 小气候; 变化特征; 花江

中图分类号: S718.512; P463.22

文献标志码: A

文章编号: 1000-5692(2010)03-0374-05

Microclimates of different microhabitats in Huajiang karst area

LI An-ding^{1,2}, JIA Shen¹, YU Li-fei¹

(1. College of Forestry, Guizhou University, Guiyang 550025, Guizhou, China; 2. Karst Resource Environment and Development Research Center, Guizhou Academy of Sciences, Guiyang 550001, Guizhou, China)

Abstract: Diurnal variation of microclimates in different microhabitats had been studied, and variation characteristics of soil surface temperature, air temperature, intensity of illumination and air relative humidity of different microhabitats had been analyzed in Huajiang valley area. The results showed that soil surface temperature was higher than stone gully and stone pit, but its temperature changed mildly, and air temperature, intensity of illumination and air relative humidity were good, so soil surface was suitable for plant growth and improving photosynthesis rate. However, soil surface temperature, air temperature, intensity of illumination of stone gully were comparatively lower, its temperature and air relative humidity were very good, plant growth was worse than that on soil surface. For stone pit, microhabitats changed dramatically and plant growth was restricted. [Ch, 8 fig. 1 tab. 12 ref.]

Key words: karst area; microhabitats; microclimates; variation character; Huajiang River

中国是世界上喀斯特面积分布最大的国家, 即使不包括埋藏的喀斯特, 仅由碳酸盐类岩石出露发育的喀斯特面积就达 130 万 km²^[1], 约占全国陆地面积的七分之一。退化喀斯特森林群落的自然恢复的实质是生态演替^[2], 而影响到森林植物对喀斯特退化生境定居和改造成功与否的主要障碍因子的外因是水分和光照条件的变化。贵州花江地区裸露型的喀斯特山地峡谷生态环境极其脆弱。裸露岩石面积达 70% 以上, 耕地少, 人口压力大。不同小生境(土面、石面、石槽和石沟等)^[3-5]小气候差异性较大, 立地质量在一定程度上起决定作用, 甚至影响造林成活率及林木的生长^[6]。研究喀斯特区不同小生境小气候变化规律, 对有效控制环境因素, 促进植物快速生长, 丰产优质具有积极意义。本研究通

收稿日期: 2009-04-15; 修回日期: 2009-10-27

基金项目: 国家重点基础研究发展规划(973 计划)项目(2006CB403206-6, 2006CB403204); 贵州省省长基金资助项目[黔科教办(2001)3 号]; 贵州省优秀青年科技人才资助项目[黔科合人字(2005)0529 号]; 教育部重点资助项目(2005141)

作者简介: 李安定, 助理研究员, 博士研究生, 从事恢复生态及喀斯特区困难立地造林等研究。E-mail: anndynlee@126.com。通信作者: 喻理飞, 教授, 博士, 博士生导师, 从事喀斯特森林生态等研究。E-mail: gdyulifei@163.com

过对不同小生境土面温度、光照、大气相对湿和大气温度的研究,旨在为促进喀斯特区植物生长等提供科学的依据。

1 研究区概况

研究区位于贵州西南部,关岭县和贞丰县交接处的北盘江花江段。区内地表起伏较大,相对高差悬殊,最高海拔为 1 473 m,最低海拔 370 m,地面支裂破碎,石化严重,属典型的岩溶山区。气候类型主要为亚热带季风湿润气候,花江喀斯特峡谷区属典型的高温低墒区^[7]。光热资源丰富,年均气温为 18.4 ℃,年均降水量为 1 100 mm,年总积温达 6 542.9 ℃,季节分配极为不均,冬春早及伏旱严重,全年无霜期在 337 d 以上,地处温热河谷,河谷低地终年无霜。碳酸盐类岩占 78.45%,属典型的喀斯特峡谷。

2 研究方法 with 材料

本研究于 2005 年 6 月 15 日至 20 日,在贞丰县查尔岩村顶坛分别选择 3 个观测点,每个观测点分别对有代表性的土面、石槽和石沟进行测定,其海拔高度为 850 m,坡度 27°,阳坡。在相同环境条件下,选择典型晴天进行观测。并在同一天内同时观测,从 8:00–18:00,隔 2 h 测 1 次,观测 3 d,并作好记录。用最高温度计、最低温度计、地面温度计^[8]测定土面、石槽和石沟的表面温度(℃);用阿斯曼通风干湿球表测定气温和相对湿度(%)^[9],测出不同生境距离地面高度 50, 100 和 150 cm 处的干球和湿球温度,相对湿度是由测定的干、湿球读数查相对湿度表所得。用照度计测量同一生境中 3 个不同方位的光照强度,均值为该时刻的光照强度(lx)。

3 结果与分析

3.1 不同小生境地面温度

从图 1 可以看出,不同小生境地面温度变化不同,土面、石槽和石沟地面温度为单峰曲线,但土面的地面温度持续高温时间较长。一天中,石槽温度最高、石沟温度最低。不同生境地面最高温出现的时间不同,石槽和石沟在 14:00,土面第 1 峰值在 12:00,第 2 峰值在 16:00,峰值大小依次为石槽>土面>石沟。

清晨,随着太阳辐射增强,石槽吸收热量增加,石槽温度逐渐上升。12:00 后太阳辐射开始减小,但石槽的逆辐射使自身热量快速释放,表面温度快速上升,提前达到峰值。由于吸收热量最多,释放速度快,峰值就高,以后随着能量大幅度减少而温度降低。石沟内土层较深,两侧有石壁阻挡,太阳辐射受阻,获得的能量低,逆辐射也弱,土壤温度尽管呈上升趋势,但上升较慢,使得峰值最低。土面面积较大,土层较厚,由于夜间吸收水分,白天经太阳照射蒸发,散热比石槽慢,因而土面温度上升不如石槽快,峰值也较石槽低。

从表 1 中不同生境的地面温度的日平均值和极差来看,其日均地温是:石槽>土面>石沟;极差则是:石沟>石槽>土面。说明土面日均温较高,而温度变化比石沟和石槽缓和,石沟日均温低而温度变幅大;石槽日均温最高,温度变幅也大。其原因是石槽周围有石头包围,石面吸热向石槽内土壤传热,石槽土体小,吸热快,散热也快,因而升温快,但因石槽不能储存热量,降温也快,故石槽温度日较差大。土面土壤白天获得的太阳辐射,一部分被传入土壤深处,土面上的植被对太阳辐射又有所挡,升温相对较慢,但夜间和清晨土壤储存的热量向外释放,提高了地面温度,因而温度变幅小。石沟太阳辐射受两旁石头及沟内土壤上方植被的阻挡,获得的太阳辐射最少,沟内土壤又将获得的太阳辐射一部分向下传递,夜间和清晨放射地面辐射,因而日均温低而温度变幅大。

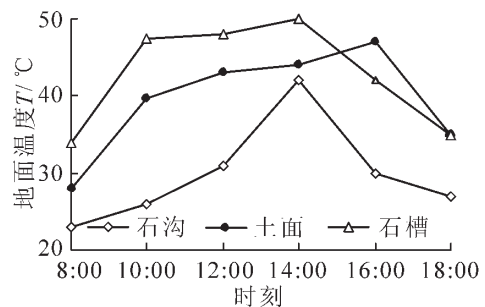


图 1 不同小生境地面温度日变化曲线

Figure 1 Daily course curve of surface temperature of different microhabitats

表 1 不同小生境气象要素日均值和极差

Table 1 Range and daily average of meteorological element of different microhabitats

小生境	地面温度/℃		光照强度/lx		气温/℃		相对湿度/%	
	日平均	极差	日平均	极差	日平均	极差	日平均	极差
土面	39.2	12.0	611×10^2	916×10^2	31.8	13.6	68	57
石槽	42.7	17.0	534×10^2	876×10^2	31.7	9.2	69	39
石沟	29.8	18.0	396×10^2	862×10^2	31.3	11.0	74	35

3.2 不同小生境气温

从图 2~4 可以看出,不同小生境气温变化有一定的差异,其中土面 50 cm 高处气温变化曲线为双峰曲线,10:00 及 16:00 各有 1 个峰值,而在 100 cm 和 150 cm 高处气温日变化呈明显的单峰曲线^[10]。一天中,几种生境都表现为 8:00 气温最低,但不同生境最高气温出现的时间不同。土面在 10:00,石槽在 16:00,石沟在 14:00,其峰值大小依次为土面>石沟>石槽。高峰过后随着太阳辐射的减弱,各个生境的气温都显著降低。从气温日平均值看(表 1),土面>石槽>石沟。朱守谦等^[3]人曾对土面和石沟的气温进行研究,其结果土面为 18.2℃,石沟为 18℃,即土面>石沟。从气温日较差看,土面>石沟>石槽。其原因是土面附近大气受太阳照射吸收热量升温,地面逆辐射使大气吸热升温,故土面上方大气温度一直都较高;而石槽受日光照射吸收热量,但石槽储存热量少,散热快,故日平均气温较低。

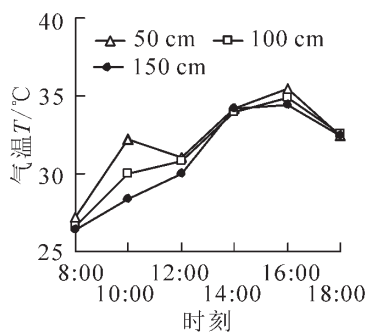


图 2 土面气温日变化曲线

Figure 2 Daily course curve of air temperature of soil surface

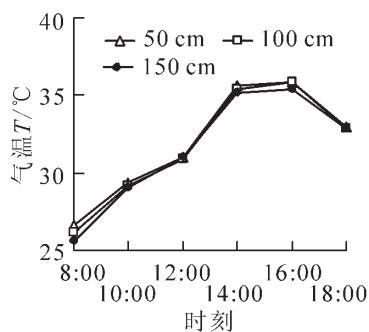


图 3 石槽气温日变化曲线

Figure 3 Daily course curve of air temperature of stony trough

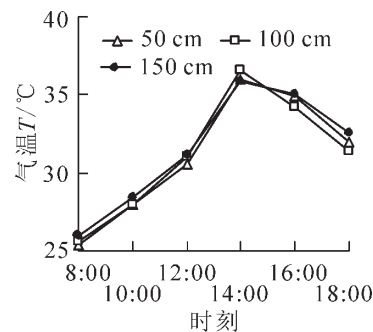


图 4 石沟气温日变化曲线

Figure 4 Daily course curve of air temperature of stony gully

从气温在垂直高度上的变化看,土面气温近地面 50 cm 处变化剧烈,100 cm 高度次之,150 cm 高度较缓。主要是 150 cm 高度接近花椒 *Zanthoxylum bungeanum* 冠层,花椒蒸腾放出水汽在一定程度上起到降温作用,近地面 50 cm 处气温主要受地面吸收和放射的热辐射变化剧烈的影响,而使气温变化大。石沟和石槽上不同高度气温日变化没有显著差异。

3.3 不同生境光照强度

由图 5 可知,不同小生境光强变化相同,石沟、土面和石槽的光强变化曲线为单峰曲线。一天中,不同小生境最高光强出现的时间不同,时间变化总体上表现出早晚低、午间高的特征^[11]。土面在 14:00,石槽在 12:00,石沟在 14:00,其峰值大小依次为土面>石槽>石沟,朱守谦等^[3]曾对土面和石沟的光照强度进行研究,其结果是土面>石沟,而未对石槽进行对比研究。石槽周围植物不多,大部分是石面,因此受植被影响小,阳光充足,光照强度也很大,12:00

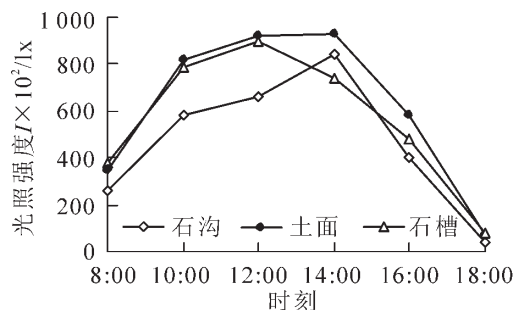


图 5 不同小生境光照日变化曲线

Figure 5 Daily course curve of illumination of different microhabitats

太阳光最强。石沟内光线受到阻挡,只有在太阳斜照时,光线穿过冠层,光照强度才大,因此光照强度最大出现在 10:00 及 14:00。而最高值却出现在 14:00,原因是地面逆辐射到达植被冠层后部分被反射和散射作用,使得光照强度高于 10:00 而达到峰值。土面 14:00 受太阳光照射较强,加上植被对地面逆辐射的反射、散射作用,光照强度达到峰值且最大。从表 1 中可看出,日均光照强度为土面>石槽>石沟;光照强度日较差为土面>石槽>石沟,其原因是:土面植被的对光的反射、散射和折射作用增强了光照强度,石沟光照强度受阻挡,减少了光照强度。

3.4 不同小生境相对湿度

从图 6~8 可以看出,不同小生境相对湿度变化规律相似。一天中,相对湿度从清晨开始逐渐降低,到 14:00~16:00 出现 1 个最低值,然后又开始回升。早晨和傍晚相对湿度较高,午后大气相对湿度出现最低值,但不同小生境相对湿度出现最低值的时间不同,且最低值的大小也不同。土面和石槽均在 16:00 出现最低值,石沟在 14:00。最低值变化规律为土面<石槽<石沟。一天中,早晚太阳辐射弱,大气温度低,湿度高;随着太阳辐射增强,气温上升,湿度减小。从表 1 可以看出:日均相对湿度变化规律是石沟>石槽>土面,石沟沟内大气获得的太阳能最少,日均温最低,日均相对湿度最大。朱守谦等^[3]在对土面和石沟相对湿度研究中发现,土面为 91.0%,而石沟为 92.5%,即石沟>土面,这与本研究结果一致。在土面受地面逆辐射影响,日均温最高,日均相对湿度最小。相对湿度日较差变化规律是土面>石槽>石沟。土面受夜间吸收水分影响,早上湿度最大,受地面逆辐射影响,谷值最低,日较差最大。石沟由于散热慢,气温变化幅度最小,相对湿度变化最小。

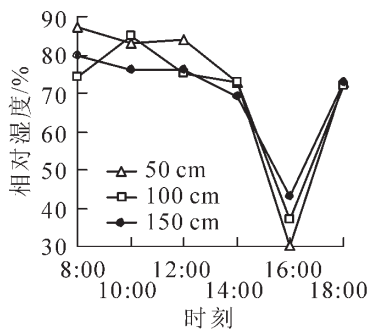


图 6 土面相对湿度曲线

Figure 6 Daily course curve of relative humidity of soil surface

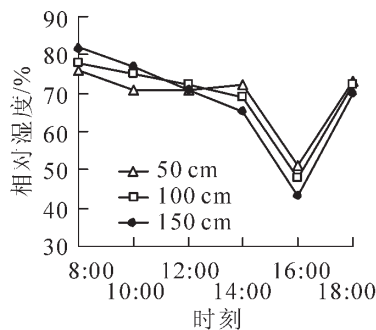


图 7 石槽相对湿度曲线

Figure 7 Daily course curve of relative humidity of stony trough

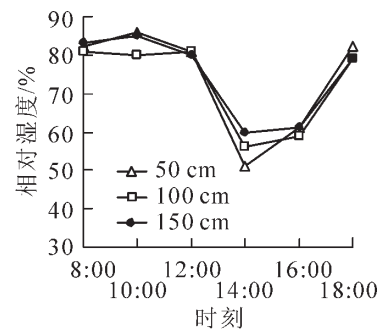


图 8 石沟相对湿度曲线

Figure 8 Daily course curve of relative humidity of stony gully

从不同小生境相对湿度的垂直变化规律不完全一样。总体来说,在出现最低值前有一个相对湿度交叉点。从图 6~8 可知,不同小生境交叉点出现时间不一样,也就是相对湿度接近的时间有所不同,土面出现在 14:00,而石槽和石沟却出现在 12:00。土面在交叉点(中午)前是 50 cm 最高,而石槽和石沟是 150 cm 最高,这跟不同小生境环境有关。土面土层较厚,土体大,容纳的土壤水分较多,午前主要以土壤水分蒸散为主,植物蒸腾较小,因而近地层大气相对湿度较大,150 cm 近冠层主要是以植物蒸腾的形式增加大气湿度,而石槽土体较小,主要以植物蒸腾向大气散失水分,增加大气湿度,因此,150 cm 处相对湿度较高些。石沟周围处于封闭状态,不同高度的空气相对湿度很相近。到了午后,土面和石沟,空气相对湿度出现最低值,150 cm 高度处的空气相对湿度大于 50 cm 高度处,50 cm 高度处的空气相对湿度大于 100 cm 高度处,植株蒸腾散失水分,增加了空气相对湿度,而石槽 50 cm 高度处的空气相对湿度大于 100 cm 高度处,100 cm 高度处的空气相对湿度又大于 150 cm 高度处,到了近晚上湿度逐渐增加,最后达到相等。

4 结论

不同小生境的小气候研究表明,土面土温高,但温度变化缓和,气温、光照条件和湿度条件都较好,因而土面有利于植物的生长,提高光合产率。石沟土温、气温和光照都较低,且日较差大,相对

湿度高,植物的生长相对土面较差。而石槽则土体小,容纳土壤水分的能力低,土温、气温高,光照强,相对湿度低,因而小气候变化剧烈,植物生长受到制约。

植物生长与环境因素的关系是错综复杂的,本研究仅触及到其中的一个侧面,今后还应加强植物生长与多种环境因素的研究,尤其是土壤水分动态^[12]。研究环境因素动态对植物生长和品质的影响,找出其中的主导因素,为植物在喀斯特地区的高产优质栽培提高科学依据。

参考文献:

- [1] 朱守谦,喻理飞.喀斯特森林研究框架[G]//朱守谦.喀斯特森林生态研究(Ⅲ).贵阳:贵州科技出版社,2002:3-10.
- [2] 喻理飞,朱守谦,叶镜中,等.退化喀斯特森林自然恢复评价研究[J].林业科学,2000,36(6):218-226.
YU Lifei, ZHU Shouqian, YE Jingzhong, et al. A study on evaluation of natural restoration for degraded karst forest [J]. *Sci Silv Sin*, 2000, 36(6): 218-226.
- [3] 朱守谦,何纪星,魏鲁明,等.茂兰喀斯特森林小生境特征研究[G]//朱守谦.喀斯特森林生态研究(Ⅲ).贵阳:贵州科技出版社,2002:38-48.
- [4] 喻理飞,朱守谦,叶镜中,等.退化喀斯特森林自然恢复过程中群落动态研究[J].林业科学,2002,38(1):1-7.
YU Lifei, ZHU Shouqian, YE Jingzhong, et al. Dynamics of a degraded karst forest in the process of natural restoration [J]. *Sci Silv Sin*, 2002, 38(1): 1-7.
- [5] 朱守谦,何纪星,祝小科,等.喀斯特森林小生境特征初步研究[G]//朱守谦.喀斯特森林生态研(I).贵阳:贵州科技出版社,1993:52-61.
- [6] 高华端,朱守谦.乌江流域岩溶山地立地因子分析[G]//朱守谦.喀斯特森林生态研究(Ⅲ).贵阳:贵州科技出版社,2002:49-58.
- [7] 李安定,喻理飞,韦小丽.喀斯特区土壤水分动态模拟及实地造林的研究[J].浙江林学院学报,2008,25(2):211-215.
LI Anding, YU Lifei, WEI Xiaoli. Soil moisture dynamics with mold and mulching during afforestation in a karst region [J]. *J Zhejiang For Coll*, 2008, 25(2): 211-215.
- [8] 张璐,林伟强.森林小气候观测研究概述[J].广东林业科技,2002,18(4):52-56.
ZHANG Lu, LIN Weiqiang. Review on the forest microclimate research and observation methods [J]. *J Guangdong For Sci Technol*, 2002, 18(4): 52-56.
- [9] 李援越,穆彪,祝小科,等.喀斯特森林不同演替阶段群落的小气候特征[J].山地农业生物学报,1998,17(6):364-367.
LI Yuanyue, MU Biao, ZHU Xiaoke, et al. Microclimate characteristics of different successional stages of communities of karst forest [J]. *J Mountain Agric Biol*, 1998, 17(6): 364-367.
- [10] 孟祥庄.柞木林内不同高度小气候因子时空分布规律的研究[J].防护林科技,2004(4):13-16.
MENG Xiangzhuang. Study on distribution law in space-time of microclimate factors in quercus mongolica stand [J]. *Prot For Sci Technol*, 2004(4): 13-16.
- [11] 向悟生,李先琨,吕仕洪,等.广西岩溶植被演替过程中主要小气候因子日变化特征[J].生态科学,2004,23(1):25-31.
XIANG Wusheng, LI Xiankun, LÜ Shihong, et al. The daily dynamics of primary microclimatic factors in the different succession of karst vegetation in Guangxi Province [J]. *Ecol Sci*, 2004, 23(1): 25-31.
- [12] 李安定,卢永飞,韦小丽,等.花江喀斯特峡谷地区不同小生境土壤水分的动态研究[J].中国岩溶,2008,27(1):56-62.
LI Anding, LU Yongfei, WEI Xiaoli, et al. Studies on the regime of soil moisture under different microhabitats in Huangjiang karst valley [J]. *Carsol Sin*, 2008, 27(1): 56-62.