

鼎湖山不同林地植物叶片气孔导度的变化^①

孙谷畴 林植芳 林桂珠 李双顺

(中国科学院华南植物研究所, 广州 510650)

摘要 在8月早上7:30时, 密林植物黄果厚壳桂、华润楠和厚壳桂叶片气孔对水分导度分别为0.14, 0.20和0.19mmol·m⁻²·s⁻¹, 随白天时间推移, 气孔导度增高, 约在11:00达较高水平, 中午或午后太阳辐射增强和空气相对湿度降低时, 气孔导度降低, 但日进程变幅较小。疏林植物桃金娘和三叉苦在上午气孔导度增加较快, 中午时气孔导度降低, 而午后14:00时, 再出现较高导度, 表现双峰形日变化。一年中密林的华润楠、厚壳桂和黄果厚壳桂气孔导度呈单峰形变化, 最大气孔导度以5~8月较高, 峰值出现在6月。疏林植物三叉苦和桃金娘在2月气孔导度分别为0.37和0.42mmol·m⁻²·s⁻¹, 但荷树较低。5月气孔导度最高, 7月则为低谷期, 9月再次出现第二个高值, 随后则处于低的水平, 一年中的变化呈明显的双峰曲线。当自然种类植物改变其自然分布, 生长在人工苗圃时也改变气孔导度的月变化进程。

关键词 气孔导度, 密林, 中等疏密林, 疏林。

由于人类的干扰和森林被砍伐, 引起自然景观的变化, 郁密的密林逐渐形成中等疏密林和疏林。研究不同林地植物的水分状况包括叶片水势和气孔传导度, 以及叶片蒸腾速率变化有助于阐明植物群落演替的不同阶段中植物与环境的关系。从长期(一周或一月)来看, 植物与空气CO₂和水分的交换主要受到叶面积变化和叶片光合器官发育的影响; 而短期(一小时或一天)内, 气体和水分交换受到植物叶片光合能力和气孔孔隙变化的调节。不同林地植物气孔导度的日和月变化, 反映了植物水分状况和植物对环境的反应和适应性。本文报道了鼎湖山亚热带季风常绿阔叶林不同林地气孔对水分导度的日和月变化。

1 材料和方法

本试验在鼎湖山自然保护区密林、中等疏密林、疏林和人工苗圃进行。植物种类如前文^[1]。气孔导度测定选取树冠中部南向的叶片, 挂牌编号, 以Li-Cor 1600型稳态气孔计每隔1~1.5h作时间动态测定。

2 结果与讨论

2.1 鼎湖山不同林地植物气孔对水分导度的日变化

如图1所示, 在密林内空气相对湿度较高, 随着白天的时间推移, 林间的相对湿度降低, 约在13:30时达最低值61%。在早上7:30时, 黄果厚壳桂(*Cryptocarya concinna*)、华润楠(*Machilus chinensis*)和厚壳桂(*Cryptocarya chinensis*)的叶片气孔导度分别为0.14, 0.20和0.19mmol·m⁻²·s⁻¹, 中午前叶片气孔导度分别增高9.3%, 9.0%和3.7%。午后空气相对湿度略有回升, 气孔导度也见降低。同时由于华润楠为高大乔木, 在午间13:30时可能投落在叶

^① 中美合作由美国NSF资助项目。

片上的太阳辐射仍较强,其叶片气孔对水分导度最大,这有利于水分通过气孔蒸腾作用降低叶温和维持植株正常水分状况。当 17、30 时直接的太阳辐射消失,由于气孔关闭使气孔导度最低。密林植物气孔导度日变化的变幅较小,黄果厚壳桂气孔导度的变幅不及 10%(图 1)。

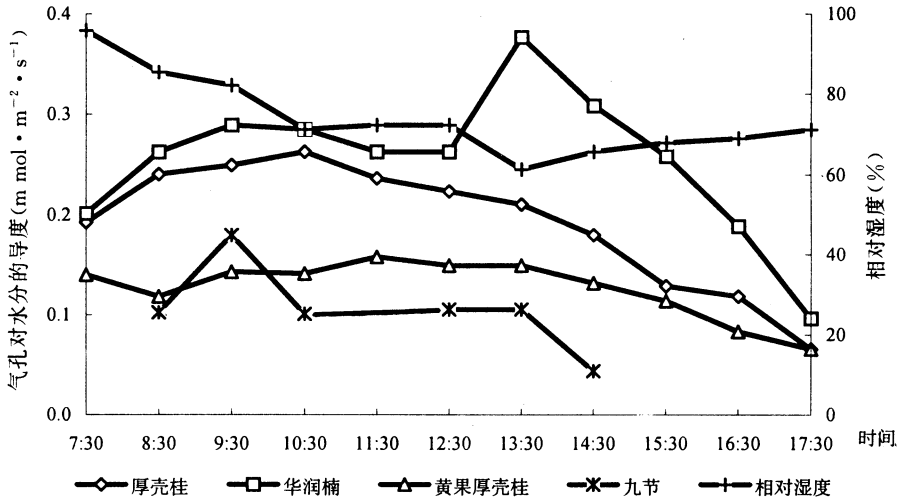


图 1 鼎湖山密林植物气孔对水分导度的日变化 (8 月)

Fig. 1 The daily change of stomatal conductance of plants grown in the closed site at Dinghushan (in Aug.)

中等疏密林在早上和中午时空气相对湿度较密林略低。中午时约为 58.5%, 午前三叉苦和荷树气孔导度分别从 0.17 和 0.19 $\text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 增至 0.28 和 0.2 $\text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$; 而较低矮的乔木鸭脚木和叶片具柔毛的灌木桃金娘气孔对水分导度较高, 通常为 0.22~0.38 $\text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。荷树叶片气孔导度变幅最小(图 2)。

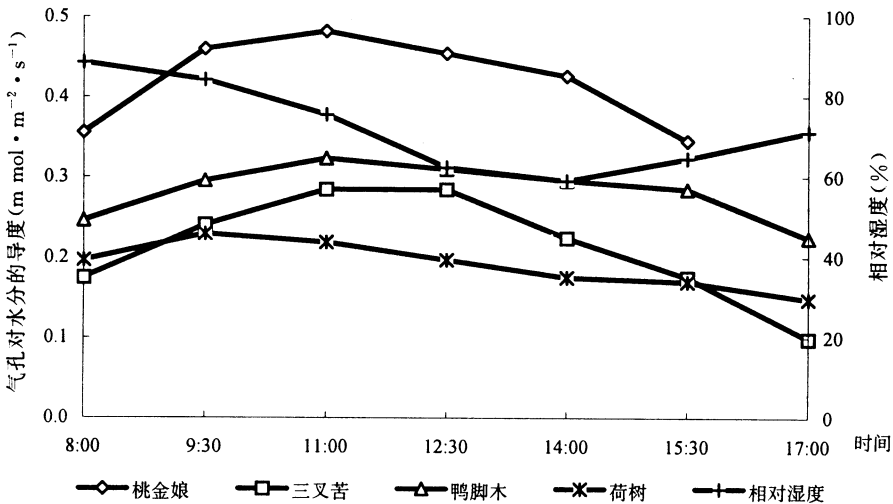


图 2 鼎湖山中等密林植物气孔对水分导度的日变化 (8 月)

Fig. 2 The daily change of stomatal conductance of plants grown in the mid-closed site at Dinghushan (in Aug.)

在上午,疏林的灌木桃金娘和二叉苦气孔对水分导度增高较快,约在 11:00 达到最高值,随后降低,在中午时出现明显的低点,而午后则继续增高,表现明显的双峰变化曲线。鸭脚木和荷树的气孔对导度日变化较少。中午时气孔对水分导度的降低可能主要由于疏林太阳辐射较强,引起叶温增高,部分气孔关闭之故。一些植物如荷树,对光强变化的适应性较强^[2],可能有较好的气孔开闭的生理调节能力,故其气孔导度的日变化幅度不大(图 3)。

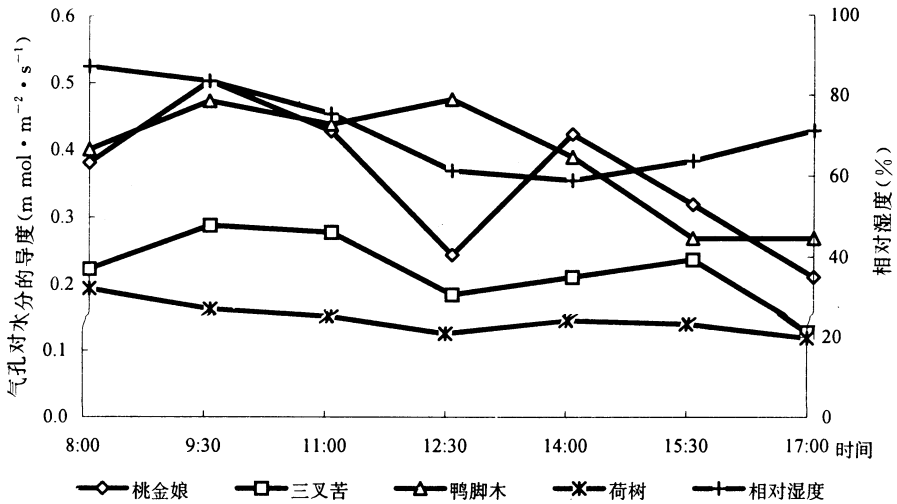


图 3 鼎湖山疏林植物气孔对水份导度的日变化 (8 月)
Fig. 3 The daily change of stomatal conductance of plants grown in the open site at Dinghushan (in Aug.)

苗圃处于保护区前沿的平地,其空气相对湿度以早上 8:00 时最高,达 92.4%,中午 12:30 时为 64.6%,较其它林地高。由于以幼苗畦栽种,且用植株顶部叶片进行测定,气孔导度的变化受到光条件影响很大。气孔对水分导度成单一下降趋势,只有黛蕨在午后略见回升(图 4)。

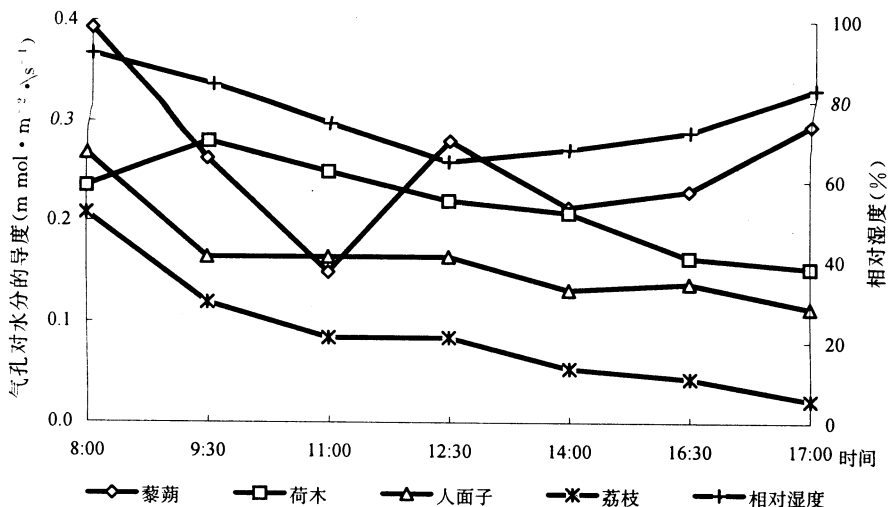


图 4 鼎湖山苗圃植物气孔对水分导度的日变化 (8 月)
Fig. 4 The daily change of stomatal conductance of plants grown in the nursery at Dinghushan (in Aug.)

2.2 鼎湖山不同林地植物气孔对水分导度的月变化

如图 5 所示,一年中密林植物华润楠、厚壳桂和黄果厚壳桂在中午时气孔对水分导度,即最大气孔导度以 5~8 月为较高,峰值出现在 6 月。林下的九节以 8 月份为最高。其余月份的植物气孔导度较低,特别是 10 至 12 月,在华南地区出现季节性干旱,可能空气相对湿度和土壤水含量低,气温下降,导致叶片气孔导度减少。

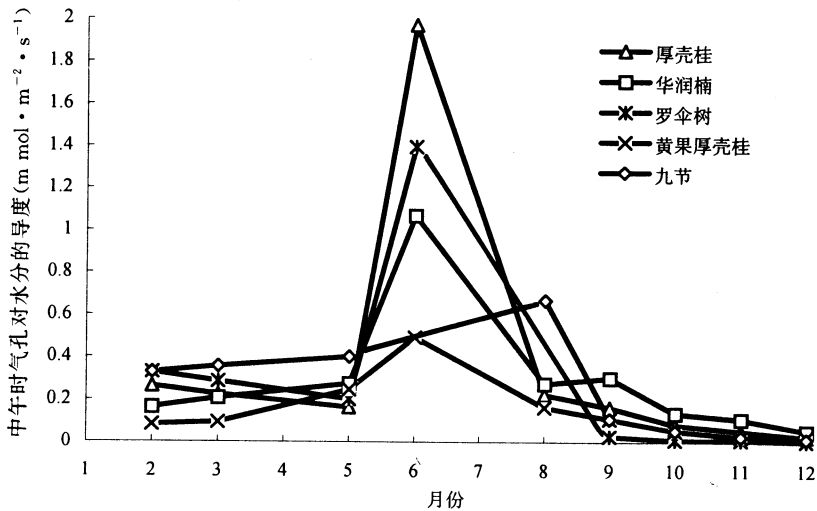


图 5 鼎湖山密林植物中午时气孔对水分导度的月变化

Fig. 5 The monthly change of midday stomatal conductance of plants grown in the closed site at Dinghushan

疏林植物在 2 月时的气孔导度,如三叉苦和桃金娘显著较密林的高,分别为 0.37 和 0.42 $\text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,而荷树则较低。5 月气孔导度最大,7 月为低谷期,可能夏季太阳辐射强烈和气温较高,引起气孔导度降低。9 月时气孔对水分导度再次达到高水平。在 11 月以后一直处于低水平。疏林植物气孔导度在 1 年的变化中呈现显著的双峰变化曲线(图 6)。

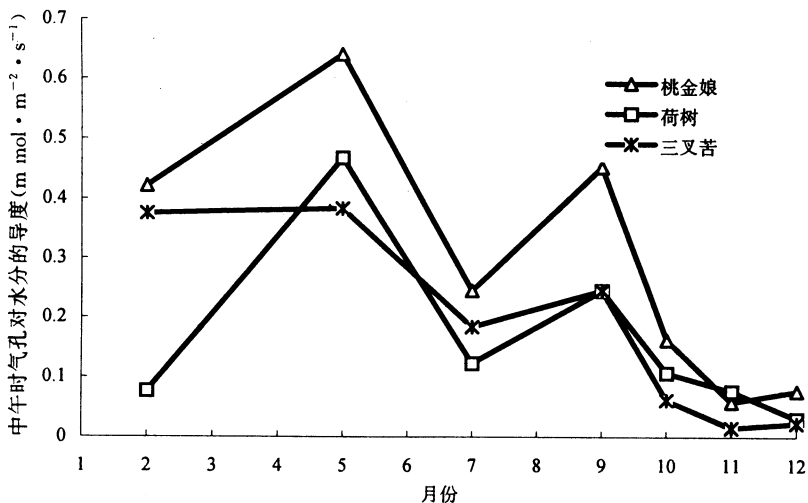


图 6 鼎湖山疏林植物中午时气孔对水分导度的月变化

Fig. 6 The monthly change of midday stomatal conductance of plants grown in the open site at Dinghushan

苗圃植物气孔导度,在不同植物间变化很大。荔枝在6月有很高的气孔对水分导度,其年变化呈明显的单峰曲线。荔枝在为苗圃地栽培多年的成年树,可能已适应生长地的环境条件,叶片气孔导度的起伏变化较小。结果表明当人为改变林地植物的自然分布,也可更改气孔对水分导度的月变化进程(图7)。

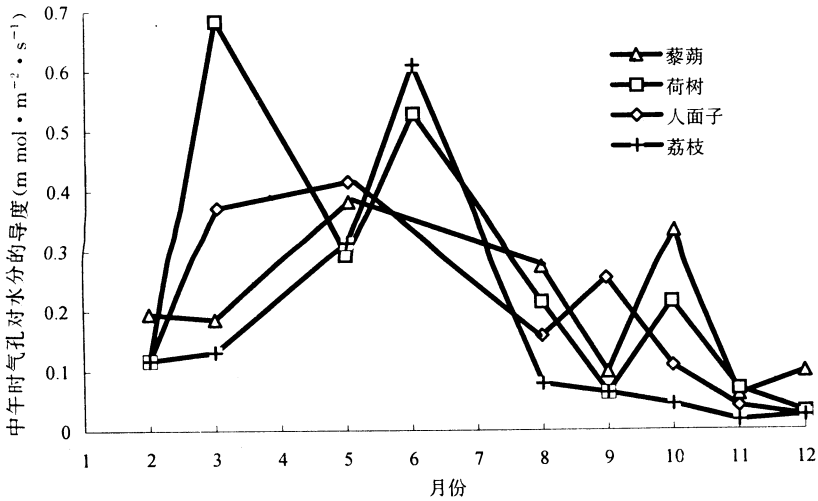


图7 鼎湖山苗圃植物中午时气孔对水分导度的月变化

Fig. 7 The monthly change of midday stomatal conductance of plants grown in the open site at Dinghushan

2.3 讨论

根据植物的叶片气孔导度调控的假说,植物通过气孔导度的调节,使其在不同环境变化下保持叶片细胞间 CO₂ 浓度稳定,以维持较高的光合速率,或以消耗最少水分而获得最大的有机物的积累,即提高水分利用效率^[3],这是植物对环境适应性的表现。在鼎湖山自然保护区的密林中,树木冠层郁茂,覆盖度大,除上层乔木如华润楠等的大部分树冠直接暴露在太阳辐射外,林内光强较低,气温也较低。密林已形成一个相对平稳的环境,许多研究者曾报告,太阳辐射降低时,气孔孔隙变小或完全关闭,当太阳辐射增高,气孔开启,但中午的强光、高温和低湿度又往往引起气孔的局部暂时关闭^[4]。密林内光强变化小,则植物气孔对水分导度的日变幅较小。当密林受到不同程度破坏时,植物的物理环境发生明显变化,如太阳辐射、气温、空气相对湿度和风速都有改变。由于太阳辐射增强,地面和土壤的水分被大量蒸散,土壤变得干旱,水分状况的恶劣,使密林中的一些植物种类和幼树难以生存;而一些对干旱环境适应较强的植物种类进入迹地形成疏林植物群落。从本文结果可见,中等疏密林和疏林的植物,其叶片有明显高的气孔对水分导度,有利于通过加速蒸腾作用以及时降低叶温;同时,较高的气孔导度便于外界 CO₂ 经气孔扩散至细胞间隙,使叶片有较强光合作用时仍能保持细胞间 CO₂ 浓度稳定。Running 等曾指出,气孔导度降低又往往使植物水势恢复或增高,气孔导度变化与植物水势变化有密切的联系^[5],气孔导度日变化和季节变化反映了植物水分状况的变化。但从另一角度来看,疏林植物高的气孔导度,可能造成植物的蒸腾失水和耗用大量土壤水分,引起土壤水分含量降低,特别在秋冬季,降雨量稀少,土壤干旱更明显^[6]。由此可见,密林的破坏和由此逐渐形

成的疏林,将引起植物群落和土壤的水分状况发生明显变化。

参 考 文 献

- 1 林植芳,孙谷畴等.鼎湖山自然保护区不同林地植物叶片水势的变化.热带和亚热带森林生态系统研究,1997,(8)
- 2 梁春,林植芳,孔国辉.不同光强下生长的亚热带树苗光合-光响应特性比较.应用生态学报,1997,8(1):7~11
- 3 Rascheek, K. Stomatal action. Annu Rev Plant Physiol. 1975,26: 309~340
- 4 Morison, JK. Jarris, PG. Direct and indirect effects of light on stomatal. II. In *Commelina cominunits* L. Plant Cell Environ. 1983,6: 103~109
- 5 Running,SW. Waring,RE. Radel. RA. Physiological control of water flux in conifers. A computer simulation model. Oecologia. 1975,18: 1~16
- 6 黄展帆,范征广.鼎湖山的气候.热带和亚热带森林生态系统研究,1982,(1): 11~12

Changes of Stomatal Conductance in Leaves of Plants from Different Sites at Dinghushan Biosphere Reserve

Sun Guchou Lin Zhifang Lin Guizhu Li Shuangshun

(South China Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650)

ABSTRACT Stomatal conductance to water were 0.14, 0.19 and 0.20 $\text{m mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ in leaves of *Cryptocarya concinna*, *C. chinensis* and *Machilus chinensis* at 7:30 in the morning of August, respectively. As time moved, the stomatal conductance increased and reached the highest level at about 11:00 in the morning. And then stomatal conductance decreased because of higher light and lower air relative humidity. The daily change of stomatal conductance of plants in closed site was limited. The stomatal conductance in leaves of *Rhodomyrtus tomentosa* and *Evodia lepta* in open site increased in the morning and then decreased at noon. And they increased again at 14:00 in the afternoon. The daily changing process showed a double-peak pattern.

Higher stomatal conductance in leaves of *Machilus chinensis*, *Cryptocarya chinensis* and *C. concinna* in closed site occurred during May to August and the maximum level presented in June. Stomatal conductance decreased in October to December which were the drought season in this location. So that the monthly change of stomatal conductance was with a double-peak pattern. In open site, stomatal conductance in leaves of *Evodia lepta* and *Rhodomyrtus tomentosa* were 0.37 and 0.42 $\text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ in February but much lower level occurred in *Schima superba*. Maximum level presented in May and the lowest one was in July. And it reached the maximum again in September. The monthly changing pattern was with an obvious double-peak curve. As the natural distribution of plant species was changed by transplanting them to the nursery, the monthly pattern of stomatal conductance also changed.

Key words Stomatal conductance, Closed forest, Mid-closed forest, Open forest.