

鼎湖山不同林地植物叶片水势的变化^①

林植芳 孙谷畴 林桂珠 李双顺

(中国科学院华南植物研究所, 广州 510650)

摘要 鼎湖山自然保护区密林上层乔木 8 月早上叶片水势约为 -0.3MPa , 随时间推移, 水势增高。午后则见降低, 其日变化为单峰曲线。一年中以 2 月和 4 月的黎明前水势最高, 6~12 月水势降低, 至翌年 1 月达最低。2~5 月的中午叶片水势从 $-0.25\sim-0.38\text{MPa}$ 降至 $-0.8\sim-1.5\text{MPa}$, 林下九节中午时有较高水势。中等疏密林 8 月早上水势与密林相近, 约在 13:00 时达到最低, 下午 17:00 时, 不同植物水势趋于相近。一年中中等疏密林黎明前水势以 5~6 月最高, 11~12 月和翌年 1 月最低, 约 -1.0MPa , 以荷树、马尾松最低; 中午时叶片水势最低值出现于 3 月和 11~12 月。与密林相比, 中等疏密林植物水势变化较大。疏林的 8 月水势日变化为单峰曲线, 植物种类水势差异较大, 黎明前水势以 11~12 月和翌年 3 月最低, 约为 $-0.84\sim-0.9\text{MPa}$, 而以 5 月和 9 月为最高, 约为 $-0.12\sim-0.30\text{MPa}$ 。1 年中的月变化呈双峰曲线。乔木荷树和阳生灌木桃金娘中午时水势以 12 月最低。黎明前和中午时水势, 在植物种类间差异较大。将不同植物移栽至生长条件良好的人工苗圃, 不同植物对水分状况也表现不同的反应。中等疏密林和疏林植物的较低水势及其明显波动, 可能与植物水分状况和林地环境变化相关。人为活动干扰, 引起植物和土壤水分状况变化, 可能是群落组分改变和演替的重要因素之一。

关键词 密林, 中等疏密林, 疏林, 叶片水势。

鼎湖山自然保护区的季风常绿阔叶林已有 400 年以上的历史。由于历史的原因, 森林植被除保持有较完整的郁茂密林外, 同时存在一些不同疏密程度的林地, 林分有很大变化。密林群落为乔木层所覆盖, 覆盖度达 80%~90%, 灌木层(1.5~2m)覆盖度也达 60%~70%。群落复杂和多样^[1], 是我国保持较完整的季风常绿阔叶林。疏林植物种类较为简单, 主要成分包括荷树(*Schima superba*), 马尾松(*Pinus massoniana*)和桃金娘(*Rhodomyrtus tomentosa*)等一些对干旱适应性较强的树种。部分原来的密林受到不同程度的人为破坏而形成中等疏密林和疏林。由于环境因素的改变, 如冠层复盖减少, 使到达地面的太阳辐射增强, 气温增高和地面蒸散量增大, 空气相对湿度降低和土壤变得干旱, 使不同林地植物对水分状况的反应不同。因此, 研究不同林地植物水分状况有助于了解植物群落的演替和人为干扰对植物水分状况的影响, 为阐明亚热带季风阔叶林的演替提供理论依据。

1 材料和方法

位置: 鼎湖山自然保护区位于南亚热带, 北纬 $23^{\circ}08'$, 东经 $112^{\circ}35'$, 是地球上同一纬度地区保持良好的绿区。鼎湖山自然保护区有 1972 种自然种和 300 多种地区栽培植物。当地年平均气温 21°C , 7 月份平均气温 28°C , 1 月份平均气温 12.6°C 。年降雨量 1927mm。降雨量以夏季为最多, 占全年降雨量的 42.7%; 冬季较少, 仅为全年降雨量的 6.9%^[2]。

植物材料: 研究的密林植物种类包括: 黄果厚壳桂(*Cryptocarya concinna*), 厚壳桂(*Cryptocarya chinensis*), 华润楠(*Machilus chinensis*), 罗伞(*Ardisia quinquegona*)和九节(*Psy-*

^① 中美合作由美国 NSF 资助项目。

chotria rubra)等。中等疏密林有桃金娘 (*Rhodomyrtus tomentosa*), 荷树 (*Schima saperba*), 三叉苦 (*Evodia lepta*)等。疏林植物种类除荷树、桃金娘和三叉苦外, 尚有鸭脚木 (*Schefflera actophylla*)和马尾松 (*Pinus massoniana*)。

苗圃植物包括: 黧蒴 (*Castanopsis fissa*)和人面子 (*Dracontomelon dao*)等。

叶片水势的测定: 选择 8 月份晴朗天气, 按前文方法^[3], 利用 Scholander 型压力室 (Mode, 1000 PMS Instrument, Corvallis OR, USA)于每天上午 7:00 时开始测定叶片水势日变化, 于每月中旬左右测定植物叶片黎明前到傍晚时的水势。

2 结果与讨论

2.1 密林植物的叶片水势日变化和月变化

从图 1 可见, 在 8 月份早上 7:00 时, 植物叶片水势较高。厚壳桂、黄果厚壳桂和华润楠叶片水势相近, 约为 $-0.14 \sim -0.45$ MPa。随着时间推移, 叶片水势降低, 约在 13:00 达至最低点。由于华润楠为密林中上层乔木, 冠层多直接暴露在太阳辐射下, 叶温较高, 中午的叶片水分蒸腾量大, 叶片水势达 -1.5 MPa; 而处于乔木第二层的厚壳桂, 中午的叶片水势略高, 约为 -1.0 MPa。午后 4 种植物叶片水势逐渐回升, 在 17:00 时密林植物都有相近的叶片水势。结果表明, 密林乔木植物叶片水势的日变化为典型的单峰曲线。冠层上部高大的乔木叶片水势较低, 而林下植物九节叶片水势则较高。早上 7:00 时九节叶片水势为 -0.38 MPa, 13:00 时的最低水势也明显高于 3 种乔木植物。

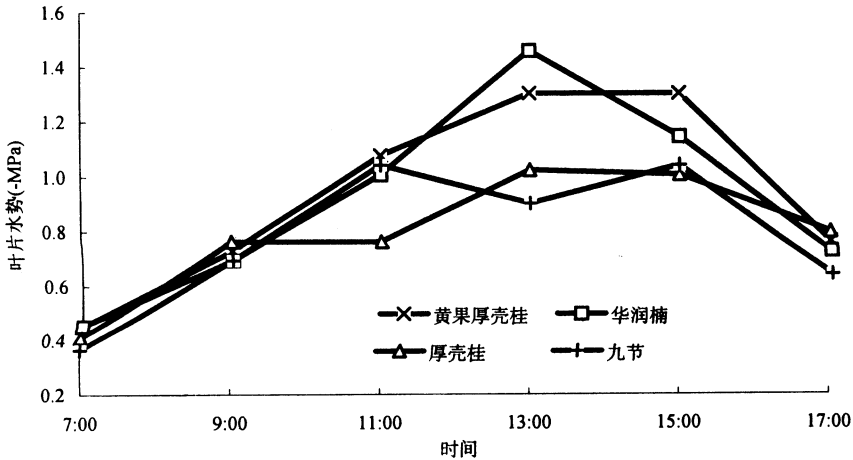


图 1 鼎湖山密林叶片水势的日变化(8月)

Fig. 1 The changes of water potential of plants in the closed site at Dinghusan (in August)

在一年的不同月份中, 以 2 月和 4 月的黎明前叶片水势最高, 可能由于当时多为多云和阴雨天气, 土壤含水量和空气相对湿度都较高, 叶片蒸腾量低, 因而叶片水势较高。在 6~12 月黎明前叶片水势降低, 至翌年 1 月达最低。林下植物如罗伞和九节, 其黎明前叶片水势最低值出现于 11 月, 比乔木类的早 (图 2)。一年中的中午时叶片水势以 2 月最高。2~5 月, 中午叶片水势从 $-0.25 \sim -0.38$ MPa 降至 $-0.8 \sim -1.5$ MPa, 以上层和第二层乔木层植物华润楠和黄果厚壳桂的中午时叶片水势最低。8~9 月, 华润楠仍有较低的叶片水势。12 月旱季中, 密林植物不同的种类则有相近的中午时叶片水势。林下植物如九节和罗伞, 中午时叶片水势都较高 (图 3)。

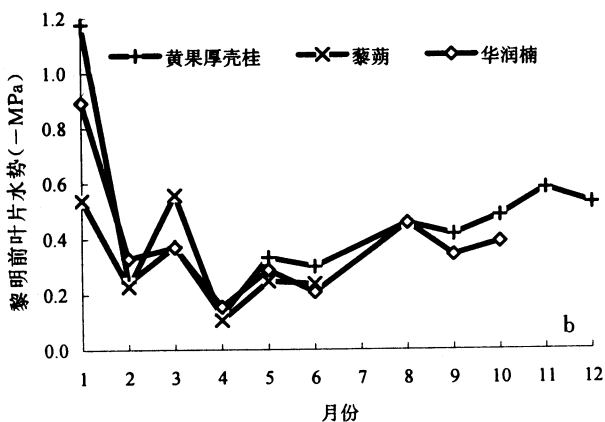
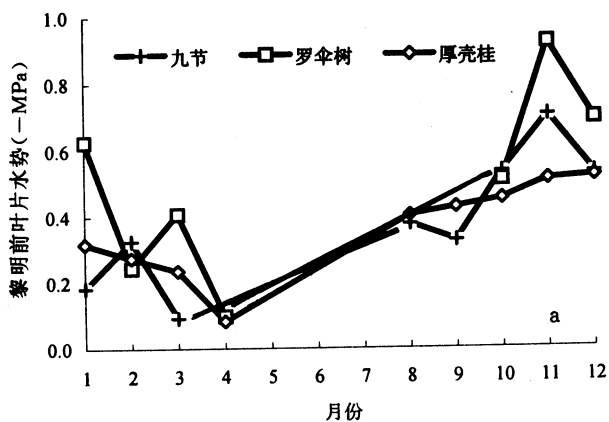


图 2 鼎湖山密林植物黎明前叶片水势的月变化

Fig. 2 The monthly changes of predawn leaf water potential of plants in the closed site at Dinghushan

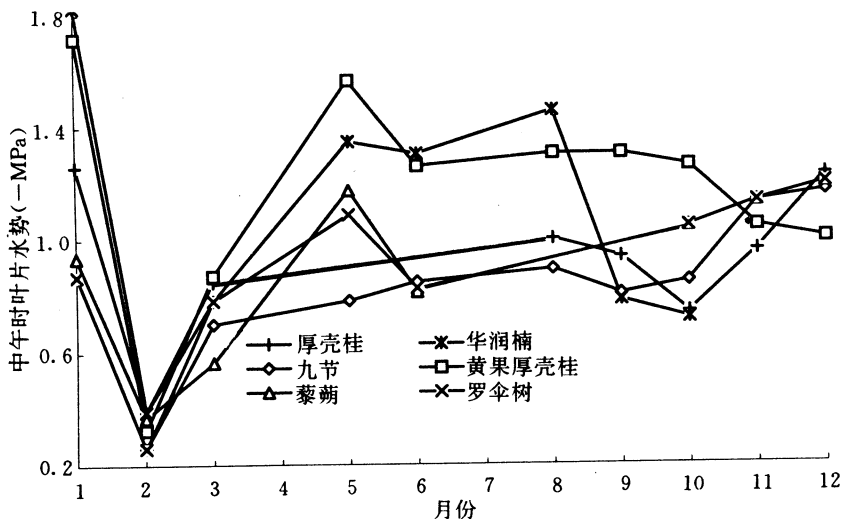


图 3 鼎湖山密林植物中午时叶片水势的月变化

Fig. 3 The monthly changes of midday leaf water potential of plants in the closed site at Dinghushan

2.2 中等疏密林植物叶片水势的日变化和月变化

图 4 表示,在早上 7:00 时,中等疏密林植物叶片水势与密林的相近,约为 $-0.26 \sim -0.41\text{MPa}$,其中以鸭脚木叶片水势最高。随着时间推移,约在 12:30 时,中等疏密林叶片水势达到最低值。鸭脚木则在 15:30 时叶片水势最低。一天中 11:00~14:00 时之间,不同植物叶片水势差别较大,下午 17:00 时这种差别缩小至近似等值。中等疏密林由于上部冠层较密林稀疏,当太阳入射角度偏小时,太阳辐射投落在林下植物叶片,使林下植物叶片水势在中午和下午较低。图 5 是中等疏密林叶片的黎明前水势和中午水势的月变化。一年中,中等疏密林的黎明前叶片水势以 5~6 月最高;11~12 月和翌年 1 月,黎明前叶片水势最低,约为 -1.0MPa ,其中以荷树、马尾松和三叉苦为最低(图 5a)。中午叶片水势在 3 月和 11~12 月最低,如桃金娘和三叉苦在 12 月叶片水势可达 -2.5MPa (图 5b)。比较密林和疏林植物叶片水势的最高与最低值,可见在受干扰和破坏的密林形成的中等疏密林中,林地植物叶片水势的变幅较大(表 1)。

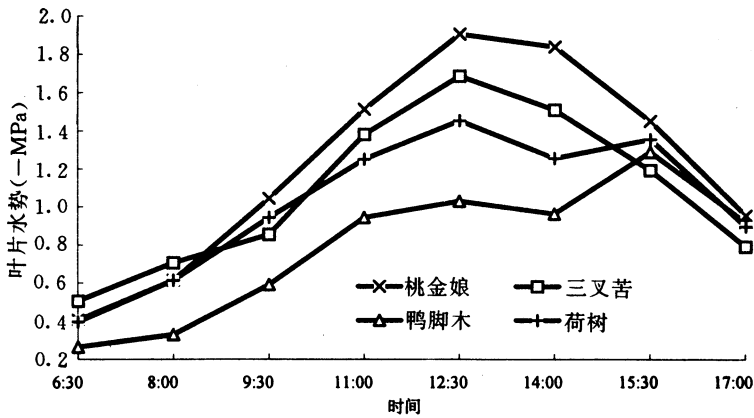


图 4 鼎湖山中等疏密林植物叶片水势的日变化(8月)

Fig. 4 The daily changes of leaf water potential of plants in the mid-closed site at Dinghushan (in August)

表 1 密林和中等疏密林植物叶片水势(-Mpa)日变幅的比较(8月)

Table 1 Comparison of daily fluctuation of leaf water potential(-Mpa)between the plants in the closed and mid-closed site (August)

密林					
水势	厚壳桂	黄果厚壳桂	华润楠	罗伞	九节
最高水势	0.40	0.45	0.45	0.51	0.30
最低水势	1.00	1.30	1.46	1.04	1.03
变幅	0.60	0.85	1.01	0.53	0.75
中等疏密林					
水势	桃金娘	三叉苦	荷树	鸭脚木	
最高水势	0.41	0.51	0.38	0.26	
最低水势	1.90	1.69	1.45	1.03	
变幅	1.51	1.18	1.07	0.77	

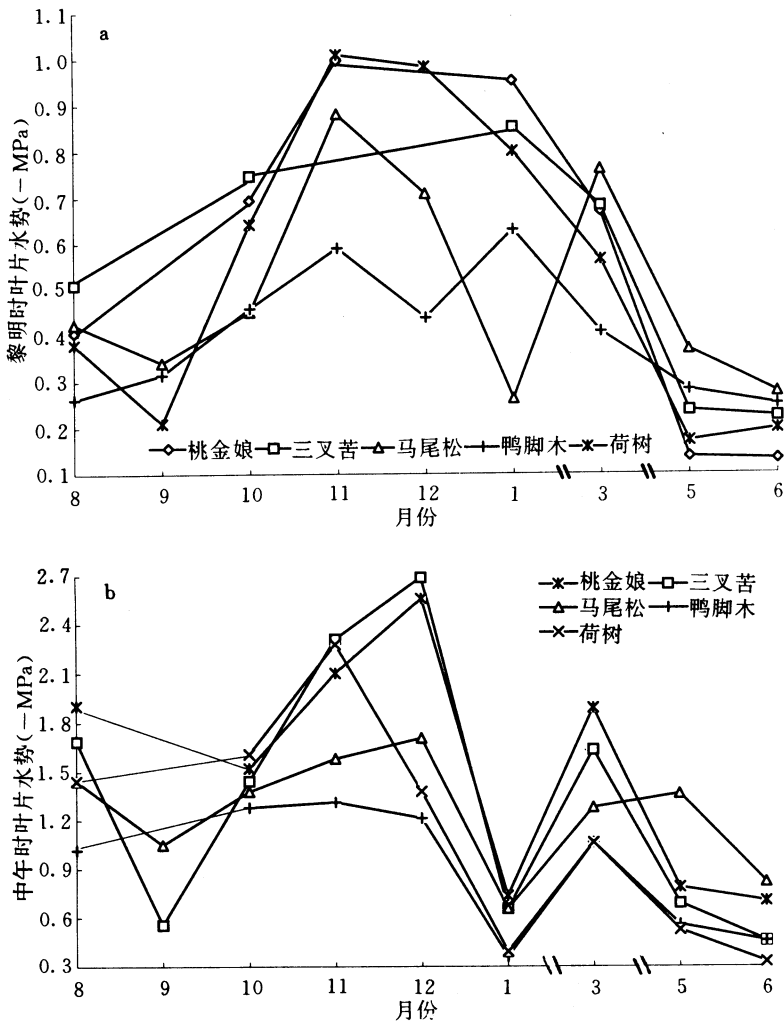


图 5 鼎湖山中等疏密林植物叶片水势的月变化

Fig. 5 The monthly changes of leaf water potential of plants in the mid-closed site at Dinghushan

2.3 疏林植物叶片水势的日变化和月变化

从图 6a 可见,疏林植物在 7:00 时叶片水势相近,约为 -0.4MPa ,以后逐渐降低。不同植物叶片水势差异很大。在 13:00 时,桃金娘叶片水势为 -2.15MPa ,而鸭脚木仅为 -1.28MPa 。叶片水势的日变化也表现单峰曲线。在 17:00 时,不同植物叶片水势仍有较大差异,这是与密林或中等疏密林植物不同之处。

疏林植物黎明前叶片水势以 11~12 月和翌年 3 月为最低,约为 $-0.84\sim-0.9\text{MPa}$; 5 月和 9 月时为最高,通常为 $-0.12\sim-0.3\text{MPa}$ 。1 年中疏林植物的黎明前叶片水势呈双峰曲线变化(图 7a)。乔木荷树和阳生灌木桃金娘的中午时叶片水势在 12 月最低,达到 $-1.89\sim-2.05\text{MPa}$,而较低矮的乔木植物鸭脚木的中午时叶片水势值相对较高,且月份间的变幅也相对较少。无论是黎明前或中午时叶片水势,不同植物之间的差异皆较大,这可能表明生长在疏林的植物对水分变化有不同反应(图 7b)。

2.4 苗圃植物叶片水势的日变化和月变化

将鼎湖山林下生长的植物幼苗种植于土壤水分状况良好,土层较厚,生长条件较为理想的人工苗圃中一年,研究不同种类植物在同样环境条件下的差别,了解其在供水和高光下的反应。结果表明,荷树、黛蕨和人面子的叶片水势相近,其日变化呈相似的单峰曲线(图 6b)。

苗圃植物黎明前水势以 11~12 月和 3 月为最低,其中尤以荷树和人面子为最低,黛蕨(*Castanopsis fissa*)则有较高的叶片水势(图 8a)。中午时叶片水势以 10 月和 4 月最高;8~9 月及 11 月和 5 月最低。荔枝的中午时叶片水势在 5 月低达 -2.38MPa ,较其它植物低。结果表明,植物生长在较适宜条件下,不同的植物同样表现对水分状况的不同反应,其叶片水势变化的幅度仍存在明显的差别(图 8b)。

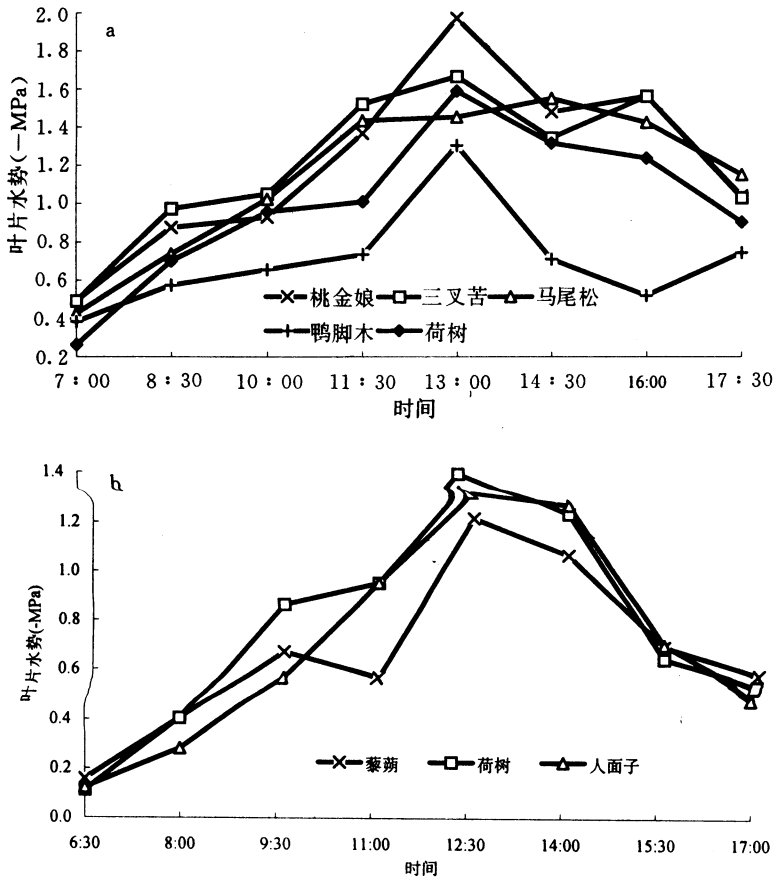


图 6 鼎湖山疏林植物(a)和苗圃植物(b)叶片水势的日变化(8月)
Fig. 6 The daily changes of leaf water potential of plants in the open site and nursery at Dinghushan (in August)

2.5 讨论

在土壤-植物-大气连续体(SPAC)的水分输送过程中,由于叶片蒸腾失水产生对导管中水的提升力,使得植物通过根部向土壤吸水。当环境因素改变,如太阳辐射增强,气温增高,叶片蒸腾失水增大等导致根部吸水和水分通过导管的运输落后于蒸腾失水,便出现叶片相对含水量降低和叶片水势降低。这一变化有利于叶片薄壁细胞向导管吸水和防止叶片过分蒸腾失水,这是植物

对水分状况变化的一种适应^[4]。我们对不同林地的空气相对湿度和叶温的测定发现在8~10月中,密林的相对湿度为74.6%~73.2%,叶温30.1~20.1℃,疏林的相对湿度则为71.8%~51.5%,叶温31.6~25.7℃。表明密林中由于郁茂冠层的覆盖,林内环境因较为稳定。疏林植物大多直接暴露在太阳辐射下,叶温较高,空气相对湿度较低且变幅较大。同时由于地面蒸散量大和风速增强,土壤也较密林的更干旱。因此,在疏林生长的植物有较低的叶片水势,叶片水势变幅也较大。相反地,在苗圃灌水条件下,不同植物叶片水势变化趋势虽仍具种间差异,但则较为一致。由此可见,植物叶片水势变化与林地光温条件及水分状况有密切关系。

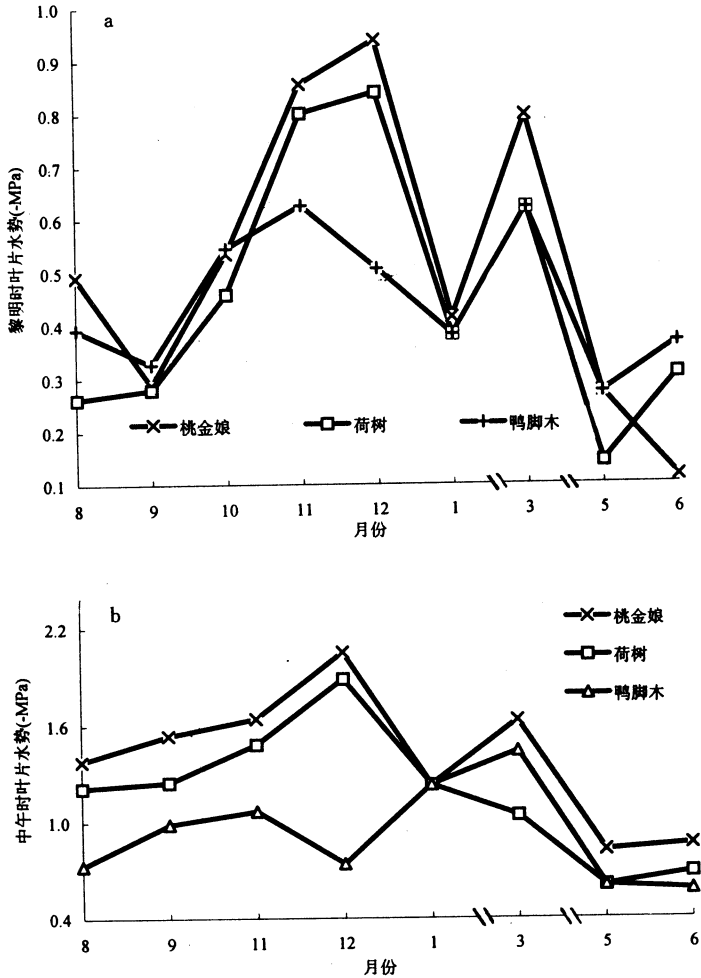


图7 鼎湖山疏林植物叶片水势的月变化

Fig. 7 The monthly changes of leaf water potential of plants in the open site at Dinghushan

黎明前叶片水势实际反映植物本身的吸水能力。在不同月份植物叶片的黎明前水势动态因植物种类而异,表明不同植物在不同月份有不同的吸水能力。中午时叶片水势即每天的最低叶片水势反映叶片的水分亏缺状况。冬季低温干旱和夏季高温皆可导致叶片水分状况明显的变化^[5]。本文中不同林地植物叶片中午水势显示不同形式的月份变化曲线,且最高值与最低值之间的变幅及出现最高值和最低值的时间也有差别。密林植物叶片中午水势的月变化曲线为

单峰形,最高水势出现于2月,最低水势为1月和5月,其余月份的变化较小。中等疏密林和疏林植物的水势为双峰形,1月最高,3月及12月最低,其最低值和最高值期皆比密林提早1~2个月。而当这些耐阴或阳性性较弱的树种幼苗在完全裸露的自然光照条件下生长时,则水势的月份变化曲线可出现多次起伏,以5月、9月和11月的水势较低。值得注意的是疏林植物的黎明前叶片的月份水势曲线也为双峰形,而中等疏密林和密林植物却未观察到此现象。中等疏密林和疏林植物叶片的较低水势及其明显的波动,反映这些林地植物叶片水分的状况与林地环境变化的密切关系,即当季风常绿阔叶林受到人为活动干扰后,引起了植物和土壤水分状况的变化。这种变化可能是造成群落组分改变和演替的重要因素之一。

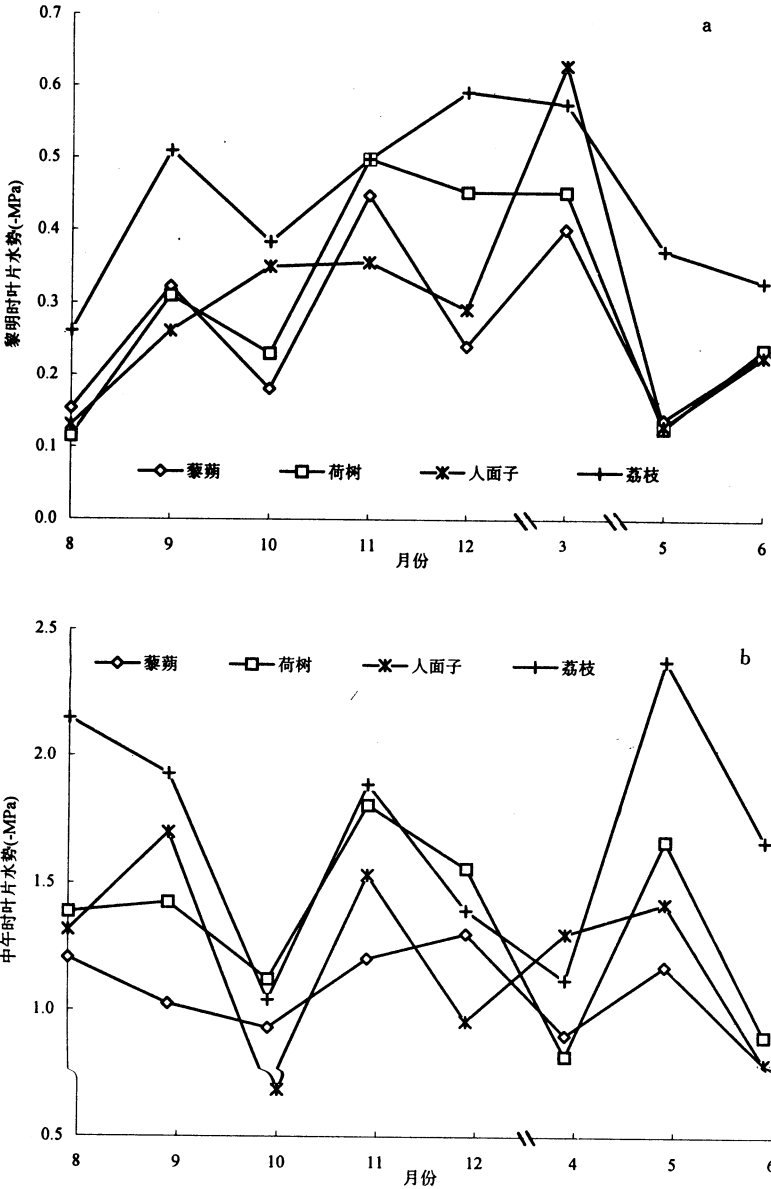


图8 鼎湖山苗圃植物叶片水势的月变化

Fig. 8 The monthly changes of leaf water potential of plants in the nursery at Dinghusan

参 考 文 献

- 1 王铸豪,何道泉,宋绍敦. 鼎湖山自然保护区植被. 热带和亚热带森林生态系统研究, 1982,(1):71~41
- 2 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): 11~24
- 3 林植芳,李双顺,林桂珠等. 两种南亚热带林下灌木叶片水分特性的比较研究. 植物生态学与地植物学学报,1993,17(2):110~119
- 4 Richter H. The water status in the plant—experimental evidence. In: Lange OL, Kappen L, Schulze E-D (eds) Water and Plant Life. Springer, Berlin. 1978, 42~58
- 5 Passioura JB. Water in the soil-plant—atmosphere continuum. In: Lange OL, Nobel PS, Osmond CB, Ziegler H(eds) Encyclopedia of Plant Physiology (New Series) Vol 12 B,1984, Springer, Berlin. 5~33

Changes of Leaf Water Potential in Plants from Different Sites at Dinghushan Biosphere Reserve

Lin Zhifang Sun Guchou Lin Guizhu Li Shuangshun

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

ABSTRACT Leaf water potential of tall trees in the closed site was about -0.3MPa in the morning in August. As time transferred, water potential increased and then decreased in the afternoon. The daily changing course of water potential showed a single-peak pattern. Maximum predawn water potential occurred in February and April and minimum one was found in January of the next year. Midday water potential decreased from $-0.25\sim-0.38\text{MPa}$ to $-0.8\sim-1.5\text{MPa}$ during February to May. Higher midday water potential was found in the leaves of an understory shrub, *Psychotria rubra*. In the mid-closed site, leaf water potential was similar to that in closed site in the morning and its minimum presented at 13:00. The maximum predawn water potential in a year occurred in May to June but minimum value was from November till January of the next year. *Schima superba* and *Pinus massoniana* showed the lowest water potential. The changing magnitude of water potential in the mid-closed site was greater than that in the closed site. The daily change of water potential in the open site was a single-peak pattern in August, with obvious difference among plant species. Minimum predawn water potential appeared in November, December and March of the next year, it was about $-0.84\sim-0.9\text{MPa}$. And the maximum occurred in May and September with a range of $-0.12\sim-0.30\text{MPa}$. The monthly change was a double-peak pattern. Different responses to the changing water condition were observed in the seedlings of different species which were transplanted to an open nursery from the forest under the same environmental conditions. The lower water potential and its changing pattern in the mid-closed site and the open site may relate to the water conditions of plants and environment. The change of water potential might be one of the important factors causing the change of vegetation composition and its succession.

Key words Closed forest site, Mid-closed forest site, Open forest site, Leaf water potential.