

亚热带季风常绿阔叶林植被恢复

木本豆科植物的气体交换*

孙谷畴 曾小平 魏传钊 余作岳 (中国科学院华南植物研究所, 广州 510650)

【摘要】 测定了几种木本豆科植物和乡土树种如木荷、桂西荷的叶片光合速率月变化, 并在7月和12月测定了几种乡土树种、木本豆科植物和亚热带常绿阔叶树的气体交换量. 结果表明, 乡土树种在5月或9月光合速率达最大值, 而在5–9月之间由于太阳辐射强烈和气温较高, 光合速率降低; 但木本豆科植物绢毛相思和大叶相思光合速率则较高, 说明木本豆科植物在华南夏季能适应当地酷热条件, 保持较高光合速率. 在7月, 阴香日同化量为 $8.59\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$, 马占相思为 $5.69\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$, 乡土树种木荷达 $7.46\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$. 由此可见, 乡土树种或常绿阔叶树种与木本豆科植物的阔叶混交林有助于提高太阳辐射能利用和增加光合同化产物, 从而有利于亚热带常绿阔叶林植被的恢复.

关键词 气体交换 木本豆科植物 乡土树种 植被恢复

Vegetation recovery in subtropical monsoon evergreen broad-leaved forest . Gas exchange of woody legumes. Sun Guchou, Zeng Xiaoping, Wei Chuanzhao and Yu Zuoyue (South China Institute of Botany, Academia Sinica, Guangzhou 510650). -Chin. J. Appl. Ecol., 1995, 6(2): 119– 122.

Monthly variation of photosynthetic rates of leaves was measured with woody legumes and native plants as *Schima superba* and *S. wallichii*. The daily gas exchange rates in leaves of these plants and subtropical evergreen broad leaved plants were also determined in July and December. Native plants have a maximum photosynthetic rate in May or September, which decreases among this duration due to the violent solar radiation and high air temperature. Woody legumes as *Acacia holosericea* and *A. auriculaeformis* also have a higher photosynthetic rate, which shows that these plants can adapt to the local hot weather in summer. The daily accumulation of photosynthetic products is $8.59\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ for *Cinnamomum burmani*, $5.69\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ for *A. mangium* and $7.46\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ for native plant *S. superba* in July. Therefore, mixing native plants or evergreen broad leaved trees with woody legumes will be beneficial to the promotion of solar radiation utilization, increase of photosynthetic production and recovery of vegetation in subtropical evergreen broad leaved forest.

Key words Gas exchange, Woody legume, Native plant, Vegetation recovery.

1 引 言

我国热带亚热带地区荒山丘陵面积超过 $4.6 \times 10^7 \text{ha}^{[1]}$, 占全国山区丘陵面积的1/4. 长期以来, 由于不合理的开发利用, 造成该地区植被退化, 水土流失, 土壤贫瘠和水源枯竭, 以致地区经济发展缓慢. 为了有效地改善该地区农业生产, 必须有计划地恢复植被, 改善丘陵山地水热条件, 充分利

用土地资源. 华南亚热带顶极植物群落为亚热带季风常绿阔叶林, 目前该地区除部分为马尾松(*Pinus massoniana*)疏林外, 大多为旱生草本群落芒萁(*Dicranopteris linearis*)及岗松(*Baeckea frutescens*)和桃金娘(*Rhodomyrtus tomentos*). 因此, 选择最佳树种或种植造林方式, 改善和恢复该地

* 国家自然科学基金资助项目.
1993年10月27日收到, 1994年5月30日改回.

区丘陵山地的植被状况, 仍有待研究. 当地乡土树种有木荷(*Schima superba*) 和桂西荷(*Schima wallichii*) 等, 以及自外地引进的具速生性的桉树和木本豆科植物树种. 研究这些树种的田间光合速率及其季节性变化, 有助于判断这些树种对环境的适应性和其可能的生态效果.

2 试验地点和方法

2.1 试验地点

试验地位于广东省鹤山县中国科学院鹤山丘陵综合试验站, 112°53′–112°54′E, 22°40′–22°41′N. 海拔约 100m. 气候温暖, 无霜期年均 354d, 年均温 21.7℃, 年均日照时数 1797h. 年均太阳辐射 435.55 KJ·cm⁻², 年降雨量 1080mm, 有季节性干旱, 年蒸发量 1638mm. 全年 10℃ 积温 7500–8000℃. 土壤为砂页岩发育的赤红壤.

2.2 研究方法

供试的乡土树种有木荷(*Schima superba*) 和桂西荷(*Schima wallichii*); 引进的木本豆科植物有绢毛相思(*Acacia holosericea*)、大叶相思(*A. auriculiformis*) 和马占相思(*A. mangium*); 尚有阴香(*Cinnamomum burmani*)、海南红豆(*Ormosia pinnata*)、樟树(*C. campchora*) 和红椎(*Castanopsis hickelii*), 树高 3–4m, 叶面积指数 4.3–5.8. 利用日常常陆-堀场(Hitachi-Horiba) 多通道红外线 CO₂ 分析仪测定单叶光合速率. 选择阳生和充分展开的成熟叶进行测定. 每次测定 3 片叶, 重复 3 次. 每月 20–25 日进行. 另分别在 7 月和 12 月 22–25 日测定叶片昼夜的气体交换量, 并通过计算的 CO₂ 同化量得出日干物质积累量(CO₂ 同化量转换成干物质的参数以 0.68 计算). 利用 Li-158B 辐射仪测定光合有效辐射. Li-3000 叶面积测定仪测定叶面积.

3 结 果

3.1 木本豆科植物田间光合速率变化

图 1 表明, 在春季 1–2 月或冬季 12 月, 月平均光合有效辐射较低; 3 月份, 由于阴雨天气较频繁, 月平均光合有效辐射

最低, 约 400–500 μmol·m⁻²·s⁻¹. 随着月份推移, 光合有效辐射增高, 8 月最高, 为 1100 μmol·m⁻²·s⁻¹ 以上, 随后则降低. 1 年中气温以 6、7、8 月最高, 1 和 12 月最低, 约 17.5℃. 随着光合有效辐射增高, 叶片光合速率增高(图 2). 在 3 月, 光合有效辐射最低, 木荷和桂西荷光合速率达最低值.

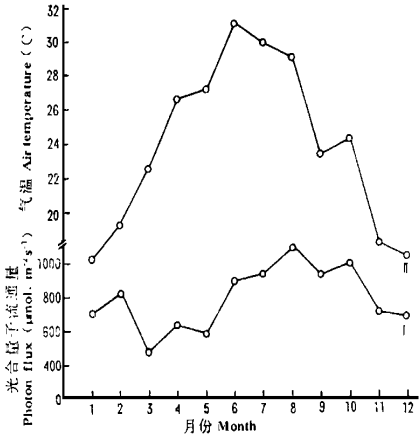


图 1 1 年中光合有效辐射() 和气温() 的变化
Fig. 1 Monthly variation of photosynthetic effective radiation and air temperature.

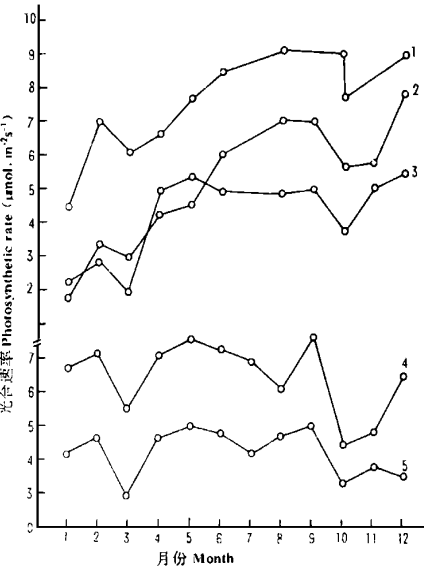


图 2 植物叶片光合速率的月变化
Fig. 2 Monthly variation of photosynthetic rate of plant leaves.
1. 绢毛相思 *Acacia holosericea*, 2. 大叶相思 *A. auriculiformis*, 3. 马占相思 *A. mangium*, 4. 木荷 *Schima superba*, 5. 桂西荷 *S. wallichii*.

绢毛相思和阴香光合速率亦较低; 4 月, 平均光合有效辐射增至 $600\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 木荷、桂西荷和绢毛相思等几种木本豆科植物光合速率亦较高。5 月, 乡土树种木荷和桂西荷光合速率接近最大值。而高温和太阳辐射强烈的 7、8 月, 光合速率明显降低, 此时绢毛相思和大叶相思则达最大值。10 月在华南地区出现季节性干旱, 因土壤水分亏缺和空气干燥, 光合速率降低。在 11 月或以后, 通常旱情得到缓解, 叶片光合速率见回升。由此可见, 木本豆科如绢毛相思、大叶相思和马占相思能适应华南夏季 7、8 月的酷热气温和强烈太阳辐射, 叶片具有较高的光合速率。

3.2 乡土树种和木本豆科植物气候交换的昼夜变化

由图 3 可见, 华南地区 12 月的平均气温约为 20°C , 昼夜变化不大。一天中早晨光合有效辐射较低, 14 时达最高, 约 $400\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$

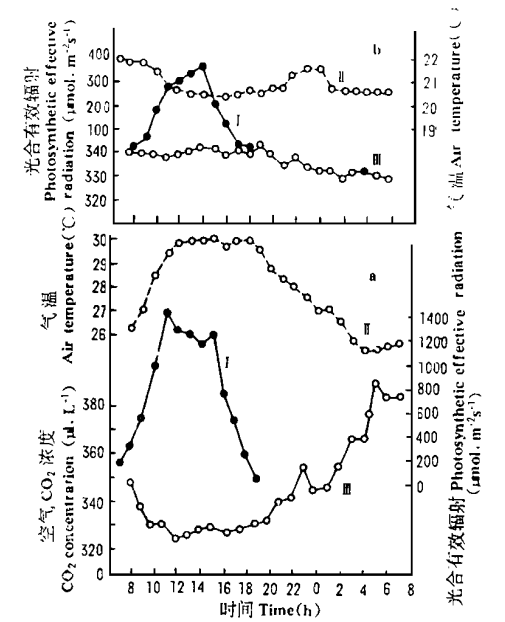


图 3 7 月(a)和 12 月(b)光合有效辐射()、气温()和空气中 CO_2 浓度()日变化
Fig. 3 Daily variation of photosynthetic effective radiation(), air temperature() and air CO_2 concentration () in July (a) and December(b).

$\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 随后则迅速降低。空气 CO_2 浓度变幅亦较少。而 7 月, 白天最高气温达 30°C , 气温最低点在清晨 4 时, 昼夜变幅达 5°C 。在 11 - 16 时, 光合有效辐射达 $1100\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。在太阳升起前, 空气 CO_2 浓度为 $380\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$, 8 - 11 时, 由于植物吸收空气 CO_2 合成有机物, 下降至 $325\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$, 夜间, 植物和土壤呼吸释放 CO_2 , 使空气中 CO_2 浓度逐渐增高。7 月光照时间较长, 且较长时间维持较高的光合速率(图 4、5)。木荷和桂西荷一天中光合积累有机物分别为 7.64 和 $7.73\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$, 阴香则达 $8.59\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$, 马占相思为 $5.68\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$, 晚间呼吸消耗, 木荷和桂西荷分别为白天同化量 20 和 28.4%, 木本豆科植物为 32 - 53.5%, 略高于前者。白天同化量高的树种, 其夜间呼吸消耗亦大。在 12 月上旬, 光合速率增高, 约在 12 时达最大值, 午后则降低, 其日变化进程呈陡峭塔形, 日平均光照时间较夏季短(约 9h)。12 月, 木荷和桂西荷的日同化量仅为 7 月的 67.3% 和 70.8%。两种树种的日同化量相

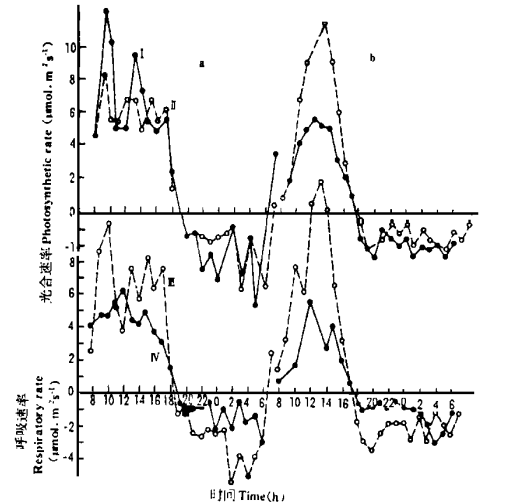


图 4 7 月(a)和 12 月(b)植物叶片的气体交换速率
Fig. 4 Daily gas exchange rate in plant leaves in July(a) and December (b).

· 南洋楹 *Albizia falcata*, · 马占相思 *Acacia mangium*, · 桂西荷 *Schima wallichii*, · 木荷 *Schima superba*.

近. 南洋楹和红椎则明显较马占相思和海南红豆高. 无论 7 月或 12 月均表现明显优势. 在 7 月, 阴香与樟树的日同化量相近或前者略高, 而在 12 月, 樟树明显较阴香高. 南洋楹、红椎和樟树都有较高的日同化量, 这可能是它们具早春速生性的原因之一.

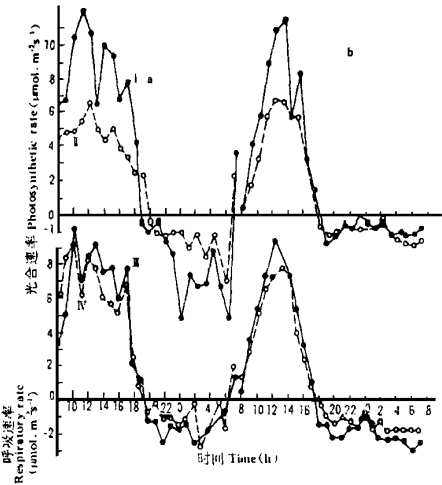


图 5 7 月 (a) 和 12 月 (b) 植物叶片的气体交换速率
Fig. 5 Daily gas exchange rate in plant leaves in July (a) and December (b).

· 阴香 *Cinnamomum burmani*, · 樟树 *C. camphora*,
· 红椎 *Castanopsis hichelii*, · 海南红豆 *Ormosia pinnata*.

4 讨 论

4.1 华南夏季木荷光合速率降低是由于叶片空气水蒸汽压差增高, 气孔传导率降低, 减少了外界 CO₂ 向细胞间扩散, 细胞间 CO₂ 浓度降低^[3]. 而引种的木本豆科植物如绢毛相思和大叶相思, 在夏季 8 月或冬季 11、12 月均有较高光合速率, 植株生长也较快.

4.2 Larcher 等^[2]指出, 生长在冬季气温较低地区的常绿树种, 在整个冬季都可能具有负的 C 平衡. 而华南冬季气温相对较高, 月平均光合有效辐射达 600–700 μmol

· m⁻² s⁻¹. 夏季与冬季的叶片最大光合速率相近, 但由于夏季光照时间较冬季长, 总有机物积累量较冬季的高. 因此, 木本豆科植物南洋楹和常绿阔叶树红椎、阴香、樟树的有机物积累亦较高, 是适于当地种植的速生树种.

4.3 在华南地区, 10 月常遇季节性干旱, 使乡土树种木荷和一些木本豆科植物光合速率降低, 而当旱情缓解, 在 11 或 12 月, 叶片仍有较高光合速率, 可能由于冬季气温较夏季低, 夜间的呼吸消耗亦较低, 有利于有机物的积累和来年早春的快速生长.

4.4 乡土树种与几种木本豆科植物光合速率不同, 在夏天乡土树种的光合速率降低, 而木本豆科植物则较高. 同时一些常绿树种如樟树和红椎在冬天具有较高叶片光合速率. 采用乡土树种或一些亚热带常绿阔叶树种与木本豆科植物混交种植, 有助于平衡全年的光能利用和增加有机物积累^[4]. 叶面积指数 5.8–6 的乡土树种与木本豆科或亚热带常绿树与木本豆科混交林, 可望是亚热带丘陵山地一种适宜的人工林类型.

参考文献

1 马世骏. 1987. 加强生态建设促进我国农业持续发展. 农业现代化研究, (3): 2–3.
2 Larcher, W. and Bauer, H. 1981. Ecological significance of resistance to low temperature. In: Lange, O. L., Nobel, P. S., Osmend, C. B., Ziegler, H. (eds) *Physiological Plant Ecology. I. Responses to the Physical Environment*. Springer-Verlag, Berlin-Heldelberg, pp. 403–457.
3 Sun, G. C. and Ehleringer, J. R. 1986. Gas exchange in *Schima superba*, a subtropical monsoonal forest tree. *Photosynthetica*, 20: 158–163.
4 Williams, W. A., Loomis, R. S. and Lepley, C. H. 1965. Vegetative growth of corn as effected by population density. I. Productivity in relation to interception of solar radiation. *Crop Sci.*, 5: 211–215.