

亚热带季风常绿阔叶林自然林和 人工林植物水分状况的研究*

孙谷畴

(中国科学院华南植物研究所)

摘 要

7月,自然林林间最高气温为 27°C ,林下光强 $0.01\text{m mol}\cdot\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$;人工林的最高气温为 32°C ,光强 $2.0\text{m mol}\cdot\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 。黄果厚壳桂、厚壳桂和华润楠的中午最低叶片水势分别为 -1.3 , -1.0 和 -1.45MPa ;人工林的桃金娘、三叉苦、木荷和鸭脚木则分别为 -1.9 、 -1.68 、 -1.54 和 -1.1MPa 。自然林植物在2月时叶片水势最高(-0.3 至 -0.5MPa),1月时叶片水势最低。人工林植物叶片水势在4月时最高,12月时为最低。自然林植物,除华润楠在下午气孔传导率升高外,气孔传导率在10至11时最高。人工林植物的气孔传导率较自然林的高。其中以5月时气孔传导率最高。一天中人工林叶片出现蒸腾速率高峰的时间较自然林早。

关键词: 自然林及人工林; 叶片水势; 气孔传导率; 蒸腾速率

一、前 言

由于人类的干扰和森林砍伐,引起自然林景观的变化和随后出现人工林。研究自然林和人工林的叶片水势、蒸腾速率和气孔传导率的变化,有助于阐明不同生态类型林的植物水分状况变化和调节作用。本文报道了亚热带季风常绿阔叶林植物叶片水势,气孔传导率和蒸腾速率的日间和季节变化规律。

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约2000种自然种和300多种地区栽培种植物。这一亚热带季风常绿阔叶林已有400年以上历史,是我国保持比较完整的亚热带季风常绿阔叶林。当地年平均气温 21°C 。7月份最高气温 28°C ,1月份平均 12.6°C 。年均降雨量 1927mm 。降雨量以夏季为最多,占全年降雨的 42.7% ;冬季较少,仅与全年降雨量的 6.9% ^[1]。

* 本文测定为本所光合组林植芳、林桂珠、王伟和李双顺同志共同完成。

二、材料和方 法

测定的植物材料：自然林植物有黄果厚壳桂 (*Cryptocarya concinna*)、厚壳桂 (*Cryptocarya chinensis*)、木荷 (*Schima superba*)、华润楠 (*Machilus chinensis*) 和九节 (*Psychotria rubra*)；人工林的植物有木荷、桃金娘 (*Rhodomyrtus tomentosa*)、三叉苦 (*Evodia lepta*) 和鸭脚木 (*Schefflera octophylla*)。

林地微气候的测定：以连接有热电偶和 Vaisala 探头的 datalogger 仪 (CR21, Campbell Scientific Logan, UT) 测定。

气孔传导率的测定：每次测定选取树冠南向的叶片，以 LI-COR1600 型稳态气孔计测定。

叶片水势以 Scholander 型压力室 (mode 1000, PMS Instrument, Corvallis, OR) 法^[2]测定。

三、结 果

(一) 自然林和人工林的微气候

图 1 表明，7 月上午 7 时，自然林的气温为 23°C，中午 11 时达 27°C，下午 15 时后气温急剧降低。林下光强仅为 0.01 $\text{m mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。人工林在中午时气温达 32°C，1

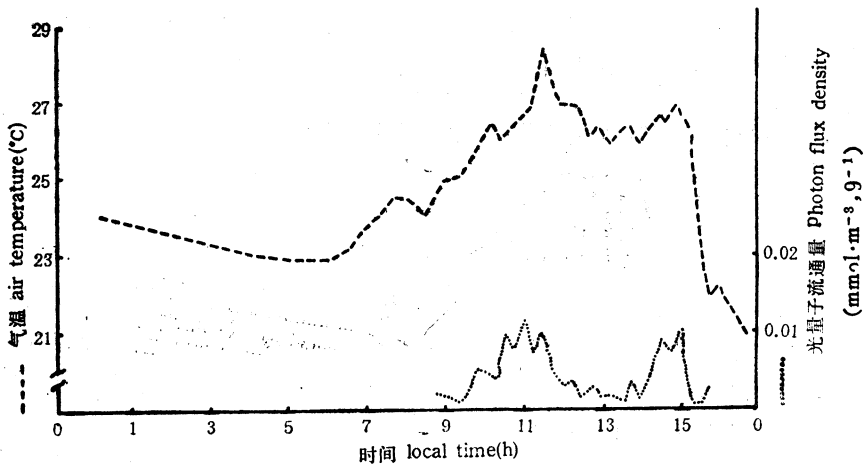


图 1 自然林的气温和光合光子流通量的日变化(1984年7月1日)

Fig. 1 Diurnal changes of air temperature and photosynthetic photon flux density at a natural forest

时气温仍保持 25°C。林间光强达 2.0 $\text{m mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。结果表明，自然林的气温和林间光强较人工林低 (图 1 和图 2)。

(二) 自然林和人工林植物叶片水势的日间和季节变化

图 3a 表明，7 月上午 7 时，自然林的黄果厚壳桂、厚壳桂和华润楠的叶片水势为 -0.4

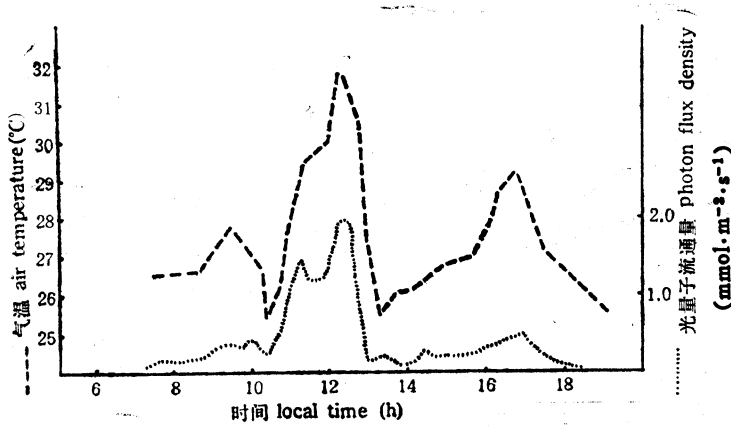


图2 人工林的气温和光合光子流密度的日变化(1984年7月1日)

Fig. 2 Diurnal changes of air temperature and photosynthetic photon flux density in a cultivated forest

MPa。随时间推移, 叶片水势降低, 约在13时分别达到 -1.3 , -1.0 和 -1.45 MPa。17时后见回升。人工林的桃金娘、木荷和三叉苦, 其中午时的叶片水势分别达 -1.9 、 -1.54 和 -1.68 MPa, 较自然林植物低。一天中, 叶片水势达至最低值的时间亦较自然林的早(图4a)。

中午时叶片水势的季节变化见图3b。从1月起, 自然林植物的叶片水势开始回升, 2月达至最高值(-0.3 至 -0.5 MPa), 随后逐渐降低。至5月, 叶片水势达至最低值。不同植物的叶片水势变化幅度不同。黄果厚壳桂的叶片水势变化较厚壳桂和华润楠少。5月后叶片水势有回升, 在8至9月, 叶片水势再次出现下降。人工林不同的植物的中午时叶片水势差异较大(图4a)。桃金娘的中午叶片水势达 -1.9 MPa, 而鸭脚木仅为 -1.02 MPa。一年中, 木荷、桃金娘和三叉苦的叶片水势以4月为最高。随后叶片水势降低。12月达 -2.0 至 -2.4 MPa(图4b)。

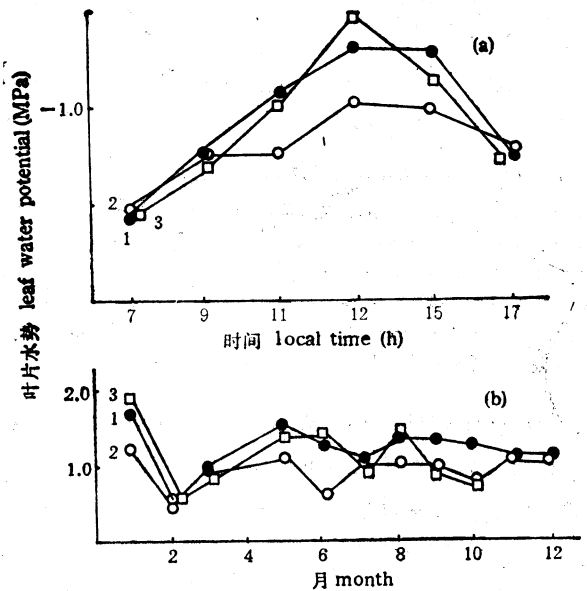


图3 自然林植物叶片水势的日(a)和季节(b)变化
Fig. 3 Diurnal (a) and seasonal (b) changes of leaf water potential in plants from a natural forest
1. 厚壳桂(*Cryptocarya chinensis*)
2. 黄果厚壳桂(*C. concinna*)
3. 华润楠(*Machilus chinensis*)

(三) 自然林和人工林植物气孔传导率的日调和季节变化

图5a表明, 上午7时, 自然林植物黄果厚壳桂、厚壳桂和华润楠的气孔传导率分别为 0.12 、 0.18 和 0.2 mol·m⁻²·s⁻¹, 随后上升。华润楠的气孔传导率最大值为 0.3 mol·m⁻²·s⁻¹。

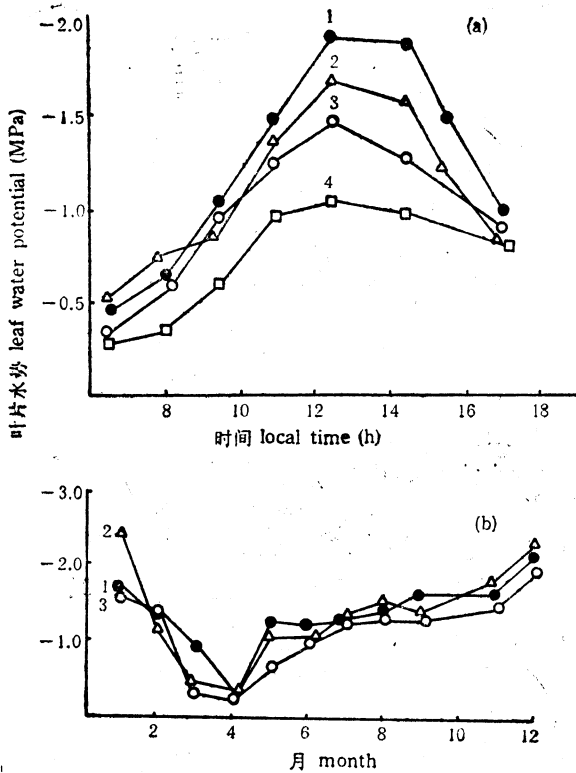


图4 人工林植物叶片水势的日间(a)和季节(b)变化
Fig. 4 Diurnal (a) and seasonal (b) changes of leaf water potential in plants from a cultivated forest

1. 桃金娘(*Rhosomyrtus tomentosa*)
2. 鸭脚木(*Schefflera octophylla*)
3. 木荷(*Schima superba*)
4. 三叉苦(*Evodia lepta*)

人工林的桃金娘、鸭脚木、三叉苦和木荷的早上气孔传导率分别为0.38、0.4、0.22和0.18 mol·m⁻²·s⁻¹。除木荷气孔传导率变化较小外，桃金娘和三叉苦在10至11时达到最大值(分别为0.51和0.47 mol·m⁻²·s⁻¹)。随后稍有下降。下午略有回升后则很快降低，至18时达至一天中最低值(图6a)。

在一年中的不同月份，自然林植物的气孔传导率差别较大。以5至8月为最高。11和12月为最低(图5b)。人工林植物的气孔传导率在5月时最高(图6b)。

(四) 自然林和人工林植物叶片蒸腾速率的日间和季节变化

图7a表明，自然林的黄果厚壳桂、厚壳桂和华润楠的叶片蒸腾速率较低，约为1.0至1.21 mol·m⁻²·s⁻¹。约在13时达至最大值。17时后则恢复到早上的数值。

人工林的桃金娘、木荷和九节，约在11和12时达至蒸腾速率的最大值，出现的时间较自然林提前1小时(图8a)。叶片蒸腾速率亦较自然林高。

自然林植物叶片蒸腾速率以6月为最高。植物种类中，以华润楠为最高。罗伞树最低(图7b)。人工林的桃金娘和三叉苦以5至6月时蒸腾速率最高；11至12月为最低。

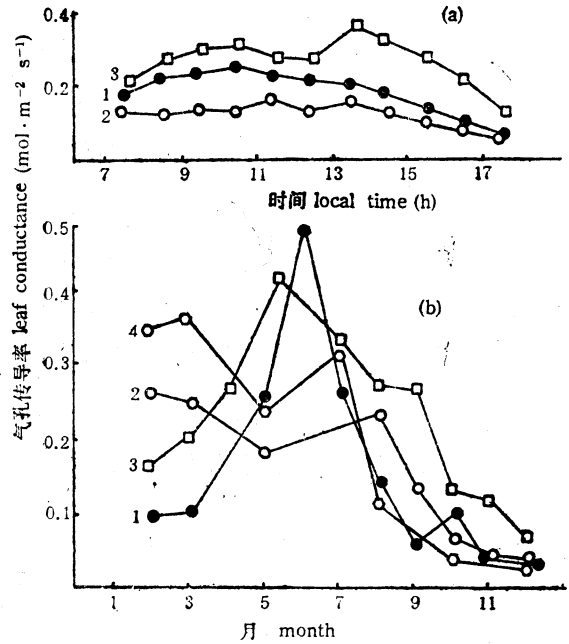


图5 自然林植物的叶片气孔传导率的日间(a)和季节(b)变化
Fig. 5 Diurnal (a) and seasonal (b) changes of leaf conductance in plants from a natural forest

1. 厚壳桂(*Cryptocarya chinensis*)
2. 黄果厚壳桂(*C. concinna*)
3. 华润楠(*Machilus chinensis*)
4. 九节(*Psychotria rubra*)

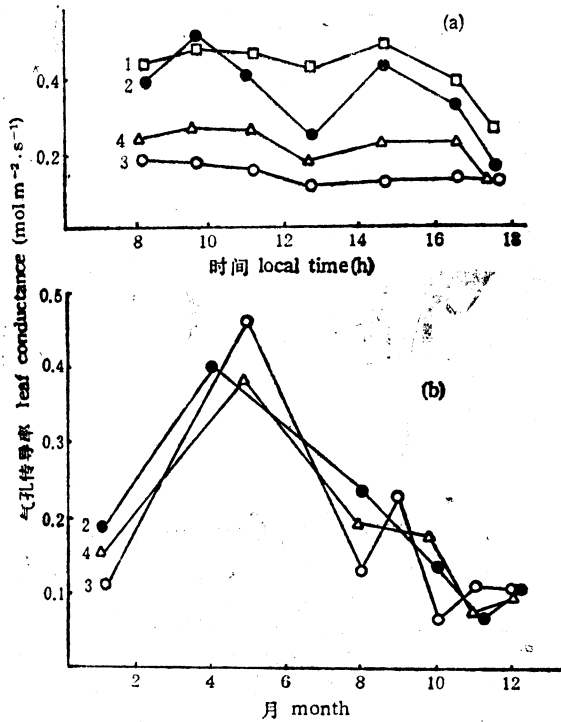


图 6 人工林植物叶片气孔传导率的日间(a)和季节(b)变化

Fig. 6 Diurnal (a) and seasonal (b) changes of leaf conductance in plants from a cultivated forest

1. 鸭脚木 (*Schefflera octophylla*)
2. 桃金娘 (*Rhodomyrtus tomentosa*)
3. 木荷 (*Schima superba*)
4. 三叉苦 (*Evodia lepta*)

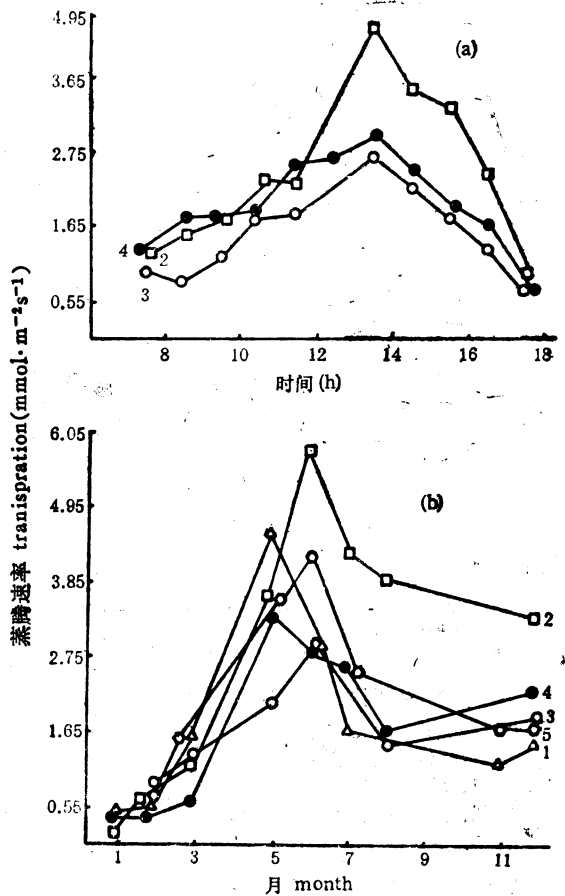


图 7 自然林植物叶片的蒸腾速率的日间(a)和季节(b)变化

Fig. 7 Diurnal (a) and seasonal (b) changes of transpiration in plants from a natural forest

1. 罗伞 (*Ardisia quinquegona*)
2. 华润楠 (*Machilus chinensis*)
3. 黄果厚壳桂 (*Cryptocarya concinna*)
4. 厚壳桂 (*C. chinensis*)
5. 九节 (*Psychotria rubra*)

四、讨 论

在7月的晴天，亚热带季风常绿阔叶林植物的叶片水势日变化进程表现为单峰曲线。这一变化与叶片蒸腾速率的日变化是相呼应的（图7）。可能在日间，由于太阳辐射和气温的增高引起叶片蒸腾失水加剧，当植物根部吸水和水分运输落后于蒸腾失水，便会使叶片的相对含水量降低和水势下降。这一变化有利于叶片薄壁细胞向导管吸水和防止叶片过多的蒸腾失水。这是植物对水分状况变化的一种适应性反应。在日间和一年中不同月份里，人工林植物叶片水势的变化较自然林大。其原因可能是由于人工林的太阳辐射和气温较高（图1和图2），叶片蒸腾速率也较大（图8和图9），因而叶片水势变化幅度较大。表明人工林的植物在这种变化的环境条件下，已形成了对水分状况变化的适

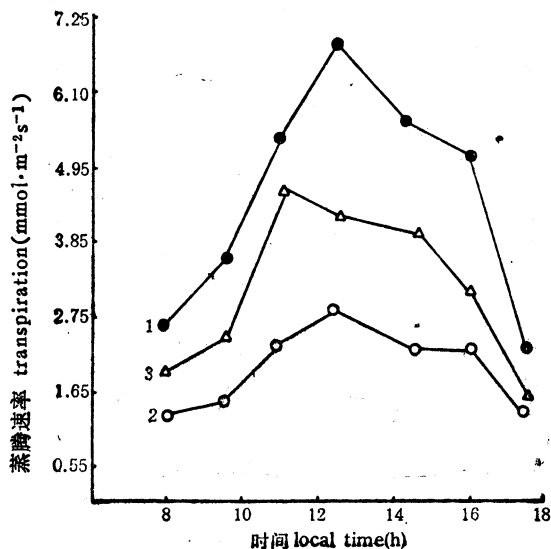


图 8 人工林植物叶片蒸腾速率的日间变化

Fig. 8 Diurnal changes of transpiration in plants from a cultivated forest

1. 桃金娘 (*Rhodomyrtus tomentosa*)
2. 木荷 (*Schima superba*)
3. 三叉苦 (*Evodia lepta*)

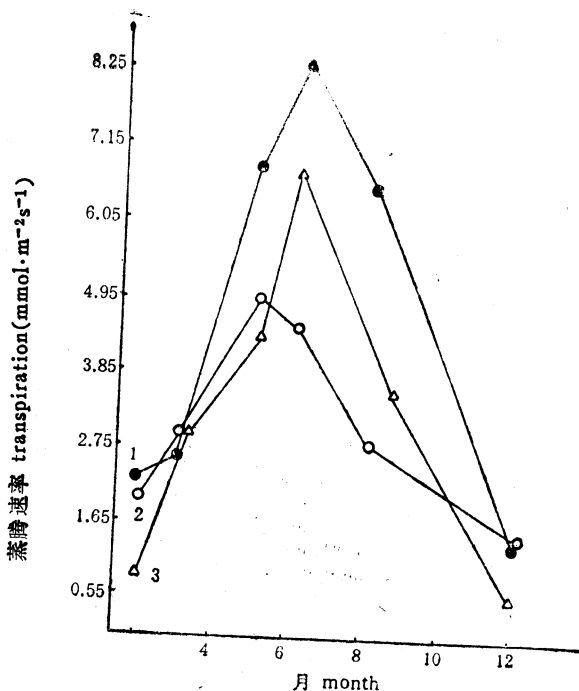


图 9 人工林植物叶片蒸腾速率的季节变化

Fig. 9 Seasonal changes of transpiration in plants from a cultivated forest

1. 桃金娘 (*Rhodimyrthus tomentosa*)
2. 木荷 (*Schima superba*)
3. 三叉苦 (*Evodia lepta*)

应能力。自然林里，由于冠层覆盖，形成一个相对平稳的环境，叶片水势变化也较小。自然林植物在一年中能维持较高的叶片水势，特别在较干旱的 11、12 月和翌年 1 月，较高的叶片水势有利于光合作用正常进行，增加光合产物积累。

Running 等^[3]曾指出，气孔传导率日平均值的大小和黎明前植物水分状况有密切的相关。研究气孔对昼夜和季节的环境变化的反应，有助于阐明植物水分状况的变化。许多研究工作者^[4]曾经研究过气孔对太阳辐射强度变化的反应。通常在辐射降低时，气孔关闭；辐射增高时，气孔开启。但只有当辐射降低至某一低阈值时，气孔才对降低的辐射发生反应。人工林内的辐射相对变化较小，从图 6a 可见，除鸭脚木在中午时气孔传导率变化较明显外，气孔传导率的日变化不十分明显。我们测定的结果也支持了气孔对辐射反应有一个低阈值的概念。自然林有较厚的冠层，林内辐射和气温变化幅度小，一天中气孔传导率变化亦不显著。无疑，在一天中温度、湿度、叶片水分状况和 CO₂ 浓度的变化，也可能对气孔传导率发生影响。但这些因素之间的相互作用往往是复杂的，仍有待更多的工作去阐明。此外，我们测定的是气孔对水分扩散的阻抗，并由此换算成气孔传导率。当气孔对水分扩散的阻抗低时，阻抗的细微变化不易分辨，但这样细微的变化已对植物水分散失发生具体的影响。

在不同林地，物理环境因素是复杂的。如照射到叶片上的辐射量、气温、相对湿度和叶片周围的风速等都会影响叶片的蒸腾速率。植物同化空气中的 CO₂，是通过气孔进行扩散和运输的，气孔的开启不可避免地引起水分的散失，叶片蒸腾速率增大，人工林

植物的光合速率较自然林的高(未发表资料)。但是,水分利用效率(molCO_2 同化/ mol 水散失)较自然林低^[2]。一年中以6至7月时叶片蒸腾速率最大。蒸散蒸腾作用的大小与月平均气温有关^[4],此时植物生长旺盛,蒸腾失水也较多。

在广东鼎湖山自然保护区,由于降雨分布不均,秋冬雨量少,气温也低于最适温度,从而使气孔传导率和蒸腾速率降低。自然林植物在秋冬季仍维持较高叶片水势和较低的蒸腾速率,这是植物长期对环境适应的结果。当亚热带季风常绿阔叶林受到人为活动干扰或被破坏。随后形成的人工林,植物叶片水势较低,气孔传导率和蒸腾速率高,植物的蒸腾失水将耗用大量土壤水分,引起土壤水分含量降低。由此可见,自然林的破坏,将引起植物群落和土壤水分状况的变化。

参 考 文 献

- [1] 黄展帆, 范征广, 1982: 鼎湖山的气候。热带和亚热带森林生态系统研究, 第1集, 11—24页。
- [2] Ehleringer, J.R., Field, C.B., Lin, Z.F., Kuo.C.Y., 1986: Leaf carbon isotope and mineral composition in subtropical plants along an irradiance cline. *Oecologia*. 70: 520-526.
- [3] Running, S.W., Waring, R.H., Radel, R.A., 1975: Physiological control of water flux in conifers. A computer simulation model. *Oecologia*. 18: 1-16.
- [4] Whitehead, D.D., Okali, U.U., Fasehun, F.E., 1981: Stomatal response to environmental variables in two tropical forest species during the dry season in Nigeria. *J. App. Ecol.* 18: 571-587.

A COMPARISON OF WATER CONDITION IN PLANTS FROM A NATURAL FOREST AND A CULTIVATED FOREST

Sun Guchou

(South China Institute of Botany, Academia Sinica)

Abstract

Leaf water potential fell at least -1.3 , -1.0 and -1.45 MPa for *Cryptocarya concinna*, *Cryptocarya chinensis* and *Machilus chinensis*, respectively, which were from a natural forest, whereas in minima of -1.9 , -1.68 , -1.54 and -1.1 MPa for *Rhodomyrtus tomentosa*, *Evdia leptota*, *Schima superba* and *Schefflera octophylla*, respectively which were from a cultivated forest. Maximum values of water potential were observed in February for species from a cultivated forest.

Early morning values of stomatal conductance were 0.12 to 0.18 $\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$, and they reached to the maxima at about 10:00 of local time and then fell at noon. It was apparent the midday stomatal closure occurred in species from both forest.

Transpiration increased to a maximum of 3.1 to 4.7 $\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ for species from a natural forest and of 6.7 $\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ for *Rhodomyrtus tomentosa* which was a plant from a cultivated forest at midday and then fell during the afternoon. Maximum rate of transpiration was reached in June. As compared with that of species from a cultivated forest, lower leaf conductance and transpiration were found for species from a natural forest. The results showed that the changes in the forested landscape or a natural forest was replaced by a cultivated forest increased water loss of plants and it might excite the environmental impact.

Key words. A natural forest and a cultivated forest; Leaf water potential; Stomatal conductance; Transpiration rate.