

文章编号:1001-1498(2005)03-0331-05

马占相思树干液流的研究

肖以华¹, 陈步峰¹, 陈嘉杰², 陈 勇¹, 李东文², 吴统贵¹

(1. 中国林业科学研究院热带林业研究所, 广东 广州 510520; 2. 广东省中山市林场, 广东 中山 528403)

摘要:采用 ICT-2000TE 树干液流测定系统, 对华南地区的主要造林树种马占相思的液流变化进行了为期 1 a 的观测, 并对树干液流变化特征、液流量日变化、各位点液流及全年液流量的变化进行了深入研究。结果表明:马占相思的树干液流量日进程呈单峰型曲线, 雨、旱季的全天总液流量分别为 10.988×10^3 、 5.082×10^3 g, 全年总液流量为 $2\,238.265 \times 10^3$ g; 马占相思木质部不同部位输水能力差异较大, 液流速率最大的位点位于木质部 15 mm 处; 马占相思单位边材面积日累计液流量在雨、旱季分别为 85.203×10^3 、 57.463×10^3 g m^{-2} 左右, 整个过程呈“S”形。

关键词:马占相思; 热扩散法; 树干液流

中图分类号:S715.4 **文献标识码:**A

A Study on the Stem Sap Flow of *Acacia mangium*

XIAO Yi-hua¹, CHEN Bufeng¹, CHEN Jiajie², CHEN Yong¹, LI Dongwen², WU Tong-gui¹

(1. Research Institute of Tropical Forestry, CAF, Guangzhou 510520, Guangdong, China;

2. Forestry Farm of Zhongshan, Zhongshan 528403, Guangdong, China)

Abstract: ICT-2000TE system was used to investigate the stem sap flow of *Acacia mangium*, an important species for afforestation in south China, in 2003. The characteristics of stem sap flow change, the daily change of sap flow amount, the sap flow in different points and yearly fluctuation were analyzed. The results showed that the daily sap flow amount followed a monopeak curve. The amounts of daily total sap flow in rainy season and dry season were 10.988×10^3 g and 5.082×10^3 g respectively and the yearly total was $2\,238.265 \times 10^3$ g. There existed significant differences among different positions of *A. mangium* in water transferring capacity. The position with the fastest sap flow located at the xylem of 15 mm. The daily accumulated sap flow amounts of sapwood in rainy season and dry season were 85.203×10^3 g m^{-2} and 57.463×10^3 g m^{-2} respectively. The entire process of daily sap flow presented a S-shape curve.

Key words: *Acacia mangium*; thermal dissipation method; stem sap flow

近几十年来,国内外研究者一直寻找准确定量估算整树耗水量的技术,陆续提出一些不同的测定方法^[1]。在自然界中,土壤—植物—大气构成连续的水流路径,树干木质部上升液流速度及液流量制约着整株树木的蒸腾量,因而对树干液流进行标记并测定其流动速度就可以简捷地确定树冠蒸腾耗水量。20 世纪 80 年代,热技术(包括:热扩散技术、热脉冲技术和热平衡技术)成为估算整树耗水的必要手段而得到广

泛应用。热扩散技术由 Granier^[2]发明并首先使用,该技术能在树木自然生活状态下,确定树冠蒸腾耗水量^[3,4]。Köstner^[5]在 1992 年就热扩散技术、热脉冲技术和热平衡技术在欧洲赤松(*Pinus sylvestris* Linn.)上进行比较,3 种方法测得其单位边材面积最大液流量分别为:11~17、8~21、4~14 g $\text{m}^{-2} \text{h}^{-1}$,都在一个数量级上。Granier^[6]在 1996 年对以上 3 种热技术进行比较,发现热扩散法安装简便,计算简单,数据可靠性

收稿日期:2004-12-21

基金项目:国家自然科学基金重大项目“热带天然林优势种群及人工林水分蒸腾量的研究”(30170743)

作者简介:肖以华(1976—),男,江西萍乡人,硕士,主要从事森林生态系统定位研究和全球变化与陆地生态系统相关研究。

高,费用相对较低^[7~9],我国的许多研究人员也用该技术对我国北方半干旱地区造林树种的树干液流及耗水特性进行了较多的研究^[10~14];鲁小珍^[15]、虞沐奎等^[16]对华东地区部分造林树种的树干液流进行了研究;而周国逸等^[17~19]应用热脉冲技术对华南地区人工林树种桉树(*Eucalyptus* L'Hôit.)的耗水特性进行了研究报道,但对华南地区广泛种植的马占相思(*Acacia mangium* Willd.)树干液流及耗水特性研究未见报道。

马占相思是我国华南地区重要的造林树种之一。为了系统研究其耗水特性,本文以旱、雨季为时间尺度,利用 ICT-2000TE 树干液流测定系统,选取标准样株对其树干液流进行连续观测、数采,以探索马占相思的树干液流特征、树干液流量日变化及年变化规律,同时为确定合理造林密度提供理论依据,也希望为分析树木对气候变化的响应提供本底依据。

1 试验地点概况

试验地位于广州市郊区东北约 5 km 的筲箕窝林场马占相思人工林实验示范区,位于 22°53'30"N, 113°19'E, 属丘陵地形,海拔 79 m。林地成土母岩主要为花岗岩,土壤为赤红壤,普遍呈酸性反应,pH 值一般在 4.5~6.5,土壤肥力中等。研究区属亚热带典型的季风海洋气候,冬暖夏凉,雨量充沛;年平均气温 21.8℃,夏季长达 6~7 个月,最热月(7 月)平均气温 28.4℃,最冷月(1 月)平均气温 13.3℃;年平均降水量 1 700 mm,4—9 月为雨季,占全年降水量的 80%,其中 6 月最多,超过 280 mm,雨热同季的特点给林木的生长发育提供了有利的条件。

2 材料与方法

2.1 供试样木与测定方法

在试验林中,选择不同径阶、生长正常、无挤压、无病虫害的马占相思 3 株样木,测定其年龄、树高、直径,叶面积指数用剪纸称重法进行测量,并在 1.3 m 处朝南向刮成 20 mm 见方的口,再将探针对准髓心垂直钻入树干。被测样木现况见表 1。

表 1 测定样株现况

序号	树龄/a	树高/m	髓心直径/cm	去皮直径/cm	叶面积指数	输导面积/cm ²
1	7	17	1.5	11.3	3.393	69.4
2	7	15	1.4	8.4	2.674	41.5
3	7	14	0.9	7.1	3.303	20.6

测定仪器采用澳大利亚 ICT 公司的 ICT-

2000TE 树干液流测定系统,使用 TDP 热耗散探头、自动气象站和 ZENO 数据采集器对马占相思样株的环境因子、树干液流进行观测。设定数据采集间隔期为 1 h,此次观测期为 2003 年,在时间上包括了华南地区雨、旱季的各类天气状况。

2.2 数据处理

树干液流流速和树干液流流量的计算及数据处理方法见参考文献[16],并采用 Microsoft Excel 2003 和 SPSS10.0 等相关软件及方法进行数据分析。

3 结果与分析

3.1 马占相思树干液流量日变化规律

通过 1 a 的测定,对雨、旱季各月每时段的数据进行分析,马占相思树干液流量日变化显著(图 1)。图 1 表明:0:00~7:00 树干液流量非常小,在旱、雨季都在 50 g·h⁻¹ 以下;8:00~10:00 液流量急剧增大,13:00 左右达到最大值,15:00 左右开始下降,17:00 左右又急剧下跌,20:00 左右达到平稳状态,整个过程在雨、旱季都呈单峰型曲线。从图 1 还看出:马占相思在旱季的树干液流量比雨季小,最大液流量旱季比雨季小 36.95%。

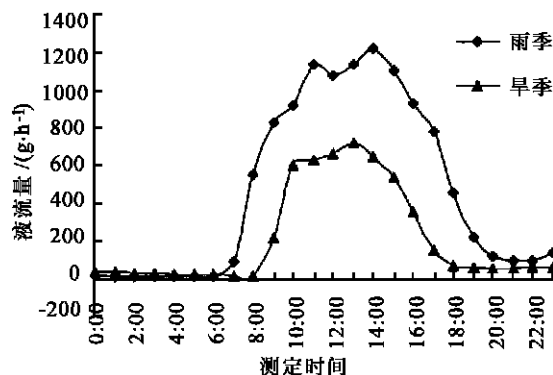


图 1 雨、旱季马占相思树干液流量日变化规律

雨、旱季太阳辐射量、大气和土壤表层温湿度日变化见图 2~4。从图 1~4 可以看出:树干液流量与太阳辐射量、大气的温湿度密切相关。树干液流量与太阳辐射量和大气温度成正相关,与大气湿度成负相关;但与土壤表层的温湿度不大关联,因为整个观测期间,土壤表层的温湿度变化不明显,这一研究结果与许多学者的研究结果一致^[12,14,16]。

3.2 树干液流的径向变化规律

树干液流的输送主要在木质部进行,而且其液流速率在径向位点上的分布也是当前植物生理学研究的重点问题。著名生理生态学家 Edwards 等^[20]提出木质部中液流的分布遵从二次曲线,此试验中树

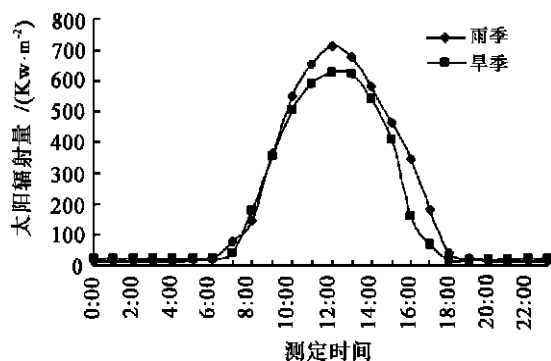


图2 雨、旱季太阳辐射量日变化规律

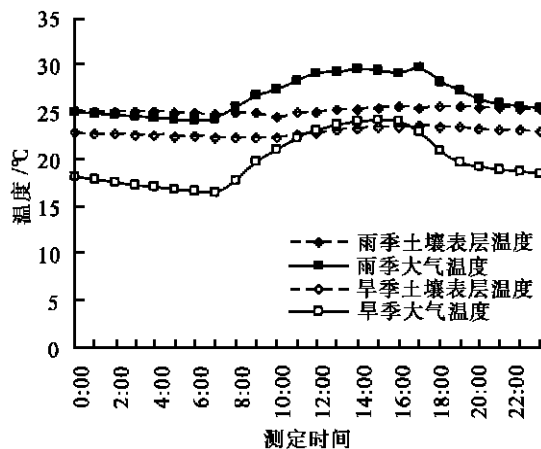


图3 雨、旱季大气、土壤表层温度日变化规律

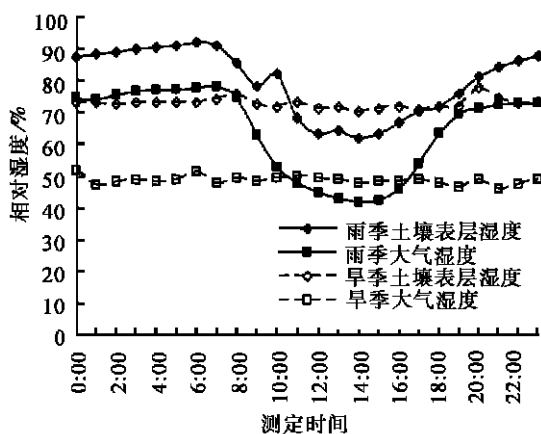


图4 雨、旱季大气、土壤表层湿度日变化规律

液流量的计算就是在这—理论前提下进行的。图5、6所示,马占相思在整年的树干木质部不同深度液流速率变化过程中,木质部不同径向深度的液流速率有着明显的差异,但变化趋势相同。树干液流速率在深度为15 mm(木质部中)的地方最大,而5 mm与10 mm处变化不大,这一结果表明:马占相思树干木质部不同深度处水力传导度存在着差异。从图5、6还可以看出:雨季的液流速率在中午12:00

左右有减小的趋势,而在旱季未出现此现象,但液流速率变化进程与图1中液流量的变化进程是一致的,这一结论与其他学者的研究结果相似^[11,14~16,19]。

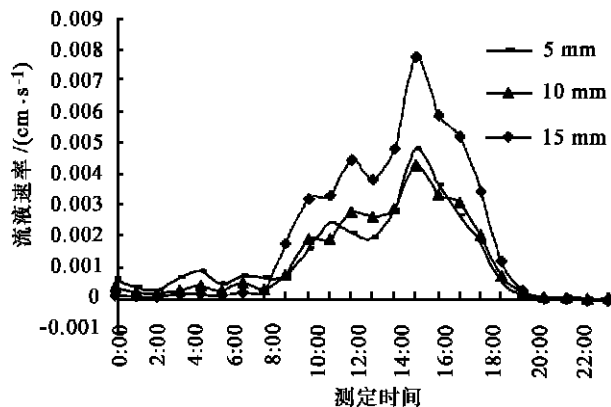


图5 马占相思不同部位雨季液流速率变化过程

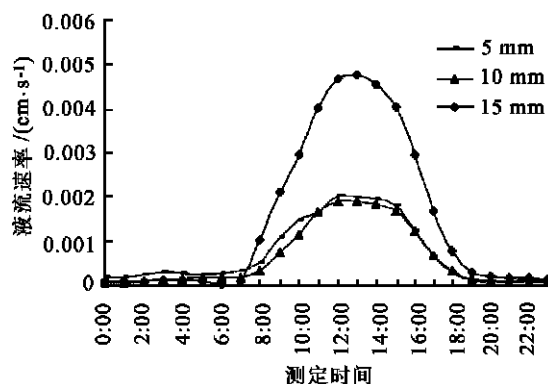


图6 马占相思不同部位旱季液流速率变化过程

3.3 累计液流量(Q_a)与液流量(Q_s)

由于树木蒸腾耗水99.8%以上来自树干液流^[8],所以通常用液流量直接反映树木的耗水能力,但同一树种不同个体之间、不同树种之间边材和心材面积比率的差异很大,既使有相同或相似的直径,其液流量差别也很大,因此,进行各项液流指标计算时应区分单木液流量(Q)、单位边材面积累计液流量(Q_a)与液流量(Q_s)。 Q 是基于单木的液流量,即一天中通过样木树干某一高度横断面的液流量; Q_a 为单位边材面积的日累计液流量,由于 Q_a 不考虑心材的影响,同时消除了不同样木个体的差异,所以更有利于说明树种的耗水量; Q_s 是基于单位边材面积计算所得,作为一个耗水指标,具有较强的可比性,同时, Q_s 具有瞬时变动的特性,与树干液流速率成正比,其日变化同图1。如果利用树种的边材面积作为标量,在推算林分耗水的过程中, Q_s 是非常重要的参数。

马占相思单位边材面积日累计液流量变化情况见图7。由图7可见,旱、雨季马占相思单位边材面积日累计液流量具有相似的变化趋势:早晨液流量很小,8:00开始增加,10:00为加速阶段,17:00增长变慢,这与最大液流位点的活动规律是相对应的,整个过程呈“S”形。测定期间,马占相思在雨季的 Q_a 大致为 $85.203 \times 10^3 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$,旱季的为 $57.463 \times 10^3 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$;马占相思单木液流量(Q)根据图1的液流量日变化累计计算得,在雨、旱季的单木液流量分别为 $10.988 \times 10^3 \text{ g} \cdot \text{d}^{-1}$ 、 $5.082 \times 10^3 \text{ g} \cdot \text{d}^{-1}$ 。

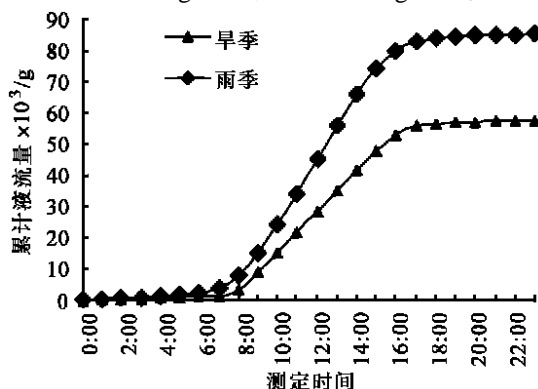


图7 马占相思单位边材面积日累计液流量

3.4 马占相思全年液流量变化

通过1 a观测,马占相思树干全年液流量变化见图8。由图8可见:马占相思在不同生长期树干液流量有明显差异,2月是华南地区旱季中降雨量最少的月份,受太阳辐射和气温的影响,液流量最低;6月是树木快速生长的月份,而且太阳辐射强、气温高,液流量也达到最高值,以后迅速下降,8月份以后,液流变幅趋向平稳。马占相思全年树干总液流量为 $2\,238.265 \times 10^3 \text{ g}$ 。

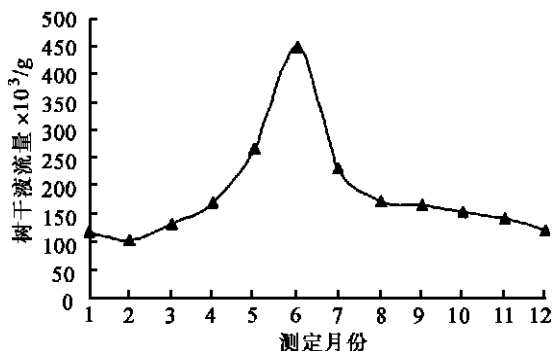


图8 马占相思全年液流量变化

4 结论与讨论

(1) 以旱、雨季为时间尺度对马占相思树干液流

进行了1 a的观测研究,发现其树干液流量日进程呈单峰型曲线;旱季的树干液流量比雨季的小,最大流量时旱季比雨季小36.95%。树干液流量与太阳辐射量、大气温度成正相关,与大气湿度成负相关;但与土壤表层的温湿度不大关联。马占相思在雨、旱季全天总液流量分别为 $10.988 \times 10^3 \text{ g}$ 、 $5.082 \times 10^3 \text{ g}$,全年总液流量为 $2\,238.265 \times 10^3 \text{ g}$ 。

(2) 马占相思木质部不同部位输水能力差异较大,液流速率最大的位点位于木质部15 mm处,而5 mm与10 mm处变化不大,且液流速率变化进程与液流量日变化进程是一致的。

(3) 马占相思单位边材面积日累计液流量在雨、旱季分别为 $85.203 \times 10^3 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 、 $57.463 \times 10^3 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$,整个过程呈“S”形。

参考文献:

- [1] 刘奉觉,郑世锴,巨关升,等. 树木蒸腾耗水测算技术的比较研究[J]. 林业科学, 1997, 33 (2): 117~126
- [2] Granier A. A new method for measure sap flow[J]. Ann Sci For, 1985, 42:193~200
- [3] 刘奉觉,郑世锴,巨关升,等. 用热脉冲速度记录仪测定树干液流[J]. 植物生理通讯, 1993, 29 (2): 110~115
- [4] 刘奉觉,郑世锴. 用测定木质部液流速度的方法确定树木的蒸腾耗水量[J]. 林业科技通讯, 1989, 30 (4): 30~32
- [5] Kostner B, Schulze E D, Kelliher F M, et al. Transpiration and canopy conductance in a pristine broad-leaved forest of Nothofagus: an analysis of sap flow and eddy correlation measurements[J]. Oecologia, 1992, 91: 350~359
- [6] Granier A, Huc R, Barigah S T. Transpiration of natural rain forest and its dependence on climatic factors[J]. Agricultural and Forest Meteorology, 1996, 78:19~29
- [7] Granier A, Colin F. Effects of soil drought on water relations in Abies bommuelleriana under natural conditions [J]. Annales des Sciences Forestieres, 1990, 47 (3): 189~200
- [8] Granier A, Bobay V, Gash J H C, et al. Vapour flux density and transpiration rate comparisons in a stand of maritime pine (Pinus pinaster An.) in Les Landed forest [J]. Agricultural and Forest Meteorology, 1990, 51 (3-4): 309~319
- [9] Granier A, Loustau D. Measuring and modeling the transpiration of a maritime pine canopy from sap-flow data[J]. Agricultural and Forest Meteorology, 1994, 71 (1-2): 61~81
- [10] 刘奉觉, Edwards W R N, 郑世锴. 杨树树干液流时空动态研究[J]. 林业科学研究, 1993, 6 (4): 368~372
- [11] 马履一,王华田. 油松边材液流时空变化及其影响因子研究[J]. 北京林业大学学报, 2002, 24 (3): 23~27
- [12] 孙慧珍,周晓峰,赵惠勋. 白桦树干液流的动态研究[J]. 生态学报, 2002, 22 (9): 1387~1391
- [13] 王华田,马履一. 利用热扩式边材液流探针(TDP)测定树木整

- 株蒸腾耗水量的研究[J]. 植物生态学报, 2002, 26 (6): 661 ~ 667
- [14] 孙鹏森, 马履一, 王小平, 等. 油松树干液流的时空变异性研究[J]. 北京林业大学学报, 2000, 22 (5): 1 ~ 6
- [15] 鲁小珍. 马尾松、栓皮栎生长盛期树干液流的研究[J]. 安徽农业大学学报, 2001, 28 (4): 401 ~ 404
- [16] 虞沐奎, 姜志林, 鲁小珍. 火炬松树干液流的研究[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2003, 27 (3): 7 ~ 10
- [17] Zhou Goyi, Yin Guangtian and Jim Morris, et al. Measured sap flow and estimated evapotranspiration of tropical *Eucalyptus urophylla* plantations in South China[J]. Acta Botanica Sinica, 2004, 46(2): 202 ~ 210
- [18] 黄志宏, 周国逸, Jim Morris, 等. 用典型相关法分析桉树人工林干季土壤水分影响因子[J]. 林业科学, 2003, 39 (5): 10 ~ 17
- [19] 张宁南, 徐大平, Jim Morris, 等. 雷州半岛尾叶桉人工林树干液流特征的研究[J]. 林业科学研究, 2003, 16 (6): 661 ~ 667
- [20] Edwards W R N, Becker P. A unified nomenclature for sap flow measurements[J]. Tree Physiology, 1996, 17: 65 ~ 67

光皮桦组培快繁技术获得成功

光皮桦为我国南方桦木科优良乡土速生树种, 适应性强, 用途广。实生苗造林 6 年生平均树高可达 8.8 m, 胸径可达 9.2 cm, 早期速生, 适合培育大中径材。现南方正大力推广种植, 经济效益极佳, 但良种选育为亟待解决的问题。组培快繁技术是解决优良无性系造林的良好途径, 为此, 热带林业实验中心组培室的科技人员经过近 2 年的探索, 已成功解决光皮桦组培快繁的技术难题, 现报道如下:

1. 用超级苗的苗芽和大龄优树芽两种外植体消毒接种均获成功。
 2. 通过多因子综合试验, 调查 MS 培养基及其它培养基辅助试验, 探索出增殖效果稳定的培养基。对接种的外植体采取调整光照强度及温度控制, 配合不同的激素比例, 促进其侧芽萌发, 40 d 为一个继代周期, 增殖系数可达 4 以上。
 3. 对培养基的大量元素及激素进行调整, 研制出生根效果良好的培养基。经生根培养后的苗木根系粗壮发达。
 4. 通过炼苗与温湿条件控制, 移植成活率达 90 % 以上。用于造林试验当年树高生长达 2.5 m 以上。
- 通过以上材料, 光皮桦的组培快繁技术已达到工厂化与实用化生产要求。

中国林业科学研究院热带林业实验中心 谌红辉