

文章编号: 1001-411X(2002)04-0041-04

广州白云山几种森林群落生物量和持水性能

曾曙才¹, 谢正生¹, 古炎坤¹, 苏志尧¹, 陈北光¹, 林书豪²

(1 华南农业大学林学院, 广东 广州 510642; 2 广州白云山风景名胜区管理局, 广东 广州 510095)

摘要: 对白云山风景区几种主要森林群落的生物量进行了测定, 并对乔木层、灌草层、枯落物层和土壤层的持水状况进行了初步研究. 结果表明, 乔木层及灌草层生物量大小顺序均为马占相思+木荷群落>马尾松群落>马占相思群落>藜蒴群落>加勒比松群落; 枯落物层现存量为马尾松群落>藜蒴群落>马占相思+木荷群落>马占相思群落>加勒比松群落; 5 个群落各层的自然持水量为土壤层>乔木层>灌草层>枯落物层(马尾松群落为灌草层>乔木层); 群落各层总的自然持水量顺序为马占相思+木荷>马占相思>马尾松>加勒比松>藜蒴.

关键词: 白云山风景区; 森林群落; 生物量; 持水性能

中图分类号: S715

文献标识码: A

森林和水是人类生存发展的重要物质基础, 也是森林生态系统的重要组成部分. 森林植物由于具有多层的林冠、稠密的植株、庞大的根系、凋落枯死地被物和疏松多孔的土壤, 在大气降水时可阻挡降水强度对地面的冲击力, 减弱地表径流, 防止水土流失, 起到蓄存降水、补充山塘、水库、江河和地下水的作用, 在丰水期能减弱洪峰流量, 在枯水期仍能维持一定量水进入水库、河流. 森林的这种涵养水源、保持水土的能力是森林生态效益的重要方面^[1]. 森林与水文的关系是目前林学和生态学领域研究的重要问题. 自 20 世纪 50 年代以来, 世界各国的学者在这方面进行了有益的探索, 取得了许多成果^[2~4].

白云山是广州著名的风景区, 自 1995 年进行林分改造以来, 已逐步形成具有岭南特色的多树种、多层次、多色彩、多香味、多功能的南亚热带季风常绿阔叶林的森林景观. 为正确评价林分改造后森林的生长状况和持水性能, 检验林分改造效果, 进行了本研究.

1 研究地概况

广州白云山风景区位于广州市东北部, 面积约 32 km², 北纬 23°09′~23°13′, 东经 113°16′~113°19′. 主峰包括摩星岭、牛牯岭、五雷岭、将军岭、白云顶、龙虎岗等. 山体呈东北-西南走向, 气候属南亚热带季风海洋性气候, 年均气温 21.8℃, 年均降雨量 1 727.4 mm. 土壤为流纹状花岗岩、石英岩、砂页岩、变质岩等发育的赤红壤, 呈强酸性反应. 现有的次生植被多是经人工改造形成, 以藜蒴(*Catanopsis fissa*)、

木荷(*Schima superba*)、马占相思(*Acacia mangium*)等为优势种的阔叶林取代马尾松(*Pinus massoniana*)林而成为白云山植被的主要群落. 本研究包括原有的马尾松-桃金娘-芒萁群落(以下简称马尾松群落)、林分改造后形成的加勒比松-桃金娘-芒萁群落(简称加勒比松群落)、马占相思-秤星木+野牡丹-蔓山秀竹群落(简称马占相思群落)、马占相思+木荷-秤星木-蔓山秀竹群落(简称马占相思+木荷群落)和藜蒴-野牡丹-蔓山秀竹群落(简称藜蒴群落). 各森林群落的基本情况列于表 1.

2 研究方法

在 5 个群落类型内分别设 3 块 900 m² 标准地, 共 15 块. 在标准地内进行每木检尺, 调测林分密度, 平均木高, 平均木胸径, 优势木高, 优势木胸径, 以及林分郁闭度等. 用平均标准木法在每个群落类型内选取 3~5 株平均木, 用分层分割法测定标准木生物量. 用样方收获法测定各群落灌木-草本层生物量以及凋落物现存量. 随机取枯落物样用于测定有效含水率. 用环刀法测定 0~60 cm 土层的土壤容重和水分含量等物理性质^[5].

3 结果与分析

3.1 各森林群落的生物量

各森林群落的乔木层生物量(干质量)大小顺序为马占相思+木荷群落>马尾松群落>马占相思群落>藜蒴群落>加勒比松群落(表 2). 马占相思+木荷群落为混交复层林, 光合作用效能高, 且处于速

收稿日期: 2002-03-12

作者简介: 曾曙才(1971-), 男, 讲师, 硕士.

基金项目: 广州市“九五”攻关重大课题(98-z-044-01)

1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

生期, 故生物量较大. 马尾松林病虫害严重, 生长几乎停滞, 其林龄虽远大于马占相思+木荷群落, 生物量却低于后者. 马占相思纯林生物量不及同龄的混交林. 加勒比松林由于长势比阔叶树要慢, 故其生物量远低于同龄的阔叶林. 灌木-草本层生物量大小则是马尾松林> 加勒比松林> 马占相思林> 马占相思

+木荷林> 藜蒴林. 由于马尾松长势较差, 下层灌木和草本可接受较多光照, 因而其生物量较大. 加勒比松林郁闭度低, 所以灌草层生物量也较大. 其他森林群落则由于郁闭度较大, 下层灌木和草本生长受到一定限制, 故生物量较低.

表 1 几种森林群落的基本特征
Tab. 1 Backgrounds of the forest communities

森林群落 ¹⁾ communities	地点 site	林龄 age	密度 density/ (株·hm ⁻²)	平均木高 average tree height/ m	平均木胸径 average tree DBH/ cm	优势木高 dominant tree height/ m	优势木胸径 dominant tree DBH/ cm	郁闭度 crown density
马尾松 <i>Pinus massoniana</i>	白云松涛	47	667	5.8	10.5	14.5	28.4	0.71
加勒比松 <i>Pinus caribaea</i>	白云松涛	6	1 260	3.2	4.4	6.7	10.5	0.50
藜蒴 <i>Castanopsis fissa</i>	旗山	6	1 159	8.5	9.1	12.1	14.9	0.79
马占相思 <i>Acacia mangium</i>	鸣泉居东 南面山坡	6	589	7.7	13.4	10.3	18.6	0.80
马占相思+木荷 <i>Acacia mangium-Schima superba</i>	冷冻厂后山	6	926	8.4	7.9	11.1	15.2	0.82

1) 马尾松为马尾松-桃金娘-芒萁群落的简称; 加勒比松为加勒比松-桃金娘-芒萁群落的简称; 藜蒴为藜蒴-野牡丹-蔓山秀竹群落的简称; 马占相思为马占相思-秤星木+野牡丹-蔓山秀竹群落的简称; 马占相思+木荷为马占相思+木荷-秤星木-蔓山秀竹群落的简称

表 2 各森林群落生物量和枯落物现存量
Tab. 2 Biomass and litter remnant amounts of the forest communities

森林群落 ¹⁾ communities	乔木层 tree stratum		灌草层 shrub-herb stratum		群落生物量 community biomass	枯落物层现存量 litter remnant	
	m (鲜 fresh)	m (干 dry)	m (鲜 fresh)	m (干 dry)		m (湿 wet)	m (干 dry)
马尾松 <i>Pinus massoniana</i>	82.69	72.36	35.4	23.4	95.76	8.45	7.94
加勒比松 <i>Pinus calibaea</i>	20.85	10.69	29.2	19.3	29.99	2.50	2.33
藜蒴 <i>Castanopsis fissa</i>	84.03	43.23	11.7	7.7	50.93	4.88	4.23
马占相思 <i>Acacia mangium</i>	117.27	57.78	19.3	12.7	70.48	2.76	2.44
马占相思+木荷 <i>Acacia mangium-Schima superba</i>	187.26	86.55	17.7	11.7	98.25	3.13	2.82

1) 马尾松为马尾松-桃金娘-芒萁群落的简称; 加勒比松为加勒比松-桃金娘-芒萁群落的简称; 藜蒴为藜蒴-野牡丹-蔓山秀竹群落的简称; 马占相思为马占相思-秤星木+野牡丹-蔓山秀竹群落的简称; 马占相思+木荷为马占相思+木荷-秤星木-蔓山秀竹群落的简称

3.2 各森林群落乔木层和灌草层的自然持水量
各森林群落乔木层的自然持水量差异很大(表 3), 最小的为加勒比松群落, 仅有 10.16 t·hm⁻², 最大的为马占相思+木荷群落, 达 100.70 t·hm⁻², 为前者的近 10 倍. 马尾松林由于生长几乎停止, 水分含量低, 故其乔木层持水量很低, 仅有 10.34 t·hm⁻². 马占相思群落和藜蒴群落分别为 59.48 和 40.80 t·hm⁻². 各群落乔木层的自然持水量与乔木层生物量大小顺序基本一致.

灌草层的自然持水量大小顺序为马尾松群落> 加勒比松群落> 马占相思群落> 马占相思+木荷群落

> 藜蒴群落, 这与灌草层的生物量顺序是一致的. 在生长旺盛的阔叶林群落中, 灌草层自然持水量远低于乔木层. 马尾松群落灌草层持水量略高于乔木层, 加勒比松群落则基本接近.

3.3 群落枯落物层现存量和持水能力
枯枝落叶层主要由植物凋落的叶子、枝条、花、果实、树皮、芽鳞等物质组成, 有时有少量小动物的尸体及排泄物. 枯枝落叶层在水源涵养、水土保持及森林生态系统物质循环中具有独特的作用, 是森林发挥水文效益的重要层次.

各森林群落枯落物现存量大小顺序为马尾松群落

落> 藜蒴群落> 马占相思+ 木荷群落> 马占相思群落> 加勒比松群落. 马尾松群落凋落物中枝条占 70%, 针叶也难于分解, 故现存量较高. 藜蒴的凋落物以落叶为主, 由于叶大而厚较难分解, 所以凋落物现存量高于其他阔叶林群落. 加勒比松则由于尚处在幼年时期, 凋落量很少, 故现存量低.

各森林群落枯落物的自然持水量均很低, 与整个群落(包括群落的土壤)相比, 几乎可以忽略不计. 枯落物层的有效持水量也较低, 马尾松为 $10.73\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$, 加勒比松为 $3.13\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$, 藜蒴为 $5.83\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$, 马占相思和马占相思+ 木荷分别为 3.00 和 $3.82\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$. 但这并不意味着枯落物在涵养水源方面的作用微弱. 许多研究表明, 群落的枯落物本身的持水量不大, 其主要水文生态意义在于阻滞降水到

达地面后水平流动, 降低雨水对地面的冲击力, 减少水土流失^[6~8].

3.4 土壤层的持水性能

土壤层是森林群落涵养水源最主要的贮库. 在土层厚度一定时, 群落的水源涵养性能主要取决于土壤的孔隙特性. 最大持水量与总孔隙度有关, 土壤有效持水量与毛管孔隙度有关, 而自然持水量则还与天气条件和地形条件等有关. 5 种森林群落下 0~60 cm 土层土壤的自然持水量大小顺序为马占相思+ 木荷群落> 马占相思群落> 马尾松群落> 加勒比松群落> 藜蒴群落(表 3). 有效持水量顺序则是马占相思群落($3\,395.99\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$)> 马占相思+ 木荷群落($2\,756.47\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$)> 藜蒴群落($2\,300.30\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$)> 马尾松群落($1\,936.39\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$)> 加勒比松群落

表 3 森林群落各层次的持水量
Tab. 3 Water holding capacities of different strata of the forest communities $\text{t}\cdot\text{hm}^{-2}$

森林群落 ¹⁾ communities	乔木层 tree stratum	灌草层 shrub herb stratum	枯落物层 litter stratum	土壤层 soil stratum	群落自然持水量 natural water holding capacity of community
马尾松 <i>Pinus massoniana</i>	10.34	12.00	0.51	1 046.99	1 069.84
加勒比松 <i>Pinus caribaea</i>	10.16	9.89	0.18	1 040.26	1 060.49
藜蒴 <i>Castanopsis fissi</i>	40.80	3.96	0.64	985.91	1 031.31
马占相思 <i>Acacia mangium</i>	59.48	6.53	0.32	1 125.49	1 191.82
马占相思+ 木荷 <i>Acacia mangium-Schima superba</i>	100.70	6.00	0.31	1 133.59	1 240.60

1) 马尾松为马尾松-桃金娘-芒萁群落的简称; 加勒比松为加勒比松-桃金娘-芒萁群落的简称; 藜蒴为藜蒴-野牡丹-蔓山秀竹群落的简称; 马占相思为马占相思-秤星木+野牡丹-蔓山秀竹群落的简称; 马占相思+木荷为马占相思+木荷-秤星木-蔓山秀竹群落的简称

($1\,889.41\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$). 这些差异一方面与森林类型有关, 同时与造林时耕垦措施及土壤本身性质有联系^[9, 10].

3.5 森林群落植被与土壤涵养水源能力的估算

对各森林群落乔木层、灌草层、枯落物层和土壤层的总自然持水量进行了测算. 马占相思+ 木荷群落的总自然持水量最高, 为 $1\,240.60\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$, 其次为马占相思群落, 为 $1\,191.82\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$, 马尾松群落为 $1\,069.84\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$, 加勒比松群落为 $1\,060.49\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$, 最低的为藜蒴群落, 其总自然持水量为 $1\,031.31\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$.

4 讨论

森林的持水性能源于乔木层、灌草层、枯落物层和林地土壤层的持水能力. 土壤是森林发挥持水功能的最主要贮库. 其厚度、孔隙状况等对森林持水性能有很大影响. 枯落物层虽然自身持水性能不强, 但它可以减少地面径流冲刷, 防止土壤流失, 并改善土

壤尤其是表层土壤的物理性质, 有助于土壤蓄持更多水源. 乔木层和灌草层的持水性能与生物量大小有密切关系, 同时还受植被生长状况等因素影响. 为了充分发挥森林群落的水源涵养效能, 应营造混交林并形成乔灌草复层植物群落, 保存林地枯落物, 防止土壤流失.

从本次研究的白云山几种森林群落看, 阔叶林的生物量远高于同龄针叶林, 持水性能亦优于针叶林. 混交阔叶林生物量和持水性能均高于阔叶纯林, 这与以往一些研究结果是一致的^[7, 9, 10]. 研究结果也初步表明, 在白云山林分改造中营造“多树种、多层次”森林植物群落的指导思想是正确的. 另外, 土壤是森林群落蓄持水源的主体, 增强森林的持水性能关键在于改良土壤的孔隙状况和地表覆盖, 即植被和枯落物类型的情况.

不过, 文中关于乔灌草层的含水量只反映贮存在植物体内的水量. 据研究, 植物吸收到体内的水分有 98%~99% 都变成了水蒸气, 通过叶片扩散到大

气中去^[11, 12]。所以, 各森林群落实际的涵养水源能力要大得多。

致谢: 广州白云山风景名胜区管理局的梁铅辉、林燕、李炳球等同志参加了部分研究工作, 在此致谢!

参考文献:

[1] 东北林学院. 森林生态学[M] . 北京: 中国林业出版社, 1981. 36— 37.

[2] BOSCH J M, HEWLETT J D. A review of catchment experiments to determine the effect of vegetation changes on water yield and evapotranspiration[J] . Journal of Hydrology, 1982 (55): 3— 23.

[3] BLACK P E. Research issues in forest hydrology[J] . Journal of American Water Resource, 1998, 34(4): 98— 115.

[4] FRANKLIN J. Toward a new forestry[J] . American Forests, 1989 (5): 37— 44.

[5] 马雪华. 森林水文[M] . 北京: 中国林业出版社, 1993.

123— 128.

[6] 闫文德, 张学龙, 王金叶, 等. 祁连山森林枯落物水文作用的研究[J] . 西北林学院学报, 1997, 12(2): 7— 14.

[7] 张 萍, 曾信波. 植被蓄水保土功能研究[J] . 山地农业生物学报, 1999, 18(5): 300— 304.

[8] 黄忠良, 孔国辉, 余清发, 等. 南亚热带季风常绿阔叶林水文功能及其养分动态的研究[J] . 植物生态学报, 2000, 24(2): 157— 161.

[9] 吴建平, 袁正科, 田育新. 湖南省主要森林类型林地土壤持水功能及其改良技术[J] . 水土保持通报, 2000, 20(6): 30— 32.

[10] 刘春华. 酸枣人工混交林涵养水源功能研究[J] . 福建林学院学报, 1998, 18(1): 79— 82.

[11] 云南大学生物系. 植物生态学[M] . 北京: 人民教育出版社, 1980. 85.

[12] 郑雅莺. 有趣的植物生活[M] . 哈尔滨: 黑龙江人民出版社, 1980. 130.

The Biomass and Water-Holding Capacities of Some Forest Communities of Baiyunshan Scenic Spot, Guangzhou

ZENG Shu-cai¹, XIE Zheng-sheng¹, GU Yan-kun¹,
SU Zhi-yao¹, CHEN Bei-guang¹, LIN Shu-hao²

(1 College of Forestry, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China; 2 Guangzhou Baiyunshan Scenic Spot Administration Bureau, Guangzhou, 510095, China)

Abstract: A preliminary study on the biomass, forest litter remnant amounts and water-holding capacities of five forest communities of the Baiyunshan Scenic Spot, Guangzhou showed that the order of community biomass was *Acacia mangium*-*Schima superba* > *Pinus massoniana* > *Acacia mangium* > *Castanopsis fissa* > *Pinus caribaea* and that the order of litter remnant amounts was *Pinus massoniana* > *Castanopsis fissa* > *Acacia mangium*-*Schima superba* > *Acacia mangium* > *Pinus caribaea*. Differences in natural water-holding capacities of the different strata of the communities were remarkable and the capacity order was soil stratum > tree stratum > shrub-herb stratum > litter stratum, with the exception of *Pinus massoniana* where shrub-herb stratum > tree stratum. The community of *Acacia mangium*-*Schima superba* had the highest total natural water-holding capacity, followed by *Acacia mangium*, *Pinus massoniana*, *Pinus caribaea* and *Castanopsis fissa* in a decreasing sequence.

Key words: Baiyunshan Scenic Spot; forest communities; biomass; water-holding capacities

【责任编辑 李晓卉】