

广州白云山主要林分的生产力及吸碳放氧研究

曾曙才¹, 苏志尧¹, 谢正生¹, 古炎坤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:对广州白云山风景区主要林分类型的生产力及吸碳放氧功能进行了初步研究. 各主要林分总生物量、总吸碳量和总释氧量大小顺序为木荷石栎混交林> 木荷林> 中华锥林> 大叶相思林> 马尾松林> 马占相思林> 鰲菊林> 降真香林> 尖叶杜英林> 加勒比松林. 各林分生产力、年均吸碳量和年均释氧量大小顺序均为马占相思林> 鰲菊林> 大叶相思林> 木荷石栎混交林> 木荷林> 尖叶杜英林> 中华锥林> 降真香林> 加勒比松林> 马尾松林. 表明速生阔叶林的吸碳放氧能力比针叶林强; 处于速生期的阔叶树人工林的吸碳放氧能力比天然次生近熟林强.

关键词:白云山风景区; 林分; 生产力; 吸碳放氧

中图分类号: S715

文献标识码: A

文章编号: 1001-411X(2003)01-0016-04

空气是人类生存必不可少的物质之一. 在城市由于人口高度集中, 工业燃料燃烧放出大量 CO_2 , 使大气中 CO_2 含量上升, O_2 含量下降, 从而导致大气 O_2 与 CO_2 平衡失调^[1]. 随着工业化和城市化进程不断深入和大面积森林被采伐, 大气的碳氧平衡正日益受到威胁, 表现为 CO_2 浓度持续上升, 并引起全球关注的“温室效应”^[2]. 森林植物是 O_2 的主要制造者和 CO_2 的主要吸收者, 在维持大气平衡、减弱温室效应和保持人类居住环境空气清新等方面具有不可替代的作用.

白云山为南粤名山, 同时是广州城市生态系统的重要组成部分, 如何充分发挥白云山森林的生态效益成为一项重要的研究课题. 本文探讨了白云山风景区 10 种主要林分的生产力和固碳释氧能力, 以期对白云山森林的生态效能评价及林分改造效应评估提供参考依据.

1 自然概况

广州白云山风景区地处广州市东北部, 面积 32 km^2 , 居北纬 $23^\circ 09' \sim 23^\circ 13'$, 东经 $113^\circ 16' \sim 113^\circ 19'$. 主峰有摩星岭、牛牯岭、五雷岭、将军岭、白云顶、龙虎岗等. 属亚热带季风海洋性气候, 年均气温 21.8°C , 极端最低气温 0°C , 极端最高气温 38.7°C . 年均降雨量 1727.4 mm , 降雨大部分集中在 4~9 月. 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. 原有林分主要是 20 世纪 50 年代营造的马尾松林. 由于林分组成单一, 故

病虫害严重, 生态功能低下, 景观贫乏, 观赏价值低, 卫生状况不良. 为了更好地发挥白云山林分的生态效益、经济效益和社会效益, 1993 年广州市政府决定“整治白云山”, 对原有马尾松林进行“林分改造”. 自 1995 年全面实施林分改造以来, 目前以鰲菊 (*Castanopsis fissa*)、木荷 (*Schima superba*)、马占相思 (*Acacia mangium*)、尖叶杜英 (*Elaeocarpus apiculatus*)、大叶相思 (*Acacia auriculiformis*) 等为优势种的阔叶林取代马尾松林 (*Pinus massoniana*) 而成为白云山风景区的主要林分类型. 本研究的林分包括中华锥林 (*Castanopsis chinensis*)、降真香林 (*Acronychia pedunculata*)、木荷林、木荷石栎混交林 (*Schima superba* + *Lithocarpus glaber*) 等天然次生林以及尖叶杜英林、加勒比松林 (*Pinus caribaea*)、鰲菊林、马占相思林、大叶相思林和残存的马尾松林等人工林. 各林分的基本情况见表 1.

2 研究方法

在路线踏查的基础上, 在各类林分内, 在土壤母岩、林木、灌木、草本植物优势种类、结构特征相似且有代表性的地段设置定位标准地 (面积为 $30 \text{ m} \times 30 \text{ m}$), 进行林分调查 (调查因子包括胸径、树高、密度、郁闭度、蓄积量等), 根据调查结果确定林分平均木和优势木^[3]. 林分蓄积量用立木材积计算公式进行计算: $\nabla = G_{1.3} \times (H+3) \times F_{\text{实}}$ ^[4], 其中, $G_{1.3}$ 为胸高断面积, H 为树高, $F_{\text{实}}$ 为实验形数 (阔叶树取 0.40, 针叶树取 0.39). 在每类林分中伐倒林分标准木 (平均木) 3~5 株, 分别称其树干、枝条、叶子及根系鲜质

表 1 各林分基本情况
Tab. 1 Backgrounds of the forest stands studied

林分类型 ¹⁾	起源	地点	林龄	密度	郁闭度	优势木高	优势木胸径	平均木高	平均木胸径	林分蓄积量	年均增长量
stand type	origin	site	age	density/ (株·hm ⁻²)	crown density	dominant tree height/m	dominant tree DBH/ cm	average tree height/ m	average tree DBH/ cm	stand volume/ (m ³ ·hm ⁻²)	annual volume growth / (m ³ ·hm ⁻² ·a ⁻¹)
1	天然次生	山庄旅舍后山	35	1 822	0.8	16.30	32.24	8.0	11.2	78.98	2.26
2	天然次生	摩星岭西坡	15	1 256	0.7	5.70	13.90	4.9	7.6	18.20	1.21
3	天然次生	摩星岭	35	1 512	0.9	17.20	29.40	8.8	12.3	84.80	2.42
4	天然次生	明珠楼附近	35	1 800	0.7	19.74	10.20	5.5	8.1	63.66	1.82
5	飞播造林	白云松涛	47	667	0.7	14.50	28.40	5.8	10.5	19.82	0.42
6	人工林	柯子岭	5	800	—	7.47	8.87	5.3	6.5	8.73	1.75
7	人工林	白云松涛	5	1 260	0.5	6.70	10.50	3.2	4.4	4.68	0.98
8	人工林	旗山	6	1 159	0.8	12.10	14.90	8.5	9.1	34.67	5.78
9	人工林	鸣泉居东南面	6	589	0.8	10.30	18.60	7.7	13.4	35.55	5.98
10	人工林	磨刀坑	15	930	—	12.40	16.30	9.7	9.6	34.20	2.28

1) 1 为中华锥林(*Castanopsis chinensis*); 2 为降真香林(*Acronychia pedunculata*); 3 为木荷林(*Schima superba*); 4 为木荷石栎混交林(*Schima superba*+*Lithocarpus glaber*); 5 为马尾松林(*Pinus massoniana*); 6 为尖叶杜英林(*Elaeocarpus apiculatus*); 7 为加勒比松林(*Pinus caribaea*); 8 为黧蒴林(*Castanopsis fissa*); 9 为马占相思林(*Acacia mangium*); 10 为大叶相思林(*Acacia auriculiformis*)

量,并各取样 500 g 烘干(60 ℃恒温烘干至恒质量)测定干质量,从而测算出林木生物量。再根据薛达元^[5]的光合作用推算公式:CO₂(264 g)+H₂O(108 g)→葡萄糖(180 g)+O₂(192 g)→多糖(干物质)(162 g),可以求出植物每生产 162 g 干物质可吸收固定 264 g CO₂,释放出 193 g O₂,即生产 1 g 干物质可以吸收 1.63 g CO₂,同时放出 1.19 g O₂。

3 结果与分析

3.1 林分生产力

林分生产力可用单位时间、单位面积的林分蓄积量或生物量表示。因本文主要侧重林分的吸碳放氧研究,故采用生物量指标。林分生产力(有机物质干质量,t·hm⁻²·a⁻¹)大小与林龄、树种、立地条件等有关。所研究的 10 个林分中,木荷石栎混交林的生物量最大,达 150.10 t·hm⁻²;其次是木荷林,为 134.31 t·hm⁻²;中华锥林生物量为 112.95 t·hm⁻²,处于第 3 位(表 2),这 3 种天然次生林正处于近熟期,林分生物量均远高于林龄更大、处于衰老期的马尾松林的生物量(72.36 t·hm⁻²),其主要原因是马尾松林已衰老,生长缓慢,且病虫害危害严重。尖叶杜英林、加勒比松林、黧蒴林和马占相思林林龄相近,但各自的生物量差异很大,其中,林分生物量最大的是马占相思林,为 57.78 t·hm⁻²;其次是黧蒴林,为 43.23 t·hm⁻²;加勒比松林生物量最小,仅有 10.69 t·hm⁻²。10 种林分总生物量大小顺序为木荷石栎混交林>木

荷林>中华锥林>大叶相思林>马尾松林>马占相思林>黧蒴林>降真香林>尖叶杜英林>加勒比松林。

林分生产力顺序不同于总生物量大小顺序。马占相思林干物质年均增长量最大,为 9.63 t·hm⁻²·a⁻¹;马尾松林年均增长量最小,为 1.54 t·hm⁻²·a⁻¹,仅为马占相思林的 1/6 左右;其他林分的干物质年均增长量大小依次为黧蒴林>大叶相思林>木荷石栎混交林>木荷林>尖叶杜英林>中华锥林>降真香林>加勒比松林(表 2)。

3.2 林分吸收二氧化碳量

林木在光合作用中吸收二氧化碳和水并将其合成转化为自身的有机物质,从而使碳素固定在植物体内。各林分吸收二氧化碳总量主要与林分的土壤水分供给和大气二氧化碳含量、光照条件以及温度状况有关。按照 CO₂ 固定量及 O₂ 释放量公式推算,木荷石栎林吸收二氧化碳总量为 244.67 t·hm⁻²,在各林分中最高,木荷林为 218.93 t·hm⁻²,居第 2 位。二氧化碳吸收量最小的是加勒比松林,仅有 17.42 t·hm⁻²。其他林分吸收二氧化碳总量见表 2。各林分吸收二氧化碳量的大小顺序与林分生物量相同。

各林分年均吸收二氧化碳量以马占相思林最高,达 15.70 t·hm⁻²;其次是黧蒴林,为 11.74 t·hm⁻²;马尾松林最低,为 2.51 t·hm⁻²;加勒比松林次低,只有 3.48 t·hm⁻²。表明针叶林吸收二氧化碳能力远低于阔叶林。

表 2 各林分生产力和吸碳放氧量

Tab. 2 Biomass and CO ₂ absorption and O ₂ production capacities of the forest stands						
林分类型 ¹⁾ stand type	生物量 biomass/ (t·hm ⁻²)	生物量年增量 annual growth of biomass/ (t·hm ⁻² ·a ⁻¹)	吸收 CO ₂ 总量 total amount of CO ₂ absorbed/ (t·hm ⁻²)	释放 O ₂ 总量 total amount of O ₂ produced/ (t·hm ⁻²)	年均吸收 CO ₂ 量 annual CO ₂ absorption/ (t·hm ⁻² ·a ⁻¹)	年均释放 O ₂ 量 annual O ₂ production/ (t·hm ⁻² ·a ⁻¹)
1	112.95	3.23	184.10	134.41	5.26	3.84
2	40.62	2.71	66.21	48.34	4.41	3.22
3	134.31	3.84	218.93	159.83	6.26	4.57
4	150.10	4.29	244.67	178.62	6.99	5.10
5	72.36	1.54	117.95	86.11	2.51	1.83
6	17.55	3.51	28.61	20.89	5.72	4.18
7	10.69	2.14	17.42	12.72	3.48	2.54
8	43.23	7.21	70.46	51.44	11.74	8.57
9	57.78	9.63	94.18	68.76	15.70	11.46
10	92.95	6.19	151.51	110.61	10.10	7.37

1) 1 为中华锥林(*Castanopsis chinensis*); 2 为降真香林(*Acranychia pedunculata*); 3 为木荷林(*Schima superba*); 4 为木荷石栎混交林(*Schima superba*+*Lithocarpus glaber*); 5 为马尾松林(*Pinus massoniana*); 6 为尖叶杜英林(*Elaeocarpus apiculatus*); 7 为加勒比松林(*Pinus caribaea*); 8 为黧蒴林(*Castanopsis fissa*); 9 为马占相思林(*Acacia mangium*); 10 为大叶相思林(*Acacia auriculiformis*)

3.3 各林分氧气释放量

森林植物是陆地上最主要的氧气制造者。对白云山风景区 10 种主要林分释氧量的测算显示,不同林分释氧能力存在显著差异。木荷石栎林在生长期内的释氧总量为 178.62 t·hm⁻²,居各林分之首;木荷林的释氧总量为 159.83 t·hm⁻²,居第 2 位;释氧总量最小的林分是加勒比松林,仅有 12.72 t·hm⁻²;尖叶杜英林亦较低,仅有 20.89 t·hm⁻²。各林分总释氧量详见表 2。据测算,1 hm²阔叶林 1 d 可释放 O₂ 0.73 t^[9]。与之相比,白云山风景区各林分的释氧能力要低得多。尽管年均释氧量最高的马占相思林仅有 11.46 t·hm⁻²·a⁻¹,却比年均释氧量最小的马尾松林的 1.83 t·hm⁻²·a⁻¹高 6 倍多,表明白云山风景区的森林总体上虽然制造氧气的能力还不高,但已从林分改造前的平均水平 3.72 t·hm⁻²·a⁻¹提高至 6.82 t·hm⁻²·a⁻¹。

4 讨论

从研究结果来看,在白云山风景区的主要林分中,阔叶林的生产力和吸碳放氧功效要高于针叶林。同为阔叶林,处于速生期的马占相思、黧蒴、大叶相思等速生树种组成的林分的生产力和吸碳放氧效能

高于其他处于近熟期的阔叶林。但与其他地区具有顶极森林群落的林分的高生产力相比,白云山风景区的林分吸碳放氧能力总体上还是比较低的。如何进一步优化白云山风景区林分的树种组成,提高林分生产力,促进林木生长,使白云山风景区的森林发挥更大更佳的生态效益,是今后的研究工作需要解决的课题之一。

致谢:广州白云山风景名胜区管理局的林燕、王伟烈、李炳球等同志亦参加了部分研究工作,在此谨致谢意!

参考文献:

[1] 叶镜中. 森林生态学[M]. 哈尔滨:东北林业大学出版社,1991. 99—102.
[2] RAYNAUD D J, JOUZEL J M, BARNOLA J, et al. The ice record of greenhouse gas[J]. Science, 1993, 259: 926—934.
[3] 中华人民共和国林业部. 林业专业调查主要技术规定[M]. 北京:中国林业出版社,1990. 30—31.
[4] 林业部调查规划院. 森林调查手册[M]. 北京:中国林业出版社,1981. 21—24.
[5] 薛达元. 生物多样性经济价值评估[M]. 北京:中国环境科学出版社,1997. 91.
[6] 林忠宁, 蓝崇钰. 空气氧含量及其与健康效应关系[J]. 生态科学, 1999, 19(1): 91—94.

Productivity and Capacities of CO₂ Fixation and O₂ Production of the Major
Stands in the Baiyunshan Scenic Spot, Guangzhou

ZENG Shu-cai¹, SU Zhi-yao¹, XIE Zheng-sheng¹, GU Yan-kun¹, 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: Preliminary study on the productivity and capacities of absorbing CO₂ and producing O₂ of the staple stands in the Baiyunshan Scenic Spot, Guangzhou showed that the total biomass of and total CO₂ absorbed and total O₂ produced by the stands varied markedly, with the order of biomass amount and capacities of CO₂ absorption and O₂ production being *Schima superba*—*Lithocarpus glaber*> *Schima superba*> *Castanopsis chinensis*> *Acacia auriculiformis*> *Pinus massoniana*> *Acacia mangium*> *Castanopsis fissa*> *Acronychia pedunculata*> *Elaeocarpus apiculatus*> *Pinus caribaea*. The annual biomass growth, CO₂ fixation and O₂ production of the stands followed the order of *Acacia mangium*> *Castanopsis fissa*> *Acacia auriculiformis*> *Schima superba*—*Lithocarpus glaber*> *Schima superba*> *Elaeocarpus apiculatus*> *Castanopsis chinensis*> *Acronychia pedunculata*> *Pinus caribaea*> *Pinus massoniana*, indicating that the fast-growing broadleaved stands had higher capacities of absorbing CO₂ and producing O₂ than coniferous stands, and fast growing broadleaved plantations higher than the nearly mature natural secondary stands.

Key words: Baiyunshan Scenic Spot; forest stands; productivity; CO₂ absorption and O₂ production

【责任编辑 李晓卉】

欢迎订阅 欢迎投稿

《华南农业大学学报(自然科学版)》

《华南农业大学学报(自然科学版)》是华南农业大学主办的综合性农业科学学术刊物。本刊主要报道农业、生物学学科的科研学术论文、研究简报、文献综述等,分为农学、植物保护、生物学、动物科学与医学、农业工程与食品科学、基础科学、综述、简报等栏目。本刊附英文目录和英文摘要。读者对象主要是国内外农业科学研究所、农业院校以及综合性大学等有关农业科学研究与管理人员。

本刊为中国科学引文数据库固定刊源,并排列在被引频次最高的中国科技期刊 500 名以内。被《中文核心期刊要目总览》确认为综合性农业科学核心期刊、植物保护类核心期刊。为国内外多家著名文摘的固定刊源。

国内外公开发行、季刊、A4 开本。每期 94 页,定价 5.00 元,全年 20.00 元、自办发行,参加全国非邮发报刊联合征订发行(联订代号:6573)。

订阅办法:订阅款邮汇至:510642 广州五山《华南农业大学学报(自然科学版)》编辑部,或天津市大寺泉集北里别墅 17 号全国非邮发报刊联合发行部。