

鼎湖山马尾松种群生物生产量初步研究*

彭少麟¹⁾李鸣光²⁾ 陆阳

(中国科学院华南植物研究所)

(中山大学生物系)

摘 要

本文通过“每木调查法”和“相对生长测定法”(allometric method),测定了鼎湖山自然保护区马尾松群落中马尾松种群的生物生长量。该种群的生物量为64t/ha,略低于湖南会同地区马尾松林,而高于四川缙云山马尾松林。树干解析表明,林木的连年生长量、总生长量等随林木年龄变化,并与当地环境条件有关。通过标准木分析判定了种群的生物生产量,进而估价了整个群落的生物生产量。本研究作为南亚热带马尾松林的经济价值和生态效益的估价提供了科学依据。

马尾松(*Pinus massoniana*)是我国亚热带山地植被中经济价值和生态效益较高的树种。它不仅是重要的工业用材和薪炭材的来源,而且是亚热带地区植被自然恢复的先锋种和人工造林良种。对马尾松种群生物生产量的研究已逐渐得到重视,并取得了一些初步的研究成果^[10,11]。然而,在南亚热带地区,由于土壤、气候环境因子等方面的特点,马尾松种群的适应性,特别是在生物生产量方面的规律和特点尚缺乏研究。本文试图应用“每木调查法”、“相对生长测定法”和树干解析技术,对鼎湖山马尾松林的马尾松种群进行生物生产量测定,进而对南亚热带山地植被中的马尾松群落的有机物质的积累、变化和分配规律,以及产量结构特点予以初步评价。

一、自然环境和样地概况

鼎湖山位于23°08'N, 112°35'E。地带性植被为南亚热带常绿阔叶林^[3,7,12],并有一个由马尾松林向常绿阔叶林演变的趋势^[1,2,6]。样地在旱坑附近的山脊处,海拔约260—280m,坡向东南,坡度30°左右。土壤为赤红壤,较贫瘠。气候条件见图1。植被为人工种植的单优的马尾松群落,林木较为稀疏,林冠开敞,草本地被层发达。林内偶见荷树(*Schima superba*)、黎蒴(*Castanopsis fissa*)、豺皮樟(*Litsea rotundifolia* var. *oblongifolia*)、

* 本文承蒙王伯荪教授指导。野外工作中还有黄庆昌、黄雅文、刘雄恩、陈相如、徐丽雯、刘岚等同志参加,并得到鼎湖山树木园的协助,谨致谢意。

1) 中国科学院青年科学基金资助项目。

2) 现通讯地址为 Pennsylvania State University, U. S. A.

等的小树。草本层以桃金娘 (*Rhodomyrtus tomentosa*)、芒萁 (*Dicranopteris linearis* var. *dichotoma*) 等为主。

23°8'E 112°35'N

21.6° 1926.9mm

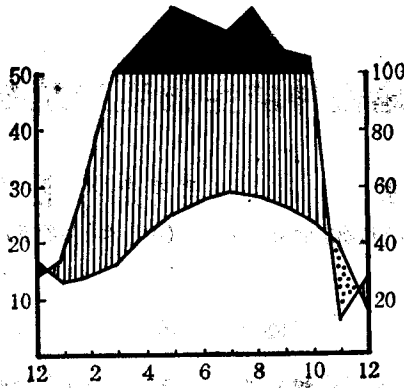


图 1. 气候图解

Fig. 1 Climate diagram

二、研究方法

(一) 每木调查法

在样地上设置 30 × 30m² 的样方, 对 900m² 的样方中所有马尾松个体进行每木调查, 调查包括植株的胸径、树高、冠幅等指标。在样方中共有马尾松植株 34 棵, 并在高度和胸高茎围上有如下分布(图 2、3)。

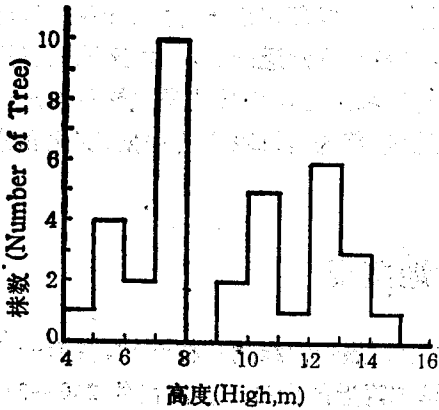


图 2 马尾松植株的高度分布

Fig. 2 Height distribution of the trees.

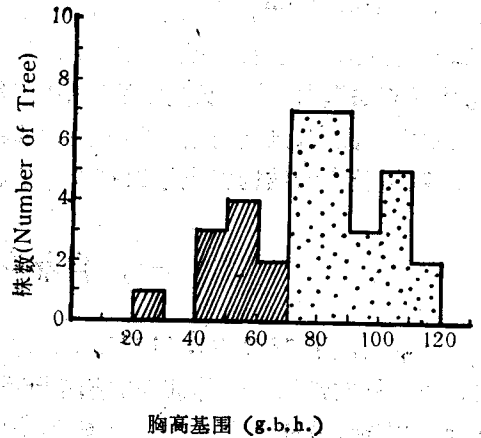


图 3 马尾松植株的胸高茎围分布

Fig. 3 Circumference distribution of breast height.

根据胸高茎围将所有个体分为两个立木级, > 70cm 级与 < 70cm 级(图 3)。在两个级别中选取标准木。标准木的选取可依下式计算出的平均值为据:

$$\bar{D} = n^{-1} \sum_{i=1}^n d_i$$

$$\bar{H} = n^{-1} \sum_{i=1}^n h_i$$

其中, \bar{D} 和 \bar{H} 分别为不同级别中的平均直径和平均高度值, n 为个体数, d_i 和 h_i 分别为植株的胸径和高度。

(二) 相对生长测定法

选好标准木后, 在两个径级中各伐倒两棵标准木。对每株标准木进行全株树干、树枝、树皮、树叶称鲜重。并通过圆盘、树枝、树皮、树叶烘干(80°C)至恒重后, 用比较法求其全株干重。利用“相对生长测定法”(allometric method)^[10] 求出林木各器官生物量(w)与胸径平方(D^2)和树高(H)的积(D^2H)之间的幂函数关系。

$$w = a(D^2H)^b \quad (1)$$

两边取对数成线性方程:

$$\log w = \log a + b \log(D^2H)^b \quad (2)$$

式中的 a , b 为常数。

依方程式(2)将 D^2H 作为自变量, w 为因变量, 用最小二乘法求出方程式中 a 、 b 常数。求出常数后, 即可通过已知的经验模型推测出整个样地的各器官的生物量。

(三) 净生产量估计

种群生物量是指一定面积上该种群所有个体干物质的现存重量。衡量林分生产力高低应主要考查净生产量。

$$\Delta P_N = Y_{NS} + Y_{NB} + Y_{NL} + Y_{NR} \quad (3)$$

其中, ΔP_N 为第 N 年以后的总净生产量, Y_{NS} , Y_{NB} , Y_{NL} , Y_{NR} 分别为第 N 年后叶、树枝、树干、树根的净增长量, 而第 N 年后的净增长被 N 除可得到 N 年内年平均净生产量。树根的生物量依据前人对马尾松研究的结果中根所占比例 17.01% 求得^[10]。

(四) 树干解析

在每个伐倒标准木上截取圆盘标本。烘干、称重、刨光后计数生长轮, 由生长轮推测年轮, 并分析连年生长量、平均生长量、定期平均生长量、总生长量等指标的变化情况及变化原因。

三、结 果

1. 由方程(1),(2)推导出各器官相对于 D^2H 的重量变化回归方程(表1)。相关系数极显著, 表明回归效果较好。依此四个方程, 对样地中所有马尾松种群的各器官的生

表1 马尾松各器官的相对生长回归方程

Table 1 The regression equations of various organs of the trees

器 官 organs	相对生长方程 relative growth equation	相关系数 correlation coefficient
叶 leaf	$w = 0.0045(D^2H)^{0.926}$	0.9750
树皮 bark	$w = 0.3490(D^2H)^{0.814}$	0.9080
枝条 branch	$w = 0.0096(D^2H)^{0.919}$	0.9940
树干 stem	$w = 0.0742(D^2H)^{0.969}$	0.9990

表2 马尾松各器官的生物量

Table 2 The biomass of each organs of the trees

器官 organs	样地中生物量 biomass in plot (900m ²)	单位生物量 biomass kg/m ²	单位生物量 biomass t./ha
叶 leaf	141.58	0.1573	1.572
树皮 bark	501.97	0.5577	5.577
枝条 branch	907.94	1.0088	10.089
树干 stem	3230.20	3.5891	35.892
根系 root	979.00	1.0878	10.878
合计 TOTAL	5761.07	6.4010	64.006

表3 马尾松各器官平均生产量 (kg/ha·a)

Table 3 The annual average productivities of various organs of trees (kg/ha·a)

	叶 leaf	树皮 bark	树枝 branch	树干 stem	根系 root	合计 TOTAL
重量 weight	31.44	111.54	201.78	717.84	217.56	1280.16
%	2.45	8.72	15.76	56.08	16.99	100.00

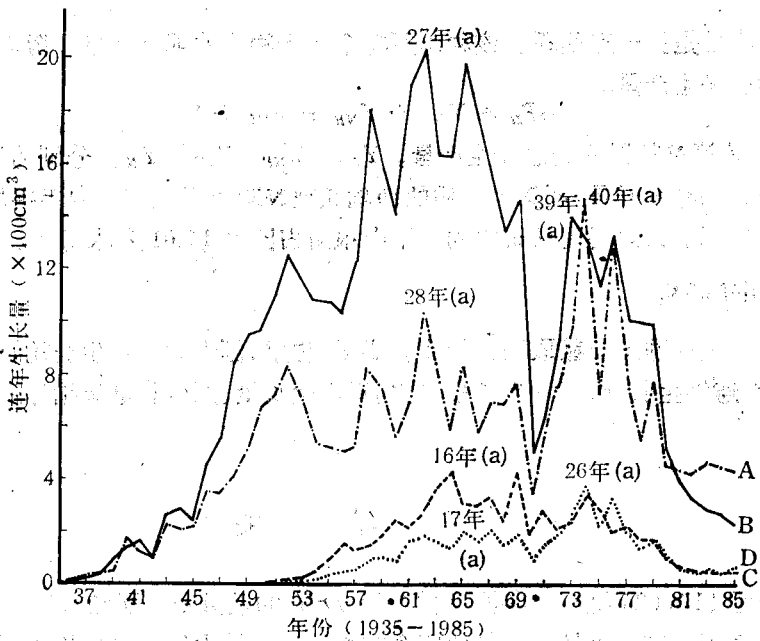


图4 4株标准树干的连年生长量变化

Fig. 4 The productivities in successive years of four standard trees (ST)

物量进行测定结果见表2。其中分别以三种方式表达各器官和总体的生物量。

2. 在测定马尾松种群生物量之后,又通过方程(3)求出马尾松各器官的平均生产量。其依据是大个体的年龄在50年左右,所有现存量被50除即为年平均生产量(表3)。

3. 从树干解析结果可观察到更为详细的生物量和生产量的变化情况。总的趋势是连年生长量都有一个低高低的变化,但不同的个体连年生长量变化的情况不同,并在较

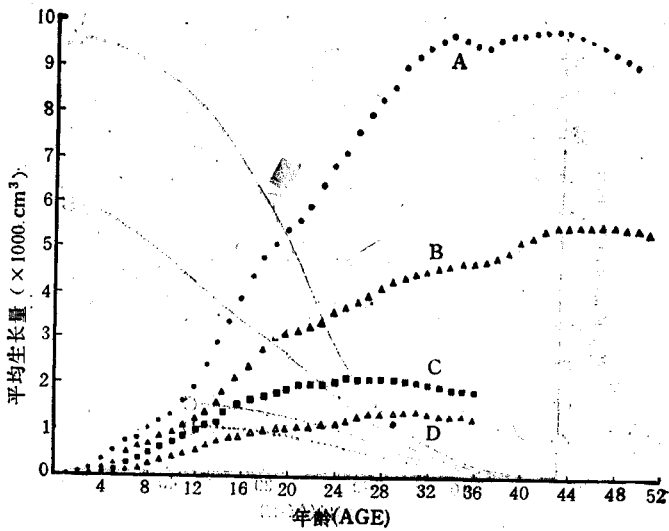


图5 4株标准木平均生长量的变化

Fig. 5 The average productivities with changes of the ages of ST.

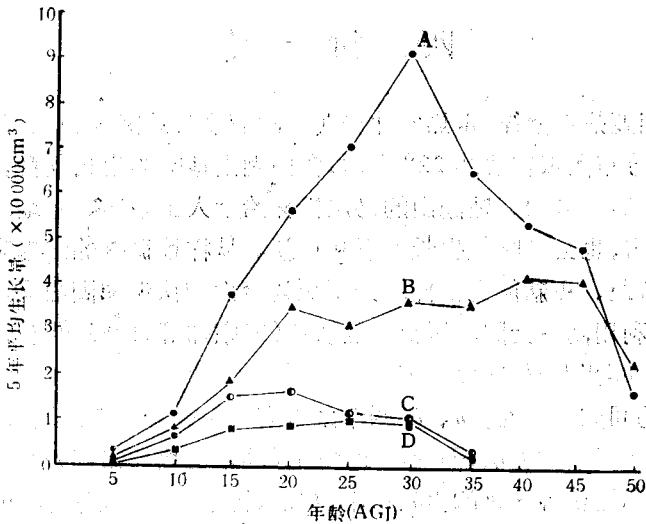


图6 4株标准木每5年平均生长量

Fig. 6 The average productivities per five years of ST.

高的几年内会出现很低的情况。从平均增长量变化情况来看，各标准木个体平均生长量在到达一定的范围时不再上升，保持稳定甚至开始下降(图5)。与连年生长量的变化有一共同点，都在36—40年龄时有一个明显的下降过程。进一步分析标准木5年平均生长量(图6)，可见生长量高峰期对两个不同径级有所差异，高龄径级在30—40年左右，低龄径级在15—20年左右。总生长量曲线(图7)成S形，表明马尾松个体随年龄变化的生长量的变化。在个体发育早期(0—15年)生长量很低；进入成熟阶段(20—40年)生长迅速，而后生长量降低。

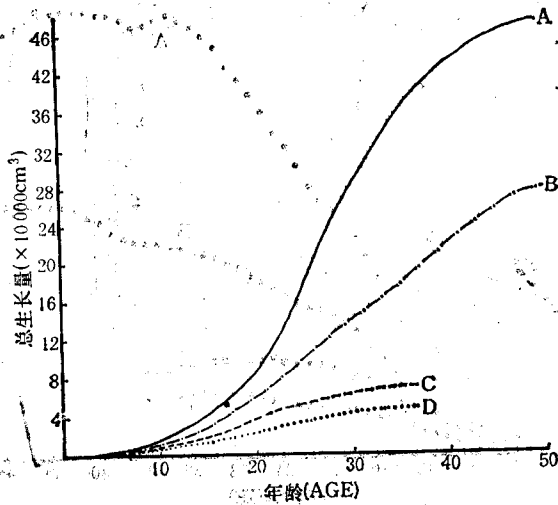


图 7 4 株标准木的总生长量

Fig. 7 The total biomass and productivities of ST.

四、讨 论

鼎湖山位于南亚热带南缘, 水热条件与典型的亚热带地区不同。而作为典型的亚热带针叶树马尾松, 其分布南限在北纬 22° 左右, 在鼎湖山地区的生长发育, 更新能力等都低于中亚热带地区。另一方面, 鼎湖山的马尾松林始于人工栽培, 立地环境条件如土壤厚度、肥力等较为恶劣, 也会影响其生长发育和更新。从样地调查的结果来看(图 2、3), 整个群落处于衰退阶段, 更新能力很低。为了更为全面地认识鼎湖山马尾松群落在生物生产量方面的特点, 利用湖南会同马尾松林的资料(冯宗炜等, 1982)^[10]和四川缙云山马尾松林的资料(董鸣, 1986)^[11]进行比较研究。

从相对生长的回归方程看, a 、 b 两个系数有一定差异。实际研究也表明“相对生长测定法”是一个较为可靠的方法, 而选取更多的标准木会增加回归方程的可靠性。回归的结果表明, 鼎湖山马尾松各器官的生物量中, 树皮、树干的比例较高, 叶的比例较低, 这很可能是种群衰退、立地条件差的一个指示。同时也反映出种群光合作用能力、净生产力较低的根本原因。而从总的生物生产量来看, 鼎湖山马尾松种群的生物量为 64 t/ha , 远低于湖南会同的马尾松 100 t/ha , 和四川缙云山的接近 (35 t/ha , 只是树干); 平均年净生产量鼎湖山为 $1.28 \text{ t/ha} \cdot \text{a}^{-1}$, 湖南会同为 $5.16 \text{ t/ha} \cdot \text{a}^{-1}$, 四川缙云山为 $1.46 \text{ t/ha} \cdot \text{a}^{-1}$ (只是树干)。衡量种群的生产力高低, 净生产量指标最为可靠。马尾松种群在鼎湖山自然保护区生产量较低的实际情况使得我们应深入考虑两个问题: 影响种群生长的关键因素是什么, 如何使马尾松林在南亚热带地区发挥更大的经济效益和生态效益。

综合树干解析的分析结果, 无论是对个体的连年生长量、平均生长量、定期平均生长量和总生长量, 都反映出决定种群(个体)生长量的两个基本因素: 种群自身的生物学特性, 环境条件的影响。如图 4、5、6、7 都表明生长量在个体发育早期较低, 在成熟阶段有

一个较高增长的阶段,而后又逐渐降低。这是马尾松种群、甚至所有乔木种群都具有的生物学特性。因此,如从经济利用的角度出发,应在生长高峰期后采伐最为合理,如鼎湖山马尾松采伐期可选择树龄在35—40年阶段。在图4中发现,个体增长高峰期中会出现个别年分的生长量陡然下降的情况,这可归结为环境因子的作用。由于缺乏充分的证据,还不能判定是气候因子、虫害,还是火烧所造成。但可以肯定,在林龄处于生长高峰期时,尽可能地消除虫害、火烧等非气候因素的不利影响,其效益会更大。而从生态效益考虑,可适当推迟采伐期,在阔叶树侵入成林后,适时择伐马尾松是有必要的。一方面可获经济用材,另一方面消除马尾松种群对环境资源的竞争。

参 考 文 献

- [1] 王伯荪、马曼杰,1982: 鼎湖山自然保护区森林群落的演变。热带亚热带森林生态系统研究,第1集,142—56页。
- [2] 王伯荪、彭少麟,1985: 鼎湖山森林群落分析 V. 演替与预测。中山大学学报(自然科学版),4: 75—80页。
- [3] 王铸豪、何道泉等,1982: 广东鼎湖山自然保护区的植被。热带亚热带森林生态系统研究,第1集,77—141页。
- [4] 东北林学院,1981: 森林生态学。中国林业出版社。
- [5] 张宏达、王伯荪等,1955: 广东高要鼎湖山植物群落之研究。中山大学学报(自然科学版),3: 19—167页。
- [6] 彭少麟、王伯荪,1985: 鼎湖山森林群落分析,VI. 非线性演替。热带亚热带森林生态系统研究,第3集,25—31页。
- [7] 福建省林业厅主编,1986: 森林调查,福建科学技术出版社。
- [8] 佐藤大士郎,堤利夫,(葛绍荃等译),1986: 陆地植物群落的物质生产。科学出版社。
- [9] W. 拉夏埃尔(李博等译),1980: 植物生理生态学。科学出版社。
- [10] 冯宗炜、陈楚莹等,1982: 湖南会同地区马尾松林生物量的测定。林业科学,18(2): 125—134。
- [11] 董鸣,1986: 缙云山马尾松种群数量动态初步研究。植物生态学与地植物学学报,10(4): 281—293。
- [12] Lieth, H. and Whittaker, R. H., 1955: Primary Productivity of the Biosphere. Springer-Verlag, New York, Inc.
- [13] Wang Bosun and Peng Shaolin, 1986: Proceeding of the International Symposium on Mountain Vegetation. 143—146.
- [14] Whittaker, R. H., 1975: Communities and Ecosystem. Macmillan Publishing Co. Inc. New York.

A PRIMARY STUDY ON THE BIOMASS AND PRODUCTIVITY OF *PINUS MASSONIANA* POPULATION IN DINGHU SHAN BIOSPHERE RESERVE

Peng Shaolin

(*South China Institute of Botany, Academia Sinica*)

Li Mingguang and Lu Yang

(*Department of Biology, Zhongshan University*)

Abstract

As a pioneer plant species, *Pinus massoniana* plays a very important role in the process of the recovery of the vegetation in the subtropical mountain area, with its ecological characters and economical value. For the study of the biomass and productivity of this population in Dinghu Shan nature reserve, the standard trees were investigated by the Allometric method, trunk analysis, etc.

The results showed that the biomass is about 64 tons/ha and the average annual productivity is about 1.28 tons/ha·year, both of which are somewhat lower than that of the same population in the middle subtropical zone. The effects on the successive year productivity, the average annual productivity and the certain period productivity result from two aspects: the age change of the tree and the variation of the environments.