

长期气温波动对鼎湖山马尾松种群生产力的影响

滕菱 彭少麟* 侯爱敏 谢中誉

(中国科学院华南植物研究所, 广东 广州 510650)

摘要: 在前人野外工作的基础上,用“相对生长测定法”对鼎湖山优势种马尾松的树木年轮数据进行处理,获得了1953-1991年鼎湖山马尾松种群的生产力,结合当地的气象数据,用MICROSOFT EXCEL程序对气温变化与鼎湖山马尾松种群生产力变化的相关性做了一些初步的分析,结果表明:1953-1991年间,鼎湖山当地气温升高了0.6℃,马尾松种群生产力增加了3.31 t hm⁻² a⁻¹。因此,气温波动与马尾松种群生产力的变化有较大的相关性。

关键词: 气温波动; 马尾松; 种群生产力

中图分类号: Q948.112.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-3395(2001)04-0284-05

EFFECT OF AIR TEMPERATURE CHANGE ON THE PRODUCTIVITY OF *PINUS MASSONIANA* POPULATION IN DINGHUSHAN

TENG Ling PENG Shao-ling* HOU Ai-ming XIE Zhong-yu

(South China Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China)

Abstract: Based on the data of *Pinus massoniana* tree ring in Dinghushan Nature Reserve, Guangdong Province, the productivity of *Pinus massoniana* population from 1953 to 1991 was obtained using allometric method. The correlation between the changes in local temperature and the productivity of the population was analyzed by MICROSOFT EXCEL program utilizing meteorological data. The result showed that the productivity increased by 3.31 t hm⁻² a⁻¹ with air temperature increase of every 0.6℃.

Key words: Temperature change; *Pinus massoniana*; Population productivity

全球气温波动将会给森林生态系统的结构和生产力带来深刻的影响,温度波动的长期积累效应可能使森林生态系统内的树种组成、结构及分布范围发生变化,进而导致森林生态系统的生产力发生变化^[1]。研究气温波动对种群生产力的影响,是研究森林生产力变化的前提与基础,也是全球变化研究中的一项重要内容。但以往的研究大多是用计算机模型来进行预测,根据实测数据的研究较少。

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^[2]。本文利用“相对生长测定法”,获得了1953-1991年鼎湖山马尾松种群生产力的变化趋势,并结合

收稿日期: 2000-12-28

基金项目: 国家自然科学基金重大项目(39899370), 广东省自然科学基金(980952), 中国科学院重大项目(KZ951-131-110)资助

* 联系人 Corresponding author

当地的气象数据,对两者的相关性进行分析以探讨全球气温波动对南亚热带地区马尾松种群生产力的影响,为当地的森林资源的保护和利用提供参考。

1 自然环境与样地概况

鼎湖山被称为“北回归线上的绿洲”,是中国最早的自然保护区之一,位于广东省中部,东经 $120^{\circ}30'39''$ — $112^{\circ}33'41''$,北纬 $23^{\circ}09'21''$ — $23^{\circ}11'30''$ 。最高海拔为 1 000 m;属季风南亚热带湿润气候型。年均气温 20.4°C ,最热月(7月)平均 27.1°C ,最冷月(1月)平均 12.2°C 。日均温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的年积温约为 $7\ 200^{\circ}\text{C}$,热量丰富。区内雨量充沛,70%集中在 4—9 月份,干湿季明显。土壤类型主要有赤红壤和红壤^[2,4]。地带性植被为南亚热带常绿阔叶林,并有一个马尾松林向常绿阔叶林演变的趋势。样地在保护区的东南角,海拔 290 m。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^[2,3]。

2 研究方法

样品的采集 马尾松样品大部分采于 1992 年 5—6 月。采样点为保护区内人类干扰少的白云寺附近,海拔约 290 m。选择平缓坡地,在样地上设置面积为 $30\text{ m} \times 30\text{ m}$ 样方,样方内有马尾松 53 株。根据胸高径围将所有个体分为两个立木级, $>70\text{ cm}$ 级(成熟龄)与 $<70\text{ cm}$ 级(中龄)。每个立木级中各选取两株标准木(以平均胸径为准),使用生长锥钻取距地 1.3 m 高处树干年轮芯样。

年轮宽度的测定 年轮芯样采集后,立即放在分格塑料袋中,带回室内,对钻芯进行磨平,打光后在显微镜下测定 1953—1991 年间每年的胸径(D)。

种群生产力的测定 根据彭少麟^[5]利用相对生长测定法(allometric method)得出的马尾松的相对生长方程式(1—4)和方程式(5),计算出马尾松的生物量(W_N)

$$\text{叶的相对生长量 } W_1 = 0.0045(D^2H)^{0.926} \quad (1)$$

$$\text{树皮的相对生长量 } W_2 = 0.3490(D^2H)^{0.514} \quad (2)$$

$$\text{枝条的相对生长量 } W_3 = 0.0096(D^2H)^{1.070} \quad (3)$$

$$\text{树干的相对生长量 } W_4 = 0.0742(D^2H)^{0.962} \quad (4)$$

$$\text{总的生产量 } W_N = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 \quad (5)$$

用(6)式计算出本年马尾松的生长量(P_N),

$$P_N = W_N - W_{N-1} \quad (6)$$

进而求出整个样方内马尾松种群 1953—1991 年间每年的生产力。

相关分析 气温资料由鼎湖山树木园气象站提供,包括 1953—1991 年的每年月均温,将气候数据导入 MICROSOFT EXCEL 程序,计算出每年的年平均温度;用同样的方法处理种群生产力的数据。根据需要作图,并检测两组数据之间的相关性。

3 结果和分析

3.1 气温的波动

年平均气温 从图 1 可见,1953—1991 年鼎湖山的气温总的趋势是升高。1991 年与 1953 年相比,气温升高了 0.6°C 左右。这期间温度基本上呈周期性的变化规律,周期为 6—7 年,在 1985 年以

后,周期则为3-4年,温度有明显升高。

为了比较马尾松种群生产力的变化,将1953-1991分为四个时间段:1953-1960年(A)、1961-1970年(B)、1971-1980年(C)、1981-1991年(D)。四个时期内平均气温的变化趋势如图2

干湿季的变化 由于鼎湖山地处南亚热带,四季区分不明显,通常是根据降水量的多少,分为干湿季,干季为1-3月,10-12月;湿季为4-9月,由于两个干季温差较大,需要分别计算。如图3所示,湿季的温度变化与全年均温的变化趋势相似,1981年以后气温明显升高;干季气温虽然年际间变化幅度较大,但总的趋势是稳定的,平均温度变化不大。

3.2 马尾松种群生产力的变化

根据方程式(1)-(6)得出1953-1991年鼎湖山马尾松种群的生产力(图4),与温度变化做相关分析,同样分四个时间段将所有数据做十年平均,得出每个时间段的平均生产力。从图5可以看出,从1953-1991年鼎湖山马尾松种群的生产力总的趋势是增加的,增幅为 $22.677 \text{ t hm}^{-2} \text{ a}^{-1}$,其中1981年以后生产力的增幅最大。

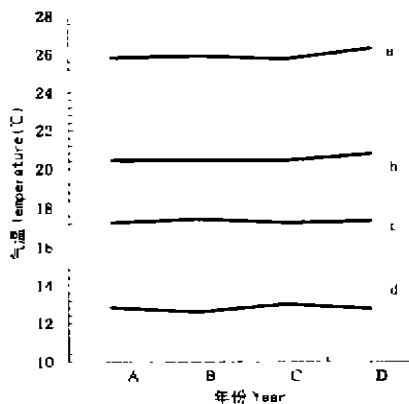


图2 1953-1991年之间四个时间段的气温变化趋势
Fig. 2 Air temperature during 1953-1960 (A), 1961-1970 (B), 1971-1980 (C) and 1981-1991 (D)

- a. 4-9月湿季均温 Mean temperature in wet season from Apr. to Sep.
b. 全年均温 Annual mean temperature
c. 1-3月干季均温 Mean temperature in dry season from Jan. to Mar.
d. 10-12月干季均温 Mean temperature in dry season from Oct. to Dec.

3.3 气温波动与第一性生产力变化的相关性

运用 MICROSOFT EXCEL 程序将1953-1991年间每年的月均温数据按照鼎湖山的气候特征分为三个阶段:1-3月干季、4-9月湿季、10-12月干季,分别计算出每年这三个季节的均温及年均温,与先前计算出的1953-1991年马尾松种群生产力数据在 EXCEL 程序内作两者的相关分析(表

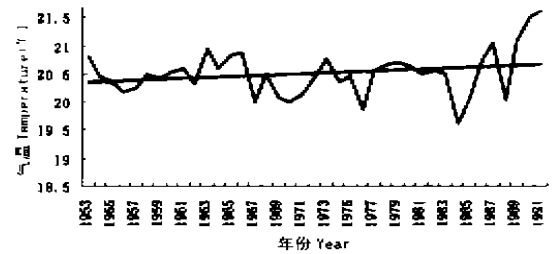


图1 鼎湖山1953-1991年气温变化趋势
Fig. 1 Change in air temperature in Dinhusan from 1953 to 1991

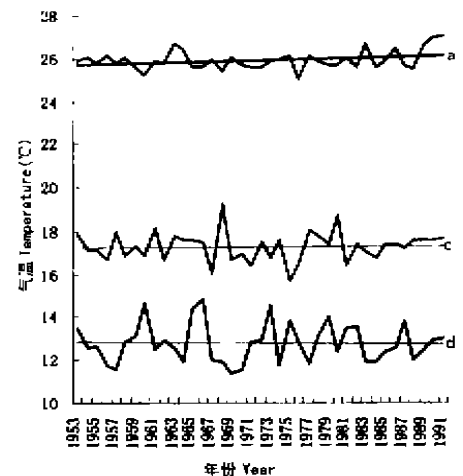


图3 鼎湖山1953-1991年干湿季气温变化趋势
Fig. 3 Change in air temperature in wet and dry seasons in Dinhusan from 1953 to 1991
For a, c and d see Fig. 2

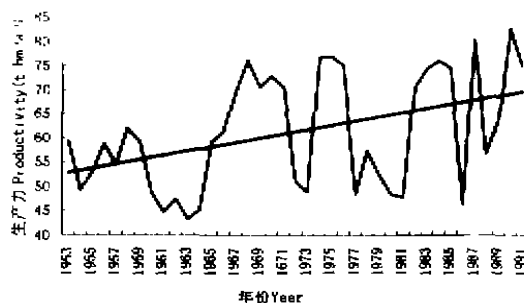


图 4 鼎湖山马尾松种群生产力的变化

Fig 4 Change in productivity of *Pinus massoniana* population in Dinghushan

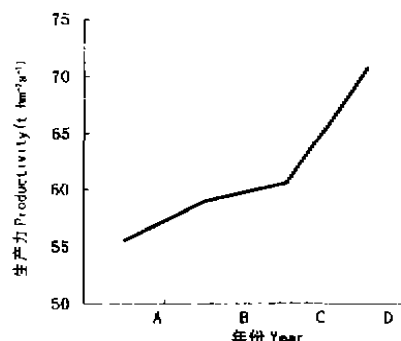


图 5 马尾松种群生产力在四个阶段中的变化趋势

Fig 5 Change in productivity of *Pinus massoniana* population during 1953-1960 (A), 1961-1970 (B), 1971-1980 (C), 1981-1991 (D)

1),由此可见,气温变化与鼎湖山马尾松种群生产力有较大的相关。其中湿季温度与生产力的相关性比干季大。

表 1 鼎湖山气温变化与马尾松种群生产力的相关

Table 1 Correlation between the change of air temperature and the productivity of *Pinus massoniana* population in Dinghushan

年份 Year	温度 Temperature(°C)				生产力 Productivity (t hm ⁻² a ⁻¹)
	1-3 月均温 Mean from Jan. to Mar	10-12 月均温 Mean from Oct. to Dec.	4-9 月均温 Mean from Apr. to Sep.	全年均温 Mean annual	
1953-1960	17.26	12.83	25.832	20.44	55.57
1961-1970	17.44	12.62	25.92	20.47	59.00
1971-1980	17.27	13.01	25.78	20.46	60.58
1981-1991	17.35	12.84	25.33	20.81	70.76
1953-1991 年每年的气温与生产力的 相关系数①	0	0.037	0.31	0.45	
1953-1991 年四个阶段中气温与生产 力的相关系数②	0.249	0.007	0.91	0.90	1

① Correlation coefficient between temperature and the productivity yearly during 1953-1991; ② Correlation coefficient between temperature and productivity during the four periods

3.4 自然生长量的消除

为了更准确地分析温度对马尾松种群生产力的影响,必须消除自然生长的因素,具体步骤如下:将年平均温度为 20.3-20.4°C 所有年份的生产力以图表显示(图 6),作出其自然生长的趋势线,经过计算,与该趋势线对应的方程为

$$Y = 53 + 0.51(X - 1954) \tag{7}$$

式中 X 为年份, Y 为 1991 年不受温度变化影响的净第一性生产力增幅。

$$\Delta P_2 = Y - 52.5 \tag{8}$$

式中 ΔP_2 为 1953-1991 年不受温度变化影响的净第一性生产力增幅。

由(7)、(8)式可推算出 1991 年马尾松种群不受温度变化影响、在自然生长情况下的净第一性

生产力的增幅 ΔP_2 为 $19.37 \text{ t hm}^{-2}\text{a}^{-1}$ 。

$$\Delta P_1 = 22.677 - \Delta P_2$$

(9)

式中 ΔP_1 为受温度变化影响的净第一性生产力。

经(9)式计算得出,受温度变化影响(增加 0.6°C)的净第一性生产力 ΔP_1 为 $3.31 \text{ t hm}^{-2}\text{a}^{-1}$,即年均温度增加 1°C ,就可以使鼎湖山的生产力增加 $5.52 \text{ t hm}^{-2}\text{a}^{-1}$ 。

4 讨论

本文通过对年轮宽度的测量,运用“相对生长测定法”及相对生长方程计算出马尾松的种群生产力。南亚热带湿季温度变化与马尾松种群生产力的变化有较大相关性,由于南亚热带湿季的雨量充沛,在雨量充足的条件下,温度的上升有利于马尾松的年轮生长,进而导致生产力的增长^[4]。国外对奥地利云杉(*Picea abies*)的研究也表明^[6]:在年平均温度升高的情况下,年轮宽度增大,种群净生产力增加。但有研究却发现欧洲栓皮栎(*Quercus suber*)的年轮在降温的年份更宽^[5],这说明不同的植物对气候变化的反应也是不尽相同的。

由于树木年轮的宽度受多种因素的影响(如 CO_2 浓度、降雨量),温度只是其中之一,本研究并没有剔除温度之外的其他因素,结果有一定的误差。

在计算过程中没有把根的生物量包含在内,造成了一些误差,但由于根的生物量与地上部分的生物量大致是呈正比的,故影响不大。

在取年轮芯样时,没有考虑树木径向生长偏心问题对直径估计的影响,从而降低了生物量估计的精度,这些问题有待于在以后的研究中深入讨论。

参考文献:

- [1] 王森,白淑菊,陶大力,等. 大气增温对长白山林木直径生长的影响[J]. 应用生态学报, 1995, 6(2):128-132.
- [2] 彭少麟,李鸣光,陆阳. 鼎湖山马尾松种群生物生产量初步研究[A]. 热带亚热带森林生态系统研究第5集[M]. 北京:科学出版社, 1989, 75-81.
- [3] 彭少麟. 南亚热带演替群落的边缘效应及其对森林片段化恢复的意义[J]. 生态学报, 2000, 1(20):1-8.
- [4] 黄展帆,范征广. 鼎湖山的气候[A]. 热带亚热带森林生态系统研究第1集[M]. 广州:科学普及出版社, 1982, 11-16.
- [5] Caritat A, Gutierrez E, Molinas M. Influence of weather on cork-ring width [J]. *Tree Physiology*, 2000, 20(13):893-900.
- [6] Hasenauer H, Nemani R R, Schadauer K, et al. Forest growth response to changing climate between 1961 and 1990 in Austria [J]. *Forest Ecol Manag*, 1999, 122(3):209-219.

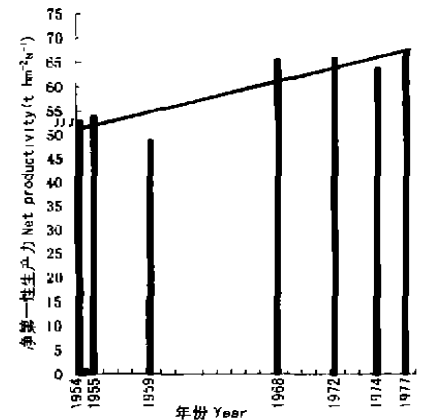


图6 马尾松在等温条件下的生产力

Fig 6 Productivity of *Pinus massoniana* under isothermal condition at 20.3 to 20.4°C