

马尾松的生长与气候关系的年轮分析*

兰 涛 夏 冰 贺善安 (江苏省-中国科学院植物研究所, 南京 210014)

Tree ring analysis on relation of *Pinus massoniana* growth to climate factors Lan Tao, Xia Bing and He Shanan (*Institute of Botany, Jiangsu Province and Academia Sinica, Nanjing 210014*). *Chin. J. Appl. Ecol.*, 1994, 5(4): 422- 424

The relationship between mean ring index of *Pinus massoniana* and mean month air temperature and precipitation in east China is analyzed by regression models. The results show that month precipitation plays an important role for the diameter growth of the pine, while mean month air temperature has a little influence on it. The diameter growth shows significantly positive response to the precipitation in April, May, June, July, September, October and November, and negative response to the precipitation in January, March and last December.

Key words Tree ring analysis, Tree ring width, Air temperature, Precipitation, *Pinus massoniana*.

1 引 言

树木年轮宽度可以反映树木在外界环境影响下的生长情况. 利用年轮资料研究过去的气候变化, 国内已有报道^[3,4]. 本文试用年轮资料来探讨气候因素对树木生长的影响. 马尾松(*Pinus massoniana*)是华东地区的重要造林树种之一, 其人工林分布北缘位于安徽嘉山一带^[1]. 了解分布带边缘树木生长与气候的关系, 对引种、造林均有指导意义.

2 材料与方法

马尾松树芯样品取于 1990 年 6 月, 安徽嘉山老夹山林场(北纬 32°38', 东经 118°03')的马尾松纯林. 平均树高 20m, 平均胸径 15cm; 样地海拔 130m, 坡向西, 坡度 3°, 黄棕壤; 经营粗放.

于样地内随机选 15 株马尾松, 胸高处相向钻取树芯 2 个, 共得有效树芯样品 25 个. 室内打磨、定年^[5], 用年轮测试仪(精度 0.01mm)测定年轮宽度.

由于该林场无完整的气候观测资料, 故选用与该地相距 80km 的蚌埠市资料, 两地间无明显地形起伏. 为消除非气候因素(如树龄、采伐等)对年轮宽度变化趋势的影响, 对 25 个树芯样品的年

轮宽度系列分别进行标准化处理(除趋势)^[5], 得相应的年轮宽度指数, 再平均得平均年轮宽度指数系列, 长度为 26 年, 即 1964- 1989 年, 记为 R . 考虑到平均年轮指数系列受前 1 年生长的影响以及气候资料年代长度的限制, 实际采用的年轮指数系列为 1965- 1980 年, 共 16 年. 其前 1 年的年轮指数系列为 1964- 1979 年, 记为 L . 供分析的气候因素为 1965- 1980 年 1- 11 月的月降水量、月平均气温和前 1 年 12 月的降水量、月平均气温, 共计 24 个因子. 由于需考虑的因子较多, 可用的气候资料年代较短, 故将降水量和气温分别进行考虑. 记月平均气温为 T_i (输入微机单位为 $1/10^\circ\text{C}$), $i = 1, 2, \dots, 12$; 月降水量为 $P_i(\text{mm})$, $i = 1, 2, \dots, 12$, 求解回归方程(1)和(2):

$$R = TC + A_i T_i + aL \quad (i = 1, 2, \dots, 12) \quad (1)$$

$$R = PC + B_i P_i + bL \quad (i = 1, 2, \dots, 12) \quad (2)$$

式中 TC 和 PC 分别为两个方程的系数, A_i 、 B_i 分别为式(1)和式(2)的回归系数, a 和 b 分别为前 1 年年轮指数的回归系数. 对两个方程及其各变量进行检验. 上述统计分析采用“统计作图”软件在

* 江苏省自然科学基金资助项目.

1992 年 3 月 31 日收到, 1994 年 5 月 26 日改回

微机上完成

3 结果与分析

前 1 年平均年轮指数及各月平均气温与年轮指数的回归方程中各变量的检验见表 1。虽然相关系数为 0.861, 但回归方程的 F 值仅为 0.955, 说明回归方程中各变量对 R 均无显著影响, 用前期生长量和各月平均气温不能很好地反映年轮指数变化, 在所选变量中, 气候因子占方差较小, 全部 12 个月的气温方差总和为 0.41, 而前期生长量一项就达 0.456

表 1 回归方程(1)及其各变量的方差分析
Table 1 Variance analysis for regression model 1 and its dependant variables

来 源 Source	平方和 Sum of squares	自由度 DF	均 方 Mean square	F 值 F-value
模型 1 Model 1	289.966	13	22.3051	0.95
L	153.0864	1	153.086	6.55
T ₁	8.2159	1	8.2159	0.35
T ₂	10.9359	1	10.9359	0.47
T ₃	4.8396	1	4.8396	0.21
T ₄	1.7103	1	1.7103	0.07
T ₅	43.4473	1	43.4473	1.86
T ₆	51.8653	1	51.8653	2.22
T ₇	0.0722	1	0.0722	0.00
T ₈	5.4793	1	5.4793	0.23
T ₉	0.2732	1	0.2732	0.01
T ₁₀	3.8468	1	3.8468	0.16
T ₁₁	1.1794	1	1.1794	0.05
T ₁₂	4.9707	1	4.9707	0.21
误差 Error	46.7294	2	23.3647	

L = prior growth of 1 year, T₁, ..., T₁₁ = temperature from January, ..., to November, T₁₂ = prior 1 year temperature in December

前 1 年生长量及各月降水量与平均年轮指数的回归方程中各变量的方差分析见表 2。回归方程为:

$$\begin{aligned} R = & 12.1262 + 1.501L - 0.0037P_1 \\ & + 0.0010P_2 - 0.0016P_3 + 0.0038P_4 \\ & + 0.0034P_5 + 0.0028P_6 + 0.0025P_7 \\ & - 0.0075P_8 + 0.0062P_9 + 0.0103P_{10} \\ & + 0.0034P_{11} - 0.011P_{12} \end{aligned} \tag{3}$$

所建回归方程的 $r = 0.999$, $F = 971$, 达极显著水平。其中前 1 年生长量可解释 45% 的变异, 月降水

量可解释 45% 的变异, 除 8 月份降水量外, 其余各月降水量对年轮指数均有显著或极显著影响。由表 2 回归方程(2)及其各变量的方差分析

Table 2 Variance analysis for regression model 2 and its independant variables

来 源 Source	平方和 Sum of squares	自由度 DF	均 方 Mean square	F 值 F-value
模型 2 Model 2	336.6428	13	25.8956	971**
L	153.0864	1	153.0864	5744**
P ₁	1.7711	1	1.7711	66**
P ₂	28.3349	1	28.3349	1063**
P ₃	6.3892	1	6.3892	239**
P ₄	56.1648	1	56.1648	2107**
P ₅	6.1903	1	6.1903	232**
P ₆	26.4036	1	26.4036	990**
P ₇	27.0854	1	27.0854	1016**
P ₈	0.3420	1	0.3420	12.8
P ₉	16.2249	1	16.2249	609**
P ₁₀	3.1123	1	3.1123	107*
P ₁₁	0.9524	1	0.9524	35*
P ₁₂	10.5847	1	10.5847	397**
误差 Error	0.053296	2	0.0266	

L = prior growth of 1 year, P₁, ..., P₁₁ = precipitation from January, ..., to November, P₁₂ = prior 1 year precipitation in December

式(3)得到的估计值与预测值吻合(图 1), 说明降水量可以较好地描述年轮指数且有可能利用年轮指数重建各月降水量

根据式(3)、表 2 和马尾松生长特点^[2]可得图 2。从图 2 可看出, 马尾松直径生长量受前 1 年直径生长的影响较大, 前 1 年生长量大有利于第 2 年的生长。降水量对马尾松的直径生长也有较大影响, 4、5、6、7 月和 9、10、11 月降水量大, 对马尾松直径生长有显著正影响, 8 月份降水量对直径生长有负影响, 但统计检验表明这种影响达不到显著水平。前 1 年 12 月至当年 2 月, 为当地马尾松生长的休眠期, 此期降水量大, 常会有低温伴随, 易使马尾松受冻害, 故使得马尾松的生长对前 1 年 12 月和当年 1 月的降水量有显著负响应; 3 月份为马尾松的新枝、芽萌动时期, 大降水量伴随的倒春寒更易使树木遭受损害, 故马尾松对 3 月份降水量也有显著负响应。本研究中未发现各月平均气温对马尾松直径生长有显著影响, 但这并不排斥在马尾松分布北界地区突发性降温对其生长的影响。因此, 在马尾松分布北界研究气温对其

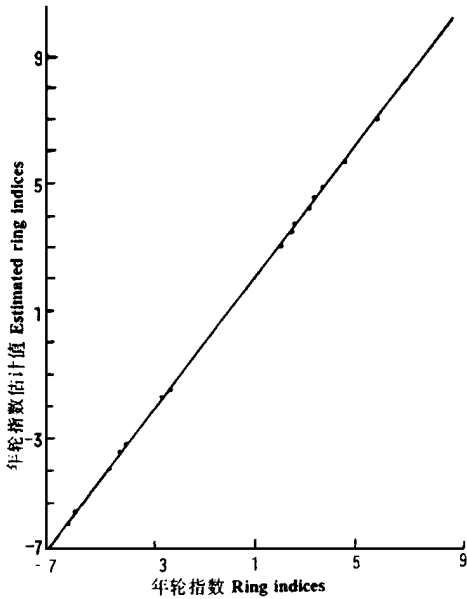


图1 实际年轮指数与模型(2)的估计值
Fig. 1 Actual ring index vs predicted ring index by model (2).

生长的影响时, 还应考虑选择其他气温指标, 如极端低温、降温速度等

分别考虑气温和降水量对马尾松直径生长的影响, 在建模时可能会产生回归系数的不稳定性. 在观测数据足够大时, 应尽可能把气温和降水量指标合在一个模型中考虑, 以便更好地了解二者对分布北界的马尾松直径生长的复合效应

4 小 结

运用年轮资料分析安徽嘉山老夹山林场马尾松直径生长与气候的关系表明, 所研究的马尾松直径生长主要受前1年直径生长和降水量的影响. 前1年生长好, 有利于第2年的生长. 4-7月和9-11月, 降水量大有利于直径生长; 8月份降水量对直径生长影响不显著; 前1年12月和当年

1、3月的降水量大, 不利于尾松直径生长. 各月平均气温对马尾松直径生长无显著影响

用前1年生长量和各月降水量能较好地描述年轮指数的变异, 且降水量在模型内所占方差可达45%, 说明有可能利用马尾松年轮资料重建过去的降水量

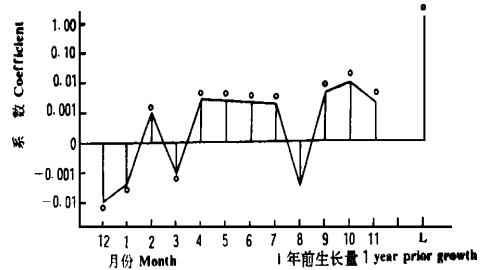


图2 年轮指数对各月降水量及前1年直径生长的响应 (马尾松 12-2月休眠, 2-4月长新叶新枝, 4-7月形成春材, 9-11月形成秋材)

Fig. 2 Responses of ring index to month precipitations and diameter growth of one year ahead (*Pinus massoniana*; December to February, dormancy; February to April, stem and leave growth; April to July, form of early wood; September to November, form of late wood).

致谢 陶金川、杨开红同志协助野外取样, 谨致谢意

参考文献

[1] 中国树木志编辑委员会 1986 中国树木志第2卷 中国林业出版社, 北京, 27-29
[2] 安徽农学院林学系 1980 马尾松 中国林业出版社, 北京, 10-35
[3] 吴祥定, 林振耀 1983 云南小中甸地区树木年轮所表征的气候变化 青藏高原研究, 横断山考察专辑(1), 云南人民出版社, 昆明, 206-213
[4] 吴祥定, 孙力, 湛绪志 1989 利用树木年轮资料重建西藏中部过去气候的初步尝试 地理学报, 44(2): 334-341
[5] Fritts, H. C. 1976 Tree Ring and Climate Academic Press, London, 261-268