

白哺鸡竹笋—幼竹生长 与气象因子的相关性*

楼 一 平

(中国林业科学研究院亚热带林业研究所)

摘要 用多元回归方法分析了白哺鸡竹的笋—幼竹生长与气象因子的相关性。“多对多”逐步回归分析表明,对笋—幼竹高生长起主导作用的因子是温度指标,对笋昼夜高生长差起主导作用的因子是大气相对湿度,降水对其生长的影响作用在时间上有滞后现象。用“一对多”线性回归给出了气象因子对笋—幼竹生长的线性回归模型。用多项式非线性回归分析表明,单个气象因子对笋高生长的作用效应是非线性的。

关键词 白哺鸡竹;笋—幼竹生长;气象因子;相关性;多元回归分析

散生竹类植物的笋—幼竹生长具有生长迅速、生长期短的特点,一般在一个月左右完成其高生长过程。笋—幼竹的这种速生性生长受到气象条件的影响。研究表明,气象因子诸要素对植物生长起综合影响作用^[1,2]。在以往的研究中,多采用单项指标来研究各气象因子的影响作用,其方法无法比较各因子影响作用的大小^[3]。有些研究者采用多元回归分析方法分析了丛生竹笋—幼竹生长与气象因子的相关性^[4],而对散生竹种的研究报道甚少。为此,我们对白哺鸡竹(*Phyllostachys dulcis* McClure)的笋—幼竹生长及其生长期内的主要气象因子进行了观察调查,采用多元回归分析方法研究其相关性^[5,6],比较各因子与笋生长的相关性,筛选出影响笋高生长的主导因子,分析气象因子对笋生长的综合影响作用。

1 材料和方法

试验地设在浙江龙游县溪口镇的县林业技术推广站。该区系浙江丘陵黄壤地区,位于我国散生竹中心分布区内。试验林区年均温17℃,极端最高气温38.9℃,极端最低气温-11.4℃,年降雨量1778.2mm。试验林地土壤pH为4.7,有机质含量1.53%,全氮含量0.057%,速效磷1.88ppm,速效钾77.36ppm。

试验林系造林后三年生已接近郁闭的白哺鸡竹林。试验调查在1989年4~5月间进行。笋期中逐日调查竹笋出土情况,并在每日6点和18点两次观测其生长高度。同时在林区设立气象观测哨,用常规气象方法观测林区笋期气温、降水量和空气相对湿度等指标。仅蒸发量和云量指标是直接采用同日县气象站资料。

根据调查观测结果,我们选定 y_1 为笋的昼高生长量(cm), y_2 为夜高生长量, y_3 为日高

本文于1990年7月28日收到。

*本文曾由熊文愈教授、萧江华副研究员审阅。本研究得到杨连保工程师的支持。

生长量, y_4 为昼夜高生长差, 共 4 个生长指标作多元回归分析的因变量; 选定 x_1 为日最高气温($^{\circ}\text{C}$), x_2 为日最低气温, x_3 为气温日较差, x_4 为日平均气温, x_5 为日最高空气相对湿度(%), x_6 为日最低空气相对湿度, x_7 为空气相对湿度日较差, x_8 为日均空气相对湿度, x_9 为笋生长当天日降水量(mm), x_{10} 为笋生长前一天日降水量, x_{11} 为日平均云量(成), x_{12} 为笋生长当天日蒸发量(mm), 作为自变量进行多元回归分析。多元回归分析采用中国林业科学研究院编制的林业常用软件。

2 结果与分析

散生竹种的笋生长具有明显的慢—快—慢生长节律。从调查资料可见, 调查林分发笋自 4 月 23 日至 5 月 2 日, 时间持续 10 天。很明显, 前后各日中所发之笋在生长进程中存在生长节律的不同步, 即较早出土的竹笋较早进入快速生长期。但是出土时间相近或同日出土的竹笋其高生长相近, 这使其具有较为一致的生长节律。为此, 我们以各日所发笋的平均高生长量作因变量分别与其相应的气象因子进行回归分析, 结果表明用各日生长量作因变量计算所得的回归方程在一定的 F 筛选值下的入选自变量基本一致, 而且以出土盛期时的回归方程的复相关系数较大。因此我们选用发笋最多的一天(4 月 28 日)出土的 32 株竹笋的平均高生长量作因变量计算的结果进行分析讨论。

2.1 “多对多”双重筛选逐步回归方法分析影响生长的主导因子

利用样本值 x_i 和 y_i , 按指定入选值 F , 将因变量 y 分成若干组, 并对每一组变量选择最优的(关系紧密且不能互相替代的)自变量建立回归方程, 筛选出主导因子。为考察自变量对因变量的回归关系的密切程度以及所拟合方程的优劣, 还可以考虑 x 分量与某组(某个) y 分量的偏相关系数和复相关系数。

在置信度 α 和 β 分别取 0.05 时, $F_x = 3.40$, $F_y = 2.51$, 以此作临界值进行筛选, 其分组入选变量、偏相关系数和复相关系数如下:

$$y_1 = -0.49421 + 0.52374x_2 \quad (\text{I})$$

偏相关系数 $r_2, \dots = 0.497$; 复相关系数 $R = 0.497 < R_{0.05} = 0.5528$ 。

$$y_2 = 5.92403 + 1.23414x_3 \quad (\text{II})$$

偏相关系数 $r_3, \dots = 0.407$; 复相关系数 $R = 0.407 < R_{0.05} = 0.5528$ 。

$$y_3 = 8.64362 + 1.67242x_3 + 0.30725x_{10} \quad (\text{III})$$

偏相关系数 $r_3, \dots = 0.494$; $r_{10}, \dots = 0.426$; 复相关系数 $R = 0.574 > R_{0.05} = 0.5528$ 。

$$y_4 = -7.54331 + 0.11202x_5 \quad (\text{IV})$$

偏相关系数 $r_5, \dots = 0.415$; 复相关系数 $R = 0.415 < R_{0.05} = 0.5528$ 。

分析结果表明: ①与幼竹昼夜高生长量相关性最大的气象因子是日最低温度, 即最低温度限制了其高生长量, 而成为限制昼生长量的主导气象指标。②温度的昼夜较差对夜生长量起主导作用, 这与 Kramer (1969) 的研究结果一致, 即较高日温有利于光合积累, 而较低的夜温可减少呼吸作用对糖分的消耗, 故幼竹在温度日较差较大的条件下有较大的夜间生长量。③对昼夜高生长差起主导影响作用的是夜间最大空气相对湿度。④对日高生长量起主导作用的因子是温度和降水, 温度仍以日较差所起作用为主, 降水对生长起作用的不是生长当天的降水量, 而是生长前一天的日降水量, 可见降水必须经过一段时间土壤渗透, 通过调节土壤湿

度等过程间接地起作用。即降水对生长的作用效应存在时间上的滞后现象。⑤回归方程(I)、(II)和(IV)中的复相关系数的 F 检验未达到 $\alpha = 0.05$ 的显著水平,故其作回归估计时精度不够,只能用作筛选主导因子用。

2.2 用“一对多”逐步回归方法建立线性回归模型

“多对多”回归中变量之间存在相关性,而且也不易从双向确定合适的 F 值。为此,我们用“一对多”逐步回归方法来建立气象因子与笋一幼竹高生长的回归模型,以提高回归精度。

2.2.1 日高生长量与气象因子的回归模型 在 $F_x = 2.0$ 时,

$$y_3' = 8.44271 + 0.89404x_3 + 0.17411x_7 + 0.23612x_{10}$$

其偏相关系数和复相关系数见表1。

表1 入选变量及偏相关系数和复相关系数

	x_3	x_7	x_{10}	复相关系数
	$r_{3,\dots}$	$r_{7,\dots}$	$r_{10,\dots}$	
y	0.579	0.394	0.417	0.703*

回归方程中的复相关系数为0.703,其检验自由度 $n_1 =$ 自变量数 P , $n_2 = n - p - 1$ 。则有 $R > R_{0.05} = 0.6742$ 。该模型剔除了大多数相关性较小的自变量以后,其复相关系数仍达到0.05的显著水准,方程的线性拟合效果良好。

2.2.2 昼高生长量的回归模型

$$y_1' = 0.30772 + 0.40421x_2 + 0.09436x_{10}$$

$R > R_{0.05}$,模型的回归关系显著。

2.2.3 夜高生长量的回归模型

$$y_2' = 3.04053 + 0.57273x_3 + 0.31007x_{10}$$

$R = 0.575 > R_{0.05} = 0.5528$,模型回归关系显著。

从上述回归方程可知:对日高生长起主导作用的因子除温度以外,还与大气相对湿度及生长前一天的日降水量有较大相关性;对昼高生长量起影响的因子除日最低温度以外还与生长前一天日降水量有较大相关性;对夜高生长量有较大相关性的是温度日较差和生长前一天的日降水量。

2.3 用多项式回归分析气象因子对日高生长的影响作用

“多对多”线性回归分析表明,用单个因子回归时,其复相关系数一般未达到 $\alpha = 0.05$ 显著水平。这种现象可能的原因是主导因子的影响作用是非线性的。为此我们利用上述主导因子,建立多项式非线性回归方程。温度日较差与笋高日生长的多项式非线性回归方程系数见表2($F_{0.05} = 4.30$)。表中的多项式回归结果表明,笋高日生长与温度日较差的多项式非线性回归关系显著,说明用多项式非线性方程对主导因子与高生长量的回归拟合效果良好,也就表明气象因子单项指标对笋高日生长的影响作用是非线性的。

3 结 论

(1) 逐步回归分析表明,对白哺鸡竹笋一幼竹高生长起主导影响作用的气象因子是温度,其中对昼、夜和日高生长量起限制作用的温度指标分别是日最低温度和温度日较差,其次是生长前一天的日降水量。

(2) 对笋一幼竹昼夜高生长差起主要影响作用的因子是最大大气相对湿度,亦即夜间较

表2 白哺鸡竹笋日高生长量与温度日较差多项式回归参数

回归系数值 回归系数	多项式			
	二 次	三 次	四 次	五 次
a_0	14.731 72	14.254 53	13.727 01	13.314 69
a_1	1.243 67	5.341 78	-1.943 73	2.570 23
a_2	-0.336 92	-3.214 45	4.262 21	-2.313 39
a_3		0.391 72	-1.743 14	1.664 52
a_4			0.136 25	-0.523 77
a_5				0.127 64
F	23.4*	21.1*	29.4*	31.3*
r	0.469 0	0.580 4	0.624 7	0.630 7

大的空气相对湿度有利于其高生长。

(3) 降水量对笋—幼竹高生长的影响作用是滞后的间接效应, 即前一天的降水需通过土壤渗透调节了土壤含水量等过程才能实现对笋—幼竹生长的影响, 其作用在时间上滞后。

(4) 多项式回归分析表明, 单个气象因子与笋高生长的相关性是非线性的。

参 考 文 献

- [1] 王正非等, 1985, 森林气象学, 中国林业出版社。
- [2] 中国林学会林业气象专业委员会等, 1989, 中国林业气象文集, 气象出版社。
- [3] Lin, W. C., 1958, Studies on the growth of Bamboo Species in Taiwan, *Bull. Taiwan Fores. Res. Inst.*, 54.
- [4] 金川等, 1988, 绿竹生长与气象因子的关系, 竹类研究, 7(4):1~11。
- [5] 欧阳惠, 1989, 林木个体生长气象条件的回归分析, 中国林业气象文集, 167~171。
- [6] 茹诗松等, 1987, 回归分析及其试验设计, 科学出版社。

Studies on the Relations between Shoot—Culm Growth of Phyllostachys dulcis and Meteorological Factors

Lou Yiping

(The Research Institute of Subtropical Forestry CAF)

Abstract This paper deals with shoot—culm growth of *Phyllostachys dulcis* in relation to the temperature and relative humidity in a newly established stand. The investigation was conducted in March and May, 1989. The main results of the nested multiple regression of meteorological factors to shoot growth show that the key factor affecting the shoot growth is temperature, while the shoot growth is not synchronized with rainfall.

Key words *Phyllostachys dulcis*; shoot—culm growth; meteorological factor; relativity; multiple regression