

文章编号: 1001-1498(1999) 05-0461-06

麻竹出笋和高生长规律的研究*

周本智

(中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 浙江富阳 311400)

摘要: 1995年5至10月,在麻竹中心分布区福建省华安县对麻竹出笋和高生长规律进行的试验研究表明:采用有序样本的聚类分析方法,可将麻竹出笋过程和高生长过程定量地划分为3个时期:初期、盛期和末期。出笋盛期的笋量占全期的57.48%,个体平均质量1.26 kg,高生长盛期生长量占全高的81.12%,日平均生长量为20.44 cm;麻竹高生长过程可用Logistic和Richards曲线模拟,相关系数较高,效果较好;影响麻竹日平均生长量的主要气象因子是日照时数、昨日气温、昨日降雨量和当日最低气温,最低气温与生长量呈负相关关系,其余呈正相关关系;麻竹在昼夜24 h内有两个生长高峰,分别在6:00~8:00时和18:00~22:00时,14:00~16:00时为高生长低谷,夜间生长较均匀。

关键词: 麻竹; 出笋; 高生长规律

中图分类号: S795.501

文献标识码: A

麻竹(*Dendrocalamus latiflorus* Munro)是广泛分布于我国亚热带和热带地区的大型丛生竹种,笋期长,产量高,质量好,麻竹笋是我国南方地区的传统名菜,麻竹秆、叶也有多种用途,特别是随着麻竹笋加工业的迅猛发展,经营麻竹已成为山区人民脱贫致富的有效途径。

麻竹出笋及生长发育既有一般竹类植物的共性,又有其自身的特点。目前在这方面的研究主要是对其生物学特性的观察和定性描述。为提高麻竹的经营管理水平,有必要在此基础上对其出笋和生长规律作更深入的定量分析,为制订科学合理的经营管理措施奠定理论基础。

1 自然概况

调查地区位于福建省华安县,117°16'~117°44' E, 24°38'~25°11' N,地势由西北向东南倾斜,地貌复杂,地况参差。该县属中亚热带至亚热带过渡型气候,由于海洋性季风的影响,全年气候温和,夏无酷暑,冬无严寒,年平均气温17.5~21.4℃,最冷月(1月)平均气温12.2℃,最热月(7月)平均气温28.3℃,年极端最高气温39.5℃,极端最低气温-3.8℃,年日照时数1889 h,年平均有霜日10.2 d,年平均降水量1448~2023 mm。地带性土壤为砖红壤性红壤和红壤,土壤平均有机质含量2.45%,全N量0.108%,速效P 5.4 mg·kg⁻¹,速效K 71.9 mg·kg⁻¹,pH值4.5~5.5。

华安县现有麻竹666.7 hm²,多为人工栽植的纯林,分布在九龙江沿岸的沙洲地,山坡下部或谷底及村旁、路边等土壤条件较好的地方。

收稿日期: 1998-12-09

* 本文为作者硕士学位论文的部分内容,承蒙导师萧江华研究员审阅,谨此致谢。

作者简介: 周本智(1969-),男,安徽宿松人,助理研究员,硕士。

2 研究方法

2.1 出笋和高生长调查

在九龙江沿岸的沙洲地设置面积为 $20\text{ m} \times 20\text{ m}$ 的标准地 9 块, 自 1995 年 5 月 1 日至 10 月 31 日, 每旬末观察标准地内出笋个数, 挂牌标记, 并随机挖取样笋 3~10 只称量, 推算各旬出笋数和平均笋质量。

在立地条件、林分条件相似的地点, 于 1995 年 7 月选麻竹样笋 4 株, 自出土之日起, 每天 6:00 时和 18:00 时两次测量笋高, 直至高生长基本停止, 并于 8 月 15 日和 16 日选择其中 2 株, 从 6:00 时开始, 每隔 2 h 测量笋高, 以揭示其日生长节律。

2.2 气象观测

抄录当地气象站笋生长期的气象资料, 主要包括: 日平均气温, 日最高、最低气温, 日降水量, 日相对湿度和日照时数等。

3 结果与分析

3.1 出笋期的划分

麻竹出笋期较长, 根据观察, 在本实验区从 5 月上旬开始至 10 月下旬, 甚至到 11 月仍有陆续出笋。麻竹出笋量随时间的变化呈现“少—多—少”的规律, 以往只是定性地描述, 现利用最优分割法 (Fisher 法) 进行有序样本的聚类分析^[2,4], 定量地划分出笋期。

麻竹各旬的出笋量和平均笋质量即构成一套有序样本, 其中每一样本是一个二维向量, 两个分量是出笋数和平均笋质量, 分别记成 x_{i1} 、 x_{i2} (i 为样本号), 共取得 18 个样本, 样本矩阵为:

$$X = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_{18} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} \\ x_{21} & x_{22} \\ \vdots & \vdots \\ x_{181} & x_{182} \end{bmatrix}$$

将样本数据 (9 块标准地平均值) 输入计算机, 根据最小误差函数, 寻找两个最优分割点, 分成 3 类: 第一类, $\{X_1, X_2, \dots, X_7\}$, 即 5 月上旬至 7 月上旬, 计 70 d; 第二类, $\{X_8, X_9, \dots, X_{13}\}$, 即 7 月中旬至 9 月上旬, 计 60 d; 第三类, $\{X_{14}, X_{15}, \dots, X_{18}\}$, 即 9 月中旬至 10 月底, 计 50 d。分别称第一、第二、第三类为出笋初期、盛期和末期 (图 1)。

3.2 不同出笋期的出笋量与笋质量

根据以上对出笋期的划分结果, 对 9 块标准地各旬出笋量和平均笋质量进行统计 (表 1)。从表 1 可看出, 初期出笋量占全期的 21.36%~28.48%, 平均为 23.01%, 平均笋质量 0.95~1.47 kg, 加权平均为 1.18 kg; 盛期出笋

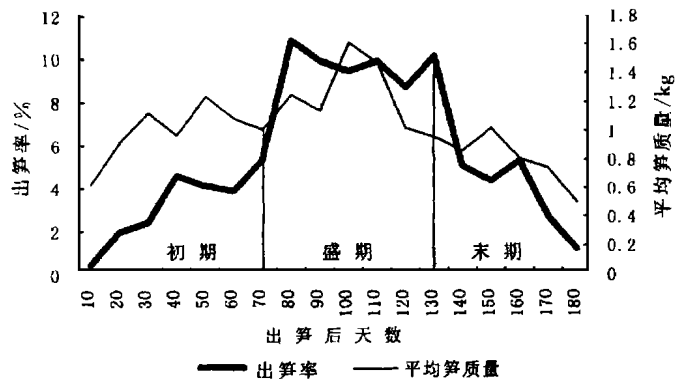


图 1 麻竹出笋期的划分

量占全期的50.63%~59.65%,平均为57.48%,平均笋质量0.90~1.54 kg,加权平均为1.26 kg;末期出笋量占全期的17.48%~20.93%,平均为19.51%,平均笋质量为0.60~1.02 kg,加权平均0.84 kg。总之,麻竹出笋初期与末期出笋量较少,个体也较小,特别是末期笋个体较初期和盛期都小得多;盛期不但出笋量多,而且个体也较大。

表 1 麻竹不同出笋期的出笋量与笋质量

出 笋 期		标 准 地 号									平均值
		7	8	9	10	21	22	23	24	25	
初 期	出笋量/%	22.96	22.24	28.48	26.58	21.36	23.50	22.56	22.19	22.77	23.01
	平均笋质量/kg	0.96	1.01	0.95	0.68	1.47	1.50	1.42	1.18	1.05	1.18
盛 期	出笋量/%	59.56	57.12	50.63	54.43	59.32	57.50	56.14	56.88	59.65	57.48
	平均笋质量/kg	1.04	1.04	1.03	0.90	1.54	1.51	1.48	1.23	1.14	1.26
末 期	出笋量/%	17.48	20.64	20.89	18.99	19.32	19.00	21.30	20.93	17.58	19.51
	平均笋质量/kg	0.71	0.75	0.62	0.60	0.96	1.02	0.99	0.87	0.75	0.84
总平均笋质量		0.96	0.97	0.92	0.78	1.41	1.41	1.36	1.14	1.05	1.16

3.3 高生长期的划分

竹类植物没有次生生长,其高度和粗度一经形成,便不再生长,所以竹类植物的全高在出笋当年便生长完成,对于像麻竹这样的高大竹种而言,其高生长是十分迅速的。在本实验地区,麻竹的高生长可持续3个月左右,其生长过程,与绝大多数竹种一样,为“慢-快-慢”的过程,即呈“S”型曲线^[1]。现以麻竹竹笋出土后,每5 d的高生长量为有序样本,共取得18个样本(表2),同样利用最优分割法进行聚类分析^[4],将这些样本分成3类,分别称为高生长的初期、盛期和末期(表3)。

由表3可看出,麻竹笋—竹高生长的初期和末期分别历时15 d和20 d,日平均生长量很低,分别为6.85 cm和7.95 cm,初期和末期的总生长量仅分别占全高的7.42%和

表 2 麻竹的高生长过程

样本号	出笋后 天数/d	生长量/ cm	累计生 长量/cm	相对高 度/%
1	1~5	14.9	14.9	1.07
2	6~10	25.5	40.4	2.91
3	11~15	62.4	102.8	7.42
4	16~20	85.8	188.6	13.61
5	21~25	85.1	273.7	19.75
6	26~30	122.8	396.5	28.61
7	31~35	96.4	492.9	35.56
8	36~40	118.3	611.2	44.10
9	41~45	131.3	742.5	53.57
10	46~50	103.7	846.2	61.05
11	51~55	114.2	960.4	69.29
12	56~60	94.4	1 054.8	76.10
13	61~65	87.6	1 142.4	82.42
14	66~70	84.8	1 227.2	88.54
15	71~75	65.2	1 292.4	93.24
16	76~80	38.4	1 330.8	96.01
17	81~85	35.3	1 366.1	98.56
18	86~90	20.0	1 386.1	100.00

11.46%,末期生长量大于初期生长量;而盛期历时则达55 d之久,日平均生长量达20.44 cm,总生长量占全高的81.12%,日最大生长量达39.0 cm,可见,麻竹不同高生长期的总生长量和

表 3 麻竹高生长期的划分结果

生长期	样本号	出笋后天数/d	历时/d	总生长量/cm	占全高/%	日平均生长量/cm
初 期	1~3	1~5	15	102.8	7.42	6.85
盛 期	4~14	16~70	55	1 124.4	81.12	20.44
末 期	15~18	71~90	20	158.9	11.46	7.95

日平均生长量差异很大。

3.4 高生长的曲线模型

以数学模型模拟植物的高生长,已被广泛采用^[1-3]。现根据表2的数据,以麻竹每5 d的相对高度为因变量,以出笋后天数为自变量,进行Richards生长曲线 $Y = A(1 - e^{-kx})^b$ 和Logistic曲线 $Y = K / (1 + me^{-rx})$ 模拟,得到麻竹高生长的曲线模型:

$$\text{Richards 曲线模型: } H = 102.540(1 - e^{-0.048t})^{4.938} \quad R = 0.997$$

$$\text{Logistic 曲线模型: } H = 102.540 / (1 + 27.866 e^{-0.075t}) \quad R = 0.999$$

式中, H 为相对高度(%), t 为出笋后天数, R 为相关系数。

以上两个模型的相关系数均较高,能较好地模拟麻竹的高生长过程(图2)。

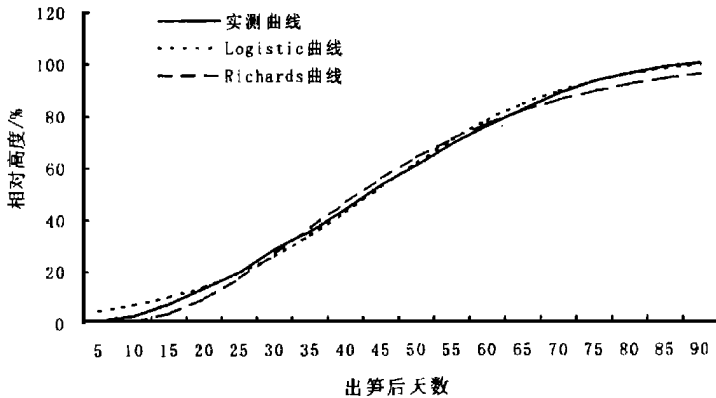


图2 麻竹高生长的实测曲线与模拟曲线

3.5 高生长的速增点与速增期

以Logistic方程对时间求二阶导数,并令其等于零,即得速增点 $t = \ln m / r$;对 t 求三阶导数,并令其等于零,即得速增期 $T = [\ln m \pm \ln(2 + \sqrt{3})] / r$ 。上列麻竹Logistic方程中, m 为27.866, r 为0.075,经计算,麻竹高生长的速增点为出笋后第44天,速增期为出笋后第27~62天,历时35 d。

比较表3对麻竹高生长期的划分,麻竹自出笋后第16天进入生长盛期,进入盛期生长11 d后,即进入速增期,速增期结束后8 d,其高生长的盛期也告结束,而进入生长末期。

3.6 日生长量与气象因子的逐步回归

植物的生长总是在其生理活动和环境因子变化的共同作用下进行的。为研究麻竹的高生长与气象因子的关系,现分别以昨日气温 X_1 ()、昨日降雨量 X_2 (mm)、今日气温 X_3 ()、最高气温 X_4 ()、最低气温 X_5 ()、日较差 X_6 ()、降雨量 X_7 (mm)、日照时数 X_8 (h)和相对湿度 X_9 (%)为自变量,以两株样竹8月3日至9月25日计54 d的日生长量之和 Y (cm)为因变量进行逐步回归分析^[8],结果表明:

(1)该地区影响麻竹日生长量的主要气象因子是日照时数 X_8 、昨日气温 X_1 、昨日降雨量 X_2 和最低气温 X_5 ,它们的偏相关系数分别为: $r_{18} = 0.389$, $r_{11} = 0.340$, $r_{12} = 0.214$, $r_{15} = -0.180$,临界值 $r_{0.05}(1, 52) = 0.269$, $r_{0.01}(1, 52) = 0.348$ 。其中日照时数的影响达极显著水平,昨日气温达显著水平,昨日降雨量和当日最低气温的影响不显著,但相对于其它因子而言,对

高生长的影响也较大。

(2) r_{18} 、 r_{11} 、 r_{12} 均为正值, r_{15} 为负值, 说明麻竹日高生长量与日照时数、昨日气温及降雨量呈正相关关系, 而与当日最低气温呈负相关关系, 即最低气温越低, 高生长量越大。

(3) 气象因子与麻竹日生长量的回归模型为: $Y = -17.574 + 3.024X_{1+} + 0.234X_{2-} - 1.519X_{5+} + 1.503X_{8}$, 复相关系数 $r = 0.557$, 临界值 $r_{0.05}(4, 49) = 0.416$, $r_{0.01}(4, 49) = 0.483$, 模型回归关系极显著。

(4) 增大入选 F 值, 得另一简洁模型: $Y = -13.981 + 1.647X_{1+} + 1.468X_{8}$, 偏相关系数 $r_{18} = 0.395$, $r_{11} = 0.272$, 复相关系数 $r = 0.517$, 临界值 $r_{0.05}(2, 51) = 0.333$, $r_{0.01}(2, 51) = 0.413$, 回归关系极显著, 所以该模型同样具有实用价值。

3.7 日高生长节律

麻竹的高生长在昼夜 24 h 内存在一定的节律变化(图 3)。6:00~8:00 时是一个生长高峰, 高生长量占当天的 12.12%, 随后逐渐下降, 在 14:00~16:00 时达到最低值, 高生长量仅占当天的 4.95%, 之后又开始上升, 到 18:00~20:00 时(或 20:00~22:00 时)又达到一个高峰, 此后便进入较均匀的快速生长, 直到翌日 6:00 时。

麻竹高生长的这种节律变化, 可能与光照强度和气温有关。早上 6:00 时左右为气温最低时刻, 之后随着光照的增强, 温度升高, 到下午 2:00 时左右, 气温达到最大值, 之后光照强度逐渐减弱, 气温逐渐下降, 直至达到最低点。光照强度和气温的这种节律变化基本与麻竹高生长的节律变化相吻合, 至于其中的生理原因, 则有待于更深入的研究。

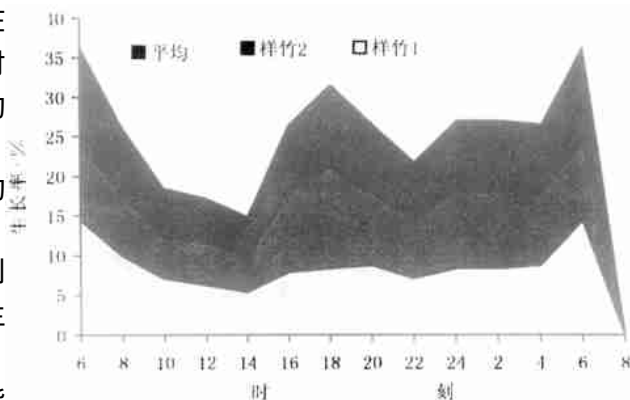


图 3 麻竹高生长的日节律

4 结 论

(1) 利用有序样本的聚类分析方法, 可将麻竹出笋过程定量地分为 3 个时期, 即出笋初期(5 月上旬至 7 月上旬)、出笋盛期(7 月中旬至 9 月上旬)和出笋末期(9 月上旬至 10 月底)。盛期出笋量最多, 平均占全期笋量的 57.48%, 初期和末期则分别占 23.01% 和 19.51%; 盛期笋的平均质量也较初期和末期为大, 每株平均为 1.26 kg, 初期和末期则分别为 1.18 kg 和 0.84 kg。

(2) 同样利用有序样本的聚类分析方法也可将麻竹的高生长过程分为初期、盛期和末期 3 个时期。初期和末期分别历时 15 d 和 20 d, 日平均生长量分别为 6.85 cm 和 7.95 cm, 总生长量分别占全高的 7.42% 和 11.46%; 盛期历时 55 d, 日平均生长量为 20.44 cm, 总生长量占全高的 81.12%。

(3) 麻竹高生长的 Logistic 曲线模型为: $H = 102.540 / (1 + 27.866 e^{-0.075 t})$, $R = 0.999$; Richards 曲线模型为: $H = 102.540(1 - e^{-0.048 t})^{4.938}$, $R = 0.997$ 。其速增点为出笋后第 44 天, 速

增期为第 27 ~ 62 天, 历时 35 d。

(4) 以逐步回归分析方法, 可得到麻竹日生长量与气象因子的回归模型: $Y = -17.574 + 3.024X_1 + 0.234X_2 - 1.519X_5 + 1.503X_8$ 。即影响麻竹日高生长量的主要气象因子是日照时数 X_8 、昨日气温 X_1 、昨日降雨量 X_2 和当日最低气温 X_5 ; 生长量与最低气温呈负相关关系, 与其它因子呈正相关关系。

(5) 麻竹高生长在昼夜 24 h 内有两个高峰, 分别为 6:00 ~ 8:00 时和 18:00 ~ 22:00 时, 14:00 ~ 16:00 时达到最低值, 夜间生长较均匀。

参考文献:

- [1] 周芳纯. 竹类植物生长的研究[J]. 竹类研究, 1983, 2(2): 17 ~ 39.
- [2] 曹福亮, 楼崇. 毛竹林出笋与幼竹生长发育规律的研究[J]. 竹子研究汇刊, 1991, 10(1): 64 ~ 71.
- [3] 潘孝政. 麻竹笋期生物学特性和经济产量的研究[J]. 竹子研究汇刊, 1986, 5(2): 87 ~ 97.
- [4] 唐守正. 多元统计分析方法[M]. 北京: 中国林业出版社, 1984.

Rule of Shooting and Height-growth of *Dendrocalamus latiflorus*

ZHOU Ben-zhi

(The Research Institute of Subtropical Forestry, CAF, Fuyang 311400, Zhejiang, China)

Abstract: The rule of shooting and height-growth of *Dendrocalamus latiflorus* was studied in Huaan, Fujian Province during the period from May through October, 1995. The results are showed as follows: (1) The process of shooting and height-growth of *D. latiflorus* can be quantitatively divided into three stages, i. e. initial, abundant and ending stage. The number of shoots at the abundant stage of shooting accounts for 57.48% of the total, and a single shoot at this stage weighs 1.26 kg averagely. The height-growth increment at the abundant stage of height-growth accounts for 81.12% of the total, and the height-growth increment at this stage during one day is 20.44 cm averagely. (2) The process of height-growth of *D. latiflorus* can be simulated effectively with the models of Logistic and Richards, and the correlation coefficient is high. (3) The leading meteorological factors affecting the height-growth of *D. latiflorus* are sunshine time, the previous day's mean temperate and precipitation, and the lowest temperate of current day. Among them, the last one is negatively correlated with the height-growth, the rest of them are positively correlated with it. (4) There are 2 growth peaks within 24 hours in the height-growth of *D. latiflorus*, i. e. during 6:00 ~ 8:00 and 18:00 ~ 22:00. The low point is during 14:00 ~ 16:00. It grows evenly at night.

Key words: *Dendrocalamus latiflorus*; shooting; rule of height-growth