

黄藤藤丛结构和生长的研究

曾炳山 许煌灿 尹光天 张国

摘要 以黄藤三块标地25个固定样丛8 a连续观测和11年生初次采收实测的数据对其藤丛母茎、总茎长、成丛株数的生长模型作了初步研究,发现三者与年龄的相关关系皆为幂函数($Y = a \times X^b$),相关系数皆 >0.98 。在此基础上,着重研究和分析了藤丛的株数组成结构和茎长分配结构,得出了株数按年龄和长度级分配的动态模型以及茎长按年龄和长度级分配的动态模型,并运用上述生长模型编制了藤丛产量表。

关键词 黄藤、藤丛、长度级、生长模型、产量预测

黄藤 [*Daemonorops margaritae* (Hance) Becc.] 速生, 强荫蔽, 藤茎材质优良, 经济价值高, 现已成为我国华南栽培的经济藤种。藤丛由长度不一的异龄植株构成, 其生长包括藤株顶端生长和藤丛荫蔽生长, 生长关系复杂, 且植株具刺, 不易量测^[1]。因此, 研究藤丛植株和茎长的组成结构, 建立其生长模型, 探索其产量预测方法, 从理论上预测其产量, 为藤林经营提供数量化依据有很大的实践意义。

1 研究方法

在广东省高州县伦道藤场25 hm²的黄藤试验林内(1978年营造, 株行距为2 m × 2.5 m), 分上中下三种立地设置三块固定样地, 在固定样地内共设置有代表性的固定样丛25个, 每年于12月中旬测定样丛的丛内株数、母茎长度及各荫蔽株茎长, 连续观测8 a (1978~1986年), 最后于1989年底在试验区内设置标准地进行采收测定。主要实测结果见表1、2。

鉴于黄藤藤丛由长度不一的异龄植株构成这一特殊性, 以一定的茎长间距(1 m或2 m)划分长度级, 按上限排外法统计藤丛各长度级的株数和茎长, 再计算各长度级的株数百分数和茎长百分数, 进一步计算累计株数率和累计茎长率。用长度级株数分配率和茎长分配率来研究藤丛组成结构和生长规律。

藤丛组成结构的研究是从11年生藤丛的株数结构入手, 通过模型选择和回归筛选得出11年生藤丛的株数分配模型, 再应用数学方法推导出累计株数率模型、长度级茎长率模型和累计茎长率模型。在此基础上, 分析和研究株数分配和茎长分配与年龄的关系, 得出株数和茎长分配的动态模型, 再运用动态模型编制藤丛产量表。

表1 25个固定样丛生长和组成实测平均值

(单位: m)

年龄 (a)	项目	长 度 级									合计	母茎 长
		0~1	1~2	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7	7~8	8~9		
1	株数	1.36									1.36	
	茎长	0.35									0.35	0.32
2	株数	2.44	0.12								2.56	
	茎长	0.65	0.18								0.83	0.63
3	株数	4.20	0.32	0.12							4.64	
	茎长	1.16	0.44	0.35							1.95	1.19
4	株数	5.12	0.72	0.48	0.04	0.08					6.44	
	茎长	2.08	1.11	1.15	0.14	0.35					4.83	2.25
5	株数	6.88	1.64	0.72	0.64	0.12	0.04	0.04			10.08	
	茎长	2.48	2.52	1.73	2.22	0.54	0.22	0.25			9.96	3.61
6	株数	6.68	1.96	1.16	0.60	0.32	0.04	0.04			10.80	
	茎长	3.10	3.06	3.11	2.17	1.40	0.23	0.27			13.34	4.62
7	株数	5.88	3.44	1.52	0.96	0.64	0.16	0.04	0.04		12.68	
	茎长	2.48	4.51	4.03	3.26	2.84	0.85	0.26	0.29		18.52	5.67
8	株数	6.40	1.64	0.88	1.36	1.56	1.20	0.20	0.08	0.04	13.36	
	茎长	2.24	2.31	2.18	4.77	6.82	6.41	1.30	0.60	0.34	26.97	6.90

表2 11年生黄藤藤丛组成实测结果

(单位: m)

项目	长 度 级										合 计
	0 { 0.5	0.5 { 2.5	2.5 { 4.5	4.5 { 6.5	6.5 { 8.5	8.5 { 10.5	10.5 { 12.5	12.5 { 14.5	14.5 { 16.5	16.5 { 18.5	
株数	16.7	7.3	3.5	2.9	2.8	1.7	0.8	0.5	0.5	0.1	36.7
茎长	4.98	9.02	12.22	16.45	20.16	16.62	7.56	6.14	7.15	1.2	101.41

2 结果与分析

2.1 母茎、成丛株数、总茎长的生长模型

黄藤母茎在幼龄期茎长生长缓慢, 1~3年生母茎年平均生长量为0.4 m。3年后母藤生长加速, 4年生植株已明显抽茎拔节, 至5年后进入速生期, 年生长量可达1.36 m。将8年连续观测的母茎茎长(L_s)与母茎年龄(A)作多种一元函数关系的回归分析, 发现以幂函数为最好, 相关系数达0.992。

$$L_s = 0.2612 A^{1.6857} \quad (r = 0.992) \quad (1)$$

黄藤栽种后, 当年即有个别植株开始萌蘖, 但萌蘖数量极少, 仅1~2株。随着年龄的加大, 藤丛萌蘖加速, 成丛株数逐年增多, 6年生藤丛年萌蘖率为1.5株, 11年生时藤丛平均萌蘖率也高达3.34株。将8年连续观测和11年生采收时的藤丛株数(N)与年龄作多种函数关系的回归分析, 结果以幂函数关系最佳, 其表达式为:

$$N = 1.1923 A^{1.2730} \quad (r = 0.983) \quad (2)$$

藤丛总茎长(T_1)是指藤丛内各藤株茎长的总和, 其年增长量是反映藤丛生长的综合指标。与母茎生长和萌蘖生长相类似, 藤丛总茎长的增长也表现为初期慢, 1~3年生年均增长量

仅0.64 m,而后明显加速,5年生年生长量为5.0 m,8年生时年增长量高达8.0 m,藤丛总茎长为26.97 m。藤丛总茎长与年龄的关系也为幂函数关系,表达式为:

$$T_1 = 0.2128 A^{2.3568} \quad (r = 0.985) \quad (3)$$

2.2 藤丛株数结构

2.2.1 11年生藤丛株数分配模型 为了研究藤丛株数按长度的分配,以2 m为茎长间距划分长度级。鉴于0.5 m范围内藤株较多,将0.5 m以下也划为一长度级,因此,长度级的划分为:0~0.5,0.5~2.5,...(见表2)。计算各长度级的株数率(Np)和累计株数率(Nap)。分析结果表明:株数率和累计株数率随长度级的变化而有规律地变化,长度级越小,株数率越大,累计株数率增加越快。反之,长度级越大,株数率越小,累计株数率增加越缓慢。将株数率与长度级中值(L)作曲线拟合,经筛选结果以对数函数最能反映两者之间的相关关系,其表达式为:

$$Np = 27.3356 - 10.2632 \ln L \quad (r = -0.981) \quad (4)$$

累计株数率是株数率的累计值,因此将(4)式的模型求积分有^[2]:

$$\begin{aligned} Nap &= \int NpdL \\ &= \int (a + b \cdot \ln L) dL \\ &= \int adL + \int b \cdot \ln L \cdot dL \\ &= aL + (bL \cdot \ln L - bL) + C \\ &= (a - b)L + b \cdot \ln L + C \end{aligned}$$

因是累计百分数,长度级宜采用终值。将累计株数率与长度级终值(L')作上述模型的曲线回归得(5)式:

$$Nap = 32.6645 L' - 9.6299 L' \cdot \ln L' \quad R = 0.970 \quad (5)$$

2.2.2 藤丛株数分配的分段模型与动态模型 藤丛株数结构不仅与长度级有关,而且与藤丛年龄密切相关,随年龄的变化而变化,表现为一种动态结构。藤龄越小,小长度级的株数率越大,藤株相对越多,而大长度级的株数率越小,藤株越少,且仅限于几个长度级有藤株分布;藤龄越大,小长度级的株数率越小,即尽管藤株绝对数量大,但相对数量少,而大长度级的株数率越大,也即藤株逐渐伸长进入了大长度级。

为了研究株数率与年龄和长度级两者的关系,先分年龄回归得出株数率的分段模型(表3)。因8年生以下藤丛有藤株分布的长度级较少,且藤株集中分布于小长度级,大长度级的株数百分数较小,按最小二乘法得出的株数率模型预测大长度级的株数率相对误差较大,易

表3 株数百分数的分段模型

年 龄 (a)	模 型	表 达 式	相 关 系 数 r
2		$Np = 38.1410 - 82.4686 \ln L$	-0.954
3		$Np = 45.3130 - 57.1642 \ln L$	-0.961
4		$Np = 44.3904 - 36.0208 \ln L$	-0.932
5	$Np = a + b \cdot \ln L$	$Np = 39.6541 - 25.5065 \ln L$	-0.933
6		$Np = 37.5021 - 23.3427 \ln L$	-0.956
7		$Np = 32.5079 - 17.8303 \ln L$	-0.988
8		$Np = 28.7969 - 14.3178 \ln L$	-0.901

出现大长度级被截去的现象。因此，取消 0~0.5 长度级，以 1 m 为间距划分长度级，减少小长度级的样本点以提高大长度级株数百分率的预测精度。

经回归筛选，参数 a 、 b 与年龄 A 的关系式分别为：

$$a = 19.5271A - 2.0795A^2 \quad (R = 0.979) \quad (6)$$

$$b = -156.6542/A \quad (r = 0.994) \quad (7)$$

将(6)和(7)式代入模型(4)可得株数率的动态模型，并经多元曲线回归得：

$$N_p = 17.0970A - 1.6821A^2 - 138.9562L \cdot \ln L \quad (8)$$

$$R = 0.928$$

进一步分析藤丛累计株数率与藤龄和长度级两者的相关关系，结果表明：藤龄越小，累计株数率随长度级的加大而增加越快，而藤龄越大，递增越慢。藤丛累计株数率的年龄分段模型列于表 4。

表 4 累计株数率分段模型

年 龄 (a)	模 型	表 达 式	复 相 关 系 数 R
2		$N_{ap} = 95.3000L' - 65.3543L' \cdot \ln L'$	0.994
3		$N_{ap} = 84.7638L' - 47.6847L' \cdot \ln L'$	0.994
4		$N_{ap} = 68.2836L' - 30.7032L' \cdot \ln L'$	0.993
5	$N_{ap} = aL' + bL' \cdot \ln L'$	$N_{ap} = 56.1157L' - 21.9576L' \cdot \ln L'$	0.995
6		$N_{ap} = 53.2794L' - 20.3780L' \cdot \ln L'$	0.997
7		$N_{ap} = 46.3816L' - 16.4550L' \cdot \ln L'$	0.9995
8		$N_{ap} = 36.9518L' - 11.7870L' \cdot \ln L'$	0.997

经回归筛选，参数 a 、 b 与 A 的关系式分别为：

$$a = 127.0290 - 42.2575 \ln A \quad (r = -0.992) \quad (9)$$

$$b = -128.6632/A \quad (r = 0.996) \quad (10)$$

由(9)、(10)和(5)式可得累计株数率的年龄动态模型，并经多元曲线回归得累计株数率的动态方程式：

$$N_{ap} = 111.6400L' - 33.7944L' \cdot \ln A - 113.1484L'(\ln L'/A) \quad (11)$$

$$R = 0.995$$

累计株数率的分段模型和动态模型与实测值见图 1、2。图 1、2 显示，分段模型未综合年龄信息，曲线簇分布不均，而动态模型综合了年龄信息，消除了气候等其他因素带来的变差，避免了相邻曲线间交叉重叠的矛盾，精度也相应提高，且应用方便。

2.3 藤丛茎长分配结构

2.31. 11年生藤丛茎长分配模型 长度级内藤株茎长占藤丛总茎长的百分数为茎长率(L_p)，其累计值为累计茎长率。茎长率随长度级增大而增大，达到最大值后又逐渐变小。藤丛中小长度级的藤株数量尽管多，但藤株茎长短，大长度级茎长大，但株数少，因此两者的茎长率均小，而中等长度级的茎长较大，株数也较多，其茎长率最大，在长度级上形成一个波峰。茎长率与长度级(按 2 m 间距划分)的关系式可由株数率与长度级的关系式推导而来：

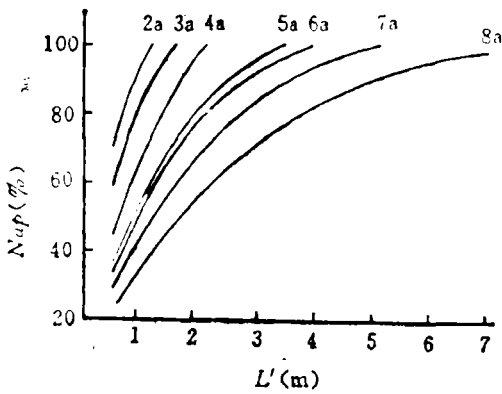


图1 累计株数率分段模型

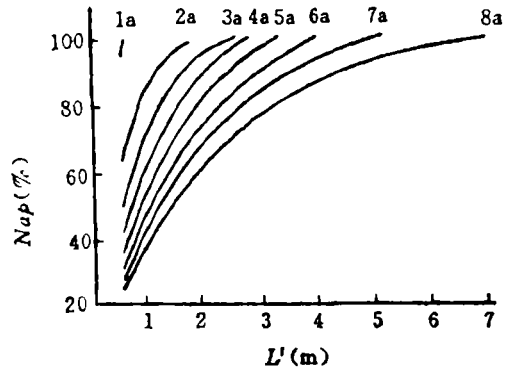


图2 累计株数率动态模型

$$Lp_j = \frac{N_j \cdot L_j}{T_1} \% = \frac{N_j}{N} \cdot L_j \cdot \frac{N}{T_1} = Np_j \cdot L_j \cdot \frac{N}{T_1}$$

式中 $j = 1, 2, \dots, m$, m 为最大长度级顺序号, N_j 为长度级株数, L_j 为长度级中值, Np_j 为长度级株数率, T_1 为总茎长, N 为总株数, 两者仅随年龄的变化而变化, 与 j 的大小无关。因此, 年龄不变, N/T_1 可看作常数项 f , 则有茎长率模型:

$$\begin{aligned} Lp &= Np \cdot L \cdot f \\ &= (a + b \cdot \ln L) \cdot L \cdot f \\ &= (a \cdot f) \cdot L + (b \cdot f) \cdot L \cdot \ln L \\ &= a' \cdot L + b' \cdot L \cdot \ln L \end{aligned}$$

以茎长率模型去拟合11年生藤丛的茎长百分数得:

$$Lp = 7.1122L - 2.4798L \cdot \ln L \quad (R = 0.945) \quad (12)$$

累计茎长率 (Lap) 随长度级的变化表现为小长度级增大慢, 中等长度级增大快, 大长度级增大趋势又逐渐减缓。累计茎长率为茎长率的累计值, 因此将茎长率模型求积分得:

$$\begin{aligned} \int Lpd \cdot L &= \int (a' \cdot L + b' \cdot L \cdot \ln L) dL \\ &= \int a' \cdot L dL + \int b' \cdot L \cdot \ln L dL \\ &= a'(L^2/2) + b' \cdot L^2(\ln L/2) - b'(L^2/4) + C \\ &= (2 \cdot a' - b')(L^2/4) + b' \cdot L^2(\ln L/2) + C \end{aligned}$$

因此得出累计茎长率的模型(13)式:

$$Lap = \int Lpd \cdot L = a'' \cdot L^2 + b'' \cdot L^2 \cdot \ln L \quad (13)$$

将累计茎长率与长度级终值作模型(13)的多元曲线回归得:

$$Lap = 2.3217L'^2 - 0.6979L'^2 \cdot \ln L' \quad (14)$$

$$R = 0.998$$

2.3.2 茎长分配的分段模型和动态模型 藤丛茎长分配结构也是动态结构, 随着藤龄的增大, 小长度级的茎长率减小, 大长度级的茎长率逐渐加大, 茎长率极大值所处的长度级变大, 即茎长率曲线波峰向前推移, 而且波峰变平。累计茎长率与累计株数率相似, 藤龄加大, 累计茎长率随长度级的递增而增加的速率减小。分别年龄求得茎长率和累计茎长率的分

段模型列于表 5 和表 6。

表 5 茎长百分数分段模型

年 龄 (a)	模 型	表 达 式	复 相 关 系 数 R
2		$Lp = 67.0826L - 130.5889L \cdot \ln L$	0.699
3		$Lp = 47.7387L - 47.8381L \cdot \ln L$	0.717
4		$Lp = 27.5982L - 18.7475L \cdot \ln L$	0.745
5	$Lp = aL + bL \cdot \ln L$	$Lp = 18.5525L - 10.3123L \cdot \ln L$	0.813
6		$Lp = 18.6012L - 10.3054L \cdot \ln L$	0.885
7		$Lp = 15.8647L - 8.1790L \cdot \ln L$	0.922
8		$Lp = 11.5021L - 5.2845L \cdot \ln L$	0.776

表 6 累计茎长百分数分段模型

年 龄 (a)	模 型	表 达 式	复 相 关 系 数 R
2		$Lap = 78.8000L'^2 - 77.6170L'^2 \cdot \ln L'$	0.974
3		$Lap = 44.1814L'^2 - 30.3981L'^2 \cdot \ln L'$	0.965
4		$Lap = 23.9246L'^2 - 12.5431L'^2 \cdot \ln L'$	0.977
5	$Lap = aL'^2 + bL'^2 \cdot \ln L'$	$Lap = 14.5073L'^2 - 6.4768L'^2 \cdot \ln L'$	0.990
6		$Lap = 14.1653L'^2 - 6.2910L'^2 \cdot \ln L'$	0.993
7		$Lap = 11.3263L'^2 - 4.7361L'^2 \cdot \ln L'$	0.997
8		$Lap = 6.4502L'^2 - 2.3504L'^2 \cdot \ln L'$	0.991

将 a' , a'' , b' , b'' 与 A 作多种一元函数关系的回归, 经筛选结果如下:

$$a' = 90.2797 - 40.0786 \ln A \quad (r = -0.967) \quad (15)$$

$$a'' = -19.5463 + 192.2040/A \quad (r = -0.992) \quad (16)$$

$$b' = 47.6124 - 328.6320/A \quad (r = 0.962) \quad (17)$$

$$b'' = 28.4748 - 197.7670/A \quad (r = 0.970) \quad (18)$$

由(15)、(17)和(12)式可得茎长率的动态模型, 由(16)、(18)和(13)式可得累计茎长率的动态模型, 再经多元曲线拟合得:

$$Lp = (81.2425 - 35.0976 \ln A)L + (15.6785 - 153.6921/A)L \cdot \ln L \quad (19)$$

$$(R = 0.856)$$

$$Lap = (-3.7330 + 95.8120/A)L'^2 + (3.2978 - 51.7369/A)L'^2 \cdot \ln L' \quad (20)$$

$$(R = 0.973)$$

累计茎长率的分段模型和动态模型图分别见图 3、4。从图 3 可以看出, 分段模型的相邻曲线间有交叉重叠现象, 5 年生和 6 年生两条曲线几乎重叠, 而动态模型综合了年龄信息, 曲线分布均匀, 消除了气候、管理或人为干扰等因素带来的变差, 预测值更为合理。

2.4 藤丛产量表的编制

应用藤丛株数和茎长等生长模型预测该立地条件下各年龄各长度级的株数、茎长, 编制出藤丛产量表, 从而为藤林经营确定最佳采收年龄、最佳采收间隔期乃至最佳经营周期提供依据。用株数生长模型预测各年龄藤丛的株数, 以总茎长模型预测各年龄藤丛的总茎长, 采

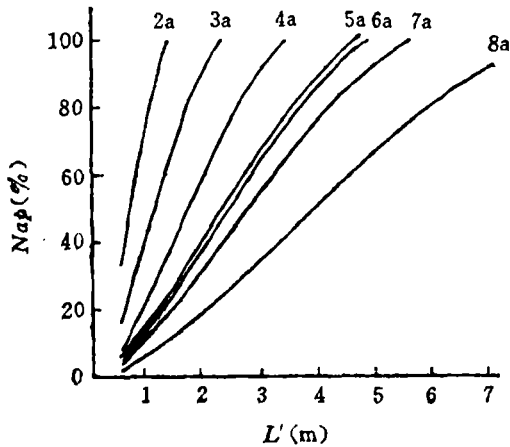


图3 累计茎长率分段模型

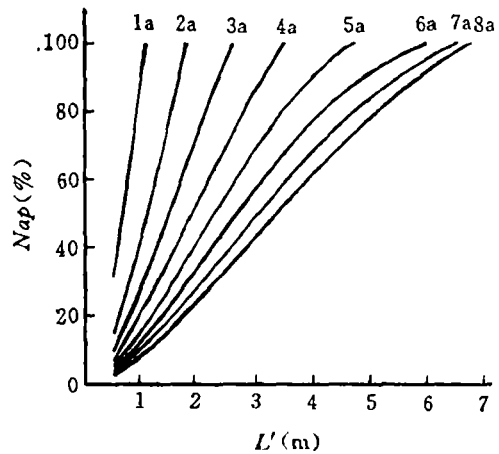


图4 累计茎长率动态模型

用累计株数率模型和累计茎长率模型计算藤丛各年龄各长度级的累计株数率和累计茎长率，再计算各长度级的株数率和茎长率，以长度级株数率乘以总株数得长度级株数，长度级茎长由长度级茎长率乘以总茎长而得。黄藤藤材工艺成熟长度为4.0 m，因此将4.0 m 以上长度级株数和茎长合计得藤丛工艺成熟株数和茎长，并换算成藤林(藤丛密度2 000 株/hm²)的可采株数和藤材长度。按上述方法编制出高州伦道藤场藤丛产量表(表7)。

表7 藤丛产量表

年龄	项 目	长 度 级						4.0m 以上 合计可采量	
		0.0<L<1.0	1.0<L<2.0	2.0<L<3.0	3.0<L<4.0	4.0<L<5.0	5.0<L<6.0		6.0<L<7.0
1	总株数	100.0							
	1.2 株数率(%)	100.0							
	株数(株)	1.2							
	总茎长	92.1						100.0	
	0.21m 茎长率(%)	92.1						7.9	
	茎长(m)	0.19						0.02	
2	总株数	88.2						100.0	
	2.9 株数率(%)	88.2						11.8	
	株数(株)	2.6						0.3	
	总茎长	44.2						100.0	
	1.09m 茎长率(%)	44.2						55.8	
	茎长(m)	0.48						0.61	
3	总株数	74.5						96.7	100.0
	4.8 株数率(%)	74.5						22.2	3.3
	株数(株)	3.6						1.1	0.1
	总茎长	28.2						74.1	100.0
	2.83m 茎长率(%)	28.2						45.9	25.9
	茎长(m)	0.80						1.30	0.73

续表

年龄 (a)	项 目	长 度 级						4.0m 以 上 合 计	每hm ² 藤林 可 采 量		
		0.0<L <1.0	1.0<L <2.0	2.0<L <3.0	3.0<L <4.0	4.0<L <5.0	5.0<L <6.0			6.0<L <7.0	
4	总株数	64.8	90.4	100.0							
	7.0	株数率(%)	64.8	25.6	9.6						
		株数(株)	4.5	1.8	0.7						
	总茎长	累计茎长率(%)	20.2	54.2	86.7	100.0					
	5.58m	茎长率(%)	20.2	34.0	32.5	13.3					
		茎长(m)	1.13	1.90	1.81	0.74					
5	总株数	57.3	83.1	97.2	100.0						
	9.3	株数率(%)	57.3	25.8	14.1	2.8					
		株数(株)	5.3	2.4	1.3	0.3					
	总茎长	累计茎长率(%)	15.4	42.2	69.2	90.5	100.0				
	9.45m	茎长率(%)	15.4	26.8	27.0	21.3	9.5	9.5			
		茎长(m)	1.46	2.53	2.55	2.01	0.90	0.90	1 800.0		
6	总株数	51.1	76.0	91.1	99.8	100.0					
	11.7	株数率(%)	51.1	24.9	15.1	8.7	0.2	0.2			
		株数(株)	6.0	2.9	1.8	1.0	0.02	0.02	40		
	总茎长	累计茎长率(%)	12.2	34.2	57.5	77.7	91.6	100.0			
	14.52m	茎长率(%)	12.2	22.0	23.3	20.2	13.9	8.4	22.3		
		茎长(m)	1.77	3.19	3.39	2.93	2.02	1.22	3.24	6 480.0	
7	总株数	45.9	69.4	84.4	93.9	99.3	100.0				
	14.2	株数率(%)	45.9	23.5	15.0	9.5	5.4	0.7	6.1		
		株数(株)	6.5	3.3	2.1	1.4	0.8	0.1	0.9	1 800	
	总茎长	累计茎长率(%)	10.0	28.5	49.1	68.5	84.2	94.3	100.0		
	20.88m	茎长率(%)	10.0	18.5	20.6	19.4	15.7	10.1	5.7	31.5	
		茎长(m)	2.09	3.86	4.30	4.05	3.28	2.11	1.19	6.58	13 160.0
8	总株数	41.4	63.1	77.5	87.0	93.0	97.1	100.0			
	16.9	株数率(%)	41.4	21.7	14.4	9.5	6.0	4.1	2.9	13.0	
		株数(株)	7.0	3.7	2.4	1.6	1.0	0.7	0.5	2.2	4 400
	总茎长	累计茎长率(%)	8.2	24.2	42.9	61.6	78.6	92.3	100.0		
	28.61m	茎长率(%)	8.2	16.0	18.7	18.7	17.0	13.7	7.7	38.4	
		茎长(m)	2.35	4.58	5.35	5.35	4.86	3.92	2.20	10.98	21 960.0

由于样本小, 累计株数率模型和累计茎长率模型的曲线类型不同, 大长度级的株数率较小, 而回归预测值又有一定的误差, 导致两模型预测出的同一年龄的最大长度级不一致, 累计茎长率模型预测值的最大长度级多数大于累计株数率模型的最大长度级, 且更接近于实测值。但两模型预测值是相一致的, 累计茎长率模型预测出的茎长除以长度级中值得出的长度级株数, 接近于累计株数率模型预测出的长度级株数。

本文仅依据黄藤的生长规律, 对藤丛收获表的编制方法作初步探索, 要编制出生产上能够广泛应用的藤丛收获表还需长期观测大量固定样丛, 分别立地条件编制收获表。同时, 藤丛结构和产量与藤林密度、间种方式和树种有关, 编制藤丛产量表应考虑藤林密度、间种方式和树种的影响。

3 结 论

(1) 黄藤的母茎生长、总茎长生长、萌蘖生长都表现为初期慢, 约3年生生长开始加速, 至6年生进入速生期。三者与年龄的关系皆为幂函数($Y = aX^b$)。

(2) 藤丛株数率、累计株数率与长度级、年龄的关系分别为:

$$Np = a \cdot A + b \cdot A^2 + c(\ln L/A)$$

$$Nap = (a + b \cdot \ln A) \cdot L' + c \cdot L'(\ln L'/A)$$

(3) 藤丛茎长率、累计茎长率与长度级、年龄的动态模型分别为:

$$Lp = (a + b \cdot \ln A) \cdot L + (c + d/A) \cdot L \cdot \ln L$$

$$Lap = (a + b/A) \cdot L'^2 + (c + d/A) \cdot L'^2 \cdot \ln L'$$

(4) 应用藤丛总茎长模型、株数生长模型、累计株数率模型和累计茎长率模型可编制出藤丛收获表, 从而为藤林经营确定最佳采收年龄、最佳采收间隔期提供依据。

参 考 文 献

- 1 许焯灿, 钟惠甫, 符史深. 白藤的特性及栽培技术研究. 热带林业科技, 1984, (2), 9~27.
- 2 北京林学院. 数理统计. 北京: 中国林业出版社, 1980.

A Study on Growth Structure of Clump of Daemonorops margaritae

Zeng Bingshan Xu Huangcan Yin Guangtian Zhang Guo

Abstract This paper deals with growth models of clump of *Daemonorops margaritae*. The growth models of mother stem, total length of stems and number of surviving clumps are in accordance with the exponential equation: $Y = aX^b$, and the coefficients are all bigger than 0.98. On the basis of these models, the structure of distribution of stem length and number of clumps are analyzed, and the dynamic models of length structure and structure of clumps are proposed in this paper, which are $Nap = (a + b \cdot \ln A)L' + cL'(\ln L'/A)$ and $Lap = (a + b/A)L'^2 + (c + d/A)L'^2 \cdot \ln L'$.

Key words *Daemonorops margaritae*, rattan clump, length class, growth model, yield prediction

Zeng Bingshan, Assistant Engineer, Xu Huangcan, Yin Guangtian (The Research Institute of Tropical Forestry, CAF Guangzhou 510520), Zhang Guo (Forestry Bureau of Gaozhou County, Guangdong Province).