

# 井冈山天然大果马蹄荷种群的动态变化

刘仁林 曾斌 宋墩福 曾东东

(江西省赣州林业学校, 赣州 341002)

**摘要:**应用离散富里叶变换研究井冈山天然大果马蹄荷(*Exbucklandia tonkinensis* Steenis)的种群动态规律, 结果表明:大果马蹄荷种群动态存在着周期波动规律, 大周期为140年, 中周期70年, 小周期28~35年, 与大果马蹄荷个体生长的周期波动一致。天然大果马蹄荷的世代划分以70年为宜, 人工林以25年为宜。该研究结果可为天然林的管理和持续利用提供科学依据。

**关键词:**井冈山; 大果马蹄荷; 种群动态

**中图分类号:** S792.99.4; Q948.12<sup>+</sup>1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-0978(2000)01-0035-04

**The population dynamics of natural *Exbucklandia tonkinensis* Steenis in Jinggang Mountain** LIU Ren-lin, ZHENG Bin, SONG Dun-fu, ZHENG Dong-dong (The Ganzhou Forestry School of Jiangxi, Ganzhou 341002), *J. Plant Resour. & Environ.* 2000, 9(1): 35~48

**Abstract:** The population analysis of natural *Exbucklandia tonkinensis* Steenis of Jinggang Mountain by Fourier Translation showed that there is a marked regularity of periodic fluctuations in the process of natural regeneration as follows: the long periodic fluctuation is 140 years, the middle one is 70 years and the short one is 28~35 years. It is discovered that the periodic fluctuation of the annual growth of individual tree is coincident with the natural regeneration process. However, it also indicated that the generation of *Exbucklandia tonkinensis* Steenis is 70 years in natural community and 25 years in cultured community according to the analyses above. It will be effective for sustainable utilization and management of natural forests from the result.

**Key words:** Jinggang Mountain; *Exbucklandia tonkinensis* Steenis; population dynamics

大果马蹄荷(*Exbucklandia tonkinensis* Steenis)是起源于第三纪的金缕梅科植物, 主要分布于广西、广东、江西南部、湖南南部、海南、云南南部, 国外见于越南北部, 井冈山是其分布北缘。大果马蹄荷为生长较快的常绿乔木, 是优良的绿化和用材树种, 常散生于常绿阔叶林中, 较少见成年的群落。本文应用离散富里叶变换研究井冈山朱砂冲一片最大的天然大果马蹄荷群落的种群动态变化规律, 为进一步研究天然林的可持续利用技术提供参考。

## 1 群落概况与分析方法

### 1.1 群落概况

供试群落位于井冈山朱砂冲东北坡, 海拔529 m, 坡度35°, 年平均气温15.9℃, 年降雨量1733.1 mm(1980~1990年平均值)。根据1985年5月1日~10月31日每天上午10时观测, 林内平均相对

湿度90%, 林下平均光照强度2000 lux。土壤为山地红壤, 植被郁闭度0.9。主要伴生树种有丝栗栲(*Castanopsis fargesii* Franch.)、罗浮栲(*Castanopsis fabri* Hance)、甜槠[*Castanopsis eyrei* (Champ. ex Benth.) Tutch.]、杉木(*Cunninghamia lanceolata* Hook.)等。群落未遭到人为破坏, 共有大果马蹄荷62株(含苗1株)。种群面积1206 m<sup>2</sup>, 群落内大果马蹄荷最大年龄135年; 第一层(主林层)高17~23 m, 第二层10~17 m。

### 1.2 分析方法

用生长锥在根茎处钻取样品, 测定群落内每株树的年龄, 幼树和幼苗用数轮枝的方法估计其年龄。然后按10年为一龄级划分, 并统计每一龄级的株数, 得到株数时间分布表1。

收稿日期: 1999-09-27

作者简介: 刘仁林, 男, 1958年10月生, 大学, 高级工程师, 主要从事生态学与生物多样性研究。

表1 井冈山大果马蹄荷各龄级株数分布  
Table 1 The distribution of number of trees at different age classes of *Exbucklandia tonkinensis* in Jinggang Mountain

龄级(年) Age classes (years)	株数 Number of trees	龄级(年) Age classes (years)	株数 Number of trees
1~10	1	71~80	7
11~20	1	81~90	8
21~30	4	91~100	3
31~40	3	101~110	1
41~50	4	111~120	1
51~60	18	121~130	0
61~70	10	131~140	1

种群数量的周期性波动是一个正弦波振幅变化的时间序列,可依据群落现有信息推断某一时间系列  $X_t (t=1, 2, 3, \dots, n)$  中各个时间上的波动情况 ( $X_t$  表示时间  $t$  上的株数)。富里叶变换是把一个波形分解成许多不同频率的正弦波之和,这些正弦波相加即为群落现有信息的波形  $A_t$  (基波):

$$A_t = A \sin(\omega t + \theta) \quad (1)$$

(1)式中  $\omega = \frac{2\pi}{T}$ ,  $\theta$  为初相位,  $T$  为周期,是时间系列的最长周期,所以  $T = N$  (大果马蹄荷龄级数)。

对于某一时间序列  $X_t$  都可以由(1)式分解为一系列正弦波(谐波)。谐波的周期分别是基本周期  $T$  的  $\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \dots, \frac{1}{P}$  ( $P = \frac{N}{2}$ , 为谐波个数  $k$ )。这些谐波的叠加就得到富里叶变换<sup>[1]</sup>的估计序列:

$$\hat{X}_t = A_0 + \sum_{k=1}^P A_k \sin(\omega_k t + \theta_k) \quad (2)$$

(2)式中  $A_0$  为周期变化的平均振幅;  $A_k$  为各谐波振幅,它表示各周期在株数波动上所起作用的大小;  $\theta_k$  为各谐波初相;  $\omega_k = \frac{2\pi}{T/k} = \frac{2\pi k}{T}$ 。把(2)式展开,并令  $a_k = A_k \sin \theta_k$ ,  $b_k = A_k \cos \theta_k$ , 可得到  $A_k = \sqrt{a_k^2 + b_k^2}$ ,  $\theta_k = \text{tg}^{-1} \frac{a_k}{b_k}$ 。  $A_k$  就是所须求得的各时间上的株数振幅大小。

## 2 结果与分析

### 2.1 大果马蹄荷群落种群动态变化的周期性波动

大果马蹄荷的种群动态变化是通过不同龄级的株数波动表现出来。根据表1中各龄级株数(用  $X_t$  表示)和公式  $A_k = \sqrt{a_k^2 + b_k^2}$ , 计算得到谐波序列

$k=1, 2, 3, \dots, 7$  ( $P = \frac{N}{2}$  = 谐波数)的株数振幅  $A_k$  值。种群动态的波幅与波序见图1。在计算过程中,由于表1中各龄级株数  $X_t$  极差较大,故用  $\ln(X_t + 1)$  变换  $X_t$  计算。

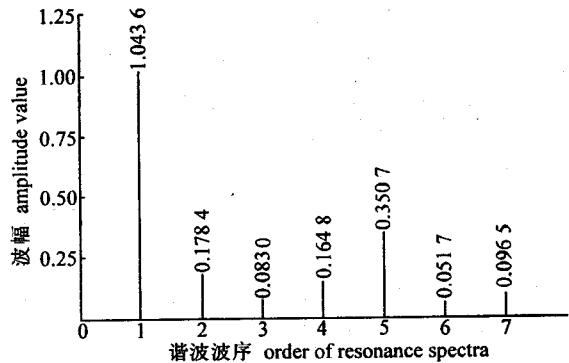


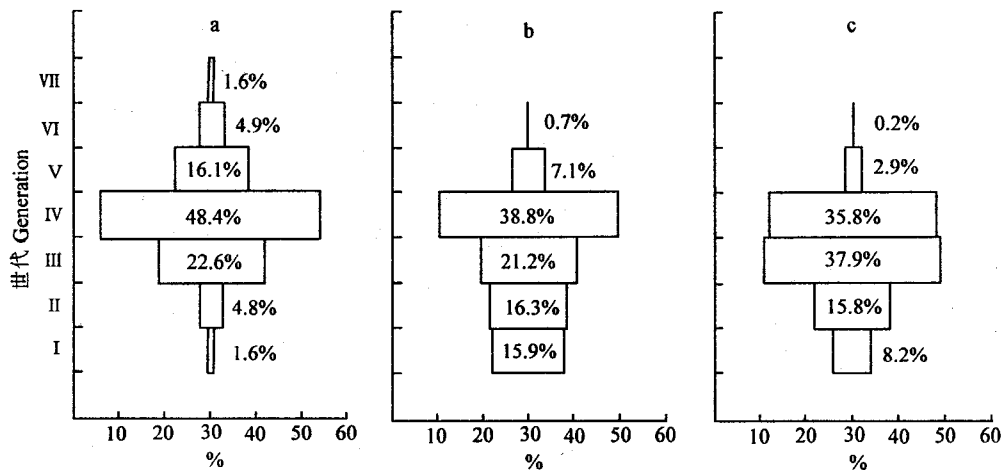
图1 大果马蹄荷种群波动的波幅与波序  
Fig. 1 The amplitude and order of fluctuation of *Exbucklandia tonkinensis* population

从图1可以看出,天然大果马蹄荷群落种群波动有明显的周期性,振幅  $A_k$  值的大小是周期性的有效表达,其中  $A_1, A_2, A_4, A_5$  的波幅值较高,对各周期的种群数量波动作用较大。 $A_1$  所对应的周期 = 龄级数  $\times$  龄级长度 =  $14 \times \frac{10}{1} = 140$  年,这表示谐波序号  $k=1$  时,波幅值  $A_1 = 1.0436$  为最大,说明这个周期对种群数量的影响最大,有明显的大周期特征,称为大周期;其次是  $k=5$  时,波幅值  $A_5 = 0.3507$ ,它所对应的周期 =  $14 \times \frac{10}{5} = 28$  年;  $k=4$  时,波幅值也较大,它所对应的周期 =  $14 \times \frac{10}{4} = 35$  年,表明大果马蹄荷种群数量波动有明显的小周期特征,28~35 年为小周期;  $k=2$  时,波幅值居第三位,它所对应的周期 =  $14 \times \frac{10}{2} = 70$  年,这个周期是基波 140 年的  $\frac{1}{2}$ ,称为中周期。群落经过一个大周期或几个大周期后有可能被其他树种替代,而且纬度越低,这种替代所需经过的大周期次数可能越少。本群落大果马蹄荷的最大树龄为 135 年,可以认为现实群落的年龄约 140 年。从群落的幼树、幼苗调查结果看,群落内伴生树种的幼树(1~5 m)是:罗浮栲 76 株,丝栗栲 57 株,甜槠 32 株。幼苗是:罗浮栲 173 株,丝栗

栲 107 株,甜槠 49 株。而大果马蹄荷的幼树仅 6 株,幼苗 1 株。显然,下一个大周期之后该群落可能为其他树种所替代。

根据对人工栽培的大果马蹄荷的物候观察,25 年左右开始开花结实。虽然天然林与此不同,但为了取得较多的观察序列,便于合理分析,本文仍以 25 年为一个世代划分,计算各世代的株数、林冠投影面积、蓄积量的百分结构(图 2),由图 2 可知,小周期 28~35 年,处于第 V 世代的中期,株数的百分率明显大于树冠投影百分率和蓄积百分率,特别是蓄积量百分率仅为 2.9%,表明 28~35 年的周期主要与幼

树的生长动态有关;中周期 70 年是第 IV 世代的年龄上限,达到这个年龄的个体都进入了主林层,植株数量、树冠投影和蓄积所占百分率均较大,表明这个周期与主林层的林冠更新有关;70 年以上为第 IV 到第 I 世代的树木,不论是株数、树冠投影面积,还是蓄积量的百分比之和均在 77% 以上,蓄积达 97.7%,树冠投影面积占 92.2%,株数为 77.4%。据调查 I~IV 世代的树木都进入了第一层或第二层林冠,是群落走向成熟直至衰老的预示。这也表明大果马蹄荷是一个衰退型种群,下一个周期之后,可能被其他树种取代。



a: 株数百分率 percentage of trees; b: 林冠投影百分率 percentage of crown projection; c: 蓄积量百分率 percentage of stock of trees.  
I: >125 years; II: 100~125 years; III: 75~100 years; IV: 50~75 years; V: 25~50 years; VI: 1~25 years; VII: 幼苗 seedling

图 2 大果马蹄荷各世代株数、树冠投影和蓄积量百分结构

Fig. 2 The structure of percentage of trees, crown projection and stock of trees at different generation of *Exbucklandia tonkinensis* Steenis

## 2.2 大果马蹄荷的发育规律

各世代的时间间隔是大果马蹄荷种群天然更新过程的周期性反映,种群的周期波动规律形成了个体的集中分布。因此大果马蹄荷的发育与群落种群动态变化有关。群落更替的中周期是 70 年,达到这个年龄的树木进入到主林层,并开始开花结实。因此天然大果马蹄荷的世代划分以 70 年为宜。人工林或光照充足的疏林 25 年开始开花结实,故以 25 年划分世代。

## 2.3 个体生长周期与种群动态变化周期的关系

天然群落中个体生长过程与整个群落的更替动态过程密切相关。一株进入主林层的树木的生长历史在一定程度上反映了群落更替的周期波动过程。为了检验群落周期波动规律的普遍性,从井冈山下

庄海拔 650 m 的另一块天然林中伐取一株树高 16.2 m,胸径 27 cm,树龄 49 年的平均木作为生长解析木<sup>[2]</sup>。

解析木分析结果表明,树高生长与胸径生长的第二次、第三次高峰期出现在 35 年左右,这与群落种群更替的小周期 28~35 年( $A_5$ 、 $A_4$ 所对应的周期)一致。另外,解析木在 35、40 和 49 年的树高平均生长量<sup>[2]</sup>是 0.31、0.33 和 0.34 m,胸径平均生长量<sup>[2]</sup>是 0.54、0.55 和 0.55 cm,这种趋势表明第 49 年时树高和胸径的生长速度仍然较快,又据野外观察,天然林中这个年龄的大果马蹄荷长势仍然旺盛。根据个体生长规律,出现较大的生长速度降低需要一段时间,同时,达到 49 年的树木大多数进入第二林冠层,能得到较好的生长条件,从而继续快速生

长。70年后大多进入主林层,光照充足,分枝较多,并进入生殖生长,消耗较多的营养物质,营养生长相对减缓,因此高、径快速生长期将在70年前后结束。这正好与种群更替变化的中周期吻合。解析木所在的群落虽然与所研究的群落地点有别,但有相同的周期性规律,说明大果马蹄荷种群动态变化的周期波动是存在的。这种波动与林冠的空隙释放有关。

树高生长的第一次高峰出现在15年,这个年龄在波幅波序图1上没有明显的周期性。可能是主林层由于雪压或大风等因素造成的大枝折断而释放小空隙所致,或是个体生长节律所致。

### 3 讨论

大果马蹄荷天然群落更新过程的周期性波动不是单一的周期,而是大周期中有中周期和小周期,大周期约140年,中周期约70年,小周期约28~35年。大果马蹄荷的个体生长的周期性波动与群落种群的动态变化密切相关。群落种群动态变化可能是各世代集中分布的原因,天然林以70年为一世代,人工林以25年划分一个世代为宜。

大果马蹄荷群落种群周期波动规律对实践应用有两个启示。一是一个或几个大周期后群落的优势种群是原优势种群,还是被其他种群替代,可以通过人为调控来确定,即种间调节。这对珍稀濒危树种

的保护,制订相应的技术措施,尤其应该考虑。在非保护区的林业实践中,可依据群落的种群动态变化周期规律,确定目的种群,培育价值较高的各种阔叶树种。二是从幼苗到进入主林层需要较长的时间,约为中周期的时间跨度70年。此期间个体由于受到多次“被压”而近于停止生长,生产力很低,并有一定的概率死亡。这种“被压”实际是群落种群动态变化的周期性波动的反映。因此人为调控,修除大树枝或清除病、虫、老、衰的个体,特别是主林层个体,有目的地释放林冠空隙或小空隙,可以消除种群小周期对个体生长的影响,使生长稳定上升,提高生产力,创造较高的经济效益。这在天然林培育和珍稀濒危树种的保护中尤其应该注意。但是,人为调控必须以保持群落的生物多样性和一切生态过程的正常进行为前提。因此,精确而有效地模拟天然林林冠空隙释放规律、个体生长与系统养分平衡规律、个体进入主林层以前的耐性规律等,就可以有效地实施对天然林的管理,达到既符合自然规律,又符合经济规律的要求。

### 参考文献

- [1] 樊映川. 高等数学[M]. 北京:人民教育出版社,1978.
- [2] 林英,叶居新,黄兆祥,等. 井冈山自然保护区考察研究[M]. 北京:新华出版社,1990.

(责任编辑:宗世贤)