

doi:10.16779/j.cnki.1003-5508.2017.01.003

## 云南肉豆蔻植物种群结构及动态研究

许林红<sup>1</sup>,谭伸明<sup>2</sup>,赵永红<sup>1</sup>,刘际梅<sup>1</sup>,陈显兵<sup>2</sup>,杨德军<sup>1\*</sup>

(1. 云南省林业科学院热带林业研究所,云南 景洪 666102;2. 景洪市林业局,云南 景洪 666100)

**摘要:**采用样地法对西双版纳热带雨林云南肉豆蔻植物种群年龄结构、空间结构等特征展开调查。将调查内容和相应数据进行统计分析后,总结得到云南肉豆蔻植物种群总体呈衰退型特征;空间结构分布特征用最小距离法检验、空间分布指数法检验、负二项参数(k)法检验、丛生指数法检验、平均拥挤度( $m^*$ )与聚块性指标( $m^*/m$ )法检验,结果均表明云南肉豆蔻种群分布呈集群分布;根据调查数据绘制云南肉豆蔻种群特定时间生命表、存活曲线、线性回归方程及显著性检验,结果表明种群呈衰退型结构特征,线性回归方程为直线型。

**关键词:**云南肉豆蔻;年龄结构;空间结构;生命表;存活曲线

**中图分类号:** S718.54\*2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-5508(2017)01-0011-05

## Population structure and Dynamics of *Myristicaceae yunnanensis* in Xishuangbanna of Yunnan

XU Lin-hong<sup>1</sup>, TAN Shen-ming<sup>2</sup>, ZHAO Yong-hong<sup>1</sup>, LIU Ji-mei<sup>1</sup>,  
CHEN Xian-bing<sup>2</sup>, YANG De-jun<sup>1</sup>

(1. Institute of Tropical Forestry, Yunnan Academy of Forestry, Jinghong 666102, Yunnan, China;  
2. Forestry Bureau of Jinghong City, Jinghong 666100, Yunnan, China)

**Abstract:** Choosing the *Myristicaceae yunnanensis* populations in tropical rain forest of Xishuangbanna as the study target, the age structure and spatial structure were investigated through sampling plot method. It was found that *Myristicaceae yunnanensis* populations showed the tendency of decline. As far as the spatial distribution characteristics was concerned, and by use of the methods such as minimum distance, spatial distribution index, negative binomial parameter, clumping index, average crowded degree or index of patchiness, all the results indicated that *Myristicaceae yunnanensis* populations displayed the aggregated distribution pattern. Time-specific life table, survival curve, equation of linear regression and significance test all exhibited the characteristics of population decline. The equation regression was linear type.

**Key words:** *Myristicaceae yunnanensis*, age structure, spatial structure, life table, survival curve

种群除了组成种群的个体具有类似的生物学特征外,还具有个体所不具备的群体特性,如出生率、死亡率、平均寿命。年龄结构和性比等。这些都

明了种群的整体性的统一性。概括地说,作为群体属性,自然种群应具有空间特征、数量特征、遗传特征等3大主要特征。本文就云南肉豆蔻种群空间特

收稿日期:2016-11-23

基金项目:“云南肉豆蔻拯救与保护”项目和“云南省技术创新人才培养”项目(2011CI069)联合资助。

作者简介:许林红(1977-),男,汉族,云南曲靖人,云南省林业科学院工程师。主要研究方向:森林培育、森林生态。Xulinhong\_hi@163.com

\* 通讯作者:杨德军(1975-),男,汉族,四川成都人,云南省林业科学院正高级工程师。主要研究方向:森林培育、森林生态。823431257@qq.com

致谢:本次调查过程得到了云南省景洪市普文试验林场张树明同志的大力支持与协助,在此郑重感谢!

征在云南勐腊县热带雨林区展开调查研究<sup>[1]</sup>。

肉豆蔻科植物是热带雨林的 대표树种,全世界约有21属、近500种。我国3属、约15种,产于海南、台湾、广东、广西、云南等省的热带地区,以云南南部为我国的主要分布中心。云南肉豆蔻,濒危种。常绿乔木,高15 m~30 m,胸径30 cm~70 cm。树干基部有少量气根。仅见于云南西双版纳海拔500 m~600 m低山潮湿的沟谷雨林中。花期12月~翌年1月,果期3月~5月,被列为国家Ⅱ级重点保护野生植物<sup>[2]</sup>。

## 1 研究地区及林分的基本概况

本次调查的云南肉豆蔻植物群落主要位于勐腊县望天树景区(经纬度:101°35′08.3″E,21°37′31.2″N)、南沙河水中桥(经纬度:101°34′14.5″E,21°36′27.7″N)及南沙河水中桥橡胶林地(经纬度:101°34′08″E,21°36′13.3″N)3个地段。该云南肉豆蔻林分所在地主要受西南季风气候的控制,属于西部型热带季风气候。据勐腊县气象站(海拔632 m)多年的观测资料:该地区年平均温度为21℃,最热月平均温度为25.6℃,最冷月平均温度为13.1℃,≥10℃积温为7 630℃,年日照时数约1 850 h;年均降雨量为1 550 mm,蒸发量为1 665 mm,年均相对湿度为86%,水热系数为2.2;干湿季交替明显,雨季(5月~10月)占全年降水量的80%以上,旱季(11月~翌年4月)降雨量不到全年降水量的20%,但旱季浓雾弥漫,尤以11月至次年3月为甚,年均雾日数达192.5 d,日雾露水量达1 mm,对减少植物蒸腾和弥补旱季水分不足起到一定的作用。云南肉豆蔻分布区的海拔高于县城,且地处山地峡谷,水湿条件要好于县城,热量稍低于县城。云南肉豆蔻分布区土壤的发育母岩为紫色砂岩、页岩和泥岩。土壤除山脊外比较湿润肥沃,土层较深厚。到1998年底,勐腊县已识别的植物4 000余种,其中能直接利用的经济植物1 000多种,有重要保护价值的300余种。境内保存完好的原始森林326 667 hm<sup>2</sup>。其中,国家级自然保护区113 333 hm<sup>2</sup>,县级保护区21 333 hm<sup>2</sup>,保护区内生长着长柄樟 *Cinnamomum longepaniculatum*、楠木 *Phoebe zhenan*、番龙眼 *Pometia tomentosa*、版纳青梅 *Vatica fleur yana*、董棕 *Caryota urens*、箭毒木 *Antiaris toxicaria*、龙脑香 *Dipterocarpus tubinatus*、苏铁 *Cycas revolute*、缅茄 *Af-*

*zelia xylocarpa*、树蕨 *Alsophila spinulosa*、鸡毛松 *Podocarpus imbricatus*、羯布罗香 *Dipterocarpus turbinatus*、铁力木 *Mesua ferrea*等珍稀濒危植物<sup>[3-4]</sup>。

## 2 研究内容及方法

2016年对云南肉豆蔻植物群落乔木层、灌木层、草本层物种多样性和植物群落结构进行调查。在3个不同地段云南肉豆蔻林分内分别设立面积为20 m×20 m的样地各1块,共3块调查样地;乔木层按20 m×20 m样方调查;灌木层取每块样地内对角线2个5 m×5 m样方进行调查;草本层取每块样地内4个顶角及样地中心区域共5个1 m×1 m样方进行调查。调查时按照林木胸径≥2 cm时划归为乔木层,胸径<2 cm、树高≥50 cm时划归为灌木层,树高≤50 cm时划归为草本层。调查并记录乔木层植物的种名、株数、高度、胸径、冠幅、枝下高等;灌木层则记录每种灌木的种名、多度、盖度、高度、冠幅等;草本植物记录植物的种名、多度、盖度、高度。记录3块样地经纬度、土壤、坡向、坡位等指标<sup>[5]</sup>。

### 2.1 相对年龄结构调查及数据处理方法

采用高贤明等的研究方法,将不同的年龄结构用立木的大小级来代替,将云南肉豆蔻的径级分为5级:高度<33 cm为Ⅰ级;高度≥33 cm,胸径<2.5 cm为Ⅱ级;2.5 cm≤胸径≤7.5 cm为Ⅲ级;7.5 cm≤胸径≤22.5 cm为Ⅳ级;胸径>22.5 cm则为Ⅴ级。如表1所示。调查后将样地内云南肉豆蔻按照此标准进行分级统计,并绘制出云南肉豆蔻种群的年龄结构图<sup>[6]</sup>。

表1 云南肉豆蔻种群年龄阶段的划分

Tab.1 Division of age grades of *Myristicaceae yunnanensis*

胸径及树高	植物种群年龄阶段
高度<33 cm	Ⅰ级幼苗
高度≥33 cm,胸径<2.5 cm	Ⅱ级幼树
2.5 cm≤胸径≤7.5 cm	Ⅲ级小树
7.5 cm≤胸径≤22.5 cm	Ⅳ级壮树
胸径>22.5 cm	Ⅴ级老树

### 2.2 高度结构划分方法

选用5 m为一个高度级统计各高度级内的株数,即:高度<5 m为Ⅰ级,5 m≤高度<10 m为Ⅱ级;10 m≤高度<15 m为Ⅲ级;15 m≤高度<20 m为Ⅳ级;20 m≤高度<25 m为Ⅴ级;高度≥30 m为Ⅵ级。根据此标准对云南肉豆蔻个体进行统计,并

绘出云南肉豆蔻种群的高度级结构图。

### 2.3 种群空间结构分布格局的检验方法选择

#### (1) 相邻个体最小距离法

$$D = \frac{1}{2N^{1/2}}$$

式中  $D$ ——个体间最小距离的理论值;

$N$ ——种群密度。

$$d = (\sum di)/n$$

式中  $d$ ——个体间最小距离的观测值;

$d_i$ ——第  $i$  个随机选择的个体与相邻个体的最小距离;

$n$ ——观测次数。

$$J = d/D$$

式中  $J$ ——种群分布型的判别指标。

当  $J=1$  时即为随机分布;当  $J < 1$  为集群分布;当  $J > 1$  时为均匀分布。

#### (2) 空间分布指数法

$$\bar{m} = \frac{\sum f_x}{n} \quad S^2 = \frac{\sum (f_x)^2 - [(\sum f_x)^2/n]}{n-1}$$

$$I = \frac{S^2}{\bar{m}}$$

式中  $x$ ——样方中某种个体数;

$f$ ——含  $x$  个体样方的出现频率;

$n$ ——样本总数;

$I$ ——种群分布型的判别指标。

当  $I=0$  时即为均匀分布;当  $I=1$  为随机分布;

当  $I > 1$  时为集群分布。

#### (3) 负二项参数( $k$ )

$$k = \frac{\bar{m}^2}{S^2 - \bar{m}}$$

$k$  值与种群密度无关, $k$  值愈小,聚集度愈大。

如果  $k$  值趋于无穷大(一般为 8 以上),则接近随机分布。

#### (4) 丛生指数( $I$ )

$$I = S^2/\bar{m} - 1$$

当  $I=0$  时,随机分布; $I > 0$  时,集群分布; $I < 0$  时,均匀分布。

#### (5) 平均拥挤度( $m^*$ )与聚块性指标( $m^*/m$ )

$$m^*/m = 1 + \frac{1}{k} \quad m^* = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{N}$$

式中: $k$  为负二项分布值; $m$  表示平均每个个体有多

少个在同单位的其他个体数。 $m^*/m = 1$  时,为随机分布; $m^*/m > 1$  时,为集群分布; $m^*/m < 1$  时,为均匀分布<sup>[7]</sup>。

### 2.4 云南肉豆蔻种群特定时间生命表编制方法

根据野外调查得到的第一手原始资料,按照以胸径确定立木种群个体年龄阶段的方法(表 1),统计组成植物群落各植物种群分别处在 I 级幼苗、II 级幼树、III 级小树、IV 级壮树、V 级老树 5 个年龄阶段的个体数。在统计森林群落各植物种群在 I 级幼苗和 II 级幼树这两个年龄阶段的个体数时应特别注意,因为森林群落中植物种群各个体处于 I 级幼苗和 II 级幼树这两个年龄阶段时,尚未伸入立木层中,而为苗木,I 级幼苗其个体数来自 15 个 1 m<sup>2</sup> 小样方内的苗木,II 级幼树其个体数来自 6 个 25 m<sup>2</sup> 小样方内的苗木更新调查资料;因此,在建立森林群落植物种群静态生命表时,还应将上述两个年龄阶段的个体数,根据标准地总面积推算成相应的标准地内的个体数,然后将各大小级现存个体数换算成每公顷株数才较为合理<sup>[7]</sup>。

### 2.5 云南肉豆蔻种群存活曲线编制方法

存活曲线可根据生命表绘制,是解释生命表最好的方法。一般存活曲线是双对数曲线,但本文采用胸径和树高大小级代替年龄级分析,因此采用单对数曲线来分析。根据各主要种群的静态生命表,将各大小级现存个体数换算成每公顷株数,然后取自然对数作为纵轴,以大小级为横轴,作出云南肉豆蔻种群的存活曲线。

## 3 数据处理及结果分析

### 3.1 云南肉豆蔻种群群落相对年龄结构

种群的年龄结构是指种群内个体的年龄分布状况,即各年龄或年龄组的个体数占整个种群个体总数的百分比结构。它是种群的重要特征之一。年龄结构关系到一个种群当前的出生率、死亡率和繁殖特点,对种群的未来发展有重要的影响。了解种群的年龄结构,可以预测种群的发展趋势。研究种群的年龄结构对深入分析种群动态和进行预测预报具有重要价值<sup>[8]</sup>。

根据调查结果进行统计分析后将样地内云南肉豆蔻树种的各级林木按照研究方法所述标准进行分级统计,并绘制出云南肉豆蔻种群的年龄结构图,如

图1所示。从图1可以看出,种群中幼体(I级幼苗和II级幼树)数量多,而处于壮年期(III级小树)、具有繁殖能力(IV级壮树)的个体数量少,导致云南肉豆蔻种群自然更新困难,种群的死亡率大于出生率,种群的数量趋于减少。即云南肉豆蔻种群整体呈现为衰退型种群。

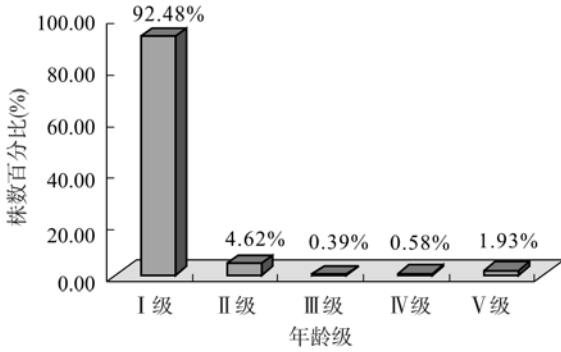


图1 云南肉豆蔻种群相对年龄结构图

Fig. 1 Relative age structure of *Myristicaceae yunnanensis* population

### 3.2 云南肉豆蔻种群落高度结构

种群高度结构即垂直结构,是植物种群在空间上的垂直分化。通常称之为成层现象,是植物的同化器官和吸收器官在地上不同高度的地下不同尝试的空间垂直配置。种群的层次结构是植物与环境之间相互关系的一种体现,具有深刻的生态学意义<sup>[8]</sup>。

根据调查结果进行统计分析后将样地内云南肉豆蔻树种的各级林木按照研究方法所述标准进行分级统计,并绘制出云南肉豆蔻种群的高度结构图,如图2所示。从图2可看出,云南肉豆蔻各高度级株数所占百分比:I级幼苗或幼树95.91%,其高度都在5m以下,据调查,50cm以下的草本层幼苗占42.62%,1m以下的灌木占42.63%,小乔木占10.66%;II级幼树0.27%,平均高度为7m,为小乔木;III、IV、V级为具有繁殖能力的成年壮树,仅占3%;VI级为老树,基本丧失或繁殖能力弱化,所占比例为0.82%。种群中幼体(I级幼苗和II级幼树)数量多,而处于壮年期、具有繁殖能力(III级、IV级、V级)的个体数量少,导致云南肉豆蔻种群自然更新困难,个体数量趋于减少。由此可见,云南肉豆蔻种群自然更新率低,种群属于衰退型种群。

### 3.3 云南肉豆蔻种群空间结构分布格局的检验

#### (1) 相邻个体最小距离法检验

本次调查云南肉豆蔻相对种群密度为0.02/

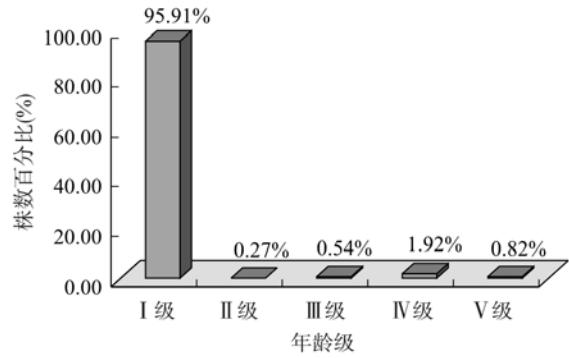


图2 云南肉豆蔻种群相对高度结构图

Fig. 2 Height structure of *Myristicaceae yunnanensis* population

$m^2$ ,按公式求得相邻个体最小距离的理论值  $D = 3.5355$ ,而个体间最小距离的观测值按相应公式求得  $d = 2.4054$ ,由此可以求得  $J = 0.6804$ ;因为  $J < 1$ ,所以云南肉豆蔻种群的分布方式应为集群分布。

#### (2) 空间分布指数法检验

根据表2统计数据,结合空间分布指数法公式可以求得方差  $(S^2) = 1.4545$ ,平均数  $(\bar{m}) = 1$ ,由此可求得空间分布指数  $(I) = 1.4545$ ;因为  $I > 1$ ,因此,可以确定云南肉豆蔻种群分布方式应为集群分布。

表2 云南肉豆蔻种群个体样方出现频率统计表

Tab. 2 Occurrence frequencies of *Myristicaceae yunnanensis* trees in different sampling plots

样本总数	物种个体数	0	1	2	3	4	5
12	出现频率 f	3	2	2	3	1	1

#### (3) 负二项参数(k)法检验

根据负二项参数法公式,结合表2,可以求得  $k = 2.2002$ ,因  $k$  值  $< 8$ ,所以云南肉豆蔻种群用此法检验分布方式为集群分布。

#### (4) 丛生指数法检验

根据丛生指数法检验公式,结合表1数据,可求得丛生指标  $I = 0.4545$ ,因  $I$  值  $> 0$ ,所以云南肉豆蔻种群用此法检验分布方式为集群分布。

#### (5) 平均拥挤度( $m^*$ )与聚块性指标( $m^*/m$ )

根据平均拥挤度与聚块性指标公式,结合表1数据,可求得聚块性指标  $I m^*/m = 1.4545$ ,因  $m^*/m$  值  $> 1$ ,所以云南肉豆蔻种群用此法检验分布方式为集群分布。

### 3.4 云南肉豆蔻特定时间种群生命表

特定时间生命表即静态生命表(static life table),是根据某一特定时间对种群作一年龄分布(结

构)的调查,它适用于世代重叠的生物,并掌握各年龄组的死亡率(数)再用统计学处理而编制的生命表<sup>[9]</sup>。

从表 3 中可以看出,云南肉豆蔻种群理论上 I 级幼苗、II 级幼树所占比例极高(97.1%),但根据实际调查却发现云南肉豆蔻种群幼苗及幼树呈零星分布,数量极少;I 级幼苗阶段死亡率最高达 95%,II 级幼树阶段死亡率为 91.5%,呈衰退型特征;III 级小树、IV 级壮树、V 级大树阶段呈稳定型特征;总体来说,云南肉豆蔻种群处于衰退型结构,种群中幼体比例减少而老体比例增大,种群的死亡率大于出生率,种群的数量趋于减少。

表 3 云南肉豆蔻种群特定时间生命表

Tab. 3 Time-specific life table of *Myristicaceae yunnanensis* population

种群	年龄级	I	II	III	IV	V
云南肉豆蔻	现存个体数	480	24	2	3	10
	每公顷株数(plant/hm <sup>2</sup> )	4000	200	17	25	83
	百分比(%)	92.48	4.62	0.39	0.58	1.93

### 3.5 云南肉豆蔻种群存活曲线

根据表 2 所列数据,按相应编制方法绘出云南肉豆蔻种群存活曲线图 3。从图 3 更能直观地看出云南肉豆蔻种群 I 级幼苗阶段向 II 级幼树阶段,II 级幼树阶段向 III 级小树阶段过渡时,死亡率极高;III 级小树向 IV、V 级过渡时,种群呈稳定增长型;总体看来,种群结构呈衰退型特征。

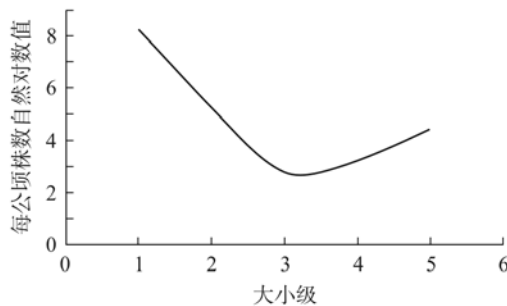


图 3 云南肉豆蔻种群存活曲线

Fig. 3 Survival curve of *Myristicaceae yunnanensis* population

为了更准确地说明,以大小级为自变量,各大小级现存个体数换算成每公顷株数的自然对数为因变量,将云南肉豆蔻种群的存活曲线进行线性回归分析,并检验其显著程度,结果为: $Y = 7.763 - 0.985X$ ,  $P = 0.0083 < 0.01$ ,说明云南肉豆蔻种群的存活曲线差异显著,存活曲线属于直线型。

## 4 结论

(1)根据云南肉豆蔻年龄结构调查发现,种群中幼体比例减少而老体比例增大,种群的死亡率大于出生率,种群的数量趋于减少。即云南肉豆蔻种群整体呈现为衰退型种群;根据云南肉豆蔻种群高度结构调查发现,种群自然更新率低,种群属于衰退型;根据云南肉豆蔻种群特定时间生命表和存活曲线及线性回归方程调查发现,种群属于衰退型。

(2)分别用相邻个体最小距离法检验、空间分布指数法检验、负二项参数( $k$ )法检验、丛生指数法检验、平均拥挤度( $m^*$ )与聚块性指标( $m^*/m$ )法检验,结果均表明云南肉豆蔻种群分布呈集群分布。

### 参考文献:

- [1] 薛建辉. 森林生态学 [M]. 高等学校教材. 北京: 2006. 1.
- [2] 杨清, 韩蕾, 陈进, 等. 西双版纳热带雨林的生态、保护现状及其对策 [J]. 广西农业生物科学, 2006, 12, 25(4): 341 ~ 348.
- [3] 唐建维, 施济普, 张光明, 等. 西双版纳不同斑块望天树种群的密度、结构和生物量 [J]. 植物生态学报, 2008, 32(1): 40 ~ 54.
- [4] 蔡年辉, 李根前, 李俊南, 等. 云南松天然林区植物群落结构的动态研究 [J]. 西北植物学报, 2006, 26(10): 2119 ~ 2124.
- [5] 尹爱国, 刘宏辉, 占卫国, 等. 石门山山顶矮林的静态生命表及存活曲线 [J]. 茂名学院学报, 2004, 14(3): 0023 ~ 04.
- [6] 宋永昌. 植被生态学 [M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2001. 10.
- [7] 谢晋阳. 森林植物立木种群静态生命表的一种编制方法 [J]. 江西大学学报(自然科学版), 1992, 16(4): 383 ~ 386.
- [8] 宋永昌. 植被生态学 [M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2001. 10.
- [9] 谢晋阳. 森林植物立木种群静态生命表的一种编制方法 [J]. 江西大学学报(自然科学版), 1992, 16(4): 383 ~ 386.