

# 闽北檫树群落乔木层物种多样性特征研究\*

洪伟 陈睿 吴承祯\*\* 柳江 何东进

(福建农林大学林学院 南平 353001)

**摘要** 采用对数级数模型对檫树群落物种多度分布格局进行预测与检验结果表明,该檫树群落物种多度分布遵从对数级数分布,即群落的均匀度相对较小,群落稳定且具有较高的生物多样性。

**关键词** 檫树群落 乔木层 物种多样性 对数级数分布

**Research on species diversity characteristics of the arbor layer in *Sassafras tzumu* community.** HONG Wei, CHEN Rui, WU Cheng-Zhen, LIU Jiang, HE Dong-Jin (College of Forestry, Fujian Agricultural and Forestry University, Nanping 353001), *CJEA*, 2004, 12(1): 66~69

**Abstract** The log series model is used to calculate and inspect the arbor species of *Sassafras tzumu* community, the results show that the arbor species obey the logarithmic series distribution and the biodiversity of *Sassafras tzumu* community is fairly high and stable.

**Key words** *Sassafras tzumu* community, Arbor layer, Species diversity, Logarithmic series distribution

檫树(*Sassafras tzumu*)属樟科乔木,喜光,宜温暖多雨气候,在肥厚湿润的酸性红黄壤中生长良好,为我国南方阔叶林主要造林树种<sup>[1]</sup>,具有材质好、用途广和需求量大,与杉木、柏木等树种混交可有效提高土壤肥力、改善林分结构和提高林分生产力等优点。本研究利用不同多样性测定指标及对数级数模型测定天然更新檫树群落乔木层物种多样性及多度分布规律,为檫树母树林经营及其混交林树种选择与配置提供理论依据。

## 1 研究区域概况与研究方法

研究区域位于福建省建阳市,地处东经 117°27′~117°53′,北纬 27°35′~27°55′,属亚热带季风性湿润气候,年均气温 19℃,年降雨量 1800mm,平均相对湿度 85%左右。檫树种群分布地段海拔高度 210~300m,坡度 25°~40°,土壤类型为花岗岩发育而成的山地红黄壤,土层较厚。檫树群落是在采伐迹地上经封山育林天然更新而成,檫树位于群落主林层,演替时间约 20 年,群落郁闭度 0.7~0.9,主要伴生树种有丝栗栲(*Castanopsis fargesii*)、拟赤杨(*Alniphyllum fortunei*)、光皮桦(*Betula luminifera*)、苦槠(*Quercus myrsinaefolia*)、酸枣(*Choerodias axillaris*)、木荷(*Schima superba*)、中华杜英(*Elaeocarpus chinensis*)和杉木(*Cunninghamia lanceolata*)等,灌草及藤本植物主要有玉叶金花(*Muaasenda pubeacens*)、苦竹(*Pleioblastus amarus*)、狗脊(*Woodwardia japonica*)、乌毛蕨(*Blechnum orientale*)和毛鳞省藤(*Cailmus thysanolepsis*)等。

受地形及林分特征的影响,在檫树群落内选择不同生境设置 4 块面积为 145m×10m、105m×25m、145m×10m 和 55m×40m 的样地,调查各样地内乔木层种类、株数、胸径及树高,并记录每样地立地条件与环境状况。对数级数模型由物种在每一多度级以上的物种数量即物种频率( $S_n$ )给出<sup>[6]</sup>,其计算公式为:

$$S_n = \frac{aX^n}{n} \quad (1)$$

式中, $S_n$ 系多度为  $n$  的物种数量, $a$ 、 $X$  为参数,其中  $0 < X < 1$ ,其数值可由下式求得:

$$S/N = [(1-X)/X][-\ln(1-X)] \quad (2)$$

式中, $S$  为群落中物种总数, $N$  为群落中个体总数,若  $S/N < 0.05$ ,则  $X > 0.99$ <sup>[7]</sup>。参数  $a$  则由参数  $X$  求得:

\* 福建省自然科学基金重大项目(2001F007,2001Z025)和福建省自然科学基金项目(B0110026)共同资助

\*\* 通讯作者

收稿日期:2002-10-3 改回日期:2002-12-06

$$a = \frac{N(1 - X)}{X} \tag{3}$$

按 Thomas 和 Shattock 法对物种多度的观察值进行分级并选择以 2 为底的对数(即种群多度的加倍)作为各多度级的上限值,且各上限值再加 0.5 以明确区分各级之间界限。首先用对数级数预测椴树群落各种的个体数,其预测式为:

$$aX, aX^2/2, aX^3/3, \dots, aX^n/n \tag{4}$$

式中,  $aX$  为具有 1 个个体的物种数目,  $aX^2/2$  为具有 2 个个体的物种数目,  $\dots, aX^n/n$  为具有  $n$  个个体的物种数目。将参数  $a$  和  $X$  代入式(4)计算各个体数的物种数目预测值,并据下式求得  $X^2$  值及  $\sum X^2$  值:

$$X^2 = \sum (\text{观察值} - \text{预测值})^2 / \text{预测值} \tag{5}$$

按自由度 = 多度级 - 1, 查卡平方 ( $\chi^2$ ) 检验表, 估计精度取 0.95 ( $\alpha = 0.05$ ), 检验观察值与预测值间的差异显著性以检验其分布。采用下述多样性指标测定椴树群落乔木层物种多样性<sup>[2-5]</sup>, 丰富度指数 ( $R$ ):

$$R = \frac{s - 1}{\ln(N)} \tag{6}$$

Gini 多样性指数 ( $D_1$ ):

$$D_1 = 1 - \sum P_i^2 \tag{7}$$

S-W 多样性指数 ( $H_p$ ):

$$H_p = - \sum (P_i \ln P_i) \tag{8}$$

Mcintosh 多样性指数 ( $D_{mc}$ ):

$$D_{mc} = [N - (\sum N_i^2)^{1/2}] / (N - \sqrt{N}) \tag{9}$$

Simpson 多样性指数 ( $D$ ):

$$D = 1 - \sum N_i(N_i - 1) / [(N \times (N - 1))] \tag{10}$$

群落均匀度 ( $J$ ):

$$J = (\lg N - \sum N_i \lg N_i / N) / \{ \lg N - [\alpha(s - \beta) \lg \alpha + \beta(\alpha + 1) \lg(\alpha + 1)] / N \} \tag{11}$$

Pielou 均匀度指数 ( $J_{sw}$ ):

$$J_{sw} = - \sum P_i \ln P_i / \ln s \tag{12}$$

基于 Gini 指数均匀度指数 ( $J_g$ ):

$$J_g = (1 - \sum P_i^2) / (1 - 1/s) \tag{13}$$

Sheldon 均匀度指数 ( $E_s$ ):

$$E_s = [\exp(- \sum P_i \ln P_i)] / s \tag{14}$$

式中,  $s$  为样地物种数目,  $N$  为样地多度指标总和(分层或总体),  $N_i$  为第  $i$  个种多度指标,  $P_i = N_i/N$  ( $i = 1, 2, 3, \dots, n$ ),  $\beta$  为  $N$  被  $s$  整除的余数,  $\alpha$  为  $(N - \beta)/s$ 。

## 2 结果与分析

### 2.1 椴树群落乔木层物种多度的对数级数模型

表 1 椴树群落乔木层物种多度分布参数

Tab.1 The parameters of abundance distribution of the arbor layer in *Sassafras tzumu* community

样地 Plots	种数(S) No. of species	个体数(N) No. of individuals	S/N 值 S/N value	X 值 X value	$\alpha$ 值 $\alpha$ value	$X^2$ 值 $X^2$ value	$X^2$ 临界值 Standard value of $X^2$
A	12	120	0.1000	0.97399	3.20406	5.89	11.07
B	15	308	0.0487	0.98999	3.11309	2.06	12.59
C	8	232	0.0345	0.99399	1.40191	8.89	12.59
D	15	285	0.0526	0.98899	3.17170	9.75	12.59
总样地	18	945	0.0190	0.99699	2.84962	2.90	15.51

应用对数级数分布模型对天然更新樟树群落乔木层物种多度分布进行拟合,并利用公式(2)~(5)求得各样地种群多度分布参数  $\alpha$  和  $X$  及  $\sum X^2$  值(见表 1)。查卡平方( $X^2$ )检验表,样地 A、B、C、D 和总样地中  $\sum X^2$  值均  $< X_{0.05}^2$ , 表明其观察值和预测值均无明显差异,表明樟树群落物种组成以少数种如樟树、丝栗栲和拟赤杨等为主,多数种个体数较小,即群落物种均匀度相对较小,观察值和预测值间差异不显著。随群落演替的发展,樟树群落物种多度分布逐渐适于对数级数分布模型,反映出 1 个或多个物种在群落中所占优势状态。故天然更新樟树群落乔木层物种多度分布符合对数级数分布。

## 2.2 樟树群落乔木层物种多样性指数

表 2 樟树群落乔木层物种多样性指数

Tab.2 Species diversity indices of the arbor layer in *Sassafras tzumu* community

乔木层物种多样性指标 Species diversity indices in arbor layer	样地 A Plot A	样地 B Plot B	样地 C Plot C	样地 D Plot D	总样地 Total plot
丰富度指数( $R$ )	2.2977	2.4432	1.2852	2.4768	2.4813
Gini 多样性指数( $D_1$ )	0.7804	0.7892	0.7137	0.7538	0.7874
S-W 多样性指数( $H_p$ )	1.9106	1.8896	1.5057	1.9582	1.9836
Mcintosh 多样性指数( $D_m$ )	0.5848	0.5736	0.4976	0.5552	0.5571
Simpson 多样性指数( $D$ )	0.7870	0.7918	0.7168	0.7746	0.7783
群落均匀度( $J$ )	0.7689	0.6978	0.7241	0.7327	0.6863
Pielou 均匀度指数( $J_{sw}$ )	0.7689	0.6978	0.7241	0.7327	0.6863
基于 Gini 指数均匀度指数( $J_g$ )	0.8514	0.8456	0.8157	0.8270	0.8337
Sheldon 均匀度指数( $E_s$ )	0.5631	0.4411	0.5634	0.4849	0.4038

由表 2 可知樟树群落乔木层物种较少,其中样地 B 和 D 物种数较多。综合不同物种多样性指标及其互相验证,样地 A 乔木层物种多样性指数居 4 块样地之首,表明其物种多样性较高且分布较均匀。样地 B 和 D 虽物种较丰富,但该 2 块样地樟树、丝栗栲和拟赤杨株数占该样地总物种株数 1/3 以上,造成这 2 块样地物种丰富度高但多样性指标较低。样地 C 虽物种均匀度较高,但因其物种较少,物种丰富度及多样性指标均较低。

就总样地而言,樟树群落物种丰富度和多样性指数均较高,但均匀度较低,即物种分布不均匀,群落组成以少数几个物种为主,群落中多数物种个体数量较少。A、B、C、D 及总样地多样性指数及其均匀度测定结果与物种多度分布格局分析结果一致,表明樟树群落物种组成丰富度和多样性指数较高,但物种均匀度较低,以个别种为优势种,多数物种个体数量较少。

## 2.3 樟树群落与其他群落物种多样性比较

天然更新樟树群落与暖温带落叶阔叶林群落及福建万木林自然保护区 5 个主要亚热带常绿阔叶林群落物种多样性比较而知(见表 3),天然更新樟树群落乔木层包含物种明显比暖温带落叶阔叶林丰富,其原因是樟树群落位于亚热带地区,水热条件远优于暖温带,其物种丰富度( $R$ )、多样性指数

表 3 樟树群落与其他群落物种多样性比较

Tab.3 Comparison of diversity of the arbor layer in *Sassafras tzumu* and other species communities

群落类型 Forest types	丰富度指数( $R$ ) Richness index	Shannon-Wiener 多样性指数( $H_p$ )	Simpson 多样 性指数( $D$ )	Pielou 均匀 度指数( $J_{sw}$ )
		Shannon-Wiener diversity index	Simpson diver- sity index	Pielou evenness index
天然更新樟树群落	2.48	1.98	0.79	0.69
暖温带北部落叶阔叶林	0.77	0.69	0.54	0.46
暖温带中部落叶阔叶林	0.95	1.01	0.47	0.56
暖温带南部落叶阔叶林	1.56	1.10	0.48	0.69
罗浮栲+木荷+丝栗栲群落	3.91	2.38	0.75	0.84
沉水樟+猴欢喜+桂北木姜子群落	3.66	2.36	0.74	0.85
观光木+木荷+浙江桂群落	6.35	3.11	0.88	0.94
浙江桂+木荷+丝栗栲群落	4.15	2.09	0.58	0.72
细齿阿丁枫+米槠+木荷群落	4.40	2.42	0.73	0.82

( $H_p$ )和优势度( $D$ )也相应较高,且该群落组成以少数几个物种为主,其物种均匀度( $J_{sw}$ )与暖温带南部落叶阔叶林群落相近,高于暖温带北部和中部落叶阔叶林群落。樟树群落正处于群落演替阶段且人为干扰较严重(拟建为种子园),以樟树、丝栗栲和拟赤杨等少数树种为主,多数树种在群落中所占比例较少,与同地理纬度带福建万木林自然保护区 5 个主要亚热带常绿阔叶林群落相比该群落物种丰富度( $R$ )、多样性指数( $H_p$ )和物种均匀度( $J_{sw}$ )均较低,但优势度( $D$ )较高。

### 3 小结与讨论

天然更新檫树群落乔木层物种多度分布符合对数级数分布模型,群落物种组成以少数几个种为主,而多数种个体数量较少,即群落均匀度相对较小。该群落乔木层物种多样性指标也相对较小,其成因是林分生长过程中受到一定人为破坏。今后应注重加强檫树群落的保护、管理及合理利用,在丰富檫树种质资源的同时,有效保护群落生物多样性,以促进檫树群落持续发展。

### 参 考 文 献

- 1 柳 江,洪 伟,吴承祯等.天然更新檫树竞争规律研究.江西农业大学学报,2001,23(2):240~243
- 2 郝占庆,陶大立,赵士洞.长白山北坡阔叶红松林及其次生白桦林高等植物物种多样性比较.应用生态学报,1994,5(1):16~23
- 3 洪 伟,吴承祯.福建龙栖山森林群落林窗边缘效应研究.林业科学,2000,36(2):33~38
- 4 吴承祯,洪 伟,陈 辉等.万木林中亚热带常绿阔叶林物种多样性研究.福建林学院学报,1996,16(1):33~37
- 5 谢晋阳,陈灵芝.暖温带落叶阔叶林的乔木层物种多样性特征.生态学报,1994,14(4):334~337
- 6 Fisher R. A. The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. J. Anim. Ecol., 1943, 12: 42~58
- 7 Magurran A. E. Ecological diversity and its measurement. Sydney: Croom Helm, Princeton University Press, 1988. 1~79

---

### 欢迎订阅 2003 年《中国农业资源环境文摘》

《中国农业资源环境文摘》(原名《中国农业文摘—土壤肥料》)于 1985 年创刊,收录了全国 200 余种农业科技期刊中关于土壤学、肥科学、植物营养学和生态环境科学方面的文献,是本学科专业核心期刊评价的指标刊物,也是我国本学科惟一文献检索刊物。2003 年起《中国农业文摘—土壤肥料》更名为《中国农业资源环境文摘》,原办刊宗旨与发行范围不变。报道内容包含原《中国农业文摘—土壤肥料》报道范围,侧重于报道生态农业、环境科学、资源可持续利用以及学科之间交叉领域的新理论、新技术和新方法,为广大土壤科学、资源与环境科学科技工作者服务,促进学术交流,推动学科发展。本刊为双月刊,16 开本,刊号:CN 11-4920/S,ISSN 1002-543X。邮发代号:18-124,每期定价 10.00 元,全年 60.00 元,公开发行,全国各地邮局均可订阅,漏订者可直接向编辑部订阅。地址:(100081)北京市中关村南大街 12 号中国农业科学院科技文献信息中心《中国农业资源环境文摘》编辑部,电话:(010)68919886 转 2313。