

# 陈和洞自然保护区常绿阔叶林结构多样性研究

解丹丹<sup>1,2</sup>, 李意德<sup>3</sup>, 苏志尧<sup>2</sup>

(1 华南农业大学 理学院, 广东 广州 510642; 2 华南农业大学 林学院,  
广东 广州 510642; 3 中国林业科学研究院 热带林业研究所, 广东 广州 510520)

**摘要:**根据样方调查数据,以空间变化、物种多样性及树木大小3个指标分析了广州从化陈和洞自然保护区常绿阔叶林的结构多样性。3个样地群落组成的对比表明,25个共有种均是亚热带常绿阔叶林的特征成分,包括赤楠蒲桃 *Syzygium buxifolium*、网脉山龙眼 *Helicia reticulata*、华南樟 *Cinnamomum austro-sinensis*、硬斗石栎 *Lithocarpus hancei*、白锥 *Castanopsis fabric* 等。上库(SK)和上库南坡(SKN)林分的丰富度差异不显著,但与上库山顶西坡(SKX)的差异显著( $P < 0.01$ ),SK及SKN群落冠层的优势现象更明显,样方多度平均值均较低。SKX群落的Simpson指数、Shannon-Weiner指数及均匀度指数的变化均比SK和SKN的缓和。3个林分乔木的树高和胸径变化总趋势均为小级别的个体占多数,SKN群落树木的平均树高和平均胸径均明显高于其他2个样地,SK次之,SKX的最小,说明生境条件的差异对森林群落结构多样性和群落空间异质性有重要的影响。

**关键词:**结构多样性;常绿阔叶林;陈和洞自然保护区

中图分类号:Q145

文章标识码:A

文章编号:1001-411X(2007)04-0069-04

## Structural Diversity in the Broadleaved Evergreen Forest of Chenhedong Nature Reserve, Guangdong Province, China

XIE Dan-dan<sup>1,2</sup>, LI Yi-de<sup>3</sup>, SU Zhi-yao<sup>2</sup>

(1 College of Sciences, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China; 2 College of Forestry, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China; 3 Institute of Tropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Guangzhou 510520, China)

**Abstract:** Based on the data collected from sampled surveys in the field work, spatial distribution, species diversity, and variations in tree dimensions in the broadleaved evergreen forest stands in Chenhedong Nature Reserve were analyzed. A comparison of the community composition between the three sites indicated that 25 shared species were characterized by floristic elements of the typical subtropical broadleaved evergreen forest, including *Syzygium buxifolium*, *Helicia reticulata*, *Cinnamomum austro-sinensis*, *Lithocarpus hancei*, and *Castanopsis fabric*, etc. The abundance of Shangku stand (SK) was not significantly different from that of the southern slope of Shangku stand (SKN), but both were significantly different from that of western slope on the mountaintop of Shangku (SKX) ( $P < 0.01$ ). The dominant phenomenon in the canopy layer was more conspicuous at SK and SKN stands, with low average abundance by quadrats. Variability in Simpson index, Shannon-Weiner index, and evenness index at SKX stand was moderate as compared with that at SK and SKN stands. All of the 3 stands showed a trend in concentration of individuals in small DBH or height class, with the mean of tree height and DBH from SKN stand significantly greater than that from SK and SKX stands. The findings from this study demonstrated that differences in stand condition had an important effect on structural diversity and spatial distribution of forest communities.

**Key words:** structural diversity; broadleaved evergreen forest; Chenhedong Nature Reserve

收稿日期:2006-11-06

作者简介:解丹丹(1983—),女,硕士研究生; 通讯作者:苏志尧(1963—),男,教授,博士。E-mail:zysu@scau.edu.cn  
基金项目:国家林业局热带林业研究重点实验室开放基金(2005K02);广东省科技计划项目(2002C20703)

群落结构与功能是森林生态系统的2个相互依存的重要特征,森林生态系统的结构多样性是其行使正常生态系统服务功能的基础.森林生态系统的功能是其结构的表现,结构合理,功能才能得到正常发挥,结构最优,功能才能达到最佳<sup>[1-3]</sup>.而林分的结构多样性包括3个主要组成部分:空间分布或空间变化、物种多样性及树木大小多样性<sup>[4-5]</sup>.广东省从化陈和洞自然保护区分布的常绿阔叶林因长期以来得到很好的保护,其外貌及林相与广东省内其他保存完好的天然常绿阔叶林<sup>[6-8]</sup>相似.过去对亚热带常绿阔叶林生物多样性的研究多从物种多样性的层面进行,很少从结构多样性的角度去探讨.本文通过分析从化陈和洞自然保护区内3个常绿阔叶林样地的调查数据,试图从群落物种多样性的空间变异、物种多样性及树木大小多样性3个方面揭示该区常绿阔叶林的结构多样性,从而深入认识陈和洞自然保护区常绿阔叶林的结构特征,为进行合理保护和利用提供科学依据.

## 1 材料与方法

### 1.1 研究地自然概况

陈和洞自然保护区位于广州北郊从化市吕田镇境内(113°45'~113°54'E, 23°32'~23°50'N),距广州市区约100 km.该区属亚热带季风气候,年平均气温20.3℃,以7月最热,月平均温度为27.4℃;1月最冷,月平均温度为9.5℃.年平均降水量2 104 mm,年平均相对湿度79%.土壤以花岗岩发育而成的砖红壤或赤红壤为主.地形主要是中低山地、丘陵.自然保护区内最高山峰的海拔为1 256.5 m.

调查样地设于陈和洞自然保护区内3个不同地点,分别是上库(Shangku, SK)、上库南坡(south slope of Shangku, SKN)和上库山顶西坡(west slope on the mountaintop of Shangku, SKX).SK样地位于广州抽水蓄能电站上水库的大坝附近,海拔约为775 m;SKN样地海拔约850 m;SKX样地海拔约890 m.

### 1.2 调查取样方法

分别在SK、SKN和SKX各设置1个2 000 m<sup>2</sup>的代表性样地进行调查,每个样地按10 m×10 m设置20个样方,调查样地总面积共6 000 m<sup>2</sup>.在每个样方内进行每木调查,测定胸径(DBH)≥2.50 cm的所有立木;同时在林下设置2 m×2 m的5个小样方,进行林下植被调查.

### 1.3 数据统计分析方法

调查数据经录入整理后用生态学多元分析软件PC-ORD 4.0<sup>[9]</sup>计算3个样地上每个样方的生物多样性指标,包括丰富度 $S$ (即物种数)、Shannon-Wiener

指数 $H(H = -\sum p_i \ln p_i)$ 、均匀度 $E(E = H/\ln S)$ 、Simpson指数 $D(D = 1/\sum p_i^2)$ ,公式中 $p_i$ 为第 $i$ 种的个体数与样方总个体数的比值;Simpson指数有多种计算公式,但在PC-ORD软件中所采用的Simpson指数计算公式表达的是种间相遇概率(probability of interspecific encounter, PIE),该公式被Hurlbert等<sup>[10]</sup>生态学家认为最能反映群落的物种多样性状况.其他的统计分析和计算则在STATISTICA 5.5统计软件<sup>[11]</sup>完成.

## 2 结果与分析

### 2.1 物种多样性及其空间变异

2.1.1 丰富度 样地调查结果表明,陈和洞自然保护区常绿阔叶林的优势现象较明显,优势种群包括:硬斗石栎*Lithocarpus hancei*、白锥*Castanopsis fabric*、华南樟*Cinnamomum austro-sinensis*、赤楠蒲桃*Syzygium buxifolium*、大叶青冈*Cyclobalanopsis jenseniana*、甜锥*Castanopsis eyrei*、网脉山龙眼*Helicia reticulata*、阿丁枫*Altingia chinensis*、深山含笑*Michelia maudiae*、杜英*Elaeocarpus decipiens*.3个样地乔木层的共有种群包括:赤楠蒲桃、网脉山龙眼、华南樟、硬斗石栎、白锥等25个物种.

在样地面积相同的3个常绿阔叶林群落中,乔木树种在SK样地物种最丰富(56种),SKN样地的物种最少(40种),SKX样地物种居中(52种);但若按物种数(不含地被物种)在每个100 m<sup>2</sup>的样方中分布的平均值来看,则SK样地为9.85,SKN样地为9.3,SKX样地为12.85,SK样地与SKN样地的物种数非常接近.对3个群落按物种数在每个样方中的分布(表1)进行方差分析表明,他们之间存在显著差异( $P < 0.01$ ).进一步应用Fisher LSD进行多重比较,结果表明其差异存在于SK样地与SKX样地以及SKN样地与SKX样地之间,而SK样地与SKN样地间的丰富度分布差异不显著.这种结果可作如下的解释:SK与SKN样地生境条件相近,且水热条件比SKX更好,因此,在植物群落长期的发展中,SK及SKN群落冠层的乔木树种的优势现象更明显,因此,样方物种丰富度平均值均较低.

2.1.2 多样性指数及均匀度 3个样地按照样方计算的多样性指标见表1.各个样地的乔木层中,SK的第20个样方中物种的Simpson多样性指数 $D$ (0.940)最高,第11个样方中(0.613)最低;SKN的第6个样方中物种的 $D$ (0.920)最高,第17个样方中(0.469)最低;SKX的第18个样方中物种的 $D$ (0.913)最高,第11个样方中(0.725)最低. SKX处群落的 $D$ 的变化比SK和SKN的都要缓和.从

不同样方中物种的 Shannon-Wiener 指数来看,它们的范围在 0.994 ~ 2.976. Simpson 多样性指数和 Shannon-Wiener 多样性指数的共同之处是它们在 SKX 的 20 个样方中的变化都较 SK 和 SKN 缓和.

各样地乔木层中,SK 的第 3 个样方的均匀度指数(0.969)最高,第 10 个样方(0.656)最低;SKN 的

第 1 个样方的均匀度指数(0.980)最高,第 17 个样方(0.618)最低;SKX 的第 17 个样方的均匀度指数(0.965)最高,第 10 个样方(0.720)最低. SKX 的均匀度指数比 SK 和 SKN 的均匀度指数变化缓和. 3 个样地的各自的均匀度指数变化趋势相同,结果与多样性指数反映的趋势基本一致.

表 1 陈和洞自然保护区 3 个样地内物种多样性指数及其分布<sup>1)</sup>

Tab. 1 Species diversity indexes and distribution of three stands in Chenhehong Nature Reserve

样方号 plot no.	上库 Shangku (SK)				上库南坡 south slope of Shangku (SKN)				上库山顶西坡 west slope on the mountaintop of Shangku (SKX)			
	S	E	H	D	S	E	H	D	S	E	H	D
1	9	0.920	2.022	0.845	8	0.980	2.038	0.865	14	0.767	2.023	0.790
2	9	0.888	1.952	0.824	10	0.896	2.062	0.833	13	0.814	2.087	0.843
3	10	0.969	2.232	0.886	8	0.885	1.840	0.810	16	0.780	2.163	0.833
4	10	0.869	2.001	0.841	9	0.931	2.045	0.847	11	0.864	2.071	0.842
5	8	0.952	1.979	0.847	10	0.945	2.175	0.873	15	0.918	2.485	0.897
6	8	0.863	1.795	0.796	15	0.967	2.618	0.920	14	0.819	2.160	0.842
7	5	0.777	1.251	0.654	9	0.851	1.869	0.782	11	0.876	2.100	0.851
8	7	0.818	1.591	0.730	9	0.898	1.972	0.830	11	0.886	2.124	0.859
9	6	0.902	1.617	0.773	10	0.960	2.210	0.882	18	0.866	2.502	0.889
10	14	0.656	1.731	0.712	13	0.952	2.441	0.900	12	0.720	1.788	0.733
11	5	0.741	1.193	0.613	10	0.910	2.096	0.844	11	0.769	1.844	0.725
12	12	0.793	1.970	0.815	6	0.804	1.440	0.688	10	0.951	2.190	0.877
13	16	0.933	2.588	0.910	15	0.928	2.514	0.903	12	0.918	2.282	0.875
14	9	0.910	2.000	0.840	10	0.915	2.106	0.852	13	0.932	2.389	0.892
15	9	0.877	1.926	0.821	7	0.943	1.834	0.820	13	0.875	2.245	0.856
16	7	0.886	1.723	0.789	5	0.970	1.561	0.778	12	0.895	2.223	0.862
17	11	0.938	2.250	0.880	5	0.618	0.994	0.469	10	0.965	2.223	0.885
18	10	0.896	2.062	0.851	7	0.935	1.818	0.817	15	0.950	2.572	0.913
19	9	0.959	2.107	0.867	9	0.928	2.040	0.854	11	0.848	2.034	0.816
20	23	0.949	2.976	0.940	11	0.907	2.174	0.862	15	0.935	2.532	0.907

1) S: 物种数 no. of species; E: 均匀度指数 evenness index; H: Shannon-Wiener 指数 Shannon-Wiener index; D: Simpson 指数 Simpson index

2.2 乔木树高多样性及其空间变化

树高分布是反映群落的垂直结构和对光能利用情况的重要因子<sup>[12]</sup>. 陈和洞 3 个林分的树高变化总趋势是高度级小的乔木占多数,随着高度级的增大林木株数也随之减少(图 1). 胸径(DBH) ≥ 2.5 cm 的个体中,SKN 林分中乔木树高最大为 28 m,最小为 2 m,平均树高为 8.7 m,标准偏差 4.76. SK 林分中乔木树高最大为 20 m,最小为 1 m,平均树高为 7.0 m,标准偏差 3.16. SKX 林分中乔木树高最大为 18 m,最小为 1.5 m,平均树高为 6.2 m,标准偏差 2.67. SKN 的个体总体来说都比较高,而这 3 个林分发生的历史一致,均为异龄林,因此,可能是因为 SKN 向阳,光热条件较充足而造成的.

3 个林分树高方差分析的结果表明,树高在 3 个林分的分布并不均匀,存在显著的空间异质性(P < 0.01). SKN 的平均树高明显高于 SK 和 SKX. SK 次之,SKX 最小(图 2a). 这与图 1 显示的结果是相吻合的.

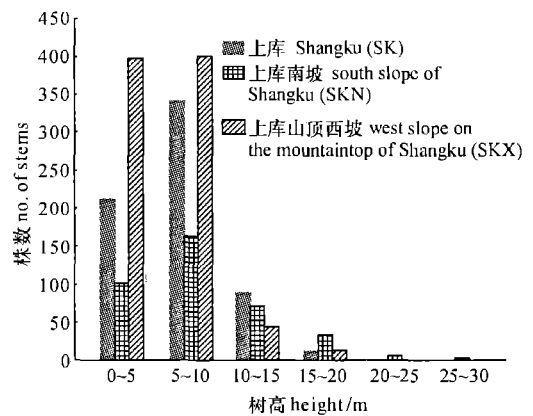
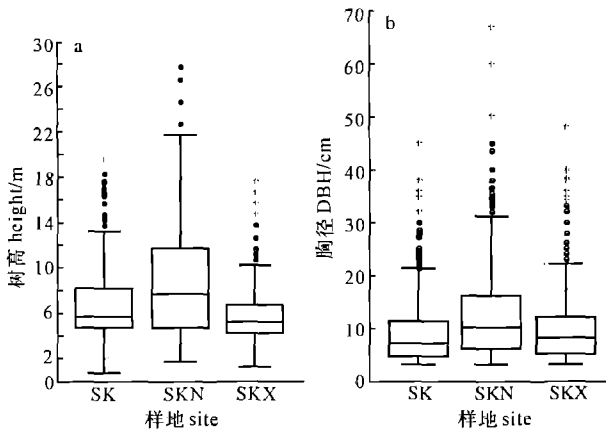


图 1 陈和洞 3 个林分树高变化直方图

Fig. 1 Histogram showing tree height variation in Chenhedong Nature Reserve

2.3 乔木径级多样性及其空间变化

林木的胸径分布,是反映该林分的结构是否合理和研究该群落是否遭受干扰破坏的重要指标<sup>[12]</sup>. 陈和洞自然保护区 3 个林分的乔木径级分布如图 3



SK: 上库 Shangku; SKN: 上库南坡 south slope of Shangku; SKX: 上库山顶西坡 west slope on the mountaintop of Shangku

图2 陈和洞3个林分树高和胸径的空间异质性

Fig.2 Spatial diversity of tree height and DBH at three stands in Chenhedong Nature Reserve

所示。总的来说,小径级的乔木占多数,随着径级的增大株数也越来越少,根据林木个体之间的竞争理论<sup>[1]</sup>,这种径级分布结构是合理的。

SK林分中立木胸径最大为45 cm,最小为2.5 cm,平均为9.0 cm,标准偏差为6.52。SKN林分中胸径最大为67 cm,最小为3 cm,平均为13.0 cm,标准偏差为9.75。SKX林分中胸径最大为48 cm,最小为3 cm,平均为9.6 cm,标准偏差为6.71。其中SKN的较大径级的林木所占比例比SK、SKX的要大,SKX次之,SK最小。原因可能是南坡向阳,林木获得更多的光照,因此生长较好。

对陈和洞3个林地的胸径进行方差分析,比较其空间异质性,结果如图2b。图2b表明,胸径在3个样地林分的分布并不均匀,存在显著的空间异质性( $P < 0.01$ )。SKN林分立木的平均胸径明显高于SK和SKX的林分;SKX的次之,SK的最小。这与图3的显示结果是相吻合的。

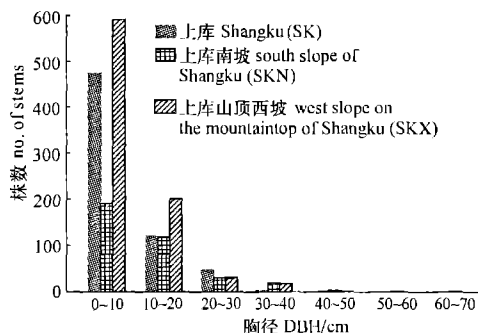


图3 陈和洞3个林分胸径变化直方图

Fig.3 Histogram showing DBH variation in Chenhedong Nature Reserve

### 3 结论

陈和洞自然保护区3个样地的常绿阔叶林群落的物种数、均匀度指数、Simpson指数、Shannon-Wie-

ner指数总体来说都比较高。在空间异质性方面,SKX的Simpson指数、Shannon-Wiener指数及均匀度指数的变化均比SK和SKN的缓和。研究表明,生境条件对森林群落的结构多样性有重要的影响。生境条件相近的群落,如SK的群落及SKN的群落,空间异质性的表现相似;而生境条件差异大的群落,群落的结构多样性有显著的差异。因此,对结构多样性的进一步定量研究,可作为反映森林生境的替代指标。3个群落的树高和径级的分布不均匀,胸径分布均为小级别的乔木占多数,随着径级的增大株数也越来越少,体现出该地森林群落处于进展演替阶段。但物种多样性、树高与径级多样性这些表征群落结构多样性指标,对于反映陈和洞森林群落的结构特征有很好的 consistency。

### 参考文献:

- [1] 李景文. 森林生态学[M]. 2版. 北京:中国林业出版社,1994: 6-11.
- [2] SMITH R L, SMITH T M. Ecology and field biology [M]. New York: Benjamin Cummings,2001: 383-387.
- [3] PELTZER D A, BAST M L, WILSON S D, et al. Plant diversity and tree responses following contrasting disturbances in boreal forest [J]. Forest Ecology and Management, 2000, 127: 191-203.
- [4] POMMERENING A. Approaches to quantifying forest structure[J]. Forestry, 2002, 75: 305-324.
- [5] VARGA P, CHEN H Y H, KLINKA K. Tree - size diversity between single-and mixed - species stands in three forest types in western Canada[J]. Canadian Journal of Forest Research, 2005, 35: 593-601.
- [6] 贺金生,陈伟烈,李凌浩. 中国中亚热带东部常绿阔叶林主要类型的群落多样性特征[J]. 植物生态学报, 1998,22(4): 303-311.
- [7] 苏志尧,陈北光,古炎坤. 粤北八宝山森林群落的组成和结构特征[J]. 广西植物, 1995,15(2): 124-130.
- [8] 苏志尧,陈北光,吴大荣. 广东英德石门台自然保护区的植被类型和群落结构[J]. 华南农业大学学报, 2002,23(1):58-62.
- [9] McCUNE B, MEFFORD M J. PC-ORD: Multivariate analysis of ecological data, version 4. 20 [CP/DK]. Glenden Beach, OR: MjM Software Design, 1999.
- [10] HURLBURT S H. The nonconcept of species diversity and critique and alternative parameters[J]. Ecology,1971,52: 559-564.
- [11] Statsoft Inc. STATISTICA for windows: Computer program manual[CP/DK]. Tulsa: Statsoft Inc., 1997.
- [12] 李意德. 海南岛尖峰岭热带山地雨林的群落结构特征[J]. 热带亚热带植物学报, 1997, 5(1): 18-26.

【责任编辑 李晓卉】