

文章编号: 1001-411X(2001)03-0005-04

# 广州白云山几种森林群落的物种丰富度和多样性

苏志尧, 陈北光, 古炎坤, 谢正生, 曾曙才

(华南农业大学林学院, 广东 广州 510642)

摘要: 研究了广州白云山风景名胜区森林群落的物种多样性, 利用 Simpson 指数和 Shannon-Wiener 指数, 按群落类型计算了各群落的总体多样性指数和均匀度、不同层次和不同径级的多样性指数和均匀度。各群落的 Simpson 多样性指数为 4.537 9~9.359 1; 均匀度为 0.178 2~0.428 8; Shannon-Wiener 多样性指数为 2.767 2~3.669 1; 均匀度为 0.663 7~0.811 9; 其数值与鼎湖山和粤北南岭国家级自然保护区天然林的相关研究接近, 但物种丰富度则较低。多样性指数的高低与各群落所受干扰程度有关, 受干扰程度最小的“荷木+中华锥-九节”群落, 其 Shannon-Wiener 多样性指数最高。同时各群落的幼苗层均具有较高的多样性指数, 显示出群落有较强的天然更新潜力。

关键词: 白云山风景名胜区; 物种丰富度; 物种多样性; 均匀度; 森林群落

中图分类号: Q948.5

文献标识码: A

物种多样性研究是近年来兴起的热点研究领域之一。由于一个群落或生态系统的多样性是其组织结构水平的一种反映, 并且常常与系统的复杂性和稳定性相联系<sup>[1]</sup>, 故物种多样性可用于对系统进行评价。白云山风景名胜区位于广州市东北部, 是以森林景观占主导地位的多功能休闲、游憩场所, 素有广州市的“市肺”之称。过去对白云山森林群落的研究主要从区系成分<sup>[2]</sup>、植被特点<sup>[3]</sup>以及林分改造<sup>[4,5]</sup>等方面去探讨。本文则尝试通过调查和测算白云山风景名胜区几种天然性较强的森林群落的物种多样性指数, 来揭示白云山森林群落的结构特征。

## 1 样地概况和研究方法

### 1.1 样地概况

广州白云山地理位置约居北纬 23°11', 东经 113°19', 山体呈南北走向。主要山峰包括摩星岭、牛牯岭、五雷岭、孖髻岭等, 最高峰为摩星岭, 海拔 382 m。整个白云山风景区面积 21 km<sup>2</sup>。

选取相对远离景点的天然林地设置样地, 在山庄后山、摩星岭西北坡, 碑林下坡, 白云松涛 4 个地点共设置 10 块样地, 每块样地 900 m<sup>2</sup>, 再在每块样地内按 10 m×10 m 的相邻格子样方取样, 样方总面积 9 000 m<sup>2</sup>。在样地内对所有 DBH≥3 cm 的立木进行每木调查, 记录树高、胸径 (DBH)、冠幅和枝下高等内容。在每个 100 m<sup>2</sup> 样方内的 4 个角设置 2 m×2 m 的小样方 4 个, 记录幼苗数量。对每块样地用手持式照度计测定郁闭度。外业调查于 1998 年 7 月完成。

### 1.2 物种多样性指数和均匀度的计算

最常用的物种多样性指数为 Simpson 多样性指

数和基于信息论的 Shannon-Wiener 多样性指数, 其计算公式如下<sup>[6]</sup>:

$$SP = N(N-1) / \sum_{i=1}^S n_i(n_i-1);$$

$$SW = - \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i.$$

式中,  $SP$  为 Simpson 多样性指数,  $N$  为群落样地的全部个体总数,  $n_i$  为第  $i$  种的个体数,  $S$  为种数,  $SW$  为 Shannon-Wiener 多样性指数,  $P_i$  为第  $i$  种的个数与总个体数之比, 即  $P_i = n_i / N$ 。

群落均匀度是指群落中的各个种多度的均匀程度。均匀度一般通过实测的多样性指数与理论上最大的多样性指数之比值来衡量。S 个种的总体中, 当  $n_i / N = 1 / S$ , 即每个种都有相同的个体数时, 物种多样性指数最大, 这时可以推导出:

$$SP_{\max} = S(S-1) / (S-1),$$

$$SW_{\max} = - \sum_{i=1}^S \frac{1}{S} \log_2 \frac{1}{S} = \log_2 S.$$

基于 Simpson 指数的均匀度计算式为:

$$E = SP / SP_{\max};$$

基于 Shannon-Wiener 多样性指数的均匀度计算式为:

$$E' = SW / SW_{\max} = SW / \log_2 S.$$

## 2 结果与分析

### 2.1 群落的丰富度和优势种

丰富度 (richness) 是物种多样性的一个最重要和

最基本的指标,它是指样地群落中所出现的物种数量,是与物种多样性指数和均匀度呈紧密正相关的一个指标<sup>[7,8]</sup>.

白云山森林群落立木层的丰富度不算高,在全部 9 000 m<sup>2</sup> 的样地中共记录到  $DBH\geqslant 3$  cm 的木本植物 61 种,共 1 640 株个体,种密度仅为 68 种/hm<sup>2</sup>,个体密度为 1 823 株/hm<sup>2</sup>. 比粤北八宝山常绿阔叶林相应径级以上的种密度和个体密度都要低<sup>[9]</sup>. 这是与白云山植被的变迁相一致的. 白云山森林植被在 40 年代就已遭到破坏. 50 年代起进行了大规模的人工造林,主要是马尾松(*Pinus massoniana*)飞播. 因此,白云山的现状植被是人工植被和天然次生植被的混合体,许多常绿阔叶林都是在马尾松成林后形成的次生性植被<sup>[3]</sup>. 1994 年至今,白云山进行了以林分改

造为主的森林生态工程,疏伐过熟和有病害的马尾松林木,栽植阔叶林树种,以提高物种和景观多样性. 但笔者调查的样地主要是马尾松已自然衰退、天然性较强的阔叶林群落. 由于白云山是处于城市腹地的孤立山地,许多亚热带的种类成分由于阻隔其繁殖体无法在自然状态下进入白云山,故群落中罕见亚热带常绿阔叶林的顶极树种,常见的种类主要是一些群落演替初期的成分. 但可以看出,其外貌和结构已类似于本地带常绿阔叶林<sup>[3]</sup>. 按重要值确定的群落的优势种主要为荷木、降真香、鸭脚木、马尾松、中华锥等,这些种类除中华锥外均为亚热带植被群落演替中、前期阶段的表征成分. 表 1 列出了该群落按重要值排序前 20 名的种类( $DBH\geqslant 3$  cm).

表 1 白云山森林群落的主要种群  
Tab. 1 Main populations of forest communities in Baiyunshan

| 种 名 species                                                                 | 相对密度 RD | 相对频度 RF | 相对显著度 RP | 重要值 IV |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------|---------|----------|--------|
| 荷木 <i>Schima superba</i> Gardn. et Champ.                                   | 10.92   | 11.67   | 5.07     | 31.66  |
| 降真香 <i>Acronychia pedunculata</i> (L.) Miq.                                 | 9.57    | 11.33   | 6.42     | 27.32  |
| 鸭脚木 <i>Schefflera octophylla</i> (Lour.) Hams                               | 6.29    | 7.83    | 6.02     | 20.14  |
| 中华锥 <i>Castanopsis chinensis</i> Hance                                      | 7.34    | 6.28    | 5.20     | 18.82  |
| 黎蒴 <i>Castanopsis fissx</i> Reld. et Wils.                                  | 10.86   | 5.96    | 3.24     | 20.06  |
| 马尾松 <i>Pinus massoniana</i> Lamb.                                           | 3.63    | 6.54    | 9.18     | 19.35  |
| 银柴 <i>Aporosa chinensis</i> (Champ. ex Benth.) Merr.                        | 6.35    | 5.42    | 5.94     | 17.71  |
| 九节 <i>Psychotria rubra</i> (Lour.) Poir.                                    | 1.22    | 2.50    | 1.03     | 4.75   |
| 榕叶冬青 <i>Ilex ficoidea</i> Hemsl.                                            | 3.65    | 5.01    | 7.18     | 15.84  |
| 光叶山矾 <i>Symplocos lancifolia</i> S. et Z.                                   | 1.37    | 4.17    | 2.45     | 7.99   |
| 狗骨柴 <i>Tricalysia dubia</i> (Lindl.) Ohwi                                   | 1.37    | 2.50    | 1.15     | 5.02   |
| 黄瑞木 <i>Adinandra millettii</i> (HK. et Am.) Benth                           | 2.18    | 1.10    | 3.33     | 6.61   |
| 黄牛木 <i>Cratoxylon ligustrinum</i> (Lour.) Bl.                               | 0.41    | 2.03    | 1.10     | 3.54   |
| 罗浮柿 <i>Diospyros morrisiana</i> Hance                                       | 0.81    | 0.93    | 1.03     | 2.77   |
| 山马柏 <i>Sapium discolor</i> (Champ.) Muell. Arg.                             | 0.91    | 0.83    | 1.89     | 3.63   |
| 潺槁树 <i>Litsea glutinosa</i> (Lour.) C. B. Rob.                              | 0.81    | 0.73    | 1.02     | 2.56   |
| 豺皮樟 <i>Litsea rotundifolia</i> Hemsl. var. <i>oblongifolia</i> (Nees) Allen | 0.61    | 0.34    | 0.56     | 1.51   |
| 油茶 <i>Camellia oleifera</i> Abel                                            | 0.61    | 1.33    | 0.72     | 2.66   |
| 琴叶榕 <i>Ficus pandulata</i> Hance                                            | 0.70    | 0.81    | 0.47     | 1.98   |
| 鼠刺 <i>Itea chinensis</i> Hook. et Arn.                                      | 0.60    | 0.33    | 0.54     | 1.47   |

2.2 不同群落类型的多样性指数和均匀度

根据林分所处的不同地段及优势种的差异,可以分成 4 个不同的群落类型,分别是①荷木+中华锥-九节;②降真香+银柴-黎蒴;③马尾松+荷木-鸭脚木;④银柴-九节+鼠刺,分别计算其 Simpson 指数

和 Shannon-Wiener 指数(表 2). 结果表明马尾松仍占优势和群落多样性指数和均匀度都较低,而脱离了马尾松影响的群落都有较高的多样性指数. 其中以“荷木+中华锥-九节”的 Shannon-Wiener 指数最高;以“银柴-九节+鼠刺”的 Simpson 指数最高.

表 2 不同群落类型的多样性指数和均匀度

Tab. 2 Species diversity index and evenness of different community types

| 群落类型<br>communities | 种 数<br>species | 总个体<br>数 total | Simpson 指数    |              | Shannan-Wiener 指数    |              |
|---------------------|----------------|----------------|---------------|--------------|----------------------|--------------|
|                     |                |                | Simpson index |              | Shannan-Wiener index |              |
|                     |                |                | 多样性 diversity | 均匀度 evenness | 多样性 diversity        | 均匀度 evenness |
| 荷木+中华锥-九节           | 38             | 791            | 7. 104 9      | 0. 178 2     | 3. 669 1             | 0. 699 2     |
| 降真香+银柴-黎蒴           | 20             | 203            | 7. 641 8      | 0. 346 2     | 3. 396 8             | 0. 785 9     |
| 马尾松+荷木-鸭脚木          | 18             | 418            | 4. 539 7      | 0. 241 9     | 2. 767 2             | 0. 663 7     |
| 银柴-九节+鼠刺            | 20             | 228            | 9. 359 1      | 0. 428 8     | 3. 509 2             | 0. 811 9     |

2.3 不同层次和径级的多样性指数和均匀度

本项研究所调查的群落为中幼龄林, 树高一般不超过 10 m, 最高超过 15 m; 除马尾松和荷木的少数个体外, 胸径均不超过 20 cm. 表 3 按层次和径级分别计算了各群落的多样性指数和均匀度. 计算结果表明“荷木+中华锥-九节”群落中  $DBH>10\text{ cm}$  的立木层有最大的多样性. 该群落位于山庄旅舍后山, 是各个群落中受干扰最少的. 该群落优势种明显,

森林郁闭度达到 0.97, 但作为一个总体, 下层林木不发达, 总体均匀度较低, 整个群落的 Simpson 多样性指数值居中, 而 Shannon-Wiener 指数达到最高, 这是与两种指数的特点有关的. 可见多样性指数结合均匀度在同一项研究中能反映出群落的复杂性. 同时, 各个群落中, 苗木层均有较高的多样性, 其最高值同样为“荷木+中华锥-九节”群落, 显示出该群落有很强的天然更新潜力.

表 3 群落分层、分径级多样性、均匀度——Simpson 指数和 Shannon-Wiener 指数<sup>1)</sup>

Tab. 3 Simpson and Shannon-Wiener diversity index and evenness of different layers and different diameter class in the community

| 群落名称<br>communities | $DBH\leq 10\text{ cm}$ |                        | $DBH> 10\text{ cm}$    |                        | 树高 $H\leq 5\text{ m}$  |                        | 树高 $H> 5\text{ m}$     |                        | 幼苗 seedling            |                        |
|---------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|                     | 多样性<br>diversity       | 均匀度<br>evenness        | 多样性<br>diversity       | 均匀度<br>evenness        | 多样性<br>diversity       | 均匀度<br>evenness        | 多样性<br>diversity       | 均匀度<br>evenness        | 多样性<br>diversity       | 均匀度<br>evenness        |
| 荷木+中华<br>锥-九节       | 4. 985 4<br>(3. 389 5) | 0. 141 1<br>(0. 671 9) | 9. 449 0<br>(3. 533 1) | 0. 474 8<br>(0. 847 3) | 7. 101 4<br>(3. 676 1) | 0. 193 4<br>(0. 728 7) | 6. 721 5<br>(3. 422 1) | 0. 224 9<br>(0. 728 0) | 9. 341 9<br>(3. 484 5) | 0. 315 7<br>(0. 750 3) |
| 降真香+银<br>柴-黎蒴       | 7. 096 2<br>(3. 522 9) | 0. 343 5<br>(0. 844 8) | 4. 030 5<br>(2. 639 8) | 0. 281 6<br>(0. 736 4) | 9. 171 3<br>(3. 544 2) | 0. 346 2<br>(0. 849 9) | 5. 560 3<br>(2. 990 3) | 0. 362 3<br>(0. 784 5) | 7. 473 3<br>(3. 227 3) | 0. 496 5<br>(0. 826 1) |
| 马尾松+荷<br>木-鸭脚木      | 3. 458 0<br>(2. 549 2) | 0. 204 3<br>(0. 605 7) | 4. 231 8<br>(2. 584 4) | 0. 298 2<br>(0. 698 4) | 5. 379 3<br>(1. 594 6) | 0. 340 2<br>(0. 545 2) | 2. 379 8<br>(2. 876 6) | 0. 183 2<br>(0. 736 3) | 4. 158 4<br>(2. 598 8) | 0. 319 0<br>(0. 702 5) |
| 银柴-九节<br>+鼠刺        | 7. 223 2<br>(2. 991 2) | 0. 380 5<br>(0. 731 8) | 7. 991 3<br>(3. 196 6) | 0. 491 8<br>(0. 863 8) | 6. 266 3<br>(3. 035 8) | 0. 409 2<br>(0. 820 4) | 7. 252 0<br>(3. 250 5) | 0. 377 8<br>(0. 795 3) | 4. 051 9<br>(2. 489 3) | 0. 366 2<br>(0. 719 6) |

1) 括号内数据为 Shannon-Wiener 指数

3 讨论

3.1 群落演替与物种多样性或均匀度

据研究<sup>[11]</sup>, 白云山马尾松群落随着演替的发展, 乔木层的种数、个体数、多样性指数与均匀度也随着增加. 本项研究也产生了近似的结果, 即总体上物种多样性和均匀度在乔木层中随群落演替而增加. 但本项研究也发现, 在  $DBH>10\text{ cm}$  的径级中, 降真香+银柴-黎蒴群落的 Simpson 多样性指数和均匀度却比马尾松+荷木-鸭脚木群落小, 而 Shannon-Wiener 多样性指数和均匀度则前者较后者大. 这种不一致的原因可能有两方面: 其一是指数未能客观地反映群落的实际, 其二是群落受到了干扰. 不少学者曾对多样性指数提出了争议, 而且这些争议还在继

续<sup>[12]</sup>, 根据本文的实际, 笔者推测更有可能是两种因素综合作用引起的. 由于多样性指数存在一定的缺点, 在分析组成结构明显不同的群落的多样性时, 其灵敏度是高的; 但对于外貌不同, 且受干扰的群落, 其分析结果可能难以区分. 显然, 这里存在着干扰程度问题.

3.2 群落类型与物种多样性

Shannon-Wiener 多样性指数是以信息论范畴的 Shannon-Wiener 函数为基础的. 不少学者利用此多样性指数来测定群落的物种多样性以揭示其组织结构水平<sup>[8-10]</sup>. 本项研究也运用了 Shannon-Wiener 指数, 并且也能对各群落的状况给出较好的解释. 但必须指出, 无论是 Shannon-Wiener 指数还是 Simpson 指数都没有反映出面积参数, 而多样性和取样面积

显然有着密切的关系,已经有学者提出了类似的问题<sup>[1]</sup>。根据本研究,笔者可以判断,在同一区域内如果群落取样面积没有太大的差异,则得出的结果不会受很大的影响;但如果取样面积差异很大,或者区域不同,则可能会使结果发生偏差而导致解释错误。

### 3.3 本项研究结果的解释

仅从多样性指数孤立来看,白云山森林群落的实测多样性指数接近本地天然常绿阔叶林的研究值,但不同研究的多样性指数值会因取样方法如样地大小的不同而难于比较。本项研究测定到的多样性指数与鼎湖山几种群落<sup>[10]</sup>及南岭国家级自然保护区的核心区八宝山的森林群落相近<sup>[8]</sup>,但若考虑物种丰富度则白云山森林群落次之。目前正在进行的白云山林分改造工程增加了森林群落的物种丰富度,从而将会提高其多样性。

就 Simpson 指数和 Shannon-Wiener 指数而言,由于 Simpson 指数变化幅度较大,故对群落多样性的反映更为敏感。这两个指数对群落多样性的反映是不一致的。如“荷木+中华锥-九节”群落物种丰富度和 Shannon-Wiener 多样性指数最高,而相应的均匀度则位列第三;用 Simpson 指数衡量该群落,则多样性指数居中,而均匀度最低。这与两种指数包含的参数有关。Shannon-Wiener 多样性指数的理论最大值仅与种数有关,而 Simpson 多样性指数的理论最大值与种数和总个体数都有关。

### 参考文献:

- [1] MILLER J A. Biosciences and ecological integrity[J]. Biosciences, 1991, 41(4): 206—210.
- [2] 张宏建,卓正大. 广州白云山植物区系的初步研究[J]. 生态科学, 1989, (2): 135—140.
- [3] 苏志尧,古炎坤,陈北光,等. 广州白云山风景区的植被和主要植物群落类型[J]. 华南农业大学学报, 1999, 18(2): 23—29.
- [4] 古炎坤. 广州白云山五雷岭马尾松林型的特征、动态和林分改造[J]. 生态科学, 1986, (2): 53—59.
- [5] 古炎坤,谢正生,苏志尧,等. 白云山风景名胜区马尾松林分改造及其树种配置[A]. 沈国舫,翟明晋. 混交林研究[C], 北京: 中国林业出版社, 1997. 170—191.
- [6] 王伯荪,余世孝,彭少麟,等. 植物群落学实验手册[M]. 广州: 广东高等教育出版社, 1996. 100—103.
- [7] 朱守谦. 贵州部分森林群落物种多样性的初步研究[J]. 植物生态与地植物学学报, 1987, 11(4): 286—295.
- [8] 陈北光,苏志尧. 广东八宝山常绿阔叶林物种多样性分析[J]. 华南农业大学学报, 1985, 16(4): 32—36.
- [9] 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.
- [10] 彭少麟,王伯荪. 鼎湖山森林群落分析: I. 物种多样性[J]. 生态科学, 1983, (1): 11—16.
- [11] 彭少麟. 南亚热带森林群落动态学[M]. 北京: 科学出版社, 1996. 85.
- [12] 岳天祥. 生物多样性模型研究[J]. 自然资源学报, 1999, 14(4): 377—380.

## Species Richness and Diversity of Forest Communities in Baiyunshan, Guangzhou

SU Zhi-yao, CHEN Bei-guang, GU Yan-kun, XIE Zheng-sheng, Zeng Shu-cai  
(College of Forestry, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China)

**Abstract:** Species diversity of forest communities in Baiyunshan Scenic Spot was studied by computing their Simpson indexes and Shannon-Wiener indexes. Simpson indexes and Shannon-Wiener indexes were worked out to different community types, DBH groups and layers. Simpson indexes of species diversity of the 4 community types ranged from 4.539 7 to 9.359 1, and evenness from 0.178 2 to 0.428 8; Shannon-Wiener index of species diversity ranged from 2.767 2 to 3.669 1, and evenness from 0.663 7 to 0.811 9. Such values are similar to those of the natural forest communities in Dinghushan and the Nanling National Nature Reserve in north Guangdong, but are lower in species richness. The species diversity index varied with communities of different intervention. The “*Schima superba*+*Castanopsis carlesii*-*Psychotria rubra*” community with least human intervention appeared to have the highest Shannon-Wiener species diversity index. And the high species indexes of the seedling layers of the 4 communities indicated that they had great potential for natural regeneration.

**Key words:** Baiyunshan Scenic Spot; species richness; species diversity; evenness; forest community