

Study on the Distribution Pattern of Plant Community Diversity in Baiyun Mountain Nature Reserve

Huitao Bi¹, Yanpeng Dong¹, Hongzhen Yang^{1,2}, Linjie Fan¹, Yongsheng Li¹, Jing Wang²

¹College of Forestry, Henan Agricultural University, Zhengzhou Henan

²Forestry Science Research Institute of Henan Province, Zhengzhou Henan

Email: bihuitao@126.com

Received: Sep. 25th, 2016; accepted: Oct. 8th, 2016; published: Oct. 12th, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

According to Baiyun Mountain Nature Reserve, six plots of plant community survey data for the study of Baiyun Mountain Nature Reserve of plant species diversity spatial distribution pattern, using DCCA (detrended canonical correspondence analysis) sort, from the species richness index, relationships between species diversity index, evenness index, dominance index and other aspects were analyzed. Research suggests in the sample plots, the average tree layer diversity index was lower, which was 1.344, the average diversity index of shrub layer was 3.054, and the diversity index of herbaceous plants was 2.753, which was higher than that of QiaoMuceng. The average richness index of the tree layer was low, which was 2.734, and the average index of shrub layer was 6.447, and the richness index of herb was 5.467. Through the analysis of the important values, various index of Huashan pine is higher than the *Quercus aliena* var. *acuteserrata*, Huashan pine in the investigation of the community has a greater advantage, more adapted to the growth environment of the sample plots, zone of vegetation on the whole performance for updates to the direction of the Sharptooth oak (*Quercus aliena* var. *acuteserrata* Maxim.) Huashan pine (*Pinus armandii* Franch.). In addition, the dominant tree species is single, other tree species can appropriately be introduced into the local area, so that the species richness of the samples can be enriched, and the composition of the forest will be more perfect.

Keywords

Baiyun Mountain Nature Reserve, Species Diversity, Distribution Pattern

白云山自然保护区植物群落多样性分布格局研究

毕会涛¹, 董焱鹏¹, 杨红震^{1,2}, 凡琳洁¹, 李永生¹, 王晶²

¹河南农业大学林学院, 河南 郑州

²河南省林业科学研究院, 河南 郑州

Email: bihuitao@126.com

收稿日期: 2016年9月25日; 录用日期: 2016年10月8日; 发布日期: 2016年10月12日

摘要

根据白云山自然保护区6个植物群落的样地调查资料, 为研究白云山自然保护区植物群落物种多样性的空间分布格局, 采用DCCA (detrended canonical correspondence analysis)排序法, 从丰富度指数、物种多样性指数、均匀度指数、优势度指数等方面的关系进行了分析。结果表明: 在调查样地区域内, 乔木层多样性平均指数较低, 为1.344, 灌木层植物多样性平均指数为3.054, 草本植物的多样性指数为2.753, 高于乔木层的指数。乔木层丰富度平均指数较低, 为2.734, 灌木层植物丰富度平均指数为6.447, 草本植物的丰富度指数为5.467。通过重要值分析得出华山松的各种指数均高于锐齿槲栎, 华山松在调查的群落里占更大优势, 更加适应样地内的生长环境, 地带性植被总体上表现为向锐齿槲栎(*Quercus aliena* var. *acuteserrata* Maxim.)、华山松(*Pinus armandii* Franch.)林的方向更新。此外, 乔木优势树种较为单一, 可适当引入当地的其他树种, 丰富样地内的物种丰富度, 使林分组成更加健全。

关键词

白云山自然保护区, 物种多样性, 分布格局

1. 引言

生物多样性研究范围广泛, 包含多个测量依据参数的选取和群落类型的划分[1]。生物多样性(biodiversity)是指各种生命形式的资源, 包括地球上的各种的植物、动物、微生物以及各个物种所拥有的基因, 由生物与环境相互作用所形成的生态系统, 以及与此相关的各种生态过程[2]。

现阶段, 生物多样性指数已经被应用于生物群落和生态系统质量评价之中[3]。牛常青, 曲波在等《乌金山植物群落物种多样性的垂直分布格局》中表明: 植物种多样性 α 多样性一般受到小环境和生物之间的相互作用的影响[4]。闫东锋, 朱滢, 杨喜田等在《宝天曼栎类天然林物种多样性与稳定性》的研究中指出, 在群落乔木层、灌木层、草本层所有的植物多样性时, 乔木层的物种多样性是重中之重, 乔木种群对群落具有支配作用, 是群落发展趋势的决定者, 能够系统的反映出整个群落的多样性动态变化规律[5]。

2. 研究区概况

白云山位于河南省洛阳市嵩县南部伏牛山腹地原始林区(东经 111°50', 北纬 33°40'), 总面积 168 平方公里, 地处南北地理气候分界线, 属亚热带暖温带气候过渡区。白云山的森林覆盖率达 98.5%, 平均海

拔 1500 m, 最高海拔 2216 m, 年降雨量达 1200 mm, 年平均气温 18℃, 其中夏季最高气温不超过 26℃, 雨水充沛, 气候宜人。白云山植物种类达 1991 种, 国家级保护植物 40 余种。

3. 研究方法

3.1. 样地选择与调查

本研究根据白云山自然保护区典型森林植被的分布特征, 在对全区森林资源作全面踏查的基础上, 于 2011 年 5 月选出能够代表本区森林资源状况的样地 6 块。各样地样方面积大小为: 乔木层 1000 m² (50 m × 20 m), 灌木层 100 m² (10 m × 10 m), 草本层 4 m² (2 m × 2 m)。调查记录所有乔木树种的名称、胸径、树高、冠幅、郁闭度等, 调查灌木和草本的高度、盖度、株数, 同时进行样地的环境因子调查, 记录各个样地的海拔、坡度、坡向等因子, 以便后期进行结果分析。通过对白云山自然保护区研究样地的植物群落内优势种种类、郁闭度等数据分析发现, 群落内建群种和主要优势种随时间的变化也在变化, 在此结论下将本文调查的 6 个的样地划分为以下 6 个优势群落物种类型(见表 1)。

3.2. 植物种类鉴定

本调查遵循植物学、生态学和植物分类学的原理, 采用了直接调查与统计分析的方法, 对研究区植被资源进行实地调查和室内分析整理。在实地调查中, 记录了植物的种类名称, 对于未知植物要采集标本, 带回室内通过查阅文献资料[6]进行鉴定。

3.3. 计算方法

3.3.1. 物种丰富度指数

由于样地面积一致, 所以也可以利用物种数与个体数的关系对物种丰富度进行转换, 在此基础上进行不同群落的比较[7] [8]。即

$$\text{Margalef 指数}(D_M): D_M = \frac{S - 1}{\ln N}$$

式中: N 为样地每个物种个体数。

3.3.2. 物种多样性指数[9]

$$H' = -\sum_{i=1}^s P_i \ln P_i$$

Table 1. Sample community types

表 1. 样地群落类型

| 样地 | 群落名称[乔木层 - 灌木层 - 草本层优势树种] | 郁闭度(%) |
|----|---------------------------|--------|
| 1 | 锐齿槲栎 - 胡枝子 - 宽叶苔草群落 | 80 |
| 2 | 锐齿槲栎 - 连翘 - 一把伞南星群落 | 85 |
| 3 | 锐齿槲栎 - 锐齿槲栎 - 野青茅群落 | 90 |
| 4 | 华山松 - 锐齿槲栎 - 独脚金群落 | 90 |
| 5 | 华山松 - 楠木 - 异形莎草群落 | 90 |
| 6 | 华山松 - 华山松 - 一把伞南星群落 | 90 |

式中： H' 为 Shannon-Wiener 指数； S 为样方内物种数目； P_i 是群落中第 i 个物种个体数与群落内个体总数的比值， $P_i = \frac{N_i}{N}$ ； N 为样方个体总数； N_i 为第 i 个物种的个体数。

3.3.3. 均匀度指数

本文所用的均匀度指数，是 Shannon-Wiener 多样性指数[10] [11]：

$$D' = 1 - \sum P_i^2$$

式中， $P_i = \frac{N_i}{N}$ ； N 为样方个体总数； N_i 为第 i 个物种的个体数。

3.3.4. 重要值

重要值是以综合数值表示植物物种在群落中的相对重要值。样地内乔木层和灌木层的重要值计算公式为：重要值(IV) = 相对多度(RA) + 相对显著度(RD) + 相对频度(RF)；草本层重要值计算公式为：重要值(IV) = 相对高度(RH) + 相对盖度(RC) + 相对频度(RF)。

具体的计算公式如下[12]：

$$IV = RA(RH) + RD(RC) + RF = N_i/N + X_i/X + F_i/F$$

式中 N_i ：第 i 个物种个体数(高度和)， N ：个体总数(高度总和)； X_i ：第 i 种物种胸径断面积和(盖度和)， X ：所有物种总胸径断面积(总盖度和)， F_i ：第 i 个物种出现的频率， F ：所有物种的频率和，其中，第 i 个物种的频率 = 第 i 个物种出现的样方数/所有样方数。

4. 结果分析

4.1. 群落内植物多样性

调查的 6 个样地中，样地内的乔木共有 34 种，灌木 63 种，草本 51 种。乔木主要有壳斗科、松科、槭树科、桦木科、樟科、胡桃科、漆树科、山茱萸科等，属主要有栎属、松属、槭属、桦木属、山胡椒属、胡桃属、漆属、梾木属等。灌木主要有壳斗科、木犀科、漆树科、桦木科、蔷薇科、槭树科、八角科、卫矛科、樟科等，有栎属、连翘属、漆属、鹅耳枥属、槭属、榛属、山楂属、五味子属、南蛇藤属等。草本主要有莎草科、禾本科、天南星科、鳞毛蕨科、蔷薇科、桔梗科等，属主要有莎草属、野青茅属、天南星属、鳞毛蕨属、龙芽草属、苔草属、沙参属等。

根据调查的相关数据，通过计算整理，获得调查样地内锐齿槲栎林中乔木层、灌木层和草本层的物种 α -多样性指数，并制作以下表格进行分析：

通过表 2 可以看出，锐齿槲栎林中乔木层丰富度指数平均值为 2.642，多样性指数平均值为 1.403，均匀度指数平均值为 0.538，优势度指数平均值为 0.558；灌木层丰富度指数为 5.278，多样性指数平均值为 2.795，均匀度指数平均值 0.886，优势度指数平均值为 0.917；草本层丰富度指数平均值为 5.305，多样性指数平均值为 2.759，均匀度指数平均值为 0.984，优势度指数平均值为 0.931。对比可得出乔木层各项指数均低于灌木层和草本层。

通过表 3 可以看出，华山松林中乔木层丰富度指数平均值为 2.825，多样性指数平均值为 1.761，均匀度指数平均值为 0.656，优势度指数平均值为 0.713；灌木层丰富度指数为 7.616，多样性指数平均值为 3.311，均匀度指数平均值 0.934，优势度指数平均值为 0.957；草本层丰富度指数平均值为 5.173，多样性指数平均值为 2.747，均匀度指数平均值为 0.983，优势度指数平均值为 0.932。对比可得出乔木层各项指数均低于灌木层和草本层。

Table 2. *Quercus aliena* forest tree layer, shrub layer and herb layer of alpha diversity index
表 2. 锐齿槲栎林内乔木层、灌木层和草本层的 α -多样性指数

| 样地号 | 生长型 | 丰富度指数 | 多样性指数 | 均匀度指数 | 优势度指数 |
|-----|-----|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 乔木 | 2.867 | 1.353 | 0.513 | 0.544 |
| | 灌木 | 5.331 | 2.699 | 0.861 | 0.909 |
| | 草本 | 3.967 | 2.426 | 0.976 | 0.906 |
| 2 | 乔木 | 2.854 | 1.460 | 0.539 | 0.551 |
| | 灌木 | 6.107 | 3.157 | 0.938 | 0.950 |
| | 草本 | 6.608 | 3.063 | 0.991 | 0.951 |
| 3 | 乔木 | 2.204 | 1.397 | 0.562 | 0.578 |
| | 灌木 | 4.396 | 2.530 | 0.859 | 0.893 |
| | 草本 | 5.341 | 2.788 | 0.984 | 0.935 |

Table 3. *Pinus armandii* forest tree layer, shrub layer and herb layer of alpha diversity index
表 3. 华山松林内乔木层、灌木层和草本层的 α -多样性指数

| 样地号 | 生长型 | 丰富度指数 | 多样性指数 | 均匀度指数 | 优势度指数 |
|-----|-----|-------|-------|-------|-------|
| 4 | 乔木 | 3.917 | 2.134 | 0.701 | 0.797 |
| | 灌木 | 7.546 | 3.336 | 0.924 | 0.957 |
| | 草本 | 5.294 | 2.752 | 0.992 | 0.934 |
| 5 | 乔木 | 2.195 | 1.692 | 0.681 | 0.738 |
| | 灌木 | 7.821 | 3.297 | 0.935 | 0.956 |
| | 草本 | 5.190 | 2.736 | 0.987 | 0.932 |
| 6 | 乔木 | 2.364 | 1.456 | 0.586 | 0.603 |
| | 灌木 | 7.482 | 3.300 | 0.944 | 0.958 |
| | 草本 | 5.035 | 2.752 | 0.971 | 0.931 |

通过上述数据得出, 6个样地灌木层和草本层的各项指数均高于乔木层, 主要原因是受到坡位、坡向等的影响, 各个物种在获得阳光、雨水等自然资源方面存在差异, 由于不同树种对光、水资源的需求不同, 这对草本植物来说尤为明显, 耐阴植物在光照强度较弱的环境中更易生长, 因此丰富度指数较大。

4.2. 群落特征

通过对洛阳市嵩县五马寺林场生态系统不同群落类型组成种重要值排序分析, 发现样地内建群种乔木层主要是锐齿槲栎(*Quercus aliena* var. *acuteserrata* Maxim.)、华山松(*Pinus armandii* Franch.)、葛萝槭(*Acer grosseri* Pax)、鹅耳枥(*Carpinus turczaninowii* Hance)、三桠乌药(*Lindera obtusiloba* Blume)等, 灌木层主要优势种为锐齿槲栎(*Quercus aliena* var. *acuteserrata* Maxim.)、连翘(*Forsythia suspensa*)、漆树(*Toxicodendron vernicifluum* (Stokes) F.A.Barkley)、鹅耳枥(*Carpinus turczaninowii* Hance)、葛萝槭(*Acer grosseri* Pax)等, 草本层主要优势种为拉拉藤(*Galium aparine* var. *echinospermum* (Wallr.) Cuf.)、落新妇(*Astilbe chinensis* (Maxim.) Franch. Et Sav.)、稀羽鳞毛蕨(*Dryopteris sparsa* (Buch.-Ham. ex D. Don) O. Kuntze)、珍珠菜(*Lysimachia clethroides* Duby)、山莴苣(*Lactuca indica* L.)、金线草(*Antennorion filiforme* (Thunb.) Rob. Et Vaut.)等。

由表 4, 表 5, 表 6 可以看出, 落叶阔叶林重要值数据从高到低依次是锐齿槲栎(2.493) - 白桦(1.139) - 葛萝槭(1.054) - 核桃楸(1.053) - 鹅耳枥(0.716), 以锐齿槲栎的生态幅最宽, 分布范围最广。针叶林的重要值从高到低依次是华山松(1.987) - 锐齿槲栎(1.167) - 葛萝槭(1.105) - 三桠乌药(0.773) - 鹅耳枥(0.737), 以华山松的生态幅最宽, 分布范围最广。从整个研究区来看, 群落向锐齿槲栎林、华山松林的方向更替, 白桦、葛萝槭、核桃楸、鹅耳枥等只是在一些小生境中成为优势种或建群种。灌木层植被受到上层乔木的影响较为严重, 样地林下有很多建群种幼树存在, 并且乔木幼树在调查样地内所占比例较大, 很少有别的灌木占据优势。草本层植被受影响因素更多, 组成较灌木层更复杂, 其中一把伞南星、异形莎草等草本植物分布范围广, 所占数量比例大。在样地内不同坡向的山坡上均有分布, 其他物种只是在一些小生境中成为优势种, 有可能成为宽生态幅低优势度种。

4.3. 不同生物群落优势种多样性

4.3.1. 乔木层群落优势种多样性

对河南省白云山区嵩县五马寺林场 6 块样地不同植被类型乔木层物种多样性进行分析, 就演替阶段来说有 1 个属于自然林演替初期、2 个属于自然林演替顶级和 3 个属于人工成熟林。对样地原始数据用多样性指数公式计算, 得到乔木层优势物种主要是华山松(*Pinus armandii* Franch.)、锐齿槲栎(*Quercus aliena* var. *acuteserrata* Maxim.)。通过多样性指数统计分析, 得出:

从图 1 中可看出, 丰富度指数的平均值为 2.7335, 多样性指数的平均值为 1.582, 两个优势物种的这两项指数相差较大, 很大因素是由于研究区样地数量较少。在调查的 6 个样地中, 每个样地的乔木种均在 15 种以上, 但是除了优势物种, 别的物种相对数量就特别稀少。图中均匀度指数平均值为 0.597; 优势度指数平均值为 0.578。通过对样地原始数据的计算处理, 得出华山松的各种指数都要比锐齿槲栎的要高出一部分, 华山松在调查的群落里占有更大的优势, 更加适应样地内的生长环境。

4.3.2. 灌木层群落优势种多样性

对 6 块样地不同植被类型的灌木层物种多样性进行分析。灌木在研究区主要植被类型中占有很大比例, 主要种类有: 连翘(*Forsythia suspensa*)、锐齿槲栎(*Quercus aliena* var. *acuteserrata* Maxim.)、漆树(*Toxicodendron vernicifluum* (Stokes) F.A.Barkley)。通过对样地原始数据的计算处理, 得出灌木层优势物种多样性指数, 见图:

分析样地内灌木层物种多样性统计资料(见图 2), 结果表明: 灌木层的物种丰富度指数平均值为 6.658; 多样性指数平均值为 3.120; 均匀度指数平均值为 0.920; 优势度指数平均值为 0.943。根据统计图可以看出, 多样性指数差异不大, 均匀度指数和优势度指数相差微小, 几乎处在同一阶段, 这可能与灌木群落所处立地条件、海拔位置差异较小有关。调查区域内坡度、水分、气候、土壤肥力、光照强度和人为因素等原因, 灌木群落中乔木幼树占绝大部分, 物种种类较少, 组成简单丰富度指数差异较大, 这说明该研究区内灌木群落丰富度具有波动性。

4.3.3. 草本层群落优势种多样性

对 6 块样地不同植被类型草本层物种多样性进行分析(见图 3), 由于白云山独特的土壤、气候条件等原因, 草本群落在研究区具有重大优势, 主要是由较耐旱的草本植物组成, 例如: 异形莎草(*Cyperus difformis*), 野青茅(*Deyeuxia arundinacea* (L.) Beauv.)、一把伞南星(*Arisaema erubescens* (Wall.) Schott)、猬草(*Hystrix duthiei* (Stapf) Bor)。根据样地调查资料, 计算得出草本优势群落物种多样性指数。

结果表明, 丰富度指数平均值为 5.375; 草本层的物种多样性指数平均值为 2.784; 均匀度指数平均值为 0.986; 优势度指数平均值为 0.935。从图中可知, 四个物种除了丰富度指数相对差异较大, 多样性

Table 4. Tree community types mainly the important value of dominant species
表 4. 乔木群落类型主要优势种重要值排序

| 乔木层种类组成 | | 物种名 | 重要值 |
|---------|------|---|-------|
| 锐齿槲栎林 | 锐齿槲栎 | <i>Quercus aliena</i> var. <i>acuteserrata</i> Maxim. | 2.493 |
| | 白桦 | <i>Betula platyphylla</i> Suk. | 1.139 |
| | 葛萝槭 | <i>Acer grosseri</i> Pax | 1.054 |
| | 核桃楸 | <i>Juglans mandshurica</i> Maxim. | 1.053 |
| | 鹅耳枥 | <i>Carpinus turczaninowii</i> Hance | 0.716 |
| 华山松林 | 华山松 | <i>Pinus armandii</i> Franch. | 1.987 |
| | 锐齿槲栎 | <i>Quercus aliena</i> var. <i>acuteserrata</i> Maxim | 1.167 |
| | 葛萝槭 | <i>Acer grosseri</i> Pax | 1.105 |
| | 三桠乌药 | <i>Lindera obtusiloba</i> Blume | 0.773 |
| | 鹅耳枥 | <i>Carpinus turczaninowii</i> Hance | 0.737 |

Table 5. Shrub community types mainly the important value of dominant species
表 5. 灌木群落类型主要优势种重要值排序

| 灌木层种类组成 | | 物种名 | 重要值 |
|---------|------|--|-------|
| 锐齿槲栎林 | 连翘 | <i>Forsythia suspensa</i> (Thunb.) Vahl | 1.714 |
| | 锐齿槲栎 | <i>Quercus aliena</i> var. <i>acuteserrata</i> Maxim. | 1.172 |
| | 鹅耳枥 | <i>Carpinus turczaninowii</i> Hance | 1.085 |
| | 野山楂 | <i>Crataegus cuneata</i> Sieb. et Zucc. | 1.082 |
| | 榛 | <i>Corylus heterophylla</i> Fisch. Ex Bess. | 0.831 |
| 华山松林 | 锐齿槲栎 | <i>Quercus aliena</i> var. <i>acuteserrata</i> Maxim. | 1.180 |
| | 漆树 | <i>Toxicodendron vernicifluum</i> (Stokes) F.A.Barkley | 1.171 |
| | 连翘 | <i>Forsythia suspensa</i> (Thunb.) Vahl | 1.141 |
| | 木姜子 | <i>Litsea pungens</i> Hemsl. | 1.126 |
| | 葛萝槭 | <i>Acer grosseri</i> Pax | 1.070 |

Table 6. Herbaceous community types of main dominant species important value
表 6. 草本群落类型主要优势种重要值排序

| 草本层种类组成 | | 物种名 | 重要值 |
|---------|-------|---|-------|
| 锐齿槲栎林 | 一把伞南星 | <i>Arisaema erubescens</i> (Wall.) Schott | 1.702 |
| | 异形莎草 | <i>Cyperus difformis</i> L. | 1.458 |
| | 野青茅 | <i>Deyeuxia arundinacea</i> (L.) Beauv. | 1.243 |
| | 宽叶苔草 | <i>Carex siderosticta</i> Hance | 1.409 |
| | 大油芒 | <i>Spodiopogon sibiricus</i> Trin. | 1.081 |
| 华山松林 | 猬草 | <i>Hystrix duthiei</i> (Stapf) Bor | 1.291 |
| | 异形莎草 | <i>Cyperus difformis</i> L. | 1.283 |
| | 龙牙草 | <i>Agrimonia pilosa</i> Ledeb. | 1.146 |
| | 沙参 | <i>Adenophora stricta</i> Miq. | 1.079 |
| | 一把伞南星 | <i>Arisaema erubescens</i> (Wall.) Schott | 1.026 |

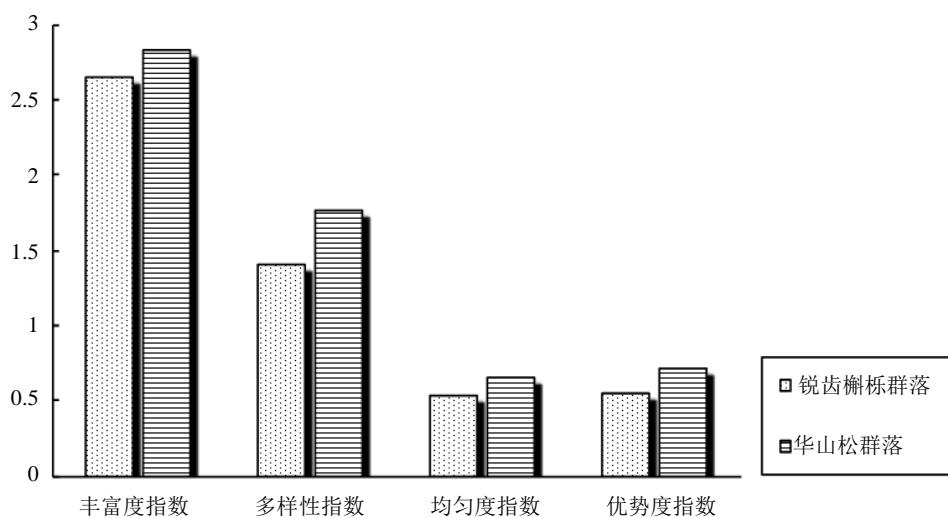


Figure 1. Advantage of tree layer species diversity statistics

图 1. 乔木层优势树种多样性统计

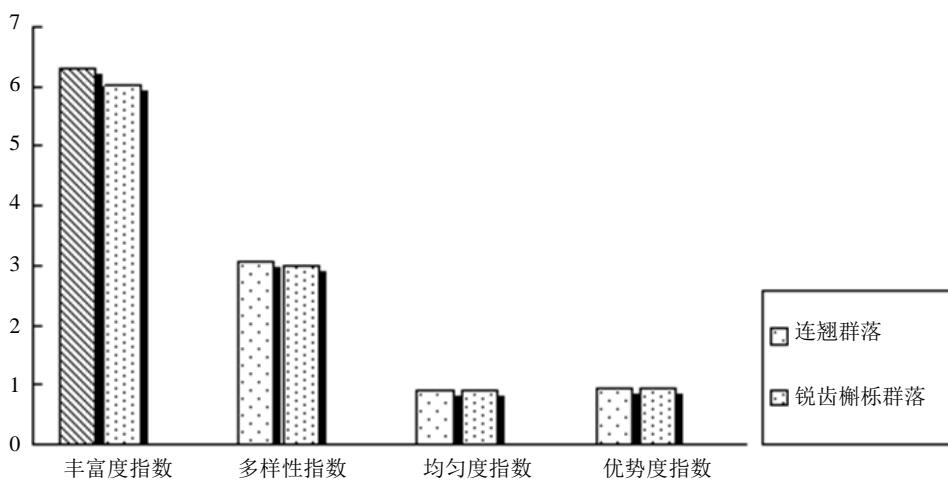


Figure 2. Advantages of shrub layer tree species diversity statistics

图 2. 灌木层优势树种多样性统计

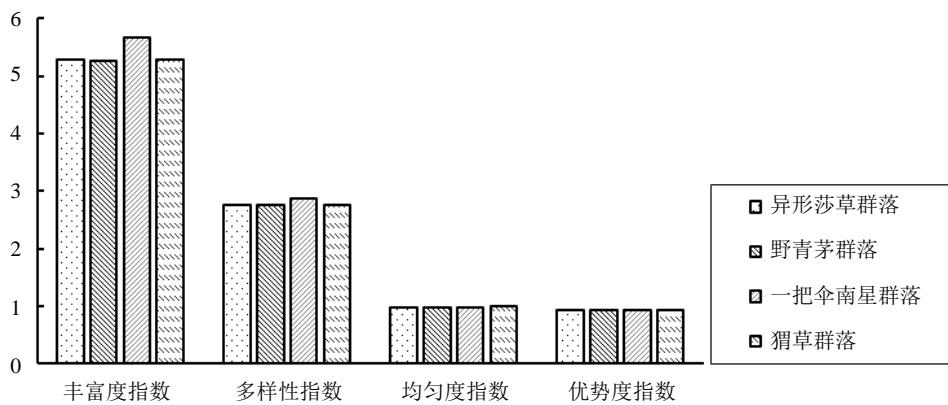


Figure 3. Advantages of herb layer species diversity statistics

图 3. 草本层优势树种多样性统计

指数、均匀度指数、优势度指数水平几乎一致，说明草本植物物种在样地内分布比较均匀。

分析河南省白云山自然保护区嵩县五马寺林场内 6 个主要植物群落类型的物种丰富度、多样性、均匀度、优势度指数的分布变化，通过对比得出：对于不同的群落类型，丰富度指数、多样性指数、均匀性指数、优势度指数存在一定差别。在调查的 6 个样地区域内，乔木植物的多样性指数最小，平均数低于灌木和草本，这与白云山自然保护区的立地条件、气候因素、地理位置的坡向、坡位、降雨量、光照强度、群落的种群组成、群落发育阶段、年龄组成有关，而且受人为因素影响较大。因此各个群落生长型的变化不同，各有其特点。

5. 结论与讨论

1) 对白云山自然保护区植物群落物种多样性的分析得出，乔木层多样性平均指数较低，为 1.344，灌木层植物多样性平均指数为 3.054，草本植物的多样性指数为 2.753，均高于乔木层；乔木层丰富度平均指数较低，为 2.734，灌木层植物丰富度平均指数为 6.447，草本植物的丰富度指数为 5.467；乔木层优势度平均指数较低，为 0.635，灌木层植物优势度平均指数为 0.937，草本植物的优势度指数为 0.932；乔木层均匀度平均指数为 0.597，灌木层植物均匀度平均指数为 0.910，草本植物的均匀度指数为 0.984。这与当地环境条件有关，尤其是人为因素，导致乔木优势树种较为单一，可适当引入当地其他树种，丰富样地内的物种丰富度，使林分组成更加健全，有利于林分对光照、水分、土壤养分等自然资源的充分利用，合理布置林分组成，提高林分的蓄积量和生态稳定性，获得更大的生态效益。

2) 通过对洛阳嵩县五马寺林场样地的调查，通过对丰富度指数、优势度指数、多样性指数和均匀度指数的比较，同时参照他人实验，所得结论与研究区实际情况相吻合，能较好地反映出白云山内不同植物群落类型在物种组成方面的差异。

3) 白云山自然保护区由于复杂的地理环境条件，经过漫长的历史演替，孕育出种类多样的森林植物资源，经过相关调查统计得出：白云山自然保护区已知的维管束植物有 1991 种，隶属 742 属、168 科，被植物专家誉为中国的“自然博物馆”。

4) 此次实验样地在洛阳市嵩县五马寺林场，此次调查的样地数量较少，误差在所难免。由于此次调查又较为复杂，对锐齿槲栎和华山松群落物种多样性的分布格局研究的相关分析还有一些不足之处。

基金项目

中国科学院战略性先导科技专项项目(XDA0505020305)。

参考文献 (References)

- [1] 张锦春, 王继和, 赵明, 等. 库姆塔格沙漠南缘荒漠植物群落多样性分析[J]. 植物生态学报, 2006, 30(3): 375-382.
- [2] 李俊清, 牛树奎, 刘艳红. 森林生态学(第二版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2010: 232-233.
- [3] 杨学民, 杨瑞卿, 张慧, 等. 徐州市城郊森林生态系统健康评价及管理对策[J]. 中国城市林业, 2007, 5(1): 39-41.
- [4] 牛常青, 曲波, 牛霞霞. 乌金山植物群落物种多样性的垂直分布格局[J]. 晋中学院学报, 2014(3): 56-63.
- [5] 闫东锋, 朱滢, 杨喜田. 宝天曼栎类天然林物种多样性与稳定性[J]. 浙江农林大学学报, 2011, 28(4): 628-633.
- [6] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1996.
- [7] 徐成东, 冯建孟, 王襄平, 等. 云南高黎贡山北段植物物种多样性的垂直分布格局[J]. 生态学杂志, 2008, 27(3): 323-327.
- [8] 陈龙涛, 石晓东. 石膏山植物群落物种多样性分析[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2015, 35(4): 398-403.
- [9] 毕会涛, 杨红震, 凡琳洁, 等. 河南省伏牛山区植物群落物种多样性分析[J]. 河南农业大学学报, 2015, 49(1): 88-94.

- [10] 卢训令, 胡楠, 丁圣彦, 等. 伏牛山自然保护区物种多样性分布格局[J]. 生态学报, 2010, 30(21): 5790-5798.
- [11] 陈俊华, 文吉富, 王国良, 等. Excel 在计算群落生物多样性指数中的应用[J]. 四川林业科技, 2009, 30(3): 88-90.
- [12] 刘雨芳. EXCEL 在群落生物多样性参数计算中的应用[J]. 湘潭师范学院学报(自然科学版), 2003, 25(2): 80-82.

Hans 汉斯

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: [wfj@hanspub.org](mailto:wjf@hanspub.org)