

文章编号:1001-4276-(2003)01-0149-05

武夷山亮叶水青冈林物种多样性研究

何建源¹, 刘初钿¹, 李振基², 陈鹭真², 林建丽¹, 刘德荣¹, 石冬梅³, 林文群³, 黄建豪³

(1. 福建武夷山国家级自然保护区管理局, 福建 武夷山 354315; 2. 厦门大学生命科学学院, 福建 厦门 361005; 3. 福建师范大学生物工程学院, 福建 福州 350007)

摘要: 本文为武夷山自然保护区生物多样性 GEF 项目内容之一, 调查了保护区内不同海拔高度的代表性森林生态系统的物种多样性。亮叶水青冈林是山地的代表性森林生态系统之一。应用 Shannon-Wiener 多样性指数、Pielou 均匀度、Simpson 指数和 PIE 对武夷山亮叶水青冈群落高等植物进行了物种多样性研究。结果表明该群落的 Shannon-Wiener 指数值为 1.2973, Pielou 均匀度为 34.71%, Simpson 指数为 2.4777, PIE 为 0.5964, 群落的乔木层物种多样性较高, 各项多样性指数分别为 2.5757, 89.11%, 12.1179 和 0.9175, 灌木层、草本层的多样性指数值极低。

关键词: 武夷山, 亮叶水青冈林, 物种多样性, Shannon-Wiener 指数, Pielou 均匀度

中图分类号: Q948 **文献标识码:** A

前 言

武夷山脉北起浙江、福建浦城, 向西延伸至闽粤交界。全长 500 余 km, 是我国亚热带的典型山体。福建省武夷山国家级自然保护区位于武夷山脉北段, 地处中亚热带季风区。境内山峰林立, 地势起伏, 平均海拔达 1200m, 属中山地貌。主峰是素有“华东屋脊”之称的黄岗山, 海拔 2158m, 是我国东南大陆最高峰。周边海拔超过 1500m 的山峰有诸母岗、挂墩山等 110 余座^[1]。这里是东南大陆生物多样性最丰富的地区, 是世界同纬度现存面积最大、保存最完整的中亚热带森林生态系统, 有明显的植被垂直分布, 有丰富的动植物资源, 被生物学家誉为“绿色翡翠”、“世界模式标本产地”, 在全球生物多样性保护方面具有重要意义。为了了解武夷山不同森林生态系统的生物多样性现状, 提供武夷山研究与保护的本底资料, 我们申报了生物多样性 GEF 项目, 本文是该项目的研究成果之一。

在早年武夷山自然保护区科学考察时没有记录到落叶阔叶林, 后来我们深入调查, 发现在武夷山的直坑有较大面积的亮叶水青冈林分布。

物种多样性是群落组成、结构和功能复杂性的度量, 对物种多样性的研究可以更好地认识群落的组成、现状和发展。生态学家们已提出了许多物种多样性指数的计算方法, 在研究中, 我们选用几种多样性指数来揭示武夷山亮叶水青冈群落高等植物的物种多样性。

收稿日期: 2002-05-10

作者简介: 何建源(1957-), 男, 高级工程师, 研究方向: 森林生态研究

1 自然条件与样地概况

样地位于武夷山国家级自然保护区核心区的黄岗山主峰附近,海拔高 1200m,北纬 27°42',东经 117°41',成土母质以火山岩为主,林地土壤为山地黄壤,土层厚 50—110 cm 不等,有机质含量丰富,pH 值 4.5—5.5,年均温为 10.7℃,大气相对湿度 100%,年均降水量为 2780 mm,日照时数 1434 h,年均风速 1.02 m·s⁻¹。

群落乔木层林冠一般 8—15 m 高,乔木层优势种是亮叶水青冈(*Fagus lucida*),其重要值为 98.17,亚优势种是云锦杜鹃(*Rhododendron fortunei*),其重要值是 39.04,有少量包槲柯、东方古柯、银钟花、三桠乌药、多脉青冈等。灌木层以箬竹占绝对优势,多频度高达 162.30,其它 6 种植物的多频度均低于 15。草本层种类达 12 种,以莎草占绝对优势,多频度高达 118.32。藤本植物种类较少,以鞘柄菝葜(*Smilax stans*)为主(见表 1)。

表 1 亮叶水青冈林乔木层样方分析

物种	株数	相对多度 (%)	频度	相对频度 (%)	胸高断面积 (cm ²)	相对显著度 (%)	重要值
亮叶水青冈	11	14.67	100	12.90	11082	70.60	98.17
云锦杜鹃	13	17.33	100	12.90	1382	8.80	39.04
包槲柯	3	4.00	50	6.45	1143	7.28	17.73
东方古柯	9	12.00	25	3.23	350	2.23	17.46
银钟花	4	5.33	50	6.45	618	3.94	15.72
三桠乌药	6	8.00	50	6.45	197	1.26	15.71
假地枫皮	6	8.00	50	6.45	146	0.93	15.38
密果茱萸	4	5.33	50	6.45	84	0.54	12.32
多脉青冈	2	2.67	50	6.45	151	0.96	10.08
江南山柳	2	2.67	50	6.45	40	0.25	9.37
山苍子	4	5.33	25	3.23	65	0.41	8.97
柃木一种	4	5.33	25	3.23	25	0.16	8.72
东南石栎	2	2.67	25	3.23	209	1.33	7.22
白乳木	1	1.33	25	3.23	168	1.07	5.63
甜槠	1	1.33	25	3.23	18	0.11	4.67
紫果冬青	1	1.33	25	3.23	11	0.07	4.63
浙江新木姜	1	1.33	25	3.23	4	0.03	4.58
窄基红褐柃	1	1.33	25	3.23	4	0.03	4.58

2 研究方法

2.1 样方调查

2000 年 7—8 月采用样方法调查,在三港附近海拔高度 1200m 的直坑的亮叶水青冈林中选取具有代表性的片段,调查 4 个 10×10 m²。调查记录各样方中包括草本植物在内的所有高等植物的种类、种数(S)和个体数(N),以便计算物种多样性。此外,对于乔木,记录每 1 株的高度和胸径,灌木、乔木幼树和幼苗、草本和藤本植物则仅记录其高度。

2.2 物种多样性的计算

目前使用较多的物种多样性计算模型主要有 Simpson 指数、Shannon—Wiener(下文简称为 SW)指数和种间相遇机率(PIE)^[3],为了便于比较,本文利用这 3 个指数和 Pielou 均匀度来计算武夷山自然保护区亮叶水青冈群落的物种多样性,计算公式如下:(1)Simpson 指数 D

$$D = N(N-1)/n_i(n_i-1) \quad (1)$$

式中 N 为样方内所有物种的总个体数, n_i 是第 i 个物种的个体数, S 为样方中物种数。该模型实际上是从他的集中度(λ)演化而来,其含义是将一个有 N 个个体的集合分成 S 个组,当随机地抽取 2 个个体,并且不再放回,那么这 2 个个体属于同一个组的概率即是 λ 。

$$\lambda = n_i(n_i-1)/N(N-1) \quad (2)$$

集中度和均匀度是一种倒数关系,而均匀度是和多样性成正比的,因此人们也默认公式(1)为 Simpson 指数计算式^[3],也有用式(3)的,但可以推导出式(3)等同于 PIE 计算式^[4]。

$$D' = 1 - \lambda = 1 - n_i(n_i-1)/N(N-1) \quad (3)$$

(2) Shannon-Wiener 指数 H' ^[5]

$$H' = -P_i \log_2 P_i \quad (4)$$

式中 $P_i = n_i/N$, 代表第 i 个物种的相对多度。这一指数被认为是在测量群落物种多样性中最为常见和有效的指标。该式是由 Shannon 和 Wiener 分别提出来的信息不确定性测度公式,该模型假设被取样样本内个体的分布是完全随机的,并包含了所有的种^[5],因此该公式的精确性要取决于所取样本的代表性,如取样面积为最小面积,则能保证多样性计算结果的误差不超过 5%。式(4)中的 \log 也可以选用 e 和 10 为底。由此导致 H' 单位的变化,分别为 bit, nat 和 decit^[4]。目前,生态学上所用的单位及其名称都未标准化,但存在着用 nat 的趋向^[4]。本文采用 nat,在与其它资料比较时,按下面(5)、(6)式加以换算。

$$H' = -2.3026 P_i \lg P_i \quad (5)$$

$$H' = -0.6931 P_i \log_2 P_i \quad (6)$$

(3) 种间相遇机率 PIE^[4]

$$PIE = n_i(N-n_i)/N(N-1) \quad (7)$$

式中 S, n_i, N 同(1)式。

该指数表示不同物种的个体在随机活动情况下相遇的概率。该式与(1)式有如下关系:

$$PIE = D' = 1 - \lambda = 1 - 1/D.$$

(4) Pielou 均匀度指数 J ^[4]

$$J = H' / \log S \quad (8)$$

式中 H' 同(4)式, S 同(1)式,在本文中, \log 选用 e 为底数。均匀度是群落多样性研究中十分重要的概率,指群落中不同物种的多度分布的均匀程度。Pielou(1969)把均匀度(J)定义为群落的实测多样性(H')与最大多样性(H'_{max} ,即在给定物种数 S 下的完全均匀群落的多样性)之比率。

3 结果与分析

3.1 物种相对多度分布

将 4 个 10 m × 10 m 样地中的资料汇总整理,以每个种的个体数为横坐标,以种数为纵坐标作图,如图 1 所示。

从图 1 可以看出,该群落的物种多度服从对数级数分布,即多度最小的种数最多,该群落 400 m² 中共有 42 种植物,5 种植物仅有 1 株个体,多种植物仅有少数个体,其它个体数多的种其种数都仅为 1 种。

3.2 群落的物种多样性

分别对 4 个样方中所有植物的种数和个体数加以统计,如表 1 所示。从表 1 中可以看出该群落的 Simpson 指数为 2.4777,Shannon—Wiener 指数为 1.2973,Pielou 均匀度为 34.71%,种间相遇机率 PIE 为 0.5964。关于群落的物种多样性前人做过不少工作,但多数工作仅考虑了群落中的木本植物^[3,6-10],或虽考虑了草本植物,但取样面积较小^[11-12]。郝占庆等(1994)对阔叶红松林和次生白桦林中草本植物的物种多样性作了讨论,表明其种数、个体数、多样性值均较高^[12]。我们认为在参与群落的物种多样化贡献方面,草本植物、层间植物与木本植物同等重要。

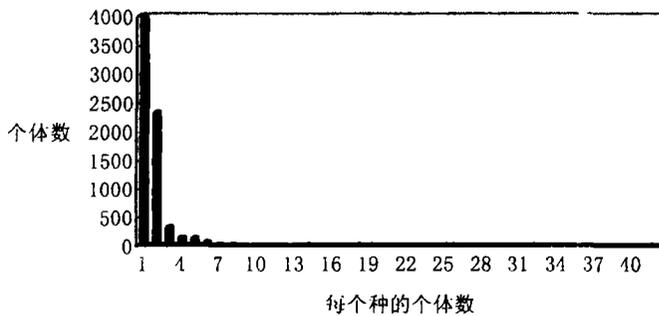


图 1 亮叶青冈群落高等植物物种相对多度分布图

表 2 群落中的高等植物物种多样性

层次	S	N	H'	J(%)	D	PIE
群落	42	7257	1.2973	34.71	2.4777	0.5964
乔木层	18	75	2.5757	89.11	12.1179	0.9175
灌木层	7	4055	0.1419	7.29	1.0457	0.0437
草本层	12	2918	0.7970	32.07	1.5445	0.3525
藤本植物	5	209	1.0394	64.58	2.0063	0.5016

3.3 乔木层和灌木层的物种多样性

分别统计了群落的乔木层、灌木层、草本层和藤本植物的物种多样性,见表 2。

从表 2 可以看出南方铁杉群落乔木层具有较高的多样性指数。由于其所处位置海拔相对较高,除乔木层外,各项多样性指数值低于长白山顶极群落阔叶红松林^[12]、暖温带地带性植被落叶阔叶林^[3]、江苏宜兴北亚热带的地带性植被青冈+米槠群落、石栎群落、苦槠群落等、武夷山甜槠林、海南尖峰岭山地雨林^[13],表明群落的物种多样性指数值随纬度降低而增大^[3,5,11]。这与分布在高海拔的南方铁杉林中有极多通过无性繁殖的莎草和毛杆玉山竹有关,箬竹和莎草在 400 m² 的取样面积中分别多达 3965 和 2321 株,对群落的均匀度和多样性指数影响极大。

4 结语

武夷山自然保护区亮叶水青冈群落的 Shannon—Wiener 指数值为 1.2973, 均匀度为 34.71%, 表明该群落物种多样性不高, 各层尤其是灌木层和草本层的优势种在个体数上的优势导致多样性和均匀度降低。在理论上随海拔升高, 群落多样性降低, 均匀度也降低, 这 3 个指数均能较好地反映这一趋势。

亮叶水青冈群落所处位置海拔相对较高, 除乔木层外, 物种多样性较低, 表明了该生态系统的有一定的脆弱性, 应得到有效的保护和管理。

参 考 文 献

- [1] 中国植被编委会. 中国植被[M]. 北京: 科学出版社, 1980, 321—323.
- [2] 何建源, 李凌浩, 刘初钊, 等. 武夷山自然保护区植被[M]. 武夷山研究(自然资源卷). 厦门: 厦门大学出版社, 1994, 39—117.
- [3] 黄建辉, 陈灵芝. 北京东灵山地区森林植被的物种多样性分析[J]. 植物学报, 1994, 36(增刊): 178—186.
- [4] 马克平. 生物群落多样性的测度方法. 生物多样性研究的原理与方法[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1994, 141—165.
- [5] Krebs C J. Ecology—The Experimental Analysis of Distribution and Abundance, 2nd ed[J]. New York: Harper & Row, 1978, 449—487.
- [6] 彭少麟, 周厚诚, 陈天杏, 等. 广东森林群落的组成结构数量特征[J]. 植物生态学与地植物学学报, 1989, 13(1): 10—17.
- [7] 彭少麟, 王伯荪. 鼎湖山森林群落分析: 物种多样性[J]. 生态科学, 1983, (1): 11—17.
- [8] 陆阳, 李鸣光, 黄雅文, 等. 海南岛坝王岭长臂猿自然保护区植被[J]. 植物生态学与地植物学学报, 1986, 10(2): 106—114.
- [9] 林鹏, 丘喜昭. 福建南靖县和溪的亚热带雨林[J]. 植物生态学与地植物学学报, 1987, 11(3): 161—170.
- [10] 林鹏, 丘喜昭. 福建三明瓦坑赤枝栲林[J]. 植物生态学与地植物学学报, 1986, 10(4): 241—253.
- [11] 彭少麟, 陈章和. 广东亚热带森林群落物种多样性[J]. 生态科学, 1983, (2): 98—104.
- [12] 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的比较[J]. 应用生态学报, 1994, 5(1): 16—23.
- [13] 黄全, 李意德. 海南岛尖峰岭热带山地雨林采伐迹地更新群落的初步分析[J]. 植物生态学与地植物学学报, 1988, 12(1): 12—22.
- [14] 王铸豪, 何道泉, 宋绍教等. 鼎湖山自然保护区的植被. 热带亚热带森林生态系统研究[J]. 广州: 科学普及出版社广州分社, 1982, 1: 77—141.

STUDY ON THE SPECIES DIVERSITY OF HIGHER PLANTS IN *FAGUS LUCIDA* COMMUNITY IN WUYISHAN MOUNTAINS

HE Jian-yuan¹, LIU Chu-dian¹, LI Zhen-ji², CHEN Lu-zhen²,
LIN Jian-li¹, LIU De-long¹, SHI Dong-mei³,
LIN Wen-qun³, HUANG Jian-hao³

(1. The Administrative Bureau of Wuyishan National Nature Reserve, Wuyishan 354315; 2. College of Life Sciences, Xiamen University, Xiamen 361005; 3 College of Biological Engineering, Fujian Normal University, Fuzhou 350007)

Abstract: Shannon—Wiener Diversity index, Pielou evenness, Simpson index, PIE were used to analyse the species diversity of higher plants in *Fagus lucida* Community in Wuyishan Mountains. The results showed that the former two indices were better, in this community, the Shannon—Wiener index value was 1.2973, Pielou evenness was 34.71%, the Simpson index was 2.4777, PIE was 0.5964, in the crown layer, it was 2.5757, 89.11%, 12.1179 and 0.9175 respectively.

Key words: Wuyishan Mountain; *Fagus lucida* community; species diversity, Shannon—Wiener index; Pielou evenness