

文章编号:1001-1498(2005)04-0406-06

浙西北天然次生林群落物种多样性研究

周本智¹, 傅懋毅¹, 李正才¹, 谢锦忠¹, Manuel Ruiz Perez²,
Brian Belcher³, 杨校生¹, 吴明¹

(1. 中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400;

2. Dpt. Ecologia, Universidad Autonoma de Madrid, 28049-Madrid, Spain;

3. Center for International Forestry Research, Bogor Barat 16680, Indonesia)

摘要:对浙西北地区天然次生林群落植物物种多样性特征进行了研究,测定了群落植物生长型构成以及各层次植物物种的重要值,采用多种测度方法计算了群落各层次植物物种的丰富度指数、均匀度指数和多样性指数。结果表明:(1)浙西北地区天然次生林群落各层次优势种比较明显,乔木树种以青冈为主,灌木树种以柃木和木占优势,草本植物则以箬竹为主;(2)该地区天然次生林群落植物物种比较丰富,乔木树种种数最多,草本植物稀少;就各层次而言,草本层物种数最多,乔木层和灌木层比较接近,各层次的均匀度指数的趋势是灌木层最高,草本层最低,乔木层居中;以多种指标计算各层次物种多样性指数结果均显示,灌木层多样性指数最高,草本层最低,尽管草本层具有最高的丰富度;(3)封育时间长、人为干扰轻的地区具有较高的物种多样性指标以及数量指标,有利于生物多样性的保护。

关键词:物种多样性;天然次生林;群落;多样性指数;浙西北

中图分类号:S718 **文献标识码:**A

Plant Species Diversity of Natural Secondary Forest Community in Northwest Zhejiang

ZHOU Ben-zhi¹, FU Mao-yi¹, LI Zheng-cai¹, XIE Jin-zhong¹, Manuel Ruiz Perez²,
Brian Belcher³, YANG Xiao-sheng¹, WU Ming¹

(1. Research Institute of Subtropical Forestry, CAF, Fuyang 311400, Zhejiang, China;

2. Dpt. Ecologia, Universidad Autonoma de Madrid, 28049-Madrid, Spain;

3. Center for International Forestry Research, Bogor Barat 16680, Indonesia)

Abstract: The characteristics of the plant species diversity of natural secondary forest community in the northwest Zhejiang Province were studied. The plant growth form and the importance value of the community were determined, and the richness, evenness, and species diversity index of each layer of the community were calculated with varied calculation method. The results are as follows: (1) There existed the comparatively obvious dominant species within each layer of the natural secondary forest community, with *Cyclobalanopsis glauca* in tree layer, *Cyclobalanopsis glauca* and *Loropetalum chinese* in shrub layer and *Indocalamus tessellatus* in herb layer as the dominant species. (2) The natural secondary forest community in this area had rich plant species, with the species number of arbor tree being the most and that of the herb being the least. In terms of the layer of the natural secondary forest, the herb layer had the highest richness, followed by shrub layer and tree layer with a similar richness between them. The shrub layer had the highest evenness, followed by tree layer. While the richness of the herb layer was the lowest. Al-

收稿日期:2004-07-19

基金项目: AECFLIAM, CIFOR 国际合作项目“中国主要竹产区土地利用制度选择及其对环境的影响”部分研究内容

作者简介:周本智(1969—),男,安徽宿松人,副研究员,硕士,在职博士。

so, the shrub layer had the highest species diversity index calculated with various methods. The index for herb layer was the lowest even if it had the highest richness. (3) There were higher plant species diversity index and higher quantity index in the forest community which was closed for a longer time and suffered from less human disturbance.

Key words: species diversity; natural secondary forest; community; diversity index; northwest Zhejiang

物种多样性是一个群落结构和功能复杂性的度量,是群落组织水平重要生态学特征之一,表征着生物群落和生态系统的结构复杂性,体现了群落的结构类型、组织水平、发展阶段、稳定程度和生境差异,是揭示植被组织水平的生态基础^[1-5],对其进行研究可以更好地认识群落的组成、变化和发展趋势,同时也可以反映群落及其环境的保护状况,所以生物多样性及生态系统稳定性研究成为全球关注的焦点之一。天然次生林群落是我国亚热带地区重要的群落类型之一,是森林群落演替过程重要的过渡类型。浙西北地区地带性植被类型为亚热带常绿阔叶林,由于对木材、薪材的需求和农业的发展,该区天然阔叶林大多遭到破坏,随着近年对自然资源保护意识的增强和经济的发展,各地加强了对天然林的保护力度,实行封山育林,使这些被破坏的天然林逐渐恢复为次生林^[6]。本文对浙西北地区天然次生常绿阔叶林群落物种多样性进行了初步研究,以探讨这种森林群落类型植物物种组成特征以及群落发展水平,并为探讨该地区物种多样性和生态环境保护、制定该地区物种多样性保护策略提供基础数据。

1 自然概况

调查地区分别设在浙江省富阳市和安吉县。富阳

市的地理位置为 119°25' ~ 120°09' E, 29°44' ~ 30°12' N, 属亚热带季风气候,雨量充沛,气候温和,年均气温 16.2℃, 年均降水量 1 464 mm, 无霜期 237 d。调查点设于本市春建乡云二村,为 20 世纪 80 年代末人工封山育林恢复起来的天然次生林群落,人为干扰程度较轻。安吉县的地理位置为 119°41' E, 30°39' N, 属亚热带季风气候,四季分明,雨量充沛,冬季寒冷,夏季炎热,年均气温 15.5℃, 年均降水量 1 875.7 mm。调查点设于本县天荒坪镇大溪村白茶谷,由于地处深山,交通等条件不便,得到较长时期的保护,几乎不受人为干扰,是该地区典型的天然次生林群落类型。

2 研究方法

2.1 样地设置

采用典型抽样方法,分别在两个调查区的天然次生林的典型地段设置面积为 30 m × 30 m 的样地各 3 块,记录样地的基本情况(表 1)。每一样地再分划成 36 块 5 m × 5 m 的小样方,对所有小样方内乔木层树种(胸径大于 5 cm 或者树高大于 5 m)进行每木调查;同时,在样地内随机抽取小样方各 5 个,进行灌木层调查(胸径小于 5 cm 或者树高介于 1.5 ~ 5.0 m 之间);在抽取的 5 m × 5 m 的样方内再设置一个 1 m × 1 m 的小样方,进行草本层物种调查。

表 1 样地基本情况

样地号	地点	面积/m ²	海拔/m	坡向	坡度/°	建群种或优势种
F1	富阳春建	900	100	东南	30	青冈、苦槠
F2	富阳春建	900	120	东北	32	青冈、苦槠
F3	富阳春建	900	140	南	28	青冈、小叶青冈、苦槠
A1	安吉天荒坪	900	760	西南	25	檫树、枳椇、合欢
A2	安吉天荒坪	900	830	西	22	青冈、白栎
A3	安吉天荒坪	900	800	东北	22	白栎、鹅耳枥、马银花

注:建群种或优势种:青冈(*Cyclobalanopsis glauca* (Thunb.) Orest.)、苦槠(*Castanopsis sclerophylla* (Lindl.) Schott.)、小叶青冈(*C. myrsinaefolia* Orest.)、檫树(*Sassafras tsumu* (Hemsl.) Hemsl.)、枳椇(*Hovenia acerba* Lindl.)、合欢(*Albizia julibrissin* Durazz)、白栎(*Quercus albus* L.)、鹅耳枥(*Carpinus fargesii* Franch)、马银花(*Rhododendron ovatum* Planch)。

2.2 样地调查

2.2.1 乔木层调查 在 30 m × 30 m 的样地内,对乔木层树种进行每木调查,记录各树种种类及各树种株数,测定各株胸径、树高、冠幅等因子。

2.2.2 灌木层调查 在 5 m × 5 m 的小样地内,对灌

木层植物种进行调查,记录样地内各种种类、株数,测定胸径、高度和冠幅。

2.2.3 草本层调查 在 1 m × 1 m 的小样地内,对草本层植物种进行调查,记录样地内各植物种种类、株数和盖度。

2.3 数据整理和计算

2.3.1 重要值的计算 根据 6 块样方共计 5 400 m² 的数据为基础,分别乔木层、灌木层和草本层,计算各植物种重要值,计算公式为^[1,7-10]:

乔木层和灌木层的重要值 = (相对频度 + 相对密度 + 相对显著度) × 100/3

草本层的重要值 = (相对频度 + 相对密度) × 100/2

2.3.2 物种多样性特征的计算 分别各样地、各层次计算丰富度、物种多样性指数和均匀度指数,其计算公式如下^[1,2,5,11-15]:

丰富度指数 $R = s$; Margale 丰富度指数 $R_1 = (s - 1) / \ln N$; Menhinick 丰富度指数 $R_2 = s / \sqrt{N}$

Gni 多样性指数 $D_1 = 1 - \sum P_i^2$; 多样性奇数测度 $D_0 = 1 / \sum P_i^2 - 1$

Shannon-Wiener 多样性指数

$$H_p = - \sum (P_i \ln P_i);$$

$$\text{Mcintosh 多样性指数 } D_{mc} = (N - \sqrt{\sum N_i^2}) / (N - N)$$

Simpson 多样性指数 $D = 1 - \sum N_i(N_i - 1) / [N(N - 1)]$; 生态优势度 $C = \sum N_i(N_i - 1) / [N(N - 1)]$

Pielou 均匀度指数 $J_{sw} = - (\sum P_i \ln P_i) / \ln s$; 基于

$$\text{Gni 指数均匀度指数 } J_{gi} = (1 - \sum P_i^2) / (1 - 1/s)$$

Sheldon 均匀度指数 $E_s = \exp(-\sum P_i \ln P_i) / s$;

Heip 均匀度指数 $E_h = [\exp(-\sum P_i \ln P_i - 1)] / (s - 1)$

Alatalo 均匀度指数 $E_a = (1 / \sum P_i^2 - 1) / [\exp(-\sum P_i \ln P_i - 1)]$

式中, s 为样地内各层次植物种数目; N 为样地内各层次多度指标总和; N_i 为第 i 个种多度指标; $P_i = N_i / N, i = 1, 2, 3, 4, \dots, n$ 。

3 结果与分析

3.1 天然次生林群落植物物种组成及其数量特征

3.1.1 各层次物种重要值 以 5 400 m² 样地内的调查数据为基础,统计出浙西北地区天然次生林群落物种组成的数量特征,对群落乔木层、灌木层和草本层各物种重要值的测定结果表明(表 2),浙西北地区的天然次生林中,各层次的优势种都比较明显,乔木层中,重要值大于 10% 的植物种有 3 个,即青冈、白栎和苦槠;灌木层中,重要值大于 10% 的植物种有 2 个,为青冈和柃木;草本层中,重要值大于 10% 的植物种也有 2 个,箬竹和青冈。青冈是天然

表 2 天然次生林群落各层次前 15 名物种重要值

序 号	乔木层		灌木层		草本层	
	物种	重要值	物种	重要值	物种	重要值
1	青冈	31.22	青冈	26.48	箬竹	24.08
2	白栎	11.23	柃木	12.74	青冈	17.47
3	苦槠	11.02	柃木	6.03	柃木	5.38
4	马银花	6.11	满山红	5.50	满山红	3.40
5	鹅耳枥	4.51	石竹	5.33	柃木	3.14
6	枳椇	3.86	马银花	4.29	六月雪	3.00
7	合欢	3.39	黄檀	3.45	栀子花	2.86
8	小叶青冈	3.12	栀子花	2.81	苦槠	2.39
9	化香	2.90	豹皮樟	2.77	小叶青冈	2.03
10	枫香	2.56	映山红	2.23	薜荔	1.84
11	檫树	2.36	豆腐柴	1.95	菝葜	1.68
12	豹皮樟	1.93	化香	1.87	豆腐柴	1.46
13	野核桃	1.86	鹅耳枥	1.81	黄檀	1.42
14	小叶栎	1.52	紫藤	1.75	假死柴	1.17
15	黄檀	1.36	小叶青冈	1.32	胡颓子	1.13

注:物种:化香(*Platycarya strobilacea* Sieb et Zucc.)、枫香(*Liquidambar formosana* Hance)、豹皮樟(*Litsea coreana* var. *sinensis* Yang et P. H. Huang)、野核桃(*Juglans cathayensis* Dode)、小叶栎(*Quercus chenii* Nakai)、黄檀(*Dalbergia hupeana* Hance)、柃木(*Eurya japonica* Thunb.)、柃木(*Loropetalum chinense* (R. Br.) Oliv.)、满山红(*Rhododendron mariesii* Hemsl. et Wils.)、石竹(*Phyllostachys nuda* McClure)、栀子花(*Gardenia jasminoides* Ellis)、映山红(*Rhododendron simsii* Planch)、豆腐柴(*Premna microphylla* Turcz)、紫藤(*Lagerstroemia indica* L.)、箬竹(*Indocalamus tessellatus* Keng f.)、六月雪(*Serissa serissoides* (DC.) Druce)、薜荔(*Ficus pumila* L.)、菝葜(*Smilax china* L.)、假死柴(*Lindera angustifolia* Cheng)、胡颓子(*Elaeagnus pungens* Thunb.)。

次生林群落的最重要物种,在群落的各层次中,具有最大或次大的重要值,在乔木层和灌木层,其重要值分别达到 31.22%和 26.48%,均排在第 1 位,在草本层,其重要值为 17.47%,仅次于箬竹的 24.08%,排在第 2 位,可见,青冈在本地区的天然次生林群落中形成了较为稳定的世代更替趋势,将成为本地区顶级群落重要的建群种之一。乔木层中,白栎、苦槠也具有重要位置,重要值分别达到 11.23%和 11.02%。柃木和槲栎是灌木层和草本层的重要物种,重要值分别排在第 2、3 位和第 3、5 位。箬竹是草本层最重要物种,具有最大重要值,达 24.08%。由此可见,浙西北地区天然次生林群落乔木树种以青冈、白栎和苦槠占优势,灌木树种以柃木和槲栎为主,而草本植物则以箬竹占优势。

3.1.2 各层次数量特征 该地区群落乔木层的平均密度为 1 283 株 $\cdot \text{hm}^{-2}$,平均胸径为 13.5 cm。安吉调查点群落乔木层密度大于富阳调查点乔木层密度,分别为 1 630 株 $\cdot \text{hm}^{-2}$ 和 937 株 $\cdot \text{hm}^{-2}$,而平均胸径则是前者小于后者,分别是 11.92 cm 和 16.26 cm (表 3),也就是说,安吉调查点群落乔木层密度较大,而个体较小,富阳调查点群落乔木层密度较小,而个体较大。灌木层密度则以富阳调查点远远大于安吉调查点,分别为 59 600 株 $\cdot \text{hm}^{-2}$ 和 27 467 株 $\cdot \text{hm}^{-2}$,这与富阳调查点群落乔木层密度较小有关。草本层植物密度则比较接近,安吉和富阳分别为 41 株 $\cdot \text{m}^{-2}$ 和 43 株 $\cdot \text{m}^{-2}$ 。

表 3 两调查点群落各层次数量特征

调查点	乔木层		灌木层密度 (株 $\cdot \text{hm}^{-2}$)	草本层密度 (株 $\cdot \text{m}^{-2}$)
	密度/(株 $\cdot \text{hm}^{-2}$)	平均胸径/cm		
安吉	1 630	11.92	27 467	41
富阳	937	16.26	59 600	43

3.1.3 群落生长型构成 根据上述抽样调查结果,浙西北地区天然次生林群落物种总数为 103 种,其中乔木树种 46 种,灌木树种 35 种,草本植物 22 种 (图 1)。乔木优势树种比较丰富,主要包括青冈、苦槠、柃木、白栎、马银花等,灌木优势树种则比较单一,主要是柃木、箬竹等,草本植物比较稀少,主要是由于群落郁闭度较大,上层林冠紧密,透光度较小,林内光线较暗,处于群落下层的草本植物种类及数量都比较稀少,草本层植物主要是上层乔木或灌木的幼苗和幼树。

在安吉调查点的 3 块样地中,植物物种总数为 61 种,其中乔木树种 35 种,灌木树种 16 种,草本植物 10

种,富阳调查点的 3 块样地中,植物物种总数为 56 种,其中乔木树种 21 种,灌木树种 21 种,草本植物 14 种 (图 2)。两个调查点的植物物种总数差异不大,而且各生长型构成基本相似,乔木树种种类最多,草本植物种类最少。在地处深山、几乎没有人为干扰的安吉调查点,乔木树种物种数和木本植物物种数都大于处于浅山、有轻度人为干扰的富阳调查点,而且在海拔较高(800 m 左右)的安吉调查点以落叶的柃木、白栎、马银花为主,而在海拔较低(120 m 左右)的富阳调查点,乔木树种以常绿的青冈、苦槠占优势。

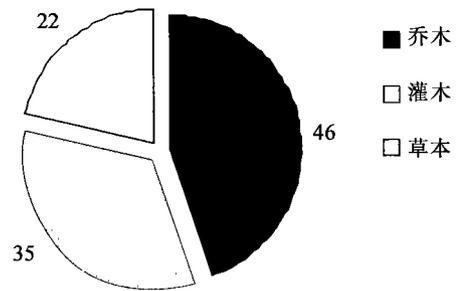


图 1 浙西北天然次生林群落植物生长型构成

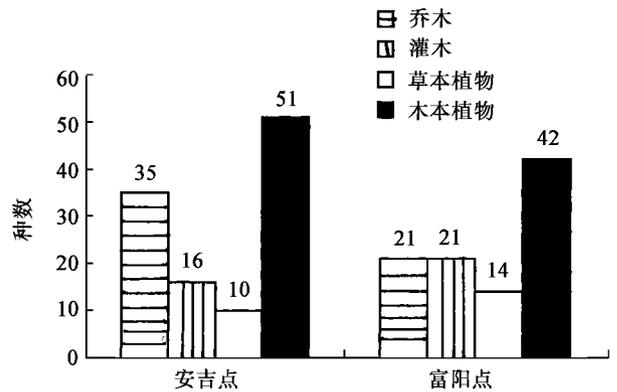


图 2 各调查点群落生长型构成

3.2 天然次生林群落植物物种丰富度特征

植物群落的物种丰富度指标反映了群落内物种种类的数量,本文分别选用丰富度指数 R 、Margale 丰富度指数 R_1 和 Menhinick 丰富度指数 R_2 来测度天然次生林群落各层次丰富度 (表 4、图 3)。结果显

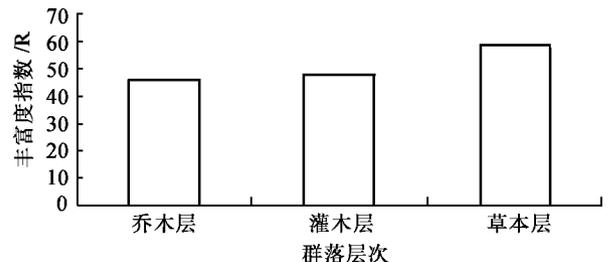


图 3 天然次生林群落各层次物种丰富度

示:浙西北地区天然次生林群落各层次物种比较丰富,乔木层、灌木层和草本层的植物种类分别达到46、48和59种,前文所述(图1),乔木树种、灌木树种和草本植物分别为46、35和22种,说明灌木层中有乔木树种的幼树13种,草本层乔木和灌木幼苗则更多。乔木层、灌木层和草本层的Margale 丰富度指数分别为6.8797、7.2513和8.1236, Menhinick 丰富度指数则分别为1.7474、1.8784和1.6615,这两个指数都是独立于样本规模的丰富度测度,更具有可比性。各层次表现的趋势不尽相同,草本层的 Mar-

gale 丰富度指数最高,而Menhinick 丰富度指数最低,所以,就各层次而言,草本层的物种数大于乔木层和灌木层,乔木层和灌木层的物种数比较接近,但是根据Menhinick 丰富度指数的测度,尚不能确定草本层的物种丰富度最高。

安吉和富阳天然次生林群落乔木层物种丰富度存在较大差异,丰富度指数分别为34和18, Margale 丰富度指数差异也较明显(表4),这与两地所处海拔高度和人为干扰程度有关。

表4 天然次生林各林层物种多样性特征

层次	R	R ₁	R ₂	D ₁	D ₀	H _p	D _{mc}	D	C	J _{sw}	J _{gi}	E _s	E _h	E _a
乔 安吉	34	5.4216	1.6209	0.8808	7.3926	2.5610	0.6876	0.8829	0.1171	0.7262	0.9075	0.3808	0.3621	0.6187
木 富阳	18	3.0723	1.1317	0.6540	1.8899	1.4822	0.4394	0.6566	0.3434	0.5128	0.6924	0.2446	0.2001	0.5555
层 整体	46	6.8797	1.7474	0.8529	5.8000	2.5680	0.6409	0.8542	0.1458	0.6707	0.8719	0.2835	0.2676	0.4817
灌木层	48	7.2513	1.8784	0.8701	6.6962	2.7267	0.6490	0.8703	0.1297	0.7043	0.8886	0.3184	0.3039	0.4689
草本层	59	8.1236	1.6615	0.7657	3.2685	2.2574	0.5171	0.7657	0.2343	0.5536	0.7789	0.1620	0.1476	0.3819

3.3 天然次生林群落植物物种均匀度特征

物种均匀度是反应群落中物种个体数量的分配特征。作者选用了Pielou 均匀度指数 J_{sw} 、基于 Gni 指数均匀度指数 J_{gi} 、Sheldon 均匀度指数 E_s 、Heip 均匀度指数 E_h 和 Alatalo 均匀度指数 E_a 来测度该地区天然次生林群落各层次物种均匀度特征(表4、图4)。几种测度方法除了 E_a 有所差异外,得出的结果基本一致,灌木层 > 乔木层 > 草本层。分别调查地区来看,乔木层的所有均匀度指标均以安吉为高,所以,安吉的天然次生林群落物种个体数量分布更趋均匀。浙西北地区的天然次生林群落中,物种均匀度以灌木层为最高,表明灌木层各物种个体数量分布比较均匀,乔木层树种的均匀度稍低于灌木层;草本层的均匀度最低,表明草本层植物个体数量分布不均匀,具有相对明显的优势种。这是由于草本层植物多呈不连续的斑块状分布,在群落内郁闭度较大的地方,林下植被稀疏,种类少,而在倒木或林窗下,光照充足,草本层植物种类丰富,因此,草本层不仅各物种间个体数的分布很不均匀,而且物种在群落中的空间分布也很不均匀,因而均匀度较低^[12,16]。

3.4 天然次生林群落植物物种多样性特征

多样性指数是综合反应群落物种数量和个体数量的指标,本文选用 Gni 多样性指数 D_1 、多样性奇数测度 D_0 、Shannon-Wiener 多样性指数 H_p 、Mcintosh 多样性指数 D_{mc} 和 Simpson 多样性指数 D 来进行物

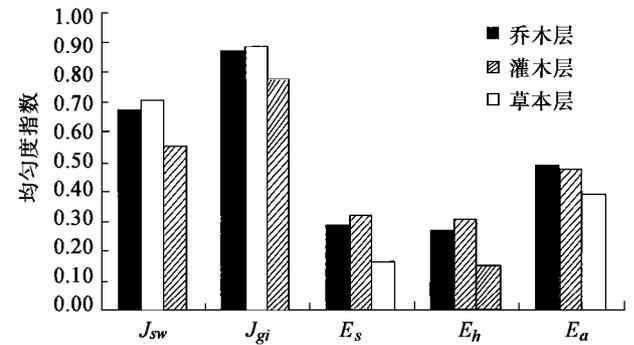


图4 天然次生林群落各层次物种均匀度

种多样性的综合测度(表4、图5)。各层次对几种指数的测度表现出一致的趋势,即灌木层的多样性指数最高,Shannon-Wiener 指数和 Simpson 指数分别为2.7267和0.8703,其次为乔木层,各项指标略低于灌木层,草本层的多样性指数最低。虽然草本层具有最高的丰富度,即物种种类最多,但由于各种类个

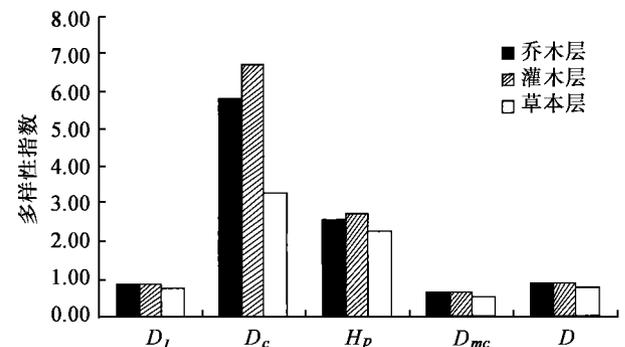


图5 天然次生林群落各层次物种多样性

体数量分布不均匀,均匀度低,所以多样性指数反而最低。

由于安吉的天然次生林群落乔木层物种丰富度、均匀度均高于富阳的群落,所以,作为综合性指标的多样性指数均以安吉地区的显著高于富阳地区的。

4 结论与讨论

(1)浙西北地区天然次生林群落各层次优势种均比较明显,乔木层、灌木层和草本层中,重要值大于10%的植物种分别有3种(青冈、白栎和苦槠)、2种(青冈和柃木)和2种(箬竹和青冈)。青冈在该地区天然次生林群落的各层次中都处于很重要的地位,形成较为稳定的世代更替趋势;灌木树种以柃木和槲木为主,而草本植物则以箬竹占优势。

(2)浙西北地区天然林群落植物物种比较丰富,根据调查结果,共有植物物种103种,其中乔木树种46种,灌木树种35种,草本植物22种。乔木层、灌木层和草本层丰富度指数分别为46、48和59,草本层物种数大于乔木层和灌木层。各层次的均匀度指数的趋势是灌木层最高,草本层最低,乔木层居中,草本层各物种个体数量的分布不均匀,优势种更为明显。物种多样性指数也以灌木层为最高,乔木层其次,草本层最低,草本层虽然拥有最多的物种数,但由于分布的不均匀,导致多样性指数最低。

(3)本文在计算物种丰富度、均匀度和多样性指数时,均采用多个指标,这些指标各有特点,能从不同角度反应群落物种多样性特征。在计算时,只采用物种数量作为计算依据。种数是最为简单的一种易于调查的数据,但是从幼苗到大树,个体大小相差悬殊,故分别不同生长型计算,尽管如此,同一层次内,个体的大小还是有相当大的差异,所以,有必要探讨更为科学合理的数量指标(如重要值)作为计算生物多样性的依据。

(4)本研究调查了两个地区的次生林群落,由于群落所处位置、海拔高度、人为干扰程度、封育时间的不同,无论是物种多样性指标(丰富度指数、均匀

度指数以及多样性指数),还是数量指标(株数等)均以安吉地区为高,所以,封育时间较长、人为干扰较轻的群落生物多样性状况明显优于其它群落,这可为制定生物多样性保护策略和方法提供参考。

参考文献:

- [1] 兰思仁. 武夷山国家级自然保护区植物物种多样性研究[J]. 林业科学, 2003, 39(1): 36~43
- [2] 兰思仁. 福州国家森林公园人工群落结构与物种多样性[J]. 福建林学院学报, 2002, 22(1): 38~41
- [3] 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[J]. 生态学报, 1994, 14(4): 337~334
- [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[J]. 福建林学院学报, 1999, 16(1): 33~37
- [5] 洪伟, 林成来, 吴承祯, 等. 福建建溪流域常绿阔叶防护林物种多样性特征研究[J]. 生物多样性, 1999, 7(3): 208~213
- [6] 李正才, 傅懋毅, 周本智, 等. 浙西北地区几种不同土地利用/覆盖类型碳储量研究[J]. 林业科学, 2004, 17(专刊): 57~63
- [7] 马克平, 黄建辉, 于顺利, 等. 北京东灵山地区植物群落多样性的研究 II: 丰富度均匀度和物种多样性指数[J]. 生态学报, 1995, 15(3): 268~277
- [8] 洪伟, 吴承祯, 林成来, 等. 福建龙栖山森林群落林窗边缘效应研究[J]. 林业科学, 2000, 36(2): 33~38
- [9] 程瑞梅, 肖文发. 宝天曼地区 栎群落学特征研究[J]. 林业科学, 2000, 36(4): 21~25
- [10] 樊后保. 福建三明格氏栲群落的结构特征[J]. 福建林学院学报, 1996, 16(1): 14~19
- [11] 林开敏, 俞新妥, 黄宝龙, 等. 杉木人工林下植物物种多样性的动态特征[J]. 应用与环境生物学报, 2001, 7(1): 13~19
- [12] 金则新. 浙江天台山落叶阔叶林物种多样性研究[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2001, 27(4): 427~432
- [13] 张咏梅, 周国逸, 温达志, 等. 南亚热带季风常绿阔叶林锥栗—荷木—黄果厚壳桂群落发展趋势探讨[J]. 植物生态学报, 2003, 27(2): 256~262
- [14] 何汉杏, 何秀春. 湖南舜皇山常绿阔叶林种类组成数量综合特征—— 乔木物种重要位[J]. 中南林学院学报, 2003, 23(2): 16~21
- [15] 叶永恩. 毛竹-马尾松-杉木混交林群落学特征研究[J]. 江西农业大学学报, 2003, 25(4): 594~598
- [16] 金则新. 浙江天台山甜槠群落物种多样性[J]. 生态学杂志, 2002, 21(3): 1~4