不同生境中杉阔混交林物种多样性特征初步研究

黄世国¹ 林思祖¹ 曹光球¹ 吴淑芳² 陈建宇³

1 (福建林学院, 南平 353001)

2 (福建省林业勘察设计院, 福州 350002)

3 (福建省南平市国有林场管理处, 南平 353000)

摘要: 根据生境因子应用主分量分析和动态聚类方法进行生境的划分,在此基础上分析不同生境中杉阔混交林群落数量特征。结果表明:不同生境中植物群落的主要优势种组成不一,其重要值也不同。不同生境中植物群落乔木层的物种数目、物种多样性、群落均匀度均有较大差异。海拔对不同生境中植物群落乔木层的物种数目、物种多样性和群落均匀度有很大影响,坡向则对个体总数和种类数量的影响较大。海拔和坡向对不同生境中植物群落乔木层生态优势度则无明显影响。应该重视不同生境中杉阔混交林多样性的保护。

关键词: 杉木, 混交林, 物种多样性

中图分类号: Q948.15 文献标识码: A 文章编号: 1005-0094(2001)02-0162-06

Primary study on the characteristics of species diversity in Chinese-fir and broad-leaved mixed forests in different habitats

HUANG Shi-Guo¹ LIN Si-Zu¹ CAO Guang-Qiu¹ WU Shu-Fang² CHEN Jian-Yu³

1 *Fujian Forestry College, Nanping 353001*

2 *Fujian Forestry Investigation and Designation Institute, Fuzhou 350002*

3 *Administrative Bureau of Nanping Forest Farm, Nanping, Fujian Province 353000*

Abstract: The categorization of different habitat types was done with principal component analysis and dynamical clustering based on parameters of the habitat. In addition, the quantitative characteristics of tree organization in Chinese fir and broad-leaved forests in different habitat types were analyzed. The results showed that: the characteristics of main parameters of habitat were distinctly different in different habitat and the dominant species and relative importance values were also different. The total number of species, species diversity, and community evenness of tree organization were different. The influence of altitude on the total number of species and on their ecological dominance was highly significant. Slope-exposure influenced the number of unit more significantly in certain degree. Altitude and slope-exposure had no influence on the ecological dominance of trees in different habitats. The protection of diversity in Chinese-fir and broad-leaved mixed forest in different habitats should be emphasized.

Key words: Chinese fir, mixed forests, species diversity

我国近十几年来研究森林群落构成的成果不少(彭少麟,王伯荪,1989;丘喜昭,林鹏,1990;庄树宏等,1999),但缺乏对杉阔混交林群落结构特征研究的报道。同时,生境条件对混交树种间的种间关系影响较大,种间关系的表现形式会随生境的改变而相互转化(俞新妥,1989)。为此,本文根据大量的

杉阔混交林的样地数据,先用主分量对生境因子进行排序,再用动态聚类划分生境,在此基础上,进一步探讨不同生境中杉阔混交群落的构成特征和主要种群生态位特征。这不仅有助于在群落水平上揭示其生态学意义,而且对混交林的营造有指导意义。

1 研究方法

1.1 材料来源与调查方法

调查地区分别位于：1) 武夷山地区(27°35′ ~ 27°55′N ,117°27′ ~ 117°53′E)。海拔 500 ~ 700 m 范围内分布着以壳斗科(*Fagaceae*)、樟科(*Lauraceae*) 等为主的中亚热带东部常绿阔叶林；2) 将乐县龙栖山地区(26°30′ ~ 26°36′N ,117°13′ ~ 117°21′E)。海拔 700 ~ 1300 m 范围内分布着以壳斗科、茜草科(*Rubiaceae*)等为主的常绿阔叶林；3) 连城县梅花山地区(25°13′ ~ 25°30′N ,116°40′ ~ 117°02′E)。海拔 1300 ~ 1600 m 范围内分布着壳斗科、樟科等为主的南亚热带常绿阔叶林向中亚热带过渡类型；4) 顺昌县虎头山(26°39′ ~ 27°13′N ,117°13′ ~ 118°14′E)。海拔 500 ~ 700 m 范围内分布着南岭东部山地常绿槭类阔叶林区(省)与闽浙赣山地丘陵常绿槭类和半常绿栎类阔叶林区(省)的过渡性植被。

在闽西北连城县梅花山、将乐县龙栖山、武夷山市武夷山这 3 个自然保护区以及顺昌县高阳乡虎头山的杉阔混交林中,按群落结构特点,在上述四个地区分别随机设置 59、49、62 和 18 个样地,每个样方面积为 10 m × 10 m 进行每木调查。每个样方内设小样方(面积为 2 m × 2 m 和 1 m × 1 m),分别调查灌木层种和草本层种。按常规方法进行生境因子调查(包括坡向、坡度、坡形、坡位、母岩、土壤类型、A 层厚、土层厚、开阔度、松紧度、A 层质地)。

1.2 研究方法

1.2.1 不同生境中群落数量特征

应用赵荣慧和沈培元(1988)提出的方法,对海拔等 12 个生境因素进行分级,并采用主分量分析的理论,计算得出信息占用量最多的两个主分量,即第一、二主分量在两维平面坐标上排序,然后在排序的基础上,用动态聚类方法对主分量进行聚类,划出不同生境。

对不同生境中杉阔混交群落应用群落物种优势度、物种多样性、生态优势度及群落均匀度指数来测度其群落乔木层数量特征。

物种的优势度由其重要值表示(Mueller & Ellenberg, 1986 ;钱迎倩,马克平,1994 ;内蒙古大学生物系,1986)并应用下式计算：

$$\text{重要值}(IV) = \text{相对密度}(RD) + \text{相对盖度}(RC) + \text{相对频度}(RF)$$

(1)

群落物种多样性采用 Shannon-Wiener 多样性指数计算：

$$H = - \sum P_i \ln P_i = \ln N - \sum n_i \ln n_i / N$$

(2)

式中 n_i 为物种 i 在样方中的数量, N 为样方中所有种的个体总数(钱迎倩,马克平,1994 ;马克平等,1995)。

生态优势度采用下式计算：

$$c = \sum_{i=1}^s n_i (n_i - 1) / N (n - 1)$$

(3)

式中 N 为样方中所有的种类的重要值总数, n_i 为第 i 个种的重要值。

群落均匀度指数采用 Pielou 的均匀度指数计算：

$$J_{sw} = (- \sum P_i \ln P_i) / \ln N$$

(4)

式中 P_i 为物种 i 的相对重要值(钱迎倩,马克平,1994 ;马克平等,1995)。

2 结果分析

2.1 生境划分

应用研究方法中的分类方法,将 186 块样地分为 4 大类。

由表 1 可见,不同生境中主要因子是不一样的。在低山阳坡组中,海拔主要分布在 700 m,坡向主要为阳坡和半阳坡,土壤土层较深,土壤 A 层较薄,并较粘重;在低山阴坡组中,海拔主要分布在 600 m,坡向主要为阴坡和半阴坡,土壤土层较深,土壤 A 层较厚,并较粘重;在中山阳坡组中,海拔主要分布在 1300 m,坡向主要为阳坡和半阳坡,土壤土层较薄,A 层亦较薄,土壤质地较好;在中山阴坡组中,海拔主要分布在 1200 m,坡向主要为阴坡和半阴坡,土壤土层较薄,腐质层亦较薄,土壤质地较疏松。

2.2 不同生境中杉阔混交林群落数量特征

植物群落内主要优势种的优势度决定着群落的结构、功能并对群落环境的形成起决定作用。本研究以相对重要值作为物种的优势度指标以便更全面地表达不同生境中各个物种在群落中的功能地位,反映各物种在群落中的分布格局。由表 2 可以看出,海拔对不同生境中群落主要优势种组成有很大影响。处于高海拔生境中群落的主要优势种出现了厚叶厚皮香(*Ternstroemia kwangtungensis*)、黄山松(*Pinus taiwanensis*)等高海拔树种。在低海拔生境中,一些适宜于低海拔地区生长的树种如马尾松

表 1 不同生境主要因子
Table 1 Main factors in different habitats

生境 Habitat	生 境 因 子 Factors of habitat							
	海拔 Altitude (m)	坡向 Slope- exposure	坡度 Slope- degree	土壤类型 Soil type	A 层厚 Thickness of A layer	土层厚 Thickness of soil layer	松紧度 Friable consistency	A 层质地 Texture of A layer
低山阳坡组 Low-mountain-sunny-exposure	700	阳 ,半阳 Sunny , half sunny	28	黄红壤 ,黄壤 Yellow laterite , yellow soil	14	75	松散 Loose	轻粘 Light clay
低山阴坡组 Low-mountain-shady-exposure	600	阴 ,半阴 Shady , half shady	30	黄红壤 ,黄壤 Yellow laterite , red soil	19	80	松 ,较紧 Loose , rela- tive tight	轻粘 Light clay
中山阳坡组 Mid-mountain-sunny-exposure	1300	阳 ,半阳 Sunny , half sunny	25	黄壤 Yellow soil	15	56	紧 ,较紧 Tight , rela- tive tight	轻壤 Light loam
中山阴坡组 Mid-mountain-shady-exposure	1500	阴 ,半阴 Shady , half shady	27	黄壤 Yellow soil	14	57	较紧 ,紧 Relative tight , tight	轻壤 ,中壤 Light loam , medium soil

(*Pinus massoniana*)、丝栗栲(*Castanopsis fargesii*)等在杉阔混交林中占据极其重要的功能地位。相应地 ,海拔对主要优势种的重要值的影响也极显著。在实际调查地区 ,马尾松等低海拔树种虽在高海拔地区也有零星出现 ,但基本上属于被压状态 ,对高海拔杉阔混交林群落的形成基本上没有任何作用。在低海拔地区 ,坡向对不同生境中主要优势种的组成的影响较小 ,但由于坡向的影响导致在不同坡向中主要优势种的相对地位发生较大的变化 ,如阳性树种马尾松在阳坡处于第三优势种 ,其重要值为 21.10 ,而在阴坡该树种则处于第六优势种 ,其重要值为 10.88。这是由于坡向的不同 ,其光照强度明显不一样 ,从而导致一些阳性树种在阴坡生境中功能地位的下降。在高海拔生境中 ,坡向对主要优势种的组成有较大影响。如在阳坡生境中 ,主要优势种包括南岭山矾(*Symplocos confusa*)、杨梅(*Myrica rubra*) ,而在阴坡生境中则包括厚叶厚皮香、鹿角杜鹃(*Rhododendron latoucheae*)等。不仅如此 ,坡向对主要优势树种在群落中的相对地位也有较大影响。如黄山松在阳坡生境中处于第五优势种 ,其重要值为 17.15 ,而在阴坡生境中处于第三优势种 ,其重要值为 32.69。

由此可见 ,海拔决定着不同生境中群落的优势种组成 ,并且影响着同一优势种在不同生境中的功能地位。与海拔相比 ,坡向对优势种组成和物种在不同生境中的功能地位的影响较小。在低海拔生境中 ,坡向仅导致某些主要优势树种功能地位的变化 ;在高海拔生境中 ,坡向对主要优势种的组成以及同

一优势种在不同生境群落中的地位有较大影响。

由于不同生境中主要因子存在着较大差异 ,并且不同生境中植物群落上层的主要生态因子光照和与之相关的水分和温度等生态因子也存在一定的差异 ,因而对不同生境中植物群落数量特征产生较大的影响。由表 3 可见 ,低山阴坡组和低山阳坡植物群落乔木层的物种数目均明显高于中山阴坡组和中山阳坡组植物群落。低山阳坡组物种数目分别比中山阳坡组和中山阴坡组高 91.8%、80.8% ;而低山阳坡组的物种数目分别比中山阳坡组、中山阴坡组高 51.0%、42.3%。低山阴坡组植物群落乔木层的物种数目比低山阳坡组高 27.0% ,中山阴坡组植物群落乔木层的物种数目比中山阳坡组高 6.1%。低山阴坡组和中山阴坡组植物群落乔木层的总个体数均明显大于低山阳坡组和中山阳坡组。低山阴坡组乔木层总个体数分别比低山阳坡组和中山阳坡组高 70.0%、106.3% ;中山阴坡组乔木层总个体数分别比低山阳坡组和中山阳坡组高 67.7%、103.5%。低山阳坡组和低山阳坡组植物群落乔木层的物种多样性指数、均匀度指数均明显高于中山阳坡组和中山阴坡组。低山阳坡组乔木层的物种多样性指数分别比中山阳坡组和中山阴坡组高 10.0%、12.1% ;低山阴坡组乔木层的物种多样性指数分别比中山阳坡组和中山阴坡组高 9.2%、11.3%。低山阴坡组乔木层的均匀度指数分别比中山阳坡组和中山阴坡组高 14.4%、19.1% ;低山阳坡组乔木层的均匀度指数分别比中山阳坡组和中山阴坡组高 12.0%、16.6%。而低山阳坡组植物群落乔木层的物种多样

表 2 不同生境中杉阔混交林乔木层优势种重要值
Table 2 The importance value of dominant tree species of tree layer in Chinese-fir and broad-leaved mixed forests in different habitats

生境 Habitat	植物名称 Species	相对密度 Relative density	相对显著度 Relative dominance	相对频度 Relative frequency	重要值 Importance value
低山阳坡组 Low-mountain-sunny-exposure	杉木 <i>Cunninghamia lanceolata</i>	23.76	32.26	12.46	68.49
	甜槠 <i>Castanopsis eyeri</i>	13.32	11.15	7.42	31.90
	马尾松 <i>Pinus massoniana</i>	4.40	11.95	4.75	21.10
	木荷 <i>Schima superba</i>	5.91	7.47	6.82	20.21
	毛竹 <i>Phyllostachys pubescens</i>	4.12	1.22	4.75	10.09
	细柄蕈树 <i>Altingia gracilipes</i>	4.26	2.57	2.67	9.50
	丝栗栲 <i>Castanopsis fargesii</i>	2.61	2.32	2.97	7.90
	苦槠 <i>Castanopsis sclerophylla</i>	2.61	2.99	1.78	7.38
	其他 66 种的和 Sum of other 66 species	35.71	23.00	51.04	123.43
	合计 Total	100.00	100.00	100.00	300.00
低山阴坡组 Low-mountain-shady-exposure	杉木 <i>Cunninghamia lanceolata</i>	27.63	46.22	11.90	85.74
	木荷 <i>Schima superba</i>	4.60	7.88	6.25	18.73
	丝栗栲 <i>Castanopsis fargesii</i>	6.14	3.61	5.85	15.60
	毛竹 <i>Phyllostachys pubescens</i>	8.40	2.49	3.43	14.32
	甜槠 <i>Castanopsis eyeri</i>	4.85	3.64	4.84	13.33
	马尾松 <i>Pinus massoniana</i>	1.86	6.60	2.42	10.88
	米槠 <i>Castanopsis carlesii</i>	3.55	3.30	3.23	10.08
	罗浮栲 <i>Castanopsis fabri</i>	3.23	2.37	4.44	10.04
	其他 86 种的和 Sum of other 88 species	32.55	18.22	52.22	121.29
	合计 Total	100.00	100.00	100.00	300.00
中山阳坡组 Middle-mountain-sunny-exposure	杉木 <i>Cunninghamia lanceolata</i>	9.83	27.31	13.71	50.85
	木荷 <i>Schima superba</i>	18.17	14.00	11.68	43.84
	毛竹 <i>Phyllostachys pubescens</i>	16.50	4.39	10.15	31.04
	上杭锥 <i>Castanopsis lamontii</i> var. <i>shanghangensis</i>	5.67	10.53	7.11	23.31
	黄山松 <i>Pinus taiwanensis</i>	5.17	7.92	4.06	17.15
	南岭山矾 <i>Symplocos confusa</i>	4.83	4.20	2.54	11.57
	杨梅 <i>Myrica rubra</i>	4.17	3.40	3.55	11.12
	多脉青冈 <i>Cyclobalanopsis multinervis</i>	3.83	2.14	4.57	10.55
	其他 41 种的和 Sum of other 41 species	24.67	19.04	37.06	100.58
	合计 Total	100.00	100.00	100.00	300.00
中山阴坡组 Middle-mountain-shady-exposure	杉木 <i>Cunninghamia lanceolata</i>	10.65	26.29	12.63	49.57
	厚叶厚皮香 <i>Ternstroemia kwangtungensis</i>	22.11	7.97	9.14	39.22
	黄山松 <i>Pinus taiwanensis</i>	7.21	16.88	8.60	32.69
	木荷 <i>Schima superba</i>	11.30	10.99	7.26	29.55
	上杭锥 <i>Castanopsis lamontii</i> var. <i>shanghangensis</i>	6.14	14.55	6.72	27.41
	鹿角杜鹃 <i>Rhododendron latoucheae</i>	3.52	1.09	5.91	10.53
	马银花 <i>Rhododendron ovatum</i>	3.44	1.03	5.65	10.12
	多脉青冈 <i>Cyclobalanopsis multinervis</i>	3.11	1.86	4.30	9.27
	其他 44 种的和 Sum of other 44 species	26.37	16.47	31.72	91.64
	合计 Total	100.00	100.00	100.00	300.00

表3 不同生境中杉阔混交林物种多样性、生态优势度和群落均匀度
Table 3 The species diversity ,ecological dominance and community evenness in Chinese-fir and broad-leaved mixed forests in different habitats

生境 Habitat	样地数 Number of plots	种数 Number of species	总个体数 Total number of individuals	物种多样性指数 Index of species diversity	生态优势度 Ecological dominance	均匀度 Evenness of community
低山阳坡组 low-mountain- sunny-exposure	49	74	728	3.2275	0.0780	6.0067
低山阴坡组 low-mountain- shady-exposure	49	94	1238	3.2038	0.0982	5.8803
中山阳坡组 middle-mountain- sunny-exposrue	46	49	600	2.9330	0.0765	5.2498
中山阴坡组 middle-mountain- shady-exposure	42	52	1221	2.8784	0.0796	5.0423

性指数、均匀度指数稍大于低山阴坡组 ,低山阳坡组乔木层的物种多样性指数、均匀度指数分别比低山阳坡组高 0.7%、2.1% ;中山阳坡组植物群落乔木层的物种多样性指数、均匀度指数稍大于中山阴坡组 ,中山阳坡组乔木层的物种多样性指数、均匀度指数分别比中山阴坡组高 1.9%、4.1%。不同生境中杉阔混交林群落生态优势度则无明显变化。对海拔与物种多样性指数的回归分析表明 ,海拔与物种多样性指数之间存在着极显著线性负相关。

$ISD = 332.9875 - 0.4845987A \quad r = -0.480^{**}$
式中 :ISD 物种多样性指数 ,A 为海拔。

由表 3 可见 ,随着海拔的升高 ,物种的种数急剧减少 ,物种多样性亦随之减小 ,进而影响到不同海拔生境中的物种多样性特征。

综上所述 ,海拔对不同生境中植物群落的物种数目、多样性指数、均匀度均有较大的影响。随着海拔升高 ,植物群落的物种数目、多样性指数呈下降趋势 ,生态均匀度则呈上升趋势。坡向则对总个体数目、物种的种类数量有一定的影响。当群落所处的海拔接近时 ,阴坡生境中群落的物种种类、总个体数明显比阳坡大得多。海拔和坡向对不同生境植物群落乔木层的生态优势度无明显影响。这说明海拔对物种多样性影响较大 ;坡向则次之。在进行杉阔混交林生物多样性保护时 ,要注意区分不同生境进行杉阔混交林物种多样性的保护。

3 小结

1) 海拔对优势种的种类和重要值均有重大的

影响 ,进而造成不同海拔生境的物种多样性的不同。坡向亦有一定的影响 ,其他生境因子如坡位、坡形、土层厚度、质地等影响不大。不同生境中主要优势种群组成的变化以及功能地位的改变 ,导致在其形成的群落中的物种种类数量等的变化 ,并进而影响到不同生境的物种多样性特征。

2) 不同生境中植物群落乔木层的物种数目、物种多样性、群落均匀度有较大差异。海拔对不同生境植物群落乔木层的物种数目、物种多样性和群落均匀度的影响很大。同时坡向对总个体数和物种种类数量也有一定的影响。海拔和坡向对不同生境植物群落乔木层生态优势度则无明显影响。

3) 由于不同生境中杉阔混交林具有不同的物种多样性特征 ,在进行物种多样性保护性利用时 ,应区分生境条件 ,调整主要优势种的种群数量及合理控制主要优势种之间的相对比例 ,以便在尽可能少破坏物种多样性的条件下进行开发利用。不同生境中杉阔混交林的物种多样性特征的研究结果 ,将为在不同生境中杉阔混交林的营造、更新、利用与保护提供有用的理论依据。

4) 根据林思祖^①的系列研究表明 ,群落中主要种群存活曲线趋势各异 ,立木结构亦不同。有的种属于衰退种群如马尾松、杉木(*Cunninghamia lanceolata*)。有的属于增长种群如丝栗栲、木荷(*Schima superba*)。有的属于稳定型种群如上杭锥。从他感作用角度看 ,群落各主要种群也存在不同的作用方

① 林思祖 ,1999. 杉木伴生树种选择的机理与生态学途径. 南京林业大学博士论文 ,1 ~ 131

式,如木荷、丝栗栲对杉木生长存在明显的促进作用,同时各主要种群竞争结局亦不同。这些过程在不同立地条件下表现不一。所有这些都直接或间接地影响着物种多样性。但由于这些过程十分复杂,它们与物种多样性之间的关系还有待于进一步深入研究。

致谢 本文承洪伟教授、黄宝龙教授、俞新妥教授审阅,特此致谢!

参考文献

彭少麟,王伯荪,1989. 广东森林群落的组成结构数量特征. 植物生态学与地植物学报,13(1): 10~17
丘喜昭,林鹏,1990. 福建森林群落的乔木构成数量特征. 厦

门大学学报(自然科学版), 29(2): 205~208
庄树宏,王克明,陈礼学,1999. 昆崙山老杨坟阳坡与阴坡半天然植被植物群落生态学特性的初步研究. 植物生态学报, 23(3): 238~249
俞新妥(主编),1989. 混交林营造原理及技术. 北京: 中国林业出版社, 30~50
赵荣慧,沈培元,1988. 辽东山区桃楸人工林立地类型数量分类的研究. 生态学报,8(1): 37~42
钱迎倩,马克平(主编),1994. 生物多样性研究的原理与方法. 北京: 中国科学技术出版社, 141~165
内蒙古大学生物系(编),1986. 植物生态学实验. 北京: 高等教育出版社, 69~117
马克平,黄建辉,于顺利,陈灵芝,1995. 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. 生态学报,15(3): 268~277
Mueller D and Ellenberg H (编),鲍显诚(译),1986. 植物生态学的目的和方法. 北京: 科学出版社, 26~139

(责任编辑:孙大川)

生物多样性研究丛书

- 1 生物多样性研究丛书
- (1)《生物多样性研究的原理与方法》(中国科学院生物多样性委员会) 27.50 元/本

(2)《保护生物学》(蒋志刚/马克平主编) 35.00 元/本

(3)《物种多样性研究与保护》(宋延龄、杨亲二等主编) 38.50 元/本

(4)《中国动植物遗传多样性》(胡志昂/张亚平主编) 35.00 元/本

(5)《遗传多样性研究的原理与方法》(季维智、宿兵主编) 38.80 元/本

(6)《系统与进化植物学中的分子标记》(邹喻苹、葛颂等编著) 35.00 元/本

(7)《中国重点地区与类型生态系统多样性》(马克平主编) 43.80 元/本

(8)《中国森林多样性及其地理分布》(陈灵芝主编) 35.00 元/本

(9)《人类活动对生态系统多样性的影响》(陈灵芝、王祖望主编) 42.00 元/本

(10)《生物多样性与人类未来——第二届全国生物多样性保护与持续利用研讨会论文集》 80.00 元/本

(11)《面向 21 世纪的中国生物多样性保护》——第三届全国生物多样性保护与持续利用研讨会论文集》 80.00 元/本
- 2 生物多样性译丛

(1)《生物多样性译丛(三)》 41.00 元/本

(2)《生物多样性公约指南》(又名《生物多样性译丛(四)》) 30.00 元/本

邮购请汇款到编辑部,并请另加书款 10% 的邮挂费。
本刊 e-mail 地址 :biodiv@caf.forestry.ac.cn