

戴云山国家级自然保护区 黄山松群落类型与物种多样性分析

任国学¹, 刘金福^{1,①}, 徐道炜¹, 洪伟¹, 郑世群¹, 黄志森²

(1. 福建农林大学林学院, 福建 福州 350002; 2. 戴云山国家级自然保护区管理局, 福建 泉州 362503)

摘要: 采用典型取样法对戴云山国家级自然保护区黄山松 (*Pinus taiwanensis* Hayata) 群落的类型和物种多样性进行了分析。以乔木层主要树种的重要值为参考指标, 通过系统聚类分析, 可将该黄山松群落分为 8 个群丛类型: 黄山松+杉木-乌药-铁芒萁群丛 (Assoc. *P. taiwanensis* + *Cunninghamia lanceolata* - *Lindera aggregate* - *Dicranopteris linearis*); 黄山松+多脉青冈-细枝柃-里白群丛 (Assoc. *P. taiwanensis* + *Cyclobalanopsis multinervis* - *Eurya loquaiana* - *Hicriopteris glauca*); 黄山松+江南山柳-短尾越桔-铁芒萁群丛 (Assoc. *P. taiwanensis* + *Clethra cavaleriei* - *Vaccinium carlesii* - *Dicranopteris linearis*); 黄山松+甜槠-肿节少穗竹-里白群丛 (Assoc. *P. taiwanensis* + *Castanopsis eyrei* - *Oligostachyum oedogonatum* - *Hicriopteris glauca*); 黄山松+吊钟花-短尾越桔-狗脊群丛 (Assoc. *P. taiwanensis* + *Enkianthus quinqueflorus* - *Vaccinium carlesii* - *Woodwardia japonica*); 黄山松+华丽杜鹃-短尾越桔-里白群丛 (Assoc. *P. taiwanensis* + *Rhododendron farrerae* - *Vaccinium carlesii* - *Hicriopteris glauca*); 黄山松+光叶水青冈-满山红-铁芒萁群丛 (Assoc. *P. taiwanensis* + *Fagus lucida* - *Rhododendron mariesii* - *Dicranopteris linearis*); 黄山松-满山红-平颖柳叶箬群丛 (Assoc. *P. taiwanensis* - *Rhododendron mariesii* - *Isachne truncata*)。各群丛总体物种丰富度指数和多样性指数总体上呈随海拔升高而降低的趋势, 总体均匀度指数 Pielou 指数和 Alatalo 指数波动不大。在群落垂直结构上, 乔木层、灌木层和草本层物种丰富度指数、多样性指数和均匀度指数有差异; 各群丛间乔木层和灌木层的物种丰富度指数、多样性指数和均匀度指数波动较大, 草本层这 3 个指数波动较小且数值上小于前两者。分析结果显示: 海拔是决定该黄山松群落多样性差异的主导因子。

关键词: 戴云山; 黄山松; 系统聚类分析; 群丛; 物种多样性指数

中图分类号: Q948.15; S791.24 文献标志码: A 文章编号: 1674-7895(2011)03-0082-07

Analysis on classification and species diversity of *Pinus taiwanensis* community in Daiyun Mountain National Nature Reserve REN Guo-xue¹, LIU Jin-fu^{1,①}, XU Dao-wei¹, HONG Wei¹, ZHENG Shi-qun¹, HUANG Zhi-sen² (1. Forestry College, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China; 2. Administration Bureau of Daiyun Mountain National Nature Reserve, Quanzhou 362503, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2011, 20(3): 82-88

Abstract: Classification and species diversity of *Pinus taiwanensis* Hayata community in Daiyun Mountain National Nature Reserve were analyzed by typical sampling method. Taking important value of main tree species in arbor layer as reference index, the *P. taiwanensis* community could be divided into eight association types by means of hierarchical cluster analysis: Assoc. *P. taiwanensis* + *Cunninghamia lanceolata* - *Lindera aggregate* - *Dicranopteris linearis*; Assoc. *P. taiwanensis* + *Cyclobalanopsis multinervis* - *Eurya loquaiana* - *Hicriopteris glauca*; Assoc. *P. taiwanensis* + *Clethra cavaleriei* - *Vaccinium carlesii* - *Dicranopteris linearis*; Assoc. *P. taiwanensis* + *Castanopsis eyrei* - *Oligostachyum oedogonatum* - *Hicriopteris glauca*; Assoc. *P. taiwanensis* + *Enkianthus quinqueflorus* - *Vaccinium carlesii* - *Woodwardia japonica*; Assoc. *P. taiwanensis* + *Rhododendron farrerae* - *Vaccinium carlesii* - *Hicriopteris glauca*; Assoc. *P. taiwanensis* + *Fagus lucida* - *Rhododendron mariesii* - *Dicranopteris linearis*; Assoc. *P. taiwanensis* - *Rhododendron mariesii* - *Isachne truncata*.

收稿日期: 2011-01-30

基金项目: 福建农林大学青年教师基金项目(2010007)

作者简介: 任国学(1985—), 男, 内蒙古通辽人, 本科, 主要从事森林生态学方面的研究。

①通信作者 E-mail: fjlj@126.com

Rhododendron mariesii-Isachne truncata. Overall species richness and diversity indexes of each association appear decreasing trend generally with altitude rising, and Pielou and Alatalo indexes of overall evenness index show a little fluctuation. In vertical structure of community, there are differences in species richness, diversity and evenness indexes of arbor, shrub and herb layers, and there is a large fluctuation of above three indexes of arbor and shrub layers among different associations, while the fluctuation of those of herb layer is a little and their values are smaller than those of arbor and shrub layers. The analysis result indicates that altitude is a major factor determining diversity difference of the *P. taiwanensis* community.

Key words: Daiyun Mountain; *Pinus taiwanensis* Hayata; hierarchical cluster analysis; association; species diversity index

黄山松(*Pinus taiwanensis* Hayata)为中国特有树种;喜光,干行通直且材质良好,强度和硬度较高,易更新,是海拔较高山地绿化和用材的优良树种;主要分布于浙江、台湾、福建、江西、安徽及湖南等省的山地,是亚热带中部中山地区代表群系的建群种。

戴云山脉是中国最大的黄山松种质基因基地,保存有中国大陆分布最南端、面积最大、保存最完好的原生性黄山松林群落 6 000 hm²以上。戴云山以其丰富的天然植物资源备受关注^[1-5],然而有关戴云山黄山松群落特征的研究至今尚未见报道。目前,相关研究仅限于其他区域黄山松的遗传多样性^[6]和种群生态学特征^[7-8]等方面。

鉴于此,作者通过对戴云山国家级自然保护区黄山松群落的类型及物种多样性进行分析,旨在进一步认识黄山松群落组成的多样性,为该区域黄山松的合理可持续经营提供可靠的理论依据。

1 研究区自然概况和研究方法

1.1 研究区自然概况

戴云山国家级自然保护区位于福建省中部,处于闽江支流大樟溪上游、德化县中部,包括戴云山脉主峰和九仙山;地理坐标为北纬 25°38'07"~25°43'40"、东经 118°05'22"~118°20'15"。主峰戴云山的海拔达 1 856 m,是福建省第 2 高峰。戴云山位于南亚热带与中亚热带的过渡带,体现中亚热带与南亚热带气候、土壤、植被、动物和植物的过渡特征;为海洋季风气候区,气候温凉,四季分明,气候垂直变化大,小气候突出。该保护区内年平均气温 15.6℃~19.5℃,最冷月(1月)平均气温 6.5℃~10.5℃,最热月(7月)平均气温 23.0℃~27.5℃,极端高温 36.6℃,极端低温-16.8℃;年平均日照时数 1 875.4 h;年平

均无霜期 260 d;年平均降水量 1 700~2 000 mm;年平均空气相对湿度在 80% 以上;年平均雾日达 220 d,最高年份达 260 d^[3]。

1.2 研究方法

1.2.1 调查方法 在全面踏查的基础上,采用典型取样法在黄山松群落分布区域设置样地,共设置面积(投影面积)20 m×20 m 的样地 29 个;每个样地再划分成 4 个 10 m×10 m 的样方,共 116 个样方。对样方内所有树种进行详细调查,调查记录乔木层(胸径 DBH≥2.5 cm 起测)、灌木层和草本层种类的种名、数量、高度、冠幅、胸径、基径、丛数和坐标,并记录样地环境条件。

1.2.2 群落数量分类方法 群落数量分类采用 Q 型聚类方法,以各样地物种重要值为个案元素,计算各样地平方欧氏距离系数 D_{ij} ,2 个样地的 D_{ij} 计算公式^[9]为: $D_{ij} = \sum_{i=1}^N (X_{ik} - X_{jk})^2$ 。式中: X_{ik} 和 X_{jk} 分别为第 k 种在第 i 和 j 个样地的重要值; N 为物种种数。应用 SPSS 18.0 软件进行多元分析。

1.2.3 群落物种多样性分析方法 采用丰富度指数、多样性指数和均匀度指数作为描述群落多样性特征的指标。以重要值作为物种多样性的测度依据,根据各样方物种重要值,参照文献[10-15]的公式分别计算物种丰富度指数、多样性指数和均匀度指数。

1) 丰富度指数:Margalef 指数(R_1)=($S-1$)/ln N ; Menhinick 指数(R_2)= S/\sqrt{N} 。

2) 多样性指数: Simpson 指数 $\lambda = \sum_{i=1}^S \frac{N_i(N_i-1)}{N(N-1)}$; Shannon-Wiener 指数 $H' = -\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$; Hill 指数 $N_1 = e^{H'}$, $N_2 = 1/\lambda$ 。

3) 均匀度指数: Pielou 指数(E_1)= $H'/\ln(S)$; Alatalo 指数(E_2)=(N_2-1)/(N_1-1)。

以上各式中: S 为样方内所有物种的总数; N 为全部样方中所有物种的个体数之和; N_i 为第 i 个样地的个体数之和; P_i 为第 i 种的重要值与样方内所有物种重要值的比值。

根据分类结果,各群丛不同层次各物种的多样性数值采用同一类型内各样地的算术平均值,而各群丛的总体多样性在此基础上结合加权参数^[16]进行测度: $D = W_1 D_1 + W_2 D_2 + W_3 D_3$ 。式中: D 表示各群丛的总体多样性指数; D_1 、 D_2 和 D_3 分别表示乔木层、灌木层和草本层的多样性指数; W_1 、 W_2 和 W_3 的数值分别为 0.5、0.3 和 0.2, 分别为乔木层、灌木层和草本层的权重系数。

2 结果和分析

2.1 黄山松群落数量分类

根据戴云山国家级自然保护区黄山松群落 29 个样地乔木层植物的重要值,选取重要值大于 1.600 的 34 种木本植物进行系统聚类分析,利用组间连接聚类方法,在平方欧氏距离系数 8.0 处将黄山松群落划分为 8 个群丛类型(图 1),8 个群丛类型之间差异明显,与群落实际情况相一致。依中国植被分类原则和系统^[17]、以群丛为基本分类单位对黄山松群系进行命名:

群丛 I: 黄山松 + 杉木 - 乌药 - 铁芒萁群丛 (Assoc. *Pinus taiwanensis* + *Cunninghamia lanceolata* - *Lindera aggregata* - *Dicranopteris linearis*)。该群丛包括样地 9 和 10。地处九仙山下部,海拔 1 118 ~ 1 152 m。乔木层优势种为黄山松和杉木 [*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.], 主要伴生种为马尾松 (*Pinus massoniana* Lamb.) 和杨梅 [*Myrica rubra* (Lour.) Sieb. et Zucc.] 等。灌木层优势种为乌药 (*Lindera aggregata* Kosterm), 主要伴生种为鹿角杜鹃 (*Rhododendron latoucheae* Franch.)、赤楠 (*Syzygium buxifolium* Hook. et Arn.) 和轮叶蒲桃 [*S. grijsii* (Hance) Merr. et Perry] 等。草本层种类稀少,仅有铁芒萁 [*Dicranopteris linearis* (Burm.) Underw.] 1 种。该群丛坡向东南,坡度 16° ~ 30°,坡形复合;郁闭度 39% ~ 45%;土壤类型为黄壤,群丛下部布满乌药和铁芒萁,土壤环境差,岩石和砾石较多。

群丛 II: 黄山松 + 多脉青冈 - 细枝桫 - 里白群丛 (Assoc. *Pinus taiwanensis* + *Cyclobalanopsis multinervis* -

Eurya loquaiana - *Hicriopteris glauca*)。该群丛包括样地 11、14 和 26。地处大戴云山中部,海拔 1 201 ~ 1 231 m。乔木层优势种为黄山松和多脉青冈 (*Cyclobalanopsis multinervis* Cheng et T. Hong), 主要伴生种为马银花 [*Rhododendron ovatum* (Lindl.) Planch. ex Maxim.]、青冈 [*Cyclobalanopsis glauca* (Thunb.) Oerst.]、马尾松、硬斗石栎 [*Lithocarpus hancei* (Benth.) Rehd.] 和江南山柳 (*Clethra cavaleriei* Lévl.) 等。灌木层优势种为细枝桫 (*Eurya loquaiana* Dunn), 主要伴生种为乌药、茶 [*Camellia sinensis* (L.) O. Ktze.]、肿节少穗竹 [*Oligostachyum oedogonatum* (Z. P. Wang et G. H. Ye) Q. F. Zhang et K. F. Huang]、窄基红褐桫 (*Eurya rubiginosa* H. T. Chang var. *attenuata* H. T. Chang)、短尾越桔 (*Vaccinium carlesii* Dunn) 和罗浮栲 (*Castanopsis fabri* Hance) 等。草本层种类较少,有里白 [*Hicriopteris glauca* (Thunb.) Ching]、狗脊 [*Woodwardia japonica* (L. f.) Sm.]、倒叶瘤足蕨 (*Plagiogyria dunnii* Cop.) 和铁芒萁。该群丛坡向西北,坡度 16° ~ 28°,坡形凹;郁闭度 40% ~ 45%;土壤类型为黄棕壤,林下环境较差,人为干扰严重。

群丛 III: 黄山松 + 江南山柳 - 短尾越桔 - 铁芒萁群丛 (Assoc. *Pinus taiwanensis* + *Clethra cavaleriei* - *Vaccinium carlesii* - *Dicranopteris linearis*)。该群丛包括样地 6、13、15 和 16。地处大戴云山中部,海拔为 1 246 ~ 1 268 m。乔木层优势种为黄山松和江南山柳,主要伴生种为杨梅、毛栲 (*Castanopsis spach* Hance)、甜槠 [*Castanopsis eyrei* (Champ.) Tutch.]、木荷 (*Schima superba* Gardn. et Champ.) 和薄叶润楠 (*Machilus leptophylla* Hand. -Mazz.) 等。灌木层优势种为短尾越桔,主要伴生种为细枝桫、映山红 (*Rhododendron simsii* Planch.)、窄基红褐桫、马银花和毛栲等。草本层种类较少,有铁芒萁、狗脊和里白。该群丛坡向西和西北,坡度 16° ~ 30°,坡形平直;郁闭度 30% ~ 45%;土壤类型为黄棕壤。

群丛 IV: 黄山松 + 甜槠 - 肿节少穗竹 - 里白群丛 (Assoc. *Pinus taiwanensis* + *Castanopsis eyrei* - *Oligostachyum oedogonatum* - *Hicriopteris glauca*)。该群丛包括样地 1、2、4、5、7、8、12、17、18 和 23。地处大戴云山中部和九仙山中上部,海拔为 1 327 ~ 1 413 m。乔木层优势种为黄山松、甜槠和鹿角杜鹃;亚优势种为木荷和硬斗石栎;伴生种较多,有细枝桫、

马尾松、窄基红褐柃、格药柃 (*Eurya muricata* Dunn) 和马银花等。灌木层优势种为肿节少穗竹和窄基红褐柃,主要伴生种为细枝柃、短尾越桔、乌药、鹿角杜鹃、细齿叶柃 (*Eurya nitida* Korthals) 和马银花等。草本层种类较少,有里白、狗脊、五节芒 [*Miscanthus floridulus* (Lab.) Warb. ex Schum. et Laut.] 和中华里

白 [*Hicriopteris chinense* (Ros.) Ching]。该群丛坡向北、西北、东北、西南和南,坡度 $3^{\circ} \sim 30^{\circ}$,坡形平直或凹;郁闭度 $45\% \sim 72\%$;土壤类型为黄壤和山地褐土,林下灌木较密,主要为肿节少穗竹,土壤环境较好,人为干扰较少;黄山松与阔叶树种形成针阔混交林,群丛内部复杂多样,处于稳定的演替阶段。

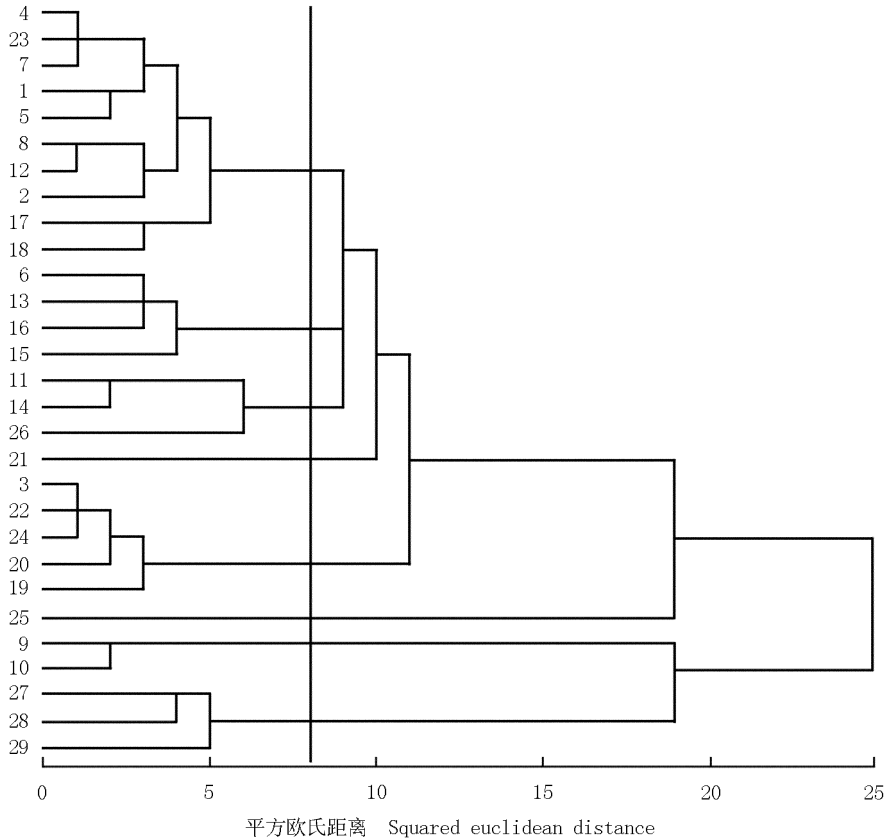


图1 基于乔木层主要树种重要值的戴云山国家级自然保护区黄山松群落29个样地的聚类树状图
Fig. 1 Cluster dendrogram of 29 plots of *Pinus taiwanensis* Hayata community in Daiyun Mountain National Nature Reserve based on important value of main tree species in arbor layer

群丛V:黄山松+吊钟花-短尾越桔-狗脊群丛 (Assoc. *Pinus taiwanensis* + *Enkianthus quinqueflorus* - *Vaccinium carlesii* - *Woodwardia japonica*)。该群丛仅有样地21。地处大戴云山中上部,海拔1379~1402 m。乔木层优势种为黄山松和吊钟花 (*Enkianthus quinqueflorus* Lour.),主要伴生种为格药柃、青榨槭 (*Acer davidii* Franch.)、甜槠、华丽杜鹃 (*Rhododendron farrerae* Tate ex Sweet) 和红楠 (*Machilus thunbergii* Sieb. et Zucc.) 等。灌木层优势种为短尾越桔,主要伴生种为中华野海棠 [*Bredia sinensis* (Diels) H. L. Li] 和映山红等。草本层种类

较少,有狗脊、里白和铁芒萁。该群丛坡向北,坡度 38° ,坡形凹;郁闭度 62% ;土壤类型为黄壤。

群丛VI:黄山松+华丽杜鹃-短尾越桔-里白群丛 (Assoc. *Pinus taiwanensis* + *Rhododendron farrerae* - *Vaccinium carlesii* - *Hicriopteris glauca*)。该群丛包括样地3、19、20、22和24。地处大戴云山中上部,海拔为1478~1502 m。乔木层优势种为黄山松和华丽杜鹃,主要伴生种为格药柃、青榨槭、窄基红褐柃、牛耳枫 (*Daphniphyllum calycinum* Benth.) 和岗柃 (*Eurya groffii* Merr.) 等。灌木层优势种为短尾越桔,主要伴生种为窄基红褐柃、格药柃、中华野海棠、硬斗石栎、

华丽杜鹃、钝齿冬青 (*Ilex crenata* Thunb.) 和巴东栎 (*Quercus engleriana* Seem.) 等。草本层种类较少,有里白、铁芒萁、狗脊和五节芒。该群丛坡向北,坡度 $16^{\circ} \sim 30^{\circ}$,坡形复合;郁闭度 $46\% \sim 53\%$;土壤类型为山地褐土。

群丛 VII: 黄山松+光叶水青冈-满山红-铁芒萁群丛 (Assoc. *Pinus taiwanensis* + *Fagus lucida* - *Rhododendron mariesii*-*Dicranopteris linearis*)。该群丛仅有样地 25。地处大戴云山上部,海拔为 1 584 ~ 1 608 m,乔木层优势种为黄山松和光叶水青冈 (*Fagus lucida* Rehd. et Wils.), 伴生种为鹿角杜鹃。灌木层优势种为满山红 (*Rhododendron mariesii* Hemsl. et Wils.), 主要伴生种为岩柃 (*Eurya saxicola* H. T. Chang)、短尾越桔和黄山松等。草本层优势种为铁芒萁,主要伴生种为三脉紫菀 (*Aster ageratoides* Turcz.)、红根草 (*Lysimachia fortunei* Maxim.)、一枝黄花 (*Solidago decurens* Lour.)、小二仙草 [*Haloragis micrantha* (Thunb.) R. Br. ex Sieb. et Zucc.]、华南龙胆 [*Gentiana loureirii* (G. Don) Griseb.] 和短尖薹草 (*Carex brevicuspis* C. B. Clarke) 等。该群丛坡向北,坡度 25° ,坡形复合;郁闭度 38% ;土壤类型为山地灰褐土。

群丛 VIII: 黄山松-满山红-平颖柳叶箬群丛 (Assoc. *Pinus taiwanensis* - *Rhododendron mariesii* - *Isachne truncata*)。该群丛包括样地 27、28 和 29。地处大戴云山上部,海拔 1 650 ~ 1 812 m。乔木层优势种为黄山松,占绝对优势;主要伴生种为满山红、东方古柯 (*Erythroxylum sinensis* C. Y. Wu) 和红楠等。灌木层优势种为满山红,主要伴生种为鹿角杜鹃、岗柃、中华野海棠、岩柃、南烛 (*Vaccinium bracteatum* Thunb.) 和两广黄瑞木 (*Adinandra glischroloma* Hand. -Mazz.) 等。草本层优势种为平颖柳叶箬 (*Isachne truncata* A. Camus), 主要伴生种为光里白 [*Hicriopteris laevisimum* (Christ.) Ching]、倒叶瘤足蕨、短尖薹草、狗脊、鹿蹄草 (*Pyrola calliantha* H. Andr.) 和长尖莎草 (*Cyperus cuspidatus* H. B. K.) 等。该群丛坡向西和东南,坡度 $2^{\circ} \sim 13^{\circ}$,坡形平直;郁闭度 $40\% \sim 53\%$;土壤类型为山地草甸土,林下植物矮密、乱石丛生,土壤环境较差;灌木和草本植物生长在石缝中,风力相对较强,强烈影响植物生长。

2.2 黄山松群落类型与物种多样性的关系

戴云山国家级自然保护区黄山松群落 8 个群丛

的总体物种丰富度指数、多样性指数和均匀度指数见表 1。由表 1 可见:除群丛 I 和 V 外,各群丛总体的 Margalef 指数、Menhinick 指数、Shannon-Wiener 指数与 Hill 多样性指数的趋势均为随海拔升高而降低。可见,群丛 I 和 V 仅是黄山松群落演替阶段的过渡形式。Simpson 指数主要反映优势种在群落中的作用,当海拔升高时,群落结构简单化,导致种群单一化,因而该指数(除群丛 I 和 V)在数值上有增加的趋势。总体的 Pielou 指数和 Alatalo 指数分别为 $0.634 \sim 0.858$ 和 $0.516 \sim 0.763$,在各群丛中波动幅度不明显。

群丛 I 是以黄山松和杉木为优势种的针叶林,海拔较低,群丛内水热条件较差,结构简单,因而物种丰富度指数和多样性指数较低,但杉木和黄山松在群落中地位高,导致 Simpson 指数较高。群丛 II ~ VI 为黄山松与其他树种组成的针阔混交林,均处于大戴云山中部区域,土壤营养成分丰富、人为干扰少、群丛结构复杂,因而物种丰富度指数和多样性指数较高,形成各种各样的共优种群丛,导致 Simpson 指数较低。群丛 VII 仅包含 1 个样地,即该群丛处于演替阶段,且暂时以某种形式抵抗外界干扰,具有一定稳定性,随着时间的推移必将出现新的群丛结构。群丛 VIII 是黄山松占绝对优势的群丛,处于大戴云山上部,海拔较高、受风力影响较大、植株矮小、灌木层通常成群聚集且种类单一,导致该群丛多样性指数较低。可见,群丛结构、海拔高度、演替阶段、人为干扰及生境条件的差异均是决定该群落多样性的因子,而依据聚类结果,海拔是决定该黄山松群落多样性差异的主导因子。

2.3 黄山松群落结构与物种多样性的关系

群落垂直结构是植物生长型的表现形式。选择乔木、灌木和草本 3 种生长型对戴云山国家级自然保护区黄山松群落内的物种多样性进行分析,其多样性测度指标的计算结果见表 1。由表 1 可以看出:各群丛间乔-灌-草 3 层物种丰富度指数和多样性指数有差异,乔木层和灌木层的各丰富度指数和多样性指数均波动较大,Shannon-Wiener 指数分别为 $0.615 \sim 2.677$ 和 $1.882 \sim 2.882$,表现出明显差异;草本层波动较小,Shannon-Wiener 指数为 $0.672 \sim 1.072$,且数值上小于乔木层和灌木层(群丛 VIII 除外),推测与各群丛不同层次间的物种种数差异较大有关。群丛 IV 和 V 乔木层的多样性指数(除 Simpson 指数外)大于灌木层,表明光、热和水等环境条件使得乔木树种能充

分利用上层空间而使灌木生长受阻。群丛Ⅶ和Ⅷ灌木层的丰富度指数和多样性指数(除 Simpson 指数外)大于乔木层,说明在海拔 1 584 m 以上,群落中其他乔木树种种数变少、灌木树种占据优势,黄山松群落逐渐趋近于纯林。

由表 1 还可见:各群丛间乔木层和灌木层的均匀

度指数波动幅度较大,乔木层和灌木层的 Alatalo 指数分别为 0.571 ~ 0.943 和 0.514 ~ 0.900,而草本层的 Alatalo 指数为 0.180 ~ 0.317,表明各群丛间草本层均匀度指数的波动幅度较小。可能是由于各群丛乔木层和灌木层物种间个体数量差异程度不同,如群丛Ⅲ、Ⅵ和Ⅷ的乔木层优势成分较为突出,即江南山柳、

表 1 戴云山国家级自然保护区黄山松群落 8 个群丛不同层次的物种多样性指标计算值¹⁾

Table 1 Calculated values of species diversity indexes of different layers in eight associations of *Pinus taiwanensis* Hayata community in Daiyun Mountain National Nature Reserve¹⁾

群丛	Association	层次	Layer	R_1	R_2	SP	SW	N_1	N_2	E_1	E_2
I		乔木层	Arbor layer	0.637	0.478	0.456	1.081	2.951	2.222	1.096	0.620
		灌木层	Shrub layer	2.622	0.756	0.137	2.390	10.970	7.438	0.836	0.642
		草本层	Herb layer	0.260	0.292	0.049	0.854	3.918	2.657	0.298	0.229
		总体	Overall	1.157	0.524	0.279	1.428	5.550	3.874	0.858	0.548
II		乔木层	Arbor layer	4.699	2.079	0.081	2.677	14.999	14.216	0.848	0.943
		灌木层	Shrub layer	4.830	1.750	0.075	2.882	18.430	14.803	0.869	0.777
		草本层	Herb layer	0.921	0.345	0.028	1.072	6.874	5.533	0.323	0.290
		总体	Overall	3.983	1.634	0.068	2.418	14.403	12.656	0.749	0.763
III		乔木层	Arbor layer	3.160	1.526	0.178	2.173	9.008	5.915	0.791	0.614
		灌木层	Shrub layer	3.133	1.110	0.092	2.505	12.371	10.915	0.856	0.900
		草本层	Herb layer	0.565	0.283	0.032	0.879	4.341	3.837	0.300	0.317
		总体	Overall	2.633	1.153	0.123	2.014	9.084	6.999	0.712	0.640
IV		乔木层	Arbor layer	2.925	1.193	0.158	2.172	8.896	6.702	0.785	0.713
		灌木层	Shrub layer	2.663	0.893	0.255	1.952	7.293	4.322	0.713	0.523
		草本层	Herb layer	0.313	0.268	0.088	0.675	2.524	1.491	0.246	0.180
		总体	Overall	2.324	0.918	0.173	1.807	7.141	4.946	0.656	0.549
V		乔木层	Arbor layer	3.352	1.296	0.132	2.411	11.146	7.589	0.819	0.649
		灌木层	Shrub layer	2.694	1.402	0.259	1.882	6.570	3.861	0.734	0.514
		草本层	Herb layer	0.394	0.237	0.092	0.672	2.346	1.379	0.262	0.183
		总体	Overall	2.563	1.116	0.162	1.905	8.013	5.229	0.682	0.516
VI		乔木层	Arbor layer	2.506	0.944	0.236	1.928	7.182	4.489	0.727	0.571
		灌木层	Shrub layer	2.336	1.139	0.166	2.078	8.154	6.550	0.834	0.758
		草本层	Herb layer	0.417	0.281	0.058	0.733	2.879	2.315	0.294	0.267
		总体	Overall	2.037	0.870	0.179	1.734	6.613	4.672	0.673	0.566
VII		乔木层	Arbor layer	0.679	0.688	0.395	0.996	2.707	2.532	0.906	0.898
		灌木层	Shrub layer	2.118	0.765	0.144	2.172	8.778	6.967	0.847	0.767
		草本层	Herb layer	0.567	0.284	0.048	0.724	2.926	2.322	0.282	0.256
		总体	Overall	1.088	0.630	0.250	1.294	4.572	3.821	0.764	0.730
VIII		乔木层	Arbor layer	0.503	0.426	0.661	0.615	1.894	1.533	0.637	0.635
		灌木层	Shrub layer	1.995	0.658	0.152	2.128	8.411	6.603	0.831	0.758
		草本层	Herb layer	0.896	0.371	0.061	0.851	3.364	2.641	0.332	0.303
		总体	Overall	1.029	0.485	0.388	1.116	4.143	3.276	0.634	0.605

¹⁾ I: 黄山松+杉木-乌药-铁芒萁群丛 Assoc. *Pinus taiwanensis*+*Cunninghamia lanceolata*-*Lindera aggregate*-*Dicranopteris linearis*; II: 黄山松+多脉青冈-细枝柃-里白群丛 Assoc. *Pinus taiwanensis*+*Cyclobalanopsis multinervis*-*Eurya loquaiiana*-*Hicriopteris glauca*; III: 黄山松+江南山柳-短尾越桔-铁芒萁群丛 Assoc. *Pinus taiwanensis*+*Clethra cavaleriei*-*Vaccinium carlesii*-*Dicranopteris linearis*; IV: 黄山松+甜槠-肿节少穗竹-里白群丛 Assoc. *Pinus taiwanensis*+*Castanopsis eyrei*-*Oligostachyum oedogonatum*-*Hicriopteris glauca*; V: 黄山松+吊钟花-短尾越桔-狗脊群丛 Assoc. *Pinus taiwanensis*+*Enkianthus quinqueflorus*-*Vaccinium carlesii*-*Woodwardia japonica*; VI: 黄山松+华丽杜鹃-短尾越桔-里白群丛 Assoc. *Pinus taiwanensis*+*Rhododendron farrerae*-*Vaccinium carlesii*-*Hicriopteris glauca*; VII: 黄山松+光叶水青冈-满山红-铁芒萁群丛 Assoc. *Pinus taiwanensis*+*Fagus lucida*-*Rhododendron mariesii*-*Dicranopteris linearis*; VIII: 黄山松-满山红-平颖柳叶箬群丛 Assoc. *Pinus taiwanensis*-*Rhododendron mariesii*-*Isachne truncata*. R_1 : Margalef 指数 Margalef index; R_2 : Menhinick 指数 Menhinick index; SP: Simpson 指数 Simpson index; SW: Shannon-Wiener 指数 Shannon-Wiener index; N_1 , N_2 : Hill 指数 Hill index; E_1 : Pielou 指数 Pielou index; E_2 : Alatalo 指数 Alatalo index.

黄山松和华丽杜鹃等,优势种与稀有种间的个体数量差异较大,使得乔木层均匀度指数较低;而群丛Ⅱ、Ⅳ和Ⅶ乔木层优势成分不明显,乔木层优势种与稀有种间个体数量差异较小,导致其群丛均匀度较大。

3 讨论和结论

根据29个样地乔木层主要木本植物的重要值,可将戴云山国家级自然保护区的黄山松群落划分为8个群丛类型:黄山松+杉木-乌药-铁芒萁群丛、黄山松+多脉青冈-细枝柃-里白群丛、黄山松+江南山柳-短尾越桔-铁芒萁群丛、黄山松+甜槠-肿节少穗竹-里白群丛、黄山松+吊钟花-短尾越桔-狗脊群丛、黄山松+华丽杜鹃-短尾越桔-里白群丛、黄山松+光叶水青冈-满山红-铁芒萁群丛和黄山松-满山红-平颖柳叶箬群丛。在该黄山松群落的乔木层中,与黄山松共生的有甜槠、鹿角杜鹃和木荷等高大阔叶乔木,也有杉木和马尾松等针叶优质用材树种,显示其群落组成结构的多样性;且经系统聚类分析得到的不同类型群丛的结构与功能相差较大,差异主要由不同物种生态学特性决定。可见,采用反映群落组织水平的物种多样性指数来表达不同群落生态学特性是可行的。

该黄山松群落内植物种类丰富、结构复杂,但群落内生境条件有一定差异,特别是海拔的影响较大,使8个群丛间总体物种丰富度指数和多样性指数相差较大,均匀度指数 Pielou 指数和 Alatalo 指数则波动不大。除 Simpson 指数外,其余指数总体上表现出较为一致的结果,但考虑 Simpson 指数的内涵与其余指数不同,反映的是优势种在群落中的作用,即从另一角度印证了各群落的多样性特征。

在群落垂直结构上,受层级微环境和优势种自身发育特性的影响,各群丛均表现出乔木层和灌木层物种丰富度和多样性波动大而草本层波动小的特征。各群丛间乔木层和灌木层均匀度指数的变化幅度大、草本层变化幅度较小,与各群丛乔木层和灌木层物种间的个体数量变化程度不同有关。

在进行群丛类型划分过程中,分类方法的选择和根据实际情况进行主观估计是决定划分结果准确度

的因素。以重要值为参考指标进行黄山松群落的数量分类,其结果与群落的实际情况相符。可见,在群落分类研究中,系统聚类方法有较好的应用性。

参考文献:

- [1] 付达靓,刘金福,黄志森,等.戴云山国家级自然保护区罗浮栲群落特征[J].福建林学院学报,2009,29(2):131-134.
- [2] 黄志森,刘金福,洪伟,等.戴云山国家级自然保护区罗浮栲种群生命表分析[J].福建林学院学报,2009,29(3):226-230.
- [3] 刘金福,黄志森,付达靓,等.戴云山罗浮栲群落维管植物组成及其地理成分研究[J].武汉植物学研究,2010,28(1):27-33.
- [4] 林珊,刘金福,付达靓,等.戴云山罗浮栲林群落主要树种空间分布格局[J].福建林学院学报,2010,30(1):15-18.
- [5] 黄志森.戴云山南坡植物群落生活型的海拔梯度格局[J].福建林学院学报,2010,30(3):242-245.
- [6] 唐娟娟,范义荣,朱睦元.黄山松群体遗传多样性分析[J].浙江林学院学报,2003,20(1):23-26.
- [7] 宋萍,洪伟,吴承祯,等.天然黄山松种群格局的分形特征——计盒维数与信息维数[J].武汉植物学研究,2004,22(5):400-405.
- [8] 蔡小英,洪伟,吴承祯,等.武夷山国家级自然保护区黄山松天然林自然稀疏规律研究[J].热带亚热带植物学报,2008,16(5):414-418.
- [9] 王璐.SPSS统计分析基础、应用与实践[M].北京:化学工业出版社,2010:230-251.
- [10] Margalef R. Information theory in ecology[J]. General Systematics, 1958, 3: 36-71.
- [11] Menhinick E F. A comparison of some species individuals diversity indices applied to samples of field insects[J]. Ecology, 1964, 45: 859-861.
- [12] Simpson E H. Measurement of diversity[J]. Nature, 1949, 163: 688.
- [13] Shannon C E, Wiener W J. The Mathematical Theory of Communication[M]. Urbana: University of Illinois Press, 1949: 117.
- [14] Hill M O. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences[J]. Ecology, 1973, 54: 427-431.
- [15] Alatalo R V. Problems in the measurement of evenness in ecology[J]. Oikos, 1981, 37: 199-204.
- [16] 李军玲,张金屯.太行山中段植物群落物种多样性与环境的关系[J].应用与环境生物学报,2006,12(6):766-771.
- [17] 吴征镒.中国植被[M].北京:科学出版社,1980:144-145.

(责任编辑:张明霞)