

DOI:10.11913/PSJ.2095-0837.2017.20243

项小燕, 吴甘霖, 王志高, 张中信, 段仁燕, 王广艳, 张小平. 大别山五针松群落物种多样性及区系分析[J]. 植物科学学报, 2017, 35(2): 243-251

Xiang XY, Wu GL, Wang ZG, Zhang ZX, Duan RY, Wang GY, Zhang XP. Species diversity and floristic analysis of the *Pinus dabeshanensis* community[J]. *Plant Science Journal*, 2017, 35(2): 243-251

# 大别山五针松群落物种多样性及区系分析

项小燕<sup>1,2</sup>, 吴甘霖<sup>1\*</sup>, 王志高<sup>1</sup>, 张中信<sup>1</sup>, 段仁燕<sup>1</sup>, 王广艳<sup>1</sup>, 张小平<sup>3</sup>

(1. 安庆师范大学生命科学学院, 安徽安庆 246133; 2. 皖西南生物多样性研究与生态保护安徽省重点实验室, 安徽安庆 246133; 3. 安徽师范大学生命科学学院, 安徽芜湖 241000)

**摘要:** 设置 22 个 20 m × 20 m 的样地, 对大别山五针松群落的物种多样性和区系成分进行了研究。结果显示, 8800 m<sup>2</sup> 的样地内共有维管植物 71 科 152 属 209 种。其中, 蕨类植物 4 科 5 属 6 种, 裸子植物 3 科 3 属 4 种, 被子植物 64 科 144 属 199 种。蔷薇科、樟科、菊科、杜鹃花科、豆科和禾本科等为优势科, 所含物种较多。分析结果表明, 大别山五针松群落种子植物区系起源古老, 地理成分复杂, 67 个科中, 世界分布、热带和温带分布的科分别有 21、31 和 15 个, 显示出由热带向温带过渡的特性。147 个属中, 热带成分共 43 属, 占总属数 (不包括 15 个世界广布属) 的 32.58%; 温带成分共有 89 属, 占总属数的 67.42%, 并以北温带为主。群落垂直结构分为乔木层、灌木层和草本层, 其中, Margalef 指数、Simpson 和 Shannon-Wiener 指数均以灌木层最大, 其次为乔木层, 草本层最低。灌木层与草本层的 Pielou 指数相近, 且均大于乔木层。

**关键词:** 大别山五针松; 群落; 物种多样性; 区系分析

中图分类号: Q948.5

文献标识码: A

文章编号: 2095-0837(2017)02-0243-09

## Species diversity and floristic analysis of the *Pinus dabeshanensis* community

Xiang Xiao-Yan<sup>1,2</sup>, Wu Gan-Lin<sup>1\*</sup>, Wang Zhi-Gao<sup>1</sup>, Zhang Zhong-Xin<sup>1</sup>, Duan Ren-Yan<sup>1</sup>, Wang Guang-Yan<sup>1</sup>, Zhang Xiao-Ping<sup>3</sup>

(1. School of Life Science, Anqing Normal University, Anqing, Anhui 246133, China; 2. Key Laboratory of Biodiversity and Ecology Conservation of Southwest Anhui, Anqing, Anhui 246133, China; 3. College of Life Science, Anhui Normal University, Wuhu, Anhui 241000, China)

**Abstract:** The species diversity and floristic components of the *Pinus dabeshanensis* community were studied based on 22 sample plots (20 m × 20 m). The results showed that there were 209 vascular plant species in total belonging to 152 genera and 71 families, with a total area of 8800 m<sup>2</sup>. Among them there were 4 families, 5 genera, and 6 species in Pteridophyte; 3 families, 3 genera, and 4 species in Gymnosperm, and 64 families, 144 genera, and 199 species in Angiosperm. Rosaceae, Lauraceae, Compositae, Ericaceae, Leguminosae, and Gramineae were the dominant families in regards to species number in the studied community. Floristic analysis revealed that the flora was ancient and the geographical components were complex. Among 67 families, 21, 31, and 15 belonged to cosmopolitan,

收稿日期: 2016-07-26, 退修日期: 2016-10-08。

基金项目: 国家林业公益性行业科研专项(201304314); 安徽省教育厅自然科学重点项目(KJ2016A437); 安庆师范大学科研启动项目(044-160002006)。

This work was supported by grants from the Foundation of the Special Research Program for Public Welfare of the State Forestry Ministry (201304314) and the Foundation of the Education Department of Anhui Province (KJ2016A437) and Start-up Grant of Scientific Research from Anqing Normal University (044-1600026)。

作者简介: 项小燕(1981-), 女, 副教授, 博士, 研究方向为植物系统进化及保护(E-mail: xiaoyanxiang@aqnu.edu.cn)。

\* 通讯作者(Author for correspondence. E-mail: wugl@sina.cn)。

tropical, and temperate distribution, respectively. In addition, 43 and 89 genera belonged to tropical and temperate distribution, accounting for 32.58% and 67.42% of the total, respectively. The Margalef ( $R$ ), Simpson ( $D$ ), Shannon-Wiener ( $H$ ), and Pielou ( $E$ ) indices were determined for the arbor, shrub, and herb layers. Except for the diversity index  $E$ , the other indices were the highest for the shrub layer, followed by the arbor layer, and finally the herb layer. The value of  $E$  was similar for the shrub and herb layers, which were both higher than that of the arbor layer.

**Key words:** *Pinus dabeshanensis*; Community; Species diversity; Floristic analysis

大别山五针松 (*Pinus dabeshanensis* W. C. Cheng & Y. W. Law) 属于松科 (Pinaceae) 松属 (*Pinus*), 仅分布于皖、鄂、豫三省交界的大别山区狭小的范围内, 种群数量稀少且面积不断缩小。种群分布特点属于松科地理分布的特殊现象, 对研究松科的系统演化具有重要科学意义。群落组成和物种多样性是植物群落最重要的特征, 能客观体现群落的数量动态及其发展趋势, 因而一直是宏观生态学研究的重要内容之一<sup>[1]</sup>。植物区系多样性作为生物多样性表征之一, 可从多方面反映区域植物多样性的特征。

目前, 对大别山五针松宏观生态学方面的研究仅限于种内和种间竞争<sup>[2]</sup>、种间联结性<sup>[3]</sup>和种群动态<sup>[4]</sup>等方面, 有关群落组成及区系分析方面的资料十分匮乏。针对大别山五针松群落组成及区系特征进行分析, 了解群落物种多样性及植物区系的组成特点, 可为科学保护和合理经营大别山五针松植物资源提供基础资料和科学依据。

1 研究区自然概况

调查样地位于大别山五针松分布较为集中的岳西县大王沟, 主要分布位置参考项小燕等<sup>[2]</sup>的研究。样地地理坐标为北纬 30°44′ ~ 30°51′, 东经 115°24′ ~ 116°21′, 海拔 900 ~ 1300 m。该地区属于华东亚热带湿润气候区, 年降水量 1350 ~ 1400 mm, 年平均气温 14 ~ 15℃, 无霜期 212 d。土壤为山地棕壤, pH 5.0 ~ 5.5。群落内植物资源丰富, 区系起源古老, 地理成分复杂, 珍稀濒危和特有植物明显。其中, 特有物种大别山五针松主要分布于阴坡近山脊处, 样地概况详见表 1。

2 研究方法

2.1 样地设置

于大别山五针松群落内设置 20 m × 20 m 的

样地 22 个, 调查面积共计 8800 m<sup>2</sup>。记录样地海拔、坡度和坡向等环境因子。乔木层采用每木调查, 分别记录种类、数量、高度、胸径和空间位置等指标。每个样地内再设置 5 个 5 m × 5 m 的灌木样方和 5 个 2 m × 2 m 的草本样方, 分别记录灌木层和草本层的种类、数量、高度和盖度等指标。统计乔木层、灌木层、草本层及乔灌草总的物种多样性指数的变化规律。

2.2 数据处理分析

2.2.1 重要值计算

乔木层重要值 = (相对优势度 + 相对频度 + 相对多度) / 3;

草本层和灌木层重要值 = (相对多度 + 相对频度 + 相对盖度) / 3。

相对多度, 指每个物种的数量占样地中所有物种数量的百分比; 相对优势度, 指每个物种所有个体的胸高断面积之和占所有种个体胸高断面积之和的百分比; 相对频度, 指某物种出现的样方数占总样方数的比例; 相对盖度, 指每个物种所有盖度占所有物种盖度和的百分比。

2.2.2 多样性测度方法

选用 Margalef 物种丰富度指数 ( $R$ )、Shannon-Wiener 多样性指数 ( $H$ )、Simpson 优势度指数 ( $D$ ) 和 Pielou 均匀度指数 ( $E$ ) 进行群落物种  $\alpha$  多样性的测定<sup>[5]</sup>。计算公式为:

Margalef 物种丰富度指数:  $R = \frac{S-1}{\ln N}$ ;

Shannon-Wiener 多样性指数:  $H = -\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$ ;

Simpson 优势度指数:  $D = 1 - \sum_{i=1}^S P_i^2$ ;

Pielou 均匀度指数:  $E = \frac{H}{\ln S}$ 。

式中,  $S$  为样地内物种总数;  $N$  为所有物种的

表 1 大别山五针松群落样地基本特征  
Table 1 Characteristics of sample plots in the *Pinus dabeshanensis* community

样地号 No. of plot	海拔 Altitude (m)	经度 Longitude	纬度 Latitude	坡向 Slope direction	坡度 Slope (°)	坡位 Position
1	1125	116°06'36.61"	30°49'16.62"	西北	30	中坡
2	1185	116°06'01.94"	30°49'17.26"	东北	30	上坡
3	1162	116°06'02.91"	30°49'18.13"	东北	42	上坡
4	1158	116°06'34.77"	30°49'14.53"	西北	32	中坡
5	1116	116°06'33.12"	30°49'16.76"	东北	40	中坡
6	1021	116°06'38.64"	30°49'21.84"	西南	33	下坡
7	1128	116°06'35.40"	30°49'16.20"	东北	32	中坡
8	1234	116°06'33.30"	30°49'10.56"	西南	26	上坡
9	1172	116°06'10.02"	30°49'17.88"	西北	42	上坡
10	1186	116°06'8.46"	30°49'17.28"	东北	30	上坡
11	1174	116°06'10.38"	30°49'19.08"	东北	38	上坡
12	1093	116°06'33.06"	30°49'19.08"	西北	38	中坡
13	1009	116°06'32.94"	30°49'22.08"	西北	38	下坡
14	1023	116°06'25.56"	30°49'21.30"	西北	40	下坡
15	1025	116°06'28.80"	30°49'20.52"	西北	40	下坡
16	1124	116°06'33.12"	30°49'16.62"	东北	32	中坡
17	1145	116°06'32.40"	30°49'15.84"	西北	27	中坡
18	1181	116°06'32.04"	30°49'12.72"	西北	34	上坡
19	1171	116°06'7.14"	30°49'16.44"	西北	44	上坡
20	1166	116°06'4.02"	30°49'17.22"	西北	30	上坡
21	1152	116°06'3.72"	30°49'18.06"	西北	32	中坡
22	1151	116°06'12.24"	30°49'12.48"	西北	38	中坡

总个体数； $P_i = N_i/N$ ， $N_i$ 为物种  $i$  的个体数。

3 结果与分析

3.1 群落种类组成

物种丰富度是决定物种多样性的主要因子，也是群落多样性的基本组成成分<sup>[6]</sup>。在 22 个大别山五针松样地内，共有维管植物 209 种，隶属 152 属 71 科。其中，蕨类植物 4 科 5 属 6 种，裸子植物 3 科 3 属 4 种，被子植物 64 科 144 属 199 种。蔷薇科 (Rosaceae) (13 属 22 种)、菊科 (Compositae) (14 属 16 种)、樟科 (Lauraceae) (3 属 9 种)、豆科 (Leguminosae) (4 属 9 种)、禾本科 (Gramineae) (6 属 6 种) 等科为优势科，它们大多是灌木层及草本层的主要组成成分。仅含 1 属 1 种的有 24 科，占总科数的 33.80%，占总属数的 15.79%，所包含物种占总种数的 11.48%，包括八角枫科 (Alangiaceae)、败酱科 (Valerianaceae)、报春花科 (Primulaceae)、椴树科 (Tiliaceae)、红豆杉科 (Taxaceae)、旌节花科 (Stachyuraceae) 和龙胆科 (Gentianaceae) 等。

3.2 群落植物区系成分分析

根据世界种子植物科属的分布区类型和对中国种子植物区系地理成分的划分标准<sup>[7,8]</sup>，大别山五针松群落中 67 科种子植物可划分为 7 个分布区类型、6 个亚型 (表 2)。其中，世界广布型科有 21 个，如菊科、禾本科、蔷薇科、豆科、唇形科 (Labiatae)、莎草科 (Cyperaceae) 等；热带分布科最多，共 31 个，占总科数的 67.39% (不包括世界分布科，下同)，如樟科、杜鹃花科 (Ericaceae)、漆树科 (Anacardiaceae)、山矾科 (Symplocaceae)、山茶科 (Theaceae) 等；其次是温带分布，共 15 个科，占总科数的 32.61%，如木兰科 (Magnoliaceae)、壳斗科 (Fagaceae)、金缕梅科 (Hamamelidaceae)、桦木科 (Betulaceae)、松科 (Pinaceae) 等。

147 个属可划分为 13 个分布区类型、4 个亚型 (表 2)。在各类属的地理成分中，温带分布属 (8 ~ 15) 占较大优势，共 89 属，占总属数的 67.42% (不包括世界分布属，下同)，并以北温带为主 (40 属)，如鹅耳枥属 (*Carpinus*)、栗属 (*Castanea*)、松属 (*Pinus*)、蔷薇属 (*Rosa*)、金

表 2 大别山五针松群落种子植物科、属分布区类型  
Table 2 Family and genus distribution types of seed plants in the *Pinus dabeshanensis* community

分布区类型 Distribution types	科数 Number of families	百分比 (%) Percentage in total families	属数 Number of genera	百分比 (%) Percentage in total genera
1 世界分布 Cosmopolitan	21	—	15	—
2 泛热带分布 Pantropic	18	39.14	16	12.12
2-1 热带亚洲-大洋洲和热带美洲 Trop. Asia-Australasia and Trop. Amer.	1	2.17		
2-2 热带亚洲-热带非洲-热带美洲 (南美洲) Trop. Asia-Trop. Afr. -Trop. Amer. (S. Amer.)	1	2.17		
3 热带美洲与热带亚洲间断分布 Tropic America and Tropic Asia disjuncted	7	15.22	4	3.03
4 旧世界热带分布 Old World Tropics	1	2.17	7	5.31
5 热带亚洲至大洋洲分布 Tropic Asia to Tropic Australasia			4	3.03
6 热带亚洲至热带非洲分布 Tropic Asia to Tropic Africa			4	3.03
6d 南非 S. Afr.	1	2.17		
7 热带亚洲分布 Tropic Asia			8	6.06
7-4 越南(或中南半岛)至华南或西南分布 Vietnam or Indochinese Peninsula to S. or SW. China	1	2.17		
7-d 全分布区东达新几内亚 New Geainea	1	2.17		
8.北温带分布 North Temperate	3	6.53	37	28.03
8-4 北温带和南温带间断分布 N.Temp. & S. Temp. disjuncted	8	17.39	3	2.27
9 东亚及北美间断分布 East Asia and North America disjuncted	2	4.35	15	11.36
10 旧世界温带分布 Old World Temperate			4	3.03
10-3 欧亚和南非 Eurasia & S. Afr.			1	0.76
11 温带亚洲分布 Temperate Asia			3	2.27
14 东亚分布 East Asia	2	4.35	14	10.61
14-1 中国-喜马拉雅 Sino-Himalaya			2	1.52
14-2 中国-日本 Sino-Japan			7	5.30
15 中国特有分布 Endemic to China			3	2.27
总计 Total	67	100	147	100

缕梅属 (*Hamamelis*)、四照花属 (*Dendrobenthamia*)等; 其次为热带分布属(2 ~ 7), 共 43 属, 占总属数的 32.58%, 如山矾属(*Symplocos*)、菝葜属(*Smilax*)、苎草属(*Arthraxon*)、山胡椒属(*Lindera*)等。此外, 世界分布属有 15 个, 多为草本植物, 如苔草属 (*Carex*)、莎草属 (*Cyperus*)、悬钩子属(*Rubus*)等。

根据大别山五针松群落科属的分布类型可知, 科的分布类型中热带成分占优势, 而属的分布类型以温带成分占优势, 区系具有温带和热带双重性质。

### 3.3 群落垂直结构

大别山五针松群落垂直结构可分为乔木层、灌木层和草本层。71 种乔木层物种中, 短柄枹 (*Quercus serrata* var. *brevipetiolata* Nakai) 和满山红(*Rhododendron mariesii* Hemsl. et Wils.) 的重要值比较接近, 分别为 0.106 和 0.101; 其次为鹅耳枥(*Carpinus turczaninowii* Hance), 重要值

为 0.083。大别山五针松、金缕梅 (*Hamamelis mollis* Oliver)、黄山松 (*Pinus taiwanensis* Hayata) 和茅栗 (*Castanea seguinii* Dode) 的重要值分别是 0.067、0.066、0.063 和 0.058, 表明乔木层的优势种为短柄枹、满山红和鹅耳枥。灌木层共有 123 种, 映山红 (*Rhododendron simsii* Planch)在该层中占绝对优势, 重要值高达 0.195; 其次是伞八仙 (*Hydrangea angustipetala* Hay), 重要值为 0.119; 满山红的重要值也较高为 0.088, 鹅耳枥、山榿 (*Lindera reflexa* Hemsl.)、野珠兰 (*Stephanandra chinensis* Hance)、合轴荚蒾 (*Viburnum sympodiale* Graebn.)、华中五味子 (*Schisandra sphenanthera* Rehd. et Wils.)、山莓 (*Rubus corchorifolius* Linn.) 和金缕梅的重要值分别是 0.052、0.047、0.035、0.032、0.030、0.029 和 0.025, 表明映山红、伞八仙和满山红为灌木层的优势种。77 种草本植物中, 宽叶苔草 (*Carex callitrichos* Hance) 和野青茅 (*Deyeuxia*

*arundinacea* (Linn.) Beauv.) 的重要值较高, 分别为 0.052 和 0.051, 其次是中日金星蕨 (*Parathelypteris nipponica* (Franch. et Sav.) Ching) 和 荇 草 (*Arthraxon hispidus* (Trin.) Makino), 分别为 0.024 和 0.023; 穿龙薯蓣 (*Dioscorea nipponica* Makino) 和 披叶苔 (*Carex lanceolata* Boott) 的重要值均为 0.015; 大油芒 (*Spodiopogon sibiricus* Trin.) 的重要值与宽叶苔草相差 0.041, 其它草本的重要值均低于 0.01。因各结构中植物种类较多, 本研究主要针对重要值位于前 10 的物种进行分析(表 3)。

3. 4 群落物种多样性分析

本区群落垂直结构虽有少量层间植物, 因功能与灌木或草本相似, 故分别纳入灌木或草本计算。

结果表明, 灌木层的 Margalef 指数、Shannon-Wiener 及 Simpson 指数分别为 7.166、3.256 和 0.947, 均高于乔木层和草本层, LSD 分析差异显著; 而乔木层和草本层的 Margalef 及 Simpson 指数相近, 无明显差异, 但乔木层的 Shannon-Wiener 指数高于草本层, 二者差异显著。灌木层和草本层的 Margalef 指数差异较大, 但 Pielou 指数分别为 0.960 和 0.919, 无明显差异, 且均显著高于乔木层(0.796)(表 4)。

大别山五针松 22 个样地不同结构植物多样性分析发现(图 1), 除少数样地外, Margalef 指数、Shannon-Wiener 及 Simpson 指数在多样地中大多显示出相同的趋势, 即灌木层 > 乔木层 > 草本层。灌木层和草本层的 Pielou 指数相近, 且都高于乔

表 3 大别山五针松群落内主要物种重要值  
Table 3 Importance values of main plant species in the *Pinus dabeshanensis* community

乔木层 Arbor layer	重要值 Importance value	灌木层 Shrub layer	重要值 Importance value	草本层 Herb layer	重要值 Importance value
短柄枹 <i>Quercus serrata</i> var. <i>brevipetiolata</i>	0.106	映山红 <i>R. simsii</i>	0.195	宽叶苔草 <i>Carex callitrichos</i>	0.052
满山红 <i>Rhododendron mariesii</i>	0.101	伞八仙 <i>Hydrangea angustipetala</i>	0.119	野青茅 <i>Deyeuxia arundinacea</i>	0.051
鹅耳枥 <i>Carpinus turczaninowii</i>	0.083	满山红 <i>R. mariesii</i>	0.088	中日金星蕨 <i>Parathelypteris nipponica</i>	0.024
大别山五针松 <i>Pinus dabeshanensis</i>	0.067	鹅耳枥 <i>C. turczaninowii</i>	0.052	荇草 <i>Arthraxon hispidus</i>	0.023
金缕梅 <i>Hamamelis mollis</i>	0.066	山榧 <i>Lindera reflexa</i>	0.047	穿龙薯蓣 <i>Dioscorea nipponica</i>	0.015
黄山松 <i>P. taiwanensis</i>	0.063	野珠兰 <i>Stephanandra chinensis</i>	0.035	披叶苔 <i>Carex lanceolata</i>	0.015
茅栗 <i>Castanea seguinii</i>	0.058	合轴荚蒾 <i>Viburnum sympodiale</i>	0.032	大油芒 <i>Spodiopogon sibiricus</i>	0.011
毛漆树 <i>Toxicodendron trichocarpum</i>	0.044	华中五味子 <i>Schisandra sphenanthera</i>	0.030	双蝴蝶 <i>Tripterospermum chinense</i>	0.008
灯台树 <i>Bothrocaryum controversum</i>	0.036	山莓 <i>Rubus corchorifolius</i>	0.029	野菊花 <i>Dendranthema indicum</i>	0.007
映山红 <i>R. simsii</i>	0.035	金缕梅 <i>H. mollis</i>	0.025	铁灯兔儿风 <i>Ainsliaea macroclinioides</i>	0.007

表 4 大别山五针松群落物种多样性  
Table 4 Species diversity of the *Pinus dabeshanensis* community

层次 Layers	Margalef index <i>R</i>	Shannon-Wiener index <i>H</i>	Simpson index <i>D</i>	Pielou index <i>E</i>
乔木层 Arbor layer	4.221 ± 0.769 b	2.498 ± 0.253 b	0.875 ± 0.048 b	0.796 ± 0.063 b
灌木层 Shrub layer	7.166 ± 1.383 a	3.256 ± 0.225 a	0.947 ± 0.029 a	0.960 ± 0.042 a
草本层 Herb layer	3.644 ± 1.053 b	2.328 ± 0.327 c	0.868 ± 0.07 b	0.919 ± 0.168 a

注：同列不同字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ )。  
Note: Different lowercase letters in the same column indicate significantly different at the 0.05 level.



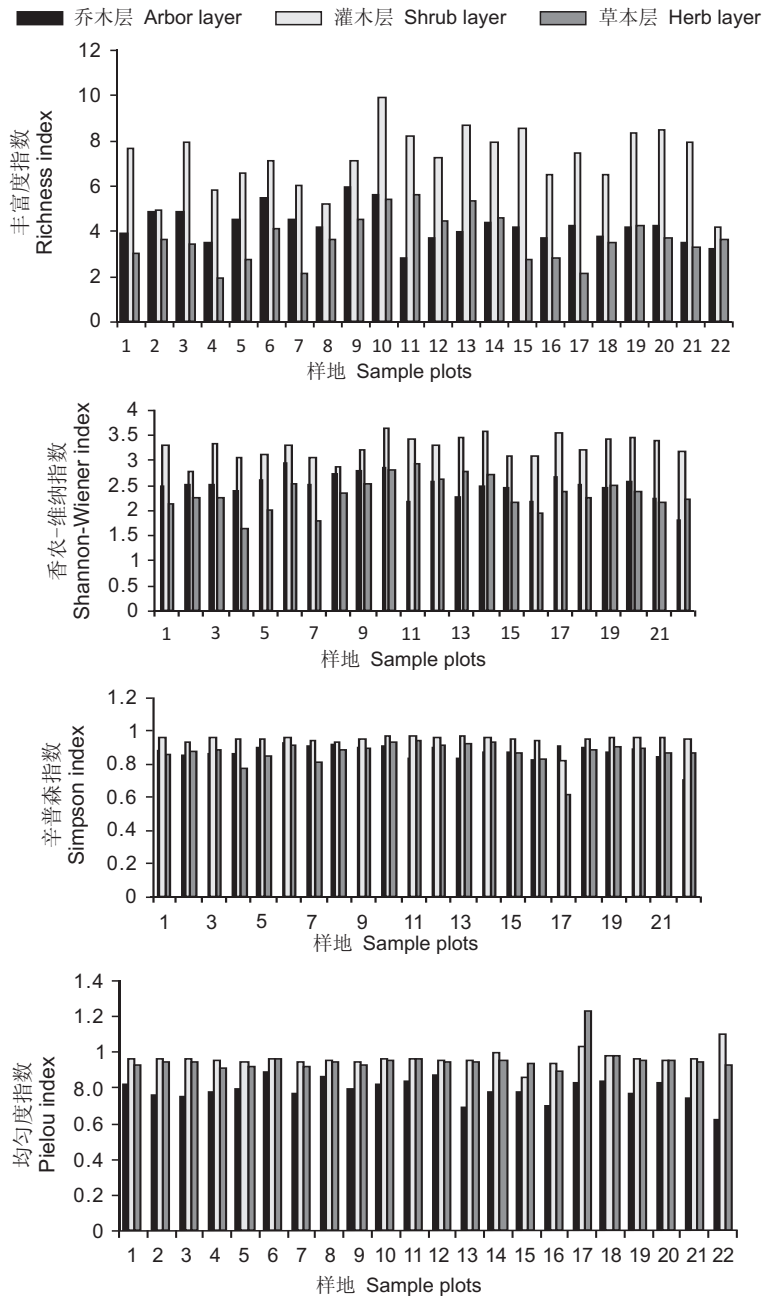


图 1 大别山五针松样地物种多样性指数特征  
Fig. 1 Characteristics of species diversity indices of *Pinus dabeshanensis* sample plots

木层。另外，不同样地多样性指数也表现出一定的差异。如灌木层 Margalef 指数在样地 2 中较低，而在样地 10 中较高；草本层的 Margalef 指数在样地 4 中较低，而在样地 6 中较高；草本层 Simpson 指数在 17 号样地中最低，Pielou 指数却最高。

4 讨论

4.1 区系组成丰富，起源古老

以珍稀濒危植物及其所在群落为研究对象，分

析植物区系地理是宏观生物地理学研究发展的一个新趋势。近年来相关研究报道逐渐增多，如对长苞铁杉 (*Tsuga longibracteata* W. C. Cheng)<sup>[9]</sup>、白豆杉 (*Pseudotaxus chienii* (W. C. Cheng) W. C. Cheng)<sup>[10]</sup>、崖柏 (*Thuja sutchuenensis* Franch.)<sup>[11]</sup>、永瓣藤 (*Monimopetalum chinense* Rehd.)<sup>[12]</sup>、长柄双花木 (*Disanthus cercidifolius* var. *longipes* Chan)<sup>[13]</sup>、狭果秤锤树 (*Sinojackia rehderiana* Hu)<sup>[14]</sup>等物种的研究报道。本研究调

查的大别山五针松群落,共有维管植物 71 科 152 属 209 种,表明该群落区系组成丰富。

大别山地处华东地区,海拔较低,受第四纪冰川影响较弱,是冰期植物的理想避难所,群落内保存了大批系统进化上原始或分类上孤立的科属及古老孑遗植物。被子植物中大量白垩纪至第三纪形成的古老科是该群落区系的重要组成成分,如木兰科、樟科、金缕梅科、壳斗科、五味子科(Schisandraceae)和木通科(Lardizabalaceae)等。此外,被子植物中的木兰属(*Magnolia*)、栗属(*Castanea*)、鹅耳枥属、化香属(*Platycarya*)、旌节花属(*Stachyurus*)及蕨类植物的紫萁属(*Osmunda*)、崇澍蕨属(*Woodwardia*)等也都反映了群落区系的古老性。另外,单种科、属的出现一定程度上也反映了该群落区系的古老性和演化过程中的孤立性。单型科如大血藤科(Sargentodoxaceae),单种属如青钱柳属(*Cyclocarya*)、大血藤属(*Sargentodoxa*)等。有些是古老种或孑遗植物,如大别山五针松、青钱柳(*Cyclocarya paliurus* (Batal.) lijin.)和榧树(*Torreya grandis* Fort. Ex Lindl.)等。这些类群均表明该群落区系起源古老。特有种能较好地反映群落植物区系起源特征。大别山五针松群落区系特有现象较为明显,具有大别山特有种,如大别山五针松、金寨山葡萄(*Vitis jinzhaiensis* X. S. Shen)等。

#### 4.2 区系地理成分复杂,温带性质明显

从区系的地理成分看,147 个属划分为 13 个分布区类型、4 个亚型,反映了该群落区系地理成分复杂,来源于多种地理分布类型。其中,温带成分占优势,共有 89 属,占总属数的 67.42%,并以北温带成分为主,占总属数的 30.30%,决定了区系的性质。本研究与沈显生<sup>[15]</sup>、刘宾<sup>[16]</sup>、谢中稳等<sup>[17]</sup>和刘鹏等<sup>[18]</sup>对安徽大别山植物区系的研究结果一致,即地带性植被显示由亚热带向暖温带过渡的特征,且属的分布以北温带占优势。优势科有蔷薇科、樟科、菊科、杜鹃花科、豆科和禾本科等,多为世界分布和热带分布,反映了该群落区系同时具有热带亚热带性质的特点,与前人对大别山植物区系研究结果一致<sup>[19]</sup>。

#### 4.3 大别山五针松群落物种多样性特点

群落物种多样性由于考虑了群落中不同物种的重要值,因而物种多样性能较好地反映群落的组

成、结构和动态<sup>[20]</sup>。多样性指数除受物种数的影响外还决定于物种个体数及其分布情况<sup>[21]</sup>。本研究中,灌木层的 Margalef 物种丰富度指数、Shannon-Wiener 多样性和 Simpson 优势度指数均明显高于乔木层和草本层。这是因为灌木层除了灌木树种外,还包括了绝大多数乔木树种的幼苗、幼树,且优势成分不明显。黄世国等<sup>[22]</sup>、张志祥等<sup>[23]</sup>、邓贤兰等<sup>[24]</sup>的研究结果也显示同样的规律,即正常发展的亚热带森林生态系统中,林下木本植物物种多样性明显高于乔木层。群落的物种均匀度是指群落中各个物种的多度或重要值的均匀程度。灌木层和草本层的 Pielou 均匀度指数相似,说明它们的多度分布比较接近,显著大于乔木层的 Pielou 指数,表明乔木层的优势种现象明显。重要值反映的是群落中不同物种的相对重要性,其大小可反映植物在群落中的地位<sup>[25]</sup>。大别山五针松的重要值在乔木层中仅排第 4 位,说明大别山五针松在群落中地位不明显,竞争力弱,这也是其濒危的重要原因之一,本研究与项小燕等<sup>[2]</sup>对大别山五针松种内和种间竞争的研究结果一致。

#### 4.4 不同样地物种多样性间的差异

不同样地物种多样性主要受地理差异和环境因子等因素的影响<sup>[26]</sup>。在郁闭度和盖度较大的林分中,由于地面光照不足,且有些样地土壤贫瘠,造成这些样地中灌木层和草本层植物的种类和物种数量较少,因而多样性指数偏低,如样地 2,乔木层占显著的优势,群落的郁闭度高达 80%,因而林下灌木较少,灌木层各多样性指数在样地中偏低。而样地 10,郁闭度约为 50%,且土层较厚、土壤肥沃,为林下灌木及草本创造了优越的生长环境,因而样地中灌木层及草本层各多样性指数均较高。另外,人为干扰对多样性也产生了一定的影响,如样地 4,因人为砍伐和践踏较严重,故乔木层和草本层的物种数和个体数均较少,多样性指数偏低,这与郭华等<sup>[27]</sup>对油松(*Pinus tabulaeformis* Carr.)的相关研究结果相似。17 号样地中草本层植物种类虽较少,但分布均匀,物种的优势现象不明显,因而 Simpson 优势度指数在样地中最低而 Pielou 均匀度指数最高。因群落特性、生境条件的差异和人为干扰的影响,不同样地的多样性表现出一定的差异,这表明多样性指数能很好地反映群落的组成和结构。

珍稀植物的保护是全球生物多样性保护的重要内容<sup>[28]</sup>。笔者前期调查发现,大别山五针松仅在岳西县大王沟分布较集中,其它地点零星分布<sup>[4]</sup>。自然种群中多为成年个体,尽管林下具有一定数量的幼苗,但幼树少见,说明种群更新困难。此外,在群落中,大别山五针松的竞争力较弱<sup>[2]</sup>,这些因素是导致该物种濒危的重要原因。保护濒危物种,首先要了解物种濒危的内在因素和外在因素。本研究从大别山五针松濒危的外因着手,结合之前的内因研究结果<sup>[29]</sup>,为该物种濒危机理的研究提供了科学依据。

**致谢:**感谢蒲军保、周连柱、王玲琍、程雪飞、蒋阿敏、殷英等同学在野外工作中给予的帮助!

## 参考文献:

- [ 1 ] Snchz-Gonzlez A, Lpez-Mata L. Plant species richness and diversity along an altitudinal gradient in the Sierra Nevada, Mexico [J]. *Divers Distrib*, 2005, 11(6): 567–575.
- [ 2 ] 项小燕, 吴甘霖, 段仁燕, 闫玉梅, 张小平. 大别山五针松种内和种间竞争强度[J]. *生态学报*, 2015, 35(2): 389–395. Xiang XY, Wu GL, Duan RY, Yan YM, Zhang XP. Intraspecific and interspecific competition of *Pinus dabeshanensis* [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2015, 35(2): 389–395.
- [ 3 ] 王雷宏, 黄庆丰, 蒲发光, 周美生, 陆发存. 天马自然保护区大别山五针松与群落中优势种的种间关系[J]. *长江流域资源与环境*, 2014, 23(7): 960–965. Wang LH, Huang QF, Pu FG, Zhou MS, Lu FC. Interspecific relationship between *Pinus dabeshanensis* and dominant species in the community at Tianma national nature reserve [J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2014, 23(7): 960–965.
- [ 4 ] 项小燕, 吴甘霖, 段仁燕, 王志高, 张中信, 王广艳, 张小平. 大别山五针松种群结构及动态研究[J]. *长江流域资源与环境*, 2016, 25(1): 55–61. Xiang XY, Wu GL, Duan RY, Wang ZG, Zhang ZX, Wang GY, Zhang XP. Studies on population structure and dynamics of *Pinus dabeshanensis* [J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2016, 25(1): 55–61.
- [ 5 ] 鱼腾飞, 冯起, 司建华, 席海洋. 黑河下游额济纳绿洲植物群落特征与物种多样性研究[J]. *西北植物学报*, 2011, 31(5): 1032–1038. Yu TF, Feng Q, Si JH, Xi HY. Community characteristics and species diversity of Ejina oasis in the lower reaches of the Heihe river [J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 2011, 31(5): 1032–1038.
- [ 6 ] De A. Patterns of plant species diversity in the forest corridor of Rajaji-Corbett National Parks, Uttaranchal, India [J]. *Current Science*, 2007, 92(1): 90–93.
- [ 7 ] 吴征镒, 周浙昆, 李德铎, 彭华, 孙航. 世界种子植物科的分布区类型系统[J]. *云南植物研究*, 2003, 25(3): 245–257. Wu ZY, Zhou ZK, Li DZ, Peng H, Sun H. The Areal-types of the world families of seed plants [J]. *Acta Botanica Yunnanica*, 2003, 25(3): 245–257.
- [ 8 ] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型[J]. *云南植物研究*, 1991(增刊IV): 1–139. Wu ZY. The Areal-types of Chinese genera of seed plants [J]. *Acta Botanica Yunnanica*, 1991(Suppl. IV): 1–139.
- [ 9 ] 林勇明, 吴承祯, 洪伟, 吴继林, 闫淑君, 封磊. 珍稀濒危植物长苞铁杉群落植物区系分析[J]. *热带亚热带植物学报*, 2004, 12(6): 552–556. Lin YM, Wu CZ, Hong W, Wu JL, Yan SJ, Feng L. Floristic analysis of a *Tsuga longibracteata* community in Fujian Province [J]. *Journal of Tropical and Subtropical Botany*, 2004, 12(6): 552–556.
- [ 10 ] 丁炳扬, 杨旭, 叶立新, 刘胜龙. 凤阳山白豆杉各群落区系组成和物种多样性的比较研究[J]. *浙江大学学报: 理学版*, 2006, 33(4): 451–456. Ding BY, Yang X, Ye LX, Liu SL. Study on flora composition and species diversity of *Pseudotsuga chienii* communities in Fengyangshan Nature Reserve [J]. *Journal of Zhejiang University: Science Edition*, 2006, 33(4): 451–456.
- [ 11 ] 王祥福, 郭泉水, 刘正宇, 任明波, 巴哈尔古丽, 罗正均. 崖柏群落种子植物区系组成分析[J]. *林业科学研究*, 2007, 20(6): 755–762. Wang XF, Guo QS, Liu ZY, Ren MB, Ha BEGL, Luo ZJ. A Composition analysis of seed plant flora in *Thuja sutchuenensis* community [J]. *Forest Research*, 2007, 20(6): 755–762.
- [ 12 ] 谢国文, 李海生, 王发松, 郑毅胜, 蔡耿雄, 彭碧珠, 林媚珍. 国家珍稀濒危保护植物永瓣藤生存群落的区系多样性研究[J]. *湖北民族学院学报: 自然科学版*, 2010, 28(4): 361–367, 417. Xie GW, Li HS, Wang FS, Zheng YS, Cai GX, Peng BZ, Lin MZ. Floristic diversity of survival community of national rare, endangered and protected plant *Monimopetalum chinese* [J]. *Journal of Hubei University for Nationalities: Natural Science Edition*, 2010, 28(4): 361–367, 417.
- [ 13 ] 谢国文, 谭巨清, 曾宇鹏, 谭逸思, 周君, 李海生. 国家重点保护物种长柄双花木南岭群落植物区系与资源[J]. *广东教育学院学报*, 2010, 30(5): 79–87. Xie GW, Tan JQ, Zeng YP, Tan YS, Zhou J, Li HS. Flora and plant resources of national priority protected species *Disanthus cercidifolius* var. *longipes* community in Nanling [J]. *Journal of Guangdong Education Institute*, 2010, 30



- (5): 79–87.
- [14] 谢国文, 王惟荣, 何静欣, 黎瑞宝, 郭华勇, 林芳. 濒危植物狭果秤锤树所在群落的区系特征[J]. 广州大学学报: 自然科学版, 2012, 11(4): 18–24.
- Xie GW, Wang WR, He JX, Li RB, Guo HY, Li F. Floristic characteristics of a community with endangered plant *Sinojackia rehderiana* in the north of Jiangxi[J]. *Journal of Guangzhou University: Natural Science Edition*, 2012, 11(4): 18–24.
- [15] 沈显生. 安徽大别山天堂寨山区植被研究[J]. 武汉植物学研究, 1989, 7(2): 131–139.
- Sheng XS. The study on the vegetation of the Tiantangzhai mountains of the Dabie mountains, Anhui Province[J]. *Journal of Wuhan Botanical Research*, 1989, 7(2): 131–139.
- [16] 刘宾. 安徽省大别山陀尖山区植物区系的研究[J]. 武汉植物学研究, 1991, 9(3): 239–246.
- Liu B. A study on the flora of Tuojian Dabie mountains, Anhui Province[J]. *Journal of Wuhan Botanical Research*, 1991, 9(3): 239–246.
- [17] 谢中稳, 吴国芳. 安徽大别山多枝尖山区植物区系的研究[J]. 华东师范大学学报: 自然科学版, 1993(1): 102–110.
- Xie ZW, Wu GF. A study on the flora of the Duozhijian mountains regions of the Dabie mountains in Anhui Province[J]. *Journal of East China Normal University: Natural Science Edition*, 1993(1): 102–110.
- [18] 刘鹏, 谢中稳. 安徽大别山马鬃岭自然保护区木本植物区系的研究[J]. 武汉植物学研究, 1995, 13(1): 37–46.
- Liu P, Xie ZW. A study on the plant flora of Mazongling Natural Reserve in Anhui Province[J]. *Journal of Wuhan Botanical Research*, 1995, 13(1): 37–46.
- [19] 沈显生. 大别山区植物区系的分析[J]. 安徽大学学报: 自然科学版, 1995(4): 89–94.
- Sheng XS. An analysis of flora on the vegetation of the Dabie mountains[J]. *Journal of Anhui University: Natural Science Edition*, 1995(4): 89–94.
- [20] 刘增力, 郑成洋, 方精云. 河北小五台山北坡植物物种多样性的垂直梯度变化[J]. 生物多样性, 2004, 12(1): 137–145.
- Liu ZL, Zheng CY, Fang JY. Changes in plant species diversity along an elevation gradient on Xiaowutai, Hebei, China[J]. *Biodiversity Science*, 2004, 12(1): 137–145.
- [21] 林长松, 左经会, 廖雯. 稀有植物十齿花群落物种多样性研究[J]. 植物研究, 2008, 28(3): 354–358.
- Lin CS, Zuo JH, Liao W. Species diversity of rare plant *Dipentodon sinicus* communities in Yushe National Forest Park[J]. *Bullet in of Botanical Research*, 2008, 28(3): 354–358.
- [22] 黄世国, 林思祖, 曹光球, 吴淑芳, 陈建宇. 不同生境中杉阔混交林物种多样性特征初步研究[J]. 生物多样性, 2001, 9(2): 162–167.
- Huang SG, Lin SZ, Cao GQ, Wu SF, Chen JY. Primary study on the characteristics of species diversity in Chinese-fir and broad-leaved mixed forests in different habitats[J]. *Biodiversity Science*, 2001, 9(2): 162–167.
- [23] 张志祥, 刘鹏, 刘春生, 廖承川, 蔡妙珍, 黄帮文. 浙江九龙山南方铁杉(*Tsuga tchekiangensis*)群落结构及优势种群更新类型[J]. 生态学报, 2008, 28(9): 4547–4558.
- Zhang ZX, Liu P, Liu CS, Liao CC, Cai MZ, Huang BW. The structure characteristics and dominant population regeneration types of *Tsuga tchekiangensis* communities in the Jiulongshan National Natural Reserve of Zhejiang Province[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2008, 28(9): 4547–4558.
- [24] 邓贤兰, 吴杨, 刘玉成, 钟娟. 井冈山猴头杜鹃群落特征的研究[J]. 生态环境学报, 2011, 20(10): 1430–1435.
- Deng XL, Wu Y, Liu YC, Zhong J. Studies on the community characteristics of *Rhododendron simiarum* in Jinggang Mountain[J]. *Ecology and Environmental Sciences*, 2011, 20(10): 1430–1435.
- [25] 庄树宏, 王克明, 陈礼学. 崑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[J]. 植物生态学报, 1999, 23(3): 238–249.
- Zhuang SH, Wang KM, Chen LX. Preliminary study on the ecological characteristics in sunny and shady slopes of semi-natural vegetation of Laoyangfeng in Kunyu mountain[J]. *Acta Phytocologica Sinica*, 1999, 23(3): 238–249.
- [26] 唐志尧, 方精云. 植物物种多样性的垂直分布格局[J]. 生物多样性, 2004, 12(1): 20–28.
- Tang ZY, Fang JY. A review on the elevational patterns of plant species diversity[J]. *Biodiversity Science*, 2004, 12(1): 20–28.
- [27] 郭华, 张桂萍, 铁军, 李燕芬. 太行山南段油松群落物种多样性研究[J]. 植物科学学报, 2015, 33(2): 151–157.
- Guo H, Zhang GP, Tie J, Li YF. Analysis on species diversity of *Pinus tabulaeformis* forest communities in the southern Taihang mountains[J]. *Plant Science Journal*, 2015, 33(2): 151–157.
- [28] Burmeier S, Jensen K. Is the endangered *Apium repens* (Jacq.) Lag. rare because of a narrow regeneration niche? [J]. *Plant Spec Biol*, 2008, 23(2): 111–118.
- [29] Xiang XY, Zhang ZX, Duan RY, Zhang XP, Wu GL. Genetic diversity and structure of *Pinus dabeshanensis* revealed by expressed sequence tag-simple sequence repeat (EST-SSR) markers[J]. *Biochem Syst Ecol*, 2015, 61: 70–77.