

湖南桃源洞国家级自然保护区台湾松+槲木群落特征

刘楠楠¹, 刘佳², 张明月¹, 王蕾^{1,①}, 杨书林³, 廖文波²

(1. 首都师范大学资源环境与旅游学院, 北京 100048; 2. 中山大学生命科学学院, 广东 广州 510275;
3. 湖南桃源洞国家级自然保护区管理局, 湖南 炎陵 412500)

摘要: 为了探明湖南桃源洞国家级自然保护区台湾松(*Pinus taiwanensis* Hayata)+槲木[*Sassafras tzumu* (Hemsl.) Hemsl.]群落的特征和演替规律,在野外调查基础上,对该群落的种类组成、种子植物区系特征、生活型、外貌特征、垂直结构和物种多样性以及优势种的重要值和种群年龄结构进行了分析,并对该群落中台湾松和槲木与其他乔木层和灌木层优势种的种间联结进行了分析。结果表明:该群落共有维管植物 45 科 73 属 126 种,以蔷薇科(Rosaceae)、山茶科(Theaceae)、杜鹃花科(Ericaceae)和樟科(Lauraceae)为优势科;该群落种子植物的热带分布型属最多,温带分布型属也较多,分别占群落中种子植物总属数(世界分布型属除外)的 52.46%和 47.54%,并且,该群落包含丰富的孑遗植物属和种;该群落中高位芽植物占有绝对优势,所占比例达 73.02%,地上芽、地面芽和隐芽植物所占比例分别为 23.02%、1.59%和 2.38%,但未发现一年生植物;该群落的常绿乔木和灌木种类较多,林冠颜色季节变化明显。该群落垂直结构明显,乔木层以台湾松、槲木、交让木(*Daphniphyllum macropodum* Miq.)和毛漆树[*Toxicodendron trichocarpum* (Miq.) O. Kuntze]为优势种,物种多样性指数居中;灌木层以鹿角杜鹃(*Rhododendron latoucheae* Franch.)、格药铃(*Eurya muricata* Dunn)和东方古柯(*Erythroxylum sinensis* C. Y. Wu)为优势种,物种多样性指数最低;草本层物种数最多,物种多样性指数最高。该群落的 Simpson 多样性指数、Shannon-Wiener 多样性指数和 Pielou 均匀度指数均较高,分别为 0.95、3.68 和 0.76。年龄结构分析结果表明:该群落中台湾松和槲木种群处于衰退状态,而交让木、毛漆树和银木荷(*Schima argentea* Pritz. ex Diels)种群处于增长状态。种间联结分析结果表明:该群落中台湾松和槲木与其他乔木和灌木优势种的共同出现百分率均较高,并且,台湾松与槲木的种间联结呈极显著正相关。研究结果显示:湖南桃源洞国家级自然保护区的台湾松+槲木群落为典型的亚热带中山针阔叶混交林,具有由亚热带向温带过度的性质,并且,该群落相对稳定、物种丰富且具有一定的古老性。

关键词: 台湾松; 槲木; 群落特征; 种间联结; 群落演替

中图分类号: Q948.15; S791.24; S792.22 文献标志码: A 文章编号: 1674-7895(2017)04-0084-09
DOI: 10.3969/j.issn.1674-7895.2017.04.11

Characteristics of *Pinus taiwanensis*+*Sassafras tzumu* community in Taoyuandong National Nature Reserve of Hu'nan Province LIU Nannan¹, LIU Jia², ZHANG Mingyue¹, WANG Lei^{1,①}, YANG Shulin³, LIAO Wenbo² (1. College of Resource Environment and Tourism, Capital Normal University, Beijing 100048, China; 2. School of Life Sciences, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China; 3. Administration Bureau of Taoyuandong National Nature Reserve of Hu'nan Province, Yanling 412500, China), *J. Plant Resour. & Environ.*, 2017, 26(4): 84-92

Abstract: In order to verify the characteristics and succession rule of *Pinus taiwanensis* Hayata+*Sassafras tzumu* (Hemsl.) Hemsl. community in Taoyuandong National Nature Reserve of Hu'nan Province, species composition, floristic characteristics of spermatophytes, life form, appearance feature, vertical structure, species diversity, and important value and population age structure of dominant species in this community were analyzed on the basis of field survey, and interspecific associations of *P. taiwanensis* and

收稿日期: 2017-06-22

基金项目: 国家科技基础性工作专项(2013FY111500)

作者简介: 刘楠楠(1992—),女,山东滨州人,硕士研究生,主要从事植物地理学方面的研究。

①通信作者 E-mail: lwang@cnu.edu.cn

S. tzumu with other dominant species in arbor and shrub layers of this community were analyzed. The results show that there are 126 species of vascular plants in 73 genera belonging to 45 families in this community with dominant families of Rosaceae, Theaceae, Ericaceae, and Lauraceae. In this community, tropical distribution genera of spermatophytes are the most, and temperate distribution genera are also more, accounting for 52.46% and 47.54%, respectively of total genus number of spermatophytes in this community excluding Cosmopolitan genera; and this community contains abundant relic genera and species. In this community, phanerophytes have absolute advantage with percentage of 73.02%, percentages of chamaephytes, hemicryptophytes, and cryptophytes are 23.02%, 1.59%, and 2.38%, respectively, but annual plant is not founded. There are more evergreen arbor and shrub species in this community, and the seasonal change of its canopy color is obvious. The vertical structure of this community is evident, the dominant species in arbor layer are *P. taiwanensis*, *S. tzumu*, *Daphniphyllum macropodum* Miq., and *Toxicodendron trichocarpum* (Miq.) O. Kuntze with medium species diversity index, those in shrub layer are *Rhododendron latoucheae* Franch., *Eurya muricata* Dunn, and *Erythroxylum sinensis* C. Y. Wu with the lowest species diversity index, and species number in herb layer is the largest with the highest species diversity index. Simpson diversity index, Shannon-Wiener diversity index, and Pielou evenness index of this community are high with values of 0.95, 3.68, and 0.76, respectively. The age structure analysis result shows that in this community, *P. taiwanensis* and *S. tzumu* populations are in declining status, while *D. macropodum*, *T. trichocarpum*, and *Schima argentea* Pritz. ex Diels populations are in increasing status. The interspecific association analysis result shows that percentages of co-occurrence of *P. taiwanensis* and *S. tzumu* with other dominant species of arbors and shrubs in this community are relatively high, in addition, interspecific association of *P. taiwanensis* with *S. tzumu* appears the extremely significantly positive correlation. It is suggested that *P. taiwanensis*+*S. tzumu* community in Taoyuandong National Nature Reserve of Hu'nan Province is typical subtropical mid-mountain coniferous and broad-leaved mixed forest and possesses the character of transition from subtropical to temperate, besides, this community is relatively stable with abundant species and a certain ancient character.

Key words: *Pinus taiwanensis* Hayata; *Sassafras tzumu* (Hemsl.) Hemsl.; community characteristics; interspecific association; community succession

槲木属(*Sassafras* Trew)为典型的东亚和北美间断分布型属,被认为是第三纪孑遗成分^[1-3],该分布型中很多由木本植物构成的群落被认为是第三纪北半球高度发达的温带森林残余成分,对追溯被子植物白垩纪早期的起源及研究“北美板块与欧亚板块”的古气候和古环境及植物区系特征具有重要意义^[4-7]。

槲木[*Sassafras tzumu* (Hemsl.) Hemsl.]为槲木属植物,喜与其他树种混生,其木材可用于造船、室内装修和制作家具^[8],树皮和根可入药^[8],还可用于园林观赏^[9]。目前,国内关于槲木群落的研究主要集中在其与针叶树种杉木[*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.]、马尾松(*Pinus massoniana* Lamb.)、金钱松[*Pseudolarix amabilis* (Nelson) Rehd.]、福建柏[*Fokienia hodginsii* (Dunn) Henry et Thomas]、柏木(*Cupressus funebris* Endl.)和锥栗[*Castanea henryi* (Skan) Rehd. et Wils.]混交林的土壤状况、生长和生物量等方面^[10-18],但是关于这些混交林的群落生态学研究却较少。

在国内,槲木多分布在武陵山、雪峰山脉及湘赣两省交界的武功山和罗霄山脉一带,桃源洞国家级自然保护区的台湾松(*Pinus taiwanensis* Hayata)+槲木群落是非常罕见的保存较好的针阔叶混交林群落。鉴于此,作者对该保护区内台湾松+槲木群落的种类组成、种子植物区系特征、生活型、外貌特征、垂直结构和物种多样性,优势种的重要值和种群年龄结构以及群落中台湾松和槲木与其他乔木层和灌木层优势种的种间联结进行了研究,以期明确该群落的特征和演替规律,为探究槲木混交林的群落特征和桃源洞地区植被历史及槲木属东亚和北美间断分布型的演化历史提供参考证据。

1 研究区概况和研究方法

1.1 研究区概况

桃源洞国家级自然保护区位于湖南省炎陵县内,地处罗霄山脉中段西坡,调查样地位于该保护区南部

的梨树洲,具体地理坐标为东经 114°00'15"、北纬 26°20'22",海拔 1 595 m。该区域属中亚热带湿润季风气候,夏季高温,冬季凉爽,降水丰富,日照时间较短且多雾。海拔 1 000 m 以下区域年均温 14.4 °C,年降水量 1 968 mm;海拔 1 000 m 以上区域年均温 12.3 °C,年降水量 2 292 mm。保护区内地形复杂,具有典型的山地气候特征。区内土壤具有明显的地带性特征,海拔 650 m 以下区域为黄红壤,海拔 650~1 200 m 区域为暗黄壤,海拔 1 200~1 700 m 区域为黄棕壤,海拔 1 700 m 以上区域为草甸土。保护区内自然植被分布良好,保存有许多珍稀濒危和孑遗种,常形成大面积的孑遗植物群落,如银杉(*Cathaya argyrophylla* Chun et Kuang)群落、资源冷杉[*Abies beshanzuensis* var. *ziyuanensis* (L. K. Fu et S. L. Mo) L. K. Fu et Nan Li]群落、福建柏[*Fokienia hodginsii* (Dunn) Henry et Thomas]群落、南方铁杉[*Tsuga chinensis* (Franch.) Pritz.]群落和大果马蹄荷[*Exbucklandia tonkinensis* (Lec.) Steenis]群落等。

1.2 研究方法

于 2016 年 7 月 16 日,采用相邻格子法设置面积 10 m×10 m 的样方 30 个,采用每木记帐调查法对每个样方内株高在 1.5 m 以上的乔木和灌木进行调查,详细记录乔木和灌木的种名、株高、冠幅和株数等信息,并测量乔木的胸围,据此计算胸径(DBH),计算公式为 $DBH = \text{胸围} / \pi$ 。在每个样方内随机划分面积 2 m×2 m 的小样方 1 个,详细记录每个小样方内草本及株高小于 1.5 m 的乔木和灌木幼苗的种名和盖度。

1.3 数据处理和分析

参照吴征镒^[2]的方法对种子植物属的分布区类型进行分析;按照 Raunkiaer 生活型谱^{[19]27}对生活型进行分析;根据调查结果,参照丁巧玲等^[20]的方法计算各乔木种类的相对显著度、相对多度和相对频度以

及各灌木种类的相对盖度、相对多度和相对频度,据此计算各乔木和灌木种类的重要值;采用 Simpson 多样性指数、Shannon-Wiener 多样性指数和 Pielou 均匀度指数^{[19]100}分析群落的物种多样性。采用空间代替时间(即径级代替龄级)的方法^[20-21]对优势种群的年龄结构进行分析,其中,大乔木种类分成 8 级,Ⅰ级为 0 cm≤DBH<5 cm,Ⅱ级为 5 cm≤DBH<10 cm,Ⅲ级为 10 cm≤DBH<15 cm,Ⅳ级为 15 cm≤DBH<20 cm,Ⅴ级为 20 cm≤DBH<25 cm,Ⅵ级为 25 cm≤DBH<30 cm,Ⅶ级为 30 cm≤DBH<35 cm,Ⅷ级为 35 cm≤DBH<40 cm;小乔木种类分成 10 级,Ⅰ级为 0 cm≤DBH<2 cm,Ⅱ级为 2 cm≤DBH<4 cm,Ⅲ级为 4 cm≤DBH<6 cm,Ⅳ级为 6 cm≤DBH<8 cm,Ⅴ级为 8 cm≤DBH<10 cm,Ⅵ级为 10 cm≤DBH<12 cm,Ⅶ级为 12 cm≤DBH<14 cm,Ⅷ级为 14 cm≤DBH<16 cm,Ⅸ级为 16 cm≤DBH<18 cm,Ⅹ级为 18 cm≤DBH<20 cm。采用共同出现百分率(PC)、 χ^2 检验、联结系数(AC)和点相关系数(PCC)^{[19]119-122}对台湾松和檫木与其他乔木和灌木优势种进行种间联结分析。

2 结果和分析

2.1 群落基本特征分析

2.1.1 种类组成分析 调查结果(表 1)表明:湖南桃源洞国家级自然保护区台湾松+檫木群落共有维管植物 45 科 73 属 126 种,其中,蕨类植物 8 科 9 属 11 种,种子植物 37 科 64 属 115 种(其中,裸子植物 2 科 2 属 2 种,被子植物 35 科 62 属 113 种)。种子植物中,含 10 种及以上的科有蔷薇科(Rosaceae)(含 6 属 11 种)、山茶科(Theaceae)(含 5 属 12 种)、杜鹃花科(Ericaceae)(含 5 属 11 种)和樟科(Lauraceae)(含 5 属 10 种);含 5~9 种的科有壳斗科(Fagaceae)(含 3 属 5 种)、冬青科(Aquifoliaceae)(含 1 属 7 种)

表 1 湖南桃源洞国家级自然保护区台湾松+檫木群落植物的基本组成

Table 1 Basic composition of plants in *Pinus taiwanensis* Hayata+*Sassafras tzumu* (Hemsl.) Hemsl. community in Taoyuandong National Nature Reserve of Hu'nan Province

植物类型 Plant type	科 Family		属 Genus		种 Species	
	数量 Number	比例/% Percentage	数量 Number	比例/% Percentage	数量 Number	比例/% Percentage
蕨类植物 Pteridophyte	8	17.8	9	12.3	11	8.7
裸子植物 Gymnosperm	2	4.4	2	2.7	2	1.6
被子植物 Angiosperm	35	77.8	62	84.9	113	89.7
总计 Total	45	100.0	73	100.0	126	100.0

和山矾科(Symplocaceae)(含 1 属 5 种);含 1~2 种的科较多(23 科),单属也较多(40 属),分别占群落中种子植物总科数和总属数的 62.2%和 35.1%。

2.1.2 种子植物区系特征分析 统计结果(表 2)表明:该群落种子植物中世界分布型属有 3 属;热带分布型属有 32 属,占群落中种子植物总属数(世界分布型属除外,下同)的 52.5%;温带分布型属有 29 属,占群落中种子植物总属数的 47.5%。该群落具有丰富的孑遗植物,如槲木、福建柏、东方古柯(*Erythroxylum sinensis* C. Y. Wu)和缺萼枫香树(*Liquidambar acalycina* Chang)等。另外,该群落中东亚和北美间断分布型属较多,共 13 属,占群落中种子植物总属数的 21.3%,其中,槲木属、木兰属(*Magnolia* Linn.)、枫香树属(*Liquidambar* Linn.)和蓝果树属(*Nyssa* Gronov. ex Linn.)等孑遗属在一定程度上体现了该群落地理成分的古老性。

表 2 湖南桃源洞国家级自然保护区台湾松+槲木群落种子植物属的分布区类型分析

Table 2 Analysis on generic areal-types of spermatophytes in *Pinus taiwanensis* Hayata+Sassafras *tzumu* (Hemsl.) Hemsl. community in Taoyuandong National Nature Reserve of Hu'nan Province

分布区类型 Areal-type	属 Genus	
	数量 Number	比例/% ¹⁾ Percentage ¹⁾
世界分布 Cosmopolitan	3	—
泛热带分布 Pantropic	10	16.4
热带亚洲和热带美洲间断分布 Trop. Asia & Trop. Amer. disjuncted	8	13.1
热带亚洲至热带大洋洲分布 Trop. Asia to Trop. Australasia	3	4.9
热带亚洲分布 Trop. Asia	11	18.0
北温带分布 N. Temp.	13	21.3
东亚和北美洲间断分布 E. Asia & N. Amer. disjuncted	13	21.3
东亚分布 E. Asia	3	4.9
总计 Total	64	100.0

¹⁾ 不包括世界分布型 Excluded Cosmopolitan.

2.1.3 生活型分析 调查结果表明:该群落中,高位芽植物所占比例最高,达 73.02%;地上芽植物所占比例较高,为 23.02%;隐芽植物所占比例较低,为 2.38%;地面芽植物所占比例最低,仅 1.59%;并且,未发现一年生植物。

2.1.4 外貌特征分析 调查结果表明:该群落为典型的亚热带中山针阔叶混交林,包括常绿针叶树种 2 种、常绿阔叶树种 57 种、落叶阔叶树种 40 种;其中

常绿树种的相对多度达 69.47%,说明该群落以常绿乔木和灌木种类为主。群落中的高大乔木常常突出在林冠外,并且林冠颜色具有明显的季节性变化。在春季,槲木先花后叶、花黄色、鲜枝叶常带红色,蓝果树(*Nyssa sinensis* Oliv.)嫩叶呈紫红色,林冠呈淡绿色,嵌有鲜黄色和浅紫红色斑块;在夏季,林冠呈深绿色,嵌有浅红色斑块;在秋季,蓝果树叶片为绯红色,其他落叶树种叶片为黄色,林冠呈黄绿色,嵌有红色斑块。

2.1.5 垂直结构分析 调查结果表明:该群落的林冠凹凸不平,林下郁闭度为 0.7~0.9,垂直结构明显,可分成乔木层、灌木层和草本层,层高分别为 5.0~32.0、1.5~5.0 和 1.5 m 以下;乔木层可进一步分成乔木上层、乔木中层和乔木下层,层高分别为 18.0~32.0、10.0~18.0 和 5.0~10.0 m。

除台湾松外,乔木上层还有槲木、蓝果树、银木荷(*Schima argentea* Pritz. ex Diels)、红柴枝(*Meliosma oldhamii* Maxim.)和缺萼枫香树等阔叶树种,并以台湾松和槲木为优势种,该层共有常绿针叶树 1 种、常绿阔叶树 3 种、落叶阔叶树 4 种,相对多度分别为 56.94%、6.94%和 36.11%。乔木中层的常绿树种主要有台湾松、交让木(*Daphniphyllum macropodum* Miq.)、银木荷和多脉青冈(*Cyclobalanopsis multinervis* W. C. Cheng et T. Hong)等,落叶树种主要有槲木、毛漆树[*Toxicodendron trichocarpum* (Miq.) O. Kuntze]、尾叶樱桃[*Cerasus dielsiana* (Schneid.) Yu et Li]、江南山柳(*Clethra cavaleriei* Lévl.)、蓝果树、红果山胡椒(*Lindera erythrocarpa* Makino)和石灰花楸[*Sorbus folgneri* (Schneid.) Rehd.]等,该层共有常绿针叶树 1 种、常绿阔叶树 8 种、落叶阔叶树 12 种,相对多度分别为 18.44%、24.82%和 56.74%。乔木下层小乔木密集,交让木和毛漆树占有明显优势,常绿树种主要有交让木、香冬青[*Ilex suaveolens* (Lévl.) Loes.]和黄丹木姜子[*Litsea elongata* (Wall. ex Nees) Benth. et Hook. f.]等,落叶树种主要有毛漆树、尾叶樱桃、合轴荚蒾(*Viburnum sympodiale* Graebn.)、江南山柳和石灰花楸等,该层共有常绿针叶树 1 种、常绿阔叶树 35 种、落叶阔叶树 30 种,相对多度分别为 0.33%、55.12%和 44.55%。

灌木层植株密集,鹿角杜鹃(*Rhododendron latoucheae* Franch.)、格药柃(*Eurya muricata* Dunn)和东方古柯占明显优势,还有尖萼毛柃(*E. acutispala* Hu et L. K. Ling)、马银花[*Rhododendron ovatum* (Lindl.)

Planch. ex Maxim.]、吴茱萸五加 (*Acanthopanax evodiaefolius* Franch.)、圆锥绣球 (*Hydrangea paniculata* Sieb.)、鼠刺 (*Itea chinensis* Hook. et Arn.) 和尖连蕊茶 [*Camellia cuspidata* (Kochs) Wright ex Gard.] 等, 该层常绿树种占绝对优势。

草本层较空旷, 草本植物主要有楮头红 (*Sarcopyramis nepalensis* Wall.)、竹根七 (*Disporopsis fuscipicta* Hance)、锦香草 [*Phyllagathis cavalieri* (Lévl. et Van.) Guillaum.]、狗脊 [*Woodwardia japonica* (L. f.) Sm.] 和阳荷 (*Zingiber striolatum* Diels) 等 21 种, 还包括少量的泡花树 (*Meliosma cuneifolia* Franch.)、扁枝越橘 [*Vaccinium japonicum*

var. *sinicum* (Nakai) Rehd.]、山榿 (*Lindera reflexa* Hemsl.) 和吴茱萸五加等乔木和灌木种类的幼苗。

2.2 群落的物种多样性分析

计算结果(表3)表明: 湖南桃源洞国家级自然保护区台湾松+檫木群落草本层的物种数、Simpson 多样性指数、Shannon-Wiener 多样性指数和 Pielou 均匀度指数均高于乔木层和灌木层; 并且, 乔木层的 Simpson 多样性指数、Shannon-Wiener 多样性指数和 Pielou 均匀度指数均高于灌木层, 但其物种数却低于灌木层。该群落的总体 Simpson 多样性指数、Shannon-Wiener 多样性指数和 Pielou 均匀度指数分别为 0.95、3.68 和 0.76。

表3 湖南桃源洞国家级自然保护区台湾松+檫木群落的物种多样性分析

Table 3 Analysis on species diversity of *Pinus taiwanensis* Hayata+Sassafras tzumu (Hemsl.) Hemsl. community in Taoyuandong National Nature Reserve of Hu'nan Province

层次 Layer	物种数 Species number	Simpson 多样性指数 Simpson diversity index	Shannon-Wiener 多样性指数 Shannon-Wiener diversity index	Pielou 均匀度指数 Pielou evenness index
乔木层 Arbor layer	52	0.93	3.20	0.76
灌木层 Shrub layer	68	0.91	3.04	0.70
草本层 Herb layer	83	0.97	3.84	0.87
总体 Overall	126	0.95	3.68	0.76

2.3 群落优势种的重要值分析

湖南桃源洞国家级自然保护区台湾松+檫木群落乔木层和灌木层中主要种类的重要值分别见表4和表5。结果表明: 乔木层中重要值大于1%的种类有15种, 其中, 台湾松的重要值最大(23.24%), 檫

木、交让木和毛漆树的重要值也较大(分别为15.30%、12.85%和10.02%); 灌木层中重要值大于1%的物种有19种, 重要值大于5%的种类有7种, 其中, 鹿角杜鹃的重要值最大(17.96%), 格药枏和东方古柯的重要值较大(分别为14.05%和10.59%)。

表4 湖南桃源洞国家级自然保护区台湾松+檫木群落乔木层主要种类的重要值

Table 4 Important value of main species in arbor layer of *Pinus taiwanensis* Hayata+Sassafras tzumu (Hemsl.) Hemsl. community in Taoyuandong National Nature Reserve of Hu'nan Province

种类 Species	株数 Individual number	相对显著度/% Relative dominance	相对多度/% Relative abundance	相对频度/% Relative frequency	重要值/% Important value
台湾松 <i>Pinus taiwanensis</i>	64	45.74	11.19	12.80	23.24
檫木 <i>Sassafras tzumu</i>	40	28.01	6.99	10.90	15.30
交让木 <i>Daphniphyllum macropodum</i>	108	5.93	18.89	13.74	12.85
毛漆树 <i>Toxicodendron trichocarpum</i>	78	5.05	13.64	11.37	10.02
银木荷 <i>Schima argentea</i>	21	6.29	3.67	10.90	6.95
蓝果树 <i>Nyssa sinensis</i>	29	2.00	5.07	8.06	5.04
尾叶樱桃 <i>Cerasus dielsiana</i>	30	2.79	5.25	6.20	4.74
江南山柳 <i>Clethra cavalieri</i>	32	1.96	5.59	5.69	4.42
红柴枝 <i>Meliosma oldhamii</i>	26	2.12	4.55	4.74	3.80
香冬青 <i>Ilex suaveolens</i>	20	1.01	3.50	7.11	3.87
多脉青冈 <i>Cyclobalanopsis multinervis</i>	14	2.45	2.45	2.84	2.58
石灰花楸 <i>Sorbus folgneri</i>	15	1.35	2.62	3.32	2.43
黄丹木姜子 <i>Litsea elongata</i>	15	0.44	2.62	2.84	1.97
缺萼枫香树 <i>Liquidambar acalycina</i>	8	0.57	1.40	1.90	1.29
华南木姜子 <i>Litsea greenmaniana</i>	6	0.59	1.05	1.42	1.02

表 5 湖南桃源洞国家级自然保护区台湾松+槲木群落灌木层主要种类的重要值

Table 5 Important value of main species in shrub layer of *Pinus taiwanensis* Hayata+Sassafras tzumu (Hemsl.) Hemsl. community in Taoyuandong National Nature Reserve of Hu'nan Province

种类 Species	株数 Individual number	相对盖度/% Relative coverage	相对多度/% Relative abundance	相对频度/% Relative frequency	重要值/% Important value
鹿角杜鹃 <i>Rhododendron latoucheae</i>	358	19.43	26.48	7.99	17.96
格药柃 <i>Eurya muricata</i>	206	17.19	15.24	9.72	14.05
东方古柯 <i>Erythroxylum sinensis</i>	116	13.47	8.58	9.72	10.59
尖萼毛柃 <i>Eurya acutisepala</i>	115	7.01	8.51	8.33	7.95
马银花 <i>Rhododendron ovatum</i>	89	7.74	6.58	6.25	6.86
吴茱萸五加 <i>Acanthopanax evodiaefolius</i>	77	7.46	5.70	6.60	6.58
圆锥绣球 <i>Hydrangea paniculata</i>	51	5.52	3.77	6.60	5.30
合轴荚蒾 <i>Viburnum sympodiale</i>	56	5.52	4.14	5.56	4.38
红果山胡椒 <i>Lindera erythrocarpa</i>	13	3.45	0.96	3.13	2.75
鼠刺 <i>Itea chinensis</i>	42	4.15	3.11	2.78	2.41
杜鹃 <i>Rhododendron simsii</i>	31	1.36	2.29	3.82	2.33
窄基红褐柃 <i>Eurya rubiginosa</i>	32	0.89	2.37	2.08	1.85
微毛山矾 <i>Symplocos wikstroemiiifolia</i>	17	1.10	1.26	3.13	1.79
尖连蕊茶 <i>Camellia cuspidata</i>	20	0.99	1.48	2.08	1.68
茶荚蒾 <i>Viburnum setigerum</i>	22	1.47	1.63	2.43	1.55
腺柄山矾 <i>Symplocos adenopus</i>	8	0.58	0.59	1.74	1.14
南烛 <i>Vaccinium bracteatum</i>	8	1.08	0.59	1.74	1.13
半齿柃 <i>Eurya semiserrata</i>	14	1.06	1.04	1.74	1.01
尖叶毛柃 <i>Eurya acuminatissima</i>	13	0.25	0.96	1.04	1.00

2.4 群落中优势种的种群年龄结构分析

对湖南桃源洞国家级自然保护区台湾松+槲木群落乔木层中重要值排名前 5 位的种类进行种群年龄结构分析,大乔木和小乔木种类的种群年龄结构分别见表 6 和表 7。结果表明:台湾松和槲木种群 V 和

VI 级的株数所占比例明显高于其他龄级,并且这 2 个种群 V 级以上(含 V 级)的株数所占比例均达到 60%,属于衰退型种群;银木荷、交让木和毛漆树种群 V 级以下(不含 V 级)的株数所占比例均较高(80%以上),属于增长型种群。

表 6 湖南桃源洞国家级自然保护区台湾松+槲木群落中 3 种大乔木的种群年龄结构分析

Table 6 Analysis on population age structure of three species of macrophanerophytes in *Pinus taiwanensis* Hayata+Sassafras tzumu (Hemsl.) Hemsl. community in Taoyuandong National Nature Reserve of Hu'nan Province

种类 Species	不同龄级株数所占比例/% ¹⁾ Percentage of individual number of different age classes ¹⁾							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
台湾松 <i>Pinus taiwanensis</i>	1.32	2.63	11.84	19.74	27.63	26.32	7.89	2.63
槲木 <i>Sassafras tzumu</i>	5.00	7.50	12.50	15.00	20.00	22.50	12.50	5.00
银木荷 <i>Schima argentea</i>	38.24	17.65	23.53	5.88	8.82	2.94	2.94	0.00

¹⁾ 根据胸径(DBH)划分龄级 According to diameter at breast height (DBH) for dividing age class. I: 0 cm ≤ DBH < 5 cm; II: 5 cm ≤ DBH < 10 cm; III: 10 cm ≤ DBH < 15 cm; IV: 15 cm ≤ DBH < 20 cm; V: 20 cm ≤ DBH < 25 cm; VI: 25 cm ≤ DBH < 30 cm; VII: 30 cm ≤ DBH < 35 cm; VIII: 35 cm ≤ DBH < 40 cm.

表 7 湖南桃源洞国家级自然保护区台湾松+槲木群落中 2 种小乔木的种群年龄结构分析

Table 7 Analysis on population age structure of two species of microphanerophytes in *Pinus taiwanensis* Hayata+Sassafras tzumu (Hemsl.) Hemsl. community in Taoyuandong National Nature Reserve of Hu'nan Province

种类 Species	不同龄级株数所占比例/% ¹⁾ Percentage of individual number of different age classes ¹⁾									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
交让木 <i>Daphniphyllum macropodum</i>	28.62	28.98	24.73	10.25	2.83	2.12	1.41	0.35	0.00	0.71
毛漆树 <i>Toxicodendron trichocarpum</i>	19.89	25.97	22.65	18.78	4.97	4.97	1.66	1.10	0.00	0.00

¹⁾ 根据胸径(DBH)划分龄级 According to diameter at breast height (DBH) for dividing age class. I: 0 cm ≤ DBH < 2 cm; II: 2 cm ≤ DBH < 4 cm; III: 4 cm ≤ DBH < 6 cm; IV: 6 cm ≤ DBH < 8 cm; V: 8 cm ≤ DBH < 10 cm; VI: 10 cm ≤ DBH < 12 cm; VII: 12 cm ≤ DBH < 14 cm; VIII: 14 cm ≤ DBH < 16 cm; IX: 16 cm ≤ DBH < 18 cm; X: 18 cm ≤ DBH < 20 cm.

2.5 群落中台湾松和檫木与其他乔木层和灌木层优势种的种间联结分析

湖南桃源洞国家级自然保护区台湾松+檫木群落内台湾松和檫木与其他乔木层优势种(重要值排名前10位)和灌木层优势种(重要值排名前5位)的共同出现百分率(PC)、 χ^2 检验、联结系数(AC)和点相关系数(PPC)分别见表8和表9。结果表明:台湾松和檫木与其他乔木层和灌木层优势种的PC值较

高,均在30%以上,说明该群落中台湾松和檫木与其他乔木层和灌木层优势种共同出现的概率较大。台湾松与檫木的种间联结达极显著水平($\chi^2 > 6.635, P < 0.01$),二者的AC和PCC值为正值且绝对值较大,说明该群落中台湾松与檫木的种间联结呈极显著正相关;但台湾松和檫木与交让木、毛漆树、鹿角杜鹃、格药桉、东方古柯和尖萼毛桉的AC和PCC值均为负值,说明该群落中台湾松和檫木与这些优势种的种间

表8 湖南桃源洞国家级自然保护区台湾松+檫木群落中台湾松与其他乔木层和灌木层优势种的种间联结分析

Table 8 Analysis on interspecific association of *Pinus taiwanensis* Hayata with other dominant species in arbor and shrub layers of *P. taiwanensis*+*Sassafras tzumu* (Hemsl.) Hemsl. community in Taoyuandong National Nature Reserve of Hu'nan Province

优势种 Dominant species	共同出现百分率/% Percentage of co-occurrence	χ^2 检验 χ^2 -test	联结系数 Association coefficient	点相关系数 Point correlation coefficient
乔木种类 Arbor species				
檫木 <i>Sassafras tzumu</i>	85.19	6.71	0.37	0.60
交让木 <i>Daphniphyllum macropodum</i>	86.67	1.84	-1.00	-0.06
毛漆树 <i>Toxicodendron trichocarpum</i>	70.00	0.02	-1.00	-0.17
银木荷 <i>Schima argentea</i>	79.31	0.00	0.11	0.15
蓝果树 <i>Nyssa sinensis</i>	57.14	0.06	0.06	0.16
尾叶樱桃 <i>Cerasus dielsiana</i>	46.43	0.02	0.03	0.09
江南山柳 <i>Clethra cavaleriei</i>	44.44	0.76	0.07	0.27
红柴枝 <i>Meliosma oldhamii</i>	43.48	2.82	0.15	0.39
香冬青 <i>Ilex suaveolens</i>	65.22	0.00	0.04	0.11
灌木种类 Shrub species				
鹿角杜鹃 <i>Rhododendron latoucheae</i>	66.67	0.08	-1.00	-0.18
格药桉 <i>Eurya muricata</i>	86.67	1.84	-1.00	-0.06
东方古柯 <i>Erythroxylum sinensis</i>	86.67	1.84	-1.00	-0.06
尖萼毛桉 <i>Eurya acutisepala</i>	73.33	0.00	-1.00	-0.15
马银花 <i>Rhododendron ovatum</i>	60.71	0.14	0.07	0.18

表9 湖南桃源洞国家级自然保护区台湾松+檫木群落中檫木与其他乔木层和灌木层优势种的种间联结分析

Table 9 Analysis on interspecific association of *Sassafras tzumu* (Hemsl.) Hemsl. with other dominant species in arbor and shrub layers of *Pinus taiwanensis* Hayata+*S. tzumu* community in Taoyuandong National Nature Reserve of Hu'nan Province

优势种 Dominant species	共同出现百分率/% Percentage of co-occurrence	χ^2 检验 χ^2 -test	联结系数 Association coefficient	点相关系数 Point correlation coefficient
乔木种类 Arbor species				
台湾松 <i>Pinus taiwanensis</i>	85.19	6.71	0.37	0.60
交让木 <i>Daphniphyllum macropodum</i>	79.31	0.41	-1.00	-0.10
毛漆树 <i>Toxicodendron trichocarpum</i>	67.86	0.01	-0.11	-0.12
银木荷 <i>Schima argentea</i>	65.52	0.15	0.14	0.04
蓝果树 <i>Nyssa sinensis</i>	50.00	0.01	0.04	0.07
尾叶樱桃 <i>Cerasus dielsiana</i>	48.00	0.44	0.10	0.20
江南山柳 <i>Clethra cavaleriei</i>	34.62	0.07	0.05	0.03
红柴枝 <i>Meliosma oldhamii</i>	32.00	0.02	0.02	0.06
香冬青 <i>Ilex suaveolens</i>	46.15	0.00	0.04	0.08
灌木种类 Shrub species				
鹿角杜鹃 <i>Rhododendron latoucheae</i>	58.62	0.02	-0.39	-0.12
格药桉 <i>Eurya muricata</i>	73.33	0.41	-1.00	-0.10
东方古柯 <i>Erythroxylum sinensis</i>	73.33	0.41	-1.00	-0.10
尖萼毛桉 <i>Eurya acutisepala</i>	62.07	0.03	-0.25	-0.07
马银花 <i>Rhododendron ovatum</i>	57.69	0.38	0.13	0.19

联结呈负相关。另外,台湾松和槲木与银木荷、蓝果树、尾叶樱桃、江南山柳、红柴枝、香冬青和马银花的AC和PCC值均为正值且数值较小,说明该群落中台湾松和槲木与这些优势种的关联程度较低,其种间竞争和排斥关系不明显。

3 讨论和结论

3.1 湖南桃源洞国家级自然保护区台湾松+槲木群落特征

湖南桃源洞国家级自然保护区台湾松+槲木群落地处中国东南部亚热带中山地区,是迄今为止发现的极少的且发育良好的台湾松+槲木天然林群落。该群落的高位芽植物占有绝对优势(所占比例为73.02%),并具有一定比例的地面芽和隐芽植物(所占比例分别为1.59%和2.38%),反映出该群落所在区域气候具有夏秋季高温高湿、冬季寒冷干旱的特点。曲仲湘等^[22]认为,植物群落的生活型由南至北呈现地带性变化规律,表现为高位芽植物递减、地面芽植物递增的趋势。与其他典型群落^[23]相比,湖南桃源洞国家级自然保护区台湾松+槲木群落的高位芽植物所占比例明显低于海南的热带雨林(96.88%)及福建和溪的常绿阔叶林(87.63%),但却明显高于秦岭北坡的暖温带落叶阔叶林(52.00%),说明该群落介于中亚热带常绿阔叶林与暖温带落叶阔叶林之间,具有由亚热带向温带过渡的性质。同时,该群落的高位芽植物所占比例低于浙江的中亚热带常绿阔叶林(76.10%)^[23],但与江西三清山的台湾松+白豆杉[*Pseudotaxus chienii* (Cheng) Cheng]-猴头杜鹃(*Rhododendron simiarum* Hance)群落(70.21%)^[24]相近,推测与该群落处于高海拔山地相关。

比较而言,湖南桃源洞国家级自然保护区台湾松+槲木群落的Shannon-Wiener多样性指数(3.68)略低于该保护区内的大果马蹄荷群落(3.71)^[25],但高于江西三清山的华东黄杉(*Pseudotsuga gaussenii* Flous)群落(3.66)^[26]和江西井冈山的穗花杉[*Amentotaxus argotaenia* (Hance) Pilger]群落(3.10)^[27],说明该群落物种丰富,稳定性良好,基本符合亚热带中山针阔叶混交林的特征。

研究表明:湖南桃源洞国家级自然保护区台湾松+槲木群落中的槲木、福建柏、东方古柯和缺萼枫香树为子遗种,木兰属、枫香树属、蓝果树属和槲木

属为子遗属;群落中的东亚和北美间断分布型属较多(13种),占群落中种子植物总属数(世界分布型属除外)的21.3%,说明该群落的地理成分具有一定的古老性。

在湖南桃源洞国家级自然保护区台湾松+槲木群落乔木层中,重要值大于15%的树种仅有台湾松和槲木2种,其余树种的重要值均较小,优势不明显;灌木层中各树种的相对多度和相对盖度差异较大,相对频度差异较小,说明各树种的数量分布不均匀,导致灌木层的物种多样性指数较低。

3.2 湖南桃源洞国家级自然保护区台湾松+槲木群落演替规律

调查结果表明:湖南桃源洞国家级自然保护区台湾松+槲木群落中的台湾松和槲木种群优势明显,但该群落中的台湾松和槲木多为壮树和老树,二者幼树和幼苗的数量较少,说明这2个树种种群处于衰退状态;而群落中交让木、毛漆树和银木荷的幼树和幼苗数量均较多,且植株生长旺盛,说明这3个树种种群处于增长状态。

从群落整体来看,台湾松和槲木种群呈现衰退状态并不是由于非优势种和次优势种的趋优生长或剧烈更替所致,因此,该群落在一段时间内能保持相对稳定的状态。其主要原因如下:1)该群落物种丰富,物种多样性指数较高;2)台湾松与槲木的种间联结呈极显著正相关,但二者与其他大乔木的种间联结均呈不显著正相关,说明目前该群落中的台湾松和槲木均未受到同一生态位其他树种的竞争和排斥;3)该群落中台湾松和槲木均有一定比例的幼树和幼苗,尤其是槲木,在适宜条件下能够快速生长,并且群落中的台湾松和槲木占有绝对优势,而次优势种和非优势种的优势较弱,无法在短期内替代台湾松和槲木。

3.3 结论

综上所述,湖南桃源洞国家级自然保护区台湾松+槲木群落为典型的亚热带中山针阔叶混交林,具有由亚热带向温带过渡的性质,以常绿乔木和灌木种类为主,林冠颜色季节变化明显;并且,该群落物种丰富,物种多样性较高,垂直结构明显,植物区系组成具有一定的古老性,并处于相对稳定状态。

参考文献:

- [1] LI H L. Floristic relationships between eastern Asia and eastern North America [J]. Transactions of the American Philosophical Society, 1952, 42(2): 371-429.

- [2] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型[J]. 云南植物研究, 1991, 13(增刊IV): 1-139.
- [3] 张宏达. 全球植物区系的间断分布问题[J]. 中山大学学报(自然科学版), 1998, 37(6): 73-78.
- [4] BOUFFORD D E, SPONGBERG S A. Eastern Asian-Eastern North American phytogeographical relationships—a history from the time of Linnaeus to the twentieth century [J]. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 1983, 70(3): 423-439.
- [5] RAVEN P H. Plant species disjunctions; a summary[J]. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 1972, 59(2): 234-246.
- [6] RAVEN P H, AXELROD D I. Angiosperm biogeography and past continental movements [J]. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 1974, 61(3): 539-673.
- [7] WEN J. Evolution of Eastern Asian and Eastern North American disjunct distributions in flowering plants [J]. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 1999, 30: 421-455.
- [8] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志: 第三十一卷[M]. 北京: 科学出版社, 1982: 238-239.
- [9] 江明艳, 陈其兵, 潘远智. 我国樟科植物的园林应用前景[J]. 西南园艺, 2004, 32(3): 16-18, 23.
- [10] 孙洪刚, 姜景民, 万志兵. 海拔和坡向对北亚热带樟木天然次生林生长、空间结构和树种组成的影响[J]. 东北林业大学学报, 2017, 45(4): 8-13.
- [11] 俞瑞芳. 杉木樟木混交效益分析[J]. 安徽林业, 2010(4): 113.
- [12] 张焕朝, 俞元春. 杉木、樟木、柏木等林分下土壤微量元素状况[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 1995, 19(2): 6-12.
- [13] 欧文琳. 杉、松人工林混生天然樟木生长状况的调查研究[J]. 福建林业科技, 2000, 27(4): 64-66.
- [14] 李东丽. 樟木混交林空间结构规律及生长模型研究[D]. 长沙: 中南林业科技大学林学院, 2012: 1-86.
- [15] 许绍远. 樟木金钱松混交林效益调查[J]. 浙江林业科技, 1983(3): 1-3.
- [16] 陈金海. 福建柏樟木混交林土壤肥力的研究[J]. 林业科技开发, 2003, 17(4): 29-30.
- [17] 吕其根, 石连贵. 樟木、国外松混交林对樟木生长的影响[J]. 江苏林业科技, 2000, 27(2): 42, 49.
- [18] 造林教研组. 樟木锥栗混交林调查初报[J]. 浙江林学院科技通讯, 1982(2): 36-42.
- [19] 王伯荪, 余世孝, 彭少麟, 等. 植物群落学实验手册[M]. 广州: 广东高等教育出版社, 1996.
- [20] 丁巧玲, 刘忠成, 王蕾, 等. 湖南桃源洞国家级自然保护区南方铁杉种群结构与生存分析[J]. 西北植物学报, 2016, 36(6): 1233-1244.
- [21] 张志祥, 刘鹏, 刘春生, 等. 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.
- [22] 曲仲湘, 吴玉树, 王焕校, 等. 植物生态学[M]. 2版. 北京: 高等教育出版社, 1983: 142-148.
- [23] 李博. 生态学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 127.
- [24] 林石狮, 沈如江, 郭微, 等. 江西三清山台湾松+白豆杉-猴头杜鹃植物群落研究[J]. 生态环境, 2007, 16(3): 912-919.
- [25] 刘忠成. 湖南桃源洞国家级自然保护区植被与植物区系研究[D]. 北京: 首都师范大学资源环境与旅游学院, 2016: 50-63.
- [26] 郭微, 沈如江, 吴金火, 等. 江西三清山东黄杉群落的组成及结构分析[J]. 植物资源与环境学报, 2007, 16(3): 46-52.
- [27] 郭微, 景慧娟, 凡强, 等. 江西井冈山山穗花杉群落及其物种多样性研究[J]. 黑龙江农业科学, 2013(7): 71-76.

(责任编辑: 佟金凤)

《植物资源与环境学报》启事

为了扩大科技期刊的信息交流、充分实现信息资源共享,《植物资源与环境学报》已先后加入“中国学术期刊(光盘版)”、“万方数据——数字化期刊群”和“中文科技期刊数据库”等网络文献资源数据库,凡在本刊发表的论文将编入数据库供上网交流、查阅及检索,作者的著作权使用费与本刊稿酬一次性给付,不再另付。如作者不同意将文章收编入数据库,请在来稿时声明,本刊将做适当处理。

《植物资源与环境学报》编辑部目前仅接受网上投稿,投稿网址为 <http://zwzy.cnbg.net>。投稿咨询电话: 025-84347014; E-mail: zwzybjb@163.com; QQ: 2219161478。

《植物资源与环境学报》编辑部
2017-11