

雷公山、高黎贡山和星斗山自然保护区秃杉群落对比研究

余德会¹, 谢镇国¹, 陈绍林², 和正军³, 胥立³, 余永富¹, 唐秀俊¹

(1. 贵州雷公山国家级自然保护区管理局, 贵州 雷山 557100, 2. 湖北星斗山国家级自然保护区管理局, 湖北 恩施, 445000, 3. 云南高黎贡山国家级自然保护区管理局, 云南 贡山, 673500)

摘要: 于 2017 年 5–8 月对雷公山、高黎贡山和星斗山 3 个不同纬度自然保护区的秃杉 *Taiwania flousiana* 群落分别设 20 m × 50 m 样地 1 个进行对比研究, 探讨其动态规律。结果表明, 3 个保护区的秃杉群落中维管植物共有 77 科 148 属 243 种, 其中雷公山的秃杉种群 (重要值为 0.363 5) 占主要优势, 其次是高黎贡山, 星斗山的秃杉种群处于劣势; 多样性优势度 (d) 指数和丰富度指数 (d_{Ma}) 在乔木层为雷公山大于高黎贡山和星斗山, 物种多样性指数 (D_r , H_e' 和 H_2') 在乔、灌、草的排序均为: 雷公山 > 高黎贡山 > 星斗山, 3 个保护区的秃杉群落均匀度指数 (J_e) 相差不大, 都在 0.70 ~ 0.95 之间。根据吴征镒的中国种子植物属的分布区类型进行植物区系分析, 3 个保护区的秃杉群落的植物区系复杂, 划分为 24 个类型, 分布特点以热带分布属为主, 温带分布属为辅, 世界分布属最少; 中国特有 2 属。

关键词: 秃杉; 群落; 物种多样性; 自然保护区

中图分类号: S791 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3776 (2019) 03-0009-07

Study on *Taiwania flousiana* Communities in Leigong Mountain, Gaoligong Mountain and Xingdoushan Nature Reserve

YU De-hui¹, XIE Zhen-guo¹, CHEN Shao-lin², HE Zheng-jun³, PIAN Li³, YU Yong-fu¹, TANG Xiu-jun¹

(1. Guizhou Leigongshan National Nature Reserve Administration, Leishan 557100, China; 2. Hubei Xingdoushan National Nature Reserve Administration, Enshi 445000, China; 3. Yunnan Gaoligongshan National Nature Reserve Administration, Gongshan 673500, China)

Abstract: In 2017, one sample plot of 20m × 50m was established respectively at mixed communities of coniferous and broad leaf tree with more distribution of *Taiwania flousiana* in Guizhou Leigongshan National Nature Reserve, Yunnan Gaoligongshan National Nature Reserve and Hubei Xingdoushan Nature Reserve. Investigations were carried out by contiguous grid quadrat method on different layers of the plots and site conditions. The result showed that there were 243 vascular species, belonging to 148 genera and 77 families in 3 plots. *T. flousiana* population in Leigongshan was dominated with importance value of 0.363 5, followed by Gaoligongshan and Xingdoushan. The dominance index and species richness index at arbor layer in Leigongshan was higher than that in the other two reserves, species diversity index at arbor, shrub and herb layer was ordered by Leigongshan > Gaoligongshan > Xingdoushan. The species evenness index in different communities of 3 reserves was similar, ranging from 0.7 to 0.95. Analysis on areal-types of genera of plant in *T. cryptomerioi* des communities in Leigongshan, Gaoligongshan and Xingdoushan demonstrated

收稿日期: 2018-11-09; 修回日期: 2019-03-02

基金项目: 环保部、财政部 2013 年国家级自然保护区专项资金 (财建〔2013〕621 号); 贵州省林业厅青年科技人才培养对象专项基金项目 (黔林科合 J 字〔2016〕07 号)

作者简介: 余德会, 工程师, 从事植物分类与生态研究; E-mail: yudehui503@126.com。通信作者: 谢镇国, 研究员, 从事自然保护区建设与管理及森林生态研究; E-mail: xieag3333486@126.com。

that it could be divided into 24 types, dominated by tropical distribution, followed by temperate one, and wide spread was the last, 2 genera was endemic to China.

Key words: *Taiwania flousiana*; community; species diversity; natural reserve

秃杉 *Taiwania flousiana* 属杉科 Taxodiaceae 台湾杉属 *Taiwania* 乔木, 是第三纪古热带植物区系孑遗物种, 国家 II 级保护植物^[1]。该种生长较快, 材质优良, 树形高大挺拔, 可作为优质珍贵的用材树种和庭院绿化树种; 同时, 对研究我国历史植物区系及古气候、古生物、古地质学等有着重要的意义^[2]。秃杉曾广泛分布于欧洲和亚洲东部, 由于第四纪冰期的影响, 现仅存于我国湖北南部的利川毛坝, 云南西部怒江流域的高黎贡山、澜沧江流域的兰坪, 台湾中央山脉的阿里山、太平山、乌松杭山和贵州东南部的雷公山, 呈现出间断分布式样; 雷公山为主要产地。因此对不同纬度的雷公山、高黎贡山和星斗山自然保护区秃杉群落进行对比研究, 探讨其动态规律, 对于秃杉种群的保护具有重要的理论和实践意义。

1 研究区概况

研究区选在雷公山国家级自然保护区(以下简称雷公山)、高黎贡山国家级自然保护区(以下简称高黎贡山)、星斗山国家级自然保护区(以下简称星斗山)。雷公山, 108°05′~108°24′ E, 26°15′~26°32′ N, 岩石主要为板岩, 土壤类型为黄壤和黄棕壤, 年降水量 1 300~1 600 mm, 年平均温度 9~17℃, 相对湿度大, 阴雨天气多, 典型的山地环境, 原生植被为常绿阔叶林, 高山常绿、落叶阔叶混交林, 苔藓矮林, 杜鹃 *Rhododendron simsii* 灌丛等^[1-2]; 高黎贡山, 98°33′~98°36′ E, 27°42′~28°02′ N, 岩石主要为变质岩, 土壤类型为黄棕壤和棕壤, 年平均气温 14.7℃, 平均降水量 1 668 mm, 原生植被为半湿润常绿阔叶林、中山湿性常绿阔叶林、常绿阔叶混交林、亚高山针叶林、寒温性灌丛和草甸等^[3-4]; 星斗山, 108°31′~108°48′ E, 30°04′~30°14′ N, 属云贵高原东北的延伸地带, 岩石主要为砂岩、紫色砂页岩和石灰岩, 土壤类型为砂壤、黄壤土、黄褐土、黄棕壤和石灰岩发育的黑色石灰土, 年平均降水量 1 481 mm, 年均气温 12.7℃, 属亚热带大陆季风气候, 原生植被为常绿阔叶林、常绿落叶阔叶混交林和山地灌丛^[5-6]。

2 研究方法

2.1 样地设置和调查

于 2017 年 5—8 月对秃杉天然分布较集中的雷公山、高黎贡山、星斗山针阔混交林分别设 20 m×50 m 样地 1 个, 采用相邻格子法样方法(格子小样方 10 m×10 m)进行调查。乔木层记录种名、胸径、树高、冠幅等指标, 灌木层和草本层只调查出现在样方中的种类; 环境调查为海拔、坡向、坡度、土壤类型、pH 测定等因子, 调查结果见表 1。

表 1 雷公山、高黎贡山和星斗山秃杉调查样地基本情况
Table 1 Information of sample plots of *T. cryptomerioides* in Leigongshan, Gaoligongshan and Xingdoushan Nature Reserves

样地号	地名	坡向	坡度/°	海拔/m	土壤类型	pH 值
I	雷公山	东南	35	1 102	黄壤	6.5
II	高黎贡山	东北	30	1 939	棕壤	5.4
III	星斗山	西南	35	830	砂壤	6.3

2.2 数值计算

乔木层的重要值公式为: 重要值 = 相对频度+相对密度+相对显著度^[7]。

物种多样性计算为 Simpson 丰富度指数(D_r), Berger-Parker 优势度指数(d), Margalef 丰富度指数(d_{Ma}), Shannon 群落多样性指数(H'_e , H'_2)和 Pielou 均匀度指数(J_e)等^[8-9], 公式如下:

Simpson 丰富度指数 D_r :

$$D_r = \frac{1}{\sum_{i=1}^s P_i^2}$$

$$P_i^2 = \frac{n_i(n_i-1)}{N(N-1)} \quad (1)$$

Berger-Parker 指数 d :

$$d = \frac{N}{n_{\max}}$$

n_{\max} 为个体数量多物种的个体数量。

Margalef 指数 d_{Ma} :

$$d_{Ma} = \frac{(S-1)}{\ln N} \quad (2)$$

Shannon 指数 (以 e 为底) H'_e

$$H'_e = -\sum_{i=1}^s P_i \ln P_i$$

$$P_i = \frac{n_i}{N} \quad (3)$$

Shannon 指数 (以 2 为底) H'_2 :

$$H'_2 = -\sum_{i=1}^s P_i \log_2 P_i$$

$$P_i = \frac{n_i}{N} \quad (4)$$

Pielou 均匀度指数 J_e :

$$J_e = \frac{H'_e}{H'_{\max}}$$

$$H'_{\max} = \ln S \quad (5)$$

式中, S 为物种数目; N 为所有物种的个体数之和; n_i 为第 i 个种个体数量。

植物区系数据处理首先统计各个样地科、属、种及其组成。根据吴征镒的中国种子植物属的分布区类型^[10-11]确定各个样地植物属的分布区类型, 进行植物区系对比分析。

作图表软件为 Excel 2010, 分析软件为 SPSS 17.0。

3 结果与分析

3.1 秃杉群落种类组成

根据对雷公山、高黎贡山和星斗山秃杉群落样方调查统计, 共有维管植物 77 科 148 属 243 种。其中 3 个保护区都出现的有 19 科, 占总科数的 24.68%; 2 个保护区都出现的有 25 科, 占总科数的 32.48%; 只出现在 1 个保护区的有 33 科, 占总科数的 42.86%。3 个保护区都分布的属有 9 属, 占总属数的 6.1%; 2 个保护区都出现的有 36 属, 占总属数的 24.32%; 只出现在 1 个保护区的有 102 属, 占总属数的 68.92%。3 个保护区都出现的种有 4 种, 即秃杉, 杉木 *Cunninghamia lanceolata*, 紫麻 *Oreocnide frutescens*, 百两金 *Ardisia crispa*, 占总种数的 1.62%; 2 个保护区都出现的有 38 种, 占总种数的 15.64%; 只出现在 1 个保护区的 201 种, 占总种数的 82.72%。

分布在雷公山、高黎贡山和星斗山 3 个保护区的维管植物分别为 132 种、94 种、58 种, 分别隶属于 58 科 88 属、46 科 69 属、35 科 45 属, 其中蕨类植物分别为 10 科 12 属 15 种、8 科 9 属 11 种、4 科 4 属 6 种, 种子植物分别为 48 科 76 属 117 种、38 科 60 属 83 种、31 科 41 属 52 种。

雷公山秃杉群落样地中维管植物种类分别比高黎贡山和星斗山多 38 种 (28.79%) 和 74 种 (56.06%), 被子植物种类也比高黎贡山和星斗山多 44 (34.65%) 和 75 (59.06%)。可见, 雷公山、高黎贡山和星斗山秃杉群落样地中维管植物、被子植物和蕨类植物科属种数量都显示雷公山最多, 其次是高黎贡山, 最少是星斗山。

3.2 重要值分析

秃杉为高大乔木，分析乔木层的物种重要值，更能说明秃杉群落的优势情况。

表 2 雷公山、高黎贡山、星斗山秃杉群落样地乔木层重要值
Table 2 Importance values of tree layer in the sample plots in Leigongshan, Gaoligongshan and Xingdoushan

样地	物种名	重要值	样地	物种名	重要值
I	秃杉	0.363 5	II	长蕊杜鹃 <i>Rhododendron stamineum</i>	0.028 8
I	水青冈 <i>Fagus longipetiolata</i>	0.133 7	II	齿叶红淡比 <i>Cleyera lipingensis</i>	0.026 5
I	虎皮楠 <i>Daphniphyllum oldhami</i>	0.057 3	II	紫茎 <i>Stewartia sinensis</i>	0.024 4
I	甜槠 <i>Castanopsis eyrei</i>	0.042 1	II	尼泊尔水东哥 <i>Saurauia napaulensis</i>	0.020 4
I	硬壳柯 <i>Lithocarpus hancei</i>	0.036 9	II	川黄檗 <i>Phellodendron chinense</i>	0.019 5
I	深山含笑 <i>Michelia maudiae</i>	0.033 1	II	石灰花楸 <i>Sorbus folgneri</i>	0.018 6
I	桂南木莲 <i>Manglietia chingii</i>	0.032 9	II	亮叶桦 <i>Betula luminifera</i>	0.017 0
I	大果山香圆 <i>Turpinia pomifera</i>	0.032 6	II	山核桃 <i>Carya cathayensis</i>	0.016 8
I	栲 <i>Castanopsis fargesii</i>	0.026 9	II	水东哥 <i>Saurauia tristyla</i>	0.016 7
I	毛桐 <i>Mallotus barbatus</i>	0.023 0	II	白花越桔 <i>Vaccinium albidens</i>	0.014 0
I	新木姜子 <i>Neolitsea aurata</i>	0.019 7	II	血桐 <i>Macaranga tanarius</i>	0.008 9
I	清香木姜子 <i>Litsea euosma</i>	0.017 4	II	红色木莲 <i>Manglietia insignis</i>	0.008 4
I	尖萼厚皮香 <i>Ternstroemia luteoflora</i>	0.017 4	II	厚皮香 <i>Ternstroemia gymnanthera</i>	0.008 3
I	罗浮锥 <i>Castanopsis fabri</i>	0.017 2	II	红淡比 <i>Cleyera japonica</i>	0.007 9
I	泡花树 <i>Meliosma cuneifolia</i>	0.016 7	II	越南榆 <i>Ulmus tonkinensis</i>	0.007 9
I	香叶树 <i>Lindera communis</i>	0.016 7	II	野柿 <i>Diospyros kaki</i> var. <i>silvestris</i>	0.007 8
I	白辛树 <i>Pterostyrax psilophyllus</i>	0.016 7	II	大果冬青 <i>Ilex macrocarpa</i>	0.007 8
I	小叶女贞 <i>Ligustrum quihoui</i>	0.016 6	III	甜槠	0.325 6
I	黄丹木姜子 <i>Litsea elongata</i>	0.016 2	III	杉木	0.142 7
I	香港四照花 <i>Dendrobenthamia hongkongensis</i>	0.016 1	III	马尾松 <i>Pinus massoniana</i>	0.113 9
I	五裂槭 <i>Acer oliverianum</i>	0.015 9	III	毛竹 <i>Phyllostachys heterocycla</i> 'Pubescens'	0.102 4
I	杨桐 <i>Adinandra millerettii</i>	0.015 7	III	白背叶 <i>Mallotus apelta</i>	0.051 7
I	贵州鹅耳枥 <i>Carpinus kweichowensis</i>	0.015 7	III	秃杉	0.050 0
II	大果马蹄荷 <i>Exbucklandia tonkinensis</i>	0.226 3	III	猴欢喜 <i>Sloanea sinensis</i>	0.046 8
II	秃杉	0.145 6	III	栗 <i>Castanea mollissima</i>	0.041 0
II	西桦 <i>Betula alnoides</i>	0.086 3	III	米槁 <i>Cinnamomum migao</i>	0.025 6
II	木荷 <i>Schima superba</i>	0.083 0	III	虎皮楠	0.024 5
II	山矾 <i>Symplocos sumuntia</i>	0.075 1	III	野牡丹 <i>Melastoma candidum</i>	0.020 1
II	水红木 <i>Viburnum cylindricum</i>	0.054 2	III	白栎 <i>Quercus fabri</i>	0.019 3
II	云南松 <i>Pinus yunnanensis</i>	0.036 7	III	润楠 <i>Machilus pingii</i>	0.018 8
II	野八角 <i>Illicium simonsii</i>	0.033 1	III	山桐子 <i>Idesia polycarpa</i>	0.017 6

由表 2 可知，雷公山秃杉群落样地中乔木层植物共有 23 种（表 2），其中秃杉的重要值最高，为 0.363 5，其次是水青冈，为 0.133 7，再次是虎皮楠为 0.057 3。重要值大于该群落平均重要值（0.043 5）的只有 3 种。可见，样地中以秃杉和水青冈为主，虎皮楠为辅；乔木层中物种种类丰富，但分布不均、数量少，优势种突出。

高黎贡山秃杉群落样地中乔木层植物共有 25 种，其中大果马蹄荷的重要值最高，为 0.226 3，其次是秃杉，为 0.145 6。重要值大于该群落平均重要值（0.040 0）的有 6 种，占总种数的 24.0%，其余都在平均值以下，19 种，占总种数的 86.0%。可见，高黎贡山样地中以大果马蹄荷为主，秃杉为辅；乔木层中物种种类丰富，但分布不均、数量少，优势种突出。

星斗山秃杉群落样地中乔木层物种共有 14 种，其中甜槠的重要值最高，为 0.325 6，其次是杉木和马尾松，分别为 0.142 7 和 0.113 9。重要值大于该群落平均重要值（0.071 1）的有 4 种，占总种数的 28.57%，其余都在平均值以下，有 10 种，占总种数的 71.43%。可见，星斗山秃杉群落样地中甜槠占绝对优势；乔木层中物种种类单一，秃杉种群地位不明显（0.050 0），在该群落中排在第 6 位。

可知，雷公山、高黎贡山和星斗山秃杉群落样地中，秃杉占主要优势的是雷公山，在该群落中重要值排名第 1 位，其次是高黎贡山，在该群落中排名第 2 位，星斗山的秃杉群落在该群落中排名第 6 位，优势不明显。

3.3 物种多样性分析

通过公式（1）~（5）计算雷公山、高黎贡山和星斗山秃杉群落样地物种多样性，结果见表 3。

由表 3 可知, 高黎贡山草本层优势度(6.80)和灌木层优势度(14.70)最高, 但乔木层以雷公山优势度(5.38)最高; 星斗山的草本层优势度(2.09)和乔木层优势度(3.38)最低, 灌木层优势度最低为雷公山(9.98)。雷公山秃杉群落中乔木层占居优势, 导致林下的透光线不足, 喜光的草灌物种减少。因此, 雷公山样地中乔木树种的优势突出, 灌木树种优势没有高黎贡山和星斗山强, 但草本优势比星斗山强, 稍弱于高黎贡山。

草本层中物种丰富度最高是高黎贡山(107.32), 其次是雷公山(72.53), 丰富度最小的是星斗山(29.07); 乔木层和灌木层中丰富度最高的是雷公山, 分别为 5.76 和 10.85, 其次是高黎贡山, 分别为 4.85 和 5.26, 最小的是星斗山, 分别为 3.31 和 4.04。

表 3 雷公山、高黎贡山和星斗山秃杉群落物种多样性

Table 3 Species diversity of sample plots in Leigongshan, Gaoligongshan and Xingdoushan

样地	生活型	d	d_{Ma}	D_r	H'_e	H'_2	J_e
I	乔木	5.38	5.76	14.02	2.90	4.18	0.86
II	乔木	4.24	4.85	10.45	2.69	3.89	0.83
III	乔木	3.38	3.31	5.83	2.12	3.06	0.73
I	灌木	9.98	10.85	27.40	3.64	5.25	0.87
II	灌木	14.70	5.26	24.30	3.28	4.74	0.94
III	灌木	11.43	4.04	21.77	3.18	4.59	0.95
I	草本	5.87	72.53	—	3.22	4.64	0.86
II	草本	6.80	107.32	—	2.92	4.21	0.83
III	草本	2.09	29.07	—	1.73	2.49	0.70

雷公山、高黎贡山和星斗山秃杉群落样地的物种多样性指数(D_r , H'_e 和 H'_2), 乔、灌、草物种多样性指数均为: 雷公山 > 高黎贡山 > 星斗山。这与秃杉的特性有关, 秃杉最佳生长环境为人为适当干扰, 对秃杉的更新和生长更佳^[12-14], 星斗山秃杉群落在村寨边, 人为活动过度频繁, 雷公山离村寨约 2.5 km, 有一定的人为活动, 高黎贡山离村寨约 20 km, 人为活动极少。

均匀度指数(J_e)乔木、草本雷公山稍高, 灌木的均匀度指数雷公山略低于星斗山, 但都相差不大, 均在 0.7~0.95 之间。说明雷公山、高黎贡山和星斗山的秃杉群落均匀程度相似。

3.4 区系分析

根据属的区系类型分类, 将雷公山、高黎贡山和星斗山秃杉群落样地中 88 属、69 属和 44 属划分为 24 个类型和亚型(表 4)。包括了我国植物所有分布区类型, 表明秃杉群落组成的植物属的区系地理成分的复杂性。

雷公山、高黎贡山和星斗山秃杉群落样地中植物属区系热带分布(序号 2~12)的属数为 46 属、33 属和 17 属, 分别占雷公山、高黎贡山和星斗山总属数的 52.3%, 47.8 和 38.6%, 都在各自群落中居首位; 温带分布(序号 13~19)的属数分别为 23 属、25 属和 16 属, 分别占雷公山、高黎贡山和星斗山总属数的 26.1%, 36.2% 和 36.4%, 都在相应群落中居第二位; 雷公山、高黎贡山和星斗山世界分布的属均最少, 分别为 2 属、4 属和 3 属, 占雷公山、高黎贡山和星斗山的 2.2%, 5.8% 和 6.8%。说明雷公山、高黎贡山和星斗山秃杉群落属的区系特征为以热带分布为主, 温热带分布为辅, 世界分布最少。最为明显是雷公山, 其次是高黎贡山, 星斗山不明显, 如星斗山热带分布的属数仅比温带分布的多 1 个属。

在属的各区系分布类型中, 雷公山、高黎贡山和星斗山在泛热带类型中分别有 16 属、12 属和 6 属, 占雷公山、高黎贡山和星斗山总属数的 18.2%, 17.4% 和 13.6%, 其中雷公山在该分布区类型中属数最多, 高黎贡山和星斗山在各自分布类型中属数排第 2 位, 都次于北温带(20.3% 和 20.5%)。在泛热带分布类型中 3 个保护区同时出现的属有里白属 *Diplopterygium*, 榕属 *Ficus*, 山矾属 *Symplocos*; 同时出现在 2 个保护区有菝葜属 *Smilax*, 粗叶木属 *Lasianthus*, 厚皮香属 *Ternstroemia*, 金星菊属 *Chrysogonum*, 石韦属 *Pyrrosia*, 鹅掌柴属 *Schefflera*, 松属 *Pinus*, 肖乌蕨属 *Sphenomeris*; 只出现在一个保护区的有 8 属, 为复叶耳蕨属 *Arachniodes*, 花椒属 *Zanthoxylum*, 冷水花属 *Pilea*, 石松属 *Lycopodium*, 柿属 *Diospyros*, 碗蕨属 *Dennstaedtia*, 崖豆藤属 *Callerya*, 叶下珠属 *Phyllanthus*。

表 4 秃杉群落物种属的分布区类型
Table 4 The areal-types of genera of plant in *T. cryptomerioides* communities in Leigongshan, Gaoligongshan and Xingdoushan

序号	区系类型代码	雷公山		高黎贡山		星斗山	
		属数/属	占属总数/%	属数/属	占属总数/%	属数/属	占属总数/%
1	1	2	2.3	4	5.8	3	6.8
2	2	16	18.2	12	17.4	6	13.6
3	2-2	—	—	1	1.4	—	—
4	3	10	11.4	4	5.8	5	11.4
5	4	4	4.5	3	4.3	2	4.5
6	5	1	1.1	—	—	—	—
7	6	3	3.4	1	1.4	—	—
8	7	3	3.4	5	7.2	4	9.1
9	(7a)	6	6.8	3	4.3	—	—
10	(7c)	1	1.1	1	1.4	—	—
11	(7d)	1	1.1	1	1.4	—	—
12	(7e)	1	1.1	2	2.9	—	—
13	8	6	6.8	14	20.3	9	20.5
14	8-4	4	4.5	3	4.3	2	4.5
15	8-5	1	1.1	1	1.4	—	—
16	9	9	10.2	7	10.1	3	6.8
17	10	2	2.3	—	—	—	—
18	10-1	—	—	—	—	1	2.3
19	12	1	1.1	—	—	1	2.3
20	13	2	2.3	—	—	1	2.3
21	14	11	12.5	5	7.2	6	13.6
22	14SJ	2	2.3	1	1.4	—	—
23	14SH	1	1.1	1	1.4	—	—
24	15	1	1.1	—	—	1	2.3
合计		88	100	69	100	44	100

注：“—”代表无。区系类型代码 1：世界广布，2：泛热带，2-2：热带亚洲—热带非洲—热带美洲(南美洲)，3：东亚(热带、亚热带)及热带南美间断，4：旧世界热带，5：热带亚洲至热带大洋洲，6：热带亚洲至热带非洲，7：热带东南亚至印度-马来—太平洋诸岛(热带亚洲)，(7a)：西马来(基本上在新华莱线以西，北达中南半岛或印度东北或热带喜马拉雅，南达苏门答腊)，(7c)：东马来(新华莱线以东，但不包括新几内亚及东侧岛屿)，(7d)：新几内亚特有，(7e)：西太平洋诸岛弧，包括新喀里多尼亚和斐济，8：北温带，8-4：北温带和南温带间断分布，8-5：欧亚和南美洲温带间断，9：东亚及北美间断，10：旧世界温带，10-1：地中海区至西亚(或中亚)和东亚间断分布，12：地中海区、西亚至中亚，13：中亚，14：东亚，14SJ：中国—日本，14SH：中国—喜马拉雅，15：中国特有。

在北温带分布的类型中,雷公山、高黎贡山和星斗山分别有 6 属、14 属和 9 属,占各自总属数的 6.8%,20.3%和 20.5%,其中高黎贡山和星斗山的北温带属数在各自的区系类型中属数最多。在北温带分布类型中 3 个保护区同时出现仅有杜鹃花属 *Rhododendron* 和越橘属 *Vaccinium*;同时出现在 2 个保护区有耳蕨属 *Polystichum*,狗脊属 *Woodwardia*,金腰属 *Chrysosplenium*,茜草属 *Rubia*,只出现在 1 个保护区的有斑叶兰属 *Goodyera*,草莓属 *Fragaria*,鹅耳枥属 *Carpinus* 等 11 属。

在东亚分布类型中,雷公山、高黎贡山和星斗山分别有 11 属、5 属和 6 属,占各自总属的 12.5%,7.2%和 13.6%,其中雷公山和星斗山的分布数在各自的分布区类型中居第二位。在东亚分布类型中 3 个保护区同时出现有且仅有旌节花属 *Stachyurus*;同时出现在 2 个保护区有虎皮楠属 *Daphniphyllum*,兰属 *Cymbidium*,山茶属 *Camellia*,杉木属 *Cunninghamia*;只出现在 1 个保护区的有风轮菜属 *Clinopodium*,金粟兰属 *Chloranthus*,猕猴桃属 *Actinidia* 等 7 属。

中国—喜马拉雅分布只有雷公山分布的八月瓜属 *Holboellia* 和高黎贡山分布的五加属 *Acanthopanax*;中国—日本分布类型有 3 属,其中雷公山有白辛树属 *Pterostyrax* 和木通属 *Akebia*,高黎贡山有黄檗属 *Phellodendron*;中国特有分布类型只有 2 属,即雷公山分布的风丫蕨属 *Coniogramme* 和星斗山分布的刚竹属 *Phyllostachys*。

4 结论与建议

雷公山、高黎贡山和星斗山秃杉群落样地中维管植物共有 77 科 148 属 243 种,受到纬度和地理距离以及环境和气候影响,分布相同的种相当少,3 个保护区样地都出现的种仅有 4 种,科和属分别为 19 科和 9 属。在 3

个保护区秃杉群落样地中分布的种类也差异很大, 分别为 58 科 88 属 132 种、46 科 69 属 94 种、35 科 45 属 58 种, 其中被子植物和蕨类植物跟维管植物的数量成正比关系, 即都显示雷公山秃杉群落中物种数最多, 其次是高黎贡山, 最少是星斗山。

秃杉在 3 个保护区样地中, 占主要优势的是雷公山, 在该群落中排名第 1 位, 其次是高黎贡山, 在该群落中排名第 2 位, 星斗山的秃杉群落在该群落中排名第 6 位, 优势不显著; 雷公山和高黎贡山秃杉群落乔木层都表现为物种种类丰富, 但分布不均、数量少, 优势种突出, 然而星斗山秃杉群落乔木层物种种类更单一, 优势种更为突出。

物种多样性分析可知, 优势度高低排序为: 乔木层中雷公山 (5.38) > 高黎贡山 (4.24) > 星斗山 (3.38), 灌木层中高黎贡山 (14.70) > 星斗山 (11.43) > 雷公山 (9.98), 草本层中高黎贡山 (6.80) > 雷公山 (5.87) > 星斗山 (2.09)。乔木层和灌木层中丰富度指数最高的是雷公山, 分别为 5.76 和 10.85, 其次是高黎贡山, 分别为 4.85 和 5.26, 最小的是星斗山, 分别为 3.31 和 4.04。物种多样性指数 (D_r , H'_e 和 H'_2) 在乔、灌、草的表现均为雷公山 > 高黎贡山 > 星斗山。3 个保护区的秃杉群落均匀度指数 (J_e) 相差不大, 都在 0.7 ~ 0.95 之间, 说明雷公山物种多样性更丰富和稳定, 更利于秃杉的繁衍与生长, 星斗山人为活动过度频繁, 对秃杉影响最大, 应就地保护秃杉的生境。高黎贡山人为活动频率太少, 秃杉为喜光针叶树种, 没有外界干扰, 竞争不赢当地的原始植被类型常绿阔叶林, 须适当外界干扰, 更有利秃杉的更新。

根据吴征镒的区系分布类型, 可将 3 个保护区秃杉样地群落中属划分为 24 个类型, 包括了我国植物所有分布区类型, 表明秃杉群落组成的植物属的区系地理成分的复杂性。雷公山、高黎贡山和星斗山秃杉群落属的区系分布特点以热带分布的属为主, 温带分布的属为辅, 世界分布的属最少。这一特征最为明显是雷公山, 其次是高黎贡山, 星斗山不明显。

参考文献:

- [1] 张海海, 张旋, 谢镇国, 等. 雷公山国家级自然保护区生物多样性研究[M]. 贵阳: 贵州科技出版社, 2007: 2-15, 34-37.
- [2] 周政贤, 姚茂森, 莫文理, 等. 雷公山自然保护区科学考察集[M]. 贵阳: 贵州人民出版社, 1989: 3-19, 240-248.
- [3] 贺隆元. 中国滇西北高黎贡山第三纪孑遗植物台湾杉群落结构、动态及其种群维持机制[D]. 昆明: 云南大学, 2015, 10-15.
- [4] 王应祥. 怒江自然保护区[M]. 昆明: 云南美术出版社, 1998: 3-8.
- [5] 刘胜祥, 瞿建平. 湖北星斗山自然保护区科学考察集[M]. 湖北科学技术出版社, 2003, 4-7.
- [6] 陈绍林. 湖北星斗山自然保护区秃杉原生种群生境现状及保护对策[J]. 中南林业调查规划, 2008 (02): 55-57.
- [7] 余德会, 安明志, 李鹤, 等. 赤水河中段清香木天然群落物种多样性研究[J]. 黑龙江农业科学, 2015 (07): 103-107.
- [8] 黎燕琼, 郑绍伟, 龚固堂, 等. 生物多样性研究进展[J]. 四川林业科技, 2011, 32 (04): 12-19.
- [9] 孔凡洲, 于仁成, 徐子钧, 等. 应用 Excel 软件计算生物多样性指数[J]. 海洋科学, 2012, 36 (04): 57-62.
- [10] 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 4): 1-139.
- [11] 吴征镒. 种子植物分布区类型及其起源和分化[M]. 云南科技出版社, 2006: 5-30.
- [12] 黄财声. 台湾杉、秃杉引种栽培试验及生长效果分析[J]. 防护林科技, 2006 (06): 23-25.
- [13] 陈志阳, 杨宁, 姚先铭, 等. 贵州雷公山秃杉种群生活史特征与空间分布格局[J]. 生态学报, 2012, 32 (07): 2158-2165.
- [14] 李东平, 李性苑. 贵州雷公山秃杉林林窗及边界木特征研究[J]. 安徽农业科学, 2009, 37 (09): 3988-3989, 3991.