

江西水浆自然保护区苔藓植物区系研究

孙世峰, 蔡奇英*, 蔡美婷, 管毕财, 葛 刚

(南昌大学 生命科学院, 南昌 330031)

摘 要:江西水浆自然保护区地处赣中雩山山脉, 紧邻中亚热带南北分界线, 保护区苔藓植物丰富。该研究对 2019 年水浆自然保护区综合科学考察(采用样线、样方法调查)所采集的 700 余份苔藓植物标本进行鉴定统计以及查阅相关文献, 分析研究区内苔藓植物类群的区系地理特征, 并与邻近 12 个自然保护区进行比较。结果表明: (1) 鉴定苔藓植物 197 种, 隶属 57 科、102 属。(2) 水浆自然保护区苔藓植物区系成分共有 10 种, 主要成分是东亚成分、热带亚洲成分、北温带成分, 占总种数比依次为 35.91%、19.89%、17.68%, 中国特有分布占 12.71%。(3) 与南方 12 个自然保护区比较, 水浆与桃红岭苔藓物种相似性系数最高, 达 0.44; 基于区系成分谱系的聚类分析和主成分分析结果表明, 水浆与湘西北、铜钹山及雷公山的苔藓植物区系关系密切。(4) 在水浆保护区中国特有苔藓物种中, 多数物种的分布符合喜马拉雅及邻近地区起源和传播的理论, 少数物种呈邻近分布、传播的状态, 这与中国东部山区作为避难所保存众多植物类群有关。

关键词: 区系分析; 苔藓植物; 水浆自然保护区

中图分类号: Q948.5

文献标志码: A

Study on the Flora of Bryophytes in Shuijiang Nature Reserve, Jiangxi Province

SUN Shifeng, CAI Qiyong*, CAI Meiting, GUAN Bicai, GE Gang

(College of Life Sciences, Nanchang University, Nanchang 330031, China)

Abstract: Shuijiang Nature Reserve is located in Yushan Mountains in the middle of Jiangxi Province, is close to the boundary between the north and south of the mid-subtropical zone of China, and is rich in bryophytes. In this study, more than 700 bryophyte specimens collected from the comprehensive scientific investigation of Shuijiang Nature Reserve in 2019 (used the methods of line transect and quadrat) were identified and statistically analyzed, with related literature consulted to analyze the floristic geographical characteristics of bryophyte groups in the study area, and compared with the adjacent 12 nature reserves. The results show that: (1) a total of 197 bryophytes belonging to 57 families and 102 genera were collected and identified during the investigation. (2) There are 10 species of bryophyte floristic components in Shuijiang Nature Reserve, the main constituents are East Asian, Tropical Asia and North Temperate, accounting for 35.91%, 19.89% and 17.68% of the total species, respectively, and the endemic distribution in China accounts for 12.71%. (3) Compared with 12 nature reserve in South China, the similarity coefficient between Shuijiang and Taohonglin is the highest, reaching 0.44; Cluster analysis and principal component analysis based on the genealogy of floristic components show that Shuijiang is closely related to Northwest Hunan, Tongbo Mountains and Leigong Mountains. (4) The distribution of most species of mosses en-

收稿日期: 2020-10-29; 修改稿收到日期: 2021-04-09

基金项目: 国家自然科学基金(41761103); 国家重点研发计划(2019YFC0605005); 江西省自然科学基金(20151BAB204012)

作者简介: 孙世峰(1994—), 女, 在读硕士研究生, 植物生态学方向。E-mail: 1257063792@qq.com

* 通信作者: 蔡奇英, 讲师, 硕士生导师, 主要从事苔藓植物系统发育与生态学研究。E-mail: caiqiyong@ncu.edu.cn

demic to China in the Shuijiang reserve conforms to the theory of origin and spread from the Himalayas and adjacent areas; whereas other species are distributed and spread in the vicinity, which is related to the preservation of numerous plant groups in the mountains of eastern China as glacial refugia.

Key words: floristic analyses; Bryophyta; Shuijiang Nature Reserve

水浆自然保护区位于唐宋八大家欧阳修故里—江西省永丰县沙溪镇境内。保护区地理坐标 115.64°E、26.91°N,位置独特,从南北方向上看,中亚热带横贯江西南北,保护区地处赣中,正处于中亚热带的南北分界线上^[1],从东西方向上看,保护区所属的雩山脉南北走向,联络赣东武夷山脉和赣西罗霄山脉。南北气候带转换和东西地理过渡,导致这一区域植被类型具有地带性代表意义^[1-2]。水浆自然保护区的植被类型研究资料仅见于主要森林植被类型的立木种群研究^[2],但研究时间久远,有关保护区苔藓植物资源的调查研究尚属空白。本次研究于 2019 年水浆自然保护区综合科学考察之际,对区内苔藓植物类群的区系地理进行研究,探讨水浆自然保护区苔藓植物类群的地带性意义。

1 材料和方法

1.1 水浆自然保护区概况

水浆自然保护区处中亚热带中部地带,属于赣中南部丘陵区,现有面积 7 600 hm²。保护区属中亚热带季风型气候,区内水、热条件充沛,年均降雨量 1 577.4 mm,年平均气温 18.2 °C。区内生物多样性资源丰富,保存有南方红豆杉等国家一级、二级和省级珍稀保护植物 31 种及多种珍稀动物^[3]。植被类型多样,以中亚热带常绿阔叶林最为突出。

1.2 研究方法

于 2019 年开展了 2 次的样线、样点调查。采集苔藓植物标本 700 余份。标本鉴定和统计参照《中国苔纲和角苔纲植物属志》^[4]和《中国苔藓志》(1—10 卷)^[5-12]。标本归档于南昌大学标本馆(JXU)。苔藓植物的地理分布区划分参照吴征镒等^[13-14]的观点。

在陈邦杰^[15]和胡人亮^[16]所划定的华中区、华南区中,选取邻近 12 个地区的苔藓植物区系与水浆自然保护区进行比较,这 12 个地区分别为梵净山^[17]、雷公山^[18]、十万大山^[19]、湘西北^[20]、鼎湖山^[21]、齐云山^[22]、九连山^[23]、戴云山^[24-25]、桃红岭^[26]、官山^[27]、铜钹山^[28]和清凉峰^[29-30]。分别统计上述各地及水浆自然保护区内苔藓区系成分的热带性质和温带性质,计算热带性质/温带性质(R/T)值,比较说明水浆自然保护区的地理位置。

采用种相似性系数(coefficient of similarity of species)比较水浆与 12 个地区苔藓物种相似性程度。采用 Sprent(1948)提出的公式: $S_s = (2c / (A + B)) \times 100\%$,其中,A 为甲地区全部种数,B 为乙地区全部种数,c 为两地区共有种数。世界广布种和外来种均不计入 A、B、c。

统计上述 12 个地区的苔藓植物区系谱。基于区系谱系数数据,采用 MVSP3.22 进行聚类分析,采用 R 软件 vegan 包进行 PCA 分析,以说明水浆自然保护区与其他地区苔藓植物区系的关系。

2 结果与分析

2.1 优势科、属统计

水浆自然保护区共鉴定苔藓植物 197 种,隶属于 57 科、102 属。其中,苔门 24 科 34 属 51 种;角苔门 1 科 1 属 2 种;藓门 32 科 67 属 144 种。此保护区分别占江西省苔藓植物总科、属、种^[30]的 81.43%、47.44%、34.68%。

水浆自然保护区苔藓植物的优势科(以科内种数≥6 为标准)11 科(表 1),占总科数的 19.30%、总属数的 41.18%、总种数的 55.33%。排名前三的依次为青藓科、灰藓科、丛藓科,其科中物种多为温带分布。

水浆自然保护区苔藓植物的优势属(以≥3 种为记)10 属(表 2),占当地总属数的 30.96%。其中,物种最多的为青藓属 13 种;其次为凤尾藓属 9 种;曲柄藓属、真藓属和匍灯藓属各 6 种。

2.2 区系成分分析

根据水浆自然保护区苔藓植物的现代地理分布范围,水浆自然保护区苔藓植物区系成分共有 10 种(表 3),其中主要成分是东亚成分、热带亚洲成分、北温带成分,占总种数比依次为 35.91%、19.89%和 17.68%。具体情况如下:

(1)世界广布(Cosmopolitan) 共 16 种,隶属于 14 科 14 属,如长蒴藓(*Trematodon longicollis*)、鳞叶凤尾藓(*Fissidens taxifolius*)、卷叶湿地藓(*Hyophila involuta*)、葫芦藓(*Funaria hygrometrica*)、银叶真藓(*Bryum argenteum*)、双色真藓(*Bryum dichotomum*)和丛生真藓(*Bryum caespiticium*)等种类。

表 1 水浆自然保护区苔藓植物优势科的属、种统计

Table 1 Genus and species statistics of dominant families of bryophytes in Shuijiang Nature Reserve

科 Family	属数 No. of genera	占总属数比例 In total genera/%	种数 No. of species	占总种数比例 In total species/%
丛藓科 Pottiaceae	7	6.86	12	6.09
灰藓科 Hypnaceae	5	4.90	14	7.11
细鳞苔科 Lejeuneaceae	5	4.90	7	3.55
叶苔科 Jungermanniaceae	5	4.90	7	3.55
青藓科 Brachytheciaceae	4	3.92	20	10.15
提灯藓科 Mniaceae	4	3.92	10	5.08
毛锦藓科 Pylaisiadelphaceae	4	3.92	7	3.55
白发藓科 Leucobryaceae	3	2.94	10	5.08
真藓科 Bryaceae	2	1.96	7	3.55
羽藓科 Thuidiaceae	2	1.96	6	3.05
凤尾藓科 Fissidentaceae	1	0.98	9	4.57
总计 Total	42	41.18	109	55.33

表 2 水浆自然保护区苔藓植物优势属的种统计

Table 2 Species statistics of dominant genera of bryophytes in Shuijiang Nature Reserve

属 Genus	种数 No. of species	占总种数的比例 In total species/%
青藓属 <i>Brachythecium</i>	13	6.60
凤尾藓属 <i>Fissidens</i>	9	4.57
曲柄藓属 <i>Campylopus</i>	6	3.05
真藓属 <i>Bryum</i>	6	3.05
匍灯藓属 <i>Plagiomnium</i>	6	3.05
绢藓属 <i>Entodon</i>	5	2.54
羽藓属 <i>Thuidium</i>	4	2.03
美喙藓属 <i>Eurhynchium</i>	4	2.03
灰藓属 <i>Hypnum</i>	4	2.03
扁萼苔属 <i>Radula</i>	4	2.03
总计 Total	61	30.96

(2) 泛热带分布 (Pantropic) 普遍分布于东西两半球热带,该类型有 6 种,隶属于 5 科 6 属,包括卷叶牛毛藓 (*Ditrichum difficile*)、纤枝短月藓 (*Brachymenium exile*)、球根真藓 (*Bryum radiculosum*)、尖叶油藓 (*Hookeria acutifolia*)、腐木藓 (*Heterophyllum affine*) 等。

(3) 旧世界热带分布 (Old World Tropics=OW Trop.) 共 2 种,分属 2 科 2 属,包括黄叶凤尾藓 (*Fissidens crispulus*) 和小墙藓 (*Weisiopsis plicata*)。

(4) 热带亚洲及热带大洋洲分布 (Trop. Asia to Trop. Australasia Oceania) 该类型有 3 种,分属 3 科 3 属,包括南亚小曲尾藓 (*Dicranella coarctata*)、

蔓藓 (*Meteorium polytrichum*) 和薄壁卷柏藓 (*Racopilum cuspidigerum*)。

(5) 热带亚洲分布 (Trop. Asia) 该类型有 20 科 27 属 36 种,包括小曲柄藓 (*Microcampylopus khasianus*)、节茎曲柄藓 (*Campylopus umbellatus*)、狭叶白发藓 (*Leucobryum bowringii*)、桧叶白发藓 (*Leucobryum juniperoideum*)、二形凤尾藓 (*Fissidens geminiflorus*)、匙叶湿地藓 (*Hyophila spathulata*)、大叶匍灯藓 (*Plagiomnium succulentum*)、柔叶泽藓 (*Philonotis mollis*) 等种类。

(6) 北温带分布 (N. Temp.) 北温带分布区类型一般指广泛分布于欧洲、亚洲和北美洲温带地区的属。该类型有 22 科 23 属 32 种,包括牛毛藓 (*Ditrichum heteromallum*)、黄牛毛藓 (*Ditrichum pallidum*)、长叶曲柄藓 (*Campylopus atrovirens*)、卷叶凤尾藓 (*Fissidens cristatus*)、黄色真藓 (*Bryum pallescens*)、匍灯藓 (*Plagiomnium cuspidatum*)、暗绿多枝藓 (*Haplohymenium triste*) 等种类。

(7) 东亚至北美间断分布 (Trop. & Subtr. E. Asia & (S.) Trop. Amer. disjuncted) 该类型有 9 种,隶属于 8 科 8 属,包括黑对齿藓 (*Didymodon nigrescens*)、近高山真藓 (*Bryum paradoxum*)、鞭枝疣灯藓 (*Trachycystis flagellaris*)、新丝藓 (*Neodicladiella pendula*)、羊角藓 (*Herpetineuron toccoeae*) 等种类。

(8) 旧世界温带分布 (Old World Temperate=Temp. Eurasia) 共 5 种,隶属于 5 科 5 属。包括红蒴立碗藓 (*Physcomitrium eurystomum*)、狭叶小

羽藓 (*Haplocladium angustifolium*)、短尖美喙藓 (*Eurhynchium angustirete*)、盔瓣耳叶苔 (*Frullania muscicola*) 和粗齿拟大萼苔 (*Cephaloziella dentata*)。

(9) 东亚分布 (E. Asia) 属于该类型的有 65 种。

(9—1) 日本-喜马拉雅分布 (Japano-Himalayan)

属于该类型的有 11 科 13 属 14 种, 包括东亚小石藓 (*Weissia exserta*)、平肋提灯藓 (*Mnium laevinerve*)、侧枝匍灯藓 (*Plagiomnium maximoviczii*)、尖叶匍灯藓 (*Plagiomnium acutum*)、疣灯藓 (*Trachycystis microphylla*) 等种类。

(9—2) 中国-日本分布 (Sino-Japanese)

属于该类型的有 42 种, 隶属 21 科 28 属, 包括日本曲柄藓 (*Campylopus japonicum*)、拟合睫藓 (*Pseudosymblepharis angustata*)、长帽蓑藓 (*Macromitrium tosaе*)、矮平藓 (*Neckera humilis*)、黄边孔雀藓 (*Hypopterygium flavolimbatum*)、短肋雉尾藓 (*Cyathophorum hookerianum*)、狭叶麻羽藓 (*Claopodium aciculum*) 等。

(9—3) 中国-喜马拉雅分布 (Sino-Himalaya)

共 7 科 8 属 9 种, 分别为卷叶曲柄藓 (*Campylopus involutus*)、辛氏曲柄藓 (*Campylopus schimperi*)、丛叶青毛藓 (*Dicranodontium caespitosum*)、

花状湿地藓 (*Hyophila nymaniana*)、皱叶匍灯藓 (*Plagiomnium arbusculum*)、赤茎小锦藓 (*Brothierella erythrocaulis*)、纤细剪叶苔 (*Herbertus fragilis*)、小叶鞭苔 (*Bazzania ovistipula*)、日本角鳞苔 (*Drepanolejeunea erecta*)。

(10) 中国特有分布 (Endemic to China) 该区以中国整体的自然植物区为中心而分布界限不越出国界很远。属于该类型的共 13 科 17 属 23 种。包括节茎曲柄藓 (*Campylopus umbellatus*)、短肋凤尾藓 (*Fissidens gardneri*)、卷叶毛口藓 (*Trichostomum involutum*)、剑叶对齿藓 (*Didymodon rufidulus*)、粗肋薄罗藓 (*Leskea scabrinervis*)、四川多毛藓 (*Lescurea setschwanica*) 等种类。

2.3 水浆自然保护区与其他 12 个自然保护区的苔藓物种相似性系数及热带性质/温带性质(R/T)值比较

比较水浆自然保护区与其他 12 个自然保护区的苔藓物种, 结果(表 4)显示, 水浆与桃红岭苔藓物种相似性系数高达 0.44。两个保护区分别位于赣中和赣北, 区内均多红壤丘陵, 植被及生态环境较为相似, 其物种组成最近; 其次是湘西北、戴云山、清凉峰, 相似系数达 0.30 以上; 与梵净山、雷公山相似性系数最低, 这与两者地理位置更远有关。

表 3 水浆自然保护区苔藓植物区系成分
Table 3 Composition of bryophyte flora in Shuijiang Nature Reserve

分布类型 Areal-type	种数(科/属) No. of species(family/genera)	百分比% Percentage%	热带性质/温带性质 R/T
世界广布 Cosmopolitan	16(14/14)	—	
泛热带广布 Pantropic	6(5/6)	3.31	
旧世界热带 OW Trop.	2(2/2)	1.10	
热带亚洲至热带大洋洲分布 Trop. Asia to Trop. Australasia Oceania	3(3/3)	1.66	热带性质的有 47 种, 占总种数的 23.86% There are 47 tropical species, accounting for 23.86% of the total species
热带亚洲分布 Trop. Asia	36(20/26)	19.89	
北温带分布 N. Temp.	32(22/23)	17.68	
东亚至北美间断分布 E. Asia&N. Amer. disjuncte Trop. &Subtr. E. Asia &(S.)Trop. Amer. disjuncted	9(8/8)	4.97	
旧世界温带分布 Temp. Eurasia	5(5/5)	2.76	
东亚分布 E. Asia	65	35.91	温带性质的有 134 种, 占总种数的 68.02% There are 134 temperate species, accounting for 68.02% of the total species
中国-日本分布 Sino-Japanese	(42) (21/28)	23.20	
中国-喜马拉雅分布 Sino-Himalaya	(9) (7/8)	4.97	
日本-喜马拉雅分布 Japano-Himalayan	(14) (11/13)	7.73	
中国特有分布 Endemic to China	23(13/17)	12.71	
总计 Total	197	100	R/T=0.35

注:世界广布不计入百分比

Note: Cosmopolitan does not count as a percentage

水浆保护区热带性质/温带性质(R/T)值为0.35,处于赣北桃红岭(0.23)与赣南九连山(0.40)之间,与水浆所处江西中部的地理位置相符,表现出明显的热带向温带过渡的性质;与相对距离较远的湘西北(0.36)和赣东的铜钹山(0.37)比较相近,而与物种相似系数最高的桃红岭(0.23)偏离较多,而与北回归线上的鼎湖山保护区(0.94)差值最大。

2.4 水浆自然保护区与国内其他地区苔藓植物区系成分关系

对包括水浆在内的13个地区的苔藓植物区系构成(表5)进行聚类分析和主成分分析,结果发现,聚类分析(图1)与主成分分析(图2)得到相似的结果。广西十万大山与广东鼎湖聚为一支,两者均属岭南区域,热带亚洲成分(F)的比例在所有参比保护区中最高;梵净山、湘西北、桃红岭和清凉峰地处13个参比保护区的北线,受北温带成分(G)影响相似,但受东亚成分(M)的影响有差异,桃红岭东亚成分影响最大。九连山与戴云山均邻近岭南区域,二者热带分布比例相似,但九连山受北温带分布成分影响较大,而戴云山受东亚分布成分影响较大;同样的规律出现在官山和齐云山之间。江西省水浆位于PCA分析图的近中心位置,受所有分布类型的影响

均较小,相对突出的特点是受中国特有分布(N)的影响非常明显。

3 基于中国特有分布探讨水浆自然保护区苔藓植被地带性意义

吴鹏程和贾渝^[31]将中国苔藓植物传播路线描述为以下3条分布路线:“北”线是由喜马拉雅地区经秦岭山区直至长白山区,与中国暖温带和中温带区域相符;“中”线由喜马拉雅山区经滇西北、川西,沿长江流域向东到达中国东南部沿海山区,与北亚热带和中亚热带区域相符;“南”线存在于喜马拉雅地区、横断山区和台湾之间,与南亚热带和边缘热带区域相符。根据《中国苔藓志》的采集记录,对水浆的23种中国特有分布苔藓植物的分布和传播进行比对,发现15个物种的传播符合这3条分布路线,起源于喜马拉雅及云贵川区域。另有8种苔藓植物仅在中国东南部呈现邻近分布、传播的状态,此区域作为古老避难所,自早白垩纪或晚侏罗纪以来,保存了大量植物类群^[32-34],这一分布和传播路径以“古”命名,相对青藏高原的隆起造成的物种分化早很多(表6)。

据表6,前3条路线传播的物种以中线分布的最多(12种),北线有9种,南线仅5种,北线与中线

表4 水浆与其他12个自然保护区苔藓植物种相似性系数(Ss)及R/T值比较
Table 4 Comparison of similarity coefficients (Ss) and R/T values of bryophytes between Shuijiang and other 12 nature reserves

区域 Area	地理坐标 Geographical coordinate		科数/属数/ 种数/种 Ss 值 No. of families/ No. of genera/ No. of species/Ss	热带性质 总种数/占比 Total number of tropical species/ Percentage/%	温带性质 总种数/占比 Total temperate species/ Percentage/%	热带性质/ 温带性质 R/T
	纬度 Latitude (N)	经度 Longitude (E)				
水浆 Shuijiang	27.52°	116.07°	57/103/197/—	47/23.86	134/68.02	0.35
桃红岭 Taohongling	29.70°~29.88°	116.53°~116.72°	53/73/125/0.44	22/17.6	95/76.0	0.23
清凉峰 Qingliangfeng	30.07°~30.52°	118.87°~119.2°	62/142/336/0.31	63/18.75	247/73.51	0.26
官山 Guan Mt.	28.50°~28.67°	114.48°~114.75°	67/122/231/0.29	48/20.78	160/69.26	0.30
雷公山 Leigong Mt.	26.25°~26.37°	108.15°~108.37°	69/171/448/0.23	100/22.32	329/73.44	0.30
梵净山 Fanjing Mt	27.83°~28.03°	108.77°~108.81°	53/119/241/0.16	56/23.24	176/73.03	0.32
湘西北 Xiangxibei	27.74°~29.63°	109.17°~110.38°	77/154/375/0.36	93/24.8	261/69.6	0.36
铜钹山 Tongbo Mt.	28.06°~28.18°	118.20°~118.36°	60/130/285/0.30	73/25.52	199/69.58	0.37
九连山 Jiulian Mt.	24.49°~24.65°	114.38°~114.53°	70/128/247/0.30	64/25.91	161/65.18	0.40
齐云山 Qiyun Mt.	25.70°~25.91°	113.91°~114.13°	58/98/191/0.28	51/26.70	124/64.92	0.41
戴云山 Daiyun Mt.	25.64°~25.73°	118.09°~118.34°	84/188/496/0.33	157/31.65	323/65.12	0.49
十万大山 Shiwanda Mt.	21.67°~22.07°	107.50°~108.22°	51/106/284/0.30	95/33.45	174/61.27	0.55
鼎湖山 Dinghu Mt.	23.16°~23.19°	112.51°~112.56°	54/90/187/0.28	87/46.52	93/49.73	0.94

表 5 水浆与其他 12 个自然保护区的苔藓植物区系成分谱系
Table 5 Bryoflora lineages of Shuijiang and other 12 nature reserves/%

区域 Area	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
水浆 Shuijiang	3.31	1.10	1.66	0	0	19.89	17.68	4.97	2.76	0	0	0	35.91	12.71
戴云山 Daiyun Mt.	4.79	0.42	3.75	1.04	0.63	22.08	13.54	2.29	2.29	0.83	0	0	39.58	8.75
十万大山 Shiwanda Mt.	5.95	1.49	2.97	1.12	0.74	23.05	19.33	4.83	1.49	0.74	0	0	24.91	13.38
清凉峰 Qingliangfeng	2.58	1.29	2.58	0.97	0	12.90	26.13	5.48	1.94	1.29	0	0	34.84	10.00
湘西北 Xiangxibei	3.67	0	1.69	1.69	0.28	18.93	19.77	3.95	2.82	1.13	0.28	0	36.16	9.60
九连山 Jiulian Mt.	4.00	1.33	3.11	2.22	0	17.78	31.11	4.00	2.67	0.89	0	0	29.33	3.56
官山 Guan Mt.	3.37	0.48	1.92	0.96	0	16.35	35.10	4.81	3.37	0.48	0	0	29.33	3.85
鼎湖山 Dinghu Mt.	6.11	1.11	5.56	3.33	0	32.22	10.56	2.78	1.11	0.56	0	0	29.44	7.22
桃红岭 Taohongling	0.85	0	2.56	2.56	1.71	11.11	25.64	5.13	1.71	2.56	0	0	36.75	7.69
齐云山 Qiyun Mt.	2.86	0	3.43	1.71	0	21.14	16.57	3.43	3.43	0	0	0	42.29	5.14
梵净山 Fanjing Mt	3.02	0	1.29	1.29	0	18.53	27.16	5.60	3.02	0.43	0	0	35.34	4.31
雷公山 Leigong Mt.	3.26	0.47	1.86	1.40	0.23	16.08	20.05	2.80	3.50	0.47	0	0	38.23	11.66
铜钹山 Tongbo Mt.	4.04	0.74	3.68	1.47	0	16.91	19.85	5.15	4.04	1.47	0.37	0.37	36.76	4.78

注: A. 泛热带成分; B. 旧世界热带成分; C. 热带亚洲—热带大洋洲成分; D. 热带亚洲-热带非洲成分; E. 热带亚洲-热带美洲成分; F. 热带亚洲成分; G. 北温带成分; H. 东亚-北美间断成分; I. 旧世界温带成分; J. 温带亚洲; K. 地中海区、西亚至中亚成分; L. 中亚成分; M. 东亚成分; N. 中国特有
Note: A. Pantropic; B. OW Trop; C. Trop. Asia to Trop. Australasia Oceania; D. Trop. Asia to Trop. Africa; E. Trop. Asia to Trop. America; F. Trop. Asia; G. N. Temp.; H. Trop. & Subtr. E. Asia & (S.) Trop. Amer. disjunct; I. Temp. Eurasia; J. Temp. Asia; K. Medit., W. As. to C. As.; L. C. As.; M. E. Asia; N. Endemic to China

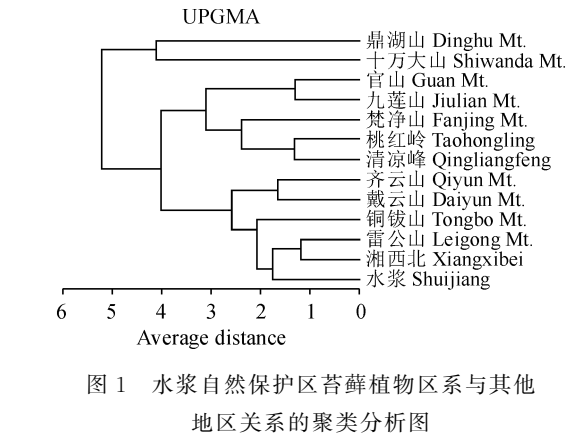
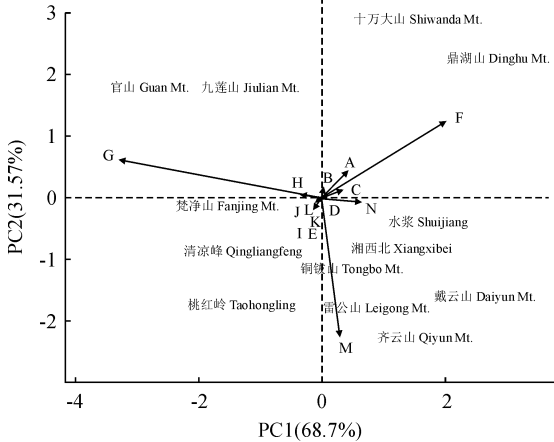


图 1 水浆自然保护区苔藓植物区系与其他地区关系的聚类分析图
Fig. 1 Clustering analysis of the bryoflora relationship between Shuijiang and other 12 nature reserves

物种相似性系数最高为 0.67(2×7/21), 中线与南线相似性系数为 0.59(2×5/17), 相对北/中线低, 这可能与岭南地区所属的东南褶皱带较晚露出海面和相对较炎热的气候有关。而代表北线与南线的相似性系数仅 0.43(2×3/14)。

由表 6 统计, 水浆的非喜马拉雅地区起源苔藓特有种相对集中分布于中国东南部地区, 如小萼叶苔只分布于福建, 小杯囊苔分布于海南霸王岭, 厚角杯囊苔仅记录于湖南宜章莽山, 多棍细鳞苔仅记录于台湾, 东亚曲柄藓分布于广东和北朝鲜。它们与水浆之间的传播方式, 除了借山系在东西方向上进行相对短距离上的传播, 也很有可能是依靠季风进行



图中 A—N 含义同表 5
图 2 水浆自然保护区苔藓植物区系与其他地区关系的 PCA 分析

A—N in the figure has the same meaning as Table 5
Fig. 2 PCA diagram of the bryoflora relationship between Shuijiang and other 12 nature reserves

南北方向上的传播。江西省位于中国东南部内陆, 地理位置正好横跨中亚热带, 属于典型的亚热带季风气候。夏季受西北太平洋副热带高压的影响, 吹东南风; 冬季受来自蒙古-西伯利亚高压影响, 吹西北风, 苔藓植物的孢子可以依赖风力进行远距离传播^[35]。水浆地处中亚热带的南北分界区段, 具备良好的温湿条件, 可以作为苔藓植物种质资源的保护地和苔藓物种传播的天然驿站^[36-37]。

表 6 水浆自然保护区中国特有分布物种的起源与传播途径

Table 6 Origin and dispersal of the species endemic to China in Shuijiang Nature Reserve

物种名 Species	分布地区 Distribution region	路线 Route			
		北 North	中 Centre	南 South	古 Ancient
钟氏角苔 <i>Anthoceros chungii</i>	江西 Jiangxi				✓
斜枝青藓 <i>Brachythecium campylothallum</i>	西藏、云南、四川、陕西、黑龙江、浙江 Xizang, Yunnan, Sichuan, Shaanxi, Heilongjiang, Zhejiang	✓	✓		
同枝青藓 <i>Brachythecium homocladum</i>	陕西 Shaanxi				✓
褶叶青藓 <i>Brachythecium salebrosum</i>	云南、四川 Yunnan, Sichuan	✓			
东亚曲柄藓 <i>Campylopus umbellatus</i>	广东 Guangdong				✓
剑叶对齿藓 <i>Didymodon rufidulus</i>	西藏、云南、四川、福建、台湾、湖北、浙江、陕西、山西、辽宁、吉林、福建 Xizang, Yunnan, Sichuan, Fujian, Taiwan, Hubei, Zhejiang, Shaanxi, Shanxi, Liaoning, Jilin, Fujian	✓	✓	✓	
长帽绢藓 <i>Entodon dolichocucullatus</i>	云南、四川、黑龙江、安徽、浙江、江西、台湾 Yunnan, Sichuan, Heilongjiang, Anhui, Zhejiang, Jiangxi, Taiwan	✓	✓	✓	
亮叶绢藓 <i>Entodon schleicheri</i>	吉林、河北、山西、陕西、江西、云南、四川、内蒙、甘肃、黑龙江、安徽 Jilin, Hebei, Shanxi, Shaanxi, Jiangxi, Yunnan, Sichuan, Neimeng, Gansu, Heilongjiang, Anhui	✓	✓		
宝岛绢藓 <i>Entodon taiwanensis</i>	云南、广东、安徽、浙江 Yunnan, Guangdong, Anhui, Zhejiang		✓	✓	
羽枝美喙藓 <i>Eurhynchium longirameum</i>	贵州、陕西 Guizhou, Shaanxi	✓			
短肋凤尾藓 <i>Fissidens gardneri</i>	四川 Sichuan		✓		
小萼叶苔 <i>Jungermannia parvipерiantha</i>	福建(武夷山) Fujian (Wuyi Mt.)				✓
中华细指苔 <i>Kurzia sinensis</i>	四川、湖南、浙江、福建 Sichuan, Hunan, Zhejiang, Fujian		✓		
多棍细鳞苔 <i>Lejeunea barbata</i>	台湾 Taiwan				✓
四川多毛藓 <i>Lescuraea setschwanica</i>	四川 Sichuan		✓		
粗肋薄罗藓 <i>Leskea scabrinervis</i>	福建、江西、河南、江苏、上海 Fujian, Jiangxi, Henan, Jiangsu, Shanghai				✓
小杯囊苔 <i>Notoscyphus parous</i>	海南 Hainan				✓
厚角杯囊苔 <i>Notoscyphus collenchymatosus</i>	湖南 Hunan				✓
丝金灰藓 <i>Pylaisia levieri</i>	云南、四川、陕西、贵州、江西 Yunnan, Sichuan, Shaanxi, Guizhou, Jiangxi	✓	✓		
曾氏管口苔 <i>Solenostoma zengii</i>	云南 Yunnan		✓		
卷叶毛口 <i>Trichostomum hattorianum</i>	云南、贵州、宁夏、河南、江西、上海、福建、广东 Yunnan, Guizhou, Ningxia, Henan, Jiangxi, Shanghai, Fujian, Guangdong	✓	✓	✓	
芒尖毛口 <i>Trichostomum zanderi</i>	西藏、河南、河北、湖南、江西、山西 Xizang, Henan, Hebei, Hunan, Jiangxi, Shanxi	✓	✓		
海南明叶藓 <i>Vesicularia hainanensis</i>	西藏、海南 Xizang, Hainan			✓	

4 结 论

(1) 水浆自然保护区苔藓植物物种种类较为丰富,共有 57 科 102 属 197 种,其中苔门 25 科 34 属 51 种,角苔门 1 科 1 属 2 种,藓门 32 科 67 属 144 种。

(2) 水浆自然保护区苔藓植物地理分布类型有

10 个,主要成分为东亚分布(35.91%)、热带亚洲分布(19.89%)和北温带分布(17.68%)。苔藓植物东亚区系特征明显,地理分布类型呈现交汇互融的状态,表现出热带向北温带转换的过渡性质。

(3) 与南方 12 个自然保护区比较,水浆与桃红岭苔藓物种相似性系数最高,达 0.44;基于区系成分

谱系数据的聚类分析和主成分分析显示,水浆与湘西北、铜钹山及雷公山的苔藓植物区系关系较为密切。

(4) 水浆自然保护区内苔藓植物中中国特有分布

参考文献:

[1] 林 英. 江西森林的地理分布[J]. 南昌大学学报(理科版), 1983, **7**(4): 1-18.
LIN Y. Geographical distribution of forests in Jiangxi Province [J]. *Journal of Nanchang University (Natural Science)*, 1983, **7**(4): 1-18.

[2] 谢晋阳. 江西永丰水浆自然保护区主要森林植被类型的立木种群研究[J]. 南昌大学学报(理科版), 1990, **14**(1): 55-60.
XIE J Y. Study of the Arbor population structure of the main forest vegetation types at Jiangxi Yongfeng Shuijiang Nature Protected Region[J]. *Journal of Nanchang University (Natural Science)*, 1990, **14**(1): 55-60.

[3] 永丰县林业局. 江西永丰植物图览[M]. 南昌: 江西林业出版社, 1989.

[4] 高 谦, 吴玉环. 中国科学院沈阳应用生态研究所. 中国苔纲和角苔纲植物属志[M]. 北京: 科学出版社, 2010.

[5] 高 谦. 中国苔藓志: 第 1 卷[M]. 北京: 科学出版社, 1994.

[6] 高 谦. 中国苔藓志: 第 2 卷[M]. 北京: 科学出版社, 1996.

[7] 黎兴江. 中国苔藓志[M]. 北京: 科学出版社, 2006.

[8] 吴鹏程, 贾 渝. 中国苔藓志[M]. 北京: 科学出版社, 2011.

[9] 吴鹏程. 中国苔藓志 (第八卷)[M]. 北京: 科学出版社, 2004.

[10] 胡人亮, 王幼芳. 中国苔藓志: 第 7 卷[M]. 北京: 科学出版社, 2005.

[11] 高 谦. 中国苔藓志: 第 9 卷[M]. 北京: 科学出版社, 2003.

[12] 高 谦, 吴玉环. 中国苔藓志: 第 10 卷[M]. 北京: 科学出版社, 2003.

[13] 中国科学院. 中国自然地理(植物地理 上册)[M]. 北京: 科学出版社, 1983.

[14] 吴征镒, 周浙昆, 李德铎, 等. 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 Z Y, ZHOU Z K, LI D Z, *et al.* The areal-types of the world families of seed plants[J]. *Acta Botanica Yunnanica*, 2003, **25**(3): 245-257.

[15] 陈邦杰. 中国苔藓植物生态群落和地理分布的初步报告[J]. 植物分类学报, 1958, **7**(4): 271-293.
CHEN B J. Rreliminary report of the Cenological and Geographical study of Chinese Mossflora[J]. *Acta Phytotaxonomica Sinica*, 1958, **7**(4): 271-293.

[16] HU R L. Distribution of bryophytes in China[J]. *Bryophyte Diversity and Evolution*, 1990, **2**(1): 133-137.

[17] 钟本固, 熊源新. 梵净山苔藓植物初步研究[C]//周政贤. 梵净山研究. 贵阳: 贵州人民出版社, 1990.

[18] 周 艳. 雷公山自然保护区苔藓植物区系研究[D]. 贵阳: 贵州大学, 2007.

的特征明显,其中多数起源于喜马拉雅山及云、贵、川地区,由西向东进行传播;另一部分属于邻近分布的类群,南北的季风在它们的传播中可以发挥重要作用。

[19] 唐艳雪. 广西十万大山自然保护区苔藓植物区系及地理分布研究[D]. 上海: 上海师范大学, 2014.

[20] 吴翠珍. 湘西北地区苔藓植物物种多样性及区系研究[D]. 贵阳: 贵州大学, 2006.

[21] 范宗骥, 黄忠良. 广东鼎湖山自然保护区苔藓植物区系初步分析[J]. 广东农业科学, 2015, **42**(1): 150-156.
FAN Z J, HUANG Z L. A preliminary study on the phyto-geography of bryoflora of Dinghushan National Nature Reserve, Guangdong Province [J]. *Guangdong Agricultural Sciences*, 2015, **42**(1): 150-156.

[22] 何祖霞, 严岳鸿, 徐婧宇, 等. 江西齐云山自然保护区苔藓植物研究[J]. 热带亚热带植物学报, 2010, **18**(1): 32-39.
HE Z X, YAN Y H, XU J Y, *et al.* Studies on the bryophytes of Qiyunshan Nature Reserve, Jiangxi[J]. *Journal of Tropical and Subtropical Botany*, 2010, **18**(1): 32-39.

[23] 季梦成, 刘仲苓, 谢庆红, 等. 江西九连山自然保护区苔藓植物名录[C]//刘信中, 肖忠优. 九连山自然保护区科学考察与森林生态系统研究. 北京: 中国林业出版社, 2002.

[24] 吴文英. 福建戴云山国家级自然保护区藓类植物区系研究[D]. 上海: 华东师范大学, 2012.

[25] 张晓青. 福建戴云山自然保护区苔类和角苔类植物的物种多样性[D]. 上海: 华东师范大学, 2011.

[26] 刘 荣, 石 伟, 杨志旺, 等. 桃红岭梅花鹿自然保护区苔藓植物区系[J]. 南昌大学学报(理科版), 2017, **41**(1): 83-89.
LIU R, SHI W, YANG Z W, *et al.* Bryoflora in Taohongling Sika Deer Nature Reserve[J]. *Journal of Nanchang University (Natural Science)*, 2017, **41**(1): 83-89.

[27] 谢 云, 吴和平, 郑 娟. 江西官山自然保护区高等植物名录[C]//刘信中, 吴和平. 江西官山自然保护区科学考察与研究. 北京: 中国林业出版社, 2005.

[28] 蔡奇英, 王 星, 霍云峰, 等. 铜钹山自然保护区苔藓植物区系研究[J]. 南昌大学学报(理科版), 2018, **42**(3): 263-269.
CAI Q Y, WANG X, HUO Y F, *et al.* The bryoflora in Tongbo Mountain Nature Reserve[J]. *Journal of Nanchang University (Natural Science)*, 2018, **42**(3): 263-269.

[29] 程丽媛. 浙江省清凉峰国家级自然保护区苔藓植物区系及地理分布研究[D]. 上海: 上海师范大学, 2017.

[30] 程丽媛, 曹 同, 张宏伟, 等. 浙江省清凉峰自然保护区苔藓植物区系成分研究[J]. 西北植物学报, 2016, **36**(2): 398-403.
CHENG L Y, CAO T, ZHANG H W, *et al.* Studies on flora of bryophytes in Qingliangfeng National Reserve, Zhejiang Province[J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*,

2016, **36**(2): 398-403.

[31] 常红秀. 江西苔藓植物资源及其生态分布[J]. 南昌大学学报 (理科版), 1996, **20**(3): 263-269.

CHANG H X. The plant resources and ecological distribution of bryophytes in Jiangxi[J]. *Journal of Nanchang University* (Natural Science), 1996, **20**(3): 263-269.

[32] 吴鹏程, 贾 渝. 中国苔藓植物的地理分区及分布类型[J]. 植物资源与环境学报, 2006, **15**(1): 1-8.

WU P C, JIA Y. The regionalization and distribution types of the bryophytes in China[J]. *Journal of Plant Resources and Environment*, 2006, **15**(1): 1-8.

[33] AXELROD D I, AL-SHEHBAZ I, RAVEN P H. History of the modern flora of China[M]//ZHANG A L, WU S G (eds). *Floristic Characteristics and Diversity of East Asian Plants*. Beijing: Higher Education Press, 1998: 43-55.

[34] 范庆书, 赵建成, 于树宏. 中国苔藓植物资源应用价值分析及保护对策[J]. 西北植物学报, 2004, **24**(8): 1 555-1 559.

FAN Q S, ZHAO J C, YU S H. Analyse on application value and protection countermeasures of bryophyte resource in China[J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 2004, **24**(8): 1 555-1 559.

[35] MUÑOZ J, FELICÍSIMO A M, CABEZAS F, *et al.* Wind as a long-distance dispersal vehicle in the Southern Hemisphere[J]. *Science*, 2004, **304**(5 674): 1 144-1 147.

[36] 李健星, 刘以珍, 葛 刚, 等. 江西金盆山自然保护区种子植物区系研究[J]. 西北植物学报, 2016, **36**(11): 2 322-2 331.

LI J X, LIU Y Z, GE G, *et al.* Study on the flora of seed plants in Jinpenshan Nature Reserve, Jiangxi Province[J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 2016, **36**(11): 2 322-2 331.

[37] 张红梅, 陈 浒, 陈 静, 等. 毕节喀斯特石漠化区野生植物资源及区系研究[J]. 西北植物学报, 2020, **40**(10): 1 768-1 777.

ZHANG H M, CHEN H, CHEN J, *et al.* Study on wild plant resources and flora in Bijie Karst rocky desertification area[J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 2020, **40**(10): 1 768-1 777.

(编辑:潘新社)

Introduction of the Plant Front Cover: *Musella lasiocarpa*

Musella lasiocarpa (Fr.) C. Y. Wu ex H. W. Li, also known as “Thousand Petal Lotus” “Thousand leaf Lotus”, is a large perennial herb of Musa. Pseudostem formed by overlapping leaf sheaths in imbricate arrangement is 30—80 cm in height. Leaves are ovoid to oblong, 50—110 cm in length and 30—50 cm in width. Rosette inflorescence grows erectly on pseudostem with flowering time from March to October. Bracts are yellow to orange-red, petal-like, layers from bottom to top, 30—50 cm in diameter, bracts oval-shaped to oblong, 13—20 cm in length, 7—13 cm in width. Flowers grow at the base of the bracts, arranged in 1—2 rows with 2—4 flowers per row. Berry is triangulate ovate, 3—5 cm long and about 3 cm in diameter. Each fruit contains 30—80 seeds with 6—7 mm wide, dark brown or brown, smooth, with a large white hilum on the ventral surface. *Musella lasiocarpa* is endemic to China, and its wild populations are rare. It mainly distributes in cliff habitats ranging from 1 600 to 2 200 m in Yunnan and Sichuan. Plants and flowers have high ornamental value, and as one of the “Five Trees and Six Flowers” in Buddhism has been endowed with profound cultural connotation. Pseudostem is rich in starch and can be eaten and used as fodder. Flowers are nectar rich. Flowers and Leaves can be used as medicine which has the effect of astringent hemostasis, treating leucorrhea, red collapse and bleeding under the large intestine; The stem juice is used to alleviate the alcohol intoxication and to avoid kusnezoff monkshood poisoning.

(Li Zhenghong)