

# 江西九岭山国家自然保护区苔藓植物区系研究

陈春发<sup>1</sup>, 张朝晖<sup>2</sup>, 涂 昆<sup>2</sup>, 孙 宇<sup>1\*</sup>

(1 中国科学院庐山植物园, 江西九江 332900; 2 江西九岭山国家级自然保护区管理局, 江西宜春 330669)

**摘 要:** 九岭山国家级自然保护区南连罗霄山脉, 东、北、西三面与武夷山脉、大别山脉、武陵山脉隔水相望。笔者于 2020 年 9 至 12 月间, 对九岭山国家级自然保护区苔藓植物进行了野外调查及标本采集, 共采集标本 562 号, 对保护区苔藓植物标本进行鉴定及统计, 分析研究区苔藓植物区系地理特征, 并与江西 7 个地区苔藓植物的相似性和热带性质/温带性质(R/T)值进行了比较。结果表明: (1) 九岭山国家级自然保护区共有苔藓植物 58 科 100 属 179 种(变种、亚种和变型), 其中藓类植物 34 科 64 属 113 种, 苔类植物 23 科 34 属 64 种, 角苔类植物 1 科 2 属 2 种。(2) 九岭山苔藓植物区系成分复杂, 区系成分以东亚分布最高; 温带成分略高于热带成分, 该区表现出明显的过渡性。(3) 九岭山苔藓植物与大部分地区科、属的相似性都较高; 九岭山与阳际峰种的相似性最高, 而与鄱阳湖湿地种的相似性最低。(4) 九连山自然保护区苔藓植物 R/T 值最高为 1.32, 鄱阳湖湿地 R/T 值最低为 0.50; 九岭山国家级自然保护区与铜钹山自然保护区的 R/T 值最接近, 且都是温带性质略高于热带性质, 具有明显过渡性。总体来看, 江西从南到北热带成分逐步减少, 温带成分不断增加, 中部呈现出明显的过渡性。

**关键词:** 苔藓植物; 区系; 九岭山国家级自然保护区

**中图分类号:** Q948.5; Q949.35 **文献标志码:** A

## Study on the Flora of Bryophyte in Jiulingshan National Nature Reserve, Jiangxi Province, China

CHEN Chunfa<sup>1</sup>, ZHANG Chaohui<sup>2</sup>, TU Kun<sup>2</sup>, SUN Yu<sup>1\*</sup>

(1 Lushan Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Jiujiang, Jiangxi 332900, China; 2 Jiangxi Jiulingshan National Nature Reserve Administration, Yichun, Jiangxi 330669, China)

**Abstract:** The Jiulingshan National Nature Reserve extends south to the Luoxiao Mountains, and faces the Wuyi Mountains, Dabie Mountains and Wuling Mountains across the river on east, north and west sides, respectively. From September to December of 2020, the authors conducted several field surveys and specimen collections for bryophytes in Jiulingshan National Nature Reserve. A total of 562 specimens were collected. The specimens of bryophytes from the Jiulingshan National Nature Reserve were identified and counted. Based on the similarity coefficient and the ratio of the tropic elements to the temperate elements (R/T values), the floristic geographical characteristics was analyzed and compared with seven regions in Jiangxi. The results are as follows: (1) there are 58 families, 100 genera and 179 species of bryophytes in Jiulingshan National Nature Reserve, including 34 families, 64 genera and 113 species of mosses; 23 families, 34 genera and 64 species of liverworts; and 1 family, 2 genera and 2 species of hornworts. (2) The composition of the bryoflora in Jiulingshan is complex. The highest element is East Asia, the temperate

收稿日期: 2022-01-08; 修改稿收到日期: 2022-05-16

基金项目: 中国科学院庐山植物园庐山植物专项(2021ZWZX04); 江西省引智专项(20212BC J25027)

作者简介: 陈春发(1996-), 男, 硕士, 研究实习员, 主要从事植物分类与系统进化研究。E-mail: chencf@lsbg.cn

\* 通信作者: 孙 宇, 副研究员, 主要从事苔藓植物分类与系统进化研究。E-mail: suny@lsbg.cn

elements are slightly higher than the tropical elements, and the area shows obvious convergence and transition in floristics characteristics. (3) The similarities between Jiulingshan and most of the seven areas are high on families and genera; Jiulingshan has the highest floristics characteristics. Jiulingshan has the highest similarity with Yangjifeng on species, and Jiulingshan has the lowest similarity with Poyang Lake Wetland on species. (4) The highest R/T value is 1.32 for Jiulianshan Nature Reserve, and the lowest R/T value is 0.50 for Poyang Lake Wetland. The R/T values of Jiulingshan National Nature Reserve and Tongboshan Nature Reserve are the closest, and in both, temperate elements are slightly higher than tropical elements showing obvious floristic transition. In conclusion, the tropical elements of bryoflora are decreasing from south to north in Jiangxi. Meanwhile, the temperate elements are increasing, and the bryoflora of the central part of Jiangxi shows obvious convergence and transition.

**Key words:** bryophyte; flora; Jiulingshan National Nature Reserve

苔藓植物是一类由水生向陆生过渡的高等植物类群,其结构相对简单,不具真正的根、茎、叶的分化,被称为假根、拟茎、拟叶,大多数种类为单层细胞,主要通过叶片吸收空气中的水分,对环境变化比较敏感,常作为检测环境污染的指示物<sup>[1-4]</sup>。迄今为止,全世界发现的苔藓植物已超过 23 000 种<sup>[5]</sup>。近年来,中国苔藓植物研究也越来越多,据贾渝等<sup>[6]</sup>记录,中国共有苔藓植物 150 科 591 属 3 021 种,其中苔类植物 60 科 152 属 1 050 种;藓类植物有 86 科 431 属 1 945 种;角苔类植物 4 科 8 属 26 种。本次研究对江西九岭山国家级自然保护区苔藓植物资源进行了调查,并对该区苔藓植物区系地理进行了研究,为江西苔藓植物区系地理成分研究提供了一定基础材料。

## 1 材料和方法

### 1.1 九岭山国家级自然保护区概况

九岭山国家级自然保护区南连罗霄山脉,东、北、西三面与武夷山脉、大别山脉、武陵山脉隔水相望,其地理坐标为  $115^{\circ}03'25''\text{E}\sim 115^{\circ}24'23''\text{E}$ ,  $28^{\circ}49'06''\text{N}\sim 29^{\circ}03'19''\text{N}$ <sup>[7]</sup>(图 1)。该区属亚热带湿润季风气候,主要特点是气候温和,四季分明,无霜期长,雨量充沛,光照充足。年平均气温一般在  $14.4\sim 27.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,年降水量约  $1\ 426\sim 2\ 197.9\text{ mm}$ <sup>[7]</sup>。保护区总面积  $11\ 541\text{ hm}^2$ ,其中核心区面积  $4\ 334\text{ hm}^2$ ,占保护区总面积的  $37.55\%$ ;缓冲区面积  $3\ 461\text{ hm}^2$ ,占  $29.99\%$ ;实验区面积  $3\ 746\text{ hm}^2$ ,占  $32.46\%$ <sup>[7]</sup>。保护区具有繁多的植物种类、复杂的区系地理成分和丰富的植被类型。

### 1.2 研究方法

于 2020 年 9—12 月,在九岭山保护区宝峰镇周坊村游源组、璪都港口电站、三爪仑、璪都镇港背村黄泥坑、璪都镇港背村包家组隐心谷、水口乡青山村

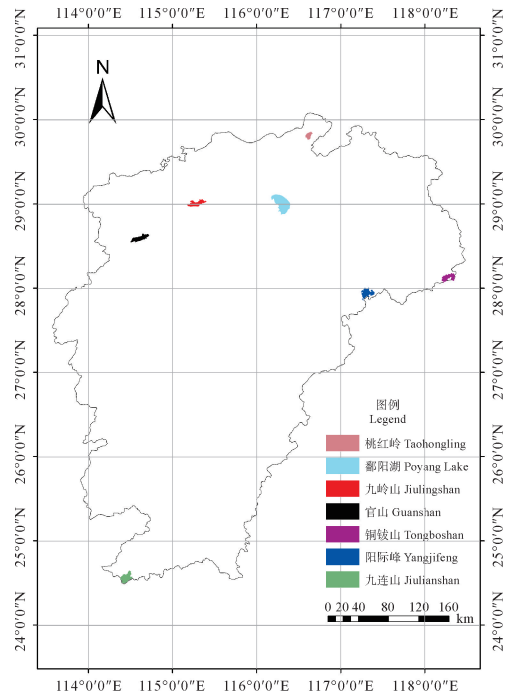


图 1 九岭山国家级自然保护区在江西省位置图  
Fig. 1 Location of Jiulingshan National Nature Reserve in Jiangxi Province

下洞、大杞山等地进行苔藓植物调查和标本采集,野外调查共 20 d,共采集苔藓植物标本 562 号。标本及时放在干燥通风的地面上晾干,以防止因变色、腐烂等原因影响标本鉴定。在鉴定时,取标本浸泡,待其叶片舒展后,用镊子撕下叶片,并制片,然后在显微镜下观察其形态特点,并通过查阅《中国苔藓志》《云南植物志》《广东苔藓志》等资料<sup>[8-19]</sup>,进行科学、准确的定种,鉴定完后,参考物种 2000 中国节点 (<http://www.sp2000.org.cn/>) 进行同物异名归并<sup>[20]</sup>,整理出名录。凭证标本保存于中国科学院庐山植物园(南昌科研中心)。

在江西省内挑选 7 个地区与九岭山保护区进行比较,分别为九连山自然保护区<sup>[21]</sup>、阳际峰自然保

保护区<sup>[22]</sup>、铜钹山自然保护区<sup>[23]</sup>、桃红岭梅花鹿自然保护区<sup>[24]</sup>、马头山自然保护区<sup>[25]</sup>、鄱阳湖<sup>[26]</sup>、南昌市<sup>[27]</sup>,分别统计上述各地及九岭山国家级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,比较说明九岭山国家级自然保护区的区系性质。用物种相似性系数来比较九岭山国家级自然保护区与7个地区苔藓物种相似性程度。采用 Sprenso(1948)的公式:物种相似系数( $S_s$ ) =  $2c/(A+B) \times 100\%$  (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)。

## 2 结果与分析

### 2.1 物种组成

经鉴定,江西九岭山国家级自然保护区共有苔藓植物 58 科 100 属 179 种(变种、亚种和变型),其中藓类植物 34 科 64 属 113 种,苔类植物 23 科 34 属 64 种,角苔类植物 1 科 2 属 2 种(表 1)。该保护区苔藓植物分别占江西苔藓植物科、属、种的 53.70%、31.15%、15.72%。藓类、苔类和角苔类植物在九岭山保护区都有分布,说明该保护区生境类型丰富多样,能满足藓类、苔类和角苔类植物的不同生境。

### 2.2 优势科、属分析

江西九岭山国家级自然保护区苔藓植物共有 58 科,物种数 $\geq 7$  种的优势科有 9 个,其中藓类植物 7 科,苔类植物 2 科。9 个优势科拥有 71 种,占保护区苔藓物种数的 39.67%(表 2)。最大的优势科为齿萼苔科,是保护区唯一有 10 种的科。

江西九岭山国家级自然保护区苔藓植物共有 100 属,物种数 $\geq 5$  种的优势属有 8 个,其中藓类植物 6 属,苔类植物 2 属。8 个优势属拥有 50 种,占保护区苔藓物种数的 27.92%(表 3)。最大的优势属是绢藓属为 8 种。

综上所述,九岭山苔藓植物优势科和优势属明显,与中国藓类和苔类植物优势科和优势属基本一致<sup>[28]</sup>。九岭山藓类植物优势科和优势属数量明显大于苔类植物,与九岭山苔藓物种组成情况大致相同,藓类植物明显多于苔类植物。

### 2.3 区系成分分析

根据吴征镒等<sup>[29-31]</sup>中国种子植物属的分布区类型的划分观点,对九岭山国家级自然保护区苔藓植物区系成分进行划分,可划分为 13 个分布区及 4 个变型(表 4)。具体如下:

(1)世界分布(Cosmopolitan) 该分布类型在九岭山地区有 10 种,如石地钱 *Reboulia hemispha-*

*erica*、蛇苔 *Conocephalum conicum*、毛地钱 *Dumortiera hirsuta* 和带叶苔 *Pallavicinia lyellii* 等种类。

(2)泛热带分布(Pantropic) 该分布正型在九岭山地区有 5 种,分别为黄色细鳞苔 *Lejeunea flavva*、褐冠鳞苔 *Lopholejeunea subfusca*、粗肋凤尾藓 *Fissidens pellucidus*、刺叶桧藓 *Pyrrohobryum spiniforme* 和羊角藓 *Herpetineuron toccocae*。

表 1 九岭山苔藓植物物种组成

Table 1 Species composition of bryophytes in Jiuling Mountain

分类群 Taxa	科数 Families	属数 Genera	种数 Species
藓类 Bryophyta	34	64	113
苔类 Marchantiophyta	23	34	64
角苔类 Anthocerotophyta	1	2	2
合计 Total	58	100	179

表 2 九岭山苔藓植物优势科统计

Table 2 Statistics of dominant families of bryophytes in Jiuling Mountain

序号 Number	科 Family	种 Species	占总种数的比例 Percentage of total species/%
1	齿萼苔科 Lophocoleaceae	10	5.59
2	提灯藓科 Mnieceae	8	4.47
3	白发藓科 Leucobryaceae	8	4.47
4	绢藓科 Entodontaceae	8	4.47
5	细鳞苔科 Lejeuneaceae	8	4.47
6	羽藓科 Thuidiaceae	8	4.47
7	凤尾藓科 Fissidentaceae	7	3.91
8	金发藓科 Polytrichaceae	7	3.91
9	青藓科 Brachytheciaceae	7	3.91

表 3 九岭山苔藓植物优势属统计

Table 3 Statistics of dominant genera of bryophytes in Jiuling Mountain

序号 Number	属 Genus	种 Species	占总种数的比例 Percentage of total species/%
1	绢藓属 <i>Entodon</i>	8	4.47
2	凤尾藓属 <i>Fissidens</i>	7	3.91
3	羽藓属 <i>Thuidium</i>	7	3.91
4	匍灯藓属 <i>Plagiomnium</i>	6	3.35
5	白发藓属 <i>Leucobryum</i>	6	3.35
6	异萼苔属 <i>Heteroscyphus</i>	6	3.35
7	耳叶苔属 <i>Frullania</i>	5	2.79
8	青藓属 <i>Brachythecium</i>	5	2.79

(2-1)热带亚洲、大洋洲(至新西兰)和中、南美(或墨西哥)间断分布[Trop. Asia, Australasia (to N. Zeal.) & C. to S. Amer. (or Mexico) disjuncted] 该分布变型在九岭山地区有1种,为鳞叶藓 *Taxiphyllum taxirameum*。

(2-2)热带亚洲、非洲和中、南美洲间断分布(Trop. Asia, Africa & C. to S. Amer. disjuncted) 该分布变型在九岭山地区有1种,为齿边褶萼苔 *Plicanthus hirtellus*。

(3)热带亚洲和热带美洲间断分布(Trop. Asia & Trop. Amer. disjuncted) 该分布类型在九岭山地区有7种,分别为爪哇扁萼苔 *Radula javanica*、尖叶薄鳞苔 *Leptolejeunea elliptica*、中华曲柄藓 *Campylopus sinensis*、尖叶油藓 *Hookeria acutifolia*、拟悬藓 *Barbellopsis trichophora*、新丝藓 *Neodictyella pendula* 和树平藓 *Homaliodendron flabellatum*。

(4)旧世界热带分布(Old World Tropics) 该

分布类型在九岭山地区有4种,分别为皱萼苔 *Ptychanthus striatus*、黄叶凤尾藓 *Fissidens crispulus*、小墙藓 *Weisiopsis plicata* 和小片藓 *Circulifolium exiguum*。

(5)热带亚洲至热带大洋洲分布(Trop. Asia to Trop. Australasia) 该分布类型在九岭山地区有12种,如假肋鞭苔 *Bazzania vittata*、四齿异萼苔 *Heteroscyphus argutus*、双齿异萼苔 *Heteroscyphus coalitus* 和三齿异萼苔 *Heteroscyphus tridentatus* 等种类。

(6)热带亚洲至热带非洲分布(Trop. Asia to Trop. Africa) 该分布类型在九岭山地区有3种,分别为尾尖光萼苔 *Porella handelii*、狭瓣细鳞苔 *Lejeunea anisophylla* 和褐角苔 *Folioceros fuciformis*。

(7)热带亚洲[Trop. Asia (Indo-Malesia)] 该分布类型在九岭山地区有17种,如楔瓣地钱(原亚种) *Marchantia emarginata* subsp. *emarginata*、容氏羽苔 *Plagiochila junghuhniana*、齿叶麻羽

表4 九岭山苔藓植物种的分布类型区

Table 4 Distribution type areas of bryophytes in Jiuling Mountain

分布类型 Distribution type	种数 Number of species	占总种数的比例 Percentage of total species/%
1. 世界分布 Cosmopolitan	10	—
2. 泛热带分布 Pantropic	5	2.96
2-1. 热带亚洲、大洋洲(至新西兰)和中、南美(或墨西哥)间断分布 Trop. Asia, Australasia (to N. Zeal.) & C. to S. Amer. (or Mexico) disjuncted.	1	0.59
2-2. 热带亚洲、非洲和中、南美洲间断分布 Trop. Asia, Africa & C. to S. Amer. disjuncted	1	0.59
3. 热带亚洲和热带美洲间断分布 Trop. Asia & Trop. Amer. disjuncted	7	4.14
4. 旧世界热带分布 Old World Tropics	4	2.37
5. 热带亚洲至热带大洋洲分布 Trop. Asia to Trop. Australasia	12	7.10
6. 热带亚洲至热带非洲分布 Trop. Asia to Trop. Africa	3	1.78
7. 热带亚洲 Trop. Asia (Indo-Malesia)	17	10.06
8. 北温带分布 North Temperate	26	15.38
9. 东亚和北美洲间断分布 E. Asia & N. Amer. disjuncted	5	2.96
10. 旧世界温带分布 Old World Temperate	22	13.02
10-1. 欧亚和南部非洲间断分布 Eurasia & S. Africa (Sometimes also Australasia) disjuncted	1	0.59
11. 温带亚洲分布 Temp. Asia	3	1.78
12. 东亚分布 E. Asia	49	28.99
12-1. 中国-喜马拉雅分布 Sino-Himalaya (SH)	6	3.55
13. 中国特有 Endemic to China	7	4.14

注:世界分布种不计入百分比;热带性质包括分布区类型为2-7;温带性质包括分布区类型为8-11

Note: World distribution species are not included in the percentage; Tropical properties include distribution area types 2-7; Temperate properties include distribution area types 8-11

藓 *Claopodium prionophyllum*、南亚异萼苔 *Heteroscyphus zollingeri*、拟灰羽藓 *Thuidium glaucinoides*、毛尖羽藓 *Thuidium plumulosum*、灰羽藓 *Thuidium pristocalyx* 和川滇蔓藓 *Meteorium buchananii* 等种类。

(8)北温带分布(North Temperate) 该分布类型在九岭山地区有 26 种,如溪苔 *Pellia epiphylla*、鹿角苔 *Apopellia endiviifolia*、三角护蒴苔 *Calypogeia azurea*、黄牛毛藓 *Ditrichum pallidum*、桧叶白发藓 *Leucobryum juniperoides*、掌状片叶苔 *Riccardia palmata* 狭叶小羽藓 *Haplocladium angustifolium* 和细枝羽藓 *Thuidium delicatulum* 等种类。

(9)东亚和北美洲间断分布(E. Asia & N. Amer. Disjuncted) 该分布类型在九岭山地区有 5 种,分别为阿氏耳叶苔 *Frullania alstonii*、多形拟金发藓 *Polytrichastrum ohioense*、毛尖紫萼藓 *Grimmia pilifera*、白氏藓 *Brothera leana* 和反纽藓 *Timmia anomala*。

(10)旧世界温带分布(Old World Temperate) 该分布正型在九岭山地区有 22 种,如刺叶护蒴苔 *Calypogeia arguta*、裂萼苔(原变种) *Chiloscyphus polyanthos* var. *polyanthos*、牛毛藓 *Ditrichum heteromallum*、曲尾藓 *Dicranum scoparium*、卵叶青藓 *Brachythecium rutabulum* 和绒叶青藓 *Brachythecium velutinum* 等种类。

(10-1)欧亚和南部非洲间断分布[Eurasia & S. Africa (Sometimes also Australasia) disjuncted] 该分布变型在九岭山地区有 1 种,为芽胞扁萼苔 *Radula lindenbergiana*。

(11)温带亚洲分布(Temp. Asia) 该分布类型在九岭山地区有 3 种,分别为盔瓣耳叶苔 *Frullania muscicola*、中华耳叶苔 *Frullania sinensis* 和尖叶匐灯藓 *Plagiomnium acutum*。

(12)东亚分布(E. Asia) 该分布类型在九岭山地区有 49 种,如凤兜地钱 *Marchantia paleacea* subsp. *diptera*、南溪苔 *Makinoa crispata*、暖地带叶苔 *Pallavicinia levieri*、长刺带叶苔 *Pallavicinia subciliata*、拟瓢叶被蒴苔 *Nardia subclavata* 和三裂鞭苔 *Bazzania tridens* 等种类。

(12-1)中国-喜马拉雅分布[Sino-Himalaya (SH)] 该分布变型在九岭山地区有 6 种,分别为阔边大叶藓 *Rhodobryum laxelimbatum*、小粗疣藓 *Fauriella tenerrima*、芽胞同叶藓 *Isopterygium*

*propaguliferum*、钝叶绢藓 *Entodon obtusatus*、横生绢藓 *Entodon prorepens* 和宝岛绢藓 *Entodon taiwanensis*。

(13)中国特有(Endemic to China) 该分布类型在九岭山地区有 7 种,如弯瓣耳叶苔 *Frullania linii*、叉齿异萼苔 *Heteroscyphus lophocoleoides*、偏叶麻羽藓 *Claopodium rugulosifolium* 和变枝绢藓 *Entodon divergens* 等。

九岭山苔藓植物区系成分复杂,可分为 13 个分布区类型及 4 个变型,其中区系成分以东亚分布最高,该分布类型有 49 种,占非世界种的 28.99%,其次为北温带分布和旧世界温带成分,分别占非世界种的 15.38%和 13.02%。说明该区属于东亚植物区系。热带分布成分(包括泛热带分布、热带亚洲、大洋洲(至新西兰)和中、南美(或墨西哥)间断分布、热带亚洲、非洲和中、南美洲间断分布、热带亚洲和热带美洲间断分布、旧世界热带分布、热带亚洲至热带大洋洲分布、热带亚洲至热带非洲分布、热带亚洲分布)占非世界种的 29.59%,温带分布成分(包括北温带分布、东亚-北美间断分布、旧世界温带分布、温带亚洲分布、欧亚和南部非洲间断分布)占非世界种的 33.73%,温带分布成分略高于热带成分,该区表现出明显的过渡性,即热带成分向温带成分进行过渡,这一点也与该区位于亚热带湿润季风气候区相呼应。与九岭山种子植物区系研究结果一致<sup>[32]</sup>。

该区中国特有种共有 7 种,占非世界种的 4.14%,特有种比例较少。吴鹏程等<sup>[33]</sup>统计了中国特有属和东亚特有属,分别有 12 属和 45 属,该区有东亚特有属 1 属——小蔓藓属 *Meteoriella*,占东亚特有属的 2.22%,该属分布范围广泛,在东亚特有属的 3 个分布中心都有分布。根据环境保护部和中国科学院 2013 年发布的《中国物种多样性红色名录——高等植物卷》<sup>[34]</sup>,该区有易危(VU)物种 1 种:阔边大叶藓(*Rhodobryum laxelimbatum*);近危(NT)物种 2 种:偏叶麻羽藓 *Claopodium rugulosifolium* 和变枝绢藓 *Entodon divergens*;以及数据缺乏(DD)物种 2 种:暖地带叶苔 *Pallavicinia levieri* 和暖地高领藓 *Glyphomitrium calycinum*。但在 2017 年发布的《中国高等植物受威胁物种名录》中未收录阔边大叶藓<sup>[35]</sup>。此外,该区中桧叶白发藓 *Leucobryum juniperoides* 虽属无危(LC)物种,但因其其在景观园艺等方面具有较高应用价值,导致野外私采乱挖现象较为严重,因而被收录进 2021 年《国家重点保护野生植物名录》中加以保护<sup>[36]</sup>。

表 5 九岭山与 7 个地区苔藓植物种相似性系数比较  
Table 5 Comparison of similarity coefficients (Ss) of bryophyte species between Jiulingshan and other seven regions

地点 Location	地理坐标 Geographic coordinates		科数/共有科数 Family/common family	科相似性系数 Family Ss	属数/共有属数 Genus/common genus	属相似性系数 Genus Ss	种数/共有种数 Species/common species	种相似性系数 Species Ss
	经度 Longitude(E)	纬度 Latitude(N)						
九岭山 Jiulingshan	115°03'25"~115°24'23"	28°49'06"~29°03'19"	58/-	-	100/-	-	179/-	-
鄱阳湖 Poyang Lake	115°59'38.7"~16°0'51.2"	29°12'20.7"~29°12'15.9"	20/15	0.38	25/14	0.22	31/8	0.08
阳际峰 Yangjishan	117°11'30"~117°28'40"	27°51'10"~28°02'20"	65/50	0.81	129/71	0.62	283/95	0.41
马头山 Matoushan	117°08'52"~117°18'	27°40'43"~27°53'52"	61/46	0.77	106/66	0.64	142/52	0.32
桃红岭 Taohongling	116°32'~116°43'	29°42'~29°53'	48/40	0.75	76/51	0.58	122/49	0.33
南昌市 Nanchang	115°27'~116°35'	28°09'~29°11'	33/22	0.48	57/24	0.31	84/18	0.14
铜钹山 Tongboshan	118°11'42"~118°28'39"	28°03'39"~28°10'45"	65/49	0.80	128/70	0.61	277/84	0.37
九连山 Julienshan	114°22'50"~114°31'32"	24°29'18"~24°38'55"	72/51	0.78	139/74	0.62	251/78	0.36

表 6 九岭山与 7 个地区苔藓植物 R/T 值比较  
Table 6 Comparison of R/T values of bryophytes between Jiuling Mountain and other seven regions

地点 location	地理坐标 Geographic coordinate		热带性质总种数/占比 Total of tropical species/percentage	温带性质总种数/占比 Total of temperate species/percentage	热带性质/温带性质 Tropical nature /temperate nature
	经度 Longitude(E)	纬度 Latitude(N)			
九岭山 Jiulingshan	115°03'25"~115°24'23"	28°49'06"~29°03'19"	50/0.30	57/0.34	0.88
鄱阳湖 Poyang Lake	115°59'38.7"~16°0'51.2"	29°12'20.7"~29°12'15.9"	5/0.16	10/0.32	0.50
阳际峰 Yangjishan	117°11'30"~117°28'40"	27°51'10"~28°02'20"	78/0.28	75/0.27	1.04
马头山 Matoushan	117°08'52"~117°18'	27°40'43"~27°53'52"	77/0.54	66/0.46	1.17
桃红岭 Taohongling	116°32'~116°43'	29°42'~29°53'	22/0.18	43/0.35	0.51
南昌市 Nanchang	115°27'~116°35'	28°09'~29°11'	17/0.20	23/0.27	0.73
铜钹山 Tongboshan	118°11'42"~118°28'39"	28°03'39"~28°10'45"	74/0.27	86/0.31	0.86
九连山 Julienshan	114°22'50"~114°31'32"	24°29'18"~24°38'55"	91/0.36	69/0.27	1.32

## 2.4 与其他地区苔藓植物相似性比较

江西九岭山苔藓植物与江西 7 个地区苔藓植物进行了相似性比较,结果(表 5)显示,九岭山与阳际峰、马头山、桃红岭梅花鹿、铜钹山、九连山自然保护区科的相似性都达到了 0.75 以上,属的相似性都达到了 0.58 以上,科、属的相似性都比较高,可能是 6 个保护区都处于亚热带季风气候区,其地形主要以丘陵为主,气候和地形较为相似的原因。九岭山与鄱阳湖湿地、南昌市科的相似性都在 0.48 以下,属的相似性都在 0.31 以下,科、属相似性都比较低,可能是因为鄱阳湖生境以湿地为主,南昌市生境以城区为主,鄱阳湖和南昌市生境比较单一,物种多样性较低,且与九岭山生境存在明显差异。

九岭山与阳际峰种的相似性最高为 0.41,其次为铜钹山 0.37,九岭山与阳际峰、铜钹山地理位置比较接近,气候类型、植被和生态类型最相似,其物种组成最接近。九岭山与鄱阳湖湿地种的相似性最低为 0.08,其次为南昌市为 0.14,虽然鄱阳湖湿地、南昌市与九岭山地理位置接近,但鄱阳湖湿地和南昌市生境比较单一,与九岭山生境存在明显差异,导致九岭山与鄱阳湖湿地、南昌市种的相似性较低。

## 2.5 与其他地区苔藓植物 R/T 值比较

江西九岭山苔藓植物与江西 7 个地区苔藓植物 R/T 值比较,结果(表 6)显示,九连山自然保护区 R/T 值最高为 1.32,热带性质较明显,与九连山地处江西南部地理位置相呼应;鄱阳湖湿地 R/T 值最低为 0.50,温带性质较明显,与鄱阳湖地处江西北部地理位置相对应;九岭山国家级自然保护区与铜钹山自然保护区的 R/T 值最接近,且都是温带性质略高于热带性质,具有明显过渡性。总体来看,江西从南到北热带成分逐步减少,温带成分不断增加,中部呈现出明显过渡性,与江西大多数植物区系的研

究结果比较一致<sup>[37-44]</sup>,也与江西从南到北纬度越来越高的地理位置相对应。

## 3 结 论

九岭山自然保护区苔藓植物资源丰富,共有苔藓植物 58 科 100 属 179 种(变种、亚种和变型),其中藓类植物 34 科 64 属 113 种,苔类植物 23 科 34 属 64 种,角苔类植物 1 科 2 属 2 种。

九岭山苔藓植物区系成分复杂,可分为 13 个分布区类型及 4 个变型,区系成分以东亚分布最高,说明该区属于东亚植物区系。热带成分占总数的 29.59%,温带成分占总数的 33.73%,温带成分略高于热带成分,该区表现出明显的过渡性,热带成分向温带成分进行过渡,这一点也与该区位于亚热带湿润季风气候区相呼应。

江西九岭山苔藓植物与江西 7 个地区苔藓植物进行相似性比较,结果显示,九岭山与大部分地区科、属的相似性都较高。九岭山与阳际峰种的相似性最高,九岭山与阳际峰地理位置接近,气候类型、植被和生境类型相似,其物种组成最接近。九岭山与鄱阳湖湿地种的相似性最低,虽然鄱阳湖湿地与九岭山地理位置比较接近,但鄱阳湖湿地生境比较单一,与九岭山生境存在明显差异,其物种组成大不相同。

江西九岭山苔藓植物与江西 7 个地区苔藓植物 R/T 值比较,结果显示,九连山自然保护区 R/T 值最高为 1.32,热带性质较明显;鄱阳湖湿地 R/T 值最低为 0.50,温带性质较明显;九岭山国家级自然保护区与铜钹山自然保护区的 R/T 值最接近,且都是温带性质略高于热带性质,具有明显过渡性。总体来看,江西从南到北热带成分逐步减少,温带成分不断增加,中部呈现出明显过渡性。

## 参考文献:

- [1] 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. Application value analysis and protection countermeasures of bryophyte resources in China[J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 2004, 24(8): 1 555-1 559.
- [2] 衣艳君. 山东省苔藓植物的生物多样性特征及保护[J]. 国土与自然资源研究, 2001, (3): 70-71.  
YI Y J. Biodiversity characteristics and protection of bryo-

phytes in Shandong Province[J]. *Territory & Natural Resources Study*, 2001, (3): 70-71.

- [3] 曹同,高谦,付星,等. 苔藓植物的生物多样性及其保护[J]. 生态学杂志, 1997, 16(2): 47-52.  
CAO T, GAO Q, FU X, et al. The biodiversity of bryophytes and its protection[J]. *Chinese Journal of Ecology*, 1997, 16(2): 47-52.
- [4] 吴鹏程,贾渝. 中国——濒危苔藓植物的现状及其保护研究[C]//面向 21 世纪的科技进步与社会经济发展(上册); 中国科学技术出版社, 1999: 352.

- [5] PATIÑO J, VANDERPOORTEN A. Bryophyte biogeography[J]. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 2018, **37**(2-3): 175-209.
- [6] 贾渝, 何思. 中国生物物种名录(第1卷 植物: 苔藓植物)[M]. 北京: 科学出版社, 2013.
- [7] 李振基, 吴小平, 陈小麟, 等. 江西九岭山自然保护区科学考察报告[M]. 北京: 科学出版社, 2008.
- [8] 高谦. 中国苔藓志(第一卷)[M]. 北京: 科学出版社, 1994.
- [9] 高谦. 中国苔藓志(第二卷)[M]. 北京: 科学出版社, 1996.
- [10] 黎兴江. 中国苔藓志(第三卷)[M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [11] 黎兴江. 中国苔藓志(第四卷)[M]. 北京: 科学出版社, 2006.
- [12] 吴鹏程, 贾渝. 中国苔藓志(第五卷)[M]. 北京: 科学出版社, 2011.
- [13] 吴鹏程. 中国苔藓志(第六卷)[M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [14] 胡人亮, 王幼芳. 中国苔藓志(第七卷)[M]. 北京: 科学出版社, 2005.
- [15] 吴鹏程, 贾渝. 中国苔藓志(第八卷)[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [16] 高谦. 中国苔藓志(第九卷)[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- [17] 高谦. 中国苔藓志(第十卷)[M]. 北京: 科学出版社, 2008.
- [18] 吴德邻, 张力. 广东苔藓志[M]. 广州: 广东科技出版社, 2013.
- [19] 中国科学院昆明植物研究所. 云南植物志(第十七卷)[M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [20] The Biodiversity Committee of Chinese Academy of Sciences Catalogue of Life China: 2021 Annual Checklist, Beijing, China.
- [21] 徐国良, 曾晓辉. 九连山自然保护区苔藓植物区系研究[J]. 热带作物学报, 2021, **42**(7): 2 094-2 101.  
XU G L, ZENG X H. A study on the bryophyte flora of Jiulianshan Nature Reserve[J]. *Chinese Journal of Tropical Crops*, 2021, **42**(7): 2 094-2 101.
- [22] 严雄梁, 季梦成, 吴璐璐. 江西省际阳峰自然保护区苔藓植物区系研究[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2010, **36**(3): 348-354.  
YAN X L, JI M C, WU L L. Study on the bryophytes flora of Yangjifeng Nature Reserve in Jiangxi Province[J]. *Journal of Zhejiang University (Agriculture and Life Sciences)*, 2010, **36**(3): 348-354.
- [23] 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. Study on the bryophytes flora of Tongbaoshan Nature Reserve[J]. *Journal of Nanchang University (Natural Science)*, 2018, **42**(3): 263-269.
- [24] 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. The bryophytes flora of Taohongling Sika Deer Nature Reserve[J]. *Journal of Nanchang University (Natural Science)*, 2017, **41**(1): 83-89.
- [25] 季梦成, 陈拥军, 王静. 马头山自然保护区苔藓植物区系研究[J]. 山地学报, 2002, **20**(4): 401-410.  
JI M C, CHEN Y J, WANG J. Study on the bryophytes flora of Matou Mountain Nature Reserve[J]. *Journal of Mountain Research*, 2002, **20**(4): 401-410.
- [26] 蔡奇英, 王保忠, 石伟, 等. 鄱阳湖湿地苔藓植物区系及分布[J]. 湿地科学, 2016, **14**(5): 665-670.  
CAI Q Y, WANG B Z, SHI W, et al. The flora and distribution of bryophytes in Poyang Lake wetland[J]. *Wetland Science*, 2016, **14**(5): 665-670.
- [27] 蔡奇英, 赵帆, 刘以珍, 等. 南昌市城区苔藓植物区系[J]. 南昌大学学报(理科版), 2014, **38**(2): 182-186.  
CAI Q Y, ZHAO F, LIU Y Z, et al. The bryophyte flora of Nanchang City[J]. *Journal of Nanchang University (Natural Science)*, 2014, **38**(2): 182-186.
- [28] 吴鹏程. 苔藓植物生物学[M]. 北京: 科学出版社, 1998.
- [29] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型[J]. 云南植物研究, 1991, (4): 1-139.  
WU Z Y. Distribution types of seed plant genera in China[J]. *Yunnan Botanical Research*, 1991, (4): 1-139.
- [30] 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 distribution type system of seed plant family in the world[J]. *Yunnan Botanical Research*, 2003, **25**(3): 245-257.
- [31] 吴征镒. 《世界种子植物科的分布区类型系统》的修订[J]. 云南植物研究, 2003, (5): 535-538.  
WU Z Y. Revision of "The Distribution Area Type System of Family Seed Plants in the World"[J]. *Yunnan Botanical Research*, 2003, (5): 535-538.
- [32] 覃俏梅, 吴林芳, 叶华谷, 等. 江西九岭山脉种子植物区系研究[J]. 广西植物, 2021, **41**(3): 470-481.  
QIN Q M, WU L F, YE H G, et al. Study on the seed plant flora of Jiuling Mountains in Jiangxi[J]. *Guihaia*, 2021, **41**(3): 470-481.
- [33] 吴鹏程, 贾渝, 王庆华, 等. 中国苔藓图鉴[M]. 北京: 中国林业出版社, 2017.
- [34] 环境保护部, 中国科学院. 中国生物多样性红色名录-高等植物卷[EB/OL]. (2013-09-02) <https://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bgg/201309/W020130917614244055331.pdf>
- [35] 覃海宁, 杨永, 董壮勇, 等. 中国高等植物受威胁物种名录[J]. 生物多样性, 2017, **25**(7): 696-744.  
QIN H N, YANG Y, DONG S Y, et al. Threatened species list of China's higher plants[J]. *Biodiversity Science*, 2017, **25**(7): 696-744.
- [36] 林草局, 农业农村部. 国家重点保护野生植物名录[EB/OL]. (2021-09-09) [http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-09/09/content\\_5636409.htm](http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-09/09/content_5636409.htm)
- [37] 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. A Study on the flora of seed plants in Jinpen Mountain Nature Reserve in Jiangxi[J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 2016, **36**(11): 2 322-2 331.
- [38] 肖佳伟, 王冰清, 张代贵, 等. 武功山地区种子植物区系研究[J]. 西北植物学报, 2017, **37**(10): 2 063-2 073.  
XIAO J W, WANG B Q, ZHANG D G, et al. Study on the



- seed plant flora of Wugong Mountain Area[J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 2017, **37**(10): 2 063-2 073.
- [39] 孙世峰, 蔡奇英, 蔡美婷, 等. 江西水浆自然保护区苔藓植物区系研究[J]. 西北植物学报, 2021, **41**(4): 703-711.  
SUN S F, CAI Q Y, CAI M T, *et al.* Study on the flora of Bryophytes in Shuijiang Nature Reserve, Jingxi Province[J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 2021, **41**(4): 703-711.
- [40] 张伟清, 吴和平, 罗晓敏, 等. 江西马头山自然保护区石松类和蕨类植物多样性[J]. 南昌大学学报(理科版), 2018, **42**(6): 603-610.  
ZHANG W Q, WU H P, LUO X M, *et al.* The flora and resources of lycophytes and ferns in Matoushan Nature Reserve of Jiangxi Province[J]. *Journal of Nanchang University (Natural Science)*, 2018, **42**(6): 603-610.
- [41] 唐忠炳. 寻乌县种子植物区系及野生果树资源研究[D]. 江西赣州: 赣南师范大学, 2019.
- [42] 姬红利, 詹选怀, 张丽, 等. 幕阜山脉石松类和蕨类植物多样性及生物地理学特征[J]. 生物多样性, 2019, **27**(11): 1 251-1 259.  
JI H L, ZHAN X H, ZHANG L, *et al.* Diversity and biogeographic characteristics of lycophytes and ferns in Mufu Mountains, China[J]. *Biodiversity Science*, 2019, **27**(11): 1 251-1 259.
- [43] 何绍烽. 永丰水浆省级自然保护区种子植物区系及其群落物种多样性研究[D]. 南昌: 江西农业大学, 2020.
- [44] 刘剑锋. 羊狮慕种子植物区系及几种重要野生果树资源成分分析研究[D]. 江西赣州: 赣南师范大学, 2020.

(编辑: 潘新社)

## Introduction of the Plant Front Cover: *Gymnocarpus przewalskii*

*Gymnocarpus przewalskii* Bunge ex Maxim. belongs to *Gymnocarpus* of Caryophyllaceae, a rare and endangered ancient Mediterranean relict plant, alias ‘achene caryophyllum’, Perennial deciduous subshrub, 50–100 cm tall. Leaves linear, 5–20 long and 1–1.5 mm wide, sessile, acute apex, contracted base, fleshy, waxy layer on surface, glabrous, no obvious veins. Stipules membranous, scaly. Opposite or alternate leaves. Stems exist in two forms, erect or tortuous, with inflated nodes and multi-branch. The bark of old branches is gray-brown and cracked, young branches red-brown. Hermaphrodite flowers with red and yellow-green colors, petals absent, outer transparent white bracts covered. 5 sepals with lanceolate, apex awned, wide transparent membranous margin, covered pubescent. 10 stamens, 5 for each of the inner and outer rounds, in which only the inner stamens have anthers, and the outer anthers are aborted, anther ellipsoid, longitudinally dehiscent. Superior ovary, subglobose, 1 ovule; Cymes axillary, composed of 5–15 single flowers, approximate 4 days flowering period for single flower and 30–36 days for population. Achenes persistent. Small, brown and oblong seeds, ca. 0.5 mm in diameter, low seed setting rate. Obvious taproot, ca. 4 m long, well-developed lateral root with less root hair. Flowering from May to June and fruiting from July to August.

*Gymnocarpus przewalskii* is endemic species in China, mainly distributed in Xinjiang, Gansu, Hexi Corridor, central and western Inner Mongolia, Ningxia, Qinghai and other places, which was identified as National first-class key protected plants in 1997. This species has the characteristics of drought, wind erosion and sand burial resistance, salt-alkali and barren tolerance. It is one of the important constructive species in rocky desert areas, and has positive effects on preventing soil desertification and maintaining ecosystem balance in desert areas. Meanwhile, as a rare relict species of the ancient Mediterranean xerophytic flora in the desert region of central Asia, it has very important scientific value for researching the formation, development, climate change of deserts and floristic origin of xerophytes in northwest China.

(GAO Runhong, YANG Haifeng)