

# 浙江省清凉峰自然保护区苔藓植物区系成分研究

程丽媛<sup>1</sup>, 曹 同<sup>1</sup>, 张宏伟<sup>2</sup>, 于 晶<sup>1\*</sup>

(1 上海师范大学 生命与环境科学学院, 上海 200234; 2 浙江清凉峰国家级自然保护区管理局, 浙江临安 311321)

**摘 要:**通过对 2013~2014 年于清凉峰自然保护区采集的 1 500 余份苔藓植物标本进行鉴定和文献研究, 统计分析清凉峰自然保护区苔藓植物种类组成, 区系地理成分及特点, 并对该地区与相邻 8 个地区藓类植物的丰富度系数比较和相似性系数比较, 以明确该地区苔藓植物不同的生态分布类型, 揭示浙江清凉峰保护区苔藓植物多样性的变化规律。结果表明: (1) 浙江省清凉峰国家自然保护区苔藓植物共有 62 科 143 属 337 种(包括 3 个变种), 其中苔类植物 20 科 29 属 49 种, 藓类植物 42 科 114 属 288 种。(2) 藓类植物的优势科 9 个、优势属 16 个。(3) 该地区苔藓植物区系成分主要以东亚成分为主(占总种数 41.84%), 温带成分次之(占总种数 28.57%), 热带成分再次之(占总种数 20.74%)。(4) 浙江清凉峰自然保护区苔藓植物区系与浙江省境内的金华山、大盘山、天目山和凤阳山的亲缘关系较为密切。(5) 浙江清凉峰自然保护区苔藓植物生态分布类型复杂多样, 以石生类型(占总标本数的 47.09%)最多, 其次为岩面土生(占总标本数的 27.68%)和土生(占总标本数的 12.85%)类型。

**关键词:** 苔藓植物; 区系; 清凉峰; 浙江

中图分类号: Q948.5

文献标志码: A

## Studies on Flora of Bryophytes in Qingliangfeng National Reserve, Zhejiang Province

CHENG Liyuan<sup>1</sup>, CAO Tong<sup>1</sup>, ZHANG Hongwei<sup>2</sup>, YU Jing<sup>1\*</sup>

(1 College of Life & Environmental Sciences, Shanghai Normal University, Shanghai 200234, China; 2 Qingliangfeng National Reserve, Lin'an, Zhejiang 311321, China)

**Abstract:** Based on identification of collections of 1 500 bryophyte samples and literature survey, we analyzed bryological composition and floristic characteristics in Qingliangfeng National Nature Reserve, Zhejiang Province. The species richness comparison and similarity coefficients of the area with the other eight regions of mosses were discussed. The ecological habitats of the bryophytes were also introduced. The results showed: (1) 62 families, 143 genera and 337 species (including three variants) from Qingliangfeng National Reserve are reported. Among them, 49 species and 29 genera belonging to 20 families are liverworts, 288 species and 114 genera belonging to 42 families are mosses. (2) There are nine dominant families and 16 dominant genera all belonging to mosses in the area. (3) The floristic types of bryophytes in the reserve showed that East Asia element is dominant, up to 41.84% of the total species and followed by temperate element with 28.57% of the total species. Tropical is the third with 20.74% of all. (4) The bryoflora of Qingliangfeng National Reserve is more closely related to Tianmu Mountain, Dapan Mountain, Jinhua Mountain and Fengyang Mountain which are in Zhejiang Province. (5) The ecological distribution types of bryophytes are complicated and the most common type is on rock (47.09% of the total number of samples), soil on rock (27.68% of the total number of samples) and soil type (12.85% of the total number of samples) is the second. Therefore, establishing nature reserve plays an important role in researching and for

收稿日期: 2015-07-20; 修改稿收到日期: 2015-12-29

基金项目: 国家自然科学基金(31570208); 上海师范大学校前瞻性预研项目(DYL201503)

作者简介: 程丽媛(1990—), 女, 在读硕士研究生, 主要从事苔藓植物分类学研究。E-mail: 812585831@qq.com

\* 通信作者: 于 晶, 副教授, 主要从事苔藓植物生态学、分子遗传学等方面的研究。E-mail: yujing@shnu.edu.cn

conservation of bryophytes in Zhejiang Province.

**Key words:** bryophytes; flora; Qingliangfeng; Zhejiang

苔藓植物是绿色植物界细小、构造上相对简单的类群,是种类上仅次于种子植物的高等植物家族的一员。现已知全世界共有苔藓植物 13 纲 199 科,1 259 属,18 100 余种,其中,角苔(*Anthocerotophyta*)植物门有 2 纲 5 科 14 属 300 多种;苔类(*Marchantiophyta*)植物门有 3 纲 83 科 391 属 5 000 种左右;藓类(*Bryophyta*)植物门有 8 纲 111 科 854 属约 12 800 种<sup>[1-2]</sup>。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,角苔类植物 4 科 8 属 26 种,藓类植物 86 科 431 属近 1 945 种<sup>[3]</sup>。浙江省苔类植物有 33 科 73 属 249 种 4 亚种 6 变种 2 变型<sup>[4]</sup>,藓类植物有 45 科 222 属 694 种 8 亚种 27 变种<sup>[5]</sup>。

本研究地区清凉峰自然保护区苔藓植物研究极其薄弱,仅有《安徽歙县清凉峰自然保护区苔藓植物区系研究》<sup>[6]</sup>1 篇报道。浙江省境内清凉峰自然保护区目前相关苔藓植物研究尚无报道,本研究目的在于揭示浙江清凉峰保护区苔藓植物多样性变化规律,以及为浙江省的苔藓植物多样性研究及保护提供一定的数据信息和科学依据。

## 1 自然概况

清凉峰国家自然保护区位于临安市昌化镇。地理坐标:118°52'~119°12'E,30°04'~30°31'N。主峰清凉峰海拔 1 787.4 m,系天目山脉最高峰,也是浙西第一高峰。保护区总面积 11 252 hm<sup>2</sup>,由面积 4 482 公顷的龙塘山森林生态系统区域、面积 5 690 hm<sup>2</sup> 的千顷塘野生梅花鹿区域、面积 1 080 hm<sup>2</sup> 的顺溪坞珍稀植物区域三大块组成。保护区气候复杂,横跨亚热带和温带两个季风带,季风性气候明显,植被带景观垂直层次分明。全年降水量在 1 500~1 900 mm,相对湿度在 78%~82%之间。多年平均气温为 15.80 °C,七月为最热月,历年平均为 28.10 °C,1 月为最冷月,历年平均为 3.40 °C。极端高温 41.90 °C(1996 年 8 月 6 日),极端低温 -13.30 °C(1967 年 1 月 16 日)<sup>[7]</sup>。

## 2 材料和方法

### 2.1 标本采集与鉴定

分别于 2013 年 11 月和 2014 年 4 月期间 2 次对清凉峰保护区苔藓植物的种类、生境、生态等进行

了较详细的调查和标本采集。采集地点涵盖了保护区的大部分海拔范围(155~1 633 m)、三大保护区及周边地区[主要采集地包括:清凉峰管理局大院,龙塘山保护区(十门峡大酒店、马啸、北坡栈道、保护站大院),千顷塘保护区(保护站周边、乐栎峰、天池周边、天池大坝、湖心岛、四合院、小木屋群、别墅群、凉源),顺溪坞保护区]。共采集标本 1 510 份,并通过显微镜和解剖镜进行鉴定。

通过对有关苔藓植物文献资料和工具书籍<sup>[8-18]</sup>的查阅和收集,明确浙江省清凉峰保护区苔藓植物物种组成。并对优势科、属、种的组成成分进行统计分析,将浙江省清凉峰苔藓植物区系成分进行划分,与其他地区进行藓类植物区系比较,以及标本的采集生境统计分析。

### 2.2 藓类植物丰富度比较

统计清凉峰地区与国内其他 8 个地区的藓类植物科、属、种数,按以下公式计算各地区的藓类植物丰富度指数,根据指数大小比较不同地区的藓类植物丰富度。

$$S_j = \frac{1}{m} \cdot \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \frac{X_{ij} - X'_i}{X'_i}$$

式中, $S_j$  表示第  $j$  个地区的苔藓植物丰富度, $X_{ij}$  表示  $j$  个地区第  $i$  个分类单位的数据, $X'_i$  表示第  $i$  个分类单位在  $n$  个地区的平均值。本研究中, $m=3$ (即科、属、种三级分类单位), $n=9$ (即 9 个地区)。

### 2.3 清凉峰与中国其他一些地区藓类植物种的相似性比较

在植物区系地理的比较研究中,通常用种相似性的比较作为指标来分析不同区域植物区系间的亲缘关系。以各地区的物种存在与否构建 0/1 数据表,以此为基础,应用 PAST 2.17 软件中主成分分析模块,生成 9 个地区在物种构成相似关系的二维排序图,根据各地区在排序图上的位置,探讨各地区藓类植物种的相似关系。

## 3 结果与分析

### 3.1 物种组成

通过对清凉峰保护区苔藓植物标本的整理、鉴定和根据《中国生物物种名录——苔藓植物》<sup>[3]</sup>同物异名整理归纳总结,清凉峰自然保护区共有苔藓植物 62 科 143 属 337 种(包括 3 个变种),其中苔类植

物 20 科 29 属 49 种,藓类植物 42 科 114 属 288 种。

3.2 苔藓植物科属种统计分析

3.2.1 优势科的特点 在清凉峰苔藓植物 62 个科中,10 种及以上的科定义为优势科,共 9 科。全为藓类植物,包含 51 属 159 种,分别占总属数和总种数的 35.67% 和 47.16%。其中,金发藓科(Polytrichaceae)、白发藓科(Leucobryaceae)、丛藓科(Pottiaceae)、真藓科(Bryaceae)、提灯藓科(Mniaceae)为顶蒴藓类,蔓藓科(Meteoriaceae)、羽藓科(Thuidiaceae)、青藓科(Brachytheciaceae)和灰藓科(Hypnaceae)为侧蒴藓类。从各优势科所包含的种数来看,顶蒴藓类较侧蒴藓类略占优势。苔类植物中齿萼苔科(Geocalycaceae)含种类最多,仅 2 属,5 种,因此,优势科中无苔类植物。清凉峰苔藓植物优势科的种属统计见表 1。

3.2.2 优势属的特点 在清凉峰苔藓植物 143 属中,含 5 种及以上的定义为优势属,共 16 属,全为藓类植物,占总属数的 11.19%。其中真藓属(*Bryum*)含 18 种最多,青藓属(*Brachythecium*)含 16 种次之,其它 14 属所含种数均在 5~10 种之间。优势属中无苔类植物。清凉峰苔藓植物优势属及种的统计见表 2。

3.3 清凉峰自然保护区苔藓植物区系地理成分分析

根据贾渝的《中国生物物种名录》、唐艳雪<sup>[19]</sup>、李祖凰<sup>[20]</sup>等文献书籍并结合清凉峰自然保护区苔藓植物区系地理成分本身的特点分析,将清凉峰自然保护区苔藓植物的地理分布类型可划分为世界广布成分、北温带成分、泛热带成分、旧世界温带成分、旧世界热带成分、东亚-北美分布成分、东亚成分和中国特有成分 8 种类型(表 3)。其中,世界广布的种有 43 种,代表种有地钱(*Marchantia polymorpha*)、扭口藓(*Barbula unguiculata*)、真藓(*Bryum argenteum*)等;北温带分布的种有 38 种,代表种有

曲尾藓(*Dicranum scoparium*)、细叶小羽藓(*Haplcladium microphyllum*)、弯叶灰藓(*Hypnum hamulosum*)等;泛热带分布的种有 25 种,代表种有节茎曲柄藓(*Campylopus umbellatus*)、新丝藓(*Neodictyella pendula*)、刀叶树平藓(*Homaliodendron scalpellifolium*)等;旧世界温带分布的种有 30 种,代表种有白发藓(*Leucobryum glaucum*)、黄牛毛藓(*Ditrichum pallidum*)、阔叶棉藓(*Plagiothecium platyphyllum*)等;旧世界热带分布的种有 36 种,代表种有四齿异萼苔(*Heteroscyphus argulus*)、暖地大叶藓(*Rhodobryum giganteum*)、羊角藓(*Herpetineuron toccoe*)等;东亚分布的种有 123 种,代表种有暖地泥炭藓(*Sphagnum junghuhnianum*)、狭叶缩叶藓(*Ptychomitrium linearifolium*)、东亚仙鹤藓(*Atrichum yakushimense*)等;

表 2 清凉峰苔藓植物优势属数据统计(≥5 种)

Table 2 The data of dominant genera of bryophytes (≥5 species) in Qingliangfeng Natural Reserve

属名 Genera	种数 No. of species	占总种数的百分比 Percentage/%
曲柄藓属 <i>Campylopus</i>	8	2.37
白发藓属 <i>Leucobryum</i>	5	1.48
凤尾藓属 <i>Fissidens</i>	8	2.37
对齿藓属 <i>Didymodon</i>	5	1.48
毛口藓 <i>Trichostomum</i>	6	1.78
缩叶藓 <i>Ptychomitrium</i>	6	1.78
真藓属 <i>Bryum</i>	18	5.34
匐灯藓属 <i>Plagiomnium</i>	5	1.48
藓属 <i>Macromitrium</i>	5	1.48
鹤嘴藓属 <i>Pelekium</i>	7	2.08
青藓属 <i>Brachythecium</i>	16	4.75
绢藓属 <i>Entodon</i>	9	2.67
灰藓属 <i>Hypnum</i>	8	2.37
梳藓属 <i>Ctenidium</i>	5	1.48
小金发藓 <i>Pogonatum</i>	7	2.08
仙鹤藓属 <i>Atrichum</i>	5	1.48
总计 Total	123	36.47

表 1 清凉峰苔藓植物优势科数据统计(≥10 种)

Table 1 The data of dominant families of bryophytes(≥10 species) in Qingliangfeng Natural Reserve

优势科 Dominant families	所含属数 No. of genera	占总属数百分比 Percentage/%	所含种数 No. of species	占总种数百分比 Percentage/%
金发藓科 Polytrichaceae	3	2.10	14	4.15
白发藓科 Leucobryaceae	3	2.10	14	4.15
丛藓科 Pottiaceae	12	8.39	27	8.01
真藓科 Bryaceae	4	2.79	23	6.82
提灯藓科 Mniaceae	5	3.50	12	3.56
蔓藓科 Meteoraceae	9	6.29	15	4.45
羽藓科 Thuidiaceae	4	2.80	15	4.45
青藓科 Brachytheciaceae	6	4.20	23	6.82
灰藓科 Hypnaceae	5	3.50	16	4.75
总计 Total	51	35.67	159	47.16

东亚-北美间断分布的种有 16 种,代表种有小蛇苔(*Conocephalum japonicum*)、毛尖紫萼苔(*Crimmia pilifera*)、拳叶灰苔(*Hypnum circinale*)等;中国特有分布的种有 26 种,代表种有圆叶疣叶苔(*Horikawaiella rotundi*)、云南变齿苔(*Zygodon yunnanensis*)、小青苔(*Brachythecium perminusculum*)等。除世界广布成分外,清凉峰苔藓植物主要以东亚成分(占总种数 41.84%)为主,温带成分(为北温带成分+旧世界温带成分+东亚-北美成分,占总种数 28.57%)次之,热带成分(为旧世界热带成分+泛热带成分,占总种数 20.74%)再次之。总体上是温带性的,东亚分布类型占重要位置,有 123 种,占总种数的 41.84%,其中,中国-日本成分 35 种,占总种数的 11.90%。反映了浙江省植物区系具有浓厚的东亚色彩,同时,也反映了中国和日本在苔藓植物起源上的密切联系。热带成分比例也很高,说明保护区的亚热带地理位置特点明显。

3.4 与其他已调查地区间的比较

3.4.1 与其他 8 个地区藓类植物物种丰富度比较

为了进一步了解清凉峰苔藓植物区系的特点,本

研究通过查阅文献资料和数据收集,选取了 8 个山区与其进行藓类植物物种多样性方面的比较及分析其原因。本研究只进行了藓类植物的比较一方面是因为清凉峰地区苔类植物采集较少,名录有可能并不完整;另一方面其他几个地区的苔类植物名录也并不完整。从研究的严谨性角度来说,只进行藓类植物的区系比较尚较稳妥。其中浙江省地区包括天目山、大盘山、金华山、凤阳山,其他地区包括安徽黄山、四川峨眉山、贵州雷公山、陕西佛坪(表 4)。

区域内涉及科、属、种的丰富度是衡量一个地区植物类群的环境条件、群落结构以及群落发育程度的重要指标,对清凉峰的藓类植物区系与国内其他 9 个地区的区系资料进行比较结果见表 5。经统计分析得出:安徽黄山、四川峨眉山物种丰富度最高,陕西佛坪、贵州雷公山、浙江清凉峰物种丰富度次之,其余依次为浙江天目山、浙江大盘山、浙江凤阳山,浙江金华山丰富度最低。清凉峰自然保护区排列第 5,综合系数( $S_i$ )为 0.043,丰富度较高,与其地理位置有关,清凉峰地处华东长江流域,亚热带季风气候,终年潮湿多雨,植被类型丰富,亚热带森林小

表 3 清凉峰苔藓植物地理区系成分

Table 3 The geographical elements of bryophytes in Qingliangfeng Natural Reserve

地理区系成分 Geographical element		种数 No. of species	比例 Percentage/%
世界广布	Cosmopolitan element	43	—
北温带分布	North temperate element	38	12.93
泛热带分布	Pantropic element	25	8.50
旧世界温带分布	Old world temperate element	30	10.20
旧世界热带分布	Old world tropical element	36	12.24
东亚-北美分布	East Asia-North America disjunctive element	16	5.44
	东亚广泛分布 East Asian element	79	26.87
东亚分布 East Asia element	中国-日本分布 Sino- Japanese element	35	11.90
	中国-喜马拉雅分布 Sino- Himalayan element	8	2.72
	喜马拉雅-日本分布 Himalayan- Japanese element	1	0.34
中国特有分布	Endemic to China	26	8.84

表 4 9 个地区地理位置及气候特点

Table 4 The geographical information and climate zones of nine sites

地区 Area	经度 Longitude	纬度 Latitude	最高峰 Peak/m	气候类型 Climate
浙江清凉峰 Qingliangfeng	118°52'~119°12'	30°04'~30°31'	1 787.4	亚热带季风气候 Subtropical monsoon climate
浙江天目山 Tianmu Mountain	119°24'~119°27'	30°18'~30°21'	1 506	亚热带季风气候 <sup>[21]</sup> Subtropical monsoon climate
浙江大盘山 Dapan Mountain	120°28'~120°33'	28°57'~29°01'	1 246	亚热带季风气候区 <sup>[22]</sup> Subtropical monsoon climate
浙江金华山 Jinhua Mountain	119°38'	29°13'	1 312	亚热带山地季风气候 <sup>[23]</sup> Subtropical mountain monsoon climate
浙江凤阳山 Fengyang Mountain	119°11'	27°55'	1 921	亚热带湿润气候 <sup>[24]</sup> Humid subtropical climate
安徽黄山 Mountain Huang	118°01'~118°13'	30°01'~30°11'	1 864.8	亚热带季风气候 <sup>[25]</sup> Subtropical monsoon climate
四川峨眉山 Emei Mountain	103°10'~103°37'	29°16'~29°43'	3 099	中亚热带湿润季风气候 <sup>[26]</sup> Subtropical humid monsoon climate
贵州雷公山 Leigong Mountain	108°05'~108°24'	26°15'~26°32'	2 178.8	中亚热带季风气候 <sup>[27]</sup> In the subtropical monsoon climate
陕西佛坪 Foping	107°40'~107°55'	33°33'~33°46'	2 904	山地暖温带过渡气候 <sup>[28]</sup> Mountain temperate transitional climate

表 5 清凉峰与其他 9 个地区藓类植物丰富度的比较

Table 5 Comparison of species abundance of mosses between Qingliangfeng and other areas

地区 Area	科数 No. of families	属数 No. of genera	种数 No. of species	科丰富度指数 Abundance index of family	属丰富度指数 Abundance index of genus	种丰富度指数 Abundance index of species	综合系数 S <sub>i</sub>	排序 Order
浙江清凉峰 Qingliangfeng	42	114	288	0.036	0.039	0.055	0.043	5
浙江天目山 Tianmu Mountain	39	117	238	0.091	0.048	-0.118	0.007	6
浙江大盘山 Dapan Mountain	29	83	175	-0.209	-0.295	-0.392	-0.298	7
浙江金华山 Jinhua Mountain	24	61	120	-0.318	-0.358	-0.465	-0.381	9
浙江凤阳山 Fengyang Mountain	32	78	122	-0.127	-0.304	-0.550	-0.327	8
安徽黄山 Mountain Huang	46	135	401	0.200	0.175	0.556	0.310	1
四川峨眉山 Emei Mountain	40	164	354	0.199	0.355	0.230	0.262	2
贵州雷公山 Leigong Mountain	40	123	333	0.145	0.120	0.289	0.185	4
陕西佛坪 Foping	37	129	355	0.088	0.220	0.395	0.234	3

表 6 9 个地区藓类植物共有种及种相似性系数矩阵表

Table 6 The matrix table of numbers of shared species of mosses and their similarity coefficients of the 9 areas

	QLF	TMS	DPS	JHS	FYS	HS	EMS	LGS	FP
QLF	—	19.67	19.39	18.00	18.13	20.90	20.73	21.88	21.16
TMS	19.67	—	18.52	16.70	16.06	21.90	20.80	21.77	20.42
DPS	19.39	18.52	—	16.24	15.52	22.47	21.02	20.85	21.30
JHS	18.00	16.70	16.24	—	14.66	21.28	19.69	20.85	20.10
FYS	18.13	16.06	15.52	14.66	—	20.24	19.00	20.05	19.77
HS	20.90	21.90	22.47	21.28	20.24	—	22.38	22.53	21.61
EMS	20.73	20.80	21.02	19.69	19.00	22.38	—	22.02	20.68
LGS	21.88	21.77	20.85	20.85	20.05	22.53	22.02	—	21.97
FP	21.16	20.42	21.30	20.10	19.77	21.61	20.68	21.97	—

注:QLF. 清凉峰;TMS. 天目山;DPS. 大盘山;JHS. 金华山;FYS. 凤阳山;HS. 黄山;EMS. 峨眉山;LGS. 雷公山;FP. 佛坪。下同。

Note:QLF. Qingliangfeng;TMS. Tianmu Mountain;DPS. Dapan Mountain;JHS. Jinhua Mountain;FYS. Fengyang Mountain;HS. Mountain Huang;EMS. Emei Mountain;LGS. Leigong Mountain;FP. Foping. The same as blow.

生境多样,成为苔藓植物最为丰富的地区之一。

3.4.2 与其他 8 个地区藓类植物相似性系数比较

根据清凉峰与其他 8 个地区种的存在情况,应用欧氏距离系数公式计算得到 9 个地区藓类植物物种构成的欧氏距离系数表(表 6),主成分分析结果见图 1。表 6 和图 1 显示了相同的结果。从排序图上可以发现,清凉峰与浙江省境内的天目山、大盘山、金华山和凤阳山的位置相对较近,说明它们的藓类植物构成相似,这可能与其较近的地理环境和相似的植被类型、地理环境和气候类型有关;而与峨眉山、佛坪、黄山相似性较低,与雷公山的相似性最低,这几个地区都与清凉峰的植被、地理环境和气候类型有较明显差异。

3.5 清凉峰自然保护区苔藓植物生态分布类型分析

清凉峰自然保护区生态环境复杂多样,生境对植物分布有重要影响,一定区域生境多样性决定了该地区苔藓植物的生态分布类型的多样化。通过对此地区采集的苔藓植物标本生境的统计分析可以看出,苔藓植物生态分布类型有石生、岩面土生、土生、树生、沼泽地生、砖生、水泥板生、屋瓦生共 8 种生

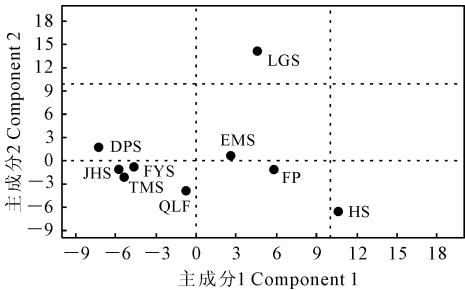


图 1 清凉峰与其他地区间藓类植物区系种相似性的二维排列

Fig. 1 Two dimensional arrangement of the similarity of species of mosses between Qingliangfeng and other areas 境,其中以石生类型最多,占采集苔藓植物标本总数的 47.09%,岩面土生和土生类型次之,各占 27.68%和 12.85%(表 7)。

4 讨 论

经过对浙江省清凉峰自然保护区苔藓植物的野外采集及实验室鉴定,现知该地区苔藓植物共 62 科 143 属 337 种(包括 3 个变种),其中苔类植物

表 7 清凉峰苔藓植物生态分布类型  
Table 7 The ecological distribution types of bryophytes  
in Qingliangfeng Natural Reserve

生态类型 Ecological type	标本数 No. of specimens	百分比 Percentage/%
石生 On rocks	711	47.09
岩面土生 Soil over rocks	418	27.68
土生 On soils	194	12.85
树生 On trees	142	9.40
沼泽地生 In bogs	22	1.46
砖生 On bricks	16	1.06
水泥板生 On cements	5	0.33
屋瓦生 On roof tiles	2	0.13

20 科 29 属 49 种,藓类植物 42 科 114 属 288 种。苔藓植物的优势科属中,均以藓类植物为主,这一特点与浙江天目山、金华山、大盘山、凤阳山相似<sup>[21-24]</sup>。

参考文献:

[1] GOFFINET B, SHAW A J. Bryophyte Biology (Second Edition)[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2009: 565.

[2] 曹同, 郭水良, 姜玉霞, 等. 苔藓植物多样性及其保护[M]. 北京: 中国林业出版社, 2011.

[3] 贾渝, 何思. 中国生物物种名录(第 1 卷苔藓植物)[M]. 北京: 科学出版社, 2013.

[4] ZHU R L, SO M L, YEL X. A synopsis of the hepatic flora of Zhejiang, China[J]. *J. Hattori Bot. Lab.*, 1998, 84: 159-174.

[5] LIU Y, CAO T, GUO S L. The mosses of Zhejiang Province, China: an annotated checklist[J]. *Arctoa*, 2005, 14: 95-133.

[6] 郑维发. 安徽歙县清凉峰自然保护区苔藓植物区系研究[J]. 徐州师范学院学报·自然科学版, 1993, 11(1): 39-43.

ZHENG W F. A Floristic study on bryophytes of Qingliangfeng Natural Preserve of Shexian County, Anhui Province[J]. *Journal of Xuzhou Teachers College*, 1993, 11(1): 39-43.

[7] 王国新, 杨晓娜, 苏飞. 临安市山地气候旅游资源时空分布特征[J]. 浙江农业大学学报, 2015, 32(2): 298-307.

WANG G X, YANG X N, SU F. Spatial-temporal distribution of mountain-climate tourism resources in Lin'an, China[J]. *Journal of Zhejiang A&F University*, 2015, 32(2): 298-307.

[8] 高谦. 中国苔藓志(第 1 卷)[M]. 北京: 科学出版社, 1994.

[9] 高谦. 中国苔藓志(第 2 卷)[M]. 北京: 科学出版社, 1996.

[10] 黎兴江. 中国苔藓志(第 3 卷)[M]. 北京: 科学出版社, 2000.

[11] 黎兴江. 中国苔藓志(第 4 卷)[M]. 北京: 科学出版社, 2006.

[12] 吴鹏程, 贾渝. 中国苔藓志(第 5 卷)[M]. 北京: 科学出版社, 2011.

[13] 吴鹏程. 中国苔藓志(第 6 卷)[M]. 北京: 科学出版社, 2002.

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

[15] 吴鹏程, 贾渝. 中国苔藓志(第 8 卷)[M]. 北京: 科学出版社, 2004.

[16] 高谦, 吴玉环. 中国苔纲和角苔纲植物属志[M]. 北京: 科学出版社, 2010.

[17] 吴征镒. 云南植物志(第 17 卷)[M]. 北京: 科学出版社, 2000.

[18] 高谦, 赖明洲. 中国苔藓植物图鉴[M]. 台北: 南天书局, 2003.

[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.

这一结果与这些地区所处的中热带偏北的地理位置有关,其次,清凉峰自然保护区由 3 个片区组成,相对于一般的自然保护区,受人为干扰影响的因素可能更强烈,而调查的区域有不少处于人为活动的环境,植被保护得比较好的区域由于海拔高、地势陡峭而较少布点,这也在一定程度上影响了苔类标本采集的系统性。在清凉峰地区与其他 8 个地区的区系比较过程中,目前仅计算了物种构成的距离系数,并生成了主成分分析图,在今后的研究中,可以考虑以地理坐标为变量,计算各地区之间在地理位置上相似系数,构建地理坐标相似系数矩阵,再计算地理坐标相似系数与物种构成相似系数矩阵之间的相关系数,并进行显著性检测,从而可以更深入地探讨地理因素对苔藓植物物种构成的影响。

[20] 李祖凤. 四川省贡嘎山藓类植物区系地理与群落研究[D]. 上海: 上海师范大学, 2012.

[21] 汪岱华, 王幼芳, 左勤, 等. 浙江西天目山 30 年来苔藓物种多样性变化[J]. 生物多样性, 2013, 21(2): 170-176.

WANG D H, WANG Y F, ZUO P, et al. Comparison of bryophyte diversity in West Tianmu Mountain from 1977 to 2011[J]. *Biodiversity Science*, 2013, 21(2): 170-176.

[22] 陈家伟, 俞英, 陈子林, 等. 浙江大盘山国家级自然保护区藓类植物区系研究[J]. 南京林业大学学报·自然科学版, 2009, 33(1): 74-78.

CHEN J W, YU Y, CHEN Z L, et al. Moss Flora of Dapanshan National Nature Reserve, Zhejiang Province, China[J]. *Journal of Nanjing Forestry University (Nat. Sci. Edi.)*, 2009, 33(1): 74-78.

[23] 郭水良, 曹同. 浙江省金华山苔藓植物区系初报[J]. 浙江师大学报·自然科学版, 2001, 24(1): 55-61.

GUO S L, CAO T. Preliminary report of bryoflora from Jinhua Mountain, Zhejiang Province, China[J]. *Journal of Zhejiang Normal University (Nat. Sci. Edi.)*, 2001, 24(1): 55-61.

[24] 张雪, 朱瑞良. 浙江凤阳山自然保护区苔藓植物区系的研究[J]. 广西植物, 1997, 17(3): 220-223.

ZHANG X, ZHU R L. The bryoflora of Fengyangshan Nature Reserve in Zhejiang Province, China[J]. *Guihaia*, 1997, 17(3): 220-223.

[25] 吴明开, 张小平, 曹同. 黄山与 11 个代表性山区的藓类植物区系统计分析[J]. 广西植物, 2011, 31(1): 59-63.

WU M K, ZHANG X P, CAO T. Statistic analysis of moss flora between the Mt. Huangshan and other eleven mountains[J]. *Guihaia*, 2011, 31(1): 59-63.

[26] 裴林英. 峨眉山藓类植物区系的研究[D]. 济南: 山东师范大学, 2006.

[27] 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.

[28] 李粉霞. 佛坪自然保护区苔藓植物的物种及生态系统多样性[D]. 上海: 华东师范大学, 2006.

(编辑: 潘新社)