

贵州红水河谷地区苔藓植物区系研究

熊源新¹, 闫晓丽²

(1. 贵州大学 生命科学学院, 贵阳 550025; 2. 中国科学院 成都生物研究所, 成都 610041)

摘要: 对贵州红水河谷地区的 500 余号苔藓植物标本进行了调查、采集和分类鉴定, 得到苔藓植物 36 科, 78 属, 204 种(包括 8 亚种 4 变种和 1 变型)。其中藓类植物 23 科 60 属 163 种, 苔类植物 13 科 18 属 41 种。为贵州增加新记录 5 种。划为 13 种类型。其中具热带性质的区系成分最丰富, 占总数的 38.02%, 构成该区苔藓植物区系成分的主体; 具温带性质的成分占总数的 33.85%; 东亚成分、特有成分、东亚—北美成分占该区的 1.56%。选择 9 个地区, 通过属和种的相似性系数全面比较, 表明该地区与同纬度茂兰自然保护区苔藓植物的相似性最高, 关系最密切; 与低纬度鼎湖山的相似性较高, 关系较近; 与高纬度小五台山和长白山相似性最低, 关系最远。还统计了各地区的植物区系谱, 分析该地区与其它地区的藓类植物区系关系。并着重就该区的热带边缘性的特点进行了讨论。

关键词: 苔藓植物; 新记录; 苔藓植物植物区系; 物种多样性

中图分类号: Q948 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2008)01-0037-10

Mosses flora of Red River in Guizhou Province

XIONG Yuan-Xin¹, YAN Xiao-Li²

(1. College of Life Sciences, Guizhou University, Guiyang 550025, China; 2. Chengdu Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, China)

Abstract: The Red River Region has not been investigated systematically. In 2003 and 2004, the author and companions made three bryophytic surveys in this region, and about 500 specimens of bryophytes were collected there. From all these specimens, 36 families, 78 genera and 204 species (including 8 subspecies, 4 varieties and 1 form) are identified, including 5 newly recorded species in Guizhou. According to "The areal-types of Chinese genera of seed plants" by Wu Zheng-yi, 13 type of the bryoflora in this region are recognized. Tropical elements is the most important ones. For considering the relationships between the mossflora of low mountain valley monsoon forest and other mountains, the author selected nine regions. Comparing the similarity coefficient of moss genera and species between this region and other mountains, this region is very close to the Mt. Maolan. While the similarity coefficient between this region and Mt. Changbai is the lowest, so the relation between them is very far.

Key words: bryophyte; new record; moss flora; diversity

红水河是珠江流域西江水系干流, 上游发源于云南省沾益县的南盘江, 在贵州省望谟县蔗香村与北盘江汇合始称红水河, 贵州红水河谷地区(下称该地区)指北盘江下游和南盘江汇合处开始, 至罗甸县大亭乡境内和曹渡河汇合后向南离开黔桂交界处进入广西境内为止的北面贵州境内的地区。该区地处

黔桂交界处, 地理位置 106°11'~107°09' E, 25°10'~25°27' N, 行政区域包括贵州的罗甸、望谟两县。属中低山河谷类型, 海拔 250~600 m, 具典型的南亚热带气候的特点。其主要植被为南亚热带常绿阔叶林, 稀疏灌丛、高禾本草等及近热带性质的天然植被, 在海拔 400 m 以下, 发育了河谷季雨林。

收稿日期: 2006-06-20 修回日期: 2006-12-10

基金项目: 国家自然科学基金(30360006); 贵州省自然科学基金(20023040)[Supported by the National Natural Science Foundation of China (30360006); Natural Science Foundation of Guizhou Province(20023040)]

作者简介: 熊源新(1954-), 男, 湖北武汉人, 教授, 硕士生导师, 国际苔藓植物学会(IAB)会员, 从事苔藓植物学研究多年, 发表学术论文 60 余篇。

该地区的苔藓植物过去未有过系统的调查,在2003~2004年间,笔者对该地区苔藓植物进行了3次野外调查和采集。调查范围主要在北盘江和南盘江双江汇合处的红水河沿岸,包括罗甸县的八茂镇、红水河镇和望漠的蔗香乡。3次共获得苔藓植物标本500余号。

1 苔藓植物种类组成

通过对标本的鉴定,现知该地区共有苔藓植物36科,78属,204种(包括8亚种4变种和1变型)。其中藓类植物23科60属163种,占贵州省藓类植物科的46%,属的27.91%,种的22.67%;苔类植物13科18属41种(熊源新等,1997)。为贵州增加新记录5种。该区的苔藓植物名录见附录。

1.1 科的组成

该地区苔藓植物36科中按各科内所含属的多少统计(表1)。

表1 该地区苔藓植物科的组成

Table 1 Statistics of genera and species according to the number of genera of bryophytes in this region

属数 No. of genera	科数 No. of families	所含属数 No. of genera	种数 No. of species
≥5	5(13.89)	31(39.73)	91(44.61)
4	1(2.78)	4(5.13)	8(3.92)
3	1(2.78)	3(3.85)	4(1.96)
2	11(30.55)	22(28.21)	54(26.47)
1	18(50)	18(23.08)	47(23.04)
合计 Total	36	78	204

注:括号内为百分比,下同。Percentage in the parentheses, the same below.

表2 残存季雨林区苔藓植物优势科排列顺序

Table 2 The species and genera statics of the dominant families of bryophytes in survival monsoon forest

顺序 No.	科名 Family	属数 No. of genera	种数 No. of species
1	丛藓科 Pottiaceae	8	25
2	灰藓科 Hypnaceae	7	15
3	真藓科 Bryaceae	6	20
4	青藓科 Brachytheciaceae	5	16
5	羽藓科 Plagiochilaceae	5	15
合计 Total	5(13.89)	31(39.74)	91(44.61)

该区具有5属以上的优势科共有5个,占该地区科数的13.89%,包含属数为31,占该地区属数的39.74%,所含的种数为91种,占该地区苔藓总数的44.61%。含有2属的科有11个,所含的科属种数分别占该地区的科属种的30.55%、28.21%和

26.47%。具有1属的科有18个,所含的科属种占该地区的50%、23.08%和23.04%。该地区物种具有集中分布于优势科和寡属科中的特点。

1.2 优势科的组成

按各科内所含属的数目的多少为排列依据,其顺序见表2。

从表2看出,5个优势科是以主要分布于温带的丛藓科、青藓科以及分布广泛的真藓科、羽藓科、灰藓科为主。在“科”一级分类阶层上反映出该地域属北半球回归线以北的温带性质。

1.3 属的组成

该区78属苔藓植物,按各属内种的多少统计(表3)。从表3看出,种数大于5种的优势属有13个,16科,占该区属数的16.67%,所含86种占该区种数的42.16%。只含1种的属有37个,占该区属和种的47.44%和18.14%。该区物种具有集中分布于优势属的特点,同时在单种属中也占有很大的比例。

表3 残存季雨林区苔藓植物属的组成

Table 3 The statics of genera and species according to the number of species in survival monsoon rain forest

种 Species	科数 No. of family	属数 No. of genera	种数 No. of species
≥5	16(44.44)	13(16.67)	86(42.16)
4	4(11.11)	7(8.97)	28(13.73)
3	1(2.78)	11(14.10)	33(16.18)
2	5(13.89)	10(12.82)	20(9.80)
1	10(27.78)	37(47.44)	37(18.14)
合计 Total	36	78	204

1.4 优势属的组成

该地区具有5种以上的优势属见表4。

该区13属优势属中,具温带性质的有青藓属、绢藓属、灰藓属、叶苔属共4属;具热带性质的有湿地藓属、石灰藓属、小金发藓属、耳叶苔属共4属;具温带和热带分布的有风尾藓属、匍灯藓属和麻羽藓属共3属;属于广布类型的有真藓属和地钱属共2属。从属分布类型看,优势属中既有温带性质又有热带性质的成分,各为4属,都占有很大的比例。

2 贵州新记录种简介

2.1 矮株叶苔

生于树干基部、岩面薄土。罗甸县,海拔400m,石生,LD04018。其它分布:云南贡山独龙江、西

双版纳。中国特产种。

表 4 残存季雨林区苔藓植物的优势属

Table 4 The dominant genera of bryophytes in survival monsoon rainforest

属名 Genus	种数 No. of species
凤尾藓属 <i>Fissidens</i>	12
真藓属 <i>Bryum</i>	11
青藓属 <i>Brachythecium</i>	7
绢藓属 <i>Entodon</i>	7
湿地藓属 <i>Hyophila</i>	7
匍灯藓属 <i>Plagiomnium</i>	6
灰藓属 <i>Hypnum</i>	6
石灰藓属 <i>Hydrogonium</i>	5
小金发藓属 <i>Pogonatum</i>	5
细鳞苔属 <i>Lejeunea</i>	5
叶苔属 <i>Jungermannia</i>	5
地钱属 <i>Marchantia</i>	5
耳叶苔属 <i>Frullania</i>	5
合计 Total 13 属	86 种

2.2 大萼叶苔

生于林下或路边土壤或岩面薄土。罗甸县,海拔 450 m,石生,LD04034-a。其它分布:云南贡山独龙江、西藏、四川、尼泊尔、锡金、孟加拉国。

表 5 该地区沟谷季雨林区苔藓植物区系成分

Table 5 Elements of the bryophytes in monsoon rain forest

分布区类型 Areal-types	种数 No. of species	百分比 Percentage (%)
1 世界广布 Cosmopolitans*	12(10)	—
热带 Trop.	73(54)	38.02(35.29)
2 泛热带 Pantrop.	9(7)	4.69(4.58)
3 古热带 Paleotrop.	4(3)	2.08(1.96)
4 热带亚洲—热带大洋洲 Trop. Asian and Oceanian	9(6)	4.69(3.92)
5 热带亚洲—热带非洲 Trop. Asian and Trop. African	4(3)	2.08(1.96)
6 热带亚洲—太平洋 Trop. Asian and Atlantic	6(5)	3.13(3.27)
7 热带亚洲 Trop. Asian	41(30)	21.35(19.6)
温带 Temperate	65(49)	33.85(32.03)
8 典型的北温带 Typical North Temperate	35(26)	18.23(16.99)
9 旧大陆温带 Old World Temperate	5(3)	2.60(1.96)
10 温带亚洲 Temperate Asian	25(20)	13.02(13.07)
11 东亚—北美 East Asian and North American	3(3)	1.56(1.96)
12 东亚 East Asian	29(28)	15.10(18.3)
中国—日本 Sino-Japanese	24(23)	12.5(15.03)
中国—喜马拉雅 Sino-Himalayan	5(5)	2.60(3.27)
13 中国特有 Endemic to Cina	22(19)	11.46(12.42)
中国其它特有 Endemic to China	18(16)	9.38(10.46)
中国南部特有 Endemic to South China	4(3)	2.08(1.96)

注: * 未计算入百分比; 括号内示藓类种数和百分比。 Note: * Excluded in the percentage.

卷叶凤尾藓、净口藓、真藓、钝叶匍灯藓、毛地钱、石地钱等。

(2) 泛热带成分: 包括卷叶牛毛藓、卷叶湿地藓、纤枝短月藓、拟扭叶藓卷叶变种、羊角藓、狭叶小羽

2.3 疏叶羽苔

生于树干上。罗甸县,海拔 500 m,树干,LD04034。其它分布:云南贡山独龙江。泰国、尼泊尔、不丹及印度也有。

2.4 鞭枝曲柄藓

生于林下岩面薄土、树干基部或腐木生。罗甸县,海拔 400 m,石生,LD04073-a。其它分布:四川、云南、西藏。中国西南地区特产。

2.5 密枝细羽藓

生于林内石面、腐殖质土、树基或湿土生。采集地及标本号 望谟县,海拔 500 m,土生,WM04029-a。其它分布:四川、昆明、台湾。朝鲜、日本、喜马拉雅地区、印度、泰国和缅甸也有。

3 区系与地理分布研究

3.1 区系成分分析

按照吴征镒(1991)中国种子植物属的分布区类型,划分为 13 种类型(表 5)。

(1) 世界广布成分: 角齿藓、长蒴藓、鳞叶凤尾藓、

藓等。

(3) 古热带成分: 该成分有黄叶凤尾藓、小树平藓、密毛细羽藓等。

(4) 热带亚洲—热带大洋洲成分: 有南亚异萼

苔、双齿裂萼苔、尾尖曲柄藓、大风尾藓、南亚石灰藓、长尖明叶藓、小叶小金发藓等。

(5) 热带亚洲—热带非洲成分: 金黄银藓、偏叶泽藓、红毛细羽藓等。

(6) 热带亚洲—太平洋成分: 南亚白发藓、大叶匍灯藓、南亚假悬藓、平叶偏蒴藓、纤枝同叶藓。

(7) 热带亚洲成分: 有垂叶凤尾藓、花叶湿地藓、湿地藓、近高山真藓、全缘匍灯藓、东亚泽藓、卷叶泽藓、软枝绿锯藓、钝叶树平藓、大麻羽藓、黄绿绢藓、穗枝赤齿藓、矮锦藓、苞叶小金发藓等。

(8) 典型的北温带成分: 该成分主要有黄牛毛藓、牛毛藓、立碗藓、圆叶真藓、黄色真藓、小叶藓、大叶藓、绿羽藓、细叶小羽藓、田野青藓、卷叶灰藓、尖叶灰藓、黄灰藓等。

(9) 旧大陆温带成分: 有短肋青藓、毛灰藓等。

(10) 温带亚洲成分: 有四川真藓、狭叶麻羽藓、纤枝细羽藓、牛舌藓、疏网美喙藓、鳞叶藓等。

(11) 东亚—北美成分: 只有一种为密叶绢藓。

(12) 东亚成分: 本成分因分布中心的不同, 还可分成 2 个分布类型。① 中国—喜马拉雅成分: 有皱蒴短月藓、皱叶麻羽藓、赤茎小锦藓、四川灰藓等。② 中国—日本成分: 有日本曲柄藓、拟小凤尾藓、狭叶湿地藓、芽孢湿地藓、东亚扭口藓、阔叶小石藓、毛尖卷柏藓、东亚羽枝藓、短肋羽藓、斜枝长喙藓、淡叶长喙藓、密叶美喙藓、毛尖青藓、陕西鳞叶藓、暖地明叶藓等。

(13) 特有成分: ① 中国其它特有成分: 短齿牛毛藓、短叶小石藓、四川湿地藓、大叶石灰藓、爪哇石灰藓、舌叶毛口藓、长尖扭口藓、砂生短月藓、粗肋薄罗藓、卷叶叉羽藓等。② 中国南部特有成分: 鞭枝曲柄藓、大坪丝瓜藓、丛生锦藓等。

由表 5 看出, 贵州南部红水河谷地区残存季雨林区苔藓植物的地理成分有 13 种, 具有热带性质的区系成分的苔藓有 73 种, 包括泛热带、古热带、热带亚洲—热带大洋洲、热带亚洲—热带非洲、热带亚洲—太平洋、热带亚洲成分, 占总数的 38.02%, 构成该区苔藓植物区系成分的主体。具有温带性质的种类有 65 种, 含典型的北温带、旧大陆温带、温带亚洲成分, 占总数的 33.85%, 是该区的第二大成分, 占有重要位置。与此相对应的是东亚—北美成分, 只有 3 种, 占该区的 1.56%, 对该区的成分影响小。同时东亚成分和特有成分也占有一定的比例, 分别占该区的 15.1% 和 11.46%。东亚成分中, 中国—日本成分 24 种, 占总数的 12.5%, 中国—喜马拉雅

的成分较少, 只有 5 种, 占 2.6%。由以上数据可知该地区既有热带亚热带成分, 也有温带性质的成分, 两者都占有相当大的比重, 前者要略胜于后者, 说明该地区具有强烈的热带性质, 同时温带成分占有很大的比例, 该区的东亚色彩较为浓厚, 说明苔藓植物起源在中国和日本的历史渊源。较高比例特有成分说明该区区系的特殊性。该区系地理成分复杂, 具有相互渗透的特点, 与该地区地处南亚热带与热带交汇处, 地理纬度较低, 海拔较低的地理位置是一致的。

3.2 该地区与我国其它山区藓类植物区系的关系

3.2.1 相似性比较 为进行植物区系关系程度的分析和确定不同地区植物区系间关系的亲疏程度, 本文选择了 9 个山区进行相似性比较。在进行山区选择时, 充分考虑地理位置和地形条件两种因素对植物区系形成的影响, 为避免地形条件对研究结果的影响, 尽量选择地域面积相近、植被保存相对完整的保护区作为比较对象。统计其共有的属数和种数, 采用相似性系数公式 (W 为共有数, a 为所比区具有数, b 为本区具有数) 计算其属和种的相似性系数 (王荷生, 1992) (表 6)。

(1) 与鼎湖山的比较: 鼎湖山的藓类植物区系以热带、亚热带区系成分的种占绝对优势, 少量的温带区系的种类 (林邦绢等, 1982)。两地区主要以热带成分和少量的温带成分和东亚成分相联系, 它们共有的 22 种中热带成分为 11 种, 占该地区共有种数的 50%, 而温带成分和东亚成分在两地区的共有种分别为 5 种和 4 种。虽然两地区的区系成分均以热带成分的种类为主, 但贵州南部沟谷季雨林地处于我国中亚热带, 具亚热带沟谷季雨林的特性。鼎湖山地处北回归线附近, 属亚热带常绿阔叶林, 是亚热带向热带过渡的林型, 植被表现出热带和亚热带的两重性。该地区的热带种类远不如鼎湖山, 而温带种类要比鼎湖山的丰富。一些具有典型温带性质的藓类, 如密叶绢藓、短柄绢藓、东亚小金发藓只分布在该地区, 而未见于鼎湖山。

(2) 与茂兰的比较: 同其它地区相比, 与茂兰苔藓植物属的相似性系数较高, 种的相似性系数最大, 两地区关系较密切。两地区主要以热带成分和温带成分相联系, 包含一定数量的东亚成分, 共有的 53 种中, 具有热带性质的成分有 19 种, 北温带成分、温带亚洲及旧大陆温带成分在两地区的共有种为 19 种, 东亚成分为 8 种。例如广泛分布于东、西两半球热带的卷叶湿地藓、羊角藓等在上述两地均有分布,

表 6 该地区沟谷季雨林区与我国 9 个山区藓类植物共有种和属相似性系数
Table 6 Number of shared genus and species and their similarity coefficients of moss between survival monsoon rain forest and the other mountain regions in China

地区 Area	科数 No. of family	属数 No. of genus	种数 No. of species	共有属 Shared genus	属相似性系数 Similarity coefficient of genus(%)	共有种 Shared species	种相似性系数 Similarity coefficient of species(%)
贵州红水河地区	23	60	163	—	—	—	—
茂兰	32	112	237	40	46.51	53	26.5
梵净山	30	94	202	32	41.56	26	14.25
长白山	43	145	411	34	33.17	30	10.45
小五台山	27	86	223	28	38.36	23	11.92
沂山	22	63	125	31	50.41	23	15.97
金佛山	40	133	245	43	44.56	44	21.57
九万山	35	101	189	34	42.24	39	22.16
古田山	33	103	236	34	41.72	37	18.55
鼎湖山	26	58	102	31	52.54	22	16.60

但分布在热带的粗茎拟蕨藓在茂兰有分布,而未见于该地区。

(3)与九万山的比较:广西九万山的藓类植物区系主要以东亚和热带成分为主,温带成分次之,该地区的藓类植物区系主要以热带和温带成分为主,东亚成分次之,与该地区的地理成分组成有明显差异,关系较远。两者主要通过热带成分和东亚成分相联系,其中具热带性质的成分有 18 种,东亚成分 9 种,但在九万山藓类植物区系中,约有 7% 的藓类植物是典型的热带成分(贾渝等,1995),而该地区没此特点,该地区的热带种主要是热带地区的广布种。如卷叶湿地藓、南亚白发藓等,而一些典型的热带科如花叶藓科、蕨藓科、毛藓科、金毛藓科在九万山有分布,而未见于该地区。另外,九万山地区存在东亚特有属,台湾藓属、毛枝藓属、小蔓藓属和新悬藓属,而该地区未见东亚特有属的分布。

(4)与梵净山的比较:梵净山地处贵州高原,受高原气候影响较大,苔藓植物区系成分以北温带区系成分(29.84%)和东亚成分(28.27%)为主,包含不起主导作用的热带成分(17.28%),具明显的温带性质。两地区主要以温带成分和少量的热带成分相联系,共有的 26 种中温带成分 14 种,超出该地共有种数的 50%,热带成分仅有 7 种。一些典型温带性质的藓类,如曲尾藓科的青毛藓、丛藓科的酸土藓、棉藓科的圆条棉藓广布于梵净山,而未见于该地区。此外,梵净山的东亚成分仅次于温带成分,东亚成分较为显著,并具东亚特有藓类属的分布(姜业芳,2004),而该地没有此特点。

(5)与金佛山的比较:金佛山地处我国苔藓植物区系南北区系的交汇地,藓类植物区系以东亚成分

(33.77%)为主,北温带成分次之(28.57%),热带亚洲成分(13.85%),具较明显的过渡性特点。虽然金佛山和九万山均以东亚成分为主,但在金佛山地区存在一个东亚特有属的分布中心(胡晓云等,1991)有 11 个东亚特有属分布,如拟牛毛藓属、小蔓藓属、船叶藓属、美灰藓属等而在该地没有分布。两地区共有藓类植物相似性系数均低于茂兰和九万山;两地区的联系较为复杂,主要通过热带成分相联系,温带成分和东亚成分也起重要作用。两地区共有的 44 种中,具热带性质的 17 种,温带性质和东亚性质的分别为 14 种 10 种。

(6)与古田山的比较:古田山藓类植物区系地理成分复杂,以东亚成分为主,欧亚北美成分和旧世界热带都对其有重要影响,与日本的苔藓植物关系密切(田春元,1997)。两地共有藓类植物中,温带成分 18 种,热带成分和东亚成分分别为 9 种和 7 种,两地主要通过温带成分相联系。原为日本的特有种 *Brachythecium helminthocladum* 在该地和古田山都有分布,有一些东亚特有成分毛羽藓见于古田山,而未见于该地,该地的东亚色彩远不如古田山浓厚。

(7)与沂山的比较:两地种的相似性系数 15.97%,属的相似性系数 50.41%,仅次于鼎湖山。主要以温带成分的种相联系,共有的 23 种中,温带成分 11 种,热带成分仅为 5 种。广布于北温带的反叶对齿藓、密叶绢藓和一些泛热带成分的种,如羊角藓、狭叶小羽藓在两地都有分布。但该地区一些典型的热带科如白发藓科、平藓科、锦藓科在沂山没有分布,而一些典型的温带科如分布于沂山的柳叶藓科在该地没有分布。

(8)与小五台山的比较:两地种和属的相似性系

数均低于沂山,说明与小五台山的关系较沂山远。小五台山的藓类植物区系具明显的温带性质,北温带成分占主导地位(李敏等,2002)。两地区通过温带成分的种相联系,共有的23种中,温带成分占16种。广布于北温带的黄牛毛藓、尖叶匍灯藓、绿羽藓、绒叶青藓、密叶绢藓等在两地都有分布;分布于两地的热带种只有属于泛热带成分的卷叶湿地藓、弯形真藓、狭叶小羽藓3种。

(9)与长白山的比较:同其它地区相比,种和属的相似性系数最低,说明与长白山的关系最远,这与长白山所处的地理位置相关。两地主要通过温带成分的种和少量的热带种相联系。两地共有的30种中,温带成分21种,分布于两地的热带种,如羊角藓、狭叶小羽藓、卷叶湿地藓。

综上所述,通过属和种相似性系数间的全面比较,表明沟谷季雨林区与茂兰以最高的种相似性系数26.5%和较高的属相似性系数46.51%(仅次于鼎湖山和沂山)相联系关系最为密切;其次为鼎湖山,属的相似性系数最高52.54%和较高的种相似性系数16.6%。与东面的梵净山、九万山和古田山关系较近,与北面的小五台山和长白山关系最疏远,属和种相似性系数在9个山区中最低。

从地理位置分析,贵州全境虽处于纬度较低的中亚热带范围,但该地区即罗甸、册亨、望漠河谷地区是全省高温区之一,平均温度17~18℃,罗甸19.6℃居全省之冠,这些地区出现了过渡型热带气候,孕育了具热带性质河谷季雨林(贵州森林编辑委员会,1990)。该地区藓类植物区系与处于同纬度的茂兰的相似性最大,这自然是地理位置毗邻的缘故。鼎湖山位于广东中部,地处北回归线附近,23°08'N,海拔100~500m,在垂直带上表现出植被的两重性,海拔200m以下是季雨林林型,200m以上则呈现亚热带常绿林型。苔藓植物大部分为热带、亚热带成分(林邦娟等,1982),因此相似性较大。九万山位于广西北部(25°10'~25°25'N),和该地区虽处于相同纬度,最高海拔为1693m,最低处170m,地带性植被为中亚热带常绿阔叶林,在海拔1000~1100m以下为亚热带山地常绿阔叶林,1300~1500m为亚热带落叶阔叶林,从种子植物属级水平分析,以热带性质较为明显。在九万山地区虽分布有7%的典型的热带藓类植物,但苔藓植物区系仍属亚热带藓类区系类型(贾渝等,1995),同该地区藓类植物区系的相似性较小。与北面的沂山、小五

台山、长白山相似性最小,这与它们处于不同的地理位置(纬度),属于不同的气候带,植被类型相关。

3.2.2 定量分析 区系间的相似性除表现在所研究的两个地区共同拥有的分类单位(科、属、种)的数目占整个区系同一级分类单位的程度外,该地区分布区类型及其相对比例也反映植物区系的特性。根据对该地区藓类植物和其它9个山区区系成分的FER统计(表7),采用主成分分析方法,对它们的区系关系进行定量分析。植物区系谱是某一特定植物区系中各类区系成分百分率的集合,该数值反映的是各类区系成分在该区系中的占有率(即FER)值或该区系总体的贡献(马克平,1995)。各区系成分所占比率(FER)可由下式求得: $FER = (FE_i/T)100\%$ 。式中: FE_i 为某区系第*i*个区系成分的分类群(属或种数), T 为某区系各种区系成分的分类群总数,即对属于广布成分的世界分布类型不加以考虑。

3.3 该地区藓类植物区系的热带边缘性的特点

从该地区苔藓植物区系的地理成分分析,已初步说明该区系具有明显的热带性,根据表7作出同其它山区属和种的相似性系数随纬度变化的曲线图(图1)。从图1直观地看到该地区与同纬度茂兰地区的种的相似性系数最大,与高纬度的常白山地区种的相似性系数最小,种的相似性系数基本上随纬度的升高相似性系数降低。与贵州梵净山地区的相似性系数较低,可能与梵净山海拔较高,区系的温带性质有关。与鼎湖山地区种的相似性系数低,与鼎湖山地处北回归线附近,属热带、亚热带湿润季风气候,是亚热带向热带过渡的地区,苔藓植物以热带、亚热带区系成分占绝对优势,混生少数温带区系的种类有关。从属的相似性系数来看,与低纬度的鼎湖山的相似性系数最大,与高纬度的长白山的相似性系数最低,变化趋势和种的相似性系数基本一致,随纬度的升高相似性系数降低。

值得注意的是,属的相似性系数与低纬度的鼎湖山(52.54%)最大;和较高纬度的沂山(50.41%)相似性系数大,因此呈现较高的属的相似性系数。在藓类植物60属中,具温带性质的有牛毛藓属等22属;属热带性质的有白发藓属等23属;属分布于温热地区的有凤尾藓属等7属;属广泛分布的有长蒴藓属等8属。可以看到,在属水平上热带属和温带属在该区都占有较大的比重,温带属只比热带属少一属,表明该地地处南亚热带东—西、南—北交错过渡的地理位置,地理成分复杂,相互渗透,具热带

边缘性的特点。该区通过热带属与南部的鼎湖山相联系,与北部的沂山通过温带属相联系,呈现较高的相似性系数。在三地都有分布的属有 17 属,属广布型和在温带和热带都有分布的属有长蒴藓属等 10 属。属泛热带分布的属有湿地藓属等 4 属。属温带型的只有小羽藓属等 3 属。三者之间的联系主要通过分布广泛和分布于温热地区的属相联系。该地区藓类植物区系的热带边缘性的特点还反映该区藓类植物区系在不同的分类水平呈现的不一致性,在科方面,该区以温带成分占优势;属水平上,热带和温带都占较大的比重,占重要位置;种水平,热带成分占优势。

表 7 该地区季雨林区及其它 9 个山区藓类植物 FER 统计

Table 7 FER statistics of the distribution types of moss flora in survival monsoon rain forest and other mountains

区系成分地区 A	北温带 N	旧世界温带 O	温带亚洲 TA	地中海 M	东亚—北美 EN	东亚 EA	热带 T	特有 E
沟谷	16.99	1.96	13.07	0	1.96	18.30	35.29	12.42
鼎湖山	7.69	2.56	5.13	0	2.56	14.10	62.82	5.13
茂兰	30.1	0	11.22	0	1.53	22.45	18.87	15.82
九万山	12.92	0	2.24	0	3.37	38.76	38.19	2.81
金佛山	28.57	1.23	0.43	0	3.03	33.77	24.68	4.81
梵净山	29.84	0	10.47	0	2.09	28.27	19.9	9.42
古田山	28.67	1	0	0	3	39.67	22	5.67
沂山	41.9	7.62	0	0	3.81	39.05	2.86	4.76
小五台山	64.56	4.37	2.43	0.49	4.37	13.59	2.43	7.77
长白山	67.6	2.92	0	0	3.79	21.86	0.29	3.5

脉地岭南区区界,西起四川西部平原东达于海,西南接云贵高原的云贵区界,约 $25^{\circ}\sim 35^{\circ}$ N 之间。云贵区包括云南,贵州高原大部分,四川西南部、昌都区南部一部分。贵州属云贵区,南接岭南区,北部东部与华中区相连,贵州红水河谷地区 $25^{\circ}10'\sim 25^{\circ}27'$ N 间,处于岭南区、华中区之间,各类区系成分在此交汇,是一条复杂的过渡带,且由于纬度较低,属于亚热带气候带,藓类植物区系处于热带性质,只是处于热带边缘,即岭南区的北缘。

3 结论

(1)通过统计其区系成分表明该区具明显的热带性,温带成分占有重要的位置,同时含有一定比例的东亚成分和特有成分。

(2)从沟谷季雨林区与我国 9 个山区(鼎湖山、茂兰、九万山、金佛山、梵净山、古田山、沂山、小五台山、长白山)属和种的相似性系数间的全面比较,表明沟谷季雨林区与茂兰以最高的种相似性系数

该区藓类植物区系中热带区系成分居主导地位,与鼎湖山相比,仍存在差异,分布于该地区的热带藓类植物主要以热带地区的广布种为主,这与典型的热带种常分布在海拔较低(一般 500 m 的沟或 800~1 300 m 的山林),常被保存在湿度很大的常绿阔叶林,且人为活动极少的环境有关。沟谷残存季雨林较多的热带广布种与该地区的生境受到破坏,林内干燥有关。据陈邦杰(1958)从苔藓植物区系角度分析,岭南区指北以五岭山脉南坡,东北以武夷山脉东坡,福州为界,包括广东省大部地区,广西南部到云南南部河谷地区,台湾。华中区北以秦岭南坡丘陵地及淮河流域南部地区为界,南接五岭山

26.5%和较高的属相似性系数 46.51%(仅次于鼎湖山和沂山)相联系关系最为密切;其次为鼎湖山,属的相似性系数最高 52.54%和较高的种相似性系数 16.6%。与东面的九万山、古田山关系较近,与北面的小五台山和长白山关系最疏远,属相似性系数 33.17%和种相似性系数 10.45%在 9 个山区中最低。

(3)沟谷季雨林区同 9 个山区属和种相似性系数随纬度变化的规律表明,属和种相似性系数变化趋势基本一致,随纬度的升高,相似性降低。同南面的鼎湖山和北面的沂山属相似性较大,表明该地区系具有明显的热带边缘性的特点。

参考文献:

- 王荷生. 1992. 植物区系地理[M]. 北京:科学出版社:10-12
 左家哺,傅德志,彭代文. 1996. 植物区系的数值分析[M]. 中国科学出版社
 田春元. 1997. 浙江开化古田山自然保护区苔藓植物区系研究[J]. CHENIA, 3-4: 101-114
 刘利. 1999. 长白山区藓类植物名录. 长白山自然保护[J]. (1-2): 34-61
 李敏,赵建成. 2002. 河北小五台山苔藓植物区系特性[J].

- CHENIA, 7: 111-124
- 吴鹏程, 等. 2000. 横断山区苔藓志[M]. 北京: 科学出版社
- 吴征镒. 1991. 中国种子植物属的分布区类型[J]. 云南植物研究, 增刊IV: 1-139
- 阳含熙, 卢泽愚. 1981. 植物生态学的数量分类方法[M]. 北京: 科学出版社: 232-245
- 林邦绢, 杨燕仪, 李植华. 1982. 鼎湖山的苔藓植物[J]. 热带亚热带森林生态系统研究(第1集)[J]. 59-76
- 林齐维. 1986. 茂兰喀斯特森林区苔藓植物初步调查报告[C]//在周政贤. 茂兰喀斯特森林科学考察集. 贵阳: 贵州人民出版社: 244-259
- 陈邦杰. 1963, 1978. 中国藓类植物属志(上册)、(下册)[M]. 北京: 科学出版社
- 胡晓运, 吴鹏程. 1991. 四川金佛山藓类植物区系研究[J]. 植物分类学报, 29(4): 315-334
- 钟本固, 姜守忠. 1983. 梵净山苔藓植物初步研究[J]. 贵州林业科技, 4: 22-32
- 钟本固, 熊源新. 1990. 贵州藓类植物名录II[J]. 贵州师范大学学报(自然科学版), 14: 22-31
- 贾渝, 吴鹏程, 罗健馨. 1995. 广西九万山藓类植物区系分析及其对划分热带、亚热带分界线的意义(续)[J]. 植物分类学报, 33(6): 556-571
- 熊源新, 罗应春. 1997. 贵州藓类植物区系研究[J]. 贵州农学院学报, 16(4): 1-48
- 黎兴江等. 1985. 西藏苔藓植物志[M]. 北京: 科学出版社
- Benito C Tan, Qi WL, Marshall R, et al. 1994. A Report on the 1991 Sino-American bryological expedition to Guizhou Province, China: new and noteworthy additions of Chinese Moss Taxa[J]. *The Bryologist*, 97(2): 127-137
- Cao T(曹同). 2000. A study on bryophytes diversity in the main ecosystems in Changbai Mountain(长白山主要生态系统苔藓植物的多样性研究)[J]. *Chin Biodiversity*(生物多样性), 8(1): 50-59
- Gangulee HC. 1969-1980. Mosses of the Eastern India and Adjacent Regions[M]. 1-2 145
- Guo SL(郭水良), Cao T(曹同). 2000. Studies on community distributive patterns of epiphytic bryophytes in forest ecosystems in Changbai Mountain(长白山森林生态系统树附生苔藓植物群落分布格局研究)[J]. *Acta Phytocool Sin*(植物生态学报), 24(4): 442-450
- Jia Y(贾渝), Wu PC(吴鹏程), Luo JX(罗健馨). 1995. The moss flora of Mt. Jiuwan, Guangxi and its significance in dividing the boundary line between tropical and subtropical regions in China(Cont.) (广西九万山藓类植物区系分析及其对划分热带、亚热带分界线的意义)[J]. *Acta Phytotax Sin*(植物分类学报), 33(5): 461-468
- Sun LY(孙立彦), Zhao ZT(赵遵田), Liu ZL(刘振亮). 2000. Studies on the bryophyte flora of Yishan mountain in Shandong, East China(沂山苔藓植物的区系研究)[J]. *Shandong Sci*(山东科学), 13(2): 30-34
- Xiong YX(熊源新). 1999. A review of the mosses research of Guizhou(贵州藓类植物研究回顾). *J Mountain Agric Biol*(山地农业生物学报)[J], 18(6): 431-440
- Zhang ZH(张朝晖). 1993. A catalogue on music of Maolan karst forest area Lipo County Guizhou(荔波茂兰喀斯特森林藓类植物名录)[J]. *J Guizhou Normal Univ*(贵州师范大学学报(自然科学版)), 11(1): 33-42
- Zhao ZT(赵遵田), Li ZH(李振华), Qiu J(邱军), et al. 1995. A study on the bryophytes of Mount Yi(沂山苔藓植物研究)[J]. *J Shandong Norma Univ*(山东师范大学学报(自然科学版)), 10(1): 70-74
- Zhong BG(钟本固), Xiong YX(熊源新). 1989. A catalogue on music of Guizhou(贵州藓类植物名录I)[J]. *J Guizhou Normal Univ*(贵州师范大学学报(自然科学版)), 10: 41-51

附录:

贵州红水河地区苔藓植物名录

该名录收录了贵州红水河地区苔藓植物 36 科, 78 属, 204 种(包括 8 亚种 4 变种和 1 变型)。名录后带 * 号者为贵州省新记录种。种名后是标本号, 标本号前的 LD 为罗甸县、WM 为望谟县、H 为红水河的缩写, Y 为样方的缩写, 采集者均为闫晓丽、何林。标本保存在贵州大学生命科学学院植物标本室内。

藓纲 Musci

牛毛藓科 Ditrichaceae: 牛毛藓 *Ditrichum heteromallum* (Hedw.) Britt LD04002、黄牛毛藓 *Ditrichum pallidum* (Hedw.) Hamp Y1、短齿牛毛藓 *Ditrichum brevidens* Nog. Y1、卷叶牛毛藓 *Ditrichum difficile* (Duby) Fleisch LD04054-a、角齿藓 *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid WM04180 WM04295 WM04184。

曲尾藓科 Dicranaceae: 长蒴藓 *Trematodon longicollis* Michx WM04354 WM04362、尾尖曲柄藓 *Campylopus caudatus* (C. Muell.) Mont LD04033-a、鞭枝曲柄藓 *Campylopus longigemmatus* Gao LD04073-b*、日本曲柄藓 *Campylopus japonicum* Broth. Y2。

白发藓科 Leucobryaceae: 南亚白发藓 *Leucobryum neilgherrense* C. Muell LD04073。

凤尾藓科 Fissidentaceae: 黄边凤尾藓 *Fissidens geppii* Fleisch WM04450、黄叶凤尾藓 *Fissidens zippelianus* Doz. et Molk LD04015、拟小凤尾藓 *Fissidens tosaensis* Broth. WM04418 WM04050 H0309084、粗肋凤尾藓 *Fissidens lazus* Sull. et Lesq.

WM04450、粗肋凤尾藓 *Fissidens crassipes* Wils ex B. S. G. WM04477、大风尾藓 *Fissidens nobilis* Griff WM04426、垂叶凤尾藓 *Fissidens obscurus* Mitt WM04201 H0309090、拟粗肋凤尾藓 *Fissidens ganguleei* Norkett ex Gang H0309122、羽叶凤尾藓 *Fissidens plagiochloides* Besch. H0309055、南京凤尾藓 *Fissidens adelphinus* Besch H0303122-a、鳞叶凤尾藓 *Fissidens taxiifolius* Hedw LD04067、卷叶凤尾藓 *Fissidens cristatus* Wils ex Mitt LD04009。

丛藓科 Pottiaceae: 高山大丛藓 *Molendoua sendtneriana* (B. S. G.) Limpr. Laubm. H0309007、净口藓 *Gymnostomum calcar-eum* Nees & Hornsch H0309043、短叶小石藓 *Weisia semipallida* C. Muell. WM04093、阔叶小石藓 *Weisia planifolia* Dix WM04466-b、皱叶小石藓 *Weisia longifolia* Mitt. WM04042 H0309076、小口小石藓 *Weisia brachycarp* (Nees & Hornsch.) Jur WM04478-a、卷叶毛口藓 *Trichostomum hattorianum* Tan. & Iwats. WM04445 H0309107、舌叶毛口藓 *Trichostomum sinochenii* Redf. & Tan. H0309118、芒尖毛口藓 *Trichostomum aristatu-*

lum (Broth.) Hilp. ex Chen Y1. 3、湿地藓 *Hyophila javanica* (Nees. & Blume.) Brid. H0309049、四川湿地藓 *Hyophila setschwanicum* (Broth.) Hilp. ex Chen WM04451、狭叶湿地藓 *Hyophila stenophylla* Card WM04065-a、匙叶湿地藓 *Hyophila spathulata* (Harv.) Jaeg WM04249 WM04086 H0309002、芽孢湿地藓 *Hyophila propagulifera* Broth. WM04254 WM04470 WM04079、卷叶湿地藓 *Hyophila involuta* (Hook.) Jaeg WM04065、花叶湿地藓 *Hyophila nymaniana* (Fleisch.) Menzel. H0309121、东亚扭叶藓 *Barbula subcomosa* Broth. H0309092、长尖扭叶藓 *Barbula ditrichoides* Broth LD04027、剑叶扭叶藓 *Barbula rufidula* C. Muell. LD04035、拟石灰藓 *Hydrogonium pseudoehenbergii* (Fleisch.) Chen. WM04178 H0309081 H0309126、南亚石灰藓 *Hydrogonium consanguinerm* (Thwait. et Mitt.) Hilp WM04090、大叶石灰藓 *Hydrogonium majusculum* (C. Muell.) Chen WM04082 LD04055、暗色石灰藓 *Hydrogonium sordidum* (Besch.) Chen LD04001、爪哇石灰藓 *Hydrogonium javanicum* (Dozy & Molk.) Hilp. H04101、反叶对齿藓 *Didymodon ferrugineus* (Schimp. ex Besch.) Hill. WM04360。

葫芦藓科 Funariaceae: 立碗藓 *Physcomitrium sphaericum* (Ludv.) Fuernr. in Hamp WM04185 WM04478。

真藓科 Bryaceae: 金黄银藓 *Anomobryum auratum* (Mitt.) Jaeg WM04207、小叶藓 *Epipterygium tozeri* (Grey.) Lindb WM044687、纤枝短月藓 *Brachymenium exile* (Doz. et. Molk.) Bosch et Lac WM04359、砂生短月藓 *Brachymenium muricola* Broth. WM04045、皱蒴短月藓 *Brachymenium ptychothecium* (Besch.) Ochi H0309089、南亚丝瓜藓 *Pohlia gedeanan* (Bosch. et Lac.) Gang. Y1、卵蒴丝瓜藓 *Pohlia prolifera* (Kindb.) Lindb. ex Arn. Y1、大坪丝瓜藓 *Pohlia ta-pintzense* (Besch.) Redf et Jan WM04297、圆叶真藓 *Bryum tortitolium* Brid LD04061、真藓 *Bryum argenteum* Hedw WM04260-a、弯形真藓 *Bryum recurvulum* Mitt H0309049-a、卵蒴真藓 *Bryum blindii* B. S. G. WM04044、近高山真藓 *Bryum paradoxum* Schwaegr WM04255、土生真藓 *Bryum tuberosum* Mohamed et Damanhuri WM04466-a WM04300、垂蒴真藓 *Bryum cernuum* (Hedw.) B. S. G. WM04285、蕊形真藓 *Bryum coronatum* schwaegr WM04491 WM04077、四川真藓 *Bryum setschwanicum* Broth WM04316 WM04253、黄色真藓 *Bryum pallescens* Schleich. ex. Schwaeg LD04046、双色真藓 *Bryum dichotomum* Hedw. LD04048、大叶藓 *Rhodobryum roseum* (Hedw.) Limpr WM04466。

提灯藓科 Mnieceae: 平肋提灯藓 *Mnium laevinerve* Card WM04170、钝叶提灯藓小叶边型 *Mnium rostratum* Schrad. f. microovale (C. Muell.) Kab H0309059、密齿提灯藓 *Mnium denticulosum* Chen ex Li et Zang WM04202、侧枝匍灯藓凹顶变种 *Mnium maximoviczii* Lindb. var. *emarginatum* WM04111、全缘匍灯藓 *Plagiomnium integrum* (Besch. et Sande Lac.) T. Kop WM04410、湿地匍灯藓 *Plagiomnium acutum* (Lindb.) J. Kop. WM04506、侧枝匍灯藓 *Plagiomnium maximoviczii* Lindb. WM04129、钝叶匍灯藓 *Plagiomnium vesicatum* (Besch.) J. Kop WM04434、大叶匍灯藓 *Plagiomnium succulentum* (Mitt.) J. Kop. WM04422、尖叶匍灯藓 *Plagiomnium cuspidatum* (Hedw.) J. Kop. WM04063 WM04339 WM04181 H0309138。

珠藓科 Bartramiaceae: 卷叶泽藓 *Philonotis revolute* Bosch. et Lac WM04499、东亚泽藓 *Philonotis turneriana* (Schwaegr.)

Mitt WM04478-b WMwm04492、疣边泽藓 *Philonotis papillato-marginata* Lou et Wu H0309082、偏叶泽藓 *Philonotis falcate* (Hook.) Mitt H0309001。

卷柏藓科 Racopilaceae: 毛尖卷柏藓 *Racopilum aristatum* Mitt WM04330 WM04343 WM04446 WM04076。

扭叶藓科 Trachypodaceae: 拟扭叶藓卷叶变种 *Trachypodopsis serrulata* (P. Beauv.) Fleisch var. *crispatula* (Hook.) Zant WM04075、软枝绿锯藓 *Duthiella flaccida* (Card.) Broth WM04375 WM04382-a WM04502。

蔓藓科 Meteoriaceae: 南亚假悬藓 *Pseudobarbella levieri* (Ren. et Card.) Nog. H0309022。

平藓科 Neckeraceae: 截叶拟平藓 *Neckeropsis lepineana* [Mont.] Fleisch. WM04335、*Neckeropsis submarginata* Card. ex Touw WM04352、钝叶树平藓 *Homaliendron microdendron* (Mont.) Fleisch WM04414 WM04377 WM04405、小树平藓 *Homaliendron exiguum* (Bosch et Lac.) Fleisch WM04022、东亚羽枝藓 *Pinnatella makinol* [Broth.] Broth WM04424。

油藓科 Hookeriaceae: 日本毛柄藓 *Calypstrochaeta japonica* (Card. et Ther.) Iwats. et Nog H03096-a WM04500。

薄罗藓科 Leskeaceae: 粗肋薄罗藓 *Leskea scabrinervis* Broth. et Par WM04234、细罗藓 *Leskeella nervosa* (Brid.) Loesch WM04333。

牛舌藓科 Anomodontaceae: 小牛舌藓原亚种 *Anomodon minor* (Hedw.) Fuernr. subsp. *minor* WM04222、小牛舌藓全缘亚种 *Anomodon minor* (Hedw.) Fuernr. subsp. *integerrimus* (Mitt.) Iwats WM04123 WM0309021、牛舌藓 *Anomodon viticulosus* (Hedw.) Hook. et Tayl WM04084、皱叶牛舌藓 *Anomodon rugelii* (C. Muell.) keissl LD04043、羊角藓 *Herpetineuron toccocae* (Sull. et Lesq.) Card. Y3。

羽藓科 Thuidiaceae: 卷叶叉羽藓 *Leptopterigynandrum incurvatum* Broth WM04261、细麻羽藓 *Claopodium gracillimum* (Card. et Ther.) Nog LD04042、大麻羽藓 *Claopodium assurgens* (Sull. et Lesq.) Card WM04210-a WM04380-a、皱叶麻羽藓 *Claopodium rugulosifolium* Zeng WM04342、狭叶麻羽藓 *Claopodium aciculatum* (Broth.) Broth WM04074 WM04370、细叶小羽藓 *Haplocladium microphyllum* (Hedw.) Broth WM04116 WM04210 H0309133、狭叶小羽藓 *Haplocladium angustifolium* (Hampe et C. Muell.) Broth. WM04120 WM04117 WM04112、东亚小羽藓 *Haplocladium strictulum* (Card.) Reim WM04495、纤枝细羽藓 *Cyrtohypnum bonianum* (Besch.) Buck et Crum WM04030 WM04175 H0309033、密毛细羽藓 *Cyrtohypnum grantum* (P. Beauv.) Buck et Crum WM04226、红毛细羽藓 *Cyrtohypnum versicolor* (C. Muell.) Buck et Crum H0309057 H0309006 WM04218、密枝细羽藓 *Cyrtohypnum tamariscellum* (C. Muell.) Buck et Crum WM04029 *、绿羽藓 *Thuidium assimile* (Mitt.) Jaeg WM04342、短肋羽藓 *Thuidium kanedae* Sak LD04010、短枝羽藓 *Thuidium submicropteris* Card. Y4。

青藓科 Brachytheciaceae: 毛尖青藓 *Brachythecium piligerum* Card WM04428 WM04433、*Rhynchostegium ovalifolium* Okam. WM04150、纤细青藓 *Brachythecium rhynchostegielloides* card. WM04341、绒叶青藓 *Brachythecium velutinum* (Hedw.) B. S. G. WM04221、短肋青藓 *Brachythecium wichuriae* [Broth.] Par WM04382 WM04282、田野青藓 *Brachythecium campestre* (C. Muell.) B. S. G. WM04134 H03091、尖叶青藓 *Brachythecium*

helminthocladum Broth & Par WM04140 WM04143 WM04136、*Brachythecium coreanum* Card WM04371、平叶燕尾藓 *Bryhnia sublaevi folia* Broth et Par WM04390、斜枝长喙藓 *Rhynchostegium inclinatum* (Mitt.) Jaeg WM04105 WM04407 LD04069、淡叶长喙藓 *Rhynchostegium pallidifolium* (Mitt.) Jaeg WM04329 WM04098 WM04390、*Rhynchostegium ovalifolium* Okam Y4、光柄细喙藓 *Rhynchostegiella laeviseta* Broth. WM04404、*Rhynchostegiella japonica* Dix. et Ther. LD04049、密叶美喙藓 *Eurhynchium savatieri* Schimp. ex Besch WM04375-a WM04104 WM04397、疏网美喙藓 *Eurhynchium laxirete* Broth LD04023、*Eurhynchium angustirete* (Broth.) Kop WM04484。

绢藓科 Entodontaceae: 狭叶绢藓 *Entodon angustifolium* (Mitt.) Jaeg WM04268、绿叶绢藓 *Entodon viridulus* Card. WM04334-a WM04346、黄绿绢藓 *Entodon chlorpus* Ren. et. Card WM04039 WM04041 WM04275、密叶绢藓 *Entodon compressus* (Hedw.) C. Muell. H0309147、深绿绢藓 *Entodon luridus* (Griff.) Jaeg. H0309030、短柄卷藓 *Entodon micropodus* Besch. LD04045、尼泊尔卷藓 *Entodon nepalensis* U. Mizushima Y1、穗枝赤齿藓 *Erythrodontium julaceum* (Schwaegr.) Par WM04211 WM04047。

锦藓科 Sematophyllaceae: 赤茎小锦藓 *Brotherella erythrocaulis* (Mitt.) Fleisch H0309130、扁枝小锦藓 *Brotherella yokohamae* (Broth.) Broth Y1、丛生锦藓 *Sematophyllum subpinnatum* (Brid.) Brith WM04391-a、矮锦藓 *Sematophyllum subhumile* (C. Muell.) Fleisch. Y2。

灰藓科 Hypnaceae: 毛灰藓 *Homomallium incurvatum* (Brid.) Loesk H0309128、卷叶灰藓 *Hypnum revolutum* (Mitt.) Lindb WM04148 WM04193、弯叶灰藓 *Hypnum hamulosum* B. S. G. LD04079、四川灰藓 *Hypnum setschwanicum* (Broth.) Ando. Y4、灰藓 *Hypnum cupressiforme* L. ex Hedw WM04038 WM04278、黄灰藓 *Hypnum pallescens* (Hedw.) P. Beauv WM04313 WM04364 WM04138、尖叶灰藓 *Hypnum callichroum* Brid LD04012、平叶偏蒴藓 *Ectropothecium zollingeri* (C. Muell.) Jaeg 04009 WM04119、纤枝同叶藓 *Isopterygium minutirameum* (C. Muell.) Jaeg LD04077、鳞叶藓 *Taxiphyllum taxirameum* (Mitt.) Fleisch WM04099 WM04101 WM04271 WM04439、陕西鳞叶藓 *Taxiphyllum giraldii* (C. Mull.) Fleisch WM04487 WM04069、南亚明叶藓 *Vesicularia montagnei* (Bel.) Broth WM04461、暖地明叶藓 *Vesicularia ferriei* (Card. et T-her.) Broth. H0309024、长尖明叶藓 *Vesicularia reticulata* (Doz. et Molk.) Broth. H0309023、齿边长灰藓 *Herzogiella perrobusta* (Broth. et. Card.) Iwats H0309085。

金发藓科 Polytrichaceae: 钝叶仙鹤藓 *Atrichum obtusulum* (C. Muell.) Jaeg WM04、苞叶金发藓 *Pogonatum spinulosum* Mitt WM89001、小金发藓 *Pogonatum aloides* (Hedw.) P. Beauv LD04003、东亚小金发藓 *Pogonatum inflexum* (Lindb.) Lac LD04073-a、小叶小金发藓 *Pogonatum neesii* (C. Muell.) Dozy WM04153、长柄小金发藓 *Pogonatum tubulosum* Dix WM04145。
苔纲 Hepaticae

叶苔科 Jungermanniaceae: 透明叶苔 *Jungermannia hyalina* Lyell in Hook WM04376、矮株叶苔 *Jungermannia brevicaulis* Gao LD04018 *、深绿叶苔 *Jungermannia atrovirens* Dum

LD04036、长萼叶苔心叶亚种 *Jungermannia exsertifolia* Steph. subsp. cordifolia (Dum). LD04051、大萼叶苔 *Jungermannia macrocarpa* Steph. LD04034-a *。

齿萼苔科 Geocalycaceae: 四齿异萼苔 *Heteroscyphus argutus* (Reinw. et al.) Schiffn WM04009、平叶异萼苔 *Heteroscyphus planus* (Mitt.) Schiffn WM04034、南亚异萼苔 *Heteroscyphus zollingeri* (Gott.) Schiffn WM04016、芽孢裂萼苔 *Chiloscyphus minor* (Nees) Engel et Schust Y3、双齿裂萼苔 *Chiloscyphus latifolius* (Nees) Engel. et Schust H0309150。

羽苔科 Plagiochilaceae: 福氏羽苔 *Plagiochila fordiana* Steph LD04071 LD04078、疏叶羽苔 *Plagiochila secretifolia* Mitt LD04034 *。

扁萼苔科 Radulaceae: 阿萨密扁萼苔 *Radula assmica* Steph. Y2、日本扁萼苔 *Radula japonica* Gott. ex Steph WM04415 WM04430。

耳叶苔科 Frullaniaceae: 石生耳叶苔 *Frullania inflata* Gott. et al. H0309025、西南耳叶苔 *Frullania consociata* Steph WM04118、皱叶耳叶苔平叶变种 *Frullania ericoides* var. *plannescens* (Verd.) Hatt WM04264、盔瓣耳叶苔 *Frullania muscicola* Steph Y3、斜基耳叶苔 *Frullania handel-mazzettii* Hatt. Y2。

细鳞苔科 Lejeuneaceae: 异鳞苔 *Tuzibeanthus chinensis* (Steph.) Mizut LD04012-a、南亚瓦鳞苔 *Trocholejeunea sandvicensis* (Gott.) Mizut WM04162、双齿细鳞苔 *Lejeunea bidentula* Herz WM04125、暗绿细鳞苔 *Lejeunea obscura* Mitt WM04119 WM04441、疣萼细鳞苔 *Lejeunea tuberculosa* Steph WM04340、小叶细鳞苔 *Lejeunea parva* (Hatt.) Mizst WM04017、*Lejeunea caespitosa* Linenb WM04257、拟疣鳞苔 *Lejeunea raduliloba* Steph WM04447。

带叶苔科 Pallaviciniaceae: 多形带叶苔 *Pallavicinia ambigua* (Mitt.) Steph. H0309115。

魏氏苔科 Wiesnerellaceae: 毛地钱 *Pallavicinia hirsuta* (Sw.) Nees LD04065。

蛇苔科 Conocephalaceae: 小蛇苔 *Conocephalum japonicum* (Thunb.) Grolle H0309071、蛇苔 *Conocephalum conicum* (L.) Dum H0309004。

瘤冠苔科 Aytoniaceae: 小瘤冠苔 *Mannia triandra* (Scop.) Grolle H0309072、瘤冠苔 *Mannia fragrans* (Balb.) Frye et Clark H0309093、石地钱 *Rebouliia hemisphaerica* (L.) Raddi H0309056。

星孔苔科 Claveaceae: 星孔苔 *Sauteria alpina* Nees H0309058。

地钱科 Marchantiaceae: 粗裂地钱 *Marchantia paleacea* Bertol. LD04038、粗裂地钱风兜亚种 *Marchantia paleacea* Bertol. subsp. *diptera* (Nees et Mont.) Inoue LD04039、瘤鳞地钱粗鳞亚种 *Marchantia papillata* Raddi subsp. *grossibarba* (Steph.) Bischl H0309064、楔瓣地钱原亚种 *Marchantia emarginata* Reinw. et. subsp. *emarginata* H0309135 H0309053、拳卷地钱 *Marchantia subintegra* Mitt. H0309006。

角苔纲 Anthocerotae

角苔科 Anthocerotaceae: 褐角苔 *Folioceros fuciiformis* (Mont.) Bharadw LD04005。