

黄山与11个代表性山区的藓类植物区系统计分析

吴明开^{1,2}, 张小平⁴, 曹同^{3*}

(1. 中国科学院地球化学研究所环境地球化学国家重点实验室, 贵阳 550002; 2. 贵州省现代中药材研究所 贵州省农业生物技术重点实验室, 贵阳 550006; 3. 上海师范大学 生命与环境科学学院, 上海 200234; 4. 安徽师范大学 生命科学学院, 安徽 芜湖 241000)

摘要: 对黄山与其它11个山区藓类植物区系进行了统计分析比较。从12个山区藓类植物共有属的分析结果来看, 黄山是一些典型具有热带性质的属分布北界, 同时又是一些典型温带属的分布南界, 显示了黄山是热带亚热带向温带、寒温带过渡的典型区域。从极点排序的二维图形分析结果看, 黄山与江西的马头山, 广西的九万山, 浙江的金华山、西天目山关系更为密切; 而与湖北的神农架, 山东的沂山, 河南的云台山关系都比较疏远, 反映了黄山的藓类植物具有热带亚热带倾向, 支持了吴鹏程等对中国苔藓植物的地理分区的划分, 黄山属于华东区, 且处于华东区与岭南区的交错地带。

关键词: 黄山; 藓类植物; 区系

中图分类号: Q949.352 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2011)01-0059-05

Statistic analysis of mossflora between the Mt. Huangshan and other eleven mountains

WU Ming-Kai^{1,2}, ZHANG Xiao-Ping⁴, CAO Tong^{3*}

(1. State Key Laboratory of Environmental Geochemistry, Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550002, China; 2. Institute of Chinese Medical Materials Development, Key Lab of Agricultural Biotechnology of Guizhou Province, Guizhou Academy of Agricultural Sciences, Guiyang 550006, China; 3. College of Life & Environment Science, Shanghai Normal University, Shanghai 200234, China; 4. College of Life Science, Anhui Normal University, Wuhu 241000, China)

Abstract: The mossflora was studied by utilizing statistic analysis of two dimensional arrangement of the similarity of the moss flora between the Mt. Huangshan and other eleven mountains in China. The results were agreed with Professor P C Wu's view that original 7 bryological regions of China should be divided into 10 ones according to the distribution of the bryophytes of China, and the authors holded the Mt. Huangshan belonged to the distribution of the bryophytes of the East China region. Depending on the quantitative and qualitative analysis, the authors considered that the mossflora of Mt. Huangshan represented the transitional from subtropical region to temperate region in East China.

Key words: Mt. Huangshan; moss; flora

黄山是我国第一个同时被列入“世界文化和自然遗产”名录的, 并入选世界地质公园的国家级重点风景名胜区, 位于皖南山区(30°01'~30°11' N、118°

01'~118°13' E), 面积约1200 km², 其中主风景区面积约154 km²。山势呈东北至西南走向, 穹形山体, 周缘被强烈切割破碎, 诸多孤耸的群峰间, 嵌布

收稿日期: 2010-04-22 修回日期: 2010-09-09

基金项目: 贵州省科技支撑计划项目(黔科合SZ字[2009]3001); 黔农科院人才启动项目([2008]003); 黔农科院专项科研基金(ZX[2007]029); 安徽省科技厅项目[Supported by Science and Technology Support Projects of Guizhou Province(SZ[2009]3001); Initial Item to Talents of Guizhou Academy of Agricultural Sciences([2008]003); Special Fund for Scientific Research of Guizhou Academy of Agricultural Sciences(ZX[2007]029); Foundation of Department of Science and Technology of Anhui Province]

作者简介: 吴明开(1970-), 男, 安徽枞阳人, 博士, 从事药用植物、苔藓植物资源多样性等研究, (E-mail) bywmk1999@163.com.

* 通讯作者: 曹同(1946), 男, 研究员, 博士生导师, 著名苔藓学家, E-mail: caotong@shtu.edu.cn.

着蜘蛛网样的深邃坞谷,莲花峰、天都峰、光明顶三大主峰均在 1 800 m 以上,其中最高峰莲花峰 1 864 m,为华东地区最高峰,如以北门焦村为基点,其相对高度差为 1 560 m。在海拔高度、地理位置和大气环流的共同作用影响下,黄山属于亚热带季风气候,又有山地垂直气候变化的规律(杨贤为等,1999;陈邦杰等,1965)。黄山系中生代燕山期岩浆侵入形成,以粗粒斑状花岗岩为主,黄山大部分土壤都是发育于花岗岩风化物,山上山下成土母质较为一致(顾也萍等,1991),黄山土壤由山麓到山顶主要为黄红壤、山地黄壤、山地黄棕壤,局部地区发育有山地沼泽土和山地草甸土等(杨贤为等,1999;张光富,2003)。由此形成了丰富复杂的生境,孕育了特别丰富的生物多样性资源,很早就成为植物学家特别瞩

目的地区。地球温度分布规律从赤道向两极呈纬度地带性,陆地表面植物种类的地理分布服从同样规律(王荷生,1992),考虑纬度梯度影响藓类植物的分布,选取了从纬度低的属于热带亚热带石门台到纬度高的属于温带寒温带的长白山共 11 个山区与黄山进行比较,旨在阐明黄山藓类植物地理分布特地与区系特征,为黄山生物多样性资源保护利用,生态环境保护、监测,旅游开发等方面提供理论依据。

1 材料与方法

本文所用黄山藓类植物资料(藓类植物名录)一部分基于作者 2006 年 3 月至 2007 年 10 月,前后 10 余次对黄山苔藓植物进行的调查、采集、分类鉴定结

表 1 12 个山区资料来源以及地理与气候特征
Table 1 Reference data, geographic and climatic characters of 12 mountain regions

地区 Location	地理位置 Position (N,E)	海拔(m) Elevation	面积 Area (hm ²)	年均温(°C) Temperature	年均雨量(mm) Precipitation	气候和植被带 Climate and vegetation
黄山(本研究)	30°01'~30°11', 118°01'~118°13'	150~1 864	120 000	7.8~15.4	1 540.0~2 394.5	亚热带季风性气候
石门台	24°18'~24°31', 113°01'~113°46'	1 586	82 260	20.9	1 882.8	亚热带季风性气候
九万山	25°10'~25°25', 108°27'~108°59'	170~1 693	1 20 400	12~17.1	1 600~2 100	南亚热带季风气候区
马头山	27°41'~27°54', 117°09'~117°18'	1 310	21 570	16~18	1 900	亚热带湿润季风气候
金华山	29°13', 119°38'	1 312	1 000	10.9~17.2	1 500~1 800	亚热带山地季风气候
西天目山	30°20', 119°25'	1 507	1 060	15.8~8.9	1 390~1 870	亚热带季风性气候
神农架	30°15'~31°57', 109°56'~110°58'	980~2 904	325 300	11.6~12.2	800~1 090	北亚热带季风气候
佛坪	33°33'~33°46', 107°40'~107°55'	980~2 904	29 240	11.5	924	北亚热带向暖温带过渡的山地暖温带气候
云台山	35°11'~35°29', 112°44'~113°26'	90~1 323	55 600	11.4	700	暖温带大陆季风气候
沂山	36°10'~36°13', 118°36'~118°40'	1 032	65 000	12.4	750~800	暖温带季风气候
小五台山	39°50'~40°07', 114°47'~115°30'	800~2 882	22 106	2.5	700	暖温带大陆季风气候
长白山	41°41'~42°25', 127°43'~128°17'	2 619	196 456	-7.4	1 345.7	北温带寒冻地区

果,另一部分则源自有关黄山藓类植物文献(吴明开等,2010)。各山区的材料(何祖霞等,2005;贾渝等,1995;季梦成等,2002;郭水良等,2001;胡人亮,1981;李粉霞,2006a;刘胜祥等,1999;李粉霞,2006b;刘永英,2006;孙立彦等,2000;李敏,1999;郝占庆等,2002),地理信息、气候特点和植被类型见表 1。

利用丰富度指数公式(Abundance Index),属相似性系数等统计分析黄山与马头山、九万山、沂山、神农架、金华山、石门台、西天目山、小五台山、长白山、云台山、佛坪之间的关系。

$$\text{丰富度指数公式(S)}: S = \sum_{j=1}^n \frac{X_{ij} - X'_{ij}}{X'_{ij}}$$

式中 X_{ij} 表示 k 个地区第 i 个地区 n 个分类单元中的第 j 个分类单位数据, X'_{ij} 表示 k 个地区中 n 个分类单位中第 j 个分类单位的数据的平均值(左

家哺等,1996)。

2 结果与分析

2.1 属相似性分析

将黄山与其它 11 个山区的藓类植物共有属进行统计可以发现:(1)具有典型热带特征的属如灰气藓属(*Aerobryopsis*)、毛扭藓属(*Aerobryidium*)、拟船叶藓属(*Dolichomitriopsis*)、长灰藓属(*Herzogiella*)、苞领藓属(*Holomitrium*)、松萝藓属(*Papillaria*)、直叶藓属(*Macrocoma*)、小蔓藓(*Meteoriella*)、多疣悬藓属(*Neodictyella*)、金毛藓属(*Oedictadium*)、拟硬叶藓属(*Stereodontopsis*)等,黄山是它们分布的北界。

(2)具有典型温带特征的属如:链齿藓属

(*Desmatodon*)、薄网藓属 (*Leptodictyum*)、合捷藓属 (*Symblypharis*)、毛锦藓属 (*Pylaisiadelph*)、扭口藓属 (*Barbula*)、珠藓属 (*Bartramia*) 等, 黄山是它们分布的南界。

从共有属的情况看, 黄山与九万山、西天目山、佛坪和马头山更相似, 反映了黄山的藓类植物具有热带亚热带倾向, 是热带亚热带向温带过渡的关键地区。

2.2 黄山与其它山区藓类植物属相似性关系比较

一般苔藓植物的属在分类特征上较种的分类特征更明显, 易于鉴定, 误差相对较小, 本文对黄山与其它 11 个山区的藓类植物采用 Sorensen 属相似性系数进行比较 (表 2), 即 $S(\%) = 2C / (A + B)$, 其中 A 为甲地植物属数, B 为乙地植物属数, C 为甲、乙两地共有的属数。

表 2 黄山与我国 11 个山区藓类植物共有属和属相似性系数 (%) 的矩阵表

Table 2 The matrix table of numbers of shared moss genera and their similarity coefficients between Huangshan and the 11 other mountain regions in China

	黄山	石门台	九万山	马头山	金华山	西天目山	神农架	佛坪	云台山	沂山	小五台山	长白山
黄山		62	88	73	51	83	57	87	35	42	50	76
石门台	54.63		41	43	27	43	27	38	17	24	20	33
九万山	74.58	64.25		56	32	27	39	58	27	29	28	48
马头山	61.60	44.33	55.17		32	51	33	43	24	30	24	42
金华山	52.04	35.29	39.51	39.26		37	30	38	27	33	34	41
西天目山	67.76	42.57	25.59	48.11	43.27		47	62	27	34	37	55
神农架	50.00	29.19	40.21	33.85	38.96	46.31		53	21	30	31	52
佛坪	65.91	34.39	50.43	37.23	40.00	51.89	47.75		28	37	42	67
云台山	35.53	22.08	33.13	29.27	43.90	31.40	27.10	29.30		23	23	27
沂山	42.42	30.97	35.37	36.36	53.23	39.31	38.46	38.50	36.80		28	37
小五台山	45.45	22.60	30.11	25.67	46.58	37.95	34.83	39.30	31.29	38.00		40
长白山	55.68	28.70	40.17	35.00	41.21	44.35	45.02	50.20	27.00	37.00	35.87	

表 3 黄山与 11 个山区藓类植物属的不相似性系数 (%) 及 X_i, Y_i 值

Table 3 The dissimilarity coefficients of the moss genera, X_i, Y_i values between Huangshan and other 11 mountain regions in China

	黄山	石门台	九万山	马头山	金华山	西天目山	神农架	佛坪	云台山	沂山	小五台山	长白山	X_i	Y_i
黄山		45.37	25.42	38.4	47.96	32.24	50	34.09	64.47	57.58	54.55	44.32	25.5	19.77
石门台	54.63		35.75	55.67	47.96	57.43	70.81	65.61	77.92	69.03	77.4	71.3	0	0
九万山	74.58	64.25		44.83	60.49	74.41	59.79	49.57	66.87	64.63	69.89	59.83	18.47	15.4
马头山	61.6	44.33	55.17		60.74	51.89	66.15	62.77	70.73	63.64	74.33	65	26.75	23.03
金华山	52.04	35.29	39.51	39.26		56.73	61.04	60	56.1	46.77	53.42	58.79	33.52	35.12
西天目山	67.76	42.57	25.59	48.11	43.27		53.69	48.11	68.6	60.69	62.05	55.65	29.93	35.13
神农架	50	29.19	40.21	33.85	38.96	46.31		52.25	72.9	61.54	65.17	54.98	53.62	43.65
佛坪	65.91	34.39	50.43	37.23	40	51.89	47.75		70.7	61.5	60.7	49.8	34.51	42.71
云台山	35.53	22.08	33.13	29.27	43.9	31.4	27.1	29.3		63.2	68.71	73	77.92	47.42
沂山	42.42	30.97	35.37	36.36	53.23	39.31	38.46	38.5	36.8		62	63	43.91	44.65
小五台山	45.45	22.6	30.11	25.67	46.58	37.95	34.83	39.3	31.29	38		64.13	47.11	77.4
长白山	55.68	28.7	40.17	35	41.21	44.35	45.02	50.2	27	37	35.87		37.39	44.97

不相似性系数 $D(\%) = 100 - S(\%)$

再根据 12 个山区藓类植物属相似性系数及不相似性系数, 利用下面公式 (阳含熙等, 1981) 计算出每个山区在二维图形中距离 X 轴、Y 轴的距离值 (表 3), 作出极点排序的二维图形 (图 1)。

$$X_i = (L^2 + D_a^2 - D_b^2) / 2L$$

其中, X_i : 所求地区沿 X 轴的距离; L : 地区 A 与地区 B 的藓类属之间不相似值; D_a : 地区 A 与所

求地区藓类属之间的不相似值; D_b : 地区 B 与所求地区藓类属之间的不相似值; 用同样的方法求出地区沿 Y 轴的距离。

为精确比较各山区藓类植物区系之间的远近关系, 计算二维排序图 (图 1) 中每两个山区之间的欧氏距离 d_{AB} 的平方值: $d_{AB}^2 = (X_A - X_B)^2 + (Y_A - Y_B)^2$

其中: X_A 为 A 山区 x 轴值, X_B 为 B 山区的 x 轴值; Y_A 为 A 山区的 y 轴值, Y_B 为 B 山区的 y 轴值。

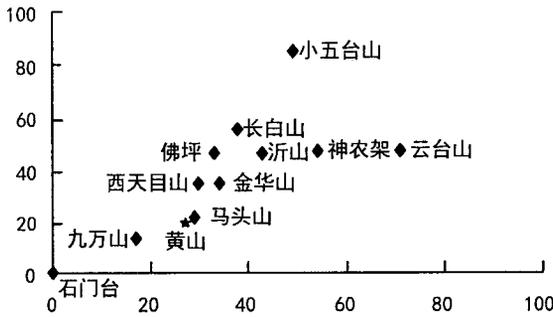


图1 黄山等12个山区藓类植物区系相似性的二维排列图

Fig. 1 Two dimensional arrangement of the similarity of the moss flora between Huangshan and the other 11 mountain regions

黄山与石门台、九万山、马头山、金华山、西天目山、神农架、佛坪、云台山、沂山、小五台山、长白山各个山区的欧氏距离 d_{AB} 的平方值依次为 1 044. 59、68. 52、12. 19、299. 94、255. 55、1 360. 99、607. 42、3 512. 38、957. 94、3 788. 21、776. 41。

黄山与小五台山的欧氏距离 d_{AB} 的平方值达到 3 788. 21, 两山之间的属相似性系数较低为 45. 45, 共有属 50 属。这是由于小五台山的纬度比黄山高, 藓类植物区系地理成分温带成分为主, 占 80. 82%, 东亚成分仅占 7. 14%, 热带成分所占比例更少, 仅为 2. 23%, 是典型的温带区(李敏, 1999)。而黄山藓类植物区系地理成分: 东亚成分为 37. 84%, 温带成分占 35. 14%, 热带成分占有 27. 30%, 东亚成分占优, 温带热带成分交互分布, 反映了黄山藓类植物区系地理成分与小五台山有着明显差别, 在图 1 中显示了两地相距最远。

黄山与云台山的欧氏距离 d_{AB} 的平方值也有 3 512. 38, 两山区之间的属相似性系数最低, 为 35. 53, 共有属 35 属, 云台山藓类植物北温带成分最为突出, 其温带成分占有 50. 28%, 热带成分有 11. 86%(刘永英, 2006), 云台山相对于小五台山而言, 藓类植物区系地理成分中温带成分降低, 热带成分有所增大, 与黄山的成分接近一些, 但两者的差别还是非常大, 在图 1 中显示了两地相距较远。

黄山与神农架的欧氏距离 d_{AB} 的平方值超过 1 000。由于神农架自然保护区所处纬度带正好是北亚热带与南温带交界处, 是苔藓植物南迁北移的过渡地带, 神农架自然保护区苔藓植物区系地理成分较为复杂, 以北温带成分为主体, 同时

掺杂有较多的热带、亚热带成分(刘胜祥等, 1999), 与黄山在纬度上和区系地理成分较为接近, 两地关系应该较为密切, 而在图 1 中两地相距较远, 主要原因可能在于对神农架藓类植物的调查研究尚不够深入。

黄山与石门台的欧氏距离 d_{AB} 的平方值超过 1 000。石门台位于北回归线的北缘, 石门台的藓类植物区系被定性为南亚热带性质, 但同时东亚和热带亚洲因素也有较大的影响, 石门台藓类植物的区系地理成分以东亚成分和热带亚洲成分为主(何祖霞等, 2005), 与黄山藓类植物区系地理成分差异较大, 在图 1 中显示两地相距较远。

黄山与佛坪的欧氏距离 d_{AB} 平方值为 607. 42。两山区藓类植物属相似性系数为 65. 91%, 共有属 81 属。以东亚成分占优, 是我国苔藓植物区系北亚热带和暖温带的分界线, 在我国苔藓植物区系划分上归于华中区(李粉霞等, 2006a)。黄山藓类植物与佛坪区系地理成分关系疏远主要表现在黄山藓类植物的热带成分明显高于佛坪很多, 而其它成分相差不大。

黄山与沂山的欧氏距离 d_{AB} 的平方值为 957. 94, 藓类植物属相似性系数为 42. 42%, 共有属 42 属。沂山苔藓植物区系主要为泛北极区系成分, 其中欧、亚、北美成分和东亚特有成分为主体, 与日本联系密切(孙立彦等, 2000)。黄山藓类植物与沂山区系地理成分关系疏远主要反映在热带成分在热带成分的差异上。

黄山与长白山的欧氏距离 d_{AB} 的平方值 776. 41, 两山区藓类植物属相似性系数为 55. 68%, 共有属 78 属。长白山是北温带寒冻地区苔藓植物的典型地域(郝占庆等, 2002), 与黄山地理位置相差较大, 但欧氏距离不大, 主要反映了黄山具有较高的温带成分、东亚成分(包括中国—日本成分)的特点。

黄山与金华山、西天目山的欧氏距离 d_{AB} 的平方值都在 300 以下。这与它们的地理位置较近是相符合的。黄山与金华山藓类植物属相似性系数为 52. 04%, 共有属 51 属, 黄山比金华山热带性要高将近 3 倍, 反映了黄山比金华山的藓类植物区系更具热带性特点(郭水良等, 2001)。黄山与西天目山藓类植物属相似性系数为 67. 76%, 共有属 83 属, 西天目山藓类植物区系成分复杂, 属于亚热带中部的过渡类型(胡人亮等, 1981; 李粉霞, 2006b), 两地藓类植物区系地理成分的差异也主要反映在黄山比金华山的藓类植物区系更具热带性特点上。

黄山与马头山的欧氏距离 d_{AB} 的平方值只有 12.19, 反映两地藓类植物区系成分具有较高的一致性, 两地藓类植物属相似性也比较大, 为 61.60%, 共有属 73 属, 马头山为我国苔藓植物区系中典型的亚热带类型, 以东亚成分和热带亚热带成分为主(季梦成等, 2002)。但黄山与马头山藓类植物区系成分也有一些差异, 其温带成分占有更大比例, 一些温带的属如紫萁藓属, 净口藓属, 白齿藓属和毛尖藓属等在黄山有分布, 而在马头山没有记录。

黄山与九万山的欧氏距离 d_{AB} 的平方值是 68.52, 两地藓类植物属相似性最大, 为 74.58%, 共有属 88 属。九万山藓类区系表现出由热带向亚热带过渡特性, 以东亚成分和热带成分为主(贾渝等, 1995)。两地差异主要反映在黄山藓类区系的热带、亚热带成分以及东亚成分明显的高于, 温带成分和中国特有成分显著高于九万山。

3 结论与讨论

从 12 个山区藓类植物共有属的分析结果来看, 黄山是一些热带、亚热带性质的属分布北界, 同时又是一些温带属的分布南界, 显示了黄山在藓类植物地理分布中由热带、亚热带向温带、寒温带过渡处于较为关键的位置。通过对极点排序的二维图形分析, 明显看出黄山与江西的马头山, 广西的九万山, 浙江的金华山、西天目山关系更为密切; 而与湖北的神农架, 山东的沂山, 河南的云台山关系都比较疏远, 由此支持吴鹏程等(2006)将我国苔藓植物的地理分区原华中区新划出华东区, 黄山属于华东区, 但黄山与江西的马头山和广西的九万山的关系, 比与浙江的金华山、西天目山关系更为密切, 马头山为我国苔藓植物区系中典型的亚热带类型, 九万山藓类区系特点是由热带向亚热带过渡特性, 反映黄山藓类区系具亚热带倾向, 由此可认为黄山是处于华东区与岭南区的交错地带。

参考文献:

陈邦杰, 吴鹏程. 1965. 黄山苔藓植物的初步研究[C]//徐炳声. 黄山植物研究. 上海: 上海科学技术出版社: 1-59
郝占庆, 郭水良, 曹同. 2002. 长白山植物多样性及其分布格局[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社: 1-56
王荷生. 1992. 植物区系地理[M]. 北京: 科学出版社: 1-180
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: 215-222
李粉霞. 2006b. 佛坪国家自然保护区苔藓植物的物种及生态系

统多样性[D]. 华东师范大学
李敏. 1999. 河北省小五台山苔藓植物研究[D]. 河北师范大学
刘永英. 2006. 河南云台山苔藓植物区系研究[D]. 河北师范大学
Gu YP(顾亦萍), Huang XZ(黄宣正), Hu LS(胡罗生), et al.
1991. Soil characteristics and classification in Mt. Huangshan(黄山土壤的特性及分类)[J]. *Soils(土壤)*, 5: 246-252, 256
Guo SL(郭水良), Cao T(曹同). 2001. Preliminary report of bryoflora from Jinhua Mountain, Zhejiang Province, China(浙江省金华山苔藓植物区系初报)[J]. *J Zhejiang Normal Univ; Nat Sci Edi(浙江师范大学学报·自然科学版)*, 24(1): 55-61
He ZX(何祖霞), Zhang L(张力). 2005. Phytogeography of mosses from Shimentai Nature Reserve, Guangdong(广东石门台自然保护区的藓类植物区系研究)[J]. *Guihaia(广西植物)*, 25(5): 399-405
Hu RL(胡人亮), Wang YF(王幼芳). 1981. A Survey on the bryophytes from Tian Mu Mountain in Zhejiang Province(浙江西天目山苔藓植物的调查研究)[J]. *East Chin Nor Univ; Nat Sci Edi(华东师范大学学报·自然科学版)*, (1): 86-104
Ji MC(季梦成), Chen YJ(陈拥军), Wang J(王静). 2002. Study on the bryophytes flora of Matoushan Nature Reserve, Jiangxi Province(江西马头山苔藓植物资源研究)[J]. *J Mountain Sci(山地学报)*, 20(4): 401-410
Jia Y(贾渝), Wu PC(吴鹏程), Luo JX(罗健馨). 1995. The mossflora of Mt. Jiuwan, Guangxi and its significance in dividing the boundary line between tropical and subtropical regions in China(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
Jia Y(贾渝), Wu PC(吴鹏程), Luo JX(罗健馨). 1995. The mossflora 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(续))[J]. *Acta Phytotax Sin(植物分类学报)*, 33(6): 556-571
Li FX(李粉霞), Wang YF(王幼芳), Liu L(刘丽), et al. 2006a. Species diversity of bryophytes in West Tianmu Mountain of Zhejiang Province(浙江西天目山苔藓植物多样性的研究)[J]. *Chin J Appl Ecol(应用生态学报)*, 17(2): 192-196
Liu SX(刘胜祥), Tian YC(田春元), Wu JQ(吴金清), et al. 1999. Studies on the bryophyta plants resources in Hubei, China I: Species and distribution of bryophyta in Mt. Shennongjia(湖北省苔藓植物资源的研究I神农架地区苔藓植物的种类和分布)[J]. *J Central China Normal Univ; Nat Sci Edi(华中师范大学学报·自然科学版)*, 33(3): 120-134
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): 30-35
Wu MK(吴明开), Zhang XP(张小平), Cao T(曹同). 2010. Mass flora of Huangshan Mountain in Anhui Province, China(黄山藓类植物区系)[J]. *J Wuhan Bot Res(武汉植物学研究)*, 28(3): 365-375
Wu PC(吴鹏程), Jia Y(贾渝). 2006. The regionalization and distribution types of the bryophytes in China[J]. *J Plant Res Environ(植物资源与环境学报)*, 15(1): 1-8
Yang XW(杨贤为), Wang XR(王效瑞). 1999. The tourism-climate guide of Huangshan Area(黄山旅游气候指南)[J]. *Meteorological Monthly(气象)*, 25(11): 50-54
Zhang GF(张光富). 2003. Analysis of the floristic elements of seed plants in Huangshan Mountain(黄山种子植物区系成分分析)[J]. *J Wuhan Bot Res(武汉植物学研究)*, 21(5): 390-394