

庞泉沟国家级自然保护区苔藓植物区系分析

张二芳^{1,2}, 李琳², 赵建成^{2*}

(1. 吕梁高等专科学校, 山西吕梁 033000; 2. 河北师范大学生命科学院, 石家庄 050016)

摘要: 庞泉沟自然保护区共计有苔藓植物 29 科 63 属 192 种(包括 12 变种 1 亚种)。其中苔类植物 8 科 9 属 14 种; 藓类植物 21 科 54 属 178 种。其区系的基本特征是: 地理成分多样, 区系联系广; 区系成分以北温带成分为主, 兼有较明显的东亚色彩; 隶属于华北植物区系。

关键词: 苔藓植物; 区系特征; 庞泉沟国家级自然保护区

中图分类号: Q948.5; 949.35

文献标识码: A

文章编号: 1000-470X(2009)01-0108-05

A Preliminary Study of the Bryoflora of Pangquangou National Nature Reserve in Shanxi Province

ZHANG Er-Fang^{1,2}, LI Lin², ZHAO Jian-Cheng^{2*}

(Lüliang High College, Lüliang, Shanxi 033000, China; 2. College of Life Science, Hebei Normal University, Shijiazhuang 050016, China)

Abstract: In the Pangquangou National Nature Reserve, there are 192 species of bryophyte (12 varieties and 1 forms) belonging to 63 genera and 29 families, among which there are 14 species of liverworts belonging to 9 genera and 8 families, 178 species (12 varieties and 1 forms) of mosses belonging to 54 genera and 21 families. The results show that the geographical elements are varied and widely connected with other geographic elements of the world flora. The north temperate elements play dominant role and there are characteristics of East Asiatic. The Pangquangou National Nature Reserve has the closest relation with flora of North China.

Key words: Bryophytes; Characteristics of the flora; Pangquangou National Nature Reserve

庞泉沟国家级自然保护区所在的关帝山地区位于吕梁山脉的中段(北纬 37°45' ~ 37°55', 东经 111°22' ~ 111°33'), 总面积 10 443.5 hm²。主峰孝文山海拔 2 831 m, 是华北地区第三高峰(仅次于五台山的北峰和西峰)。保护区内植物资源丰富, 有高等植物 88 科 828 种, 主要树种为云杉(*Picea asperata*)、华北落叶松(*Larix principis-rupprechtii*)、油松(*Pinus tabulaeformis*)、白桦(*Betula platyphlla*)、辽东栎(*Quercus liaotungensis*)等。其中华北落叶松天然次生林在境内集中分布, 素有“华北落叶松故乡”之称。还有丰富的野生植物资源, 如党参(*Codonopsis pilosula*)、黄芩(*Scutellaria baicalensis*)、甘草(*Glycyrrhiza uralensis*)、菖蒲(*Anemone altaica*)、连翘(*Forsythia suspensa*)、桔梗(*Platycodon grandiflorus*)、柴胡(*Bupleurum chinense*)等药用植物。庞泉沟自然保护

区还被誉为世界珍稀濒危物种褐马鸡(*Crossoptilon mantchuricum*)的“故乡”。许多学者曾对庞泉沟的植物和动物资源进行了研究。2005 ~ 2006 年笔者先后对庞泉沟国家级自然保护区的苔藓植物资源进行系统的调查, 3 次共采集标本 1 200 余份。通过整理鉴定^[1-10], 对庞泉沟自然保护区内的苔藓植物进行了初步分析。

1 苔藓植物区系的基本特征

1.1 科、属、种的组成

通过对保护区内苔藓植物标本的整理鉴定, 现已知庞泉沟保护区有苔藓植物 29 科、63 属、192 种(包括 12 变种 1 亚种)。其中苔类有 8 科、9 属、14 种; 藓类有 21 科、54 属、165 种、12 变种和 1 亚种。其中发现山西省新纪录科 2 科、新纪录属 13 属、

收稿日期: 2008-03-17, 修回日期: 2008-06-16。

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30670152)。

作者简介: 张二芳(1975-), 女, 山西原平市人, 讲师, 在读硕士, 主要从事苔藓植物系统与进化研究(E-mail: fentindon@163.com)。

* 通讯作者(Author for correspondence. E-mail: zhaojiancheng@mail.hebtu.edu.cn)。

新纪录种 89 种^[11,12]。

1.2 优势科属的统计分析

庞泉沟自然保护区苔藓植物含 10 种以上的大科共有 7 科,占总科数的 24.14%,但却集中了本地区 50.79% 的属和 68.75% 的种(见表 1)。丛藓科和青藓科的种类在庞泉沟自然保护区含量最丰富的特点反映了本地区较为干燥的温带气候特点。灰藓科和绢藓科也是温带地区的代表科。真藓科则是世界广泛分布的大科,生态幅度广,适应性强。提灯藓

表 1 庞泉沟自然保护区苔藓植物优势科的属种统计(≥10 种)

Table 1 The statistics of genera and species of dominant bryophytes families in Pangquanguou Nature Reserve

科名 Family name	属数 Genus Num.	占总属数的百分比 (%) Percentage	种数 Species Num.	占总种数的百分比 (%) Percentage
1 丛藓科 Pottiaceae	8	12.70	33	17.19
2 青藓科 Brachytheciaceae	7	11.11	33	17.19
3 灰藓科 Hypnaceae	7	11.11	21	10.94
4 真藓科 Bryaceae	2	3.17	12	6.25
5 提灯藓科 Mniaceae	2	3.17	12	6.25
6 柳叶藓科 Amblystegiaceae	5	7.94	11	5.73
7 绢藓科 Entodontaceae	1	1.59	10	5.21
合计 Total	32	50.79	132	68.75

科主要是温带和寒带的种类,此科在庞泉沟的广泛分布与保护区冬季寒冷干燥的暖温带大陆性山地气候有直接关系。柳叶藓科则是湿生环境的种类,主要分布于水沟、山涧、瀑布等环境中,和该地区地势陡峭、沟壑纵横、地形变化复杂的自然条件密切相关。主要科的大量分布反映出庞泉沟自然保护区苔藓植物区系具有明显的温带性质。

含 5 种以上的优势属共 11 个,包含 91 个种,占总种数的 47.40% (见表 2)。优势属主要集中在优势科中,生长于较为干旱的大环境中的种类,如对齿藓属(*Didymodon*)、墙藓属(*Tortula*)、红叶藓属(*Bryoerythrophy*)和真藓属(*Bryum*)等和属于温带寒带的匍灯藓属并存,进一步反映了本地区苔藓植物以北温带成分为主和冬季受西伯利亚气候的影响甚深的特点。根据吴鹏程^[13]的观点,青藓属(*Brachythecium*)、绢藓属(*Entodon*)、真藓属(*Bryum*)等为华北区主要的林地藓类,这些藓类在华北区极为繁茂的现象,充分反映了本地区属于典型的华北区。

1.3 单种科和单种属的统计

与优势科属相对比的是单种科和单种属,庞泉沟自然保护区苔藓植物中有单种科 7 科,占总科数的 24.14%;单种属共有 23 属,占总属数的 36.51%。

表 2 庞泉沟自然保护区苔藓植物优势属的种数统计(≥5 种)

Table 2 The statistics of species of dominant bryophytes genera in Pangquanguou Nature Reserve

属名 Genus name	种数 Species Num.	占总种数的百分比 (%) Percentage
1 青藓属 <i>Brachythecium</i>	16	8.33
2 真藓属 <i>Bryum</i>	11	5.73
3 对齿藓属 <i>Didymodon</i>	10	5.21
4 绢藓属 <i>Entodon</i>	10	5.21
5 灰藓属 <i>Hypnum</i>	9	4.69
6 美喙藓属 <i>Eurhynchium</i>	7	3.65
7 匍灯藓属 <i>Plagiomnium</i>	7	3.65
8 墙藓属 <i>Tortula</i>	6	3.13
9 木灵藓属 <i>Orthotrichum</i>	5	2.60
10 提灯藓属 <i>Mnium</i>	5	2.60
11 红叶藓属 <i>Bryoerythrophy</i>	5	2.60
合计 Total	91	47.40

此处所说的单种科和单种属是指在此区域内仅分布有一个种的科和属。

2 区系成分分析

按照植物区系划分的基本概念^[14],并参考吴征镒^[15]对种子植物属分布类型的划分以及王荷生^[16]关于植物区系的分布类型结构,将庞泉沟自然保护区苔藓植物区系成分划分为 9 个类型(见表 3)。

(1) 世界广泛分布 庞泉沟计有世界广布成分 17 种,如:真藓(*Bryum argenteum*)、葫芦藓(*Funaria hygrometrica*)、卵叶青藓(*Brachythecium rutabulum*)、柳叶藓(*Amblystegium serpens*)、扭口藓(*Barbula*)

表 3 庞泉沟自然保护区苔藓植物分布区类型

Table 3 Comparison of areal-types of the bryoflora in the area of Pangquanguou Nature Reserve

分布区类型 Areal types	种数 Species Num.	占总种数的百分比 (%) Percentage
1. 世界广布 Cosmopolitan	17	-
2. 泛热带分布 Pantropic	2	1.14
3. 热带亚洲分布 Tropical Asia	4	2.28
4. 北温带分布 North Temperate	104	59.42
5. 东亚-北美分布 East Asia and North America	7	4.00
6. 旧世界温带分布 Old World Temperate	5	2.86
7. 温带亚洲分布 Temperate Asia	9	5.14
8. 东亚分布 East Asia		
东亚广布 East Asia	5	2.86
中国-喜马拉雅分布 Sino-Himalayan	5	2.86
中国-日本分布 Sino-Japan	22	12.57
9. 中国特有分布 Endemic to China	12	6.86
合计 Total	192	100.00

unguiculata)、牛角藓 (*Cratoneuron filicinum*)、角齿藓 (*Ceratodon purpureus*)、羽枝光萼苔 (*Porella pinnata*) 等。

(2) 泛热带分布 庞泉沟计有泛热带成分 2 种,占 1.14%。树生墙藓 (*Tortula laevipila*)、狭叶小羽藓 (*Haplocladium angustifolium*),热带成分在本地区苔藓植物的区系中作用极其微弱。

(3) 热带亚洲分布 庞泉沟计有热带亚洲成分 4 种,占 2.28%,有:缺齿小石藓 (*Weissia edentula*)、尖叶对齿藓 (*Didymodon constrictus*)、小扭口藓 (*Barbula indica*) 等。

(4) 北温带分布 庞泉沟计有北温带成分 104 种,占 59.42%,是该地区苔藓植物区系的主体,占有显著的优势。有:丛本藓 (*Anoetangium aestivum*)、扭口藓、对齿藓 (*Didymodon ferrugineus*)、丛藓 (*Tortula truncata*)、球蒴真藓 (*Bryum turbinatum*)、垂蒴真藓 (*Bryum uliginosum*)、镰刀藓 (*Drepanocladus aduncus*)、青藓 (*Brachythecium albicans*)、羽枝青藓 (*Brachythecium plumosum*)、溪边青藓 (*Brachythecium rivulare*)、木灵藓 (*Orthotrichum anomalum*)、燕尾藓 (*Brahnia novae-angliae*)、绢藓 (*Entodon cladorrhizans*)、灰藓 (*Hypnum cupressiform*)、直叶灰藓 (*Hypnum vaucheri*)、圆叶苔 (*Jamesoniella autumnalis*) 和花叶溪苔 (*Pellia endiviaefolia*) 等。庞泉沟保护区苔藓植物区系中拥有种类众多的北温带成分,和本地区的地理位置和气候特点有密切联系。

(5) 东亚-北美分布 庞泉沟计有东亚-北美成分 7 种,占 4.00%。有:密叶绢藓 (*Entodon nigrescens*)、拟木灵藓 (*Orthotrichum affine*)、小牛舌藓 (*Anomodon minor*)、石地青藓 (*Brachythecium glareosum*) 和多疣麻羽藓 (*Claopodium pellucinerve*) 等。

(6) 旧世界温带分布 庞泉沟计有旧世界温带成分 5 种,占 2.86%。有:高山毛氏藓 (*Molendoa sendtneriana*)、硬枝小羽藓 (*Haplocladium strictulum*)、盔瓣耳叶苔 (*Frullania muscicola*)、长肋青藓 (*Brachythecium populeum*) 等。

(7) 温带亚洲分布 庞泉沟计有温带亚洲成分 9 种,占 5.14%。如:平肋提灯藓 (*Mnium laevinerve*)、多褶青藓 (*Brachythecium buchananii*)、大灰藓 (*Hypnum plumaeformes*) 和达乌里耳叶苔 (*Frullania davurica*) 等。

(8) 东亚分布 本区东亚成分共有 32 种,占总种数的 18.29%。为仅次于北温带成分的第二区系成分,在庞泉沟保护区苔藓植物区系中占有举足轻

重的地位。根据地理因素、分布特点,东亚分布可进一步细分为 3 种类型。

东亚广布:庞泉沟计有 5 种,占总种数的 2.86%。无齿红叶藓 (*Bryoerythrophylla gymnostomum*)、光泽棉藓 (*Plagiothecium laetum*)、横生绢藓 (*Entodon prorepens*) 等;

中国-喜马拉雅分布:中国-喜马拉雅成分主要分布于喜马拉雅山区诸国至我国西南诸省,有的达到陕、甘、华北或台湾省,向南延伸到中南半岛,但不见于日本。有时与热带亚洲分布的变型不易区分。但一般均到达亚热带或温带。庞泉沟计有 5 种,占总种数的 2.86%。钝叶绢藓 (*Entodon obtusatus*)、荫地绢藓 (*Entodon caliginosus*)、华中毛灰藓 (*Homomallium plagiangium*)、阔叶丛本藓 (*Anoetangium clarum*) 和卷叶真藓 (*Bryum thomsonii*);

中国-日本分布:中国-日本成分主要分布于我国滇、川金沙江河谷以东地区直至日本和琉球群岛,但不见于喜马拉雅地区。庞泉沟计有 22 种,占 12.57%。细绢藓 (*Entodon giraldii*)、深绿绢藓 (*Entodon luridus*)、美灰藓 (*Eurhynchium leptothallum*)、东亚金灰藓 (*Pylaisiella brotheri*)、拟灰藓 (*Hondaella brachytheciella*)、皱叶青藓 (*Brachythecium kuroishicum*)、树状美喙藓 (*Eurhynchium arbuscula*)、齿边缩叶藓 (*Ptychomitrium denatum*)、钝叶小石藓 (*Weissia newcomeri*) 和尖叶对齿藓弯叶变种 (*Didymodon constrictus* var. *flexicuspis*)、陕西耳叶苔 (*Frullania schensianaa*) 等。

(9) 中国特有分布 庞泉沟计有中国特有成分 12 种,占 6.86%。有:长肋对齿藓 (*Didymodon longicostatus*)、羽枝美喙藓 (*Eurhynchium iongirameum*)、绿枝青藓 (*Brachythecium viridefactum*)、狭叶长喙藓 (*Rhynchostegium fauriei*)、中华细枝藓 (*Lindbergia sinensis*) 和亮叶绢藓 (*Entodon aeruginosus*) 等。

3 用主成分分析法对区系地理成分的比较

按照马克平^[17]提出的植物区系谱的概念,即:植物区系谱就是指某一特定植物区系中各类区系成分百分率的集合,它反映了各种区系成分在该区系中占有比率或对其区系总体的贡献。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 (如属或种) 数, ($i = 1, 2, 3 \dots n$); T 为某区系各种区

表 4 9 个地区苔藓植物地理成分区系谱
Table 4 Floristic spectrum of bryoflora of 9 areas

地区 Area	N	O	W	A	E	M	T	B	资料来源 Information source
庞泉沟 Mt. Panguangou	59.20	2.87	5.17	4.02	18.38	0	3.42	6.98	本研究
七老图山 Mt. Qilaotu	60.98	6.10	6.71	3.66	17.07	0	1.83	3.66	王瑶 ^[19] 2004
滦河地区 Luanhe river	64.33	1.75	5.26	4.68	14.04	0.58	2.92	6.43	李琳 ^[20] 2004
长白山 Mt. Changbai	59.94	4.80	0	2.87	29.01	0	0.73	2.86	高谦 ^[21] 等 1983
东部天山 Mt. Tianshan	63.42	9.56	10	1.74	3.91	0.43	0	5.21	赵建成 ^[22] 1993
云台山 Mt. Yuntai	42.94	1.70	2.82	2.82	26.55	0	11.86	11.30	刘永英 ^[23] 2006
小五台山 Mt. Xiaowutai	64.29	4.02	3.13	4.02	13.84	0.45	2.23	8.04	李敏 ^[24] 1999
崂山 Mt. Laoshan	43.83	3.10	0	4.70	36.02	0	5.13	7.26	衣艳君 ^[25] 1991
鹫东麓 Mt. Jiudonglu	18.56	1.65	0.82	3.71	43.09	0	24.95	28.66	朱俊 ^[26] 2001

注: N、O、W、A、E、M、T、B 分别代表北温带分布、旧世界温带分布、温带亚洲分布、东亚-北美分布、东亚分布、地中海区分布、热带分布(包括泛热带和热带亚洲分布)和中国特有分布。

Notes: N, O, W, A, E, M, T, B respectively represent North temperate, Old World temperate, Temperate Asia, East Asia and North America, East Asia, Mediterranean, Tropical (including the pan-tropical and tropical Asia) and Endemic to China distribution types.

系成分的分类群总数, 即:

$$T = \sum_{i=1}^n FE_i \text{。}$$

在 9 个地区苔藓植物地理成分区系谱(表 4)的基础上, 用统计学上的主成分分析方法^[18]对 9 个地区进行排序。这里将区系谱中各具体成分的百分率作为变量因子, 由于主成分是综合变量, 从而可以较准确地了解各区系成分的综合贡献。

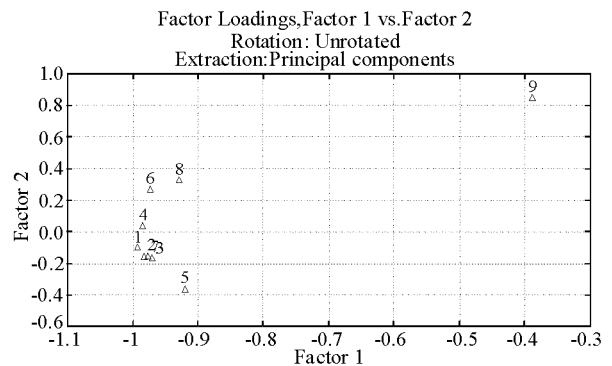
主成分的特征根和贡献率是选择主成分的依据。从表 5 可知, 第一主成分的特征根为 7.638028, 方差贡献率为 84.86698, 即代表全部信息量的 84.86698%, 是最重要的主成分; 第二个主成分的特征根为 1.231889, 方差贡献率为 13.68766, 即代表全部信息量的 13.68766%, 是次要的主成分。前两个主成分的特征根之和为 8.869917, 前两个主成分的累计方差贡献率为 98.55464%, 也就表示前两个主成分可以表达全部信息的 98.55464%, 可以作为区系谱中各区地理成分因子的综合指标来分析各区间的关系。

表 5 主成分分析中前两个主成分的
贡献率及累计方差贡献率

Table 5 Flora spectrum variance proportion and cumulative variance proportion of the two principal components in PCA

Value	Extraction: Principal components			
	Eigenval	Total variance %	Cumul eigenval	Cumul %
1	7.638028	84.86698	7.638028	84.86698
2	1.231889	13.68766	8.869917	98.55464

以第一主成分作纵坐标, 第二主成分作横坐标, 用 STATISTICA 作平面散点图, 对 9 个地区排序, 见图 1。从图 1 可以看出, 庞泉沟自然保护区、崂山、长白山、云台山、滦河上游地区、小五台山和七老图山为一组; 鹫东麓和东部天山各自为一组。



1~9 分别表示庞泉沟、七老图山、滦河上游地区、长白山、东部天山、云台山、小五台山、崂山和鹫东麓。
1-9: Mt. Panguangou, Mt. Qilaotu, Luanhe river, Mt. Changbai, Mt. Tianshan, Mt. Yuntai, Mt. Xiaowutai, Mt. Laoshan, Mt. Jiudonglu

图 1 苔藓植物区系谱的 PCA 排序
Fig. 1 PCA ordination of bryophyte floristic spectrum

4 结论

(1) 庞泉沟自然保护区与崂山、云台山、滦河上游地区、小五台山和长白山等亲缘关系密切的地区同处于华北区, 七老图山位于蒙新区、东北区和华北区的过渡地带, 亲缘关系最远的鹫东麓处于岭南区, 东部天山处于蒙新区。本研究结果和陈邦杰^[27]对苔藓植物区系划分的观点一致。

(2) 庞泉沟自然保护区苔藓植物区系地理成分多样。该区苔藓植物种的分布类型有 9 个,与全世界温带、热带的许多地区及我国各区域的苔藓植物区系有不同程度的联系和交叉。

(3) 以温带性质为主。北温带成分共有 104 种,占总种数的 59.42%,是该地区苔藓植物区系的主体,占有显著的优势。说明本区系是以温带性质为主的。

(4) 具有明显的东亚色彩。东亚成分共有 32 种,占本区苔藓植物总种数的 18.29%。仅次于北温带成分,在庞泉沟自然保护区苔藓植物区系中占有举足轻重的地位。

参考文献:

- [1] 山西庞泉沟国家级自然保护区主编. 山西庞泉沟国家级自然保护区[M]. 北京:中国林业出版社,1999:1-6.
- [2] 高谦,张光初. 东北苔类植物志[M]. 北京:科学出版社,1981.
- [3] 高谦. 中国苔藓志(第1卷)[M]. 北京:科学出版社,1994.
- [4] 高谦. 中国苔藓志(第2卷)[M]. 北京:科学出版社,1996.
- [5] 黎兴江. 中国苔藓志(第3卷)[M]. 北京:科学出版社,2000.
- [6] 吴鹏程. 中国苔藓志(第6卷)[M]. 北京:科学出版社,2002.
- [7] 胡人亮,王幼芳. 中国苔藓志(第7卷)[M]. 北京:科学出版社,2005.
- [8] 高谦. 中国苔藓志(第9卷)[M]. 北京:科学出版社,2003.
- [9] 白学良. 内蒙古苔藓植物志[M]. 呼和浩特:内蒙古大学出版社,1997.
- [10] 吴鹏程,汪楣芝. 横断山区苔藓志[M]. 北京:科学出版社,2000.
- [11] Redfearn P L, Tan B C, He S. A newly updated and annotated checklist of Chinese mosses[J]. *J Hattori Bot Lab*, 1996, 79: 163-357.
- [12] Piippo S. Annotated catalogue of Chinese Hepaticae and Anthocerotae[J]. *J Hattori Bot Lab*, 1990, 68:1-192.
- [13] 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.
- [14] 塔赫他间. 世界植物区系划分[M]. 北京:科学出版社,1988.
- [15] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型[J]. 云南植物研究, 1991(增刊IV):1-139.
- [16] 王荷生. 植物区系地理[M]. 北京:科学出版社,1992.
- [17] 马克平. 东灵山地区植物区系的基本特征与若干山系的关系[J]. 植物研究, 1995, 15(4):501-515.
- [18] 裴鑫德. 多元统计分析及其应用[M]. 北京:北京农业大学出版社,1991.
- [19] 王瑶. 内蒙古七老图山苔藓植物分类及区系研究[D]. 呼和浩特:内蒙古大学,2004:12-44.
- [20] 李琳. 滦河上游地区高等孢子植物物种多样性研究[D]. 石家庄:河北师范大学,2004.
- [21] 高谦,曹同. 长白山苔藓植物的初步研究[J]. 森林生态系统, 1983, 3:82-118.
- [22] 赵建成. 新疆东部天山苔藓植物区系[J]. *CHENIA*, 1993, 1: 99-112.
- [23] 刘永英. 云台山国家地质公园苔藓植物的研究[D]. 河南:焦作师专,2006.
- [24] 李敏. 河北省小五台山苔藓植物研究[D]. 石家庄:河北师范大学,1999.
- [25] 衣艳君. 山东崂山苔藓植物的研究[D]. 长春:东北师范大学,1991.
- [26] 朱俊. 福建鹭峰山东麓苔藓植物初步研究[D]. 上海:华东师范大学,2001.
- [27] 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):271-294.