

金佛山自然保护区蕨类植物资源与区系初步研究

易思荣^{1,2}, 黄 娅¹, 肖 波¹, 梁国鲁²

(1. 重庆市药物种植研究所, 重庆 408435; 2. 西南大学 园艺园林学院, 重庆 400715)

摘要: 金佛山自然保护区共计有野生蕨类植物 46 科 107 属 458 种(含亚种和变种)。在科的区系成分中单种科 14 个, 少型科(2~5 种)16 个, 多种科(包含 6~19 种)12 个, 大科(20~49 种)1 个, 特大科(50 种以上)3 个, 分别占金佛山蕨类植物总科数的 30.43%、34.78%、26.09%、2.17% 和 6.53%; 其中热带分布占总科数的 54.35%; 在属的区系成分中, 具 12 个分布区类型, 单种属和少种属数量多; 热带成分丰富, 包含 55 属, 占总属数的 51.40%; 特有现象明显, 地方特有种十分丰富; 属的区系与武陵山和大巴山关系最为密切, 与九华山、化龙山、齐云山和云山关系疏远; 东亚分布、世界广布、热带亚洲至热带非洲间断分布及北温带分布型对该区系性质的影响最大, 热带亚洲分布型和东亚北美间断分布型的影响最小; 该区系具有古老、孑遗和原始性等特点, 验证了金佛山地区处于我国三大特有现象中心之一的鄂西—川东特有现象中心的观点。

关键词: 金佛山自然保护区; 蕨类植物; 区系; 区系相似性; 区系指数

中图分类号: Q 948.5 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2008)02-0218-08

Preliminary study on the fern resource and flora in Jinfo Mountain

YI Si-Rong^{1,2}, HUANG Ya¹, XIAO Bo¹, LIANG Guo-Lu²

(1. *The Research Institute of Medicine Plantation of Chongqing*, Chongqing 408435, China; 2. *College of Horticulture and Landscape, Southwest University*, Chongqing 400715, China)

Abstract: Jinfo Mountain locates at the south of Chongqing, belongs to the subtropical humid monsoon climate areas. The fern flora in this mountain is very abundant, which is about 458 species (including varieties and subspecies) represent 107 genera and 46 families, a few of those are precious plants. There are 14 monotypic families, 16 minor-species families (between 2 to 5 species), 12 multi-species families (including 6 to 19 species), 1 macrospecies family (including 20 to 49 species) and 3 extra-species families, occupied 30.43%, 34.78%, 26.09%, 2.17% and 6.53% of the total family number of fern in this Mountain respectively. About 54.35% of the family of fern are tropical species, the distribution patterns of genera are classified into 12 types and most of those are monotypic or minor-species genera. The topical character is enrich with 55 genera, which is about 51.40% of the mountain. At the same time, the fern flora is arohaic, relic and pristine, Endemism is notable. It is closely related with the Wuling Mountain and Daba Mountain in fern area of gennera, and distant with that of Jiuhua Mountain, Hualong Mountain, Qiyun Mountain and Yun Mountain. The distributing model of East Asia, cosmopolitan and the north temperate zone and the disconnected distribution from Tropical Asia to Tropical Africa affect the character of fern flora of Jinfo mountain at most, and that of tropic Asia and those between east Asia and north America affect least. So it is consistent with the opinion that East Sichuan and Western Hubei Province is one of the three endemic centers in China and Jinfo Mountains is located at this center.

Key words: Jinfo Mountain Nature Reserve; pteridophyte; flora; floristic similarity; flora index

收稿日期: 2006-01-23 修回日期: 2007-01-13

基金项目: 国家科技部“十一五”支撑计划[Supported by Eleventh Five-Year Supporting Plan Project of Science and Technology Ministry of China]

作者简介: 易思荣(1972-), 男, 四川达县人, 硕士, 副研究员, 主要从事植物分类与资源等研究, (E-mail)yisirong123@yahoo.cn.

1 自然概况

金佛山级自然保护区位于重庆市南部南川市境内(106°54'~107°27' E, 28°46'~29°38' N),东接贵州省道真县,南邻贵州省正安县、桐梓县,西连万盛区、綦江县、巴南区,北与涪陵接壤,最高点为风吹岭,海拔2251 m,最低点在骑龙乡柏林的鱼跳岩,海拔340 m,相对高差1911 m,面积1300 km²。金佛山属亚热带湿润季风气候区,全年气候温和,四季分明,雨量充沛,既无严寒,又无酷暑,立体气候明显。年均温8.3℃,极端低温-14.4℃,极端高温29.2℃,年均降水量1395.5 mm,平均日照时数为1079.4 h。平均10℃的活动积温5435℃,相对湿度90%。金佛山属贵州大娄山东段的一条支脉,形成于燕山运动后期,其后又受到喜马拉雅造山运动的影响,在长期的内外应力作用下,形成了深沟峡谷、峭壁悬崖和无数大断层,山体主要由灰岩和石灰岩组成,局部地区分布有玄武岩、页岩、砂岩及变质岩等,主要土壤类型有黄壤、黄棕壤及少量亚高山草甸土(四川植被协作组,1980)。

金佛山属于中国—日本森林植物亚区的华中地区,位于我国三大特有现象中心之一的鄂西—川东植物分布中心,从地理位置分析,它不仅位于东西植物分布的交界地带,也处于南北植物分界的边缘地区,是众多野生植物的自然分化中心或分布中心(郝日明,1997;应俊生等,1979);另外由于金佛山处于亚热带湿润气候区,长期受太平洋湿润季风气候的影响,生物气候条件十分优越,再加之第四纪冰川运动时受到的影响很小,使部分亚热带珍稀濒危植物得到保存、繁衍和发展,故区内植物种类繁多,类型复杂多样,形态特征各异,不同地质年代的植物和不同区系成分的植物常常混合在一个植物群落里,珍稀、孑遗植物也相当丰富,是我国不可多得的中亚热带植物集中分布中心。

2 蕨类植物资源状况

2.1 植物丰富度

通过多年实际调查和对相关文献统计,金佛山地区的蕨类植物经归并后为46科107属458种,其中模式产地植物64种,特有植物30余种(四川植物志编辑委员会,1988),分别占金佛山蕨类植物总种数

的13.97%和6.55%。如南川鳞星蕨(*Lepidomicrosorium nanchuanense*)、南川莲座蕨(*Angiopteris nanchuanensis*)、南川短肠蕨(*Allantodia nanchuanica*)、假线鳞耳蕨(*Polystichum pseudo-setosum*)、金佛山复叶耳蕨(*Arachniodes jinfoshanensis*)、毛囊方杆蕨(*Glaphyopteridopsis eriocarpa*)、金佛山方杆蕨(*G. jinfushanensis*)、金佛山伏蕨(*Leptogramma jinfoshanensis*)、拟渐尖毛蕨(*Cyclosorus sino-acuminatus*)、对羽毛蕨(*C. oppositipinnus*)等既为模式产地植物,也为金佛山特有植物,说明金佛山蕨类植物种的区系成分中特有成分含量十分丰富,也验证了金佛山地区植物区系属我国三大特有现象中心之一的鄂西—川东植物分布中心的观点。该地区分布的模式产地植物和特有植物的丰富程度也说明金佛山是我国亚热带山地植物多样化最丰富的地区之一。

蕨类植物通常为多年生草本植物,植株较为矮小,仅少数种类为高大灌木状,其中的高大成分仅见有金毛狗脊属(*Cibotium*)和黑桫欏属(*Gymnosphaera*)两属二种植物,中等草本植物有贯众属(*Cyrtomium*)、鳞毛蕨属(*Dryopteris*)、耳蕨属(*Polystichum*)、复叶耳蕨属(*Arachniodes*)等,其余的多为矮小草本植物。金佛山蕨类植物按生活类型可分为土生、附生和水生等,其中以土生型成分最为丰富,包含有石松属(*Lycopodium*)、木贼属(*Hippochaete*)、阴地蕨属(*Sceptridium*)、瘤足蕨属(*Plagiogyria*)、海金沙属(*Lygodium*)、里白属(*Diplazium*)、蹄盖蕨属(*Athyrium*)、鳞毛蕨属、耳蕨属、金毛狗脊属等61属的全部或其中部分种,共计有290余种蕨类植物,附生型有松叶蕨属(*Psilotum*)、瓦韦属(*Lepisorus*)、石韦属(*Pyrrosia*)、线蕨属(*Colysis*)、膜蕨属(*Hymenophyllum*)、盾蕨属(*Neolepisorus*)等42属近160种,水生型仅萍属(*Marsilea*)、槐叶萍属(*Salvinia*)、满江红属(*Azolla*)等3属的4种植物,问荆属(*Equisetum*)和木贼属则包含有水生、陆生及过渡类型。

2.2 经济植物资源丰富

金佛山地区经济植物十分丰富,本文重点对药用植物、观赏植物、化工原料植物、食用植物、杀虫植物及指示植物等进行初步介绍。

药用植物主要有被中国药典收录的海金沙(*Lygodium japonicum*)、金毛狗(*Cibotium barometz*)、石松(*Lycopodium japonicum*)等三种,同时如松叶兰(*Psilotum nudum*)、灯笼草(*Palkin-*

haea cernnum)、翠云草(*Selaginella uncinata*)、瓶尔小草(*Ophioglossum vulgatum*)、药用阴地蕨(*Sceptridium officinale*)、槲蕨(*Drynaria roosii*)等上百种蕨类植物均有较高的药用价值。金毛狗脊、单叶贯众(*Cyrtomium hemionitis*)和小黑杉栲(*Alsophila metteniana*)3种植物还被列为我国的野生重点保护植物名录(国家林业局等,1999);自80年代以来,蕨类作为观赏植物的一个重要组成部分,发展十分迅速。由于蕨类植物多有忍耐隐蔽的特点,因此很适宜于室内观赏,这一特点是大多数种子植物无法比拟的,因此蕨类植物一直受到人们的好评。金佛山地区共分布有南川座莲蕨、紫萁(*Osmunda japonica*)、多种瘤足蕨(*Plagiogyria* sp.)、多种铁线蕨(*Adiantum* sp.)、多种铁角蕨(*Asplenium* sp.)、肾蕨(*Nephrolepis auriculata*)、小黑杉栲、尖齿凤丫蕨(*Coniogramme affinis*)、羽裂圣蕨(*Dictyocline wilfordii*)、毛囊方杆蕨、方杆蕨(*Glauplyropteridopsis erubescens*)、金佛山方杆蕨、毛枝蕨(*Leptorumohra miqueliana*)等近百种观赏蕨类植物,其中的部分铁线蕨属植物在重庆等地已实现了有效开发。

化工原料植物主要是从植物体中提取分离植物胶体、鞣质、油脂、染料、色素等成分,这些物质常常是工业生产中不可缺少的,对人类的生产生活也十分重要,因此具很高的经济和社会价值。金佛山蕨类植物中可作为化工原料的主要有苹(*Marsilea quaodriifolia*)、石松类(*Diphasiastrum* sp.)、卷柏类(*Selaginella* sp.)、石杉类(*Huperzia* sp.)及多种凤尾蕨(*Pteris* sp.)等数十种,蕨类植物食用以根茎和叶片为主,根茎主要富含淀粉,叶片以食用幼嫩叶片为主。由于蕨类植物作为食品有较好的保健等功能,因此其市场前景一直被看好,目前不少地方都已开始规模性开发。金佛山地区食用蕨类植物主要有蕨菜(*Pteridium excelsum*)、紫萁等10余种。在开发过程中应特别注意的是蕨类植物中部分种类有毒,如蕨和紫萁的幼茎到后期就会积累有毒物质。

杀虫植物指植物体含有可以杀灭农业害虫的成分的植物,或者植物的分泌物具有杀灭害虫的作用。金佛山蕨类植物中的杀虫植物种类十分丰富,包括有华南紫萁(*Osmunda vachellii*)、薄叶蹄盖蕨(*Athyrium delicatulum*)、轴果蹄盖蕨(*A. epirachis*)、狗脊蕨(*Woodwardia japonica*)、贯众等数十种之多;由于长期的分化和适应,不同种类的植物对

不同的环境形成了不同的适应,部分植物只能在酸性条件才能正常生长发育,部分植物只能在碱性条件才能正常生长,从而形成了酸、碱性指示植物,这些植物的存在不仅使人们能在野外直观地分辨土壤的酸碱性,更能为林业生产服务。金佛山酸性土壤指示蕨类植物主要有铁角蕨、石松、紫萁、狗脊蕨、芒箕(*Dicranopteris dichotoma*)、里白(*Diplazium glaucum*)等二十余种,碱性(钙质土及石灰岩)土壤指示植物有多种贯众、多种凤尾蕨、多种铁线蕨及毛轴碎米蕨(*Cheiosoria chusana*)等30余种。

3 金佛山蕨类植物区系

3.1 科的区系成分统计分析

金佛山蕨类植物中既有较为古老的科如松叶蕨科(*Psilotaceae*)、石杉科(*Huperizaceae*)、卷柏科(*Selaginellaceae*)、木贼科(*Equisetaceae*)、海金沙科(*Lygodiaceae*)、莲座蕨科(*Angiopteridaceae*)、紫萁科(*Osmundaceae*)、瘤足蕨科(*Plagiogyriaceae*)、里白科(*Gleicheniaceae*)、蚌壳蕨科(*Dicksoniaceae*)、乌毛蕨科(*Blechnaceae*)等,也分布有比较进化的科如水龙骨科(*Polypodiaceae*)、槐叶萍科(*Salviniaceae*)等,这说明金佛山的蕨类植物起源十分古老而且进化发展迅速,同时也说明金佛山地区是我国亚热带山地植物多样化最丰富的地区之一。在科的区系成分中以世界广布型和泛热带分布型占主要,各包含16科和14科,分别占金佛山蕨类植物总科数的35.56%和31.11%,全部热带成分总共21科,达到总科数的46.67%,这说明金佛山蕨类植物科的区系成分带有较强的热带亲缘关系。

金佛山所有蕨类植物中,包含50种以上的科有蹄盖蕨科(11:56)、鳞毛蕨科(7:88)和水龙骨科(13:65)等3个,它们所包含的总种数占金佛山蕨类植物的45.63%;含有20~49种的科仅金星蕨科(13:37);含有2~19种的科有石松科、卷柏科等28个,单种科有松叶蕨科、蚌壳蕨科、松叶蕨科、海金沙科、蚌壳蕨科、实蕨科及槐叶萍科等13个。

按臧得奎(1998)和陆树刚(2004)的划分原则,科的分布区类型可划分为9个分布型,其中以泛热带分布和世界分布占主要,分别有18和17个科,占金佛山野生蕨类植物总科数的39.13%、和36.96%。按世界分布、热带分布和温带分布三种成分划分分别包含17科、25科和4科,分别占本区植

物总科数的 36.96%、54.35% 和 8.69%。从本地区蕨类植物科的分布比例可看出金佛山蕨类植物区系带有一定的热带亲缘关系。

3.2 属的区系成分统计分析

包含 20 种以上植物的仅有鳞毛蕨属 (32 种) 和耳蕨属 (27 种), 均属鳞毛蕨科; 含有 6~19 种的有蹄盖蕨属、瓦韦属、凤尾蕨属、凤丫蕨属等 20 属, 共有 228 种, 占金佛山蕨类植物总种数的 49.89%; 含有 2~5 种的有 45 属, 共计有 131 种, 占金佛山蕨类植物总种数的 28.66%, 单种属有 40 个, 所含种数占金佛山蕨类植物总种数的 8.73%。

据臧得奎 (1998) 和陆树刚 (2004) 的划分原则, 金佛山的 107 属野生蕨类植物可划分为 12 种分布区类型 (表 1)。金佛山所有蕨类植物中, 按世界分布、热带分布、温带分布和中国特有分布四种成分分析则以热带成分最多, 共包含 55 属, 占金佛山全部蕨类植物总属数的 51.40%, 其次为温带成分, 共有 27 属, 占总属数的 25.23%, 世界分布成分 22 属, 占总属数的 20.56%, 这些数据表明金佛山蕨类植物区系的热带亲缘关系较为明显。

表 1 金佛山蕨类植物属的分布型
Table 1 The areal types of the genera of fern from Jinfo Mountain

分布区类型 Areal-types	全国 China		金佛山 Jinfo Mountain	
	属 Gen.	%	属 Gen.	%
1. 世界分布 Cosmopolitan	31	13.4	22	20.56
2. 泛热带分布 Pantropic	47	20.3	25	23.36
3. 旧世界热带分布 Old world Trop.	16	6.9	9	8.41
4. 热带亚洲和热带美洲间断分布 Trop. Asia & Trop. Amer. Disjuncted	4	1.7	2	1.87
5. 热带亚洲至热带大洋洲分布 Trop. Asia & Trop. Austr.	7	3.0	3	2.80
6. 热带亚洲至热带非洲分布 Trop. Asia & Trop. Africa	14	6.1	9	8.41
7. 热带亚洲分布 Trop. Asia.	51	22.1	8	7.48
8. 北温带分布 North temperate	11	4.8	7	6.54
9. 东亚和北美间断分布 E. Asia & N. Amer. Disjuncted	4	1.7	1	0.94
10. 温带亚洲分布 Temp. Asia	4	1.7	1	0.94
11. 东亚分布 East Asia	34	13.9	18	16.82
12. 中国特有分布 Endemic to China	6	2.6	2	1.87
合计 Total	231	100.00	107	100.00

3.2.1 世界分布 世界分布属包括有石杉属 (*Huperzia*)、扁枝石松属 (*Diphasiastrum*)、石松属 (*Lycopodium*)、卷柏属 (*Selaginella*)、木贼属 (*Hippochaete*)、瓶尔小草属 (*Ophioglossum*)、膜蕨属 (*Hyp-*

menophyllum)、粉背蕨属 (*Aleuritopteris*)、旱蕨属 (*Pellaea*)、铁线蕨属 (*Adiantum*)、蹄盖蕨属 (*Athyrium*)、铁角蕨属 (*Asplenium*)、狗脊蕨属 (*Woodwardia*)、荚囊蕨属 (*Struthiopteris*)、鳞毛蕨属 (*Dryopteris*)、耳蕨属 (*Polystichum*)、苹属 (*Marsilea*)、石韦属 (*Pyrrosia*)、剑蕨属 (*Loxogramme*)、槐叶萍属 (*Salvinia*) 及满江红属 (*Azolla*) 等 22 属, 其中石杉属主产我国西南地区, 其余各属基本广布于全国范围内, 包括如萍属、槐叶萍属、满江红属等多为水生、沼泽或湿地植物, 木贼属则既有水生又有陆生以及过渡类型植物, 其余如瓶尔小草属、铁角蕨属、蹄盖蕨属、狗脊蕨属、卷柏属和石松属等则为各地常见的陆生蕨类植物。世界分布种有扁枝石松 (*Diphasiastrum complanatum*)、蛇足石杉 (*Huperzia serrata*)、蕨 (*Pteridium aquilinum* var. *latiusculum*)、铁角蕨 (*Asplenium trichomanes*)、铁线蕨 (*Adiantum capillus-veneris*)、东亚羽节蕨 (*Gymnocarpium oyamense*)、苹及节节草 (*Hippochaete ramosissimum*) 等。

3.2.2 热带分布 热带成分比例较大, 各种分布型基本齐全, 仅缺乏其中的一些变型。本地区分布的泛热带分布属包括松叶蕨属 (*Psilotum*)、灯笼草属 (*Palhinhaea*)、瘤足蕨属 (*Plagiogyria*)、海金沙属 (*Lygodium*)、瓶蕨属 (*Trichomanes*)、桫欏属 (*Alsophia*)、碗蕨属 (*Dennstaedtia*)、姬蕨属 (*Hypolepis*)、凤尾蕨属 (*Pteris*)、隐囊蕨属 (*Notholaena*)、金粉蕨属 (*Onychium*) 和碎米蕨属 (*Cheilosoria*) 等 25 属。其中的松叶蕨、瘤足蕨及海金沙等属均为较为古老的蕨类植物类群, 其中的多数属由华东和华南向西北扩展到本地区, 继续向西北扩散的能力逐渐减弱, 如短肠蕨属 (*Allantodia*) 和金星蕨属 (*Parathelypteris*) 等, 也有少数类群继续向西北扩散并越过秦岭和到达西藏等地区, 如碗蕨属 (*Dennstaedtia*)。本地区分布的泛热带蕨类植物种包括灯笼草 (*Palhinhaea cernua*)、松叶蕨 (*Psilotum nudum*) 和齿牙毛蕨 (*Cyclosorus dentatus*) 等, 这些种类均较为常见, 单总体数量不多。

旧世界热带分布型包括莲座蕨属 (*Angiopteris*)、芒萁属 (*Dicranopteris*)、团扇蕨属 (*Gonocormus*)、介蕨属 (*Dryothyrium*)、星毛蕨属 (*Ampeleopteris*) 和线蕨属 (*Colysis*) 等 9 个, 其中多数类型广布于我国的热带和亚热带地区, 多数仅能分布到本地区但无法继续向西北扩展, 如莲座蕨属的种类

在本地区的分布即为该属植物的最北界限,其它如介蕨属、星毛蕨属和线蕨属等也是如此,当然其中也有少数能够继续向北方扩展,如团扇蕨属的部分种类在我国的华北和东北地区仍有少量分布,但本地区基本没有旧世界热带分布种的存在。

热带亚洲和热带美洲间断分布成分仅有双盖蕨属(*Diplazium*)和金毛狗脊属(*Cibotium*)两个,其中的金毛狗脊属在本地区为自然分布的最北界,双盖蕨属则能够到达秦岭以及更加偏西的地区。金佛山地区分布的热带亚洲和热带美洲间断分布种有姬蕨(*Hypolepis punctata*)等几种。热带亚洲至热带大洋洲分布型有针毛蕨属(*Macrothelypteris*)、拟水龙骨属(*Polypodiastrium*)和榭蕨属等3属,这三个属植物的分布范围都较为广泛。本地区分布的热带亚洲至热带大洋洲分布种有普通针毛蕨(*Macrothelypteris torresiana*)、乌毛蕨(*Blechnum orientale*)和倒挂铁角蕨(*Asplenium normale*)等。热带亚洲至热带非洲分布有车前蕨属(*Antrophyum*)、角蕨属(*Cornopteris*)、茯蕨属(*Leptogramma*)、贯众属(*Cyrtomium*)、盾蕨属(*Neolepisorus*)、瓦韦属(*Lepisorus*)和星蕨属(*Microsorium*)等9个,其中的贯众属和瓦韦属植物分布范围十分广泛,仅车前蕨属植物在本地区的分布范围和地区较小,其它植物均较常见,热带亚洲至热带非洲分布种包括半边铁角蕨(*Asplenium unilaterale*)、鞭叶铁线蕨(*Adiantum caudatum*)及紫柄三叉蕨(*Tectaria coadunatum*)等种类。

热带亚洲分布属包括新月蕨属(*Pronephrium*)、肠蕨属(*Diplaziopsis*)、假钻毛蕨属(*Paradavallodes*)、圣蕨属(*Dictyocline*)等7个,这些属基本都是种类较少的少型属,至少在本地区范围内分布的种类均比较少,一般不超过3种,部分属仅包含一种,而且这些种类的分布范围也不广泛,但热带亚洲分布种在金佛山地区的分布却很发达,如藤石松(*Lycopodiastrium casuarinoides*)、石松(*Lycopodium japonicum*)、薄叶卷柏(*Selaginella delicatula*)、华南紫萁(*O. vachellii*)、扇叶铁线蕨(*Adiantum flabellulatum*)、单叶双盖蕨(*Diplazium subsinuatum*)、稀羽鳞毛蕨(*Dryopteris sparsa*)及庐山石韦(*Pyrrosia sheareri*)等数十种,而且很多种类的分布也十分普遍。

从属和种的分布比例看出,本区蕨类植物的热带、亚热带属种分布数量均远超过温带成分(扣除特

有成分),这足以说明本区蕨类植物在历史发展过程中,热带成分曾经一直占有较大的优势。

3.2.3 温带分布 北温带分布型蕨类植物包括羽节蕨属(*Gymnocarpium*)、卵果蕨属(*Phegopteris*)、荚果蕨属(*Matteuccia*)和岩蕨属(*Woodsia*)等7属,这些属的植物分布范围往往十分宽广,常见从我国热带或亚热带地区一直向北延伸至东北和华北地区,如问荆属(*Equisetum*)和荚果蕨属的部分种类。北温带分布种也较为丰富,如节节草(*Hippochaete ramosissima*)、苹、槐叶苹、蕨、阴地蕨等均较为常见。东亚—北美间断分布型和温带亚洲分布型蕨类植物较少,分别仅有蛾眉蕨属(*Lunathyrium*)和睫毛蕨属(*Pleurosoriopsis*),前者在本地区分布有4种,其中包括南川峨眉蕨(*Lunathyrium nanchuanense*)一个地方特有种,睫毛蕨属分布有一种,即睫毛蕨(*Pleurosoriopsis makinoi*),该种分布于日本、朝鲜、俄罗斯和我国东北、西北及西南。温带亚洲种包括睫毛蕨、鞭叶耳蕨(*Polystichum craspedosorum*)和东亚羽节蕨(*Gymnocarpium oyamense*)等。

东亚分布型共有18属,包括全东亚分布型、中国—喜马拉雅和中国—日本分布型三种变型,东亚成分是我国蕨类植物的主要成分之一,其种的分布上也是本地区蕨类植物的重要组成成分。

全东亚分布型指从喜马拉雅地区经过我国整个疆域到达日本的植物类型,这些属多数从喜马拉雅地区经过我国西南、华中和华东后到达日本。本地区分布的本类型蕨类植物包括有稀子蕨属(*Monachosorum*)、钩毛蕨属(*Cyclogramma*)、亮毛蕨属(*Acystopteris*)、轴果蕨属(*Rhachidosorus*)、紫柄蕨属(*Pseudophegopteris*)、假瘤蕨属(*Phymatopteris*)和水龙骨属(*Polypodiodes*)等9属,东亚分布种包括西南凤尾蕨(*Pteris wallichiana*)、银粉背蕨(*Aleuritopteris argentea*)、东方荚果蕨(*Matteuccia orientalis*)、紫萁(*Osmunda japonica*)、华东瘤足蕨(*Plagiogyria japonica*)、芒萁、边缘鳞盖蕨(*Microlepia marginata*)、长叶铁角蕨(*Asplenium prolongatum*)、斜方复叶耳蕨(*Arachniodes rhomboidea*)和石韦等数十种。

中国—喜马拉雅分布型在本地区范围内的属不多,仅有方秆蕨属(*Glaphyopteridopsis*)、柄盖蕨属(*Peranema*)、小膜盖蕨属(*Araiostegia*)、节枝蕨属(*Arthromeris*)和骨牌蕨属(*Lepidogrammitis*)等5属,本部分蕨类植物在我国主要分布于西南地区或

与西南地区邻接的地区。但中国—喜马拉雅分布种在本地区十分丰富, 包括掌羽凤尾蕨 (*Pteris dactylina*)、黑足金粉蕨 (*Onychium contiguum*)、禾秆紫柄蕨 (*Pseudophegopteris microstegia*)、鳞轴小膜盖蕨 (*Araiostegia perdurans*)、线鳞耳蕨 (*Polystichum discretum*)、长柄假脉蕨 (*Crepidomanes racemulosum*)、干旱毛蕨 (*Cyclosorus aridus*)、黑足金粉蕨 (*Onychium contiguum*) 和鳞轴小膜盖蕨 (*Araiostegia perdurans*) 等数 10 种。

中国—日本分布型也仅有毛枝蕨属 (*Leptoromohra*)、丝带蕨属 (*Drymotaenium*)、鳞果星蕨属 (*Leptomicrosorium*) 和石蕨属 (*Saxiglossum*) 等 4 属, 其中仅鳞果星蕨属所含有的种类较多, 共计四种, 其中南川鳞星蕨 (*Leptomicrosorium nanchuanense*) 为地方特有植物, 其余三种分布范围相对较宽。金佛山分布的中国—日本分布种包括有福建观音座莲 (*Angiopteris fokiensis*)、凤丫蕨 (*Coniogramme japonica*)、日本蹄盖蕨 (*Athyrium niponicum*)、光脚金星蕨 (*Parathelypteris japonica*)、暗鳞鳞毛蕨 (*Dryopteris atrata*)、延羽卵果蕨 (*Phegopteris decursivepinmata*)、异穗卷柏 (*Selaginella heterostachys*)、华中瘤足蕨 (*Plagiogyria euphlebica*)、里白、华东膜蕨 (*Hymenophyllum barbatum*)、细毛碗蕨 (*Dennstaedtia pilosella*)、井栏边草、江南短肠蕨 (*Allantodia metteniana*)、华东安蕨 (*Anisocampium sheareri*)、假蹄盖蕨 (*Athyriopsis japonica*)、长尾复叶耳蕨 (*Arachniodes simplicior*)、阔鳞肋毛蕨 (*Ctenitis maximowicziana*)、线蕨 (*Colysis elliptica*)、江南星蕨 (*Microsorium fortunei*)、金鸡脚 (*Phymatopteris hastate*) 和水龙骨 (*Polypodiodes nipponica*) 等 100 余种。

温带成分中如果扣除东亚特有成分, 其总种数远低于热带成分的数量, 同时在属级水平上, 热带、亚热带成分也远高于温带成分 (包括东亚分布成分) 的比例, 这也说明了本区蕨类植物区系的温带性质相对热带、亚热带成分而言较弱。但从本区丰富的东亚成分 (包括属和种级水平) 又可以看出本区蕨类植物与华东—日本植物区有着不可分割的联系。

3.2.4 中国特有分布 中国特有分布型仅有黔蕨属 (*Phanerophlebiopsis*) 和柳叶蕨属 (*Cyrtogonellum*), 而且仅其中的黔蕨属才是真正意义上的中国特有属, 该属有 9 种, 均为我国特有, 金佛山境内仅分布有重齿黔蕨 (*Phanerophlebiopsis duplicato-*

serrata) 1 种; 柳叶蕨属包括有 8 个种, 其中的 7 种均为中国特有分布, 仅柳叶蕨 (*Cyrtogonellum fraxinellum*) 通过云南分布到了越南北部, 其中的弓羽柳叶蕨 (*C. salicifolium*) 为金佛山地区特有植物。本地区分布的中国特有属很少, 但分布的特有种类却极为丰富, 共计达 110 余种, 包含 30 余种地方特有植物, 如下延阴地蕨 (*Botrychium decurrens*)、四川阴地蕨 (*B. sutchuenense*)、金佛山落蕨 (*Mecodium jinposhanense*)、南川莲座蕨、金佛山耳蕨 (*Polystichum jinposhanense*)、南川鳞星蕨及金佛山复叶耳蕨 (*Arachniodes jinposhanensis*) 等。金佛山地区分布种的中国特有包括肾盖铁线蕨 (*Adiantum erythrochlamys*)、正字耳蕨 (*Polystichum liui*)、草叶耳蕨 (*P. herbaceum*)、拟黑足鳞毛蕨、翠云草 (*Selaginella uncinata*)、狭基鳞毛蕨 (*Dryopteris dickinsii*)、密鳞鳞毛蕨 (*D. Pycnopteroides*)、披针骨牌蕨 (*Lepidogrammitis diversa*)、抱石莲 (*L. drymoglossoides*) 及黄瓦韦 (*Lepisorus asterolepis*) 等近 110 种, 包括下延阴地蕨 (*Botrychium decurrens*)、四川阴地蕨、金佛山落蕨 (*Mecodium jinposhanense*)、南川莲座蕨、金佛山耳蕨、南川鳞星蕨、金佛山复叶耳蕨和多囊毛蕨 (*Cyclosorus multisorus*) 等 30 余种金佛山地方特有种。

金佛山地区蕨类植物中的区域性特有分布种类数量较大, 这些说明本区蕨类植物在旧的植物区系发展过程中形成了一个相对独立的分布区。本区蕨类植物在科属水平分布上与喜马拉雅地区直至华东植物区均存在较大的联系, 同时本区蕨类植物中古老成分又显得相当发达, 这说明本区蕨类植物起源较为古老, 因此本地区连同临近的“鄂西川东特有现象中心” (郝日明, 1997; 应俊生等, 1979) 有可能是我国一个蕨类植物自然分布 (丰富) 中心。

4 对比分析

进行地区间区系成分比较分析时, 面积差异是一个必须克服的难题, 同时一个地区内的不同区系成分在该地区植物区系中的具体作用也无法仅根据直接的科属种数量表示出来, 因此在进行对比分析时有必要引入更加合理的分析和统计方法。本文引入相似系数和区系指数对金佛山蕨类植物区系与临近地区进行对比分析。

4.1 相似性分析

相似系数的统计是以一定植物区系的全部成分在用来比较的那些区域出现的次数为标准,出现次数越多的区域是亲缘关系越密切的区系,反之关系较疏远。本文列举神农架、秦岭、梵净山、瓦屋山、大巴山、武陵山、九华山、化龙山、齐云山、老君山和云山等 11 个地区与金佛山蕨类植物属的区系进行比较分析(蒋道松等,2000;中国科学院植物研究所等,1974;邓莉兰等,1991;陈仁钧等,1985;傅志军等,1999;郭传友等,2002;陆树刚等,1995;邓云飞,2002),其中仅面积远远大于金佛山的武陵山分布的蕨类植物总数超过金佛山,达到 44 科 111 属 623 种,其余地区的蕨类植物种类都少于金佛山地区。在此我们发现仅仅根据蕨类植物科属种的数量无法直观反映不同地区间的差异和联系,因此有必要借助相似系数的分析解决这一难题。

相似系数(梅笑漫等,2005)分析表明,金佛山蕨类植物区系与武陵山、大巴山及神农架关系密切,具有很大的相似性,其中与大巴山和武陵山的相似系数分别达到 0.75 和 0.76,表明三个地区间蕨类植物组成最为接近,关系最为密切。同时金佛山与神农架的相似系数也达到 0.61,表明二者间的植物组成也较为接近,并具有较为密切的联系。金佛山与九华山、化龙山、齐云山和云山相似性系数较低,表明金佛山与上述四地区蕨类植物的组成差异较大,关系疏远。而与秦岭、老君山、梵净山和瓦屋山的相似系数接近 0.5,表明金佛山与这四个地区在蕨类植物区系上存在一定的联系,这主要是由于金佛山所处的特殊地理位置所致,从全国南北向和东西向进行植物分区地理位置分析不难发现金佛山基本处于中间过渡地带,这也是本地区植物种类异常丰富的主要原因之一。金佛山与周围临近地区的相似性

表 2 金佛山与周围临近地区的相似性指数

Table 2 The similarity of family, genera and species among Jinfo Mountain and adjacent regions

地区 Region	地理位置 Location	海拔 Altitude (m)	科数/共有科 No. of family /common	科相似系数 Similarity of family(%)	属数/共有属 No. of genera /common	属相似系数 Similarity of genera(%)	种数/共有种 No. of species /common	种相似系数 Similarity of species(%)
金佛山	29° N, 107° E	2 251	46	—	107	—	458	—
神农架	31° N, 109° E	3 105	36/34	0.83	74/65	0.72	317/237	0.61
秦岭	33° N, 108° E	3 767	30/26	0.68	77/69	0.75	304/186	0.49
梵净山	27° N, 108° E	2 493	39/36	0.85	83/70	0.74	182/127	0.40
瓦屋山	29° N, 102° E	3 522	36/33	0.80	71/59	0.66	156/123	0.40
大巴山	31° N, 109° E	2685	39/36	0.85	93/81	0.81	342/302	0.75
武陵山	28° N, 110° E	1 841	44/42	0.93	111/91	0.83	623/411	0.76
九华山	30° N, 117° E	1 341	25/22	0.62	45/34	0.45	93/68	0.25
化龙山	32° N, 109° E	2917	26/22	0.61	46/36	0.47	114/59	0.21
齐云山	29° N, 118° E	585	29/24	0.64	54/38	0.47	91/52	0.19
老君山	22° N, 104° E	2 570	44/34	0.76	115/82	0.74	258/174	0.49
云山	26° N, 110° E	1 378	34/26	0.65	68/52	0.59	137/78	0.26

指数见表 2。

4.2 区系指数分析

据傅德志等(1995)对植物区系指数的定义分别对金佛山蕨类植物属的区系的各分布类型进行 Lij/Cj、Lij/Li、Fij 计算(表 3)。结果表明, Fij 的排列顺序不受地区间面积差异的影响,因此在判断一个地区的某种植物分布区类型对该地区植物区系的影响程度以及在全国区系中的主次地位时,可直接比较 Fij 值的大小。从上述分析不难看出,金佛山蕨类植物世界分布、热带亚洲至热带非洲分布、北温带分布和旧世界热带分布五种成分对该地区蕨类植物区系的影响程度较深,而温带亚洲分布、热带亚洲分布及东亚和北美间断分布等类型的影响较小。

根据上述结果,利用数理统计的参数估计原理和方法(符伍儒,1980)对 Fij 值进行平均值和标准差计算($\alpha=0.05$ 时, $t_{\alpha}=2.160$),计算结果如下:

$$\bar{F}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^{15} F_{ij} = 0.999$$

$$S_{Fi} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^{15} (F_{ij} - \bar{F}_i)^2} = 0.473$$

$$\Delta(\bar{F}_i) = t_{\alpha} \cdot S_{Fi} / \sqrt{n-1} = 0.273$$

确定区间: $[\{\bar{F}_i - \Delta\bar{F}_i\}, \{\bar{F}_i + \Delta\bar{F}_i\}] = [0.726, 1.272]$ 判断标准: 当 $F_{ij} > \{\bar{F}_i + \Delta\bar{F}_i\}$ 时, 该分布型对该区系性质影响极大; 当 $\{\bar{F}_i + \Delta\bar{F}_i\} > F_{ij} > \bar{F}_i$ 时, 该分布型对该区系性质影响较大; 当 $\bar{F}_i > F_{ij} > \{\bar{F}_i - \Delta\bar{F}_i\}$ 时, 该分布型对该区系性质影响较小; 当 $\{\bar{F}_i -$

$\Delta F_i\} > F_i$ 时,该分布型对该区系性质影响极小。

根据上述判断标准,在金佛山蕨类植物区系(简称本区系)成分中,世界广布型、热带亚洲至热带非洲间断分布型以及北温带分布型对本区系性质的影响极大;泛热带分布型、旧世界热带分布型、东亚分布型、热带亚洲至热带美洲间断分布型及温带亚洲分布型对本区系性质的影响较大;热带亚洲至热带

大洋洲分布型和中国特有分布型对本区系性质的影响较小;热带亚洲分布型和东亚北美间断分布型对本区系性质的影响极小。

相似性系数分析克服了地区间面积差异给对比分析可能产生的误差,客观地表明了不同地区植物区系间联系的紧密程度,为植物区系分析带来了便利。区系指数分析则顺利解决了同一地区内不同分

表 3 金佛山植物区系的蕨类植物属的分布区类型的统计分析

Table 3 Statistic analysis of areal types of pteridophyte genera in Jinfo Mountain flora

分布区类型 Areal types	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合计 Total
全国 Cj	31	47	16	4	7	14	51	11	4	2	34	6	231
金佛山 Lij	22	25	9	2	3	9	8	7	1	1	18	2	107
Lij/ Cj	0.71	0.53	0.56	0.50	0.43	0.64	0.16	0.63	0.25	0.50	1.71	0.33	
排序 Rank	2	6	5	7	9	3	12	4	11	8	1	10	
Lij/Li	0.20	0.23	0.08	0.02	0.03	0.08	0.07	0.06	0.01	0.01	0.17	0.02	
排序 Rank	21	4	9	8	5	6	7	11	12	3	10		
Fij	1.53	1.14	1.21	1.08	0.93	1.38	0.34	1.36	0.54	1.08	1.14	0.72	
排序 Rank	1	5	4	7	9	2	12	3	11	8	6	10	

布区类型在该地区植物区系中作用大小的难题。

5 结论

以上分析表明,本区系具有以下特点:(1)组成丰富,共有蕨类植物 46 科 107 属 458 种;(2)处于我国三大特有现象中心之一的鄂西—川东植物分布中心;(3)本地区蕨类植物起源古老,表明金佛山地区是我国亚热带山地植物多样化最丰富的地区之一;(4)科的区系组成以热带成分占主要,共包含 25 科,达到金佛山蕨类植物总科数的 54.35%,这说明本区系带有一定的热带亲缘关系;(5)属的区系组成以热带成分最多,占金佛山全部蕨类植物总属数的 51.40%,其次为温带成分,占总属数的 25.23%,同样表明本区系的热带亲缘关系;(6)金佛山蕨类植物具明显的优势科和属,主要优势科为鳞毛蕨科、蹄盖蕨科、金星蕨科和水龙骨科等,主要优势属有鳞毛蕨属、耳蕨属、蹄盖蕨属、贯众属和凤尾蕨属等,这些科属多为世界分布型;(7)资源植物十分丰富,有药用、观赏、指示、食用、化工原料及杀虫植物等类型,生活型也十分丰富,有土生、附生和水生等类型;(8)特有现象明显,虽然本地区分布的特有科属缺少,但分布的特有蕨类植物种特别是地方特有植物却十分丰富;(9)本区系与武陵山和大巴山的蕨类植物组成最为接近,关系最为密切,与九华山、化龙山、齐云山和云山组成差异较大,关系疏远;(10)东亚分布型、世

界广布型、热带亚洲至热带非洲间断分布型及北温带分布型对本区系性质的影响最大,热带亚洲分布型和东亚北美间断分布型的影响最小。

参考文献:

- 中国科学院植物研究所,西北植物研究所. 1974. 秦岭植物志(第 2 卷)—蕨类植物门[M]. 北京:科学出版社
- 四川植被协作组. 1980. 四川植被[M]. 成都:四川人民出版社
- 四川植物志编辑委员会. 1988. 四川植物志(第六卷)[M]. 成都:四川科学技术出版社
- 符伍儒. 1980. 数理统计[M]. 北京:中国林业出版社:131—134
- 国家林业局、农业部第 4 号令. 1999. 国家重点保护野生植物名录(第一批)[J]. 植物杂志,5:12
- 陆树刚. 2004. 中国蕨类植物区系. 中国植物志(第 1 卷)[M]. 北京:科学出版社
- Hao RM(郝日明). 1997. On the areal-types of the Chinese endemic genera of seed plants(中国种子植物特有属的分布区类型)[J]. *Acta Phytotax Sin*(植物分类学报),35(6):500—510
- Zang DK(臧得奎). 1998. A preliminary study on the ferns flora in China(中国蕨类植物区系的初步研究)[J]. *Acta Bot Boreo-Occident Sin*(西北植物学报),18(3):459—465
- Jiang DS(蒋道松),Chen DM(陈德懋),Zhou PH(周朴华). 2000. A monographic study on families of pteridophytes in Shennongjia(神农架蕨类植物科的区系地理分析)[J]. *J Hunan Agric Univ*(湖南农业大学学报),26(3):171—177
- Deng LL(邓莉兰),Yang CD(杨传东). 1991. The pteridophyte flora of Fanjingshan Mountain(梵净山蕨类植物区系研究)[J]. *Guilimia*(广西植物),11(1):44—50
- Chen RJ(陈仁钧),Jiang MQ(蒋木清). 1985. The investigate on pteridophytes of Jiuhuashan in Anhui Province(安徽九华山蕨类植物区系研究)

(下转第 236 页 Continue on page 236)

系具有丰富的中国特有成分。在该蕨类植物区系中,属于中国特有成分的有 165 种,占种总数的 42.2%,这些特有成分又以华东—华南分布亚型为主,其中本地特有种有 24 种。中国特有属有 3 个。(7) 本区与有关地区蕨类植物区系关系的密切程度依次为西南、华南、日本、华中、台湾、华北、西北、西藏、东北。

参考文献:

- 天目山自然保护区管理局. 1992. 天目山自然保护区自然资源综合考察报告[M]. 杭州:浙江科技出版社:84—88
- 吴征镒. 1979. 论中国植物区系的分区问题[J]. 云南植物研究,1(1):1—22
- 浙江植物志编辑委员会. 1993. 浙江植物志[M]. 杭州:浙江科学技术出版社:1—337
- Ding BY(丁炳扬),Chen GR(陈根荣),Cheng QB(程秋波), et al. 2000. A floristics statistics and analyses of seed plants of Fengyangshan Nature Reserve in Zhejiang Province(浙江凤阳山自然保护区种子植物区系的统计分析)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究),22(1):27—37
- Deng YF(邓云飞). 2002. Preliminary studies of Pteridophytes of Yunshan Nature Reserve in Hunan Province(湖南省云山自然保护区蕨类植物的初步研究)[J]. *J Central South Fore Univ*(中南林学院学报),22(2):58—61
- He JY(何建源),Lin JL(林建丽),Liu CD(刘初韧), et al. 2004. Studies on the species diversity and flora of ferns in Wuyishan Nature Reserve(武夷山自然保护区蕨类植物物种多样性与区系的研究)[J]. *J Fujian Fore Sci Tech*(福建林业科技),31(4):40—43
- He F(何飞),Wang JX(王金锡),Liu XL(刘兴良), et al. 2003. Studies on the Pteridophytic flora of Wolong Nature Reserve in Sichuan Province(四川卧龙自然保护区蕨类植物区系研究)[J]. *J Sichuan Fore Sci Tech*(四川林业科技),24(2):12—16
- Kong XX(孔先需),Zhang LB(张丽兵). 1996. The features of the Pteridophytic flora of Mt. Gongga(Minya Gonkar),Sichuan, China(贡嘎山蕨类植物区系的特点)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究),18(2):176—184
- Li YQ(李玉泉),He P(何平),Deng HP(邓洪平), et al. 2005. A preliminary study on the Pteridophytes flora in Chongqing(重庆地区蕨类植物区系的初步研究)[J]. *Bull Bot Res*(植物研究),25(2):230—235
- Li JH(李继红),Dong XD(董晓东),Su HY(苏鸿雁). 2002. A roll of Pteridophytes on Cangshan Mountain(苍山蕨类植物名录)[J]. *J Dali Coll*(大理学院学报),1(4):37—43
- Wu ZY(吴征镒). 1991. The areal-types of Chinese genera of seed plants(中国种子植物属的分布区类型)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究),Supp. IV:1—139
- Yang XF(杨相甫),Wang TX(王太霞),Li JY(李景原), et al. 2002. A study on the Pteridophytic flora of Mountain Taihang, Henan Province(河南太行山蕨类植物区系的研究)[J]. *Guihaia*(广西植物),22(1):35—39
- Zang DK(臧得奎). 1998. A preliminary study on the ferns flora in China(中国蕨类植物区系的初步研究)[J]. *Acta Bot Boreal-Occident Sin*(西北植物学报),18(3):459—465
- Zang M(臧敏). 1998. A roll of Pteridophytes on Sanqingshan Mountain(三清山蕨类植物名录)[J]. *J Shangrao Teachers Coll*(上饶师专学报),13(3):62—65
- Zuo JF(左家哺). 1990. A numerical analysis of flora(植物区系的数值分析)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究),12(2):179—185
- Zheng CZ(郑朝宗). 1987. Characteristics of Zhejiang flora(浙江植物区系的特点)[J]. *J Hangzhou Univ*(杭州大学学报),14(3):348—361
- 类植物调查)[J]. *J Anhui Normal Univ*(安徽师范大学学报)(自然科学版),8(2):90—99
- Fu DZ(傅德志),Zuo JF(左家哺). 1995. Quantitive study on seed plant flora of China III. Flora index(中国种子植物区系定量研究III. 区系指数)[J]. *J Trop Subtrop Bot*(热带亚热带植物学报),3(4):23—29
- Fu ZJ(傅志军),Zhang P(张萍). 1999. Studies on the flora of pteridophytes of Hualong Mountain,Shaanxi Province(陕南化龙山蕨类植物区系研究)[J]. *J Yanan Univ*(延安大学学报)(自然科学版),18(1):52—56
- Guo CY(郭传友),Liu DY(刘登义). 2002. Studies on the pteridophyte flora of Qiyun Mountainous Region in Anhui Province(安徽齐云山蕨类植物区系研究)[J]. *Acta Bot Boreal-Occident Sin*(西北植物学报),22(5):1115—1121
- Lu SG(陆树刚),Cheng X(成晓). 1995. A study on the species diversity of pteridophytes from the Laojun Mountain Nature Reserve,SE. Yunnan(滇东南老君山自然保护区蕨类植物物种多样性研究)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究),17(4):415—419
- Deng YF(邓云飞). 2002. Preliminary studies of the pteridophytes of Yunshan Nature Reserve in Hunan Province(湖南云山自然保护区蕨类植物区系初步研究)[J]. *J central South Fore Univ*(中南林学院学报),22(2):58—61
- Mei XM(梅笑漫),Zhu SC(朱圣潮),Xu SX(徐双喜), et al. 2005. Studies of the pteridophytes of Fengyangshan Nature Reserve in Zhejiang Province(浙江省凤阳山自然保护区蕨类植物区系研究)[J]. *Bull Bot Res*(植物研究),25(1):99—105
- Ying JS(应俊生),Ma CG(马成功),Zhang ZS(张志松). 1979. Observations of the flora and vegetation of Mt. Shennongjia in western Hupei,China(鄂西神农架地区的植被和植物区系)[J]. *Acta Phytotax Sin*(植物分类学报),17(3):41—58

(上接第 225 页 Continue from page 225)