

文章编号: 1008 - 2786 - (2012) 6 - 655 - 08

# 重庆金佛山国家自然保护区山顶与山坡表土 孢粉对比研究

袁新田<sup>1</sup>, 谢世友<sup>2\*</sup>

(1. 宿州学院地球科学与工程学院, 安徽 宿州 234000; 2. 西南大学地理科学学院, 重庆 400715)

**摘 要:** 通过对重庆金佛山国家自然保护区山顶和山坡 10 个不同植被类型的表土调查和采样, 研究该区表土孢粉组合特征及其差异性。结果显示: 1. 山顶和山坡针叶乔木花粉(主要为马尾松)的含量均较高, 山顶为 9.29% ~ 16.15%, 山坡为 25.37% ~ 56.30%; 2. 阔叶乔木花粉在山顶含量较高(25.44% ~ 39.28%), 山坡含量较低(6.17% ~ 17.25%); 3. 灌木花粉除 JFS-1 的含量较高(29.77%) 外, 其他样点含量均较低, 山顶为 6.24% ~ 29.77%, 山坡为 6.08% ~ 9.50%; 4. 陆生草本植物花粉除 JFS-4 含量较高(18.24%) 外, 其他样点含量均较低, 山顶为 6.43% ~ 18.24%, 山坡为 5.58% ~ 9.52%; 5. 沼生草本花粉只是在 JFS-5 少量发现(0.14%); 6. 山顶和山坡蕨类植物孢子的含量均较高, 山顶为 19.73% ~ 46.77%, 山坡为 22.60% ~ 43.42%。研究区山顶和山坡的表土孢粉组合较好的反映了现代植被的组成情况, 能够较好的反映出喀斯特山地植物群落的基本特征, 为喀斯特山地植被的恢复和重建, 以及今后在该区开展第四纪古植被、古气候和古环境的重建等研究提供参考性依据。

**关键词:** 表土孢粉组合; 植被; 喀斯特; 金佛山国家自然保护区; 重庆

**中图分类号:** Q948.2

**文献标识码:** A

山地由于受人类活动干扰少、自然植被保存好, 往往成为孢粉学研究的理想地点, 我国学者近年来对燕山、神农架、长白山、天山、龙池山和兴隆山等山地的表土孢粉作了分析和研究<sup>[1-6]</sup>。喀斯特山地属于典型的生态脆弱区, 其土壤土层浅薄, 分布不连续, 质地较粘重, 水分较差, 普遍缺乏 C 层, 稳定性差, 常处于负增长状态, 与缓慢的成土速率相比, 具有不可再生性<sup>[7-9]</sup>。因此, 在喀斯特山地进行表土孢粉研究, 对于认识喀斯特山地生态恢复规律和指导生态实践具有重要的意义。

本文通过对重庆金佛山山顶和山坡 10 个不同植被类型的表土孢粉的对比分析, 初步探讨了该区的表土孢粉组合特征及其差异性, 为喀斯特山地植被的恢复和重建, 以及今后在该区开展第四纪古植被、古气候和古环境的重建等研究提供参考性依据。

## 1 研究区概况

金佛山位于重庆市南川区东南隅(28°50′ ~ 29°20′N, 107°00′ ~ 107°20′E), 2000 年被评为国家级自然保护区, 由金佛、箐坝、柏枝 3 山 108 峰组成, 主要占地面积 441 km<sup>2</sup>。它位于我国四川盆地东南缘, 是大娄山东段支脉的突异山峰, 山顶与盆地间相对高度达 1 600 m, 属典型的喀斯特地质地貌, 其最高峰——风吹岭海拔 2 251.1 m。山体上部海拔 2 000 ~ 2 251.1 m, 多年平均气温 8.5℃, 年均降雨量 1 434.5 mm; 山体下部海拔 900 ~ 2 000 m, 多年平均气温 16.6℃, 年均降雨量 1 286.5 mm(图 1)。

该山属于中国-日本森林植物亚区的华中地区, 位于我国三大植物自然分布中心之一的“鄂西-川东植物分布中心”。从地理位置上分析, 它不仅

收稿日期(Received date): 2012-02-11; 改回日期(Accepted): 2012-06-17。

作者简介(Biography): 袁新田(1963-), 男(汉), 安徽阜阳人, 副教授, 主要从事自然地理和生态学的研究。[Yuan Xintian(1963-), male, associate professor, study on physical geography and ecology.] E-mail: yxstuzh@163.com

\* 通讯作者(Corresponding author): E-mail: xiesy@swu.edu.cn

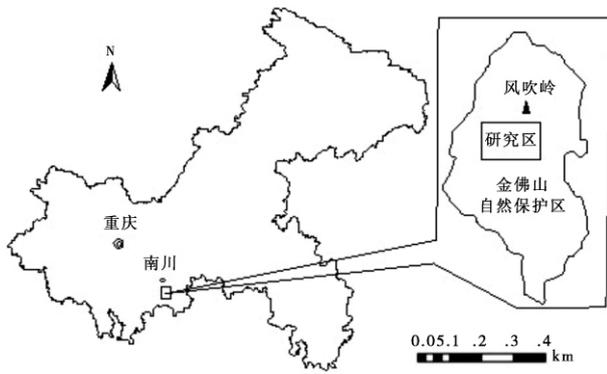


图1 研究区位置图

Fig. 1 Location map of study area

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和分布中心;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,故区内森林植被组成十分复杂,植被类群种类繁多,

地带性及垂直带状分布特点明显;根据组成的主要植物种类的不同,可以大致将其分为亚热带常绿阔叶林、亚热带常绿落叶阔叶混交林、山地矮林、亚热带针叶林、亚热带竹林、亚热带落叶阔叶林、灌丛和草甸等<sup>[10]</sup>。

## 2 材料与方法

### 2.1 植被调查及表土孢粉取样

群落调查和野外样品采集同时进行,采样时间为2009-10。植物群落调查样方面积林地为20 m × 20 m,灌丛为15 m × 15 m,草甸为10 m × 10 m;同时记录样方内的群落特征,如植物群落总盖度、种分盖度、种名、高度、多度等。表土样品采集与群落调查相对应,即每做一个群落调查,同时在样方内采集一个表土样品。按梅花点法(取样方四角各一小块样品与样方中间样品混合)取样,共记录和采集了10个不同植被类型的植物群落和表土样品(表1)。

表1 金佛山表土孢粉采样地的基本特征

Table 1 Basis features of the surface spore - pollen sampling site from Mt. Jinfo

样地编号 Site No.	纬度 Lat( N)	经度 Long( E)	海拔 Elve /m	植被 Vegetation	主要植物 Main plant
JFS-1	29°02.104′	107°11.566′	2 230	亚热带常绿阔叶阔叶混交林	峨眉栲-栗属-栎属-水麻 <i>Castanopsis plautycatha-Castanea-Quercus-Debregeasia orientalis</i>
JFS-2	29°02.143′	107°11.193′	2 170	山地矮林	栎属-杜鹃花属-银叶杜茎山-山枇杷 <i>Quercus-Rhododendron-Maesa argentea-Zanthoxylum dissitum</i>
JFS-3	29°02.072′	107°10.964′	2 150	灌丛	大青-杜鹃花属-水麻-酸藤子属 <i>Clerodendron cyrtophyllum-Rhododendron-Debregeasia orientalis-Embelia</i>
JFS-4	29°01.762′	107°11.176′	2 110	草甸	瘤突苍耳-荨麻属-葶苈-肾蕨 <i>Xanthium steumarium-Urtica-Draba nemorosa-Nephrolepis cordifolia</i>
JFS-5	29°01.900′	107°10.996′	2 090	灌草地	酸藤子属-菊科-肾蕨-柄盖蕨 <i>Embelia-Compositae - Nephrolepis cordifolia-Peranema cyatheoides</i>
JFS-6	29°02.654′	107°11.056′	1 600	亚热带常绿阔叶林	丝栗栲-无患子属-银叶杜茎山-柄盖蕨 <i>Castanopsis fargesii-Sapindus-Maesa argentea-Peranema cyatheoides</i>
JFS-7	29°02.724′	107°11.172′	1 530	亚热带竹林	桫欏-方竹-里白-肾蕨 <i>Alnus cremastogyne-Chimonobambusa utilis-Hicriopteris glauca-Nephrolepis cordifolia</i>
JFS-8	29°03.449′	107°11.961′	1 190	亚热带落叶阔叶林	桫欏-银荆-山地杜茎山-里白 <i>Alnus cremastogyne-Acacia dealbata-Maesa montana-Hicriopteris glauca</i>
JFS-9	29°03.659′	107°12.140′	1 170	亚热带常绿针叶林	马尾松-火棘-药用阴地蕨-肾蕨 <i>Pinus massoniana-Pyracantha fortuneana-Botrychium officinale-Nephrolepis cordifolia</i>
JFS-10	29°03.369′	107°12.113′	952	亚热带针阔混交林	马尾松-枫香-山地杜茎山-里白 <i>Pinus massoniana-Liquidambar formosana-Maesa montana-Hicriopteris glauca</i>

## 2.2 实验方法

孢粉的提取采用常规酸、双氧水、碱处理和重液浮选的方法。孢粉的鉴定与统计是在 400 倍的光学生物显微镜下进行, 10 个样点共统计有效孢粉 14 711 粒, 每个样点不少于 1 400 粒。参照正式出版文献<sup>[11-13]</sup>的图版进行鉴定, 共鉴定出孢粉 106 科属。

## 3 结果与分析

重庆金佛山现代植被的表土孢粉组合(图 2)以针叶乔木、蕨类和阔叶乔木花粉孢粉占优势, 含量分别为 8.94% ~ 56.30%、19.73% ~ 46.77% 和 6.17% ~ 39.28%, 其次是灌木和草本花粉, 分别为 6.24% ~ 29.77% 和 5.58% ~ 18.24%, 沼生草本花粉含量最小, 为 0.14%, 且只是在样点 JFS-5 少量发现。能够较好的反映出该地亚热带湿润季风气候区山地植物群落的基本特征。各植物孢粉类型的百分含量如图 3 所示。

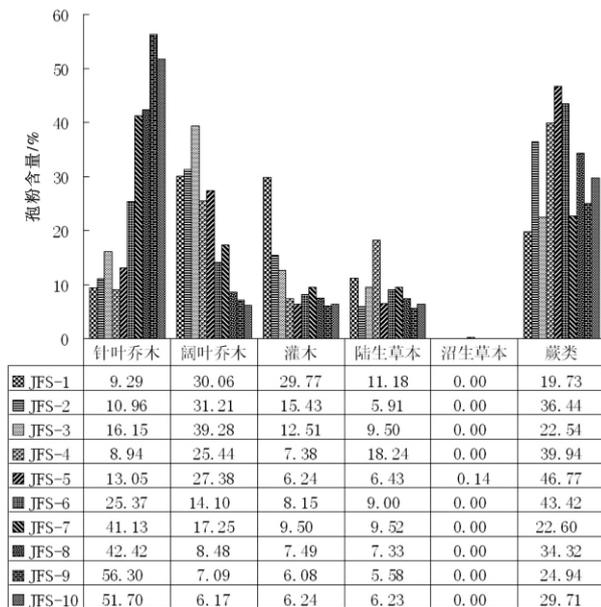


图 2 表土样品孢粉组合百分比关系图

Fig. 2 Percentage relation diagram of the Spore-pollen assemblage in topsoil samples

### 3.1 样点 JFS-1 亚热带常绿阔叶混交林

该样点现代植被为亚热带常绿阔叶混交林, 是一种过渡型植被, 常绿阔叶林和落叶阔叶林交错分布, 群落乔木层高 14 m 左右, 优势种明显, 主要树种为峨眉栲 (*Castanopsis plautycatha*) 和栗属 (*Cas-*

*tanea*) 等。灌木优势种不突出, 常见的有水麻 (*Debregeasia orientalis*)、银叶杜茎山 (*Maesa argentea*) 和蜡瓣花属 (*Corylopsis*) 等。草本多为耐阴性种类, 主要有肾蕨 (*Nephrolepis cordifolia*)、菊科 (*Compositae*)、荨麻属 (*Urtica*) 及大车前草 (*Plantago major*) 等。

孢粉组合中阔叶乔木和灌木花粉占优势, 分别为 30.06% 和 29.77%。阔叶乔木主要为栗属 (4.38%)、栎木属 (*Alnus*) (1.04%)、栲属 (*Castanopsis*) (2.42%) 和栎属 (*Quercus*) (2.27%) 等。灌木主要为微花藤属 (*Iodes*) (10.73%) 等。其次是蕨类和陆生草本孢粉, 分别为 19.73% 和 11.18%。蕨类植物孢子主要为铁角蕨科 (*Aspleniaceae*) (3.17%)、肾蕨属 (*Nephrolepis*) (2.64%)、鳞盖蕨属 (*Microlepia*) (1.74%) 及水龙骨科 (*Polypodiaceae*) (1.66%) 等。陆生草本花粉主要为菊科 (3.25%) 和荨麻属 (2.79%) 等。针叶乔木花粉 9.29%, 主要为马尾松 (*Pinus massoniana*) (3.02%)、银杉 (*Cathaya argyrophylla*) (2.04%) 及其他松属 (*Pinus*) (2.34%) 等。

### 3.2 样点 JFS-2 山地矮林

该样点现代植被为阔叶乔灌木组成的山地矮林, 群落种类组成较简单, 外貌上高约 4 m, 最高 6.5 m, 枝下高约 1 m, 树冠幅为 12 m<sup>2</sup>, 呈丛生, 一般胸径为 11 cm, 而基径有 30 ~ 65 cm, 郁闭度为 0.45。树皮布满苔藓, 垂挂在枝干上长 0.5 m 以上, 覆盖达 95%。乔木层以栎木属、栎属、流苏树和栲属等为主; 灌木层主要为银叶杜茎山、山枇杷 (*Zanthoxylum dissitum*) 和杜鹃花属 (*Rhododendron*) (1.57%) 等; 草本层简单, 盖度仅 5%, 以蕨类为主, 常见的有肾蕨、鳞盖蕨属和里白 (*Hicriopteris glauca*) 等。

孢粉组合中蕨类和阔叶乔木孢粉占优势, 分别为 36.44% 和 31.21%。蕨类植物孢子主要为肾蕨属 (5.61%)、鳞盖蕨属 (4.49%)、铁角蕨科 (4.09%)、芒萁属 (*Dicranopteris*) (3.84%)、水龙骨科 (3.48%)、碗蕨科 (*Dennstaedtiaceae*) (2.93%) 及介蕨属 (*Dryoathyrium*) (2.27%) 等。阔叶乔木主要为栎木属 (6.97%)、栎属 (3.94%)、榛属 (*Corylus*) (3.33%) 及无患子属 (*Sapindus*) (2.47%) 等。其次是灌木和针叶乔木, 分别为 15.43% 和 10.96%。灌木为杜鹃花属 (2.32%) 等。针叶乔木主要为马尾松 (3.69%)、银杉 (3.54%) 及其他松属 (2.12%) 等。陆生草本花粉含量最小, 为 5.91%, 主要为列当科 (*Orobanchaceae*) (2.22%) 等。

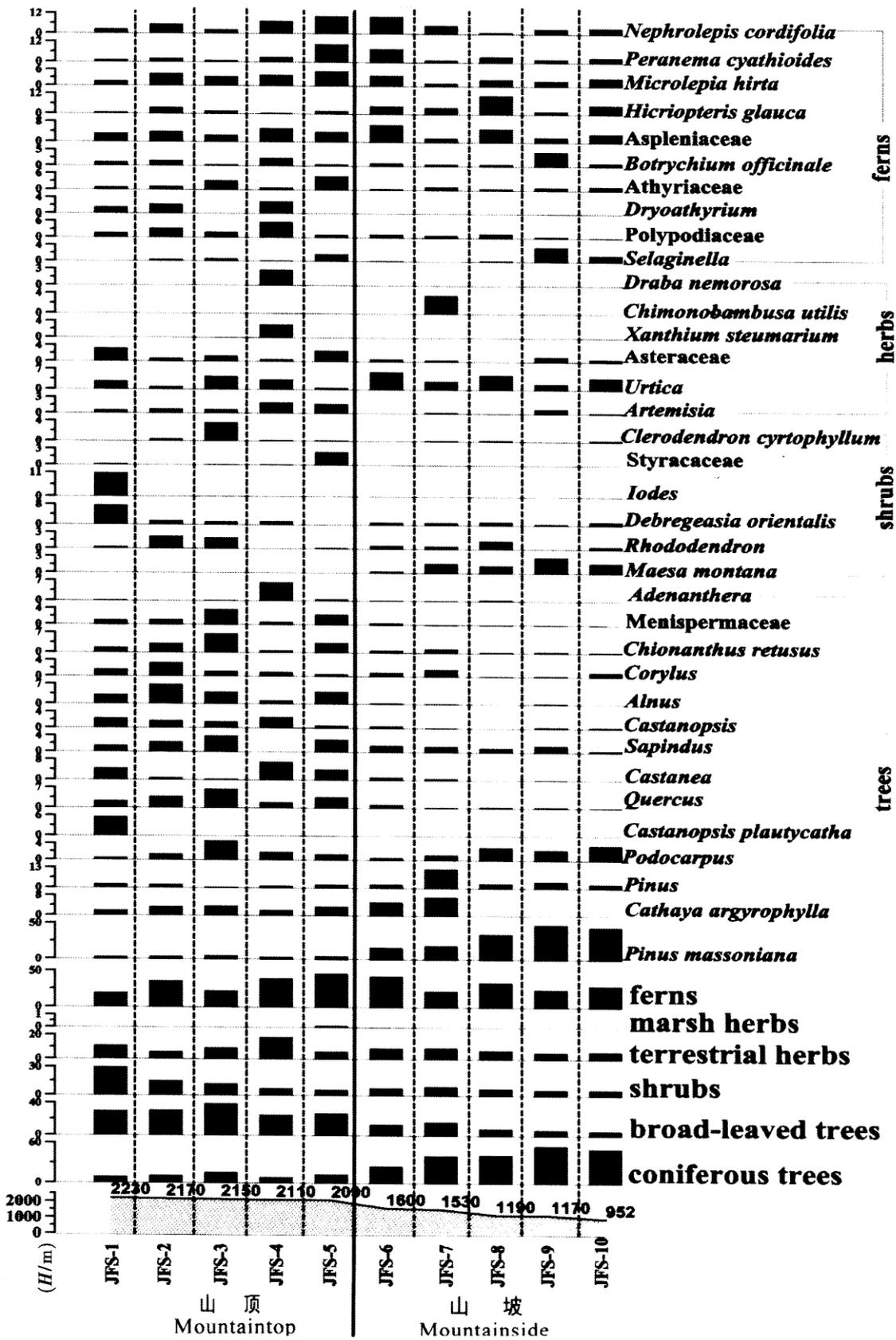


图3 表土样品的主要孢粉类型百分比图谱

Fig 3 Percentage diagram of major polynomorph taxa in the surface samples

### 3.3 样点 JFS - 3 灌丛

该样点现代植被为灌丛,零星分布一些柏科(*Cupressaceae*)植物。群落高1.5 m,顶部较平整,组成群落的灌木一般呈披散状生长,叶带毛或呈厚革质,具旱生特点。草本以喜湿耐阴的种类为多。此群落覆盖度较大,达90%以上,在下层则有不少耐阴的植物。灌木层主要植物为大青(*Clerodendron cyrtophyllum*)和杜鹃花属等,草本层主要植物为荨麻属、菊科、鳞盖蕨属和肾蕨等。

孢粉组合中阔叶乔木和蕨类孢粉占优势,分别为39.28%和22.54%。阔叶乔木主要为栎属(6.52%)、桤木属(4.30%)、无患子属(4.00%)及防己科(*Menispermaceae*)(3.78%)等。蕨类植物孢子主要为鳞盖蕨属(3.41%)、蹄盖蕨科(*Athyriaceae*)(3.34%)、铁角蕨科(2.67%)、碗蕨科(2.59%)及肾蕨属(2.22%)等。其次是针叶乔木和灌木,分别为16.15%和12.51%。针叶乔木主要为马尾松(5.04%)、罗汉松属(*Podocarpus*)(4.74%)、银杉(3.85%)及柏科(1.93%)等。灌木为马鞭草科(*Verbenaceae*)(3.71%)、杜鹃花属(2.08%)、和酸藤子属(*Embelia*)(1.78%)等。陆生草本花粉含量最小,为9.50%,主要为荨麻属(4.60%)和菊科(1.41%)等。

### 3.4 样点 JFS - 4 草甸

该样点现代植被为各种草本和蕨类植物丛生的草甸,此群落盖度较大,常达95%,种类较复杂。草本植物主要有瘤突苍耳(*Xanthium steumarium*)、葶苈(*Draba nemorosa*)、荨麻属和蒿属(*Artemisia*)等;蕨类植物主要有肾蕨、鳞盖蕨属及药用阴地蕨(*Botrychium officinale*)等。

孢粉组合中蕨类和阔叶乔木孢粉占优势,分别为39.94%和25.44%。蕨类植物孢子主要为肾蕨属(7.61%)、水龙骨科(5.78%)、铁角蕨科(5.43%)、鳞盖蕨属(4.16%)、介蕨属(3.03%)、碗蕨科(2.61%)及药用阴地蕨(2.47%)等。阔叶乔木主要为栗属(7.19%)、合欢属(*Albizia*)(6.48%)及栲属(2.68%)等。其次是陆生草本花粉,为18.24%,主要为荨麻属(3.45%)及蒿属(2.04%)等。针叶乔木和灌木花粉含量较小,分别为8.94%和7.38%。针叶乔木主要为马尾松(3.45%)、银杉(2.11%)及罗汉松属(1.97%)等。灌木主要为蜡瓣花属(1.97%)和蝙蝠葛属(*Menispermum*)(1.83%)等。

### 3.5 样点 JFS - 5 灌草地

该样点现代植被为灌草地,以草本和蕨类植物为主,零星分布一些灌木。此群落覆盖度较大,达90%以上,灌木层植物主要是杜鹃花属和酸藤子属等;草本层常见的植物有菊科、蒿属、荨麻属、肾蕨、柄盖蕨(*Peranema cyatheoides*)和鳞盖蕨属等。

孢粉组合中蕨类和阔叶乔木孢粉占优势,分别为46.77%和27.38%。蕨类植物孢子主要为肾蕨属(10.71%)、蹄盖蕨科(*Athyriaceae*)(5.17%)、铁角蕨科(4.02%)及碗蕨科(2.52%)等。阔叶乔木主要为桤木属(4.42%)、栗属(4.13%)、栎属(3.77%)、无患子属(3.09%)及防己科(2.59%)等。其次是针叶乔木花粉,为13.05%,主要为马尾松(4.28%)、银杉(3.74%)、松属(2.08%)及柏科(1.58%)等。陆生草本和灌木花粉含量较小,分别为6.43%和6.24%。陆生草本主要为菊科(2.77%)和蒿属(1.80%)等。灌木为安息香科(*Styracaceae*)(2.48%)和酸藤子属(1.19%)等。沼生草本花粉含量最小,为0.14%,且仅为谷精草(*Eriocaulon buergerianum*)(0.14%)一种。

### 3.6 样点 JFS - 6 亚热带常绿阔叶林

该样点现代植被为亚热带常绿阔叶林,种类成分比较复杂,优势种不够明显,林木一般高14 m左右,胸径最粗达62 cm,一般30 cm,郁闭度达0.9,乔木层主要为丝栗栲(*Castanopsis fargesii*)、无患子属等。下木层除了一些更新幼苗外,以银叶杜茎山及山木通(*Cematis finetiana*)等为主。林下草本多喜阴湿植物,常见的有荨麻属、菊科、肾蕨及柄盖蕨等。

孢粉组合中蕨类和针叶乔木孢粉占优势,分别为43.42%和25.37%。蕨类植物孢子主要为肾蕨属(10.44%)、铁角蕨科(6.99%)、芒萁属(4.89%)、及金星蕨科(*Thelypteridaceae*)(2.59%)等。针叶乔木主要为马尾松(16.28%)、银杉(5.46%)及松属(2.39%)等。其次是阔叶乔木花粉,为14.10%,主要为无患子属(1.63%)等。陆生草本和灌木花粉含量较小,分别为9.00%和8.15%。陆生草本主要为荨麻属(6.23%)等。灌木为蜡瓣花属(1.25%)等。

### 3.7 样点 JFS - 7 亚热带竹林

该样点现代植被为亚热带竹林,群落林木最高有15 m,一般为10 m,胸径最粗达32 cm,一般11~18 cm。郁闭度仅0.3,以桤木(*Alnus cremastogyne*)及银荆(*Acacia dealbata*)等为主。林木很简单,以金

佛山方竹(*Chimonobambusa utilis*)为主,灌木极不显著,草本层有荨麻属、肾蕨和里白等。

孢粉组合中针叶乔木和蕨类孢粉占优势,分别为41.13%和22.60%。针叶乔木主要为马尾松(19.41%)、松属(12.37%)及银杉(7.50%)等。蕨类植物孢子主要为肾蕨属(10.44%)、铁角蕨科(6.99%)、芒萁属(4.89%)及金星蕨科(*Thelypteridaceae*)(2.59%)等。其次是阔叶乔木花粉,为17.25%。主要为桤木属(*Alnus*)(2.94%)和榛属(1.78%)等。陆生草本和灌木花粉含量较小,分别为9.52%和9.50%。陆生草本主要为荨麻属(3.02%)等。

### 3.8 样点 JFS - 8 亚热带落叶阔叶林

该样点现代植被为亚热带落叶阔叶林,群落乔木层高14 m左右,胸径最粗达38 cm,一般14 cm,郁闭度达0.8,以银荆及桤木等为主。灌木层以山地杜荃山和水麻为主。草本层种类和数量均少,以荨麻属、大车前草及里白等为主。

孢粉组合中针叶乔木花粉占优势,为42.42%。主要为马尾松(35.63%)、罗汉松属(3.22%)及松属(2.96%)等。其次是蕨类植物孢子,为34.32%。主要为芒萁属(11.32%)和铁角蕨科(5.49%)等。阔叶乔木、灌木和陆生草本花粉含量较小,分别为8.48%、7.49%和7.33%。阔叶乔木主要为桤木(1.05%)等。灌木为杜鹃花属(1.57%)等。陆生草本主要为荨麻属(5.14%)等。

### 3.9 样点 JFS - 9 亚热带常绿针叶林

该样点现代植被为亚热带常绿针叶林,林内空旷,层次分明,林木郁闭度仅0.3,高12 m左右,以马尾松占绝对优势。下木以杜鹃属、火棘(*Pyracantha fortuneana*)等为主。草本层盖度大,可达80%以上,主要为荨麻属、菊科及药用阴地蕨等。

孢粉组合中针叶乔木花粉占优势,为56.30%。主要为马尾松(48.96%)、松属(4.17%)及罗汉松属(2.59%)等。其次是蕨类植物孢子,为24.94%。主要为药用阴地蕨(4.59%)、肾蕨属(3.00%)及铁角蕨科(2.09%)等。阔叶乔木、灌木和陆生草本花粉含量较小,分别为7.09%、6.08%和5.58%。阔叶乔木主要为桤木(2.25%)及无患子属(1.67%)等。陆生草本主要为荨麻属(2.17%)和菊科(1.25%)等。

### 3.10 样点 JFS - 10 亚热带针阔混交林

该样点现代植被为亚热带针阔混交林,林木成

分较简单,优势种明显,以马尾松和枫香(*Liquidambar formosana*)为主。灌木种类较丰富,常见的有山地杜荃山、火棘及水麻等。草本的盖度达90%,种类较复杂,常见的有荨麻属、里白及肾蕨等。

孢粉组合中针叶乔木花粉占优势,为51.70%。主要为马尾松(45.22%)、罗汉松属(3.75%)及松属(2.56%)等。其次是蕨类植物孢子,为29.71%。主要为芒萁属(11.32%)和铁角蕨科(5.49%)等。灌木、陆生草本和阔叶乔木花粉含量较小,分别为6.24%、6.23%和6.17%。陆生草本主要为荨麻属(4.10%)等。阔叶乔木主要为桤木属(1.11%)、榛属(1.11%)及枫香(0.77%)等。

## 4 讨论与结论

金佛山山顶和山坡针叶乔木花粉的含量均较高,山顶为(9.29%~16.15%),山坡为(25.37%~56.30%),且主要为马尾松等松属花粉。马尾松等松属植物分布在山坡,山顶并没有分布,但由于松属的花粉产量较大,松属植物花粉因带气囊随风可飘至800 km之外<sup>[14]</sup>,使得山顶针叶乔木花粉的含量均较高。马尾松花粉分布很广泛,各样点均有出现,且含量也高(3.01%~46.92%),说明其花粉具有超代表性。

阔叶乔木花粉在山顶含量较高(25.44%~39.28%),山坡含量较低(6.17%~17.25%)。山顶由于海拔较高,受到人类活动的干扰较小,其原生植被保存较山坡要好,因此其阔叶乔木花粉含量较高。其中JFS-3的含量最高,达39.28%。山坡则受到人类活动的破坏较大,其阔叶乔木花粉的含量就较低。

灌木花粉除山顶JFS-1的含量较高(29.77%)外,山顶和山坡的其他样点含量均较低,山顶为(6.24%~29.77%),山坡为(6.08%~9.50%)。

陆生草本植物花粉除山顶JFS-4的含量较高(18.24%)外,山顶和山坡的其他样点含量均较低,山顶为(6.43%~18.24%),山坡为(5.58%~9.52%)。这与JFS-4样点的现代植被为各种草本和蕨类植物丛生的草甸的实际情况基本一致。沼生草本花粉只是在山顶样点JFS-5少量发现(0.14%),这与该样点靠近药池坝有关。药池坝湖边生有沼生、水生草本,由于风力的传播等因素,使

得 JFS-5 发现少量沼生草本花粉。

山顶和山坡蕨类植物孢子的种类丰富且含量均较高, 山顶为 (19.73% ~ 46.77%), 山坡为 (22.60% ~ 43.42%)。充分反映出该区这一温暖多雨且雨热同期的气候条件所孕育的非常适宜蕨类植物生长的实际状况。其中山顶 JFS-5 和山坡 JFS-6 的含量最高, 达 46.77% 和 43.42%, 这与蕨类植物通常生长在森林下层的阴暗而潮湿的环境里的习性有关。JFS-6 为亚热带常绿阔叶林和 JFS-5 靠近水源地, 为蕨类植物的生长创造了良好的条件; 加之其孢子传播能力弱、范围小, 只在样点附近分布, 故而这两个样点的蕨类植物孢子含量高。

研究区山顶和山坡的表土孢粉组合较好的反映了现代植被的组成情况, 能够较好的反映出喀斯特山地植物群落的基本特征。但某种植物花粉的百分比不能准确代表这种植物在植被中的盖度, 其影响因素主要是外来花粉(即由于水流和风力等作用引起的花粉的传播)、各种植物的花粉产量有差异以及孢粉自身的是否易于保存和鉴定等。

通过对研究区山顶和山坡的表土孢粉的对比研究, 初步得出了该区的表土孢粉组合特征及其差异性, 为喀斯特山地植被的恢复和重建, 以及今后在该区开展第四纪古植被、古气候和古环境的重建等研究提供参考性依据。

致谢: 感谢同济大学海洋与地球科学学院郝秀东博士研究生提供的孢粉分析工作。

## 参考文献(References)

- [1] Xu Qinghai, Yang Xiaolan, Liang Wendong. Modern pollen dispersions in the south Yanshan mountains [J]. *Geography and Territorial Research*, 2000, 16(4): 54-62 [许清海, 阳小兰, 梁文栋. 燕山地区花粉散布特征研究[J]. *地理学与国土研究*, 2000, 16(4): 54-62]
- [2] Liu Huiping, Tang Xiaochun, Wang Kaifa, et al. A study on the representation of common pollens in soils on the northern slope of Shennongjia mountains [J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2001, 21(4): 378-380 [刘会平, 唐晓春, 王开发, 等. 神农架北坡表土常见花粉的 R 值研究[J]. *地理科学*, 2001, 21(4): 378-380]
- [3] Sun Xiangjun, Luo Yunli, Tian Jun, et al. Pollen record of surface sediments from vertical forest zones of Changbai mountain, Northeast China and their relations to the modern vegetation [J]. *Acta Botanica Sinica*, 2003, 45(8): 910-916
- [4] Yan Shun, Kong Zhaochen, Yang Zhenjing, et al. Seeking relationship between vegetation and Picea pollen in surface soils of Xinjiang, northwestern China [J]. *Ecologica Sinica*, 2004, 24(9): 2017-2023 [阎顺, 孔昭宸, 杨振京, 等. 新疆表土中云杉花粉与植被的关系[J]. *生态学报*, 2004, 24(9): 2017-2023]
- [5] Shu Junwu, Wang Weiming, Wang Aigen. Preliminary study on surface pollen flora in the longchi mountain nature reserve, Yixing, Jiangsu province [J]. *Acta Palaeontologica Sinica*, 2007, 46(3): 340-346 [舒军武, 王伟铭, 王爱根. 江苏宜兴龙池山现代植被表土孢粉的初步研究[J]. *古生物学报*, 2007, 46(3): 340-346]
- [6] Sang Yanli, Ma Yuzhen, Gao Shangyu, et al. Pollen assemblages and numerical analysis of surface samples from Xinglong mountain national reserve, Gansu [J]. *Acta Palaeontologica Sinica*, 2008, 47(4): 457-467 [桑艳礼, 马玉贞, 高尚玉, 等. 甘肃兴隆山自然保护区表土花粉组合及数量分析[J]. *古生物学报*, 2008, 47(4): 457-467]
- [7] Yuan Daoxian. World correlation of karst ecosystem: objectives and implementation plan [J]. *Advance in Earth Sciences*, 2001, 16(4): 461-466 [袁道先. 全球岩溶生态系统对比: 科学目标和执行计划[J]. *地球科学进展*, 2001, 16(4): 461-466]
- [8] Li Yangbing, Xie Deti, Wei Chaofu, et al. The fragility of eco-environment in southwest china karst mountain [J]. *Carsologica Sinica*, 2002, 21(1): 25-29 [李阳兵, 谢德体, 魏朝富, 等. 西南岩溶山地生态脆弱性研究[J]. *中国岩溶*, 2002, 21(1): 25-29]
- [9] Jing Juanli, Chen Zhizhua, Hu Cheng, et al. Study on eco-environment fragile evaluation of karst mountains in southwest china [J]. *Geological Science and Technology Information*, 2003, 22(3): 95-99 [靖娟利, 陈植华, 胡成, 等. 中国西南部岩溶山区生态环境脆弱性评价[J]. *地质科技情报*, 2003, 22(3): 95-99]
- [10] Fang Renji, Liu Yucheng, Zhong Zhangcheng, et al. Vegetation investigation report Jinpo mountains [J]. *Journal of Southwest China Normal University: Natural Science Edition*, 1982, 2: 82-100 [方任吉, 刘玉成, 钟章成, 等. 南川金佛山植被调查报告[J]. *西南师范学院学报: 自然科学版*, 1982, 2: 82-100]
- [11] Beijing Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences Laboratory of Pollen of Ancient plant Group. Pollen morphology of angiosperms in tropical and subtropical china [M]. Beijing: Science Press, 1976: 256-278 [中国科学院北京植物研究所古植物研究室孢粉组. 中国热带亚热带被子植物花粉形态[M]. 北京: 科学出版社, 1976: 256-278]
- [12] Beijing Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences Laboratory of Pollen of Ancient Plant Group and South China Institute of Botany, Laboratory of Morphology. Spore morphology of the Chinese pteridophytes [M]. Beijing: Science Press, 1982: 89-102 [中国科学院北京植物研究所古植物研究室孢粉组、华南植物研究所形态研究室. 中国蕨类植物孢子形态[M]. 北京: 科学出版社, 1982: 89-102]
- [13] Wang Fuxiong, Qian Nanfen, Zhang Yulong, et al. China plant pollen morphology [M]. Beijing: Science Press, 1995: 116-137 [王伏雄, 钱南芬, 张玉龙, 等. 中国植物花粉形态[M]. 北京: 科学出版社, 1995: 116-137]
- [14] Moore P D, Webb J A, Collinson M E. Pollen analysis [M]. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1991: 23-54

## A Comparative Study on Surface Spore-pollen in the Mountaintop and Mountainside of Mt. Jinfo Nature Reserve ,Chongqing ,China

YUAN Xintian<sup>1</sup> , XIE Shiyong<sup>2</sup>

(1. School of Earth Science and Engineering , Suzhou University , Suzhou 234000 Anhui , China;

2. School of Geographical Science , Southwest University , Chongqing 400715 ,China)

**Abstract:** Through survey and sampling to 10 different vegetation types topsoil of mountaintop and Mountainside in Mt. Jinfo Nature Reserve ,Chongqing of China , to study the features and differences of the spore-pollen assemblage. The results show that: (1) peak and the slopes of coniferous tree pollen ( mainly *Pinus massoniana* Lamb) content are higher , the peak is 9.29% ~ 16.15% , 25.37% ~ 56.30% for the slopes; (2) broad-leaved tree pollen is higher in the Peak ( 25.44% ~ 39.28% ) , the slopes of content is lower ( 6.17% ~ 17.25% ); (3) shrub pollen addition JFS -1 is higher ( 29.77% ) , other samples are lower , the Peak to 6.24% ~ 29.77% , the slopes is 6.08% ~ 9.50%; (4) terrestrial herb pollen is higher besides JFS -4 ( 18.24% ) , the content of other samples are lower , peak is 6.43% ~ 18.24% , slope is 5.58% ~ 9.52%; marsh grass pollen is only found in a small amount of JFS -5 ( 0.14% ); (5) peak and the slopes of fern spores' content are relatively high , the peak is 19.73% ~ 46.77% , slope is 43.42% ~ 22.60%. The surface spore-pollen assemblage better reflect the composition of modern vegetation and can better reflect the basic characteristics of plant communities Karst in Peak and the slope of study area , and the results will provide important and improved information for the rehabilitation and reconstruction of karst mountainous region and the study of Quaternary paleovegetation, paleoclimate and palaeoenvironment etc. in the Mt. Jinfo areas.

**Key words:** spore-pollen assemblage in topsoil; vegetation; karst; Mt. Jinfo National Reserve; Chongqing