

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第31卷 第18期 Vol.31 No.18 **2011**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 31 卷 第 18 期 2011 年 9 月 (半月刊)

目 次

高寒矮嵩草草甸冬季 CO ₂ 释放特征	吴 琴, 胡启武, 曹广民, 等 (5107)
开垦对绿洲农田碳氮累积及其与作物产量关系的影响	黄彩变, 曾凡江, 雷加强, 等 (5113)
施氮对几种草地植物生物量及其分配的影响	祁 瑜, 黄永梅, 王 艳, 等 (5121)
浙江天台山甜槠种群遗传结构的时空自相关分析	祁彩虹, 金则新, 李钧敏 (5130)
大兴安岭林区不同植被对冻土地温的影响	常晓丽, 金会军, 于少鹏, 等 (5138)
樟子松树轮不同组分的稳定碳同位素分析	商志远, 王 建, 崔明星, 等 (5148)
内蒙古不同类型草地叶面积指数遥感估算	柳艺博, 居为民, 朱高龙, 等 (5159)
杭州西湖北里湖荷叶枯落物分解及其对水环境的影响	史 绮, 焦 锋, 陈 莹, 等 (5171)
火干扰对小兴安岭落叶松-苔草沼泽温室气体排放的影响	于丽丽, 牟长城, 顾 韩, 等 (5180)
黄河中游连伯滩湿地景观格局变化	郭东罡, 上官铁梁, 白中科, 等 (5192)
黄土区次生植被恢复对土壤有机碳官能团的影响	李 婷, 赵世伟, 张 扬, 等 (5199)
我国东北土壤有机碳、无机碳含量与土壤理化性质的相关性	祖元刚, 李 冉, 王文杰, 等 (5207)
黄土旱塬裸地土壤呼吸特征及其影响因子	高会议, 郭胜利, 刘文兆 (5217)
宁南山区典型植物根际与非根际土壤微生物功能多样性	安韶山, 李国辉, 陈利顶 (5225)
岩溶山区和石漠化区表土孢粉组合的差异性——以重庆市南川区为例	郝秀东, 欧阳绪红, 谢世友 (5235)
夏蜡梅及其主要伴生种叶的灰分含量和热值	金则新, 李钧敏, 马金娥 (5246)
苏柳 172 和垂柳对 Cu ²⁺ 的吸收特性及有机酸影响	陈彩虹, 刘治昆, 陈光才, 等 (5255)
导入 <i>TaNHX2</i> 基因提高了转基因普那菊苣的耐盐性	张丽君, 程林梅, 杜建中, 等 (5264)
空气湿度与土壤水分胁迫对紫花苜蓿叶表皮蜡质特性的影响	郭彦军, 倪 郁, 郭芸江, 等 (5273)
黄土高原旱塬区土壤贮水量对冬小麦产量的影响	邓振镛, 张 强, 王 强, 等 (5281)
咸阳地区近年苹果林地土壤含水量动态变化	赵景波, 周 旗, 陈宝群, 等 (5291)
苗药大果木姜子挥发油成分变化及其地理分布	张小波, 周 涛, 郭兰萍, 等 (5299)
环境因子对小球藻生长的影响及高产油培养条件的优化	丁彦聪, 高 群, 刘家尧, 等 (5307)
不同基质对北草蜥和中国石龙子运动表现的影响	林植华, 樊晓丽, 雷焕宗, 等 (5316)
安徽沿江浅水湖泊越冬水鸟群落的集团结构	陈锦云, 周立志 (5323)
黑胸散白蚁肠道共生锐滴虫目鞭毛虫的多样性分析与原位杂交鉴定	陈 文, 石 玉, 彭建新, 等 (5332)
基于熵权的珠江三角洲自然保护区综合评价	张林英, 徐颂军 (5341)
专论与综述	
中小尺度生态用地规划方法	荣冰凌, 李 栋, 谢映霞 (5351)
土地利用变化对土壤有机碳的影响研究进展	陈 朝, 吕昌河, 范 兰, 等 (5358)
海洋浮游植物与生物碳汇	孙 军 (5372)
多年冻土退化对湿地甲烷排放的影响研究进展	孙晓新, 宋长春, 王宪伟, 等 (5379)
生源要素有效性及生物因子对湿地土壤碳矿化的影响	张林海, 曾从盛, 仝 川 (5387)
生态网络分析方法研究综述	李中才, 徐俊艳, 吴昌友, 等 (5396)
研究简报	
不同群落中米氏冰草和羊草的年龄结构动态	金晓明, 艾 琳, 刘及东, 等 (5406)
主题分辨率对 NDVI 空间格局的影响	黄彩霞, 李小梅, 沙晋明 (5414)

期刊基本参数: CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 314 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 35 * 2011-09



封面图说: 在树上嬉戏的大熊猫——大熊猫是中国的国宝, 自然分布狭窄, 数量极少, 世界上仅分布在中国的四川、陕西、甘肃三省的部分地区, 属第四纪冰川孑遗物种, 异常珍贵。被列为中国国家一级重点保护野生动物名录, 濒危野生动植物种国际贸易公约绝对保护的 CITES 附录一物种名录。瞧, 够得上“功夫熊猫”吧。

彩图提供: 陈建伟教授 国家林业局 E-mail: cites.chenjw@163.com

郝秀东, 欧阳绪红, 谢世友. 岩溶山区和石漠化区表土孢粉组合的差异性——以重庆市南川区为例. 生态学报, 2011, 31(18): 5235-5245.

Hao X D, Ouyang X H, Xie S Y. Differences in the surface palynomorph assemblages on a karst mountain and rocky desertification areas: a case in Nanchuan District, Chongqing. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31(18): 5235-5245.

岩溶山区和石漠化区表土孢粉组合的差异性 ——以重庆市南川区为例

郝秀东^{1, 2}, 欧阳绪红¹, 谢世友^{1, 3, *}

(1. 西南大学地理科学学院, 重庆 400715; 2. 同济大学海洋与地球科学学院, 上海 200092;

3. 三峡库区生态环境教育部重点实验室, 重庆 400715)

摘要:通过对重庆市南川区岩溶山区和石漠化区 14 个不同植被类型的表土调查和采样, 以研究该区表土孢粉组合特征的差异性。结果显示: (1) 岩溶山区的表土孢粉组合中以乔木花粉为优势, 含量为 34.38%—63.39%, 其次是草本和蕨类植物的孢粉, 含量为 32.04%—58.18%, 灌木花粉含量最小, 为 6.08%—29.77%, 沼生草本也有少量, 仅为 0.14%, 这与当地的现代植被基本相同; (2) 石漠化地区的表土孢粉组合以草本和蕨类植物孢粉占优势, 含量为 46.40%—76.47%, 其次是乔木花粉(主要为马尾松), 含量为 17.73%—46.84%, 灌木花粉含量最小, 为 5.79%—12.50%, 说明其植被退化严重; (3) 石漠化区的表土孢粉组合中有很多喜钙性、旱生性、石生性植物, 对生态恢复和重建有很好的指示意义, 为该区恢复和重建自然生态环境提供参考性依据。

关键词:表土孢粉组合; 植被; 岩溶山区; 石漠化; 金佛山国家自然保护区

Differences in the surface palynomorph assemblages on a karst mountain and rocky desertification areas: a case in Nanchuan District, Chongqing

HAO Xiudong^{1, 2}, OUYANG Xuhong¹, XIE Shiyu^{1, 3, *}

1 School of Geographical Sciences, Southwest University, Chongqing 400715, China

2 School of Ocean and Earth Sciences, Tongji University, Shanghai 200092, China

3 Key Laboratory of the Three-Gorges Reservoir Region's Eco-Environment (Chongqing University & Southwest University), Ministry of Education, Chongqing 400715, China

Abstract: Karst rocky desertification is a fragile environment because of extreme human activities which have led to destruction of vegetation, soil erosion and decline of land productivity. To curb desertification, there have been many treatments proposed, with fruitful results. Most of these studies have focussed on hydrology, ecology and soils. There has been little use of palynology.

In the present study, the authors investigated Nanping Town, of Nanchuan District of Chongqing City, a representative karst area in the Mt. Jinpo with two kinds of good ecological protection and serious desertification area by sampling 14 different types of surface vegetation in order to study the palynomorph assemblages' differences and features.

The results show: (1) In the palynomorph assemblage of karst mountain, the trees dominate with the content to 34.38%—63.39%, herbs and ferns takes the 2nd place with the content about 32.04%—58.18%, and the shrub pollen about 6.08%—29.77%, Marsh herbs also to have few, is only 0.14%, which is the local basically the same as the modern vegetation; (2) In the palynomorph assemblage of rocky desertification areas, herbs and ferns dominate with the

基金项目:重庆市自然科学基金重点项目(CSTC2009BA0002); 国家“十一五”科技支撑计划项目(2006BAC01A16); 国家林业公益性行业科研专项(201204212); 国家林业局 948 项目(2009-4-20); 国土资源部和广西壮族自治区岩溶动力学重点实验室开放课题基金项目(KDL2008-15)

收稿日期: 2010-10-03; 修订日期: 2011-07-19

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

content to 46.40%—76.47%, the trees (mainly *Pinus massoniana*) takes the 2nd place with the content about 17.73%—46.84%, and the shrub pollen the least, about 5.79%—12.50%, that indicating a serious degradation of local vegetation; (3) Pollen of many calcicole, drought-tolerant, stone endogenous species is present in the karst rocky desertification, suggesting good potential for ecological restoration.

Key Words: pollen assemblage in topsoil; vegetation; karst mountain; rocky desert; Mt. Jinfo National Nature Reserve

石漠化是指在岩溶脆弱生态环境下,由于人类不合理的社会经济活动而造成人地矛盾突出、植被破坏、水土流失、土地生产能力衰退或丧失,地表呈现类似荒漠景观的岩石逐渐裸露的演变过程^[1-4]。根据国土资源部、国家林业局较全面的石漠化调查结果显示,从1987年、1999年到2005年,西南岩溶石漠化的面积呈加剧趋势^[5],经济发展与生态环境保护矛盾日趋恶化。为遏制石漠化的发展,许多学者对石漠化生态环境恢复和重建进行了深入的研究,提出了一系列治理方案,取得了丰硕的成果^[5-11]。然而,纵观众多石漠化治理的研究后,发现研究大多侧重在水文、生态和土壤等方面^[6-11],孢粉方面的研究甚少^[12-13]。孢子和花粉因其外壁含有耐高温、氧化和酸碱腐蚀的孢粉素($C_{96}H_{22}O_{24}$),使之在漫长的地质年代里,可以一直被保存下来^[14]。表土孢粉组合直接反映了植被的组成状况,由于植物对环境变化的高度敏感性,使得孢粉作为一种越来越重要的方法应用于过去、现在的环境变化研究中^[15-23]。表土孢粉组合是分析当地植被状况以及沉积环境关系密切。因此,在岩溶山区和石漠化区开展表土孢粉的差异性研究对石漠化地区恢复和重建自然生态环境有着非常重要的生态指示意义。

本研究选取重庆市南川区有代表性的岩溶生态保护较好的金佛山和石漠化现象较为严重的南平镇作为研究对象,对其14个不同植被类型的表土样品进行了研究,得出了该区的表土孢粉组合特征;并通过对岩溶山区和石漠化区表土孢粉组合特征的差异性研究,探讨了其对生态环境恢复和重建的指示意义,为该区岩溶山地退化生态系统的全面治理,恢复和重建自然生态环境提供参考性依据。

1 研究区自然概况

金佛山位于重庆市南川区东南隅($28^{\circ}50'—29^{\circ}20'N$, $107^{\circ}00'—107^{\circ}20'E$),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 km²。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,海拔1400—2251 m,山顶与盆地间相对高度差达1600 m,属典型的岩溶地质地貌。山体上部多年平均气温8.5℃,年均降雨量约1434.5 mm;山体下部平均气温16.6℃,年均降雨量约1286.5 mm。该山属亚热带湿润季风气候区,云雾多,日照少,雨量充沛,湿度大,从山脚到山顶气候垂直变化明显,温度差可达5—6℃。区内多年平均气温14.5℃,相对湿度年均在90%以上。该山由于海拔较高,并有各种地层出露,山地各部位的气候土壤比较复杂,其植被类型丰富多样,主要有: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^[24]。

南平镇地处重庆市南川区西南,距市中心16 km,海拔640—1031 m,年均气温16℃。多年平均降水量1300 mm,最大年降水量1528 mm,最小年降水量826 mm,降雨主要在5—9月,占全年的67.9%。该区地处四川盆地与云贵高原的过渡地带,石漠化现象较为严重。地质构造属新华夏构造体系,出露的地层为早三叠系嘉陵江组白云质灰岩。受区域地质构造作用的影响,区域内地貌类型为浅丘槽坝,以山坡地块为主。土壤细腻粘重,胶体品质差,矿物养分较为贫乏,酸瘦缺磷,土壤呈酸性。

2 研究方法

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年10—11月。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 14 个(金佛山 10 个,南平 4 个)不同植被类型的植物群落和表土样品(表 1),样地位置见图 1。

表 1 金佛山和南平镇表土孢粉采样地的基本特征

Table 1 Basic features of the topsoil palynomorph sampling sites at Mt. Jinfo and Nanping Town

样地编号 Site No.	纬度 Latitude(N)	经度 Longitude(E)	海拔 Elevation /m	植被 Vegetation	主要植物 Main plant
JFS-1	29°02.104′	107°11.566′	2230	亚热带常绿落叶阔叶混交林	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′	2170	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′	2150	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′	2110	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′	2090	灌草地	酸藤子属-菊科-肾蕨-柄盖蕨 <i>Embelia-Asteraceae-Nephrolepis cordifolia-Peranema cyathioides</i>
JFS-6	29° 02.654′	107° 11.056′	1600	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 cyathioides</i>
JFS-7	29° 02.724′	107° 11.172′	1530	亚热带竹林	桫欏-金佛山方竹-里白-肾蕨 <i>Alnus cremastogyne-Chimonobambusa utilis-Hicriopteris glauca-Nephrolepis cordifolia</i>
JFS-8	29° 03.449′	107° 11.961′	1190	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′	1170	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>
NP-1	29° 04.848′	107° 00.138′	719	次生马尾松林	马尾松-火棘-荨麻属-里白 <i>Pinus massoniana- Pyracantha fortuneana-Urtica-Hicriopteris glauca</i>
NP-2	29° 04.743′	106° 59.911′	742	次生樟树林	樟树-火棘-荨麻属-凤尾蕨科 <i>Cinnamomum camphora- Pyracantha fortuneana-Urtica-Pteridaceae</i>
NP-3	29° 04.986′	107° 00.034′	735	荒草地	荨麻属-藜科-车前子-里白 <i>Urtica-Chenopodiaceae-Plantago asiatica-Hicriopteris glauca</i>
NP-4	29° 04.753′	106° 59.977′	740	坡耕地	花椒-荨麻属-凤尾蕨科-玉米 <i>Zanthoxylum bungeanum-Urtica-Pteridaceae-Zea mays</i>

2.2 实验方法

孢粉的提取采用盐酸、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—1000 倍的光学生物显微镜下进行,14 个样品共统计有效孢粉 19592 粒,每个样品不少于 1100 粒。参照正式出版文献^[25-27]的图版进行鉴定,共鉴定出孢粉 106 科属。

3 表土孢粉组合特征

岩溶山区孢粉种类丰富,共鉴定出 101 科属,孢粉组合以乔木花粉占优势,含量为 34.38%—63.39%,其次是草本和蕨类植物的孢粉,含量为 32.04%—58.18%,灌木花粉含量最小,为 6.08%—29.77%,沼生草本也有少量,仅为 0.14%。其中乔木花粉主要有马尾松 (*Pinus massoniana*) (3.02%—48.96%)、银杉 (*Cathaya argyrophylla*) (2.04%—7.50%)、栎属 (*Quercus*) (0.23%—6.52%)、桤木属 (*Alnus*) (0.09%—6.97%)、流苏树 (*Chionanthus retusus*) (0.26%—6.67%)、栗属 (*Castanea*) (0.08%—4.38%)、榛属 (*Corylus*) (0.09%—3.33%)、无患子属 (*Sapindus*) (0.96%—3.09%) 及栲属 (*Castanopsis*) (0.08%—2.68%) 等。草本和蕨类孢粉主要有荨麻属 (*Urtica*) (0.91%—5.14%)、菊科 (*Asteraceae*) (0.39%—3.25%)、瘤突苍耳 (*Xanthium steumarium*) (0.00%—3.24%)、列当科 (*Orobanchaceae*) (0.19%—2.22%)、蒿属 (*Artemisia*) (0.17%—2.07%)、里白 (*Hicriopteris glauca*) (0.56%—11.32%)、肾蕨 (*Nephrolepis cordifolia*) (2.22%—10.71%)、柄盖蕨 (*Peranema cyathoides*) (0.96%—10.53%)、铁角蕨科 (*Aspleniaceae*) (1.70%—6.99%)、粗糙鳞蕨 (*Microlepis hirta*) (1.16%—5.57%)、水龙骨科 (*Polypodiaceae*) (0.08%—3.67%)、金星蕨科 (*Thelypteridaceae*) (0.11%—2.59%) 及药用阴地蕨 (*Botrychium officinale*) (0.37%—2.47%) 等。灌木花粉主要有微花藤属 (*Iodes*) (0.00%—10.73%)、水麻 (*Debregeasia orientalis*) (0.50%—7.55%)、大青 (*Clerodendron cyrtophyllum*) (0.15%—3.71%)、山地杜茎山 (*Maesa montana*) (0.29%—2.92%)、杜鹃花属 (*Rhododendron*) (0.30%—2.32%)、银叶杜茎山 (*Maesa argentea*) (0.35%—1.97%) 及蜡瓣花属 (*Corylopsis*) (0.09%—1.97%) 等。

石漠化地区孢粉种类较少,共鉴定出 46 科属,孢粉组合以草本和蕨类植物的孢粉占优势,含量为 46.40%—76.47%,其次是乔木,花粉含量为 17.73%—46.84%,灌木花粉含量最小,为 5.79%—12.50%。草本和蕨类孢粉主要有荨麻属 (9.29%—19.21%)、藜科 (*Chenopodiaceae*) (3.41%—10.97%)、苋属 (*Amaranthus*) (0.18%—4.16%)、菊科 (0.46%—2.62%)、蒿属 (0.67%—2.57%)、大车前草 (*Plantago major*) (0.94%—2.51%)、玉米 (*Zea mays*) (0.25%—1.45%)、凤尾蕨科 (*Pteridaceae*) (1.01%—9.99%)、里白 (4.58%—9.59%)、粗糙鳞蕨 (3.27%—4.26%)、铁角蕨科 (3.09%—3.66%)、卷柏属 (*Selaginella*) (1.07%—3.12%)、肾蕨 (1.83%—2.86%)、柄盖蕨 (0.64%—2.16%) 及药用阴地蕨 (0.37%—2.08%) 等。乔木花粉主要有马尾松 (10.56%—35.27%)、榛属 (0.09%—3.33%)、柏科 (*Cupressaceae*) (0.91%—2.91%)、桤木属 (0.00%—2.17%) 等。灌木花粉主要有花椒 (*Zanthoxylum bungeanum*) (1.00%—4.03%)、火棘 (*Pyracantha fortuneana*) (1.06%—3.80%) 等。

主要孢粉类型百分比如表 2 和图 2、图 3 所示。

4 讨论与结论

(1) 研究区的岩溶山区和石漠化区同属亚热带湿润季风气候区,地带性植被为亚热带常绿阔叶林,乔木

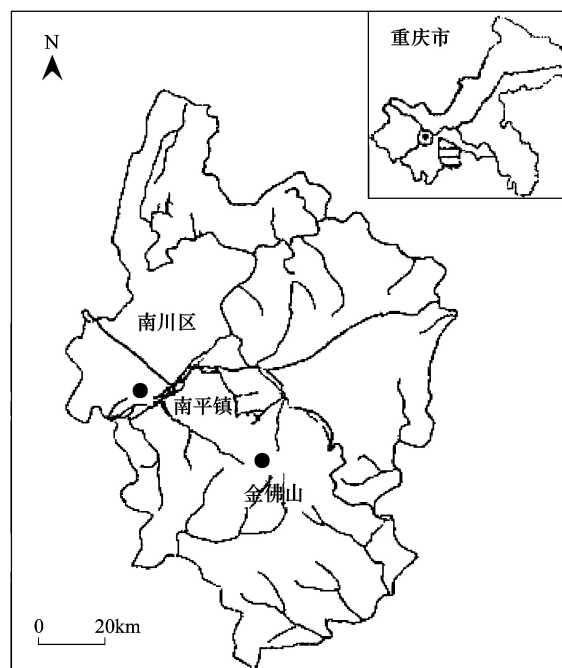


图 1 研究区位置图

Fig. 1 Location of the study area

表 2 岩溶山区和石漠化区的主要孢粉类型百分含量
Table 2 Major palynomorphs percentage of karst mountain and rocky desertification areas

孢粉类型		百分含量 Percentage/%													
Palynomorph types		JFS-1	JFS-2	JFS-3	JFS-4	JFS-5	JFS-6	JFS-7	JFS-8	JFS-9	JFS-10	NP-1	NP-2	NP-3	NP-4
乔木	马尾松 <i>Pinus massoniana</i>	3.02	3.69	5.04	3.45	4.28	16.28	19.41	35.63	48.96	45.22	35.27	10.56	14.75	15.67
Trees	银杉 <i>Cathaya argyrophylla</i>	2.04	3.54	3.85	2.11	3.74	5.46	7.50	0	0	0	0	0	0	0
	松属 <i>Pinus</i>	2.34	2.12	0.52	1.41	2.08	2.39	12.37	2.96	4.17	2.56	0.83	1.97	0.27	0.58
	柏科 Cupressaceae	0.53	0.20	1.93	0	1.58	0.67	0.54	0.61	0.58	0.17	2.00	2.91	0.91	1.36
	冬青属 <i>Ilex</i>	0.45	0	0.67	0	0	0.29	1.39	0.09	0.17	0.09	0	0	0	0
	栎属 <i>Quercus</i>	2.27	3.94	6.52	1.83	3.77	1.15	0.23	0.35	0.42	0.09	0	0.19	0	0
	栗属 <i>Castanea</i>	4.38	0.86	0.37	7.19	4.13	1.05	0	0.08	0	0	0	0	0	0
	无患子属 <i>Sapindus</i>	1.51	2.47	4.00	0	3.09	1.63	1.39	0.96	1.67	0.34	0	0	0	0
	栲属 <i>Castanopsis</i>	2.42	1.77	1.56	2.68	0.65	0.48	0.08	0	0.33	0.26	0	0	0	0
	银杏 <i>Ginkgo biloba</i>	1.13	1.31	1.85	0.21	0.9	0.10	0.39	0	0	0	0	0	0	0
	桉木属 <i>Alnus</i>	3.25	6.97	4.30	1.27	4.42	0.29	0.23	0.09	0.42	0.09	2.17	0.47	0	0
	榛属 <i>Corylus</i>	1.66	3.33	1.26	1.06	0.57	0.96	1.78	0.09	0.25	1.11	1.08	0	0	0
	流苏树 <i>Chionanthus retusus</i>	1.74	3.18	6.67	0.63	3.45	0.86	1.47	0.26	0.33	0.26	1.17	0.75	0.63	0.39
	防己科 Menispermaceae	1.06	1.21	3.78	0.63	2.59	0.48	0	0	0	0	0	0	0	0
	海红豆属 <i>Adenanthera</i>	0.15	0	0.15	6.48	0.61	0.19	0.08	0.44	0	0	0.42	0.09	0.18	1.07
	樟树 <i>Cinnamomum camphora</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.65	0	0
灌木	银叶杜茎山 <i>Maesa argentea</i>	1.13	1.97	0	0.35	0	1.63	1.62	0.35	0.50	0.51	0	0	0	0
Shrubs	山地杜茎山 <i>Maesa montana</i>	0	0	0	0	0	0.29	1.78	1.39	2.92	1.88	0	0	0	0
	蜡瓣花属 <i>Corylopsis</i>	1.13	1.26	0	1.97	0	1.25	0.46	0.09	0	0	0	0	0	0
	杜鹃花属 <i>Rhododendron</i>	0.30	2.32	2.08	0	0.14	0.67	0.54	1.57	0	0.51	0.33	0.28	0	1.06
	水麻 <i>Debregeasia orientalis</i>	7.55	1.36	1.19	1.34	0	0.86	1.01	1.22	0.50	1.28	1.15	0.37	0.37	0.29
	火棘 <i>Pyracantha fortuneana</i>	0	0	0	0	0	0	0.62	0.44	1.33	0.77	2.95	3.80	1.36	1.06
	大青 <i>Clerodendron cyrtophyllum</i>	0	0.45	3.71	0.14	0.18	0	0.15	0.26	0	0.26	0	0	0	0
	花椒 <i>Zanthoxylum bungeanum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.00	4.03	2.92	3.10

续表

	孢粉类型 Palynomorph types	百分含量 Percentage/%													
		JFS-1	JFS-2	JFS-3	JFS-4	JFS-5	JFS-6	JFS-7	JFS-8	JFS-9	JFS-10	NP-1	NP-2	NP-3	NP-4
草本	蒿属 <i>Artemisia</i>	0.53	0.76	0.67	2.04	1.80	0	0.23	0	0.83	0.17	0.67	0.87	2.57	0.48
Herbs	荨麻属 <i>Urtica</i>	2.79	0.91	4.60	3.45	0.61	6.23	3.02	5.14	2.17	4.10	9.29	15.09	19.21	15.91
	菊科 Asteraceae	3.25	0.76	1.41	0.56	2.77	0.67	0.39	0	1.25	0.68	1.07	2.62	0.46	1.55
	藜科 Chenopodiaceae	0	0.15	0.37	1.34	0.32	0.19	0.08	0.70	0	0.68	3.41	4.40	10.97	7.75
	苋属 <i>Amaranthus</i>	0	0	0.74	0.99	0.14	0.38	0.08	0	0	0.17	0.50	3.50	0.18	4.16
	金佛山方竹 <i>Chimonobambusa utilis</i>	0	0	0	0	0	0	3.71	0	0	0	0	0	0	0
	大车前草 <i>Plantago major</i>	1.06	0	0	0	0	0	0.39	1.05	0.83	0.26	1.83	0.94	2.26	2.51
	玉米 <i>Zea mays</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.42	2.59	0.37	1.94
蕨类	卷柏属 <i>Selaginella</i>	0.08	0.45	0.67	0.14	1.83	0.10	0.08	0.26	3.67	1.62	2.16	0	3.12	1.07
Ferns	水龙骨科 Polypodiaceae	1.66	3.48	1.93	5.78	1.11	1.25	0.85	1.57	0.50	0.17	0.92	0.37	0.36	0.29
	蹄盖蕨科 Athyriaceae	0.83	1.26	3.34	0.70	5.17	0.38	1.16	0.61	1.00	1.28	0	0	0	0.10
	金星蕨科 Thelypteridaceae	0.30	1.26	0	0.35	0.11	2.59	1.55	1.48	0.67	2.22	0.25	0.47	0.55	0.58
	药用阴地蕨 <i>Botrychium officinale</i>	1.21	1.57	0.37	2.47	0.47	0.86	0.70	0.61	4.59	1.02	0.83	0.37	2.08	0.48
	凤尾蕨科 Pteridaceae	0	0.05	0.07	0	0	0.10	0	0.52	0.33	0.26	1.08	4.40	1.01	9.99
	铁角蕨科 Aspleniaceae	3.17	4.09	2.67	5.43	4.02	6.99	1.70	5.49	2.09	3.41	3.33	3.09	3.66	3.58
	里白 <i>Hicriopteris glauca</i>	0.83	3.84	1.78	0.56	1.83	4.89	4.10	11.32	1.75	5.55	4.58	6.57	9.59	7.74
	粗槲鳞蕨 <i>Microlepia hirta</i>	1.74	4.49	3.41	4.16	5.57	3.93	1.16	2.53	2.09	3.16	3.27	4.26	4.16	3.38
	柄盖蕨 <i>Peranema cyathoides</i>	1.21	1.97	0.96	2.82	10.53	7.85	1.47	3.40	2.00	2.90	2.16	1.03	0.64	2.13
	肾蕨 <i>Nephrolepis cordifolia</i>	2.64	5.61	2.22	7.61	10.71	10.44	5.10	1.13	3.00	3.58	2.86	2.72	1.83	2.71

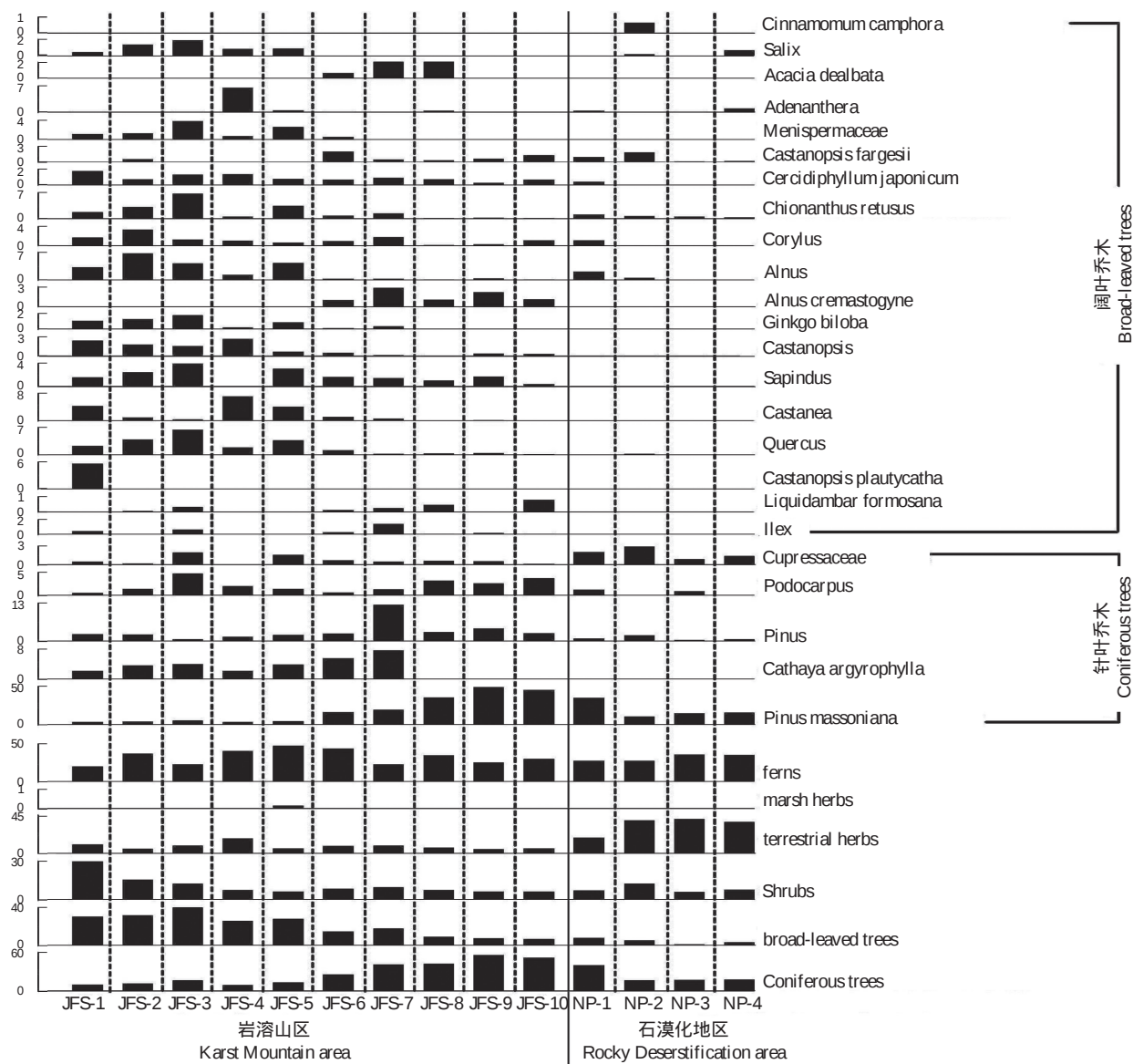


图2 14个表土样品的主要孢粉类型百分比图谱(乔木)

Fig 2 Percentage diagram of major palynomorphs taxa in the 14 surface samples (Trees)

花粉在孢粉组合中应该占据优势地位。岩溶生态保护较好的岩溶山区的表土孢粉组合以乔木花粉占优势(34.38%—63.39%),其次是草本和蕨类植物的孢粉(32.04%—58.18%),灌木花粉含量最小(6.08%—29.77%),沼生草本也有少量(仅为0.14%),这与当地的现代植被基本相同;石漠化地区的表土孢粉组合中草本和蕨类植物孢粉占优势(46.40%—76.47%),乔木花粉含量次之(17.73%—46.84%),灌木植物花粉含量低(5.79%—12.50%),这与该区地带性植被差异很大。说明南平镇植被退化严重,表现出典型石漠化地区孢粉组合的显著特点。据南川县志记载^[28],南平在1950年拥有大片原始森林,森林覆盖率为30.5%,大跃进、农业学大寨及大炼钢铁时期森林遭到大面积的砍伐,到1975年森林覆盖率低至13.0%。1980年至今,随着天然林保护工程的实施,森林覆盖率开始缓慢回升。

(2)对岩溶山区和石漠化区的孢粉组合按照孢粉类型进行统计(表3),以进行孢粉丰富度分析。

结果显示:研究区的花粉类型丰富度差别明显,岩溶山区为35—76,石漠化区为29—33。物种多样性主要表现为乔木和灌木植物种类的变化,草本、蕨类基本变化不大。乔木种类依次为JFS-3>JFS-1>JFS-2=

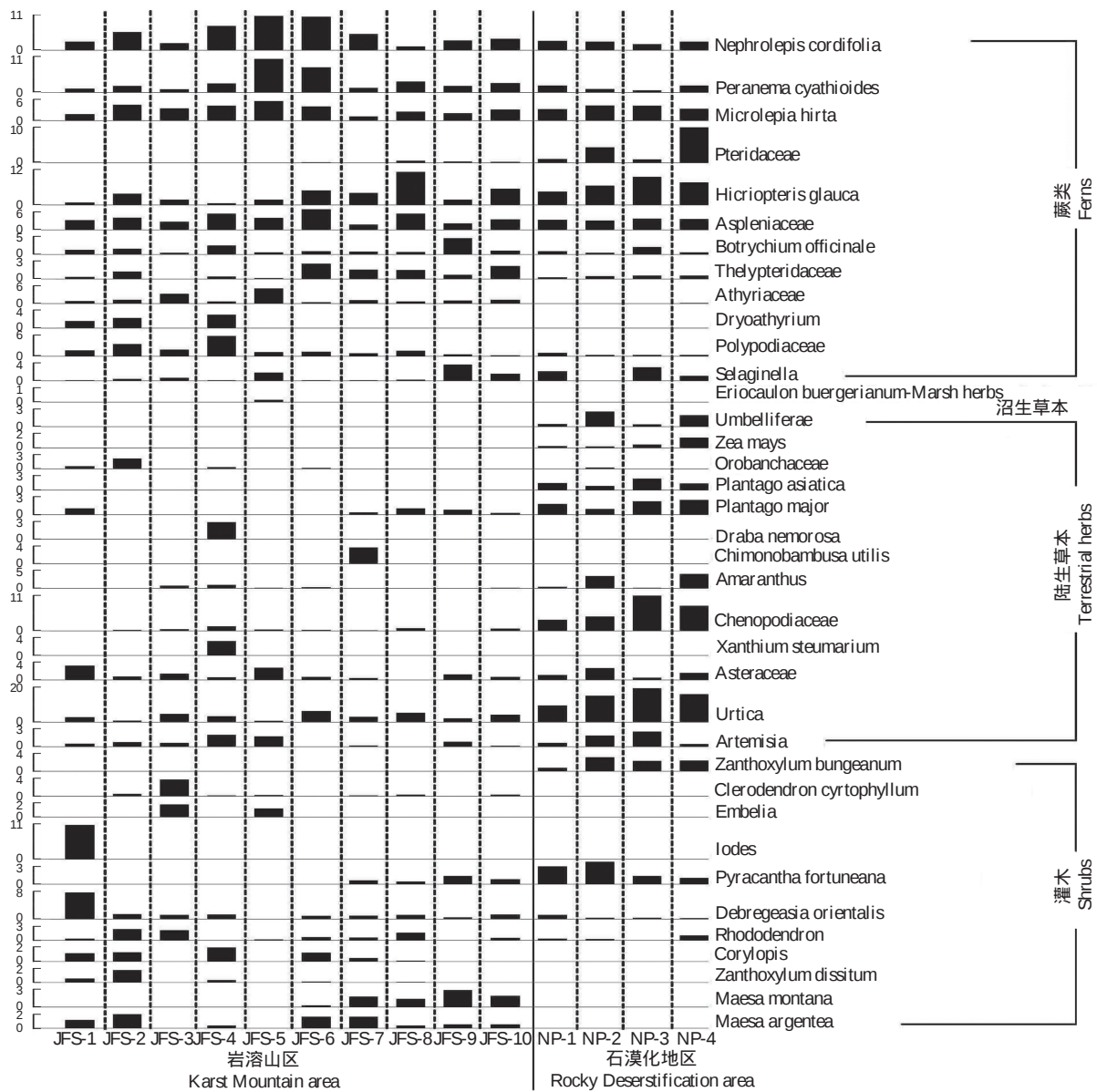


图 3 14 个表土样品的主要孢粉类型百分比图谱

Fig 3 Percentage diagram of major palynomorphs taxa in the 14 surface samples

表 3 岩溶山区和石漠化区的孢粉类型丰富度

Table 3 Abundance of palynomorph types in karst mountain and rocky desertification areas

孢粉类型 Palynomorph types	样地编号 Site No.						
	JFS-1	JFS-2	JFS-3	JFS-4	JFS-5	JFS-6	JFS-7
乔木 Trees	25	23	26	16	23	21	20
灌木 Shrubs	23	25	16	13	14	7	8
草本、蕨类 Herbs and ferns	28	26	26	32	27	17	17
总计 Total	76	74	68	61	64	45	45

孢粉类型 Palynomorph types	样地编号 Site No.						
	JFS-8	JFS-9	JFS-10	NP-1	NP-2	NP-3	NP-4
乔木 Trees	16	14	15	10	9	7	7
灌木 Shrubs	9	5	7	4	4	3	4
草本、蕨类 Herbs and ferns	15	16	18	19	19	19	20
总计 Total	40	35	40	33	32	29	31

JFS-5> JFS-6> JFS-7> JFS-4= JFS-8> JFS-10> JFS-9>NP-1> NP-2> NP-3= NP-4;灌木种类依次为 JFS-2> JFS-1> JFS-3> JFS-5> JFS-4> JFS-8> JFS-7> JFS-6= JFS-10> JFS-9>NP-1= NP-2= NP-4> NP-3。蕨类种数变化不大,但其种类变化明显,表现为石漠化区肾蕨和凤尾蕨科等喜钙性、旱生性、石生性蕨类含量高。这主要是因为:一是岩溶山区由于受人类活动干扰少、自然植被保存好,而石漠化区长期遭受人为干扰和破坏,其植被退化严重,从客观上造成植物丰度差别明显;二是由于石漠化区脆弱的生态环境对物种有很强的选择性,造成喜钙性、旱生性、石生性物种明显增多;三是石漠化区植物的种类较岩溶山区要少的多(尤其是乔木和灌木),表现其植被退化严重;四是岩溶山区的乔-灌-草比例较合理,其群落的结构和功能也较石漠化区完善和稳定。

(3)乔木花粉在岩溶山区的含量占优势(34.38%—63.39%),种类也多,主要有马尾松、银杉、栎属、桉木属、流苏树、栗属、榛属、无患子属及栲属等;石漠化区的乔木花粉含量较高(17.73%—46.84%),但主要为石漠化治理中引种的马尾松(10.56%—35.27%),如果剔除马尾松花粉,其含量却很低(2.98%—11.21%)。灌木花粉在岩溶山区含量较高(6.08%—29.77%),种类较多,主要有微花藤属、水麻、大青、山地杜茎山、杜鹃花属、银叶杜茎山及蜡瓣花属等;石漠化地区则含量低(5.79%—12.50%),种类也较单一,主要为花椒、火棘等。草本和蕨类孢粉在岩溶山区的含量较高(32.04%—58.18%),种类较多,主要有荨麻属、菊科、瘤突苍耳、列当科、蒿属、里白、肾蕨、柄盖蕨、铁角蕨科、粗糙鳞蕨、水龙骨科、金星蕨科及药用阴地蕨等;在石漠化区则占优势(46.40%—76.47%,平均为65.55%),主要有荨麻属、藜科、苋属、菊科、蒿属、大车前草、玉米、凤尾蕨科、里白、粗糙鳞蕨、铁角蕨科、卷柏属、肾蕨、柄盖蕨、药用阴地蕨等。

岩溶山区的孢粉无论是在种类和数量上都较石漠化地区的孢粉多,对同属亚热带湿润季风气候石漠化区植被的恢复和重建,有着很好的生态指示意义。

(4)石漠化区孢粉组合中火棘、花椒、藜科、肾蕨和凤尾蕨科等喜钙性、旱生性、石生性植物的孢粉含量较多。这主要是因为现有的石漠化地区,长期遭受人为干扰和破坏,土壤、水分、小气候、矿质肥料等变得较差,草本植物对不良条件有更强的适应性,能迅速地生长。其现代植被中以草本占优势,木本多落叶成分,纸质叶最多,小型叶占极大比例,有均质叶,多中性耐旱阳生植物,在形态上表现出对岩溶环境的适应性特征,如枝叶呈刺状,或叶变硬、革质化、变小,密被绒毛、白粉、鳞片和角质;石灰岩上的禾本科植物以卷叶对干旱适应;喜钙植物丰富,这与石漠化地区的干旱和土壤含钙丰富以及土层瘠薄、有机质含量少是相适应的^[29]。

(5)研究区内不同植被类型的孢粉组合差别明显,但与其相应的实际植被情况大致相同,能够较好的反映出岩溶山区和石漠化区现代植被的基本状况。但由于采样点数量的限制,只对主要植被类型的表土孢粉进行了分析,要反映整个岩溶山区和石漠化区的表土孢粉组合特征及其差异性,还需加大样品数量,做进一步的研究。

致谢:感谢中国地质科学院岩溶地质研究所袁道先院士对孢粉分析的大力支持;感谢济南大学王维平教授和新西兰 massey 大学 John. Flenley 教授对英文摘要的润色。

References:

- [1] Yuan D X. Academician Yuan Daoxian in 1981 at American Science and Technology Promotion Annual Meeting (AAAS) on Academic Report. 1981.
- [2] Cao J H, Yuan D X, Zhang C, Jiang Z C. Karst ecosystem constrained by geological conditions in southwest China. *Earth and Environment*, 2004, 32(1): 1-8.
- [3] Li Y B, Wang S J, Rong L. Discuss on concepts of rock desertification and rock desert in karst region. *Journal of Desert Research*, 2004, 24(6): 689-695.
- [4] Wang S J. Concept deduction and its connotation of karst rocky desertification. *Carsologica Sinica*, 2002, 21(2): 101-105.
- [5] Cao J H, Yuan D X, Tong L Q. Features of Karst ecosystem and integrating measure for rock desertification in Southwest China. *Pratacultural Science*, 2008, 25(9): 40-50.
- [6] Yuan D X. Aspects on the new round land and resources survey in karst rock desertification areas of south China. *Carsologica Sinica*, 2000, 19

(2): 103-108.

- [7] Jiang Z C, Yuan D X. Southwestern karst rocky desertification and its comprehensive review//China Geological Survey. Karst Groundwater and rocky desertification of China. Nanning: Guangxi Science and Technology Press, 2003: 13-19.
- [8] Cai Y L. Ecological rehabilitation and development of agriculture, forestry and animal husbandry in karst mountain areas of southwest China: status quo and trend of study. Resources Science, 1999, 21(5): 37-41.
- [9] Su W C, Zhu W X, Teng J Z. Eco-controlling models of rocky desertification in karst gorge region of Xingbei town in Guizhou province and its effects. Ecology and Environment, 2004, 13(1): 57-60.
- [10] Cao J H, Yuan D X, Pan G X. Some soil features in karst ecosystem. Advance in Earth Sciences, 2003, 18(1): 37-44.
- [11] Su W C. Mountains in Southwest China karst rocky desertification control strategies and the optimization model. Journal of Soil and Water Conservation, 2002, 16(5): 24-27.
- [12] Wang K F, Wang X Z. Introduction to Palynology. Beijing: Peking University Press, 1983: 1-4.
- [13] Hao X D, Xie S Y, Ouyang X H, Luo L D, Shi S Q, Sun A Z, Li L L, Zhao Z Y. Preliminary study on the relationship between surface spore-pollen assemblages and vegetation of Mt. Jinfo Nature Reserve, Chongqing. Journal of Southwest University: Natural Science Edition, 2010, 32(10): 75-81.
- [14] Hao X D, Xie S Y, Ouyang X H, Luo L D, Shi S Q, Li L L, Sun A Z, Zhao Z Y. Features of spore-pollen assemblage in topsoil under different vegetation types in kast desert — a case in Nanping Town, Nanchuan District, Chongqing. Carsologica Sinica, 2010, 29(3): 301-311.
- [15] Pan T, Wu S H, Dai E F, Wang H, Zhao D S. Relationships between surface pollen and spores assemblages and environmental difference in the Southern Subtropics of Yunnan Province, China. Acta Ecologica Sinica, 2009, 29(1): 151-160.
- [16] Pan T, Wu S H, Dai E F, Wang H, Zhao D S. Quantitative relationships between surface pollen and spores assemblages and vegetation in the Southern Subtropics of Yunnan Province, China. Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(12): 6060-6069.
- [17] Shen L, Chen X Y, Li Y Y. Glacial refugia and postglacial recolonization patterns of organisms. Acta Ecologica Sinica, 2002, 22(11): 1983-1990.
- [18] Cai Y L, Chen Z Y, Wang Z H, Chen Y, Song B P, Tao J. Paleovegetation and paleoclimate fluctuations in Qingpu Area, Shanghai since 8. 5 ka B. P. Acta Ecologica Sinica, 2001, 21(1): 51-60.
- [19] Yang Z R. Reconstruction of climate and environment since the holocene in Diaojiaohaizi Lake Area, Daqing Mountains, Inner Mongolia. Acta Ecologica Sinica, 2001, 21(4): 538-543.
- [20] Wang X L, Li Y C, Xu Q H, Yang X L, Zhang Z Q, Jia H J, Cao X Y, Zhang L Y. Modern pollen distribution in the middle and north of Luliang Mountains, Shanxi Province. Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(8): 3682-3690.
- [21] Li Y C, Xu Q H, Yang X L, Zheng Z H. Pollen assemblages of major steppe communities in China. Acta Ecologica Sinica, 2005, 25(3): 555-564.
- [22] Yan S, Kong Z C, Yang Z J, Zhang Y, Ni J. Seeking relationship between vegetation and *Picea* pollen in surface soils of Xinjiang, northwestern China. Acta Ecologica Sinica, 2004, 24(9): 2017-2023.
- [23] Qie G F, Yang Y, Wang C, Mu S H. The influence of urban surface condition on diurnal variation of tree pollen dispersal. Acta Ecologica Sinica, 2010, 30(15): 3974-3982.
- [24] Fang R J, Liu Y C, Zhong Z C, Pan T C, Xu H W. The report on vegetation survey of Mt. Jingfo in Nanchuan District. Journal of Southwest China Normal University: Natural Science Edition, 1982, 7(2): 82-100.
- [25] Beijing Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences Laboratory of the Ancient Plant Pollen Group. Pollen Morphology of Angiosperms in Tropical and Subtropical China. Beijing: Science Press, 1982.
- [26] Beijing Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences Laboratory of the Ancient Plant Pollen Group and South China Institute of Botany, Laboratory of Morphology. Spore Morphology of Pteridophytes from China. Beijing: Science Press, 1976.
- [27] Wang F X, Qian N F, Zhang Y L, Yang H Q. Pollen Flora of China. Beijing: Science Press, 1995.
- [28] Compilation Committee of Nanchuan County in Sichuan Province. Nanchuan County Anals. Chengdu: Sichuan People's Publishing House, 1991: 8-11, 177-179.
- [29] Xu H W, Du D L, Song X. The floristic analysis of plants in the calcareous region of Chongqing. Journal of Southwest China Normal University (Natural Science Edition), 1993, 18(3): 351-357.

参考文献:

- [1] 袁道先. 袁道先院士 1981 年在美国科技促进年会 (AAAS) 上的学术报告. 1981.
- [2] 曹建华, 袁道先, 章程, 蒋忠诚. 受地质条件制约的中国西南岩溶生态系统. 地球与环境, 2004, 32(1): 1-8.

- [3] 李阳兵,王世杰,容丽. 关于喀斯特石漠和石漠化概念的讨论. 中国沙漠, 2004, 24(6): 689-695.
- [4] 王世杰. 喀斯特石漠化概念演绎及其科学内涵的探讨. 中国岩溶, 2002, 21(2): 101-105.
- [5] 曹建华,袁道先,童立强. 中国西南岩溶生态系统特征与石漠化综合治理对策. 草业科学, 2008, 25(9): 40-50.
- [6] 袁道先. 对南方岩溶石山地区地下水资源及生态环境地质调查的一些意见. 中国岩溶, 2000, 19(2): 103-108.
- [7] 蒋忠诚,袁道先. 西南岩溶区的石漠化及其综合治理综述//中国地质调查局. 中国岩溶地下水与石漠化研究. 南宁: 广西科学技术出版社, 2003: 13-19.
- [8] 蔡运龙. 中国西南喀斯特山区的生态重建与农林牧业发展: 研究现状与趋势. 资源科学, 1999, 21(5): 37-41.
- [9] 苏维词,朱文孝,滕建珍. 喀斯特峡谷石漠化地区生态重建模式及其效应. 生态环境, 2004, 13(1): 57-60.
- [10] 曹建华,袁道先,潘根兴. 岩溶生态系统中的土壤. 地球科学进展, 2003, 18(1): 37-44.
- [11] 苏维词. 中国西南岩溶山区石漠化治理的优化模式及对策. 水土保持学报, 2002, 16(5): 24-27.
- [12] 王开发,王宪曾. 孢粉学概论. 北京: 北京大学出版社, 1983: 1-4.
- [13] 郝秀东,谢世友,欧阳绪红,罗伦德,石胜强,孙爱芝,李林立,赵增友. 重庆金佛山表土孢粉组合与植被关系的初步研究. 西南大学学报: 自然科学版, 2010, 32(10): 75-81.
- [14] 郝秀东,谢世友,欧阳绪红,罗伦德,石胜强,孙爱芝,李林立,赵增友. 岩溶石漠化区不同植被类型表土孢粉组合特征——以重庆市南川区南平镇石漠化区为例. 中国岩溶, 2010, 29(3): 301-311.
- [15] 潘韬,吴绍洪,戴尔阜,王昊,赵东升. 云南亚热带南部孢粉空间组合特征及其与环境分异的关系. 生态学报, 2009, 29(1): 151-160.
- [16] 潘韬,吴绍洪,戴尔阜,王昊,赵东升. 云南亚热带南部表土孢粉组合与植被间的定量关系. 生态学报, 2008, 28(12): 6060-6069.
- [17] 沈浪,陈小勇,李媛媛. 生物冰期避难所与冰期后的重新扩散. 生态学报, 2002, 22(11): 1983-1990.
- [18] 蔡永立,陈中原,王张华,陈宇,宋保平,陶静. 上海青浦 8. 5kaB. P. 以来植被演变与气候波动. 生态学报, 2001, 21(1): 51-60.
- [19] 杨志荣. 内蒙古大青山调角海子地区全新世气候与环境重建研究. 生态学报, 2001, 21(4): 538-543.
- [20] 王学丽,李月丛,许清海,阳小兰,张振卿,贾红娟,曹现勇,张丽艳. 山西西部吕梁山北段现代花粉散布特征. 生态学报, 2008, 28(8): 3682-3690.
- [21] 李月丛,许清海,阳小兰,郑振华. 中国草原区主要群落类型花粉组合特征. 生态学报, 2005, 25(3): 555-564.
- [22] 闫顺,孔昭宸,杨振京,张芸,倪健. 新疆表土中云杉花粉与植被的关系. 生态学报, 2004, 24(9): 2017-2023.
- [23] 鄧光发,杨颖,王成,牟少华. 软质与硬质地表对树木花粉日飘散变化的影响. 生态学报, 2010, 30(15): 3974-3982.
- [24] 方任吉,刘玉成,钟章成,潘体常,许鸿鹑. 南川金佛山植被调查报告. 西南师范大学学报: 自然科学版, 1982, 7(2): 82-100.
- [25] 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. 北京: 科学出版社, 1982.
- [26] 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. 北京: 科学出版社, 1976.
- [27] 王伏雄,钱南芬,张玉龙,杨惠秋. 中国植物花粉形态. 北京: 科学出版社, 1995.
- [28] 四川省南川县志编纂委员会. 南川县志. 成都: 四川人民出版社, 1991: 8-11, 177-179.
- [29] 许鸿鹑,杜道林,宋霞. 重庆地区石灰岩植被区系组成分析. 西南师范大学学报(自然科学版), 1993, 18(3): 351-357.

CONTENTS

CO ₂ emission from an alpine <i>Kobresia humilis</i> meadow in winters	WU Qin, HU Qiwu, CAO Guangmin, et al (5107)
Effect of cultivation on soil organic carbon and total nitrogen accumulation in Cele oasis croplands and their relation to crop yield ...	 HUANG Caibian, ZENG Fanjiang, LEI Jiaqiang, et al (5113)
Biomass and its allocation of four grassland species under different nitrogen levels	 QI Yu, HUANG Yongmei, WANG Yan, et al (5121)
Small-scale spatial patterns of genetic structure in <i>Castanopsis eyrei</i> populations based on autocorrelation analysis in the Tiantai Mountain of Zhejiang Province	 QI Caihong, JIN Zexin, LI Junmin (5130)
Influence of vegetation on frozen ground temperatures the forested area in the Da Xing'anling Mountains, Northeastern China	 CHANG Xiaoli, JIN Huijun, YU Shaopeng, et al (5138)
Analysis of stable carbon isotopes in different components of tree rings of <i>Pinus sylvestris</i> var. <i>mongolica</i>	 SHANG Zhiyuan, WANG Jian, CUI Mingxing, et al (5148)
Retrieval of leaf area index for different grasslands in Inner Mongolia prairie using remote sensing data	 LIU Yibo, JU Weimin, ZHU Gaolong, et al (5159)
Decomposition of lotus leaf litter and its effect on the aquatic environment of the Beili Lake in the Hangzhou West Lake	 SHI Qi, JIAO Feng, CHEN Ying, et al (5171)
Effects of fire disturbance on greenhouse gas emission from <i>Larix gmelinii</i> - <i>Carex schmidtii</i> forested wetlands in XiaoXing'an Mountains, Northeast China	 YU Lili, MU Changcheng, GU Han, et al (5180)
Wetland landscape transition pattern of Lianbo Beach along the Middle Yellow River	 GUO Donggang, SHANGGUAN Tieliang, BAI Zhongke, et al (5192)
Effect of revegetation on functional groups of soil organic carbon on the Loess Plateau	 LI Ting, ZHAO Shiwei, ZHANG Yang, et al (5199)
Soil organic and inorganic carbon contents in relation to soil physicochemical properties in northeastern China	 ZU Yuangang, LI Ran, WANG Wenjie, et al (5207)
Characteristics of soil respiration in fallow and its influencing factors at arid-highland of Loess Plateau	 GAO Huiyi, GUO Shengli, LIU Wenzhao (5217)
Soil microbial functional diversity between rhizosphere and non- rhizosphere of typical plants in the hilly area of southern Nixia	 AN Shaoshan, LI Guohui, CHEN Liding (5225)
Differences in the surface palynomorph assemblages on a karst mountain and rocky desertification areas: a case in Nanchuan District, Chongqing	 HAO Xiudong, OUYANG Xuhong, XIE Shiyu (5235)
Ash content and caloric value in the leaves of <i>Sinocalycanthus chinensis</i> and its accompanying species	 JIN Zexin, LI Junmin, MA Jine (5246)
Uptake kinetic characteristics of Cu ²⁺ by <i>Salix jiangsuensis</i> CL J-172 and <i>Salix babylonica</i> Linn and the influence of organic acids ...	 CHEN Caihong, LIU Zhikun, CHEN Guangcai, et al (5255)
Introduction of <i>TaNHX2</i> gene enhanced salt tolerance of transgenic puna chicory plants	 ZHANG Lijun, CHENG Linmei, DU Jianzhong, et al (5264)
Effects of air humidity and soil water deficit on characteristics of leaf cuticular waxes in alfalfa (<i>Medicago sativa</i>)	 GUO Yanjun, NI Yu, GUO Yunjiang, et al (5273)
Influence of water storage capacity on yield of winter wheat in dry farming area in the Loess Plateau	 DENG Zhenyong, ZHANG Qiang, WANG Qiang, et al (5281)
Research of dynamic variation of moisture in apple orchard soil in the area of Xianyang in recent years	 ZHAO Jingbo, ZHOU Qi, CHEN Baoqun, et al (5291)
Volatile oil contents correlate with geographical distribution patterns of the miao ethnic herb <i>Fructus Cinnamomi</i>	 ZHANG Xiaobo, ZHOU Tao, GUO Lanping, et al (5299)
Effect of environmental factors on growth of <i>Chlorella</i> sp. and optimization of culture conditions for high oil production	 DING Yancong, GAO Qun, LIU Jiayao, et al (5307)
The effects of substrates on locomotor performance of two sympatric lizards, <i>Takydromus septentrionalis</i> and <i>Plestiodon chinensis</i>	 LIN Zhihua, FAN Xiaoli, LEI Huanzong, et al (5316)
Guild structure of wintering waterbird assemblages in shallow lakes along Yangtze River in Anhui Province, China	 CHEN Jinyun, ZHOU Lizhi (5323)
Phylogenetic diversity analysis and <i>in situ</i> hybridization of symbiotic Oxymonad flagellates in the hindgut of <i>Reticulitermes chinensis</i> Snyder	 CHEN Wen, SHI Yu, PENG Jianxin, et al (5332)
An entropy weight approach on the comprehensive evaluation of the Pearl River Delta Nature Reserve	 ZHANG Linying, XU Songjun (5341)
Review and Monograph	
On planning method of mesoscale and microscale ecological land	 RONG Bingling, LI Dong, XIE Yingxia (5351)
Effects of land use change on soil organic carbon: a review	 CHEN Zhao, LÜ Changhe, FAN Lan, et al (5358)
Marine phytoplankton and biological carbon sink	 SUN Jun (5372)
Effect of permafrost degradation on methane emission in wetlands: a review	 SUN Xiaoxin, SONG Changchun, WANG Xianwei, et al (5379)
A review on the effects of biogenic elements and biological factors on wetland soil carbon mineralization	 ZHANG Linhai, ZENG Congsheng, TONG Chuan (5387)
A review of studies using ecological network analysis	 LI Zhongcai, Xu Junyan, WU Changyou, et al (5396)
Scientific Note	
Dynamics of age structures on <i>Agropyron michnoi</i> and <i>Leymus chinensis</i> in different communities	 JIN Xiaoming, AI Lin, LIU Jidong, et al (5406)
The impact of thematic resolution on NDVI spatial pattern	 HUANG Caixia, LI Xiaomei, SHA Jinming (5414)

2009 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊★

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 Impact factor
1	生态学报	11764	1	生态学报	1.812
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响因子 1.812,全国排名第 14;第 1—9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

编辑部主任 孔红梅

执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 31 卷 第 18 期 (2011 年 9 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 18 2011

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@csppg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@csppg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元