

文章编号:1001-4810(2010)02-0113-07

不同石漠化等级的孢粉组合特征及其生态指示意义 ——以花江实验区为例

赵增友¹, 袁道先^{1,2}, 罗伦德², 石胜强¹, 郝秀东¹

(1. 西南大学地理科学学院, 重庆 400715; 2. 中国地质科学院岩溶地质研究所, 广西 桂林 541004)

摘要:以贵州省关岭县南部北盘江试验示范为例,分析了不同等级石漠化土地上的表土孢粉组合特征,揭示了孢粉组合特征与石漠化等级的相互关系。结果显示:石漠化地区的孢粉组合具有鲜明的特征,乔木与灌木合占16.1%,草本与蕨类植物合占58.9%,这反映了石漠化地区以草蕨类植物为主的植被状况;孢粉组合与石漠化等级呈良好的相关性,草蕨类植物随石漠化等级的升高比重由41%增加到77.6%,种类由14种增加到27种,乔木花粉所占比重由6.9%降到2.6%,植物种类不变;孢粉组合反映出三出凤尾蕨等蕨类植物对岩溶石漠化生态环境的适应性和代表性。

关键词:花江试验区;孢粉组合;石漠化等级;植被

中图分类号:Q944.571;X826 **文献标识码:**A

0 引言

中国西南岩溶区,裸露型岩溶面积达54万km²,石漠化面积已达12.9万km²^[1],并以每年1 650.26 km²的速度增长^[2];西南地区又是人口稠密区,经济发展与生态环境保护的矛盾日益突出。在此背景下,中国石漠化研究获得了迅速的发展。一些学者侧重于理论研究,对石漠化发生、发展的机制进行了深入的研究,提出了一系列与石漠化相关的因子,并在此基础上提出了石漠化等级划分的指标,取得了丰硕的成果^[3~5]。查看众多石漠化等级划分的文章发现,其评价指标的选取往往侧重于宏观,尤其是植被指标,一般研究都是以植被覆盖度等对植被的总体概况进行描述,没有具体到植物种属。这固然能够反映石漠化程度的高低,但并没有准确把握石漠化地区的植被构成特征,不利于深入研究石漠化进程的内在机制,更谈不上根据石漠化地区的植被特征来引进特定种属植物进行治理。

花粉和孢子是植物的繁殖器官,沉积环境中孢粉组合的变化直接反映了植被组成状况的变化,而植物

对环境变化是高度敏感的,这就为我们利用不同时段或不同地区的孢粉来研究环境变迁和对比区域环境提供了可能。石漠化地区表土孢粉记录了石漠化发生后植被的孢子花粉信息。为此,我们通过分析同一地区不同石漠化等级地段的表土孢粉来探寻当地石漠化进程中的植被构成变化,希望能对石漠化治理提供帮助。

1 研究区概况

花江试验示范区位于贵州省关岭县南部北盘江花江河段的南北两岸(N25°39'13"~25°41'00"、E105°36'30"~105°46'30")。示范区总面积47.63 km²,其中岩溶分布面积占94%,海拔高度500~1 200 m,相对高差700 m。年均温18.4℃,≥10℃积温6 542℃,年均降水量1 100 mm。年均降雨量时空分布不均,5—10月降雨量占全年总降雨量的83%。区内植被覆盖率低,雨季暴雨频率高,水土流失面积大。由于岩溶发育,河谷深切,地表严重干旱缺水,自然状态下连续3个月降水量不足50 mm的干旱发生频率达90%以上。区内石漠化土地大面积连片存在,坡度大,植被覆

基金项目:国土资源部、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)、西南大学青年基金项目(swu208001)

第一作者简介:赵增友(1984-),男,硕士,西南大学地理科学学院,从事第四纪地质与全球变化研究,E-mail:tsuzzy0905@163.com。

收稿日期:2010-01-03

盖度低,植被类型以灌草为主,可耕种土地严重不足,石漠化现象非常严重^[6]。加之区内人为活动频繁,生态环境十分脆弱,现存植被一旦遭到破坏,土地石漠化将更加迅速。

2 研究方法

2.1 基本原理

植被状况是植物对环境长期适应的结果,现生植被孢子花粉通过大气运动散布在陆地表面一定范围内,这样通过一定的化学、物理方法将保存在载体中的孢粉提取出来并用 Luo-pacais 系统对其鉴定,就可以揭示出该地现代植被的构成。在石漠化地区,当石漠化发生以后,土层变薄,土壤的保水能力减弱,其植被也随之逐步退化并通过花粉孢子保存在地表中,因此,我们可以通过提取表土孢粉来恢复它的植被组成状况。从目前所掌握的情况看,我国西南岩溶石漠化地区的原生乔木已很少,主要为次生植被,如楹树、桉木;灌木比乔木稍多,主要有花椒、山姜子、买麻藤组成;草本和蕨类最多,包括三白草、长芯斑种草、禾本科草类、凤尾蕨、鳞盖蕨、里白属、狗姬蕨等,所占比例也最大。

众多的研究表明,石漠化多发生在近几十年,而表土尤其是1 cm以上的表土层所蕴藏的主要也是几十年以来的孢粉,所以表土孢粉分析被广泛应用于现代环境分析中。当然,由于片流的冲刷搬运与沉积作

用等,在一些地势比较平坦、低洼的地方其表土中可能也会掺杂有更老的孢子花粉,但是近期孢子花粉在形状、颜色与化石孢粉有很大差别,因此,镜下很容易将近期孢粉与化石孢粉区分开。此外,P. D Moore et al. (1978)以及李文漪(1991)的研究还发现,花粉沉积比例与传播距离呈狭峰式分布,即绝大部分孢粉降落在植物体及其附近的几百米范围内。其中草本跟蕨类植物的孢粉绝大部分降落在植物体附近。乔灌木花粉除少数几个科属传播距离较远,例如松科(Pinaceae)、桦科(Betulaceae)等,大部分花粉降落在植物体附近,也就是说表土孢粉谱中大部分孢粉为原地性的。这为我们选择在有利于孢子花粉沉积的负地形进行采样和研究石漠化的植被环境提供了可能性。

2.2 样地选择及分析方法

2009年8月,我们对花江石漠化实验区不同石漠化等级进行表土孢粉样的采集。在前人对花江试验区石漠化等级划分的基础上^[7],我们分别在潜在石漠化地区、轻度石漠化地区、中度石漠化地区、重度石漠化地区(图1),按照1 m×1 m样方法,分别采取表土样,依次编为XD-1、XD-2、XD-3、XD-4(表1)。XD-1位于山前坡地,土层较厚,生长有较多灌木、稀疏乔木,岩石裸露少;XD-2, XD-3坡度达到30°,土层<20 cm,植被为稀疏灌木及草类;XD-4位于岩溶山坡,坡度接近50°,有大面积的裸岩,只在凹地中残存土壤,土层薄,植被为草本和蕨类。



图1 花江试验区石漠化分布现状及采样点位置图

Fig. 1 Distribution of rocky desert in Huajiang area and location of samples
(注:本图改自梅再美等 图中▲代表XD-1 ◆代表XD-2 ●代表XD-3 ★代表XD-4)

样品带回实验室后,用10% HCl、30% HF和5% Na₂CO₃进行处理,重液浮选后制成玻片,应用Luopacias系统^[8]进行鉴定,在鉴定时,每个样品花粉数量均超过500粒。

3 孢粉鉴定结果

花江示范区表土孢粉样品共鉴定58科80属92种共计2881粒,如表2。草本和蕨类植物所占比例最大,灌木次之,乔木最少。其中乔木类有松科(Pinaceae)(25.96%~8.4%)平均为17.34%,柏科(Cupressaceae)(9.96%~0.9%)平均为7.00%,含羞草科(Mimosaceae)的大叶相思(*Acacia auriculiformis* A. Cunn. exBenth)(2.62%~0.877%)平均为1.40%,棕榈科(Palmae)的刺轴榈(4.3%~0.8%)平均为2.09%,山毛榉科(Fagaceae)等。灌木有芸香科(Rutaceae)的花椒(6.01%~0.13%)平均为2.81%,买麻藤科(Gnetaceae)的买麻

表1 样品所在地的生态环境特征

Tab.1 Eco-environmental features in sampling plot

样品号	石漠化程度	海拔/m	坡度/°	植被覆盖率/%
XD-1	潜在	682	30	>70
XD-2	初级	784	32	>50
XD-3	中度	784	38	>30
XD-4	重度	729	49	<20

表2 孢粉样品鉴定成果汇总表

Tab.2 Table of palynological identification results

类型	学名	汉名	含量/%			
			XD-1	XD-2	XD-3	XD-4
木	<i>Pinus spp</i>	松属	9.6	21.6	13.6	7.6
	<i>Juniperus chinensis</i>	圆柏	12.8	11.4	10.0	0.9
	<i>Pseudolarix kaempferi</i>	金松	5.5	2.6	0.9	
	<i>Podocarpus macrophylla</i>	罗汉松		1.8		
	<i>Trachycarpus excelsa</i>	棕榈	4.4			
	<i>Ulmus pumila</i> L.	榆树		0.5		
	<i>Cycas riuminiana</i> Rgl	苏铁		0.5		
	<i>Alnus incana</i> L.	灰白桤木				0.8
	<i>Lithocarpus glaber</i>	稠	1.5	1.1		
	<i>Robinia pseudoacacia</i>	洋槐				0.9
	<i>Premna fohaiensis</i>	豆腐柴				0.9
	<i>Quercus glauca</i> Thunb	青冈		0.4	0.3	0.2
	<i>Acacia auriculiformis</i>	楸树	0.9	0.9	2.6	1.2
	<i>Ilex rhamnifolia</i> Merr	冬青		0.4		
灌	<i>Cudrania cochinchinensis</i>	枸棘			2.6	
	<i>Zanthoxylum spp</i>	花椒	6.0	2.3	0.1	
	<i>Gnetum montanum</i>	买麻藤	4.0			
	<i>Debregeasia edulis</i>	水麻			2.4	
	<i>Fatoua villosa</i>	小蛇麻	0.9			
	<i>Spiraea spp</i>	绣线菊				0.4
	<i>Licuala spinosa</i>	刺轴榈		1.8	1.4	0.8
	<i>Smilax china</i> L.	菝葜				8.7
	<i>Mimosa pudica</i> L.	含羞草				0.6
	<i>Litsea cubeba</i>	山姜子	1.8	1.2	2.2	
木	<i>Itea oldhamii</i>	老鼠刺	1.5			
	<i>Aglaia odorata</i> Lour.	米仔兰	1.1			
	<i>Piper kadsura</i> (C.) Ohwi	青荜藤	6.2			

续表 1

类型	学名	汉名	含量/%			
			XD-1	XD-2	XD-3	XD-4
草	<i>Apama corymbosa</i>	阿柏麻	1.6		0.8	
	<i>Alopecurus geniculatus</i>	看麦娘			1.3	1.1
	<i>Artemisia apiacea</i> Hance	青蒿			2.5	
	<i>Pogonia japonica</i> Rchb. f	朱兰			2.9	
	<i>Leiphaimos flavescens</i>	笛费莫什草		2.6		4.1
	<i>Alternanthera gracilis</i>	纤细莲子草				0.4
	<i>Balbisia meyeniana</i>	巴尔比舍亚草				0.4
	<i>Pandanus gressittii</i>	小露兜				0.4
	<i>Chenopodium serotinum</i>	麻糙草				0.9
	<i>Butomus umbellatus</i>	花蔺				0.4
	<i>Nymphaea tetragona</i>	睡莲			0.4	
	<i>Urtica fissa</i>	裂叶荨麻		13.9		
	<i>Nonnea pulla</i>	近黑假狼紫草			3.1	
	<i>Antiotrema dunnianum</i>	长蕊斑种草	1.8	4.9	3.4	1.2
	<i>Zea mays</i> L	玉米	2.0	1.9		1.2
	<i>Eriocaulon truncatum</i>	谷精草			0.7	
	<i>Asparagus brachyphyllus</i>	攀援天门冬			0.8	
	<i>Tagetes erecta</i> L	万寿菊			0.4	
	<i>Herba Saururi</i>	三白草	18.2	21.8	17.6	43.2
<i>Gramineae</i>	禾本科	2.9				
蕨	<i>Pteris spp</i>	凤尾蕨属	2.5	1.4	13.9	7.6
	<i>Cibotium barometz</i>	狗姬蕨		0.4	0.5	0.2
	<i>Selaginella helferi</i>	铺地卷柏			2.4	
	<i>Phyllitis scolopendrium</i>	什科洛费里蕨				1.3
	<i>Hicriopteris spp</i>	里白属	8.2	4.7	0.6	
	<i>Lycopodium complanatum</i>	地刷子石松		0.5	0.3	
	<i>Pseudocyclosorus subzylodes</i>	近假毛蕨		0.5	0.1	
	<i>Hypodematium crenatum</i>	肿足蕨				0.6
	<i>Cyclosorus aureolepidotus</i>	金腺毛蕨				1.5
	<i>Abacopteris nudatis</i>	多羽新月蕨				1.3
	<i>Rhachidosorus blotianus</i>	脆叶轴果蕨				0.4
	<i>Cystopteris sudetica</i>	欧洲冷蕨		0.4	1.8	
	<i>Athyrium pseudo-epirachis</i>	假轴果蹄盖蕨	1.5			
<i>Nephrolepis cordifolia</i>	肾蕨	1.3	0.7			
<i>Microlepis spp</i>	鳞盖蕨属	2.0		6.0	10.8	
总计		98.1	99.4	95.6	99.8	

注:表中剔除了所占比例<0.2%植物种属

藤占 4.1%，樟科(Lauraceae)山姜子(2.20%~1.82%)平均为2.01%。草本和蕨类种类较多,主要有三白草科(Saururaceae)三白草(43.2%~17.56%)

平均为 25.18%，禾本科(Gramineae)(4.91%~1.31%)平均为 2.61%，紫草科(Boraginaceae)(6.54%~1.82%)平均为 4.42%；蕨类:凤尾蕨科

(Pteridaceae)的三出凤尾蕨(12.84%~0.73%)平均为4.72%,碗蕨科的尾叶鳞盖蕨(6.02%~1.28%)平均为3.30%等等。

在乔木花粉中松柏类所占的比例较高,这与当地在石漠化治理过程中大量种植了松柏类植物是一致的。然而考虑到松科花粉的超代表性(所谓的超代表性就是由于松科花粉为气囊花粉,能够长距离传输,对本地花粉谱产生影响。),结合实际取样地松柏科植物很少这一情况,笔者将之从数据统计中剔除以使孢粉组合能够准确反映实地情形。各石漠化等级乔灌木的百分比含量如表3所示。

表3 花江不同石漠化等级的乔—灌—草孢粉百分比

Tab.3 The percentage of arbor, shrub and herbs among rocky deserts of different grades in Huajiang demonstration plot

样品号	石漠化等级	乔木/%	灌木/%	草类/%
XD-1	潜在	6.9	23.3	41.0
XD-2	初级	3.5	5.6	53.5
XD-3	中度	3.0	8.8	63.3
XD-4	重度	2.6	11.7	77.6
平均		4.0	12.1	58.9

兹将不同石漠化等级的孢粉组合特征分述如下:

3.1 XD-1 潜在石漠化地区孢粉组合:三白草—兰绿里白—细叶青萋藤—花椒

该孢粉组合类型乔—灌—草百分比分别是6.9%、23.31%、41.0%。乔木花粉中棕榈科的棕榈(*Trachycarpus excelsa* Nandl)占4.37%,壳斗科的稠(*Lithocarpus glaber* (T.) Nakai)占1.46%,其余还有滇榛等,但占的比例极小;灌木花粉主要有芸香科的花椒(*Zanthoxylum multijugum* Fr)占6.01%,胡椒科的细叶青萋藤(*Piper kadsura* (C.) Ohwi)占6.19%,还有买麻藤(*Gnetum montanum*)占4.01%;我们把草类跟蕨类植物统一划分到草本植物,其中三白草占18.21%,兰绿里白(*Hicriopteris glauca* (Thunb) Ching)占8.20%,禾本科草类跟凤尾蕨科分别占到2.91%和2.73%。

3.2 XD-2 初级石漠化地区孢粉组合:三白草—裂叶荨麻—兰绿里白—长蕊斑种草

该孢粉组合类型乔—灌—草百分比分别为3.5%、5.61%、53.51%。其中乔木花粉中棕榈科的棕榈占1.75%,壳斗科的稠占1.05%,含羞草科的楹树占0.88%,此外还有榆树、青冈栎;灌木花粉中裂叶荨麻占13.86%,花椒占2.28%,樟科的绿叶甘姜占1.23%;草蕨类中三白草所占比例最大,占21.75%,

长蕊斑种草占4.91%,兰绿里白占4.74%,三出凤尾蕨占1.40%,此外还有长叶肾蕨、地刷子石松、金毛狗蕨、欧洲冷蕨等。

3.3 XD-3 中度石漠化地区孢粉组合:三白草—三出凤尾蕨—尾叶鳞盖蕨—长蕊斑种草

该孢粉组合类型乔—灌—草比例为2.97%、8.80%、63.30%。其中乔木花粉比例进一步减小,此地含羞草科的楹树占2.62%,此外青冈栎、蕁树占的比例很小;灌木花粉中桑科的构棘占2.62%,棕榈科的刺轴桐(*Licuala spinosa* Wurm)占1.44%,樟科的山鸡椒(*Litsea cubeba* (L.) Pers)占2.23%,荨麻科的水麻(*Debregeasia edulis* (S. et Z.) Weddell)占2.35%,而花椒在此地占的比重很小;草蕨类花粉孢子中三白草占17.56%,三出凤尾蕨占12.84%,尾叶鳞盖蕨(*Microlepia caudiformis*)占6.03%,而紫草科的长蕊斑种草和近黑假狼紫草(*Nonnea pulla* DC)分别占3.4%和3.10%,青蒿(*Artemisia apiacea* Hance)占2.5%,此外还出现了一种古老孢子——指纹孢。

3.4 XD-4 重度石漠化地区孢粉组合:三白草—菝契—密毛鳞盖蕨—雷费莫什草

该孢粉组合类型乔—灌—草比例依次为2.60%、10.70%、77.60%。乔木花粉百分比继续降低,总共占2.6%,其中有含羞草科的大叶相思占1.2%此外桦科的灰白桤木(*Alnus incana* L)、山毛榉科的青冈栎花粉极少;灌木花粉比例有一定程度的升高,其中菝契科的菝契(*Smilax china* L)占8.7%,此外刺轴桐、小露兜等所占比例很小;草本占据优势地位,其中三白草花粉高达43.20%,碗蕨科的密毛鳞盖蕨和粗糙鳞盖蕨分别占4.7%和3.5%,雷费莫什草(*Leiphaimos flavescens*)占4.1%,三出凤尾蕨占3.9%,此外还有金星蕨科、铁角蕨科、含羞草科、禾本科、紫草科等等。

4 讨论

4.1 花江示范区表土孢粉组合综合特征分析

综合分析该地区的孢粉组合(表2,表3),我们发现花江地区植被构成主要为草本和蕨类,其次为灌木,乔木较少。草蕨类在孢粉组合中占41.00%~77.60%,平均占58.9%。灌木在孢粉组合中占5.61%~23.31%,平均占12.10%。乔木在孢粉组合中占2.6%~6.92%,平均占4.0%。上述植被构成特征明显与该地区的地带性植被——亚热带常绿阔叶林相悖,充分反映了示范区的石漠化特征:在岩溶脆弱生态环境下,人类不合理的社会经济活动导致自然植被遭到破坏,水土流失严重,土地变得瘠薄,土壤肥

力下降,土地生产能力低下,从而导致对土壤生产能力要求较高的乔灌木植物减少,而对土壤生产能力要求偏低的草蕨类植物相对增加,进而促使草蕨类植物成为此地偏途顶级群落^[9]。

4.2 孢粉组合随石漠化等级的变化特征分析

对示范区表土孢粉数据所反映的植被构成按照石漠化等级统计如图2。

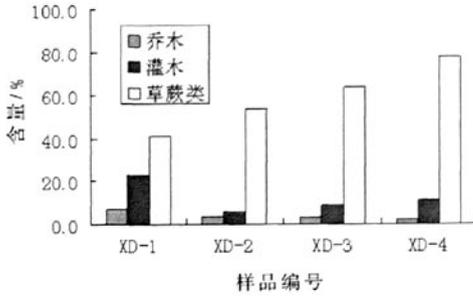


图2 花江不同石漠化等级的乔—灌—草比例
Fig. 2 Proportion of arbor, shrub and herbs among rocky deserts of different grades in Huajiang demonstration plot

从图2中可以看出草蕨类和乔木植物与石漠化等级有明显的相关性,草蕨类植物所占比例与石漠化等级呈高度正相关;乔木花粉与石漠化等级呈显著负相关。亦即随着石漠化程度的加深,草蕨类在孢粉组合中比例急剧增加,而乔木则相应减少。这充分说明如前所述的石漠化过程是一个渐进的过程,该过程将导致植被构成的相应变化:逐步由常绿阔叶林下的乔灌木类型过渡到灌草并茂类型,进而演化到以草蕨类为主的偏途顶级群落类型。这与李瑞玲等^[10]相关研究中植被构成的次生乔灌木—中覆盖灌草—低覆盖草丛序列基本一致。

4.3 不同石漠化等级的植被多样性分析

对孢粉数据按照植被类型构成统计其多样性变化,结果见表4。

表4 花江示范区不同石漠化等级的植物丰度(种)
Tab. 4 Vegetation diversity among rocky deserts of different grades in Huajiang demonstration plot

植物类型	XD-1	XD-2	XD-3	XD-4
乔木	5	5	3	5
灌木	8	4	5	5
草类	6	5	11	11
蕨类	8	8	12	16
总计	27	22	31	37

结果显示:随着石漠化等级的升高,群落内植物丰度越高;物种多样性主要表现为草类和蕨类植物种类的增加,乔木和灌木基本保持不变。从潜在石漠化类型XD-1到重度石漠化类型XD-4,草类由6种增加到11种,蕨类由8种增加到16种;乔木类型保持在3~5种之内,变化不大;灌木除了XD-1外,其余三级变化也不大。出现这种现象的原因:一是随着石漠化程度的加剧,乔灌木植物生长所需的生态条件逐渐恶化,乔灌木逐渐退化;二是由于乔灌木的逐渐退化,光热等环境条件也随之发生改变,为适应新的生态环境的草蕨类群落的繁殖与发展提供了条件,植物种类渐次增加,群落的结构趋于完善,功能趋于稳定,逐渐成为石漠化土地上的顶级群落。

4.4 孢粉组合反映的植被生态适应性分析

分别分析不同石漠化等级的孢粉组合,我们发现本地孢粉组合中具有较多的耐旱性、喜钙性蕨类,并且占据较大比重。如买麻藤、长芯斑种草、三出凤尾蕨、狗姬蕨、鳞盖蕨等,其中仅三出凤尾蕨(*Pteris trifurcata* Ching)就在中度石漠化样品XD-3中占到了孢粉总量的12.8%,在重度石漠化样品XD-4中也占到了3.9%;鳞盖蕨属(*Microlepia*)植物在重度石漠化样品XD-4中的比重也高达10.8%。可以推论:上述蕨类植物对岩溶石漠化环境有独特的适应机理,或者说适于在恶劣的石漠化环境中生存。那么,上述类型的蕨类植物就具备了岩溶石漠化生态环境的代表性,相应的孢粉组合也可以用以指示石漠化环境乃至等级。这与姬飞腾等^[11]的研究相一致。上述推论对我们在石漠化治理过程中根据生态适应性进行植物选种具有指导意义。

5 结论

(1)花江示范区表土孢粉组合以草蕨类为主,灌木次之,乔木最少。这一特征充分反映了花江试验区的石漠化状况,同时也说明孢粉组合及百分比能够很好的反映石漠化地区的植被组成状况,可以作为衡量石漠化的一种量化指标。

(2)随着石漠化等级的升高,孢粉组合呈现规律性变化:从潜在石漠化到重度石漠化,草蕨类花粉含量逐渐升高,花粉类型逐渐增多,反映了草蕨类植物比重和种类的逐渐增加;乔木花粉则随着石漠化程度的加深逐渐减少,反映了乔木植物的逐渐衰退。两相对照展示了孢粉组合的生态意义:石漠化过程伴随着植被构成逐步由常绿阔叶林下的乔灌木类型过渡到灌草并茂类型进而演化到以草蕨类为主的偏途顶级

群落类型。

(3)孢粉组合中有相当比例的三出凤尾蕨及鳞盖蕨属孢子,并且主要出现在高等级石漠化样品中,这表明上述植物对岩溶石漠化生态环境的适应性和代表性,相应孢粉组合可以成为石漠化评价指标。再者,在石漠化治理过程中,我们需要根据植物群落发生、发展的规律因地制宜先引种一些适应性强的、耐贫瘠的植物以保育水土,再根据植被与土壤发育状况适当引进经济效益好的树种。而上述三出凤尾蕨及鳞盖蕨等,应是引种树种的主要考虑对象。

致谢:本文地图制作得到了程立海的大力帮助,在此对他们表示诚挚的感谢。

参考文献

- [1] 曹建华. 一个曾被忽略的方程式——解读石漠化[J]. 人与生物圈, 2009, 5: 5-17.
[2] 覃小群, 朱明秋, 蒋忠诚. 近年来我国西南岩溶石漠化研究进

- 展[J]. 中国岩溶, 2006, 25(3): 234-238.
[3] 苏维词. 喀斯特土地石漠化类型划分及其生态治理模式探讨[J]. 中国土地科学, 2008, 22(4): 32-37.
[4] 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.
[5] 成永生. 关于喀斯特石漠化类型划分问题的探讨[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2009, 20(3): 122-127.
[6] 龙俐, 熊康宁, 王代懿, 等. 贵州花江喀斯特峡谷水土流失及治理效果[J]. 贵州: 贵州师范大学学报(自然科学版), 2005, 23(3): 13-18.
[7] 梅再美, 王代懿, 熊康宁, 等. 不同强度等级石漠化土地植被恢复技术初步研究——以贵州花江试验示范区查尔岩试验小区为例[J]. 中国岩溶, 2004, 23(3): 253-258.
[8] 罗伦德. 孢粉编码鉴定与资料查询微机数据库——POCIAS系统(中文版)[J]. 古生物学报, 1998, 37(1): 133-136.
[9] 李镇清, 富兰克. 中国西南岩溶地区的植被资源[J]. 草业科学, 2008, 25(9): 51-53.
[10] 李瑞玲, 王世杰, 熊康宁, 等. 喀斯特石漠化评价指标体系探讨——以贵州省为例[J]. 热带地理, 2004, 24(2): 145-149.
[11] 姬飞腾, 李楠, 邓馨. 喀斯特地区植物钙含量特征与高钙适应方式分析[J]. 植物生态学报, 2009, 33(5): 926-935.

Aalynological assemblage characters and the ecologic significance among rocky desert of different grades — A case in Huajiang

ZHAO Zeng-you¹, YUAN Dao-xian^{1,2}, LUO Lun-de², SHI Sheng-qiang¹, HAO Xiu-dong¹

(1. College of Geographic Science, Soathwest University, Chongqing 400715, China;

2. Institute of karit Geology, CAGS, Guilin, Guangxi 541004, China)

Abstract: Taken the demonstration plot in the Beipangjiang basin to the south Guangling County, Guizhou Province as an example, the authors analysis palynological assemblage characters from surface soil among rocky desert of different grades, reveal the relations between palynological assemblage characters and rocky desertification grades. The results show that the palynological assemblage characters is of distinct individuality in rock desert with 16.1% of arbor and shrub and 58.9% of herb and fern, which reflects herb and fern are the dominat plants in the vegetation of rock desert. The results also show that the palynological assemblage quite correlates to the grades of rocky desert, i. e. the content of herb and fern goes up from 41% to 77.6% with the species from 14 up to 27, but the content of arbor goes down from 6.9% to 2.6% without species changes along with the increases of the grades of rocky desert. The palynological assemblage characters reflect that ferns like *Pteris trifurcata* Ching can adapt the desert environment and has representativeness in these regions.

Key words: Huajiang demonstration plot; palynological assemblage; grade of rocky desert; vegetation