文章编号:1001-4810(2008)04-0309-07

不同人为干扰方式对桂西北喀斯特草丛群落土壤种子库组成与分布的影响

徐丽丽[1,2,3],于一尊[1,2,3],王克林[1,2*],陈洪松[1,2],岳跃民[1,2,3]
(1.中国科学院亚热带农业生态研究所,湖南 长沙 410125;
2.中国科学院环江喀斯特农业生态试验站,广西 环江 547100;3.中国科学院研究生院,北京 100049)

摘 要:采用野外调查和室内萌发相结合的方法,对桂西北典型喀斯特峰丛洼地刈割、开垦和火烧3种不同人为干扰方式下草丛群落的土壤种子库进行了比较研究。结果表明:①3种不同干扰方式草丛群落土壤种子库密度存在显著差异,其种子密度大小为:刈割群落>开垦群落>火烧群落;②刈割、开垦、火烧干扰草丛种子主要分布在0~2cm (67%)、2~5cm (55%)、5~10cm (37%)的土层中;③刈割群落土壤种子库中乔、灌、草生活型的物种比例大于开垦和火烧干扰群落;④3种不同干扰方式草丛群落土壤种子库的丰富度指数、Shannon-Wiener 指数和 Simpson 指数的大小顺序均为:刈割群落>开垦群落>火烧群落,同群落物种数变化趋势一致,与生态优势度呈相反趋势;均匀度指数大小顺序为:刈割群落>火烧群落>开垦群落。⑤从土壤种子库与地面植被物种组成相似性系数来看,刈割群落和开垦群落相似性系数较大,而火烧群落地上与地下物种组成有较大区别,相似性系数为0.296。研究结果表明,刈割干扰相对开垦和火烧更有利于喀斯特地区草丛群落土壤种子库的维持与保护。

关键词:人为干扰;土壤种子库;草丛群落;喀斯特;桂西北地区
中图分类号:S812.8 **文献标识码**:A

喀斯特地区是世界上主要的生态脆弱带之一,近年来环境方向的科学家们已把"喀斯特"作为世界性的难题给予极大关注[1~3]。我国是世界上喀斯特面积最大、分布最广的国家,总面积达344.3万km²,主要集中分布在西南部,面积约55万km²,占全国喀斯特面积的15.9%[4]。西南部喀斯特山区总人口超过1亿,居住着48个少数民族的2 000万人口,是我国南方的主要贫困地区,全国近1/2的贫困人口集中于本区[5]。喀斯特是一种由特殊地质环境背景所决定的脆弱生境,加之人类不合理的开发利用,大部分植被已退化为灌丛、草丛,甚至裸地,其中主要分布于洼地或山麓地带的草丛,对当地百姓的生产生活有极其重要意义,而且对喀斯特退化植被恢复与生态重建也起不可替代作用。

在人地矛盾尖锐的喀斯特山区,人为干扰对土壤种子库的大小、分布和动态等方面都有一定影响。土壤种子库作为原先植被的繁殖体来源和潜在的植物群落[6],因而被干扰后的土壤种子库对未来植被格局的影响具有巨大的潜在重要性[7]。目前,关于喀斯特山区刈割、开垦和火烧等人为干扰对草丛群落土壤种子库特征的影响研究鲜见报道。为此,本研究以桂西北典型喀斯特峰丛洼地的草丛群落为对象,通过对不同干扰方式下草丛群落的土壤种子库分布特征、物种多样性以及土壤种子库与地上植被关系进行比较研究,旨在揭示不同人为干扰方式对土壤种子库产生的影响,为喀斯特山区大范围的植被恢复和生态重建提

基金项目:国家重点基础研究发展计划(973)(2006CB403208)、中国科学院西部行动计划(KZCX2-XB2-08)
第一作者简介:徐丽丽(1983-),女,硕士,主要从事恢复生态学研究. E-mail: xulil221@sina.com。
通讯作者:王克林,研究员,E-mail: kelin@isa.ac.cn。
收稿日期:2008-05-15

万方数据

供有益参考。

1 研究区自然概况

研究区位于广西环江毛南族自治县下南乡古周村(24°50′N,107°55′E),是一个典型喀斯特峰丛洼地地貌单元,海拔374～816m。本区属于亚热带季风气候,多年平均气温16.5～20.5℃,多年平均降水量为1 389.1mm;区内成土母质主要是石灰岩,石灰土发育,基岩广泛出露,部分地段裸岩率可达80%以上,植被逐年退化,森林覆盖率仅为13%,水土流失、石漠化等生态灾害日趋严重,从而导致较小的环境人口容量。本区自然植被以撂荒草丛群落和次生灌木群落为主,仅有小面积的次生乔木林,主要为喜钙、耐旱、耐瘠的先锋树种和草类。草丛主要有白茅(*Imperata cylindrica*)、类芦(*Neyraudia reynaudiana*)、五节芒(*Miscanthus floridulus*)、飞蓬(*Erigeron speciosus*)等;灌丛以灰毛浆果楝(*Cipadessa cinerascens*)、盐肤木(*Rhus chinensis*)、聚果羊蹄甲(*Bauhinia brachycarpa var. cavaleriei*)、红背山麻杆(*Alchornea trewioides*)等为主;乔木林集中存在于当地的风水林区,其主要优势种为粉苹婆(*Sterculia euosma*)、密花树(*Rapanea neriifolia*)、圆果化香(*Platycarya longipes*)等。

2 研究方法

2.1 野外调查与取样

2007年4月初,采访研究区村民并野外踏勘,同时考虑当时农事活动多,也即干扰相对较多,故依据人为干扰方式不同,选择了3个典型草丛群落布设样地,进行地面植被调查和土壤种子库试验样品采集,重点对经过冬季种子休眠或萌发后,续存在土壤中的活性种子库进行研究。各试验样地具体情况见表1。

表1 研究样地概况

Tab.1 The outlines of experimental plots

群落类型	干扰方式	样地面积/m²	地理位置	海拔/m	坡度/°	坡向
白茅草丛	刈割	10×10	N24°54′28.8″ E107°56′55.0″	414	0	—
水蔗草草丛	开垦	10×10	N24°54′22.4″ E107°56′53.9″	419	0	—
白茅—类芦草丛	火烧	10×10	N24°55′14.4″ E107°57′13.4″	481	35～40	E

刈割群落(Mowing community,简写MC),撂荒近10年,每年割草2次,近期割草时间是2006年10月,主要优势种为白茅、地瓜榕(*Ficus retusa* Linn.)、广西拉拉藤(*Var. glabriusculum* DC.)和飞蓬,群落周围有玉米地、竹林和杂草;开垦群落(Reclamation community,简写RC),撂荒7～8年,2006年6月开荒进行玉米黄豆间作,开荒前地表植被主要优势种为水蔗草(*Apluda mutica* Linn.)、广西过路黄(*Lysimachia alfredii* Hance)、变豆菜(*Sanicula chinensis* Bunge)和类芦,周围生境与刈割群落相同;火烧群落(Fired community,简写FC),位于中坡,无耕作历史,2006年4月遭火烧,火烧前地表植被主要优势种为白茅、类芦、西南菝葜(*Smilax bockii* Warb.)和老虎刺(*Pterolobium punctatum* Hemsl.),群落中发现一些灌木,但都是很小的幼苗,有演替取代趋势,群落周围为相同植被。

沈有信先生[8]的研究表明,喀斯特森林土壤种子库总物种数的增加在取样面积介于0.15～0.2m²(10cm×10cm×10cm土样15～20个)之间时逐渐趋缓。为减少取样随机误差以提高取样精确性,本研究参照该结论,也将这一面积和取样数量作为土壤种子库取样的参考,并采取随机取样法,在各群落样地内,进行土壤种子库试验样品采集。具体步骤是:分别把3个10m×10m试验样地的四角及中央作为5个小样方(即重复5次),在每个小样方内分四层(0～2 cm、2～5 cm、5～10 cm、10～15cm),用直径8cm的特制取样器对每层钻取4个土芯,并将同一小样方中同层土样混合装袋。共采集土样60份(3个样地×5个小样方×4层),用以土壤种子库的测定。

2.2 种子萌发试验

将供试土样自然吹风至微干,用手捻碎土块,尽量不破坏土样中的种子,然后用筛子对土样筛选,除去植物残余部分和其它杂物。每份土样充分混匀,均摊于29cm×24cm发芽盘中进行萌发试验。将标记的发芽盘置于人工气候室(18～25℃)培养,适时洒水保持土样湿润。每5天观察1次种子萌发情况,对萌发的

万方数据

不同幼苗进行标记,待能够判别出幼苗种属,记其数(视其为有生命力的种子)并将其从盘中轻轻拔掉,萌发试验延续到土壤搅拌后两周无出苗为止。由于有些植物只有等到成熟或开花时才能被鉴定,必要时可把它们从试验盘中移入其它的容器中培养直至能鉴定。种子萌发试验于2007年4月24日~9月16日进行。

2.3 数据分析

2.3.1 衡量指标

地上植被物种通过重要值[9]来衡量;种子库特征采用Marglef丰富度指数、生态优势度指数、Shannon-Wiener多样性指数、Simpson多样性指数和Pielou均匀度指数[10~12]度量。各指数计算方法如下:

灌木层及草本层重要值:IV = 相对密度+相对优势度+相对频度

Marglef丰富度指数: $R = (S-1)/\ln N$

生态优势度指数: $C = \sum_{i=1}^{s} \frac{n(ni-1)}{N(N-1)}$

Shannon-Wiener多样性指数:

$$H' = -\sum_{i=1}^{s}(P_i \ln P_i)$$

Simpson多样性指数: $D = 1 - \sum_{i=1}^{s} P_i^2$

Pielou均匀度指数: $E = H'/\ln S$

土壤种子库和地上植被在种类组成上的相似性采用Sorensen相似性系数(similarity coefficient,Sc)公式[13]来计算,算式为:

$$S_C = 2w/(a+b)$$

式中,S为种子库中物种总数,N为种子库中所有物种总个体数,n_i为第i个物种的个体数,P_i为第i个物种的比例多度($P_i = n_i/N$),w为土壤种子库和地上植被共有的植物种数,a和b分别为土壤种子库和地上植被的植物种数。

2.3.2 统计分析

采用单因素方差分析(one-way ANOVA)和最小显著差异法(LSD)比较3个不同干扰草丛群落土壤种子库的总密度及每个群落不同采样层次种子库密度的差异。进行方差分析之前,对土壤种子库密度数据进行对数转换。数据分析在SPSS13.0和Excel中完成。

3 结果与分析

3.1 不同干扰方式下土壤种子库的储量与垂直分布

方差分析表明,3种干扰方式下的草丛群落土壤种子库密度存在显著差异($F_{2,12}=73.5$,$n=15$,$P<0.001$)。土壤种子库总密度(粒/m²)大小顺序为:MC(4 130±419)>RC(3 991±751)>FC(159±62),从刈割群落到开垦群落下降了3.5%,开垦群落较火烧群落提高了24.1倍。这一结果表明由于人类干扰方式不同,草丛土壤种子库储量会受到明显影响,而且受不同干扰方式影响后其下降速率也不同,从开垦群落到火烧群落土壤种子库密度急剧下降。从种子库在土壤中的垂直分布看,刈割群落,67%的种子分布于0~2cm表层土中,土层越深土壤种子库密度越小;开垦群落土壤种子库密度则在2~5cm土层出现最大值,占种子总密度的55%;火烧群落各层种子密度分布差异不显著,其种子密度依次为:5~10cm(37%)>0~2cm(24%)>2~5cm(20%)>10~15cm(19%)(图1)。以上结果表明,不同草丛群落间及群落内土壤种子库不同层次间种子储量上的差异,反映了不同干扰方式对草丛群落土壤种子库及其不同层次种子密度的贡献有所不同。

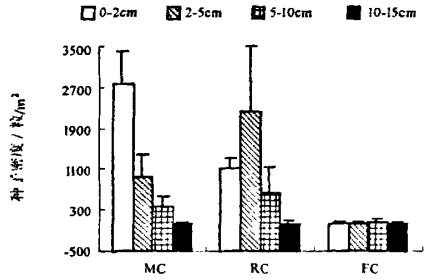

图1 不同干扰方式下草丛土壤种子密度(平均值)的垂直分布

Fig. 1 Vertical distribution of hassock soil seed density under different disturbances

3.2 不同干扰方式下土壤种子库物种及生活型组成

在本研究所涉及的3种干扰方式土壤种子库中,共统计到33种植物种子,分属20科,以菊科植物最多(达8种),其次为禾本科植物(4种),荨麻科、莎草科和玄参科各2种,其余科均1种。其中,刈割群落土壤种子库中统计到22种植物种子,分属于15科,最丰富的4种植物依次是浆果苔草(*Carex baccans*)、金钱草(*Pilea peperomioides*)、砖子苗(*Mariscus* Gaertn.)和藜(*Chenopodium album* L.);开垦群落土壤种子库中统计到17种植物种子,分属10科,最丰富的3种植物依次为婆婆纳(*Veronica didyma* Tenore)、酢酱草(*Oxalis corniculata* L.)和飞蓬;火烧群落土壤种子库中统计到6种植物种子,分属5科,最丰富的2种植物为艾蒿(*Artemisia princeps*)和酢酱草(表2)。由此可见,酢酱草、菊科以及禾本科类植物的生态位很广,

万方数据

有较强的生态适应能力，这也与菊科和禾本科植物可以产生大量种子的习性有重要关系。而地上植被中占优势的白茅、水蔗草和类芦等植物种在土壤种子库中所占比例很小甚至没有。

生活型分析结果表明，在3种干扰方式土壤种子库中，均以一年生和多年生草本植物为主，分别占90.2%(MC)、99.3%(RC)和93.7%(FC)。刈割群落较开垦和火烧群落生活型丰富，还发现有灌木、乔木、藤本植物种子；火烧群落中有6.3%的灌木种子；开垦群落除草本植物外，未发现其它生活型植物种子。

表2 不同干扰方式下草丛土壤种子库(个体数占总数的百分比)和地上植被(重要值)的物种组成

Tab. 2 Species composition of hassock soil seed bank and surface vegetation under different disturbances

科	物种	生活型	MC		RC		FC	
			A. V.	S. B.	A. V.	S. B.	A. V.	S. B.
百合科 Liliaceae	西南菝葜 *Smilax bockii* Warb.	SH					22.8	
败酱科 Valerianaceae	白花败酱 *Patrinia villosa* Juss	PH			4.8	5.5		
报春花科 Primulaceae	广西过路黄 *Lysimachia alfredii* Hance	PH			39.9	4.2		
唇型花科 Labiatae	韩信草 *Scutellaria indica* L.	PH			4.2			
酢酱草科 Oxalidaceae	酢酱草 *Oxalis corniculata* L.	PH		1.1		19.2		25
大戟科 Euphorbiaceae	红背山麻杆 *Alchornea trewioides* (Benth.) Muell.-Arg	SH		2.8			6.3	6.3
	白饭树 *Flueggea virosa* (Roxb. ex Willd.) Voigt	SH					1.8	
豆科 Leguminosae	鸡眼草 *Kummerowia striata* (Thunb.) Schindl.	AH	12.6	6.8	3.3	1.8		
	老虎刺 *Pterolobium punctatum* Hemsl.	SH					16.5	
	藤黄檀 *Dalbergia hancei* Benth.	LI					9.0	
	香花崖豆藤 *Millettia dielsiana* Harms	SH					5.7	
防己科 Menispermaceae	防己 *Radix stephaniae tetrandrae* S. Moore	LI		0.5				
禾本科 Gramineae	白茅 *Imperata cylindrica* L.	PH	85.5	4.3			83.7	
	荩草 *Arthraxon hispidus* Makino	AH	13.2	5.6		0.2	14.1	12.4
	水蔗草 *Apluda mutica* L.	PH		2.7	156.9	1.1		
	蔓生莠竹 *Microstegium vegans* AC.	PH			4.8	0.2	18.6	
	类芦 *Neyraudia reynaudiana* (kunth.) Keng	PH			15.6		45.0	
堇菜科 Violaceae	紫花地丁 *Viola philippica* Car	PH		7.0				
锦葵科 Malvaceae	黄葵 *Abelmoschus moschatus* Medicus	AH					5.4	6.3
景天科 Crassulaceae	景天 *Sedum sp.* I	PH	15.6	2.9	4.8			
菊科 Compositae	飞蓬 *Erigeron acer* L.	AH	29.1	4.9	12.9	8.0		
	白花草 *Ageratum conyzoides* L.	PH	13.5	4.5				
	天名精 *Carpesium abrotanoides* L.	PH			4.8	7.2		
	千里光 *Senecio scandens Buch.*-Ham. ex D. Don	PH				6.3		
	稻槎菜 *Lapsanastrum apogonoides* (Maxim.) J. H. Pak & K. Bremer	AH		3.5		7.2		
	鼠麹草 *Gnaphalium* L.	AH		0.8		4.5		
	艾蒿 *Artemisia princes Pamp. var. orientalis* (Pamp.) Hara.	PH					2.7	43.7
	绒线草 *Conyza canadensis* (L.) Cronq	AH		4.8	6.2			
藜科 Chenopodiaceae	藜 *Chenopodium album* L.	AH	15.6	7.1	3.3	0.2		
楝科 Meliaceae	灰毛浆果楝 *Cipadessa cinerascens* Hand.-Mazz.	SH					7.2	
马鞭草科 Verbenaceae	紫珠 *Callicurpa bodinieri* Levl.	SH					12.9	

万方数据

续表2

科	物种	生活型	MC		RC		FC	
			A. V.	S. B.	A. V.	S. B.	A. V.	S. B.
葡萄科 Vitaceae	毛葡萄 *Vitis heyneana* Roem. et Schult	LI					2.7	
	崖爬藤 *Tetrastigma obtectum* (*Wall.*) Planch.	LI					4.5	
茜草科 Rubhceae	鸡矢藤 *Paederia scandens* (Lour.) Merr.	LI					9.0	
	金钱草 *Pilea peperomioides*	AH		8.9				
	广西拉拉藤 *Var. glabriusculum* DC.	PH	34.5	2.8				
漆树科 Anacardiaceae	盐肤木 *Rhus chinensis* Mill.	SH					13.5	
蔷薇科 Rosaceae	空心泡 *Rubus rosaefolius*	SH		1.4				
	梨叶悬钩子 *Rubus pirifolius* Smith	SH					5.4	
桑科 Moraceae	地瓜榕 *Ficus retusa* L.	AR	64.8	1.4				
莎草科 Cyperaceae	砖子苗 *Mariscus umbellatux* Vahl.	PH	15.6	8.7				
	浆果苔草 *Carex baccans* Nees.	PH		12.5				
伞形科 Umbelliferae	变豆菜 *Sanicula chinensis* Bunge	PH			33.6	0.2		
石竹科 Caryophyllaceae	繁缕 *Stellaria media* (Linn.) Cyr.	AH			6.3	3.0		
薯蓣科 Dioscoreaceae	薯蓣 *Dioscorea opposite* Thunb.	LI					1.8	
五加科 Araliaceae	虎刺楤木 *Aralia armata* (Wall.) Seem.	SH					11.4	
玄参科 Scrophulariaceae	通泉草 *Mazus japonicus* (Thunb.) O. Kuntze.	AH		6.1		3.5		
	婆婆纳 *Veronica didyma* Tenore	AH				27.1		
荨麻科 Urticaceae	紫麻 *Oreocnide frutescens* (Thunb.) Miq.	SH		1.4				
其它 Others					2.3		0.7	
物种数 NO. of species	49		10	22	14	17	21	6

AH:一年生草本Annual herbs,PH:多年生草本 Perennial herbs,LI:藤本 liane,SH:灌木shrubs,AR:乔木arbor; S. B. :种子库 Seed bank,A. V. :地上植被 Above ground vegetation

3.3 土壤种子库物种多样性分析

从表3可以看出,3种干扰方式草丛土壤种子库的丰富度指数、Shannon-Wiener 指数和 Simpson 指数的大小顺序均为:MC>RC>FC,且与群落物种数变化趋势一致。可见,刈割草丛群落,土壤种子库植物种数最多,以致种子库的物种丰富度和多样性也高。

生态优势度大小顺序为:FC>RC>MC。生态优势度与丰富度指数、多样性指数基本上是相反的,生态优势度低,丰富度指数和物种多样性指数就高。这说明刈割群落土壤种子库中优势种较少,开垦和火烧干扰群落中潜在的群落优势度为多个种群所分配。

均匀度指数大小顺序为:MC>FC>RC。刈割群落均匀度最大,说明群落内物种数量分布均匀,其单优势种不突出,而开垦草丛群落均匀度指数较火烧干扰的草丛低,均匀度指数或许与干扰强度存在一定关系,这点值得进一步探讨。

表3 不同干扰方式下草丛土壤种子库物种多样性比较

Tab. 3 The comparison of the species diversity of hassock soil seed bank under different disturbances

干扰类型群落	生态优势度	丰富度指数	Shannon-Wiener 指数	Simpson 指数	均匀性指数
MC	0.058 1	4.301 1	2.993 7	0.939 6	0.908 3
RC	0.138 1	2.835 0	2.290 2	0.859 8	0.792 3
FC	0.233 3	1.803 4	1.488 0	0.718 8	0.830 5

3.4 土壤种子库与地上植被的关系

土壤种子库的种子来源于地上成熟植物,其种类组成与地上成熟植物物种组成之间的关系是一个值得探讨的问题。而且土壤种子库在一定程度上决定了未来群落演替的方向[14]。

从表4土壤种子库与地上植被物种组成的相似性系数可见,刈割群落和开垦群落的地上植被和地下种子库的相似性系数较大,即地表植被对土壤种子库物种的贡献率比较大,土壤种子库中的物种与地表植被物种表现出较小的差异性;而火烧干扰群落种子库

万方数据

中的物种与地面植被物种相似性系数为0.296，二者物种组成差异较大。

表4 不同干扰方式下草丛土壤种子库与地上植被在种类组成上的相似性系数

Tab.4 Similarity coefficient for species composition in the soil seed bank of hassock and surface vegetation under different disturbances

干扰类型群落	土壤种子库	地面植被	共有种	相似性系数
MC	22	10	10	0.625
RC	17	14	11	0.710
FC	6	21	4	0.296

4 结论与讨论

本文研究结果表明，桂西北喀斯特地区人类不同干扰活动对草丛群落土壤种子库的种子密度具有显著影响。相对而言，刈割草丛群落土壤中拥有较大的种子密度（4 130±419 粒/m^2），其次是开垦草丛（3 991±751 粒/m^2），受火烧干扰草丛土壤中的种子密度最小（159±62 粒/m^2）。刈割干扰草丛土壤种子库种子密度最大，说明刈割对种子库密度的影响较小。由于刈割在10月下旬进行，大多数植物种子已经成熟或开始成熟，有利于对土壤种子库的补充。另外，干扰时间对种子库所起的作用也很重要[15,16]，如晚春干扰会抑制土壤中的种子萌发，甚至导致种子死亡[17]，本研究中2006年4月受火烧干扰草丛群落拥有最低的土壤种子库密度就是一个很好例证。当然，土壤种子库密度、储量是否与喀斯特山地土石比存在相关关系，还有待于进一步的研究。

土壤种子在土层中不同的分布形式，会影响到种子的萌发及幼苗库的建立，对退化生态系统植被恢复重建有重要意义[18]。本研究中刈割草丛群落种子分布于表层土中最多，土层越深，种子密度越小；而人为耕作使土壤疏松，体积小的杂草种子在土层中移动相对容易，且一般土地耕作更倾向于将种子掩埋，而不是把深层土中的种子翻动到土壤表层上来[19]，致使被开垦的草丛群落土壤种子密度2～5cm 土层较0～2cm 表层土要大；草丛受到火烧干扰后，使得表层种子死亡或受损，5～10cm 土层种子存留相对较多。Auld 和 Denham[20]在进行火干扰对种子垂直分布研究时得出相似结论：火干扰后，与邻近未被干扰植被相比，0～5cm 土层种子密度较下层有显著降低。

从喀斯特退化生态系统植被恢复的角度来看，刈割干扰相比开垦和火烧更有利于土壤种子库物种数、丰富度指数和物种多样性的提高。生态优势度和均匀度指数的变化规律更进一步说明[21]：刈割干扰下的草丛土壤中的群落结构要优于开垦草丛和火烧草丛群落。另外，刈割草丛土壤种子库中乔、灌、草生活型的物种比例优于开垦和火烧干扰的草丛。刈割草丛群落土壤种子库共有草本、藤本、灌木和乔木4种生活型；火烧干扰草丛发现有草本和灌木2种生活型；开垦草丛群落仅发现草本植物。从生活型来看，由于还处于群落发育的初期，优势种的组成也以草本植物为主[22]。

刈割草丛群落和开垦草丛群落种子库物种与地面植被物种较相似，种子库中的物种可能主要来源于地面植被；而火烧干扰群落土壤种子库与地面植被物种相似性系数很低，表明种子库物种除来自地面植被外，可能更多来自土壤中原来存留的种子。另外，刈割群落和开垦群落土壤种子库物种数均要比地面植被多，而火烧群落土壤种子库物种数远远低于地面植被，由此可见，火烧干扰不利于土壤种子库的留存，对退化植被恢复潜力构成一定程度威胁。3种干扰草丛群落土壤种子库内的一些优势种如酢酱草、稻搓菜（*Lapsanastrum apogonoides*）和浆果苔草等，尽管在群落土壤种子库内占有一定的比例，但在地上植被调查中却不见这些植物，这可能是群落演替前期残留在土壤中的种子，但由于它们需要较好的萌发条件，而研究区生态环境的恶化（石漠化）导致其难以萌发[23]。

整体来看，喀斯特地区刈割相对开垦和火烧易于草丛土壤种子库的维持与保护，进而对地面植被的恢复与演替也更有利。喻理飞和朱守谦等[24]在对贵州喀斯特森林退化研究中也得出类似结论：干扰群落退化度从小到大排序为樵采干扰群落、开垦干扰群落、火烧干扰群落。因此，对喀斯特退化生态系统的恢复重建，最重要的还是应着眼于人为干扰的合理引导，结合喀斯特山区特点实行合理的耕作制度和方式，严禁过度开垦和火烧等[25,26]。

参考文献

[1] Legrand HE. Hydrological and ecological problems of karst regions[J]. Science, 1973, 179: 859－864.

[2] 蔡运龙. 中国西南岩溶石山贫困地区的生态重建[J]. 地球科学进展, 1996, 11(6): 602－606.

[3] 李阳兵, 王世杰, 王 济. 岩溶生态系统的土壤特性及其今后研究方向[J]. 中国岩溶, 2006, 25(4): 285－289.

[4] 李阳兵, 侯建筠, 谢德体. 中国西南岩溶生态研究进展[J]. 地理科学, 2002, 22(3): 365－370.

[5] 张殿发, 欧阳自远, 王世杰. 中国西南喀斯特地区人口、资源、环境与可持续发展中国人口[J]. 资源与环境, 2001, 11(1): 77－81.

[6] 龙翠玲, 朱守谦. 喀斯特森林土壤种子库种子命运初探[J]. 贵州师范大学学报(自然科学版), 2001, 19(2): 20－22.

[7] 李秋艳, 赵文智. 干旱区土壤种子库的研究进展[J]. 地球科学进展, 2005, 20(3): 350－358.

[8] 沈有信, 刘文耀, 崔建武. 滇中喀斯特森林土壤种子库的种一

万方数据

面积关系[J]. 植物生态学报, 2007, 31(1): 50—55.
[9] 黄忠良, 孔国辉, 何道泉. 鼎湖山植物群落多样性的研究[J]. 生态学报, 2000, 20(3): 193—198.
[10] 马克平. 生物群落多样性的测度方法 I (多样性的测度方法(上) [J]. 生物多样性, 1994, 2(3): 162—168.
[11] Krebs C. Ecology: the experimental enalysis of distribution and abundance (2nd. ed) [M]. New York: Harper & Row Publishers, 1978.
[12] Kvalseth TO. Note on biological diversity, evenness, and homogeneity measures[J]. Oikos, 1991, 62(1): 123—127.
[13] Arroyo MTK, Lohengrin A, Castor CC. Persistent soil seed bank and standing vegetation at a high alpine site in the central Chilean Andes[J]. Oecologia, 1999, 119: 126—132.
[14] 刘建立, 袁玉欣, 彭伟秀, 等. 坝上地区孤石牧场土壤种子库与地上植被的关系[J]. 草业科学, 2005, 22(12): 58—62.
[15] Kotanen PM. Revegetation following soil disturbance in a Califorlia meadow: the role of propagule supply[J]. Oecologia, 1996, 8: 652—662.
[16] Lavorel S, Lepart J, Debussche M, et al. Small scale disturbance and the maintenance of species diversity in Mediterranean old field[J]. Oikos, 1994, 70: 455—473.
[17] Edwards GR, Crawley MJ. Herbivores seed banks and seedling recruitment in mesic grassland[J]. Journal of Ecology, 1999, 87: 423—435.
[18] Espinar JL, Thompson K, Arcia LV. Timing of seed dispersal generates a bimodal seed bank depth distribution[J]. American Journal of Botany, 2005, 92(10): 1759—1763.
[19] Vanesso ML, Ghersa CM, Soriano A. Cultivation effects on the dynamics of a Johnson grass seed population in the soil profile[J]. Soil and Tillage Research, 1986, 6(4): 325—335.
[20] Auld TD, Denham AJ. How much seed remains in the soil after a fire? [J]. Plant Ecology, 2006, 187: 15—24.
[21] 郑 华, 欧阳志云, 王效科, 等. 红壤丘陵区不同森林恢复类型土壤种子库特征研究[J]. 自然资源学报, 2004, 19(1): 361—368.
[22] 吕仕洪, 陆树华, 欧祖兰, 等. 桂西南石漠化山地土壤种子库的基本特征及植被恢复对策[J]. 植物资源与环境学报, 2007, 16(1): 6—11.
[23] 沈有信, 刘文耀, 张彦东. 东川干热退化山地不同植被恢复方式对物种组成与土壤种子库的影响[J]. 生态学报, 2003, 23(7): 1454—1460.
[24] 喻理飞, 朱守谦, 叶镜中, 等. 人为干扰与喀斯特森林退落退化及评价研究[J]. 应用生态学报, 2002, 13(5): 529—532.
[25] 刘济明, 陈 洪, 何跃军, 等. 喀斯特封山育林区土壤种子库研究[J]. 西南农业大学学报(自然科学版), 2006, 28(3): 376—380.
[26] 任 海, 彭少麟. 恢复生态学导论[M]. 北京: 科学出版社, 2001.4.

Effects by different human disturbances on hassock community soil seed bank in northwest Guangxi karst region

XU Li-li[1,2,3], YU Yi-zun[1,2,3], WANG Ke-lin[1,2], CHEN Hong-song[1,2], YUE Yue-min[1,2,3]
(1. *Institute of Subtropical Agriculture, CAS, Changsha, Hunan* 410125, *China*;
2. *Huanjiang Experimental Station of Karst Ecosystem, CAS, Huanjiang, Guangxi* 547100, *China*;
3. *Graduate School of CAS, Beijing* 100049, *China*)

Abstract: The southwest China karst area is one of the eco-environmental fragile areas in China. Human disturbances have significant effect on the distribution characteristics and species diversity of the soil seed bank in degraded karst region. Comparative study on hassock community soil seed bank under three kinds of human disturbance is carried out in northwest Guangxi typical karst peak-cluster depression by means of sampling and germination. There existed 3 levels of disturbed type community, i. e., mowing community (MC), reclamation community (RC), and fired community (FC). The main conclusions are as follows: ①Hassock community soil seed bank under three different kinds of disturbance has significant difference. The sequence of seed density in soil seed banks is MC>RC>FC; ②The maximum soil seed density of mowing community, reclamation community and fired community distribute in 0～2cm (67%), 2～5cm (55%) and 5～10cm (37%) soil layer respectively. ③Proportional composition of life forms of mowing community is superior to reclamation and fired community. ④Richness index, Shannon-Wiener index and Simpson index in hassock communities under three different disturbances are ranked: MC>RC>FC, which shows similar change tendency to number of community species, and has an opposite tendency with ecological dominance. The order of evenness index is MC>FC>RC. ⑤The similarity coefficient in both soil seed bank and above-ground vegetation in the mowing community and reclamation community are more than that in the fired community. The research results show that light disturbance is relatively most beneficial to maintaining and protecting soil seed bank in karst region. Therefore, it could be very important that human disturbances are scientifically rational guidance for the restoration and reconstruction of degraded karst ecosystem.

Key words: human disturbances; soil seed bank; hassock community; karst; northwest Guangxi

万方数据