

土地利用方式对岩溶山地土壤种子库的影响

李阳兵¹, 魏朝富¹, 李先源², 谢德体¹

(1. 西南农业大学资源环境学院, 重庆 400716; 2. 西南农业大学园艺系, 重庆 400716)

摘 要: 本文从种类组成、种子数量、生态优势度、物种多样性、种子分布规律和物种相似性等方面比较了重庆市岩溶低山 10 种不同土地利用系统的土壤种子库特点, 10 种土地利用类型包括耕地、弃耕地、果园、灌草坡、人工林和次生林。结果表明, 研究区种子以草本为主, 随土地利用强度增加, 种子类和数量减少, 与地面农田杂草相似性增加, 土壤种子库出质量和量方面的锐减。从土壤种子库角度说明研究区生态退化严重。

关键词: 土壤种子库; 土地利用; 岩溶山区; 植被恢复

中图分类号: S157.4

文献标识码: A

岩溶环境是一种脆弱生境, 其最大的特点是空间介质具有地表地下双层结构、可溶岩造壤能力低、岩溶水空间分布不均、地表地下关系密切、水源易漏失、偏碱性环境、生物资源集聚程度低、植被逆向演替快、顺向演替难、人口承载力低。已开始注重从土地利用和生态重建度研究岩溶地区的人地关系, 但忽视了土地利用方式对岩溶生境退化影响的过程探讨, 且局限于大尺度的或单一因素的研究, 缺乏从中小尺度和生态系统角度阐明岩溶生境的致损与恢复机理。岩溶环境在我国西南占有较大面积, 其自然景观核心部位的土壤退化应引起我们的高度关注。

重庆市幅员面积 8.24 万 km², 碳酸盐岩出露面积 29 073 km², 占幅员面积的 35.3%, 主要集中于渝东北和渝东南各县, 其次是平行岭谷区。市境内石灰岩山地土地资源以石山坡地为主, 陡坡耕地比例过大, 植被破坏后, 土地大量石化、砂化, 陷入“人增一耕进一林退一土地石化”的恶性循环。土壤种子库与群落更新、植被重建、林窗动态及生物多样性保护密切相关, 具有影响农业经济和生态环境的意义, 特别是在退化土地的植被恢复和砍伐林地的植被恢复方面有重要生态意义, 在矿业废弃地植被恢复中也有重要作用。20 世纪 70 年代以来开始了种子库方面的广泛研究, 如库中种子数量的统计分析^[1]; 埋藏种子库种类组成与不同演替间关系的研究^[2]; 不同群落类型种子库特征研究^[3,4]; 种子库在废弃地

动植物恢复中的作用研究; 施肥方式对种子库与地上植被关系影响研究^[5]; 土地利用方式对土壤种子库影响的研究^[6]。对喀斯特森林土壤种子库动态也有报道^[7], 但尚未见岩溶区土地利用方式对土壤种子库影响的研究。土地利用方式的变化是对半自然植物群落和其种子库的主要威胁^[8], 本文正是从此目的出发, 探讨岩溶山区不同土地利用方式下的土壤种子库分布规律和物种多样性。

1 研究地概况

研究区位于重庆市北碚区龙凤桥镇龙车村、清坪村, 为典型的岩溶槽谷低山地貌, 海拔 700m ~ 850m, > 15°的坡耕地占耕地的 44.8%; 成土母岩以下三叠统嘉陵江组石灰岩为主。近 30a 年平均气温 16.7℃, 年平均降雨量 885mm 左右。土壤主要为黄色石灰土, 按中国土壤系统分类为钙质湿润雏形土 (Cab-Udic Cambisols), 土层浅薄, 地面岩石裸露, 土被不连续, 土壤 pH 6.5 ~ 7.6, 土壤有机质 7.2g/kg ~ 63.72g/kg, 全氮 (N) 11.69g/kg ~ 30.94g/kg, 全钾 (K₂O) 9.27g/kg ~ 22.71g/kg, 全磷 (P₂O₅) 0.335g/kg ~ 1.304g/kg。植被乔木为柏木、棕榈等, 林下灌木马桑、南天竺、黄荆, 草本层为地瓜藤、白茅、蜈蚣草等, 由于破坏严重, 目前植被以草本占优势, 林地呈斑块状。

样地 1: 玉米地, 低丘顶部, 坡向 100°, 岩石裸露度 20%。

收稿日期: 2001-11-27; 改回日期: 2002-01-08。

基金项目: 重庆市科委重点项目 (编号 6579)。

作者简介: 李阳兵 (1968-), 男, 重庆潼南人, 西南农业大学讲师, 土壤学专业博士生。Tel: (023) 68256889。

样地 2: 撂荒 1a 玉米地, 岩石裸露度 20%, 坡向 100°。

样地 3: 自然草灌荒坡, 岩石裸露度 50%, 坡向 120°。

样地 4: 山腰, 种植 10a 的杨槐疏林地, 岩石裸露度 10%, 坡向 175°。

样地 5: 山麓, 种植 20a 的柑桔果园, 兼种玉米。岩石裸露度 40%, 坡向 175°。

样地 6: 山腰, 柏树疏林地, 岩石裸露度 90%, 坡向 290°。

样地 7: 山麓白菜地, 岩石裸露度 20%, 坡向 100°。

样地 8: 种植 5a 的柑桔林, 兼种玉米、白菜, 槽谷平地。

样地 9: 山顶, 自然草灌荒坡, 岩石裸露度 50%, 坡向 110°。

样地 10: 山丘上部, 次生林地, 岩石裸露度 60%, 坡向 65°。

2 研究方法

2.1 取样及处理

在样地内随机设置 40cm×25cm 小样方 5 个, 分三层(0cm~5cm、5cm~10cm、10cm~15cm)采集土样(10(类型)×5(小样方)×3(层)=)150 份带回玻璃盆栽场, 放在萌发框中, 保持湿度, 观测记录萌发情况和种名, 实验持续 6 个月, 萌发延续到土样搅拌后连续 6 周无出苗为止。

2.2 计算公式

物种多样性采用 Simpson 多样性指数和 Shannon-Weiner 多样性指数进行计算, 并在此基础上进行生态优势度和丰富度指数的计算^[3], 不同土地的种子的群落相似性系数计算公式为

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

式中 CC 为相似性系数, w 为两个样地共有的种数, a 和 b 分别是两样地各自拥有的种数。

3 结果与分析

3.1 种子库组成分析

10 个不同的样地共萌发植物 58 种, 隶属 23 科。其中禾本科 16 种、菊科 8 种; 草本 54 种, 灌木 2 种, 乔木 2 种, 种子数量较大的植物有白茅、细叶芹、大狗尾草、酢浆草等。弃耕地、果园、灌草坡均为草本植物种子, 即使人工林地灌木种类也仅占 4%, 样地

6 乔木种类占 6.7%, 样地 10 乔灌种类占 11.1%。可以认为随土地利用强度增加, 土壤中草本种子所占的比例也越大。

在 0.5m²×0.15m 土体内(表 1), 各样地的种子数量有较大的差别, 种子总数量的大小顺序是样地 5>样地 9>样地 2>样地 4>样地 10>样地 6>样地 3>样地 7>样地 1>样地 8。

经常耕种的土地, 种子库数量减少, 这说明其数量和成分的变化与施肥和耕作等干扰有密切关系, 石灰岩草坡开垦成耕地后, 其中本来较小的种子库很快受到破坏, 导致种子库在质和量方面的锐减。从灌草坡向次生林地演替, 种子库的种子有逐渐增加的趋势, 与黔中地区的研究不相符^[10], 也与北碚区缙云山的观测^[11]不符, 可能因为北碚区石灰岩植被处于演替的早期阶段, 林下空旷, 草本植物和灌木种类较多, 而这些种类散发的种子也较多。

地上植被样地 2 有草本 12 种, 样地 3 草本 12 种、灌木 3 种, 样地 4 乔木 2 种、灌木 5 种、草本 5 种, 样地 6 乔木 3 种、灌 2 种、草本 5 种, 样地 9 灌 2 种、草本 13 种, 样地 10 乔木 5 种、灌 7 种、草本 10 种。从地上植被与种子库种类的关系来看, 样地 1、样地 5、样地 7、样地 8 种子库种类主要为农田杂草, 与地上植被关系密切; 对样地 2、样地 3、样地 9 等撂荒弃耕地、草坡, 种子库种类与地上草本植物相似性较大; 对样地 4 人工林和样地 6、样地 10 次生林来说, 种子库与地上植被差异性较大。

3.2 种子库物种多样性分析

生态优势度大小顺序为: 样地 8>样地 5>样地 9>样地 2>样地 7>样地 10>样地 1>样地 3>样地 6>样地 4;

丰富度指数 R_1 的大小顺序为: 样地 4>样地 2>样地 10>样地 7>样地 9>样地 6>样地 1>样地 3>样地 5>样地 8;

丰富度指数 R_2 的大小顺序为: 样地 7>样地 2>样地 1>样地 4>样地 6>样地 10>样地 8>样地 7>样地 9>样地 5(表 2)。

生态优势度高, 反映种子库中优势种少, 生态优势度低表示种子库中植物种类的多少, 可以看出, 各样地的生态优势度和丰富度指数基本上是相反的, 生态优势度低, 丰富度指数就高。

物种多样性指数(Simpson 指数)大小顺序为: 样地 8>样地 5>样地 7>样地 9>样地 10>样地 1>样地 6>样地 2>样地 3>样地 4>;

表 1 不同土地类型种子库植物性状分析
Table 1 The soil seed banks in different type of land

物种	样地号									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
绿苋 <i>Amaranthus viridis</i> L.	9	4								
飞扬草 <i>Euphorbia hirta</i> L.	13			1					1	1
铁苋菜 <i>Acalypha australis</i> (L.)	4	8	11	7	12		10			
马唐 <i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	27	16	7	46	23		43	3	19	
酢浆草 <i>Oxalis corniculata</i> L.	38	72	27	10	71	23	10	46	62	17
小白酒草 <i>Conyza Canadensis</i> (L.) cronq.	7	25	21	21		93			16	43
匙叶鼠曲草 <i>Cnaphalium pensylvanicum</i> Wild.	1	10		2		2				
三叶鬼针草 <i>Cerastium caespitosum</i> Gilib.	0	7					1		9	
簇生卷耳 <i>Cerastium caespitosum</i> Gilib.	2	129							226	
凹叶景天 <i>Sedum emarginatum</i> Migo		11			35					
黄鹌菜 <i>Youngia japonica</i> (L.) Medic		18	14	4		25			19	5
芥菜 <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medic		11				5				
大狗尾草 <i>Setaria fabri</i> hem.	1	40	95	175	399		22	8	257	165
苦苣菜 <i>Sonchus oleraceus</i> L.		14		2					1	2
马兰 <i>Strobilanthes</i> sp.		3						2		
莎草科 <i>C. rotundus</i> L.			5	41		47				18
牡蒿 <i>Artemisia japonica</i> Thunb.			2	4						
豆科			5							
菜 <i>Viola</i> sp.			30	6	4					
白茅 <i>Imperata cylindrical</i> Beauv.		24	164		55					62
小白菜 <i>Brassica annua</i> L.							2			
唐松草 <i>Thalictrum</i> sp.		2	3	46		1				4
油菜属 <i>Brassica</i> sp.				97						
悬钩子 <i>Rubus</i> sp.		1		2						
野蒜 <i>allium macrostemon</i> Bunge		10		56	12		2		2	2
藜 <i>Chenopodium album</i> L.					12					
细叶芹 <i>Apium leptophyllum</i>		145		2	374		3		21	
垂盆草 <i>Sedum sementosum</i> Bge.		6			107				1	
婆婆纳 <i>Veronica</i> sp.		33			4				6	2
黄花蒿 <i>Artemisia annua</i> L.							7	11		5
柔枝绣竹 <i>Microstegium Vinineum</i> A. Camus							1			
扬子毛茛 <i>Ranunculus siboldii</i> Makino								11		
天兰苜蓿 <i>Medicago lupulina</i> L.				2					218	
艾属 <i>Artemisia</i> sp.									1	38
蕨类							51			77
黄荆 <i>Vitex negundo</i> L.										5
棒头草 <i>Polypogan fugax</i>										15
光头稗 <i>Echinochloa colona</i>		5								
细柄草 <i>Capillipedium parviflorum</i>			44	19		2			4	
化眉草属 <i>Eragrostis</i> sp.	2									
荻草 <i>Arthraxon hispidus</i> Makino			12			1				
雾水葛 <i>Pouzolzia zeylanica</i>		1								
野古草 <i>A. hirta</i> Tanaka			51							
野豌豆 <i>Vicia</i> sp.							1		65	
云苔属 <i>Brassica</i> sp.				9						
菊科		1								
千金子 <i>Lptochloa chinensis</i>		1								
苔草属 <i>Carex</i>				1						
黄背草 <i>Themala japonica tanaka</i>				4						
乔(未鉴定出)						1				
黄牛奶树 <i>Symplocos laurina</i>										8
牛筋草 <i>Eleusine indica</i>					3					
繁缕 <i>Stellaria</i> sp.									2	
金色狗尾草 <i>Setaria</i> sp.	9									
爵床 <i>Rosellularia procumbens</i>		3						2		
猪殃殃 <i>Galium</i> sp.		12					16	10	1	
草木(未鉴定出种)						11				
小叶三点金 <i>Desmodium microphyllum</i> DC.										1

表 2 土壤种子库物种结构指标

Table 2 Index of community structure of soil seed banks

样地号	物种数 (个)	生态 优势度	丰富度指数		多样性指数	
			R_1	R_2	shannon-Weiner	simpson
1	11	0.173	2.119	1.039	1.991	0.180
2	26	0.201	3.899	1.054	2.436	0.166
3	13	0.163	2.086	0.732	2.094	0.162
4	23	0.156	5.465	0.968	2.261	0.158
5	13	0.284	1.723	0.400	1.563	0.284
6	15	0.169	2.418	0.830	2.640	0.172
7	12	0.193	2.511	1.192	1.919	0.202
8	8	0.298	1.330	0.734	1.397	0.306
9	18	0.201	2.487	0.590	1.877	0.197
10	18	0.183	2.760	0.828	2.079	0.185

Shannon-Weiner 指数大小顺序为:样地 6> 样地 2> 样地 4> 样地 3> 样地 10> 样地 1> 样地 7> 样地 9> 样地 5> 样地 8(表 2)。前者与生态优势度顺序基本一致,后者与生态优势度大小顺序基本相反,其原因值得探讨。一般来说,生态优势度高的种子库物种多样性指数低,但样地 2 和样地 7 经常受人类活动干扰,杂草种子储量增大,物种多样性增高,是符合 Connell 中度干扰假说的。

3.3 种子库分布规律

样地 2、样地 3、样地 4、样地 5、样地 6、样地 9、样地 10 集中分布在土壤的上表层(0cm~5cm),向下递减速度较快。土壤各层种子数量之比是

- 样地 2 为 428 :159 :22;
- 样地 3 为 223 :62 :30;
- 样地 4 为 422 :134 :9;
- 样地 5 为 858 :134 :75;
- 样地 6 为 243 :76 :8;
- 样地 9 为 678 :240 :12;

样地 10 为 388 :72 :13。

相对大的种子仅发现于表层 5cm 的土壤中。样地 1、样地 7、样地 8 土壤各层种子数量之比是 25 :41 :46、31 :43 :45、30 :31 :30,以 5cm~10cm、10cm~15cm 为多,与弃耕 1a 的样地 2 和耕作较少的果园(样地 5)对比,可以认为频繁的耕作使体积小的杂草种子相对易被深埋且在土壤中保存时间更长。

从各样地 5 个样方土壤种子水平分布的频度和密度来看(表 3),坡耕地、撂荒地、灌草坡土壤种子库中种子分布的频度和密度也较高,而样地 6 和样地 10 种子水平分布的频度和密度低。草本种子分布的频度高、密度大,呈均匀型;乔、灌种子分布的频度低、密度较大,呈群集型,如样地 6 只有 1 个样方萌发了 1 株乔木(未定种),但样地 10 的 1 个小样方萌发了 5 株黄荆;另一小样方萌发了 8 株黄牛奶树。对林地来说,同一样地的种子密度和种类组成在小面积范围内差异很大,这与种的成群分布有关,也与林地石灰岩裸露较多、土被不连续有关。

表 3 种子水平分布规律分析结果

Table 3 The analysis of the horizontal distribution of the seed

样地号	频度(%)					密度(个/m ²)(%)				
	0.2	0.4	0.6	0.8	1	1	2	3	3~10	>10
样地 2	7.8	40.0	30.1	9.0	13.0	8.7	8.7	13.0	26.1	43.5
样地 4	0	16.6	31.6	30.8	21.0	10.5	10.5	5.3	31.6	42.1
样地 6	8.4	60.4	12.5	0	18.7	37.5	18.80	0	6.3	37.4
样地 9	13.5	22.0	29.4	17.4	17.6	35.3	0	0	11.8	52.9
样地 10	62.2	13.9	10.9	0	0	13.0	32.1	14.37.1	14.2	32.6

3.4 种子库的相似性分析

样地两两间的种子库组成成分相似性系数变化为 0.091~0.556(表 4),总的来说较大,与种子库组成以草本为主有很大关系。旱地(样地 1)、撂荒地

(样地 2)、果园(样地 5)三者之间的相似性系数较大,与灌草坡(样地 3、样地 9)之间的相似性系数也相对较多;林地(样地 4、6、10)间的种子库相似性系数较大,与其这经样地间种子库相似性系数较小,样

地6与样地8的相似性系数最小, 次生林地与其它土地利用类型的种子库成分有较大差别。有人认为相似性系数50%可作为判断一致性的低限, 则仅样地3与样地4、样地2与样地5的种子库达此显著水平。仅从土壤种子库角度看, 如果采取自然封山育林, 从弃耕地、灌丛草坡向林地演替需要较长时间。

从样地(3、4、6、10)的种子库萌发来看, 几乎没有当地石灰岩植被的适生种和选种成分, 在一定程度上说明当地生态系统的关键种和建群种已处于退化状态, 公采取自然恢复的措施是不行的, 必须适当引进适生物种, 对当地生态系统进行重建。

表4 不同土地利用系统土壤种子库相似性分析结果
Table 4 The similarity analysis of the soil seed banks in different land utilization system

1	1									
2	0.444	1								
3	0.417	0.308	1							
4	0.500	0.478	0.556	1						
5	0.333	0.513	0.385	0.359	1					
6	0.240	0.390	0.357	0.368	0.143	1				
7	0.333	0.359	0.308	0.333	0.462	0.143	1			
8	0.333	0.235	0.300	0.200	0.300	0.091	0.500	1		
9	0.414	0.500	0.387	0.439	0.387	0.182	0.323	0.320	1	
10	0.207	0.409	0.323	0.439	0.258	0.303	0.381	0.240	0.278	1

4 结语

- 1. 研究区不同土地利用系统土壤种子库的差别较大。土地利用强度越大, 木本种子越少, 草本植物种子越多, 且以农田杂草为主。土地利用方式的变化(如陡坡开垦)是对次生植被及其种子库的主要威胁。
- 2. 研究区土壤种子库组成总的来说以草本植物为主, 且与地上植被关系较密切, 说明仍处于植被演替的早期阶段, 退化较严重。种子库中无当地适生种和先锋种, 导致在人类经常干扰的土地, 植被自然恢复需要较长的时间, 其恢复潜力是很小的。
- 3. 种子集中分布于表层5cm的土壤中, 但对耕地而言, 种子以5cm~10cm、10cm~15cm的土层为多。
- 4. 本研究以“空间代替时间”的方法分析岩溶山地不同土地利用方式对土壤种子库的影响, 如进一步采用长期定位试验研究, 会取得更满意的效果。

参考文献:

[1] 安树青, 林向阳, 洪必恭. 宝华山主要植被类型土壤种子库初探

[J]. 植物生态学报, 1996, 20(1): 41~51.

[2] 唐勇, 曹敏, 张健侯, 等. 西双版纳热带森林土壤种子库与地上植被的关系[J]. 应用生态学报, 1999, 10(3): 229~282.

[3] 唐勇, 曹敏, 白昆军. 片断化热带雨林土种子库初步研究[J]. 山地学报, 2000 18(6): 568~571.

[4] 彭军, 李旭光, 董鸣. 重庆四面山亚热带常绿阔叶林种子库研究[J]. 植物生态学报, 2000, 24(2): 200~214.

[5] 张志权, 束文圣, 蓝崇钰, 等. 引入土壤种子库对铅锌尾矿废弃地植被恢复的作用[J]. 植物生态学报, 2000, 24(5): 336~374.

[6] 刘济明. 茂兰喀斯特森林中华蚊母树群落土壤种子库动态初探[J]. 植物生态学报, 2000, 24(3): 336~374.

[7] F. W. kirkhan, M. kent. Soil seed band composition in relation to the aboveground vegetation in fertilized hay meadows on a somerset peat moor. *Journal of Applied Ecology*, 1997, 34: 889~902.

[8] 杨小波, 陈明智, 吴庆书. 热带地区不同土地利用每土壤种子库的研究[J]. 土壤学报, 1999, 36(3): 327~333.

[9] M. Olatunde Akinola, Ken Thompson & Sarah M. Buckland. Soil seed band of an upland calcareous grassland after 6 years of climate and management manipulations. *Journal of Applied Ecology*, 1998, 35: 544~552.

[10] 刘济明. 贵州中部喀斯特植被种子库初步研究[A]. 见: 朱守谦. 喀斯特森林生态研究(第二集)[C]. 贵阳: 贵州科学技术出版社, 1997. 128~136.

[11] 熊利民, 钟章成, 李旭光, 等. 亚热带常绿阔叶林不同演替阶段土壤种子库的初步研究[J]. 植物生态学与地植物学报, 1992, 16(3): 249~257.

The Soil Seed Banks in Karst Mountains as Affected by Land Use

LI Yang-bin¹, WEI Chao-fu¹, LI Xian-yuan² and XIE De-ti¹

(1. *College of resources and environment, Southwest Agricultural University, Chongqing, 400716 China;*

2. *Department of Horticulture, Southwest Agricultural University, Chongqing, 400716 China*)

Abstract: Based on the analysis of species composition, amount and distribution, ecological dominance and species similarity, and its diversity, the properties of soil seed banks on 10 different land utilization systems in Chongqing Karst mountains were studied. The 10 land utilization systems comprised upland, old field (1 years abandoned dry field), orchard, shrub grassland, secondary forest and Robinia pseudoacacia (5 years). Five 0.1m² soil sample measured 15cm high from each of 10 lands were taken to laboratory to let seeds in the soil germinating. The results showed that: (1) Most of seeds in different land use soil banks are herb species, and the species composition between above ground vegetation and soil seed banks are nearly the same at the upland, old field, orchard, shrub grassland, but it is different in the woodland; (2) The amount of seeds and xylophyta species decreased with the increase in strength of land use, while as the amount of seeds increased, the bio-diversity and the ecological dominance increased, the richness indices decreased; (3) Seed number decreased with depth within soil samples in most land-use, but it is reverse in cropped-land; (4) The seeds of herbaceous species distributed evenly, but the xylophyta species distributed patchily.

Key words: soil seed bank, land use; vegetation recovery; karst mountains.