

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2015.06.008

贵州喀斯特峰丛洼地不同石漠化等级植物群落物种组成和多样性特征^①

张承琴^{1,2,3}, 王普昶², 龙翠玲¹, 杨成³

1. 贵州师范大学地理与环境科学学院, 贵阳 550001; 2. 贵州省草业研究所, 贵阳 550006;
3. 贵州省现代农业发展研究所, 贵阳 550006

摘要: 对贵州省紫云县典型潜在石漠化、轻度石漠化、中度石漠化和强度石漠化峰丛洼地的植物群落进行调查, 研究石漠化过程中物种的组成变化和植物多样性特征, 结果表明: 研究区有 132 种植物, 隶属于 61 科 110 属, 菊科、蔷薇科、禾本科、桑科、豆科等物种数最多。潜在石漠化物种丰富度高, 种群优势不明显, 物种分布比较均匀。强度石漠化阶段物种丰富度急剧减少, 草本植物占明显优势, 生态优势度显著, 表明随着石漠化程度的加剧, 物种丰富度呈递减趋势, 物种多样性降低, 生态系统脆弱性加强。

关键词: 喀斯特; 石漠化; 植物群落; 物种组成; 生物多样性

中图分类号: Q948 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-9868(2015)06-0048-06

贵州地处西南喀斯特生态环境脆弱区中心地带, 受生态条件的特殊性 & 长期人类活动干扰的双重影响, 该地区生态系统退化严重^[1], 呈现不同的石漠化等级, 生态系统功能下降。喀斯特石漠化是喀斯特生态环境研究的重要内容^[2]。李阳兵等^[3]分析了贵州花江不同石漠化程度岩溶峰丛洼地的景观格局; 容丽等^[4]研究了贵州花江喀斯特峡谷区不同石漠化等级植物群落区系特征; 刘玉国等^[5]研究了贵州省普定县不同植被演替阶段的物种组成与群落结构特征。但针对贵州省西南部紫云自治县不同石漠化等级物种组成和多样性特征研究还鲜有报道, 研究不同石漠化等级植物群落的物种多样性对退化喀斯特区的植被恢复具有重要的参考意义。

1 研究区概况

紫云自治县地处贵州西南部, 位于东经 105°55′—106°29′, 北纬 25°21′—26°3′。年平均气温 15.3℃, 无霜期 288 天, 年平均降雨 1 337.1 mm; 地貌形态为典型的喀斯特峰丛洼地, 基岩为石炭纪白云质石灰岩, 海拔 700~1 200 m, 坡度大, 均在 25°以上; 土壤主要有黑色石灰土、褐色石灰土、黄色石灰土 3 种^[6]; 现存植被主要为黑弹朴、山胡椒、火棘为主的次生群落。研究地设在紫云县宗地乡牛角村及周边的典型喀斯特峰丛洼地, 受人类活动的影响, 该地植被受到不同程度的破坏, 石漠化较为严重, 呈典型的强度石漠化—中度石漠化—轻度石漠化—潜在石漠化系列特征。

2 研究方法

2.1 野外调查

根据熊康宁等^[7]对不同石漠化等级的划分标准, 于 2013 年 6 月在典型的强度石漠化、中度石漠化、轻

① 收稿日期: 2014-01-17
基金项目: 国家自然科学基金项目(31260572)“贵州石漠化功能灌木群繁殖行为与种群自组织更新响应机制”; 贵州省自然科学基金项目[黔科合 J 字(2012)2280 号]; 贵州师范大学地理与环境科学学院学生科研重点项目。
作者简介: 张承琴(1986-), 男, 湖南郴州人, 硕士研究生, 主要从事环境生态学研究。
通信作者: 龙翠玲, 教授, 博士, 硕士研究生导师。

度石漠化和潜在石漠化区域分别设置 2 个 10 m×10 m 的大样方统计乔木层, 共计 8 个样方, 在每个大样方内设置 4 个 4 m×4 m 的样方统计灌木层, 共计 16 个, 设置 50 个 1 m×1 m 的样方统计草本层, 共计 400 个. 统计样方内的所有物种, 并记录树种种名、高度、冠幅、株数, 草本和藤本植物的种名、高度、盖度、密度、株数.

2.2 重要值计算

重要值计算公式:

$$IV = (\text{相对高度} + \text{相对多度} + \text{相对盖度})/3 \tag{1}$$

2.3 多样性指数计算^[8]

1) Margalef 物种丰富度指数(R_1)

$$R_1 = (S - 1)/\log_2 N \tag{2}$$

式中: S 为物种数; N 为所有物种的个体数之和.

2) 多样性指数.

Shannon-Wiener 指数(H')

$$H' = - \sum P_i \log_2 P_i \tag{3}$$

式中: $P_i = n_i / N_i$, 代表第 i 个物种的个体数 n_i 占有所有个体总数 N_i 的比例; S 为物种数.

3) Pielou 均匀度指数(J)

$$J = H' / \log_2 S \tag{4}$$

式中: H' 同(2)式; S 为物种数.

4) 生态优势度(λ)

$$\lambda = \sum n_i(n_i - 1) / N(N - 1) \tag{5}$$

式中: N 为所有物种的个体数之和; n_i 为第 i 个物种的个体数; S 为物种数.

3 结果与分析

3.1 不同石漠化等级的物种科属和生活型组成

此次调查共记录到物种 132 种, 隶属于 61 科 110 属. 由表 1 可知, 潜在石漠化阶段有植物 42 科 72 属 83 种, 草本植物 18 科 33 属 35 种, 藤本植物 6 科 7 属 9 种, 灌木植物 16 科 21 属 32 种, 乔木 4 科 5 属 7 种; 轻度石漠化有 39 科 63 属 67 种, 其中草本植物 16 科 28 属 29 种, 藤本植物 6 科 7 属 7 种, 灌木植物 19 科 25 属 28 种, 乔木 3 科 3 属 3 种; 中度石漠化 32 科 55 属 60 种, 其中草本植物 19 科 33 属 34 种, 藤本植物 5 科 5 属 5 种, 灌木植物 11 科 16 属 18 种, 乔木 1 科 2 属 3 种; 强度石漠化 32 科 49 属 52 种, 其中草本植物 19 科 29 属 30 种, 藤本植物 4 科 4 属 4 种, 灌木植物 11 科 14 属 17 种, 乔木 1 科 1 属 1 种. 可见, 随着石漠化程度加剧, 物种丰富度和生活型组成均呈递减的变化规律.

表 1 不同石漠化等级植物科属种及生活型

石漠化等级	物种组成			生活型组成			
	科	属	种	乔木	灌木	草本	藤本
潜在石漠化	42	72	83	7	32	35	9
轻度石漠化	39	63	67	3	28	29	7
中度石漠化	32	55	60	3	18	34	5
强度石漠化	32	49	52	1	17	30	4

3.2 不同石漠化阶段物种的组成

由表 2 可知, 潜在石漠化等级中, 群落主要以刺槐、黑弹朴、山胡椒、铁仔、雷公鹅耳枥、香叶树、火棘、巴豆、异叶鼠李、崖花海桐、紫珠、小果蔷薇、云南鼠刺等小型乔木和灌木为主; 草本层主要有千里光、大披针苔草、浆果苔草、茜草、求米草、细叶风轮菜等; 藤本植物主要有乌莓、五叶爬山虎、鸡屎藤、地果等.

轻度石漠化植被为灌木林向灌丛草地过渡地带, 以巴豆、山胡椒、求米草、浆果苔草、鬼针草为优势种, 乔木减少, 只有黑弹朴、构树、刺槐 3 种较为常见; 常见的灌木有石栎、苕麻、火棘、鼠刺等, 零星可见

插田泡、菝葜、红毛悬钩子、白叶莓等; 草本层主要有大披针苔草、黄背草、千里光、藿香、茜草等; 主要藤本植物有地果、葛藤、五叶爬山虎、毛鸡屎藤等。

中度石漠化阶段植被退化为稀灌草丛, 草本和亚灌木较为常见, 以八角枫、藿香蓟、小白酒草、黄花蒿为优势种。草本主要有金荞麦、藿香蓟、藿香、薄叶卷柏、一点红、酢浆草、鬼针草、贵州苎草、狗尾草、马唐、苣荬菜、红苋等; 岩石上多覆盖着白叶莓、葛藤等藤本。

强度石漠化阶段植被极度退化, 草本占据优势地位, 分布着一些灌木和亚灌木, 以鬼针草、小白酒草、黄花蒿、贵州苎草为优势种。常见的草本还有藿香蓟、狗尾草、野荞菜、马唐、饭包草、酢浆草等; 灌木主要有苕麻、水麻、粗糠柴、老虎刺、紫茎泽兰等, 石缝间生长着较多的薄叶卷柏、铁线蕨、铁角蕨等蕨类植物, 岩石上零星覆盖着杠香藤、白叶莓等灌木; 藤本主要有何首乌、三叶崖爬藤、乌菰莓等。

表 2 不同石漠化等级各主要物种重要值

物种		拉 丁 名	潜在石漠化	轻度石漠化	中度石漠化	强度石漠化
乔木	刺槐	<i>Robinia pseudoacacia</i> Linn	2. 83	1. 05		0. 23
	椿树	<i>Toona sinensis</i> (A. Juss.) Roem.	0. 26			
	异叶榕	<i>Ficus heteromorpha</i> Hemsl.	0. 14			
	大叶榕	<i>Ficus altissima</i> Bl.	0. 11		0. 10	
	雷公鹅耳枥	<i>Carpinus viminea</i> Lindley	3. 85			
	黑弹朴	<i>Celtis bungeana</i>	9. 33	0. 04		
	构树	<i>Broussonetia kazinoki</i> S. et Z.	1. 55	2. 43	1. 83	
	乔木合计		18. 07	3. 52	1. 93	0. 23
灌木	山胡椒	<i>Lindera glauca</i> Bl.	5. 59	6. 07	1. 45	5. 55
	铁仔	<i>Myrsine africana</i> Linn	5. 31			
	火棘	<i>Pyracantha fortuneana</i> Li	2. 68	0. 62	0. 36	
	巴豆	<i>Croton</i>	2. 67	8. 14	1. 06	
	异叶鼠李	<i>Rhamnus heterophylla</i> Oliv.	2. 07			
	崖花海桐	<i>Pittosporum illicioides</i> Makino	1. 79			
	紫珠	<i>Callicarpa bodinieri</i> Levl.	1. 63			
	中华绣线菊	<i>Spiraea chinensis</i> Maxim.	1. 25			
	苕麻	<i>Boehmeria</i>	0. 60	1. 00	1. 59	5. 50
	水蛇麻	<i>Fatoua villosa</i> (Thunb.) Nakai	0. 27	0. 98	0. 08	4. 28
	杠香藤	<i>Mallotus repandus</i> (Willd.) Muell.	0. 23	0. 98	3. 02	3. 15
	插田泡	<i>Rubus coreanus</i> Miq.	0. 13	0. 72	3. 27	
	八角枫	<i>Alangium chinense</i> (Lour.) Harms	0. 05	0. 12	10. 47	0. 48
	香叶树	<i>Lindera communis</i> Hemsl.	3. 24			
	水麻	<i>Debregeasia orientalis</i> C. J. Chen		3. 52	1. 18	5. 66
	紫茎泽兰	<i>Eupatorium adenophorum</i> Spreng.		3. 44	3. 51	2. 03
	灌木合计		27. 51	25. 59	25. 99	26. 65
草本	马唐	<i>Digitaria sanguinalis</i> (Linn.) Scop.	0. 71	0. 31	1. 04	1. 08
	藿香蓟	<i>Ageratum conyzoides</i> Linn.	1. 09	5. 70	13. 58	14. 53
	黄花蒿	<i>Artemisia annua</i> Linn.	1. 07	1. 81	6. 76	0. 44
	小白酒草	<i>Conyza. Canadensis</i> (L.) Crong.	0. 50	1. 07	17. 91	7. 18
	爵床	<i>Rostellularia procumbens</i> (Linn.)	1. 18	0. 89		0. 54
	鬼针草	<i>Bidens pilosa</i> Linn.	1. 21	6. 22	1. 76	19. 98
	贵州苎草	<i>Arthraxon guizhouensis</i> S. L.	0. 60	0. 44	1. 59	1. 98
	狗尾草	<i>Setaria viridis</i> (Linn.) Beauv.	0. 67	1. 29	1. 19	0. 91
	卷柏	<i>Selaginella tamariscina</i>	1. 40	1. 61		
	豨莶	<i>Siegesbeckia orientalis</i> Linn.	1. 38	1. 33	1. 95	0. 06
	薄叶卷柏	<i>Selaginella delicatula</i> (Desv.)	1. 36		3. 25	4. 11
	野棉花	<i>Anemone hupehensis</i> Lem.	1. 15	1. 39		

续表 2

	物种	拉丁名	潜在石漠化	轻度石漠化	中度石漠化	强度石漠化
草本	垂盆草	<i>Sedum sarmentosum</i> Bunge	1.07	0.42	1.41	1.39
	酢浆草	<i>Oxalis corniculata</i> Linn.	1.03		1.69	0.65
	大披针苔草	<i>Carex lanceolata</i> Boott	3.74	5.78		
	浆果苔草	<i>Carex baccans</i> Nees	3.05	6.49		
	钩毛茜草	<i>Rubia onctricha</i> Hand.-Mazz.	2.76	1.92		
	求米草	<i>Oplismenus undulatifolius</i>	2.25	6.92		
	蜈蚣草	<i>Pteris vittata</i> Linn. f. vittata	1.03	1.88	0.36	0.91
	藿香	<i>Agastache rugosa</i>	0.60	2.19	4.95	2.47
	草本合计		27.85	47.66	57.44	56.23
藤本	乌荑莓	<i>Cayratia japonica</i> (Thunb.)	1.16	0.60		
	爬山虎	<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	0.76	0.77		
	何首乌	<i>Fallopia multiflora</i> (Thunb.)	0.44		0.76	1.45
	粪箕笃	<i>Stephania longa</i> Lour.	0.40	0.60		0.29
	葛藤	<i>Pueraria lobata</i> (Willdenow)	0.36	1.89		
	地果	<i>Ficus tikoua</i> Bur.	0.24	2.48		
	毛鸡屎藤	<i>Paederia scandens</i> (Lour.) Merr. var. tomentosa (Bl.) Hand.-Mazz.	0.15	0.52		
	三叶崖爬藤	<i>Tetrastigma hemsleyanum</i> Diels			0.05	2.32
	藤本合计		3.51	6.86	0.81	4.06

3.3 不同石漠化阶段物种多样性分析

3.3.1 不同石漠化等级物种多样性

从表 3 可知,潜在石漠化、轻度石漠化、中度石漠化、强度石漠化的 Margalef 丰富度指数(R_1)分别为 7.92,6.26,5.09 和 4.87,物种丰富度排序从多到少依次为潜在石漠化、轻度石漠化、中度石漠化、强度石漠化.可见,石漠化程度的加深降低了物种丰富度,Shannon-Wiener 指数(H')和均匀度指数(J)以潜在石漠化最高,其次为轻度石漠化,中度石漠化与强度石漠化基本相同,两者均处于较低水平,这是因为潜在石漠化地区植被覆盖率高,物种数多且分布较均匀,多样性指数和均匀度均较大.生态优势度(λ)的变化趋势恰恰相反,石漠化程度越重,生态优势度指数越高.

表 3 不同石漠化等级物种多样性指数

石漠化等级	物种多样性指数			
	物种丰富度	多样性指数	均匀度指数	生态优势度
潜在石漠化	7.92	5.50	0.86	0.03
轻度石漠化	6.26	4.84	0.80	0.05
中度石漠化	5.09	3.94	0.67	0.12
强度石漠化	4.87	3.90	0.68	0.13

3.3.2 不同生活型物种多样性

由表 4 可知,乔木层的物种丰富度、多样性指数、均匀度指数从大到小依次为:潜在石漠化、轻度石漠化、中度石漠化、强度石漠化.说明石漠化的加重导致乔木层不断减少直至消失.灌木层的物种丰富度、多样性指数、均匀度指数均在轻度石漠化阶段最大,随后开始降低,表明轻度石漠化阶段灌木层优势比较明显,物种多样性高;草本层的多样性整体呈递减趋势,但丰富度指数略有不同,轻度石漠化最低,随着石漠化程度加深而略有升高,这是由于大量灌木消失,草本植物开始迅速占据生境,从而导致草本的物种丰富度增加;藤本的物种丰富度随石漠化等级的加强而降低,但多样性指数和均匀度指数略有不同,中度石漠化阶段最小,到强度石漠化阶段略有升高.各生活型生态优势度指数随石漠化的加重而提高,究其原因,主要是由于生境的不断恶化,大量物种减少,只有少数能适应退化环境的物种生存下来,从而呈现出生态优势种明显,生态优势度高的情况.

表 4 不同石漠化等级各生活型物种多样性指数

层 次	石漠化等级	物种丰富度	多样性指数	均匀度指数	生态优势度
乔木层	潜在石漠化	0.95	2.13	0.76	0.28
	轻度石漠化	0.43	1.16	0.73	0.47
	中度石漠化	0.33	0.54	0.54	0.75
	强度石漠化	—	—	—	—
灌木层	潜在石漠化	3.54	3.32	0.67	0.06
	轻度石漠化	3.39	3.96	0.83	0.08
	中度石漠化	2.37	3.38	0.81	0.12
	强度石漠化	1.65	2.83	0.74	0.17
草本层	潜在石漠化	3.61	4.63	0.89	0.05
	轻度石漠化	2.83	4.06	0.83	0.08
	中度石漠化	2.89	3.53	0.70	0.14
	强度石漠化	3.08	3.20	0.63	0.19
藤本层	潜在石漠化	1.42	3.03	0.58	0.11
	轻度石漠化	1.05	2.29	0.81	0.25
	中度石漠化	0.81	1.29	0.56	0.53
	强度石漠化	0.68	1.70	0.73	0.35

注：“—”表示无数据。

4 结论与讨论

1) 与贵州中部的普定县不同植被演替阶段的相关研究数据相比较^[5], 本研究虽然取样地和样点数量有所不同, 但总体上可以看出, 本研究区物种数比较少, 乔木植物尤为稀少, 除自然条件的差异外, 人为干扰也是主要的影响因素^[9], 由于开荒耕种、砍伐等原因, 该地区石漠化现象比较突出, 植物多样性减少, 大型木本植物极为少见, 两地有不少共有种, 如乔木有黑弹朴、构树、香椿等, 灌木有香叶树、铁仔、火棘等, 藤本植物有地果、爬山虎等, 草本植物有千里光、爵床、求米草等. 对比贵州西南部花江喀斯特峡谷区不同石漠化等级植物群落相关研究数据^[4], 本研究区物种数略小, 除自然环境的差异外, 可能与调查样地的大小有关系, 两地共有物种主要有构树、香叶树、粗糠柴等. 这些常见物种可以一定程度上反应研究样地的代表性, 对于石漠化治理的物种选择具有较大的参考价值.

2) 不同的石漠化等级, 群落所处的生态环境与物种组成有所差异. 潜在石漠化为乔灌林群落, 由于自然条件良好, 生境比较完整, 受破坏较小, 资源条件较为优越, 多样性指数高^[4], 物种相对较丰富, 均匀度高. 黑弹朴、山胡椒、铁仔、雷公鹅耳枥等乔灌木占绝对优势. 群落郁闭度较高, 林下光照较弱, 草本植物长势较差, 对此石漠化等级的群落应强化管理, 防止人为破坏, 以保护为主.

轻度石漠化等级以灌木及草本植物为主, 如巴豆、山胡椒、求米草、浆果苔草、鬼针草等构成灌丛草地, 植物丰富度降低, 乔木层严重退化, 只有零星分布, 均退化为灌木或者小乔木. 灌丛下由于光照不足草本植物少且生长缓慢, 但入侵物种开始出现, 如紫茎泽兰. 轻度石漠化群落处于不稳定阶段, 受到干扰破坏后, 会进一步逆向演替, 成为稀灌草丛, 发展为中度石漠化. 因此, 对此等级的植被应当要重点保护, 以封山育林为主, 可适当引种一些本土抗旱乔木和灌木.

中度石漠化群落退化严重, 群落结构特征为稀灌草丛^[10]. 由于生境急剧恶化, 水土流失严重, 加之人为的破坏, 乔木趋于消失, 只有极少数的幼苗或小灌木, 灌木急剧减少, 比较耐旱耐贫瘠的八角枫、插田泡等较为常见. 草本开始占据明显优势, 群落结构趋于单一, 以藿香蓟、小白酒草、黄花蒿为优势种, 外来入侵物种紫茎泽兰大量出现. 中度石漠化植被恢复难度较大, 岩石裸露度高. 对此等级应当采取禁耕禁牧禁砍伐等措施, 防止进一步的破坏, 再辅以种植耐旱的本土灌木, 适当引种藤本植物覆盖裸露的石面, 以达到尽快恢复植被的目的.

强度石漠化样地, 岩石大量裸露, 土被浅薄且植被稀疏, 多生长在岩石间的缝隙中或有少量土被的石旮旯里; 水土流失严重, 蓄水能力极差, 生境条件严酷, 限制了植物的生长, 群落多样性指数低. 该阶段木

本植物大量消失,只有极少数的乔木幼苗、矮小灌木零星分布于石缝中,有土壤的地方多被草本植物覆盖,以鬼针草、小白酒草、黄花蒿、贵州苕草等适应力较强的草本为优势种,群落结构单一.该阶段植被极度退化,土被稀少,物种数量急剧减少,治理起来难度较大.应种植多种耐旱、适应力强的本土藤本植物,覆盖裸露的岩面,保存水分,为植物的生长创造良好的生态环境,为进一步的植被恢复打好基础.

参考文献:

- [1] 周光兵,龙翠玲.人为干扰对城市近郊区森林植物多样性的影响——以贵阳市乌当区为例[J].西南师范大学学报:自然科学版,2011,36(5):98—103.
- [2] 汪建华,周先容,何兴金,等.金佛山巴山榧树灌丛群落的种类组成及结构分析[J].西南大学学报:自然科学版,2013,35(7):32—38.
- [3] 李阳兵,王世杰,容 丽.不同石漠化程度岩溶峰丛洼地系统景观格局的比较[J].土壤,2005,37(1):74—79.
- [4] 容 丽,熊康宁,李俊良.花江喀斯特峡谷区不同石漠化等级植物群落区系特征及其相似度[J].贵州师范大学学报:自然科学版,2011,29(3):9—13.
- [5] 刘玉国,刘长成,魏雅芬,等.贵州省普定县不同植被演替阶段的物种组成与群落结构特征[J].植物生态学报,2011,35(10):1009—1018.
- [6] 谢双喜.贵州紫云典型喀斯特峰丛洼地次生植被的调查与分析[J].贵州林业科技,1998,26(4):15—18.
- [7] 熊康宁,黎 平,周忠发,等.喀斯特石漠化的遥感—GIS典型研究——以贵州省为例[M].北京:地质出版社,2002:23—28.
- [8] 岳 明,周虹霞.太白山北坡落叶阔叶林物种多样性特征[J].云南植物研究,1997,1(2):171—176.
- [9] 彭晚霞,王克林,宋同清,等.喀斯特脆弱生态系统复合退化控制与重建模式[J].生态学报,2008,28(2):811—820.
- [10] 屠玉麟.贵州喀斯特灌丛区系与生态特征分析[J].贵州师范大学学报:自然科学版,1995,13(3):1—8.

Species Composition and Biodiversity Characteristics in Peak Cluster-Depressions Differing in Rock Desertification of a Karst Area in Guizhou

ZHANG Cheng-qin^{1,2,3}, WANG Pu-chang²,
LONG Cui-ling¹, YANG Cheng³

1. School of Geography and Environmental Sciences, Guizhou Normal University, Guiyang 550001, China;

2. Guizhou Institute of Prataculture, Guiyang 550006, China;

3. Guizhou Institute of Integrated Agriculture Development, Guiyang 550006, China

Abstract: Investigation of the variations in species composition and biodiversity of plant communities in peak cluster-depressions in Ziyun county of Guizhou was made, where rocky desertification was at different development stages: strong (ST), medium (M), slight (SL) and latent (L). The results showed that there were 132 plant species belonging to 61 genera and 110 families in this area. The dominant families included Compositae, Rosaceae, Gramineae, Moraceae and Leguminosae. Species richness was the highest in depressions at the latent rocky desertification stage, and the dominant index was not high and plant species were even. Species richness sharply decreased in depressions at the strong rocky desertification stage, herb was dominant and the dominant index was high. These results indicated that species richness diminished, biodiversity decreased and the ecosystem tended to be weaker when regressive succession occurred.

Key words: Karst; rock desertification; plant community; species composition; biodiversity

