

红壤侵蚀区不同恢复年限植物群落演替规律

彭浪^{1,2}, 段剑², 刘士余¹, 汤崇军²

(1.江西农业大学 国土资源与环境学院, 南昌 330045; 2.江西省水利科学院 江西省土壤侵蚀与防治重点实验室, 南昌 330029)

摘 要: [目的] 对比分析花岗岩侵蚀区不同水土流失治理年限的植物物种组成、群落结构及其多样性差异,为花岗岩侵蚀区水土流失治理和生态重建工作提供科学依据。[方法] 采用空间代替时间的方法,在江西省兴国县平江流域花岗岩侵蚀区,选择治理 4 a,14 a,24 a,34 a 的 4 个不同治理年限人工林为研究对象,以未人为治理林地和次生林作为对照,采用样方调查法,调查分析不同林地植物群落的物种组成、群落结构及植物多样性。[结果] ①共调查植物 43 种,隶属于 31 科 41 属,其中乔木层 17 种,灌木层 8 种,草本层 18 种。②“竹节沟+乔灌木”措施能够有效增加植物多样性,促进植被恢复与演替,不同治理年限林地的辛普森指数和香农-威纳指数均大于未人为治理林地。③随着水土流失治理年限的增加,植物群落的辛普森指数、香农-威纳指数和均匀度指数均呈上升—下降—上升的趋势,且均小于次生林。④不同治理年限林地、次生林和未人为治理林地之间的共有物种较少,整体上表现为不相似。[结论] 仅靠自然封禁难以有效恢复花岗岩侵蚀区的植物多样性,“竹节沟+乔灌木”措施能有效促进植被恢复,提升植物多样性。

关键词: 植物多样性; 治理年限; 水土流失治理; 植被恢复; 花岗岩侵蚀区
文献标识码: A **文章编号:** 1000-288X(2022)01-0010-07 **中图分类号:** S157, S718.54⁺ 2

文献参数: 彭浪, 段剑, 刘士余, 等.红壤侵蚀区不同恢复年限植物群落演替规律[J].水土保持通报, 2022, 42(1):10-16.DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.20211126.004; Peng Lang, Duan Jian, Liu Shiyu, et al. Succession law of plant communities with different restoration periods in red soil eroded areas [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2022,42(1):10-16.

Succession Law of Plant Communities with Different Restoration Periods in Red Soil Eroded Areas

Peng Lang^{1,2}, Duan Jian², Liu Shiyu¹, Tang Chongjun²

(1.College of Land Resources and Environment, Jiangxi Agricultural University, Nanchang, Jiangxi 330045, China; 2.Jiangxi Province Key Laboratory of Soil Erosion and Prevention and Control, Jiangxi Provincial Academy of Water Resources Sciences, Nanchang, Jiangxi 330029, China)

Abstract: [Objective] Differences of plant species composition, community structure, and diversity in different soil erosion control years in the granite erosion area were compared and analyzed in order to provide a scientific basis for soil erosion control and ecological reconstruction in the granite erosion area. [Methods] The method of replacing time with space was adopted. In the Pingjiang River basin of Xingguo County, Jiangxi Province, four artificial forests with different treatment years of 4, 14, 24, and 34 years were selected as the research objects, and the untreated forest and secondary forest were taken as the control. The species composition, community structure, and plant diversity of plant communities in different areas were investigated and analyzed by the quadrat survey method. [Results] ① 43 species of plants were investigated, belonging to 31 families and 41 genera, including 17 species in the arbor layer, eight species in the shrub layer, and 18 species in the herb layer. ② The “bamboo ditch + arbor, shrub and grass” measures could effectively increase plant diversity and promote vegetation restoration and succession. The Simpson index and Shannon-Wiener index of forest lands with different management years were greater than those of forest

lands without artificial management. ③ With the increase of water and soil loss control years, the Simpson, Shannon-Wiener, and evenness indexes of the plant community showed upward-decreasing-increasing trends, and they were all smaller than secondary forests. ④ There were fewer common species in the woodland of different treatment years, secondary forest, and untreated forest, which showed dissimilarity on the whole. [Conclusion] It is difficult to effectively restore plant diversity in granite erosion areas only by natural closure. The “bamboo ditch + arbor, shrub and grass” measures could effectively promote vegetation restoration and increase plant diversity.

Keywords: plant diversity; restoration period; soil erosion control; vegetation restoration; granite erosion area

南方红壤区由于强烈的土壤侵蚀、严重的水土流失以及明显的生态退化^[1],已成为中国第二大水土流失区。其中占地面积为 $2.39 \times 10^5 \text{ km}^2$ 的花岗岩侵蚀区^[2],因其容易风化的母质层、松散的土壤结构,加之土壤养分低植物难以存活等原因^[3],已成为了中国南方红壤区水土流失的高发地区之一^[4]。

目前,对花岗岩侵蚀区的治理模式主要是进行植被恢复与生态重建^[5],如微地形改造、补阔、飞播植草等水土流失治理模式^[6]。经过长达几十年的连续治理,水土流失面积得到了有效控制,植物群落的物种丰富度、多样性和均匀度也得到了很大的提升。植物多样性与生态系统服务功能有着密切的联系^[7],是反映生态治理所处阶段及动态变化规律的重要指标^[5],植物多样性越高,生态系统服务功能越高^[8-9]。因此,研究不同水土流失治理年限的植物多样性变化及其演替规律,有助于科学评价水土流失治理模式的生态效益。

江西省平江流域属于水蚀地带的花岗岩剧烈侵蚀区,其水土流失治理是南方红壤区最为集中、时间最长的流域^[10-11],主要采取以水平竹节沟为骨架,配合乔灌草补植的水土流失治理模式进行植被恢复与重建。从 1983 年开始,分为几个阶段实施了长达几十年的连续治理,森林植被得到了迅速恢复,形成了一系列处于不同治理阶段的植被群落。但当前对于不同水土流失治理年限的植物群落多样性特征变化的研究尚且不足。鉴于此,本文在江西省兴国县平江流域花岗岩侵蚀区,采用空间代替时间、样方调查等方法,以“水平竹节沟+乔灌草”不同治理年限的人工林为研究对象,以未人为治理林地和次生林为对照,研究不同水土流失治理年限的植物群落结构及其多样性变化规律,以期花岗岩侵蚀区水土流失治理和生态重建工作提供科学依据。

1 研究区概况

江西省兴国县平江流域位于鄱阳湖流域上游,具体的坐标位置为 ($25^{\circ}57' - 26^{\circ}37' \text{ N}$, $115^{\circ}04' -$

$115^{\circ}52' \text{ E}$),属于山区河流,流域面积 $2\,851 \text{ km}^2$,地带性土壤主要为花岗岩发育的红壤。年平均降水量 $1\,585 \text{ mm}$,年平均气温 18.8°C ,无霜期 280 d ,属于亚热带季风气候区^[12]。研究区属于典型花岗岩侵蚀区,曾经水土流失剧烈,严重制约当地经济的发展。因此,从 1983 年开始,政府就对平江流域分几个实施阶段进行了长达几十年的连续治理,森林植被得到了迅速恢复,形成了一系列处于不同治理阶段的植被群落。地带性植物主要为亚热带常绿阔叶林,现有植被主要是马尾松 (*Pinus massoniana*)、木荷 (*Schima superba*)、青冈 (*Cyclobalanopsis glauca*) 等针阔混交林,其中以马尾松分布最广,草被植物主要为芒萁 (*Dicranopteris pedata*) 等。

2 材料与方法

2.1 研究样地的选择

在江西省兴国县平江流域采用“空间代替时间”的方法,选择立地条件较为一致具有代表性的 4 块水土流失治理林地(杨村、焦溪、隆坪、塘背)以及两块对照林地(次生林、未人为治理林地),各林地均位于平江流域的中游,坡度、坡向、海拔等离地条件基本一致(表 1)。

未人为治理林地没有任何人为治理措施,表土完全侵蚀,粗砂和富含铁和锰的矿物骨料覆盖了裸露的表面;次生林为当地原始林通过采伐或其他自然因素破坏后,自然恢复形成的天然次生林,其恢复过程无人干扰;杨村、焦溪、隆坪、塘背 4 种治理林地指从水土流失治理到调查时间(2019 年 8 月)的年限分别为 4, 14, 24, 34 a,主要的治理措施是“水平竹节沟+补植乔灌草”,其中水平竹节沟是沿等高线在山坡上按一定间隔修建的蓄水拦沙沟。在沟里沿一定距离(约 1.5 m)处设置土壤屏障,以阻止水流,类似于竹节。设计为梯形截面, 0.5 m 深,上边缘 0.6 m 宽,底部 0.4 m 宽。竹节的宽度和深度分别为 0.1 m 和 0.3 m 。挖出的土壤用作沟渠外的山脊,宽度为 0.25 m 。根据坡度和侵蚀程度,两条竹节沟之间的距离为 $3 \sim 5 \text{ m}$ 。治理前,以上各林地均具有相似的母岩和地形

条件,且与未人为治理林地基本一致。从综合治理到现在,所有林地都进行封禁处理,没有人为干扰。6 种类型林地的植被特征和表土(0—20 cm)基本理化性质见表 1 和表 2。

表 1 花岗岩侵蚀区不同治理年限试验地概况

样地 (治理年限)	经纬度	坡度/(°)	坡向	海拔/m	主要治理措施	植被覆盖度		
						乔木	灌木	草本
杨村(4 a)	E115.41120 N26.42831	15.5	阴坡	203	枫香、木荷+胡枝子+混合草籽	13.67%±3.79%	3.00%±1.00%	67.22%±19.67%
蕉溪(14 a)	E115.26878 N26.32236	10.2	阴坡	188	枫香、木荷+胡枝子+混合草籽	32.30%±11.15%	0.78%±0.88%	81.33%±11.61%
隆平(24 a)	E115.23506 N26.34845	16.7	阴坡	226	枫香、木荷+胡枝子+混合草籽	64.67%±12.22%	0.53%±0.92%	85.83%±9.97%
塘背(34 a)	E115.26872 N26.32231	12.5	阴坡	186	枫香、木荷+胡枝子+混合草籽	43.33%±6.11%	2.04%±1.58%	90.78%±3.74%
次生林	E115.24967 N26.22693	17.5	阴坡	197		92.67%±4.62%	10.08%±3.63%	7.94%±4.90%
未人为治理	E115.27333 N26.25305	8	阴坡	194	未治理	28.36%±16.07%	0	28.36%±16.07%

表 2 花岗岩侵蚀区不同样地表层土壤基本理化性质

样地 (治理年限)	机械组成 (砂粒—粉粒—黏粒,%)	容重/ (g·cm ⁻³)	pH 值 (1:2.5)	总氮/ (g·kg ⁻¹)	碱解氮/ (mg·kg ⁻¹)	总磷/ (g·kg ⁻¹)	速效磷/ (mg·kg ⁻¹)
杨村(4 a)	57.92~29.70~12.38	1.30±0.03 ^b	4.81±0.08 ^b	0.21±0.03 ^b	8.29±0.76 ^b	0.14±0.02 ^c	1.52±0.28 ^b
蕉溪(14 a)	57.72~26.08~16.20	1.06±0.09 ^c	5.10±0.07 ^a	0.21±0.07 ^b	7.94±3.39 ^b	0.16±0.02 ^c	1.88±0.09 ^b
隆坪(24 a)	65.44~22.40~12.17	1.23±0.02 ^b	4.80±0.03 ^b	0.26±0.04 ^b	6.95±2.55 ^b	0.15±0.01 ^c	1.27±0.30 ^b
塘背(34 a)	71.12~18.61~10.27	1.11±0.04 ^c	4.71±0.05 ^{bc}	0.26±0.04 ^b	6.22±1.60 ^b	0.26±0.02 ^b	1.85±0.21 ^b
次生林	57.56~20.66~21.78	1.23±0.08 ^b	4.61±0.09 ^c	1.68±0.16 ^a	76.96±12.61 ^a	0.39±0.07 ^a	4.98±3.69 ^a
未人为治理林地	60.73~25.91~13.36	1.47±0.03 ^a	4.81±0.11 ^b	0.20±0.03 ^b	5.79±1.91 ^b	0.08±0.01 ^d	1.11±0.91 ^b

注:数据为平均值±标准差(n=3)。不同字母表示不同样地之间存在显著性差异($p<0.05$)。

2.2 样地调查与取样方法

分别在 6 块林地内设立立地条件较为一致的固定标准样地,采用打桩拉线定位的方法将标准样地大小设为 10 m×10 m(研究区植被群落结构较简单),不同林地中的标准样地各设置 3 个重复,共计 18 块标准样地。调查采用群落学样方法,调查每个标准样地中的乔木及林下植被(包括灌木和草本植物)^[13]。在每个标准样地调查乔木及灌木的物种名称、高度、胸径、株数、冠幅等,同时在每个标准样地中各设置 3 个 1 m×1 m 草本样方,调查草本的物种名称、高度、株数、总盖度,用于计算植物多样性指数。数据处理参考彭浪等^[14]方法。

3 结果与分析

3.1 不同治理年限的物种组成特征

如表 3 所示,本研究调查植物共计 31 科 41 属 43 种,其中杨村,蕉溪,隆平,塘背,次生林、未人为治理

样地的植物科属种分别为:14 科 17 属 17 种,7 科 9 属 9 种,8 科 10 属 10 种,11 科 15 属 15 种,15 科 16 属 16 种,6 科 7 属 7 种。其中其中乔木层 17 种,灌木层 8 种,草本层 18 种。

如图 1a 所示,分析不同治理年限样地和未人为治理样地的植物组成发现,在进行生态治理后,植物的物种组成发生明显的改变,其中未人为治理样地和各不同治理年限样地的共有植物物种均为 3 种,而 5 块样地的共有植物只有 2 种。

在图 1b 中,各不同治理年限样地和次生林样地共有的植物数量各有不同,但其中治理年限最长的塘背 34 a 样地和次生林的共有植物最少,差异最大,仅为两种,5 块样地的共有植物只有两种。对不同治理年限样地样地的植物组成进行分析(见图 1c),4 块样地的共有植物为 3 种,其中杨村、蕉溪治理样地的共有物种最多,为 7 种,差异最小。综合各样地植物组成的差异,可以看出,在平江流域花岗岩侵蚀区进

行生态治理的植物演替中,各治理阶段植物群落的物种组成与天然恢复的次林地也有明显的差异。

表 3 花岗侵蚀区不同治理年限下植物物种组成

样地 (治理年限)	科	属	种	乔木层			灌木层			草本层		
				科	属	种	科	属	种	科	属	种
杨村(4 a)	14	17	17	5	5	5	3	3	3	6	9	9
蕉溪(14 a)	7	9	9	2	2	2	1	2	2	4	5	5
隆坪(24 a)	8	10	10	4	4	4	1	1	1	4	5	5
塘背(34 a)	11	15	15	6	7	7	4	5	5	2	3	3
次生林	15	16	16	7	8	8	3	3	3	5	5	5
未人为治理	6	7	7	1	1	1	1	1	1	4	5	5
总 计	31	41	43	14	17	17	7	7	8	12	18	18

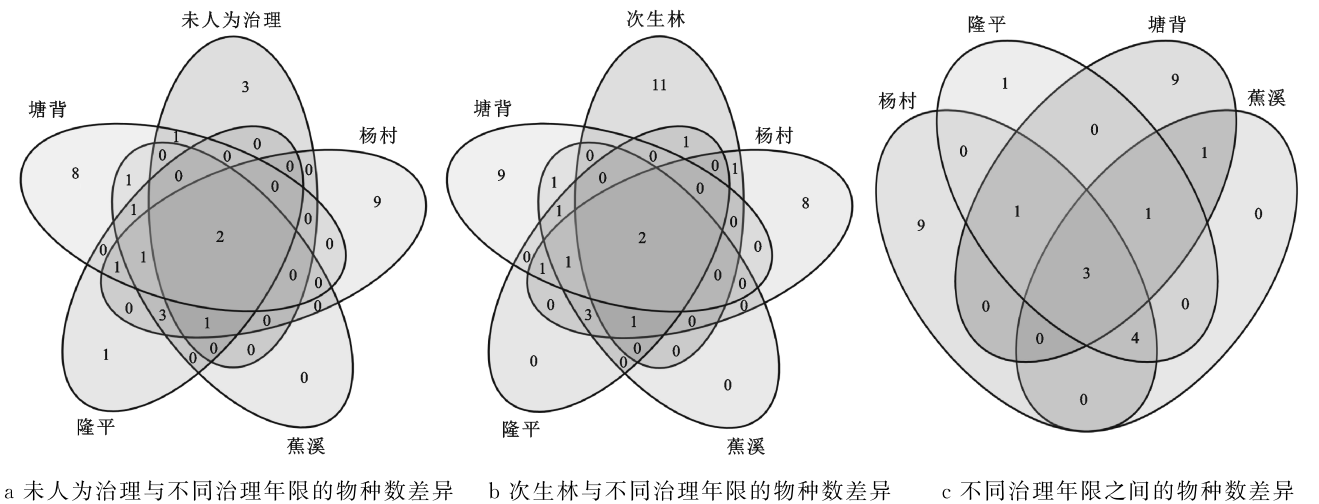


图 1 花岗岩侵蚀区物种数差异性分析

3.2 不同治理年限植被群落结构的差异

如表 4 所示,通过对 6 块调查样地乔灌木层植物的重要值计算发现,在乔灌木层中,杨村、蕉溪、隆平、塘背、未人为治理样地的优势种均为马尾松,其重要值分别为 48.05%,66.01%,63.74%,41.95,96.21%。未人为治理样地中马尾松的重要值明显大于其他治理年限样地,次生林中优势种青冈(*Cyclobalanopsis glauca*)的重要值最大,为 23.38%,同时还可可见重要值之和大于 50%的次优势种蒲桃(*Syzygium jambos*)、杉木(*Cunninghamia lanceolata*)、欆木(*Loropetalum chinense*)和米槠(*Castanopsis carlesii*)。如表 5 所示,草本层中,杨村、塘背的优势种为芒(*Miscanthus sinensis*),重要值分别为 30.70%,31.58%,蕉溪、隆平、次生林、未人为治理样地的优势种为芒萁(*Dicranopteris pedate*),重要值分别为 41.30%,53.85%,61.30%,67.30%。其中未人为治理样地中芒萁的重要值显著大于芒;在次生林样地中仅见芒萁,芒未见;在杨村、蕉溪、隆平治理样地中芒萁有增加的趋势,而芒有减少的趋势;塘背治理样地中未见芒萁,仅见芒。

由此可知,在进行人工治理后,不同治理年限的植物群落组成虽有差异,但是优势种和未人为治理样地一样,仍以马尾松、芒、芒萁为主,这表明进行人工治理后,相较未人为治理样地植物群落结构并未发生改变,但和以“青冈+芒萁”为优势种的次生林相比,群落结构差异明显。

3.3 群落相似性分析

根据 Jaccard 相似性原理,当 q 为 0~0.25 时为极不相似,0.25~0.50 时为中等不相似,0.50~0.75 时为中等相似,0.75~1.00 时为极相似。如表 6 所示,平江流域不同治理年限样地的群落相似性系数范围为 0.095~0.727,杨村、蕉溪、隆平、塘背治理样地的群落相似性呈先上升再下降的趋势,其中隆平与蕉溪治理样地的相似性系数最大,达 0.727,群落之间表现为中等相似,相似性系数最小为次生林与塘背治理样地,为 0.069,群落之间表现为极不相似。虽然群落之间最大的相似性系数为 0.727,但其余治理年限的群落之间的表现都为不相似,此外,相较于未人为治理,随着治理年限的增加,相似系数呈下降趋势。

表 4 花岗岩侵蚀区乔灌层物种组成与重要值

物 种	物种重要值/%					
	未人为治理	次生林	杨村(4 a)	蕉溪(14 a)	隆坪(24 a)	塘背(34 a)
马尾松(<i>Pinus massoniana</i>)	96.21	2.82	48.05	66.01	63.74	41.95
黄梔子(<i>Gardenia jasminoides</i>)	3.79					1.47
枫香树(<i>Liquidambar formosana</i>)			9.24		2.63	19.35
冬青(<i>Ilex chinensis</i>)						9.38
柯(<i>Lithocarpus glaber</i>)						
麻栎(<i>Quercus acutissima</i>)						1.47
胡枝子(<i>Lespedeza bicolor</i>)				3.60		4.72
油茶(<i>Camellia oleifera</i>)				5.87	2.48	4.13
雷公藤(<i>Tripterygium wilfordii</i>)						1.52
野漆(<i>Toxicodendron succedaneum</i>)						
黄檀(<i>Dalbergia hupeana</i>)						7.37
木荷(<i>Schima superba</i>)		3.74	11.11	24.52	29.34	3.03
米槠(<i>Castanopsis carlesii</i>)		10.09				
杉木(<i>Cunninghamia lanceolata</i>)		13.71	7.59			
樟树(<i>Cinnamomum camphora</i>)		6.17			1.80	
欐木(<i>Loropetalum chinense</i>)		12.72				
朱砂根(<i>Ardisia crenata</i>)		5.86				
山乌桕(<i>Triadica cochinchinensis</i>)		1.55				
柃木(<i>Eurya japonica</i>)		3.99				
蒲桃(<i>Syzygium jambos</i>)		15.96				
青冈(<i>Cyclobalanopsis glauca</i>)		23.38				
南方泡桐(<i>Paulownia</i> × <i>taiwaniana</i>)						
杜鹃(<i>Rhododendron simsii</i>)						
壳菜果(<i>Mytilaria laosensis</i>)			5.18			
白檀(<i>Symplocos paniculata</i>)			2.35			

表 5 花岗岩侵蚀区草本层物种组成与重要值

物 种	物种重要值/%					
	未人为治理	次生林	杨村(4 a)	蕉溪(14 a)	隆坪(24 a)	塘背(34 a)
十字薹草(<i>Carex cruciata</i>)						
芒(<i>Miscanthus sinensis</i>)	11.79		30.70	31.67	25.60	31.58
狗尾草(<i>Setaria viridis</i>)	3.63					
芒萁(<i>Dicranopteris pedata</i>)	61.30	67.30	30.10	41.30	53.85	
稗(<i>Echinochloa crusgalli</i>)						
三棱水葱(<i>Schoenoplectus triqueter</i>)						
蕨(<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i>)		11.91				
扇叶铁线蕨(<i>Adiantum flabellulatum</i>)		9.88				
狗脊(<i>Woodwardia japonica</i>)						
知风草(<i>Eragrostis ferruginea</i>)			7.26			
雀稗(<i>Paspalum thunbergii</i>)			5.70			
石松(<i>Lycopodium japonicum</i>)			6.98	7.69	12.31	
地苣(<i>Melastoma dodecandrum</i>)			1.59	2.60	4.51	
细柄草(<i>Capillipedium parviflorum</i>)			12.20	16.75	3.72	
未鉴定物种 1			3.86			
未鉴定物种 2			1.61			

3.4 不同治理年限的植被多样性变化

由表 7 多样性统计结果可知,杨村,蕉溪,隆平,

塘背,次生林,未人为治理样地的物种丰富度由大到小依次为:杨村(17 种) > 次生林(16 种) > 塘背

(15 种) > 隆平(10 种) > 蕉溪(9 种) > 未人为治理(7 种)。其中次生林的辛普森多样性指数、香农—威纳指数、均匀度指数均为最高,分别为 0.885, 2.372, 0.856, 这表明次生林的多样性水平最好,且植被分布最为均匀;不同治理年限样地的物种丰富度、辛普森

指数、香农—威纳指数、均大于未人为治理样地,说明进行人工治理对于水土流失区植物物种及多样性水平的提升是有益的;在不同水土流失治理年限样地中,随着治理时间的增加,辛普森指数、香农—威纳、均匀度指数均呈先下降后上升的趋势。

表 6 花岗岩侵蚀区不同治理年限植被群落相似性系数

样 地	杨村	蕉溪	隆坪	塘背	次生林	未人为治理
杨村	1					
蕉溪	0.368	1				
隆坪	0.421	0.727	1			
塘背	0.143	0.357	0.25	1		
次生林	0.138	0.136	0.182	0.069	1	
未人为治理	0.143	0.231	0.214	0.158	0.095	1

表 7 花岗岩侵蚀区不同治理年限样地植物多样性指数

样 地	物 种 丰富度	辛普森 指 数	香农— 威纳指数	均匀度 指 数
杨村	17	0.837	2.193	0.774
蕉溪	9	0.696	1.478	0.673
隆坪	10	0.619	1.267	0.550
塘背	15	0.706	1.606	0.593
次生林	16	0.885	2.372	0.856
未人为治理	7	0.563	1.191	0.612

4 讨论与结论

4.1 讨 论

本研究调查植物共计 31 科 41 属 43 种,由于治理模式、取样面积、样地的空间分布、恢复年限以及后期管理的不同,使得调查结果与前人的研究^[15]具有一定的差异。

物种多样性是植被群落结构特征的属性之一,同时也是花岗岩水土流失治理过程群落变化的重要指标^[16]。本研究发现,与未人为治理样地相比较,采用“水平竹节沟+乔灌草”治理措施后,植物群落的物种丰富度、辛普森指数、香农—威纳指数、均匀度指数均得到了显著的提升,这与鄢新余等^[15]的研究一致。水平竹节沟通过改变地形,改变坡长,达到保土、阻沙、留肥的作用,在进行水土流失治理过程中,水平竹节沟措施有效的拦截了地表径流和泥沙,减少土壤和养分的流失,从而改善植物的生存环境,促进植物的生长。同时乔灌草的补植,增加了群落的物种丰富度,有效的提高了植物多样性水平^[17]。以上说明“竹节沟+乔灌草”治理措施对于花岗岩侵蚀区植被恢复与物种多样性提高是有益的。

研究发现,随着水土流失治理年限的增加,植物

群落的物种丰富度、辛普森指数、香农—威纳指数、均匀度指数呈上升—下降—上升的趋势,这与王磊等^[18]的研究相类似,由于前期人为干扰的治理后,刚治理的林地土壤表层养分含量较高,使得一些一年生草本植物得到较好的生长,物种数提升,同时一些适应性强的多年生草本植物也开始生长,使得此时植物多样性有所提升;随着治理年限的增加,群落生境得到有效改善,适应性强的多年生草本植物生长逐渐占据优势^[19],同时一些地带性物种的开始侵入,群落间的竞争加剧,一些适应性较弱的一年生的草本植物慢慢向多年生草本植物演替,导致植物多样性有所下降;随着治理年限的进一步增加,适应性强的多年生草本植物的生长占据优势,演替虽在进行,但趋于稳定,加上地带性物种的不断侵入,使得此时植物多样性开始上升^[20-21]。此外,研究中还发现不同水土流失治理年限的植物多样性水平均小于次生林。次生林的前身为原始林,自然基底好,生态退化较轻,植物多样性的恢复与重建易且快,而不同治理年限样地因侵蚀剧烈,土壤贫瘠,生态退化严重,使得植物多样性的恢复与重建难且慢。可见对花岗岩侵蚀区进行人工干预治理是有必要的。

植物群落相似性指数的大小是植物群落之间和植物群落生境条件异质性的体现^[22],在 Jaccrad 相似分析中发现,不同治理年限样地、次生林样地、未人为治理样地之间的植物群落相似性系数均小于 0.50,整体表现为不相似。研究发现,除蕉溪和隆平样地植物群落的表现极为相似外,其他治理年限样地中的植物群落相似性指数均低于 0.50,整体表现为不相似,同时在物种组成的差异性分析中发现,各样地中的共有物种较少,这表明各样地之间群落的物种组成差异较大。值得注意的是,在塘背样地的乔灌层中出现了

适合生存在肥沃、湿润土壤中的冬青,同时还发现了麻栎、雷公藤等本地物种,说明“竹节沟+乔灌木”治理措施治理后,植物群落生境条件得到了有效的改善,但在塘背样地的草本层中仅见芒,这是由于治理年限的增加,森林的郁闭度越来越高,不利于林下植被如芒萁等的生长与演替。这也说明了在进行花岗岩侵蚀区的水土流失治理工作时,初期的补阔种草并不是一劳永逸,需要根据植被恢复的演替规律,在不同水土流失治理阶段进行适当人工干预可能会更有利于植被恢复的正向演替。

4.2 结论

(1) 本研究调查了不同治理年限样地、次生林样地和未人为治理样地植物共计 43 种植物,分属于 31 科 41 属,其中乔木层 17 种,灌木层 8 种;草本层 18 种。

(2) “竹节沟+乔灌木”治理措施能有效提高植物群落多样性,促进植被恢复与演替。与未人为治理样地相比较,治理样地的植物多样性指数得到明显提高。

(3) “竹节沟+乔灌木”治理样地的物种丰富度、辛普森指数、香农-威纳指数随治理年限的增长,呈增大—减小—增大趋势,但均小于次生林。

(4) 不同治理年限样地与未人为治理样地、次生林样地之间的共有物种较少,物种组成差异较大,植物群落相似性整体表现为不相似。

[参 考 文 献]

- [1] 范小明.南方水土流失侵蚀劣地植被快速修复技术分析[J].现代农业科技,2017(4):229-232.
- [2] 刘政,许文斌,田地,等.南方红壤严重侵蚀地不同恢复年限马尾松人工林生态系统碳储量特征[J].水土保持通报,2019,39(1):37-42.
- [3] 尹丽洁,尹远志.长江流域花岗岩地区水土流失治理[J].中国水利,2003(10):30-31.
- [4] 谢锦升,杨玉盛,解明曙.亚热带花岗岩侵蚀红壤的生态退化与恢复技术[J].水土保持研究,2004,11(3):154-156.
- [5] 蓝良就,黄炎和,李德成,等.花岗岩侵蚀区不同恢复阶段的植物群落特征[J].福建农林大学学报(自然科学版),2011,40(6):642-647.
- [6] 朱洪如.南方红壤侵蚀区退化马尾松林改造治理模式及实施技术[J].林业勘察设计,2017,37(1):58-60.
- [7] Fridley J D. Diversity effects on production in different light and fertility environments: An experiment with communities of annual plants [J]. Journal of Ecology, 2003,91(3):396-406.
- [8] Callaway J C, Sullivan G, Zedler J B. Species-rich plantings increase biomass and nitrogen accumulation in a wetland restoration experiment [J]. Ecological Applications, 2003,13(6):1626-1639.
- [9] Malcolm D C, Mason W L, Clarke G C. The transformation of conifer forests in Britain-regeneration, gap size and silvicultural systems [J]. Forest Ecology and Management, 2001,151(1/2/3):7-23.
- [10] 聂小飞,郑海金,涂安国,等.南方红壤区长期水土流失综合治理显著减少河流输沙:以鄱阳湖流域赣江上游平江为例[J].湖泊科学,2021,33(3):935-946.
- [11] 何长高,刘茂福,张利超,等.江西省水土流失治理历程及成效[J].中国水土保持,2017(8):10-14.
- [12] 孙晓山,江西省水利厅.江西河湖大典[M].湖北 武汉:长江出版社,2010.
- [13] 林倩倩,王彬,马元丹,等.天目山国家级自然保护区毛竹林扩张对生物多样性的影响[J].东北林业大学学报,2014,42(9):43-47,71.
- [14] 彭浪,段剑,刘士余,等.花岗岩侵蚀区不同水土流失治理模式的植物多样性特征[J].水土保持通报,DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.20211014.001
- [15] 鄢新余,陈志强,陈志彪,等.南方红壤侵蚀区植被恢复过程植物群落多样性[J].福建师范大学学报(自然科学版),2015,31(2):90-95,120.
- [16] Zhang Jintun, Dong Yiru. Factors affecting species diversity of plant communities and the restoration process in the loess area of China [J]. Ecological Engineering, 2010,36(3):345-350.
- [17] 郭利平,宋月君,叶忠铭,等.水土保持措施对塘背小流域典型林地植被恢复状况的影响[J].西南林业大学学报(自然科学),2017,37(4):67-74.
- [18] 王磊,崔明,周梦玲,等.河南省淅川县岩溶区不同恢复年限天然次生林植物群落特征[J].浙江农林大学学报,2020,37(4):720-728.
- [19] 张继义,赵哈林,张铜会,等.科尔沁沙地植被恢复系列上群落演替与物种多样性的恢复动态[J].植物生态学报,2004,28(1):86-92.
- [20] 师阳阳.黄土丘陵区不同退耕年限及模式下植被生长特征研究[D].陕西 杨凌:西北农林科技大学,2013.
- [21] 农友,卢立华,游建华,等.南亚热带不同演替阶段次生林植物多样性及乔木生物量[J].中南林业科技大学学报,2018,38(12):83-88.
- [22] 马凯,李永宁,金辉,等.不同生境类型金莲花群落物种多样性比较[J].草业科学,2011,28(8):1467-1472.