

云南省巧家县石漠化区不同治理措施 草地植被特征研究

唐兴成, 龙华映, 张进义, 李任先

(云南省巧家县农业局, 云南 巧家 654600)

摘要:以天然草地为对照,对云南巧家县尖山社不同治理措施(人工草地、改良草地、封育草地)下石漠化草地的物种组成、群落结构特征、植物种生物多样性和草地植被的鲜草总产量等进行了比较分析。结果表明:封育草地物种数最多,改良草地次之,人工草地最少。4种草地共有植物种少,不同草地的优势种、亚优势种、伴生种或偶见种不同;人工草地优势种为多年生黑麦草 *Lolium perenne*,改良草地为白三叶 *Trifolium repens*,封育草地为西南委陵菜 *Potentilla fulgens*。4种草地的 Simpson 多样性指数(D)、Shannon-Wiener 多样性指数(H')和丰富度指数均为封育草地>天然草地>改良草地>人工草地,均匀度为封育草地>改良草地>天然草地>人工草地;产草量和优良牧草比为人工草地>改良草地>封育草地>天然草地;各类草地的产量和品质与其植物多样性指数间存在相反变化趋势;人工草地为最有效石漠化退化草地治理措施,其次是改良草地,封育草地治理效果较差。

关键词:石漠化;治理措施;植被特征;物种多样性;草地生产力

中图分类号:S156.5

文献标识码:A

文章编号:1001-0629(2010)01-0031-06

石漠化即岩溶石漠化,是指在热带、亚热带湿润地区岩溶及其发育的自然背景下,由于受人为活动干扰,地表植被遭受破坏,造成土壤严重侵蚀,基岩大面积裸露,砾石堆积,地表呈现似荒漠化景观的土地退化乃至消失的现象^[1-5]。其中,植被退化是石漠化最直观的因子,也是石漠化过程中造成土地退化的主要原因^[6-10]。

巧家县地处云南省东北部,金沙江下游东岸,为喀斯特岩溶典型地区,全县岩溶石漠化总面积为 1 520.68 km²,是全省岩溶草地石漠化分布面积较广和石漠化较严重的地区之一。石漠化不仅是巧家县生态建设所面临的十分突出的地域环境问题,也已严重影响到巧家县岩溶石漠化区乃至整个云南的社会、经济和环境的可持续发展,石漠化的治理工作迫在眉睫。石漠化地区的植被恢复、重建,成为巧家县岩溶石漠化地区综合治理的首要环节。而据相关资料显示^[11],草地植被能快速有效地减少水土流失,并在短期内大幅度增加农民收入,是保护生态环境的最后屏障,是治理石漠化的有效途径,也是促进岩溶地区生态环境建设的主要措施。通过不同治理措施(封育草地、人

工草地、改良草地)下石漠化草地物种组成、群落结构特征、植物种多样性和鲜草产量等的定量分析,以期对岩溶石漠化区的草地生态治理提供经验和参考依据。

1 材料与方 法

1.1 研究区概况 研究区尖山社辖于巧家县药山镇发拉村,位于东经 103° 09' 21"、北纬 27° 02' 17",海拔 2 923 300 m,属亚热带与温带共存立体气候类型,地形地貌复杂。年平均气温 11℃,极端最低温-8℃,极端最高温 31℃,年降水量 1 500 mm,无霜期 185 d;棕红壤土,pH 值 4.5~7.8,有机质含量 1.4%~2.1%。当地居民以放牧养殖绵羊、猪、马等家畜为主,畜牧业为其主要的经济来源,主产马铃薯 *Solanum tuberosum*、荞麦 *Fagopyrum esculentum*、小麦 *Triticum aes-*

收稿日期:2009-05-10

基金项目:农业部“云南省巧家县岩溶地区草地治理试点工程”项目;云南省自然科学基金项目“云南岩溶地区石漠化村草地生态监测与评价”(2007C129M)

作者简介:唐兴成(1960-),男,云南昭通人,畜牧师,主要从事草地畜牧业技术与推广。

E-mail:txc992@126.com

通信作者:龙华映 E-mail:lhy04532@163.com

tivum 等农作物,是巧家县最穷地区之一。全社共有 51 户 208 人,国土面积 265.33 hm²,其中天然草地 166.67 hm²,占国土面积的 62.8%;林下及其他草地 73.33 hm²,占国土面积的 27.6%;耕地 25.33 hm²,占国土面积的 9.5%;原生草地植被主要为西南委陵菜 *Potentilla fulgens*、画眉草 *Eragrostis pilosa*、粗穗披碱草 *Elymus nutans*、羊茅 *Festuca ovina* 等,有零星草丛、林间草丛、灌木林草丛、疏林草丛、石山草丛、山地草丛、亚高山草甸 7 类草地。据 2006 年底调查统计,全社石漠化面积达 139.99 hm²,占国土总面积的 52.76%。

1.2 研究方法

1.2.1 样地设置

2007 年 8 月,选取条件相对一致且具代表性的人工草地、改良草地和封育草地各 3 个,面积均为 100 m²,用水泥桩和网围栏进行固定样地设置,样地内严禁家畜进入和人为干扰;同时,保留一定面积正常放牧利用的未改良天然草地为对照。其中,人工草地由部分岩溶退耕地、撂荒地和天然草地建植而成。建植前,对岩溶退耕地和撂荒地地进行全垦(深 20 cm 以上)、清除砾石等措施,2007 年 5 月底(即雨季来临后),以人工撒播方式,按鸭茅 *Dactylis glomerata* cv. 'Amba' 30% + 多年生黑麦草 *Lolium perenne* cv. 'Eminent' 20% + 多花黑麦草 *L. multiflorum* cv. 'Tetragold' 20% + 白三叶 *Trifolium repens* cv. 'Huia' 30% 的混播组合进行播种,播量 22.5 kg/hm²;基肥为钙镁磷肥 300 kg/hm² 和复合肥 150 kg/hm²,每次刈割后追施尿素 75 kg/hm²。改良草地由 1987 年飞播建植的均一类半裸露型人工退化草地改良而成。在不破坏或少破坏原生植被原则下,对严重退化地块采取带垦和挖鱼鳞塘土堡细碎,耙匀耙平等地面处理(处理深度 15 cm 以上);对其禾本科植被较好地方,先重牧以减少原生植被竞争,然后清除杂害草和砾石,2007 年 5 月底,以人工撒播(免耕地和带垦)或点播(塘垦地)的方式,按鸭茅 30% + 白三叶 (*T. repens* cv. 'Huia' + *T. repens* cv. 'Haufa') 70% 的混播组合进行播种,播量 9 kg/hm²;基肥为钙镁磷肥 150 kg/hm² 和复合肥 75 kg/hm²,每次刈割后追施尿素 75 kg/hm²。封育草地由 1987

年飞播建植的已严重退化的均一类裸露型和间互类裸露型的人工退化草地直接围栏禁牧组成。

1.2.2 植被特征调查方法

2008 年 6、8 和 10 月中旬,在各样地分别随机选取 3 个 1 m × 1 m 的样方,分别进行植物群落种类、盖度、高度、密度和频度测量;齐地刈割各样方植被,按“栽培禾本科牧草、栽培豆科牧草、当地禾本科牧草、当地豆科牧草、杂类草和毒草”6 类主要经济类群分开,分别称其鲜质量。同时,每次植被特征调查结束后,立即将样地内剩余牧草按留茬高 3~5 cm 割下并移出监测区。

1.3 数据处理

用 Excel 软件进行整理,并采用 SPSS13.0 统计软件的方差分析(ANOVA)评价不同治理措施下各类草地的生物多样性指数和地上生物量,并进行 LSD 检验。

用以下公式计算生长旺季(2008 年 8 月)各植物类群的重要值、物种多样性和均匀度指数^[12-13]。

重要值 = [相对盖度 + 相对高度 + 相对频度] / 3。

Margalef 丰富度指数(R) = $(S-1) / \ln N$ 。

Simpson 多样性指数(D) = $1 - \sum (P_i)^2$ 。

Shannon-Wiener 多样性指数:

$$H' = -\sum (P_i \ln P_i)$$

Pielou 均匀度指数: $E = H' / \ln S$ 。

式中, N 表示样方内所有植物种的植株总数, S 为物种数, P_i 为第 i 种物种的植株数占样方中总植株数的比例。

2 结果与分析

2.1 草地群落植物构成特征

植物群落的物种组成是决定草原群落性质、结构和功能的重要指标^[14]。由表 1 可看出,在所调查 4 类草地类型的 36 个样方中,共有 16 科 31 属 31 种植物。其中,豆科 3 属 3 种,禾本科 6 属 7 种,菊科 4 属 4 种,蔷薇科、蓼科、伞形科和茜草科都为 2 属 2 种,龙胆科、堇菜科、藤黄科、蕨科、忍冬科、车前科、莎草科、石竹科及川续断科各为 1 属 1 种。

不同草地类型的植物种组成和数量不同。其中,人工草地 9 科 10 属 11 种,改良草地 6 科 11 属 11 种,封育草地 14 科 23 属 24 种,天然草地为

11科16属16种。4种草地类型的共有植物种有3种,人工草地、改良草地和封育草地的共有植物种仅5种;改良草地、封育草地和天然草地的共有植物种只有7种;人工草地和改良草地共有植物种为6种;改良草地和封育草地共有植物种为12种;封育草地和天然草地共有植物种最多,为13种。多年生黑麦草、多花黑麦草和血满草,金钱草、青叶胆、箭叶堇菜、杏叶茴芹、竹叶柴胡和茜草,蕨菜分别为人工草地、封育草地和天然草地的

独有植物种。

从植物重要值看,多数物种重要值相对较低,为0.066~0.971;各类草地的优势种、亚优势种、伴生种或偶见种不同;人工草地优势种为多年生黑麦草,白三叶为亚优势种;改良草地白三叶为优势种,鸭茅、画眉草和西南委陵菜为亚优势种,戟叶酸模为伴生种,其他为偶见种;封育草地西南委陵菜为优势种,画眉草、粗穗披碱草和戟叶酸模为伴生种。

表1 不同治理措施草地植物种重要值

科	种名	人工草地	改良草地	封育草地	天然草地
豆科	白三叶 <i>T. repens</i>	0.806	0.792	0.572	—
	小叶三点金 <i>Desmodium microphyllum</i>	—	—	0.470	0.066
	金钱草 <i>D. styracifolium</i>	—	—	0.391	—
禾本科	多年生黑麦草 <i>Lolium perenne</i>	0.971	—	—	—
	多花黑麦草 <i>L. multiflorum</i>	0.690	—	—	—
	鸭茅 <i>Dactylis glomerata</i>	0.558	0.742	—	—
	画眉草 <i>Eragrostis pilosa</i>	—	0.672	0.747	0.652
	粗穗披碱草 <i>Elymus nutans</i>	—	—	0.651	0.529
	高地早熟禾 <i>Poa annua</i> cv. 'Highland'	—	0.446	0.581	—
	羊茅 <i>Festuca ovina</i>	—	0.309	0.361	0.440
蔷薇科	西南委陵菜 <i>Potentilla fulgens</i>	—	0.719	0.803	0.827
	野草莓 <i>Fragaria vesca</i>	0.145	—	0.391	0.421
蓼科	戟叶酸模 <i>Rumex hastatus</i>	0.170	0.611	0.678	—
	土大黄 <i>R. madaio</i>	0.127	—	—	0.271
菊科	蒲公英 <i>Taraxacum leucanthum</i>	—	0.231	0.280	0.328
	大蓟 <i>Cirsium japonicum</i>	0.078	—	—	0.354
	茵陈蒿 <i>Artemisia capillaris</i>	0.218	0.218	0.482	0.435
	灯盏细辛 <i>Erigeron breviscapus</i>	—	0.269	0.204	—
龙胆科	青叶胆 <i>Swertia mileensis</i>	—	—	0.422	—
堇菜科	箭叶堇菜 <i>Viola betonici folia</i>	—	—	0.354	—
藤黄科	金丝桃 <i>Hypericum monogynum</i>	—	—	0.379	0.452
蕨科	蕨菜 <i>Pteridium aquilinum</i>	—	—	—	0.604
忍冬科	血满草 <i>Sambucus adnata</i>	0.376	—	—	—
车前科	车前草 <i>Plantago asiatica</i>	0.245	0.280	0.287	0.283
伞形科	杏叶茴芹 <i>Pimpinella candolleana</i>	—	—	0.300	—
	竹叶柴胡 <i>Bupleurum marginatum</i>	—	—	0.405	—
莎草科	香附子 <i>Cyperus rotundus</i>	—	—	0.346	0.396
石竹科	女娄菜 <i>Melandrium apricum</i>	—	0.261	0.307	—
川续断科	川续断 <i>Dipsacus asperoides</i>	—	—	0.371	0.199
茜草科	猪殃殃 <i>Galium aparine</i>	0.090	0.227	0.208	0.341
	茜草 <i>Radix rudix</i>	—	—	0.397	—

注:“—”表示该样地无该植物种。

2.2 草地植物多样性 从表 2 可看出,不同类型草地的植物多样性指数、群落丰富度指数和均匀度指数均不同。其中, Simpson 多样性指数(D)、Shannon-Wiener 多样性指数(H')和丰富度指数的变化规律均一致,都为封育草地>天然草地>改良草地>人工草地,均匀度为封育草地>改良草地>天然草地>人工草地。方差分析结果显示,封育草地与其他 3 种草地的 Simpson 多样性指数和 Shannon-Wiener 多样性指数都存在极

显著差异($P<0.01$),而 2 种多样性指数在人工草地、改良草地与天然草地间则差异不显著($P>0.05$);植物丰富度指数在各类治理措施草地间差异极显著($P<0.01$),均匀度指数则表现为封育草地与人工草地、改良草地和天然草地间差异极显著,改良草地与人工草地和天然草地间差异显著($P<0.05$),改良草地和天然草地间差异不显著。表明,封育更有利于草地植物多样性恢复。

表 2 不同治理措施草地植物多样性指数

草地类型	丰富度	多样性指数		均匀度
		Simpson(D)	Shannon-Wiener(H')	
人工草地	1.379 ^{Dd} ±0.011	0.602 ^{Bb} ±0.045	1.137 ^{Bb} ±0.077	0.457 ^{Bb} ±0.028
改良草地	1.614 ^{Cc} ±0.010	0.661 ^{Bb} ±0.015	1.317 ^{Bb} ±0.042	0.513 ^{Bc} ±0.009
封育草地	3.114 ^{Aa} ±0.035	0.806 ^{Aa} ±0.009	1.865 ^{Aa} ±0.030	0.587 ^{Aa} ±0.012
天然草地	2.256 ^{Bb} ±0.050	0.665 ^{Bb} ±0.025	1.423 ^{Bb} ±0.029	0.495 ^{Bb} ±0.009

注:同列不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$),不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。下同。

2.3 草地年生产力 从表 3 可看出,人工草地、改良草地和封育草地的年鲜草产量都极显著高于对照(天然草地)。其中,人工草地极显著高于改良草地和封育草地,前者的年鲜草产量分别为后者的 2.5 和 3.2 倍,且前者是天然草地的 8.4 倍。

改良草地和封育草地年鲜草产量相近($P>0.05$),但以改良草地较高,其年鲜草产量是封育草地的 1.3 倍,是天然草地的 3.4 倍;封育草地年鲜草产量是天然草地的 2.6 倍。表明,人工草地年产量最高,改良草地次之,封育草地较低。

表 3 不同治理措施草地年鲜草产量

草地类型	产量(kg/hm ²)	各经济类群植物鲜草产量所占比例(%)					
		栽培禾本科	栽培豆科	本地禾本科	本地豆科	杂类草	毒草
人工草地	39 973 ^{Aa} ±2 538	53.2	43.9	0.0	0.0	2.9	0
改良草地	15 993 ^{Cc} ±3 780	25.3	14.8	14.3	0.0	45.6	0
封育草地	12 387 ^{Cc} ±2 050	0.0	3.4	30.9	5.6	60.1	0
天然草地	4 753 ^{Be} ±8 980	0.0	0.0	16.8	5.9	77.3	0

从各经济类群年鲜草产量所占比例看,人工草地栽培牧草(黑麦草+鸭茅+白三叶)所占比例最高,达 97.1%(表 1 和表 3),故大都为优良牧草。改良草地和封育草地虽然年鲜草总产量相差不大($P>0.05$),但各群落中主要植物类群的地上部分生物量则存在一定的差异,封育草地杂类草比例较高,为 60.1%;改良草地栽培牧草(白三叶+鸭茅)所占比例较高,为 40.1%;天然草地则以低等、劣质当地杂类草植物居多,占草地总产量

的 75%以上。故从植被营养组成和饲用价值看,人工草地最高,改良草地次之,封育草地较低,天然草地最差。表明,人工播种和免耕补播改良岩溶区退化草地,可增加优良牧草组占比,且草地产量和品质与其植物多样性指数间存在相反变化模式,即植物产量和品质高者,其多样性指数低。

3 讨论与结论

由于石漠化草地治理措施不同,造成植被物种组成、数量、生长状况等存在较大差异。封育草

地的物种数最多,其次是天然草地,人工草地较低,改良草地最少;4种草地的共有植物种较少,人工草地优势种为饲用价值较高的栽培禾本科植物(多年生黑麦草),亚优势种为白三叶;改良草地白三叶为优势种,鸭茅、画眉草和西南委陵菜为亚优势种,戟叶酸模为伴生种;封育草地以当地杂类草西南委陵菜为优势种,画眉草、粗穗披碱草和戟叶酸模为其主要伴生种。

不同治理措施石漠化草地植物物种多样性存在较大差异,其植物群落多样性和丰富度顺序为封育草地>天然草地>改良草地>人工草地;均匀度为封育草地>改良草地>天然草地>人工草地。同时,本研究中,各类草地的产量和品质与其植物多样性指数间存在相反变化趋势。造成这一结果的主要原因为:退化草地人工播种和补播改良时,在选择适于播区的栽培牧草植物基础上,播前采取机耕、牛犁和人挖等对土地进行全面耕翻,使多数当地植物经耕翻而死亡,从而降低改良后草地的当地植物种生长;改良草地虽补播了鸭茅、白三叶等优质牧草,但在补播过程中,由于采用免耕或带垦和挖鱼鳞塘方式,使部分原生植被和杂类草被铲除;封育草地处理并未破坏原生植被,使一些伴生种、特有种获得生存空间,从而增加其植物多样性。

草地产量及品质是评价草地第一性生产力高低的重要内容^[15]。封育草地植物种虽最多,但以当地杂类草为优势种,而营养价值较高的当地可食牧草仅为伴生种或偶见种;改良草地的植物物种多样性虽比封育草地的少,但以营养价值较高的可食牧草为优势种;人工草地植物种虽少,但以栽培牧草为优势种或亚优势种,且其年鲜草产量都高于封育草地。据此得出,人工草地为最有效石漠化退化草地治理措施,其次是改良草地,封育草地治理效果较差。但作为刈牧兼用人工草地,其群落越单纯则种内竞争越激烈,且不耐践踏,将导致群落稳定性下降,如果后期管理跟不上,将会造成人工草地迅速退化^[16]。因此,在石漠化草地治理过程中,需注重人工草地的后期管理。

参考文献

- [1] 张殿发,王世杰,周德全,等.土地石漠化的生态地质环境背景及其驱动机制——以贵州省喀斯特山区为例[J].农村生态环境,2002,18(1):6-10.
- [2] 李阳兵,谭秋,王世杰.喀斯特石漠化研究现状、问题分析与基本构架[J].中国水土保持科学,2005,3(3):27-34.
- [3] 王世杰.喀斯特石漠化概念演绎及其科学内涵的探讨[J].中国岩溶,2002,21(2):101-105.
- [4] 邓菊芬,崔阁英,黄必志,等.云南岩溶区的石漠化与综合治理[J].草业科学,2009,26(2):33-38.
- [5] 曹建华,袁道先,童立强.中国西南岩溶生态系统特征与石漠化综合治理对策[J].草业科学,2008,25(9):40-50.
- [6] 罗红波,魏兴琥,李森,等.粤北岩溶山区土地石漠化过程的植被特征与多样性初步研究[J].水土保持研究,2007,14(6):335-339.
- [7] 王德炉,朱守谦,黄宝龙,等.喀斯特石漠化的形成过程及阶段划分[J].南京林业大学学报(自然科学版),2005,29(3):103-106.
- [8] 王世杰,李阳兵,李瑞玲,等.喀斯特石漠化的形成背景、演化与治理[J].第四纪研究,2003,23(6):657-666.
- [9] 蓝安军,熊康宁,安裕伦,等.喀斯特石漠化的驱动因子分析[J].水土保持通报,2001,21(6):19-23.
- [10] 张殿发,王世杰,周德全,等.贵州省喀斯特地区土地石漠化的内动力作用机制[J].水土保持通报,2001,21(4):1-5.
- [11] 瓦庆荣.加快石漠化地区草地植被恢复 促进喀斯特地区生态环境建设[J].草业科学,2008,25(3):18-22.
- [12] 王启基,史惠兰,景增春,等.江河源区退化天然草地的恢复及其生态效益分析[J].草业科学,2004,21(12):37-41.
- [13] 柳小妮,孙九林,张德罡,等.东祁连山不同退化阶段高寒草甸群落结构与植物多样性特征研究[J].草业学报,2008,17(4):2-11.
- [14] 殷振华,毕玉芬,李世玉.封育对云南退化山地草甸植物种类及盖度的影响[J].草业科学,2008,25(12):18-22.
- [15] 杨刚,杨智明,王思成,等.盐池四墩子试区草原围栏封育效果调研[J].宁夏农学院学报,2003,24

(1):22-24.

人工草地的生态经济效益分析[J]. 草业与畜牧,

[16] 祁迎林,刘晓琼,李岩,等. 柴达木盆地弃耕地建设

2008(3):10-13,16.

The study on vegetation characteristics of different grassland restoration measures on karst rocky desertification in Qiaojia county of Yunnan province

TANG Xing-cheng, LONG Hua-ying, ZHANG Jin-yi, LI Ren-xian

(Agricultural Bureau of Qiaojian County, Yunnan, Qiaojia 654600, China)

Abstract: Compared with natural grassland, this paper analyzed species composition, community structure characteristics, biodiversity and the total annual fresh yield of grassland vegetation in different grassland controlling measures (including artificial grassland, improved and enclosure grassland) of karst rocky desertification in Jianshan of Qiaojia county of Yunnan. The results indicated that enclosure grassland had the most species, followed by improved grassland, and the artificial grassland had the least. There were little common species among four grasslands, and different grassland had different dominant species, subdominant, companion species, occasional species. The dominant species on artificial grassland was *Lolium perenne*, improved grassland was *Trifolium repens*, the enclosure was *Potentilla fulgens*. The orders of diversity indexes including Simpson index, Shannon-Wiener index and richness index ranked as enclosure grassland > natural grassland > improved grassland > artificial grassland; the Pielou index was enclosure > improved grassland > natural grassland > artificial grassland; the orders of yield and good forage percentage were artificial grassland > improved grassland > enclosure > natural grassland. There were contrary change tendency among the quantity, quality and diversity indexes of different grasslands. Artificial grassland was the best effective measure in controlling degraded grassland of rocky desertification, improved grassland was better, and enclosure was the worst.

Key words: rocky desertification; restoration measure; vegetation characteristics; biodiversity; grassland productivity

2010年第1期《草业科学》审稿专家

毕玉芬	包爱科	蔡庆生	曹致中	柴琦	胡自治	胡小文	郭正刚
侯扶江	金樑	刘荣堂	刘金祥	李春杰	李建龙	李世清	李国昌
李文龙	李彦忠	梁天刚	林慧龙	马玉寿	牟新待	尚占环	师尚礼
王晓娟	文海燕	夏汉平	姚拓	尹俊	于应文	袁学军	张自和
张德罡	张吉宇	张巨明	周禾	赵成章	杨惠敏	于卓	赵桂琴

承蒙以上专家对《草业科学》杂志稿件的审阅,严把质量关,特此表示衷心的感谢!