

红壤侵蚀区优良水土保持草本植物的选择及评价

喻荣岗¹, 左长清¹, 杨洁¹, 王昭艳², 李小强¹, 刘柏根³

(1. 江西省水土保持科学研究所, 江西 南昌 330029;

2. 中国林业科学研究院 林业研究所, 北京 100091; 3. 江西省宁都县水土保持局, 江西 宁都 342800)

摘要: 选择 19 种草本植物分别在江西省宁都县的花岗岩侵蚀区和德安县的第四纪红壤侵蚀区进行了 3 a 的定位试验。通过对出苗率、成活率、平均分蘖数、覆盖度、地上部分浸水容重、根系鲜重、地上部分生物鲜重、有机质等指标进行观测, 并采用层次分析法和模糊数学方法对试验品种进行综合评价, 从中优选出百喜草和宽叶雀稗 2 种草在花岗岩侵蚀区和第四纪红壤侵蚀区都生长良好的草种。研究结果认为, 糖蜜草、柱花草、棕叶狗尾草、鸡眼草、马塘草 5 种草本植物在花岗岩侵蚀区生长良好。画眉草、黑麦草、狗牙根、假俭草和苏丹草 5 种草本植物在第四纪红壤侵蚀区生长良好。

关键词: 红壤侵蚀区; 水土保持; 草本植物

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2008)02-0205-06

中图分类号: S157.2

Selection and Evaluation of Soil and Water Conservation Grass in Redsoil Erosion Area

YU Ronggang¹, ZUO Changqing¹, YANG Jie¹, WANG Zhao2yan², LI Xia2qiang¹, LIU Ba2gen³

(1. Jiangxi Institute of Soil and Water Conservation, Nanchang, Jiangxi 330029, China;

2. Institute of Forestry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China;

3. Soil and Water Conservation Bureau of Ningdu County, Ningdu, Jiangxi 342800, China)

Abstract: 19 kinds of grasses were selected to plant in the granite erosion area, Ningdu County and the quaternary red soil erosion area, De. an County, Jiangxi Province. In the three year field experiment, the indexes of rate of seedlings emergence, survival rate, average tiller number, vegetation coverage, fresh weight of root, upland part of grass. s unit weight and biomass, and soil organic matter were investigated. The method of analytic hierarchy process (AHP) and fuzzy mathematics were used to evaluate the grasses. Results show that *Paspalum notatum* Flugge and *Paspalum wettsteinii* Hackel can grow well in the two test areas; *Melinis minuciflora*, *Styiosanthes guianensis* (Aubi) SW., *Setaria palmifolia*., *Kummerowia striata* (Thunb.) Schindl, and *Digitalia sanguinalis* can grow well in the granite erosion area; and *Eragrostis pilosa*, *Lolium L.*, *Cynodon dactylon*, *Eremochloa ophiuroides*, and *Sorghum sudauense* can grow well in the quaternary red soil erosion area.

Keywords: redsoil erosion area; soil and water conservation; herbaceous plant

红壤主要分布于长江以南广阔的低山丘陵, 包括江西、湖南两省大部分, 云南、广东、广西、福建等省区的北部, 以及四川、贵州、安徽、浙江等省的南部^[1]。红壤地区受中亚热带的生物气候条件以及地形条件的影响, 原始植物品种类型繁多, 植物群落结构复杂, 植被资源相当丰富, 但随着人类的繁衍、扩张和掠夺性经营, 物种减少, 群落结构退化, 植被资源遭受到前所未有的严重破坏。红壤由于失去绿色外衣的遮

蔽, 绝大部分地区均存在着不同程度的水土流失, 原先山清水秀, 水草肥美的地方, 在人和自然双重力量的作用下逐步退化成为红色沙漠。缺乏植被资源的有效保护而引起的水土流失、洪涝灾害、干旱缺水和粮食安全问题等灾害性连锁反应已经成为红壤地区发展的限制性因素, 尤其是水土流失问题已经严重影响了区域社会经济的可持续发展。如何治理和控制红壤侵蚀地区的水土流失, 问题症结就在于如何快

收稿日期: 200720825 修回日期: 200711220

资助项目: 国家农业科技成果转化资金项目(02EFN213601114)

作者简介: 喻荣岗(1977), 男(汉族), 江西省德安县人, 工程师, 从事水土保持科学研究和水土保持监测工作。E2mail: yrg1314@163.com。

通讯作者: 左长清(1956), 男(汉族), 湖南省衡阳市人, 博士, 教授级高级工程师, 长期从事水土保持科学研究和管理工作。E2mail: zuochq@sina.com。

速有效地恢复植被, 维护和提高土壤地力, 改善生态环境。

草本植物具有覆盖地表快, 适应性强的特点, 不仅可以与水土保持农业、林业措施一起配置, 而且还可以在不能种粮、植树的地方生长。因此, 在侵蚀劣地种植优良的水土保持草本植物, 可以快速覆盖地表, 恢复侵蚀区植被, 控制水土流失。此外, 大多数草本植物还可以用作饲料或肥料, 发展畜牧业, 改善地力, 具有一定的经济价值。在水土流失区, 尤其是在不能发展农业和林业的地区的侵蚀劣地, 草业先行是较好的水土保持策略。而开展优良水土保持草本植物的选择及评价研究是/ 适地适草0的基础。本研究在花岗岩侵蚀区和第四纪红壤侵蚀区进行 3 a 的定位试验, 并运用模糊数学和层次分析法原理, 开展水土保持草本的选择与综合定量评价研究, 不仅可以补充、丰富和完善江西省优良水土保持植物种质资源库, 同时为水土保持植物优选提供切实可行的技术路线和评价依据, 甚至为南方红壤侵蚀区乃至全国侵蚀区植被恢复和重建提供技术支撑。

1 试验区概况

宁都试验区位于江西省宁都县境内, 属亚热带湿润季风气候区, 气候温和湿润, 四季更迭分明。多年平均降水量为 1 604 mm, 无霜期 279 d, 多年平均气温 18.7 e, \ 10 e 的活动积温 5 795.4 e, 大风日数 7 d, 年均日照时数 1 938.6 h, 太阳总辐射量 109.94 @4.18 KJ/cm²。

定位试验样地布设区域均属丘陵地貌, 地形破碎。土壤为花岗岩发育而来的红壤, A 层表土已经流失殆尽, 地表裸露的多为花岗岩风化壳的粗砂土层, 砂砾含量达 55%~60%, 侵蚀类型以沟蚀为主, 侵蚀程度为中度。地带性植被为亚热带常绿阔叶林, 现存植被类型主要以稀疏灌丛为主, 植物种类有硬骨草、铁芒萁、芭茅、地衣等。

德安试验区位于德安县境内, 属亚热带湿润季风气候区, 气候温和, 雨量充沛, 四季分明。多年平均降水量为 1 350 mm, 多年平均气温 16.7 e, 年日照时数 1 650~2 100 h, 多年平均无霜期 249 d。

定位试验样地布设区域以浅丘岗地地貌为主, 地形较为破碎。土壤主要为第四纪红色黏土发育而来的侵蚀性红壤, 土壤表土或亚表土遭受侵蚀, 地表裸露, 地力瘠薄, 质地多为轻黏土, 侵蚀类型以沟蚀为主, 侵蚀程度为中度。地带性植被属亚热带常绿阔叶林, 现存植被类型以灌丛为主, 垦殖利用后的人工植被类型主要有农作物、油茶、果树、茶叶等。

2 试验材料及试验布设

采取定位试验方法, 建立固定的试验区样地。单个草本试验样地面积为 120 m², 每个草本品种设置 3 次重复。连续 3 a 在野外试验比较。

2002 年春季开始播种, 播种条带宽 0.30 m。播前整地, 深度为 15~20 cm, 播后薄覆土。生长过程中不施肥, 不灌溉, 只在苗期进行除杂草的管理。

宁都试验区草本品种有百喜草(*Paspalum notatum* Flugge)、马唐(*Digitaria sanguinalis*)、棕叶狗尾草(*Setaria palmifolia*)、圆果雀稗(*Paspalum orbiculare*)、宽叶雀稗(*Paspalum wettsteinii* Hack2el)、鸡眼草(*Kummerowia striata* (Thunb.) Schindl)、茅花雀稗(*Paspalum dilatatum*)、柱花草 1(*Stylosanthes guianensis* (Aubi) SW 2)、糖蜜草(*Melinis minuciflora*)、荻草(*Triarrhena lutarioriparia* var. *lutarioriparia*)、虾花草(*Rhizoma Woodwardiae Japonica*)。德安试验区草本品种有百喜草(*Paspalum notatum* Flugge)、黑麦草(*Lolium L.*)、狗牙根(*Cynodon dactylon*)、假俭草(*Eremochloa ophiuroides*)、类地毯草(*Axonopus affinis*)、宽叶雀稗(*Paspalum wettsteinii* Hackel)、画眉草(*Eragrostis pilosa*)、苏丹草(*Sorghum sudanense*)、结缕草(*Zoysia Japonica*)、茅花雀稗(*Paspalum dilatatum*)

3 试验研究的内容与方法

(1) 物候期观测。每小区调查 25 株。

(2) 成活率和保存率。翌年 5 月调查保存率, 连续调查 3 a。

(3) 生长发育调查。10 月底或 11 月初对所有品种的株高、地径、冠径、分枝(分蘖), 覆盖度用线段法调查、生物量用收获法进行调查, 每区按对角线法调查 5 个 1 m² 小区生物量, 换算成 1 hm² 的生物量。

(4) 根系调查。本研究采用挖掘剖面法、冲洗法测定牧草根密度、根重、根体积、根幅、根直径、根长等根系参数。

(5) 枯落物的浸水容重。分别在处理区标准地内采用随机取样的方法, 选定面积 1 m², 重复 2~3 次。记载地上物风干后重量。称重后浸入水中 24 h 捞出, 不滴水时称重, 以湿重减去干重, 除以样方面积, 即为地上部分浸水容量。

(6) 土壤有机质分析。试验前后分别取 0) 20 cm 土层混合样, 采用重铬酸钾法进行分析。

(7) 数据处理。本研究用 DPS 软件中相关的程序处理。

表 2 各项评价指标的分级界限值

试验区	C_j	优	较优	良	较差	差	级距	差值
宁都试验区	$C_1/\%$	87.00	77.80	68.50	59.30	50.00	9.30	37.00
	$C_2/\%$	98.00	88.50	79.00	69.50	60.00	9.50	38.00
	$C_3/\text{支}$	28.00	21.70	15.40	9.00	2.70	6.30	25.30
	$C_4/\%$	100.00	85.00	70.00	55.00	40.00	15.00	60.00
	C_5/mm	1.90	1.50	1.10	0.70	0.40	0.40	1.50
	$C_6(\text{t}\#\text{hm}^{-2})$	30.10	22.73	15.37	8.00	0.63	7.37	29.47
	$C_7(\text{t}\#\text{hm}^{-2})$	67.00	50.83	34.67	18.50	2.33	16.17	64.67
	$C_8(\text{g}\#\text{kg}^{-1})$	10.50	9.30	8.10	6.90	5.70	1.20	4.80
德安试验区	$C_1/\%$	80.00	66.30	52.50	38.80	25.00	13.80	55.00
	$C_2/\%$	98.00	76.00	54.00	32.00	10.00	22.00	88.00
	$C_3/\text{支}$	26.00	20.00	13.90	7.90	1.80	6.10	24.20
	$C_4/\%$	100.00	87.50	75.00	62.50	50.00	12.50	50.00
	C_5/mm	3.60	3.00	2.40	1.80	1.20	0.60	2.40
	$C_6(\text{t}\#\text{hm}^{-2})$	30.05	23.89	17.73	11.57	5.41	6.16	24.64
	$C_7(\text{t}\#\text{hm}^{-2})$	26.00	20.48	14.95	9.43	3.90	5.53	22.10
	$C_8(\text{g}\#\text{kg}^{-1})$	16.60	15.50	14.40	13.30	12.30	1.10	4.30

4.4 确定评价指标权重集(A)

水土保持植物适宜性是多种因素综合作用的结果, 不仅每一评价指标对适宜性的影响比较复杂, 而且指标之间也是相互联系相互制约的, 各个评价指标所占权重的大小, 在一定程度上也反映单个评价指标等级能力。评价指标权重集(A)的确定方法有很多种, 本次研究根据刘洋等人研究成果^[2], 利用层次分析法(AHP)原理, 通过建立指标梯阶层次结构(见图1), 构造两两比较判断矩阵(表3)6), 确定各个指标的权重, 赋予各指标的权重值。

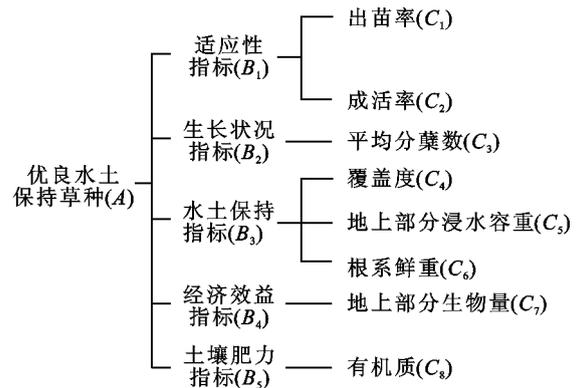


图 1 草本试验评价指标层次结构图

表 3 A) B 层判断矩阵

A	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	权重
B ₁	5/5	6/4	2/8	4/6	3/7	0.063 4
B ₂	4/6	5/5	1/9	2/8	1/7	0.033 3
B ₃	2/8	9	5/5	7/3	6/4	0.512 8
B ₄	6/4	5	3/7	5/5	4/6	0.129 0
B ₅	7/3	7	4/6	6/4	5/5	0.261 5

注: $K_{\max} = 5.237 5$, $C_1 = 0.017 5$, $R_1 = 0.328 7$, $C_R = 0.053 2 < 0.10$ 。

表 4 B₁) C 层判断矩阵

B ₁	C ₁	C ₂	权重
C ₁	5/5	6/4	0.5994
C ₂	4/6	5/5	0.4006

注: $K_{max} = 2, C_1 = 0, C_R = 0 < 0.10$ 。

表 5 B₃) C 层判断矩阵

B ₃	C ₄	C ₅	C ₆	权重
C ₄	5/5	7/3	6/4	0.6370
C ₅	3/7	5/5	4/6	0.1047
C ₆	4/6	6/4	5/5	0.2583

注: $K_{max} = 3.0385, C_1 = 0.0056, R_1 = 0.1690, C_R = 0.0331 <$

0.10 。

层次总排序一致性检验 $C_R = 0.0332 < 0.10$, 说明判断矩阵具有满意的一致性。因此, 评价指标权重

集 $A = \{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7, a_8\}$, 即 $\Delta = \{0.0380, 0.0254, 0.0333, 0.3271, 0.0540, 0.1317, 0.1290, 0.2615\}$ 中各分向量可作相应的评价因素。

4.5 模糊综合评判结果

在单因素评判矩阵(R)与评价指标权重集(A)求出之后, 建立模糊综合评判矩阵模型 $y = A \circ R$

$$y = \{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7, a_8\} \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & , & r_{15} \\ r_{21} & r_{22} & , & r_{25} \\ , & , & , & , \\ r_{81} & r_{82} & , & r_{85} \end{pmatrix}$$

根据上述计算模型, 得出各供试草本的评价结果, 并对结果进行相应的归一化处理, 按照模糊数学最大隶属度原则进行综合评价(见表 7)。

表 6 层次单排序及层次总排序

B 层	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	层次 C 总排序	序号
	0.0634	0.0333	0.5128	0.1290	0.2615		
C ₁	0.5994					0.0380	7
C ₂	0.4006					0.0254	8
C ₃		1				0.0333	6
C ₄			0.6370			0.3271	1
C ₅			0.1047			0.0540	5
C ₆			0.2583			0.1317	3
C ₇				1		0.1290	4
C ₈					1	0.2615	2

注: $C_1 = 0.0029, R_1 = 0.0867, C_R = 0.0334 < 0.10$ 。

表 7 供试草本适宜性评价结果(y 值)

试验区	品种	优	较优	良	较差	差	评语
宁都试验区	百喜草	0.9620	0.0084	0.0296	0.0000	0.0000	优
	糖蜜草	0.4883	0.2150	0.1308	0.1045	0.0609	优
	柱花草	0.0737	0.4476	0.1808	0.0980	0.1478	较优
	宽叶雀稗	0.1657	0.4229	0.0713	0.2109	0.1080	较优
	棕叶狗尾草	0.0849	0.3834	0.2614	0.2033	0.0671	较优
	鸡眼草	0.0000	0.3445	0.3340	0.2388	0.0533	较优
	马唐草	0.1527	0.2928	0.2144	0.1595	0.1805	较优
	圆果雀稗	0.0110	0.2463	0.5131	0.1259	0.0780	良
	荻草	0.0000	0.3053	0.0515	0.5010	0.1433	较差
	虾公草	0.0305	0.2977	0.0765	0.1469	0.4498	差
茅花雀稗	0.0540	0.0000	0.1743	0.1007	0.6674	差	
德安试验区	百喜草	0.7142	0.1161	0.0956	0.0638	0.0104	优
	画眉草	0.7286	0.2001	0.0434	0.0279	0.0000	优
	黑麦草	0.6709	0.1989	0.0624	0.0538	0.0140	优
	狗牙根	0.4624	0.1516	0.0846	0.1482	0.1532	优
	假俭草	0.4337	0.2148	0.0667	0.2746	0.0103	优
	苏丹草	0.2800	0.6461	0.0026	0.0028	0.0686	较优
	宽叶雀稗	0.1176	0.5267	0.0595	0.2098	0.1121	较优
	类地毯草	0.3433	0.0091	0.0874	0.3550	0.2052	较差
	茅花雀稗	0.0637	0.2467	0.0830	0.2409	0.3655	差
	结缕草	0.0000	0.0000	0.0035	0.0803	0.9162	差

根据评价结果可知,宁都试验区表现优或较优的草本有百喜草、糖蜜草、柱花草、宽叶雀稗、棕叶狗尾草、鸡眼草、马塘草;表现良或较差的有圆果雀稗和荻草;表现差的有茅花雀稗和虾花草。分析其原因主要是出苗率、成活率低,地上生物量小,难以适应花岗岩侵蚀区缺水缺肥的土壤条件。

德安试验区供试草本中表现优或较优的草本有百喜草、画眉草、黑麦草、狗牙根、假俭草、宽叶雀稗和苏丹草,可在试验区推广;表现较差的有类地毯草,应与其它优良草种进行混播;表现差的有茅花雀稗和结缕草,主要原因是草种根系分布浅,主根长都在 20 cm 以下,须根量少,地上生物量小,覆盖度低,难以适应第四纪红壤侵蚀区黏重瘠薄的土壤条件。

5 结论

(1) 对供试的 19 个草本植物进行评判,从中筛选出花岗岩侵蚀区 7 种优良品种和第四纪红壤侵蚀

区 7 种优良品种,从全省其它地区的推广种植情况来看,也与试验结果基本相符。

由此说明,选择出苗率、成活率、平均分蘖数、覆盖度、地上部分浸水容重、根系鲜重、地上部分生物鲜重、有机质等评价指标,建立矩阵,采用层次分析和模糊数学的原理进行模糊评判优选水土保持草本植物切实可行。

(2) 筛选出来的优良草本植物,可以在立地条件相似的红壤侵蚀区进行推广,在治理水土流失过程中,可以单独或以混播的方式进行栽植,水土保持效果明显。而表现良或较差可与其它优良草种进行混播,达到较明显的水土保持效果。表现差草本植物难以适应试验区的立地条件,不适宜种植。

[参 考 文 献]

- [1] 熊毅,李庆逵.中国土壤[M].北京:科学出版社,1987.
- [2] 刘洋.层次分析法在应用几个问题[J].温州大学学报,2002(4):67) 68.
- (上接第 198 页)
- [参 考 文 献]
- [1] 郭廷辅,段巧甫.水土保持径流调控理论与实践[M].北京:中国水利水电出版社,2004.
- [2] 张富.黄土丘陵区小流域生态特征及植物对位配置研究[J].水土保持学报,1991(2):46) 51.
- [3] 郭廷辅,段巧甫.径流调控理论是水土保持的精髓:四论水土保持的特殊性[J].中国水土保持,2001(11):1) 5.
- [4] 刘建国,马世骏.扩展的生态位理论[M].马世骏主编.现代生态学透视.北京:科学出版社,1990.72) 89.
- [5] 张光明,谢寿昌.生态位概念演变与展望[J].生态学杂志,1997,16(6):46) 51.
- [6] 李喆,朱金兆,朱清科.生态位理论及其测度研究进展[J].北京林业大学学报,2003,25(1):105) 107.
- [7] 朱春全.生态位态势理论与扩充假说[J].生态学报,1997,17(3):324) 332.
- [8] 王德利.植物生态场导论[M].吉林:吉林科学技术出版社,1994:187) 193.
- [9] 张富,胡朝阳.黄土高原植被对位配置技术研究[J].中国水土保持,2003(1):20) 21.
- [10] 汪习军.对黄土高原水土流失治理的几点认识[J].中国水土保持,1999(12):17) 19.
- [11] 王正秋.黄土高原造林中几个问题的思考[J].中国水土保持,2000,(4):37) 39.
- [12] 中国科学院黄土高原综合科学考察队编.黄土高原地区植被资源及其合理利用[M].北京:中国科学技术出版社,1991.
- [13] 张信宝.黄土高原植被建设的科学检讨和建议[J].中国水土保持,2003(1):17) 32.
- [14] 张富,李登贵,邱保华.小流域地形小气候研究:半干旱山区农林牧布局初探[J].甘肃省水土保持学会、甘肃省水土保持局编.甘肃省小流域治理学术研讨会论文集.1988.127) 132.
- [15] 吴钦孝,杨文治.黄土高原植被建设与持续发展[M].北京:科学出版社,1988.40) 59.
- [16] 梁一民.从植物群落学原理谈黄土高原植被建设的几个问题[J].西北植物学报,1999,19(5):26) 31.
- [17] 杨新民,杨文治,马玉玺.纸坊沟流域人工刺槐林生长状况与土壤水分条件研究[J].水土保持研究,1994,1(3):31) 35.
- [18] 陈云明,刘国彬,杨勤科.黄土高原人工林土壤水分效应的地带性特征[J].自然资源学报,2004(3):195) 200.
- [19] 张富.西北半干旱地区林地土壤水分动态研究[J].中国水土保持,1990(2):7) 35.
- [20] 高椿翔,高祯霞,朱成民.科技兴林建造合理的生态位结构[J].防护林科技,2000(1):44.