

蓼草根系特征及蓼草经济植物埂的水土保持功能*

朱钟麟¹ 卿明福¹ 刘定辉¹ 孙松国² 曹均成²

(1 四川省农业科学院农业部长江上游农业资源与环境重点实验室, 成都 610066)

(2 四川省三台县农业局, 四川绵阳 621700)

CHARACTERISTICS OF ROOT SYSTEM OF *EULALIOPSIS BINATA* AND ECOLOGICAL BENEFITS OF PLANT USED AS HEDGEROW FOR SLOPE STABILIZATION

Zhu Zhonglin¹ Qing Mingfu¹ Liu Dinghui¹ Sun Songguo² Cao Juncheng²

(1 Key Lab. of Ministry of Agriculture-Agricultural Resources and Environment in the Upper Reaches of Yangtze River

Sichuan Academy of Agricultural Sciences, Chengdu 610066, China)

(2 Agricultural Bureau of Santai County, Mianyang, Sichuan 621700, China)

关键词 经济植物埂; 蓼草; 根系; 水土流失; 经济效益

中图分类号 S152.7 文献标识码 A

植被是防止水土流失的主要因素。大量研究表明, 许多因素如土壤紧实度、容重、水稳性团粒、渗透性、水分状况以及有机质含量的动态变化, 均影响土壤的抗蚀性。这些因素的变化受制于覆盖于其上的植被类型^[1], 早在 20 世纪 60 年代, 朱显谟先生就指出, 生物措施是水土保持中最有效和最根本的方法^[2]。他认为土壤抗冲性的增强, 主要取决于根系的缠绕和固结作用。李勇等人对植物根系与土壤的抗冲性进行了系统的研究, 但这些研究多集中于西北地区及林木上^[3-5]。在我国南方对植物根系—土壤抗蚀性—水土保持的研究极少。

针对南方丘陵低山区复种指高、土块狭小、耕层浅薄、干旱严重的问题, 经济植物篱/埂技术兼顾生态、经济效益为一体, 是农区水土保持的一项重大技术。经济植物篱/埂是在土埂田坎上、坡耕地坡面上或退耕地上, 横坡带状种植的多年生、有一定经济效益的植物, 是农林(草)复合种植的新模式。蓼草(*Eulaliopsis binata*)属禾本科金茅属, 俗称龙须草, 是极具发展前景的经济植物埂品种。其适应性广, 耐旱、耐瘠力极强, 在四川、重庆、湖北等省常见, 是保护水土的优良草种。本试验首次对经济植物埂蓼草

的根系进行了定量研究, 为其水土保持功效提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

四川省三台县位于四川盆地中部偏北, 是典型的丘陵农业大县。人均耕地 0.05 hm², 63% 为旱坡耕地。全县平均降雨量 895 mm, 平均径流深 210 mm。本区是生态脆弱的高垦殖区。为防治严重的水土流失, 20 世纪 70 年代引进蓼草, 90 年代末在实施坡耕地稳定性试验中, 发现蓼草既有保持水土的良好作用, 又是优良的造纸原料, 因此作为经济植物埂大面积推广。

1.2 试验设计

1.2.1 蓼草根系研究 在该县里程乡狮嘴村选择典型的三年生的蓼草 1 窝, 采用剖面法和扫描法观测根系。剖面挖掘完竣后置入方格网, 以植株为中心横向 120 cm、向下 0~90 cm, 按每小格(10 cm × 10 cm × 10 cm) 取样。样方浸泡后用喷雾器冲洗根系, 保持在 5℃ 左右条件下, 用 WinRhizo 软件扫描测

* 国家“十五”重点科技攻关项目(2001BA606A-06)资助

作者简介: 朱钟麟(1941~), 女, 国家有突出贡献专家, 长期从事水土资源保护利用研究。E-mail: zhonglinzhu@tom.com

收稿日期: 2004-11-04; 收到修改稿日期: 2005-06-27

定根长、根表面积、根体积和根直径。实验在中国农业大学资源环境学院完成。

1.2.2 蓼草植物埂生态经济效益监测 在该村 23.8° 的陡坡耕地进行, 为粗沙质姜石黄泥, 中偏碱, 十分贫瘠干旱。小区宽 3 m、坡长 10.93 m, 投影面积 30 m², 用水泥筑埂建池。设未改造、坡改梯+ 地埂蓼草、坡改梯+ 全土蓼草(退耕还草) 3 个处理。每次降雨产流后用称量法和分流法测定泥沙、径流。蓼草 2001 年 5 月移栽, 记载种植蓼草的劳力、肥料投入, 每年 8 月和 11 月两次收割蓼草, 晒干, 记产。2003 年至 2004 年监测记载相关数据。

2 结果与讨论

2.1 蓼草根系的分布特征

2.1.1 蓼草的根系延伸范围及密度 从表 1 可见, 蓼草根系呈致密的网状分布, 三年生蓼草根系的入土深度在 90 cm 以上, 左右伸展各 60 cm 以上。根系密集区为植株周围 40 cm、深 0~ 50 cm 的土体, 密集区蓼草根系的平均密度为 1.76 cm cm⁻³; 其中, 植株左右各 30 cm、深 0~ 30 cm 为根系高密度区, 平均根密度为 2.76 cm cm⁻³。

表 1 蓼草根系的分布特征

距地表深度 (cm)	根系位置 ¹⁾											
	+ 60	+ 50	+ 40	+ 30	+ 20	+ 10	- 10	- 20	- 30	- 40	- 50	- 60
10	834	1 432	1 065	1 771	3 225	9 420	6 122	5 226	3 175	3 651	1 154	1 552
20	305	361	474	1 159	2 045	2 022	2 142	2 194	2 130	1 816	1 591	2 146
30	817	1 003	777	1 534	1 862	2 098	1 049	1 353	1 136	1 332	455	913
40	191	462	504	599	848	1 074	1 053	639	922	440	398	642
50	172	176	738	380	986	710	386	324	1 077	752	81	379
60	315	194	270	119	129	546	638	934	304	710	339	384
70	788	581	60	83	168	118	92	216	184	534	457	477
80	240	110	59	166	66	306	275	184	248	200	290	749
90	96	41	60	93	150	282	135	118	432	186	121	189

1) +、- 表示植株两侧

2.1.2 蓼草根系的生长特征 1 窝三年生蓼草, 在 108 000 cm³(宽 120 cm×厚 10 cm×深 90 cm) 的土体内, 蓼草的总根长为 98 714.9 cm, 根系总表面积为 10 139.7 cm², 根系总体积为 85.13 cm³, 这是蓼草

盘绕固结、土壤抗冲蚀的主要原因。在土层 50 cm 以内, 土体中根系的密度为 0.51~ 3.22 cm cm⁻³, 根系表面积为 0.05~ 0.37 cm² cm⁻³, 根系体积为 0.35×10⁻³~ 3.42×10⁻³ cm³ cm⁻³(表 2)。

表 2 蓼草根系的垂直生长特征

土层深度 (cm)	长度 (cm cm ⁻³)	表面积 (cm ² cm ⁻³)	体积 (cm ³ cm ⁻³)	平均直径 (mm)
0~ 10	3.22	0.37	3.42×10 ⁻³	0.35
10~ 20	1.53	0.15	1.21×10 ⁻³	0.32
20~ 30	1.19	0.11	0.78×10 ⁻³	0.29
30~ 40	0.65	0.06	0.45×10 ⁻³	0.29
40~ 50	0.51	0.05	0.35×10 ⁻³	0.30
50~ 60	0.41	0.04	0.28×10 ⁻³	0.28
60~ 70	0.31	0.03	0.25×10 ⁻³	0.31
70~ 80	0.24	0.03	0.21×10 ⁻³	0.33
80~ 90	0.16	0.02	0.14×10 ⁻³	0.34

表 2 可见, 随土层深度的增加, 蓼草根系的表面积和体积呈明显的递减趋势。蓼草根系的表面积和

体积与根系长度呈显著正相关, 其相关系数分别为 0.9958^{**}、0.9860^{**}。

蓼草的根系随土层的深度而递减,但特别值得重视的是根系的平均直径上下基本不变。蓼草根直径平均 0.32 ± 0.03 mm。

2.2 蓼草经济植物埂的效益监测

从表3可以看出,2003年、2004年各记录了7次产流降雨,产流降雨总量分别为517 mm和412 mm。坡改梯蓼草经济植物埂模式,每公顷年径流量和泥沙流失量比对照(未坡改梯、未建植物埂)的分别减少42.4%~45.6%和75.2%~86.4%;坡改梯退耕全土种植蓼草的,每公顷年径流量和泥沙流失量分别比对照减少60.2%~60.3%和94.7%~

95.8%。由此可见,蓼草植物埂有非常明显的固土保水功能,特别是退耕还草地种植蓼草生态效益更为明显。

根据监测资料,3至4年生的蓼草植物埂,蓼草产量12.84~13.34 $t\ hm^{-2}$;退耕还草种植满土蓼草,蓼草产量26.18~27.18 $t\ hm^{-2}$ 。按收购价500元 t^{-1} 计,植物埂模式与退耕还草模式的3至4年生蓼草收入,分别约为6500元 hm^{-2} 和13300元 hm^{-2} 。分别扣出肥料、人工等投入1200元 hm^{-2} 和1500元 hm^{-2} ,上述两种模式的蓼草纯收入分别约为5300元 hm^{-2} 和11800元 hm^{-2} 。

表3 蓼草植物埂对陡坡耕地的水土保持效果监测

产流时间 (yyyymm-d)	降雨量 (mm)	对照(未改造)		坡改梯+地埂蓼草 ¹⁾		坡改梯+全土蓼草 ²⁾	
		径流量 ($m^3\ hm^{-2}$)	泥沙流失 ($kg\ hm^{-2}$)	径流量 ($m^3\ hm^{-2}$)	泥沙流失 ($kg\ hm^{-2}$)	径流量 ($m^3\ hm^{-2}$)	泥沙流失 ($kg\ hm^{-2}$)
2003-05-11	110	175.1	0.0	90.0	0.0	67.5	0.0
2003-05-27	115	192.6	546	93.8	518	75.0	158
2003-06-26	35	32.5	0.0	20.0	0.0	20.0	0.0
2003-07-09	25	27.5	0.0	15.0	0.0	15.0	0.0
2003-07-14	130	410.2	2327	200.0	0.0	80.0	0.0
2003-07-28	45	52.5	921	45.0	0.0	30.0	0.0
2003-09-02	57	72.5	0.0	60.0	0.0	30.0	0.0
2003年合计	517	962.9	3794	523.8	518	317.5	158
2004-04-15	66	35.0	0.0	35.0	0.0	35.0	0.0
2004-04-22	16	10.0	0.0	10.0	0.0	10.0	0.0
2004-04-25	12	7.5	0.0	7.5	0.0	7.5	0.0
2004-06-29	49	30.7	0.0	27.5	0.0	25.1	0.0
2004-07-29	135	315.2	2402	150.0	440	75.0	150
2004-08-11	24	22.5	0.0	15.0	0.0	12.5	0.0
2004-08-31	110	165.1	450	92.6	267	67.5	0.0
2004年合计	412	586.0	2852	337.6	707	232.6	150

1) 坡改梯+地埂蓼草的蓼草产量:2003年为12.84 $t\ hm^{-2}$,2004年为13.34 $t\ hm^{-2}$;2) 坡改梯+全土蓼草的蓼草产量:2003年为27.18 $t\ hm^{-2}$,2004年为26.18 $t\ hm^{-2}$

3 结 论

为了防治日益严重的水土流失、增强坡耕地的稳定性,20世纪70年代末兴起的植物篱技术,在世界受到广泛关注。90年代该技术传入中国。国外的有关研究比较局限在水土保持效果好的豆科灌、乔木,如金银合欢、山毛豆以及香根草。这些品种不太适合我国国情,加之没有考虑经济效益,应用推广

受到限制。蓼草则是优良的土著本地资源。

对蓼草根系的定量化研究表明,蓼草根系极为发达,呈网状分布。3年后的蓼草经济植物埂能在坡面形成带状根冠层,既可通过相互缠绕盘结的根系来固定土壤,又可通过相互交错的冠层覆盖来减弱雨滴溅蚀力,因此具有良好的水土保持功能。蓼草强大的根系也使其在贫瘠的土壤甚至岩缝都能生长。

坡改梯发展蓼草经济植物埂后,坡耕地降雨径

流减少 40%~60%, 坡耕地土壤侵蚀减少 75%~96%。表明蓼草是极好的固土防冲植物, 蓼草植物埂防止土壤侵蚀的作用大于减少地表径流的作用。

坡改梯是坡耕地改造的一项重要措施。采用石埂牢固性好, 但投资大; 采用坭埂投资虽少, 但易垮塌; 而坭埂加经济植物埂, 则可取前两者之长。据测算与调查, 坡改梯后, 在坡度 13° 时, 田面宽 3.5 m, 埂长约 190 m; 坡度到 18° 时, 田面宽 3 m, 埂长约 210 m; 而坡度 23° 时, 田面宽 2.6 m, 埂长约 250 m, 这些坭埂均可发展蓼草。加之在坡耕地改造工程中, 改条石砌埂为土埂+ 蓼草经济植物, 可以节省投资 1/2 以上。因此, 蓼草经济植物埂值得大力推广。

致谢 衷心感谢中国农业大学资源与环境学院张宝贵教授对蓼草根系分析的支持和帮助。

参考文献

- [1] 李鹏, 李占斌, 郑良勇, 等. 植被保持水土有效性研究进展. 水土保持研究, 2002, 9(1): 76~80
- [2] 朱显谟. 黄土地区植被因素对于水土流失的影响. 土壤学报, 1960, 8: 110
- [3] 刘定辉, 李勇. 植物根系提高土壤抗侵蚀性机理研究. 水土保持学报, 2003, 17(3): 34~37
- [4] 刘国彬. 黄土高原草地植被恢复与土壤抗冲性形成过程. 水土保持研究, 1997, 4(5): 122~128
- [5] 李勇著. 黄土高原植物根系与土壤抗冲性. 北京: 科学出版社, 1992. 55~64