

沙棘植物对砒砂岩沟道土壤改良效应的研究

杨方社^{1,2}, 李怀恩², 杨寅群², 乔旺林³

(1. 西北大学 城市与环境学院, 陕西 西安 710069; 2. 西安理工大学 水利水电学院, 陕西 西安 710048; 3. 鄂尔多斯市水土保持科学研究所, 内蒙古 鄂尔多斯 017000)

摘要: 基于内蒙古砒砂岩地区准格尔旗东一支沟沙棘植物柔性坝野外水保试验, 根据监测的土壤有机质数据, 运用比较与统计分析的方法, 研究了沙棘植物对沟道土壤的改良效应。结果表明, 沙棘植物的存在, 极大地提高了沟道土壤肥力, 改善了植物群落的生长环境, 对于该区生态环境的恢复与重建具有重要意义。沙棘柔性坝所形成的复合地表枯枝落叶层的腐殖质、根系的死亡代谢及分泌物都是沟道土壤有机质的重要来源; 沙棘植物柔性坝沟道 0—30 cm 土壤层的有机质含量平均值要高出对比沟 1.25 倍; 东一支沟沙棘柔性坝沟道土壤有机质含量从上游到下游表现出沿程增加的趋势; 各典型沙棘柔性坝沿土壤剖面的有机质含量平均值是相应对比沟的约 1.8 倍; 有机质沿土壤剖面的分布对比说明, 沙棘植物的存在改变了沟道有机质沿土壤剖面的分布, 这种分布有利于沙棘植物及砒砂岩沟道次生植物群落的生长与恢复。

关键词: 沙棘植物柔性坝; 土壤改良; 砒砂岩

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2010)01-0049-04

中图分类号: S153, S793

Effects of Seabuckthorn Plant on Gully Soil Improvement in Soft Rock Region

YANG Fang-she^{1,2}, LI Huai-en², YANG Yin-qun², QIAO Wang-lin³

(1. School of Urban and Environmental Science, Northwest University, Xi'an, Shaanxi 710069, China; 2. Institute of Water Resources and Hydroelectricity, Xi'an University of Technology, Xi'an, Shaanxi 710048, China; 3. Erdos Institute of Soil and Water Conservation Science, Erdos, Inner Mongolia 017000, China)

Abstract: The effects of Seabuckthorn plant on gully soil improvement were studied by measuring soil organic matter data and employing the methods of comparison and statistic analysis. Field soil and water conservation experiment on Seabuckthorn plant flexible dam was conducted in the east-one-branch valley in the representative soft rock region of Zhungeer County, Erdos City, Inner Mongolia. Results showed that gully soil fertility can be markedly boosted and the growth environment of plant community can be strikingly improved by Seabuckthorn plant. The plant is very significant for the restoration and reestablishment of the region's eco-environment. Idiographic conclusions are as follows: (1) The important resource of gully soil organic matter is the humus made of the multiple earth surface deadwood and defoliation from Seabuckthorn plant flexible dam and metabolism secretion of Seabuckthorn roots. (2) The mean organic matter in surface soil layer of 0—30 cm in gully with the Seabuckthorn plant flexible dam is 1.25 times over that of contrast gully. (3) The soil organic matter content has an increasing tendency from upstream to downstream in the east-one branch valley with Seabuckthorn flexible dam. (4) The mean soil organic matter content of all typical gullies with Seabuckthorn flexible dam in soil profile direction is about 1.8 times that of contrast gully. (5) The organic matter distribution in the soil profile direction is evidently changed by the growth of Seabuckthorn plant and this distribution can benefit the growth and restoration of Seabuckthorn plant and the attached gully plant community in soft rock region.

Keywords: Seabuckthorn plant flexible dam; soil improvement; soft rock region

收稿日期: 2009-05-22

修回日期: 2009-07-21

资助项目: 国家自然科学基金项目(50479067); 西北大学科研基金项目(okyqdf)

作者简介: 杨方社(1975—), 男(汉族), 陕西省武功县人, 博士, 讲师, 主要从事河流泥沙动力学及水土资源与环境方面的研究。E-mail: yangfangshe978@163.com; yangfangshe978@126.com。

沙棘是一种适应性很强的植物,可耐地表最低温度 - 50 和最高温度 60 。在降雨量不足 300 mm 的强干旱地区均能有效生长。沙棘的根系十分发达,以水平根系为主,具有很发达的皮层薄壁组织和多细胞皮,这使得沙棘易串根,分蘖萌生蔓延能力强,繁殖快,生物量大。当地的群众形象地比喻说“沙棘枝叶茂密,地上像一把伞,减少暴雨直接打击地面;枯枝落叶多,地面像一面毯,阻止地面冲刷;根系发达密集,地下像一张网,牢牢固持住土壤”,这表明沙棘具有良好的水土保持作用^[1-3]。

砒砂岩地区是黄土高原最集中的碎屑基岩产沙区,是黄河中游主要粗沙来源区,集中于晋、陕、蒙交界区域,该区是中外专家公认的“世界水土流失之最”。砒砂岩地区属风水混合侵蚀区,平均侵蚀模数为 $2.0 \times 10^4 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,属特剧烈土壤侵蚀区^[4-6]。本文在砒砂岩地区开展的沙棘柔性坝野外水土保持生态试验的基础上,根据监测的资料,通过与对比沟的对比,来分析探讨沙棘植物对沟道土壤肥力(主要表现为有机质的变化)的影响,以期反映沙棘植物对砒砂岩沟道土壤的改良效应。

1 试验概况

1.1 研究区概况

试验是在内蒙古自治区鄂尔多斯市(原伊克昭盟)境内的准格尔旗西召沟左岸东一支沟进行。准格尔旗属典型的砒砂岩地区,位于鄂尔多斯高原东南部,是较严重的沙尘暴多发区之一^[7]。该区土壤以黄绵土和栗钙土为主,局部出现黑垆土,多年平均降水量为 380 mm,近几年连续干旱不足 300 mm,且降水年内分布不均,7—8 月降雨量占全年降水量的 70%,年平均温度为 5.3 ~ 8.7 左右,气候属半干旱大陆性气候。东一支沟控制流域面积为 1.67 km²,沟长 1 628 m,上游有支、毛沟 36 条,总长 2 485 m,平均沟道比降为 4%。该区主要岩土的营养含量见表 1,沙棘植物柔性坝及布设概况参见文献[8]。

表 1 砒砂岩、黄土、风积沙的营养含量

岩土	有机质/ %	速效氮、磷、钾/(mg · kg ⁻¹)			pH 值
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
砒砂岩	0.65	35	1.9	60	8.8
黄土	0.56	29	2.0	86	8.9
风沙土	0.73	30	2.6	88	8.7

注:数据来源见文献[6];土样来自准格尔试验区荒坡 0—20 cm 土层。

1.2 测定断面及方法

为了研究沙棘植物柔性坝不同部位有机质沿纵

向和沿土壤剖面的变化规律,沿东一支沟从主沟沟头到 1[#] 谷坊上游沟口处分别对各典型坝分 C₂、上、中、下游 4 个断面采样(个别坝无 C₂ 断面)。坝内上、中、下游断面依次为顺水流方向植株第一行、中间一行和最后一行沙棘的断面,C₂ 断面为上游断面前 5 m 处。2005 年 10 月对各典型坝及对比沟不同部位沿土壤剖面取 0—10,10—20,20—30 cm;这 3 个土壤层进行了测验。2006 年 10 月对各典型坝及对比沟不同部位沿土壤剖面取 0—10,10—20,20—30,30—40,40—60,60—80,80—100 cm 这 7 个土壤层进行了测验。对比沟的上、中、下游采样断面分别在距沟口 287,149.5,87 m 处。所得土样经烘干后均用灼烧法进行有机质测试。

2 试验结果与分析

一般地,在植被的恢复过程中,随着土壤有机质、土壤 pH 值和容重降低,氮的矿化能力增强,土壤微生物量明显提高,酶活性增加,稳性团聚体数量和质量得到提高,土壤结构得到改善,土肥力得到提高。研究表明,有机质是土壤肥力最重要的组分之一,是评价土壤质量和健康状况的重要指标,在促进沟道地表植物群落恢复的过程中,沙棘植物与沟道土壤有机质相互影响,相互作用^[9-10]。

2.1 沙棘柔性坝与对比沟土壤有机质沿土壤剖面分布的对比

图 1a,图 1b 是 2005 年 10 月份测的典型柔性坝与对比沟的上游和中游断面土壤有机质对比图,从图 1a 中可明显地看出,沿柔性坝土壤剖面 0—30 cm 土壤层有机质明显高于对比沟 0—30 cm 土壤层的有机质,从图 1b 可见,1[#] 坝有机质平均高出对比沟 105%;2[#] 坝有机质平均高出对比沟 96%;6[#] 坝有机质平均高出对比沟 145%;0[#] 坝有机质平均高出对比沟 148.4%。另外,从图 1b 还可看出,东一支沟从上游坝到下游坝(1[#] 2[#] 6[#] 0[#])有机质沿程有逐渐增大的趋势。显然,柔性坝的存在,使得根系与上层土壤进行物质与能量的交换,改变了沟道的土壤理化性质,地表枯枝落叶层及杂草伴生植物调节了土壤—大气交界面的微水文效应,从而改善了土壤水分条件和有机质,使得沟道土壤条件朝着有利于伴生植物群落恢复的方向发展。

2006 年 10 月根据所测资料,将各典型沙棘植物柔性坝与对比沟相应部位沿土壤剖面深 100 cm 各土壤层有机质变化进行了对比。图 2 是典型坝及对比沟不同部位有机质沿土壤剖面分布。

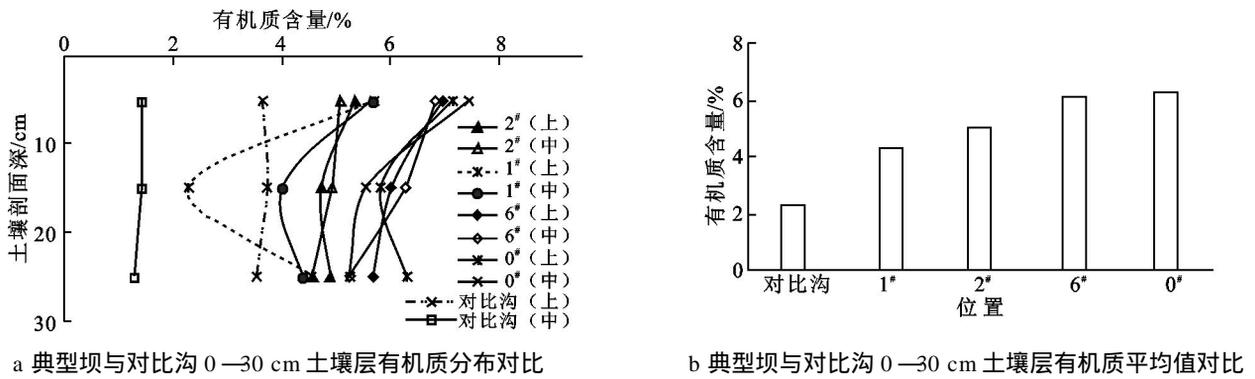


图 1 典型坝与对比沟土壤有机质含量对比

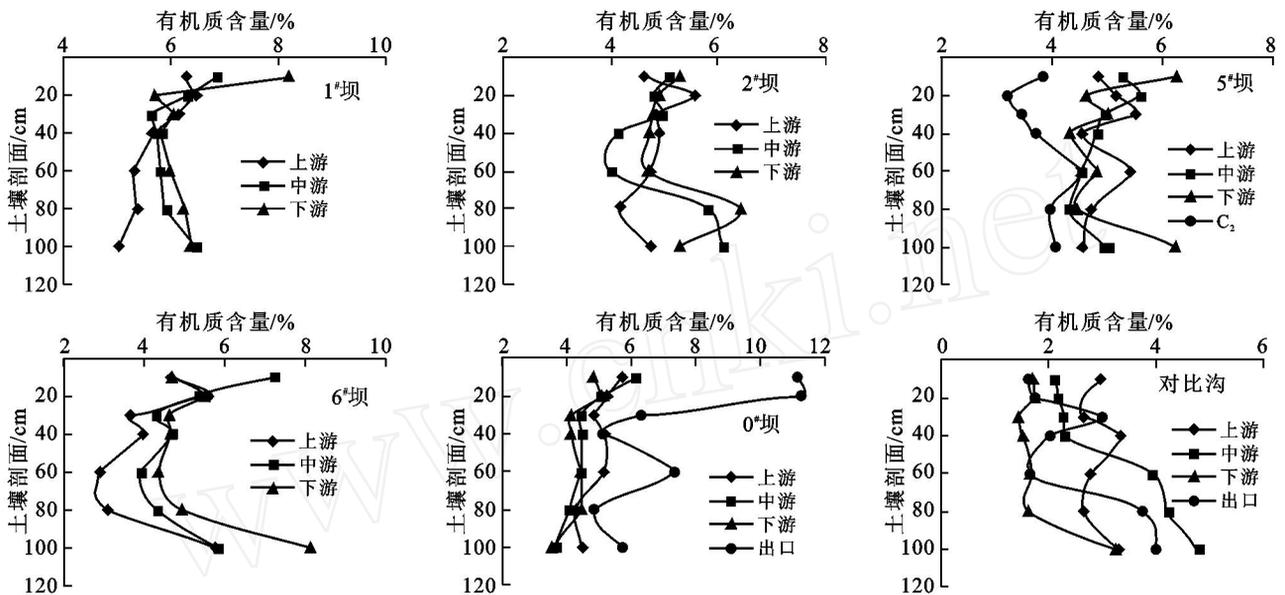


图 2 典型坝及对比沟不同部位有机质含量沿土壤剖面分布

由图 2 可看出,除 6# 坝外各坝有机质含量沿土壤剖面分布的形状几乎相同,呈现出“S”型,但 6# 坝呈现出“W”型,而且每一个坝体上游、中游和下游有机质含量土壤剖面分布也是类似的。

在剖面上部 0—40 cm 土壤层的有机质含量变幅较大,1#、2#、5# 和 0# 坝是随土壤层深度的增加,有机质含量逐渐减小,然后继续沿土壤层深度的增加而趋于稳定。6# 坝与其它的都不同,它的沿剖面变化是在 0—40 cm 土壤层沿深度迅速减小,在 40—80 cm 土层缓慢减小,在 80—100 cm 土层沿深度迅速增大。对比沟不同部位的有机质沿土壤剖面的变化与各坝显著不同,对比沟的变化是沿土壤深度的增加而逐渐增大,但其土壤剖面平均值显著小于各植物柔性坝的各部位。

造成这种现象的原因是沙棘植物柔性坝的存在,柔性坝沟道土壤地表植物群落的逐渐恢复,地表枯枝落叶层的腐殖质成为土壤有机质的重要来源,根系的死亡代谢及根系的分泌物都是土壤有机质的来源,从

而增加了土壤有机质,大大改善了土壤的有机质,并最终造成了植物柔性坝沟道土壤有机质沿土壤剖面分布这样的格局。

对比沟光秃秃的地表,由于缺乏植物群落,土壤有机质显得较为贫乏,有机质是沟道上游区域土壤侵蚀冲刷输移下来的土壤颗粒本身含有的有机质,含量甚少,而且对比沟的有机质沿土壤剖面分布与柔性坝土壤有机质沿剖面的分布恰恰相反,这就说明植物柔性坝可显著增加土壤有机质,并显著改变有机质沿土壤剖面的分布格局。

2.2 沙棘柔性坝与对比沟不同部位土壤有机质沿沟道纵向对比

图 3 是 2005 年 5 月沙棘植物柔性坝沟道与对比沟相应部位 0—10 cm 表层土壤有机质的对比。

从图 3 可看出,种有沙棘柔性坝的东一支沟相应部位的有机质含量显著高于对比沟,有机质含量平均值东一支沟是对比沟的约 1.8 倍,平均高出对比沟 80% 左右。

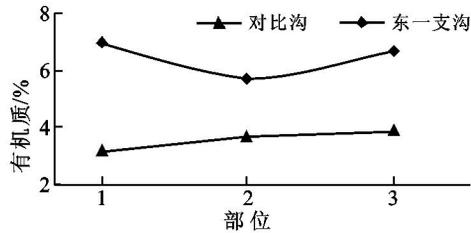


图3 东一支沟与对比沟相应部位的有机质含量对比(2005年5月)

图4是典型坝及对比沟不同深度土壤层平均值比较,表2是典型坝及对比沟不同部位各土壤层有机质含量平均值沿土壤剖面分布的统计参数。由图4和表2可见,对比沟上部0—40 cm土层、下部40—100 cm土层、整个0—100 cm土层的有机质含量是最低的,远远低于植物柔性坝的值。5[#] C₂断面(5[#]坝前淤积层)和对比沟是下部有机质含量平均值略高于上部,而柔性坝沟道土壤则大体是沿剖面上部有机质大于下部的,这也是植物柔性坝与对比沟显著不同的一个方面。从图4及表2可见,沿着沟道纵向,从上游至下游,从1[#] 2[#] 5[#] 6[#] 0[#] 0[#]坝出口

的方向,是有机质缓慢沿程降低,0[#]坝出口的土壤剖面有机质平均值是最高的,这可能是由于研究沟道东一支沟地势和0[#]坝出口植物群落的恢复有关,也与土壤水分沿剖面的淋溶、下渗、运移有关。1[#]谷坊上游0[#]坝附近土壤贫瘠,缺乏水分,难以种植农作物,而现在却变成了沟谷湿地,这说明植物柔性坝有恢复沟道湿地的可能,从而为发展沟谷湿地农业奠定了基础。

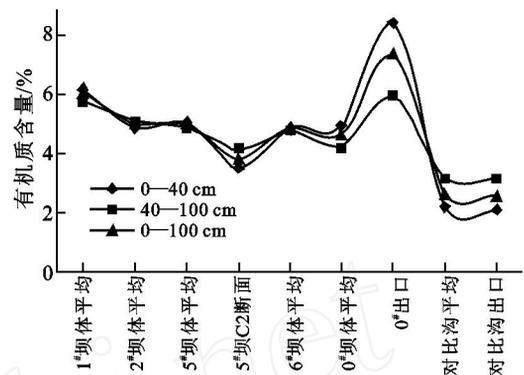


图4 典型坝及对比沟不同深度土壤层有机质含量平均值比较

表2 典型坝及对比沟不同部位各土壤层有机质含量平均值沿土壤剖面分布的统计参数

坝号	最小值/ %	最大值/ %	均值/ %	标准差	变异系数	95%置信区间/ %
1 [#]	5.68	7.10	6.05	0.49	0.08	5.59~6.50
2 [#]	4.48	5.46	4.98	0.37	0.07	3.45~5.64
5 [#]	4.47	5.44	4.97	0.36	0.07	4.65~5.32
6 [#]	3.71	6.57	4.86	1.03	0.21	3.91~5.80
0 [#] 坝体	3.87	5.54	4.64	0.55	0.12	4.12~5.15
0 [#] 出口	4.84	11.27	7.39	2.74	0.37	4.86~9.93
对比沟	2.13	3.78	2.62	0.59	0.23	2.07~3.17
对比沟出口	1.63	4.02	2.56	1.03	0.40	1.61~3.51

3 结论

研究结果表明,沙棘植物柔性坝是一种在严重干旱水土流失区恢复生态的良好生态工程,具有一定的优越性。东一支沟沙棘植物柔性坝沟道的土壤有机质含量要显著高于对比沟,因沙棘植物柔性坝的存在,地表枯枝落叶层的腐殖质、根系的死亡代谢及分泌物都是沟道土壤有机质的重要来源,显著地增加了砒砂岩沟底土壤有机质,改善了植物群落的生长环境,有力地促进了沟道土壤地表植物群落的恢复,大大提高了沟道土壤肥力。另外,沙棘植物的存在,也改变了沟道土壤有机质沿土壤剖面分布的格局,这种剖面分布格局有利于沟道地表植物群落的恢复,也有利于沟道湿地的恢复。

[参 考 文 献]

- [1] 杨芳. 沙棘的研究进展[J]. 第一军医大学分校学报, 2004, 27(1): 79-81.
- [2] 李代琼,梁一民. 沙棘改善环境的生态功能及效益的试验研究[J]. 国际沙棘研究与开发, 2004, 2(2): 6-11.
- [3] 陈彰岑,于德广,雷元静. 黄河中游多沙粗沙区快速治理模式的实践与理论[M]. 郑州:黄河水利出版社, 1999.
- [4] 王笃庆,马永林. 晋陕蒙接壤地区砒砂岩分布范围及侵蚀类型区划分[R]. 黄委会绥德水土保持科学试验站, 1994.
- [5] 李忠锋. 准格尔旗土地利用变化与影响因素分析[J]. 水土保持通报, 2003, 23(3): 42-44.
- [6] 金争平. 砒砂岩区水土保持与农牧业发展研究[M]. 郑州:黄河水利出版社, 2003.
- [7] 余海龙. 内蒙古准格尔旗雨水利用的环境效应分析[J]. 人民黄河, 2004, 126(5): 28-32.
- [8] 杨方社,李怀恩. 砒砂岩地区沙棘“柔性坝”拦沙与生态效应试验研究[J]. 水土保持通报, 2007, 27(1): 102-104.
- [9] 刘勇,李国雷. 密度调控对油松人工林土壤肥力的影响[J]. 西北林学院学报, 2008, 23(6): 18-23.
- [10] 常庆瑞,岳庆玲. 黄土丘陵区人工林地土壤肥力质量[J]. 中国水土保持科学, 2008, 6(2): 71-74.