

沙棘柔性坝对土壤有机质改善作用的试验研究

李怀恩¹, 李刚军¹, 张康¹, 张涛¹, 李贵²

(1. 西安理工大学 西北水资源与环境生态教育部重点实验室, 陕西 西安 710048;

2. 鄂尔多斯市水土保持科学研究所, 内蒙古 鄂尔多斯 017000)

摘 要: 于 2005 年在内蒙古准格尔旗西召沟小流域进行了野外调查、采样及室内土壤有机质含量测定试验。结果表明, 种植沙棘柔性坝的沟道土壤有机质含量远远大于未治理的对比沟, 从而证实了沙棘柔性坝具有显著地提高沟道的土壤有机质含量, 改善沟道土壤肥力生态效应。土壤有机质含量具有一定的垂向变化, 大多数情况下表层土壤的有机质含量高于中、下层土壤; 沟道及沙棘柔性坝的土壤有机质含量在纵向大致呈现由上游到下游缓慢递增的过程。沟道土壤有机质的这种纵向变化规律与沙棘植物柔性坝拦沙淤积厚度纵向变化规律相同。

关键词: 沙棘柔性坝; 砧砂岩地区; 土壤有机质; 沟道

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2007)06-0001-04

中图分类号: S793.6, S153.621

Experimental Study of the Effects of Seabuckthorn Flexible Dam on Soil Organic Matter Content

LI Huai-en¹, LI Gang-jun¹, ZHANG Kang¹, ZHANG Tao¹, LI Gui²

(1. Key Laboratory of Northwest Water Resources, Environment and Ecology of the Ministry of Education, Xi'an University of Technology, Xi'an, Shaanxi 710048, China;

2. Water Science Institute of Erdos City, Erdos, Inner Mongolia 017000, China)

Abstract: From the samples collected in field, in Xizhaogou watershed in Inner Mongolia, China in 2005. Soil organic matter content is measured in laboratory. The result indicated that the soil organic matter content in the gully with seabuckthorn flexible dam is much higher than that without the flexible dam. The flexible dam has the notable ecological effects of improving soil organic matter content and soil fertility in gully. At the same time, the result shows that soil organic matter content has a certain vertical variation, but the maximal value occurs in the surface soil layer in most cases. Soil organic matter content increases gradually from upstream to downstream in the gully with seabuckthorn flexible dams and in the dam body. This change is similar to the longitudinal change of sediment thickness in the gully with dams.

Keywords: seabuckthorn flexible dam; soft rock region; soil organic matter content; gully

1 引言

沙棘植物柔性坝主要是针对砧砂岩地区沟道比降大和沟谷坡脚存在着大量非径流产生的松散碎屑堆积坡裙物质, 以及暴雨洪水形成的沟道股流剪切力强和当地又无筑坝的细颗粒材料, 按照“以柔克柔”(针对松散颗粒构成的谷坡壁)和“以柔消能”(针对沟壑股流)的思路, 力求利用沙棘植物干枝构成的软工

程来改变沟壑的输水输沙性能, 以一定株距和行距在沟壑中垂直于水流方向, 梅花型种植沙棘所形成的既能透水又能溢流的柔性坝, 其目的是把泥沙就近拦截在沟壑中。

柔性坝筑坝采用的沙棘为中国沙棘(*Hippophae rhamnoides* L.), 属胡颓子科沙棘属的灌木或小半乔木, 喜阳光, 不耐阴, 耐干旱、贫瘠, 是优良的水土保持树种。

收稿日期: 2007-04-13

修回日期: 2007-06-04

资助项目: 国家自然科学基金“黄河粗沙区沙棘柔性坝水保效应原型试验与数学模拟”项目(50479067)

作者简介: 李怀恩(1960—), 男(汉族), 陕西省商南县人, 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事生态水文与环境保护研究。E-mail: lhuaien@mail.xaut.edu.cn.

1995 年毕慈芬等人选择内蒙古鄂尔多斯市(原伊克昭盟)准格尔旗西召乡西召沟小流域进行野外试验^[1],开始布置沙棘柔性坝,并进行了大量柔性坝拦沙方面的试验研究。1995—1996 年春毕慈芬等在西召沟左岸东一支沟 1[#] 谷坊以上布设柔性坝 9 座^[2],其中主沟 5 座,左右支沟各 2 座。具体布设见东一支沟沙棘柔性坝坝系平面布置图(图 1)。

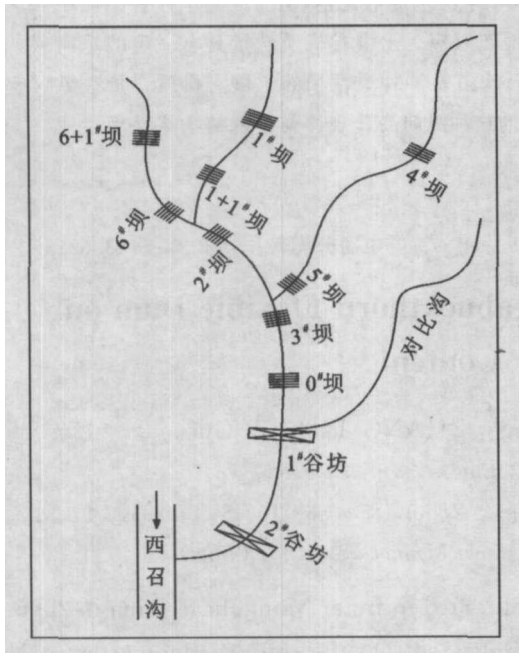


图 1 东一支沟柔性坝平面布置示意图

随后,当地有关部门在西召沟其它支沟等种植了大量的沙棘柔性坝。根据姚文艺等人的研究,流域治理对生态环境因子有一定的影响^[3],可以改善土壤理化性质,提高土壤肥力,从而可以提高林草植被覆盖度,恢复和保护生物多样性。陈云明等人的研究也发现^[4],人工树林冠层郁闭和枯枝落叶层覆盖,能防止雨滴对地表的击溅作用,避免结皮形成。枯枝落叶层的分解和根系的穿透、腐烂作用,可以增加土壤有机质含量和孔隙度,改善土壤理化性质,提高土壤入渗性能^[5-6]。淤地坝拦沙淤积的累积也会带来有机质的累积^[7-8]。

实践证明,沙棘植物柔性坝植栽后发挥了明显的拦沙淤积作用^[1],淤积体的形成使得沟道河床抬升,河床比降趋于平坦,水土流失也随之减少。但有关沙棘柔性坝对土壤有机质及肥力影响方面的研究尚未见报道。实际上沙棘柔性坝的拦沙淤积与淤地坝有着类似的效果。作者通过调查发现种植沙棘植物柔性坝的沟道植被覆盖率大大提高,植物种类也开始增多,生物多样性得到明显改善,表明沙棘植物柔性坝

在砒砂岩地区生态恢复方面具有明显作用。为探究其机理,本文拟通过试验研究沙棘植物柔性坝对土壤有机质的影响。

2 土壤有机质试验

土壤样品于 2005 年 10 月在西召沟部分现有沙棘柔性坝采集。考虑到东一支沟发育典型,具有完整的沙棘柔性坝体系且设有采样对比沟,所以将其作为主要研究对象,分别在 1[#] 坝,6[#] 坝,2[#] 坝,0[#] 坝以及对对比沟内采样(见图 1);同时,为了分析柔性坝内土壤有机质的变化规律,又分别在西召沟内东一支沟的上游选取东六支沟和西七支沟沟口处各 1 座柔性坝进行采样。

为便于分析比较,具体采样方案为:东六支沟 1[#] 坝及西七支沟 1[#] 坝,每个柔性坝选取上 2,上游、中游 3 个断面取土壤样品,上游及中游断面分别为顺水流方向坝体种植第一排、中间一排沙棘的断面,上 2 断面是坝体上游断面以上 15 m 处的淤积断面;东一支沟 1[#] 坝,2[#] 坝及 0[#] 坝各选取上游、中游、下游 3 个断面取土壤样品,上游、中游断面的位置同上,下游断面为坝体种植最后一排沙棘的断面;东一支沟 6[#] 坝选取 4 个断面取土壤样品,断面位置同上;对比沟选取上游、中游、下游 3 个断面取土壤样品,断面位置采用文献^[8]对沟道上中下游的划分方法,上、中、下游采样断面分别距沟口 287,149.5,87 m。每个断面均在沟道中部采样,取土深度分 0—10,10—20,20—30 cm 3 层,共采集土壤样品 57 个。

土壤有机质测定采用焚烧法进行^[9]。先将土壤样品置于烘箱内以 105 ℃~110 ℃ 的温度加热 8~10 h,烘干土壤中的水分,而后再将烘干的土壤样品通过孔径 2 mm 筛子除去土中的植物根系等杂质,最后再将通过筛孔的土壤样品置于马福炉中,在 800 ℃ 下焚烧 2 h,损失量即为有机质的含量。土壤有机质测定结果见表 1。

3 实验结果分析

3.1 横向对比分析

土壤有机质的横向对比分析主要是对不同沟道内沙棘植物柔性坝对土壤有机质的影响、以及对种植沙棘柔性坝的沟道与未种植柔性坝沟道土壤有机质之间的差异进行分析对比。将各断面上、中、下 3 层土壤样品所测土壤有机质进行算术平均得到断面平均的土壤有机质状况,结果如表 2 所示。

表1 土壤有机质测定结果表

编号	取样位置	土层深度/cm	有机质/%	编号	取样位置	土层深度/cm	有机质/%
1	对中	0-10	1.448	30	6#上2	20-30	5.180
2	对中	10-20	1.425	31	西7上2	0-10	8.500
3	对中	20-30	1.299	32	西7上2	10-20	7.197
4	对下	0-10	2.443	33	西7上2	20-30	6.552
5	对下	10-20	1.009	34	西7上	0-10	8.441
6	对下	20-30	0.841	35	西7上	10-20	7.187
7	对上	0-10	3.660	36	西7上	20-30	7.276
8	对上	10-20	3.751	37	西7中	0-10	7.150
9	对上	20-30	3.544	38	西7中	10-20	5.678
10	东6上	0-10	7.356	39	西7中	20-30	6.375
11	东6上	10-20	7.382	40	0#上	0-10	7.166
12	东6上	20-30	7.286	41	0#上	10-20	5.835
13	东6上2	0-10	7.552	42	0#上	20-30	6.307
14	东6上2	10-20	7.584	43	0#中	0-10	7.464
15	东6上2	20-30	7.306	44	0#中	10-20	5.549
16	东6中	0-10	7.164	45	0#中	20-30	5.257
17	东6中	10-20	8.035	46	2#上	0-10	5.372
18	东6中	20-30	7.524	47	2#上	10-20	4.748
19	6#下	0-10	6.782	48	2#上	20-30	4.916
20	6#下	10-20	6.514	49	2#中	0-10	5.099
21	6#下	20-30	5.910	50	2#中	10-20	4.929
22	6#中	0-10	6.822	51	2#中	20-30	4.594
23	6#中	10-20	6.297	52	1#上	0-10	5.710
24	6#中	20-30	5.255	53	1#上	10-20	2.298
25	6#上	0-10	6.964	54	1#上	20-30	4.563
26	6#上	10-20	6.019	55	1#中	0-10	5.664
27	6#上	20-30	5.692	56	1#中	10-20	4.008
28	6#上2	0-10	7.142	57	1#中	20-30	4.399
29	6#上2	10-20	5.910				

表2 不同沟道及断面平均土壤有机质 %

断面位置	对比沟	东一支沟 东六支沟 西七支沟		
		0#坝	1#坝	1#坝
上2	—	—	7.481	7.417
上	3.652	6.436	7.341	7.635
中	1.390	6.090	7.575	6.401
下	1.431	—	—	—

从表2可以看出种植有柔性坝的沟道断面平均土壤有机质含量都远远大于未治理的对比沟。种植柔性坝的断面平均土壤有机质最大可为对比沟的5倍之多。根据土壤有机质含量参考指标,土壤有机质含量小于1.5%视为极低,而土壤有机质大于5%视为极高,因此,种植沙棘柔性坝显著地提高了沟道的土壤有机质含量,改善了沟道土壤的肥力。

表2表明,东六支沟1#坝及西七支沟1#坝的断面平均土壤有机质含量比东一支沟0#坝稍高,这可能是由于东六支沟及西七支沟位于西召沟流域上游,沟壑密度大,较少受到人类活动的影响,因此土壤有机质损失较少,且相应的植被生长也较好。此外,对比沟上游断面平均土壤有机质含量较高,达3.652%,这可能是由于对比沟沟头的坡面上有耕地引起的。

3.2 垂向对比分析

土壤有机质的垂向变化是指土壤有机质沿土层深度的变化,将土层0-10 cm作为上层,10-20 cm作为中间土层,20-30 cm作为下层。

由表1可见,相同位置土壤有机质的垂向变化,但总的来说变化不大,大多数情况下都是表层土壤的有机质含量最高。为了获得定量概念,除对比沟外对所有测点上、中、下3层土壤有机质含量从大到小进行排序统计,其中共出现了6种组合,每种组合都有

相应的出现频率,结果如表 3 所示。表中“上>下>中”表示上层土壤的有机质含量大于下层,下层含量大于中层。

从表 3 可以看出,表层土壤有机质含量最大的频率达到 81.25%;中层土壤有机质最大出现的频率为 18.75%;下层土壤有机质最大出现的频率为 0。

表 3 土壤有机质垂向分布顺序频率

土壤有机质含量顺序	上>中>下	上>下>中	中>上>下	中>下>上	下>上>中	下>中>上
频率 / %	43.75	37.50	12.50	6.25	0	0

土壤有机质富集于表层,有利于浅根系植物的生长吸收,有利于植物幼苗的存活,从而有利于砒砂岩地区沟道植被的较快恢复。

3.3 纵向对比分析

土壤有机质的纵向变化是指土壤有机质含量沿沟道中上下游,以及沿坝体的变化。1#坝,2#坝及0#坝分别位于东一支沟主沟的上、中、下游,分别将其各断面各土层深度的土壤有机质含量进行平均,可以反映东一支沟上、中、下游土壤有机质的变化(图

2)。对于沙棘柔性坝坝体内土壤有机质的纵向变化,选取 6#坝 4 个断面求各断面的平均土壤有机质含量来分析,结果见图 3。

从图 2—3 可以看出,东一支沟及 6#坝的土壤有机质含量,沿纵向都是大致呈现由上游到下游小幅递增的过程。土壤有机质这种纵向变化规律与沙棘植物柔性坝拦沙淤积厚度的纵向变化规律相同^[1-2]。随着沙棘及伴生植物的生长,淤积体的有机质含量也逐渐提高,从而增强土壤肥力。

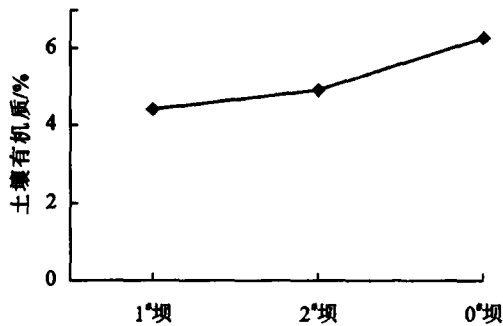


图 2 东一支沟土壤有机质纵向变化

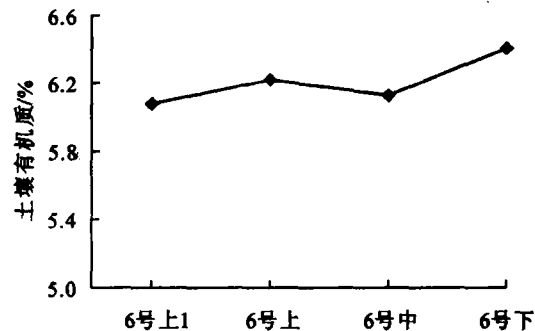


图 3 6#柔性坝土壤有机质纵向变化

4 结论

(1) 对比试验表明,种植了沙棘柔性坝的沟道土壤有机质含量远远大于未种植的对比沟,从而证实了沙棘柔性坝能显著地提高沟道土壤有机质的含量。

(2) 土壤有机质含量具有一定的垂向变化,大多数情况下表层土壤的有机质含量高于中、下层;

(3) 沟道及沙棘柔性坝内的土壤有机质含量,在纵向大致呈现由上游到下游缓慢递增的过程,沟道土壤有机质的这种纵向变化规律与沙棘植物柔性坝拦沙淤积厚度纵向变化规律相同。

【参 考 文 献】

[1] 毕慈芬,乔旺林.沙棘柔性坝在砒砂岩地区沟道治理中的试验[J].沙棘,2000,13(1):28—34.
[2] 毕慈芬,李桂芬,于倬德,等.砒砂岩地区植物“柔性坝”试验技术总结(1995—2001)[R].黄河上中游管理局,2002:97—101.

[3] 姚文艺,李占斌,康玲玲.黄土高原土壤侵蚀治理的生态环境效应[M].北京:科学出版社,2005.
[4] 陈云明,刘国彬,徐炳成.黄土丘陵区人工沙棘林水土保持作用机理及效益[J].应用生态学报,2005,16(4):595—599.
[5] 侯喜禄,白岗栓,曹清玉.刺槐、柠条、沙棘林土壤入渗及抗冲性对比试验[J].水土保持学报,1995,9(3):90—95.
[6] 李勇,徐晓琴,朱显谟,等.黄土高原植物根系强化土壤渗透力的有效性[J].科学通报,1992(4):80—83.
[7] 李勇,白玲玉.黄土高原淤地坝对陆地碳贮存的贡献[J].水土保持学报,2003,17(2):1—4.
[8] 杨具瑞,方铎,毕慈芬,等.砒砂岩区小流域沟冻融风化侵蚀模型研究[J].中国地质灾害与防治学报,2003,14(2):87—93.
[9] 劳家桢.土壤农化分析手册[M].北京:农业出版社,1988.