

# 地震滑坡区覆盖生态毯对土壤湿度和养分的影响

姬慧娟<sup>1</sup> 徐国栋<sup>2</sup> 张利<sup>3</sup> 马文宝<sup>1</sup> 文艺<sup>1</sup> 何建社<sup>3</sup> 刘兴良<sup>1\*</sup>

(1. 四川省林业科学研究院, 四川 成都 610081; 2. 中国华西工程建设有限公司, 四川 成都 610081;  
3. 阿坝州科学技术研究院, 四川 汶川 623000)

**摘要:** 为了研究生态毯覆盖对土壤湿度和养分的影响, 首次将生态毯应用于地震滑坡区砾石泥沙堆积区和泥沙堆积区。结果表明: 铺设生态毯的土壤含水量均高于裸地的; 各层的土壤水分含量随干旱日数的增加呈下降的趋势, 生态毯的下降趋势较为平稳; 保水效果为椰纤维生态毯 > 秸秆 + 椰纤维生态毯 > 秸秆生态毯 > 裸地。覆盖生态毯可以提高土壤有机质含量和 pH 值; 土壤速效 N、P、K 和全 N、全 P、全 K 的含量也有一定程度的提高。铺设生态毯能有效固定地震滑坡区的砾石泥沙, 改善土壤的水热条件, 进而增加根系、微生物的活动和植被有机体的积累, 促进枯落物的分解, 逐步提高土壤中的养分含量。

**关键词:** 生态毯; 土壤湿度; 土壤养分; 地震滑坡区

中图分类号: S718.5 文献标识码: A 文章编号: 1003-5508(2014)06-0047-04

## The Effect of Applying the Eco-blanket on the Soil Moisture and Nutrient in Landslide Areas Caused by the Earthquake

Ji Hui-juan<sup>1</sup> XU Guo-dong<sup>2</sup> ZHANG Li<sup>3</sup> MA Wen-bao<sup>1</sup>  
Wen Yi<sup>1</sup> HE Jian-she<sup>2</sup> LIU Xing-liang<sup>1\*</sup>

(1. Sichuan Academy of Forestry, Chengdu 610081, Sichuan, China;  
2. China Huaxi Engineering Design & Construction Co., Ltd., Chengdu 610081, Sichuan, China;  
3. Aba Prefecture Institute of Science and Technology, Wenchuan 623000, Sichuan, China)

**Abstract:** In order to study the effect of eco-blanket covering on soil moisture and nutrients, the eco-blanket is firstly applied to the gravel sediment accumulation area and sediment accumulation area in landslide areas caused by the earthquake. The results showed that the moisture of soil covered with the eco-blanket was higher than that of bare oil; the moisture content of each layer soil was downward with the number of drought days increasing, while the declining of the soil covered with the eco-blanket was relatively stable; water retention effect was as follows: coconut fiber eco-blanket > straw + coconut fiber eco-blanket > straw eco-blanket > bare land. The eco-blanket coverage could increase soil organic matter content and pH value; soil available N, P, K and total N, P, K content also improved to some extent. Laying the eco-blanket could fix the gravel sediment effectively in landslide areas caused by the earthquake and improve soil water and heat conditions, thus increasing the activity of roots and microbial and the accumulation of vegetation organisms, promoting the decomposition of litter and gradually improving the soil nutrient content.

**Key words:** Eco-blanket, Soil moisture, Soil nutrient content, Landslide areas caused by the earthquake

滑坡是 5·12 汶川大地震诱发的主要次生灾害, 分布范围广、数量多、规模大、危害严重。雨季来临时, 这些不稳定的边坡在强降雨条件下, 极易失稳, 形成更多的滑坡崩塌。同时, 滑坡为泥石流活动

收稿日期: 2014-09-01

基金项目: 国家林业局 948 项目“地质灾害多发区滑坡生态毯植被恢复技术引进”(2012-4-74)。

作者简介: 姬慧娟(1982-), 女, 助理研究员, 主要从事森林生态研究, ybsc02@163.com。

\* 通讯作者: 刘兴良(1963-), 男, 研究员, 主要从事高山森林生态学研究, liuxingliang@126.com。

提供了丰富的松散固体物质,必将加剧泥石流灾害<sup>[1]</sup>。所以采取合理有效的措施治理滑坡就成了当前亟需解决的问题。传统的边坡治理形式主要采用浆砌石、混凝土等工程措施,造价较高,而且形成刚性裸露硬面层,对环境保护不利<sup>[2]</sup>。边坡生态防护可以很好地弥补这一缺点。边坡生态防护又叫“植物固坡<sup>[3]</sup>”、“坡面生态工程”,国外定义为“用活的植物,单独用植物或者植物与土木工程和非生命的植物材料相结合,以减轻坡面的不稳定性 and 侵蚀”<sup>[4]</sup>,其途径与手段是通过种植植物,利用植物与岩土体的相互作用(根系锚固作用)对边坡表层进行防护和加固<sup>[5]</sup>。在常用的边坡生态防护形式中,生态毯边坡防护技术以其良好的经济效益和社会效益越来越受到人们的关注<sup>[6]</sup>,生态毯边坡防护是国外近十多年新开发的一项集坡面加固和植物防护于一体的复合型边坡植物防护措施,是通过特殊工艺将植物纤维层和草种、营养土混合物及木浆纸层聚合形成的三维复合草毯结构<sup>[7]</sup>,提供土壤防侵蚀控制保护层和植物生长基质、养料及水分的边坡绿化防治新技术。

目前,国内的研究主要集中在生态毯对河滩造林地土壤温湿度、土壤养分和抑制杂草方面<sup>[8-11]</sup>,关于生态毯在震后滑坡区对土壤湿度和养分的影响方面的研究还未见报道。本文通过实验观测,对地震滑坡区生态毯全铺和裸地的土壤湿度和养分进行比较分析,研究生态毯对地震滑坡区土壤湿度和养分的影响,为地震滑坡区生态毯植被恢复提供理论基础和依据。

## 1 试验区概况

试验区位于汶川县银杏乡麻柳坪(103°32′ E ~ 31°26′ N),平均海拔1 300 m ~ 1 600 m,年均温

15.1℃,年均降雨量859 mm,降雨多集中在5月~9月,夏季雨水集中,又加上地震后土体松动,易造成滑坡、泥石流,是地质灾害多发区。试验区是经过整地处理的地震滑坡区,滑坡后受损山体坡面分为砾石泥沙堆积区和泥沙堆积区。

## 2 试验材料与方法

### 2.1 试验材料

采用由德国 RNG 公司技术生产的生态毯,分别以椰纤维、秸秆、秸秆+椰纤维为基质,宽2 m,长50 m。分上网、植物纤维层、种子层、木浆纸层、下网五层结构。主要供试灌木为紫穗槐,草本为波斯菊、高羊茅和紫花苜蓿。

### 2.2 试验方法

#### 2.2.1 土壤湿度的测定

使用土壤水分速测仪(Trase),在2013年9月中旬,挑选连续晴朗的天气,对铺设生态毯和裸地土壤含水量进行了连续9 d的测定。土壤含水量测定分两个层次(0 cm ~ 10 cm, 10 cm ~ 20 cm),在每个层次重复测定6次。

#### 2.2.2 土壤养分的测定

在生态毯铺植1年后,分别在秸秆+椰纤维生态毯区域和裸地随机各设3个小区,在每个小区内按S形布设5个点,按0 cm ~ 5 cm和10 cm ~ 15 cm层次采集土壤混合样品,测定土壤pH值、有机质、土壤全N、全P、全K和土壤速效N、P、K。

## 3 结果与分析

### 3.1 铺设生态毯对土壤湿度的影响

由图1和图2可以看出,在连续没有降雨补充的情况下,在砾石泥沙堆积区和泥沙堆积区各层土

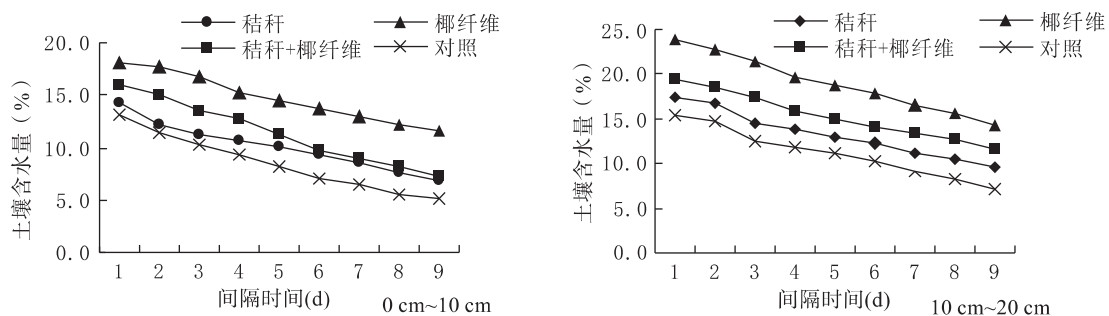


图1 砾石泥沙堆积区铺设与裸地下不同层次土壤含水量变化

Fig. 1 The variation of soil water content in different soil layers between eco-blanket-laying land and bare land in the gravel sediment accumulation area

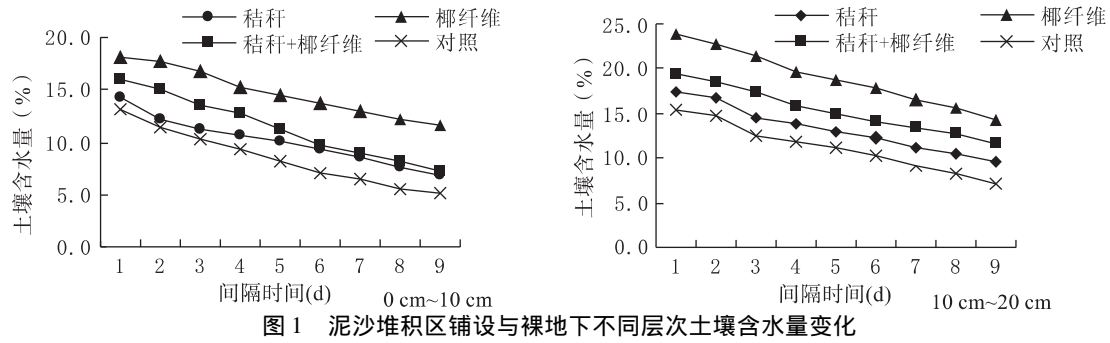


图 1 泥沙堆积区铺设与裸地下不同层次土壤含水量变化

Fig. 2 The variation of soil water content in different soil layers between eco-blanket-laying land and bare land in the sediment accumulation area

壤水分含量相比较,铺设生态毯的土壤含水量均高于裸地的;各层的土壤水分含量随干旱日数的增加呈下降的趋势,生态毯的下降趋势较为平稳;生态毯覆盖后 0 cm~10 cm、10 cm~20 cm 土壤含水量均能保持较高的水平,保水效果为椰纤维生态毯>秸秆+椰纤维生态毯>秸秆生态毯>裸地。

### 3.2 铺设生态毯对土壤养分的影响

不同处理类型的土壤养分状况的研究结果(见表 1 和表 2)表明:在秸秆+椰纤维生态毯铺设条件下,土壤有机质含量 0 cm~5 cm 层均高于 10 cm~15 cm 层,且铺植 1 a 后 0 cm~5 cm 层和 10 cm~15 cm 层土壤有机质含量均升高,可见覆盖生态毯可以提高土壤有机质含量,但是不显著;铺设生态毯的 0 cm~5 cm 层 pH 值显著 ( $P < 0.05$ ) 低于铺设生态毯的 10 cm~15 cm 层的土壤,在 10 cm~15 cm 层次土壤未铺设生态毯的 pH 值同样比铺设生态毯的要

低,这说明覆盖生态毯能够提高土壤的 pH 值;土壤速效 N、P、K 能够很容易的被植物吸收利用,从表中可以看出:铺设生态毯和未铺设生态毯的土壤 0 cm~5 cm 层的速效 N、P、K 均显著高于 10 cm~15 cm 层,且铺设生态毯的土壤 0 cm~5 cm 层的速效 N、P、K 显著高于未铺设生态毯土壤 0 cm~5 cm 层,表明速效 N、P、K 主要分布在土壤表层,且覆盖生态毯可以提高速效 N、P、K 的含量。土壤全 N、全 P、全 K 的含量是很低的,但是各个层间的差异性均达到了显著水平,铺设生态毯的土壤不论在 0 cm~5 cm 还是 10 cm~15 cm 土层都比未铺设的相同层土壤有了一定的改善,说明覆盖生态毯对于提高土壤的全 N、全 P、全 K 的含量是有效果的;同时土壤全 N、全 P、全 K 量 0 cm~5 cm 层的都显著高于 10 cm~15 cm 层,这可能与覆盖生态毯和土壤表层的枯落物有关。

表 1 砾石泥沙堆积区铺植生态毯前及 1 a 后土壤养分含量状况

Table 1 The variation of soil nutrient content before and after one year of laying eco-blanket in the gravel sediment accumulation area

	层次 (cm)	有机质 ( $g \cdot kg^{-1}$ )	pH 值	速效 N ( $mg \cdot kg^{-1}$ )	速效 P ( $mg \cdot kg^{-1}$ )	速效 K ( $mg \cdot kg^{-1}$ )	全 N ( $g \cdot kg^{-1}$ )	全 P ( $g \cdot kg^{-1}$ )	全 K ( $g \cdot kg^{-1}$ )
铺植前	0~5	12.13 ± 0.05	6.88 ± 0.28	89.56 ± 29.13	11.28 ± 3.56	56.37 ± 16.87	0.59 ± 0.35	1.01 ± 0.77	12.85 ± 2.13
	10~15	9.22 ± 0.03	7.00 ± 0.31	67.17 ± 25.34	9.98 ± 2.76	51.30 ± 14.91	0.53 ± 0.28	0.96 ± 0.52	11.31 ± 1.67
1 a 后	0~5	14.13 ± 0.06	7.01 ± 0.24	100.31 ± 31.24	11.88 ± 3.78	61.44 ± 17.26	0.61 ± 0.36	1.21 ± 0.82	13.57 ± 2.46
	10~15	12.15 ± 0.04	7.48 ± 0.42	78.37 ± 26.73	10.48 ± 2.97	53.56 ± 15.33	0.55 ± 0.21	1.05 ± 0.87	12.43 ± 2.51

表 2 泥沙堆积区铺植生态毯前及 1 a 后土壤养分含量状况

Table 2 The variation of soil nutrient content before and after one year of laying eco-blanket in the sediment accumulation area

	层次 (cm)	有机质 ( $g \cdot kg^{-1}$ )	pH 值	速效 N ( $mg \cdot kg^{-1}$ )	速效 P ( $mg \cdot kg^{-1}$ )	速效 K ( $mg \cdot kg^{-1}$ )	全 N ( $g \cdot kg^{-1}$ )	全 P ( $g \cdot kg^{-1}$ )	全 K ( $g \cdot kg^{-1}$ )
铺植前	0~5	11.74 ± 0.08	7.01 ± 0.24	82.86 ± 31.33	13.49 ± 3.23	49.03 ± 15.42	0.53 ± 0.26	1.21 ± 0.65	11.21 ± 2.24
	10~15	8.92 ± 0.06	7.12 ± 0.28	62.15 ± 25.46	12.63 ± 2.14	44.62 ± 13.29	0.47 ± 0.21	1.15 ± 0.51	9.61 ± 1.47
1 a 后	0~5	15.32 ± 0.13	7.56 ± 0.42	99.45 ± 42.89	13.78 ± 3.14	58.74 ± 18.03	0.63 ± 0.32	1.51 ± 0.76	12.73 ± 2.35
	10~15	13.54 ± 0.10	7.77 ± 0.31	81.13 ± 29.81	12.93 ± 2.51	51.63 ± 16.77	0.56 ± 0.29	1.32 ± 0.69	11.39 ± 2.51

## 4 讨论

铺设生态毯后,土壤水分受到物理阻隔,改变了土壤与大气正常的水分循环方式,形成了生态毯下土壤内部的水分循环,使水分更多地保留在土壤中<sup>[12]</sup>。从而使覆盖在生态毯下的土壤,即使在连续长时间不降雨的情况下,仍能维持较高的土壤含水量。另一方面,覆盖有机物,能使土壤孔隙度增加,从而使土壤通气性和渗透性加强,使得下层水分能够源源不断地补充到上层,使土壤表层一直维持稳定的含水量<sup>[13]</sup>。在本研究中,生态毯覆盖后,0 cm-10 cm、10 cm-20 cm 土壤含水量均能保持较高的水平,保水效果为椰纤维生态毯 > 秸秆 + 椰纤维生态毯 > 秸秆生态毯 > 裸地。而土壤中的营养物质都是通过土壤水分溶解后被植物吸收利用的,较高的含水量可以溶解土壤中更多的营养物质并将其输送给植物,促进植物的生长。覆盖生态毯后土壤含水量的提高有利于根系的生长发育和地上部分的生长。同时,在高温季节,土壤含水量的提高可以部分缓解高温对植物的伤害,而在冬季土壤水在降温过程中释放的热量能防止植物冻伤。这对地震滑坡区提高植被恢复成功率具有十分重要的意义。

由于地震滑坡区土壤中砾石泥沙较多,极易水土流失造成再滑坡,植物有机体和腐殖质难于积累,土壤养分含量相对较低。铺设生态毯提高了土壤的有机质含量和 pH 值,土壤的速效 N、P、K 和全 N、全 P、全 K 也有一定程度的改善。由此可见,铺设生态

毯能有效固定地震滑坡区的砾石泥沙,改善土壤的水热条件,促进植被恢复,进而增加根系、微生物的活动和植被有机体的积累,促进枯落物的分解,逐步提高土壤中的养分含量。

### 参考文献:

- [1] 崔鹏,韦方强,何思明,等. 5·12 汶川地震诱发的山地灾害及减灾措施[J]. 山地学报, 2008, 26(3): 280~282.
- [2] 赵明阶,何光春,王多垠. 边坡工程处治技术[M]. 北京: 人民交通出版社, 2003: 256~267.
- [3] 王可钧,李焯芬. 植物固坡的力学简析[J]. 岩石力学与工程学报, 1998, 17(6): 687~691.
- [4] 周跃. 土壤植被系统及其坡面生态工程意义[J]. 山地学报, 1999, 17(3): 224~229.
- [5] 周德培,张俊云. 植物护坡工程技术[M]. 北京: 人民交通出版社, 2003.
- [6] 芦建国,于冬梅. 高速公路边坡生态防护研究综述[J]. 中外公路, 2008, 28(5): 29~32.
- [7] 李青芳,何宜典. 公路边坡防护与生态恢复[J]. 水土保持研究, 2006, 13(6): 273~275.
- [8] 刘平,马履一,郝仪荣,等. 生态垫对河滩造林地土壤温湿度和杂草的影响[J]. 中国水土保持科学, 2005, 3(1): 77~81.
- [9] 胡封兵,高甲荣,刘瑛. 可降解生态垫在河滩区造林中对土壤含水量的影响[J]. 水土保持应用技术, 2006, 3(3): 1~3.
- [10] 韩向忠,孙向阳,胡剑飞. 生态垫对造林地土壤水分及养分的影响研究[J]. 华南热带农业大学学报, 2006, 12(2): 23~26.
- [11] 高甲荣,孙保平,王淑琴,等. 可降解生态垫在河滩地造林中抑制杂草的效果[J]. 中国水土保持科学, 2004, 2(1): 38~41.
- [12] 高向军. 土地整理理论与实践[M]. 北京: 地质出版社, 2003.
- [13] 李成华,马成林. 有机物覆盖地面对土壤物理因素影响的研究(II). 农业工程学报, 1997(6): 82~85.