

不同立地条件下坡面水土流失的差异性试验研究^{*}

杨春霞, 姚文艺, 肖培青, 王玲玲, 申震洲

(黄河水利科学研究院 水利部黄河泥沙重点实验室, 郑州 450003)

摘 要: 耕作活动和植被建设是人类活动的重要组成部分, 以裸地、农地、草地和灌木林地(刚栽植)为研究对象, 以人工降雨试验为研究手段, 研究不同立地条件下的水土流失差异, 并对坡面侵蚀形态进行分析。研究表明: 草地的减水减沙作用最明显, 坡面产生跌坎和细沟的时间最晚, 与裸地相比, 减少产沙量 97.24%~99.63%、减少径流量 62.04%~80.46%, 受栽植活动扰动影响, 刚栽植的灌木林地没有水土保持作用, 且坡面上栽植密度越大水土流失越严重, 坡面侵蚀沟贯通且呈宽深的“V”型; 农地水土流失与裸地相比与降雨强度有关, 小雨强条件下农地产沙量和径流量均小于裸地, 大雨强条件下产沙量和径流量大于裸地; 因此科学栽植并做好耕作或植被建设活动期间的水土流失预防工作十分必要。

关键词: 减水减沙; 侵蚀形态; 立地条件; 人工降雨

中图分类号: S157

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2010)01-0222-03

Differences of Slope Erosion Under Different Site Conditions by Experimental Study

YANG Chun-xia, YAO Wen-yi, XIAO Pei-qing, WANG Ling-ling, SHEN Zhen-zhou

(Yellow River Institute of Hydraulic Research Key Laboratory of Yellow River Sediment Research, MWR, Zhengzhou 450003, China)

Abstract: Farming activities and vegetation construction is an important part of human activity, this paper takes bare land, agricultural land, grassland and shrub land (newly planted) as the research object, and by the means of rainfall simulation experiment to study the difference of soil erosion on different site conditions, and analyze the morphological of slope erosion. Studies have shown that: the grassland showed the most obvious effect of reducing erosion and runoff, and the latest appearing the hole and rill among the four site conditions. Compared with the bare land, grassland reduced sediment yield 97.24%~99.63% and reduced runoff yield 62.04%~80.46%, perhaps because of the impacts of planting disturbance, newly planted shrubs almost have no function in soil and water conservation, the more density planting, the more serious soil erosion, After the test, experiment slope rill run through, and presents a wide and deep ‘V’-type. For the agricultural land and bare land, the amount of sediment and runoff has a relationship with the rainfall intensity. The sediment and runoff of agricultural land were less than bare land when the rainfall intensity was small. Otherwise, the sediment and runoff of agricultural land were more than bare land under the conditions of higher rainfall intensity. Therefore, it’s necessary to keep scientific and rational planting and control the erosion of farming or vegetation-building activities.

Key words: runoff and sediment reductions; erosion patterns; site condition; rainfall simulation

人类活动对坡面水土流失的影响有正反两个方面的作用, 对地表植被破坏性的如开发建设活动、毁林开荒和超载过牧等对坡面具有破坏性的影响^[1-4], 而良好的农作物和植被覆盖则对坡面水土流失有明显的抑制作用^[5-7]。根据对陕西省延安县大砭沟营

造的 5~6 a 生的刺槐、榆树混交林的测定, 其林地较自然荒坡减少径流 61.7%~79.6%, 减少泥沙流失量 83.1%~89.5%。20° 的苜蓿坡地较 2° 坡耕地减少径流 88.4%, 减少泥沙流失量 97.4%^[8]。植被覆盖和农作物覆盖对水土保持有积极作用, 但在植

^{*} 收稿日期: 2009-08-16

基金项目: 国家重点基础研究发展规划(2007CB407201); 水利部公益性行业科研专项经费项目(200701035); 黄科院科技发展基金(黄科发 200806)

作者简介: 杨春霞(1981-), 女, 河南睢县人, 硕士, 工程师, 主要从事土壤侵蚀及水土保持应用技术研究。E-mail: yangchx312@126.com

被建设初期和坡地耕作过程中遇降雨则可能产生严重的水土流失。本文结合人工降雨试验的观测和数据分析,发现了这一明显现象。

本文所指的灌木是刚栽植 2 周的 20°坡面小区,所指的草地指撒播生长 2 个月的紫花苜蓿草地,所指裸地指拍实的裸坡,农地指近地表 30 cm 较松的坡地。

1 试验简介

1.1 模拟系统

试验各条件均由人工模拟组成,包括坡面、植被

和降雨系统等。

坡面土槽采用钢板焊制而成,模拟坡度为 20°,坡面长×宽×深分别为 3 m×5 m×0.8 m,用 PVC 板平均隔成 3 个小区,小区尺寸为 1 m×5 m,钢槽内分层填土,土料为郑州邙山边坡表层黄土,填土厚度大于 0.6 m。钢板底部钻有渗水孔并铺垫约 2 cm 厚粗颗粒大沙,以降低底部边界条件的影响。

降雨系统采用中国科学院水利部水土保持研究所研制的便携式侧喷降雨器,试验模拟坡面为裸坡、翻松的农地、苜蓿草地和新栽植的灌木林地,各坡面基本情况见表 1。

表 1 模拟坡面立地条件基本情况

立地条件	容重/(g·cm ⁻²)	含水量/%	说明
裸地	1.35	28.97	分层压实填平后,每天浇水保持湿润,保持约 3 d。
农地	1.09	21.35	近地表 30 cm 较疏松,其 30 cm 以下容重在 1.20 以上。
草地	1.30	21.85	紫花苜蓿,撒播,生长期 2 个月,株高 50 cm,根系长 50 cm。
灌木林地	1.22	17.74	小叶女贞,2 年生苗,秋季穴植,没有剪枝;生长期 2 周。

1.2 观测及数据处理方法

试验前先洒水,消除坡面含水量差异,从坡面开始产流时计时,降雨历时为 60 min,试验过程中每隔 2 min 接一次泥沙样,通过比重法计算产沙量,具体换算方法见下式:

$$V_{沙} = (W_{总} - V_{总}) / 1.65 \quad W_{沙} = 2.65V_{沙}$$
式中: $W_{总}$ ——径流泥沙样总重(g); $V_{总}$ ——径流泥沙样总体积(ml); $W_{沙}$ ——泥沙重(g); $V_{沙}$ ——泥沙体积(ml)。

试验过程中记录坡面侵蚀发育过程,并用数码相机或录像获取试验过程影像资料,试验结束后分断面两侧侵蚀形态并拍照。结合坡面侵蚀沟观测数据和数码照片,并运用 CAD 进行坡面侵蚀形态辅助分析。

2 结果与分析

2.1 立地条件对坡面水土流失的影响

在坡度一定(20°)、降雨强度和历时一定(90 mm/h、历时 1 h)的情况下其坡面产沙总量、径流量各地类坡面有明显差异,见图 1 和表 2。从图 1 和表 2 可知:

(1) 在 4 种地类中,草地的产沙量径流量最少,且随着覆盖度的增加,径流量和产沙量明显减少,这一现象说明草地的减水减沙作用高于裸地、农地和新栽植的灌木林地,且其减水减沙作用随覆盖度的增加而增强。

(2) 灌木林地通过栽植小叶女贞进行模拟,栽植时存在窝根现象,灌幅基本没有修剪,栽植 2 周后开始降雨试验,由试验观测和数据分析可见,新栽植的

灌木林地不但起不到控制水土流失的作用,反而加剧了水土流失,且覆盖度大的坡面其水土流失越严重。结合观测情况,坡面水土流失多始发于灌木根部,而高覆盖坡面是通过密植实现的,在栽植过程中其坡面扰动更严重一些,同时灌幅的拦截作用,使降雨顺灌木枝干形成集中的干流,导致对坡面相对松散的根部行成集中的冲刷,在根部尚未起到固土作用的情况下,极易造成水土流失和灌木倒伏。

(3) 以 90 mm/h 雨强为例,覆盖度分别为 20%、40%、60%、80% 草地(C20, C40, C60, C80)的草地较裸地减少产沙量 97.24%~99.63%、减少径流量 62.04%~80.46%。农地较裸地减少产沙量 13.78%、减少径流量 7.99%;新栽植的灌木林地 40%(灌木 C40)的覆盖度比 80% 的覆盖度(灌木 C80)减水减沙效益要好,其中 40% 灌木比裸地减少产沙量 5.34%、减少径流量 1.65%,80% 的灌木地比裸地增加产沙 14.33%、增加径流 6.49%。

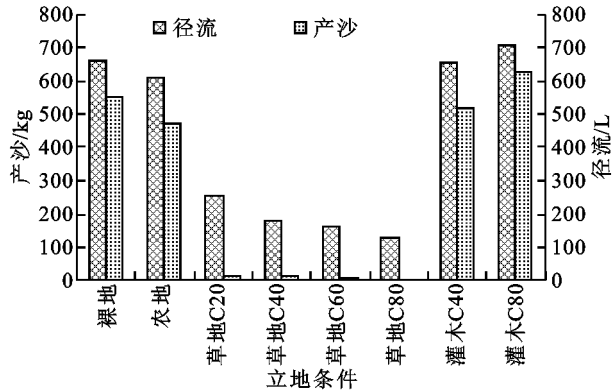


图 1 不同立地条件下坡面产沙、径流总量比较(雨强 90 mm/h)

对于裸坡和农地,在雨强为 90 mm/h 时,裸地产沙量和径流量均大于农地,结合雨强为 45 mm/h、130 mm/h 雨强下的试验观测结果,原因可能是雨强较小(包括 90 mm/h 的雨强时),农地较裸地降雨入渗性较好,从而导致径流和产沙较少的原因,此不作为本论文重点。

表 2 坡面径流泥沙增减情况比较(雨强为 90 mm/h)

立地条件	产沙/kg	径流/L	较裸地增(+)减(-)	
			产沙/%	径流/%
裸地	548	662	-	-
农地	472	609	- 13. 78	- 7. 99
草地	C20	15	- 97. 24	- 62. 04
	C40	11	- 97. 91	- 72. 46
	C60	5	- 99. 01	- 75. 85
	C80	2	- 99. 63	- 80. 46
灌木	C40	518	- 5. 34	- 1. 65
	C80	626	14. 33	6. 49

表 3 坡面侵蚀沟监测情况比较(雨强为 90 mm/h)

立地条件	产生跌坎时间/s	产生细沟时间/s	坡面侵蚀沟贯通情况	贯通时间/s
裸地	153	300	长 4. 5 m	
农地	58	111	全坡面贯通,长 5 m	1625
草地	1440	1740	坡面下端局部细沟,短而浅	
灌木林地	387	663	长 4. 9 m,基本贯通,侵蚀沟宽而深	

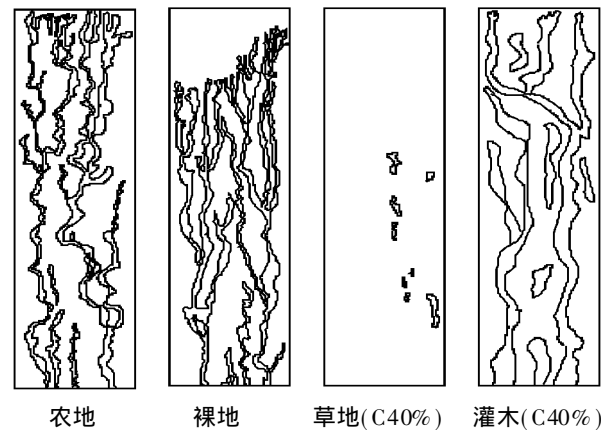


图 2 不同立地条件下坡面侵蚀形态示意图

3 结论

(1) 不同立地条件在 90 mm/h 雨强条件下,坡面径流量和侵蚀产沙量存在明显差异,正常情况下,草地的减水减沙作用最明显,与裸地相比,减少产沙量 97. 24% ~ 99. 63%、减少径流量 62. 04% ~ 80. 46%;刚栽植的灌木林地没有水土保持作用,受栽植活动扰动影响,反而加剧了坡面水土流失,且覆盖度较大者对坡面扰动越厉害,其水土流失表现越明显。

2. 2 立地条件对坡面侵蚀发展的影响

根据对试验过程中坡面侵蚀过程监测,在模拟的 4 种立地条件下,农地坡面产生跌坎和细沟时间最早,且在试验开始后的 1 625 s 达到全坡面贯通;裸地产生跌坎和细沟的时间第二,坡面侵蚀沟最长发育到 4. 5 m;第三为灌木林地,坡面侵蚀沟基本贯通,长达 4. 9 m,且侵蚀沟宽而深,坡面新栽植的小叶女贞灌木根部裸露,90% 出现倒伏,这些不仅与其新栽植起不到水土保持作用有关,也与不科学的栽植行为有关,如栽植时出现窝根,新栽植时没有剪枝等,导致降雨时因“头重脚轻”而加剧坡面土壤侵蚀现象;坡面产生跌坎和细沟最晚的是草地,近试验降雨中期才出现跌坎和细沟,且坡面没有出现全断面贯通的现象,仅在坡面下部断面局部出现跌坎和较短的细沟,说明生长了 2 个月的紫花苜蓿草地的水土保持作用比较突出。

各立地条件下坡面侵蚀形态对比见表 3 和图 2。

(2) 良好的植被对坡面水土流失有明显的抑制作用,而在植被建设初期,遇降雨容易造成水土流失,如若栽植不科学的话,其加剧水土流失的副作用更明显,因此无论是耕作活动或是植被建设,做好人为破坏初期的防护十分关键。

参考文献:

[1] 王飞. 人类活动对区域水土流失影响的定量评价[D]. 陕西杨陵: 西北农林科技大学, 2004.

[2] 刘斌, 冉大川, 罗全华, 等. 人类活动对北洛河流域水土流失治理的影响[J]. 人民黄河, 2001, 23(2): 15-17.

[3] 徐建华, 艾南山. 水土流失过程的人类活动分析[J]. 水土保持学报, 1988, 2(4): 10-16.

[4] 张文渊. 人类活动加剧水土流失的原因及其表现形式[J]. 山西水土保持科技, 1999(1): 26-27.

[5] 柳艳. 林草措施在西北地区水土保持中的作用及实施探讨[J]. 甘肃林业科技, 2006, 31(3): 67-69.

[6] 冉大川, 王宏, 刘斌, 等. 黄河中游地区林草措施减洪减沙作用分析[J]. 水土保持研究, 2003, 10(4): 141-143.

[7] 张晔. 水土保持林草措施: 水土保持讲座(3)[J]. 中国水土保持, 1981(5): 50-53.

[8] 水土保持林草措施[OL]. <http://www.100zsk.com/citiao/sort0262/6553895159189.html>.