

水土保持措施对径流泥沙及养分流失的影响

韩玉国¹, 李叙勇¹, 段淑怀², 袁爱萍², 路炳军²

(1 中国科学院生态环境研究中心 城市与区域生态国家重点实验室, 北京 100085

2 北京市水土保持工作总站, 北京 100038)

[关键词] 水土保持措施; 径流量; 产沙量; 养分流失

[摘要] 以北京市门头沟区龙凤岭水土保持科技示范园为研究对象, 对 2005—2009 年汛期 (5—11 月) 径流小区的径流量、侵蚀产沙量及养分流失量进行了分析。结果是: 同为 10 m 坡长的径流小区, 其径流量和养分流失量从大到小依次为裸地、坡耕地和石坎梯田, 产沙量最大的是裸地, 其次是石坎梯田, 最小的是坡耕地; 与裸地小区相比, 10 m 坡长的水土保持措施小区可减少全氮流失量 50.5%~91.4%、减少全磷流失量 31.8%~75.8%; 20 m 坡长裸地径流小区的径流量、泥沙量和养分流失量均明显大于鱼鳞坑, 鱼鳞坑小区可减少径流量 68.4%~83.0%、减少产沙量 71.1%~82.7%、减少全氮流失量 64.4%~74.9%、减少全磷流失量 40.6%~87.3%。说明水土保持措施具有良好的保持水土和减少养分流失的作用。

[中图分类号] S157.1 [文献标识码] A [文章编号] 1000-0941(2010)12-0034-03

由地表径流引起的土壤侵蚀和由土壤侵蚀引起的非点源污染均是水土保持学科研究的重要内容。非点源污染是指溶解性或固体污染物在降水和径流冲刷作用下汇入受纳水体而引起的水体污染^[1], 其污染物主要来源于土壤侵蚀、化肥与农药的过量使用、城市和公路径流、畜禽养殖和农业农村废弃物等。目前, 关于非点源污染物的研究主要集中在氮、磷、重金属、城市和公路废弃物等方面。土壤侵蚀发生在陆地表面透水性的地表, 其产生和发展过程不但比城市和公路径流更为复杂, 而且由土壤侵蚀所引起的污染也严重影响着地表生态系统的安全, 因此近 20 年来由土壤侵蚀所引起的非点源污染成为全球关注的焦点问题之一^[2-3]。

20 世纪 80 年代以来, 国外在土壤侵蚀引起的非点源污染过程机制及其防治途径等研究方面取得了重要进展: Ingram^[4]的研究表明, 随着降雨动能的增加, 化学物质迁移到径流中的数量也随之增加; Ahuja^[5]的研究表明, 雨滴打击力 (即降雨动

能) 通过提高混合和扩散, 可显著地增加化学物质从土壤溶液到径流的迁移速率; Zheng 等^[6]的研究表明, 近地表土壤水分条件对化学物质的迁移和对地表水质有很大的影响。因此, 借鉴国外非点源污染的研究成果, 对加强我国非点源污染过程的研究意义重大。

本研究以北京市典型的水土保持措施为基础, 以径流小区为研究对象, 通过对降雨径流引起的养分流失进行分析, 旨在为我国非点源污染防治提供重要的科学依据。

1 研究方法

1.1 试验地选择

试验地选择在北京市门头沟区龙凤岭水土保持科技示范园。该示范园地处樱桃沟小流域, 紧邻永定河和 109 国道, 土质为沙壤土, 0—20 cm 土层的饱和含水量为 31.49%, 其他土壤理化性质见表 1。

表 1 试验地土壤理化性质

各级土壤颗粒含量 (%)			pH 值	有机质含量 (g/kg)	全氮含量 (g/kg)	全磷含量 (g/kg)	土壤 类型	土壤 容重 (g/cm ³)
< 0.001 mm	0.001—0.05 mm	> 0.05 mm						
15.74	38.03	46.23	6.74	5.81	0.22	0.84	沙壤土	1.3674

1.2 试验方案

选择示范园内已建立的 5 个径流小区进行试验, 小区基本情况见表 2。试验中, 小区径流由内径 1.01 m、高 1 m 的径流桶收集, 该径流桶设有 9 个分流孔, 第一个径流桶充满水后就会自

动地将多余的径流分散到下一个径流桶。该试验站的观测从 2005 年至今未间断, 研究中以 2005—2009 年这 5 年汛期 (5—11 月) 降雨径流的养分流失数据为研究对象。

1.3 测定项目和方法

土壤容重和饱和含水量采用环刀法测定。取土样时, 将 0—20 cm 的土层划为一层, 取 3 个土样, 表 1 中的土壤理化性质为 0—20 cm 土层的平均值。粒径分析采用在田间均匀取土样, 将所取土壤经过偏磷酸钾处理后采用土壤筛分的方法进行测定。土壤 pH 值和有机质、全氮、全磷含量采用国家林业行业标

[基金项目] 国家自然科学基金项目 (40971271); 国家水体污染控制与治理科技重大专项项目 (2008ZX07101-006-08); 城市与区域生态国家重点实验室自主项目 (SKLURE2008-1-05)

准《森林土壤分析方法》中的有关方法测定。径流水样中的总氮采用过硫酸钾氧化-紫外分光光度法测定, 总磷采用钼锑抗分光光度法测定。降雨量采用雨量桶实地测量。

表 2 试验小区基本情况

地类	植被类型	长度 (m)	宽度 (m)	坡度 (°)
裸地	无植被	20	5	15
鱼鳞坑	京白梨	20	5	15
石坎梯田	油菜、白菜	10	5	15
坡耕地	玉米	10	5	15
裸地	无植被	10	5	15

注: 石坎梯田未种作物。

1.4 数据处理

应用 SPSS15.0 和 Excel 2007 进行数据处理和分析。

2 结果与分析

2.1 径流量分析

研究中对 2005—2009 年 5 年中不同径流小区的年径流量进行了计算, 其结果见图 1。从图 1 看出, 各小区 2005—2009 年中每年的径流总量具明显的规律性, 其中 10 m 石坎梯田的径流量最小, 20 m 裸地的径流量最大。对于同为 10 m 的径流小区来说, 径流量从大到小依次为裸地、坡耕地和石坎梯田; 20 m 径流小区中裸地的径流量明显大于鱼鳞坑, 说明水土保持措施起到了很好的保水作用。与裸地小区相比, 实施水土保持措施的 10 m 径流小区可减少径流量 35.5% ~ 84.6%, 20 m 径流小区可减少径流量 68.4% ~ 83.0%。

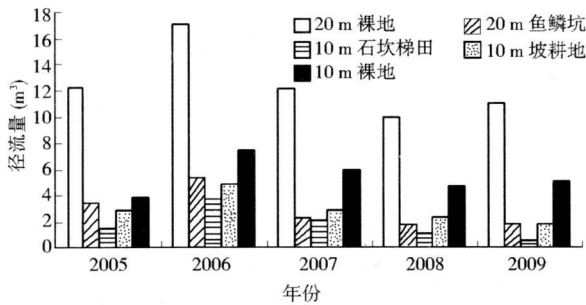


图 1 不同径流小区不同年份所产径流量

2.2 产沙量分析

小区产沙量是表征土壤侵蚀量最重要的指标, 2005—2009 年 5 年不同径流小区的年产沙量计算结果见图 2。从图 2 看出: 对于裸地而言, 20 m 裸地径流小区的产沙量均大于 10 m 裸地径流小区的产沙量; 对于同为 10 m 的径流小区而言, 产沙量最大的是裸地, 其次是石坎梯田, 最小的是坡耕地; 对于同为 20 m 的径流小区来说, 裸地的产沙量大于鱼鳞坑。这说明在土壤、坡长、坡度、降雨等均相同的条件下, 水土保持措施起到了抑制土壤侵蚀的作用; 在坡长不同、其他条件均相同的情况下, 坡长越大侵蚀就越严重, 这与前人的研究结果相一致^[7]。据计算, 有水土保持措施的径流小区与裸地小区相比, 10 m 径流小区可减少的产沙量在 85.5% ~ 93.4% 之间, 20 m 径流小区可减少的产沙量在 71.1% ~ 82.7% 之间。

从以上分析结果可以看出, 不同的水土保持措施在北京山区已经显示出明显的水土保持作用, 石坎梯田和鱼鳞坑因其改

变了坡面形态, 形成了不同层次的集水平台和集水坑, 能起到很好的保持水土作用; 坡耕地因其表面有浓密的农作物覆盖, 作物根系具有固持土壤的作用, 客观上能起到保持水土的作用。

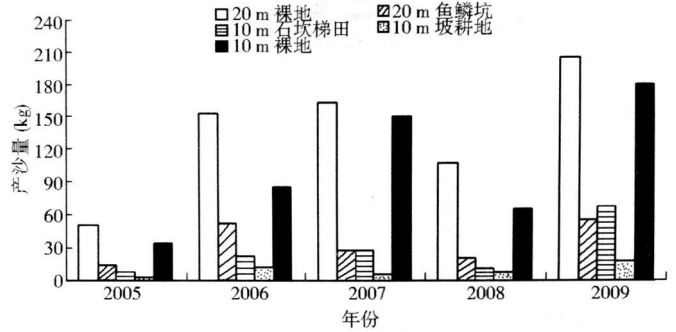


图 2 不同径流小区不同年份所产泥沙量

2.3 养分流失分析

土壤养分流失是造成水体富营养化的最根本原因。为了弄清因径流而引起的养分流失, 我们对不同径流小区的年养分流失量进行了研究, 其结果见图 3 图 4。从图中可以看出, 由降雨引起的土壤侵蚀而导致的养分流失, 对于同为 10 m 的径流小区

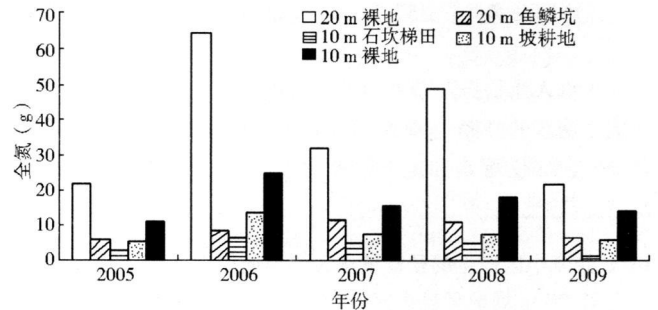


图 3 不同径流小区不同年份所流失的全氮量

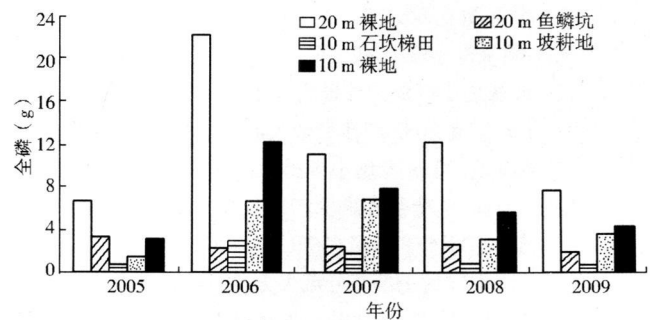


图 4 不同径流小区不同年份所流失的全磷量

来说, 全氮和全磷具有相同的特点, 即裸地的流失量最大, 其次是坡耕地, 石坎梯田最小; 对于同为 20 m 的径流小区来说, 裸地的养分流失量要大于鱼鳞坑。将水土保持措施小区与裸地小区相比, 10 m 坡长水土保持措施小区减少全氮流失量在 50.5% ~ 91.4% 之间, 减少全磷流失量在 31.8% ~ 75.8% 之间; 20 m 坡长鱼鳞坑小区可减少全氮流失量在 64.4% ~ 74.9% 之间, 减少全磷流失量在 40.6% ~ 87.3% 之间。在本研究中, 施用肥料的坡耕地径流中养分浓度明显高于其他地类, 这是其养分流失总量相对较高的原因。

3 结 语

(1) 2005—2009 年各径流小区观测资料具有明显的规律,

黄土丘陵区不同地类土壤入渗性能研究

李贵玉, 胡慧方, 廖建文, 马 永

(中水珠江规划勘测设计有限公司, 广东 广州 510610)

[关键词] 不同地类; 土壤入渗; 原状土壤; 扰动土壤; 黄土丘陵区

[摘要] 采用 PVC管在梯田、果园和坝地 3种地类取原状土样, 土样分表土层、心土层及整体 3 个层次。将土样带回实验室内采用无压力的供水入渗装置测定土壤的入渗性能。对每个土样的入渗性能进行连续跟踪观测, 以土柱底部的稳定出水率为该土层深度的稳渗率。研究表明: 不同地类土壤的入渗性能存在很大差异, 同地类不同深度土层的入渗性能差异也很显著; 原状土的入渗能力要好于扰动土, 表层土的入渗结构及入渗能力好于心土层; 用原状土进行入渗试验能够更真实地表征土壤的入渗性能, 将入渗速率引入测定深度概念, 能更精确地表述土壤在垂直尺度上的空间变化和影响因素, 对更科学准确地研究土壤入渗、完善土壤入渗理论具有重要的指导价值。

[中图分类号] S157.3 [文献标识码] A [文章编号] 1000-0941(2010)12-0036-05

土壤入渗是指降落到地面上的雨水从土壤表面渗入土壤形成土壤水的过程, 它是降雨-径流循环中的关键一环, 是降水、地表水、土壤水和地下水相互转化过程中的一个重要环

节^[1]。对于黄土区超渗产流而言, 探寻其土壤入渗变化规律, 可为合理有效地利用土壤水库的调蓄功能、提高土壤水分生产

力提供科学依据^[1]。我国是土壤侵蚀最为严重的国家之一, 而 10 m 径流小区产生的径流量从大到小依次为裸地、坡耕地和石坎梯田, 20 m 裸地径流小区的径流量明显大于鱼鳞坑, 说明水土保持措施起到了很好的保水作用。与裸地小区相比, 10 m 径流小区减少径流量在 35.5% ~ 84.6% 之间, 20 m 径流小区减少径流量在 68.4% ~ 83.0% 之间。

(2) 20 m 裸地小区的产沙量均大于 10 m 裸地小区的产沙量。同为 10 m 径流小区, 产沙量最大的是裸地, 其次是石坎梯田, 再次是坡耕地; 20 m 裸地小区的产沙量大于鱼鳞坑。与裸地小区相比, 10 m 径流小区减少产沙量在 85.5% ~ 93.4% 之间, 20 m 径流小区减少产沙量在 71.1% ~ 82.7% 之间。

(3) 在降雨引起的土壤养分流失方面, 10 m 径流小区全氮和全磷具有相同的特点, 裸地的流失量最大, 其次是坡耕地, 最小的是石坎梯田; 与裸地小区相比, 10 m 水土保持措施小区可减少全氮流失量在 50.5% ~ 91.4% 之间, 减少全磷流失量在 31.8% ~ 75.8% 之间。同为 20 m 的径流小区, 裸地的养分流失量大于鱼鳞坑; 与裸地小区相比, 鱼鳞坑小区可减少全氮流失量在 64.4% ~ 74.9% 之间, 减少全磷流失量在 40.6% ~ 87.3% 之间。

[参考文献]

- [1] Novotny V, Olem H. Water quality Prevention Identification and Management of Diffuse Pollution[M]. New York Van Nostrand Reinhold Company, 1993
- [2] 朱建国, 郭红岩, 王晓蓉. 非点源污染研究及其控制对策 [C] // 中国土壤学会. 中国土壤学会第十次全国会员代表

大会暨第五届海峡两岸土壤肥料学术交流研讨会文集: 面向农业与环境的土壤科学(综述篇). 北京: 科学出版社, 2004: 336-353.

- [3] 叶芝菡, 刘宝元, 章文波, 等. 北京市降雨侵蚀力及其空间分布 [J]. 中国水土保持科学, 2003, 1(1): 16-20
- [4] Ingram J J, Woolhiser R M. Chemical transfer in to overland flow [C] // In Proceedings of ASCE Symposium on Watershed Management New York American Society of Civil Engineers, 1980: 40-53.
- [5] Ahuja L R. Modeling soluble chemical transfer to runoff with rainfall impact as a diffusion process [J]. Soil Science Society of America Journal 1990, 54: 312-321.
- [6] Zheng F L, Huang C, Norton L D. Effects of near-surface hydraulic gradients on nitrate and phosphorus losses in surface runoff [J]. Journal of Environmental Quality, 2004, 33: 2174-2182.
- [7] 李占斌, 朱冰冰, 李鹏. 土壤侵蚀与水土保持研究进展 [J]. 土壤学报, 2008, 45(5): 802-809.

[作者简介] 韩玉国 (1979-), 男, 内蒙古通辽市人, 博士, 从事水土保持与面源污染防治研究; 李叙勇 (1965-), 男, 新疆乌鲁木齐市人, 研究员, 博士生导师, 从事流域生态模型与管理方面的研究。

[收稿日期] 2010-05-15

(责任编辑 赵文礼)

SOIL AND WATER CONSERVATION IN CHINA

No. 12(345) 2010

Abstracts

Influence of Different Abandoned Lands to Corrosion Resistance of Soil in South Sichuan

..... WANG Jing-yan, HU Ting-xing, GONG Wei *et al*

(Provincial Key Laboratory of Forestry Ecological Engineering, Sichuan Agricultural University, Ya'an, Sichuan 625014, China) (30)

The paper studies the variations of corrosion resistance of soil of *Neosinocalamus affinis* stand, hybrid bamboo stand, *Ahus cremastogyne* + *Neosinocalamus affinis* stand of abandoned cultivating sloped land for 5 years and abandoned farmland in the south of Sichuan and discusses the relationships between corrosion resistance indexes of soil. The outcomes show that a) the mean weight diameter of soil water stable aggregate, structural grain index, aggregation status, degree of aggregation, physical stability index and organic matter increase and the ped destructive rate, unstable aggregate index, dispersion rate, erosion coefficient and eroded index decrease after abandoned cultivation; b) the principal component values of corrosion resistance of soil of each abandoned cultivating land is from -4.466 to 3.436, showing the characteristics of *Neosinocalamus affinis* stand > hybrid bamboo stand > *Ahus cremastogyne* + *Neosinocalamus affinis* stand > abandoned farmland > checked land; c) soil organic matter has obvious relativity with most resistance index and significant positive correlation with the principal component values of corrosion resistance, showing the increase of soil organic matter after abandoned cultivation is the key for increasing the corrosion resistance of soil and conversion of cropland to *Neosinocalamus affinis* stand is advantageous for increasing corrosion resistance of soil in the studied region.

Key Words conversion of cropland to forest, vegetation rehabilitation, corrosion resistance of soil, south of Sichuan

Influence of Soil and Water Conservation Measures to Runoff Sediment and Nutrient Loss

..... HAN Yu-guo¹, LIXU-yong¹, DUAN Shu-hua², *et al*

(1 Research Center for Eco-Environmental Sciences, The Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China

2 Beijing General Working Station of Soil and Water Conservation, Beijing 100038, China) (34)

The paper analyzes the runoff depth, sediment yield of soil erosion and nutrient loss of runoff plot in flood season (from May to November) from 2005 to 2009 by taking Longfengling scientific demonstration garden of soil and water conservation in Mentougou District of Beijing as a study object. The outcomes show that a) the sequence of runoff depth and nutrient loss of runoff plots with 10 m long slope from big to small are uncovered land, sloped land and terraced field with stone ridge, and the maximum sediment yield is uncovered land, then terraced field with stone ridge and sloped land is the minimum; b) comparing with the plot of uncovered land, the 10 m long slope in the plot with soil and water conservation measures can reduce total nitrogen loss by 50.5% ~ 91.4% and total phosphorus loss by 31.8% ~ 75.8%; c) the runoff depth, sediment and nutrient loss of runoff plots with 20 m long slope in uncovered land are obviously greater than that of the plots with piezoglypt. The plot with piezoglypt can reduce runoff depth by 68.4% ~ 83.0%, sediment yield by 71.1% ~ 82.7%, total nitrogen loss by 64.4% ~ 74.9% and total phosphorus loss by 40.6% ~ 87.3%. It shows that soil and water conservation measures have fairly good function on soil and water conservation and nutrient loss reduction.

Key words soil and water conservation measures, runoff depth, sediment yield, nutrient loss

Infiltration Performance of Different Land Use in Loess Hilly Region

LIGui-yu, HU Huifang, LIAO Jianwen *et al*

(China Water Resources Pearl River Planning Surveying & Designing Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510610, China) (36)

It takes undisturbed samples from three levels of top soil, subsoil and check soil of three types of land use of terraced field, orchard and dammed land by using PVC tube. It tests the infiltration performance of soil by using non-pressure water supply and infiltration device in laboratory. It conducts continuous tracking observation of the infiltration performance of each sample and takes steady outflow from the bottom of soil columns as steady infiltration rate of the depth of soil layer. The study outcomes show that a) the infiltration performance of different land use is greatly different and the infiltration performance for different soil depth of the same land use is also obviously different; b) the infiltration capacity of undisturbed soil is greater than that of disturbed soil and the structure and capability of infiltration of top soil is better than that of subsoil; c) the test with undisturbed soil can truly show the infiltration performance of soil. Introducing infiltration rate into the concept of depth determination, presenting the spatial variation on vertical scale and the affecting factor of soil more accurately, it will have important guiding values to study on soil infiltration and improve the theory of soil infiltration.

Key Words different land use, soil infiltration, undisturbed soil, disturbed soil, Loess Hilly Region