

黄土丘陵沟壑区小流域坡耕地土壤抗冲性试验研究

胡维银, 刘国彬, 许明祥

(中国科学院水利部水土保持研究所, 陕西 杨陵 712100)

摘要: 通过对黄土丘陵沟壑区种植不同作物的坡耕地土壤抗冲性进行动态测定, 探讨了坡耕地在作物不同生长时期和种植不同作物条件下的抗冲性特征及影响因素, 为该区保持坡耕地水土、防止流失而合理配置农作物提供科学依据。

关键词: 坡耕地 土壤抗冲性 黄土丘陵沟壑区

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2000)03-0026-03

中图分类号: S157.1

Dynamic of Soil Anti-scourability on Slope Cropland in Loess Hilly Region

HU Wei-yin, LIU Guo-bin, XU Ming-xiang

(Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Minister of Water Resource, Yangling District, Shaanxi Province, 712100, PRC)

Abstract Soil anti-scourability on slope cropland during different growing stages was monitored. The factors effecting the soil anti-scourability and its feature under different corps and growing periods were discussed. It may provide some scientific base for conservation tillage and benefit evaluation of soil conservation practice.

Keywords slope cropland soil anti-scourability; loess hilly region

自朱显谟先生提出将土壤抗侵蚀性区分为土壤抗冲性和抗蚀性以来^[1,2],关于黄土高原土壤抗冲性的研究无论在研究方法还是抗冲性基本特征上都取得了很大进展。目前,对不同土地利用方式的土壤抗冲性已有较深了解,大量研究表明,在各种土地利用方式中,农地土壤抗冲性最差。但目前关于坡耕地抗冲性在不同作物、不同的生长季节以及在土壤剖面上的变化特征方面研究较少。

在黄土高原小流域综合治理实践中,“退田还林还草,封山绿化”是黄土高原水土流失治理的重要而有效措施,但是该区人口压力决定了今后相当长一段时间内坡耕地仍然不能全部退耕还林还草或改造成梯田,而这些坡耕地恰好是小流域水土流失产沙关键部位。深入研究坡耕地土壤抗冲性及其变化特征对于农作物合理布局,水土保持耕作措施选择、治理效益评价以及在现实基础上寻找提高这些坡耕地的抗冲性途径有着极为重要现实意义。

1 试验地概况

试验地点设在陕西省安塞县纸坊沟小流域。安塞纸坊沟小流域地处陕北黄土丘陵沟壑区,流域面积 8.27 km²,流域内有 2 个行政村的 3 个自然村。纸坊

沟流域是目前国家“九五”科技攻关试验示范流域,通过连续 3 个五年计划的科技攻关,进行水土流失治理与水土保持型生态农业建设。目前土地利用已基本合理,农林牧用地比例为 1:1.7:2.1,人均农地 0.3 hm²,坡耕地 130 m² 左右。水土流失基本得到治理,土壤侵蚀模数由治理初的 15 000 t/km² 减至“九五”期间的 2 600 t/km²。

2 研究方法

2.1 样地的选择

为了研究坡耕地土壤抗冲性在全年内动态变化,根据作物生长发育阶段分前、中、后(苗期、抽穗期与成熟期)3 个时期采样。作物种类选择了当地种植面积较大的类型为对象。关于样地基本情况如表 1。

表 1 样地基本情况描述

样地名称	土壤类型	坡度	作物类型	采样时期		
				前期	中期	后期
谷子地	黄绵土	25°	谷子	4.30	8.23	10.9
马铃薯地	黄绵土	23°	马铃薯	5.2	8.23	10.12
黄豆地	黄绵土	18°	黄豆	5.5	8.26	10.15
糜子地 2	黄绵土	25°	糜子	5.20	8.29	10.14
糜子地 1	红胶土	17°	糜子	5.15	8.27	10.11

收稿日期: 1999-12-05

资助项目: 国家“九五”攻关安塞试区(96-004-05-04),中科院“九五”重大项目(KZ-951-A1-301)及特别支持项目(KZ-95T-04)“流域生态环境质量健康诊断”

作者简介: 胡维银,男,硕士,主要从事流域生态环境质量健康诊断方面的研究。电话:(029)7012907

2.2 抗冲试验研究方法

土壤抗冲性测定采用原状土冲刷法, 试验装置为蒋定生先生设计的抗冲槽 ($4\text{ cm} \times 20\text{ cm} \times 4\text{ cm}^3$), 该装置具有容易操作、耗水量小等特点, 非常适合野外大量测定, 并且已经有人进行过相关抗冲槽转化试验研究^[3]。从而能够与相关资料间的数据进行对比分析; 冲刷流量选为黄土高原最大降雨频率雨强为 2 mm , $5\text{ m} \times 20\text{ m}$ 的标准小区, 降雨全部产流的单宽流量 1.41 l/min ; 冲刷坡度为样地实际坡度; 采样深度为 50 cm , 每隔 10 cm 采样, 每一层做 4 次重复。

每次土壤抗冲性测定同时也进行了土壤凝结力的测定, 以便对土壤的抗冲性与凝结力进行相关分析, 土壤凝结力的测定使用了荷兰制造的 Cohesion 仪^[4]。抗冲试验中土壤毛根含量测定: 将土样毛根冲洗干净凉干, 按毛根径级大小分为 3 级 $> 1\text{ mm}$, $1-0.5\text{ mm}$, $< 0.5\text{ mm}$ 量测根长并称重, 最后折算出土样中总毛根长度, 以毛根长度作为毛根影响因子, 分析其与土壤抗冲性相关性。

3 结果分析及讨论

3.1 不同土地利用类型的土壤抗冲性特征

本次坡耕地土壤抗冲性试验同时, 对纸坊沟流域中乔、灌、草等不同利用类型土地的土壤抗冲性也进行了测定 (表 2)。通过大量试验数据分析表明, 目前纸坊沟不同土地利用方式土壤抗冲性差异极大, $0-50\text{ cm}$ 土壤剖面的抗冲性大小依次为: 柠条林地 $>$ 天然草地 $>$ 刺槐林地 $>$ 人工草地 $>$ 农地。其中以柠条为主的灌木林和自然恢复的草地土壤抗冲性为坡耕地的 600 倍左右, 且大于目前主要乔木林——刺槐林。由此可见灌木林和恢复天然草地在改善土壤抗冲性、防止水土流失中的起着巨大作用, 同时使我们认识到对坡耕地保护仍然是流域治理防止水土流失最关键的环节。

表 2 各种利用类型土地抗冲性

土地类型	采样时期	抗冲值 / ($\text{L}^\circ \text{ min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$)	植被种类
乔木林地	0629-0703	5.798 5	刺槐
灌木林地	0626-0814	12.710	柠条
天然草地	0713-0816	11.909	白羊草
人工草地	0723-0807	1.365	草木樨
农地	0823-0829	0.025 5	作物

坡耕地的土壤抗冲性系统测定表明, 在坡度和土壤质地相同条件下, 不同作物间土壤抗冲性也有较显著差异。 $0-50\text{ cm}$ 土壤抗冲性的平均值比较结果: 糜

子地 $>$ 马铃薯地 $>$ 谷子地。作物糜子种植较密, 根系发达使得 2 块糜子地表现出很强抗冲性。此次抗冲性监测中谷子地抗冲值偏低可能与当地种植密度稀疏有关, 有待于进一步分析。在相同坡度条件下 (表 3), 红胶土土壤的糜子地抗冲值远大于相近坡度下的黄绵土土壤的黄豆地, 所以土壤质地对坡耕地抗冲性影响亦是一重要因子。在土壤剖面中对 4 类作物不同时期的土壤抗冲性进行分析。坡耕地土壤抗冲性总体表现出随作物生长发育而提高的趋势。毛根根量和农事活动对表土的破坏是制约坡耕地抗冲性的主要因素。但随作物生长根系达到一定水平后, 农事活动对抗冲性影响相对减少。

3.2 作物不同生长时期的坡耕地土壤抗冲性

一般认为, 在苗期抗冲性最小, 因为此时播种对土壤扰动较大, 土体尚未形成稳定结构, 作物没形成毛根或形成毛根也是非常弱, 中、后期采样时间是作物生长旺盛和成熟期, 土壤已形成了稳定结构, 作物毛根密布于土壤中, 随着作物生长土壤抗冲性将会大幅度增强。但此次测定结果与预测有所不同, 在苗期受农事活动的影响表层 $0-20\text{ cm}$ 土壤抗冲性减少, 但 $30-50\text{ cm}$ 仍表现极高值, 这是因为在土壤中仍然保存上季作物大量根系, 而在该监测期内当地发生了历史上罕见的干旱灾害天气 (降水 229.6 mm 只是正常年份的 45%), 作物正常生长受到限制, 表层抗冲值增加, 而土体内抗冲性反低于前期, 在成熟期则表现出整个剖面抗冲性都提高。由此可见, 影响坡耕地土壤抗冲性的主要因素依然是根系和土壤结构。

观察本次土壤抗冲试验, 坡耕地土壤抗冲性垂直分布曲线有 2 种类型: 一种是从表层开始的随深度抗冲性递减的趋势线; 另一种是从第 2 层开始的随深度抗冲性递减的趋势线。这与蒋定生先生对农地土壤抗冲性研究结果并不完全符合^[5], 蒋定生先生对农地抗冲性垂直分布研究结果与上面第 2 类曲线相同, 这种差异出自一定条件下农地土壤表层在根量、结皮、土壤凝结力等综合因素共同作用的结果。

表 3 相同坡度不同农地土壤抗冲值 $\text{L}^\circ \text{ min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$

土地类型	前期	中期	后期
谷子地	0.021 7	0.015 8	0.023 0
马铃薯地	0.033 0	0.019 3	0.038 8
糜子地 1	0.173 2	0.042 7	0.044 4
黄豆地	0.031 0	0.024 4	0.045 0
糜子地 2	0.047 7	0.025 6	0.033 8

3.3 坡耕地土壤中作物毛根与土壤抗冲性

根据以往对抗冲性的大量研究结果, 在影响土壤

抗冲性的众多因子中分布于土壤之中的植被根系对抗冲性影响是最强的。相关分析结果表明农地土壤抗冲性与土壤中分布的农作物毛根总长度之间呈现出极显著的指数函数关系 $y = 0.0087e^{0.0053x}$, $R^2 = 0.7206^{**}$ ($n = 12$, 如图 1) 这说明了随着土壤中作物毛根总长度增加抗冲性以指数函数趋势增强, 可以通过改善作物耕作方式、作物种类来提高土壤中毛根含量, 增强抗冲性, 减少坡耕地的水土流失将可以作为作物管理的重要目标。

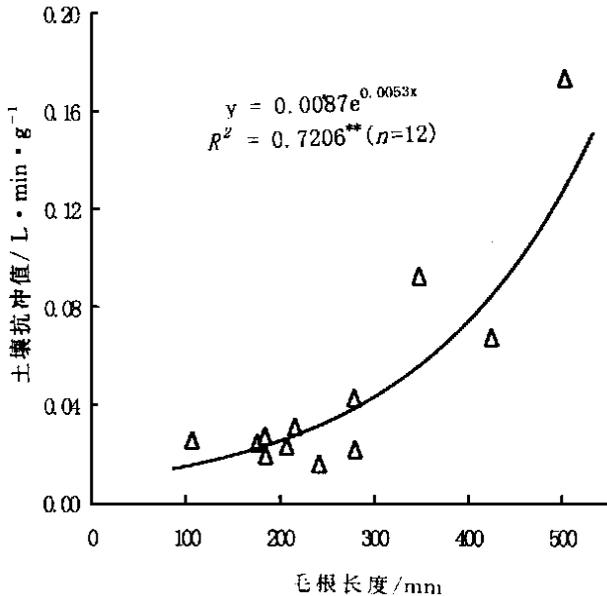


图 1 坡耕地土壤抗冲性与毛根关系

3.4 坡耕地表层土壤凝结力与土壤抗冲性

土壤凝结力指单位体积的土壤抵御外力扭剪的能力。凝结力是土壤重要的属性之一, 它可间接反映土壤抵抗径流剪切力的能力。本研究在做抗冲试验的同时, 对各样地的表层土壤凝结力也做了相应测定, 并对土壤抗冲性与凝结力进行相关分析, 结果表明林、草、农地的土壤饱和和凝结力表现出与抗冲性相似的趋势, 林、草地为农地的 1.5~6 倍。但土壤饱和和凝结力和抗冲性都高的林、草地, 二者相关性不明显, 而坡耕地两项指标成指数函数关系, $y = 0.0103e^{20.985x}$, $R^2 = 0.3518$ ($n = 9$, 如图 2-3) 林灌草地植被繁茂, 并且受外界人畜直接干扰少, 表层毛根丰富土壤表现极大的抗冲性和高的凝结力。但在抵抗径流剪切和机械剪切力的特征方面有所不同, 其原因有待于进一步分析。

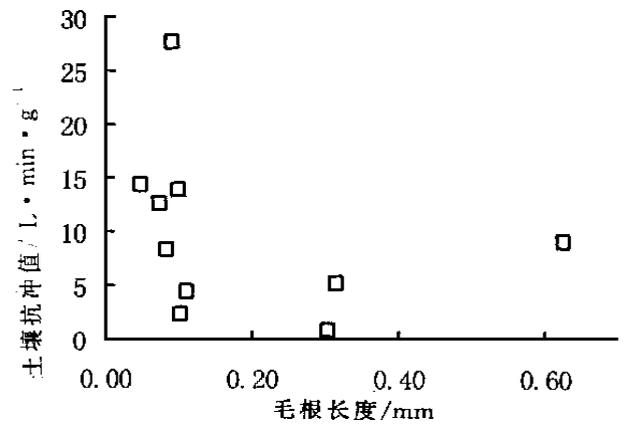


图 2 林草地土壤抗冲性与毛根关系

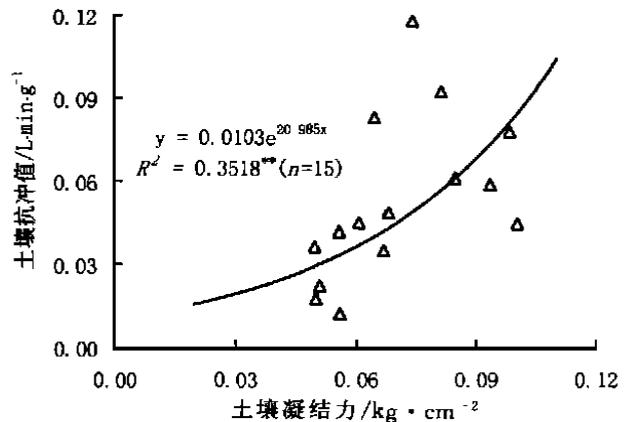


图 3 坡耕地土壤与凝结力关系

今后有必要对适合坡耕地各种作物影响土壤抗冲性进一步研究, 寻找最适合坡耕地的耕作措施和作物品种。

参 考 文 献

- [1] 朱显谟, 等. 甘肃中部土壤侵蚀调查报告 [J]. 土壤专报, 1958, 32.
- [2] 朱显谟, 等. 我国十年水土保持工作成就 [J]. 土壤专报, 1959, (10).
- [3] 刘国彬, 张光辉. 原状土冲刷法与人工模拟降雨法研究土壤抗冲性对比分析 [J]. 水土保持通报, 1996, 16(2): 32-37.
- [4] 许明祥, 刘国彬, 温仲明, 等. 黄土丘陵区小流域土壤物理性质时空动态变化初探 [J]. 水土保持通报, 2000, 20(1): 21-23.
- [5] 蒋定生, 范兴科, 等. 黄土高原水土流失严重地区土壤抗冲性的水平和垂直变化规律研究 [J]. 水土保持学报, 1995, 9(2): 1-8.