

黑土坡面土壤团聚体组成特征研究

王宇, 韩兴, 赵兰坡

(吉林农业大学 资源与环境学院, 吉林 长春 130118)

摘要: 通过对径流小区坡面土壤团聚体含量的分析, 探讨了不同坡度条件下, 黑土坡耕地土壤团聚体的组成及分布规律。在 $3^{\circ} \sim 18^{\circ}$ 的坡面上, 土壤大团粒和中团粒含量与坡度呈显著负相关关系, 并且随坡度的增加, 土壤团聚体的几何平均直径(GMD)与平均重量直径(MWD)均显著减小, 土壤抗蚀性下降, 潜在侵蚀危险程度增大。与免耕平作相比, 在 $3^{\circ} \sim 6^{\circ}$ 缓坡上, 横坡垄作方式的土壤团聚体 D_{50} 值大; 而 9° 坡面上部, 横坡垄作的 D_{50} 值大, 坡下部免耕平作的 D_{50} 值大。表明黑土区缓坡耕地采用横坡垄作方式有利于土壤团聚体的保持; 9° 以上坡耕地, 免耕平作方式坡下部土壤抗蚀性较强。

关键词: 黑土; 坡面; 土壤团聚体

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2010)05-0088-03

中图分类号: S152.4⁺82

Composition Characteristics of Black Soil Aggregates on Sloping Farmland

WANG Yu, HAN Xing, ZHAO Lan-po

(College of Resources and Environment, Jilin Agricultural University, Changchun, Jilin 130118, China)

Abstract: Based on the analysis of soil aggregate content in runoff plots, the composition and distribution of black soil aggregates on sloping farmland with different slope degrees are discussed. Results show that both the content of large soil aggregates and the content of medium soil aggregates have significantly negative correlation with slope degree in $3^{\circ} \sim 18^{\circ}$ plots. With slope degree increasing, geometric mean diameter (GMD) and mean weight diameter (MWD) decrease evidently, soil anti-erodibility decreases, and potential erosion risk increases. In $3^{\circ} \sim 6^{\circ}$ plots, D_{50} value for cross tillage is higher than that for no-tillage, but in the upper of 9° plot, D_{50} value for cross tillage is higher and in the lower of 9° plot, D_{50} value for no-tillage is higher. This indicates that cross tillage mode is beneficial to maintain the amount of black soil aggregates on gentle sloping farmland and soil in the lower of $> 9^{\circ}$ plot under no-tillage has strong anti-erodibility.

Keywords: black soil; slope; soil aggregate

土壤团聚体组成是衡量土壤结构优劣的重要指标, 土壤中团聚体的含量反映了土壤对地表径流蓄渗作用的强弱, 团聚体的稳定性则反映土壤对面蚀抵抗力的大小^[1-3]。因此, 测定不同坡面的土壤团聚体组成, 则能够揭示土壤面蚀的发生条件与发生强度, 对坡面土壤侵蚀的预测与防治具有一定的理论意义与应用价值。本试验是以标准径流小区为研究场所, 研究我国东北典型黑土坡面土壤团聚体组成的变化规律, 以探讨坡耕地水蚀对黑土区耕地质量退化的影响。

1 试验设置

试验设置于吉林农业大学水土保持实习基地径

流小区内, 东经 $125^{\circ} 21'$, 北纬 $43^{\circ} 52'$ 。共设9个小区, 小区投影面积为 $20 \text{ m} \times 5 \text{ m}$ 。小区内种植玉米, 耕作方式为2种, 一种是横坡垄作, 6个坡度共6个小区; 另一种为免耕平作, 3个坡度共3个小区。具体设置见表1。

表1 径流小区试验设置

横坡垄作	3°	6°	9°	12°	15°	18°
免耕平作	3°	6°	9°			

2 供试材料与方法

2.1 供试材料

供试土壤为东北典型黑土, 土壤质地为壤土, 平

收稿日期: 2010-02-04

修回日期: 2010-04-14

资助项目: 吉林省科技厅重大项目“松花江流域面源污染防治技术的集成与示范”(20070429); 吉林省水利厅重点项目“黑土区坡耕地土壤侵蚀与土壤退化的关系研究”(216-00043)

作者简介: 王宇(1973—), 男(汉族), 吉林省蛟河市人, 在读博士研究生, 副教授, 研究方向为土壤与土壤侵蚀。E-mail: wangyujc@163.com。

通信作者: 赵兰坡(1955—), 男(汉族), 吉林省怀德县人, 教授, 博士生导师, 研究方向为土壤与土壤生态。E-mail: zhaolanpo12@163.com。

均容重 1.1 g/cm^3 , 平均孔隙度 55.37% 。所处区域年平均气温 $4.7 \text{ }^\circ\text{C}$, 历年最低气温 $-34.9 \text{ }^\circ\text{C}$, 最高气温达 $38 \text{ }^\circ\text{C}$, 多年平均降水量 654.3 mm , 降水多集中于夏季, 其中 7, 8 月份降水量最多。

2.2 测定方法

由于受径流小区 20 m 坡长的局限, 仅将坡面分成上部和下部两部分, 应用对角线采样法, 分别采集小区坡面上部(距坡顶 10 m 范围内)与坡下部(距坡脚 10 m 范围内)耕层土壤样品, 测定土壤团聚体含量, 测定结果取 2 次重复平均数, 测定方法为干筛法与湿筛法。

3 结果与讨论

3.1 不同坡面土壤团聚体的分布规律

在水蚀过程中, 团聚体的大小及水稳性决定着水流对土粒的分散破坏强度, 团聚体越大、水稳性越强, 则水流的分散作用越弱, 搬运的土粒越少, 土壤的抗蚀性越强^[3-4]。土壤侵蚀研究中主要探讨粒径在 $0.25 \sim 10 \text{ mm}$ 之间的团聚体含量与水蚀的关系^[3]。本文将粒径范围为 $5 \sim 10 \text{ mm}$ 的团聚体称作大团粒, $1 \sim 5 \text{ mm}$ 的团聚体称作中团粒, $0.25 \sim 1 \text{ mm}$ 的团聚体称作小团粒。

从团聚体平均含量与坡度的相关关系可以看出(见图 1), 大团粒含量随坡度增大呈对数关系显著递减($r = -0.9086^*$, $p = 0.05$); 中团粒含量随坡度增大呈指数关系显著递减($r = -0.8383^*$, $p = 0.05$); 小团粒含量与坡度的相关性不显著($r = 0.4531$)。表明随坡度的增大, 地表径流的侵蚀搬运作用增强, 导致 $>1 \text{ mm}$ 的团聚体分散度增大, 与已有地表径流对大颗粒的崩解作用随坡度增大而增强的研究结果相一致^[5]。说明黑土坡耕地在土壤侵蚀作用下, 将导致团聚体分散, 土壤结构性降低, 并且坡度越大, 分散作用越显著。

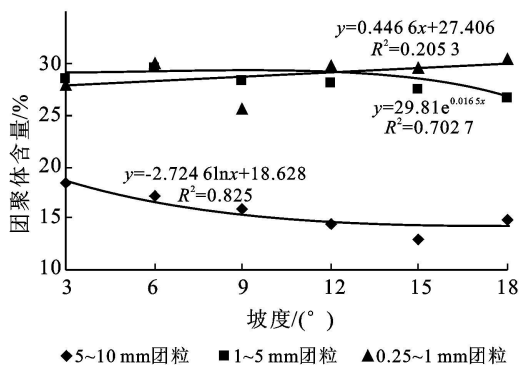


图 1 不同坡度条件下土壤团聚体的分布规律

3.2 不同坡度条件下, 黑土土壤团聚体的几何平均直径与平均重量直径的变化规律

土壤团聚体的几何平均直径(GMD)与平均重量直径(MWD)是反映土壤团聚体分布特征的重要指标^[1]。干筛法测得的自然状态下土壤团聚体的含量, 反映的是侵蚀发生后, 截止目前坡面土壤团聚体的分布特征; 而湿筛法测定的是坡面土壤的水稳性团聚体含量, 反映的是土壤潜在的抗蚀能力。

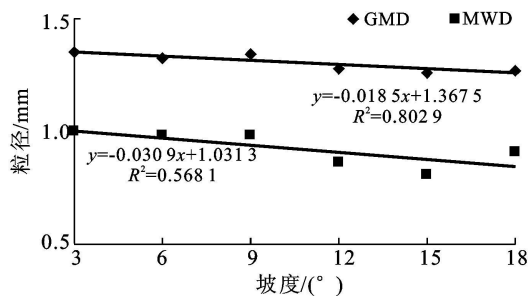


图 2 干筛法测定团聚体直径

由图 2 可见, 干筛法测定的团聚体的 GMD, MWD 与坡度的相关系数分别为 -0.896^{**} ($p = 0.01$) 和 -0.754^* ($p = 0.05$), 表明 GMD 与 MWD 均随坡度的增加呈显著递减关系。表明黑土坡耕地的坡度越大, 土壤团聚体分散度越高, 小团粒的比重越大, 即受径流的侵蚀作用越强。

图 3 中湿筛法测定水稳性团聚体的 GMD, MWD 与坡度的相关系数分别为 -0.749^* ($p = 0.05$) 和 -0.924^{**} ($p = 0.01$), 表明 GMD 与 MWD 均随坡度的增加呈显著递减关系。但 GMD 值均较 MWD 值小, 说明随坡度增大, 水稳性大团聚体含量减少, 土壤抗蚀性降低, 受侵蚀的危险程度增大。

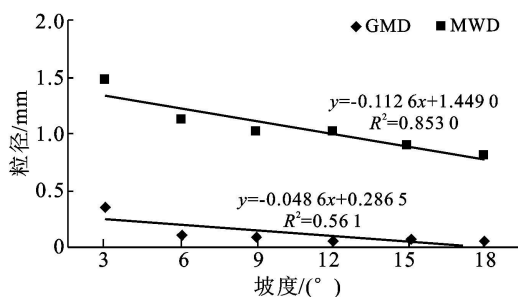


图 3 湿筛法测定团聚体直径

3.3 不同耕作方式下, 土壤团聚体在坡面上的分布特征

为客观表征土壤团聚体的粒径分布, 我们引入土壤团聚体的中值粒径 D_{50} (土壤团聚体累积量为 50% 时所应的粒径值), 土壤团聚体分散度越大, 小粒径团聚体含量越高, D_{50} 值越小; 土壤团聚体分散度越小,

大团聚体含量越高, D_{50} 值越大。图 4 是坡上部土壤团聚体的累积量曲线(局部), 可以看出, 相同坡度条件下, 横坡垄作方式的 D_{50} 值均大于免耕平作方式, 表明在坡上部, 横坡垄作方式的团聚体分散度小, 土壤抗蚀性高于免耕平作方式。

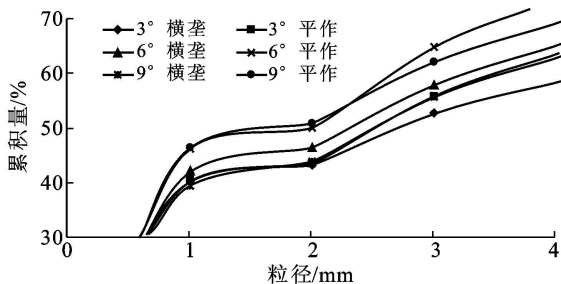


图 4 不同耕作方式坡上部团聚体中数直径

图 5 是坡下部土壤团聚体的累积量曲线(局部), 在 3° 、 6° 小区的坡下部, 横坡垄作方式的 D_{50} 值大于免耕平作, 9° 小区坡下部的 D_{50} 值为免耕平作大于横坡垄作, 表明 2 种耕作方式的坡下部土壤团聚体分散度与坡度有关。

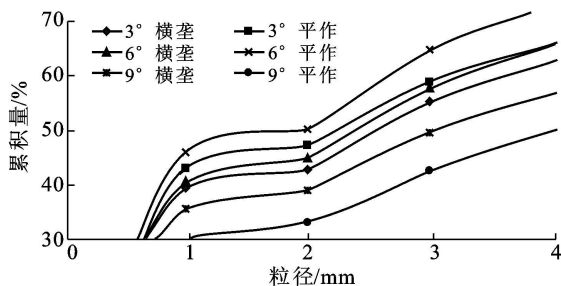


图 5 不同耕作方式坡下部团聚体中数直径

横坡垄作坡面在 9° 以下时, 径流受横垄的分散拦蓄作用而侵蚀力降低, 有利于土壤中大团聚体的保

持; 9° 以上时, 坡下部径流流速增加, 侵蚀力增大, 这时不扰动土体的平作方式对大团聚体的保持作用强于扰动土体的垄作方式。

4 结论

综上所述, 黑土区坡耕地在径流侵蚀作用下, 耕层土壤大团粒和中团粒含量与坡度呈显著负相关关系, 坡度越大, 土壤团聚体的分散度越高, 土壤结构性越差。并且随坡度的增加, 土壤团聚体的 GMD 与 MWD 均显著减小, 水稳性大团聚体含量降低, 土壤抗蚀性下降, 潜在侵蚀危险程度增大。在 $3^\circ \sim 6^\circ$ 缓坡上, 横坡垄作方式的土壤团聚体 D_{50} 值大于免耕平作, 而 9° 坡面上 D_{50} 值为坡上部大, 坡下部小。表明黑土区缓坡耕地采用横坡垄作方式有利于土壤团聚体的保持; 9° 以上坡耕地, 免耕平作方式坡下部土壤抗蚀性较强。

[参 考 文 献]

- [1] 杨长明, 欧阳竹. 华北平原农业土地利用方式对土壤水稳性团聚体分布特征及其有机碳含量的影响[J]. 土壤, 2008, 40(1): 100-105.
- [2] 党亚爱, 李世清, 王国栋, 等. 黄土高原典型土壤剖面土壤颗粒组成分形特征[J]. 农业工程学报, 2009, 25(9): 74-78.
- [3] 周虎, 吕貽忠, 杨志臣, 等. 保护性耕作对华北平原土壤团聚体特征的影响[J]. 中国农业科学, 2007, 40(9): 1973-1979.
- [4] 张琪, 方海兰, 史志华, 等. 侵蚀条件下土壤性质对团聚体稳定性影响的研究进展[J]. 林业科学, 2007, 43(10): 77-82.
- [5] 王瑄, 郭月峰, 高云彪, 等. 坡度、坡长变化与水土流失量之相关性分析[J]. 中国农学通报, 2007, 23(9): 611-614.

(上接第 42 页)

- [14] 左小安, 赵学勇, 张铜会, 等. 科尔沁沙地榆树疏林草地物种多样性及乔木种群空间格局[J]. 干旱区资源与环境, 2005, 19(4): 63-68.
- [15] 郭柯, 刘海江. 浑善达克沙地四种生境中榆树天然更新幼苗发育的比较[J]. 生态学报, 2004, 24(9): 2025-2028.
- [16] 李钢铁, 姚云峰, 邹受益, 等. 科尔沁沙地榆树疏林草原

及其封育更新研究[J]. 干旱区资源与环境, 2004, 18(4): 152-157.

- [17] 李雪华, 韩士杰, 蒋德明, 等. 科尔沁沙地不同演替阶段植被特征及固沙作用[J]. 辽宁工程技术大学学报, 2006, 25(5): 789-791.
- [18] 刘宁, 郑勇奇, 张川红, 等. 广东江门地区雷林 1 号梭的自然更新与扩散[J]. 林业科学研究, 2006, 19(5): 616-620.