

坡耕地黄土结皮的理化性质分析

吴发启, 范文波

(西北农林科技大学 资源环境学院, 陕西 杨凌 712100)

摘要: 在实验和对比分析的基础上, 讨论了黄土结皮的一些主要物理化学性质特征。结果认为, 结皮的形成是以细砂和粗粉砂为骨架, 以小于 0.01 mm 的细小颗粒堵塞土壤空隙的一个物理过程, 其腐殖质含量几乎与土壤相同, 而碳酸钙含量则略低。结皮的坚实度与前期含水率呈负相关, 与容重和厚度呈正相关, 而容重与厚度间的关系较为复杂。

关键词: 土壤结皮; 物理化学性质; 坡耕地

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2001)04-0022-03

中图分类号: S153, S157

An Analysis on Physicochemical Characteristics of Crust in Loess Soil on Slope Farmland

WU Fa-qi, FAN Wen-bo

(The College of Resource and Environment, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling 712100, Shaanxi Province, PRC)

Abstract: Based on experiments and comparing analysis, the physicochemical characteristics of crust above the loess soil is discussed mainly, and some results were obtained. Crust formation is a physical process that the framework formed by fine sand and coarse silt is filled by small grain (< 0.01 mm). The content of humus is nearly same as that of soil while the content of CaCO₃ is slightly lower. Crust hardness has negative relation with the water content of earlier stage, and has positive relation with bulk density and thickness. The relation of bulk density and thickness is more complicated.

Keywords: soil crust; physicochemical property; slope farmland

土壤是雨滴击溅和径流冲刷的主要对象, 因此, 其性质的差异对土壤侵蚀的影响很大。结皮是侵蚀的产物, 它的发育程度与土壤理化性质密切相关。Onofiok(1984)研究表明, 土壤粉粒含量愈高土壤结皮愈容易形成^[1]。Ahmod 和 Robbin(1971)研究得出, 有机质含量愈低土壤结皮愈容易形成^[2]。Farres(1978)和 Hussain(1985)则认为土壤团聚体的大小与结皮形成关系密切, 且团聚体愈少愈易形成结皮^[3-4]。故对土壤结皮理化性质的研究有助于对侵蚀本质的深入了解。张光远和蔡宗法(1990)对晋西黄绵土结皮的理化性质进行了实验研究, 得出了许多有益的结论^[5]。但地处中纬度的黄土高原土壤种类繁多, 侵蚀效应各不相同, 结皮性质也千差万别, 因而, 很有必要进行分区研究和对比。

以广布于黄土高原南部坡耕地的黄土善土为对象, 在室内外实验测定的基础上, 分析其各种理化特性, 以揭示其特征, 并充实分区研究内容。

1 研究内容与方法

(1) 结皮理化性质的测定与计算: 包括机械组成, 微团聚体含量, 腐殖质及碳酸钙含量, 分散系数和结构系数等。(2) 结皮主要数量指标变化关系: 如结皮坚实度与含水率、容重和厚度的关系, 以及容重及与厚度的关系等。

结皮的形成是在人工降雨和放水的条件下进行的。设计降雨强度为 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 和 2.5 mm/min, 放水深度 1.0 mm。供试土样为淳化县泥河沟流域坡地黄土善土。实验分室内和室外 2 个部分, 室内实验小区设计为 5.0 m × 1.0 m × 30 m, 坡度为 3°, 5°, 8°, 10° 和 12°; 野外实验小区为 20 m × 1 m, 坡度为 3°, 8° 和 12°。均设有重复。实验中, 降雨高度 11.5 m, 历时 30.0 min, 结皮坚实度用 TG-1 型坚实度计测定, 容重用涂膜法测定, 用烘干法测定土壤含水率, 其它指标值的测定均用常规方法进行。

收稿日期: 2001-06-04

资助项目: 国家科技攻关项目“高原台塬过渡区高产型粮果林发展研究(96-04-05-07)

作者简介: 吴发启(1957-), 男(汉族), 陕西省黄陵县人, 博士, 教授。研究方向为土壤侵蚀与水土保持。电话: (029) 7082561, E-mail: Wu-faqi@263.net

2 结果与分析

2.1 土壤结皮的机械组成

通过对 3°, 5°, 8°, 10° 和 12° 小区 5 场降雨(雨强 1.1 mm/min)形成的结皮与对照土样的机械组成进行分析和统计得知, 结皮和对照土样的机械组成无太大的差异, 都是以细砂和粉砂为主, 见表 1。但仔细分析表中数据不难发现, 颗粒粒径愈小, 结皮中数量总是大于对照土样, 0.01 mm 以下各等级就是如此。这正说明在降雨过程中, 结皮的形成是细小颗粒填塞的结果。因而, 结皮的形成过程可理解为以细砂和粗粉砂为骨架, 以小于 0.01 mm 的细小颗粒填充土壤孔隙的过程。进一步统计不同雨强结皮和对照土样的微团聚体数量, 其结果也是如此, 见表 2。

表 1 土壤结皮机械组成分析 %

粒径分 级/mm	1~ 0.25	0.25~ 0.05	0.05~ 0.01	0.01~ 0.005	0.005~ 0.001	< 0.001
结皮	1.10	10.36	45.61	11.44	23.15	8.34
对照	1.14	16.22	47.78	9.47	17.76	7.63

表 2 土壤结皮微团聚体分析 %

粒径分 级/mm	1~ 0.05	0.05~ 0.01	0.01~ 0.005	0.05~ 0.001	< 0.001
结皮	11.89	50.13	12.81	19.97	5.20
对照	17.61	53.50	10.81	14.92	3.16

正是上述原因, 结皮的分散系数 $(A/B) \times 100\%$ 和结构系数 $[(B-A)/B \times 100]$ 与对照土样相比出现了明显差异。结皮的分散系数约为 62.0%, 对照土样为 41.0%, 而结构系数前者为 38%, 后者为 59.0%。因此, 土壤结皮阻隔了土壤与环境间的水、气交换, 对农业生产造成危害。

2.2 结皮腐殖质、碳酸钙含量变化

在泥沟径流场 3°, 8°, 12° 径流小区上, 放水(水深 0.9 mm)形成结皮后, 分别按坡的上、中、下 3 个部位采样分析结皮与对照土样的腐殖质和碳酸钙含量, 结果见图 1, 2。从图 1 可以看出, 结皮与对照的腐殖质含量均不高, 约在 0.8% ~ 1.4% 范围内变化, 这主要是土壤本身有机质含量不高所致。另外, 随坡度增大, 两者的有机质含量均趋于降低, 在同一坡度不同坡位上结皮的有机质含量均略高于对照土。但全面坡的变化两者几乎完全相同, 即分水岭低, 坡脚高, 这是侵蚀强弱程度的具体体现。一般来说, 分水岭和坡的中下部以侵蚀为主, 而坡脚以堆积占主导地位。因此, 有机质含量前者低, 后者高; 随坡度增大, 土壤侵蚀量增加, 故有机质含量低。

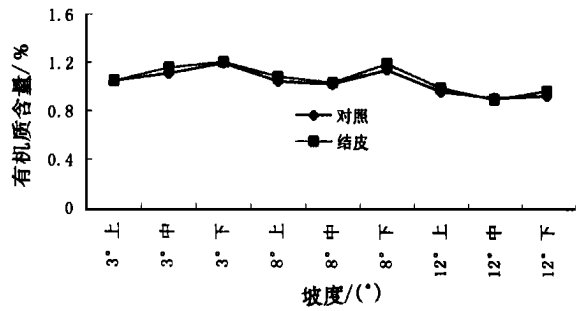


图 1 土壤结皮腐殖质含量变化图

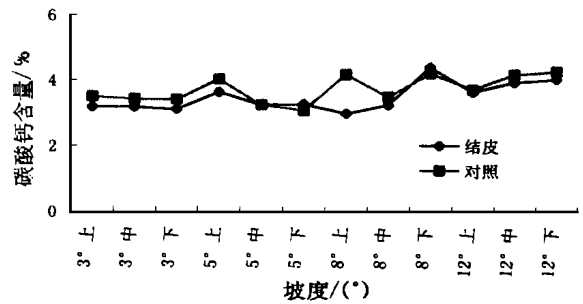


图 2 土壤结皮碳酸钙含量变化图

图 2 说明, 结皮的碳酸钙含量低于对照土壤, 而两者的碳酸钙含量均随坡度增大而增加, 这正是土壤侵蚀造成土壤退化的真实写照。

2.3 结皮的坚实度与含水率的关系

分析结皮坚实度与含水率、土壤坚实度与含水率所测的结果发现, 随含水率的增加两者的强度均呈下降趋势, 见图 3, 4。

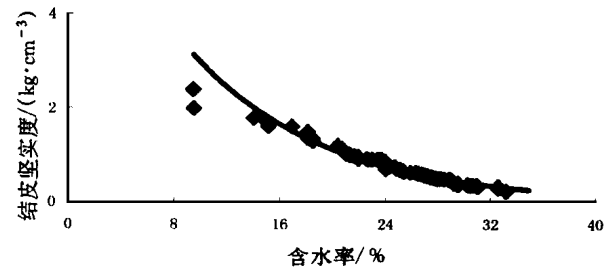


图 3 土壤结皮的坚实度与含水率关系图

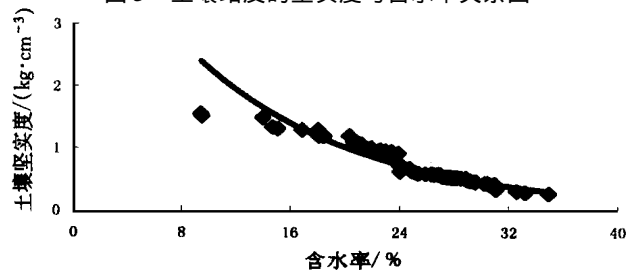


图 4 土壤坚实度与含水率关系图

经回归分析知, 它们均为指数函数关系:

$$Y_1 = 7.8411e^{-0.0977\theta} \quad R^2 = 0.9668 \quad (1)$$

$$Y_2 = 5.1434 e^{-0.0809\theta} \quad R^2 = 0.9573 \quad (2)$$

式中: Y_1 ——结皮坚实度(kg/cm^3); Y_2 ——土壤坚实度(kg/cm^2); θ ——含水率(%)。

将图 1 与图 2 对比不难看出,在相同的含水率情况下,结皮的坚实度要高于对照土样,因此,对侵蚀而言,结皮的存在可增强土壤的抗侵蚀能力。

2.4 结皮坚实度与容重和厚度的关系

坚实度和容重均是反映结皮强度的数量指标(图 5)。随容重增大,结皮坚实度增强,关系式为:

$$Y = 0.015 e^{3.4251w} \quad R^2 = 0.9688 \quad (3)$$

式中: Y ——结皮坚实度; w ——结皮容重。

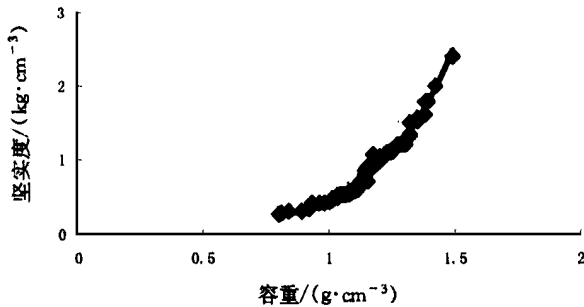


图 5 土壤结皮坚实度与容重的关系图

图 6 反映的是结皮厚度与结皮坚实度的关系,可以看出,结皮厚度越大,坚实度也越强,特别是结皮上层部分更是如此。回归分析得:

$$Y = 0.112 h^{1.7484} \quad R^2 = 0.9629 \quad (4)$$

式中: Y ——结皮坚实度; h ——结皮厚度(mm)。

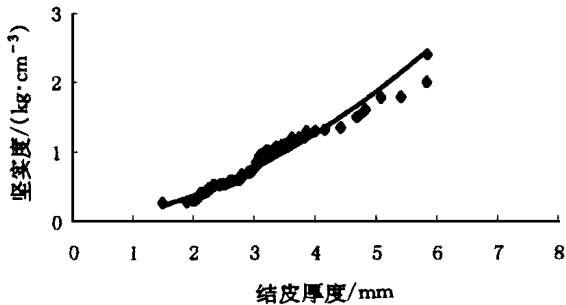


图 6 土壤结皮的坚实度与厚度的关系

(4) 式还说明,结皮发育越完善,厚度越大,坚实度也越强。由前人研究可知,降雨历时愈长,结皮的发育愈完善^[6]。因此,坚实度也愈强。

2.5 结皮容重与厚度的关系

将所测结果点绘成图 7。随结皮厚度增加,其容重变小,特别是结皮下层部分更是如此。也就是说结皮越薄,质地越细腻,容重越大,经回归得:

$$W = 2.0065 h^{-0.2422} \quad (5)$$

式中: W ——结皮容重; h ——结皮厚度。

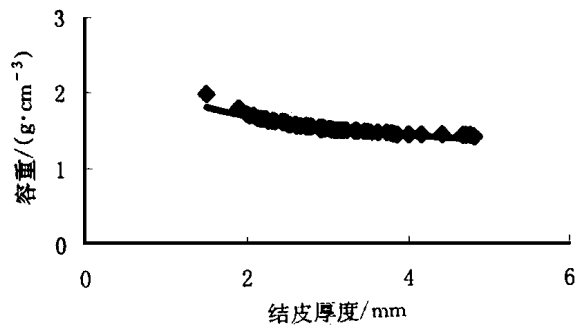


图 7 土壤结皮的容重与厚度关系图

3 结 论

(1) 黄土结皮的机械组成以细砂和粗粉砂为主,与对照土样相比,小于 0.01 mm 的颗粒数量增加。故在降雨侵蚀中,结皮的形成是以细砂和粗粉砂为骨架,以小于 0.01 mm 的细小颗粒填塞土壤孔隙的一个物理过程。

(2) 结皮腐殖质、碳酸钙含量的高低与土壤中的自身含量有关。对比分析得知,结皮腐殖质含量几乎与土壤相同,而碳酸钙成份略低,且随坡度增大,前者含量减小,而后者含量增加,全坡面上坡脚处含量高,而靠近分水岭段含量低,这正是水土流失的体现。

(3) 结皮的坚实度与前期含水率呈负相关,而与结皮容重和厚度呈正相关。结皮容重与结皮厚度的关系较为复杂,主要取决于结皮的完善程度和上下层厚度的对比关系。

[参 考 文 献]

- [1] Onofio O, Singer M J. Scanning electron microscope studies of surface crusts formed by simulated rainfall[J]. Soil Sci. Soc. Am. J., 1984, 48: 1138—1143.
- [2] Ahmad N, Robilin A J. Crusting of river state soil in Trinidad and its effect on gaseous diffusion, percolation and seeding emergence[J]. Soil Sci. J. 1971, 22: 23—31.
- [3] Farres P. The role of time and aggregate size in the crusting process[J]. Earth Surface Processes. 1985, 3: 243—254.
- [4] Hussain S M, Smillie G W, Couins J F. Laboratory studies of crust development in Irish and Iraqi Soil. 1. Moisture content, penetration resistance, aggregate size and seeding emergence of spring barley[J]. Soil and Tillage Research. 1985, 5: 33—35.
- [5] 张光远,蔡崇法.黄绵土结皮的微形态特征及某些理化性质的研究[C].见:晋西黄土高原土壤侵蚀规律实验研究文集.北京:水利电力出版社,1990.
- [6] 蔡国强.表土结皮在溅蚀和坡面侵蚀过程中的作用[C].黄河粗泥沙来源及侵蚀产沙机理研究文集.北京:气象出版社,1988.