

# 黄土性质与土壤侵蚀的关系初探\*

王文龙

雷阿林

中国科学院  
水利部 水土保持研究所黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室·陕西杨陵·712100)

**摘要** 该文详细地分析了土壤物理、化学性质与土壤侵蚀的关系,得出了土壤质地、机械组成、水稳性团粒结构、粘粒含量、有机质、易溶盐含量等因素与土壤侵蚀关系密切,是土壤侵蚀模拟实验中土壤相似应考虑的主要控制因素。

中图分类号: S157.1

**关键词:** 黄土性质 土壤侵蚀模拟试验 土壤相似性

## Relations Between Loess Properties and Soil Erosion

Wang Wenlong

(Institute of Soil and Water Conservation, the Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling District, Shaanxi Province, 712100, PRC)

Lei Alin

(the Yangtze River Valley Water Resources Protection Bureau, Ministry of Water Resources and State Bureau of Environmental Protection)

**Abstract** The relations between soil physicochemical properties and soil erosion are analysed in detail, which indicate that the soil properties, including soil texture, particle-size distribution and the contents of water-stable aggregate, clay, organic matter and soluble salt, have the close relation to soil erosion. These properties are the main governing factors which should be taken into account in simulation experiment on soil erosion.

**Keywords:** loess properties; simulation experiment on soil erosion; soil similarity

## 1 引言

模拟实验作为一种重要的研究手段,可以严格控制试验对象的主要参数而不受外界条件和自然条件的限制;有利于复杂的试验过程中突出主要矛盾,便于把握、发现现象的内在联系;能预测未建造出来的实物对象或根本不能进行直接研究的实物对象的性能,有时则用于探索一些未完全了解的现象或结构的基本性能或其极限值,可以节省大量的资金、人力和时间等,

收稿日期:1998-05-10

\* 国家自然科学基金(49671052)及黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验基金(96Z003)资助项目。

从而愈来愈受侵蚀研究者的重视<sup>[1]</sup>。相似问题与模型试验的关系是十分密切的,是问题的两个有机组成部分。土壤侵蚀模拟实验,最基本的相似条件大致有两个,即作为侵蚀动力源泉的降雨相似和作为被侵蚀对象的土壤相似问题<sup>[2]</sup>。土壤相似及其实现途径研究较为薄弱,是土壤侵蚀模拟实验需要解决的重要问题之一。

土壤相似即野外原状土与室内扰动土的相似,首先应从土壤性质与侵蚀的关系入手,只要影响土壤侵蚀的主要物理、化学性质相似或相近,那么实现土壤的相似就容易多了。

## 2 黄土性质与土壤侵蚀的关系

土壤是水力侵蚀的对象,其性质与水蚀过程密切相关,也可以说是水蚀的内因<sup>[3]</sup>。

### 2.1 土壤物理性质与侵蚀的关系

2.1.1 土壤透水性 对引起侵蚀危险性给予极大影响的坡面径流强度,大多是由于土壤的透水性决定的,土壤透水性能是矛盾的主要方面。蒋定生等曾在子午岭不同的土壤上进行了渗透性能与地表径流量的观测,结果表明:在其它条件大致相同的条件下,土壤渗透率与径流量呈反相关的关系,即渗透率愈大,径流量愈小。其中,土壤的机械组成对水分的渗透速度影响极大<sup>[4]</sup>。方正三等指出,土壤含砂粒(0.5~0.05 mm)的数量越多,透水性愈强,则土壤渗透速度越大,尤其对缺乏土壤结构和成土作用较弱的土壤来说,更是如此<sup>[5]</sup>。

土壤的结构性能好,它的透水性及持水量愈大,那么强烈地表径流及严重侵蚀的危险性愈小<sup>[6,7]</sup>。按照方正三等的资料,随着黄土团粒结构的增加,渗透张力也大大加强。透水性及持水量也随着孔隙率的增加而增加<sup>[5]</sup>。

土壤的湿度状况对地表和径流量的影响是相当大的。天水试验站的观测资料表明:土壤渗透能力随着土壤湿度的增加而减小,特别是在实验的前几分钟内表现的更突出<sup>[8]</sup>。

由此可知,土壤的透水性能取决于土壤的机械组成,结构性、孔隙率、前期土壤含水量等因素。

2.1.2 土壤的抗蚀性 土壤遭到破坏,一方面决定于降雨的强度,雨滴的大小,地表径流的多少及其速度;另一方面决定于土壤抵抗雨滴及径流对土壤的分散和悬浮的能力,即土壤抗蚀力<sup>[3]</sup>。

土壤抗蚀性是用分散率、侵蚀率和分散系数等指标表示,分散率是指 10 g 干土,放在 1 000 mL 水中振荡 20 次,测得分散沙与粘粒的含量,或用机械分散法测得的沙粒和粘粒与总含量的比值,数值愈大,土壤愈易分散<sup>[9]</sup>。土壤侵蚀率是根据土壤分散率,胶体含量及水分当量求出的,大于 10 的易侵蚀,低于 10 的不易侵蚀,一般灌木地土壤分散率和侵蚀率最小,林草地居中,耕地最大;表层与底层比较,表层大于底层,分散系数随着有机质含量和粘粒含量的增加而降低。因而土壤抗蚀性主要与土壤粘粒含量,水稳性团聚体,有机质等土壤结构胶结物质的数量和质量密切相关。

2.1.3 土壤的抗冲性 土壤的抗冲性是土壤抵抗水等侵蚀营力的机械破坏作用。用土体在静水中崩解的情况或在水流作用下的冲失量来表示土壤抗冲性的强弱<sup>[10]</sup>,近年来利用类似苏联 C. C 索波列夫装置,在一个大气压下,出水管为 1 mm 所射出的水流直接冲刷土体,经 1 min 所冲失的土量和水冲穴的深度表示抗冲性的强弱。试验结果表明:质地较细或有机质含量高,土壤抗冲性强,就同一土壤剖面各层土壤抗冲性而言,土壤容重或坚实度越大,抗冲性愈强。土壤利用状况不同,抗冲性也有差异,其中以林地最强,草地次之,农田最弱,林地和草地开垦后,抗冲性明显变弱,农地休闲后抗冲性很快增加,林地及草地的表层最强,表层以下显著减弱。但在

农田抗冲性表层最弱,即便是初垦也是如此<sup>[10]</sup>。

李勇等<sup>[11]</sup>用索波列夫抗冲仪,分别测定了33个小区4种土壤抗冲性及其相应的土壤及其相应的土壤机械组成,水稳性团粒聚体含量,土壤容重,紧实度和总孔隙度的关系。并建立了这些指标与抗冲性的多元线性回归方程。研究表明:决定土壤抗冲性的主导因素是粗粉粒(0.05~0.01 mm)、砂粒(0.05 mm)、紧实度、水稳性团粒含量、土壤容重及总孔隙度。

## 2.2 土壤化学性质与土壤侵蚀的关系

黄土的主要化学成分为 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 和 $\text{CaCO}_3$ 三者含量达70%以上,其次为 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{FeO}$ <sup>[12]</sup>。这些矿物在干燥时固结成集合体,对土粒起胶结作用,但遇水浸湿后,这些矿物就会溶解,随水流失,黄土中的水溶盐主要有碳酸盐(以 $\text{CaCO}_3$ 为代表)和硫酸盐(以石膏为代表)。据陕西省水科所的试验资料得出,单位面积上的产沙量随着易溶盐含量增加而增大,有下列关系

$$Q=2278.24+8351.58W \quad r=0.83$$

式中:Q——单位面积的产沙量( $\text{t}/\text{km}^2$ ); W——易溶盐含量(%)

土壤的抗冲性主要与土壤的矿物化学成分及结构、构造有关。黄土易溶盐含量较小,遇水易溶解,是造成黄土强度低的根本原因,也是引起各种重力侵蚀的内在机理<sup>[13]</sup>。

## 3 影响土壤侵蚀的主要土壤物理化学性质及土壤相似考虑的因素

综上所述,对侵蚀影响较大的理化性质是:土壤的质地、机械组成、水稳性团粒结构、粘粒含量、有机质、易溶盐含量等。那么在模拟试验中,应使以上土壤性质与原状土壤尽可能地接近,是研究结果精确与否的关键。

### 参 考 文 献

- 徐挺,编著.相似理论与模型试验.北京:中国农业机械出版社,1982.
- 雷阿林,唐克丽,史衍玺,等.土壤侵蚀模型实验中的土壤相似性问题.科学通报,1996,41(19):1801—1804.
- 朱显谟.黄土高原水蚀的主要类型及有关因素.水土保持通报,1981,(3)、(4).1982,(1)、(3)
- 蒋定生,黄国俊.黄土高原土壤入渗速率的研究.土壤学报,1986,23(4):299—305.
- 方正三,周佩华,等.黄土高原的暴雨与渗透的研究.科学通报,1957(10):306—307.
- 中国科学院黄土高原综合科学考察队.黄土高原地区土壤侵蚀区域特征及其治理途径.北京:中国科学技术出版社,1990.
- 黄义端,等.土壤内在性质对侵蚀影响的研究.水土保持通报,1989,(3):7—12.
- 刘世德,李建牢,等.罗玉沟流域坡面土壤侵蚀与理化性质.水土保持学报,1989(3):43—50.
- 田积莹,黄义端,等.子午岭连家砭地区土壤物理性质与土壤抗蚀性能指标的初步研究.土壤学报,1964,12(3):286—290.
- 高维森,王佑民.土壤抗蚀抗冲性研究综述.水土保持通报,1992,12(5):59—63.
- 李勇,朱显谟,等.黄土高原土壤抗冲性机理初步研究.科学通报,1990,35(5):390—393.
- 刘东生,文启忠,等.黄土的物质成分和结构与水土保持的关系.水土保持通报,1981,1(1):16—19.
- 曹银真.黄土性状对土壤侵蚀的影响.中国水土保持,1993(2):7—12.