

坡耕地侵蚀泥沙养分富集规律研究

余 雕, 吴发启*

(1. 西北农林科技大学 资源环境学院, 陕西 杨陵 712100)

摘 要:通过人工模拟降雨,研究了雨前样和泥沙样中有机质、全氮、碱解氮、全磷、速效磷等土壤养分含量的变化。结果表明:土壤受侵蚀后,有机质、全氮和碱解氮流失的“富集”现象明显,而全磷和速效磷却无明显的“富集”现象。有机质与全氮的富集率基本一致,碱解氮的富集率较高。其中有机质富集率为 $-10.89\% \sim 120.63\%$,平均为 26.38% ;全氮富集率为 $-22.35\% \sim 158.62\%$,平均为 23.91% ;碱解氮富集率为 $-63.83\% \sim 350.00\%$,平均为 52.41% 。泥沙粘粒的“富集”导致与粘粒结合较强的有机质和氮产生“富集”;缺磷及磷与土壤粘粒结合较弱是磷不“富集”的原因。

关键词:坡耕地;养分富集;土壤养分流失规律;人工模拟降雨

中图分类号:S714.8

文献标识码:A

文章编号:1001-7461(2007)03-0029-03

Regulation of Soil Nutrients Loss on Slope Land

SHE Diao, WU Fa-qi*

(College of Research and Environment, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract:Through the artificial rainfall simulation, this paper studied the change of nutrient contents between the soil sample before the rainfall and the sediment. The results showed that organic matter (OM), total N and alkali-hydrolyzable N enriched apparently, but total P and available P did not enrich. The approximate enrichment ratio of OM and total N was lower than the ratio of alkali-hydrolyzable N. The enrichment ratio of OM changed from -10.89% to 120.63% with the average of 26.38% ; the enrichment ratio of total N changed from -22.35% to 158.62% with the average of 23.91% ; the enrichment ratio of alkali-hydrolyzable N changed from -63.83% to 350.00% with the average value of 52.41% . Enrichment of clay in the sediment led to the enrichment of OM and N. Phosphorus did not enrich because of the deficiency of P in the soil and the weak integration between phosphorus and clay.

Key words:sloping land; enrichment; regulation of soil nutrients loss; artificial simulate rainfall

坡耕地土壤侵蚀引起土壤养分流失,导致土壤生产力降低,这一问题早已引起众多科研工作者的关注^[1~5]。坡地土壤养分流失主要表现为2种形式^[6],一种是溶解于径流中的养分随径流流失,另一种是吸附和结合于泥沙颗粒表面以无机态和有机质形式存在的养分。研究表明^[7,8],泥沙中养分含量是径流养分浓度的65倍以上,所以,水土流失降低土壤肥力的关键是土壤流失。

土壤侵蚀过程中,土壤细颗粒易在径流液中传输^[9],其结果往往导致泥沙粘粒的富集和所吸附化学元素和土壤有机质的富集^[10]。

本研究是在前人工作的基础上,通过人工模拟

降雨,进一步探讨土壤养分流失的“富集”规律及其原因,目的在于揭示黄土高原南部坡耕地土壤养分流失的规律,为水土保持和土壤肥力培育提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

试验在陕西省淳化县泥河沟流域径流试验场进行。土壤为黄土母质上发育的幼年侵蚀性黄壤土(表1),试验在原状土上进行。人工模拟降雨采用便携式降雨机^[9,10],雨滴降落高度为2 m,有效降雨面积 1.5 m^2 。为防止水分侧渗,四周用铁板围起来。

收稿日期:2006-10-27 修回日期:2006-12-25

基金项目:国家攻关计划项目(96-004-05-06);西北农林科技大学科研专项(6601-08080207)

作者简介:余雕(1974-),男,陕西蓝田人,讲师,主要从事土壤学及水土保持教学和科研。

* 通讯作者:吴发启,男,教授,博导,主要从事土壤侵蚀与水土保持的教学与研究工作。

表 1 泥河沟径流场黄壤土基本理化性质

Table 1 Basic physical and chemical properties of Huangshan soil in Nihegou runoff field

机械组成						养分含量			
1~0.25 mm	0.25~0.05 mm	0.05~0.01 mm	0.01~0.005 mm	0.005~0.001 mm	<0.001 mm	有机质/ (g·kg ⁻¹)	全 N/ (g·kg ⁻¹)	速效 N/ (mg·kg ⁻¹)	速效 P/ (mg·kg ⁻¹)
1.01%	12.56%	43.15%	11.45%	22.66%	9.17%	10.31	0.71	39.59	5.82

1.2 研究方法

在 5°、8°、11°、15°径流小区上,分别进行了 13 场共 52 场人工模拟降雨试验。每次降雨前分别在有效降雨面积内用五点法采集土壤样品,并收集每次降雨的泥沙样,然后对所采土样进行室内分析,测定其有机质、全 N、全 P、速效 N、速效 P 的含量及土壤机械组成。其中有机质测定采用重铬酸钾容量法(外加加热法);全氮采用半微量开氏法;全磷采用高氯酸—硫酸熔融钼锑抗比色法;速效氮采用碱解扩散法;速效磷采用 0.5 mol·L⁻¹NaHCO₃ 浸提钼锑抗比色法;机械组成采用吸管法。

富集率计算式为:

富集率(%) = $\frac{\text{泥沙样} - \text{雨前样}}{\text{雨前样}} \times 100\%$

2 结果与分析

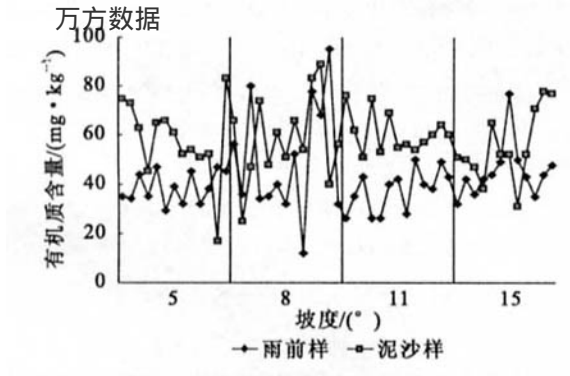


图 1 雨前样和泥沙样中有机质含量的变化

Fig. 1 The change of OM content between the soil sample before the rainfall and the sediment

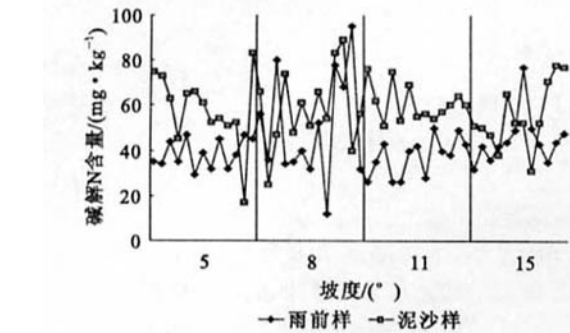


图 3 雨前样和泥沙样中碱解 N 含量的变化

Fig. 3 The change of alkali-hydrolyzable N content between the soil sample before the rainfall and the sediment

2.1 土壤养分流失的“富集”规律

土壤养分流失与土壤流失一起发生,而土壤流失首先是细颗粒流失,由于细颗粒泥沙对养分吸附作用强,导致了养分流失的“富集”现象^[11~13]。

从图 1~图 5 可以看出,泥沙样中有机质、全 N 和碱解 N 的含量都高于雨前采集的坡地表层土样,即黄壤土坡耕地水土流失中有机质、全 N 和碱解 N 流失的“富集”现象明显,而全 P 和速效 P 却无明显的“富集”现象,这与众多研究结果一致。其中,有机质富集率为-10.89%~120.63%,平均为 26.38%;全 N 富集率为-22.35%~158.62%,平均为 23.91%;水解 N 富集率为-63.83%~350%,平均为 52.41%。有机质与全 N 的富集率基本一致,碱解 N 氮的富集率很高。

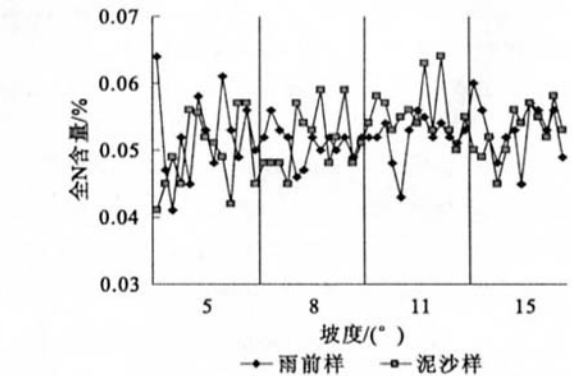


图 2 雨前样和泥沙样中全 N 含量的变化

Fig. 2 The change of total N content between the soil sample before the rainfall and the sediment

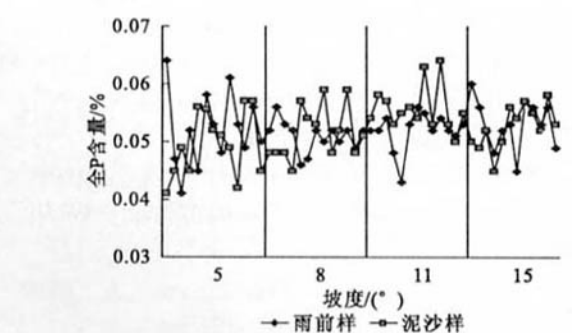


图 4 雨前样和泥沙样中全 P 含量的变化

Fig. 4 The change of total P content between the soil sample before the rainfall and the sediment

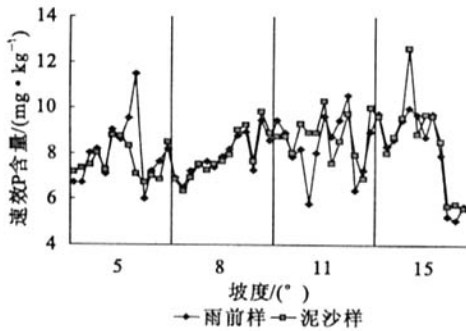


图5 雨前样和泥沙样中速效P含量的变化

Fig. 5 The change of available P content between the soil sample before the rainfall and the sediment

2.2 养分“富集”的原因分析

从图6可知,侵蚀前后,土壤的机械组成发生了明显的变化,泥沙样中较粗颗粒含量较低,而较细的粘粒含量显著高于原地土壤的粘粒含量,产生了粘粒的“富集”。

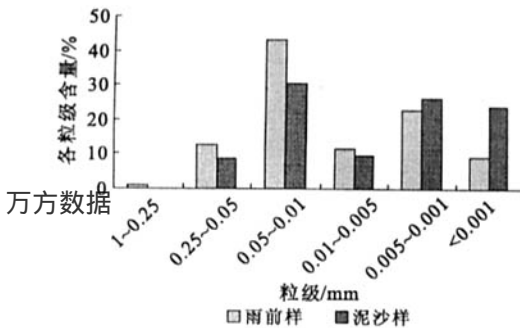


图6 雨前样和泥沙样中机械组成的变化

Fig. 6 The change of mechanical composition between the soil sample before the rainfall and the sediment

当坡面水分入渗速率小于降雨强度时产生径流,径流是坡面土壤泥沙流失的动力和载体,径流在坡面传递的过程实际上是径流与坡面土壤颗粒相互作用的过程。在这个过程中,径流首先选择性的携带土壤细颗粒,因此,与原地土壤相比,泥沙中细颗粒特别是粘粒含量显著增加,结果导致泥沙粘粒的富集,由于土壤有机质和全N(主要为有机N)多与土壤细颗粒结合,泥沙粘粒的富集导致泥沙有机质和全N的富集。所以有机质和氮富集的原因,是降雨前后土壤机械组成变化引起的。

至于磷不“富集”的原因,一方面是由于黄土中缺少磷素,另一方面磷与土壤粘粒的结合弱,粘粒并不能吸附比其他颗粒更多的磷,所以磷没有这种“富集”现象。

水土流失降低土壤肥力的关键是土壤流失,并携带大量营养元素,使耕作层变薄并粗化,结构劣

化。有机质流失易导致土壤理化性质恶化,保水保肥性能减弱,肥力逐渐退化。

3 结论

黄壤土受侵蚀后,泥沙样中有机质、全N和碱解N的含量都高于雨前采集的坡地表层土样,即黄壤土坡耕地水土流失中有机质、全N和碱解N流失的“富集”现象明显,而全P和速效P却无明显的“富集”现象。

黄壤土中,有机质富集率为-10.89%~120.63%,平均为26.38%,全N变化在-22.35%~158.62%之间,平均为23.91%,水解N变化在-63.83%~350%之间,平均为52.41%。有机质与全N的富集率基本一致,水解N的富集率很高。

由于土壤有机质和氮(主要为有机氮)多与土壤细颗粒结合,泥沙粘粒的富集导致泥沙有机质和氮的富集;缺磷及磷与土壤粘粒结合较弱是磷不“富集”的主要原因。

参考文献:

- [1] 白红英,唐克丽,陈文亮,等.坡地土壤侵蚀与养分流失过程的研究[J].水土保持通报,1991,11(3):14-19.
- [2] 荆振民,王志圣.黄土丘坡耕地土壤退化及防治措施的研究[J].中国水土保持,1991(4):10-14.
- [3] 李鼎新,汪美玲,徐建荣.水土流失造成的土壤肥力退化及逆转途径[J].水土保持通报,1988,8(3):46-54.
- [4] 唐克丽,黄土高原的土壤侵蚀和土地退化防治对策[M].北京:中国科学技术出版社,1990.
- [5] 唐克丽,张仲子,孔晓玲,等.黄土高原水土流失与土壤退化研究[J].水土保持通报,1987,7(6):12-18.
- [6] 邵明安,张兴昌.坡面土壤养分与降雨、径流的相互作用机理及模型[J].世界科技研究与发展,2000,23(2):7-12.
- [7] 刘秉正,李光录,吴发启,等.黄土高原南部土壤养分流失规律[J].水土保持学报,1993,9(2):77-87.
- [8] 吴发启,赵晓光,刘秉正.缓坡耕地侵蚀环境及动力机制分析[M].西安:陕西科学技术出版社,2001.181-186.
- [9] Gregory F. Nitrogen and phosphorus in eroded sediment from corn and soybean tillage system[M]. J. Environ. Qual., 1991, 20:663-670.
- [10] Cogo N P. Tillage induced roughness and runoff velocity on size distribution of eroded soil aggregates[J]. Soil Sci. Soc. Am. J., 1983,47:1005-1008.
- [11] Catroux G, Schnitzer M. Chemical, spectroscopic and biological characteristics of the organic matter in particle size fractions separated from an Aquoll[J]. Soil Sci. Soc. Am. J., 1987, 51:1200-1207.
- [12] 李光录,赵晓光,吴发启,等.水土流失对土壤养分的影响研究[J].西北林学院学报,1995,10(增):28-33.
- [13] 蔡崇法,丁树文,史志华,等. GIS支持下三峡库区典型小流域土壤养分流失量预测[J].水土保持学报,2001,15(1):9-12.