

黄壤土养分流失规律初探*

余 雕 , 吴发启 , 刘丽莉

(西北农林科技大学 资源与环境学院, 陕西 杨陵 712100)

摘要:以野外试验和室内分析相结合的方法,研究了黄土高原南部黄壤土侵蚀时养分变化的规律。结果表明,泥沙样中有机质、全氮、水解氮的含量均大于降雨前所采的坡地表土样。不同耕作措施相比,采用等高沟垄耕作养分流失浓度小、流失量最少。土壤养分的流失随雨强增大而逐渐增加,雨强达 1.0 mm/min 上下时,流失浓度最大,后随雨强增大泥沙样中养分含量略有降低。

关键词:黄壤土;养分流失;耕作措施

中图分类号 S718.516 文献标识码 A 文章编号 1001-7461(2003)03-0019-03

Regular Pattern of Soil Nutrient Loss on the Loess Plateau

SHE Diao , WU Fa-qi , LIU Li-li

(College of Resources and Environment, NW Sci-Tech Univ. of Agr. And For., Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Based on field experiment and laboratory analysis, regular pattern of variation of soil nutrient was studied in south of the Loess Plateau. The results showed that the contents of organic matter, total nitrogen and available nitrogen in the sediment were more than that of soil sample. The influences of different cultivation activities on nutrient loss were different. The runoff of nutrient was the least with the method of contour furrow. The little rainfall intensity is, the more soil nutrients is kept.

Key words: loessal soil; nutrients loss; cultivation method

黄土高原水土流失十分严重,平均年流失泥沙 16 亿 t,其中 50% 以上来自坡耕地。黄土高原现有耕地 $1.91 \times 10^7 \text{ hm}^2$, 73.6% 属坡耕地^[1]。长期的水土流失导致土壤退化,肥力降低,生产力水平低下,粮食产量很少超过 $2\ 250 \text{ kg/hm}^2$ 。近十年来,随着“高产、优质、高效”生态农业的蓬勃发展,迫切要求研究土壤侵蚀与生产力的关系,以便为水土保持、环境治理、提高和发展生产力提供理论依据。基于此,我们在淳化径流试验场采用人工模拟降雨方法探索黄壤土受侵蚀后养分的变化,以寻求土壤肥力恢复与重建的有效途径。

1 研究区概况

研究区位于陕西省淳化县,属渭北黄土残塬沟壑类型,塬面破碎,沟壑纵横,海拔 630~1 809 m。

年平均气温 9.8°C ,年降水 570~620 mm,7~9 月集中率为 52%。据统计,全县坡耕地占 54.6%,最大坡度达 30° 以上。经测验,该区坡耕地土壤侵蚀模数为 $4\ 000 \sim 5\ 000 \text{ t} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ ^[2]。土壤除塬面中部为黑垆土外,侵蚀型黄壤土分布广大。

试验地点在该县泥河沟径流试验场,供试土壤为黄壤土。1998 年测定,土壤有机质含量为 12.06 g/kg 、全氮为 0.74 g/kg 、全磷为 1.33 g/kg 。

2 研究方法与试验设计

试验按不同雨强、不同耕作措施的组合设计,采用人工模拟降雨试验方法。试验雨强分为小雨强 (0.5 mm/min 上下)、中雨强 (1 mm/min 上下)和大雨强 (1.5 mm/min 上下)3 个等级。耕作措施采用自然坡(自然状态下的裸地)、锄地、等高犁耕(平行

* 收稿日期 2002-12-15

基金项目 西北农林科技大学重点科研专项(20000203093)

作者简介 余雕(1974-)男,陕西蓝田人,助教,主要从事土壤及水土保持方面的教学与科研工作。

于等高线进行犁耕)、等高沟垄(与等高线平行,垄与垄间距 20 cm 左右,垄高 15 cm 左右)等 4 种处理,试验重复 3 次。为便于观测取样,试验在 11° 径流小区上进行。人工降雨面积为 1 m × 2 m,降雨历时为 40 min。测定泥沙流失量,并分别收集雨前坡

地表层(0 ~ 20 cm)土样及泥沙样进行养分分析。采用常规方法测定土壤有机质、全氮及水解氮含量,最后比较分析土壤养分流失及影响因素的变化(表 1)。

表 1 人工模拟降雨及试验处理基本情况

Table 1 The basic information of the simulating rainfall

降雨场次	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
耕作措施	直线坡	锄地	等高犁耕	等高沟垄	等高沟垄	直线坡	锄地	等高犁耕	等高犁耕	锄地	直线坡	等高沟垄
雨强/mm · min ⁻¹	1.140	1.300	0.945	1.107	0.549	0.750	0.787	0.720	1.760	1.594	1.376	1.396

3 结果与分析

3.1 土壤养分流失的“富集”现象

土壤养分流失与土壤流失一并发,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^[3-5](表 2)。

表 2 各次降雨雨前土样及泥沙样中养分含量

Table 2 The nutrient content in every sample of before-rain and sediment

降雨场次	样品 万方数据	腐殖质 /g · kg ⁻¹	全氮 /g · kg ⁻¹	水解氮 /mg · kg ⁻¹
1	雨前样	10.0	0.71	35
	泥沙样	12.5	0.93	75
2	雨前样	9.6	0.67	34
	泥沙样	12.3	0.92	73
3	雨前样	11.1	0.71	29
	泥沙样	12.1	0.91	63
4	雨前样	9.5	0.68	28
	泥沙样	10.0	0.71	56
5	雨前样	9.2	0.68	35
	泥沙样	9.9	0.76	45
6	雨前样	10.1	0.63	40
	泥沙样	12.3	0.84	54
7	雨前样	9.5	0.66	42
	泥沙样	11.9	0.81	50
8	雨前样	8.9	0.63	36
	泥沙样	11.6	0.79	47
9	雨前样	9.3	0.69	42
	泥沙样	10.9	0.72	55
10	雨前样	10.1	0.68	40
	泥沙样	11.5	0.73	57
11	雨前样	9.6	0.63	38
	泥沙样	12.1	0.75	60
12	雨前样	9.2	0.66	42
	泥沙样	11.0	0.68	51

从表 2 看出,泥沙样中有机质、全氮和水解氮的含量都高于雨前采集的坡地表层土样,可见,黄塔土坡耕地水土流失中土壤养分流失的“富集”现象明显。其中,有机质富集率变化在 5.26 % ~ 30.34 % 之间,平均为 19.09 %,全氮变化在 3.03 % ~ 37.31

% 之间,平均为 18.99 %,水解氮富集率变化在 19.05 % ~ 117.24 % 间,平均为 59.35 %。有机质与全氮的富集率基本一致,水解氮的富集率很高。富集率计算式为:

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

有机质流失易导致土壤理化性质恶化,土壤保水保肥性能减弱,土壤肥力逐渐退化。此时作物不能得到充足的营养且抗旱能力下降,产量水平较低;土壤中氮素尤其是水解氮的流失,会导致作物易早衰,过早成熟,结实率低,产量低,品质差。

3.2 土壤养分流失的浓度及“富集”变化因素

流失泥沙中养分浓度的变化,既受坡地土壤养分含量的影响,也受水土流失强度的影响,因而,养分流失的“富集”也发生变化。在土壤肥力大致相同条件下,则主要决定于土壤流失强度。

结合表 1、2 分析,在小、中、大 3 级雨强条件下,不同耕作措施流失泥沙样中腐殖质、全氮、水解氮的含量由高到低依次为自然坡、锄地、等高犁耕、等高沟垄,显然,不同耕作措施下土壤养分流失浓度不同。计算其流失养分的“富集率”,以自然坡富集率最高,等高沟垄富集率最低,其中有机质流失富集率平均值分别为:自然坡 24.27 %、锄地 22.41 %、等高犁耕 18.85 %、等高沟垄 10.81 %;全氮依次为 27.79 %、22.46 %、19.31 % 和 6.40 %,水解氮依次为 69.03 %、58.75 %、59.58 % 和 50.00 %。所以采取等高沟垄耕作最有利于养分的保持,其次是等高犁耕、锄地、自然坡。这主要是由于从自然坡、锄地、等高犁耕到等高沟垄的不同耕作措施中,地表糙度依次增大^[6],拦蓄径流的量和下渗量逐渐增多,从而减少了土壤养分的流失,逐渐增加了养分的保蓄。

在地面坡度、耕作措施相同情况下,分析雨强的大小对土壤养分流失变化的影响可知,雨强从 0.5

mm/min 增至 1.0 mm/min(最大 1.3 mm/min)时, 流失泥沙样中有机质、全氮、水解氮的含量逐渐增大, 雨强继续增大达 1.5 mm/min 上下时, 泥沙样中有机质、全氮、水解氮的含量略有降低; 在 1.0 mm/min 降雨强度下, 土壤养分流失浓度最大。这是大雨强下土壤流失十分强烈, 泥沙中粗颗粒相对增多的缘故。

养分流失“富集率”的变化与养分流失浓度变化类似。雨强在 0.50~0.78 mm/min 时 4 种耕作措施平均计, 有机质、全氮和水解氮的富集率为 21.25%、23.31% 和 28.30%; 中雨强(0.94~1.30 mm/min)时, 富集率平均为 16.85%、25.22% 和 111.56%; 大雨强(1.30~1.76 mm/min)时, 富集率下降到 19.17%、8.45% 和 38.19%。

3.3 土壤养分流失量及变化

由土壤流失量和流失养分浓度可以计算出土壤养分流失量。经试验测定 11°黄壤土土壤养分流失量为: 有机质流失 0.061~6.008 g/m², 全氮流失 0.005~0.397 g/m², 水解氮流失 0.181~30.316 mg/m²。转化数据 hm² 面积上, 有机质最大流失 60.08 kg, 全氮为 3.97 kg, 水解氮为 0.303 kg, 养分流失量并不很大, 这主要是一次降雨试验, 土壤侵蚀模数均在 551.2 t/km² 以下的缘故。

从分析土壤养分流失量的变化可以看出, 无论何种耕作措施, 小雨强降雨土壤养分流失量小, 随雨强增大, 养分流失量增加。养分流失的这个规律与土壤流失规律一致, 与土壤养分流失浓度的关系甚小。就不同耕作措施而言, 无论何种降雨强度, 均是自然直线坡流失最严重, 次之为人工锄地和等高犁耕, 等高沟垄流失最轻。

4 结论

侵蚀黄壤土具有养分“富集”现象。黄壤土受侵蚀后, 有机质、全氮、水解氮的含量都是泥沙样大

于降雨前所采的样, 土壤养分流失的“富集”现象明显, 其原因可能是泥沙样中粘粒含量高, 从而吸附大量养分而呈现此现象。

当雨强相同时, 采用不同的耕作措施, 泥沙样中有机质、全氮、水解氮的含量及富集率也不相同。由高到低依次为自然坡、锄地、等高犁耕、等高沟垄。自然坡耕作土壤养分流失严重, 不利于黄壤土的肥力恢复与重建。等高沟垄相比之下有利于养分的保持。所以在生产中应提倡采用平行于等高线的耕作措施, 而尽量避免顺坡方向耕作。

地面坡度与耕作措施相同时, 雨强大小直接影响土壤养分的流失。雨强从 0.5 mm/min 增至 1.0 mm/min 时, 流失泥沙样中养分含量逐渐增大, 雨强继续增大达 1.5 mm/min 时, 泥沙样中养分含量略有降低; 在 1.0 mm/min 降雨强度下, 土壤养分流失浓度最大。

土壤养分流失量随雨强增大而增加, 与土壤养分流失浓度的关系甚小。就不同耕作措施而言自然直线坡参与流失最严重, 次之为人工锄地和等高犁耕, 等高沟垄流失最轻。

参考文献:

- [1] 杨文治, 余存祖. 黄土高原区域治理与评价[M]. 北京: 科学出版社, 1992. 31-276.
- [2] 刘秉正, 刘世海, 吕俊杰, 等. 地膜小麦与套种的增产和减沙效益研究[J]. 水土保持研究, 2000, 7(1): 42-45, 68.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] 吴发启, 赵晓光, 刘秉正, 等. 地表糙度的量测方法及对坡面径流和侵蚀的影响[J]. 西北林学院学报, 1998, 13(2): 15-19.