

陕北坡耕地土壤侵蚀对土壤性质的影响研究*

贾科利 常庆瑞 王占礼 张俊华 齐雁冰

(西北农林科技大学资源环境学院 杨陵 712100)

摘要 研究分析黄土高原北部坡耕地土壤侵蚀对土壤性质影响结果表明,山坡中、上部为土壤侵蚀最强烈地带,坡顶侵蚀较弱;土壤全 N、碱解氮、速效钾与水蚀和耕作侵蚀间呈线性相关关系,而土壤有机质、速效磷和阳离子代换量则与水蚀和耕作侵蚀无显著相关性。

关键词 坡耕地 土壤侵蚀 土壤性质 ^{137}Cs 示踪技术

Effects of soil erosion on the soil properties in slope cropland of northern Shaanxi. JIA Ke-Li, CHANG Qing-Rui, WANG Zhan-Li, ZHANG Jun-Hua, QI Yan-Bing(Northwest Sci-tech University of Agriculture and Forestry, Yangling 712100, China), *CJEA*, 2006, 14(1): 96 ~ 99

Abstract The effects of soil erosion on the soil properties of northern Loess Plateau were studied. The results show that the erosions in the front and middle parts of the slope cropland are stronger, but the erosion is weaker in the top of slope. There is linear relations among total N, alkaline hydrolysis N, available K and water erosion, tillage erosion; organic matter, available P, and cation exchange capacity are related to water erosion and tillage erosion insignificantly.

Key words Slope cropland, Soil erosion, Soil property, ^{137}Cs technology

(Received Oct. 12, 2004; revised Nov. 23, 2004)

黄土高原水土流失严重,总流失面积为 62 万 km^2 ,其中年侵蚀模数 $> 5000\text{t}/\text{km}^2$ 的强度水蚀面积为 45.4 万 km^2 ,占全国同类面积的 38.8%,年侵蚀模数 $> 15000\text{t}/\text{km}^2$ 的剧烈水蚀面积为 3.67 万 km^2 ,占全国同类面积的 89%。严重的水土流失形成了黄土高原千丘万壑、光山秃岭的自然景观,也造成了该区地瘠民贫、灾害频繁的社会、经济和文化景观^[1]。本研究在测定坡耕地水土流失基础上,研究了土壤侵蚀对土壤性质的影响,为侵蚀土壤质量恢复和防治水土流失提供科学依据。

1 研究区域概况与研究方法

研究地位于陕西省延安市安塞县,处于黄土高原腹地,年均气温 8.8℃,年均降水量 492.4mm 且主要集中在 7~9 月份,年蒸发量 1645.4mm,相对湿度 61.7%。试验地平均海拔高度 1430m,投影坡长约 30m,坡向近东,坡型呈上凸下凹型,最大坡度接近 30°,最小坡度为 0°,土壤类型为黄绵土,1 年一熟,以秋作物为主。采样前该地已撂荒 1 年,采样时耕层土壤较紧实,耕层土壤容重 $1.3\text{g}/\text{cm}^3$,土壤含水量 10.31%。从地块顶部开始沿坡面纵切线在地面按斜距离 3.0m 布设样点,在坡度变化较大处加密布点,共布点 22 个,取得 13 个土样,采样深度为 30cm,取混合土样经自然风干,剔除草根,研磨过筛(1mm)备用。用重铬酸钾容量法测定土壤有机质含量,以半微量开氏法测定土壤全 N 含量,用碱解扩散法测定土壤碱解氮含量,以 1mol/L 中性 NH_4OAc 浸提、火焰光度法测定土壤速效钾含量,用 0.5mol/L NaHCO_3 法测定土壤速效磷含量,以醋酸钠-火焰光度法测定土壤阳离子代换量,用电位法测定土壤 pH^[2],试区土壤基本理化性状见表 1。

水土流失量测定。首先用 γ 能谱仪测定土壤中 ^{137}Cs ,在 661.6keV 处测定 ^{137}Cs 全峰面积,测量时间为 8h,之后根据 ^{137}Cs 浓度采用张信宝^[3]法计算总侵蚀量,其计算公式为:

$$X = Y_R(1 - H/H)^{N-1963} \quad (1)$$

式中, X 为土壤采样时 ^{137}Cs 浓度(Bq/m^2), Y_R 为 ^{137}Cs 的背景值(Bq/m^2), H 为土壤流失深度(m), H 为耕层深度(m), N 为采样时年份。将测量值分别代入式(1)即可求得各部位土壤流失深度。取耕层土壤容重为

* 国家自然科学基金项目(30170790)和教育部科技重点项目(03157)资助

收稿日期:2004-10-12 改回日期:2004-11-23

1.30g cm³,则可计算各部位的土壤侵蚀量,再用总侵蚀量减去耕作侵蚀量即得水蚀量,其中耕作侵蚀引用文献[4]方法和数据(供试土样与本试验为同一土样)。试验各样点土壤耕作侵蚀、水蚀和总侵蚀模数见表 2。

表 1 试区土壤基本理化性状

Tab.1 The basic physical and chemical properties of the tested soil

土 号 Soil marks	有机质/ g·kg ⁻¹ Organic matter	全 N/ g·kg ⁻¹ Total N	碱解氮/ mg·kg ⁻¹ Alkali-hydrolysis N	速效钾/ mg·kg ⁻¹ Available K	速效磷/ mg·kg ⁻¹ Available P	阳离子代换量/ cmol·kg ⁻¹ Cation exchange capacity	pH (H ₂ O)
1	4.52	0.31	33.46	58.4	4.76	4.20	7.92
2	3.58	0.30	26.95	59.5	1.10	4.10	8.08
3	6.48	0.33	30.37	74.3	1.70	3.85	8.21
4	6.03	0.33	27.52	69.2	1.30	4.00	8.12
5	6.99	0.35	30.72	77.7	2.90	3.85	8.17
6	5.49	0.33	25.23	75.8	1.80	3.70	8.22
7	6.81	0.32	24.77	74.9	1.20	4.07	8.27
8	7.74	0.37	33.12	83.7	2.40	4.14	8.27
9	7.76	0.38	35.40	84.6	2.80	4.03	8.30
10	6.14	0.42	36.43	80.7	1.90	4.10	8.36
11	6.44	0.47	39.62	93.8	1.80	4.48	8.37
12	7.08	0.49	46.93	92.2	2.70	4.34	8.38
13	6.32	0.45	44.19	84.7	1.80	3.82	8.42
平均	6.26	0.37	33.44	77.65	2.17	4.05	8.24
标准差	1.09	0.06	6.98	10.84	0.96	0.05	0.14
变异系数	18.95	17.2	20.88	13.96	44.3	1.16	1.71

表 2 试验各样点土壤侵蚀量

Tab.2 The quantity of soil erosion in each tested sample

项 目 Items	样点号 Sample marks												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
年耕作侵蚀/ t·km ⁻²	716.6	875.1	1344.6	1811.7	1994.8	1526.3	510.5	-800.4	-1774.4	-1998.2	-1693.1	-1226.8	-1235.0
年水蚀/ t·km ⁻²	6752.8	7772.9	6138.9	5355.1	5028.9	5411.7	8385.7	3757.0	4402.9	2500.5	-1453.3	-1524.1	-2154.0
年总侵蚀/ t·km ⁻²	7469.4	8648.0	7483.5	7166.8	7023.7	6938.0	8896.2	2956.6	2628.5	502.3	-3146.4	-2750.9	-3389.0

2 结果与分析

2.1 坡耕地水土流失特征

坡耕地水土流失受自然因素和人为生产活动的共同作用,侵蚀方式主要有水力侵蚀、风化剥蚀、重力侵蚀和人类生产活动(犁地)引起的耕作侵蚀,它们相互交织、共同作用,导致土壤质量衰退,肥力降低。供试土壤水土流失主要是水力侵蚀和耕作侵蚀,耕作过程中土壤受犁耕作用而向下坡方向移动,导致耕作侵蚀发生,同时犁耕扰动表层土壤,破坏土壤结构,改变成土环境和过程,加速土壤中多糖有机粘合剂的分解,从而使土壤易于侵蚀^[5]。坡耕地水蚀主要以雨滴溅击开始,之后形成面状水流进而汇集成股,发展成细沟、浅沟侵蚀^[6],加之人为耕作管理活动,最终表现为土壤层状剥蚀,并导致土壤肥力降低,土层减薄。受各种侵蚀营力的作用,试区坡面水土流失在空间上存在很大差异。由表 2 可知山坡中、上部水土流失最强烈,年均总流失量 > 7000t km²,且水蚀强度大于耕作侵蚀。

2.2 坡耕地土壤侵蚀对土壤养分的影响

坡耕地土壤侵蚀对土壤 pH 和阳离子交换量的影响。土壤 pH 对土壤有机质的积累和分解,营养元素的释放、转化、迁移及其有效度等均有直接影响,供试坡耕地土壤呈微碱性反应,pH 值为 7.92 ~ 8.42,变异较小。土壤阳离子代换量是土壤保肥供肥能力的重要指标之一,供试坡耕地土壤阳离子代换量为 3.70 ~ 4.48cmol/kg,变异系数为 1.16%,变幅亦较小,故土壤化学性质受水土流失的影响较小,其原因可能与该区土壤母质层深厚、性质均一有关。

坡耕地土壤侵蚀对土壤 N 素和有机质含量的影响。由表 1 可知坡地中、上部土壤全 N、碱解氮含量均

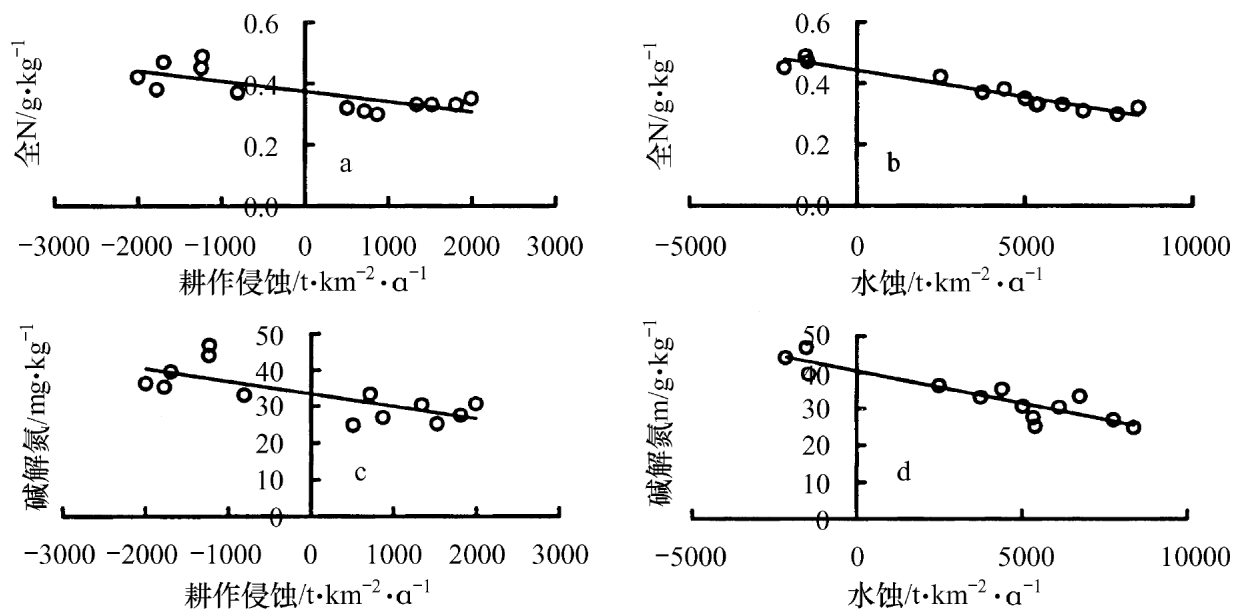


图 1 坡耕地土壤侵蚀对土壤 N 素含量的影响

Fig.1 The effect of soil erosion on the soil N content of slope cropland

表 3。耕作侵蚀和水蚀对土壤 N 素含量的影响较为明显,且水蚀较耕作侵蚀所引起的 N 素损失强度大,故黄土高原 N 素缺乏主要是由水蚀所致。土壤有机质与耕作侵蚀和水蚀量相关性不明显,其原因可能是该试区经过长期水土流失,其土壤剖面的发生层侵蚀殆尽,供试土壤均为性质均一的黄土母质出露所致。

表 3 土壤侵蚀与土壤全 N、碱解氮、有机质含量的相关关系

Tab.3 The relationships of soil erosion and soil total N, alkaline hydrolysis N and organic matter

项 目 Items	耕作侵蚀 Tillage erosion			水蚀 Water erosion		
	回归方程 Regression equation	F 值 F value	显著水平 Significance	回归方程 Regression equation	F 值 F value	显著水平 Significance
全 N	$Y = -3 \times 10^{-5} X + 0.3733 (R^2 = 0.6012)$	6.586**	0.0018	$Y = -2 \times 10^{-5} X + 0.4407 (R^2 = 0.9277)$	41.213**	0.0001
碱解氮	$Y = -0.0035 X + 33.474 (R^2 = 0.5478)$	13.327**	0.0038	$Y = 0.0018 X + 40.358 (R^2 = 0.8188)$	49.717**	0.0001
有机质	$Y = -0.0003 X + 6.2618 (R^2 = 0.148)$	1.911	0.1943	$Y = 0.0001 X + 6.7254 (R^2 = 0.1288)$	1.626	0.2286

坡耕地土壤侵蚀对土壤速效钾和速效磷含量的影响。本研究坡面土壤速效钾和速效磷含量分别为 58.4 ~ 93.8mg/kg、1.10 ~ 4.76 mg/kg, 平均 77.65mg/kg、2.17 mg/kg, 变异系数分别为 13.96% 和 44.3%。进一步分析发现,土壤速效钾含量与水土流失强度间成反比关系,即坡面中、上部土壤速效钾含量低,平均为 73.1mg/kg,而坡脚土壤速效钾含量为 87.9mg/kg。土壤速效磷含量除坡上第 1 个点含 P 较高(4.76mg/kg)外,其余各点为 1.10 ~ 2.90mg/kg,含量较均匀。通过回归分析(见图 2)并应用 SAS 软件进行显著性检验结果表明,坡面土壤速效钾含量与耕作侵蚀和水蚀量具有很好的线性负相关关系,其回归方程及显著性水平分别为:

$$y_{\text{耕作侵蚀}} = -0.0049 X + 77.683 \quad (R^2 = 0.4546, F = 9.167^{**}, \text{显著性水平 } F_{0.05} = 0.0115) \quad (2)$$

$$y_{\text{水蚀}} = -0.0025 X + 87.149 \quad (R^2 = 0.6426, F = 19.779^{**}, \text{显著性水平 } F_{0.05} = 0.0010) \quad (3)$$

从检验结果看土壤速效钾含量主要受控于水蚀,二者呈极显著负相关关系,其原因是土壤中的速效钾由水溶性钾和代换性钾组成,降雨时水溶态钾随雨水溶液流失,离子态钾被土壤胶体吸附随泥沙流失。土壤速效磷含量则与水土流失无明显相关关系,这可能与土壤有机质含量变化小有关。土壤中的速效磷主要以离子态磷(H_2PO_4^- , HPO_4^{2-})和弱吸附态或代换性磷形式存在,这些磷常被土壤团聚体所吸附,据刘京等^[7]研究,土壤有机质与团聚体间存在密切的线性关系。

3 小 结

黄土丘陵沟壑区坡耕地水土流失与坡度和地形部位有关,坡地中上部侵蚀量较大,且由水蚀较耕作侵

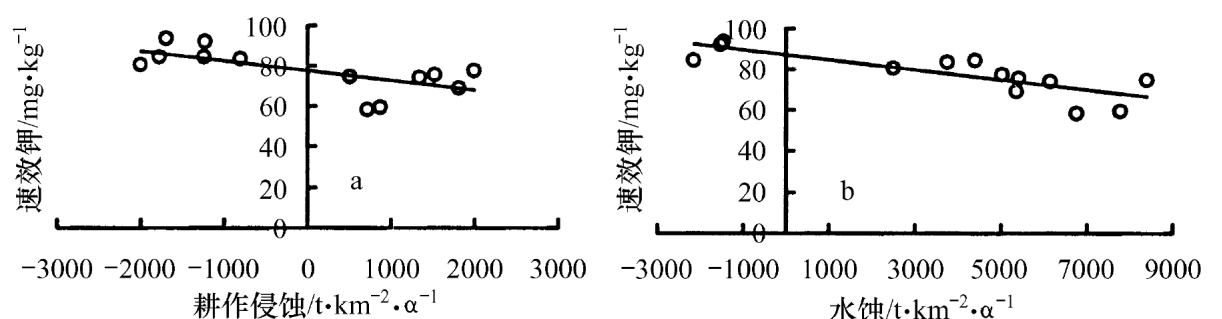


图 2 坡耕地土壤侵蚀对土壤速效钾含量的影响

Fig.2 The effect of soil erosion on the soil available K content of slope cropland

蚀所引起的水土流失强度大,故山坡中上部是水土流失治理的重点区域,可通过增加地面覆盖和免耕的办法减少水土流失。水土流失导致土壤中养分大量损失,其中 N 素和速效钾损失的增加与水土流失强度呈显著正相关,严重影响了土壤肥力水平的提高,并导致土壤形成发育无法长期、持续进行,影响良好的土壤结构和协调的土壤环境的形成,限制土壤质量的提高和性能改善,生产力水平较低。

参 考 文 献

- 1 杨勤科,焦 峰.论黄土高原山川秀美建设.水土保持研究,2000,7(2):52~54
- 2 南京农业大学.土壤农化分析.北京:中国农业出版社,1998
- 3 张信宝等.黄土高原小流域泥沙来源的¹³⁷Cs法研究.科学通报,1989(3):210~213
- 4 王占礼,邵明安,李 勇.黄土地区耕作侵蚀过程中的土壤再分布规律.植物营养与肥料学报,2002,8(2):168~172
- 5 郭 跃.试论农业耕作对土壤侵蚀的影响.水土保持学报,1995,9(4):94~97
- 6 唐克丽.黄土高原坡耕地土壤侵蚀.第四次国际河流泥沙学术会文集.青岛:海洋出版社,1989
- 7 刘 京,常庆瑞,李 岗.连续不同施肥对土壤团聚性影响的研究.水土保持通报,2000,20(4):24~26

长春市双阳区实施“生态立区”成效显著

近年来吉林省长春市双阳区遵循可持续发展的原则,确定了“生态立区”的发展战略,明确提出建设生态示范区,计划用 20 年时间把双阳建设成经济实力强、文明程度高、生态环境好、城市风貌独特的山水园林化新城。为此,该区各级政府和部门建立领导组织,编制了生态建设规划,确定生态建设工作目标,签订生态建设目标责任状,建立“一把手”抓生态建设责任机制,大力开展宣传教育活动。为了抓好生态建设,结合双阳区实际,该区进行大胆探索,培植出具有地方特色的 3 种生态建设发展模式。一是“林成带田成方,家家鹿壮粮满仓,绿色农业产业链,生态路上奔小康”的“鹿乡”模式,鹿乡镇对本辖区整体资源进行整合,全面规划,综合开发,即用粮食秸秆作饲料发展鹿业养殖,用畜禽粪便作原料生产有机肥或经过发酵还田,促进粮食生产,形成农牧业发展一条龙的良性循环产业链条,既解决了畜禽粪便和化肥使用对环境的污染问题,又变废为宝,实现了秸秆和粪便的综合利用,有效促进了粮食生产。至 2004 年末该镇鹿存栏总量达 3.8 万只,实现年产值 2 亿多元,仅此 1 项创人均收入 2000 多元;建成了年产 2 万 t 的有机复合肥厂和 2 个大型饲料加工厂,可把 20 万 t 粮食转化为饲料,实现了农作物的二次增值、三次增值。二是探索对本地山水林田路进行全面规划,因地制宜,科学开发,增值生态效益模式,如太平镇采取山地造林、退耕还林、建设生态园等方式,对荒山荒坡进行综合治理,大力发展林业经济和绿色有机食品,并计划投资 988 万元成立“长春市小村姑生态食品有限公司”,产品开发达 20 余个品种。三是“工厂建设似花园,清洁生产无污染,科技带动效益好,循环利用节能源”的“亚泰”模式。亚泰水泥有限公司在发展中十分重视对生态环境的保护,推进现代化企业管理方式,积极采用中水回用、余热发电等能源循环利用新技术,以“三废”综合整治为重点,强化企业污染治理,降低了生产成本,实现了经济效益和环境保护的“双赢”。为把生态示范区建设工作落到实处,加快生态示范区建设进程,双阳区大力实施了 7 大生态建设重点工程。一是实施了蓝天碧水安静工程,关停严重污染的企业。几年来共取缔大小造纸厂、电镀五金厂和糠醛厂 9 家,双阳区环保局要求超标排放的企业进行限期治理,2004 年城区空气质量达到二级标准,辖区内主要河流、水库均达到地表水Ⅲ类水体标准,有些河流、水库达到了地表水Ⅱ类水体标准。二是实施了生态农业工程,几年来双阳区累计种植绿色食用水稻、无公害蔬菜、绿色有机饲料和旱作有机食品原料等各种无公害安全食品 2 万多 hm²;推广秸秆盐化饲料、青黄贮饲料和粉碎熟化饲料加工技术,使秸秆饲料迅速得到规模化利用开发,每年秸秆利用总量 20 万 t 以上,占全区饲料可利用农作物秸秆总量的 50% 左右。三是实施了生态工业工程,充分发挥资源优势,建立了以煤炭、建材、高新技术开发和食品加工为主的 4 个工业园区,实行集约化发展,综合整治,最大限度地减少工业发展对土地的占用、对生态的破坏和对环境的污染,实现资源的有效利用,形成了建材、煤炭和鹿业等一批企业集团,开发出一批名优产品,目前正在建设中的双阳梅花鹿产业经济开发区,将成为以鹿业科研、优良鹿种繁育、鹿产品药业加工为一体的全国最大的综合性鹿业经济开发区。四是实施了生态水利工程,积极争取世界银行贷款和专项奖金,对小流域进行综合整治,至 2004 年水土流失治理率达 72%,生态环境保护得到明显改善。五是实施了生态林业工程,2000 年以来先后实施了退耕还林、“三北”4 期防护林、天然林保护、封山育林、“三带”绿化、村屯绿化等 8 大工程,共完成造林绿化任务 4349hm²。六是实施了基础设施建设工程,几年来始终把加强基础设施建设作为生态城镇建设的重要载体,坚持工程建设和环境保护同步进行。七是实施了生态旅游工程,充分发挥双阳区山水资源优势,构建旅游总体框架,制定了全区旅游发展总规划,初步建成了双阳湖游览区、北山公园、吊水壶风景区和吊水壶溶洞、圆通寺等 3 大景区、10 大景点。