

# 黑土侵蚀区水土保持措施对土壤质量的影响<sup>\*</sup>

张玉斌<sup>1,2</sup>, 曹宁<sup>1</sup>, 闫飞<sup>1</sup>, 杨振明<sup>1</sup>

(1. 吉林大学 植物科学学院, 长春 130062; 2. 中国科学院 水利部 水土保持研究所, 陕西 杨陵 712100)

**摘要:**针对东北典型黑土流失区水土流失综合防治工程中的不同水土保持措施对土壤质量的影响进行了研究, 结果表明生态修复林地(辽东栎)对于土壤有机质、养分含量等土壤质量因子的提高或恢复具有明显的积极作用, 该措施是目前榆树大沟恢复或保育土壤质量的最好水土保持措施。

**关键词:**水土保持措施; 土壤质量; 黑土; 东北

中图分类号: S157.1; S153

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2009)03-0027-03

## Effects of Different Soil and Water Conservation Measures on Soil Quality of Black Soil in the Northeast of China

ZHANG Yu-bin<sup>1,2</sup>, CAO Ning<sup>1</sup>, YAN Fei<sup>1</sup>, YANG Zhen-ming<sup>1</sup>

(1. College of Plant Science, Jilin University, Changchun 130062, China; 2. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Science and Ministry of Water Resource, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** Effects of different soil and water conservation measures on soil quality of black soil were studied at Yushu erosive gully zone in the Northeast of China. It indicated that the soil and water conservation measure, ecological restoration forest (*Quercus liaotungensis*) had positive function on the recover of soil organic matter and nutrition, and it would be the best measure for soil quality recover in Yushu gully district in current period.

**Key words:** soil and water conservation measures; soil quality; black soil; northeast of China

东北黑土区是我国重要的工业和商品粮生产基地,以盛产大豆、玉米和水稻著称。黑土理化性状好,生产力高,是我国自然肥力最高的土壤,素有“土中王”之称。但由于黑土区坡地长期被大量垦殖,经营粗放、重用轻养,没有实施全面、有效的防治土壤退化和水土流失的措施,导致土壤侵蚀,特别是面蚀、沟蚀日益加剧。两三百年来,由于人类不合理的开发利用,引起土壤冲刷,使黑土进入“加速侵蚀”阶段,现已成为我国六大水土流失地区之一。严重的水土流失不但造成黑土层厚度锐减,耕地面积减小,而且还导致肥力下降,粮食产量大幅度下降。到目前为止,东北黑土区因水土流失形成的沟蚀和面蚀已造成每年粮食减产 1 921 万 t<sup>[1-9]</sup>,如不采取有效措施控制黑土层的流失和黑土肥力的锐减,粮食减

产的幅度将会进一步加大<sup>[9]</sup>。

自 20 世纪 80 年代以来,黑土流失区如黑龙江省克山、拜泉等地已开始进行水土流失治理,不但很好地控制了水土流失,而且生态效益得到明显改替,经济效益显著提高,社会效益良好<sup>[10]</sup>。由前人的研究来看,多集中于黑土的退化机理、水土保持措施对黑土侵蚀强度等方面的研究,如对水土保持措施减水减沙效益的研究;较少进行水土保持措施对土壤质量的影响等方面的研究<sup>[11-15]</sup>。鉴于此,针对黑土侵蚀区 2005 年以来实施水土流失综合防治工程的榆树大沟的土壤质量变化进行了研究,以期为前文所提及的进行了多年的水土流失治理小流域的土壤质量变化研究提供参考,同时可以为当前生态文明建设、生态恢复和重建、土壤生态环境效应评价提供理论依据。

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2009-02-05

基金项目: 吉林大学农学部引进人才启动基金项目(430505010299); 国家科技支撑计划项目(2006BAD09B01); 公益性行业(农业)科研专项(200803030)

作者简介: 张玉斌(1977-), 男, 山东莒南人, 博士, 讲师, 主要研究方向为土壤侵蚀与水土环境效应。E-mail: jnzhyb@yahoo.com.cn

通信作者: 杨振明(1963-), 男, 吉林柳河人, 博士, 教授, 主要研究方向为植物逆境生理分子生物学。E-mail: zmyang@jlu.edu.cn

# 1 材料与方法

## 1.1 研究区概况

供试土壤采自于东北黑土区榆树大沟南大沟水土流失综合防治工程试点,吉林省榆树市刘家镇合心村榆树大沟南大沟,地理坐标为 44°42′ - 44°43′ N, 126°10′ - 126°11′ E。该大沟位于吉林省榆树市刘家镇沿松花江沿岸 15 km 范围内,面积约 0.91 km<sup>2</sup>,共形成侵蚀沟 306 条,其中大型侵蚀沟 49 条,深达 10~40 m,支沟 257 条,深度<10 m,沟壑密度达 4 400 km/km<sup>2</sup>,沟壑总长度 65 km,侵吞耕地达 275 hm<sup>2</sup>,是我国东北地区有名的复式的大侵蚀沟群,侵蚀程度和发展速度极快,如该镇的合心村,20 世纪 60 年代这里还是柞树密织,野鸡野兔经常出没的地方,由于陡坡开荒和不合理耕作,现已形成了平

均深度 53 m,宽 200~300 m 的特大型侵蚀沟,并由 15 条支沟组成的复式侵蚀沟群。据调查,1945 - 1984 年间,因沟蚀发展吞噬农田 209 hm<sup>2</sup>,年均 5.2 hm<sup>2</sup>,共减产粮食 1 900 万 kg,由于侵蚀沟纵横发展。使原本完整的农田变得支离破碎,如现有 73.5 hm<sup>2</sup> 农田被切割成 11 个孤岛。随着沟头的前进,沟岸的扩张,迫使村民不断搬家,逼迫村民下地种田时,不得不带足干粮,翻“山”越“岭”去劳作<sup>[16]</sup>。

## 1.2 样品采集与分析

根据榆树大沟南大沟的水土流失综合防治工程总体规划和分布,随机选择了 6 种水土保持措施,与对照裸露坡地和农田进行对比分析(如表 1 所示)。在坡面上按照坡上、坡中、坡下“S”型多点采集样品,台地和农田采用多点混合取样的方法,在表层 0 - 20 cm 采集土壤样品供测试分析。

表 1 榆树大沟南大沟水土保持措施及植被概况

编号	水土保持措施(地形)	主要植被	坡度/(°)
1	生态修复林地(坡地)	云中杨( <i>Populus</i> )、杂草	8
2	生态修复林地(坡地)	辽东栎( <i>Quercus liaotungensis</i> )、杂草	10~15
3	生态修复草地(坡地)	针茅( <i>Stipa bungeana</i> )	10~15
4	石谷坊(沟底)	水稗草( <i>Echinochloa crusgalli</i> )	0
5	等高玉米秸秆篱笆(坡地)	无	30~40
6	柳谷坊(台地)	柳树( <i>Salix matsudana</i> Koidz)、杂草	0
7	裸露地(坡地)	无	30~40
8	农田(平地)	玉米( <i>Zea mays</i> L.)	0

土壤理化性质分析方法参照文献[17],pH 值用酸度计法,土壤容重用环刀法,有机质用丘林法(即 K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> - H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 外加热法),碱解氮用碱解扩散吸收法,速效磷用 NaHCO<sub>3</sub> 浸提 - 钼锑抗比色法(即 Olsen 法),速效钾用 NH<sub>4</sub>Ac 浸提 - 火焰光度法测定,土壤颗粒组成用比重计法测定。数据处理采用 SAS 统计分析软件,不同水土保持措施之间的差异采用 LSD 法进行多重比较。

# 2 结果与分析

## 2.1 土壤物理特性的变化

由表 2 可知,生态修复林地(辽东栎)土壤容重最小,而石谷坊措施土壤容重最大,其它措施,包括农田土壤的容重均小于裸露坡地的土壤容重。同时,在土壤颗粒组成中,黏粒含量普遍不高(0.6%~12.6%),以裸露坡地土壤中的黏粒最多(12.6%),进行水土保持措施管理的黏粒含量较低。由此可知,水土保持措施对土壤质地的影响较小;这有可能与该研究区水土流失严重,上层土壤被剥蚀掉,显露出土壤母质,该母质质地较为黏重,使得裸露坡地土壤黏粒含量大于水土保持措施;同时,由于该研究区进行水土流失综合

治理时间较短,水土保持措施对土壤物理特性的恢复在短期时见效较慢也有一定的关系。

## 2.2 土壤有机质的变化

由表 2 可以看出,相对于裸露坡地,生态修复林地、草地、柳谷坊等水土保持措施下土壤有机质的含量明显增高,而石谷坊、等高玉米秸秆篱笆等措施的土壤有机质含量则差异不显著或明显少于裸露坡地。相对于农田,除生态修复林地(辽东栎)的土壤有机质明显高于农田外,其它措施的土壤有机质含量均明显低于农田的有机碳含量。这说明,由于土壤侵蚀的影响,土壤有机质含量急剧降低,即使采取相应的水土保持措施也无法使土壤有机质的含量在短时间内得到较好的恢复,同时,采取生态修复措施(林、草)对于土壤有机质的累积具有明显的积极作用。

## 2.3 土壤养分的变化

由分析结果可以看出,生态修复林地(辽东栎)土壤碱解氮、速效磷、速效钾的含量明显高于裸露坡地,接近或超过农田土壤含量。生态修复林地(云中杨)、石谷坊、等高玉米秸秆篱笆 3 种措施土壤碱解氮含量明显小于裸露坡地,生态修复草地(针茅)、柳谷坊的土壤碱解氮含量大于裸露坡地。同时,所有

的措施土壤碱解氮的含量均明显小于农田。即生态修复措施土壤碱解氮的含量总体上大于工程措施。对于土壤速效磷来说,农田>生态修复林地(辽东栎),等高玉米秸秆篱笆>裸露坡地>生态修复林地(云中杨)、生态修复草地(针茅)、石谷坊、柳谷坊,这可能与土壤侵蚀后露出的母质本身含磷量较低,再

加上缺乏补充,导致多数措施土壤速效磷的含量较低。而对于土壤速效钾来说,除石谷坊外,其它措施土壤速效钾的含量均低于裸露坡地;除生态修复林地(辽东栎)土壤速效钾的含量大于农田外,其它措施均小于农田。这说明除石谷坊外,其它水土保持措施对于土壤速效钾的恢复都有着较好的效果。

表 2 水土保持措施对土壤理化性状的影响

编号	pH	容重/	有机质/	碱解氮/	速效磷/	速效钾/	土壤颗粒组成/ %		
		(g·cm <sup>-3</sup> )	(g·kg <sup>-1</sup> )	(mg·kg <sup>-1</sup> )	(mg·kg <sup>-1</sup> )	(mg·kg <sup>-1</sup> )	2~0.02 mm	0.02~0.002 mm	<0.002 mm
1	7.26 ±0.17cd	1.49 ±0b	18.05 ±0.06d	17.50 ±0f	17.32 ±0.48f	204.63 ±0e	77.40 ±2.83	16.00 ±2.83	6.60 ±0
2	7.05 ±0.01e	1.17 ±0h	44.57 ±1.25a	127.40 ±1.98b	90.23 ±4.13b	400.39 ±0a	89.40 ±0	10.00 ±0	0.60 ±0
3	7.56 ±0.03b	1.33 ±0d	19.88 ±0.64c	69.30 ±5.94c	18.56 ±0.32f	240.58 ±0d	85.40 ±2.83	8.00 ±0	6.60 ±0
4	7.94 ±0.02a	1.70 ±0.02a	5.94 ±0.01f	20.83 ±0.74f	12.94 ±0g	72.79 ±4.00g	89.40 ±4.00	6.00 ±1.41	4.60 ±1.41
5	7.37 ±0.02c	1.30 ±0.01e	4.15 ±0.35g	39.73 ±0.74e	34.96 ±0.64c	168.67 ±0f	71.40 ±0	19.00 ±1.41	9.60 ±1.41
6	7.23 ±0.02d	1.27 ±0f	8.67 ±0.40e	56.00 ±2.47d	24.40 ±0.32e	288.53 ±0c	63.40 ±5.66	26.00 ±0	10.60 ±5.66
7	7.03 ±0.04e	1.41 ±0.01c	5.77 ±0.19f	43.40 ±5.44e	31.25 ±0.48d	166.67 ±2.83f	62.40 ±1.41	25.00 ±1.41	12.60 ±0
8	6.61 ±0.01f	1.24 ±0.01g	31.03 ±0.84b	156.80 ±5.95a	125.95 ±2.54a	384.41 ±0b	75.40 ±0	18.00 ±0	6.60 ±0

注:表中不同字母表示差异达 5 %显著水平。

3 结 论

榆树大沟水土流失综合治理工程中不同水土保持措施下土壤质量发生了明显的变化,其中,尤以生态修复林地(辽东栎)措施对于土壤有机质、养分含量等土壤质量因子的提高或恢复影响明显。从目前的研究结果可以看出,生态修复林地(辽东栎)是恢复或保育黑土侵蚀区榆树大沟沟蚀侵蚀区土壤质量的

最佳水土保持措施。但水土保持措施对黑土流失区土壤质量的影响机制研究还需进一步加强。如研究土壤酶活性的变化,特别是土壤脲酶、蔗糖酶和磷酸酶等生物酶活性的变化,以及土壤团聚体和微团聚体的变化;同时,可以对不同水土保持措施对黑土土壤质量的影响进行评价。

参考文献:

[1] 范昊明,蔡强国,陈光,等.世界三大黑土区水土流失与防治比较分析[J].自然资源学报,2005,20(3):72-78.  
[2] 于丹,沈波,谢军.东北黑土区水土流失危害及其防治途径[J].水土保持通报,1992,12(2):25-34.  
[3] 范昊明,蔡强国,王红闪.中国东北黑土区土城侵蚀环境[J].水土保持学报,2004,18(2):66-70.  
[4] 徐晓斌,王清.我国黑土退化研究现状与展望[J].地球与环境,2005(S1):596-600.  
[5] 崔海山,张柏,于磊,等.中国黑土资源分布格局与动态分析[J].资源科学,2003,25(3):64-68.  
[6] 刘兴士,佟连军,武志杰.东北地区粮食生产潜力的分

析与预测[J].地理科学,1998,18(6):501-509.  
[7] 李发鹏,李景玉,徐宗学.东北黑土区土壤退化及水土流失研究现状[J].水土保持研究,2006,13(3):28-31.  
[8] 范昊明,蔡强国,郭成久,等.东北黑土区土坡容许流失量与水土保持治理指标探讨[J].水土保持学报,2006,20(2):22-26.  
[9] 王玉玺,解运杰,王萍,等.东北黑土区水土流失成因分析[J].水土保持科技情报,2002(3):27-29.  
[10] 王丽杰,张立国.克山县黑土区治理的成效与经验[J].黑龙江水利科技,2005,33(4):136-137.  
[11] 杨学明,张晓平,方华军,等.20年来部分黑土耕层有机质和全氮含量的变化[J].地理科学,2004,24(6):710-714.  
[12] 王铁宇,颜丽,关连珠,等.长期定位监测黑土有机物质的变化[J].农业环境科学学报,2004,23:76-79.  
[13] 王其存,齐晓宁,王洋,等.黑土的水土流失及其保育治理[J].地理科学,2003,23(3):361-365.  
[14] 李双异,刘慧屿,张旭东,等.东北黑土地区主要土坡肥力质指标的空间变异性[J].土壤通报,2006,37(2):220-225.  
[15] 陈光,范海峰,陈浩生,等.东北黑土区水土保持措施减沙效益监测[J].中国水土保持科学,2006,4(6):13-17.  
[16] 中国科学院东北地理与农业生态研究所,水利部松辽水利委员会,北京师范大学.东北黑土区水土流失与生态安全科学考察工作简报(2006年第4期).http://www.mwr.gov.cn/zxbd/sbkkzt/20060329/69462.asp[EB/OL].2006-3-29.  
[17] 南京农业大学.土壤农化分析[M].北京:农业出版社,1985.