

水蚀风蚀区六道沟流域不同土地利用方式下养分特征

易小波¹, 王力^{1,2}, 王丽¹, 王梅¹

(1. 西北农林科技大学 资源环境学院, 陕西 杨凌 712100;

2. 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 杨凌 712100)

摘要: 利用经典统计与地统计学相结合的方法, 以六道沟流域农用地、林地和草地三种土地类型为研究对象, 测定各不同利用方式下土壤有机质、全氮、全磷、全钾、速效氮、速效磷、速效钾、C/N值八种养分指标。结果表明, 土壤有机质、全氮含量表现为农用地>林地>草地, 全磷含量表现为农用地>草地>林地, 土壤全钾含量表现为草地>林地>农用地, 速效氮含量表现为农用地>草地>林地, 速效磷表现为农用地>林地>草地, 速效钾表现为林地>农用地>草地; 土壤C/N值表现为林地>草地>农用地; 有机质含量与全氮含量呈线性关系, 且均达极显著水平($P<0.01$)。结果说明不同土地利用方式对土壤养分含量有重要影响。

关键词: 六道沟流域; 养分特征; 有机质; 氮; 磷; 钾

中图分类号: S158.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2012)02-0052-04

土地利用方式作为人类利用土地各种活动的综合反映, 与土壤养分有着密切的关系^[1]。土地利用方式可以影响植被凋落物和残余量以及微生物的活动强度^[2-3], 进而引起土壤养分的变化。尽管许多学者已经对不同土地利用方式下的土壤养分特征进行了较为系统的研究^[4-8], 但是对黄土区水蚀风蚀区小流域养分特征的研究报导还不多见。黄土高原土壤侵蚀最强烈地区出现于年降水为400 mm左右的水蚀风蚀交错带。该区气候变化剧烈, 植被稀疏, 土壤侵蚀全年进行, 为典型的脆弱环境生态区。为此, 本研究以黄土高原水蚀风蚀交错带六道沟流域3种主要土地利用类型(农用地、草地、林地)为对象, 分析不同土地利用方式下土壤养分的分布特征, 探讨土壤养分发生差异的原因, 以期水蚀风蚀区土壤质量的改善和退化生态系统的恢复提供科学依据。

1 研究区概况

研究区在黄土高原水蚀风蚀交错带六道沟小流域(38°46'~48°51'N, 110°21'~110°23'E), 位于陕西省神木县西部, 距县城约14 km。该流域在地理上既属于黄土高原向毛乌素沙漠过渡、森林草原向典型干旱草原过渡地带, 又属于流水作用的黄土丘陵区向干燥剥蚀作用的鄂尔多斯高原过渡的水蚀风蚀

交错带, 是典型的水蚀风蚀交错带生态环境脆弱区。其地形特点为典型的盖沙黄土丘陵区, 属中温带半干旱气候, 冬春季干旱少雨, 多风沙, 夏秋多雨, 且多暴雨及冰雹, 年均降水量437.4 mm。该区垦殖指数较高, 主要的土地利用类型有坡耕地、农地、荒草地和林地等。

2 研究方法

2.1 土壤样品的采集

六道沟流域内三种主要的土地利用类型有农用地、草地、林地。农用地主要作物类型为玉米和土豆; 草地主要植被类型为长芒草、胡枝子; 林地主要树种为小叶杨和柳树。选择上述具有代表性的样地, 农用地3块、草地3块、林地3块, 每块样地面积约30 m×40 m, 都大致坡度相等($<5^\circ$), 海拔相等(1230±5 m), 样方内均为风沙土, 取0~20 cm的表层土壤, 共45个土样。每个土样均为该样地3个点的混合土样, 四分法装袋编号, 带回室内用于土壤养分测定。

2.2 土壤养分测定

从野外取回的土样去除砾石和草根等杂物, 风干, 过1 mm和0.25 mm筛后装瓶备用。有机质测定采用重铬酸钾外加热法; TN测定采用开氏法(凯式定氮仪); TP测定采用碱熔融—钼蓝比色法; TK测

收稿日期: 2011-09-12

基金项目: 中国科学院“西部行动”计划资助项目(第3期); 西北农林科技大学基本科研业务费资助项目“榆神府煤田开发区水土环境演变与修复”(QN2009084)

作者简介: 易小波(1986—), 男, 湖北省宜昌人, 硕士。

通讯作者: 王力(1973—), 男, 博士, 副研究员, 主要研究方向为土壤物理与生态修复。E-mail: wangli5208@nwsuaf.edu.cn。

定采用碱熔融—火焰光度法;速效氮(硝态氮和铵态氮)测定采用 KCl 浸提—流动分析仪测定;速效 P 测定采用 NaHCO₃ 浸提—钼蓝比色法;速效 K 测定采用 NH₄Ac—火焰光度法。

2.3 数据处理

采用 Excel 和 SPSS 统计分析软件对数据进行处理及分析。

3 结果与分析

3.1 土壤有机质含量

不同土地利用方式导致土壤耕垦条件发生变化,改变土壤理化性质、影响土壤肥力,还直接影响土壤有机质的分解与转化^[9]。六道沟流域不同利用方式下的土壤有机质含量差异较大,其中以农用地有机质含量最高,平均为 12.27 g/kg,林地次之,平均为 7.97 g/kg,草地最低,平均为 5.41 g/kg。这主要是由于农用地人为耕作管理,使用有机肥,有机质含量最高;林地表土枯枝落叶以及植物根系归还量大,分解较慢,有机质含量次之;草地植被稀疏,有机质积累少,含量最低。从变异系数来看,各样点间有机质含量的差异为林地 > 农用地 > 草地,这可能是由于林地表土枯枝落叶和根系密度不同的随机性造成变异性较大;农用地人为耕作管理,有机质分布较为均匀,变异性次之;草地本身有机质含量很低,所以变异性最小。

3.2 土壤全氮含量

土壤中全氮含量受自然因素(气候、地形及植被)和农业措施(施肥、耕作、灌溉及土地利用方式)的影响^[10],其含量处于动态变化中。表 1 显示农用地土壤全氮含量最高,平均为 0.28 g/kg;林地次之,平均为 0.16 g/kg;草地最低,平均为 0.11 g/kg,变化趋势与有机质相同。从变异系数看,林地 > 农用地 > 草地,其变异趋势与有机质亦相同,这说明土壤全氮与土壤有机质紧密相关,土壤有机质的积累有助于土壤全氮的增加。

3.3 土壤全磷含量

磷素在土壤中的移动性小,其含量与土壤母质、施用磷肥和人类生产活动有关^[11]。六道沟流域不同土地利用方式下的土壤全磷含量表现为农用地 > 草地 > 林地,均值分别为 0.48 g/kg、0.44 g/kg、0.36 g/kg。这是因为林、草地中没有肥料的补充,造成全磷含量较低。从变异数看,林地 > 农用地 > 草地,表明各样点间全磷含量的差异以林地土壤最大,农用地次之,草地地最小。

表 1 不同土地利用方式土壤基本养分

Table 1 The content of soil nutrients under different land use types

项目 Item		土地利用方式 Land use types		
		农用地 Farmland	草地 Grassland	林地 Forest
有机质 OM(g/kg)	最小值 Min	2.53	0.87	0.71
	最大值 Max	50.69	11.02	28.83
	平均值 Mean	12.27	5.41	7.97
	变异系数 Cv	0.86	0.53	0.91
全氮 TN(g/kg)	最小值 Min	0.05	0.04	0.05
	最大值 Max	0.65	0.22	0.35
	平均值 Mean	0.28	0.11	0.16
	变异系数 Cv	0.58	0.51	0.69
全磷 TP(g/kg)	最小值 Min	0.04	0.15	0.04
	最大值 Max	1.16	0.64	0.64
	平均值 Mean	0.48	0.44	0.36
	变异系数 Cv	0.61	0.31	0.66
全钾 TK(g/kg)	最小值 Min	6.27	15.92	7.26
	最大值 Max	18.77	20.82	19.80
	平均值 Mean	15.58	18.48	16.22
	变异系数 Cv	0.22	0.08	0.25
铵态氮 NH ₄ -N(mg/kg)	最小值 Min	2.12	2.44	2.37
	最大值 Max	10.30	11.20	8.56
	平均值 Mean	4.35	4.21	3.71
	变异系数 Cv	0.30	0.44	0.39
硝态氮 NO ₃ -N(mg/kg)	最小值 Min	1.42	1.02	1.06
	最大值 Max	14.70	2.22	3.47
	平均值 Mean	4.61	1.49	1.89
	变异系数 Cv	0.62	0.24	0.43
速效磷 A-P(mg/kg)	最小值 Min	1.22	0.71	0.28
	最大值 Max	28.51	7.28	8.56
	平均值 Mean	9.13	3.66	4.27
	变异系数 Cv	0.77	0.42	0.48
速效钾 A-K(mg/kg)	最小值 Min	80.50	65.30	59.27
	最大值 Max	582.16	297.40	591.43
	平均值 Mean	201.96	134.78	225.28
	变异系数 Cv	0.52	0.41	0.83

3.4 土壤全钾含量

土壤钾含量与土壤类型、母质风化程度和土壤质地等因素有关^[12]。三种不同土地利用方式下土壤全钾含量差异不明显,农用地、草地、林地分别为 15.58 g/kg、18.84 g/kg、16.22 g/kg,仅农用地略低。说明六道沟流域土壤全钾含量主要受黄土本身特性的影响,与土地的利用方式关系不大。流域全钾含量较高,能够满足作物生长的需要。全钾由于黄土矿物组成的均一性,变幅较小,林、草地与农地含量

相近,含量也比较丰富,远远大于全氮和全磷含量。

3.5 土壤速效氮含量

六道沟流域不同土地利用方式下铵态氮含量(风干土)表现为农用地>草地>林地,均值分别为4.35 mg/kg、4.21 mg/kg、3.71 mg/kg;硝态氮含量(风干土)表现为农用地>林地>草地,均值分别为4.61 mg/kg、1.89 mg/kg、1.49 mg/kg。速效氮含量农用地最高,均值为8.96 mg/kg,草地和林地含量较低,均值分别为5.7 mg/kg和5.6 mg/kg。农用地因为施用氮肥,所以速效氮含量最高,且铵态氮和硝态氮贡献较为均衡。草地和林地相对速效氮含量较低,但含量相近,规律与全氮相似。草地和林地速效氮主要由铵态氮提供,硝态氮含量相对较低。

3.6 土壤速效磷含量

三种不同土地利用方式下六道沟流域速效磷含量表现为农用地>林地>草地,均值分别为9.13 mg/kg、4.27 mg/kg、3.66 mg/kg。土壤中速效磷含量与全磷含量之间虽不是直线相关,但当土壤全磷含量低于0.03%时,土壤往往表现缺少速效磷。六道沟流域农地、林地、草地全磷含量较低(低于0.03%),速效磷含量亦较低。

3.7 土壤速效钾含量

速效钾主要受土壤质地的影响。六道沟流域农用地、林地、草地速效钾含量均值分别为201.96 mg/kg、225.28 mg/kg、134.78 mg/kg。整体上来讲六道沟流域速效钾含量比较丰富。

3.8 土壤有机质与土壤全氮的关系

土壤 C/N 是衡量土壤养分状况的重要指标,反映土壤碳氮营养平衡状况,合理的土壤 C/N 是25:1。六道沟流域三种土地利用方式下土壤 C/N 表现为林地>草地>农用地,分别为28.9:1,28.5:1,25.4:1。可以看出农地土壤 C/N 是比较合理的,草地和林地 C/N 偏大,也暴露出了草地和林地氮素含量不足的特点。李东等^[9,13]研究认为高碳氮比能降低有机质的分解达到保存有机质的目的,但本研究出现相反的现象,农地土壤 C/N 最低,而有机质含量最高。从图 1、图 2、图 3 中可以看出,土壤有机质含量与土壤全氮含量呈线性关系,三种土地利用方式下相关系数分别为0.7586(农用地)、0.6916(草地)、0.9667(林地),对各相关系数进行 F 检验,结果表明均达极显著水平($P < 0.01$)。

4 结论与讨论

不同土地利用方式改变了土壤微生态环境,导致土壤有机质库和土壤肥力水平变化。本研究发

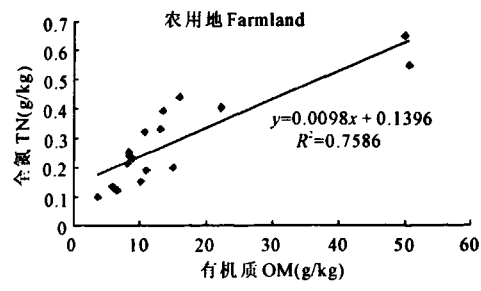


图 1 农用地有机质与全氮线性关系

Fig.1 The linear relationship of farmland between organic matter and TN

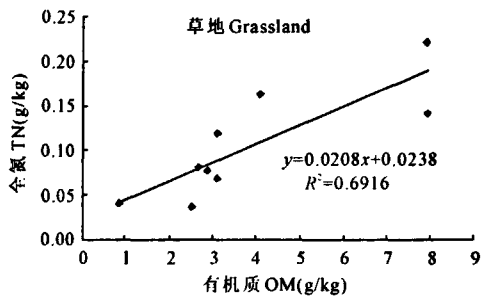


图 2 草地有机质与全氮线性关系

Fig.2 The linear relationship of grassland between organic matter and TN

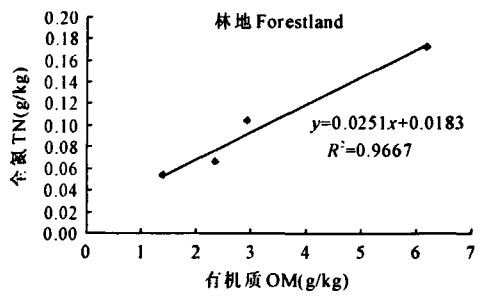


图 3 林地有机质与全氮线性关系

Fig.3 The linear relationship of forest between organic matter and TN

现,三种土地利用方式下土壤养分含量不同,有机质和全氮含量与全国平均水平相比较低,全钾则较高,而磷素分布不均衡;土壤有机质含量表现为农用地>林地>草地,土壤全氮含量表现为农用地>林地>草地,土壤全钾含量表现为草地>林地>农用地,速效氮含量表现为农用地>林地>草地,速效钾表现为林地>农用地>草地;土壤 C/N 值表现为林地>草地>农用地;有机质含量与全氮含量呈线性关系,且均达极显著水平($P < 0.01$)。可见,不同土地利用方式对土壤养分含量的影响不同,因此,采取合理的土地利用方式,对保持和提高土壤养分含量具有重要意义。

黄土高原六道沟流域土壤养分分析表明,流域

内普遍缺氮,部分缺磷,不缺钾。除钾素外,研究区土壤表层养分含量很低,农用地、草地、林地的全氮含量分别为0.28 g/kg、0.11 g/kg、0.16 g/kg,按照土壤养分分级标准,处于第6级。流域内农用地、草地、林地速效磷含量分别为9.13 mg/kg、3.66 mg/kg、4.27 mg/kg,农用地处于2级,草地和林地处于4级。速效氮处于第6级,有机质4~6级。因此对六道沟流域的土壤应大力施用氮肥和有机肥,提高土壤有机质含量和氮含量,适当投入磷肥,以提高流域整体肥力水平。

本文分析了水蚀风蚀区六道沟流域不同土地利用方式下的养分特征,并分析了养分差异的原因,说明不同土地利用方式对养分有很大的影响。土壤养分的影响因子众多,本文仅从一方面进行阐述,仍然存在一定的局限性。但本文从特定角度出发,分析了六道沟流域养分状况,为当地农林经济作物的合理施肥以及水蚀风蚀区土壤质量改善和植被恢复提供了科学依据,从这个角度讲,本研究还是有一定的实际意义的。

参考文献:

[1] 马云,何丙辉,陈晓燕,等.不同土地利用方式下坡面土壤养

分分布特征[J].水土保持学报,2009,23(6):118-122.

- [2] 张萍,郭辉军,刀志灵,等.高黎贡土壤微生物生化活性的初步研究[J].土壤学报,2000,37(2):275-279.
- [3] 史衍玺,唐克丽.人为加速侵蚀下土壤治疗的生物学特性变化[J].水土保持学报,1998,14(1):28-40.
- [4] 刘世梁,傅伯杰,吕一河,等.坡面土地利用方式与景观位置对土壤质量的影响[J].生态学报,2003,23(3):414-420.
- [5] 连纲,郭旭东,傅伯杰,等.黄土高原小流域土壤养分空间变异特征及预测[J].生态学报,2008,28(3):946-954.
- [6] 魏孝荣,邵明安.黄土高原沟壑区小流域坡地土壤养分分布特征[J].生态学报,2007,27(2):603-612.
- [7] 董莉丽,郑粉莉.黄土丘陵区不同土地利用类型下土壤酶活性和养分特征[J].生态环境,2008,17(5):2050-2058.
- [8] 史利江,郑丽波,梅雪英,等.上海市不同土地利用方式下的土壤碳氮特征[J].应用生态学报,2010,21(9):2279-2287.
- [9] 李东,王子芳,郑杰炳,等.紫色丘陵区不同土地利用方式下土壤有机质和全量氮磷钾含量状况[J].2009,40(2):310-314.
- [10] 黄昌勇.土壤学[M].北京:中国农业出版社,2000.
- [11] POWERS J S. Changes in soil carbon and nitrogen after contrasting land-use transitions in northeastern Costa Rica[J]. Ecosystems, 2004, (7):134-146.
- [12] 黄巧云.土壤学[M].北京:中国农业出版社,2006.
- [13] 姜勇,张玉革,梁文举.潮棕壤不同土地利用方式有机碳剖面分布及碳储量[J].中国农业科学,2005,38(3):544-550.

Characteristics of soil nutrients under different land use types in Liudaogou watershed of water and wind erosion area

YI Xiao-bo¹, WANG Li^{1,2}, WANG Li¹, WANG Mei¹

(1. College of Resources and Environment, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. State Key Laboratory of Soil Erosion and Dry Land Farming on the Loess Plateau, Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences, Yangling, Shaanxi, 712100, China)

Abstract: A study was carried out on the characteristics of soil nutrients under three land use types of farmland, forest and grassland in Liudaogou watershed by using traditional statistics combined with geo-statistics. The result showed that soil organic matter content was farmland > forest > grassland, soil total N content was farm-land > forest > grassland, soil total K was grassland > forest > farmland, available nitrogen content was farmland > forest > grassland, available P was farmland forest > grassland, available potassium was forest > farmland > grassland; soil C/N was forest > grassland > farmland; It showed a linear relationship between organic matter content and total nitrogen content, and reached a significant level ($P < 0.01$). Different land use types had important influences on soil nutrient content.

Keywords: Liudaogou watershed; nutrient; organic matter; N; P; K