

不同土地利用方式对土壤养分及肥力的影响

刘占仁, 王立志

(山东省水土保持与环境保育重点实验室, 临沂大学, 山东 临沂 276000)

摘要:以山东省临沂市四种典型土地利用方式为例,分析不同土地利用方式对土壤养分及肥力的影响。结果表明:不同土地利用方式对有机质(OM)含量具有显著影响,而对 pH、全磷(TP)、全氮(TN)、全钾(TK)和土壤颗粒组成无显著影响。不同土地利用方式土壤 OM 含量由高到低顺序为:水田>未利用地>林地>旱地;TN 含量由高到低顺序为:未利用地>林地>水田>旱地;TP 含量由高到低顺序为:未利用地>旱地>林地>水田;TK 含量由高到低顺序为:林地>水田>旱地>未利用地。相关分析表明,旱地各养分之间的相关系数要大于水田、林地和未利用地,不同土地利用方式对 TP 和 TN 之间的相关系数无影响。主成分分析表明,旱地、水田、林地和未利用地综合肥力指标 F 值大小顺序为:水田(0.86)>林地(0.78)>旱地(0.51)>未利用地(0.43)。

关键词:土地利用;土壤肥力;土壤养分

中图分类号:S158

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2012)06-0072-05

Effect of Different Land Use on Soil Nutrient and Soil Fertility

LIU Zhan-ren, WANG Li-zhi

(Shandong Provincial Key Laboratory of Soil Conservation
and Environmental Protection, Linyi University, Linyi, Shandong 276000, China)

Abstract: 4 typical land use of Linyi Shandong Province were taken as a case study. The influence of different land uses on soil nutrients and fertility was analyzed. The result indicated that different land use had significant effect on organic matter (OM), but had no significant effect on pH, total phosphorus (TP), total nitrogen (TN), total kalium (TK) and particle composition. The order of contents of OM in different land use types was paddy field > unutilized land > forest land > dry land. The order of content of TN in different land use types was unutilized land > forest land > paddy field > dry land. The order of content of TP in different land use types was unutilized land > dry land > forest land > paddy field. The order of content of TK in different land use types was forest land > paddy field > dry land > unutilized land. Correlation analysis indicated that the correlation coefficient among different nutrients of dry land was larger than paddy field, forest land and unutilized land. Different land use types had no significant effect on the relativity between TP and TN. The component analysis indicated that the order of the comprehensive fertility index F of dry land, paddy field, forest land and unutilized land was paddy field(0.86) > forest land(0.78) > dry land(0.51) > unutilized land(0.43).

Key words: land use; soil fertility; soil nutrient

土地利用是自然和人类活动相互作用的综合过程,土地利用的变化可以引起许多自然要素和生态过程的变化^[1-3]。国内外许多学者对土地利用及其变化与土壤质量的关系进行了大量的研究,结果表明土壤

理化性状的变化与土地利用方式有密切关系^[2,4-7]。土地利用方式影响土壤养分的流动,并影响不同的土地单元中 N、P 等重要营养成分的滞留和转化^[8]。合理的土地利用方式可以改善土壤结构,提高周围空气

收稿日期:2012-05-22

修回日期:2012-06-15

资助项目:国家自然科学基金(41101263,41101206);山东省科技攻关项目(2011GGH21704);临沂市科技发展计划引导项目(201112026);临沂市重大科技创新项目(201011019);山东省高等学校科技计划项目(J10LE57)

作者简介:刘占仁(1965—),男,山东乳山人,副教授,主要从事非点源污染环境效应研究。E-mail:Liuzhanren@lyu.edu.cn

通信作者:王立志(1980—),男,山东临沂人,副教授,主要从事土壤侵蚀研究。E-mail:wzlzlj@foxmail.com

和水的质量,增强土壤对外界环境变化的抵抗力;不合理的土地利用方式会导致土壤质量下降,增加土壤侵蚀^[9],降低生物多样性、生态系统服务功能和土地生产力等^[10-11]。因此,研究不同土地利用方式下土壤养分的状况及对土壤质量的影响,有助于了解土壤的生态过程、养分的动态变化^[12],并最终为制定合理的土地管理措施提供科学的依据。

沂蒙山地丘陵区地质地貌类型复杂,水土流失严重,人地矛盾非常突出,深入探讨不同土地利用方式对土壤养分的影响具有重要意义。本文以山东省临沂市为例,深入分析不同土地利用对土壤养分的影响,并探讨土壤养分之间的相互作用。

1 研究方法

1.1 研究区概况

研究区临沂市地处山东省鲁中南山地区的东南部,土地总面积达 171.84 万 hm^2 ,占山东省土地总面积的 11.01%。全市地势西北高东南低,山地丘陵面积约占全市土地总面积的 2/3;山间谷地、冲积平原、洼地仅占全市土地总面积的 1/3。临沂市地处沂蒙山区腹地,地貌形态深受区域构造断裂的控制。全区从西南向东北分为 4 条西北—东南向延伸的断块带,形成本区山地、丘陵、山间平原、盆地或谷地等相间分布的地貌格局,地势由西北向东南逐渐降低。总的特点是:山区面积广大,山势高峻、地表崎岖、土层瘠薄^[13]。全市耕地 79.37 万 hm^2 ,占土地总面积的 46.20%,林地 31.54 万 hm^2 ,占土地总面积的 18.36%,未利用地 20 万 hm^2 ,占土地总面积的 11.62%。耕地中旱地面积较大为 50.48 万 hm^2 ,水田面积相对较小为 26.05 万 hm^2 。

1.2 样品采集与分析

根据研究区主要土地利用类型选取旱地、水田、林地和未利用地 4 种主要的土地利用方式作为研究对象。在研究区布设采样点 253 个,涵盖了不同土地利用类型,并满足统计学需要。样点布设如图 1 所示。

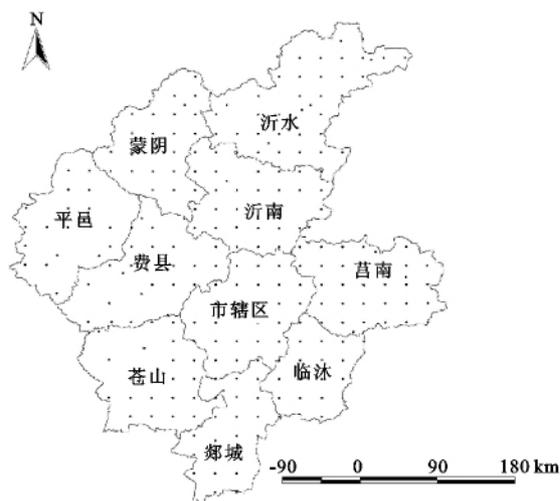


图 1 研究区采样点的分布

2 结果与分析

2.1 土壤养分及颗粒组成总体特征

对采样区所有数据统计分析(表 1)表明,土壤养分 OM、TN、TP 和 TK 在整个研究区域全距均较大且波动偏高。OM、TN、TP 和 TK 在研究区平均值分别为 1.37%,0.04%,0.07%和 0.45%,总体相对偏低。土壤养分的 Kurtosis 值和 Skewness 值表明,OM、TN、TP 和 TK 均未呈正态分布。土壤 pH 值分析表明,土壤 pH 值呈近似正态分布。土壤的砂粒、粉粒和黏粒分析表明,研究区域土壤的颗粒组成存在较大的差异。

表 1 土壤养分及颗粒组成描述性统计分析

项目	全距	最小值	最大值	均值	均值标准误	标准差	方差	Kurtosis 值	Skewness 值
pH	3.52	4.43	7.95	6.25	0.05	0.84	0.71	-0.90	0.20
OM	6.92	0.07	6.99	1.37	0.05	0.81	0.65	10.62	2.14
TN	0.13	0.01	0.14	0.04	0.00	0.02	0.00	4.46	1.47
TP	0.34	0.01	0.35	0.07	0.00	0.05	0.00	8.21	2.37
TK	2.20	0.04	2.24	0.45	0.02	0.27	0.07	12.36	2.65
砂粒	88.67	0.70	89.37	39.00	1.27	20.06	402.38	-1.06	0.28
粉粒	74.92	10.20	85.12	56.15	1.14	17.99	323.49	-1.05	-0.32
黏粒	15.52	0.43	15.95	4.86	0.15	2.45	5.99	1.78	0.97

对土壤 pH 和各土壤养分进行频率分析表明,研究区土壤 pH 值大部分小于 7,土壤 pH 频率主要分布于 5~7,即研究区土壤偏酸性;研究区 OM 含量小于 2%的频率较大,仅有个别样点土壤 OM 含量大于 4%;TN 的频率分析表明,TN 含量主要分布在

0.025%~0.050%,仅有少部分区域 TN 含量大于 0.10%;TP 的频率分析表明,TP 含量大部分小于 0.10%,仅有个别样点 TP 含量大于 0.20%;TK 频率分析表明,TK 的含量在研究区大部分小于 0.60%,有部分样点 TK 含量大于 1.00%。土壤养分 OM、TN、

TP 和 TK 频率分析表明,研究区土壤养分呈降低的趋势,因此土壤养分总体呈不同程度的下降。

2.2 土地利用方式对土壤养分及物理结构影响

方差分析表明(表 2),不同土地利用方式对 OM 含量具有显著影响($P < 0.05$),而对 pH、TP、TN、TK 和土壤颗粒组成无显著影响($P > 0.05$)。土壤 pH 值在不同土地利用方式下由高到低顺序为:水田 > 林地 > 旱地 > 未利用地,与未利用地相比,无论旱地还是水田均能使土壤的 pH 值升高,而水田对 pH 的提升能力大于旱地。水田中 OM 含量显著高于其它土地利用方式且与旱地、林地和未利用地之间差异显著($P < 0.05$),可能是与水田长期种植水稻处于淹水状态及收割方式有关。由于机械化的收割方式使得秸秆还田率有了较大的提高,长期淹水使得微生物活性等有了较大的提高,从而使得水田中 OM 含量相对较高^[14-15]。

不同土地利用方式 TN 含量由高到低顺序为:未利用地 > 林地 > 水田 > 旱地;TP 含量由高到低顺序为:未利用地 > 旱地 > 林地 > 水田;TK 含量由高到低顺序为:林地 > 水田 > 旱地 > 未利用地;OM 的含量由高到低顺序为:水田 > 未利用地 > 林地 > 旱地。

表 2 不同土地利用土壤养分和颗粒组成均值比较

项目	旱地	水田	林地	未利用地	P 值
pH	6.22	6.59	6.35	5.59	0.26
OM	1.31b	2.04a	1.49b	1.67b	0.04*
TN	0.04	0.04	0.04	0.05	0.71
TP	0.07	0.05	0.06	0.08	0.51
TK	0.44	0.47	0.49	0.34	0.64
砂粒	39.93a	21.23b	38.37a	32.59a	0.07
粉粒	55.32b	71.56a	56.65b	62.35b	0.08
黏粒	4.73b	7.19a	4.96b	5.05b	0.05

注:多重比较采用最小显著性差异(LSD)法,每行含有相同字母的平均值没有显著差异,**为极显著 $P < 0.01$,*为显著 $P < 0.05$ 。

表 3 不同土地利用方式下土壤养分之间的相关系数

项目	pH	OM	TN	TP	TK	砂粒	粉粒	黏粒
旱地	pH	1.00						
	OM	0.26**	1.00					
	TN	0.37**	0.74**	1.00				
	TP	-0.02	0.19**	0.17*	1.00			
	TK	0.38**	0.17*	0.24**	0.28**	1.00		
	砂粒	-0.39**	-0.21**	-0.21**	0.19**	-0.39**	1.00	
	粉粒	0.37**	0.21**	0.20**	-0.18**	0.38**	-1.00	1.00
	黏粒	0.47**	0.22**	0.24**	-0.19**	0.47**	-0.87**	0.83**
水田	pH	1.00						
	OM	-0.33	1.00					
	TN	-0.50	0.61	1.00				
	TP	-0.06	0.59	0.86**	1.00			
	TK	0.42	-0.04	-0.22	-0.13	1.00		
	砂粒	0.04	0.21	0.27	0.46	-0.80*	1.00	
	粉粒	-0.16	-0.14	-0.16	-0.39	0.74**	-0.99**	1.00
	黏粒	0.28	-0.35	-0.52	-0.56	0.86**	-0.89**	0.81**
林地	pH	1.00						
	OM	0.28	1.00					
	TN	0.23	0.82**	1.00				
	TP	-0.12	0.15	0.36*	1.00			
	TK	0.31	0.30	0.23	0.02	1.00		
	砂粒	-0.02	-0.09	-0.17	0.08	-0.16	1.00	
	粉粒	0	0.07	0.16	-0.06	0.13	-1.00**	1.00
	黏粒	0.13	0.21	0.2	-0.17	0.32*	-0.86**	0.83**
未利 用地	pH	1.00						
	OM	-0.79	1.00					
	TN	-0.97	0.61	1.00				
	TP	-0.97	0.64	0.98*	1.00			
	TK	0.09	-0.67	0.17	0.15	1.00		
	砂粒	-0.02	0.62	-0.24	-0.29	-0.99*	1.00	
	粉粒	-0.02	-0.59	0.27	0.24	0.99*	-0.99*	1.00
	黏粒	0.32	-0.83	-0.73	-0.13	0.98*	-0.95*	0.95*

注:**为极显著 $P < 0.01$,*为显著 $P < 0.05$ 。

2.3 土地利用方式对土壤养分之间相关系数的影响

相关分析表明(表 3),不同土地利用方式影响了土壤养分之间的相关系数。在旱地中土壤 OM、TN、TP、TK 两两之间均呈显著正相关,土壤 pH 与 OM、TN、TK 呈显著正相关,但是与 TP 呈负相关,且相关系数未达到显著性水平。在旱地中 OM、TN、TP、TK 与土壤颗粒组成砂粒、粉粒和黏粒含量之间均呈不同程度的相关,OM、TN、TK 与砂粒含量呈显著负相关,与粉粒和黏粒含量呈显著正相关。TP 与砂粒含量呈显著正相关,与粉粒和黏粒含量呈显著负相关。在水田各养分元素中只有 TN 和 TP 之间相关系数达到显著性水平;pH 与 OM、TN、TP 呈负相关,与 TK 呈正相关;OM、TN、TP 与土壤颗粒组成砂粒含量呈正相关,与粉粒和黏粒含量呈负相关,但是相关系数均未达到显著性水平。TK 与砂粒含量呈显著负相关,与粉粒和黏粒含量呈显著正相关。因此在耕地利用方式中,旱地和水田对土壤营养盐之间的相关系数有较大影响,不同的耕地利用方式改变了土壤养分之间的相关系数。

林地中 TN 与 TP、OM 呈显著性正相关,其它养分之间相关系数未达到显著性水平。未利用地仅有 TN 和 TP 之间相关系数达到显著性水平,其它养分之间相关系数不显著。

综上所述,不同土地利用方式对 TP 和 TN 之间的相关系数无影响,旱地各养分之间的相关系数要大于水田、林地和未利用地。

2.4 土地利用方式对土壤性状指标的公因子分析

影响土壤肥力的因子较多,主成分分析是一种较为可行的评价方法。对土壤性状指标进行公因子分析(采用 Z-Score 法对数据进行标准化处理,主成分分析提取因子,方差极大法,正交旋转)结果表明(表 4),旱地、水田和林地均提取了 3 个公因子(F_1 , F_2 , F_3),而未利用地只提取了两个公因子(F_1 , F_2)。旱地、水田和林地公因子 F_1 , F_2 和 F_3 方差贡献率分别为 44.95%, 21.85% 和 13.30%; 52.84%, 24.96% 和 15.07%; 38.47%, 25.51% 和 15.48%。林地提取的两个公因子 F_1 和 F_2 方差贡献率分别为 56.94% 和 43.06%。

旱地砂粒、粉粒、黏粒和 pH 在公因子 F_1 上载荷较高, TN、TP 和 OM 在公因子 F_2 上载荷较高, TK 在公因子 F_3 上载荷较高。水田各指标在公因子上载荷与旱地有所不同,砂粒、粉粒、黏粒、TK 和 TP 在公因子 F_1 上载荷较高, TN 和 OM 在公因子 F_2 上载荷较高, pH 在公因子 F_3 上载荷较高。林地砂粒、粉粒和黏粒在公因子 F_1 上载荷较高, TN 和 OM 在公因

子 F_2 上载荷较高, pH、TK 和 TP 在公因子 F_3 上载荷较高。未利用地仅有两个公因子,砂粒、粉粒、黏粒、TK 和 OM 在公因子 F_1 上载荷较高, TN、TP 和 pH 在公因子 F_2 上载荷较高。将 9 个指标分别在公因子上的得分,根据 $F = \sum b_j F_j$, $F_j = \sum A_j I_j$ (b_j , 方差贡献率; F_j , 公因子; A_j , 公因子载荷系数; I_j , 标准化后指标数据), 计算综合因子 F 得分, F 的大小反映土壤综合肥力的高低^[16]。计算结果表明,旱地、水田、林地和未利用地 F 值大小分别为 0.51, 0.86, 0.78, 0.43。因此不同土地利用方式下土壤肥力由大到小顺序为:水田 > 林地 > 旱地 > 未利用地。

表 4 不同土地利用类型因子载荷矩阵

土地利用类型	指标	F_1	F_2	F_3
旱地	砂粒	-0.905	0.333	0.009
	黏粒	0.894	-0.266	0.044
	粉粒	0.888	-0.335	-0.016
	pH	0.625	0.165	0.018
	TN	0.492	0.705	-0.353
	OM	0.458	0.694	-0.392
	TP	-0.074	0.64	0.62
	TK	0.585	0.197	0.632
	黏粒	0.964	0.14	0.095
水田	砂粒	-0.891	-0.428	0.127
	粉粒	0.818	0.511	-0.201
	TK	0.785	0.394	0.473
	TP	-0.691	0.482	0.476
	TN	-0.646	0.699	0.037
	OM	-0.485	0.648	0.153
	pH	0.296	-0.487	0.815
	黏粒	0.9	-0.275	0.065
	砂粒	-0.892	0.403	0.149
林地	粉粒	0.873	-0.411	-0.173
	OM	0.455	0.767	-0.024
	TN	0.514	0.754	-0.25
	TP	-0.029	0.452	-0.697
	pH	0.245	0.384	0.669
	TK	0.42	0.353	0.431
	黏粒	0.996	0.089	
	TK	0.946	0.325	
	砂粒	-0.921	-0.389	
未利用地	粉粒	0.907	0.421	
	OM	-0.878	0.479	
	TN	-0.161	0.987	
	TP	-0.188	0.982	
	pH	0.406	-0.914	

注:特征值大于 1, 累积方差贡献率大于 80%。

3 结论

(1) 临沂市不同土地利用方式对 OM 含量具有

显著影响,而对 pH、TP、TN、TK 和土壤颗粒组成无显著影响。

(2) 不同土地利用方式对 TP 和 TN 之间的相关系数无影响,对其它养分之间的相关系数影响较大,旱地各养分之间的相关系数要大于水田、林地和未利用地。

(3) 不同土地利用方式下土壤肥力由大到小顺序为:水田>林地>旱地>未利用地。

参考文献:

- [1] Donnelly S. Land-use portfolios and the management of private landholdings in south-central Indiana[J]. *Regional Environmental Change*, 2011, 11(1): 97-109.
- [2] 张汪寿,李晓秀,黄文江,等. 不同土地利用条件下土壤质量综合评价方法[J]. *农业工程学报*, 2010, 26(12): 311-318.
- [3] 张玉斌,曹宁,闫飞,等. 黑土侵蚀区水土保持措施对土壤质量的影响[J]. *水土保持研究*, 2009, 16(3): 27-29.
- [4] De Rooij G H, Stagnitti F. Spatial and temporal distribution of solute leaching in heterogeneous soils: analysis and application to multisampler lysimeter data[J]. *Journal of Contaminant Hydrology*, 2002, 54(3/4): 329-346.
- [5] Doerr S H, Shakesby R A, Walsh R P D. Soil water repellency: its causes, characteristics and hydro-geomorphological significance[J]. *Earth-Science Reviews*, 2000, 51(1/4): 33-65.
- [6] Lipsius K, Mooney S J. Using image analysis of tracer staining to examine the infiltration patterns in a water repellent contaminated sandy soil[J]. *Geoderma*, 2006, 136(3/4): 865-875.
- [7] 张玉斌,郑粉莉,曹宁. 近地表土壤水分条件对坡面农业非点源污染物运移的影响[J]. *环境科学*, 2009, 30(2): 376-383.
- [8] 刘前进,于兴修,王瑶,等. 沂蒙山区土壤侵蚀强度的垂直动态变化研究[J]. *水土保持通报*, 2010, 30(5): 33-38.
- [9] 史志华,闫峰陵,李朝霞,等. 红壤表土团聚体破碎方式对坡面产流过程的影响[J]. *自然科学进展*, 2007, 17(2): 217-224.
- [10] Jia H Y, Lei A L, Lei J S, et al. Effects of hydrological processes on nitrogen loss in purple soil[J]. *Agricultural Water Management*, 2007, 89(1/2): 89-97.
- [11] Munsli M, Malaviya S, Oinam G, et al. A landscape approach for quantifying land-use and land-cover change (1976-2006) in middle Himalaya[J]. *Regional Environmental Change*, 2010, 10(2): 145-155.
- [12] 于兴修,马骞,刘前进,等. 不同覆被土壤结构稳定性对侵蚀泥沙氮磷流失的影响[J]. *水土保持学报*, 2011, 25(4): 12-16.
- [13] 马骞,于兴修,刘前进,等. 沂蒙山区不同覆被棕壤理化特征对径流溶解态氮磷输出的影响[J]. *环境科学学报*, 2011, 31(7): 1526-1536.
- [14] Atanassova I, Doerr S. Organic compounds of different extractability in total solvent extracts from soils of contrasting water repellency[J]. *European Journal of Soil Science*, 2010, 61(2): 298-313.
- [15] 马骞,于兴修,刘前进. 横坡耕作径流溶解态氮磷流失特征及其富营养化风险:以鲁中南山地丘陵区为例[J]. *农业环境科学学报*, 2011, 30(3): 492-499.
- [16] 张水清,黄绍敏,郭斗斗. 主成分分析在潮土土壤肥力评价中的应用[J]. *河南农业科学*, 2011, 40(4): 82-86.
- [7] 何吉成,徐雨晴,刘兰华. 我国长大客运专线建设工程的水土流失影响指数比较[J]. *水土保持研究*, 2010, 17(6): 35-38.
- [8] 张力,格日乐,王树,等. 大准铁路工程施工对水土流失的影响及其防治对策[J]. *水土保持研究*, 2006, 13(5): 137-138.
- [9] 何吉成,徐雨晴,刘静茹,等. 广梅汕铁路电气化改造工程的水土流失量预测[J]. *亚热带水土保持*, 2009, 21(3): 55-59.
- [10] 何吉成,徐雨晴,周铁军. 新街—恩格阿娄铁路工程建设的水土流失量预测[J]. *北方环境*, 2010, 22(1): 28-33.
- [11] 陈艳梅. 河北省沙蔚铁路施工工期水土流失预测分析[J]. *水土保持研究*, 2006, 13(3): 69-71.
- [12] 姜德文. 开发建设项目水土保持损益分析研究[M]. 北京:中国水利水电出版社, 2008.
- [13] 铁道第二勘察设计院. 西安至重庆铁路安康至重庆段增建第二线水土保持方案报告书[R], 2004.
- [14] 铁道第一勘察设计院. 改建铁路沪汉蓉通道襄樊至安康段增建第二线水土保持方案报告书[R], 2004.
- [15] 中铁第一勘察设计院集团公司. 改建铁路西安安康线增建第二线水土保持方案报告书[R], 2008.

(上接第 67 页)