

陕西黄土区近 30 a 典型塆土剖面肥力演变研究

掇晓燕^{1,2}, 谢永生^{1,2}, 王辉^{1,2}, 张应龙^{1,2}

(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, 陕西 杨凌 712100)

摘要: 利用典型剖面历史分析资料, 采用原位采样及与历史资料相同的分析方法研究了陕西黄土区近 30 a 来塆土肥力的演变及剖面养分分布。结果表明, 与 1982 年第二次土壤普查资料相比, 2008 年塆土耕层、犁底层中养分含量(除全钾)均有增加, 耕层增幅最大, 有机质增加了 104.6%, 全氮增加了 61.7%, 全磷增加了 21.6%, 碱解氮增加了 67.3%, 速效磷增加了 255%; 全钾含量在整个剖面都有不同程度的降低, 耕层降幅最小, 为 9.6%。2008 年各养分的表聚系数大于 1982 年, 说明近 30 a 来塆土土壤肥力不断提高, 正向着有利于作物生长吸收的方向演变。

关键词: 塆土; 土壤剖面; 不同时期; 肥力演变

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2010)02-0150-04

中图分类号: S158

Changes of Fertility in Typical Lou Soil Profiles During Recent 30 Years in the Loess Area of Shaanxi Province

SHE Xiao-yan^{1,2}, XIE Yong-sheng^{1,2}, WANG Hui^{1,2}, ZHANG Ying-long^{1,2}

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

2. Institute of Soil and Water Conservation, CAS & MWR, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The study based on historical date of typical Lou soil profile in different years. In order to know the historical evolution and characteristics of nutrient on soil profile, the change of fertility and profile distribution of typical Lou soil in recent 30 years was studied by sampling. Results showed that the soil nutrient contents increased significantly in different soil layers (except for total potassium) since the 1980s. Organic matter increased by 104.6%; total nitrogen, by 61.7%; total phosphorus, by 21.6%; available nitrogen, by 67.3%; and available phosphorus, by 255 percent. Total potassium in the whole profile decreased to some extent, but in the top-soil, it declined only by 9.6%. In top-soil, the ration of soil nutrient content were greater in 2008 than those in 1982. Long-term fertilization is helpful to enhance soil fertility and the fertility of Lou soil is propitious to growth and absorption for plants.

Keywords: Lou soil; soil profile; different time; change of soil fertility

土壤是农业生产的基础,也是各种农作物生长的基地,为动物生产和人类的衣食住行提供所需的物质和能量来源^[1]。土壤的本质属性是土壤肥力,多年来人们一直致力于提高土壤肥力及肥力演变规律的探索^[2-3],而土壤养分含量状况则是评价农田土壤肥力的重要指标。目前,一些学者通过实地调查,对个别地区的土壤养分含量状况及历史演变进行了探索研究,摸清了该区域土壤养分的时空变化规律^[4-7]。但不同区域变化规律不尽相同,其肥力演变状况需进行

具体的调查研究。塆土是在黄土母质上发育的一种古老的耕作土壤,其主要分布于汾渭平原,面积达 $9.77 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 。它是我国科学家鉴定命名的土壤类型^[1]。塆土是在褐土的基本成土过程上附加了人为施肥堆垫与旱耕熟化过程而形成的。塆土分布区具有悠久、发达而又连续的农耕历史,人为活动对土壤的影响极其强烈,同时塆土几千年来一直承接着黄土的沉积。塆土是典型人工培育形成的农业土壤,对其肥力演变规律的监测和研究十分重要^[1]。由于目前

收稿日期: 2009-08-26

修回日期: 2009-11-15

资助项目: 国家科技支撑计划项目“全国耕地质量重大问题与安全战略研究”(2006BAD09B10); 国家科技支撑计划项目(2006BAD05B10); 中国科学院方向性项目(KSCX1-YW-N-15-04)。

作者简介: 掇晓燕(1983—),女(汉族),山西省岢岚县人,硕士研究生,主要从事土壤环境及肥力演变方面的研究。E-mail: sxy0418@163.com。

通信作者: 谢永生(1960—),男(回族),河南省开封市人,研究员,主要从事土地资源环境评价研究。E-mail: ysxie@ms.iswc.ac.cn。

对塬土土壤养分的时空演变和剖面分布研究报道较少, 所以本试验结合典型剖面历史分析数据, 采用原位采样及与历史相同的分析方法, 研究陕西黄土区近 30 a 来, 在正常的耕种、管理模式下, 塬土的肥力演变及剖面分异, 为充分发挥该类型土壤生产潜力、培育高肥力土壤、促进黄土区农业可持续发展提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

研究区选在位于关中平原西部的陕西省武功县 (34°12′—34°26′N, 108°—108°26′E), 该县总面积 392.8 km², 属暖温带半湿润季风气候, 年降水量 635 mm, 年均气温 12.9 °C, 全年 ≥10 °C 的活动积温为 4 184 °C, 无霜期 228 d, 平均日照 2 094.9 h。地形西北高、东南低, 从北向南呈阶梯跌落, 分为一、二、三道塬, 由山前洪积扇前缘地带和黄土台塬、河漫滩及河谷冲击阶地 3 种类型构成。主要土壤类型为塬土, 成土母质主要为黄土, 该土壤土层深厚、上虚下实、保水保肥性好, 是陕西黄土区最肥沃的农业土壤。种植制度多为两年三熟或一年两熟制^[8]。

1.2 研究方法

1.2.1 样品采集及处理 以武功县 1982 年第二次土壤普查报告为依据, 选取普集镇洪寨村三道塬上一个典型塬土样点, 于 2008 年夏玉米收获后、冬小麦种植前进行土样的采集。采样时用 GPS 定位, 采集与历史资料记载相同田块的剖面样品。土壤剖面按其发生学原理划分层次, 土样由下到上, 分层采集(未采集母质层土样)。

耕层土样采用棋盘式布点法, 采集同一地块 5 个样点的混合样。土样经拣根、风干后, 分别过 1 mm 和 0.25 mm 筛备用。

1.2.2 样品分析与数据处理^[9] 选取与 1982 年武功县第二次土壤普查时相同的测定方法(表 1), 测定结果均以风干基表示。

表 1 土壤养分的测定方法

测定项目	测定方法
有机质	重铬酸钾外加热法
全氮	半微量开氏法
碱解氮	碱解扩散法
全磷	HClO ₄ —H ₂ SO ₄ 消煮—钼锑抗比色法
速效磷	0.5 mol/L NaHCO ₃ 浸提—钼锑抗比色法
全钾	HF—H ₂ SO ₄ 熔融—火焰光度法
速效钾	1 mol/L NH ₄ OAc 浸提—火焰光度法

表聚系数由下式求得:

$$C_i = \frac{\sum_{i=1}^m N_i \times D_i}{\sum_{i=1}^n N_i \times D_i}$$

式中: C_i ——土壤第 i 层营养元素占剖面深度营养元素总含量的比值(聚集系数); N_i ——第 i 层土壤营养元素含量; D_i ——第 i 层土层厚度(cm), 对于典型塬土耕层, 厚度 $i=1$, $m=1$, $n=6$ (采样层次)^[10]。

使用 Excel 2007 软件进行数据处理及作图。

2 结果与分析

2.1 塬土典型剖面的形态特征

(1) 耕层: 0—20 cm, 是受耕作、施肥等人为因素影响最大的层次, 呈浅灰棕色, 中壤, 粒状和团块结构, 疏松多孔, 有炭渣瓦片等侵入体, 强石灰反应; (2) 犁底层: 20—30 cm, 灰棕色, 中壤, 板状结构, 比较黏重、紧实, 有瓦片, 强石灰反应; (3) 古熟化层: 30—100 cm, 灰棕色, 中壤, 块状结构, 稍紧实, 有瓦片等侵入体, 中度石灰反应; (4) 古耕层: 100—110 cm, 浅棕褐色, 中壤—重壤, 棱柱状结构, 较紧实, 石灰反应弱; (5) 黏化层: 110—190 cm, 棕褐色, 重壤—黏土, 棱柱状结构, 较紧实, 结构表面有大量次生矿酸盐菌丝体, 弱或无石灰反应; (6) 钙积层: 190 cm 以下, 黄棕色, 中壤, 块状结构, 稍紧实, 强石灰反应; (7) 母质层: 棕黄色, 轻壤, 无结构, 较疏松, 强石灰反应^[11]。

2.2 塬土不同养分的剖面分布

不同养分在土壤剖面中的分布状况差异显著(图 1), 其中有机质、全氮、碱解氮大致呈“S”型分布; 速效磷为抛物线型分布, 全磷为中低型分布, 全钾含量在整个剖面中趋于一致, 这可能与关中平原区土壤形成条件、土地利用及管理方式有关。这与彭令发^[13]和张晓红^[14]等人对剖面养分分布特征的研究结果一致。在塬土剖面中, 有机质、全氮、全磷、碱解氮含量随土壤深度增加呈下降趋势。其中有机质、全氮、碱解氮含量在黏化层出现一个小峰值, 全磷在古耕层中含量最低。速效磷含量在耕层、犁底层、古熟化层中由上到下不断减少, 古熟化层以下趋于平衡。

2.3 不同历史时期土壤养分含量变化

2.3.1 不同时期土壤养分的剖面变化 在过去近 30 a 常规的种植、管理模式下, 土壤肥力发生了明显的变化(图 1)。与 1982 年第二次土壤普查资料相比, 土壤有机质含量在耕层、犁底层、古熟化层中均有不同程度的增加, 增幅为 0.6%~104.6%, 其中耕层有机质含量增加最多, 古熟化层中增加最少。有机质含量在古耕层、黏化层和钙积层中分别减少 15.9%、26.6%和 10.6%。

2008 年的调查分析结果与 1982 年第二次土壤普查资料相比较, 土壤中全氮、全磷、碱解氮、速效磷含量在耕层、犁底层中增多, 其中耕层增幅最大; 在古熟化层以下有不同程度的减少, 均为古熟化层中降幅最小。

全氮含量在耕层、犁底层中分别增加了 61.7% 和 51.5%; 全磷含量在耕层、犁底层中增加幅度分别为 21.6% 和 5.16%; 碱解氮含量在耕层增加了 67.3%, 犁底层中增加 32.4%; 速效磷含量变化最明显, 耕层增幅为 255%, 犁底层增加了 91.2%。

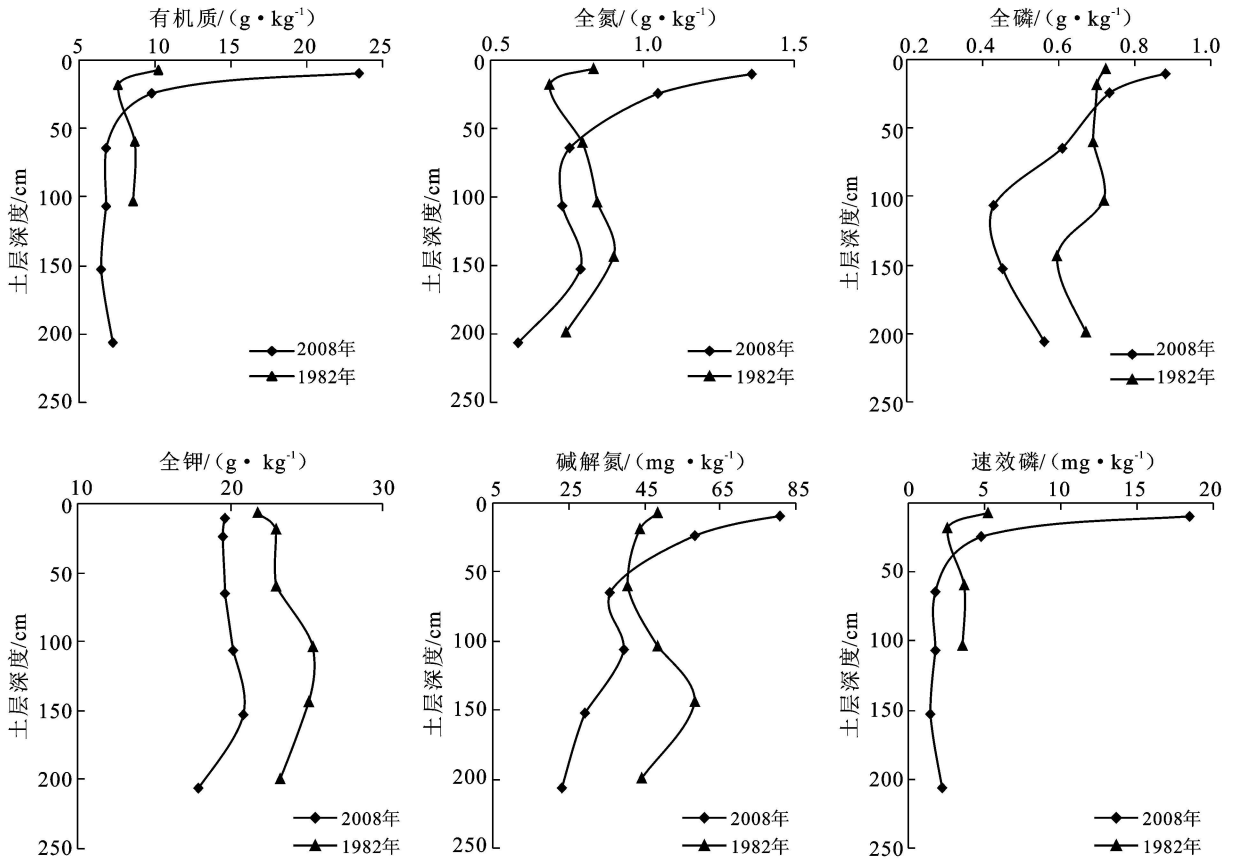


图 1 不同时期研究区土壤养分剖面分布

与 1982 年第二次土壤普查时结果相比, 2008 年调查研究显示全钾含量在整个土壤剖面中都有不同程度的降低, 降低幅度为 9.6% ~ 22.8%, 其中耕层减少了 9.6%, 犁底层和古熟化层中分别降低了 15.1% 和 14.8%。总之, 经过近 30 a 常规的人为耕种、施肥、管理, 土壤中各养分含量在不同层次均发生了变化, 有机质、全氮、全磷、全钾、碱解氮、速效磷的增加量均在耕层达到最大; 速效钾含量虽然在整个剖面均有减少, 但在耕层降低幅度最小。说明在常年人为耕种及风化、大气沉降、淋溶和生物循环等因素的综合影响下^[14-15], 不同土层中各养分含量随时间的推移基本处于不断亏缺状态, 但耕层养分含量之所以增多或减少幅度最小, 是由于近 30 a 来人为施肥、作物根茬及秸秆返还农田等措施的实施使土壤中养分得以补充。所以, 长期施肥对土壤耕层养分含量的影响最大, 但也影响到犁底层、古熟化层中养分的含量。

2.3.2 不同时期各营养元素的表聚系数 土壤中不同土层营养元素的聚集性是指某一养分在某一层次含量占整个剖面中该养分含量的比重。表聚系数是指土壤耕层某种营养元素含量占整个剖面该营养元素总含量的比值, 当其值大于 0.2 时即认为该营养元素产生表聚现象, 即具有表聚性^[10]。耕层是对作物生长影响较大的层次, 同时也是受自然和人为因素影响最大的层次, 所以, 着重研究该层各营养元素的表聚系数对指导合理施肥、培肥土壤具有重要意义。

通过对不同时期土壤养分的表聚系数研究表明 (图 2), 除速效磷在 1982 年资料记载中下层养分缺失无法计算表聚系数外, 其它养分在 2008 年的表聚系数均大于 1982 年第二次土壤普查时的结果, 且在 2008 年速效磷、全钾表聚系数大于 0.2, 即具有表聚性。由于作物的根系密布于耕层, 所以, 目前壤土的养分含量状况正在向有利于作物生长吸收的方向演变。

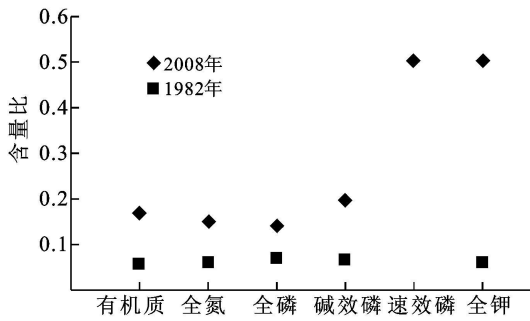


图2 不同时期研究区土壤养分的表聚系数

2.4 塬土肥力现状评价

目前, 该典型塬土剖面耕层有机质的含量为 23.24 g/kg, 全氮 1.36 g/kg, 碱解氮 80.82 mg/kg, 全磷 0.88 g/kg, 速效磷 18.46 mg/kg, 全钾 19.72 g/kg, 速效钾 262.10 mg/kg。依照全国第二次土壤普查土壤养分分级标准, 该塬土有机质、全氮、速效磷、全钾含量处中等水平(三级), 碱解氮处于稍缺状态(四级), 全磷处于稍丰状态(二级), 速效钾含量处丰富状态(一级)。表明该区土壤中缺少速效氮, 这可能是由于氮肥施入土壤后经淋溶、反硝化、氨挥发等途径损失; 全磷含量较高, 与该区黄土母质中含磷矿物较丰富有关; 速效钾含量丰富, 这与塬土的成土母质富钾及近年来含钾复合肥的施用有关。因此, 今后该区应重视氮、磷肥的施用; 同时, 由于土壤有机质是土壤中各种营养元素特别是氮、磷的重要来源, 所以可以通过增施有机肥、加大秸秆还田力度等措施来提高土壤肥力。

3 结论

(1) 完整的塬土剖面从上到下依次可分为耕层、犁底层、古熟化层、古耕层、黏化层、钙积层和母质层 7 个层次。有机质、全氮、碱解氮含量在剖面中大致呈“S”型分布; 速效磷为抛物线型分布, 全磷为中低型分布。总体来看, 剖面中有机质、全氮、全磷、碱解氮含量随土壤深度增加呈下降趋势。速效磷含量在耕层、犁底层、古熟化层中由上到下不断减少, 古熟化层以下趋于平衡。全钾含量在整个剖面中基本趋于一致。

(2) 在过去近 30 a 常规的种植、管理模式, 不同土层中各养分含量随时间的推移基本上处于亏缺状态, 但由于人为施肥、作物根茬及秸秆返还农田等原因使土壤耕层、犁底层、古熟化层中养分得以补充, 其中对耕层养分含量影响最大。耕层有机质含量增加了 104.6%, 全氮含量增加了 61.7%, 全磷含量增

加了 21.6%, 碱解氮含量增加了 67.3%, 速效磷含量变化最明显, 耕层增幅为 255%, 全钾含量在整个剖面都有不同程度的降低, 耕层降幅最小, 为 9.6%。2008 年各养分的表聚系数大于 1982 年第二次土壤普查时的结果, 目前塬土的肥力状况正在向有利于作物生长吸收的方向演变。

(3) 塬土耕层中速效钾含量丰富(一级), 全磷含量较为丰富(二级), 其它养分含量属中等或稍缺状态, 在今后的农业生产中该区应特别重视有机肥及氮、磷肥的施用。

[参 考 文 献]

- [1] 徐明岗, 梁国庆, 张夫道, 等. 中国土壤肥力演变[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2006: 259-301.
- [2] 曹志洪. 解释土壤质量演变规律, 确保土壤资源持续利用[J]. 世界科技研究与发展, 2000, 21(3): 28-32.
- [3] Doran J W. Soil health and global sustainability: translating science into practice[J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2002, 88: 119-127.
- [4] 秦明周. 红壤丘陵区农业土地利用对土壤肥力的影响及评价[J]. 山地学报, 1999, 18(1): 71-75.
- [5] 黄健, 张惠琳. 东北黑土区土壤肥力变化特征的分析[J]. 土壤通报, 2005, 36(5): 659-663.
- [6] 王茹, 张凤荣, 王军艳, 等. 潮土区不同质地土壤的养分动态变化研究[J]. 土壤通报, 2001, 32(6): 16-18.
- [7] 李新举, 胡振琪, 刘宁, 等. 黄河三角土壤肥力质量的时空演变: 以垦利县为例[J]. 植物营养与肥料学报, 2006, 12(6): 778-783.
- [8] 武功县门户网站. 走进武功. 武功概述[OL]. (2007-05-11)[2009-08-03]. http://www.snwugong.gov.cn/Html/zjw/g/wgg/1_1_Tindex.html.
- [9] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3 版. 北京: 中国农业出版社, 2000: 25-107.
- [10] 姜勇, 郝伟, 张玉革, 等. 潮棕壤不同利用方式营养元素随剖面深度的变化特征[J]. 水土保持学报, 2006, 20(3): 93-96.
- [11] 陕西省地方志编纂委员会. 陕西省志(第三卷). 地理志[M]. 西安: 陕西人民出版社, 2000: 541-551.
- [12] 张淑光. 武功土壤[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1986: 51-59.
- [13] 彭令发, 郝明德, 来璐, 等. 黄土旱塬区长期施氮对土壤剖面养分分布的影响[J]. 西北植物学报, 2003, 23(8): 1475-1478.
- [14] 张晓红, 徐炳成, 李凤民. 黄土塬区三种豆科牧草的土壤养分剖面分布特征与平衡[J]. 中国生态农业学报, 2008, 16(4): 811-816.
- [15] 武丽, 戴万宏. 土壤养分剖面分布规律及影响因素研究进展[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(5): 2078-2080.