

文章编号: 1003-8701(2015)06-0055-04

吉林省典型黑土物理性状变化特性研究

刘金华, 王玉军*, 杨靖民, 张忠庆

(吉林农业大学资源与环境学院/吉林省商品粮基地土壤资源可持续利用重点实验室, 长春 130118)

摘要: 利用区域调查采样方法, 对吉林省梨树、德惠和榆树黑土样品进行物理指标分析, 并与休闲黑土和第二次全国土壤普查的部分结果进行比较, 探讨吉林省典型黑土物理性状的变化特征。结果表明, 调查范围内表层黑土从北到南, 砂粒、粉(砂)粒含量逐渐增加, 黏粒含量却呈降低趋势; 土壤容重也逐渐降低; 但是土壤硬度和三相相比没有明显的地域变化趋势。与公主岭休闲黑土相比, 三地区耕层土壤硬度均略有增加; 固相和气相比比例增加, 液相减少。与第二次全国土壤普查相比, 土壤存在向粗粒化演变的趋势; 并且土壤容重有所下降, 这可能与自普查以来人们逐渐重视有机肥投入, 加大秸秆还田比例, 降低田间操作次数等因素有关。

关键词: 黑土退化; 物理性状; 机械组成; 三相比

中图分类号: S152

文献标识码: A

Studies on the Physical Characteristics of Typical Black Soil in Jilin Province

LIU Jin-hua, WANG Yu-jun*, YANG Jing-min, ZHANG Zhong-qing

(College of Resources and Environment, Jilin Agricultural University / Key Laboratory of Sustainable Utilization of Soil Resource in the Commodity Grain Bases in Jilin Province, Changchun 130118, China)

Abstract: Several physical properties of black soil sampled from Lishu, Dehui, Yushu areas in Jilin black soil region were determined after soil samples were collected. The aim was to research the degraded manifestations of physical properties of black soil and its temporal - spatial variation characteristics compared with the uncultured black soil and the results of the second national soil survey. The results showed that the content of sand and silt increased from north to south in soil surface layer in the investigated area, but the clay and bulk density decreased. There was no obviously changing trend in soil hardness and three phase ration. Compared with uncultured black soil in Gongzhuling, soil hardness of surface layer and plough pans was improved in three areas, the solid phase ratio and gas phase ratio increased while the liquid phase decreased. Compared with the second national soil survey, the bulk density decreased. The main reason was probably that people gradually pay attention to the organic manure input and the ratio of straw returning. In addition, it was also relevant to the field operating frequency reduction since soil survey.

Key words: Black soil degradation; Physical properties; Mechanical composition; Three phase ration

吉林省黑土区位于我国黑土分布区的中部, 面积约为 $18.7 \times 10^4 \text{ km}^2$ ^[1]。随着开垦年限的增加, 加上缺少合理保护和可持续发展意识, 黑土土质发生了严重的退化, 数量也呈降低趋势^[2-3]。虽然黑土退化问题已经引起了广大学者的重视^[4-6], 但

是目前人们对于黑土退化的研究还处于初级阶段, 大致可以分为三大类: 一是对黑土生物量变化的研究, 大部分集中在有机质变化的研究上^[7-10]; 二是对大量营养元素的速效养分变异研究, 目前此类研究较多^[11-12]; 三是对微量营养元素的研究, 由于耕种年限和单位产出的增加, 人们逐渐开始认识到微量元素对作物生长及产量的重要影响, 因此该方面的研究引起了国内外学者的高度重视^[13-14]。事实上, 土壤肥力不仅与以上提到的各种化学指标有关, 而且与土壤的各种物理性状也密不可分^[15]。另外, 土壤是个时空连续的变异体, 具有高度的空间和时间变异性, 并且受

收稿日期: 2015-06-13

基金项目: 吉林省科技发展规划项目(20130204054SF); 吉林省科技厅青年科研基金项目(20150520122JH)

作者简介: 刘金华(1980-), 女, 实验师, 博士, 主要从事土壤肥力及生态研究。

通讯作者: 王玉军, 男, 博士, 教授, E-mail: jldwangyujun@163.com

成土母质、地形、人类活动等因素的影响。所以,研究黑土物理性状的时空变异特征对于探索退化规律和机理,提出防治对策具有重要意义。因此,本文对研究区域黑土调查采样,在分析黑土物理性状的同时,与休闲黑土和第二次全国土壤普查部分结果相比较,揭示吉林省典型黑土物理性状的时空变异特征,并分析其原因及发展趋势。为今后预测黑土物理性状的变化趋势、合理利用黑土资源及培肥提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 土壤样品采样点分布

分别在梨树(梨树镇郭家店)、德惠(米沙子万宝)和榆树(五棵树刘家)三个典型黑土区域布置20 km长的水平采样区,以1 km间隔布置采样点。梨树和德惠地区各采集样品20个,榆树地区为19个,共计水平土壤样品59个。原始黑土样品采自于吉林省农业科学院黑土肥力与肥料效益长期定位试验基地(公主岭)。

1.2 样品采集

按设计采样点位选择合理采样位置,在以样点为中心的250 m×250 m的网格,以对角线法布置5个采样点,使用不锈钢工具采集土壤样品,均采用GPS进行野外定位。5个采样点土壤合并为一个样品,每个样点的取样深度为0~20 cm。原始采样重量不少于2 kg,保证过20目筛后样品重量不少于1 kg。土壤容重和硬度测量时,取5个点测量值的平均值代表此处采样点。

1.3 样品制备

在取样过程,须保持土块不受挤压,样品不变形,并要剥去土块外面直接与土铲接触而变形部分。进行物理分析时,取风干土样500 g,放在牛皮纸上,用木块碾碎,放在有盖底的18号筛(孔径1 mm)中,使之通过1 mm的筛子,留在筛上的土块再倒在牛皮纸上重新磨。如此反复多次,直到全部通过为止。不抛弃或遗漏,石砾压碎。筛子上的石砾应拣出称重并保存,以备石砾称重计算之用。同时将过筛的土样称重,以计算石砾重量百分数,然后将过筛后的土壤样品充分混合均匀后盛于广口瓶中,作为土壤颗粒分析以及其他物理性质测定之用。

1.4 分析方法

机械组成采用比重计法、容重采用环刀法、硬度采用贯入式硬度计测量、比重采用比重瓶法、三相比经计算得出^[16]。

2 结果与分析

2.1 土壤机械组成

供试土壤的砂粒含量为3.16%~91.5%,粉粒含量为7.77%~89.72%,黏粒含量为0.73%~37.72%。其中梨树地区的砂粒和粉粒平均含量最高,分别为30.97%和63.85%;榆树地区含量最低,为19.02%和47.33%。而梨树地区黏粒平均含量最低,仅为5.40%;榆树地区最高,为33.65%;德惠地区居中,为12.99%(表1)。由此可见,调查范围内吉林省黑土区从北到南,表层土壤中砂粒和粉粒含量逐渐增加,黏粒含量逐渐降低。这说明由北到南土壤存在逐渐沙化的趋势,这可能是成土母质、气候条件及耕作方式等多种因素相互作用的结果。

表 1 表层黑土机械组成 %

		黏粒<0.002 mm	粉粒0.002~0.02 mm	砂粒0.02~2 mm
整体	平均值	17.07	56.66	26.27
	标准偏差	13.82	19.00	17.36
	变异系数	80.95	33.49	66.11
梨树	平均值	5.40	63.85	30.97
	标准偏差	1.15	20.06	20.27
	变异系数	21.30	31.42	65.45
德惠	平均值	12.99	58.57	28.44
	标准偏差	4.46	20.40	18.95
	变异系数	34.33	34.83	66.63
榆树	平均值	33.65	47.33	19.02
	标准偏差	11.71	14.54	8.52
	变异系数	34.80	30.72	44.79
休闲黑土	平均值	19.44	56.38	24.18
第二次土壤普查(榆树)	平均值	38.69	43.08	18.23

黑土颗粒组成的整体平均值与休闲黑土相比变化较小,但是由于变异系数较高,说明地区之间的差异较大。与第二次土壤普查时的数据相比,榆树地区的黏粒含量下降 5.04%;而粉粒含量增加 4.25%;砂粒含量变化较小,仅增加 0.79%(表 1)。黏粒和粉粒含量这种互为消长的变化特征表明:随着开垦年限的增加,土壤表层细颗粒向粗颗粒转变,土壤存在向粗粒化演变的趋势,这与李顺江等的研究结果相一致^[17],可能与不同气候条件下成土母质的自然风化和西部风沙的侵袭有关。但郑庆福等研究表明,黑土的粉粒和砂粒含量在 8 年间呈降低趋势,黏粒含量增加并未达到显著水平,认为与取样地点的黑土水土流失有关^[18]。

2.2 土壤容重

供试土壤的容重变化范围为 0.98~1.89 g·cm⁻³,平均值为 1.20 g·cm⁻³。其中,梨树地区容重平均

值最低,为 1.13 g·cm⁻³,德惠和榆树地区的平均值较接近,为 1.23~1.24 g·cm⁻³(表 2)。虽然从南到北,黑土容重有增加的趋势,但是直线拟合的相关性不显著,黑土容重具有较强的变异性。相关分析结果表明,土壤容重与砂粒含量呈显著负相关关系($r=-0.2753^*$, $n=57$),与粉(砂)粒、黏粒含量的相关性未达到显著水平。这说明土壤砂粒含量是影响土壤容重的重要因素。

公主岭休闲黑土的平均容重为 1.15 g·cm⁻³,与其相比,梨树地区土壤的平均容重略有下降,而其他两个地区有所增加。本次调查结果与第二次土壤普查结果相比,土壤的平均容重呈降低趋势,这可能与自第二次全国土壤普查以来,人们增加有机肥的施入和秸秆还田的比例,而且降低田间操作次数有关。

表 2 黑土容重、硬度、三相比统计表

		土壤容重 (g·cm ⁻³)	土壤硬度 (kg·m ⁻²)	三相比(%)		
				固	液	气
整体	平均值	1.20	3.36	39.19	23.08	37.73
	标准偏差	0.15	1.49	5.07	2.66	5.22
	变异系数	12.82	44.53	12.95	11.53	13.84
梨树	平均值	1.13	3.60	38.50	23.45	38.05
	标准偏差	0.07	1.54	4.52	2.65	4.07
	变异系数	5.98	42.65	11.75	11.28	10.70
德惠	平均值	1.24	3.05	38.20	23.45	38.35
	标准偏差	0.22	1.43	4.86	3.05	6.12
	变异系数	17.64	46.94	12.73	13.01	15.95
榆树	平均值	1.23	3.42	40.95	22.32	36.74
	标准偏差	0.11	1.54	5.61	2.16	5.41
	变异系数	8.72	44.99	13.71	9.69	14.74
休闲黑土	平均值	1.15	2.96	31.06	42.96	25.98
第二次土壤普查	平均值	1.29	—	—	—	—

2.3 土壤硬度

从北到南,榆树、德惠、梨树三地区耕层土壤的平均硬度分别为 3.42、3.05、3.60 kg·m⁻²,德惠地区最小,梨树地区最大,地域性差异较明显。而公主岭休闲黑土的硬度为 2.96 kg·m⁻²,三地区与之相比,分别增加了 15.54%、3.04% 和 21.62%(表 2)。所以,黑土经过耕种后,耕层土壤硬度均有所增加,说明机械化的现代生产模式对土壤硬度影响较大。

2.4 土壤三相比

土壤三相比的地域性差异不大,榆树、德惠、梨树三地区平均值分别为 41:22:37、38:23:39、39:23:38,而公主岭休闲黑土的三相比为 31:43:

26,液相所占比例变化较大。所以,可以看出黑土经过多年耕作后,与休闲地相比,土壤的固相和气相增大,液相减少,其中固相平均增加 8.3%、气相增加 12.0%、液相降低 20.3%。三相比中气相增加可能与常年秸秆还田有关,造成土壤通气性增强。但是土壤中液相减少说明土壤持水能力下降,这是黑土退化的一个明显特征。正是因为此点,使春季黑土的墒情变差,苗期干旱已经成为限制该地区作物生长的重要影响因素。

3 结 论

3.1 调查范围内吉林省表层黑土从北到南呈砂

化趋势,砂粒、粉(砂)粒含量逐渐增加,黏粒含量却逐渐降低,并且与第二次全国土壤普查结果相比,土壤存在向粗粒化演变的趋势,可能与不同气候条件下成土母质的自然风化和西部风沙的侵袭有关。

3.2 与休闲黑土相比,虽然榆树、德惠两地区土壤容重明显增加,但与第二次全国土壤普查相比,土壤容重存在下降趋势。这与有机肥的施入,秸秆还田和田间操作次数降低等因素有关。

3.3 由于机械化的生产作业模式和现今农民的耕作方式,致使耕层土壤硬度增加。土壤的不断硬化使其吸水能力变差,加之土壤的固相和气相增加,液相降低,致使土壤的保水能力下降,表现为春季的抗旱能力减弱。

参考文献:

- [1] 吉林省土壤肥料总站. 吉林土壤[M]. 北京:中国农业出版社,1998:146.
- [2] 于 磊,张 柏. 中国黑土退化现状与防治对策[J]. 干旱区资源与环境,2004(1):99-103.
- [3] 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):588-592.
- [4] Lal R, Stewart B A. Soil Degradation(Vol.11)[A]. In: Advances in Soil Science[C]. Springer-Verlag, New York, USA, 1990:3-21.
- [5] 张兴义,隋跃宇,宋春雨. 农田黑土退化过程[J]. 土壤与作物,2013,2(1):1-6.
- [6] Karlen D L, Stott D E. A framework for evaluating physical and chemical indicators of soil quality[A]. In: Defining Soil Quality for a Sustainable Environment[C]. Madison, USA, 1994:53-72.
- [7] 于君宝,刘景双,王金达,等. 不同开垦年限黑土有机碳变化规律[J]. 水土保持学报,2004,18(1):27-30.
- [8] 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(1):76-79.
- [9] 程 彬,姜琦刚,陈凤臻,等. 松辽平原黑土有机质含量的遥感反演研究[J]. 水土保持研究,2011(1):264-267,275.
- [10] 汪景宽,王铁宇,张旭东,等. 黑土土壤质量演变初探I-不同开垦年限黑土主要质量指标演变规律[J]. 沈阳农业大学学报,2002,33(1):43-47.
- [11] 赵 军,刘焕军,隋跃宇,等. 农田黑土有机质和速效氮磷不同尺度空间异质性分析[J]. 水土保持学报,2006(1):41-44,62.
- [12] 张兴义,隋跃宇,于 莉. 薄层农田黑土速效氮磷钾含量的空间异质性[J]. 水土保持学报,2004(4):85-88.
- [13] 于君宝,王金达,刘景双,等. 典型黑土pH值变化对微量元素有效态含量的影响研究[J]. 水土保持学报,2002(2):93-95.
- [14] 王 洋,刘景双,郑 娜. 土壤pH值对冻融黑土重金属锌赋存形态的影响[J]. 干旱区资源与环境,2010(1):163-167.
- [15] Smith J L, Halvorson J J, Papendick R I. Using multiple-variable indicators Kriging for evaluating soil quality[J]. Soil Sci. Soc. Am. J., 1993(57):743-744.
- [16] 中国土壤学会农化专业委员会. 土壤农业化学常规分析方法[M]. 北京:科学出版社,1983:15-42.
- [17] 李顺江,胡 霞,刘连友. 开垦对退化沙质草地土壤机械组成及有机碳分布的影响[J]. 水土保持研究,2011,18(4):150-152.
- [18] 郑庆福,赵兰坡. 农业利用对东北黑土黏粒矿物组成及养分的影响[J]. 吉林农业科学,2011,36(5):29-32.

(责任编辑:王海岩)

(上接第54页)

参考文献:

- [1] 刘青泉,陈 力,李家春. 坡度对坡面土壤侵蚀的影响分析[J]. 应用数学和力学,2001,22(5):449-457.
- [2] 陈兆熊. 黄土抗剪力可蚀性的时空变化规律[A]. 山西省水土保持科学研究所. 晋西黄土高原土壤侵蚀规律试验研究文集[C]. 北京:水利电力出版社,1990:58-67.
- [3] 陈 浩. 坡度对坡面径流深入渗量影响的实验研究[A]. 山西省水土保持科学研究所. 晋西黄土高原土壤侵蚀规律试验研究文集[C]. 北京:水利电力出版社,1990:38-46.
- [4] 靳长兴. 坡度在坡面侵蚀中的作用[J]. 地理研究,1996,15(3):57-63.
- [5] Musgrave G W The quantitative evaluation of factors in water erosion: A first approximation[J]. Journal of soil and water conservation. 1947, 2(3):133-138.
- [6] Zingg A. W. Degree an length of land slope as it affects soil loss in runoff[J]. Agri Engng. 1940(21):33-39.
- [7] 靳长兴. 论坡面侵蚀的临界坡度[J]. 地理学报,1995,50(3):234-239.
- [8] 郑粉莉. 发生细沟侵蚀的临界坡长与坡度[J]. 中国水土保持,1989(8):23-24.
- [9] 陈法扬. 不同坡度对土壤冲刷量影响实验[J]. 中国水土保持,1985(2):24-30.
- [10] 郭继志. 关于坡度与径流量和冲刷量的探讨[J]. 黄河建设,1958,4(3):14-20.
- [11] 蒋定生,黄国俊. 地面坡度对降雨入渗影响的模拟试验[J]. 水土保持通报,1984,4(4):10-13.
- [12] 赵晓光,吴发启,刘秉正,等. 再论土壤侵蚀的坡度界限[J]. 水土保持研究,1999,6(2):42-46.

(责任编辑:王 昱)