

张家界永定区耕地土壤有效磷现状及其空间特征

金虹屹¹, 周卫军^{1*}, 邓冉¹, 王瑛², 刘沛¹, 谭洁¹

(1. 湖南农业大学资源环境学院, 湖南长沙 410128; 2. 湖南省张家界市永定区农业局, 湖南张家界 427000)

摘要 [目的] 弄清永定区耕地土壤有效磷含量特征与空间分异规律, 为测土配方施肥和农业面源污染控制提供依据。[方法] 采用野外调查取样、室内分析测定、3S 技术等方法进行。[结果] 永定区耕地土壤有效磷平均为 15.3 mg/kg, 水田略高于旱地; 土壤有效磷空间分布总体呈小团块状或条带状, 不同土类与行政区域差异较大, 以三级含量水平分布面积最大, 为 13 281.0 hm²。[结论] 永定区耕地土壤有效磷含量总体处于中等偏高水平, 但空间变异较大。在磷肥施用中应结合土壤有效磷含量与空间分布规律进行, 以防止高值区土壤有效磷盈余过高, 造成肥料浪费与农业面源污染的危险。

关键词 耕地; 有效磷; 空间特征; 施肥

中图分类号 S158.2 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)11-064-03

Spatial Distribution Characteristics and Status of the Soil Available Phosphorus in Cultivated Land at Yongding District of Zhangjiajie, Hunan Province

JIN Hong-yi, ZHOU Wei-jun*, DENG Ran et al (College of Resources and Environment, Hunan Agricultural University, Changsha, Hunan 410128)

Abstract [Objective] The objective of this study was to explore the spatial distribution and status of soil available phosphorus, and to provide a firm foundation for determined soil nutrient and formulated fertilizer and controlling agricultural non-point phosphorus pollution. [Method] The method of field investigation and soil sample collection, analysis and determination in laboratory, and 3S technique was employed. [Result] The average content of the soil available phosphorus (SAP) was by 15.3 mg/kg, and that of the rice field soil was greater than the highland in the cultivated land at Yongding District of Zhangjiajie, Hunan Province. The spatial distribution of SAP mainly appeared as small droplets or stripe, while the obvious difference of the different soil group and administrative region was observed. The biggest distribution area was the third degree content level of SAP, was up to 13 281.0 hm². [Conclusion] The content of SAP belonged to the medium to higher degree, but the spatial variation was the more obvious. The spatial distribution and content of SAP was considered, so as to prevent the surplus of SAP over high and avoid the extravagant phosphatic fertilizer and the risk of agricultural non-point phosphorus pollution in the high SAP section, when fertilization.

Key words Cultivated land; Available phosphorus; Spatial character; Fertilization

磷是植物必需的三大营养元素之一, 包括有机和无机两大部分^[1]。有效磷作为土壤磷贮库中对作物最有效的部分, 能直接供作物吸收利用, 因而它是评价土壤供磷能力的重要指标^[2]。由于受自然和人类活动的影响, 土壤有效磷含量在田间或区域分布上常具有明显的时空变化特点^[3-6]。若缺乏对其含量特征、时空变异规律的了解, 则不能根据其变化确定施肥管理措施, 有可能导致土壤磷素亏缺或盈余。土壤磷素亏缺影响作物生长, 而土壤处于磷素盈余状态, 则会加大土壤磷素向水体流失的风险, 并产生潜在的生态环境问题。可见, 推行合理的施肥管理措施和有效控制农业面源磷污染已成为越来越受关注的热点问题^[3,7]。因此, 了解和弄清耕地土壤有效磷的空间变化规律, 不仅能为耕地质量管理和科学施用磷肥提供指导, 而且能为农业面源污染控制提供科学依据。笔者利用张家界市永定区 2008 年开始的测土配方施肥的耕地土壤的测定数据, 采用分类汇总和空间插值方法研究了全县耕地土壤有效磷含量特征与时空变化规律。

1 材料与方法

1.1 研究区概况 张家界市永定区地处湖南省西北部, 武陵山脉腹地, 澧水中上游, N28°51'13" ~ 29°25'6", E110°4'15" ~ 110°55'6"。土地总面积 2 173.808 km², 占全省总面积的

1.1%, 耕地面积 28 327.4 hm²。该地区属中亚热带山原型季风性湿润气候, 冬暖夏凉, 四季温和, 年均气温为 16.8 °C, 光热充足, 雨量充沛, 年均降水量 1 497 mm, 无霜期长, 严寒期短, 适宜喜温作物水稻、玉米、红薯、苕麻与越冬作物麦、豆、油菜等的生长。

1.2 土壤样品的采集与分析测定 按照测土配方施肥项目要求, 参照第二次土壤普查的土壤样品采集点, 根据土种面积 2~4 hm² 采集一个土样, 共采集土壤样品 6 040 个。在土样采集时, 根据室内实际布点情况, 采用 GPS 记录采样点的地理坐标, 考虑采样田块的大小和形状, 分别采用 S 形、梅花形、网格法等方法采集 0~20 cm 土样, 多点采样, 混匀后采用四分法进行取舍, 使得每个样品的质量控制在 1 000 g 左右。采用 0.5 mol/L NaHCO₃ 浸提-钼锑抗分光光度法, 测定土壤有效磷含量。

1.3 数据处理 测定数据采用 EXCEL 2007 进行统计分析。利用 MAPGIS 中的地统计学功能, 对土壤有效磷进行空间插值, 分析其空间规律。采用土地利用现状图、土壤图、行政区划图进行叠加, 作为空间分析的工作底图。

2 结果与分析

2.1 土壤有效磷含量特征 从图 1 可以看出, 依据湖南省第二次土壤普查土壤养分分级标准^[8], 总体为中偏高水平, 平均为 15.3 mg/kg, 变化在 2.0~49.9 mg/kg 之间; 10~20 mg/kg 的样本数为 2 247 个, 占总样本数的比例为 37.2%; 20~40 mg/kg 的样本数为 1 582 个, 占 26.19%; 而高于 40 mg/kg 的样本数只有 70 个, 仅占 1.16%; 低于 3 mg/kg 的样

基金项目 湖南省农业区划办重点项目; 国家测土配方施肥专项。
作者简介 金虹屹(1989-), 男, 湖南安乡人, 硕士研究生, 研究方向: 农业资源利用。* 通讯作者, 教授, 博士, 博士生导师, 从事农业生态系统物质循环与转化及土壤-作物系统过程模拟方面的研究。
收稿日期 2015-03-13

本数也只有 112 个,占 1.85%。

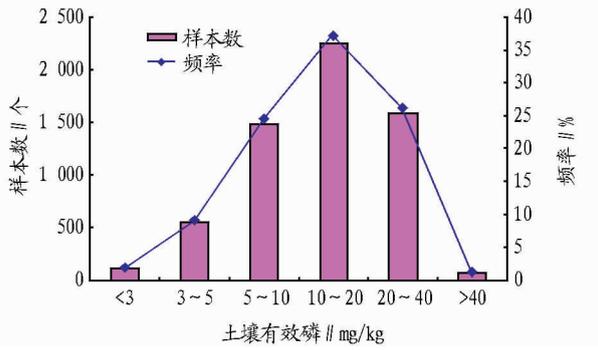


图1 土壤有效磷含量分布

表1 土壤有效磷含量分级统计

级别	含量范围 mg/kg	评价	水稻土		旱地	
			样本数//个	频率//%	样本数//个	频率//%
一级	>40	极高	70	1.7	0	0
二级	20~40	高	1 140	28.3	442	22.0
三级	10~20	中	1 654	41.0	593	29.5
四级	5~10	低	1 168	29.0	405	20.2
五级	<5	极低	0	0	568	28.3
样本总数//个			4 032.0		2 008	
含量平均//mg/kg				16.5		12.8

2.2 水稻土与旱地土壤有效磷的比较 从表1可以看出,永定区水稻土有效磷含量总体比旱地高,平均高 3.7 mg/kg,低等级样本数少,高等级样本数多,如处于五级水平的水稻土没有,旱地有 568 个样本,占 28.3%,二级水平的水稻土 1 140 个,占 28.27%,旱地 442 个,占 22.0%。这可能主要是由于永定区山地面积较大,旱地大部分位于地形部位较高、无灌溉条件且农业生产不方便的区域,导致农民在生产过程中采取一种粗放经营方式,而水稻土是当地主要的基本农田,投入较大,农业生产高度集约和重视,因而长期的农业经营导致两者差异较大。

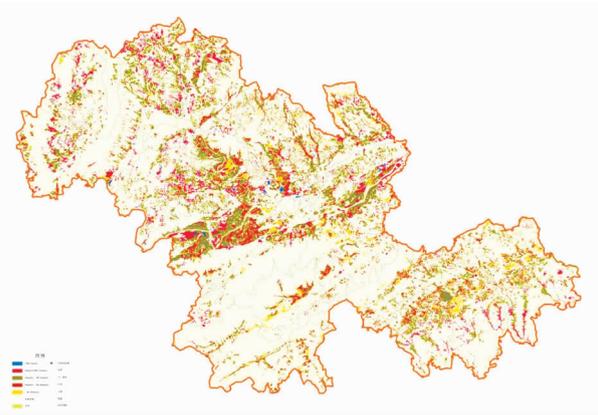


图2 永定区耕地土壤有效磷空间分布

2.3 土壤有效磷的空间特征

2.3.1 不同土类土壤有效磷的空间特征。从图1可以看出,永定区耕地土壤有效磷的空间变异较大,总体呈小团块状或条带状。研究显示,土壤有效磷含量的变异系数比其他土壤养分大,属中等或强变异程度,具有较强的空间变异性,反映人为耕作管理措施的差异是其空间变异的主要因素。在农田尺度下,土壤有效磷的空间变异性主要受施肥量的影响^[6,9]。土壤有效磷含量空间变异性与土地利用方式关系密切^[10]。从表2可以看出,永定区耕地三级土类土壤有效磷的分布面积最大,达到 13 281.0 hm²,占耕地总面积的 46.88%;不同土类差异较大,潮土、黑色石灰土、红壤、红色石灰土、黄壤、黄棕壤、紫色土等土类高水平(一级与二级)与低水平(五

表2 不同土类有效磷分布面积

级别	潮土	黑色石灰土	红壤	红色石灰土	黄壤	黄棕壤	水稻土	紫色土	合计
一级	0	0	18.3	0	0	0	1 235.2	3.3	1 256.8
二级	48.7	146.6	360.6	56.1	18.9	28.4	5 497.9	24.0	6 181.3
三级	325.7	609.9	3 066.6	740.5	557.5	339.1	7 426.6	215.1	13 281.0
四级	231.0	442.7	2 393.8	542.2	402.6	319.6	2 804.8	214.0	7 350.9
五级	5.4	21.7	163.4	20.8	10.7	14.3	0	21.2	257.5

级)含量分布面积较小,而水稻土一级与二级水平含量分布面积为 6 733.1 hm²,占耕地面积的 39.69%,低水平含量分布面积较小,五级水平没有分布。因此,施肥时既要考虑土壤有效磷的含量特征,又要针对不同土类的差异进行合理施肥,以防止部分高含量土壤有效磷含量过高,引起面源污染问题。

2.3.2 不同行政区土壤有效磷的分布特征。从表3表明,

永定区不同乡镇各等级有效磷含量分布面积差异较大,但基本以三级、四级含量水平的分布面积较大,一级和五级含量水平分布面积较小,但有些乡镇二级含量水平分布面积也较大,如大坪镇二级含量水平的分布面积为 266.6 hm²,占全镇耕地面积的 48.37%,三岔乡的分布面积为 317.0 hm²,占全镇耕地面积的 50.87%。因此,虽然该区域耕地土壤有效磷含量总体呈中等偏高水平,但空间分布极不均匀。施肥时,

要依据土壤有效磷的具体状况和作物的需磷规律进行精准施肥。

3 小结与讨论

(1) 化肥施用量的增加导致土壤肥力的提高^[11-12]。自农村实行土地承包责任制以来,粮食产量连续增加,化肥用量不断增多,致使土壤肥力逐渐提高。研究表明,耕地土壤有效磷含量平均为 15.3 mg/kg,处于中等水平,最高达到 49.9 mg/kg。这与其他研究结果^[3-5]一致。

(2) 耕地土壤磷素养分的空间变异特征及其施肥模式与

农业面源污染的研究是人们关注的热点问题^[3-4,7]。由于人们长期以来对土壤养分状况了解得不清楚,施肥时凭经验或依据传统施肥,导致肥料施用量不断增加,肥料利用率低,土壤中磷的盈余量大,农业面源污染问题凸显。该研究通过野外采样分析,结合 3S 技术对永定区耕地土壤有效磷的空间特征进行研究,发现在县域范围内耕地土壤有效磷的空间变异性较大,不同土类、不同土地利用方式、不同行政区等均有较大差异。施肥时,必须考虑土壤磷肥的含量与空间特征,科学施肥,提高磷肥的利用率,防止农业面源污染的风险。

表3 不同行政区土壤有效磷分布面积

乡镇名	一级	二级	三级	四级	五级	合计	hm ²
崇文办事处	0	14.6	168.6	179.9	11.5	374.6	
大坪镇	124.7	266.6	136.5	23.4	0	551.2	
大庸桥办事处	26.8	14.0	71.6	86.9	40.1	239.4	
枫香岗乡	9.9	129.6	667.2	346.6	10.5	1 163.8	
官黎坪办事处	20.8	157.6	196.7	150.3	0.7	526.1	
合作桥乡	56.9	236.6	527.2	374.9	6.8	1 202.4	
后坪镇	33.0	598.8	908.2	396.9	22.1	1 959.0	
教子埡镇	12.3	218.4	1 004.3	655.2	10.1	1 900.3	
罗水乡	8.4	62.1	606.8	310.0	2.9	990.2	
罗塔坪乡	12.5	129.0	333.8	278.4	2.4	756.1	
南庄坪办事处	46.2	76.2	82.7	49.2	4.6	258.9	
农林场	4.1	44.9	120.6	48.4	7.1	225.1	
桥头乡	3.4	67.2	469.0	373.7	5.1	918.4	
青安坪乡	19.4	56.1	320.3	359.6	8.1	763.5	
三岔乡	55.5	317.0	176.8	73.9	0	623.2	
三家馆乡	2.6	115.0	692.2	558.3	15.9	1 384.0	
沙堤乡	77.9	523.0	601.7	241.0	19.9	1 463.5	
双溪桥乡	45.5	224.0	183.9	28.4	0	481.8	
四斗坪乡	86.9	410.7	287.5	41.1	0	826.2	
王家坪镇	127.9	437.7	756.8	311.9	4.7	1 639.0	
温塘镇	11.9	76.8	187.7	210.2	25.1	511.7	
西溪坪办事处	164.2	356.5	928.2	395.4	5.7	1 850.0	
谢家埡乡	9.4	275.4	391.4	160.2	3.4	839.8	
新桥镇	41.9	303.4	672.8	200.8	4.0	1 222.9	
阳湖坪镇	45.0	172.1	982.0	615.1	28.3	1 842.5	
尹家溪镇	102.7	487.0	1 065.5	556.8	18.4	2 230.4	
沉古坪镇	107.0	411.0	741.1	324.4	0	1583.5	
总计	1 256.8	6 181.3	13 281.0	7 350.9	257.5	283 27.5	

参考文献

- [1] 黄昌勇. 土壤学[M]. 北京:中国农业出版社,2005.
- [2] 胡霭堂. 植物营养学[M]. 北京:北京农业大学出版社,1995.
- [3] 刘付程,史学正,潘贤章,等. 太湖流域典型地区土壤磷素含量的空间变异特征[J]. 地理科学,2003,23(1):77-81.
- [4] 廖菁菁,黄标,孙维侠,等. 农田土壤有效磷的时空变异及其影响因素分析——以江苏省如皋市为例[J]. 土壤学报,2007,44(4):621-629.
- [5] 叶媛蓓,盛锦寿. 泉州市郊耕地土壤有效磷含量状况及管理对策[J]. 福建农业科学,2014(3):26-28.
- [6] 姜勇,梁文举,张玉革. 田块尺度下土壤磷素的空间变异性[J]. 应用生态学报,2005,16(11):2086-2091.
- [7] 黄东风,王果,李卫华,等. 菜地土壤氮磷面源污染现状、机制及控制技术[J]. 应用生态学报,2009,20(4):991-1001.
- [8] 谢卫国. 测土配方施肥理论与实践[M]. 长沙:湖南科学技术出版社,2006:223.
- [9] 高义民,同延安,胡正义,等. 黄土区村级农田土壤养分空间变异特征研究[J]. 土壤通报,2006,37(1):1-6.
- [10] 赵彦锋,史学正,于东升,等. 小尺度土壤养分的空间变异及其影响因素探讨——以江苏省无锡市典型城乡交错区为例[J]. 土壤通报,2006,37(2):214-219.
- [11] 廖育林,郑圣先,聂军,等. 长期施用化肥和稻草对红壤水稻土肥力和生产力持续性的影响[J]. 中国农业科学,2009,42(10):3541-3550.
- [12] 杨滨娟,黄国勤,徐宁,等. 秸秆还田配施不同比例化肥对晚稻产量及土壤养分的影响[J]. 生态学报,2014,34(13):3779-3787.