

# 土壤养分变异与推荐施肥初探<sup>\*</sup>

李玉影<sup>1</sup>, 刘双全<sup>1</sup>, 李桂仁<sup>1</sup>, 贲洪东<sup>2</sup>, 魏颖<sup>2</sup>, 张文成<sup>2</sup>

(1. 黑龙江省农科院土肥所, 哈尔滨 150086; 2. 黑龙江省双城市农业技术推广中心, 双城 150100)

**摘要:** 采用全球卫星定位系统(GPS)对黑龙江省双城市双城镇中兴村土壤进行网格取样(100m×100m), 用土壤养分系统研究法对大、中、微量元素进行分析。结果表明, 土壤中的营养元素均存在变异。根据土壤养分的抽样分布, 可将养分分为两类, 一类为偏斜型营养元素, 主要有氮、磷、硫等; 另一类为不偏斜营养元素, 主要有钾、锰、铜、钙等。造成土壤养分偏斜的主要原因是施用化肥。对施肥历史较长, 且施肥量较大的偏斜元素进行施肥推荐时, 不仅要考虑地块的养分平均含量, 同时还要考虑土壤养分的空间变异状况; 对于非偏斜元素的推荐施肥以大田土壤养分平均值即可。

**关键词:** 网格取样; 土壤养分; 养分变异; 推荐施肥

中图分类号: S 158 文献标识码: A 文章编号: 1002-2767(2004)02-0005-03

## Preliminary Study on Variability of Soil Nutrients and the Recommendation of Fertilization

LI Yu-ying<sup>1</sup>, LIU Shuang-quan<sup>1</sup>, LI Gui-ren<sup>1</sup>, BEN Hong-dong<sup>2</sup>,  
WEI Ying<sup>2</sup>, ZHANG Wen-cheng<sup>2</sup>

(1. Soil and Fertilizer Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086; 2. Agriculture Extension Center of Shuangcheng City, Shuangcheng 150100)

**Abstract:** 244 soil samples were collected by grid sampling (100m×100m) using globe position system (GPS) in the Zhongxing village of Shuangcheng city of Heilongjiang province. The result indicated that the variance of the soil nutrients had existed in the field. Based on the sampling distribution, the nutrients tested were divided into two classes. One was called declining nutrients, such as nitrogen, phosphorus and sulfur, etc. The other was called non-declining nutrients, such as potassium, manganese, copper and calcium, etc. The main reason of declining was caused by supplying of chemical fertilizers. For the field with long history and large amount nutrients applied, the fertilization recommendation must be based on the spatial variability of soil nutrients, the others can be on the average values of the soil test in the field.

**Key words** grid sampling; soil nutrients; variability of soil nutrients; recommendation of fertilization

随着农民科学种田意识的提高, 测土施肥技术已经得到广泛的应用。但由于土壤的不均匀性和取样的限制, 使土壤测试值不能充分代表田间的养分状况, 并由此引发推荐施肥不精确、经济效益最佳施肥量不合理、田间供给不均衡等问题<sup>[1]</sup>。本文通过对田块网格定位取样, 分析土壤养分空间分布与变异, 旨在研究土壤养分分布规律, 为精准施肥提供技

术支撑。

### 1 材料与方法

#### 1.1 土壤样品采集

土壤样品采自黑龙江省双城市双城镇中兴村, 为黑龙江省玉米主产区, 土壤类型为黑土。采用全球卫星定位系统, 对该村地块进行网格法(100m×100m)取样, 准确标定每个取样点的大地坐标, 在其周围 5 m 范围内用土钻均匀采集 10 个点作为一个

\* 收稿日期: 2003-05-09

第一作者简介: 李玉影(1962-), 女, 黑龙江省方正县人, 副研究员, 从事土壤肥料研究。

混合样。共取 244 个样品,覆盖面积 202 hm<sup>2</sup>。样品带回实验室自然风干,送北京中一加合作土壤植株测试实验室分析。取样点见图 1。

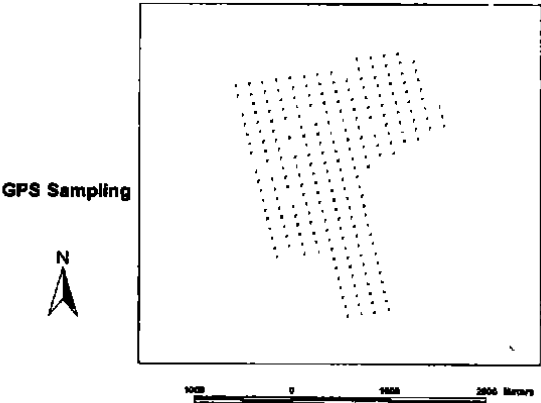


图 1 土壤 GPS 取样点分布

1.2 分析项目与方法

采用土壤养分系统研究法(ASI 法)分析土壤养分状况<sup>[2]</sup>。土壤中的速效磷(P)、钾(K)、铜(Cu)、铁(Fe)、锰(Mn)和锌(Zn)采用 ASI 联合浸提剂(0.25 mol/L NaHCO<sub>3</sub>、0.01 mol/L EDTA、0.01 mol/L NH<sub>4</sub>F)同时浸提;速效硼(B)和有效硫(S)用 0.08 mol/L 的过磷酸钙浸提;速效钙(Ca)、镁(Mg)和铵态氮(NH<sub>4</sub>-N)用 1 mol/L 的 KCl 浸提;有机质用 0.2 mol/L NaOH、0.01 mol/L EDTA、2%甲醇溶液提取。有机质和非金属元素用比色法测定,金属元素用原子吸收分光光度计测定。

本研究方法采用地统计学方法进行数据处理,

表 土壤养分统计结果

n=244

营养元素	平均值 (mg/L)	中值 (mg/L)	标准差 S	最大值 (mg/L)	最小值 (mg/L)	变异系数 (%)	偏斜量 (%)
Ca	4366.0	4364.1	308.7	5417.5	3601.9	7.1	0.0435
Mg	709.2	704.6	51.8	863.3	544.1	7.3	0.6486
N	15.4	13.0	10.1	123.3	6.3	65.5	15.5844
P	9.2	8.0	5.2	51.7	3.1	56.4	13.0435
K	80.5	80.4	13.7	131.5	49.3	17.0	0.1242
S	9.4	8.1	4.1	34.8	5.5	43.5	13.8298
Zn	1.7	1.6	0.4	3.4	0.8	25.4	5.8824
B	1.06	0.84	0.94	5.39	0.00	88.9	-12.7660
Mn	56.7	54.4	14.30	101.5	29.3	25.2	4.1777
Cu	2.4	2.4	0.54	3.8	0.8	22.2	0.7549
Fe	18.4	17.8	6.01	42.5	3.5	32.6	3.1909

料的浪费和环境污染。

2.2 农田土壤养分变异来源

造成土壤养分分布偏斜的原因很多,其根本原因是土壤性状的空间变异性<sup>[4]</sup>。通过对双城市双城镇中兴村土壤养分变异性分析可以看出,在农田养分管理中,通过施肥补充的营养元素一般变异性较大。分析和调查结果表明,在偏斜的养分中,除了硼

土壤属性的空间插值采用 Kringing 法<sup>[3]</sup>,使用 Arcinfo7.1 平台进行图形处理。

2 结果与分析

2.1 土壤养分分布状况

土壤养分分析结果统计(见表)表明,土壤养分分布有不同程度的偏斜。若以 P 值表示偏斜程度,可将 P 值定义为: $P = (v - m) / v \times 100\%$ ,式中: P 表示偏斜量,即中值偏斜平均百分数; m 为中值; v 为平均数。当土壤养分分布呈正态分布时,中值等于平均值, P=0。若以 P 值的 5%为分界线,大于 5%的为偏斜,小于 5%为不偏斜。根据这一指标,可将试区土壤分为两大类:偏斜的养分有氮、磷、硫、硼和锌,其余的为不偏斜养分。当以田间平均值或大田混合样品的测试值代表该田块的养分状况进行推荐施肥时,养分分布的偏斜程度就严重,推荐施肥的量偏差也大。以磷为例,供试土壤速效磷含量空间分布见图 2。该地块速效磷的平均含量为 9.2 mg/L,而土壤速效磷含量小于 5 mg/L 的面积达 176.8 hm<sup>2</sup>,占总面积的 87.5%,而在平均值附近(5~15 mg/L)的面积为 24.9 hm<sup>2</sup>,占总面积的 12.3%,土壤速效磷含量 15~55 mg/L 之间的仅为 0.3 hm<sup>2</sup>,占总面积的 0.2%。如果以土壤测试的平均值来指导施肥,会给平衡施肥带来很大偏差。土壤养分空间变异性,一方面会导致在土壤养分含量低的地块施肥不足,另一方面在土壤养分含量较高的地块造成肥

在该地区施用较少外,其它几种元素均有施用。氮和磷主要来自于尿素和磷酸二铵的施入,而硫和锌主要来自于复合肥中的过磷酸钙和硫酸锌。肥料施用量越大,造成养分偏斜的程度越大。由于施肥,使得养分变得不均匀,是造成土壤养分偏斜的主要原因。

土壤养分偏斜量与变异系数的相关分析结果表

明,二者之间存在密切的线性相关关系,  $y=0.2749x-2.6235$ , 相关系数  $R=0.9566$ 。随着土壤养分变异性的增加,土壤养分的偏斜程度加大。由于土壤养分分布的特殊性,特别是长期施肥的营养元素,个别样点往往会采到施肥点或其周围,造成土壤养分测试值偏高,抽样分布偏斜。因此,对土壤变异性较大的营养元素在进行施肥推荐时,应进行适当的调整,以增加推荐施肥的准确性。

2.3 不同推荐施肥方法的差异

由于土壤养分空间变异性,对不同的营养元素应采取不同的推荐方法。现以土壤变异性较大的磷和变异性不大的钾为例,分析不同营养元素的施肥推荐方法。图 2 和图 3 分别为土壤速效磷和速效钾的空间分布情况。从中看出,不同变异类型的营养

元素在空间上的表现也不同。由于营养元素的变异与分布偏斜的相关性,在非偏斜元素中以较小地块进行施肥推荐时,无论采用平均数还是按土壤养分空间分布进行精准施肥,其结果都基本相同。土壤速效钾在整个研究地块处于同一个养分水平,对养分级别而言,土壤速效钾在该地块没有空间变异现象。由于其平均值、众值与中值偏斜很小,因此用上述两种方法进行施肥推荐时,计算得到施钾量均为  $105\text{ kg/hm}^2$ 。而变异性较大的土壤磷素如果按平均值进行推荐,其推荐量为  $\text{P}_2\text{O}_5 63\text{ kg/hm}^2$ ,若按土壤养分空间分布进行精确施肥,其推荐施磷量为  $\text{P}_2\text{O}_5 75\text{ kg/hm}^2$ 。后者增加了磷肥施用量,弥补了土壤中磷素的不足,满足了作物对磷的需求,玉米增产  $9.2\%$ 。

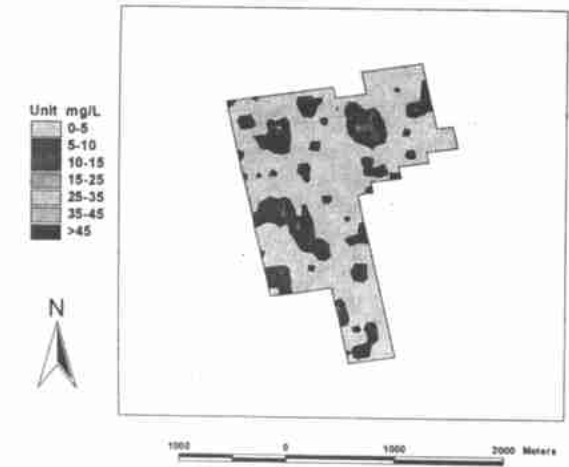


图 2 土壤速效磷空间分布

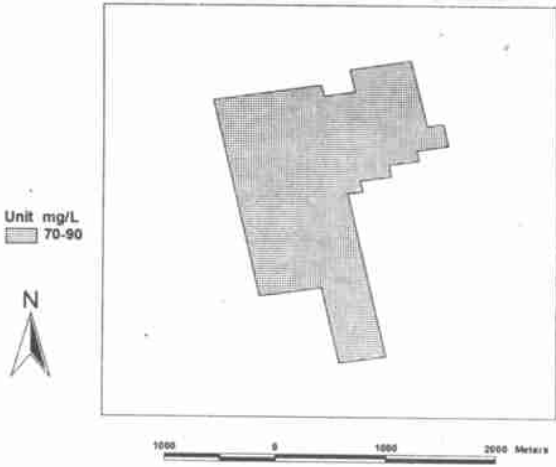


图 3 土壤速效钾空间分布

3 结果与讨论

3.1 根据土壤养分抽样分布,可将土壤分为两类,一为偏斜型营养元素,主要有氮、磷、硫等;另一类为不偏斜营养元素,主要有钾、锰、铜、钙等。对土壤中营养元素的偏斜量与变异系数进行回归分析,二者之间存在显著的相关性,其相关系数为  $R=0.9566$ 。施肥加大了土壤中该元素的变异,同时也会造成土壤营养元素的偏斜。

3.2 由于土壤养分存在空间变异,以大田混合样品的平均值作为推荐施肥的依据,很难代表该地块的土壤养分状况。不同性质的营养元素,在推荐施肥时应区别对待。对施肥历史较长且施肥量较大的偏斜元素,不仅要考虑田块的养分平均含量,同时还要考虑土壤养分的空间变异状况,进行养分精准管理。

3.3 该项研究土壤养分变异和抽样分布是在一个相对均匀的地块中进行的,当地块面积、施肥状况、耕作方法及土壤条件发生较大变化时,其结果可能不同,但总的趋势应该是一致的。

参考文献:

[ 1 ] Kachanoski R G, Fairchild G L. Field scale fertilizer recommendation and spatial variability of soil test values[ J] . Better Crops with plant food. 1994, 78(4): 20-21.  
[ 2 ] 吴荣贵. 土壤基本肥力的快速分析与应用前景[ A] . 加拿大磷钾研究所北京办事处. 土壤养分状况系统研究法[ C] . 北京: 中国农业出版社, 1992 54-70.  
[ 3 ] Oliver M A. Kriging: A method of interpolation for geographical information systems[ J] . International Journal of Geographic Information System, 1990, 4(4): 313-332.  
[ 4 ] 白由路. 农田土壤养分变异与施肥推荐[ A] . 金继运. 精准农业与土壤养分管理[ C] . 北京: 中国大地出版社, 2001.