

基于GIS的土壤养分空间变异状况研究

赵月玲¹, 陈桂芬^{2*}, 王 越²

(1. 吉林农业大学资源与环境学院, 吉林长春 130118; 2. 吉林农业大学信息与技术学院, 吉林长春 130118)

摘 要: 运用地理信息系统(GIS)软件结合地统计学理论知识,对吉林省榆树市弓棚镇十三号村的2块农用地土壤(0~20 cm)的239个土样进行样品化验分析,结果表明土壤肥力状况属中等偏上的水平。同时应用GIS的空间分析技术对其进行空间异质分析研究,建立土壤有机质,速效磷,含水量等养分含量的空间分布图,对2块地的土壤养分状况进行比较,分析其空间分布的规律。探明其主要影响因素是速效养分在土壤中的移动性的大小。

关键词: 土壤养分; 空间变异; 地理信息系统

中图分类号: S158.3

文献标识码: A

文章编号: 1004-1389(2005)06-0195-04

A Study on Spatial Variability of Soil Nutrients Based on GIS

ZHAO Yue-ling¹, CHEN Gui-fen^{2*} and WANG Yue²

(1. College of Resource and Environmental Science, Jilin Agricultural University, Changchun Jilin 130118, China;

2. College of Information and Technology Science, Jilin Agricultural University, Changchun Jilin 130118, China)

Abstract: The soil nutrient status and their spatial variability in 0~20 cm soil layer of the thirteenth village of Gongpeng town, Yushu city, Jilin province were studied by application of geographic information system (GIS) and geostatistics knowledge. After the 239 soil samples were tested, the results showed that state of soil is better. It is also showed that there existed spatial variability of soil nutrients. The maps based on the spatial variability of soil OM, available P and water content were designed and the spatial variability rules were designed by the application of GIS technology. The conclusion that different spatial variability of available nutrients was deeply affected by their mobility was got easily. The results would become a means of guiding farmer fertilization and be valuable in precision agriculture.

Key words: Soil nutrients; Spatial variability; GIS

土壤养分含量决定地块的肥料投入量,长期以来人们都把测定土壤养分的均值代表整个农田的土壤养分状况,按单一的施肥量进行均匀施肥,这样既不能达到按需施肥的目的也不能有效的提高肥料的利用率。土壤并非是一个均质体,而是一个时空连续的变异体,具有高度的空间异质性^[1,2]。通过分析人们做的大量有关土壤养分空间

变异性的研究结果,可以看出土壤特性的异质性普遍存在,并且情况比较复杂,但其中成土母质、地形、人类活动等对土壤养分空间变异均有较大影响^[3~6]。土壤肥力的空间表达对于指导人们有针对性的施肥、培肥土壤、保护环境等方面都有极其重要的意义。

近年来,随着计算机的普及,越来越多的学者

收稿日期: 2005-07-07 修回日期: 2005-08-18

基金项目: 国家863项目基金资助(2003AA209090)。

作者简介: 赵月玲(1975—),女,在读硕士研究生,研究方向为计算机在植物营养学的应用。

* 通讯作者 陈桂芬(1956—),女,教授,研究方向为人工智能和专家系统。Email: guifchen@163.com

从不同角度去考虑、研究问题。许多学者利用 GPS、GIS 等相关技术来研究土壤养分空间分布与管理,这方面取得了一定的成果^[7~9]。面对信息技术的快速发展,它与土壤科学和肥料科学的结合研究已成为近年的研究热点之一^[10]。本文利用 GIS(地理信息系统)技术,结合地统计学原理,研究吉林省榆树市弓棚镇十三号村的七号和三号农用地土壤养分的空间变化趋势,以为农民科学施肥提供指导作用。同时为土地的合理利用与保护,降低农业生产成本,提高农业总体效益提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 研究区概况

研究区域是吉林省榆树市弓棚镇十三号村的农用地,处于东经 126°33', 北纬度 45° 50', 位于吉林省东部,属半湿润温带大陆性季风气候,其特点是四季分明,冬长夏短,年降水量在 500~600 mm,绝大部分集中于暖季,占年降水量的 90% 左右,年平均气温 4.6~5.6 °C。土壤类型属典型的黑土,主产作物是玉米和大豆等,它是吉林省重要的商品粮基地之一。

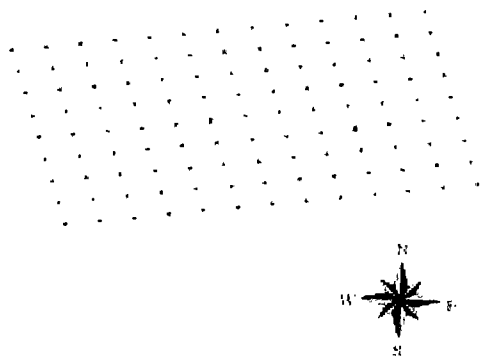


图 1 榆树十三号村七号地的土壤采样图
Fig. 1 Sampling map of the seventh land soil in the thirteenth village of Yushu city

1.2 采样方法

在 2003 年 3 月进行样本采集。应用美国 Trimble 公司研制 AgGPS-132 型差分 GPS 装置(全球卫星差分定位系统)进行精准定位、运用 GIS 软件制作出土壤的网格采样图,样点分布见图 1,采样的间距是按时 40 m×40 m 为一个单位面积进行,具体做法是把网格中心点的土样与在其周围 4 个方向上距中心点 20 m 的土样都按同一方式进行采集,然后将其充分混合为一个样本,

再用四分法将其处理和分离,最后采集适量土壤,并将其装到已标好样本号的袋中,以备实验室化验、分析之用。

1.3 分析方法

把所采集的土样经风干、过筛、剔除杂质后送到实验室,应用土壤养分状况系统研究法分析主要营养元素的养分含量。对土壤中的碱解 N 测定采用碱解扩散法、速效 P 测定采用 0.5 mol/L NaHCO₃ 浸提,钼锑抗比色法、速效 K 测定采用 1 mol/L NH₄OAC 浸提—火焰光法、有机质测定采用电砂浴加热 K₂Cr₂O₇ 容量法、土壤水分的测定采用酒精燃烧法。

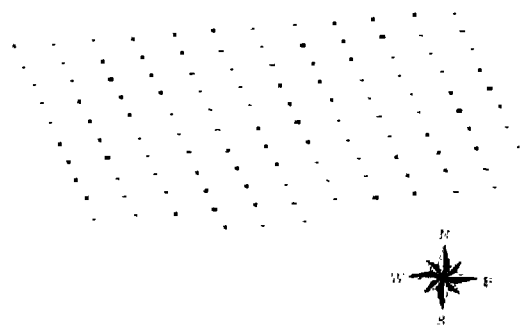


图 2 榆树十三号村三号地的土壤采样图
Fig. 2 Sampling map of the third land soil in the thirteenth village of Yushu city

2 结果与讨论

2.1 土壤养分的描述性统计分析

农田几种主要营养元素的变异性状是各不相同的,土壤养分的变异系数范围在 5%~76% 之间,其速效 P 的变异系数最大,七号地和三号地分别为 49%、76%(表 1)。这主要与 P 在土壤中的移动性相对小、当季作物对 P 的吸收少、土壤磷的收支平衡一般为盈余,使磷肥在土壤中残留较多,导致土壤中 P 分布不均有关,同时与耕作制度以及施肥方式也有一定的关系。郭旭东等人在研究土壤养分空间变异时也发现磷肥施用不均匀也可能是造成这一结果的原因之一^[11]。土壤中的碱解 N、速效 K 和有机质的含量变异性相对较小(7%~11%)。这主要可能与它们在土壤中的移动性相对较大,当季作物利用率较高,氮肥,钾肥在土壤残留较少,农户投入有机肥的用量相对不均衡有关系。就平均值和中值的比较来看差别不大,但有一定的偏差,表明这些养分的中心趋向分布可能被

异常值影响,说明土壤养分受一定的外界环境影响。

表 1 七号地的土壤养分的基本统计特征

项 目 Items	含水量 Water content	有机质 Organic matter	碱解氮 Available N	速效磷 Available P	速效钾 Available K
变异系数 C V	0.09	0.07	0.11	0.49	0.09
平均 Means/(mg/kg)	160130	31290	144.88	13.08	112.91
中位数 Median/(mg/kg)	160600	30970	145.82	11.56	112
标准差 SD	15.05	2.38	16.99	6.44	10.5
峰度 Kurtosis	2.81	7.08	-0.15	9.74	0.68
偏度 Skewness	-0.07	2.14	-0.11	2.63	-0.19
最小值 Min/(mg/kg)	115850	27410	97.44	5.82	80
最大值 Max/(mg/kg)	221490	41850	186.82	44.46	138
观测数 N(个)	118	118	118	118	118
置信度 CD /95.0%	2.74	0.43	3.1	1.17	1.91

表 2 三号地的土壤养分的基本统计特征

项 目 Items	含水量 Water content	有机质 Organic matter	碱解氮 Available N	速效磷 Available P	速效钾 Available K
变异系数 C V	0.05	0.11	0.08	0.76	0.1
平均 Means/(mg/kg)	245480	27890	117.59	27.91	126.86
中位数 Median/(mg/kg)	244970	28020	117.66	19.76	122
标准差 SD	12.37	3.08	9.23	21.26	12.92
峰度 Kurtosis	0.76	-0.63	-0.21	5.17	3.54
偏度 Skewness	0.56	0.24	0.27	2.21	1.81
最小值 Min/(mg/kg)	216070	21470	96.1	8.27	108
最大值 Max/(mg/kg)	283390	35880	142.6	118.17	180
观测数 N(个)	121	121	121	121	121
置信度 CD (95.0%)	2.23	0.56	1.66	3.83	2.32

2.2 土壤养分的空间变异特征

不同采样点的土壤速效养分含量的差异是客观存在的,为了能够把所测得的试验结果应用于生产实践,使其成为指导农民生产的有利工具,把其养分的空间差异体现在空间分布图上,使农民对现有土地的养分状况一目了然,是本研究根本出发点。根据表1、表2的肥力指标,借助GIS的空间分析技术,应用ARCVIEW3.2软件的空间分析模块对离散的采样点的养分含量进行IDW插值分析可获取土壤碱解氮(mg/kg)、速效磷P(mg/kg)、速效钾K(mg/kg)、有机质OM(g/kg)、含水量(g/kg)的空间分布图,由于篇幅所限,本文只列出相关的几个空间分布图(如图3、4)。由图可见,七号农田的土壤养分分布状况与三号农田有明显的差异性,七号农田的土壤中的磷,含水量的空间分布图呈现出明显的片状结构,有机质呈现带状分布,而三号农田土壤中的速效磷呈现出明显的带状分布,而有机质和含水量则呈现出块状分布。黄绍文,金继运等人研究县级粮田土壤养分空间变异时也表明OM的空间变异基本趋于以小块状为主^[11]。这主要是受现行的分散经营方式

的影响,由于在现有的农业生产中,农户对肥料的作用认识不一致,而且各农户的经济条件也不尽相同,致使投入到农田中的肥料用量比不一样,而且磷在土壤中的移动性又小,这样会出现多施化肥的农户所耕种的农田磷肥累积量相对多一些,少施化肥的农户农田中磷肥的积累量相对少一些的现象。七号农田与三号农田的含水量分布不同主要与它们各自的地势有关,七号农田的地势较三号农田的平坦,这使其含水量分布相对均匀,另外也与人们的耕作方式,田间管理模式分不开。

这些养分空间分布图可作为指导施肥的基础图,利用这些空间分布图可引导农户有针对性的对作物进行按需施肥。如果按平均施肥很容易使养分含量高的地方出现肥料投入过量的现象,造成浪费的同时污染了环境,而养分含量低的地方又可能会出现肥料投入量不足的现象,不能满足作物生长的需要。具体应用可根据土壤中速效N、P、K肥力的空间差异,调整具体的肥料用量比,实现有针对性施肥,这样可以克服长期以来在区域或田间的尺度上把耕地看作是具有作物均匀生长物质载体进行田间管理的传统方式,改变农化

物质在田块内实行平均使用的错误作法,提高经济效益和社会效益。

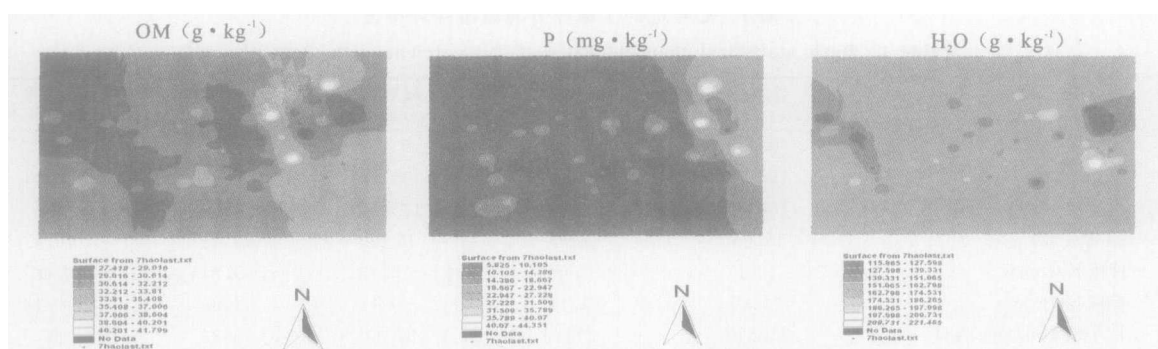


图3 七号地的土壤养分空间分布状态图

Fig. 3 Spatial variability map of soil nutrients in the seventh land

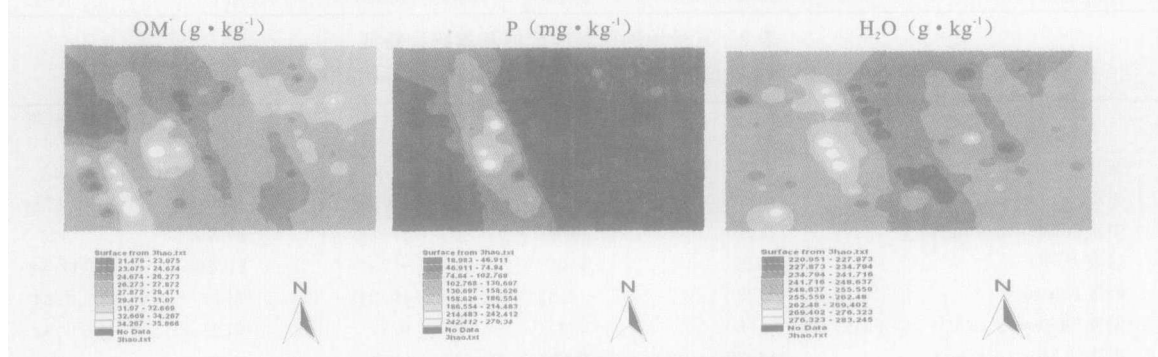


图4 三号地的土壤养分空间分布状态图

Fig. 4 Spatial variability map of soil nutrients in the third land

3 结论

榆树的七号和三号农田的土壤有机质的变幅为 21~47 g/kg, 碱解氮的变幅为 96.1~186.82 mg/kg, 速效磷的变幅为 5.82~118.17mg/kg, 速效钾的变幅为 80~180.0 mg/kg, 土壤的养分状况基本上属于良好状态, 各级领导在指导农户科学生产的同时, 应重点注重培肥土壤, 充分发挥榆树土壤资源的更大潜力。

榆树七号和三号农田的土壤养分空间分布表明, 土壤中不同地块的土壤养分的空间变异情况存在较大的差异, 其中速效P的变异系数最大, 空间分布不均, 出现的局部土块偏高或偏低的状态。而土壤中的K测试的变异较小, 相对分布较均匀一些。速效养分在土壤中的移动性直接影响其在土壤中的空间分布。

建立了榆树部分土壤养分含量的空间电子图, 为以后榆树土壤的空间查询, 动态数据库的建立, 指导农业生产提供了可靠的基础资料。

参考文献:

- [1] 王政权. 地统计学及在生态学中的应用[M]. 北京: 科学出版社, 1999.

- [2] 赵军, 张久明, 孟凯, 等. 地统计学及GIS在黑土区域土壤养分空间异质性分析中的应用[J]. 水土保持通报, 2004, 24(6): 53~57.
- [3] 白由路, 金继运, 杨俐苹, 等. 基于GIS的土壤养分分区管理模型的研究[J]. 中国农业科学, 2001, 34(1): 46~50.
- [4] 张兴义, 隋跃宇, 于莉, 等. 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, 18(4): 85~88.
- [5] Cezary K, Sing B R. Fractionation and mobility of copper, lead, and zinc in soil profiles in the vicinity of a copper smelter[J]. J. Environ. Qual., 2001, 30: 85~492.
- [6] Iyengar S S, Martens D C, Miller W P. Distribution and Plant Availability of Soil Zinc Fractions[J]. Soil Sci. Soc. Am. J., 1981, 45: 735~739.
- [7] 白由路, 金继运, 杨俐苹, 等. 农田土壤养分变异与施肥推荐[J]. 植物营养与肥料学报, 2001, 7(2): 129~133.
- [8] 杨玉玲, 盛建东, 田长彦, 等. 盐化灌淤土壤速效氮、磷、钾空间变异性与棉花生长关系初步研究[J]. 中国农业科学, 2003, 36(5): 542~547.
- [9] 高霞, 胡春胜, 毛仁钊. 喷灌条件下土壤NO₃-N含量的空间变异性研究[J]. 土壤学报, 2004, 41(6): 991~995.
- [10] 黄绍文, 金继运, 杨俐苹, 等. 县级区域粮田土壤养分空间变异与分区管理技术研究[J]. 土壤学报, 2003, 40(1): 79~88.
- [11] 郭旭东, 傅伯杰, 马克明, 等. 基于GIS和地统计学的土壤养分空间变异特征研究[J]. 应用生态学报, 2000, 11(4): 557~563.