

基于 GIS 和地统计学的植烟土壤养分空间分析

高博超¹, 娄翼来², 金广远¹, 关连珠¹, 颜 丽¹

1 沈阳农业大学土地与环境学院, 沈阳东陵路 120 号 110161;

2 中国科学院沈阳应用生态研究所, 沈阳 110016

摘要:为推进植烟土壤的精细管理与合理施肥,以辽宁昌图烟区为例,采用 GIS 和地统计学相结合的方法,对其植烟土壤养分的空间变异及分布特征进行了分析。研究表明,土壤有机质、碱解氮、速效磷和速效钾含量的空间变异函数均为球状模型。其中,土壤碱解氮具有强烈的空间相关性,说明其受母质、地形、土壤类型等结构因素影响较大;土壤有机质、速效磷和速效钾具有中等的空间相关性,说明其受结构因素和施肥、管理水平等随机因素共同影响。Kriging 插值图较为直观地描述了昌图烟区植烟土壤养分的空间分布规律。

关键词:空间分析;GIS;地统计学;植烟土壤;土壤养分;Kriging

中图分类号:S572.01 文献标识码:A 文章编号:1004-5708(2009)01-0035-04

Spatial analysis of tobacco soil nutrients based on GIS and geostatistics

GAO Bo-chao¹, LOU Yi-lai², JIN Guang-yuan¹, GUAN Lian-zhu¹, YAN Li¹

1 Land and Environment College, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China;

2 Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016, China

Abstract: In order to promote accurate management and proper fertilization of tobacco soil, spatial analysis on tobacco soil nutrients was conducted by GIS and geostatistics in the tobacco region of Changtu, Liaoning province. Results showed that, the semivariograms for soil organic matter, available nitrogen, phosphorus and potassium contents were all well fitted by spherical model. Soil available nitrogen had strong spatial correlation, indicating it was primarily controlled by structural factors like parent material, relief and soil type, while soil organic matter, available phosphorus, and potassium had moderate spatial correlation, suggesting they were co-affected by structural factors and random factors such as fertilization and field managements. The spatial distribution of tobacco soil nutrients in the tobacco region of Changtu was intuitively characterized by Kriging interpolation.

Key words: spatial analysis; GIS; geostatistics; tobacco soil; soil nutrient; Kriging

农田土壤养分的空间变异是普遍存在且比较复杂的。充分了解土壤养分的空间分布特征对于农田养分管理与施肥决策具有重要意义^[1]。地统计学已经被证明是分析土壤特性空间分布特征及其变异规律的最为有效的方法之一^[2]。随着地理信息系统的广泛应用,

利用地统计学,并结合 GIS 技术来研究土壤性质空间变异已成为目前相关领域的研究热点之一^[3-6]。

我国的烟草栽培面积居世界第一,且烟叶生产具有区域内相对集中和统一管理的特点。因此,专门开展区域植烟土壤养分空间变异及分布特征的研究,对进一步提高烟田管理水平进而改善烟叶产质将有着重要的指导意义。本文以辽宁昌图烟区为例,分析了当地植烟土壤养分的空间分布特征,揭示其变异规律,为昌图烟区植烟土壤的精细管理提供科学依据。

作者简介:高博超,男,硕士研究生,主要从事土壤肥力方面的研究。

Tel: 024-81049545, E-mail: gaobochao2006@163.com

颜丽(通讯作者),女,教授。E-mail: yanli1958@163.com

收稿日期:2008-04-17

1 材料与方法

1.1 研究区域概况

昌图县地处辽宁省铁岭市(43°18'N, 123°51'E), 属中温带亚湿润季风大陆性气候, 年降雨量 654.6 mm, 平均气温 6.7 °C。全县 2007 年烟草栽培面积 1133 余 hm², 总产量 280 万 kg, 主栽品种 911-21。主要植烟土壤类型为棕壤, 部分为草甸土。

1.2 样品采集与分析

依据沈阳农业大学土地与环境学院土壤肥力研究室最新绘制的昌图县基本烟田分布图, 遵循均匀分布的原则, 在图上选取 122 个点, 并获得各点的经纬度。2007 年 10 月, 在研究区域通过 GPS 定位, 实地采集了这些点的土壤耕层样品, 风干处理后分别测定土壤的有机质、碱解氮、速效磷和速效钾含量(均采用常规化

学分析方法)。

1.3 研究方法

样点数据的经典统计分析使用 SPSS 11.5 软件; 地统计分析、半方差函数的拟合及克里格插值使用 GS+ 软件; GIS 平台为 ArcGIS 软件。

本研究采用点克里格法, 又叫一般克里格法进行土壤养分数据的插值。采用域法识别特异值, 即样本平均值加减 3 倍标准差, 在此区间以外的数据均定为特异值, 然后分别用正常最大值和最小值代替特异值。

2 结果与讨论

2.1 土壤养分的统计特征值

对辽宁昌图烟区植烟土壤 122 个样本的有机质、碱解氮、速效磷和速效钾含量的观测数据进行了一般描述性统计, 结果见表 1。

表 1 土壤养分的统计特征值

	平均值	最小值	最大值	中值	标准差	变异系数/%
有机质/%	0.96	0.36	1.83	0.95	0.28	29.17
碱解氮/(mg·kg ⁻¹)	72.62	23.40	117.00	72.05	20.41	28.11
速效磷/(mg·kg ⁻¹)	23.94	2.50	78.20	22.80	12.79	53.43
速效钾/(mg·kg ⁻¹)	107.59	31.80	292.60	104.15	42.62	39.61

可以看出, 辽宁昌图烟区植烟土壤的有机质含量在 0.36% ~ 1.83% 之间, 平均为 0.96%; 有效氮、磷、钾的平均含量分别为 72.62、23.94、107.59 mg·kg⁻¹, 变化幅度分别为 23.40 ~ 117.00、2.50 ~ 78.20、31.80 ~ 292.60 mg·kg⁻¹。按照反映离散程度的变异系数 CV 的大小, 一般可粗略地将样品测定结果变异程度分为 3 级; CV < 10% 为弱变异性, 10% ≤ CV ≤ 30% 为中等变异性, CV > 30% 为强变异性^[7]。按照这一标准, 辽宁昌图烟区植烟土壤的有机质和碱解氮含量为中等变异, 速效磷和速效钾含量为强变异。其中尤以速效磷的变异程度最大。

2.2 土壤养分的空间变异特征

经检验本研究的各项变量均服从正态分布, 故直接进行变异函数模型的拟合, 得到如图 1 所示的半方差图。表 2 是根据变异函数理论模型得出的相应参数。

一般认为, 块金值(C_0)代表随机变异的量, 而基台值($C_0 + C$)代表变量空间变异的结构性方差, 块金

系数($C_0/(C_0 + C)$)则是块金值与基台值的比值。按照区域化变量空间相关程度的分级标准^[8], 块金系数 < 25% 说明变量具有强烈的空间相关性; 在 25% ~ 75% 之间说明变量具有中等空间自相关; > 75% 时变量的空间自相关性微弱, 变异主要由随机变异组成, 不适合采用空间插值的方法进行空间预测。

由表 2 可知, 昌图烟区植烟土壤的碱解氮含量的块金系数 < 25%, 说明其具有强烈的空间相关性, 其变异受母质、地形、土壤类型等结构因素影响较大。而有机质、速效磷和速效钾含量的块金系数均在 25% ~ 75% 之间, 说明它们具有中等的空间相关性, 其变异受结构因素和施肥、管理水平等随机因素共同影响。

土壤养分含量变程的变化范围从土壤有机质的 30300 m 到土壤速效钾的 211000 m, 变化范围较大。土壤速效钾的变程最大, 说明其空间自相关距离较大; 速效磷、碱解氮次之, 分别为 152400 m、113700 m; 有机质的变程最小, 说明其空间自相关距离较小。

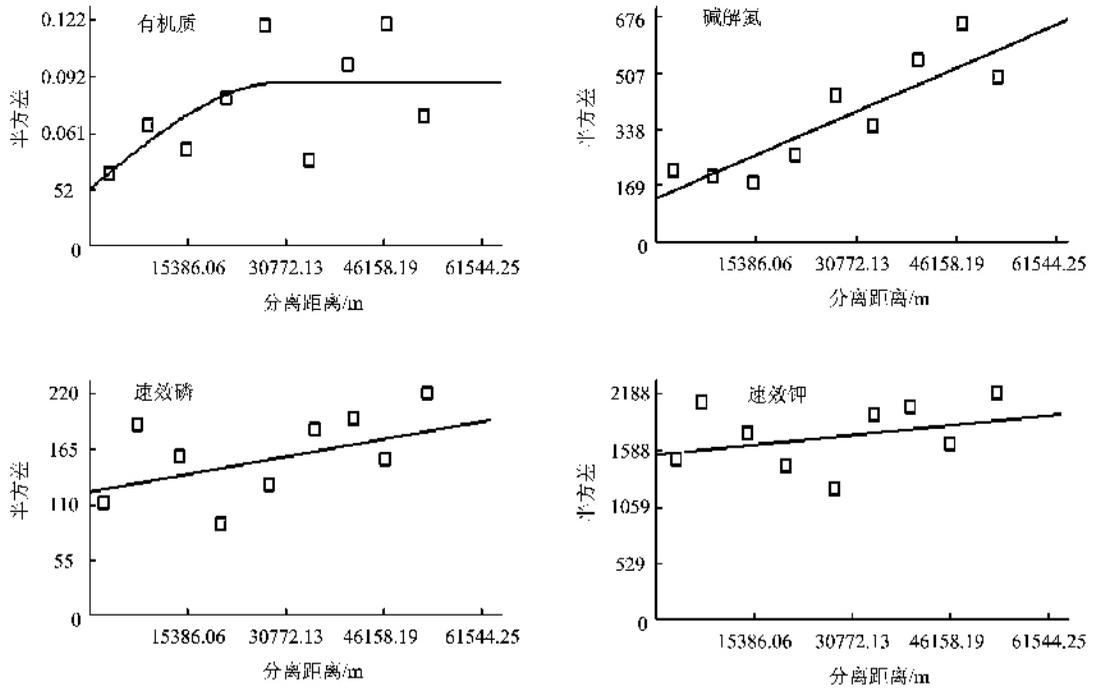


图 1 土壤养分含量的半方差图

表 2 土壤养分半方差函数的拟合模型及参数

	模型	C_0	$C_0 + C$	Range/m	$C_0 / (C_0 + C)$	r^2	RSS
有机质	球形	0.0311	0.0902	30300	0.3448	0.367	4.760
碱解氮	球形	120.00	850.90	113700	0.1410	0.776	54495
速效磷	球形	122.50	247.50	152400	0.4949	0.245	10501
速效钾	球形	1531.0	3063.0	211000	0.4998	0.114	668037

2.3 土壤养分的空间分布格局

图 2 是昌图烟区植烟土壤养分含量的空间布局插值图,显示了不同级别养分含量的分布状况。从中可以直观地看出,土壤有机质和碱解氮含量的空间分布规律相似,都以中部以及中东部含量较高,只是碱解氮在东南部也有较高含量的分布,又都以西北部含量较低;土壤速效磷含量总体呈南高北低中部居中的分布趋势,尤其在西南局部地区出现峰面;土壤速效钾在南部大多数地区都出现较高含量的分布,多在 $123 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 以上,北部含量相对较低,但大都保持在 $84 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 以上,只是西北局部和其他极少部分地区的含量在 $84 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 以下。总的来看,土壤有机质、碱解氮、速效磷和速效钾含量都呈现出一定的规律性分布。可见,在昌图烟区应当因地制宜地进行烟田养分管理与施肥。

3 结论

通过对辽宁昌图烟区植烟土壤养分空间变异及分布特征的研究,得出主要结论如下:

(1) 从经典统计学分析结果来看,昌图烟区植烟土壤的速效磷和速效钾含量为强度变异,有机质和碱解氮含量为中等变异。

(2) 地统计学分析结果表明,昌图烟区植烟土壤养分空间变异函数均可以用球状模型较好的拟合。其中,土壤碱解氮具有强烈的空间相关性;土壤有机质、速效磷和速效钾的空间相关性为中等。

(3) Kriging 插值图直观地描述了昌图烟区植烟土壤养分的分布格局。总的来看,土壤有机质、碱解氮、速效磷和速效钾含量都呈现出一定的规律性分布,可以实行烟田的分区管理与因地施肥。

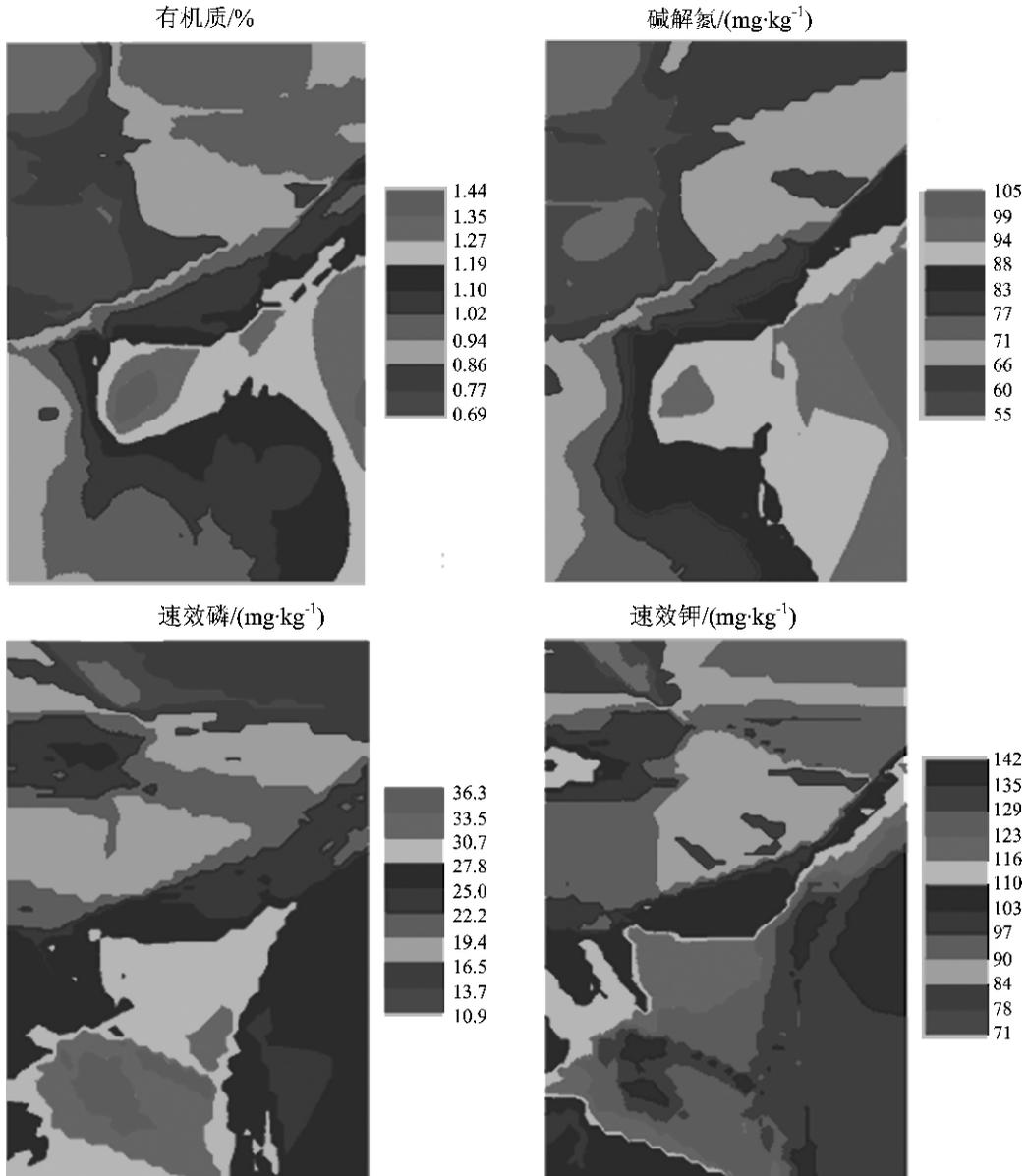


图2 土壤养分的 Kriging 插值图

参考文献

- [1] Franzen D W, Hofman V L, Halvorson A D, et al. Sampling for site-specific farming: Topography and nutrient considerations [J]. Better Crop, 1996, 80(3): 14-18.
- [2] Webster R. Quantitative spatial analysis of soil in the field [J]. Adv Soil Sci, 1985, 3: 1-70.
- [3] 周惠珍, 龚子同. 土壤空间变异性研究 [J]. 土壤学报, 1996, 33(3): 232-241.
- [4] 陈彦, 吕新. 基于 GIS 和地统计学的土壤养分空间变异特征研究—以新疆农七师 125 团为例 [J]. 中国农学通报, 2005, 21(7): 389-405.
- [5] 曾伟, 陈雪萍, 王珂. 基于地统计学和 GIS 的低丘红壤养分空间变异及其分布研究—以龙游县低丘红壤为例 [J]. 浙江林业科技, 2006, 26(3): 1-6.
- [6] 郭旭东, 傅博杰, 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.
- [7] 薛正平, 杨星卫, 段项锁, 等. 土壤养分空间变异及合理取样数研究 [J]. 农业工程学报, 2002, 7(4): 6-9.
- [8] Combardella C A, Moorman T B, Novak J M et al. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils [J]. Soil Sci Am J, 1994, 58: 1501-1511.