

# 基于GIS与空间数据库技术的土壤肥力评价研究

宋峰,陈桂芬\*,王国伟

(吉林农业大学信息技术学院,长春 130118)

**摘要:**土壤肥力因素的时空变异规律是评价土壤肥力高低的重要指标,也是指导配方施肥的重要依据。在土壤肥力空间数据库的支持下,利用地理信息系统技术的自然邻域插值算法,对农安县开安镇2008~2010年连续3年里的精准施肥后土壤养分的空间变异情况进行研究。结果表明,精准施肥后该镇土壤碱解氮的空间变异图发生了明显变化。2008~2010年,土壤碱解氮的差值分别降为108 mg/kg、87 mg/kg和75 mg/kg,而土壤碱解氮含量在110~140 mg/kg区间的面积比重则逐年增大,表明土壤肥力差异性逐渐变小。为提高土壤肥力评价的科学性和客观性探明了一条有效途径。

**关键词:**地理信息系统;自然邻域插值算法;空间数据库;土壤肥力评价

中图分类号:S158

文献标识码:A

## Research on Evaluation of Soil Fertility Based on GIS and Spatial Database Technology

SONG Feng, CHEN Gui-fen\*, WANG Guo-wei

(College of Information Technology, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China)

**Abstract:** The rules of soil spatial variability in aspect of soil fertility are important indicators to value the soil fertility and they are also important basis to guide precision fertilization. Using Natural Neighbor Algorithm based on the soil fertility space database, the changing of soil nutrients spatial variability in Kaian Town of Nongan County was studied after three consecutive years of precision fertilization in 2008, 2009 and 2010. The results showed that the pictures of soil alkali Nitrogen spatial variability have obviously changed after precision fertilization. From 2008 to 2010, soil Nitrogen's deviation declined to 108 mg/kg in 2008, 87 mg/kg in 2009, 75 mg/kg in 2010, and the soil Nitrogen content's area proportion between 110mg/kg to 140mg/kg has increased year by year, which indicated that soil fertility's diversity has become smaller. This has discovered a method to improve the science and objectivity in valuing soil fertility.

**Key words:** GIS; Natural neighbor algorithm; Space database; Soil fertility valuing

随着精准农业等现代农业技术的普及,精准施肥替代了传统的施肥方式。精准施肥就是依据农作物生长田间每一块操作单元上的土壤养分时空变异规律,按照作物养分平衡规律,相应调整化肥的施入量,达到减少投入、增加收入、保护农业生态环境的目的<sup>[1]</sup>。

探明土壤养分时空变异规律需要地理信息系

统技术(Geography Information System, GIS)和空间数据库技术的支撑<sup>[2-5]</sup>。本文用GIS和数据库技术,通过ArcGIS的自然邻域插值算法处理和分析了连续精准施肥后土壤肥力的变异规律,为农民科学地合理施肥提供理论指导。

## 1 技术与方法

本文选择农安县开安镇为示范基地。采集、测定了2008~2010年土壤碱解氮、速效磷、速效钾的养分含量;利用数据库技术,建立了土壤养分空间数据库;采用GIS技术,以碱解氮为例进行了插值分析。

### 1.1 数据采样点分布与空间数据库的建立

收稿日期:2014-05-28

基金项目:国家963项目(2003AA10A309);国家星火计划(2008GA661003);吉林省世行项目(2011-Z20)

作者简介:宋峰(1988-),男,在读硕士,研究方向:人工智能与计算机农业应用。

通讯作者:陈桂芬,女,教授,E-mail: guifenchen@163.com

GIS的数据库作用是管理空间数据,也可以称为空间数据库。空间数据库是按照一定数据模型和规则建立起的某地理研究区域内具有一定空间特征的地理要素数据集合。空间数据库在具有一般数据库的主要特征外还具有可以管理和组织空间数据,

存储数据量大和数据应用范围广的特点<sup>[6-7]</sup>。

本文以农安县开安镇2008~2010年的土壤碱解氮数据800条,按GIS技术要求进行标准化处理,测定了土壤养分值和采样地点的经纬度等信息,建立了土壤肥力空间数据库。部分数据如表1所示。

表1 农安县开安镇2008~2010年部分土壤肥力数据

年份	碱解氮(mg/kg)	有效磷(mg/kg)	速效钾(mg/kg)	北纬	东经
2008	123	12.7	69	44.1288	125.1410
	148	21.3	69	44.1226	125.1317
	181	47.0	69	44.1230	125.1315
	199	45.8	145	44.1240	125.1307
	152	14.5	96	44.1385	125.1185
	166	32.4	102	44.1166	125.1385
	166	45.4	69	44.1236	125.1325
	188	11.7	85	44.1153	125.1403
	159	20.5	69	44.1330	125.1237
	2009	125	29.0	175	44.2545
96		25.0	166	44.2546	125.2005
115		19.8	185	44.2549	125.2003
156		3.9	176	44.2542	125.2008
148		18.6	176	44.2539	125.2005
156		23.9	243	44.2489	125.2100
108		14.2	252	44.2487	125.2099
99		35.3	257	44.2486	125.2096
96		30.5	185	44.2485	125.2094
2010		143	19.5	188	44.2146
	125	26.7	188	44.2148	125.0765
	143	18.7	179	44.2138	125.0758
	136	20.2	179	44.2148	125.0758
	151	19.2	179	44.2115	125.0765
	147	20.0	208	44.2116	125.0764
	147	15.2	198	44.2118	125.0761
	147	20.6	188	44.2123	125.0768
	147	24.0	198	44.2113	125.0777

## 1.2 自然邻域插值算法

ArcGIS的空间数据内插可以描述为:以离散点的形式的一组已知空间数据,或者是多边形分区数据的形式,现从这些数据中找的一个函数关系式,使之最好地逼近这些已知的空间数据,并能从该函数关系式推求出区域范围内其他任意点或任意多边形分区范围的值。

自然邻域插值算法,是GIS数据处理常用方法之一,在建立数字高程模型中十分常用。点的内插是用来建立具有连续变化特征现象的数值方法。建立数字高程模型的步骤包括数据取样,数据内插和数据精度分析等<sup>[8-10]</sup>。

自然邻域插值算法是对泰森多边形插值法的改进。它对研究区域各点都赋予一个权重系数,

插值时使用邻点的权重平均值决定待估点的权重。每完成一次估值就将新值纳入原样点数据集重新计算泰森多边形并重新赋权重;再对下一待估点进行估值运算。

$$\lambda m(n) = Km(n) / K(n) \quad (1)$$

对于由样本点数据展开生成栅格数据而言,通过设置栅格大小(*cell size*)来决定自然邻近插值中泰森多边形的运行次数 *n*,即:设整个研究区域的面积 *area*,则有:

$$n = area / cell \ size \quad (2)$$

$\lambda m(n)$ 为局部坐标,  $Km(n)$ 为区别泰森多边形区域的一个邻域分散点,  $K(n)$ 为泰森多边形 *PN*的面积。

## 2 土壤碱解氮变异图结果及分析

### 2.1 土壤碱解氮变异图绘制

根据 ArcGIS 的自然邻域插值算法和公式,进行农安县开安镇的土壤碱解氮数据内插,分别绘制出 2008 年、2009 年和 2010 年的土壤碱解氮空间变异图,如图 1、图 2、图 3 所示。

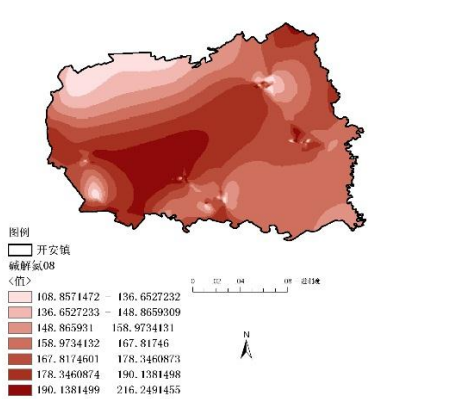


图 1 2008 年开安镇碱解氮的空间分布图

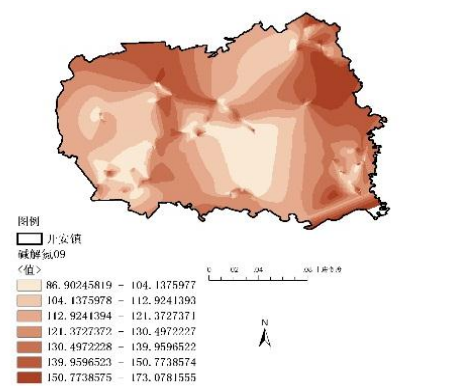


图 2 2009 年开安镇碱解氮的空间分布图

农安县开安镇的土壤碱解氮的三年连续变幅为:2008 年变幅 108 ~ 216 mg/kg,如图 1 所示;2009 年变幅 86 ~ 173 mg/kg,如图 2 所示;2010 年变幅

88 ~ 103 mg/kg,如图 3 所示。由此可得 2008 年差值为 108 mg/kg,2009 年差值为 87 mg/kg,2010 年差值为 75 mg/kg。由此可看出三年连续差值逐渐缩小。

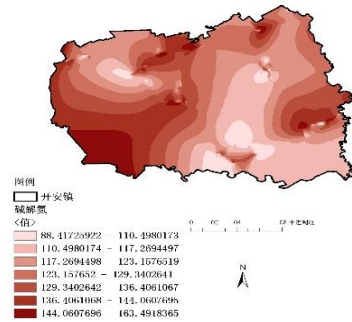


图 3 2010 年开安镇碱解氮的空间分布图

### 2.2 由土壤碱解氮空间变异图得出的开安镇土壤肥力评价

通过 GIS 的空间分布功能可绘制出 2008 ~ 2010 年土壤碱解氮含量在 110 ~ 140 mg/kg 区间的面积比重,如图 4、图 5、图 6 所示。



图 4 2008 年土壤碱解氮含量在 110~140 mg/kg 区间的面积比重图



图 5 2009 年土壤碱解氮含量在 110~140 mg/kg 区间的面积比重图

开安镇总面积为 311 km<sup>2</sup>,经过 GIS 自带的空间分析功能可得出:2008 土壤碱解氮含量在 110~140 mg/kg 区间的面积 18 km<sup>2</sup>,占总面积为 5.80%,如图 4 所示;2009 土壤碱解氮含量在 110~140 mg/kg

区间的面积 193 km<sup>2</sup>, 占总面积为 62.25%, 如图 5 所示; 2010 土壤碱解氮含量在 110~140 mg/kg 区间的面积 258 km<sup>2</sup>, 占总面积为 83.22%, 如图 6 所示。由此可见, 经过精准施肥后开安镇土壤碱解氮含量在 110~140 mg/kg 区间的面积比重逐年增大。可得出土壤碱解氮变异性越来越小。

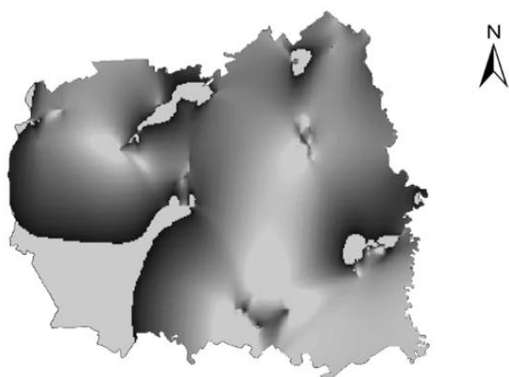


图6 2010年土壤碱解氮含量在110~140 mg/kg 区间的面积比重图

### 3 结 论

通过对农安县开安镇 2008~2010 年连续 3 年精准施肥后土壤养分的空间变异规律研究可看出, 精准施肥后该镇土壤碱解氮的空间变异图发生了明显变化。

(1) 经过精准施肥后农安县开安镇的土壤碱解氮的 3 年连续变幅可得 2008 年差值为 108 mg/kg, 2009 年差值为 87 mg/kg, 2010 年差值为 75 mg/kg。由此可看出 3 年连续差值逐渐缩小。

(2) 经过精准施肥后开安镇土壤碱解氮含量在 110~140 mg/kg 区间的面积比重逐年增大。可得出土壤碱解氮变异性越来越小。

(3) 研究结果表明: 基于 GIS 和土壤空间数据库技术可以对土壤肥力进行有效评价, 提高了土壤肥力评价结果的科学性和客观性。

### 4 展 望

通过建立农安县开安镇在 2008~2010 年连续 3 年的土壤碱解氮空间变异图, 可以宏观清楚地看出精准施肥后的土壤肥力差异性逐渐变小, 但其土壤肥力变异的内在机理不但与土壤养分含量相关, 还与土壤物理性状及环境因素密切相关<sup>[9-10]</sup>, 我们将在此研究的基础上充分考虑后两种属性, 结合时空 GIS 技术, 做进一步的统计与模拟分析, 达到提高土壤肥力等级评定的准确性和客观性之目的。

参考文献:

- [ 1 ] Chen G F, Zhao Y L, Wang S S, et al. Helong-Yu. The Study of Digital Dynamic Information Management System for Maize-Based on GPS GIS[C]. IEEE COMPUTER SOCIETY, 2006(EL, ISBN-10:0769528511).
- [ 2 ] 自由路, 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, 2002, 34(1): 46-50.
- [ 3 ] 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.
- [ 4 ] 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.
- [ 5 ] Iyengar S S, Martens D C, Miller M P. Distribution and plant Availability of Soil Zinc Fractions[J]. 1981(45): 735-739.
- [ 6 ] Koperski K, Han J. Discovery of spatial Association Rules in Geographic Information Database[C]. In: Proc 4<sup>th</sup> Int I Symp on Large Spatial Databases(SSD '95), Portland, Maine, 1995: 47-66.
- [ 7 ] 邬伦, 刘瑜, 张晶, 等. 地理信息系统原理方法和应用[M]. 北京: 科学出版社, 2001.
- [ 8 ] 李新, 程国栋, 卢玲. 空间内插方法比较[J]. 地球科学进展, 2000, 15(3): 260-265.
- [ 9 ] 于婧, 周勇, 聂艳. 江汉平原耕地土壤氮素空间尺度套合与变异规律研究[J]. 中国农业科学, 2007, 40(6): 1297-1302.
- [ 10 ] 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.