

县域耕地土壤养分的时空变化及区域施肥研究^① ——以肥东县为例

李小刚¹, 马友华^{1*}, 王 强¹, 郭粹锦²

(1 安徽农业大学资源环境与信息技术研究所, 合肥 230036; 2 肥东县农业技术综合服务中心, 合肥 231600)

摘 要: 为提高粮食产量实现农业的可持续发展, 本研究主要利用 ArcGIS9.3 对肥东县的土壤养分和 pH 作空间变异分析。通过分析可知在研究区域内除 pH 呈弱变异性外, 其他养分都是中等变异, 全氮、有效磷和速效钾为弱相关性, 其他为中等相关性, 并对数据进行插值分析绘制养分分布图; 将 2012 年土壤养分数据与 1982 年第二次土壤调查数据相比较, 从时间上分析其变异性, 在时间对比分析可知土壤中主要养分速效钾变化不大, 有效磷和有机质都明显增加。最后利用“3414”试验参数并结合当地耕作经验值, 算出施肥配方, 并绘制不同配方分区图。

关键词: 土壤养分; 空间变异; 时间变异; 地统计学; 区域施肥

中图分类号: S158

土壤是不均匀变化的连续体, 即使在土壤类型相同的区域内, 同一时刻土壤特性值在不同的空间位置上也具有明显差异, 这种属性称为土壤特性的空间变异性。其变异来源包括母质、地形、质地、人类活动等引起的系统变异和由取样、分析等误差引起的随机变异^[1]。揭示土壤养分空间变异性, 掌握土壤养分的空间分布, 对农田土壤养分的管理与合理施肥具有重要意义, 也是实现土壤可持续利用和区域可持续发展的前提。20 世纪 70 年代, 地统计方法被用于分析土壤化学性质的空间相关性, 随着地统计方法的发展, 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, 它能够揭示随机变量在空间上的分布特征, 解释自然和人为过程对变量空间变异的影响^[1]。本研究运用地统计学结合 GIS 技术分析肥东县的土壤空间变异状况, 具体利用 ArcGIS9.3 软件中的地统计分析模块来对数据进行分析。

肥东县位于巢湖流域, 是重要的农业大县, 耕地面积约占全县面积的 57%, 先后被列为全国商品粮生产基地县和全省粮食生产先进县。但几年来由于土地利用结构变化、人口增长和对耕地的不合理利用, 导致土壤板结, 养分不平衡, 耕地质量下降。另外肥东县属北亚热带季风性气候, 降水较多会带来较多养分

流失。因此研究肥东县的耕地土壤养分的空间变异, 对于土地的合理规划, 对于科学施肥提高肥料利用效率, 进而提高粮食产量实现农业的可持续发展具有科学的指导意义。

1 材料与方法

1.1 研究区域概况

肥东县位于安徽省中部, 省会合肥市东侧, 南临巢湖, 北接定远县, 东与全椒县、巢湖市接壤, 西与长丰县、合肥市相连, 地理位置优越, 史称“吴楚要冲、包公故里”。地势北高南底, 地理坐标介于 31°35′~32°16′N, 117°19′~117°52′E。县域总面积 221 250.31 hm², 人口 110.3 万, 辖 18 个乡镇、3 个开发园区、340 个行政村。

肥东境内丘陵较多, 东部为低山丘陵区, 属大别山东缘余脉, 占全县总面积的 15.8%; 北部丘陵岗地区, 占全县总面积的 46%; 中部波状平原区, 占全县总面积的 33%; 南部滨湖平原区, 占全县总面积 3.2%。区内下蜀系黄土广泛分布于北部丘陵岗地和中部波状平原, 土层深厚, 主要发育形成的水稻土, 也因地形与利用情况不同而有很大差别。

1.2 数据获取

本研究主要用到肥东县的 pH 和耕地养分数据,

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2012BAD15B03)资助。

* 通讯作者(yhma2020@qq.com)

作者简介: 李小刚(1989—), 男, 安徽无为, 硕士研究生, 主要研究方向为资源环境与信息技术。E-mail: 1021890801@qq.com

来源于肥东县农业技术综合服务中心 2012 年测土配方施肥土壤采样点化验数据及 GPS 定位数据。取样深度为 0~20 cm,一共有 2 000 多个点,主要养分包括全氮、速效钾、有效磷、有机质和有效硼,采样点位如图 1。

对采集的土样充分混匀后风干,用重铬酸钾油浴法测定有机质、半微量开氏法测定全氮、盐酸浸提-钼锑抗比色法测定有效磷、醋酸铵浸提-火焰光度法测定有效钾、沸水浸提-姜黄素比色法测定有效硼和水浸提-电位法测定 pH^[2-3]。

1.3 数据处理与研究方法

数据处理首先用 Excel 2003 异常值删除,异常值删除采用平均值加减 3 倍标准差法,删除异常值后采用点为 2 000 个左右。最后用 ArcGIS 9.3 地统计分析模块对处理好的数据进行正太分布检验和半方差分析,并采用 Kriging 插值绘制趋势图。

2 空间变异分析

2.1 土壤养分描述统计分析特征

表 1 为肥东县土壤养分采样点的描述统计分析,根据第二次土壤调查时的养分分级标准,可以看出全氮含量(0.66~1.70 g/kg)主要集中分布于中等水平;速效钾含量(39.39~206.30 mg/kg)跨度较大,各等级水平都有,由其平均值(106.30 mg/kg)可知其集中分布于中等水平;有效磷含量(2.68~40.40 mg/kg)跨度较大,各等级水平都有,由其平均值(13.86 mg/kg)可知其集中分布于中等水平;有机质含量(10.25~30.63 g/kg)

集中分布于中等和缺乏水平;有效硼含量(0.002~0.98 mg/kg)集中分布于缺乏水平;pH(5.00~6.88)呈弱酸性。

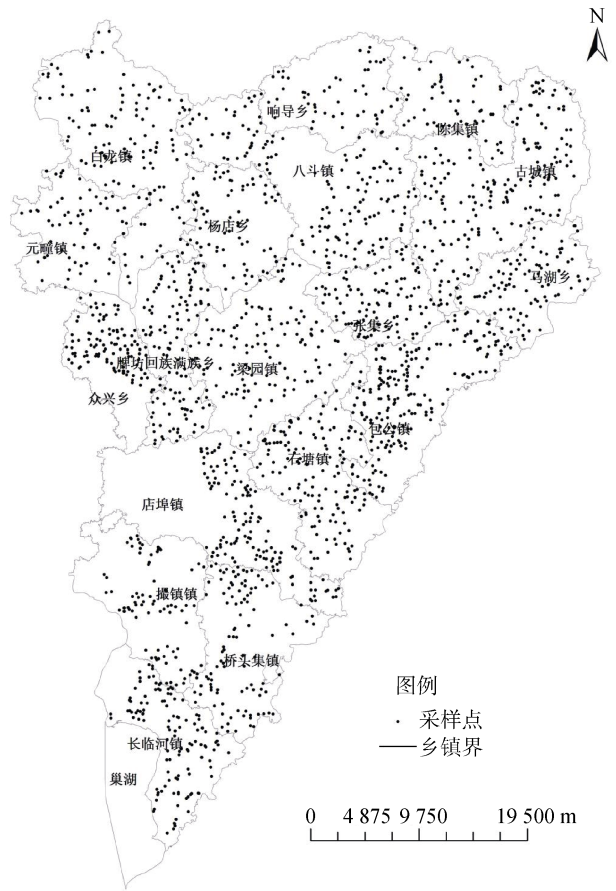


图 1 肥东县采样点位分布
Fig. 1 Location of soil sampling points in Feidong County

表 1 土壤养分描述性统计分析
Table 1 Descriptive statistics of soil nutrients

项目	样本数	最大值	最小值	平均值	标准差	中值	样本数据		对数转换		变异系数 CV(%)
							偏态	峰度	偏态	峰度	
全氮(g/kg)	2 016	1.70	0.66	1.16	0.21	1.15	0.14	2.64	—	—	18.10
速效钾(mg/kg)	1 986	206.30	39.39	106.30	33.80	103.4	0.48	2.80	-0.28	2.73	31.80
有效磷(mg/kg)	1 996	40.40	2.68	13.86	7.70	11.85	1.09	3.84	-0.12	2.60	55.52
有机质(g/kg)	2 024	30.63	10.25	20.02	4.12	19.88	0.099	2.60	—	—	20.56
有效硼(mg/kg)	2 003	0.98	0.002	0.45	0.18	0.45	0.052	2.94	—	—	40.00
pH	1 981	6.88	5.00	5.89	0.43	5.90	0.07	2.32	—	—	7.30

变异系数(CV)表示土壤特性空间变异性的 大小, CV<0.1 时为弱变异性, 0.1<CV<1 时为中等变异性, CV>1 时为强变异性^[4]。从表 1 可以看出 pH(7.30%) 为弱变异性, 其他养分(18.10%~55.52%)为中等变异性。变异系数大小依次为有效磷>有效硼>速效钾>有机质>全氮, 有效磷变异性最大, 这与当地农民施用磷肥量的差异、土壤中磷元素固定难移动性和成土母

质都有关。速效钾的标准差较大,说明其在研究区范围内含量差异很大。

在进行地统计学分析之前,必须对数据进行正态分布检验,因为用非正态分布的数据会使变异函数产生较大的波动,增大估计误差^[5]。如数据服从正态分布,则偏态值接近 0、峰度值接近 3、且中值接近平均值,因此从表中可以看出全氮、有机质、有效硼和

pH 近似服从正态分布,速效钾和有效磷进行对数转换后也近似服从正态分布。

2.2 土壤养分空间变异特征

用 ArcGIS 中的地统计分析模块,对数据进行半方差分析,拟合出最优的理论模型。模型选择的判断标准为:标准均方根预测误差越接近于 1,预测误差的均值越接近于 0,其他值越小时,其模型拟合状况越好^[6]。分别对所有数据进行圆形模型 (Circular)、高斯模型 (Gaussian)、指数模型 (Exponential) 等 6 种模型的拟合,比较预测误差的均值、预测误差的均方根、预测误差的平均标准误差和预测误差的标准均方

根,表 2 是全氮 6 种模型的拟合参数,通过对比可知圆形模型为全氮最优理论模型。同样的方法可以得到其他养分的最优理论模型,速效钾、有效磷、有机质和有效硼最优拟合模型为指数模型,pH 的最优拟合模型为圆形。图 2 为最优模型对应的半变异函数散点图,横坐标 h 表示分离距离,纵坐标 γ 表示半变异函数值。

C_0 表示块金方差是由实验误差和小于取样尺度上施肥、作物、管理水平等随机因素共同引起的变异,较大的块金方差表明较小尺度上的某种过程不容忽视; C 为结构方差,由土壤母质、地形、气候等非人

表 2 全氮不同模型预测误差参数
Table 2 Validation data of different models of available nitrogen

理论模型	均值	均方根	平均标准误差	平均标准差	标准均方根
圆形	0.000 03	0.198 7	0.198 7	0.000 191 7	1
球形	0.000 031 3	0.198 7	0.198 3	0.000 205 2	1.002
四球形	0.000 032 6	0.198 7	0.198 1	0.000 213 0	1.003
五球形	0.000 033 8	0.198 7	0.197 9	0.000 220 4	1.004
指数	0.000 051 7	0.198 5	0.195 8	0.000 323 6	1.014
高斯	0.000 007 3	0.199 0	0.201 9	0.000 066 4	0.985 5

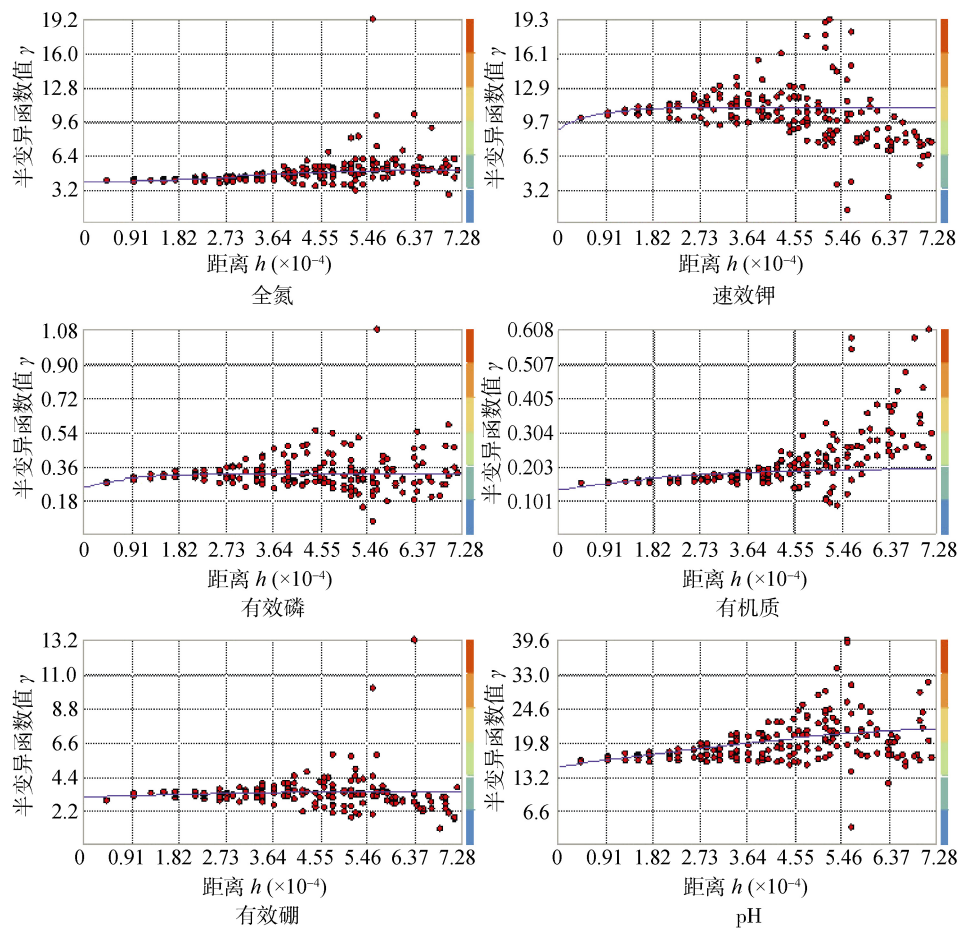


图 2 土壤数据半变异函数散点图
Fig. 2 Semi-varigram of soil nutrients

为的结构性因素引起的变异； C_0+C 为基台值，表示系统内的总变异结构；方差/基台值之比 $C_0/(C_0+C)$ 称为基底效应表示空间变异性程度，该比值高说明由结构性因素引起的空间变异性程度较大，相反则由随机部分引起的空间变异较大^[3]，其比值 $<25\%$ 时空间相关性强， $25\% \sim 75\%$ 之间时空间相关性中

等； $>75\%$ 时空间相关性弱^[7]。表 3 中数据基地效应介于 $45.13\% \sim 80.79\%$ ，其中全氮、有效磷和有效钾分别为 75.10% 、 76.20% 、 80.79% ，均具有弱的相关性，说明随机因素对其影响较大；其他养分呈中等的相关性，说明其受结构性因素和随机因素共同影响。

表 3 半方差分析结果
Table 3 Theoretical parameters and models of spatial variability

项目	模型	块金值 (C_0)	偏基台值 (C)	基台值 ($C+C_0$)	变程 (m)	基底效应 $C_0/(C_0+C)$ (%)
全氮	圆形	0.037 27	0.012 355	0.049 625	71 922	75.10
速效钾	指数	0.087 997	0.020 924	0.108 921	18 129	80.79
有效磷	指数	0.241 46	0.075 401	0.316 861	23 697	76.20
有机质	指数	12.772	6.948 4	19.720 4	71 922	64.77
有效硼	指数	0.019 369	0.013 551	0.042 92	11 053	45.13
pH	圆形	0.150 45	0.072 607	0.223 057	71 922	67.45

变程即最大相关距离，表示某土壤养分观测值之间的距离大于该值时它们之间是相互独立的，小于该值时它们之间存在一定的空间相关性^[3]。由表 3 可知各数据的变程为 $11\ 053 \sim 71\ 922\text{ m}$ ，变程均较大，主要是由于肥东位于巢湖流域，水土流失较为严重。

2.3 土壤养分空间分布

根据得到的最优理论模型，用 ArcGIS 对数据进行插值分析，生成栅格图，再将栅格数据的属性值赋给肥东县耕地单元，采用第二次土壤调查分级标准对养分值进行分级显示，表 4、表 5 为分级标准。从表 6 和图 3 可知肥东县大部分耕地全氮处于中等水平，占耕地总面的 48.79% ；丰富水平集中在以店埠镇为中心的南部滨湖平原，零星地分布在中部和北部，占耕地面积的 36.10% 。速效钾含量总体较低，缺乏和极缺水平占到耕地总面积的 62.31% ，只有北部丘陵岗地零星分布着较丰等级水平，所占比例较小。有效

磷含量分布较丰到中等水平，占总面积的 78.86% 。有机质无丰富水平分布，较丰富水平集中分布在以店埠镇为中心的南部滨湖平原，北部丘陵岗地大部分处于缺乏水平，较丰、中等和缺乏所占比例几乎相等。微量元素有效硼含量较为丰富，较丰水平缺失，丰富和中等水平分别占全县的 36.10% 和 23.99% 。由表 7 和图 3 中 pH 分布图可知全县土壤总体呈弱酸性，占总面积的 84.32% 。可以总结出研究区域大量元素氮磷钾和有机质分布差异各不相同，主要受人为耕作影响较多，土壤母质和土地利用现状的变化对其有一定影响。微量元素硼含量较为丰富，主要受土壤母质决定。酸碱性分布主要受土壤母质影响，另外工业发展产生的酸雨沉降对其也有一定的影响。

3 时间变异分析

空间变异分析能直观地展示土壤中各元素的分布与变化情况，时间变异分析则能揭示土壤中各元素

表 4 土壤养分分级标准
Table 4 Grading standards of soil nutrients

养分	丰富	较丰	中等	缺乏	极缺
有机质(g/kg)	≥ 40	30 ~ 40	20 ~ 30	10 ~ 20	<10
全氮(g/kg)	≥ 2	1.5 ~ 2	1 ~ 1.5	0.75 ~ 1	<0.75
有效磷(mg/kg)	≥ 40	20 ~ 40	10 ~ 20	5 ~ 10	<5
速效钾(mg/kg)	≥ 200	150 ~ 200	100 ~ 150	100 ~ 50	<50
有效硼(mg/kg)	≥ 2	1 ~ 2	0.5 ~ 1	0.25 ~ 0.5	<0.25

表 5 酸碱分级标准
Table 5 Grading standard of pH

中性	弱酸性	酸性	强酸	碱性	强碱
6.5 ~ 7.5	5.5 ~ 6.5	4.5 ~ 5.5	<4.5	7.5 ~ 8.5	>8.5

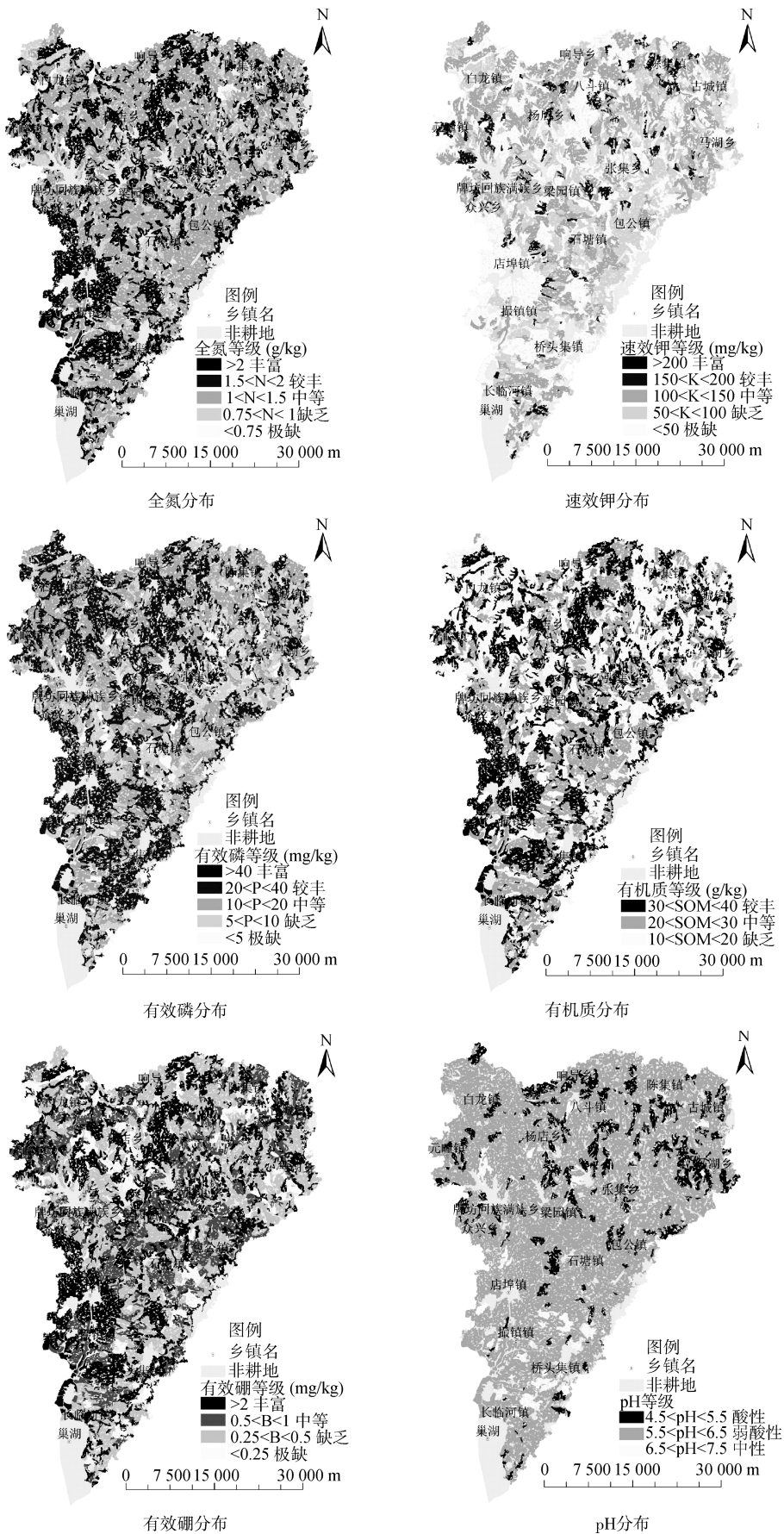


图 3 肥东县土壤养分分布图
Fig. 3 Filled contour maps of soil nutrients in Feidong County

表 6 不同等级养分占耕地总面积比值
Table 6 Nutrient level ratios of the total area of arable land

养分	丰富		较丰		中等		缺乏		极缺	
	面积(hm ²)	比例(%)	面积(hm ²)	比例(%)	面积(hm ²)	比例(%)	面积(hm ²)	比例(%)	面积(hm ²)	比例(%)
全氮	27 482.50	36.10	1 545.42	2.03	37 145.01	48.79	9 050.91	11.89	896.26	1.18
有效钾	210.88	0.28	4 809.03	6.32	237 111.15	31.14	18 962.13	24.91	28 439.98	37.40
有效磷	195.36	0.26	36 101.68	47.42	23 936.44	31.44	13 740.87	18.05	2 158.83	2.84
有机质	—	—	27 319.66	36.28	22 661.67	29.77	25 851.84	33.96	—	—
有效硼	27 482.50	36.10	—	—	18 266.78	23.99	24 023.97	31.56	6 359.94	8.53

注：“—”表示该等级无分布，下表同。

表 7 酸碱度占耕地总面积比值
Table 7 pH level ratio of the total area of arable land

中性		弱酸性		酸性或碱性		强酸或强碱	
面积(hm ²)	比例(%)	面积(hm ²)	比例(%)	面积(hm ²)	比例(%)	面积(hm ²)	比例(%)
9 163.37	12.04	6 419.29	84.32	2 776.95	3.65	—	—

在外部和自身影响下在这个时间段的变化过程,能更合理有效地指导耕地施肥,为耕地的可持续利用提供理论依据。此次研究对比分析了 1982—2012 年 30 年间速效钾、有效磷和有机质等级分布所占耕地总面积的变化情况。

3.1 速效钾变化

由图 4a 可知,与 1982 年相比,土壤速效钾在 30 年后变化不大,丰富水平和较丰水平含量有所下降,丰富水平下降约 3 个百分点,较丰水平下降约 6 个百分点;中等水平与之前相当;缺乏水平下降较多,

约 16 个百分点;极缺水平增加约 28 个百分点。这主要与农民的施肥习惯有关,使土壤速效钾含量保持较稳定水平。

3.2 有效磷变化

由图 4b 可知,有效磷含量 2012 年与 1982 年相比总体水平增加较多,特别是较丰和中等水平与之前相比约增加 45 个百分点和 20 个百分点;而极缺水平比例急剧减小,约减少 65 个百分点。这主要是与这几年的测土配方施肥项目的兴起、施肥结构的调整、有机肥用量的增加有关。

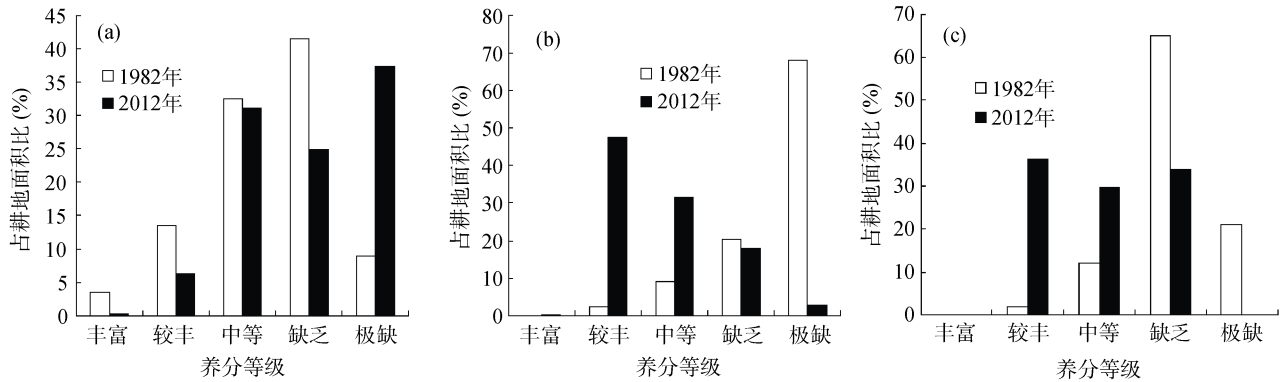


图 4 1982—2012 年各养分等级分布变化(a. 速效钾, b. 有效磷, c. 有机质)

Fig. 4 Changes of nutrient from 1982 to 2012

3.3 有机质变化

由图 4c 可知,有效磷含量 2012 年与 1982 年相比也有明显增加,特别是较丰和中等水平增加约 34 个百分点和 17 个百分点;缺和极缺水平下降较多约为 13 个百分点和 20 个百分点。这主要和测土配方施肥、秸秆还田和有机肥用量的增加等工作密切相关^[8]。

4 区域施肥

区域施肥是精准农业技术中的核心内容。区域施

肥技术是依据土壤养分状况、作物需肥规律和目标产量,调节施肥量、氮磷钾比例和施肥时期,达到提高化肥利用率、最大限度地利用土地资源、合理的肥料投入量获取最高产量和最大经济效益、保护农业生态环境和均衡土壤养分的目的^[9]。表 8 为第二次土壤普查氮磷钾养分分级标准,将丰富与较丰和缺乏与极缺合并,分为高中低 3 级标准。将氮磷钾 3 种养分按高中低 3 级标准分类,利用“3414”试验的施肥参数,算出不同养分等级对应的区域施肥配方^[10-12]。表 9

表 8 肥东县土壤养分等级划分
Table 8 Classification of soil nutrients in Feidong County

养分	高		中	低	
	丰富	较丰	中等	缺乏	极缺
全氮(g/kg)	≥ 2	1.5 ~ 2	1 ~ 1.5	0.75 ~ 1	<0.75
有效磷(mg/kg)	≥ 40	20 ~ 40	10 ~ 20	5 ~ 10	<5
速效钾(mg/kg)	≥ 200	150 ~ 200	100 ~ 150	100 ~ 50	<50

表 9 肥东县“3414”试验小麦施肥参数
Table 9 “3414” test parameters of wheat fertilization in Feidong County

养分含量水平	施纯 N(kg/hm ²)		施 P ₂ O ₅ (kg/hm ²)		施 K ₂ O(kg/hm ²)	
	范围	平均	范围	平均	范围	平均
高	90 ~ 150	120	22.5 ~ 30	25.5	18 ~ 45	30
中	150 ~ 180	165	30 ~ 45	37.5	45 ~ 60	52.5
低	180 ~ 270	225	45 ~ 67.5	52.5	60 ~ 108	82.5

为“3414”试验小麦的施肥参数,即不同等级氮磷钾含量对应的施肥量。肥东县施肥参数的经验值为基肥/追肥比例为 5:5,复合肥施用量为 600 或 450 kg/hm²。根据这些参数按照下面模型就可以算出小麦施肥配方:

$$P = \frac{C \times R_J / (R_J + R_Z)}{F} \times 100\% ;$$
$$Z = C - F \times P$$

式中: C 为“3414”试验施肥参数(kg/hm²); P 为氮磷钾施肥配方比; J 为基肥施肥量(kg/hm²); F 为复合肥施肥量(kg/hm²); R_J 为基肥所占比例(%); R_Z 为追肥所占比例(%); Z 为追肥施用量(kg/hm²)。

表 10 为小麦施肥配方及追肥。根据氮磷钾不同等级组合所占面积大小不同,筛选出主流配方,将所占面积小的配相近主流配方合并,共得到 6 个。由表可知高高低、中中低和中中中为主要配方,分别占总耕地面积的 36.66%、22.6% 和 25.2%。图 5 为小麦不同配方施肥分区图。

5 结论

(1) 地统计分析功能对肥东县土壤养分中全氮、有效钾、有效磷、有机质和有效硼以及 pH 进行空间变异分析,其中 pH 为弱变异性,其他养分均为中等变异性,有效磷变异性最大。对所有数据进行正态分布检验和转换,拟合出最优的理论模型并统计其基地效应,可知全氮、有效磷和有效钾基地效应分别大于 75%,具有弱的相关性,其他数据呈中等的相关性。对所有数据进行空间插值分析,绘制出养分和 pH 空间分布图,直观地展示了土壤养分的空间分布情况。

(2) 将 2012 年土壤主要养分数据和 1982 年的数据进行对比,分析其时间上的变化,可知速效钾含量

表 10 肥东县小麦施肥配方
Table 10 Wheat fertilization formula in Feidong County

耕地土壤养分水平			面积比例 (%)	施肥配方 (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)(纯 N, kg/hm ²)	追施氮肥
氮	磷	钾			
低	低	低	7.15	19-5-7	112.5
低	中	中	5.94	19-4-4	112.5
高	高	低	36.66	14-3-9	60
高	中	高	2.46	14-4-4	60
中	中	低	22.6	18-4-9	82.5
中	中	中	25.2	18-4-6	82.5

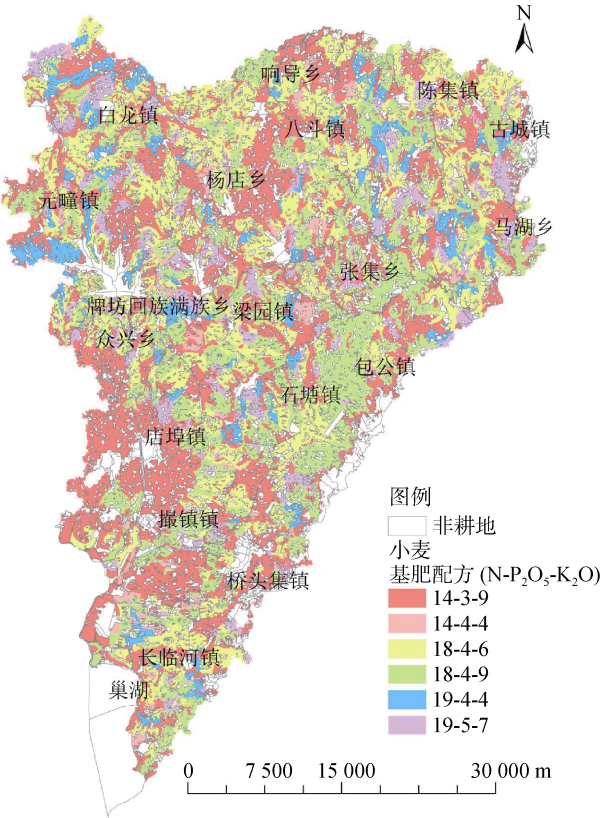


图 5 肥东县小麦施肥配方分区图
Fig. 5 Map of wheat fertilization formula in Feidong County

保持较稳定水平,有效磷和有机质含量总体水平增加较多,其变化主要与土壤母质和农民施肥习惯有关。

(3) 以小麦为例,根据土壤养分的高中低不同水平,再结合“3414”试验参数和肥东农民施肥经验值,用模型算出合理的施肥配方和追肥量,最终绘制出小麦施肥配方分区图。

(4) 县域土肥研究,对当地土壤养分分区管理和肥料配方设计提供了有价值的参考,能充分利用土壤养分,提高肥料利用效率,对实现区域农业的可持续发展具有科学的指导意义^[13]。本次研究也存在不足之处,在区域施肥中没考虑肥料的利用效率,且部分参数是经验值,所以施肥配方会有一定局限性。

参考文献：

- [1] 赵倩倩, 赵庚星, 姜怀龙, 李敏, 唐建. 县域空间土壤养分空间变异性特征及合理采样数研究[J]. 自然资源学报, 2012, 27(8): 1 382–1 390
- [2] 赵倩倩, 赵庚星, 董超, 李文璐. 高密市农田土壤养分空间变异特征研究[J]. 土壤通报, 2012, 43(3): 643–650
- [3] 于婧. 基于 GIS 和地统计学方法的土壤养分空间变异及应用研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2007
- [4] 秦占飞, 常庆瑞. 县域土壤养分空间变异分析——以蒲城县为例[J]. 干旱地区农业研究, 2012, 30(1): 30–35
- [5] 王新中. GIS 支持下豫中典型烟土壤养分空间变异及精准管理[D]. 郑州: 河南农业大学, 2009: 13–16
- [6] 刘晓林, 李文峰, 杨林楠, 徐文博. 基于 ArcGIS 地统计分析模块的土壤养分空间变异分析——以云南省建水县为例[J]. 2012, 43(6): 1 432–1 437
- [7] Cambardella CA, Moorman TB, Novak JM. Field-scale heterogeneity of soil properties in central low a soils[J]. Soil Sci. Soc. Am. J., 1994, 58: 1 501–1 511
- [8] 杨柳, 胡玉福, 许宗林, 夏建国, 邓良基. 川中丘陵区土壤养分时间变异特征研究——以中江县玉兴镇为例[J]. 土壤通报, 2009, 40(5): 1 057–1 062
- [9] 陈桂芬, 马丽, 陈航. 精准施肥技术的研究现状与发展趋势[J]. 吉林农业大学学报, 2013, 35(3): 253–259
- [10] 尹飞, 冯媛媛. 皖北地区小麦“3414”肥料效应试验[J]. 现代农业科技, 2009(5): 152–153
- [11] 杜森, 高祥照, 马文奇. 测土配方施肥技术推广专题研究报告[A]// 第五届中国农业推广研究征文[C]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2006: 56–58
- [12] 唐秀美, 赵庚星, 路庆斌. 基于 GIS 的县域耕地测土配方施肥技术研究[J]. 农业工程学报, 2008, 24(7): 34–38
- [13] 李如雪. 聊城市土壤质量时空变异及可持续利用研究[D]. 聊城: 山东师范大学, 2009: 43–45

Spatiotemporal Variations of Soil Nutrients and Regional Fertilization on County Land——A Case Study of Feidong County

LI Xiao-gang¹, MA You-hua^{1*}, WANG Qiang¹, GUO Cui-jin²

(1 Institute of Environment and Information Technology, Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China;

2 Feidong Agriculture Technology Popularizing Center, Hefei 231600, China)

Abstract: To increase food production and achieve the sustainable development of agriculture, in this study, the soil nutrient and pH of Feidong County was analyzed by ArcGIS9.3. The study area pH was lower variability and other soil nutrient was intermediate variability. Total nitrogen, phosphorus and potassium had weak spatial autocorrelation and other nutrients was moderate spatial autocorrelation. The map of nutrient distribution was drawn by analysis of spatial interpolation. In the aspect of temporal variability from 1982 to 2012, potassium was changed little, phosphorus and organic matter were significantly increased. “3414” test parameters combining with local experience, fertilization formula were calculated and different formulations zoning maps were drawn.

Key words: Soil nutrients, Temporal variability, Spatial variability, Geostatistics, Regional fertilization