

张瑞芳,王 红,周大迈,等. 基于 GIS 的县域土壤水解性氮分析与评价——以河北省高阳县为例[J]. 江苏农业科学,2013,41(8):368-371.

# 基于 GIS 的县域土壤水解性氮分析与评价 ——以河北省高阳县为例

张瑞芳,王 红,周大迈,张爱军

(河北农业大学山区研究所/国家北方山区农业工程技术研究中心,河北保定 071001)

**摘要:**以河北省高阳县为例,选取土壤养分水解性氮为研究对象,利用 GIS 技术进行了县域土壤空间养分图制作方法的研究,在空间养分图基础上进行了县域土壤水解性氮的分析评价。通过高阳县土壤养分的采集、化验,建立养分空间点位图,在 ArcGIS 平台上使用地统计分析模块对养分图制作过程中的关键步骤即插值方法进行分析筛选,并在此基础上对养分数据进行插值处理,确定养分级别,生成了空间分布图。对空间分布、养分含量进行时空对比分析,提出了合理的施肥建议。该方法可以延伸到土壤其他养分的研究中。

**关键词:**GIS;县域;水解性氮;河北省高阳县

**中图分类号:**S153.6<sup>+</sup>1 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2013)08-0368-04

氮是影响植物生长和产量形成的首要因素。土壤中有机态氮约占全氮量的 90%,主要以大分子化合物的形式存在于土壤有机质中,作物很难吸收利用,属迟效性氮。土壤中的水解性氮又称有效性氮,是可以直接被植物根系吸收的氮,它包括无机态氮和一部分易分解的有机态氮,土壤水解性氮的研究对施肥具有重要的指导意义<sup>[1]</sup>。

## 1 研究区域概况

高阳县位于河北省保定市东南部,是典型的华北平原的县域区域。地理位置分布于 115°38′~115°39′E、38°30′~38°46′N 间,总面积 472 km<sup>2</sup>。高阳县辖 4 个镇(高阳镇、庞口镇、西演镇、邢家南镇)、5 个乡(晋庄乡、蒲口乡、小王果庄乡、龙化乡、庞家佐乡),总人口 30.5 万,其中农业人口 27.4 万。全县耕地 3.3 万 hm<sup>2</sup>,农业生产以种植业为主,主要大田作物有小麦、玉米,主要经济作物有麻山药、花生等。研究区处于温带大陆性季风气候区。境内年平均气温 11.9℃。全年无霜期 205 d 左右。日照充足,年平均日照为 2 637.8 h,为植物生长提供了充足光照。年平均降水量 515.2 mm。境内常年东北风最多,4—6 月大风日数居多<sup>[2]</sup>。

研究区土壤均为潮土类型。其中沙壤质潮土占总面积的 14.71%,壤质潮土占 64.69%,盐化潮土占 19.31%,还有少量沙质潮土和脱沼潮土。地貌类型属冲积平原,母质类型属河流冲积物。

## 2 数据前处理

### 2.1 资料收集与整理

主要包括图件资料、数据资料、土壤属性分析资料、社会经济资料等。本研究主要收集到如下资料:图件资料包括 1:50 000 带乡界、城镇分布的高阳县行政区划图;数据资料

包括带经纬度坐标值的高阳县土壤水解性氮含量数据库;其他数据包括第二次土壤普查养分分级标准、土壤缺素指标、社会经济资料等。

### 2.2 高阳县行政区划图的扫描、配准以及边界的矢量化

采用 GIS 软件进行矢量化,本研究采用 MapInfo 11.0 为矢量化软件。选取高阳县行政区划图作为基础底图,将其扫描为栅格图像。选择 10 个分布均匀的经纬线交点、公路网络的交点作为控制点,在 MapInfo 中配准栅格图像,实现了图件坐标向真实坐标的转换<sup>[3]</sup>。然后通过矢量化建立研究区边界,设置了属性字段,建立了拓扑关系,保存为 .tab 格式文件(图 1)。

### 2.3 建立采样点点位图

在采样前,综合土壤图、土地利用现状图和行政区划图,并参考第二次土壤普查采样点位图确定采样点位,形成采样点位图。采样时沿着一定的线路,按照“随机”“等量”和“多点混合”的原则进行,采用“S”形布点采样。采样深度为 20 cm,在同一采样单元内每 8~10 个点的土样构成一个 0.5 kg 左右的混合土样。从田间采来的土样经登记编号后进行预处理,经过风干、磨细、过筛、混匀、装瓶后测定分析<sup>[1]</sup>。共采集土样 3 000 个,每个土壤样品采用碱解扩散法化验水解性氮含量,将化验结果填到数据库中(表 1)。

在 MapInfo 中将土壤水解性氮用数据库表格打开,设置字段属性,采样点坐标为十进制,土壤养分属性为浮点型。通过创建点生成了 .tab 格式的取样点位图(图 2),通过通用转换器将 .tab 格式的样点文件和研究区域边界转换为 shapefile 样点文件,在 ArcGIS 中插值使用。

## 3 土壤水解性氮养分图生成

养分图的制作主要包括图件数据准备、配准、矢量化、插值方法选取、养分分级等步骤,其中插值方法的选取是关键步骤<sup>[4-5]</sup>。

### 3.1 插值方法选取

空间插值是根据已知的空间数据来估计未知空间数据值的数学方法。空间位置上越靠近的点,越可能具有相似的特

收稿日期:2013-07-10

作者简介:张瑞芳(1979—),女,河北鹿泉人,硕士,助理研究员,主要从事数字化农业研究。E-mail:zhurf@hebau.edu.cn。

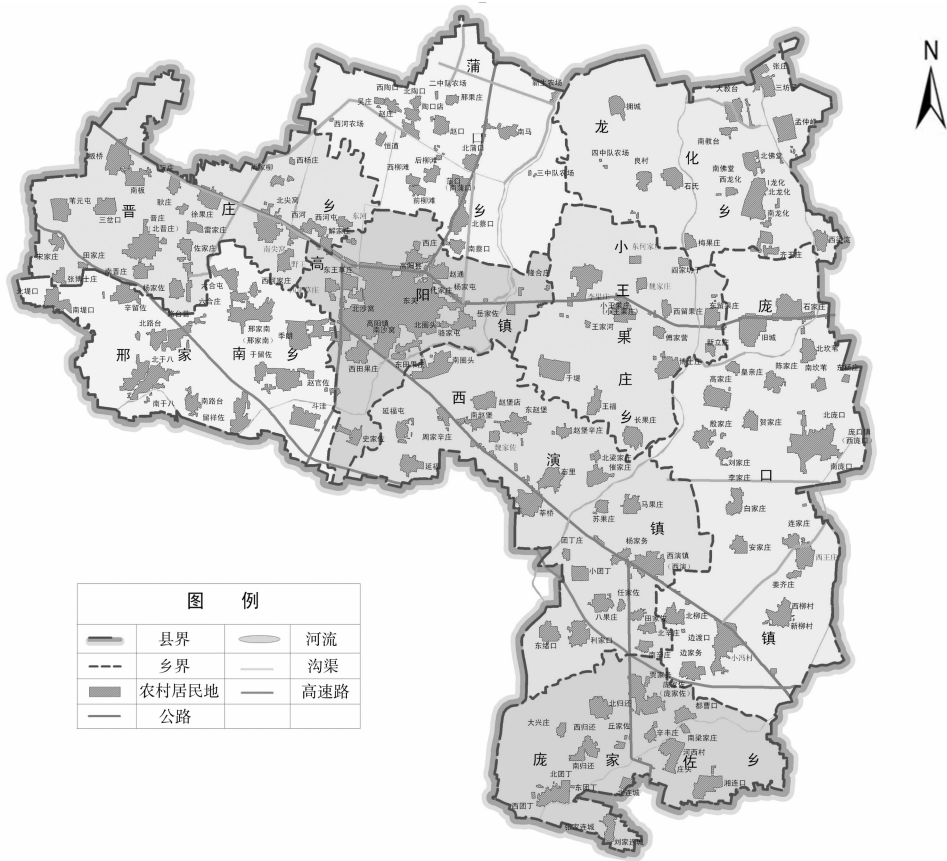


图1 高阳县行政区划矢量图

表 1 土壤养分数据库格式

编号	乡(镇)名	村名	经度(°)	纬度(°)	水解性氮(mg/kg)
1	庞口镇	西柳	115.948 6	38.592 22	26
2	庞口镇	西柳	115.940 8	38.592 78	47
3	庞口镇	西柳	115.953 1	38.591 11	34
4	庞口镇	西柳	115.952 8	38.588 33	57
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
3 000	小王果庄乡	长果庄	115.874 6	38.659 39	60.9

征值;相反,距离越远的点,其特征值相似的可能性就越小,这就是空间插值技术最基本的理论假设,在这个基础上形成了各种各样的插值方法。空间插值方法可以分为点的插值和面的插值。本研究中高阳县土壤水解性氮空间插值是基于 ArcGIS 10.0 中的 ArcMap 平台<sup>[6-9]</sup>实现点的插值。

首先对养分数据进行初步检查,包括常规特征统计、正态分布验证。经对比分析得出克里格插值法对于县域范围的土壤养分元素的空间变化,是一种比较理想的插值方法。选定克里格插值(Kriging)为高阳县水解性氮的空间插值方法。

3.2 养分分级

以第二次土壤普查养分分级标准结合高阳县土壤养分含量的实际情况进行定级。

具体步骤:在 ArcGIS 中自动生成的养分图中打开属性\符号系统\分类,方法采用手动定级。由于插值后获得的土壤养分图为规则矩形,与研究区域不符,使用县界图层作为插值

的裁剪要素,得到研究区域的土壤养分分布图。为了图形效果的美观,还对得到的养分图进行修饰。

3.3 水解性氮含量图生成

将导出的 shapefile 格式矢量数据与之前矢量化的研究区边界相结合,制作图框和图例,计算养分面积、比例尺等,成图(图 3)。

4 结果与分析

为了让高阳县土壤养分水解性氮具有对比性,采用第二次土壤普查的养分分级标准(表 2)进行分级,将 1982 年和 2010 年的养分含量图重新归一化调整,进行直观图比较<sup>[10]</sup>。

4.1 高阳县土壤水解性氮的含量及分布状况

如图 4 -b、表 3 所示:2010 年高阳县耕地土壤水解性氮含量的平均值为 76 mg/kg,其中最高值出现在 >90 mg/kg 级中,主要集中在西北、西南、东北部。2010 年水解性氮含量整体处于中等水平,低等和高等水平均占 10% 左右。

4.2 高阳县土壤水解性氮时空变异分析

土壤养分时空变异特征的研究,是在观测和取样测定资料的基础上,研究各养分的时空变化规律;缺乏对区域土壤养分时空变异特征的全面认识,会影响我国精准施肥工作的开展<sup>[11-12]</sup>。土壤养分时空变异特征的研究是在确定合理的取样数目,把分析结果进行养分值的偏差分析及方差最小或最优估值等处理<sup>[13-15]</sup>。对高阳县土壤养分水解性氮进行分析结果如下:

如图 4、表 3 所示:1982 年高阳县耕地土壤水解性氮含量

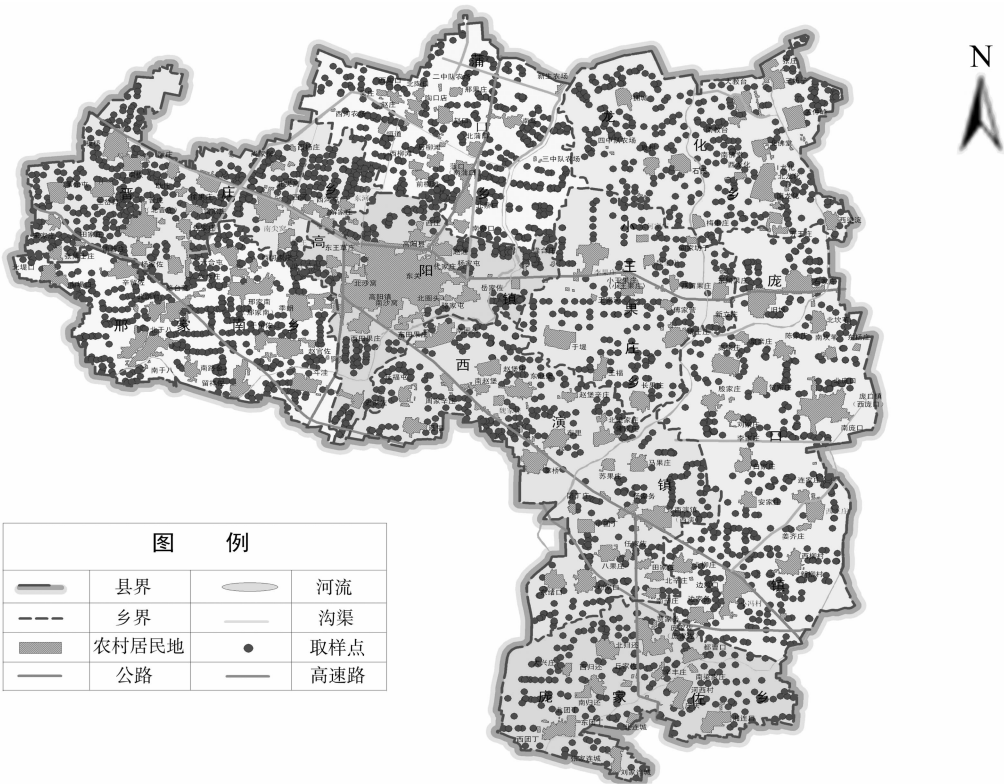


图2 高阳县土壤取样点位图

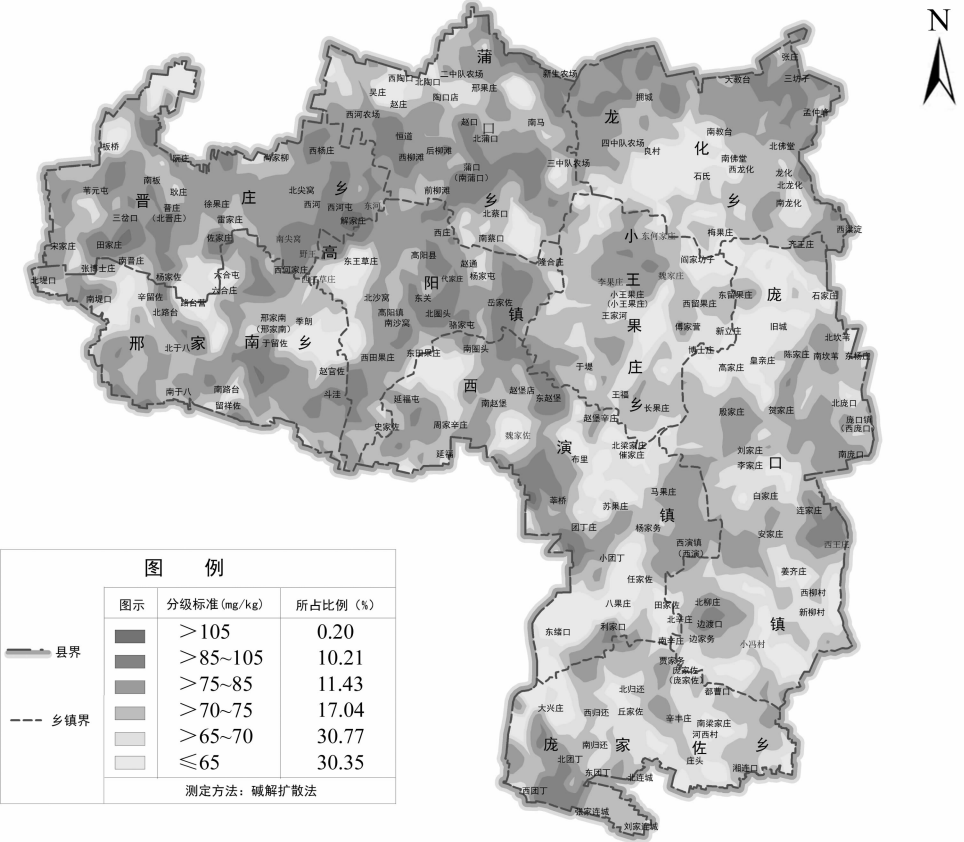


图3 高阳县土壤养分水解性氮含量图

表 2 第二次土壤普查养分分级标准

分级	水解性氮(mg/kg)
1 级	>150
2 级	>120~150
3 级	>90~120
4 级	>60~90
5 级	>30~60
6 级	≤30

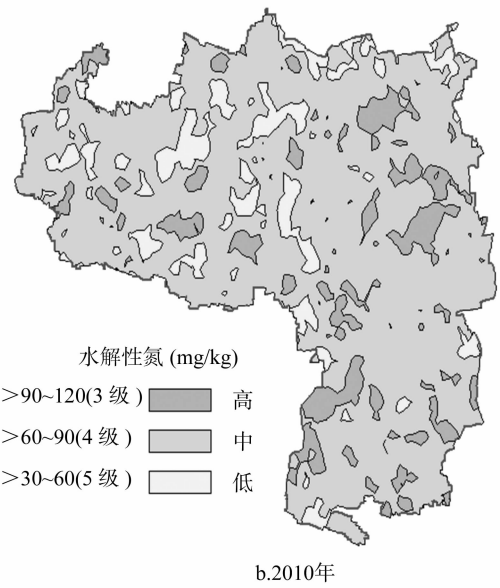
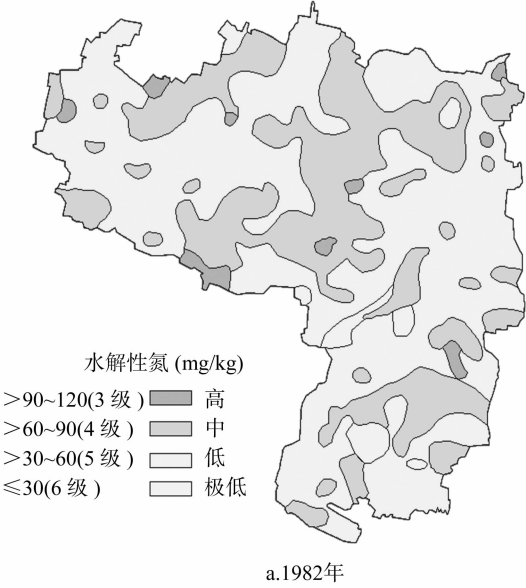


图4 高阳县水解性氮含量分布

表 3 高阳县不同级别水解性氮含量面积变化

级别	水解性氮(mg/kg)	面积(hm <sup>2</sup> )		占耕地比例	
		1982 年	2010 年	1982 年	2010 年
3 级	>90	560.4	5 166	1.63	10.44
4 级	>60~90	10 811.8	38 670	31.54	78.11
5 级	>30~60	22 305.4	5 607	65.07	11.45
6 级	≤30	603.5	0	1.76	0

55.38 百分点;而 4 级土壤由 31.54% 上升到 78.11%,增加了 46.57 百分点;3 级土壤由 1982 年的 1.63% 上升到 10.44%,增加了 8.81 百分点。

5 结论

从 1982 年到 2010 年,高阳县土壤养分中水解性氮含量总体上升。上升原因是由于随着施肥量的显著增加、肥料品种的增多及经济水平的提高,肥料利用率升高,施肥方式、品种、时间的改变,种植制度、轮作方式、作物品种等的变化,综合作用使土壤养分含量不断增加。随着产量的提高,复种指数的增加等因素影响,土壤养分的丰缺指标还需要进一步研究。

参考文献:

[1] 陆景陵. 植物营养学[M]. 北京:北京农业大学出版社,1991:36.  
[2] 张增德,宋进良. 高阳县地方志[M]. 北京:方志出版社,1999:1-2.  
[3] 张福锁. 测土配方施肥技术[M]. 北京:中国农业大学出版社,2011:11-13.

处于低等水平,其中≤60 mg/kg 的为 22 908.9 hm<sup>2</sup>,占耕地面积的 66.83%,>60~90 mg/kg 的为 10 811.8 hm<sup>2</sup>,占耕地面积的 31.54%,>90 mg/kg 的为 560.4 hm<sup>2</sup>,占耕地面积的 1.63%。水解性氮在东部、西北部及南部处于低等或极低等水平,其他地区为中等水平,其中最高值出现在北郭丹镇。全县 98.37% 的耕地土壤水解性氮含量处于中低等水平。与 1982 年相比,2010 年高阳县土壤耕地水解性氮的含量总体上升,5、6 级土壤由 66.83% 降低到 11.45%,减少了

[4] 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——以河北省遵化市为例[J]. 应用生态学报,2000,11(4):557-563.  
[5] 郭伦,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,2001:178-192.  
[6] 朱求安,张万昌,余钧辉. 基于 GIS 的空间插值方法研究[J]. 江西师范大学学报:自然科学版,2004,28(2):183-187  
[7] 汤国安,杨昕. ArcGIS 地理信息系统空间分析实验教程[M]. 北京:科学出版社,2006:8-9.  
[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):260-264.  
[9] Goovaerts P. Geostatistical tools for characterizing the spatial variability of microbiological and physicochemical soil properties[J]. Biol Fertil Soils,1998,27:315-334.  
[10] 黄金生,谭宏伟,黎晓峰. 基于 GIS 的柑橘土壤有效养分时空变异及推荐施肥研究[D]. 南宁:广西大学,2006:22-23  
[11] 席承藩,章士炎. 全国土壤普查科研项目成果简介[J]. 土壤学报,1994,31(3):330-335.  
[12] 余笑眉. 松阳县耕地地力评价与空间变异研究[D]. 杭州:浙江农林大学,2010:11-16.  
[13] 王治祥. 瓦房店市耕地土壤养分分析[J]. 辽宁农业科学,2011(1):34-37.  
[14] 马继山. 寒亭区耕地土壤养分调查与成果应用研究[D]. 北京:中国农业科学院,2009:11.  
[15] 王豫等. 蔬菜缺乏微肥症状与合理施用方法[J]. 青海农技推广,2011(2):37-38.