

DOI:10.16788/j.hddz.32-1865/P.2023.02.008

引用格式:郑雄伟,张响荣,王瑞杰,等.洪湖市土壤酸碱度趋势分析及影响因素[J].华东地质,2023,44(2):197-205.(ZHENG X W, ZHANG X R, WANG R J, et al. Trend analysis and influencing factors of soil pH in Honghu City, Hubei Province[J]. East China Geology, 2023, 44(2):197-205.)

## 洪湖市土壤酸碱度趋势分析及影响因素

郑雄伟<sup>1</sup>,张响荣<sup>2</sup>,王瑞杰<sup>1</sup>,王晓龙<sup>3</sup>,孙为国<sup>1</sup>

(1.湖北省地质局地球物理勘探大队,湖北 武汉 430056;

2.湖北省地质实验测试中心,湖北 武汉 430034;

3.中国科学院南京地理与湖泊研究所,江苏 南京 210008)

**摘要:**洪湖市土地质量地球化学评价工作获得了大量地球化学数据,对近4年所取得的数据进行整体研究,系统分析了所属各乡镇农用地土壤酸碱度。结果表明:该市土壤酸碱度总体特征表现为南部、北部乡镇的土壤酸碱度大于中部乡镇;土壤pH值从西向东逐渐升高,从北向南变化不明显;不同类型土壤对土壤酸碱度的影响由大到小依次为:沙土型潮土>沙土型灰潮土>浅色草甸土=壤土型灰潮土>灰潮土田>黏土型灰潮土>浅灰潮土田>灰青泥田>壤土型潮土>烂泥田>青泥田>黏土型潮土>浅潮土田>黄棕壤;不同成土母质的pH值由大到小依次为:河流冲积物>湖泊沉积物>第四系黏土沉积物>河流沉积物>红砂岩风化物。洪湖市土壤平均pH值在1982—2007年降低了0.87个单位,在2007—2014年升高了0.35个单位,在2014—2019年又升高了0.47个单位。该研究成果可为地方政府开展耕地质量保护、耕地酸化治理、农业产业结构调整等提供决策参考。

**关键词:**土壤酸碱度;土壤类型;成土母质;湖北省洪湖市

**中图分类号:**S153.4

**文献标识码:**A

**文章编号:**2096-1871(2023)02-197-09

近年来,农用地质量建设受到各地的高度重视,有关农用地养分变化趋势的研究报道较多<sup>[1-5]</sup>,但对农用地理化性状变化趋势的研究报道则相对较少。土壤酸碱性是土壤许多化学性质的综合体现<sup>[6-7]</sup>,其动态变化不仅反映土壤肥力状况,还指示土壤微生物活性和土壤养分的有效性,同时也是调控土壤中重金属元素形态与迁移的限制因子,对植物生长发育及区域生态环境质量演变有着重要影响<sup>[8-12]</sup>。自然状态下的土壤酸碱性主要受成土因子控制,其酸化的过程是十分缓慢的,pH值每下降一个单位往往需要上百年甚至上千年的时间。然而近几十年来,快速的城市化、工业化及不合理的农业管理措施等高强度的人为干扰活动加速了土壤酸化进程<sup>[13-18]</sup>。为了进一步揭示洪湖市农用地理化性状特征,作者通过对近四年来“湖北省“金土

地”工程(洪湖1—3期)”和“洪湖市全域土地质量地球化学评价暨地方特色农业硒资源调查”项目成果资料的分析研究,以表层土壤为研究对象,探讨农用地pH值变化趋势及其影响因子,这对于指导洪湖市及类似地区的工农业生产及其布局、制定土壤酸化控制对策等具有重要的理论和现实意义。

### 1 研究区概况

研究区为湖北省中南部的洪湖市,位于长江中游北岸、江汉平原东南端,面积2 519 km<sup>2</sup>,拥有新堤、滨湖两个街道办事处,螺山、乌林、龙口、燕窝、新滩、峰口、曹市、府场、戴家场、瞿家湾、沙口、万全、汉河、黄家口14个镇,老湾回族乡1个乡,大同湖、大沙湖、小港3个管理区(农场),共计20个乡镇

\* 收稿日期:2021-07-23 修订日期:2022-11-22 责任编辑:叶海敏

**基金项目:**湖北省财政资金项目“湖北省“金土地”工程-高标准基本农田地球化学调查(编号:HBJTD 20140107、HBJTD20160110、HBJTD 20170106)”与“洪湖市全域土地质量地球化学评价暨地方特色农业硒资源调查(编号:洪土资函[2019]12号)”等项目联合资助。

**第一作者简介:**郑雄伟,1986年生,男,高级工程师,博士生,主要从事生态环境地球化学调查工作。Email:493928635@qq.com。

**通信作者简介:**张响荣,1984年生,女,工程师,硕士,主要从事样品分析测试工作。Email:301012239@qq.com。

办区和洪湖经济开发区,下辖 32 个居民委员会。

研究区属长江泛滥平原,地势呈 NW 向 SE 缓倾斜,呈南北高、中间低、广阔平坦的地貌;海拔大多在 23~28 m,最高点是螺山主峰,海拔 60.48 m;最低点是沙套湖底,海拔 17.9 m。区内地层属扬子地层区,第四系全新统分布广泛,分为冲积、湖积、湖冲积、沼泽沉积等 4 种成因类型。本区地质构造简单,总体构造线方向为 NE 向<sup>[19-21]</sup>。

研究区土壤分为水稻土、潮土、黄棕壤、草甸土 4 个土类,浅潮土田、浅灰潮土田、灰潮土田、青泥田、灰青泥田、烂泥田、沙土型潮土、壤土型潮土、黏土型潮土、沙土型灰潮土、壤土型灰潮土、黏土型灰潮土、黄棕壤、浅色草甸土 14 个亚类,以水稻土和潮土为主,占全区面积的 96.5%,而在河滩有少量面积的草甸土分布。区内土壤分布呈一定的规律性,主要受长江和汉水泛滥时沉积的影响,离河床愈近则分布的土壤质地愈轻;反之,土壤质地愈黏重。

土壤分布还随着地势变化而变化,地势越低,土壤潜育化程度越强。土壤的成土母质主要为河流冲积物,从上向下土壤类型以沙土型灰潮土、壤土型灰潮土、黏土型灰潮土和浅灰潮土田为主,浅潮土田、灰潮土田零星分布。低湿平地的成土母质为河湖相沉积物,土壤类型为青泥田和灰青泥田。滨湖滩(洼)地的成土母质为湖泊沉积物,土壤类型为烂泥田。孤立长江边上的黄蓬山、螺山两个小丘包,土壤类型为第四系黏土黄棕壤,黄蓬山尚有浅黄棕壤性第四系黏土田分布。长江洲滩是湖滩浅草甸土集中分布地区<sup>[22-25]</sup>。

在成土母质中,湖泊沉积物面积 192.46 km<sup>2</sup>,占总面积的 9.93%;河流冲积物面积 1 208.86 km<sup>2</sup>,占总面积的 62.36%;河湖相沉积物面积 469.37 km<sup>2</sup>,占总面积的 24.21%;第四系黏土沉积物面积 64.19 km<sup>2</sup>,占总面积的 3.31%;红砂岩风化物面积 3.54 km<sup>2</sup>,占总面积的 0.18%。

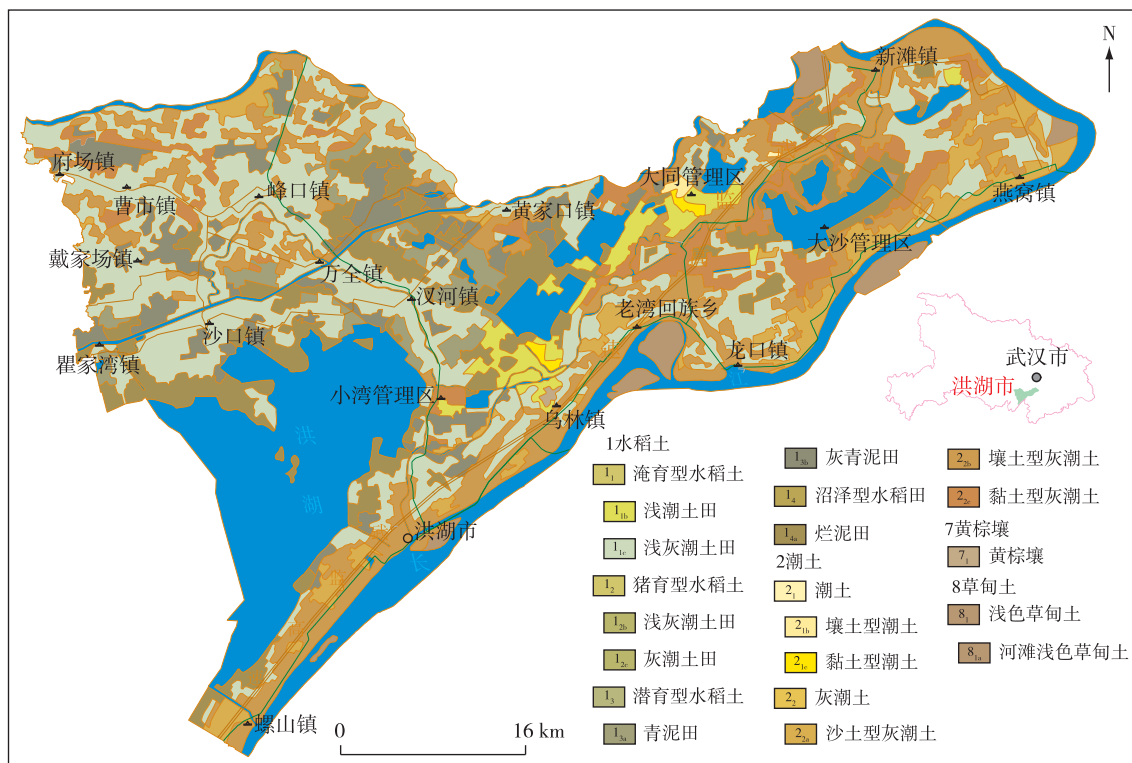


图 1 研究区土壤分布图

Fig. 1 Soil distribution map of the study area

## 2 数据来源

### 2.1 调查单位与时间

本次研究样品基于 1:50 000 土地质量地球化

学评价,其中表层土壤样共采集 10 257 件(含湖泊沉积物 27 件),采样密度为 5 件/km<sup>2</sup>。研究数据来源于 2014—2019 年 2 个部分的调查工作:①湖北省地质局地球物理勘探大队在 2014 年、2016 年、2019

年开展的湖北省“金土地”工程(洪湖一期、洪湖二期)、洪湖市全域土地质量地球化学评价暨地方特色农业硒资源调查,分别获得了 1 545 个、1 510 个、

5 302 个样品分析数据<sup>[26-28]</sup>;②湖北省地质局第四地质大队在 2017 年开展的湖北省“金土地”工程(洪湖三期)获得了 1 900 个样品分析数据<sup>[29]</sup>(图 2)。

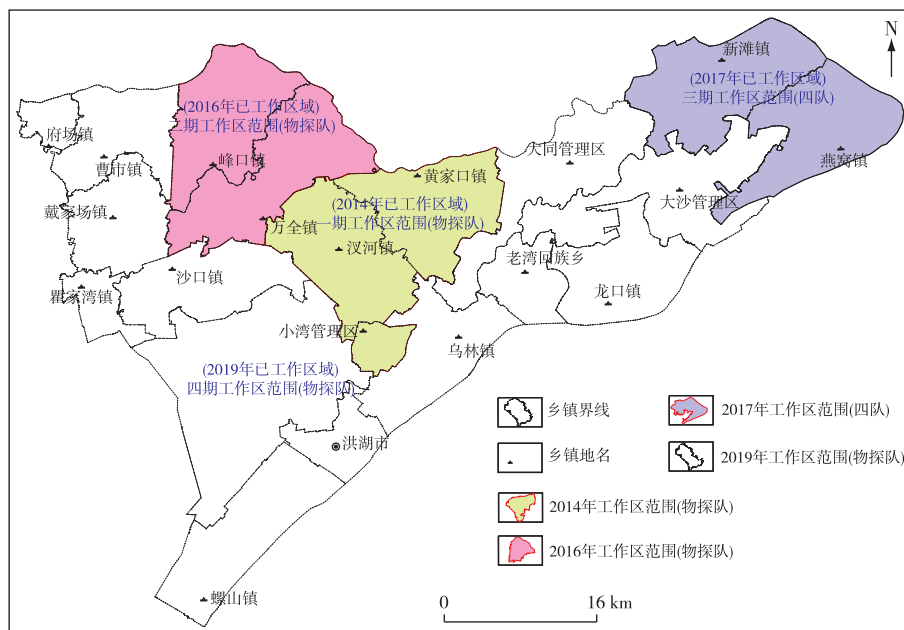


图 2 研究区调查单位与时间分布图

Fig. 2 Survey units at different time in the study area

## 2.2 样品处理及分析方法

样品加工包括样品干燥、过筛、装样、填写送样单、编制样品编号图、送样等步骤。在国土资源部武汉综合岩矿测试中心对土壤样品进行测试分析,分析测试过程中的质量控制严格按照中国地质调查局《DZ/T0258—2004 多目标区域地球化学调查规范(1:250 000)》<sup>[30]</sup>执行。依据分析质量要求,pH 值采用 ISE 分析方法,检出限为 0.1,总体合格率为 100%。

## 3 农用地土壤酸碱度现状

### 3.1 酸碱度总体特征

历时 4 年的土壤调查工作,系统对研究区主要农用地开展了土壤酸碱度调查,基本掌握了土壤酸碱度现状。研究表明,该区土壤总体呈碱性,pH 值平均值为 7.75(图 3)。其中,pH 值>7.5 的样点数占有 75.30%,燕窝镇的 pH 值最高,达到 7.93;洪湖水域、小港管理区 pH 值均>7.0,呈中性-碱性;其它乡镇为碱性(表 1)。

### 3.2 不同土壤类型 pH 值

采用平均值法对不同土壤类型的 pH 值进行分

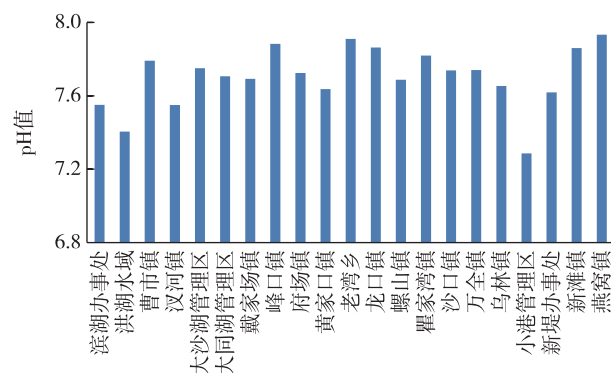


图 3 研究区土壤 pH 值(平均值)柱状图

Fig. 3 Soil pH value (average value) bar chart of the study area

析,pH 值平均值如表 2 所示。

通过不同土壤类型 pH 值平均值统计结果可知,各类土壤类型中 pH 值为沙土型潮土>沙土型灰潮土>浅色草甸土=壤土型灰潮土>灰潮土田>黏土型灰潮土>浅灰潮土田>灰青泥田>壤土型潮土>烂泥田>青泥田>黏土型潮土>浅潮土田>黄棕壤。土壤类型对土壤酸碱度影响较大,潮土主要是中性—碱性土壤,黄棕壤主要是酸性土壤。

表 1 研究区各乡镇土壤酸碱度统计表

Table 1 Statistical soil pH value in the towns of the study area

土壤酸碱性	强酸性	酸性	中性	碱性
pH 值	4.5~5.5	5.5~6.5	6.5~7.5	7.5~8.5
乡镇	大同湖管理区、大沙湖管理区	戴家场镇、小港管理区	洪湖水域	黄家口镇、汉河镇、峰口镇、万全镇、燕窝镇、新滩镇、乌林镇、龙口镇、曹市镇、府场镇、瞿家湾镇、沙口镇、螺山镇、老湾回族乡 14 个乡镇
样点数/个	39	466	2 028	7 724

表 2 研究区不同土壤类型 pH 值平均值统计表

Table 2 Statistical pH value of different soil types in the study area

土壤类型	pH 值	土壤类型	pH 值
浅潮土田	7.08	壤土型潮土	7.55
浅灰潮土田	7.71	黏土型潮土	7.26
灰潮土田	7.98	沙土型灰潮土	8.11
青泥田	7.28	壤土型灰潮土	8.02
灰青泥田	7.58	黏土型灰潮土	7.75
烂泥田	7.50	黄棕壤	6.27
沙土型潮土	8.22	浅色草甸土	8.02
平均值		7.75	

### 3.3 不同成土母质土壤 pH 值

采用平均值法对样本进行分析,同类土壤类型但不同成土母质的土壤 pH 值也有差异。不同成土母质土壤 pH 值由大到小依次为:河流冲积物>湖泊沉积物>第四系黏土沉积物>河湖相沉积物>红砂岩风化物(图 4)。

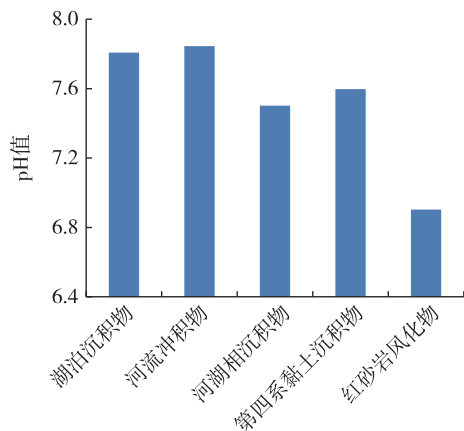


图 4 研究区不同成土母质土壤 pH 值柱状图

Fig. 4 Bar chart of pH values of different parent materials in the study area

## 4 土壤酸碱度时空分布特征

### 4.1 土壤酸碱度空间分布特征

研究区共采集表层土壤样 10 257 件,土壤酸碱

度变化较大,以中性-碱性土壤为主,土壤 pH 值表现从西向东逐渐升高,从北向南变化则不明显,但南部、北部大于中部地区。

### 4.2 典型乡镇土壤酸碱度垂向变化特征

垂剖样品土壤酸碱度是研究土壤酸碱度空间分布的有效方法。本文选择 4 个乡镇典型土壤垂向剖面为研究对象,系统分析了 0~200 cm 的土壤垂向地球化学指标变化情况(图 5)。

水稻土的典型剖面位于沙口镇刘桥村和戴家场镇小塔埠村,属于淹育型水稻土。此类土壤在水稻种植区分布较广,土壤母质为湖泊沉积物,整个层体呈上下过渡关系,界限模糊。0~25 cm 深度内有腐殖质存在,颜色为灰色;25~150 cm 深度内均为黏土;>150 cm 深度内为灰棕色黄棕壤,以含较多铁锰质为特征。

潮土的典型剖面位于万全镇南北岭村和黄家口镇创建村,属于壤土型灰潮土。此类土壤在全区分布最广,土壤母质为河流沉积物,整个层体呈上下过渡关系,界限比较清晰。0~10 cm 深度内有腐殖质存在,下部向犁底层过渡,总厚度 18 cm,为灰黄色壤黏土,有较多根系;淀积层深度为 18~35 cm,小块结构,土层较紧;母质层上层为灰黄色砂黏土,中间夹 37 cm 厚的细砂层,母质层下部为暗黄色砂黏土,有少量铁锰斑点。

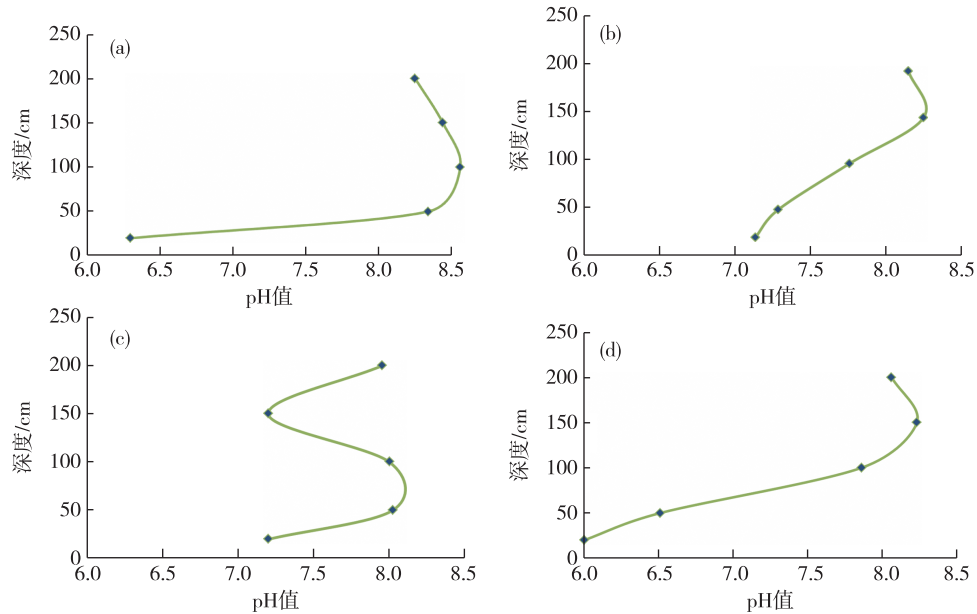
无论是水稻土还是潮土,垂向剖面样品土壤 pH 值表现为大体上随深度的减小而降低,表层酸性更强,主要由于表层土壤酸度更容易受氮肥施用、酸雨等的影响而变酸。同时,水稻土表层土壤逐步变为中性,潮土逐步变为酸性,pH 值表现为潮土>水稻土,这是因为稻田淹水使土壤趋于中性,而潮土主要是旱作土壤,这与公认结论一致。

### 4.3 近 30 年来土壤酸碱度变化特征

依据第二次土壤普查(1982 年)<sup>[31]</sup>、测土配方

施肥(2007 年)<sup>[32]</sup>和前述的土地质量评价项目的数据,本文分析了洪湖市土壤酸碱度变化趋势(表 3)。

将不同时期的土壤 pH 值差值折合到每年的变化量定义为土壤 pH 值变化速率。



(a).沙口镇刘桥村水稻土;(b).戴家场镇小塔埠村水稻土;(c).万全镇南北岭村潮土;(d).黄家口镇创建村潮土

图 5 研究区主要乡镇垂直剖面土壤 pH 值变化趋势图

Fig. 5 Variable trend graph of soil pH values in vertical profile of main towns in the study area

表 3 研究区不同时期土壤 pH 值变化速率

Table 3 Variation rate of soil pH value in different periods of the study area

年份	样品数/个	pH 平均值	pH 最高值	pH 最低值	pH 值变化速率	pH 值变化速率平均值
1982 年	—	7.85	—	—	—	—
2007 年	6 078	6.98	7.44	6.62	0.87	0.035
2014 年	1 540	7.33	8.80	4.23	0.35	0.05
2019 年	5 302	7.80	8.88	4.15	0.47	0.09

注:1982 年、2007 年数据为全市统计数据;2015 年数据仅包括汉河镇、黄家口镇、小港管理区统计数据;2019 年数据包括螺山镇、乌林镇、龙口镇、曹市镇、府场镇、戴家场镇、瞿家湾镇、沙口镇、大同湖农场、大沙湖农场、老湾回族乡 11 个乡镇以及洪湖水域、新堤、滨湖办事处统计数据。

研究表明,研究区 1982—2007 年土壤平均 pH 值降低了 0.87 个单位,降幅为 11.1%。土壤酸化是本区耕地改良的突出问题,2007 年与 1982 年前比较,全面酸化,酸性土壤面积大幅度增加。土壤酸化导致金属元素的化学形态或存在形式变化,造成农田生态环境恶化。

2007—2014 年土壤 pH 值升高 0.35 个单位,2014—2019 年土壤 pH 值升高了 0.47 个单位,这 12 年内土壤 pH 值的不断升高与近年来当地政府重视,在洪湖地区陆续实施了测土配方施肥等项目,加大了土壤酸化治理力度有关。

#### 4.4 土壤酸化成因与建议

##### 4.4.1 施肥结构和田间管理

长期的不合理施肥,特别是农业生产中长期施用硫酸铵、氯化钾、氯化铵等酸性和生理酸性肥料,可以造成土壤酸化。如洪湖市农业农村局的技术人员在洪湖市开展测土配方施肥项目研究发现,洪湖市化肥的不合理施用主要表现在化肥总施用量过大和氮、磷、钾比例失调,其中氮肥施用量占绝对优势。而洪湖市的氮肥又以铵态氮肥为主, $\text{NH}_4^+$ 离子进入土壤后经过一系列的转化过程最终造成土壤  $\text{H}^+$  离子增加,特别是在酸缓冲能力较弱的土



壤上,会出现严重的酸化<sup>[32]</sup>。同时,在过去的几十年里,洪湖市农业机械化得到普及,大量的秸秆在作物收割过程中直接归还土壤<sup>[33]</sup>,可能会导致土壤酸碱性变化,但是变化的趋势和程度还有待于进一步研究。

#### 4.4.2 城市化因素

在过去的几十年里社会经济快速发展,洪湖市的城市化进程不断加快,已经成为武汉城市圈观察员城市。人口不断增加<sup>[34]</sup>导致的废水增加,已经成为局部地区土壤急剧酸化的重要因素。生活废水排入土壤,固体废弃物中所含酸性物质通过大气扩散或降水淋滤后也直接进入土壤,这些都将直接引起土壤 pH 值下降。洪湖市生态环境局的技术人员在洪湖市的研究发现,企业周围土壤比大田土壤 pH 值平均低 0.14 个单位,两者差异显著<sup>[35-36]</sup>。

#### 4.4.3 建议

农业生产中以施有机肥为主,实施测土配方施肥,亩施 1 000~2 000 kg 腐熟有机肥料,在整地前作底肥施。增施有机肥可以改良土壤,培肥地力,同时对土壤过酸过碱均具有一定的缓冲作用。有条件的地方,恢复烧火灰习惯补充农家肥。在合理施用有机肥料的基础上,按土壤按作物需求进行测土配方施肥,降低化肥的施用量,能有效防止土壤酸化,改善土壤肥力。再者,可施用石灰调酸补钙酸碱中和,石灰既可中和土壤酸性,还可以补钙和增加养分的有效性。研究区 pH 值 $>5$  的土壤每亩施 50 kg 生石灰<sup>[37]</sup>,pH 值为 4~5 的土壤每亩施 100 kg 的生石灰,在播种翻地时与土壤均匀。

## 5 结论

(1)研究区土壤酸碱度变化较大,以中-碱性土壤为主;土壤 pH 值变化趋势表现为自西向东逐渐升高的线性趋势,自北向南无明显变化的非线性趋势,南部、北部的乡镇大于中部乡镇。

(2)2007—2014 年土壤 pH 值升高了 0.35 个单位,2014—2019 年土壤 pH 值升高了 0.47 个单位,与近年来当地政府重视,加大土壤酸化治理力度有关。

**致谢:**对在工区工作的同仁表示由衷的敬意。感谢湖北省地质局地球物理勘探大队严向军教授级高工对文章的审阅。样品分析由国土资源部武

汉岩矿测试中心曾慧美等协助完成,在此一并表示感谢!

## 参考文献

- [1] 王志刚,赵永存,廖启林,等.近 20 年来江苏省土壤 pH 值时空变化及其驱动力[J].生态学报,2008,28(2):720-727.  
WANG Z G, ZHAO Y C, LIAO Q L, et al. Spatio-temporal variation and associated affecting factors of soil pH in the past 20 years of Jiangsu Province, China [J]. Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(2): 720-727.
- [2] 王长松,陈莉萍,孔祥英,等.仪征市 30 多年来土壤 pH 值时空变化趋势及原因分析[J].江苏农业科学,2007(3):223-224.  
WANG C S, CHEN L P, KONG X Y, et al. Temporal and spatial variation trend and cause analysis of soil pH value in Yizheng city in the past 30 years[J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2007(3): 223-224.
- [3] 钟继洪,余炜敏,骆伯胜,等.珠江三角洲耕地土壤质量演化及其机制[J].生态环境学报,2009,18(5):1917-1922.  
ZHONG J H, YU W M, LUO B S, et al. The cultivated land soil quality change and mechanism in the Pearl River Delta [J]. Ecology and Environmental Sciences, 2009, 18(5): 1917-1922.
- [4] 邵学新,黄标,顾志权,等.长三角经济迅速发展地区土壤 pH 时空变化及其影响因素[J].矿物岩石地球化学通报,2006,25(2):143-149.  
SHAO X X, HUANG B, GU Z Q, et al. Spatial-temporal variation of pH values of soils in a rapid economic developing area in the Yangtze River Delta Region and their causing factors [J]. Bulletin of Mineralogy, Petrology and Geochemistry, 2006, 25(2): 143-149.
- [5] 朱静,黄标,孙维侠,等.长江三角洲典型地区农田土壤有机质的时空变异特征及其影响因素[J].土壤,2006,38(2):158-165.  
ZHU J, HUANG B, SUN W X, et al. Tempo-spatial variation of soil organic matter of farmland and its affecting factors in a typical area of the Yangtze River Delta Region [J]. Soil, 2006, 38(2): 158-165.
- [6] 戴万宏,黄耀,武丽,等.中国地带性土壤有机质含量与酸碱度的关系[J].土壤学报,2009,46(5):851-860.  
DAI W H, HUANG Y, WU L, et al. Relationship between soil organic matter content (SOM) and pH in topsoil of zonal soils in China [J]. Acta Pedologica

- Sinica, 2009, 46(5): 851-860.
- [7] 王美珠, 章明奎. 我国部分高硒低硒土壤的成因初探[J]. 浙江农业大学学报, 1996, 22(1): 89-93.  
WANG M Z, ZHANG M K. A discussion on the cause of high-Se and low-Se soil formation[J]. Journal of Zhejiang Agricultural University, 1996, 22(1): 89-93.
- [8] 张东威. 中国土壤中硒及其土壤环境质量标准研究(简报)[J]. 水土保持研究, 1994(S1): 112.  
ZHANG D W. Study on selenium in soil and its soil environmental quality standards in China[J]. Research of Soil and Water Conservation, 1994(S1): 112.
- [9] 罗杰, 王佳媛, 游远航, 等. 硒在土壤-水稻系统中的迁移转化规律[J]. 西南师范大学学报, 2012, 37(3): 60-66.  
LUO J, WANG J Y, YOU Y H, et al. Migration and transformation of selenium in the soil-rice system[J]. Journal of Southwest China Normal University, 2012, 37(3): 60-66.
- [10] 宋明义, 冯雪外, 周涛发, 等. 浙江典型富硒区硒与重金属的形态分析[J]. 现代地质, 2008, 22(6): 960-965.  
SONG M Y, FENG X W, ZHOU T F, et al. Chemical species of heavy metals and selenium in representative se-rich area, Zhejiang Province[J]. Geoscience, 2008, 22(6): 960-965.
- [11] 徐文, 唐文浩, 邝春兰, 等. 海南省土壤中硒含量及影响因素分析[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(6): 3026-3027.  
XU W, TANG W H, KUANG C L, et al. Analysis on content of Se in soil of Hainan Province and its influencing factors [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2010, 38(6): 3026-3027.
- [12] 文帮勇, 黄锦, 张涛亮, 等. 赣南大余地区农田土壤 As、Cd 元素化学形态含量分析[J]. 资源调查与环境, 2015, 36(4): 298-305.  
WEN B Y, HUANG J, ZHANG T L, et al. Geochemical speciation analysis of As and Cd in farmland soil in Dayu County, Southern Jiangxi Province [J]. Resource Survey and Environment, 2015, 36(4): 298-305.
- [13] 马逸麟, 汪凡, 何伟相, 等. 江西鄱阳湖地区不同酸度土壤的重金属元素和有益元素化学形态分布特征研究[J]. 资源调查与环境, 2015, 36(1): 62-72.  
MA Y L, WANG F, HE W X, et al. Study on distribution of geochemical species of heavy metal elements and usefull elements in the soils with different acidities in Poyang lake region of Jiangxi Province[J]. Resource Survey and Environment, 2015, 36(1): 62-72.
- [14] 陶春军, 贾十军, 梁红霞, 等. 安徽琴溪地区土壤硒元素有效性及开发研究[J]. 资源调查与环境, 2015, 35(1): 67-72.  
TAO C J, JIA S J, LIANG H X, et al. Research on a-availability and development of selenium-rich soil in Qinxu area, Anhui Province [J]. Resource Survey and Environment, 2015, 35(1): 67-72.
- [15] 贾十军. 安徽省富硒土壤评价标准及富硒土壤成因浅析[J]. 资源调查与环境, 2013, 34(2): 133-137.  
JIA S J. Evaluation standards and genesis of selenium-rich soil in Anhui Province [J]. Resource Survey and Environment, 2013, 34(2): 133-137.
- [16] 夏学齐, 杨忠芳, 薛圆, 等. 黑龙江省松嫩平原南部土壤硒元素循环特征[J]. 现代地质, 2012, 26(5): 850-858.  
XIA X Q, YANG Z F, XUE Y, et al. Geochemical circling of soil Se on the southern Song-Nen Plain, Heilongjiang Province [J]. Geoscience, 2012, 26(5): 850-858.
- [17] 刘道荣, 李飞, 郑基滋, 等. 浙江临安东部地区土壤硒分布特征及影响因素[J]. 华东地质, 2020, 41(1): 54-61.  
LIU D R, LI F, ZHENG J Z, et al. Distribution characteristics and influencing factors of selenium in soils in eastern Lin'an, Zhejiang Province [J]. East China Geology, 2020, 41(1): 54-61.
- [18] 王运, 邹勇军, 王鹤, 等. 江西信丰油山地区土壤硒及重金属元素地球化学特征[J]. 华东地质, 2019, 40(2): 152-160.  
WANG Y, ZOU Y J, WANG H, et al. Geochemical characteristics of Se and heavy metal elements in the soil of Youshan, Xinfeng county, Jiangxi Province [J]. East China Geology, 2019, 40(2): 152-160.
- [19] 郑雄伟, 王俊锋, 郑国权, 等. 洪湖市某地区农水产品重金属含量特征及其安全性分析[J]. 华东地质, 2016, 37(4): 300-306.  
ZHENG X W, WANG J F, ZHENG G Q, et al. Characteristics of the concentrations of heavy metals of agricultural and aquatic products in a certain area of Honghu city and its security analysis [J]. East China Geology, 2016, 37(4): 300-306.
- [20] 郑雄伟, 王俊锋, 郑国权, 等. 洪湖市某地区土壤环境质量评价[J]. 黄冈师范学院学报, 2016, 36(6): 28-34.  
ZHENG X W, WANG J F, ZHENG G Q, et al. An assessment of the soil environmental quality in a certain area of Honghu City [J]. Journal of Huanggang Normal University, 2016, 36(6): 28-34.
- [21] 郑雄伟, 魏鸿, 谭园. 洪湖市中北部地区土壤硒元素分布特征[J]. 华东地质, 2017, 38(1): 66-74.  
ZHENG X W, WEI H, TAN Y. Distribution character-

- istics of selenium in the soils of the north central region of Honghu, Hubei Province [J]. East China Geology, 2017, 38(1): 66-74.
- [22] 郑雄伟, 郑国权, 洪波. 产地环境质量评价与绿色农产品生产研究——以湖北省洪湖市为例[J]. 湖北工程学院学报, 2017, 37(6): 45-50.
- ZHENG X W, ZHENG G Q, HONG B. Study on environmental quality assessment of producing areas and production of green agricultural products—a case study of Honghu City, Hubei Province [J]. Journal of Hubei Engineering University, 2017, 37(6): 45-50.
- [23] 郑雄伟. 湖北省洪湖市小港—黄家口镇一带灌溉水分特征研究[J]. 黄冈师范学院学报, 2017, 37(6): 44-49.
- ZHENG X W. The distribution characteristics research of irrigation water in Xiaogang to Huangjiakou town of Honghu, Hubei Province [J]. Journal of Huanggang Normal University, 2017, 37(6): 44-49.
- [24] 郑雄伟, 倪倩, 郑国权, 等. 洪湖市峰口一万全地区土壤重金属和硒元素的形态组成特征[J]. 华东地质, 2018, 39(4): 311-318.
- ZHENG X W, NI Q, ZHENG G Q, et al. Occurrence features of heavy metals and selenium in soil of the Fengkou-Wanquan area, Honghu [J]. East China Geology, 2018, 39(4): 311-318.
- [25] 郑雄伟, 王珊, 洪波, 等. 洪湖市土地质量地球化学评估[J]. 湖北农业科学, 2020, 59(12): 56-60.
- ZHENG X W, WANG S, HONG B, et al. Geochemical assessment for land quality in Honghu city [J]. Hubei Agricultural Sciences, 2020, 59(12): 56-60.
- [26] 郑雄伟, 张元培, 罗军强, 等. 湖北省洪湖市土地质量地球化学评价(一期)报告[R]. 武汉: 湖北省地质局地球物理勘探大队, 2015: 131-139.
- ZHENG X W, ZHANG Y P, LUO J Q, et al. Geochemical evaluation of land quality in Honghu city, Hubei Province (Phase I) [R]. Wuhan: Geophysical Exploration Brigade of Hubei Geological Bureau, 2015: 131-139.
- [27] 郑雄伟, 孙为国, 胡晓明, 等. 湖北省洪湖市土地质量地球化学评价(二期)报告[R]. 武汉: 湖北省地质局地球物理勘探大队, 2017: 189-195.
- ZHENG X W, SUN W G, HU X M, et al. Geochemical evaluation of land quality in Honghu city, Hubei Province (Phase II) [R]. Wuhan: Geophysical Exploration Brigade of Hubei Geological Bureau, 2017: 189-195.
- [28] 郑雄伟, 胡斌, 魏凌霄, 等. 洪湖市全域土地质量地球化学评价暨地方特色农业硒资源调查报告[R]. 武汉: 湖北省地质局地球物理勘探大队, 2020: 203-210.
- ZHENG X W, HU B, WEI L X, et al. Geochemical evaluation of land quality and investigation report on selenium resources in agriculture with local characteristics in Honghu city [R]. Wuhan: Geophysical Exploration Brigade of Hubei Geological Bureau, 2020: 203-210.
- [29] 胡斌, 陈力, 周磊, 等. 湖北省洪湖市土地质量地球化学评价(三期)报告[R]. 咸宁: 湖北省地质局第四地质大队, 2018: 118-123.
- HU B, CHEN L, ZHOU L, et al. Geochemical evaluation of land quality in Honghu city, Hubei Province (Phase III) [R]. Xianning: Fourth Geological Brigade of Hubei Geological Bureau, 2018: 118-123.
- [30] 中华人民共和国国土资源部. DZ/T0258—2004 多目标区域地球化学调查规范(1:250 000) [S]. 北京: 中国标准出版社, 2014: 10-35.
- Ministry of Land and Resources of the People's Republic of China. DZ/T0258—2004 Specification of multi-purpose regional geochemical survey(1:250 000) [S]. Beijing: Standards Press of China, 2014: 10-35.
- [31] 洪湖市自然资源和规划局. 洪湖市第二次土壤普查成果报告[R]. 洪湖: 洪湖市自然资源和规划局, 1982: 98-107.
- Honghu Natural Resources and Planning Bureau. Report on the results of the second soil survey in Honghu City [R]. Honghu: Honghu Natural Resources and Planning Bureau, 1982: 98-107.
- [32] 洪湖市农业农村局. 洪湖市测土配方施肥成果报告[R]. 洪湖: 洪湖市农业农村局, 2007: 45-53.
- Honghu Agricultural and Rural Bureau. Report on the results of soil testing and formula fertilization in Honghu city [R]. Honghu: Honghu Agricultural and Rural Bureau, 2007: 45-53.
- [33] 丁晓燕, 徐春燕, 杨军, 等. 江汉流域经济区土壤硒的分布特征及资源量研究[J]. 湖北农业科学, 2017, 56(8): 1468-1473.
- DING X Y, XU C Y, YANG J, et al. Distribution characteristics and resource research of the soil selenium in Jiangnan River Economic Zone [J]. Hubei Agricultural Sciences, 2017, 56(8): 1468-1473.
- [34] 洪湖市统计局. 洪湖市国民经济和社会发展统计公报[R]. 洪湖: 洪湖市统计局, 2020: 4-19.
- Honghu Municipal Bureau of Statistics. Statistical bulletin of national economic and social development of Honghu City [R]. Honghu: Honghu Municipal Bureau of Statistics, 2020: 4-19.



- [35] 荆州市生态环境局洪湖市分局.洪湖市重点行业企业用地调查成果报告[R]. 洪湖:荆州市生态环境局洪湖市分局,2020:98-107.  
Honghu Branch of Jingzhou Municipal Bureau of Ecology and Environment. Report on land use survey results of enterprises in key industries in Honghu City [R]. Honghu: Honghu Branch of Jingzhou Municipal Bureau of Ecology and Environment, 2020:98-107.
- [36] 荆州市生态环境局洪湖市分局.洪湖市重点行业企业用地调查成果报告[R]. 洪湖:荆州市生态环境局洪湖市分局,2020:98-107.  
Honghu Branch of Jingzhou Municipal Bureau of Ecology and Environment. Report on land use survey results of enterprises in key industries in Honghu city [R]. Honghu: Honghu Branch of Jingzhou Municipal Bureau of Ecology and Environment, 2020:98-107.
- [37] 黄巧云.土壤学[M].北京:中国农业出版社,2006:168-179.  
HUANG Q Y. Pedology [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2006:168-179.

## Trend analysis and influencing factors of soil pH in Honghu City, Hubei Province

ZHENG Xiongwei<sup>1</sup>, ZHANG Xiangrong<sup>2</sup>, WANG Ruijie<sup>1</sup>, WANG Xiaolong<sup>3</sup>, SUN Weiguo<sup>1</sup>

(1.*Geophysical Exploration Brigade of Hubei Geological Bureau, Wuhan 430056, Hubei, China*;

2.*Hubei Geological Experiment and Test Center, Wuhan 430034, Hubei, China*;

3.*Nanjing Institute of Geography and Limnology Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, Jiangsu, China*)

**Abstract:** A large amount of geochemistry data has been obtained through the Land Quality Geochemistry Assessment Project in Honghu City, Hubei Province. Based on the overall study on the project data acquired over the past four years, the soil acidity and alkalinity of agricultural land in each town is analyzed systematically. The results show that the soil acidity and alkalinity in the southern and northern towns are higher than those in the middle towns. The trend analysis shows that the soil pH values increases gradually from west to east but does not change obviously from north to south. The influence on soil pH values from different types of soil is descending in following order: sandy soil type fluvo-aquic soil > sandy soil type calcareous fluvo-aquic soil > light-colored meadow soil = loamy calcareous fluvo-aquic soil > calcareous soil field > clay calcareous fluvo-aquic soil > shallow calcareous fluvo-aquic soil > calcareous cyan muddy field > loamy fluvo-aquic soil > muddy field > cyan muddy field > clay fluvo-aquic soil > shallow fluvo-aquic soil filed > yellow brown soil. In addition, the pH values of different parent materials are in descending order as follows: alluvial sediments > lake sediments > Quaternary clay sediments > river sediments > red sandstone weathering materials. The average pH value of soil in Honghu decreases by 0.87 units from 1982 to 2007, increases by 0.35 units from 2007 to 2014, and increases by 0.47 units from 2014 to 2019. The research results can provide decision-making reference for the local government to protect the quality of cultivated land, control the acidification of cultivated land and adjust the structure of agricultural industry.

**Key words:** soil acidity and alkalinity; soil type; parent soil; Honghu City, Hubei Province