

DOI:10.16788/j.hddz.32-1865/P.2019.03.009

引用格式:李朋飞,杜国强,刘超,等. 安徽淮北平原农田土壤酸碱度特征及酸化趋势研究[J]. 华东地质,2019,40(3):234-240.

安徽淮北平原农田土壤酸碱度特征及酸化趋势研究

李朋飞,杜国强,刘超,刘坤,张芙蓉

(安徽省地质调查院,合肥 230001)

摘要:通过在安徽淮北平原系统采集农田耕层土壤和深层土壤样品,分析土壤 pH 值及相关指标,研究该区不同成土母质、土壤类型的土壤酸碱度及空间分布特征。将研究区耕层土壤的 pH 值分别与深层土壤的 pH 值、20 世纪 80 年代安徽省第二次土壤普查耕层土壤的 pH 值进行对比,从空间和时间上分析土壤酸碱度特征及酸化趋势。结果表明:研究区耕层土壤酸化趋势明显,酸性土壤占全区土壤总面积的 63.38%;晚更新世黄土性古河湖相沉积物耕层土壤酸化明显,土壤以酸性为主;全新世近代黄泛冲积物耕层土壤酸化不明显,土壤以碱性为主。相对于深层土壤,66.51%的耕层土壤呈酸化;相对于 20 世纪 80 年代耕层土壤,62.55%的耕层土壤呈酸化。土壤酸化程度主要与地质背景及长期大量使用化肥有关。

关键词:酸碱度;酸化趋势;耕层土壤;淮北平原

中图分类号:S158.3;P642.13

文献标识码:A

文章编号:2096-1871(2019)03-234-07

土壤酸化是土壤质量退化的一个重要因素,是国内外众多学者研究的热点问题^[1]。我国部分地区农田土壤酸化问题日趋严重^[2-3],土壤酸化是影响作物生长的重要因素^[4-5]。目前,国内外主要开展了土壤酸化机理、危害及酸化土壤改良措施等研究^[2-12],其中土壤酸化形成机理研究主要侧重于大气酸沉降与农业活动(如氮肥的使用)等方面的影响,而关于不同地质背景土壤酸化影响的研究较少,并且关于安徽淮北平原区域土壤酸化趋势的研究也较少。

本文通过分析安徽淮北平原土壤酸碱度及其空间分布总体状况,以及不同成土母质、土壤类型的土壤酸碱度及其空间分布特征,并将耕层土壤 pH 值与深层土壤 pH 值及 20 世纪 80 年代安徽省第二次土壤普查的耕层土壤 pH 值进行对比,从空间和时间上分析土壤酸碱度变化情况,为该区 and 类似地区农田土壤酸化科学调控、土壤生态环境保护及农业安全生产提供参考。

1 研究区概况

研究区位于安徽省西北部、淮北平原中部,行政区划隶属亳州市蒙城县与利辛县,地理坐标为 32°51'~33°29' N、115°49'~116°49' E,总面积约 4 100 km²。沿河地区为黄泛冲积平原,其余地区属河间侵蚀平原,地势由西北向东南缓倾斜,地面海拔为 21~33 m。区内属暖温带半湿润季风气候区,季风明显,气候温和,光照充足,无霜期长,雨热同期。

区内主要分布第四纪更新世崮塘组(Qpm)冲积亚黏土、亚黏土夹亚砂土与第四纪全新世蚌埠组(Qhb)冲洪积亚黏土、亚黏土夹亚砂土(图 1),其中,崮塘组(Qpm)厚 25~30 m,蚌埠组(Qhb)厚>3 m。土壤母质由晚更新世黄土性古河湖相沉积物(与崮塘组分布范围一致)和全新世近代黄泛冲积物(与蚌埠组分布一致)构成。土壤类型包括半水成土砂姜黑土、潮土及淋溶土黄褐土。土

* 收稿日期:2018-12-11 修订日期:2019-03-14 责任编辑:谭桂丽

基金项目:中国地质调查局“安徽淮北—亳州地区多目标地球化学调查(编号:12120113000300)”项目资助。

第一作者简介:李朋飞,1987 年生,男,工程师,主要从事环境地球化学调查及研究工作。

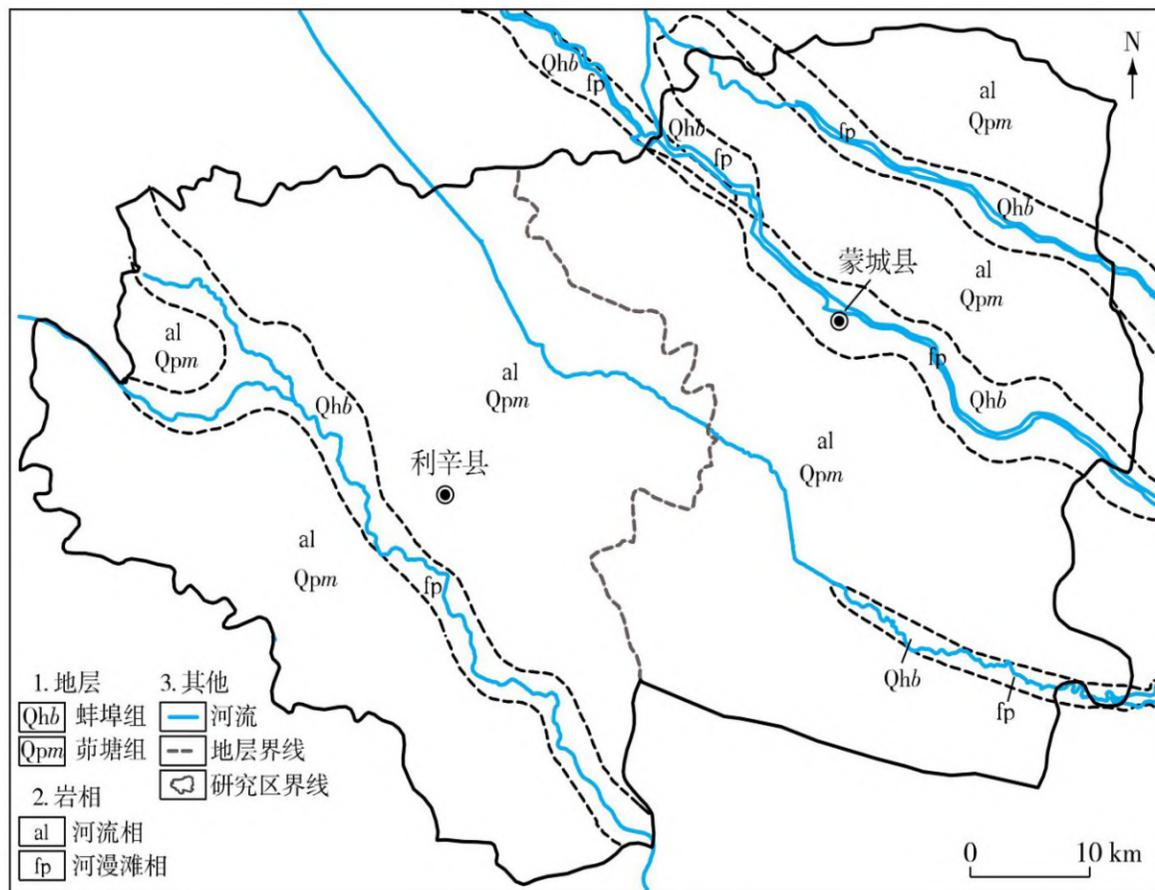


图 1 研究区地质简图

Fig. 1 Geological sketch of the study area

地以水浇地为主,局部为城镇居地,农作物主要为小麦、玉米和黄豆,是安徽主要粮产区与国家重要商品粮基地。

2 样品采集与测定

野外样品采集方法及质量要求执行《DZ/T 0258—2014 多目标区域地球化学调查规范(1:250 000)》^[13],表层(耕层)土壤采样深度为 0~20 cm,采样密度为 1 个点/km²;深层土壤采样深度为 150~200 cm,采样密度为 1 个点/4 km²。耕层土壤与深层土壤分别按 4 km²大格、16 km²大格等量组合成 1 件分析样品。研究区采集耕层土壤样品 4 138 件,其中测试分析耕层土壤组合样品 1 084 件与深层土壤组合样品 283 件。样品经自然干燥后,用 20 目的尼龙筛充分过筛,送国土资源部合肥矿产资源监督检测中心进行测试。土壤 pH 值采用离子选择性电极法(ISE)测定。

3 土壤酸碱度及酸化趋势研究方法

3.1 土壤酸碱度分级标准

根据《DZ/T 0295—2016 土地质量地球化学评价规范》^[14]进行土壤酸碱度分级评价,分级标准见表 1。

表 1 土壤酸碱度(pH 值)分级

Table 1 Grading standard of soil pH values

pH 值范围	<5.0	[5.0,6.5)	[6.5,7.5)	[7.5,8.5)	≥8.5
含义	强酸性	酸性	中性	碱性	强碱性

3.2 耕层相对深层土壤酸化趋势研究

研究区茆塘组(Qpm)与蚌埠组(Qhb)覆盖厚度均>2 m,反映表层(耕层)土壤与深层土壤物质来源与沉积环境基本相同。通过对比耕层(表层)土壤相对深层土壤 pH 值变化与分布特征,可分析土壤酸化趋势。以评价单元内(4 km²)耕层土壤 pH 值与其对应的深层土壤 pH 值的比值(即富集系数 K)为基数,进行土壤酸化程度分级评价。廖启林等^[15]将土壤中元素环境富集系数划分为<0.6(强贫化)、0.6~0.85(弱贫化)、0.85~1.15(背景)、1.15~1.5(弱富集)和 1.5~4(强富集);“1:5 万横船渡幅、乌石垄幅、城安幅、郭村幅地球化学普查成果报告”^[16]将元素富集系数划分为“<0.5(极贫乏)、0.5~0.8(贫化)、0.8~1.2(正常)、1.2~1.5(富集)、1.5~2(明显富集)和>2(强富集)”。本文采用以下方法进行土壤酸化程度分级评价(表 2)。该评价结果仅反映了耕层土壤相对于深层土壤(即土壤背景)的酸化趋势,不具酸碱度生态含义。

表2 土壤酸化程度分级

Table 2 Grading standard of soil acidification

K 值范围	<0.5	[0.5,0.8)	[0.8,1.2)	[1.2,1.5)	≥1.5
含义	强酸化	酸化	正常	碱化	强碱化

3.3 土壤酸碱度历史变化趋势研究方法

20世纪80年代,安徽省第二次土壤普查在研究区系统采集了不同土壤类型的土壤剖面样品。其中,砂姜黑土分布区按耕作层、犁底层、黑土层、过渡层和底土砂姜层分层采集剖面土壤样品,黄褐土分布区按耕作层、犁底层、心土层和底土层分层采集剖面土壤样品,潮土分布区按耕作层、犁底层、过渡层、心土层和底土层分层采集剖面土壤样品。提取研究区安徽省第二次土壤普查典型剖面耕层土壤的pH值^[17],利用GeoIPAS V(4.0)软件编制20世纪80年代耕层土壤pH值地球化学图,并在图上对应添加本项目土壤采样点,以本次测定的耕层土壤pH值与安徽省第二次土壤普查耕层土壤pH值的比值(K)为基数,进行耕层土壤酸化程度

分级评价,分析研究区30a来耕层土壤酸化趋势,K值划分标准及酸化程度分级同表2。

4 结果

4.1 耕层土壤酸碱度现状

研究区现今耕层土壤以酸性为主(占63.38%),中性和碱性土壤分别占20.30%和15.50%,无强碱性土壤(表3)。与20世纪80年代耕层土壤相比,目前该区土壤酸化明显,酸性土壤占全区的比例由0增加到63.38%,强碱性土壤占全区的比例由45.39%减少为0,碱性土壤占全区的比例由35.9%下降到15.50%。近代黄泛冲积物母质耕层土壤以碱性为主(潮土发育于近代黄泛冲积物之上),碱性土壤占68.26%,中性和酸性土壤分别占19.76%和11.98%。黄土性古河湖相沉积物母质耕层土壤(砂姜黑土、黄褐土发育于黄土性古河湖相沉积物之上)以酸性为主(砂姜黑土与黄褐土均以酸性为主),酸性土壤占72.74%,部分土壤呈中性(砂姜黑土及中性黄褐土样点均超过20%)。

表3 研究区耕层土壤酸碱度特征

Table 3 Acidity and basicity characteristics of arable soils in the study area

类型	强酸性		酸性		中性		碱性		强碱性		
	样点/个	比例/%	样点/个	比例/%	样点/个	比例/%	样点/个	比例/%	样点/个	比例/%	
全区(20世纪80年代)	0	0	0	0	204	18.82	388	35.79	492	45.39	
全区(现今)	9	0.83	687	63.38	220	20.30	168	15.50	0	0	
成土母质	黄土性古河湖相沉积物	9	0.98	667	72.74	187	20.39	54	5.89	0	0
	近代黄泛冲积物	0	0	20	11.98	33	19.76	114	68.26	0	0
土壤类型	砂姜黑土	8	0.86	640	69.11	191	20.63	87	9.40	0	0
	黄褐土	1	1.03	45	46.39	25	25.77	26	26.80	0	0
	潮土	0	0	2	3.28	4	6.56	55	90.16	0	0

区域上,酸性土壤广泛分布于河间洼地,强酸性土壤呈斑状(点状)分布于研究区中部(图2),区内主要为崩塘组(Qpm)冲积(al)亚黏土、亚黏土夹亚砂土,成土母质为黄土性古河湖相沉积物,酸性土壤分布范围与黄土性古河湖相沉积物耦合较好。碱性土壤主要分布于河流沿岸及利辛县、蒙城县城区周围,区内主要为蚌埠组(Qhb)冲洪积(alp)亚黏土、亚黏土夹亚砂土,土壤母质为近代黄泛冲积物,碱性土壤分布受近代黄泛冲积物母质制约明显。中性土壤主要呈带状分布于河流两岸,在研究区北部、东北部河间洼地亦有分布。

综上所述,目前研究区耕层土壤酸化明显,土壤酸碱度受成土母质(地质背景)制约明显。

4.2 耕层土壤相对深层土壤酸化趋势

相对深层土壤,研究区66.51%的耕层土壤呈酸化,33.49%的土壤酸碱度变化不明显,未出现强酸化或碱化土壤(表4)。全新世(Qh)近代黄泛河流冲积物母质耕层土壤酸化不明显,酸化土壤仅占12.57%;晚更新世(Qp³)黄土性古河流相沉积物母质土壤酸化较明显(占76.34%)。不同土壤类型土壤酸化程度为砂姜黑土(占72.68%)>黄褐土(占

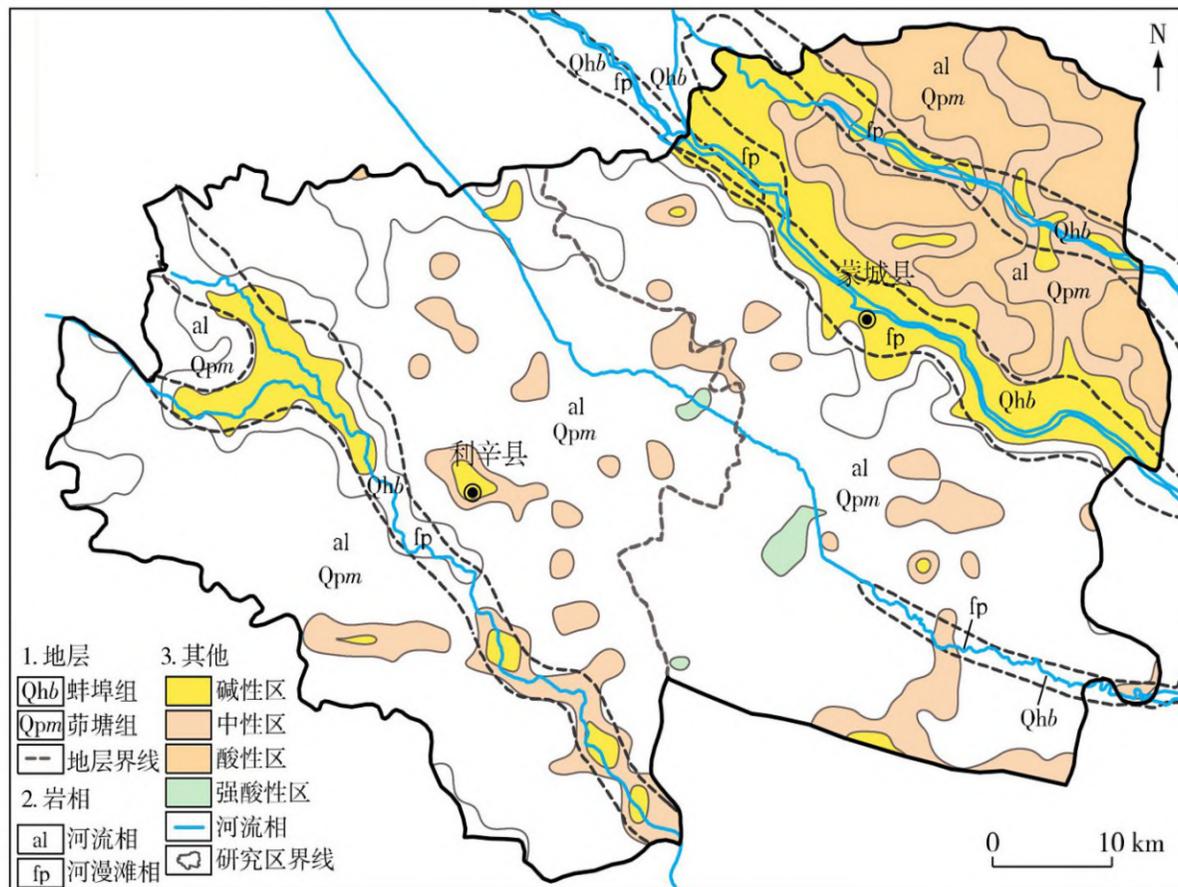


图 2 研究区耕层土壤酸碱度图

Fig. 2 Distribution of arable soil pH values in the study area

表 4 研究区耕层土壤相对深层土壤酸化趋势特征

Table 4 Acidification trend of arable soils in the study area compared with deep soil

类型	强酸化		酸化		正常		碱化		强碱化		
	样点/个	比例/%	样点/个	比例/%	样点/个	比例/%	样点/个	比例/%	样点/个	比例/%	
全区	0	0	721	66.51	363	33.49	0	0	0	0	
成土母质	黄土性古河湖相沉积物	0	0	700	76.34	217	23.66	0	0	0	0
	近代黄泛冲积物	0	0	21	12.57	146	87.43	0	0	0	0
砂姜黑土	0	0	673	72.68	253	27.32	0	0	0	0	
土壤类型 黄褐土	0	0	46	47.42	51	52.58	0	0	0	0	
潮土	0	0	2	3.28	59	96.72	0	0	0	0	

47.42%)>潮土(占 3.28%)。

研究区耕层土壤主要分布于河间洼地(图 3),为黄土性古河流相沉积物母质,东北部及南部河流沿岸耕层土壤酸化不明显。安徽淮北平原晚更新世(Qp³)黄土性古河流相沉积物经漫长地质时代,上部碳酸钙淋溶较为彻底^[17],耕层土壤酸化较明显。已有研究表明,自 20 世纪 80 年代以来,研究区土壤 pH 值呈逐年下降趋势^[18-20]。土壤 pH 值下降的主要因素有:①连年大量使用氮肥,铵态氮转化为硝态氮导致土壤 pH 值下降;②大量使用含氯、硫、磷化学肥料,导致土壤中钙、镁、钾、钠等阳离子淋溶^[18-20]。全新世(Qh)近代黄泛冲积物沉积时间较短,未经强烈淋溶,富含碳酸钙,含量为 5%~

16%^[15],土壤酸化缓冲能力较强,土壤酸化不明显。

4.3 耕层土壤酸碱度历史变化趋势

与 20 世纪 80 年代安徽省第二次土壤普查结果相比,研究区耕层土壤酸化明显,酸化土壤样点占 62.55%,其余 37.45%的样点土壤酸碱度变化不明显(表 5),无碱化土壤。晚更新世(Qp³)黄土性古河流相沉积物耕层土壤以酸化为主,酸化土壤样点比例占 71.65%,全新世(Qh)近代黄泛河流冲积物母质土壤酸化不明显,酸化土壤样点仅占 12.57%。不同土壤类型酸化程度为砂姜黑土(占 68.47%)>黄褐土(占 43.30%)>潮土(占 3.28%)。

耕层酸化土壤主要分布于蒙城县以南河间洼

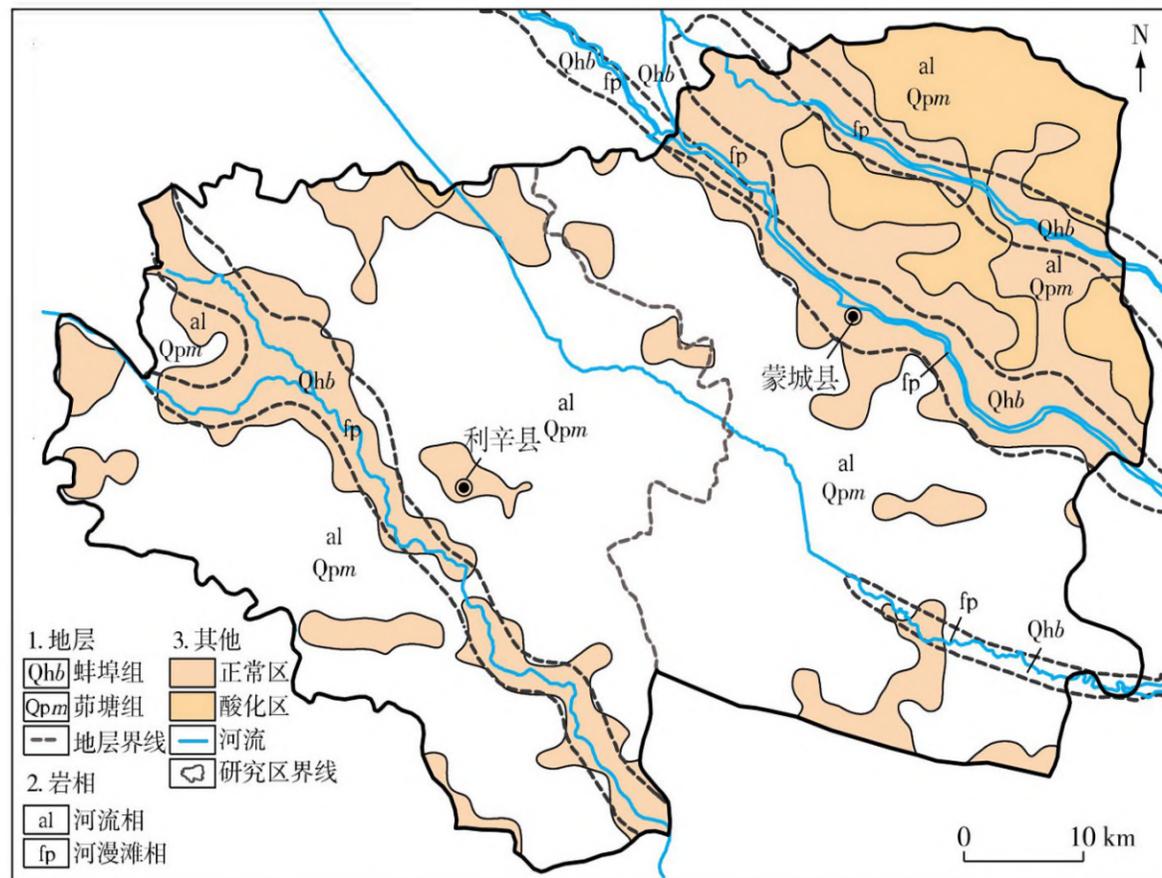


图3 研究区耕层土壤相对深层土壤酸化趋势图

Fig. 3 Acidification trend of arable soils in the study compared with deep soil

表5 研究区相对20世纪80年代耕层土壤酸化趋势特征

Table 5 Acidification trend of arable soils in the study area compared with that in the 1980s

类型	强酸化		酸化		正常		碱化		强碱化		
	样点/个	比例/%	样点/个	比例/%	样点/个	比例/%	样点/个	比例/%	样点/个	比例/%	
全区	0	0	678	62.55	406	37.45	0	0	0	0	
成土母质	黄土性古河湖相沉积物	0	0	657	71.65	260	28.35	0	0	0	0
	近代黄泛冲积物	0	0	21	12.57	146	87.43	0	0	0	0
砂姜黑土	0	0	634	68.47	292	31.53	0	0	0	0	
土壤类型	黄褐土	0	0	42	43.30	55	56.70	0	0	0	0
	潮土	0	0	2	3.28	59	96.72	0	0	0	0

地黄土性古河流相沉积物母质区(图4),土壤酸化主要与连年大量使用化肥有关^[18-20]。研究区东北部及南部河流沿岸耕层土壤酸碱度变化不明显,河流沿岸成土母质为近代黄泛冲积物,土壤酸化缓冲能力较强。

5 讨论

研究区耕层土壤酸化明显,酸性土壤占全区土壤总面积的63.38%。相对于深层土壤,66.51%的耕层土壤呈酸化;相对于20世纪80年代的耕层土壤,62.55%的耕层土壤呈酸化;相对于深层土壤和20世纪80年代安徽省第二次土壤普查的耕层土

壤,晚更新世黄土性古河流相沉积物母质区耕层土壤均明显酸化,全新世近代黄泛河流冲积物母质区耕层土壤酸化不明显,土壤酸化程度主要受成土母质(地质背景)及长期大量使用化肥的影响。

研究区耕层土壤酸化严重。1982—2016年,利辛县土壤pH值由7.20下降至6.09,下降了1.11^[18];1985—2006年,蒙城县耕层土壤pH值由8.2~8.4下降至6.56^[20],与本文研究结果一致。区内耕层土壤酸化主要由长期使用铵态氮肥与生理酸性肥料引起^[18-20]。土壤酸化程度受成土母质(地质背景)制约明显:晚更新世黄土性古河流相沉积物形成时代较长,上部碳酸钙淋溶较彻底^[17],耕层土壤酸化明显;全新世近代黄泛冲积物沉积时间

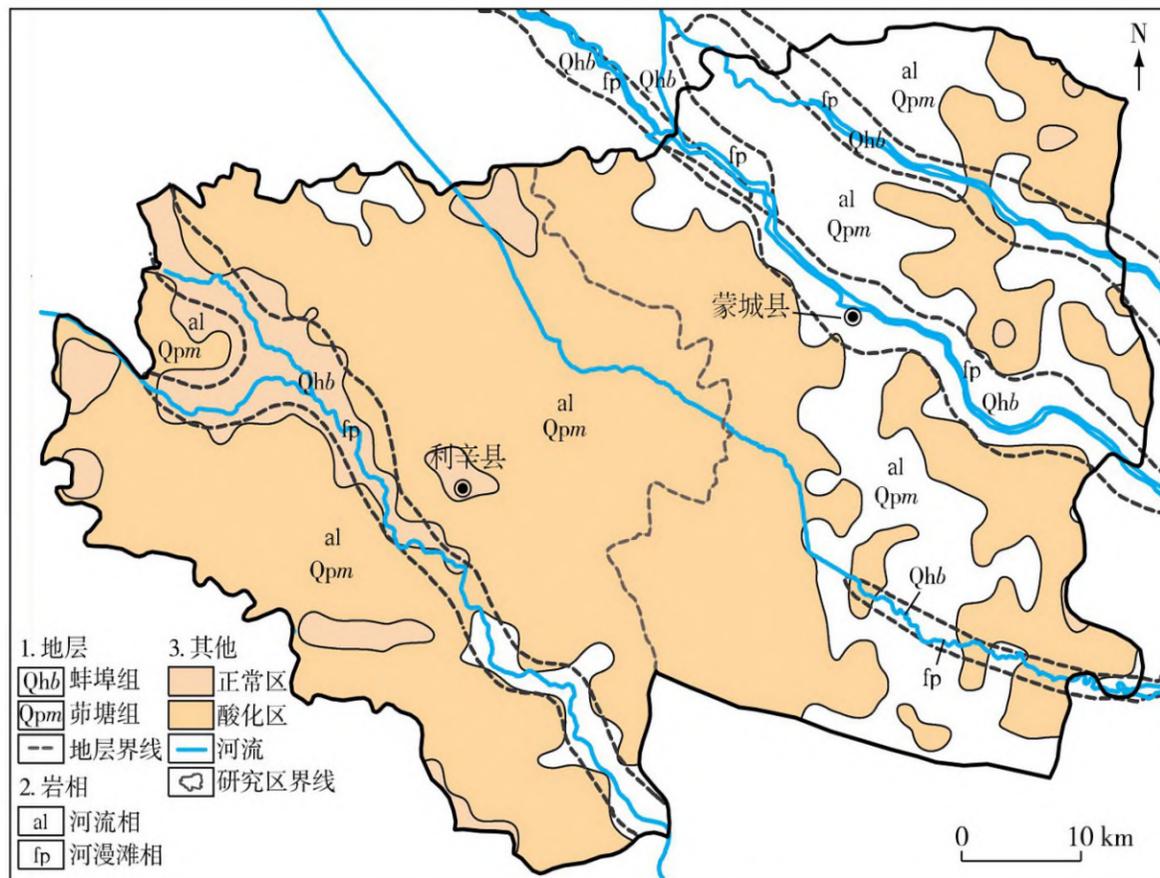


图4 研究区相对20世纪80年代耕层土壤酸化趋势图

Fig. 4 Acidification trend of arable soils in the study area compared with that in the 1980s

较短,未经强烈淋溶,富含碳酸钙(含量为5%~16%)^[17],土壤酸化缓冲能力较强,耕层土壤酸化不明显。

土壤酸化将降低土壤肥力、提高重金属活性^[2-3]。研究区酸化耕层土壤主要分布于河间洼地农田区,耕层土壤以酸性为主(占72.74%),应采取减少氮肥使用量,改用测土配方平衡施肥,推广秸秆还田,提高土壤有机质含量及深翻加厚耕层等措施,遏制土壤持续酸化。

6 结论

(1)研究区耕层土壤以酸性为主,酸性土壤广泛分布于河间洼地,河流两岸土壤呈碱性、中性。

(2)与20世纪80年代安徽省第二次土壤普查的耕层土壤相比,研究区耕层土壤酸化明显,碱性、强碱性土壤面积减少,酸性土壤面积增加。与深层土壤相比,研究区耕层土壤酸化明显,酸化土壤占66.51%,其余土壤酸碱度变化不明显。

(3)研究区耕层土壤酸化主要由长期大量使用化肥引起,土壤酸化程度受成土母质(地质背景)制约明显,晚更新世黄土性古河流相沉积物母质区耕层土壤酸化较明显,全新世近代黄泛河流冲积物母质区土壤酸化不明显。

参考文献

- [1] 赵其国.中国土壤科学战略发展研究的新思路——土壤学战略发展研究的顶层设计与路线[J].生态环境学报,2013,22(10):1639-1646.
- [2] 袁珍贵,杨晶,郭莉莉,等.酸化对土壤质量的影响及酸化土壤的主要改良措施研究进展[J].农学学报,2015,5(7):51-55.
- [3] 徐仁扣,李九玉,周四伟,等.我国农田土壤酸化调控的科学问题与技术措施[J].中国科学院院刊,2018,33(2):160-167.
- [4] 孙笑梅,闫军营,程道全,等.河南省耕地土壤酸碱度状况与酸化土壤治理途径[J].中国农学通报,2017,33(24):91-94.
- [5] 张华,张贤辉,方丹,等.淮南地区农田酸化土壤改良试验研究[J].现代农业科技,2015,16:223-224.
- [6] 汪吉东,许仙菊,宁运旺,等.土壤加速酸化的主要农业驱动因素研究进展[J].土壤,2015,47(4):627-633.
- [7] 徐仁扣.土壤酸化及其调控研究进展[J].土壤,2015,47(2):238-244.
- [8] 林文静,成红.土壤酸化板结的形成及处理措施[J].农业与技术,2018,38(4):41.
- [9] 杨秀敏,任广萌,李立新,等.土壤pH值对重金属形态的影响及其相关性研究[J].中国矿业,2017,26(6):79-83.

- [10] 郟海满,文帮勇,王继强,等.江西赣州梓山地区富硒土壤重金属元素安全性评价[J].华东地质,2017,38(3):234-240.
- [11] 李伟峰,叶英聪,朱安繁,等.近30 a江西省农田土壤pH时空变化及其与酸雨和施肥量间关系[J].自然资源学报,2017,32(11):1942-1953.
- [12] 张正栋,杨春红.近30年珠江北江上游土壤表层pH时空变化研究——以翁源县为例[J].华东师范大学学报(自然科学版),2014,46(6):107-113.
- [13] 中华人民共和国国土资源部.DZ/T 0258—2014 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,2015.
- [14] 中华人民共和国国土资源部.DZ/T 0295—2016 土地质量地球化学评价规范[S].北京:中国标准出版社,2016.
- [15] 廖启林,金洋,吴新民,等.南京地区土壤元素的人为活动环境富集系数研究[J].中国地质,2005,32(1):141-147.
- [16] 安徽省地球物理地球化学勘查技术院.1:5万横船渡幅、乌石垄幅、城安幅、郭村幅地球化学普查成果报告[R].2015:49-50.
- [17] 安徽省土壤普查办公室.安徽土壤[M].北京:科学出版社,1996:1.
- [18] 代庭奎.利辛县土壤养分监测统计分析及施肥对策[J].现代农业科技,2017(12):194-195.
- [19] 代勇.长期施用化肥对土壤污染问题初探[J].安徽农学通报,2013,19(4):73-74.
- [20] 张文凯,胡春燕.蒙城县土壤养分变化概况[J].农技服务,2008,25(9):58.

Acidity and basicity characteristics and acidification trend of the farmland soil in Huaibei Plain, Anhui Province

LI Peng-fei, DU Guo-qiang, LIU Chao, LIU Kun, ZHANG Xiao-rong
(Geological Survey Institution of Anhui Province, Hefei 230001, China)

Abstract: Soil pH values and related indicators were investigated for arable soil and deep soil samples from the Huaibei Plain, Anhui Province so as to understand the spatial distribution features of pH values in different soil conditions such as parental material, soil type and soil pH values. The comparison of pH values in arable soil and deep soil in the study area with the results obtained in the Second Soil Survey in Anhui Province in the 1980s was undertaken to outline tempo-spatially the change features of pH values and acidity change trend. The results demonstrate a distinct increasing acidification in arable soil, where acidic soil area accounts for approx. 63.38% of the study area. Late Pleistocene loess-like paleo-lacustrine facies sediments are characterized by distinct acidity and dominated by acidified soil; while Holocene modern flood alluvial sediments are characterized by unobvious acidification and dominated by alkaline soil. 66.51% of the arable soil is acidified in comparison with the deep soil. More than 62.55% of the arable soil is acidified, when comparing with the data in the 1980's. The geologic background and long-term utilization of chemical fertilizer may take responsibility for these phenomena.

Key words: pH value; acidification trend; ploughed soil; Huaibei Plain