

# 浙江省嘉兴市郊水稻土酸度比较研究<sup>①</sup>

李艾芬<sup>1</sup>, 范文俊<sup>1</sup>, 陆建中<sup>2</sup>, 张晓伟<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> 浙江省嘉兴市南湖区农业经济局, 浙江嘉兴 314000; <sup>2</sup> 浙江省嘉兴市南湖区凤桥镇农业服务中心, 浙江嘉兴 314007)

**摘要:** 2008 年对嘉兴市郊 339 个水稻土土壤酸度分析结果表明, 水稻土耕层酸度由 1982 年的中性为主降至目前的微酸性为主, 各土种之间差异不大。其变酸原因是由于双季稻改种单季稻后, 排水落干时间增长, 耕层中大量亚铁氧化所引起, 而不是施化肥之故。此原因也由灌水种稻后 pH 值有所升高、水田改种旱作后 pH 值显著降低所证实。

**关键词:** 水稻土; 土壤酸度; 影响因素; 嘉兴市郊

**中图分类号:** S153

土壤酸度是重要的土壤性质, 不但影响土壤中各种营养元素对作物的有效性, 也是评价某种作物对土壤适宜性的必测指标<sup>[1-7]</sup>。土壤环境质量变化已引起各级政府和人们的重视, 土壤酸化就是其中之一。杭嘉湖地区土壤酸化问题已有了相应的报道<sup>[8-10]</sup>。本文根据 2008 年 3 月浙江省人民政府下达的《关于开展全省标准农田及粮食生产能力调查工作》获取的土壤质量监测数据, 与 1982 年第二次土壤普查资料对比分析了嘉兴市郊水稻土酸度的变化。

## 1 研究区概况

嘉兴市南湖区地处长江三角洲都市区的中心位置, 界于 30°36'~30°50'N, 120°39'~120°58'E 之间。地形上属典型的水网平原, 土地总面积 426 km<sup>2</sup>, 耕地 22 773 hm<sup>2</sup>, 其中水田 16 033 hm<sup>2</sup>。人口 46.8 万人, 其中农业人口 23.06 万人, 是浙江省粮油、蚕茧、畜牧和水产的重点基地之一。

## 2 研究方法

### 2.1 土壤样品采集

土壤样品于 2008 年 4 月采集, 按《浙江省标准农田地力调查技术规范和操作规程》进行, 即采用全球定位仪 (GPS) 定位技术, 记录采样点经纬度, 多点 (15~20 个) 采集耕层土壤混合后, 采用四分法, 留 1 kg 左右土壤带回室内供分析用, 采样密度每 33.3 hm<sup>2</sup> (500 亩) 取一个土样, 共采 355 个土样。

为了测定水稻土淹水种稻后 pH 值变化和亚铁含量, 于 2009 年 9 月 21—22 日, 采集已种稻的土壤 (0~15 cm) 样品 12 个, 同时采集部分相邻的水稻改种旱作的土壤样品 5 个, 采集的土样装入塑料袋, 用胶带纸密封后供亚铁含量测定。

### 2.2 土壤分析

土壤 pH 分析按农业行业标准 (NY/T1121.2—2006) 玻璃电极法执行: 用无 CO<sub>2</sub> 的蒸馏水浸提, 土水比为 1:2.5。田间土壤 pH 值测定由作者用便携式 pH 计 (玻璃电极法) 测定<sup>[1]</sup>。土壤水溶性盐总量采用电导法测定: 用无 CO<sub>2</sub> 的蒸馏水浸提, 土水比为 1:5<sup>[11]</sup>。亚铁的测定<sup>[1]</sup>: 0.1 mol 硫酸铝 (pH 2.5) 提取, 邻菲罗林比色法。

土壤酸度分级标准按第二次土壤普查中的 6 级: 强酸性 (pH<4.5), 酸性 (pH 4.5~5.5), 微酸性 (pH 5.5~6.5), 中性 (pH 6.5~7.5), 碱性 (pH 7.5~8.5) 和强碱性 (pH>8.5)<sup>[7]</sup>。

### 2.3 土壤分类的修订

由于南湖区第二次土壤普查土壤分类用的是工作分类, 本研究按全国和浙江省第二次土壤分类系统进行了修订<sup>[6-7]</sup>: 土壤母质为老河流冲积物和老湖积物, 土壤分水稻土和潮土 2 个土类, 渗育、潜育、脱潜水稻土和灰潮土 4 个亚类, 7 个土属, 16 个土种。

①基金项目: 浙江省重点科技攻关项目 (20021118) 资助。

作者简介: 李艾芬 (1962—), 女, 浙江嘉兴人, 高级农艺师, 主要从事土壤肥料及农村

①基金项目: 浙江省重点科技攻关项目 (20021118) 资助。

作者简介: 李艾芬 (1962—), 女, 浙江嘉兴人, 高级农艺师, 主要从事土壤肥料及农村能源技术推广工作。E-mail: laf3316@126.com

研究中 2008 年仅为南湖区的数数据,而且为了便于与第二次土壤普查数据进行比较和统计,对经过土地平整后的样点以及样点明显少的土种数据予以剔除,因此实际参与比较的样点为 339 个。

### 3 结果和讨论

#### 3.1 水稻土酸度变化

从表 1 可以看出,自第二次土壤普查以来,嘉兴市郊水稻土的酸度有所提高,中性土由 1982 年的 75.2% 下降到 2008 年的 20.6%,而微酸性土壤由 24.8% 上升到 74.4%,还出现了酸性和强酸性土壤(分别为 34.81% 和 0.63%)。而且各土种变化呈一致趋势,这说明母质类型对水稻土耕层的酸度影响不大。产生这一情况主要与种植制度改变有关,1982 年以种植双季稻为主,土壤淹水时间较长,一般从 4 月种早稻开始到 11 月结束,长达 7 个多月。但自 20 世纪 90 年代以

来,随着种植业结构的调整,以种植单季稻为主,土壤淹水时间短,只 5 个月。另外取土时间也有关系,1982 年是秋收冬种后 11 月取土的,稻田刚排水落干;而 2008 年是 4 月取土的,稻田排水落干已达半年之久。因为稻田排水后,土壤中大量亚铁离子氧化,释放出氢离子,使土壤变酸。有报导认为土壤变酸是不合理施用化肥引起的<sup>[10-12]</sup>,我们认为这主要的针对保护地土壤<sup>[9, 13-14]</sup>,但对水稻土来说,致酸离子早随灌溉水流失了。对 339 个水稻土水溶性盐总量测定结果表明,稻田耕层含盐量很低,在 0.01~0.19 g/kg 之间,平均为 0.067 g/kg。pH 值最高为 7.6 (仅 2 个样点),未发现强碱性 (pH>8.5) 土壤。因此,不一定会出现周国华<sup>[9,10]</sup>的预测结果,即到 2012 年杭嘉湖平原强酸性土壤 (pH<5.0) 面积将达 9.63%,碱性土壤 (pH 7.5~8.5) 面积将达 16.03% 和强碱性土壤 (pH>8.5) 面积将达 2.57%。

表 1 嘉兴市郊水稻土酸度比较

Table 1 Acidity comparison between paddy soils in suburbs of Jiaxing City

| 土种     | 1982 年酸度 (pH) |         |         | 2008 年酸度 (pH) |      |         |         |         |         |         |         |
|--------|---------------|---------|---------|---------------|------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|        | 样品数           | 5.5~6.5 | 6.5~7.5 | 样品数           | <5.0 | 5.0~5.5 | 5.5~6.0 | 6.0~6.5 | 6.5~7.5 | 7.5~8.5 | 范围      |
| 黄斑田    | 751           | 148     | 603     | 147           | 1    | 7       | 44      | 69      | 26      | —       | 4.4~7.5 |
| 青褐黄斑田  | 332           | 106     | 226     | 19            | 1    | 1       | 5       | 8       | 4       | —       | 4.7~7.0 |
| 小粉心黄斑田 | 162           | 32      | 130     | 15            | —    | 1       | 3       | 8       | 3       | —       | 5.4~7.1 |
| 青紫泥田   | 178           | 50      | 128     | 28            | —    | 0       | 9       | 10      | 8       | 1       | 5.7~7.6 |
| 黄心青紫泥田 | 548           | 144     | 404     | 122           | —    | 3       | 36      | 55      | 27      | 1       | 5.3~7.6 |
| 小粉田    | 32            | 25      | 41      | 8             | —    | 1       | 0       | 5       | 2       | —       | 5.3~6.4 |
| 合计     | 2 037         | 505     | 1 532   | 339           | 2    | 13      | 97      | 155     | 70      | 2       |         |
| 比例 (%) |               | 24.8    | 75.2    |               | 0.6  | 3.8     | 28.6    | 45.8    | 20.6    | 0.6     |         |

#### 3.2 水稻土灌水种稻后土壤酸度变化

为了观察灌水种稻后 pH 值的变化,于 2009 年 9 月 21—22 日,选取 12 块与 2008 年对应的稻田进行了调查和分析,此时正值水稻齐穗期,淹水已有 3 个月左右,结果表明(表 2),灌水种稻以后, pH 值均有所上升,12 个点 2008 年室内测定的 pH 值平均为 5.45,而 2009 年平均为 6.46,平均提高了 1 个单位。酸性土淹水后 pH 升高的主要原因是由于在嫌气条件下形成的还原性碳酸铁、锰呈碱性,溶解度较大,因而 pH 值

升高<sup>[3]</sup>。

#### 3.3 水田改种旱作后土壤酸度变化

近年来我区园地面积有所扩大,至 2007 年已有园地 3 800 hm<sup>2</sup>,主要种植葡萄、桃和梨,尚有部分种植蔬菜。

2009 年 9 月对 5 个由水田改种旱作的土壤 pH 值测定结果表明(表 2),水田改种旱作后,耕层的 pH 值显著降低,其田间测定 pH 值平均为 4.7,而相邻种

稻的 pH 值平均为 6.8；在室内测定的 pH 值平均也有 12）降至旱作的 19 mg/kg（ $n=5$ ）所证实（表 2）。5.47，而相邻种稻的 pH 值平均为 6.47。这主要是由于水改旱后，土壤通透性改善，土壤中亚铁氧化引起的，此原因也由种稻耕层的亚铁平均含量从 518 mg/kg( $n=$

表 2 水稻土灌水种稻或改种旱作后土壤酸度变化

Table 2 Changes of soil acidity after rice-planting or dryland crop planting

| 样号 | 地点   | 农户  | 农业利用   |        |        | pH 值      |           |           | 水溶性盐含量<br>2008 (g/kg) | 亚铁含量<br>2009<br><del>—(mg/kg)—</del> |
|----|------|-----|--------|--------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------------------|--------------------------------------|
|    |      |     | 2007 年 | 2008 年 | 2009 年 | 2008 (室内) | 2009 (田间) | 2009 (室内) |                       |                                      |
| 1  | 余新普光 | 陈觉民 | 稻      | 稻      | 稻      | 5.47      | 7.1       | 6.45      | 0.06                  | 624                                  |
| 2  | 余新普光 | 陈觉民 | 葡萄     | 葡萄     | 葡萄     | —         | 3.6       | 4.51      | —                     | 26                                   |
| 3  | 余新黎明 | 金有法 | 稻      | 稻      | 稻      | 5.56      | 7.4       | 6.80      | 0.12                  | 71                                   |
| 4  | 余新黎明 | 金有法 | 葡萄     | 葡萄     | 葡萄     | —         | 4.7       | 5.69      | —                     | 15                                   |
| 5  | 余新永利 | 盛彩观 | 稻      | 稻      | 稻      | 5.58      | 6.9       | 6.57      | 0.03                  | 69                                   |
| 6  | 余新永利 | 盛彩观 | 葡萄     | 葡萄     | 葡萄     | —         | 4.8       | 5.53      | —                     | 40                                   |
| 7  | 余新永利 | 程菊根 | 稻      | 稻      | 稻      | 5.19      | 6.0       | 6.16      | 0.04                  | 408                                  |
| 8  | 余新永利 | 程菊根 | 稻      | 葡萄     | 葡萄     | —         | 4.6       | 5.92      | —                     | 16                                   |
| 9  | 余新永利 | 朱祥  | 稻      | 稻      | 稻      | —         | 6.4       | 6.35      | —                     | 779                                  |
| 10 | 余新永利 | 朱祥  | 稻      | 稻      | 大豆     | 5.31      | 5.7       | 5.72      | 0.09                  | 13                                   |
| 11 | 余新黎明 | 陆亚根 | 稻      | 稻      | 稻      | 5.68      | 6.8       | 6.42      | 0.05                  | 149                                  |
| 12 | 余新黎明 | 倪柏明 | 稻      | 稻      | 稻      | 5.42      | 7.1       | 6.50      | 0.09                  | 617                                  |
| 13 | 凤桥联丰 | 来高强 | 稻      | 稻      | 稻      | 5.43      | 6.2       | 6.13      | 0.06                  | 101                                  |
| 14 | 凤桥联丰 | 姚寿元 | 稻      | 稻      | 稻      | 5.45      | 5.7       | 6.26      | 0.07                  | 269                                  |
| 15 | 凤桥大星 | 裘志祥 | 稻      | 稻      | 稻      | 5.28      | 6.4       | 6.60      | 0.17                  | 215                                  |
| 16 | 凤桥大星 | 黄兴田 | 稻      | 稻      | 稻      | 5.55      | 6.5       | 6.87      | 0.03                  | 235                                  |
| 17 | 凤桥大星 | 言正法 | 稻      | 稻      | 稻      | 5.52      | 6.7       | 6.46      | 0.09                  | 242                                  |

4 结论

总体上嘉兴市南湖区土壤出现酸化趋势。土壤酸化主要发生在旱地及保护地上<sup>[9-10]</sup>。2008 年调查该区并没有发现土壤有“碱化”现象。水稻土酸化的根本原因是双季稻改为单季稻，但是水稻土的酸度主要特点是在灌水-排水的周期性措施的影响下出现周期性变化。在田间条件下，酸性水稻土和碱性水稻土在灌水后 pH 值向中性靠拢，即从 pH 4.6~8.0 的范围变到 pH 6.6~7.5 的范围<sup>[2]</sup>。南湖区是商品粮基地，为保证粮食安全，占耕田面积 70.4% 的水田面积不可能大面积减少，因此每年在水旱轮作、周期性干湿交替情况下，水稻土酸度不易发生严重酸化或“碱化”现象。

表 2—水稻土灌水种稻或改种旱作后土壤酸度变化

Table 2—Changes of soil acidity after rice-planting or dryland crop planting

| 样号 | 地点   | 农户  | 农业利用   |        | pH 值   |                           |
|----|------|-----|--------|--------|--------|---------------------------|
|    |      |     | 2007 年 | 2008 年 | 2009 年 | 2008<br><del>—(室内)—</del> |
| 1  | 余新普光 | 陈觉民 | 稻      | 稻      | 稻      | 5.47                      |
| 2  | 余新普光 | 陈觉民 | 葡萄     | 葡萄     | 葡萄     | —                         |
| 3  | 余新黎明 | 金有法 | 稻      | 稻      | 稻      | 5.56                      |
| 4  | 余新黎明 | 金有法 | 葡萄     | 葡萄     | 葡萄     | =                         |
| 5  | 余新永利 | 盛彩观 | 稻      | 稻      | 稻      | 5.58                      |
| 6  | 余新永利 | 盛彩观 | 葡萄     | 葡萄     | 葡萄     | =                         |
| 7  | 余新永利 | 程菊根 | 稻      | 稻      | 稻      | 5.19                      |
| 8  | 余新永利 | 程菊根 | 稻      | 葡萄     | 葡萄     | —                         |

|    |      |     |   |   |    |                                                                  |
|----|------|-----|---|---|----|------------------------------------------------------------------|
| 9  | 余新永利 | 朱祥  | 稻 | 稻 | 稻  | 粮食安全,占耕田面积 70.4%的水田面积不可能大面                                       |
| 10 | 余新永利 | 朱祥  | 稻 | 稻 | 大豆 | 积减少,因此每年在水旱轮作。周期性干湿交替情况                                          |
| 11 | 余新黎明 | 陆亚根 | 稻 | 稻 | 稻  | 下,水稻土酸度不易发生严重酸化或“碱化”现象。                                          |
| 12 | 余新黎明 | 倪柏明 | 稻 | 稻 | 稻  | 参考文献: 7.1 6.50 0.09 617                                          |
| 13 | 凤桥联丰 | 来高强 | 稻 | 稻 | 稻  | 5.43 6.2 6.13 0.06 101                                           |
| 14 | 凤桥联丰 | 姚寿元 | 稻 | 稻 | 稻  | [1] 于天仁. 土壤电化性质及其研究法. 北京: 科学出版社, 1976: 325-348, 389-391, 447-453 |
| 15 | 凤桥大星 | 裘志祥 | 稻 | 稻 | 稻  | 5.45 5.7 6.26 0.07 269                                           |
| 16 | 凤桥大星 | 黄兴田 | 稻 | 稻 | 稻  | 5.28 6.4 6.60 0.17 215                                           |
| 17 | 凤桥大星 | 言正法 | 稻 | 稻 | 稻  | 5.55 6.5 6.87 0.03 235                                           |
| 17 | 凤桥大星 | 言正法 | 稻 | 稻 | 稻  | 5.52 6.7 6.46 0.09 242                                           |

3.3—水田改种旱作后土壤酸度变化

近年来我区园地面积有所扩大,至 2007 年已有园地 3 800 hm<sup>2</sup>,主要种植葡萄、桃和梨,尚有部分种植蔬菜。

2009 年 9 月对 5 个由水田改种旱作的土壤 pH 值测定结果表明(表 2),水田改种旱作后,耕层的 pH 值显著降低,其田间测定 pH 值平均为 4.7,而相邻种稻的 pH 值平均为 6.8;在室内测定的 pH 值平均也有 5.47,而相邻种稻的 pH 值平均为 6.47。这主要是由于水改旱后,土壤通透性改善,土壤中亚铁氧化引起的,此原因也由种稻耕层的亚铁平均含量从 518 mg/kg(n=12)降至旱作的 19 mg/kg(n=5)所证实(表 2)。

4—结论

总体上嘉兴市南湖区土壤出现酸化趋势。土壤酸化主要发生在旱地及保护地上<sup>[9-10]</sup>。2008 年调查该区并没有发现土壤有“碱化”现象。水稻土酸化的根本原因是双季稻改为单季稻,但是水稻土的酸度主要特点是在灌水-排水的周期性措施的影响下出现周期性变化。在田间条件下,酸性水稻土和碱性水稻土在灌水后 pH 值向中性靠拢,即从 pH 4.6~8.0 的范围变到 pH 6.6~7.5 的范围<sup>[2]</sup>。南湖区是商品粮基地,为保证

参考文献:

[1] 于天仁. 土壤电化性质及其研究法. 北京: 科学出版社, 1976: 325-348, 389-391, 447-453

[2] 于天仁. 水稻土的物理化学. —北京: 科学出版社, 1983: 173-205

[3] 朱祖祥. 土壤学(上册). 北京: 农业出版社, 1983. 70-72

[4] 李庆逵. 中国水稻土. 北京: 科学出版社, 1992: 274-288

[5] 俞震豫. 土壤发育及其鉴定和分类. 北京: 农业出版社, 1992: 67-72

[6] 浙江省土壤普查办公室. 浙江土壤. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1994: 66-81, 397-398

[7] 全国土壤普查办公室. 中国土壤普查技术. 北京: 农业出版社, 1992: 42-50, 87

[8] 周奇迹, 张益农. 浙北嘉湖平原桑园土壤酸化的调查研究. 土壤通报, 1999, 30(5): 206-207

[9] 黄锦法, 李艾芬, 马树国, 张蚕生, 冯家俊, 项彩花, 杨春雄, 黄雪良. 浙江嘉兴保护地土壤障碍的农化性状指标研究. 土壤通报, 2001, 32(4): 160-162

[10] 周国华. 浙江省农业地质环境调查评价方法技术. 北京: 地质出版社, 2007: 112-113

[11] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析. 上海: 上海科学技术出版社, 1978: 200-208

[12] 李贤胜, 杨平, 卢祖瑶, 汤祖明, 戴晓晶. 皖南山区土壤酸化趋势研究—以宣城市广德县为例. 土壤, 2008, 40 (4): 676-679

[13] 范庆锋, 张玉龙, 陈重, 张玉玲, 王丽娜. 保护地土壤酸度特征及酸化机制研究. 土壤学报, 2009, 46(3): 466-471

[14] 高砚芳, 段增强, 郇恒福. 宜兴市温室土壤理化性质的调查和分析. 土壤, 2007, 39(6): 968-972

Comparasion Between Paddy Soil Acidity in Suburbs of Jiaxing City, Zhejiang Province

LI Ai-fen<sup>1</sup>, FQIAN WSchni-jumng, LU Jian-zhong<sup>2</sup>, ZHANG Xiao-wei<sup>1</sup>

(1 (Agroeconomy Bureau of Nanhu District, Jiaxing, Zhejiang 314000, China;

2 Agriculture Service Center of Fengqiao Town, Nanhu District, Jiaxing, Zhejiang 314007, China )

**Abstract:** The comparison results between paddy soil acidity in 1982 and 2008 in the suburbs of Jiaxing Ceity showed that: the acidity of the arable layers of paddy soil changed generally from neutral 1982 to slightly acid; no significant difference in acidity between different soil species; pH value increased after dry land was changed to paddy field but decreased dramatically after paddy field was changed to dry land due to ferrous

oxidation in the arable layer of soil.

**Key words:** Paddy soil, Soil acidity, Effective factor, Suburbs of Jiaxing