

# 多目标区域地球化学调查的土壤 pH 分析方法及其应用浅析<sup>①</sup>

李斯凡，马良程，高超

(南京大学地理与海洋科学学院, 南京 210093)

## Method of Soil pH Analysis in Multi-objective Regional Geochemical Survey and Its Application

LI Si-fan MA Liang-cheng GAO Chao

(Academy of Geography and Marine Science of Nanjing University, Nanjing 210093, China)

**摘要：**选定一案例区，按多目标区域地球化学调查工作所要求的方法获取表层土壤样品，并分别测定单点样品和组合样品的土壤 pH 值。通过统计分析和 GIS 制图，对比了这两种分析方法所得结果的差异。两种方法所得到的研究区土壤酸碱性分布格局基本一致，但土壤样品组合后测定的 pH 值与单点样品测定结果相比总体上有所下降。土壤呈碱性时，组合分析法更易导致 pH 偏低。将多目标区域地球化学调查工作获得的土壤酸碱性数据与历史资料进行对比并分析特定地区的土壤酸碱性变化趋势时，在一定程度上会有夸大土壤酸化的倾向。

**关键词：** 多目标区域地球化学调查；土壤 pH 值；分析方法；土壤酸化

**中图分类号：** X53

人类活动导致的土壤酸碱性变化及其后果已受到广泛的关注。前人用不同的研究方法揭示特定地区土壤酸碱性的变化趋势<sup>[1-7]</sup>，其中对比不同时段的代表性采样分析结果是比较常用的方法<sup>[4-5]</sup>。

在我国，土壤属性资料比较齐全的土壤系统调查工作主要有全国第二次土壤普查和多目标区域地球化学调查。前者完成于上世纪 80 年代初期，是一项全国范围的调查工作。而“十五”期间实施的 1:25 万多目标区域地球化学调查已覆盖了我国人口最为密集的各大重要经济区带<sup>[8-9]</sup>。在这两项工作的覆盖区，就可以分析上世纪 80 年代之后的 20 多年间部分土壤理化性质的演变趋势。如王志刚等<sup>[3]</sup>以此分析了江苏省土壤 pH 值的时空变化，指出近 20 年来该省土壤有以酸化为主的变化趋势。随着多目标区域地球化学调查覆盖面积的进一步扩大，其成果必将发挥更大的作用。

根据中国地质调查局地质调查技术标准，多目标区域地球化学调查工作中表层土壤样品的采样密度为 1 个点/km<sup>2</sup>，即在 1:5 万地形图的基本采

样单元（1 km × 1 km）内采集一个样品（以下简称单点样）。以 1:5 万或 1:10 万地形图图幅上的偶数方里网为界（2 km × 2 km）划分单元格，将 4 km<sup>2</sup> 单元格内的 4 个样品等重量组合成 1 个分析样品（简称组合样），测定 pH 及 50 余种元素和化合物的含量<sup>②</sup>，每个组合样的分析结果代表了 4 km<sup>2</sup> 单元格的土壤属性。这一方法比较适用于元素和化合物的全量测定，虽然有一定量的信息损失，但可以大幅度减少分析测试工作量。然而对于土壤酸碱性测定，这一方法有可能会在一定程度上歪曲真实结果。因为土壤 pH 值是氢离子浓度的负对数，即使是进行求平均值之类的简单数据转换，其结果也可能发生变化。例如某 4 km<sup>2</sup> 单元格内的 4 个单点样的 pH 测定结果分别为 8.0、8.0、8.0 和 6.0，则无疑这一单元格内的土壤总体上是偏碱性的。然而，如果将这 4 个单点样品等量混合，并忽略混合后可能发生的化学反应，则不难算出组合样品的理论 pH 值为 6.59。可见组合样品的 pH 值 < 7.0，与单点样品分析结果所反映的土壤酸碱性状况显然不同。

①基金项目：国土资源部国土资源大调查项目(20031420022-02)资助。

作者简介：李斯凡（1987—），男，江苏南京人，硕士研究生，主要从事土壤中污染物的迁移、转化等方面的研究。E-mail: edison0225@126.com

②中国地质调查局. 多目标区域地球化学调查规范(1:250000)/中国地质调查局地质调查技术标准(DD2005-01). 2005

为了使多目标区域地球化学调查所获得的丰富数据资料得到更为合理、正确的利用,本文选择一案例区,对比单点样分析法和组合样分析法所得到的区域土壤酸碱性的差异。

## 1 材料与方法

研究区为东西距离 24 km、南北距离 16 km 的矩形区域,区内主要分布水稻土和红黄壤。按照多目标区域地球化学调查规范,采用网格法均匀布点采样,在  $1 \text{ km} \times 1 \text{ km}$  基本采样单元的中心采集表层土壤样品 384 个,样品全部采集自 0 ~ 20 cm 表层。风干过筛后通过单点样品的等量组合得到  $4 \text{ km}^2$  单元格组合样品 96 个。

采用相同方法测定单点样品和组合样品的 pH 值,测定时的水土比为 2.5 : 1。称取风干土 10 g,放入 50 ml 烧杯中,加入蒸馏水 25 ml,搅拌 1 min 后静置 30 min。利用玻璃电极法测定悬液 pH 值。

利用 ArcMap 软件分别对单点样和组合样分析得到的土壤 pH 值进行反距离加权插值,绘制研究区土壤 pH 值空间分布图。再运用 ArcMap 软件对两种方法得到的土壤 pH 值分布图进行叠加并求其差值(组

合样 pH 值 - 单点样 pH 值),以进一步揭示不同分析方法对研究区土壤 pH 值分布特征的影响。

## 2 结果与讨论

### 2.1 不同方法得到的土壤 pH 值的基本统计特征

两组样品的基本统计特征和分布状况见表 1。由单点样测定结果可知,研究区土壤 pH 平均值和中值分别为 6.93 和 6.97,最小值和最大值分别为 4.53 和 8.74,极差为 4.21。有超过一半(51.3%)的样品的 pH 值在 6.5 ~ 7.5 之间,为中性土壤。偏酸性和偏碱性的样品分别占 26.3% 和 22.4%。组合样品的 pH 平均值和中值分别为 6.88 和 6.86,最小值和最大值分别为 4.77 和 8.09,极差为 3.32。属偏酸性、中性和偏碱性土壤的样品比例分别占 27.1%、52.1% 和 20.8%。与单点样品相比,组合样品的平均值、中值、级差、标准差和峰度都有所减小。其中组合样品的平均值和中值分别降低了 0.05 和 0.11 个单位,即总体上组合样品显示了更强的酸性。同时,组合样品的极差和标准差分别降低了 0.89 和 0.04 个单位,峰度降低了 0.077 个单位,说明数据的变异性有一定程度的减小,偏酸性土壤的 pH 值有所提高,而偏碱性土壤的 pH 值有所降低。

表 1 单点和组合样品的 pH 值基本统计特征值

	样品数	平均值	标准差	中值	最小值	最大值	偏度	峰度
单点样	384	6.93	0.69	6.97	4.53	8.74	-0.324	3.074
组合样	96	6.88	0.65	6.86	4.77	8.09	-0.302	2.997

### 2.2 不同方法得到的土壤 pH 值空间分布特征

由单点样分析结果所绘制的土壤 pH 值空间分布图(图 1a)可见,偏酸性土壤主要分布在研究区的西南和北部,而在研究区东南有较大面积的偏碱性土壤分布,西北部也有少量的碱性土壤。组合样分析结果揭示了相似的土壤 pH 值空间分布格局(图 1b)。相比之下,后者揭示的土壤 pH 值空间变化较为平缓,局部地区细微变化的信息有所损失。然而从两种方法得到的 pH 分布差值图可以看出,相对于单点样品分析法,组合样品分析法得到的土壤 pH 值在一些地区升高了,而在另一些地区有所下降(图 1c)。最大升高幅度接近 1.1,最大降低幅度为 1.35。总体上以下降为主,下降幅度超过 0.125(相当于氢离子浓度升高 50%)的面积约为总面积的 35.7%,升高幅度超过 0.125(相当于氢离子浓度降低 50%)的面积约为总面积的 19.3%。

上述现象说明,理化性质差异较大的土壤样品混

合后测定其 pH 值时,既会发生 pH 升高的现象,也会发生 pH 降低的情况,但总体上以降低为主。因此,在将多目标区域地球化学调查工作获得的土壤酸碱性数据与历史资料进行对比时,在总体上有夸大土壤酸化的倾向。

为了进一步分析样品组合对土壤酸碱性空间分布的影响,通过技术处理综合图 1a 和图 1c 得到组合分析法导致的 pH 值变化与土壤自身酸碱性的关系图(图 2)。图中颜色由浅到深的区域依次为:酸性土壤,组合样得到的土壤 pH 值降低,占总面积的 6.33%;酸性土壤,组合样得到的土壤 pH 值升高,占总面积的 11.10%;中性土壤,组合样得到的土壤 pH 值降低,占总面积的 47.62%;中性土壤,组合样得到的土壤 pH 值升高,占总面积的 19.96%;碱性土壤,组合样得到的土壤 pH 值降低,占总面积的 13.74%;碱性土壤,组合样得到的土壤 pH 值升高,占总面积的 1.26%。可

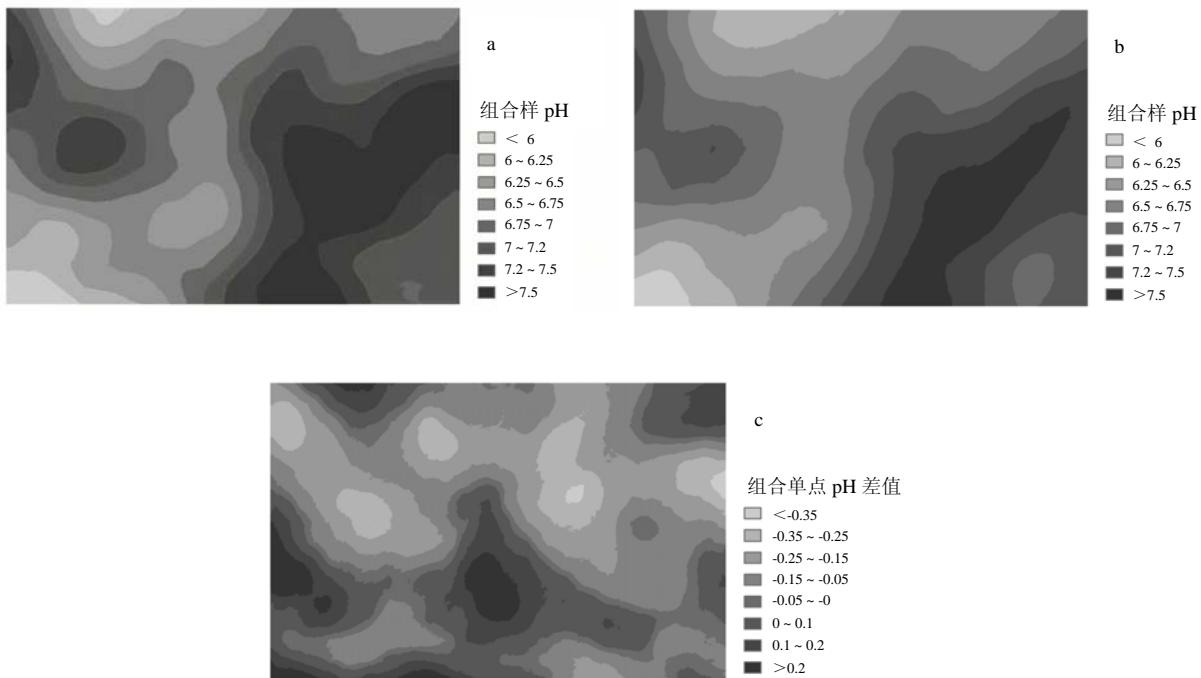


图 1 单点样分析法(a)、组合样分析法(b)得到的研究区土壤 pH 值空间分布图以及二者的差值图(c)



图 2 组合分析法导致的 pH 值变化与土壤自身酸碱性的关系图

见土壤酸性或碱性,组合样得到的土壤 pH 值升高和降低的情况都存在。酸性土壤,组合样 pH 升高的样品较多。但是,中性和碱性土壤,情况则相反,尤其是碱性土壤,组合样 pH 值降低的样品占总数的 90% 以上。这说明土壤呈碱性时,组合分析法更易导致结果偏低。

### 3 主要结论

单点样分析法和组合样分析法所得到的研究区土壤酸碱性分布格局基本相似,土壤样品组合后测定的 pH 值与由参与组合的单点样 pH 计算值相比既会出现

降低的情况,也会有升高的现象,但总体上 pH 值有所下降。将多目标区域地球化学调查工作获得的土壤酸碱性数据与历史资料进行对比并分析特定地区的土壤酸碱性变化趋势时,在一定程度上会歪曲实际的变化情况,总体上有夸大土壤酸化的倾向。

### 参考文献:

- [1] Van der Salm C, De Vries W. Soil acidification in loess and clay soils in the Netherlands. Water, Air, and Soil Pollution, 2000, 120: 139~167
- [2] Jönsson U, Rosengren U, Thelin G, Nihlgård B. Acidification-

- induced chemical changes in coniferous forest soils in southern Sweden 1988-1999. Environmental Pollution, 2003, 123: 75-83
- [3] 王志刚, 赵永存, 廖启林, 黄标, 孙维侠, 齐雁冰, 史学正, 于东升. 近 20 年来江苏省土壤 pH 值时空变化及其驱动力. 生态学报, 2008, 28(2): 720-727
- [4] Guo JH, Liu XJ, Zhang Y, Shen JL, Han WX, Zhang WF, Christie P, Goulding KWT, Vitousek PM, Zhang FS. Significant acidification in major Chinese croplands. Science, 2010, 327: 1 008-1 010
- [5] Baxter SJ, Oliver MA, Archer JR. The Representative Soil Sampling Scheme of England and Wales-- the spatial variation of topsoil nutrient status and pH between 1971 and 2001. Soil Use and Management, 2006, 22: 383-392
- [6] 王辛芝, 张甘霖, 俞元春, 张金池. 南京城市土壤 pH 和养分的空间分布. 南京林业大学学报(自然科学版), 2006, 30(4): 69-73
- [7] 朱小琴, 孙维侠, 黄标, 王洪杰, 赵永存, 史学正, 于东升. 长江三角洲 pH 特征及影响因素探究—以江苏省无锡市为例. 土壤学报, 2009, 46(4): 594-602
- [8] 陈国光, 周国华, 郦逸根. 基于地学的生态地球化学评价. 资源调查与环境, 2007, 28(2): 79-84
- [9] 杨忠芳, 成杭新, 陈岳龙, 冯海艳, 陈德友, 陈国光, 赵更新. 进入 21 世纪的勘察地球化学: 对生态化学的展望. 地学前沿, 2004, 11(2): 600-605