

# 太湖流域土壤质量调查样点与剖面点分配的确定方法<sup>①</sup>

张定祥 沈 非 史学正

(中国科学院南京土壤研究所 南京 210008)

**摘要** 根据太湖地区土壤质量调查样点控制、最终成图基本要求以及试验经费情况,土壤质量演变规律与持续利用总项目组确定该流域采样点总数 1600 个,剖面样 80 个左右。在上述基本前提条件下,根据区域内土种数目、各县市水稻土总面积、各县市土地利用人口压力等因素,运用层次分析法,确定各县、市应采集的农化样和土壤剖面样的数目。

**关键词** 土壤质量; 层次分析法; 太湖地区

土壤质量研究已经成为当前国际国内土壤学界研究的重要热点之一。土壤质量是土壤在生态系统范围内,维持生物的生产力、保护环境质量以及促进动植物健康的能力。土壤具有不同的质量等级,这是与土壤的各种形成因素以及土壤耕作引起的动态变化有关的一种固有的土壤属性<sup>[1]</sup>。水稻土作为人为作用为主形成的土壤,是土壤质量变异最显著的土类之一,因此,水稻土区是“土壤质量演变规律与持续利用”项目的四个研究地区之一。太湖流域由于得天独厚的地理条件,农业生产条件优越,土壤受人为作用影响剧烈,加上该地区已经积累了水稻土研究的大量的长期试验资料,理所当然地成为水稻土区研究土壤质量的主要区域。

对区域土壤质量研究就必须进行土壤质量现状调查,确定研究区域调查需要的土壤样点数目及其分布是土壤质量调查以及土壤普查中一个重要的问题。虽然对土壤进行全面的普查是掌握土壤质量现状和变化的最佳方法,但是由于试验经费和时间等条件的限制,在实际研究工作中人们常常通过土壤普查来获得有关资料。因此,确定采样密度以及各地区样点数的分配是首先必须解决的问题。为了确保土壤质量调查最终成图精度要求,土壤质量演变规律与持续利用总项目组,根据太湖流域的实际情况和总经费限制等因素,确定本次土壤质量调查太湖地区水稻土区取样点总数控制为 1600 个,其中包括土壤剖面样点 80 个,分析样点 1520 个。在分析样点中有五分之一(即 304 个)的样点采双层样(表层和亚表层),仅采表层的样点 1216 个,占分析样点总数五分之四。由于太湖流域分属苏、浙、沪三省市,条件较为复杂,水稻土种类繁多,如何将此采样点数和剖面点分配到各个县市是本研究需要解决的主要问题。

## 1 研究区域概况

太湖流域位于长江三角洲的核心部位,土地总面积 3.63 万 km<sup>2</sup>,总人口 3272 万(1991 年)。行政区划包括上海市徐崇明县以外的全部,江苏省的苏州、无锡、常州三市,镇江市的

<sup>①</sup> 本文得到国家重点基础发展规划项目(批准号:G1999011810)和国家自然科学基金(批准号:49971039)资助。

丹阳市,浙江省的嘉兴、湖州市全部和杭州市一部分县,共7座特大、大、中城市和35个县与县级市。太湖流域地势西高东低,大致以丹阳—溧阳—宜兴—湖州—杭州一线为界分为平原与山地丘陵两大部分。东部为太湖平原区,是全流域的主体,面积约占流域总面积的75%,其中上海占14%,江苏占43%,浙江占18%。西侧为山地丘陵,它构成了本流域的分水岭,山地面积约占总面积25%,其中浙江占16%,江苏占9%。自然区划为太湖平原地区,包括北部沿江平原区、湖西平原区、苏锡平原区、阳澄淀泖平原区、东部沿海平原区、太湖及湖滨丘陵区、杭嘉湖平原区;西部山地丘陵地区,包括茅山低山丘陵岗地区、宜溧低山丘陵区、西苕溪河谷平原区、天目山山地丘陵区。太湖流域年均降雨量1050~1400mm,自然条件较为优越,地理位置处于我国东部沿海的适中部位,农业开发历史悠久,是著名的“鱼米之乡”<sup>[2]</sup>。建国后国民经济各方面的发展均十分迅速,特别是改革、开放以来,工农业和第三产业的发展加快,区域经济和城市发展也正在向现代化迈进。但是,由于太湖流域人口稠密、自然资源相对明显不足,乡镇经济发展中污染以及非农业占用耕地现象严重,如何协调社会经济发展与自然资源的进一步保护、开发、利用,将是今后一项长期性的任务。

## 2 土壤质量调查样点数目的确定

对研究地区进行全面的土壤质量普查将是一项耗资巨大的工程。因此,在实际工作中常常不被采用。对区域的典型地区、主要土壤进行概查是十分必要的和现阶段唯一可行的选择。土壤质量调查的目的是获得土壤质量的现状、最近几十年来的变迁以及今后由于自然过程及人类利用可能造成的土壤质量变化趋势,因此,影响土壤质量变异的因素将是我们考虑的主要内容。我们认为影响土壤质量变化的因素包括人为因素和自然因素。人为因素包括人们对土地的管理与实践,轮作、施肥、农业耕作等一系列人类活动,它对土壤的物理、化学及生物属性产生的深刻影响,从而能根本地改变土壤质量。近年来,由于非农业系统物质与能量投入的增加,化学、生物污染物、生活污水和废弃物大量进入农田对土壤的发育和演变有着重要的影响。此外,土壤固有的属性也影响着土壤质量的演变过程和速度。因此我们在研究过程中将着重考虑这些影响土壤质量变异的主要因子。在本文研究中我们主要考虑各地区平原区面积,土种的数目和平均人口密度等3项可能影响土壤质量变异的因子。

## 3 方法与步骤

### 3.1 各县市采样点分配数的确定

以县市为单位统计太湖流域各县市基本情况,主要包括各县市在此区域的平原区面积,土壤数目和人口密度。

采用格网法统计太湖流域各县市平原区相对面积,并将面积转换为面积分数值。计算公式如下:

$$\lambda_{a(i)} = \frac{a(i) - a_{min}}{a_{max} - a_{min}}$$

式中  $\lambda_{a(i)}$  表示某地区平原区面积分数,  $a(i)$  表示某地区平原区相对面积值,  $a_{max}$  表示所有县市中平原区相对面积最大值,  $a_{min}$  表示所有县市平原区相对面积最小值。

将太湖流域行政区划图与土壤图套合,根据各单位范围内的水稻土种数,用面积分数值

相同方法计算土种数分数值。

$$\lambda_{S(i)} = \frac{S(i) - S_{min}}{S_{max} - S_{min}}$$

式中  $\lambda_{S(i)}$  表示某地区土种分数,  $S(i)$  表示某地区水稻土土种数目,  $S_{min}$  表示所有县市中水稻土土种数目的最大值,  $S_{max}$  表示所有县市中水稻土土种数目的最小值。

根据流域内各县市人口密度, 计算人口分数值。

$$\lambda_{p(i)} = \frac{p(i) - p_{min}}{p_{max} - p_{min}}$$

式中  $\lambda_{p(i)}$  表示某地区人口密度分数,  $p(i)$  表示某些地区人口密度,  $p_{max}$  表示所有县市中人口密度最大值,  $p_{min}$  表示所有县市中人口密度最小值。

对于面积、土种和人口对土壤质量变异的权重, 根据专家打分方法<sup>[3]</sup>, 赋予面积、土壤和人口密度权重分别为 5、7、3, 并计算各县市的分数值。将分数值分级, 其次,  $> 9.55$  为 1 级, 7.05 与 9.55 之间为 2 级, 6.55 与 7.05 之间为 3 级, 4.05 与 6.55 之间为 4 级,  $< 4.05$  为 5 级。将所有级别求和, 再将样点总数 1600 按照各地市级别数占总级别数比例分配各县市样点数(见表 1)。

表 1 太湖流域各县市面积、土种、人口分数值及样点分配表

编号	地区	县市	面积	土种	人口	分值	级别	样点数
1	上海	上海市区	0.2	0.2	1.0	5.5	4	32
2		上海市郊	0.2	0.3	0.6	5.2	4	32
3		嘉定	0.2	0.5	0.6	6.1	4	32
4		川沙	0.2	0.7	0.4	6.2	4	32
5		南汇	0.5	0.7	0.4	8.3	2	53
6		青浦	0.5	0.5	0.2	7.0	3	42
7		松江	0.5	0.3	0.3	6.4	3	42
8		金山	0.5	0.5	0.2	7.0	3	42
9		奉贤	0.5	1.0	0.2	9.5	2	53
10	浙江	嘉兴	0.7	0.5	0.1	7.8	2	53
11		嘉善	0.2	0.7	0.2	5.4	4	32
12		平湖	0.2	0.7	0.2	5.4	4	32
13		海盐	0.2	0.5	0.2	4.6	4	32
14		海宁	0.5	0.3	0.2	5.5	4	32
15		桐乡	0.5	0.5	0.2	6.9	3	42
16		湖州	0.7	0.8	0.2	9.7	2	53
17		长兴	0.0	0.7	0.0	3.4	5	14
18		安吉	0.0	0.3	0.0	1.7	5	14
19		德清	0.1	0.8	0.1	5.1	4	32
20		杭州部分	0.1	0.3	0.6	4.2	4	32
21		余杭	0.9	0.7	0.5	10.8	1	68
22		临安部分	0.0	0.3	0.0	1.7	5	14
23	江苏	苏州市	0.9	0.8	0.4	11.4	1	68
24		张家港	0.5	0.5	0.6	8.3	2	53
25		常熟	0.9	0.5	0.4	9.7	1	68
26		太仓	0.5	0.5	0.2	6.5	3	42
27		昆山	0.8	0.7	0.2	9.3	2	53
28		吴江	0.9	0.5	0.2	9.0	2	53
29		无锡	0.9	0.5	0.6	10.5	1	68
30		江阴	0.8	0.8	0.6	11.6	1	68
31		常州	1.0	1.0	0.6	13.9	1	68
32		金坛	0.5	0.5	0.3	7.1	3	42
33		溧阳	0.2	1.0	0.2	7.2	3	42
34		宜兴	0.9	1.0	0.1	11.4	1	68
35		镇江市大部分	0.4	0.0	0.2	3.1	5	14
36		句容小部分	0.1	0.2	0.1	1.5	5	14
37		丹阳	0.7	1.0	0.2	10.5	1	68
		合计				264.1		1600

### 3.2 各县市剖面点的分配确定

统计太湖流域内各县市主要水稻土土种，并计算各土种图斑在整个地区出现的次数与频率以及剖面样数目(见表 2)。

根据各地市水稻土区面积分数和土种分数(按照 4、6 权重)计算剖面面积分，剖面样分配的基本原则是保证剖面数按照各地区应分配数量确定，并保证样点总数为 80 个，经过局部调整后为剖面样 83 个，具体见表(3)。

表 2 各土种出现频率及剖面分配表

土壤代号	土壤	出现次数(x)	频率(f) <sup>①</sup>	样点数(m) <sup>②</sup>
1	黄泥土	20	0.1170	9
2	黄松土	6	0.0351	3
3	僵黄泥土	3	0.0175	2
4	黄板塥土	9	0.0526	4
5	乌黄泥土	12	0.0702	6
6	马肝土	8	0.468	5
7	白头土	0	0	0
8	板浆白土	9	0.0526	4
9	黄夹砂土	6	0.0351	3
10	夹砂黄土	3	0.0175	1
11	乌砂土	3	0.0175	1
12	乌泥土	3	0.0175	1
13	小粉砂土	13	0.0760	6
14	黄泥底粉质土	6	0.0351	4
15	狗头砂土	3	0.0175	2
16	小粉白土	10	0.0585	5
17	黄泥白土	1	0.0058	1
18	小粉土	6	0.0351	3
19	乌棚土	5	0.0292	3
20	青紫泥	20	0.1170	8
21	竖头乌棚土	1	0.0058	1
22	青泥土	3	0.0175	1
23	灰炉底土	3	0.0175	1
25	草渣土	2	0.0117	1
30	砂土	2	0.0117	1
31	夹砂土	6	0.0351	3
32	潮泥土	8	0.0468	4
合计		171		83

①某土种出现的频率( $f_i$ )=该土种图斑出现的次数( $x_i$ )÷全区所有水稻土土种图斑数( $\sum x_i$ )。

②某土种样点数( $m_i$ )=总剖面数(80)×某土种出现的频率( $f_i$ )。局部调整后总剖面数为 83。

表 3 太湖流域各县市土壤剖面样点分配表

编号	省市	地区	市县	面积分数	土种分数	积分	剖面数
1	上海	上海市区		0.234	0.167	1.94	1
2		上海市郊		0.234	0.333	2.94	1
3		嘉定		0.234	0.500	3.94	2
4		川沙		0.234	0.667	4.94	2
5		南汇		0.547	0.667	6.19	2
6		青浦		0.547	0.500	5.19	2
7		松江		0.547	0.333	4.19	2
8		金山		0.547	0.500	5.19	2
9		奉贤		0.547	1.000	8.19	3
10	浙江	嘉兴	嘉兴	0.703	0.500	5.81	2
11		嘉善		0.234	0.667	4.94	2
12		平湖		0.234	0.667	4.94	2
13		海盐		0.234	0.500	3.94	2
14		海宁		0.469	0.333	3.88	2
15		桐乡		0.547	0.500	5.19	2
16		湖州	湖州	0.703	0.833	7.81	3
17		长兴		0	0.667	4.00	2
18		安吉		0	0.333	2.00	1
19		德清		0.078	0.833	5.31	2
20		杭州	杭州部分	0.078	0.333	2.31	1
21		余杭		0.859	0.667	7.44	3
22		临安部分		0	0.333	2.00	1
23	江苏	苏州	苏州市	0.859	0.833	8.44	3
24		张家港		0.547	0.500	5.19	2
25		常熟		0.859	0.500	6.44	3
26		太仓		0.469	0.500	4.88	2
27		昆山		0.781	0.667	7.13	3
28		吴江		0.859	0.500	6.44	3
29		无锡	无锡	0.859	0.500	6.44	3
30		江阴		0.781	0.833	8.13	3
31		常州	常州市	1	1.00	10.00	4
32		金坛		0.547	0.500	5.19	2
33	镇江	溧阳		0.234	1.000	6.94	3
34		宜兴		0.859	1.000	9.44	4
35		镇江市部分		0.375	0	1.50	1
36		句容小部分		0.063	0.167	1.25	1
37		丹阳		0.688	1.000	8.75	4
合计						198.4	80

### 4 结论

土壤质量调查样点数目的确定和分配是调查采样首先必须解决的问题，应用层次分析法定量地确定各地区的采样点数目和剖面点数目，避免了传统方法中仅按照土壤图斑决定采样点数目与分布的主观性和随意性。把土地面积、土种数量、人口压力等影响土壤质量变

异的主要因子综合进行考虑,以确定土壤采样的数目和样点分配,此方法具有一定的科学性和技术上的可操作性。

## 参 考 文 献

- 1 Doran, J. W. and T. B. Parkin, Soil Science Society of America, Inc, Madison, Wisconsin, USA, 1994, 3 ~ 21

2 中国科学院南京地理与湖泊研究所、水利部太湖流域管理局合著.《太湖流域自然资源地图集》. 北京: 科学出版社, 1991, 1 ~ 3

3 于东升. 土壤适宜性的多层次模糊综合判断. 见: 冯光等编. 土地资源持续利用与信息技术. 北京: 中国大地出版社, 1998, 114 ~ 119



(上接第 250 页)

主要土壤有原、坡积的红壤、黄壤和粗骨土类；河谷地带分布着洪冲积的潮土；水稻土从河谷至低山均有分布。本区平原和河谷面积小，农业复种指数在280左右，而人口大多集中在此，人地矛盾突出。平原和河谷耕地耕作精细，复种指数高；丘陵坡地利用过度和不足并存，林地面积大。

、 、 、 89.67%， 500米以

上。

10% , , , , 90%

**3.5** (V)

1 ,  
2 (L<sub>1</sub>) (H<sub>1</sub>) 1979  
3  
4

1002-5664(1978)1:1;1-2

4 . . . , 1997, 12(2) · 115 ~ 116