

杭州市土壤养分状况及培肥措施^①

徐祖祥

(浙江省杭州市农业局植保土肥总站, 杭州 310020)

摘要: 经 30 个长期定位监测点数据分析, 对杭州市不同土壤类型、不同的种植作物和不同的施肥习惯而引起的土壤养分的变化进行论述。经 7 年时间前后比较得出: 土壤有机质、全 N、速效 N、速效 P、速效 K 含量分别增加 23.38 g/kg、0.71 g/kg、83.70 mg/kg、85.05 mg/kg 和 5.33 mg/kg, 提高 79.0%、40.76%、54.35%、88.50% 和 2.23%。养分含量的提高与土壤质地和种植作物密切相关。一般含黏粒较多的土壤和种植经济作物的土壤其有机质和全 N、速效养分的含量也高, 而质地轻松、种植水稻为主的土壤, 土壤养分含量则低。同时更进一步对杭州市的土壤提出相关的培肥措施。

关键词: 土壤养分; 变化状况; 培肥措施; 杭州

中图分类号: S157.3

杭州市耕地面积达 18.2068 万 hm^2 , 其中水田 15.5276 万 hm^2 , 旱地 2.6792 万 hm^2 。具有不同土壤类型, 并存在着土壤养分含量的差异性。由于各地种植业结构的调整, 施肥水平明显不同, 受传统农业的影响, 农户一时追求产量的提高, 盲目施肥, 尤其是施用 N、P、K 配比不合理的复合肥料, 如 P 的含量配比特别高的复合(混)肥料, 长期施用会导致土壤养分失衡, 影响作物产量与品质。针对这种现状, 对杭州市不同地域、不同土壤、不同种植作物、不同施肥习惯进行长期土壤养分含量动态监测。经连续 7 年时间的定位监测, 现将监测的结果分析如下。

1 材料与方法

1.1 试验材料

2002 年冬季全市建立土壤养分定位监测试验点 30 个, 选择有代表性土壤类型 13 个土种^[1], 分别为培泥砂田、泥砂田、黄泥砂田、青紫泥田、红泥砂土、棕泥土、黄泥土、洪积泥砂田、轻咸砂、中咸砂、小粉田、小粉泥田、黄泥砂土。监测试验点主要分布于余杭、萧山、富阳、桐庐、建德、淳安和临安等县、区; 监测点种植的作物分别为水稻、蔬菜、草莓、茶叶、梨、芦笋、柑橘、雷竹、桑树、山核桃、苗木。

1.2 土壤样品分析

每年 11 月份采取各监测试验点耕层 (0~20 cm) 土壤混合样品带回带到室内晾干, 将土壤研粉碎后, 先取 14 份过

^①基金项目: 杭州市财政长期资助项目 ((2002009))资助。

作者简介: 徐祖祥 (1956—), 男, 浙江绍兴人, 高级农艺师, 主要从事土壤肥料推广与

K、pH; 另取 1 份研磨, 过 100 目筛后, 测定土壤有机质、全 N。其分析方法为: 土壤有机质用重铬酸钾氧化—容量法测定, 全 N 用半微量开氏法测定, 速效 N 用碱解扩散法测定, 速效 P 用钼锑抗比色法测定, 速效 K 用乙酸铵提取法测定^[2]。

2 结果与分析

2.1 土壤有机质与全氮的变化

土壤有机质是土壤肥力的指标之一, 它直接影响土壤理化性状和反映土壤熟化程度^[3]。而土壤全 N 是反映土壤中潜在能提供作物所需要的供 N 素的能力。据 2002—2008 年对土壤定位监测试验点分析结果 (表 1), 经 7 年时间, 土壤耕层土壤养分变幅有明显的变化, 30 个监测点, 耕层土壤有机质含量比监测前平均增加 2.21 g/kg, 提高 7.70%; 全 N 含量比监测前平均增加 0.17 g/kg, 提高 9.77%。其中 2008 年耕层土壤有机质含量变幅 15.00 ~ 654.0718 mg/kg, 平均为 31.01 g/kg; 全 N 含量变幅 0.90 ~ 3.13 g/kg, 平均为 1.91 g/kg; 速效 N 含量变幅为 81.0~589.6 mg/kg, 平均为 185.92 mg/kg; 速效 P 含量变幅 2.52~447.9 mg/kg, 平均为 68.4 mg/kg; 速效 K 含量变幅 16.5~572.5 mg/kg, 平均为 116.67 mg/kg。30 个监测点, 经前后比较得出, 耕层土壤有机质含量比监测前平均增加 2.21 g/kg, 提高 7.70%; 全 N 含量比监测前增加 0.17 g/kg, 提高 9.77%。

2.2 土壤速效养分的变化

土壤速效养分的含量是反映土壤肥力变化的消长情况，是提供作物所吸收的主要 N、P、K 元素。经

①基金项目：杭州市财政长期资助项目(2002009)资助。

作者简介：徐祖祥（1956—），男，浙江绍兴人，高级农艺师，从事土壤肥料推广与研究。Xzx6781317@163.com
监测前平均增加 4.47 mg/kg，提高 7.0%；速效 K 含量比监

测前平均增加 14.3 mg/kg，提高 13.98%。

2.3 土壤养分变化因素

土壤养分的消长速度与土壤类型、种植作物类型、肥料使用品种和施用量密切相关，其质地黏重的土壤类型，养分含量增长速度比较快^[4]。如表 1 所示，同样以水田种植水稻为例，土壤质地黏重的余杭塘栖监测点：属脱潜水稻土亚类，青紫泥田土属，监测前土壤有机质含量为 43.7 g/kg、全 N 含量 2.36 g/kg、速效 N 含量 168.6 mg/kg、速效 P 含量 1.88 mg/kg 和速效 K 含量 50.283 mg/kg，7 年后土壤有机质、全 N、速效 N、速效 P 和速效 K 含量分别增加 7.37 g/kg、0.24 g/kg、42.2 mg/kg、0.66 mg/kg、12.1 mg/kg，提高 16.86%、10.16%、25.03%、35.11% 和 24.05%。而质地较轻的萧山浦阳镇监测点：属渗育水稻土亚类小粉泥田土属，监测前土壤有机质含量为 49.11 g/kg、全 N 含量 3.00 g/kg、速效 N 含量 290.0 mg/kg、速效 P 含量 3.75 mg/kg 和速效 K 含量 49.6 mg/kg。7 年后土壤有机质、全 N、速效 N、速效 P 和速效 K 含量分别下降 7.07 g/kg、0.46 g/kg、77.0 mg/kg、0.55 mg/kg 和 4.3 mg/kg，下降幅度为 17.06%、18.11%、36.15%、17.19% 和 9.49%。如表 1 显示，同样种植经济作物，由于种植作物和施肥用量的不同，土壤养分变化程度也不同。如富阳市东洲监测点：种植作物为芦笋，监测前土壤有机质、全 N、速效 N、速效 P、速效 K 含量分别为 22.86 g/kg、1.76 g/kg、175.96 mg/kg、447.9 mg/kg 和 456.0 mg/kg，7 年后土壤有机质、全 N、速效 N、速效 P、速效 K 含量分别增加 4.45 g/kg、0.07 g/kg、26.84 mg/kg、196.5 mg/kg 和 116.5 mg/kg，提高 19.46%、4.0%、15.25%、43.87% 和 25.54%。临安高虹监测点，种植作物为雷竹，监测前土壤有机质、全 N、速效 N、速效 P、速效 K 含量分别为 29.6 g/kg、1.70 g/kg、154.0 mg/kg、96.1 mg/kg 和 239.67 mg/kg，7 年后土壤有机质、全 N、速效 N、速效 P、速效 K 含量分别增加 23.38 g/kg、0.71 g/kg、83.70 mg/kg、85.05 mg/kg 和 5.33 mg/kg，提高 79.0%、40.76%、54.35%、88.50% 和 2.23%。通过全市 30 个定位监测点分析数据得出：27 个监测点耕层土壤有机质、全 N、速效 N、速效 P、速效 K 含量比监测前均有不同程度提高，但提高的幅度不同；3 个监测点耕层土壤有机质、全 N、速效 N、速效 P、速效 K 含量比监测前均有不同程度下降。由此出现土壤养分含量上下不一的趋势，这与施肥有直接因果关系。如种雷竹、芦笋、山核桃，这类作物商品经济价值高，农户对肥料施用量逐年增加，使土壤速效养分含量快速提高。

速效 P 和速效 K 含量分别增加 7.37 g/kg、0.24 g/kg、42.2 mg/kg、0.66 mg/kg、12.1 mg/kg，提高 16.86%、10.16%、25.01%、35.11% 和 23.63%。而质地较轻的萧山浦阳镇监测点：属渗育水稻土亚类小粉泥田土属，监测前土壤有机质含量为 49.11 g/kg、全 N 含量 3.00 g/kg、速效 N 含量 290.0 mg/kg、速效 P 含量 3.75 mg/kg 和速效 K 含量 49.6 mg/kg。7 年后土壤有机质、全 N、速效 N、速效 P 和速效 K 含量分别下降 7.07 g/kg、0.46 g/kg、77.0 mg/kg、0.55 mg/kg 和 4.3 mg/kg，下降幅度为 17.06%、18.11%、36.15%、17.19% 和 9.49%。如表 1 显示，同样种植经济作物，由于种植作物和施肥用量的不同，土壤养分变化程度也不同。如富阳市东洲监测点：种植作物为芦笋，监测前土壤有机质、全 N、速效 N、速效 P、速效 K 含量分别为 22.86 g/kg、1.76 g/kg、175.96 mg/kg、447.9 mg/kg 和 456.0 mg/kg，7 年后土壤有机质、全 N、速效 N、速效 P、速效 K 含量分别增加 4.45 g/kg、0.07 g/kg、26.84 mg/kg、196.5 mg/kg 和 116.5 mg/kg，提高 19.46%、4.0%、15.25%、43.87% 和 25.54%。临安高虹监测点，种植作物为雷竹，监测前土壤有机质、全 N、速效 N、速效 P、速效 K 含量分别为 29.6 g/kg、1.70 g/kg、154.0 mg/kg、96.1 mg/kg 和 239.67 mg/kg，7 年后土壤有机质、全 N、速效 N、速效 P、速效 K 含量分别增加 23.38 g/kg、0.71 g/kg、83.70 mg/kg、85.05 mg/kg 和 5.33 mg/kg，提高 79.0%、40.76%、54.35%、88.50% 和 2.23%。通过全市 30 个定位监测点分析数据得出：27 个监测点耕层土壤有机质、全 N、速效 N、速效 P、速效 K 含量比监测前均有不同程度提高，但提高的幅度不同；3 个监测点耕层土壤有机质、全 N、速效 N、速效 P、速效 K 含量比监测前均有不同程度下降。由此出现土壤养分含量上下不一的趋势，这与施肥有直接因果关系。如种雷竹、芦笋、山核桃，这类作物商品经济价值高，农户对肥料施用量逐年增加，使土壤速效养分含量快速提高。

表 1 杭州市定位监测点耕层土壤养分含量变化情况

Table 1 Soil nutrients at tillage horizons in Hangzhou

土壤类型	种植作物	pH		有机质 (g/kg)		全 N (g/kg)		速效 N (mg/kg)		速效 P (mg/kg)		速效 K (mg/kg)	
		2002 年	2008 年	2002 年	2008 年	2002 年	2008 年	2002 年	2008 年	2002 年	2008 年	2002 年	2008 年
青紫泥田	水稻	6.08	5.88	43.70	51.07	2.36	2.60	168.6	210.78	1.88	2.54	50.283	62.4
黄泥土	竹笋	3.56	4.36	43.44	23.06	1.96	1.22	156.2	100.374	230.	5.59	134.1	228.2
黄泥砂土	茶叶	4.46	5.18	43.26	35.91	2.55	2.77	240.0	233.472	687	10.263	33.9	63.5
中咸砂	苗木	8.91	7.86	13.40	13.42	0.87	1.08	68.0	81.84	3.92	73.6	78.061	98.9
小粉田	水稻	6.19	6.30	30.50	30.93	1.93	2.11	147.1	202.20	13.34	90.0	53.13	140.0

小粉泥田	水稻	5.29	5.08	49.11	42.04	3.00	2.54	290.0	213.0	15.475	3.20	49.6	45.3
轻咸砂	梨	8.35	7.55	10.10	15.00	0.66	0.90	56.9	81.0	3.75	50.4	86.89	353.8
培泥砂田	水稻	5.13	5.91	29.60	39.88	1.95	2.55	156.1	225.354	52.475	2.60	34.889	62.7
泥砂田	草莓	6.01	6.46	26.82	27.17	1.50	1.96	169.1	173.64	1.28	138.5	101.4	117.8
黄泥砂土	茶叶	4.44	4.72	24.24	21.78	1.23	1.46	127.5	119.62	121.4	56.8	158.2	79.0
培泥砂田	芦笋	3.82	4.72	27.863	27.312	1.76	1.83	175.96	202.8	79.8	644.4	456.0	572.5
黄泥砂田	水稻	5.06	5.32	+	86	1.26	1.83	0	186.263	447.9	28.4	24.2	62.8
黄泥砂土	梨	5.02	4.30	19.82	33.27	1.26	1.39	114.6	157.78	2.47	55.4	78.697	80.6
培泥砂田	水稻	5.14	4.92	18.20	22.94	1.29	1.23	108.2	110.83	50.83	24.1	20.2	38.2
黄泥土	茶叶	4.36	4.98	19.57	18.17	1.28	1.38	134.7	136.23	3.91	113.0	35.5	345.9
泥砂田	草莓	4.65	4.66	23.23	21.90	1.08	1.10	122.5	109.293	80.0	135.6	776.970	16.5
黄泥砂土	柑橘	4.21	4.21	14.60	20.03	1.14	1.30	81.5	119.1	93.1	195.6	89.64	81.9
泥砂田	水稻	5.0	5.22	21.10	24.47	1.63	1.46	115.8	156.0	125.42	12.5	35.0	51.4
红泥砂土	雷竹	4.74	4.20	28.33	23.08	1.70	2.41	181.3	237.7	7.40	181.452	238.67	244.0
棕泥土	山核桃	5.76	5.78	29.60	52.98	1.23	1.28	154.0	125.0	96.1	8.20	109.4	34.9
洪积泥砂田	水稻	5.30	4.21	57.00	48.51	1.49	2.83	213.7	217.6	6.42	259.9	34.32	44.6
泥砂田	水稻	4.79	5.65	20.00	38.51	3.04	3.13	108.9	243.9	2.28	5.80	28.8	79.0
洪积泥砂田	水稻	5.01	4.93	37.80	47.51	2.65	2.89	235.7	263.9	7.45	11.0	35.0	61.1
黄泥砂土	雷竹	4.23	5.14	31.72	39.25	2.16	2.42	190.6	216.1	3.82	11.6	609.9	76.4
黄泥砂田	桑树	3.58	5.74	26.96	33.58	1.49	2.99	146.2	589.6	17.43	23.1	20.2	118.4
棕泥土	山核桃	6.95	6.01	18.89	34.93	4.50	2.15	100.3	243.24	6.26	67.9	193.25	58.9
黄泥砂田	水稻	6.46	6.27	75.99	65.18	1.55	2.33	317.02	200.889	22.586	50.7	48.45	68.1
黄泥砂土	山核桃	5.41	5.68	30.36	33.30	1.87	1.94	172.63	123.14	19.475	3.82	49.13	52.8
泥砂土	桑树	5.03	5.16	19.31	17.83	1.73	2.15	115.24	243.24	4.27	67.9	107.3	58.9
黄泥土	茶叶	5.23	5.17	31.97	31.72	2.17	2.24	246.44	225.239	34.9	39.12	59.10	687.970
				32.74	33.15			194.3		28.74			

1.76 g/kg、176.0 mg/kg、447.9 mg/kg 和 456.0 mg/kg；7 年后土壤有机质、全 N、速效 N、速效 P、速效 K 含量分别增加 4.45 g/kg、0.07 g/kg、26.84 mg/kg、196.5 mg/kg 和 116.5 mg/kg，提高 19.46%、4.0%、15.25%、43.87% 和 25.54%。临安高虹监测点：种植作物为雷竹，监测前土壤有机质、全 N、速效 N、速效 P、速效 K 含量分别为 29.60 g/kg、1.70 g/kg、154.0 mg/kg、96.1 mg/kg 和 239.7 mg/kg；7 年后土壤有机质、全 N、速效 N、速效 P、速效 K 含量分别增加 23.38 g/kg、0.71 g/kg、83.70 mg/kg、85.1 mg/kg 和 5.3 mg/kg，提高 79.0%、40.76%、54.35%、88.55% 和 2.22%。通过全市 30 个定位监测点分析数据得出：27 个监测点耕层土壤有机质、全 N、速效 N、速效 P、速效 K 含量比监测前均有不同程度提高，但提高的幅度不同；3 个监测点耕层土壤有机质、全 N、速效 N、速效 P、速效 K 含量比监测前均有不同程度下降。由此出现土壤养分含量上下不一的趋势，这与施肥有直接因果关系。如种雷竹、芦笋、山核桃，这类作物商品经济价值高，农户对肥料施用量逐年增加，使土壤速效养分含量快

速提高。

2.4 土壤培肥措施

不同的土壤类型经多年人工耕作熟化、培肥改良，土壤养分明显提高，但由于施肥技术不当和重施化肥轻施有机肥、重 N 肥轻 K 肥和重用地轻养地现象普遍存在。从 30 个监测点土壤分析数据可以看出，有机质、全 N、速效 N、速效 P、速效 K 虽然有不同程度的提高，但提高的幅度不均衡，有些定位监测点土壤养分提高幅度差异较大，导致土壤养分比例失调。为了进一步提高土壤生产能力，今后应采取以下的综合措施：①土壤要适时翻耕。每年对土壤进行深翻、破隔，以防土壤次生潜育化的发生^[5]。通过翻耕，一则使地面上的有机物翻入土壤中，使土壤有机质含量逐年增加；二则通过翻耕，提高土壤熟化程度，有利于提高土壤蓄水能力，既能改善土壤理化性状，又能促进根系的伸展。②施用 N、P、K 比例合理的复合（混）肥料。由于肥料品种、价格等因素，不同种类的化肥施用也会导致土壤养分不平衡。对重施单质肥，轻复合（混）肥，多 N、P 肥，少 K 肥，缺微肥现象比较普遍，造

成养分供给失衡,局部 N、P 施用量过多的地方引起的养分流失,污染了下游江河湖泊,引起水体富营养化,已成为目前农业面源污染的重要源头。最好施用复合(混)肥料, N、P、K 养分齐全,还兼有多种中量元素和微量元素,这类的复合(混)肥料施用效果较为理想。③全面实施秸秆还田,增加土壤有机质含量^[6]。在 10 月下旬或 11 月初收获晚稻后秸秆还田,既能提高土温,又能提高土壤有效养分含量,保持土壤养分基本平衡。④增施生物有机肥料。开发高效、无公害的生物有机肥料,经济合理施用化肥,努力减少化肥流失和对农业环境的污染。⑤扩种冬绿肥,重视养地。对空闲农田扩种紫云英和其他豆科绿肥,提高土壤养分含量。⑥全面实行测土配方施肥技术,提高肥料利用率。随着作物产量的提高,从土壤带走的养分越来越多,但所带走的养分数量存在着不同,土壤中有些养分含量日趋降低,为使作物产量全面提高,因而要优化施肥方法,实现测土配方施肥,提倡施用微肥,促进土壤养分比例协调。

3 小结

根据杭州市不同的土壤类型、不同的种植作物、不同的施肥习惯设置长期定位监测点 30 个。经 7 年对土壤养分的监测分析结果得出:

(1) 耕层土壤养分含量有所提高。土壤有机质、全 N、速效 N、速效 P、速效 K 含量分别比监测前增加 23.38 g/kg、0.71 g/kg、83.70 mg/kg、85.05 mg/kg 和 5.33 mg/kg,提高 79.0%、40.76%、54.35%、88.50% 和 2.23%。

(2) 养分含量的提高与土壤质地和种植作物密切相关。一般含黏粒较多的土壤和种植经济作物的土壤其有机质和全 N、速效养分的含量也高,而质地轻松、种植水稻为主的土壤,土壤养分含量则低。

(3) 施肥的品种和施肥的习惯直接影响土壤养分含量的增加与平衡。重施单质肥料,轻施复合(混)肥料,多 N、P 肥,少 K 肥,缺微肥现象比较普遍,造成养分供给失衡,局部 N、P 施用量过多的地方引起养分严重流失。

(4) 增施有机肥,扩种冬绿肥,能提高土壤养分含量,改善土壤理化性状,达到土壤养分供需平衡。

参考文献:

—参考文献—

[1]浙江省土壤普查办公室编.浙江土种志.杭州:浙江省科学技术出版社,1993

[2]鲁如坤主编.土壤农业化学分析方法.北京:中国农业科技出版社,2000

[3]徐祖祥.有机肥和化肥配施对作物产量和土壤养分的长期影响.浙江农业学报,2001(13):45-51

[4]鲁如坤,时正元.我国南方 6 省农田养分平衡现状评价和动态变化研究.中国农业科学,2000,33(2):63-67

[5]徐祖祥.新造雅阳系土壤养分变化的研究.土壤,2002,34(1):51-52

[6]徐祖祥.连续秸秆对作物产量和土壤养分的影响.浙江农业科学,2003,26(1):35-36

Soil Nutrients in Hangzhou and Fertilization Measures

Xu Zhu-xiang

Hangzhou General Station of Plant Protection, Soils and Fertilizers (Hangzhou 310020)

Abstract: Based on the data from 30 long-term monitoring points, the changes of soil nutrients in Hangzhou were discussed under the differences of soil types, culture crops and fertilization practices. The contents of organic matter, total nitrogen, available nitrogen, available phosphorus and available potassium were 23.38 g/kg, 0.71 g/kg, 83.70 mg/kg, 85.05 mg/kg and 5.33 mg/kg and increased by 79.0%, 40.76%, 54.35%, 88.50% and 2.23% respectively than of soil were increased than 7 years ago. Tbefore, the data were 23.38 g/kg, 0.71 g/kg, 83.70 mg/kg, 85.05 mg/kg and 5.33 mg/kg respectively, accordingly the percentage of improvements were 79.0%, 40.76%, 54.35%, 88.50% and 2.23% respectively. The increase of nutrients of soil correlated significantly with the soil texture and culture crops closely, generally, the more clays in soils, the higher contents of organic matter, total nitrogen and available nutrients, whereas, the nutrient contents in the coarselightr texture soils and the paddyrice soils werehave lower contents of nutrients. Finally This article also suggested the effective measures for increasing soil to fertility ze the soil in Hangzhou were proposed.

Keywords: Ssoil nutrients; Changestransformation; Ffertilization measures; Hangzhou

- [1] 浙江省土壤普查办公室编. 浙江土种志. 杭州: 浙江省科学技术出版社, 1993
- [2] 鲁如坤主编. 土壤农业化学分析方法. 北京: 中国农业科技出版社, 2000
- [3] 徐祖祥. 有机肥和化肥配施对作物产量和土壤养分的长期影响. 浙江农业学报, 2001(13): 45-51
- [4] 鲁如坤, 时正元. 我国南方 6 省农田养分平衡现状评价和动态变化研究. 中国农业科学, 2000, 33(2): 63-67
- [5] 徐祖祥. 新造雅阳系土壤养分变化的研究. 土壤, 2002, 34(1): 51-52
- [6] 徐祖祥. 连续秸秆对作物产量和土壤养分的影响. 浙江农业科学, 2003, 26(1): 35-36

Soil Nutrients in Hangzhou and Fertilization Measures

XU Zhu-xiang

(Hangzhou General Station of Plant Protection, Soils and Fertilizers, Hangzhou 310020, China)

Abstract: Based on the data from 30 long-term monitoring points, the changes of soil nutrients in Hangzhou were discussed under the differences of soil types, culture crops and fertilization practices. The contents of organic matter, total nitrogen, available nitrogen, available phosphorus and available potassium were 23.38 g/kg, 0.71 g/kg, 83.70 mg/kg, 85.05 mg/kg and 5.33 mg/kg and increased by 79.0%, 40.76%, 54.35%, 88.50% and 2.23% respectively than 7 years ago. The increase of nutrients correlated significantly with soil texture and culture crops, generally, the more clays in soils, the higher contents of organic matter, total nitrogen and available nutrients, whereas, the nutrient contents in the coarser-texture soils and the paddy soils were lower. Finally the effective measures for increasing soil fertility in Hangzhou were proposed.

Key words: Soil nutrients, Changes, Fertilization measures, Hangzhou