

湖南省典型农田土壤养分现状及近 30 年变化趋势^①

胡瑞芝¹, 王书伟^{2,3*}, 林静慧^{2,3}, 朱小武¹

(1 湖南农业大学资源环境学院, 长沙 410128; 2 常熟农田生态系统国家实验站, 中国科学院南京土壤研究所, 南京 210008;

3 中国科学院常熟农业生态实验站, 江苏常熟 215500)

摘要: 通过文献资料分析及实地调查和采样, 对比研究了湖南省典型农田土壤的肥力状况及近 30 年变化趋势。结果表明: 湖南省典型农田当前 0~20 cm 和 20~100 cm 土壤有机质平均含量为 30.43 g/kg 和 11.91 g/kg, 全氮平均含量为 1.79 g/kg 和 0.82 g/kg, 全磷平均含量为 0.56 g/kg 和 0.44 g/kg, 全钾平均含量为 17.13 g/kg 和 17.17 g/kg。与第二次土壤普查结果比较: 除 20~100 cm 土壤层次有机质和碱解氮含量呈下降趋势外, 其他层次有机质、全氮、全磷、全钾、碱解氮、速效磷、速效钾等土壤养分指标呈显著增加趋势。0~20 cm 土壤有酸化趋势。

关键词: 土壤肥力; 有机质; 土壤养分

中图分类号: S153.6

湖南省处于中亚热带湿润气候区, 是一个农业大省, 也是我国双季稻主产省份之一, 为了合理利用土地, 切实保护耕地, 湖南根据本省实际颁布实施了《湖南省实施中华人民共和国土地管理法办法》、《湖南省基本农田保护条例》等地方性法规, 实行了土地用途管制、耕地总量动态平衡等一系列土地制度, 使占用耕地现象得到有效控制, 全省基本农田保护面积基本稳定, 但同时也存在着耕地养分失衡、地力下降、污染、退化及占优补劣等问题。耕地资源的数量和质量是粮食生产的基本保证, 耕地土壤肥力是保证区域粮食安全的基础^[1], 耕地土壤的定向培育是维持和提高土壤肥力性质的重要方法, 有机质、全氮、全磷、全钾等土壤养分元素由于容易测定, 常被用作评价土壤肥力的重要指标^[2]。本文通过在湖南省典型农田实地采样的方式, 选取测定有机质、全氮等常用土壤肥力指标数据, 来反映湖南省当前肥力状况, 并与第二次土壤普查时湖南农田土壤肥力数据进行比较, 以反映近 30 年来农田土壤肥力变化趋势。

1 数据获取与处理方法

1.1 当前典型农田土壤数据获取

湖南共有耕地面积约 8.55 亿 hm^2 ^[3], 主要分布在湘北部(图 1), 根据各县耕地面积的比重来决定采

样点的个数。2007 年晚稻收获后, 在湖南省 41 个农业县(市、区)的基本农田保护区进行了广泛的调查, 并布置了 54 个采样点(图 1)。采样时一是注意代表性, 对于只有一个样点的县市, 采集当地最有代表性的基本农田土样, 对于有两个及以上样点的县市, 将样点均匀分布到该县(市、区)。为了防止污染, 采样点距离主干道在 100 m 以上。二是注意稳定性, 每一个采样点选在不会因城镇发展等原因在不久的将来改为它用的基本农田采样。采样过程中在农田 20 m × 20 m 范围内, 沿 S 型路线取 5~10 点制成混合样品, 分成 0~20 cm 和 20~100 cm 两个层次, 共 108 个土壤样品, 所有样品经风干、除杂、磨细、过筛后分析 pH、有机质、全氮、全磷、全钾、碱解氮、速效磷、速效钾八大土壤理化指标^[4]。

1.2 第二次土壤普查数据处理

《中国土种志》^[5]共收集了第二次土壤普查时采集的 2 473 个典型土壤剖面数据, 其中农田土壤剖面有 1 508 个, 分布在湖南的有 71 个。由于第二次土壤普查是根据土壤发生层次采集, 而当前湖南典型农田土壤层次数据表示的是 0~20 cm 和 20~100 cm, 为了使两次数据比较有统一的标准层次, 故必须对第二次土壤普查时土壤性质数据进行转化处理, 使其也表征 0~20 cm 和 20~100 cm 土壤层次性质^[6]。

基金项目: 中国科学院知识创新项目(kzcxz-yw-312)资助。

* 通讯作者(swwang@issas.ac.cn)

作者简介: 胡瑞芝(1956—), 女, 湖南浏阳人, 硕士, 副教授, 主要从事土壤肥力与土壤可持续利用等方面的研究。E-mail: huruizhi1955@yahoo.com.cn

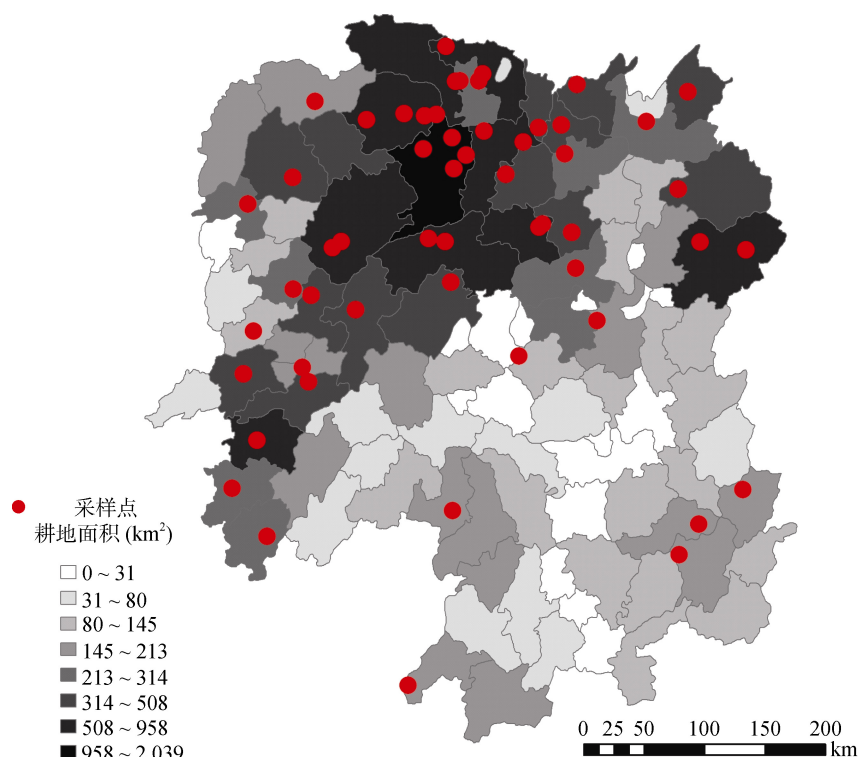


图 1 湖南省各县耕地面积及采样点分布图

Fig. 1 Cultivated land area of Hunan and distribution of sampling points

利用以下 5 种拟合曲线方程,来模拟土壤性质与剖面深度的关系,通过比较绝对系数(R^2)和剩余标准差(S)的方法来选择最适合的回归曲线,其中 R^2 越大表示曲线拟合得越好, S 越小就表示曲线拟合得越好,然后根据得到的回归曲线,利用公式(6)计算出第二次土壤普查时湖南 71 个典型剖面 0 ~ 20 cm 和 20 ~ 100 cm 层次土壤属性数据^[6-7]。

$$\text{线性函数: } f(x) = a + bx \quad (1)$$

$$\text{对数函数: } f(x) = a + b \ln x \quad (2)$$

$$\text{指数函数: } f(x) = ae^{bx} \quad (3)$$

$$\text{双曲线函数: } f(x) = a + b/x \quad (4)$$

$$\text{幂函数: } f(x) = ax^b \quad (5)$$

$f(x)$: 土壤性质(pH、有机质、全氮、全磷、全钾、碱解氮、速效磷、速效钾)数据; x : 剖面厚度,每个发生层次中间位置距表面的深度(cm); a : 拟合参数; b : 拟合参数。

$$C_{0-d} = \left[\sum_{i=1}^n (C_i \times T_i) + \int_{\text{depth}(n)}^d f(x) \right] / d \quad (6)$$

式中, C_i : 土壤剖面第 i 层土壤性质数据; T_i : 第 i 层土壤剖面厚度; d : 土壤剖面厚度,本文指 20 cm 或 100 cm; n : 距表层(0 cm)土壤剖面厚度(depth(n)),且 $\text{depth}(n) < d$ = 包含最大土壤层次个数; $f(x)$: 最佳拟合曲线方程。数据的统计分析制图采用 SPSS 13.0 及 ArcInfo9.2 完成。

2 结果与分析

土壤有机质和氮磷钾及其速效形态的含量,由于其数据指标容易获得,常作为农田土壤肥力评价的重要指标^[2]。本文同样选取有机质、全氮、全磷、全钾、碱解氮、速效磷、速效钾和 pH 八大指标来反映当前湖南典型农田土壤主要养分现状,并与第二次土壤普查数据进行比较,以描述近 30 年来的变化趋势。

2.1 有机质

当前湖南典型农田表土 0 ~ 20 cm 有机质含量主要在 、 级,其含量范围在 8 ~ 66.1 g/kg,平均值为 30.43 g/kg,有机质含量 ≥ 20 g/kg 的占 88.8%, ≥ 30 g/kg 的占 44.4%, < 20 g/kg 的占 11.2%;底土 20 ~ 100 cm 土壤有机质含量范围在 3.9 ~ 41.9 g/kg,平均含量为 11.91 g/kg,有机质含量主要分布在 6 ~ 19.9 g/kg 范围内,占总样本数的 77.7%(表 1,表 2)。第二次土壤普查时,湖南典型农田 0 ~ 20 cm 土壤有机质平均含量为 27.52 g/kg,主要分布在 、 级;20 ~ 100 cm 土壤有机质平均含量为 12.17 g/kg,主要分布在 6 ~ 19.9 g/kg 范围内,与当前底层土壤有机质分级范围一致,占 69.2%(表 2,表 3)。

从总体上看,湖南省典型农田土壤有机质含量比较丰富,与湖南省第二次土壤普查结果相比,表层 0 ~ 20 cm 土壤有机质含量呈显著增加趋势 ($P < 0.05$),近 30

表 1 当前土壤 pH、有机质及养分含量统计结果
Table 1 Current status of soil pH, SOM and soil nutrient contents

测定项目	表土(0 ~ 20 cm)				底土(20 ~ 100 cm)			
	含量范围	平均值	标准差	变异系数(%)	含量范围	平均值	标准差	变异系数(%)
pH	4.59 ~ 8.18	5.86	1.11	18.97	4.46 ~ 8.31	6.72	0.99	14.69
有机质(g/kg)	8.0 ~ 66.1	30.43	11.83	38.88	3.9 ~ 41.9	11.91	8.27	69.41
全氮(g/kg)	0.54 ~ 3.52	1.79	0.53	29.69	0.37 ~ 2.31	0.82	0.40	48.57
全磷(g/kg)	0.17 ~ 0.95	0.56	0.18	32.38	0.20 ~ 0.89	0.44	0.18	41.32
全钾(g/kg)	7.5 ~ 32.5	17.13	4.98	29.09	6.8 ~ 35.0	17.17	5.50	32.05
水解氮(mg/kg)	35.0 ~ 283.0	146.67	43.49	29.65	15.0 ~ 155.0	56.48	31.89	56.47
有效磷(mg/kg)	2.53 ~ 92.20	17.01	15.51	91.21	1.90 ~ 29.90	8.20	6.29	76.74
速效钾(mg/kg)	30.0 ~ 330.0	90.07	56.97	63.25	23.0 ~ 340.0	65.76	49.67	75.54

表 2 土壤有机质含量分级(g/kg)
Table 2 Classification of SOM content

级别	分级指标	0 ~ 20 cm				20 ~ 100 cm			
		当前		第二次土壤普查		当前		第二次土壤普查	
		样品数(n)	比例(%)	样品数(n)	比例(%)	样品数(n)	比例(%)	样品数(n)	比例(%)
	> 40	10	18.5	7	10.3	1	1.9	2	2.9
	30 ~ 40	14	25.9	19	27.9	2	3.7	3	4.4
	20 ~ 29.9	24	44.4	31	45.6	2	3.7	3	4.4
	10 ~ 19.9	5	9.3	11	16.2	19	35.1	25	36.8
	6 ~ 9.9	1	1.9	0	0	23	42.6	22	32.4
	< 6	0	0	0	0	7	13.0	13	19.1

注：为了便于比较，本文土壤有机质等分级标准与第二次土壤普查相同。

表 3 第二次土壤普查时土壤 pH 值、有机质及养分含量统计结果
Table 3 Information of soil pH, SOM and soil nutrient contents of 2nd soil survey

测定项目	表土(0 ~ 20 cm)					底土(20 ~ 100 cm)				
	最小值	最大值	平均值	标准差	变异系数(%)	最小值	最大值	平均值	标准差	变异系数(%)
pH	4.50	8.49	6.23	0.95	15.27	3.53	9.28	6.06	1.19	19.71
有机质(g/kg)	10.81	55.27	27.52	8.87	55.57	1.63	50.84	12.17	9.65	136.72
全氮(g/kg)	0.88	2.93	1.52	0.41	27.16	0.15	2.29	0.76	0.37	49.21
全磷(g/kg)	0.18	1.58	0.52	0.23	44.44	0.11	0.97	0.39	0.18	46.28
全钾(g/kg)	7.37	26.51	16.67	4.93	29.58	3.01	28.79	16.32	6.09	37.34
水解氮(mg/kg)	71.13	243.69	128.94	38.96	30.22	13.67	162.86	58.98	37.40	63.40
有效磷(mg/kg)	0.59	21.00	6.85	4.06	59.34	0.07	6.71	2.94	1.84	62.60
速效钾(mg/kg)	11.35	163.91	80.55	28.86	35.83	2.70	117.68	46.75	21.54	46.06

年增加 2.91 g/kg，增幅 10.6%，年增加 0.4%，但底层 20 ~ 100 cm 土壤有机质含量呈显著下降趋势($P<0.05$)，近 30 年下降了 0.26 g/kg。国际上通常以 0 ~ 100 cm 土壤剖面厚度来衡量有机质(碳)变化和计算土壤碳库，根据加权平均方法，当前和第二次土壤普查 0 ~ 100 cm 土壤剖面厚度下有机质平均含量分别为 15.61 g/kg 和 15.24 g/kg，近 30 年增加了 0.37 g/kg，表现出显著增加趋势($P<0.05$)，与在全国区域尺度下研究有机质变化结果一致^[7-8]。

2.2 土壤氮素

我国各自然植被下表土中氮素含量范围在 0.44 ~ 5.03 g/kg 之间，耕地土壤全氮含量在 0.63 ~ 2.63 g/kg 之间^[11]。当前湖南典型农田土壤 0 ~ 20 cm 和 20 ~ 100 cm 两个层次全氮含量分别为 1.79 g/kg 和 0.82 g/kg(表 1)。

近 30 年来，湖南省典型农田表层 0 ~ 20 cm 土壤全氮含量由第二次土壤普查时的 1.52 g/kg 增加到当前的 1.79 g/kg，增加了 0.27 g/kg，表现出显著增加趋势($P<0.05$)，底层 20 ~ 100 cm 土壤全氮含量由 0.76 g/kg

增加到 0.82 g/kg , 同样也呈现显著增加趋势($P<0.05$) ; 表层 0 ~ 20 cm 土壤水解氮含量由第二次土壤普查时的 128.94 mg/kg 增加到当前的 146.67 mg/kg , 增加了 17.73 mg/kg , 表现出显著增加趋势($P<0.05$) , 底层 20 ~ 100 cm 土壤水解氮含量呈现下降趋势 , 由第二次土壤普查时的 58.98 mg/kg 下降到当前 56.48 mg/kg , 0 ~ 100 cm 土壤剖面水解氮含量由第二次土壤普查时的 73.75 mg/kg 增加到当前 74.52 mg/kg , 增幅 1.04% , 呈显著增加趋势($P<0.05$)。

根据陆访仪等^[9]对黑土区海伦市耕地土壤有机质和全氮研究发现 , 1981—2008 年 , 海伦市有超过 60% 的耕地土壤有机质和全氮含量下降 , 主要分布在中部和西南部 , 这与我国关于黑土区有机质和全氮变化趋势研究一致^[9-10] , 可见 , 农田土壤有机质和全氮含量变化在人为耕作影响之下是一个逐渐达到动态平衡的过程 , 基础地力有机质和全氮含量高的土壤在人为耕作影响下表现降低趋势 , 而有机质和全氮含量较低的土壤在人为耕作管理下 , 基础地力出现提升趋势 , 如湖南省农田土壤在近 30 年人为耕作下有机质和全氮含量都表现显著增加趋势。

2.3 土壤磷素

磷是作物营养的三要素之一 , 在作物生长发育及代谢过程中具有重要的调节功能。我国土壤全磷含量在 0.2 ~ 1.1 g/kg 之间 , 世界土壤全磷含量在 0.2 ~ 5.0 g/kg 之间^[4]。根据第二次土壤普查资料 , 湖南农田 0 ~ 20 cm 土壤全磷含量范围在 0.18 ~ 1.58 g/kg 之间 , 平均含量为 0.52 g/kg , 底层 20 ~ 100 cm 土壤全磷含量在 0.11 ~ 0.97 g/kg 之间 , 平均含量为 0.39 g/kg^[11](表 3) ; 当前 0 ~ 20 cm 和 20 ~ 100 cm 土壤全磷平均含量为 0.56 g/kg 和 0.44 g/kg(表 1) , 与第二次土壤普查时全磷含量相比 , 分别增加了 0.04 g/kg 和 0.05 g/kg , 均呈显著增加趋势($P<0.05$)。

第二次土壤普查结果显示 , 湖南耕地表层 0 ~ 20 cm 土壤有效磷变化在 0.59 ~ 21.00 mg/kg 之间 , 平均含量为 6.85 mg/kg , 底土 20 ~ 100 cm 土壤有效磷含量范围在 0.07 ~ 6.71 mg/kg , 平均含量为 2.94 mg/kg(表 3)。当前湖南农田表土 0 ~ 20 cm 土壤有效磷含量范围在 2.53 ~ 92.20 mg/kg , 其平均含量为 17.01 mg/kg , 20 ~ 100 cm 土壤有效磷含量范围在 1.90 ~ 29.90 mg/kg 之间 , 平均含量为 8.20 mg/kg(表 1) , 与第二次土壤普查时有效磷含量相比 , 近 30 年 0 ~ 20 cm 和 20 ~ 100 cm 有效磷含量分别增加了 10.16 mg/kg 和 5.26 mg/kg。当前土壤有效磷平均含量显著高于第二次土壤普查时土壤有效磷的平均含量 , 但其变异系数较大 , 说明湖南省基本农田土壤磷素的供应极不平衡。因此还应

该根据作物的需磷特征、土壤的供磷能力及目标产量合理施用磷肥 , 以提高磷肥的经济效益 , 达到增产增收的目的。

2.4 土壤钾素

钾也是作物营养的重要元素之一 , 土壤是作物钾素最主要的来源 , 即使在施用钾肥的情况下 , 作物吸收的钾素也有 40% ~ 80% 来自土壤^[12]。我国土壤的全钾含量变化很大 , 高的可达 30 g/kg 以上 , 低的可小于 2 g/kg , 但一般都在 10 ~ 20 g/kg^[4]。根据湖南省第二次土壤普查资料计算 , 土壤表层 0 ~ 20 cm 和底层 20 ~ 100 cm 全钾平均含量分别为 16.67 g/kg 和 16.32 g/kg(表 3)。当前湖南典型农田表土 0 ~ 20 cm 全钾平均含量为 17.13 g/kg , 20 ~ 100 cm 土壤全钾平均含量为 17.17 g/kg(表 1) , 近 30 年均呈显著增加趋势($P<0.05$)。

按湖南省第二次土壤普查速效钾分级 , 本研究表土速效钾含量主要在 、 和 级 , 分布频率为 : < 50 mg/kg 的土壤占 20.4% , 50 ~ 99 mg/kg 的占 44.4% , ≥ 100 mg/kg 的占 35.2%(表 4)。与第二次土壤普查时土壤速效钾含量相比 , 近 30 年来 , 0 ~ 20 cm 和 20 ~ 100 cm 土壤速效钾含量分别增加了 9.52 mg/kg 和 18.51 mg/kg , 呈显著增加趋势($P<0.05$)。

表 4 湖南省典型农田土壤速效钾分级情况
Table 4 Classification of available soil potassium in typical croplands in Hunan Province

级别	分级标准 (mg/kg)	表土		底土	
		样品数(n)	比例(%)	样品数(n)	比例(%)
	> 200	2	3.7	1	1.9
	150 ~ 200	4	7.4	2	3.7
	100 ~ 149	13	24.1	3	5.6
	50 ~ 99	24	44.4	23	42.5
	30 ~ 49	11	20.4	22	40.7
	< 30	0	0	3	5.6

2.5 土壤酸碱性

土壤酸碱性是土壤重要的基本性质之一 , 是土壤形成过程和熟化培肥过程的一个指标。由于大多数作物必需营养元素的有效性与土壤 pH 有关 , 所以土壤 pH 又是估计植物营养元素相对有效性的指标^[13]。本研究土壤酸碱度分级列于表 5。

农田土壤的酸碱性既继承了母质土壤酸碱性的特点 , 又受到耕作、灌溉、排水、施肥等人类活动的影响。从表 1、表 5 可见 : 本研究采样区基本农田土壤表土以强酸性土为主 , 占采样点的 51.9% , 微酸性至微碱性土占 48.1% ; 底土以微酸性至微碱性为主 , 占采样点的 87% , 强酸性土及极强酸性土仅占 13% ,

表 5 湖南省典型农田土壤 pH 分级
Table 5 Classification of pH in typical croplands in Hunan Province

分级指标	级别	湖南省第二次土壤普查(<i>n</i> = 68)		本研究湖南省基本农田(<i>n</i> = 54)	
		表土 (0 ~ 20 cm)	底土 (20 ~ 100 cm)	表土 (0 ~ 20 cm)	底土 (20 ~ 100 cm)
< 4.5	极强酸性	0.0	11.9	0.0	1.9
4.5~5.4	强酸性	16.4	19.4	51.9	11.1
5.5~6.4	微酸性	56.7	29.9	25.9	25.9
6.5~7.5	中性	11.9	32.8	7.4	38.9
7.6~8.5	微碱性	16.4	6.0	14.8	22.2
> 8.5	强碱性	0.0	1.5	0.0	0.0

注：表中数据指每一级别所占样品比例(%)。

底土 pH 明显高于表土(表 5)。第二次土壤普查时，湖南省所采土壤样品，表土以微酸性土壤为主，占总样本的 56.7%；底土以微酸性土和中性土为主，占总样本的 62.7%。与第二次土壤普查结果比较，近 30 年湖南省典型农田表层 0 ~ 20 cm 土壤有明显的酸化趋势，平均值由 6.23 降低为 5.86(表 1，表 3)，呈显著下降趋势($P<0.05$)；底层土壤维持在中性范围内。湖南属于中亚热带季风湿润气候，降雨量大大超过蒸发量，土壤酸化过程是土壤形成和发育过程中普遍存在的自然过程。但这一过程的速度通常是比较缓慢的。最近几十年来，由于人为活动的影响，使土壤的酸化进程大大加速，尤其是对表层土壤影响显著。陈怀满^[14]认为，我国酸雨的主要分布区在长江以南地区，正好与酸性土壤区重叠。影响湖南土壤酸化可能的原因主要有两个：一是大气环境污染导致酸沉降的增加，使受酸沉降影响地区的土壤酸化速度加快；二是由于不当的农业措施加速了土壤的酸化。据调查在第二次土壤普查以后，湖南农民基本上停止了稻田施用石灰的习惯，有机肥使用减少，化肥使用量增加(有部分化肥属酸性和生理酸性化肥)加速了土壤的酸化。

3 结论

(1) 本论文利用曲线拟合的方法，把第二次土壤普查时湖南典型剖面土壤性质统一转换成 0 ~ 20 cm 和 20 ~ 100 cm 土体厚度下的值，并与 2007 年在湖南采集的 54 个土壤剖面数据进行对比分析，探讨了近 30 年农田土壤性质的变化趋势。表层 0 ~ 20 cm 土壤有机质呈现增加趋势，当前含量是 30.43 g/kg，而底层 20 ~ 100 cm 有机质含量呈现下降趋势。可见秸秆还田等外源有机物质的输入对增加 0 ~ 20 cm 有机质含量起到了显著作用，而底层由于受人为耕作影响较小，外源有机物质很难进一步往下迁移，底层有机质不断矿化减少。如果考虑 0 ~ 100 cm 土壤剖面厚度，有机质含量是呈增加趋势，表层有机质的相对增加幅

度弥补了底层有机质的减少。

(2) 当前湖南典型农田 0 ~ 20 cm 和 20 ~ 100 cm 土壤全氮、全磷、全钾含量分别为 1.79、0.56、17.13 g/kg 和 0.82、0.44、17.17 g/kg，与第二次土壤普查时相比，土壤全氮、全磷、全钾都呈显著增加趋势，增幅分别为 17.8%、7.7%、2.8% 和 7.9%、12.8%、5.3%。除 20 ~ 100 cm 层次碱解氮含量有下降趋势外，0 ~ 20 cm 碱解氮含量及 0 ~ 20 cm 和 20 ~ 100 cm 的速效磷、速效钾都呈增加趋势。氮、磷、钾肥的大量施用对土壤全量养分和速效养分的增加起到重要作用。

(3) 近 30 年来，湖南典型农田表层土壤呈现酸化趋势，底层土壤维持在中性范围内。表层土壤的酸化除与酸沉降增加有关外，还与自第二次土壤普查后农民停止稻田撒施石灰的习惯有关，大量氮肥的施用也加剧表层土壤酸化的进程^[15]。

参考文献：

[1] 封志明, 李香莲. 耕地与粮食安全战略: 藏粮于土, 提高中国土地资源的综合生产能力[J]. 地理学与国土研究, 2000, 16(3): 1-5

[2] 吕晓男, 陆允甫, 王人潮. 土壤肥力综合评价初步研究[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 1999, 25(4): 378-382

[3] 中国农业年鉴编委会. 中国农业年鉴[M]. 北京: 中国农业出版社, 2008

[4] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2000

[5] 全国土壤普查办公室. 中国土种志(第三卷) [M]. 北京: 中国农业出版社, 1994

[6] 王书伟. 中国农田主要土壤性质现状及近 50 年变化趋势(硕士学位论文)[D]. 南京: 中国科学院南京土壤研究所, 2009: 26-29

[7] Yan XY, Cai ZC, Wang SW, Smith P. Direct measurement of soil organic carbon content change in the croplands of China[J]. Global Change Biology, 2011, 17(3): 1 487-1 496

[8] Pan GX, Li LQ, Wu LS, Zhang XH. Storage and sequestration potential of topsoil organic carbon in China's paddy soils[J]. Global Change Biology, 2004, 10(1): 79-92

- [9] 陆访仪, 赵永存, 黄标, 孙维侠, 汪景宽, 王火焰. 近 30 年来海伦市耕地土壤有机质和全氮的时空演变[J]. 土壤, 2012, 44(1): 42-49
- [10] 王书伟, 颜晓元, 林静慧, 夏永秋, 孙磊, 胡玉婷, 廖千家骅. 不同土地利用方式下三江平原东北部土壤有机碳和全氮分布规律[J]. 土壤, 2010, 42 (2): 190-199
- [11] 中国科学院南京土壤研究所主编. 中国土壤[M]. 2 版[M]. 北京: 科学出版社, 1987: 485-486
- [12] 胡笃敬, 董任瑞, 葛旦之. 植物钾营养的理论与实践[M]. 长沙: 湖南科技出版社, 1993: 21
- [13] 湖南省农业厅. 湖南土壤[M]. 北京: 农业出版社, 1989: 205-361
- [14] 陈怀满. 土壤中化学物质的行为与环境质量[M]. 北京: 科学出版社, 2002: 203
- [15] 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(5 968): 1 008-1 010

Current Status of Soil Fertility of Croplands in Hunan and Its Change in Recent Three Decades

HU Rui-zhi¹, WANG Shu-wei^{2,3*}, LIN Jing-hui^{2,3}, ZHU Xiao-wu¹

(1 College of Resource and Environment, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China; 2 State Experimental Station of Agro-Ecosystem in Changshu, Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China; 3 Changshu Agroecological Experimental Station, Chinese Academy of Sciences, Changshu, Jiangsu 215500, China)

Abstract: By analyzing soil property data resulting from the 2nd National Soil Survey and recent soil sampling campaign, the current status of soil fertility of croplands in Hunan and its change trend in recent three decades were investigated. The results showed that the average contents of soil organic matter (SOM) of 0-20 cm and 20-100 cm soils in 2007 were 30.43 g/kg and 11.91 g/kg, respectively. The contents of total nitrogen (TN), total phosphorus (TP) and total potassium(TK) of 0-20 cm and 20-100 cm soils in 2007 were 1.79 g/kg and 0.82 g/kg, 0.56 g/kg and 0.44 g/kg, 17.13 g/kg and 17.17 g/kg respectively. Compared with the 2nd soil survey, SOM content and available nitrogen (AN) content of 0-20 cm soil horizon, TN, TK, available phosphorus (AP) and available potassium (AK) contents of both 0-20 cm and 20-100 cm soil horizons increased significantly, but soil of 0-20 cm acidified significantly.

Key words: Soil fertility, Soil organic matter, Soil nutrient contents