

TURAND JIANCE YU GUANLI

T 土壤监测与管理

■ 湖南省土肥站

■ 湖南科学技术出版社



中国地质大学（北京）地质工程研究所 编

土壤监测与管理

中国地质大学（北京）地质工程研究所 编

地质出版社 地质工程研究所 编



土壤监测与管理

■湖南省土肥站

■湖南科学技术出版社

土壤监测与管理

湖南省土肥站编

责任编辑：唐乘花

*

湖南科学技术出版社出版发行

(长沙市展览馆路3号)

湖南省教育印刷厂印刷

(印装质量问题请直接与本厂联系)

*

1996年7月第1版第1次印刷

开本：850×1168毫米 1/32 印张：7.25 字数：190,000

印数：1—1,000

ISBN7—5357—2062—5
X·11 定价：11.00元

前 言

土壤监测作为第二次土壤普查的后继工作,从1987年起,在全省各地陆续展开。在农业部、省农业厅和省、地、县土肥站的支持和资助下,到目前为止,全省已有土壤肥力动态长期定位监测点760个,土壤地力与施肥效应定位小区监测点20个,其中国家级土壤监测点9个,共设各类监测小区119个,已初步形成了全省土壤监测信息网络。

在监测体系的建设中,培养了一支既有实际经验、又有科学理论基础的专业人员与农民结合的监测队伍。他们不辞劳苦,克服了周期长、工作难度大、经费不足等种种困难,完成了大量数据的采集、整理工作。各地在工作中边监测边应用,为科学施肥、土壤改良、农业开发、环境保护等工作提供了科学依据和技术服务。

为了交流经验,互通信息;充分发挥土壤监测成果的作用,促进和推动这项工作深入开展,特编辑了《土壤监测与管理》一书。

本书在编写过程中,得到了省土肥站领导和有关地、县土肥站的大力支持,多年从事监测工作的高级农艺师廖文圭同志对本书进行了审查和修改,长沙土壤肥料测试中心苏云辉、何新科、刘海荷、杜源沈、张桂明、唐昆、张湘晖、徐雪英、陈艳、刘雪鸿等同志完成了20个土壤地力与施肥效应长期定位监测点9年的土壤、植株、籽实样品的化验工作,特此表示感谢。

由于编者水平有限,错误和遗漏之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

1996年3月

目 录

湖南省耕地地力与施肥效益监测结果初报	刘子勇 张爱珍(1)
湖南省土壤监测结果	廖文圭(12)
秸秆还田对土壤肥力及产量效益的影响	栗一庶(32)
河沙泥土壤玉米—稻轮作的施肥效应	刘瑞山 刘国平 贺惠玲(40)
有机—无机肥对黄泥田土壤肥力及作物产量的影响	符巨贤 林蕴华 王永开(50)
土壤肥力监测的研究	李 贵 罗生产 全 立(62)
稻田土壤肥力定位监测试验研究及其结果应用	康忠昉 邹春林 晏毓兰(69)
青鸭屎泥土壤肥力特性及其培肥措施	雷先武(80)
红黄泥稻田土壤肥力定位监测试验研究报告	陈宏云 刘朝友 严 艺(87)
红黄泥稻田土壤肥力定位监测研究初报	刘碧蓉(96)
麦—稻—稻三熟制稻田定位监测结果初报	刘传斌(101)
郴州市水田土壤肥力自然监测初报	曹知德(108)
怀化地区土壤肥力的变化及提高土壤肥力的途径	龙金城等(114)
施肥现状对土壤肥力的影响	康文靖(123)
土壤自然监测在吨粮田建设上的应用	彭美云(130)
常德市稻田肥力演变与对策	周海燕(136)
浅谈土壤肥力水平的量化及如何提高土壤生产力	张铁钢 孙克明(146)

河沙泥土壤养分含量变化趋势初探	曹外英 信和文 颜小红(156)
道县水稻土耕层有机质含量变化及培肥途径.....	李光卫(162)
“稻—稻—冬作”三熟制模式对土壤养分平衡的影响	黄益国 肖增琪(166)
桃江县六年土壤自然监测结果初报	符巨贤 杨志辉 刘友初(173)
河沙泥田的肥力特点及培肥途径.....	肖小平 袁跃之(185)
湘乡市稻田土壤肥力变化状况及其原因浅析	文志平 罗湘月(190)
道县耕地土壤肥力动态研究.....	杨荣跃 唐满英 何荷花(195)
有机—无机肥配施对苎麻产量及土壤培肥的影响	韩忠贵(209)
沅江市稻田肥力动态变化研究.....	刘 腾 刘劲凡等(215)
龙山县土壤肥力状况浅析.....	陈建国 张正雄(221)

湖南省耕地地力与施肥效益监测结果初报

刘子勇 张爱珍

湖南省土壤肥料工作站

【摘要】 本文根据全省 9 年的地力及施肥效益监测资料,对稻田土壤的基础地力状况、施肥效益及肥料最佳配比等进行了分析,指出了我省稻田基础地力逐年下降的趋势,提出了有机农业和无机农业相结合之路才是我省农业的最佳选择。

【关键词】 稻田;地力;施肥效益

为了掌握我省主要耕地土壤的地力及施肥效益,了解其发展变化规律,为合理利用耕地、改良土壤、科学施肥、培肥地力和制定农业生产对策提供科学依据,在农业部及省农业厅的大力支持下,我站于 1987 年在 20 个县建立了地力及施肥效益长期定位小区监测点(见表 1),其中 13 个水稻土点被农业部列为国家级监测点。1989 年又增建了 760 个大田肥力动态监测点,作为小区监测点的补充和验证。土壤监测是一项长期性的工作,现仅就 9 年来的部分监测结果分析如下。

1 内容与方法

小区监测点选择我省面积较大的第四纪红色粘土、板页岩、灰岩、紫色砂页岩、河湖积物等主要成土母岩、母质发育的耕地 20 丘,每丘试验设无肥区、化肥区、习惯施肥区、30%有机肥加 70%化肥区、60%有机肥加 40%化肥区等不同的施肥处理 4~8 个。小区面积除经济作物外,均为 66.7m^2 ,其中稻田小区间用红砖水泥

表 1

土壤监测点基本情况

点 号	地 点	土壤类型	耕作制度	小区数(个)
湘 1	临澧县	红黄泥	稻稻肥	7
湘 3	汉寿县	红黄泥	稻稻肥	6
湘 4	株洲县	青泥田	麦稻稻	6
湘 5	桃江县	黄泥田	玉米稻	6
湘 6	岳阳市农科所	黄泥田	肥稻稻	7③
湘 7	冷水滩市	灰黄泥	豆 稻	6②
湘 8	桂阳县	灰黄泥	烟 稻	6①
湘 9	武岗县	青鸭屎泥	肥稻稻	8
湘 11	长沙县	红紫泥	玉米稻	6
湘 12	宁乡县	河沙泥	玉米稻	6
湘 13	新化县	河沙泥	肥稻稻	6
湘 14	芷江县	河沙泥	肥稻稻	7③
湘 15	南 县	紫潮泥	油稻稻	7
湘 10	衡阳县	中性浅紫泥	肥稻稻	4
湘 16	湘阴县	红泥土	茶 叶	4②
湘 18	花垣县	马肝土	玉 米	7②
湘 20	澧 县	河潮泥土	棉花 油菜	5②
湘 21	永定区	河沙土	苧 麻	5②
湘 17	洞口县	灰红土	柑 桔	5②
湘 2	黔阳县	红泥土	柑 桔	5①

• 表示从 1993 年改为麦稻稻耕作;①指监测于 1991 年停止;②指监测于 1992 年停止;③指监测于 1993 年停止。

田埂隔开,各小区单排单灌。小区施肥量,无肥区不施任何肥料,习惯区按当地群众习惯施肥,其余施肥处理均根据各点土壤情况,用测土配方施肥法,首先确定化肥区的肥料用量,再按百分比折算有机肥区的化肥和有机肥用量。氮素用量各处理间基本一致,磷钾肥用量处理间稍有不同。每季作物收获时,分小区测定经济产量和生物产量,并采取有代表性植株及籽实样品,每年秋后分小区采取土壤耕层混合样。为了保证化验结果的准确性和可比性,所有样品统一由长沙土壤肥料测试中心负责分析化验。

大田肥力动态监测点丘块固定,不设小区,不干涉农民正常耕作,仅对作物品种、施肥种类、用量和产量等进行记录,每年秋后取土样化验主要养分含量。

2 监测结果与分析

2.1 我省稻田土壤地力状况

2.1.1 土壤基础地力逐年下降 不施任何肥料的情况下,种植作物所获得的产量,主要靠地力提供养分,故可以不施肥处理产量占施肥处理产量的百分数(即无肥区相对产量)来表示土壤的基础地力。以无肥区相对产量表示土壤基础地力,14个水稻土小区监测点9年来地力变化情况如表2。

由表2可以看出,由于气候等因素影响,无肥区年间的相对产量虽然波动较大,但总的趋势是随着年代的增加而下降。以无肥区相对产量(y)与年份(x)对每个点作相关分析,从回归方程的 b 值可以看出,多数点无肥区相对产量是下降的。14个水稻土无肥区相对产量与年份的相关关系可以用回归方程式 $\hat{y} = 59.44 - 1.223x$ 来表示, $r = -0.742$ 。相关分析结果表明,基础地力平均每年以相对产量1.2%的速度下降。

2.1.2 不同土壤类型基础地力不同 从表2可以看出,我省水稻土无肥区平均相对产量为45.5%~64.8%,说明水稻土是一种肥力水平较高的土壤,即使不施肥,亦可保持一定的产量。但不

表 2

无肥区相对产量变化情况

(%)

点号	土壤类型	分年度相对产量									平均值	b 值
		1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995		
湘 1	红黄泥	59.8	69.1	54.0	66.5	52.9	50.7	52.5	32.9	43.9	51.6	-3.18
湘 3		60.7	53.2	54.3	47.5	57.8	70.1	61.0	50.2			0.28
湘 5	黄泥田	59.5	54.5	52.8	50.0	42.0	56.2	54.9	58.8			-0.01
湘 6		68.3	58.6	35.8	57.3	59.1	49.0					-2.10
湘 7	灰黄泥	70.9	85.4	72.2	88.2	75.6					64.8	1.22
湘 8		56.2	51.6	50.4	75.8	21.7						-4.48
湘 12	河沙泥	59.0	48.5	53.9	34.7	42.5	39.0	54.7	50.8		50.8	-0.75
湘 13		52.3	55.4	55.9	52.5	54.3	57.9	54.0	48.9	40.3		-1.098
湘 14		56.1	50.5	50.4	49.8	53.0	54.1					-0.09
湘 10	中性紫泥	61.4	66.7	52.9	49.5	54.5	56.3	75.3	64.5		51.1	0.95
湘 11	紫泥田	40.4	51.0	45.0	41.9	34.7	35.8	40.4	46.6			-0.53
湘 15	紫潮泥	56.4	59.9	28.0	45.6	42.9	51.1	26.5	53.9		45.5	-1.40
湘 4	青泥田	77.3	65.2	64.4	58.3	55.8	55.4	63.1	79.0		64.8	-0.33
湘 9	青鸭屎泥	61.1	48.7	52.3	55.2	52.8	54.3	48.3	55.9	50.3	53.2	-0.508
平 均		60.0	58.5	51.6	55.2	50.0	52.5	53.1	54.2	44.8		-1.223

同的土壤类型间,基础地力差异较大。总的趋势是粘性母质发育的水稻土基础地力较高,如灰黄泥和青泥田(已工程改良)基础地力平均为 64.8%,属最高;而沙性母质发育的水稻土基础地力较低,如紫潮泥为 45.5%,河沙泥平均为 50.8%。据此分析,可能是因为粘性田粘粒含量高,土壤通透性较差,导致养分分解慢但保肥能力强,而沙性田则含粘粒少,土壤通气性强,导致养分分解快,保肥性较弱。

2.1.3 水稻土对不同作物供肥性能有差异 根据 14 个监测点多年的监测结果,将不同作物无肥区相对产量统计于表 3。由表 3 可以看出,水稻土对水稻的供肥能力较强,其相对产量平均为 58%,变幅为 40.6%~80.2%。而种植大麦、玉米、烤烟、油菜等旱作物(黄豆除外),无肥区作物相对产量较低,其幅度为 3.4%~41.6%,平均为 25%,其中烤烟、油菜最低,分别为 17.1%和 10.6%。这一结果告诉我们,水田种植旱作物,要特别注意增大施肥量。

表 3 无肥区不同作物相对产量

作物种类	相对产量 (%)		n
	平 均 值	幅 度	
早 稻	52.7	40.6~66.9	74
晚 稻	62.5	48.1~80.2	102
黄 豆	89.2	74.3~96.4	5
大 麦	37.8	32.1~41.6	13
玉 米	22.5	14.9~28.0	15
烤 烟	17.1	7.9~32.6	5
油 菜	10.6	3.4~16.7	5

2.2 施肥与作物产量的关系

2.2.1 不同施肥处理的增产效益 为了消除土壤类型及品种等因素的影响,本文以多个监测点的经济产量平均值为基数进行比较(见表 4)。由表 4 可知:①不施肥处理,产量虽年度间有波动,总的呈下降趋势,但随年份的延长,下降速度减慢,且逐渐趋向于稳定状态;②各施肥处理产量由高到低的顺序是 30%有机肥区>60%有机肥区>化肥区>习惯施肥区。以 30%有机肥区最高,9 年平均产量为 11847.3kg/ha,较无肥区增产 100.7%,较习

惯施肥区增产 9.18%，较化肥区增产 5.38%，较 60% 有机肥区增产 1.58%；③试验的第一年，化肥区产量最高，但从第二年起，产量便下降至第三位，而 30% 有机肥处理与 60% 有机肥处理产量差异不显著。由以上结果可以得出：①有机肥配合化肥施用能得到高产量，其配合比例以 30%~40% 有机肥配施 70%~60% 化肥为宜。②习惯施肥区虽然施肥量超过其他施肥处理，但由于肥料结构不合理，产量仅高于不施肥区而低于其他各施肥处理，因此，经济效益最低。而 30% 有机肥区，虽施入 N、P、K 等主要营养元素与化肥区基本相当，但其化肥用量减少 30%，其投入成本较低，而产量最高，故经济效益最好，为最佳施肥结构模式。据各监测点产量实测结果，从 1990 年~1994 年的 5 年间，共有 3 个监测点的 7 个小区次亩产过吨粮，其中 30% 有机肥区为 5 区次，占 71.4%，60% 有机肥区为 2 区次，占 28.6%，这一结果与上述结论相同。这也充分说明，有机无机肥配合施用对建设吨粮田具有重要的意义。

表 4 不同施肥处理的平均产量 (单位: kg/ha)

年 份	无肥区	习惯区	纯化肥	30% 有机肥	60% 有机肥	n
1987	6666	9429	11226	11011.5	10677	11
1988	5925	10758	10647	11125.5	11047.5	11
1989	5452.5	10609.5	10984.5	11350.5	11058	11
1990	6114	11274	12090	12853.5	12265.5	11
1991	5889	11478	11803.5	12381	12304.5	11
1992	5853	10798.5	11247	11902.5	11878.5	11
1993	5845.5	11302.5	11434.5	12399	12277.5	9
1994	5682	10797	10827	11772	11760	9
1995	5707.7	11216.6	10923.4	11830.3	11700.9	7
平 均	5903.9	10851.4	11242.5	11847.3	11663.3	

2.2.2 施肥与作物消耗养分的平衡关系 根据 11 个监测点 8 年平均每公顷水稻年施入的养分总量和水稻地上部分带走养分总量的统计结果(表 5),水稻吸收氮、磷、钾分别占施肥总量的

表 5 施肥与水稻吸收养分的平衡关系 (单位:kg/ha)

养 分	施入养分总量	水稻带走养分量	盈亏量	水稻消耗养分(%)
N	334.35	212.55	121.80	63.57
P ₂ O ₅	87.00	87.90	-0.90	101.03
K ₂ O	120.00	230.55	-110.55	192.13

表 6 每生产 1000kg 籽粒所带走的养分及分布

作物	养分	所带走养分总量(kg)	籽粒带走养分		茎秆叶带走养分	
			kg	占总养分(%)	kg	占总养分(%)
水稻	N	18.71	11.73	62.7	6.98	37.3
	P	3.61	2.58	71.5	1.03	28.5
	K	17.65	2.68	15.2	14.97	84.8
大麦	N	23.97	16.89	70.5	7.08	29.5
	P	4.79	2.85	59.5	1.94	40.5
	K	34.36	6.51	18.9	27.85	81.1
玉米	N	22.85	12.74	55.8	10.11	44.2
	P	4.11	2.39	58.2	1.72	41.8
	K	19.34	4.25	22.0	15.09	78.0
油菜	N	66.01	33.27	50.4	32.74	49.6
	P	11.86	6.37	53.7	5.49	46.3
	K	46.90	10.44	22.3	36.46	77.7

注:以上数据为各监测点 8 年平均值。

63.57%、101.03%、192.13%。即施入的氮素有盈余,每公顷施入比吸收多 121.8kg,磷基本持平,每公顷仅亏欠 0.9kg,而水稻吸收钾量出现严重亏欠,每公顷吸收比施入多 110.55kg。由于施入钾量严重不足,水稻需要的部分钾素只能由土壤钾释放来弥补,这不但影响水稻高产,而且消耗地力。因此,增施钾素肥料已成为夺取高产和保持地力的一项重要措施,而适当控制氮肥投入,提高其利用率,是减少成本开支,实现高产高效的有效途径。

2.2.3 作物地上部分养分分布与养分消耗的关系 根据各监测点作物地上部分 8 年生物量统计结果和养分分析结果,得出每生产 1000 公斤籽粒所消耗的养分及其分布(表 6)。由表 6 可知:每生产 1000kg 籽粒,水稻平均需要吸收氮素 18.71kg、磷素 3.61kg、钾素 17.65kg;大麦平均需要吸收氮素 23.97kg、磷素 4.79kg、钾素 34.36kg;玉米平均需要吸收氮素 22.85kg、磷素 4.11kg、钾素 19.34kg;油菜平均需要吸收氮、磷、钾分别为 66.01kg、11.86kg、46.90kg。氮磷主要分布于籽粒,占吸收总量的 50.4%~71.5%;钾素主要分布于茎叶,占吸收总量的 77.7%~84.8%。由此,可以得出如下结论:①水田种植旱作物,要实现高产,必须施用比种植水稻更多的肥料;②秸秆还田是补充稻田钾素的一项有效措施。

2.3 施肥与土壤肥力的关系

2.3.1 合理施肥能提高土壤养分 施肥不仅影响作物产量,而且也影响土壤养分含量的变化。根据各监测点土壤养分实测结果进行统计,得出不同施肥处理的土壤养分变化 b 值表(表 7)。由表 7 可以看出:①有机质、全氮、碱解氮,各处理 b 值均为正值,其中以有机无机肥配合施用处理 b 值较大,说明肥力提高较大,而无肥区和化肥区基本持平,这可能是由于土壤地力本身的调节作用和作物根、叶残留于土壤中所致。②土壤速效磷,有机无机肥配合施用处理有较大提高,60%和 30%有机肥区速效磷 b 值分别为 1.560 和 0.688,习惯施肥区持平,无肥区和化肥区速效磷降低,年

平均下降速度分别为 0.503mg/kg 和 0.170mg/kg。③有效钾, 30%和 60%有机肥区有效钾 b 值分别为 0.817 和 1.550, 有机肥区有效钾提高, 其余各处理有效钾均为下降趋势, 年均下降速度为 0.783~1.967mg/kg。由以上结果可得出如下结论:①有机无机肥配施是提高土壤养分的有效途径, 应大力提倡;②土壤缺磷少钾的现象应引起高度重视, 尤其是钾素普遍缺乏, 应采取有效的补钾措施。

表 7 土壤养分变化 b 值表

处 理 养 分	无肥区	习惯区	化肥区	30%M 区	60%M 区	n
有机质	0.620	1.078	0.882	1.375	1.936	72
全 N	0.036	0.055	0.028	0.056	0.086	72
碱解 N	0.717	3.300	2.967	4.800	7.083	72
速效 P	-0.503	0.378	-0.170	0.688	1.560	72
有效 K	-1.833	-1.967	-0.783	0.817	1.550	72

2.3.2 施肥对土壤阳离子交换量的影响 土壤阳离子交换量是中和土壤负电荷的有效性交换阳离子数量的一种量度, 其值大小, 可以作为评价土壤保水保肥能力的指标, 是改良土壤和合理施肥的重要依据之一。根据各监测点取样分析结果进行统计, 为便于比较, 将各点阳离子交换量的平均值按处理统计于表 8。

表 8 土壤阳离子交换量变化情况 (单位: cmol/kg)

处 理	1986 年测定值	1994 年测定值	提 高 值	提 高 %
化肥区	9.78	10.71	0.93	9.5
30%有机肥区	8.92	11.71	2.79	31.3
60%有机肥区	8.78	12.35	3.57	40.7

由表 8 可知,经过 8 年的精耕细作,尽管是采用的配方施肥,但化肥区的阳离子交换量基本未变,而有机肥区阳离子交换量明显提高,提高幅度为 31.3%~40.7%。这充分说明有机肥培肥地力的作用不容忽视。

2.3.3 施肥与土壤容重的关系 土壤容重是土壤重要的物理性状,它受土壤质地、有机质、结构、耕作等影响而变化。合理的施肥能降低土壤容重,提高土壤孔隙度,改善土壤的物理性能。据各监测点 1986 年测定结果,初始样土壤容重平均为 $1.26\text{g}/\text{cm}^3$,1994 年测定结果,60%有机肥区平均为 $1.08\text{g}/\text{cm}^3$,30%有机肥区平均为 $1.13\text{g}/\text{cm}^3$,而化肥区平均为 $1.22\text{g}/\text{cm}^3$ 。有机肥区分别降低 $0.18\text{g}/\text{cm}^3$ 和 $0.13\text{g}/\text{cm}^3$,比化肥区低 $0.14\sim 0.08\text{g}/\text{cm}^3$ 。由此可以看出,增施有机肥对改善土壤物理性状具有极其重要的作用。

2.3.4 有机肥对提高氮肥利用率的作用 在相同施氮水平下,可以认为,作物吸收氮素愈多,则氮肥利用率愈高。据各点监测结果进行统计,采用有机无机肥配合施用的施肥方法,可以明显地提高氮肥的利用率(表 8)。

表 9 不同施肥处理水稻吸收氮素量 (单位:kg/ha)

处 理	施入总氮量	水稻吸收氮素量	吸收占施入量%
化 肥 区	303.00	220.61	72.81
30%有机肥区	302.10	230.87	76.42
60%有机肥区	302.46	222.04	73.41

由表 9 可知,在施氮量基本一致的情况下,作物吸收氮素占总施氮量的百分数,有机肥区较化肥区高 3.61%~0.6%,说明有机肥具有提高氮肥利用率的作用。如果按公式