

# 有机肥料对两种水稻土物理性质的影响\*

许绣云 姚贤良

(中国科学院南京土壤研究所)

## 摘 要

本文研究了有机肥料对水稻土物理性质的影响。结果表明,在排水良好的望城试区,施用稻草肥并配施适量化肥处理区与单施化肥区相比,前者的土壤粗微团聚体含量有所增加;土壤分散度有所下降;2—7 cm土层的总孔隙度和充气孔隙度有所增多,而且低吸力时的土壤持水量也明显增大。在有机质含量较高而排水又不良的双峰试区,施用稻草肥并不能引起土壤上述各物理参数发生明显的变化。

近年来,由于集约农业的广泛推行,有机肥料的增产作用,又重新受到重视,并被列为高产农业的重点研究领域<sup>[1]</sup>。许多试验资料证明,有机和化学肥料的合理配合施用,其增产效果都优于二者分别施用的,这种优越性几乎在各个土壤—气候带的所有的作物上都能表现出来,它不仅是作物优质、高产和提高土壤肥力的重要因素,也是防止氮素损失和硝酸盐污染水源的有效手段<sup>[2]</sup>。

由于多种原因,我国目前一些已推行集约农业的地区,有机肥料的施用量有渐趋下降之势,对土壤肥力、作物稳产和品质有无重大影响是值得研究的课题。据此,本文对有机肥、化肥配合施用和化肥单施对两种水稻土物理性质的影响进行比较研究。

## 一、样品和方法

### (一)供试土壤和试验处理

试验是在两个试验点进行的:湖南望城县黄金乡和双峰县单家井乡。前者土壤为发育于第四纪红色粘土的水稻土;后者为发育于石灰岩风化物的水稻土。两土壤的机械组成列于表1。

试验处理见表2。试验处理中的施肥量

表1 供试土壤机械组成 (%)

粒 级 (mm)	望 城 区	双 峰 区
1—0.25	1.6	4.3
0.25—0.05	4.9	6.2
0.05—0.01	31.5	30.6
0.01—0.005	16.9	19.4
0.005—0.001	26.7	25.4
<0.001	18.4	13.8
<0.01	62.0	58.6

如下:

N肥 早晚稻每季分别施 N20 和 24 斤/亩;

P肥 施P5.24斤/亩;

K肥 施K13.3斤/亩;

石灰 早晚稻分别施 170 斤/亩和 120 斤/亩;

有机肥 望城试区为猪粪(平均干重)263斤/亩·季和稻草(干重)350斤/亩;双峰

\*承我所农化室提供和协助长期肥料试验地的采样,特致谢意。

表2 试验处理

望城试区	双峰试区
无肥	无肥
NP	NP
PK	NPK
NK	2
NPK	NP + 稻草
NPK + Ca	NPK <sub>2</sub> + 猪粪
NK + 猪粪	$\frac{NPK}{2}$ + 绿肥(早稻) + 稻草(晚稻)
NP + 稻草	
NPK + 稻草	*绿肥(早稻) + 稻草(晚稻)

\* 采样时发现, 土块有明显棱角, 植物残体少。

表3 供试土样有机质含量\*

试区	处理	含量(%)	试区	处理	含量(%)
望城	无肥	3.31	双峰	无肥	4.49
	NP	3.07		NP	4.60
	PK	3.23		$\frac{NPK}{2}$	4.61
	NK	3.25		NP + 稻草	4.65
	NPK	3.27		NPK <sub>2</sub> + 猪粪	4.74
	NPK + Ca	3.21		$\frac{NPK}{2}$ + 绿肥 + 稻草	4.57
	NK + 猪粪	3.34		绿肥 + 稻草	4.78
	NP + 稻草	3.26		原始	4.44
	NPK + 稻草	3.30			
	原始	3.13			

\* 蒋佩弦同志提供, 致谢。

试区为猪粪854斤/亩和稻草(干重)400斤/亩。

经5年试验后各处理的有机质含量列于表3。

## (二) 供测试土样和测定方法

测试土样是1985年10月下旬晚稻刈割前用环刀分层采自各处理区的耕层。测定方法如下:

1. 土壤微团聚体是用水浸泡振荡分散后用吸管法分级测定;
2. 原状土当量孔隙是用100cm<sup>3</sup>容重圈采集原状土置于石英砂—高岭土吸力平板仪测定;
3. 原状土破裂系数是采集高3cm、直径2.7cm的原状土, 风干后用无侧限压力仪测定。

## 二、结果和讨论

### (一) 对土壤微团聚体的影响

关于长期施肥, 特别是大量施用有机肥对土壤结构形成有良好影响的报道是很多的, 但也有报道指出, 如化肥用量配合得当, 连续施用化肥对土壤并无有害的影响<sup>[3]</sup>。本研究(表4)表明, 有机—无机肥料配合施用能明显地提高望城试区土壤中1—0.05mm粗微团聚体和减少细粒(<0.01和<0.001mm)的含量; 土壤结构的分散度亦明显下降。说明有机—无机肥料配合施用能提高土壤的团聚度和稳定度。在单施化肥的各处理中, NP处理有利于土壤中粗微团聚体的形成, 而NK处理则增加土壤的分散度。但在双峰试区, 施有机—无机肥料区与单施化肥区一样, 对粗微团聚体含量和土壤分散度均无重大影响。

### (二) 土壤孔隙状况

#### 1. 土壤孔隙度

望城试区土壤总孔隙度、粗孔隙度(孔径大于0.2mm)、有效孔隙度(孔径0.2—0.005mm)及细孔隙度(孔径小于0.005mm)测定结果示于图1。NPK + 稻草处理区的2—7cm土层土壤的总孔隙度、粗孔隙度和有效孔隙度比无肥处理区和单施NPK处理区高, 这种差异都达到5%或1%水平显著; 而<0.005mm细孔隙, 各处理间未见有显著差异。各处理间10—15cm土层土壤的变化与上层相似, 但除<0.005mm细孔隙有明显差异外, 其余均未达到统计显著水平。

表4

施肥对土壤结构性的影响

试 区	处 理	微 团 聚 体 (%)			土壤分散度* (%)
		1—0.05mm	<0.01mm	<0.001mm	
望 城	无肥	29.2	35.1	4.5	24.8
	NP	36.6	33.3	4.3	23.4
	PK	30.0	35.4	4.4	23.9
	NK	34.4	34.2	5.0	27.2
	NPK	31.3	32.8	4.2	22.8
	NPK + Ca	31.5	33.0	4.3	23.4
	NK + 猪粪	35.0	29.4	3.6	19.6
	NP + 稻草	42.5	28.0	2.9	15.8
	NPK + 稻草	42.1	27.6	3.0	16.3
	双 峰	无肥	46.5	29.6	4.7
NP		42.4	30.1	3.1	22.5
NPK/2		46.3	29.1	3.2	23.2
NP + 稻草		46.7	28.0	3.4	24.6
NPK/2 + 猪粪		47.8	25.4	2.9	21.0
NPK/2 + 绿肥 + 稻草		45.5	26.8	2.8	20.3
绿肥 + 稻草		48.7	25.9	3.1	22.5

\* 微团聚体中<0.001mm粒级占机械组成中<0.001mm粒级的百分数

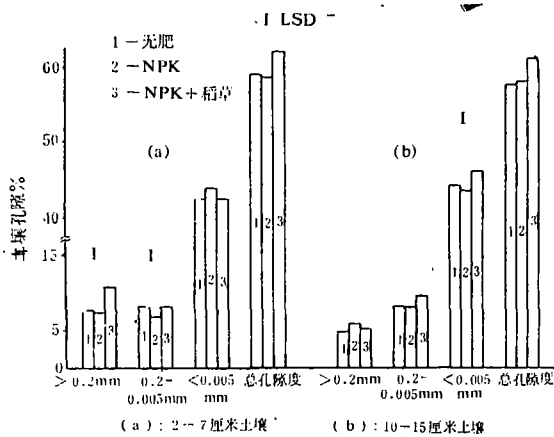


图1 望城试区各处理间的土壤孔隙度

在双峰试区,各处理间土壤总孔隙度、粗孔隙度和细孔隙度均无明显区别,而有效孔隙却有显著差异,其中以无肥处理区最高,NPK/2处理区最低(表5),表明虽施用5年有机肥,但对改善土壤孔隙状况作用不大。

## 2. 土壤容重

在望城试区,NPK + 稻草处理区的土壤容重降低,2—7cm土层的土壤容重的差异达到5%和1%水平显著。在双峰试区,施有机肥—化肥处理区,土壤容重也有下降趋势。其干容重有较明显的差异,在10—15cm土层的土壤,它们之间的差异达5%水平显著,但绿肥 + 稻草处理区却显著大于有机—化肥处理区(表6)。

## (三)低吸力时的土壤持水量

施用有机肥料能使土壤的持水能力增强,在低吸力时,这种作用尤为明显<sup>[5]</sup>。试验表明,在15—600毫巴吸力范围内,NPK + 稻草处理区的2—7cm土层内,土壤含水量显著高于其他处理(在300毫巴时,无肥处理区除外);在10—15cm土层内,土壤含水量显著高于无肥处理区,在100、300和600毫巴时显著高于NPK处理区(表7)。在双峰试区,NPK/2 + 猪粪处理区的土壤含水量显著高于NPK/2处理区,并在某些吸力时显著高于其他处理区(表8)。

表5 施肥对土壤有效孔隙的影响(双峰试区)

处 理	有效孔隙(%)	
	2—7cm	10—15cm
无 肥	17.8±0.7	15.1±3.4
NPK <sub>2</sub>	13.7±1.0	10.4±1.2
NPK <sub>2</sub> +猪粪	17.1±2.6	12.0±1.7
NPK <sub>2</sub> +绿肥+稻草	14.1±1.9	12.4±1.7
绿肥+稻草	17.1±4.3	13.1±2.3
L. S. D	3.28	2.90

低吸力时土壤持水能力的增强, 是否会  
影响土壤通气状况? 由表9可见, 望城试区,  
NPK+稻草处理区的2—7cm 土层土壤充气  
孔隙显著增加。如果以10%作为临界值, 在  
土壤吸力为15毫巴时, 土壤充气孔隙度就超  
过临界值。而10—15cm 土层土壤充气孔隙  
没有显著差异, 说明土壤通气状况并不受持  
水能力增强的影响。在双峰试区, 2—7cm  
土层土壤, NPK/2+猪粪处理区的充气孔隙  
比NPK/2处理区低, 但未达显著水平, 而且  
在土壤吸力为15毫巴时, 除绿肥+稻草处理

表6 施肥对土壤容重的影响(g/cm<sup>3</sup>)

试 区	处 理	容 重		干 容 重*	
		2—7(cm)	10—15 (cm)	2—7(cm)	10—15(cm)
望 城	无肥	1.14±0.05	1.19±0.06	1.39±0.05	1.46±0.06
	NPK	1.19±0.02	1.15±0.06	1.41±0.04	1.46±0.07
	NPK+稻草	1.04±0.08	1.11±0.08	1.30±0.11	1.45±0.09
	L. S. D	0.08	N. S	N. S	N. S
双 峰	无肥	0.79±0.04	0.92±0.07	1.32±0.06	1.45±0.09
	NPK <sub>2</sub>	0.82±0.05	0.98±0.02	1.29±0.05	1.44±0.04
	NPK <sub>2</sub> +猪粪	0.74±0.07	0.89±0.02	1.22±0.12	1.39±0.05
	NPK <sub>2</sub> +绿肥+稻草	0.81±0.08	0.88±0.06	1.23±0.11	1.34±0.08
	绿肥+稻草	0.80±0.04	0.95±0.06	1.35±0.05	1.48±0.04
	L. S. D	N. S	N. S	N. S	0.08

\* 以105℃烘干后的土壤体积计算。

表7 施肥对低吸力时的土壤含水量影响(望城试区)

处 理	土 壤 吸 力 (毫巴)				
	15	60	100	300	600
	2—7 cm土壤				
无肥	44.7±2.4	43.1±2.4	42.2±2.3	41.0±3.3	37.3±1.8
NPK	42.9±1.4	41.6±1.3	40.9±1.3	38.7±1.0	37.1±1.0
NPK+稻草	49.2±3.0	47.4±2.7	46.4±2.4	43.6±2.2	41.1±1.7
L. S. D	3.6	3.4	3.2	3.6	2.3
	10—15cm土壤				
无肥	44.2±2.8	43.0±2.6	42.0±2.4	39.4±2.4	37.2±1.9
NPK	45.4±4.0	44.3±3.6	43.1±3.3	40.3±2.3	38.0±1.9
NPK+稻草	50.4±3.3	48.9±2.8	47.8±2.6	44.8±2.1	41.5±1.8
L. S. D	5.3	4.7	4.2	3.5	2.9

区外, 充气孔隙均超过临界值。也未见10—15cm 土层土壤有什么不良的影响。

表8

施肥对低吸力时的土壤含水量影响(双峰试区)

处 理	土 壤 吸 力 (毫巴)				
	15	60	100	300	600
2—7cm土层土壤					
无肥	77.8±2.4	74.5±1.7	71.0±1.5	63.2±1.3	55.2±0.8
$\frac{NPK}{2}$	70.6±2.7	67.4±2.2	65.5±1.9	60.2±1.3	53.8±1.0
$\frac{NPK}{2}$ + 猪粪	83.3±5.3	77.8±3.1	74.9±2.6	67.7±2.2	60.0±1.6
$\frac{NPK}{2}$ + 绿、稻	74.5±6.5	69.7±1.6	67.7±4.6	64.3±3.4	56.6±3.1
绿肥+稻草	80.3±5.5	75.5±4.7	72.4±4.0	67.4±4.0	58.8±3.2
L.S.D	7.0	5.4	4.7	4.0	3.2
10—15cm土层土壤					
无肥	69.7±6.4	67.3±5.5	65.2±4.6	59.3±3.2	53.0±2.0
$\frac{NPK}{2}$	61.8±3.1	60.5±3.0	59.5±2.9	56.1±2.5	51.1±1.8
$\frac{NPK}{2}$ + 猪粪	72.3±1.8	69.7±1.6	68.2±1.5	62.6±3.7	58.7±2.5
$\frac{NPK}{2}$ + 绿、稻	70.8±5.0	68.0±4.5	66.5±4.3	62.8±3.7	56.6±2.4
绿肥+稻草	69.0±6.0	65.5±4.7	63.7±4.2	61.9±4.2	53.7±2.6
L.P.D	7.1	6.0	5.4	4.7	3.4

#### (四)土壤破裂系数

土壤破裂系数随着施肥而有不同程度的降低。在望城试区,NPK + 稻草处理区的土壤破裂系数有明显减小,但未达显著水平。在双峰试区,施肥各处理间基本上没有什么差异,但绿肥+稻草处理区的2—7cm土层土壤有较大的差异(表10)。

由于水稻土长期渍水和耙抄,土壤膨胀、分散严重,只有在干燥的条件下,才得以形成

表9

低吸力时的土壤充气孔隙度(%)

处 理	2—7cm 土层土壤			10—15cm土层土壤		
	15	60	100(毫巴)	15	60	100(毫巴)
望城试区						
无肥	7.8±1.8	9.7±1.8	10.7±1.7	4.9±2.2	6.4±2.4	7.5±2.6
NPK	7.5±0.9	9.1±0.8	9.9±0.7	6.0±0.5	7.5±1.0	8.5±1.3
NPK+稻草	11.0±2.1	13.0±2.4	13.9±2.6	5.2±2.9	6.7±3.3	8.0±3.4
L.S.D	2.3	2.5	2.9	N.S	N.S	N.S
双峰试区						
无肥	10.6±2.5	13.2±3.3	15.9±3.1	5.1±1.9	7.3±2.3	9.2±2.8
$\frac{NPK}{2}$	13.9±3.5	16.6±3.9	18.2±4.2	6.0±1.6	7.3±1.6	8.2±1.6
$\frac{NPK}{2}$ + 猪粪	11.2±5.1	15.2±5.2	17.3±5.2	5.5±1.6	7.8±1.4	9.1±1.4
$\frac{NPK}{2}$ + 绿、稻	11.9±4.8	15.6±5.7	17.3±5.8	7.3±2.4	9.7±2.7	11.1±2.9
绿肥+稻草	7.4±1.3	11.3±1.7	13.7±2.0	4.9±1.3	7.1±1.9	8.5±2.2
L.S.D	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S

表10 施肥对土壤破裂系数(Kg/cm<sup>2</sup>)的影响

试区	处 理	采样深度(cm)	
		2—7	10—15
望城	无肥	3.9±1.7	4.9±1.6
	NPK	2.7±1.2	3.7±2.2
	NPK+稻草	2.2±0.2	3.0±1.4
双峰	无肥	5.0±1.2	5.2±1.0
	NPK <sub>2</sub>	3.8±1.0	3.9±1.2
	NPK <sub>2</sub> +猪粪	3.8±1.9	4.4±2.2
	NPK <sub>2</sub> +绿、稻	3.8±1.3	4.4±2.2
	绿肥+稻草	4.6±0.8	4.1±1.4

看来,有机肥料对水稻土物理性质的改善不仅取决于它的施用量,而且与土壤有机质含量、水分状况及与化肥配合施用状况密切相关。

#### 参 考 文 献

- [1] D. L. McCune 和 P. J. Stangel, 土壤肥力和肥料研究方面的问题及其研究重点, 土壤学进展, 第5期, 20—22页, 1984。
- [2] B. A. Васильев 集约农业和工业化畜牧业条件下有机肥料的使用, 土壤学进展, 第5期, 28—55页, 1984。
- [3] K. K. Krishnamoorthy, 印度长期肥料试验总结, 土壤学进展, 第5期, 36—48页, 1984。
- [4] 程云生, 水稻土的排水及其意义, 土壤学报, 第20卷3期, 215—223页, 1983。
- [5] T. D. Biswas, et. al, J. Indian Society of Soil Science, 19:31—37, 1971.

### 新 书 出 版 消 息

“江西红壤”一书是中国科学院南京土壤研究所和江西省红壤研究所协作编写的一本近80万字的科研专著。由赵其国、谢为民等主编,李庆逵教授写了序。该书在论述江西红壤的成土条件、过程、分类及各类土壤特性的基础上,着重探讨红壤的肥力特征与演变,改良利用方式和途径,土壤资源的质量评价和数量统计等。全书图文并茂,资料翔实,具有较高的理论水平和实用价值。可供农、林、牧生产单位,管理部门及科研、教学等部门专业人员参考。

该书于1988年5月由江西科技出版社出版,定价7.90元,另加邮费0.4元,欲购者请寄款至江西省进贤县省红壤所谢为民处,收款后即寄书和报销凭证。

①程云生等,水稻土高产的控水灌溉及其效益,资料,1985。