

# 有机物料对水稻土某些物理性质的影响\*

朱红霞 姚贤良

(中国科学院南京土壤研究所 南京 210008)

## 摘 要

研究了有机物料对水稻土结构、容重、孔隙性、持水性及可塑性等物理性质的影响。结果表明,长期(5—8年)施用有机物料能明显改善水稻土上述各种性质,改善效果因土而异,主要取决于土壤的水文状况。为了充分发挥有机物料的改土效果,在地下水埋深较浅的土壤上,在施用有机物料的同时,必须改善土壤的排水能力。

**关键词** 有机物料; 水稻土; 物理性质

有机物料既是作物所需的多种养分的重要给源,又是改善土壤环境(物理、化学和生物学)的物质基础:有机物料分解过程中的某些中间产物——多糖,能将土壤矿质颗粒聚集成团聚体;不易分解的粗纤维,能疏松土壤;改变某些无机胶结物(如无定形氧化铁、铝、硅)的活度等。因此,不少研究者认为<sup>(1)</sup>,有机物料在改善土壤环境,特别是物理环境起了重要作用。但对于有机物料在水稻土上的作用问题,看法不一。有人认为在水稻土上施用有机物料只会增加土壤的还原分散,破坏土壤结构<sup>(2)</sup>;有的则认为,它的作用受土壤排水条件所制约<sup>(2)</sup>,但也有研究者指出,即使土壤处于淹水情况下,有机物料对改善土壤的通气性仍有积极意义<sup>(3)</sup>。为了进一步论证有机物料的改土作用与水文条件的关系,笔者选择了两组地下水埋深不同的长期田间试验地进行了比较。一组设于安徽省芜湖市,土壤为潜育性水稻土(重壤质青紫泥),麦季地下水位在40cm左右,供试土样系来自试验的第5年;另一组设在苏州市望亭太湖地区农科所的水泥池里,土壤为潜育性水稻土(粘质黄泥土),麦季地下水位在90cm左右,供试土样系来自试验的第8年。

## 1 材料与方 法

### 1.1 供试土壤

供试土壤分别为青紫泥(重壤土)和黄泥土(轻粘土),它们的基本性质列于表1和表2。

表1 供试土壤的颗粒组成(%)

土壤	粒级(粒径: mm)						质地
	1—0.25	0.25—0.05	0.05—0.01	0.01—0.005	0.005—0.001	<0.001	
青紫泥	0.97	3.18	41.3	14.6	16.9	23.0	粗粉质重壤土
黄泥土	0.42	3.89	30.8	16.7	18.7	30.3	粗粉质轻粘土

本表部分数据由徐富安同志提供。

\* 本文为所长基金项目的部分内容;江苏太湖地区农科所提供了试验的土样,特此致谢。

<sup>①</sup>赵诚斋,水稻土耕作研究,中国科学院南京土壤研究所物理室(资料),1988。

表2 供试土壤的农化性质

土壤	有机质 (g/kg)	全氮 (g/kg)	全磷 (g/kg)	全钾 (g/kg)	水解氮 (mg/kg)	速效磷 (P,mg/kg)	速效钾 (K,mg/kg)
青紫泥	27.1	1.57	0.64	14.7	128	17.5	78
黄泥土	24.2	1.43	-	-	-	8.4	127

本表部分数据由徐富安同志提供。

## 1.2 田间试验

分别设在安徽省芜湖市及江苏省苏州市望亭镇。

### 1.2.1 芜湖试区\*

试验布置在安徽省芜湖地区农科所试验田上。从1983年开始,进行稻—稻—麦轮作。麦季地下水位在40cm左右。田间试验设4个处理:

(1)对照:单施化肥,用量为:大麦上施硫酸40kg/亩,过磷酸钙15kg/亩,氯化钾10kg/亩;早稻上施硫酸40kg/亩,过磷酸钙25kg/亩,氯化钾10kg/亩;晚稻:硫酸30kg/亩,氯化钾10kg/亩;(2)稻廐:早稻增施1500kg/亩猪粪,其余同对照;(3)麦廐:麦季增施1500kg/亩猪粪,其余同对照;(4)稻草:晚稻增施200kg/亩干稻草,其余同对照。

试验小区面积为67m<sup>2</sup>,每处理重复3次。

### 1.2.2 望亭试区

试验设在江苏太湖地区农业科学研究所的水泥池中,供试土壤为黄泥土,麦季地下水位通常在90cm左右。从1980年秋播开始进行稻麦轮作。试验设3个处理:

(I)对照:单施化肥,用量(以每季作物计)为:5—8kg/亩N,4kg/亩P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>,5kg/亩K<sub>2</sub>O;(II)廐肥:除施N、P、K化肥外,每季加施500kg/亩猪粪;其余同对照;(III)稻草:仅施N肥(5—8kgN),每季加施150kg/亩干稻草。

小区面积为20m<sup>2</sup>,每处理重复3次。

## 1.3 测定方法

(1)全氮用开氏法;(2)有机质用重铬酸钾氧化法;(3)土壤颗粒组成用吸管法;(4)容重用环刀法;(5)当量孔隙直径用环刀采取原状土,以石英砂—高岭土吸力平板仪测定,按茹林公式( $d = 3/H$ ,式中: $d$ 为当量孔隙直径(mm); $H$ 为用水柱高度(cm)表示的水吸力)计算;(6)水稳性团聚体用H·И萨维诺夫法测定;(7)塑限用搓条法;(8)液限用瓦氏锥式法。

## 2 结果和讨论

### 2.1 有机物料对土壤结构的影响

土壤施用有机物料后,其有机质含量一般都有增加的趋势(表3)。至于对水稳性团聚体的影响,则视土壤而异。对望亭的黄泥土而言,>0.25mm的水稳性团聚体含量有所增加,尤以处理II(化肥加猪粪)的效果最佳,其平均重量直径的变化趋势也大致相似。而对芜湖的青紫泥来说,有机物料对土壤结构性几乎无影响,土壤间的这种差异可能与各自的水文条件不同有关。前者排水较快,土壤处于好气条件下的时间相对较长,有机物料分解比较完全,且其产物有团聚土粒的作用,致使>0.25mm水稳性团聚体含量及团聚体平均重量直径增

\* 试验由中科院南京土壤研究所物理室原结构组布置。

加。后者所处的地下水位较高，排水较慢，土壤处于还原条件下的时间较长，有机物料的嫌气分解会使土粒分散，影响有机物料的改土效果。

### 2.2 有机物料对土壤容重的影响

芜湖试区的处理3(麦季施猪粪)，其土壤容重为  $0.98\text{g}/\text{cm}^3$ ，极显著地低于处理1( $1.09\text{g}/\text{cm}^3$ )；而处理2(稻季施猪粪)和处理4(稻草)对降低土壤容重的效果不显著。望亭黄泥土的处理II及III的土壤容重分别为  $0.96\text{g}/\text{cm}^3$  及  $1.05\text{g}/\text{cm}^3$ ，都极显著地低于对照( $1.20\text{g}/\text{cm}^3$ )，尤以处理II的效果最佳，甚至它与处理III之间的差异也达到了显著水平。由于有机物料自身密度远低于土壤

表3 施用有机物料对土壤结构性的影响

土壤	处理	有机质 (g/kg)	>0.25mm 水稳性团聚体含量(g/kg)	平均重量直径 <sup>a</sup> (mm)
青紫泥	1	30.0	752	2.42
	2	33.8	744	2.23
	3	38.8	754	2.44
	4	33.8	749	2.21
黄泥土	I	24.0	716	2.26
	II	30.5	792	2.83
	III	30.3	755	2.73

<sup>a</sup> 平均重量直径(MWD) =  $\sum_{i=1}^n \bar{X}_i \cdot W_i$ ,  
 式中  $\bar{X}_i$  为每一粒级的平均直径(mm);  
 $W_i$  为每一粒级的百分重量。

矿物质，因此，施用有机物料一般能降低土壤容重。但降低的幅度主要取决于有机物料种类、施用量及土壤环境条件。因为有机物料也可通过改善土壤结构性间接地影响土壤容重。尤其是在质地粘重的土壤上，其容重的降低，大多归因于土壤团聚度和孔隙度的增加<sup>(4)</sup>。

### 2.3 有机物料对土壤孔隙性的影响

从图1可以看出，两种供试土壤在增施有机物料后，其总孔隙度和 pF=2 时的充气空隙度都不同程度地有所增加，其中以望亭黄泥土增加幅度较大。

当土壤 pF=2 时，芜湖试验区各处理区土壤的充气孔隙度如下：处理1为15.0%；处理2为15.6%；处理3为18.8%；处理4为17.3%。经方差分析，各处理间差异不显著。但望亭试区各处理差异较明显，当土壤 pF=2 时，处理II及III的充气孔隙度分别为27.9%和24.9%，都极显著地高于对照(16.5%)。可见，土壤水分状况将影响有机物料改善土壤孔隙特性的效果。

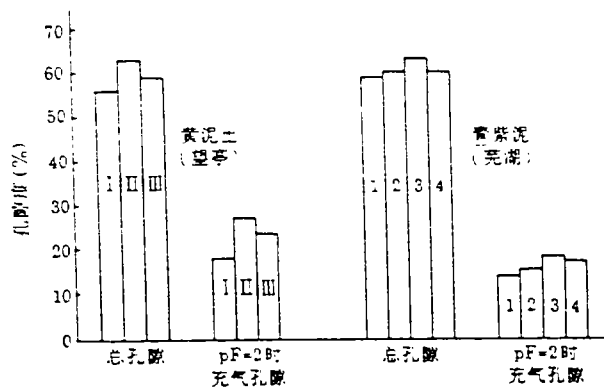


图1 施用有机物料对土壤孔隙状况的影响

### 2.4 有机物料对土壤持水性的影响

土壤持水性能受两个因素的影响，一是孔隙的数量及其大小分布；二是土壤的比表面积<sup>(5)</sup>。增施有机物料，除其自身的持水容量较土壤矿质部分高，有利改善土壤持水特性外，另一方面它还能增加土壤总孔隙度，改变孔隙的分布状况，从而对土壤的持水特性产生一定的影响。图2及图3显示了青紫泥及黄泥土在1—90 kPa范围内的持水曲线。从图中可以看出，增施有机物料后，在一定吸力下的土壤含水量将有所增加。

### 2.5 有机物料对土壤可塑性的影响

据报道<sup>(6)</sup>，有机质含量高的土壤，塑性上下限都较高，但塑性指数变化不大。表4结果表明，施用有机物料后，土壤的液限值提高，而塑限只有望亭试区的处理II及III有所增

加, 塑性指数变化无规律性。

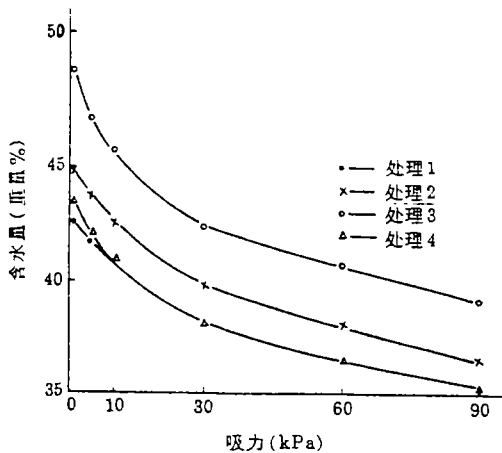


图2 芜湖试区各处理土壤的水分特征曲线

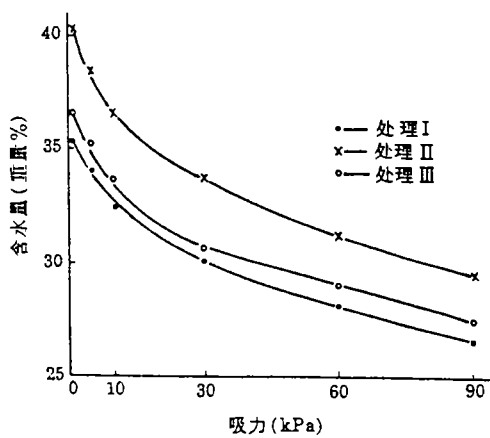


图3 望亭试区各处理土壤的水分特征曲线

从以上结果可以看出, 高产水稻土长期施用有机物料以后, 将引起土壤某些物理性质的变化。在地下水位埋深较深的望亭试区的土壤, 施用有机物料能改善土壤的团聚性和孔隙状况, 降低土壤容重。而在地下水位埋深较浅的芜湖试区的土壤, 有机物料的作用则不明显。所以, 为使有机物料的改土效果得到充分的发挥, 在地下水位埋深较浅地区, 在施用有机物料的同时, 必须注意改善排水条件。

表4 有机物料对土壤可塑性的影响

土 壤	处 理	塑 限 (百分含水量)	液 限 (百分含水量)	塑 性 指 数
青 紫 泥	1	30.0	41.0	11.0
	2	30.8	42.0	11.2
	3	30.0	43.1	13.1
	4	29.6	42.3	12.7
黄 泥 土	I	25.5	41.4	15.9
	II	27.0	43.2	16.2
	III	28.3	42.6	14.3

参 考 文 献

[1] R.J. Mackae and G.R. Mehuys, *Advances in Soil Science*. 1983, 3: 71-94.  
 [2] 许秀云, 姚贤良, 有机物料对两种水稻土物理性质的影响. *土壤*, 1988, 20:169-174.  
 [3] Eiichi Kohno, *Proceedings First International Symposium on Paddy Soil Fertility*. 1988, 963-981.  
 [4] Hall, J. E. and E.G.Coker, In *The influence of sewage sludge application on physical and biological properties of soil* (G. Catroux, P.L. Hermite, and E. Suess (eds)). D. Reidel, Dordrecht, Holland, 1983, 43-61.  
 [5] P. Khaleel, K.R. Reddy and M. R. Overcash, *J. Environ. Qual.* 1981, 10:133-141.  
 [6] Archer, J. R., In *Soil physical condition and crop production (Soil Consistency)*. Technical Bulletin M. A. F. F. London. 1975, 20: 289-297.