

# 中国土壤颗粒研究

## I. 太湖地区白土型水稻土中白土层土壤及其各级颗粒的理化特性\*

邓时琴 徐梦熊

(中国科学院南京土壤研究所)

研究土壤各级颗粒的理化特性,是土壤基本性质研究的重要内容之一。有关土壤及其粘粒化学组成的研究报导,在国内外并不鲜见,但对土壤各级颗粒性质的研究则较少。关于土壤各级颗粒的矿物全量分析研究,熊毅<sup>[12]</sup>、于天仁<sup>[1]</sup>早已有报导。国外的研究也大多在旱地上进行<sup>[16,18-23]</sup>。至于对水稻土的各级颗粒的理化特性研究,在国内尚未见有报导。因此,开展这方面的研究是很有意义的,不仅有助于深入探究土壤高产或低产的原因,而且可以加深对土壤颗粒基本性质的认识,为完善我国土壤质地分类提供科学依据。

### 一、供试土样和测定方法

由于白土层是影响白土型水稻土肥力的关键因素,因此,选择该层土壤作为研究对象。

供试土样采自江苏省无锡八士公社,系高平田地帶白土型水稻土(属滞水型水稻

表1 土壤颗粒分级标准  
Table 1 Soil particle classification

颗 粒		Particle		粒 径 (mm)		Diameter of particle	
砂	Sand	粗	粗 砂 粒	1—0.25			
			细 砂 粒	0.25—0.05			
粉	Silt	粗	粗 粉 粒	0.05—0.01			
			中 粉 粒	0.01—0.005			
			细 粉 粒	0.005—0.002			
粘	Clay	粗	粗 粘 粒	0.002—0.001			
			细 粘 粒	<0.001			

\* 本文承姚贤良、袁剑舫、张先婉、王振权、张效年同志提供宝贵意见,特此致谢。

土<sup>[14]</sup>,以下简称白土)的白土层<sup>2)</sup>,该层在土壤剖面 24 厘米深度出现,厚度 26 厘米,质地为粉土(按《中国土壤》上的质地分类)。母质系下蜀黄土。在利用上为稻、麦两熟。

称取过 1 毫米筛孔的土样,用 6% 双氧水去有机质,0.2N 盐酸去碳酸盐,再用 0.5N 草酸钠分散。1—0.05 毫米颗粒用湿筛法分级,< 0.05 毫米颗粒用沉降法分离各级。土壤颗粒分级,按各国的不同标准<sup>[5,12,17,21]</sup>加以综合修改而分为七个粒级(表 1)。加上白土层全土共八个样品,供测定用。

各测定项目的具体操作步骤,按《土壤物理性质测定法》和《土壤理化分析》进行。

## 二、结果和讨论

### (一) 白土层土壤的矿物组成

据鉴定,供试土样的重矿物组成是绿帘石、黝帘石、角闪石、电气石、褐铁矿等<sup>[14]</sup>。据罗家贤的鉴定,溧阳、金山和无锡三个剖面中,它们的白土层的重矿物与本身的黄土母质层相似<sup>2)</sup>。由此可见,白土层土壤继承了下蜀黄土母质的原生矿物组成特点。

太湖地区水稻土的粘土矿物(< 1 微米),主要由水云母和蒙脱石组成,伴有绿泥石和蛭石,这些组成与地貌和母质类型密切相关,在水稻栽培过程中未引起明显的变化<sup>3)</sup>。

白土层土壤的 X 射线衍射图谱(图 1)及电镜照片(图版 I 照片 1)表明,土壤粘粒部分(< 2 微米)的粘土矿物,主要由水云母、高岭和蒙脱组成,与其下蜀母质类似<sup>4)</sup>。但是,粗粘粒部分(2—1 微米)以水云母、蛭石为主,其次为石英、高岭和长石;而细粘粒部分(< 1 微米)则以水云母、蒙脱为主,其次为蛭石、高岭及少量微晶石英。也就是说,以粗粘粒部分与细粘粒部分相比,前者的蛭石、石英较后者多;前者几乎未见蒙脱,而后者明显。由此可知,在同一白土层土壤的不同粒级中,粘土矿物的分配有明显的差异。

### (二) 白土层土壤及其各级颗粒的化学性质

土壤各粒级的化学性质与土壤矿物组成密切相关。据国内外对旱地土壤和母质各级颗粒的化学组成研究<sup>[1,12,16,18,19,20]</sup>,土壤颗粒愈细, $\text{SiO}_2$  的含量愈低,而  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  和  $\text{Al}_2\text{O}_3$  的含量愈高。但从表 2 可看出,白土层土壤各级颗粒的化学组成则不然,砂粒级(1—0.05 毫米)的  $\text{SiO}_2$  含量反而较粉粒级(0.05—0.002 毫米)和粘粒级(< 0.002 毫米)中的  $\text{SiO}_2$  含量低。据在野外观察,整个白土剖面都含有小铁锰结核。这可能是由于砂粒级本身包含有,或是起源土壤残留的,或是水稻土形成过程产生的“铁锰砂”,因此,该粒级的  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  含量高。说明了白土层土壤中砂粒级颗粒并不全由  $\text{SiO}_2$  所组成。也就是说,砂粒级仅表明颗粒的大小,而决非是指纯系  $\text{SiO}_2$ <sup>[18]</sup>。

1) 系统贤良和赵渭生同志采集。

2) 罗家贤,1980:太湖地区某些水稻土的原生矿物的初步研究。水稻土讨论会论文集(摘要),54 页,中国科学院水稻土讨论会组织委员会。

3) 许冀泉、杨德涌、蒋梅茵,1980:太湖地区水稻土的粘土矿物。水稻土讨论会论文集(摘要),54 页,中国科学院水稻土讨论会组织委员会。

4) 许冀泉、杨德涌、蒋梅茵,1979:太湖地区水稻土的粘土矿物。太湖地区水稻土肥力研究论文集(摘要),16 页,中国科学院土壤研究所编。

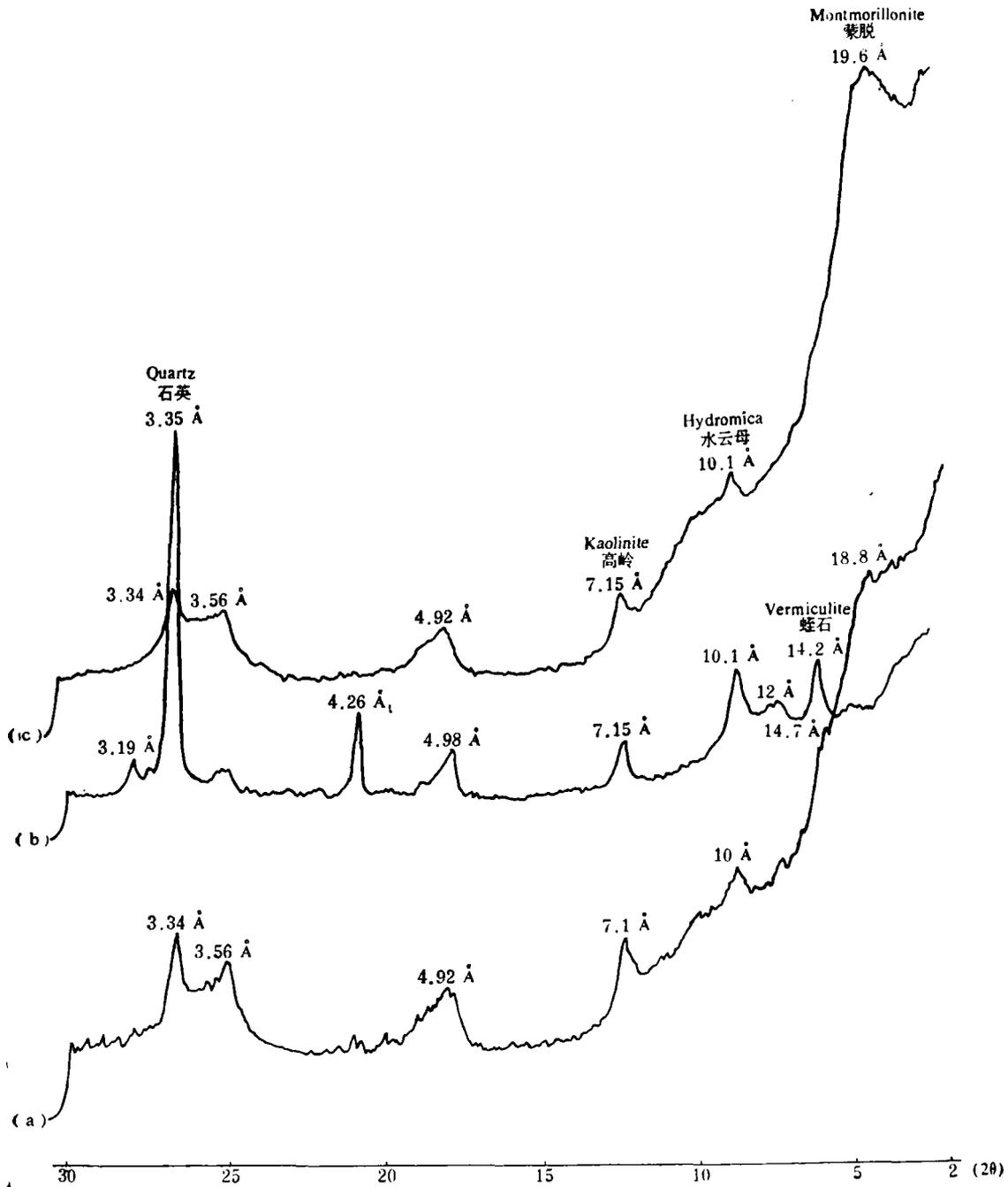


图 1 江苏省无锡县八士公社白土层粘粒的 X 射线衍射图 (CuK $\alpha$ )

Fig. 1 X-ray diffraction patterns of the clay of whitish bleached horizon of soil in Wuxi County, Jiangsu Province

(a) 粘粒 ( $<2\mu$ ) (b) 粗粘粒 ( $2-1\mu$ ) (c) 细粘粒 ( $<1\mu$ )

(a) clay ( $<2\mu$ ) (b) coarse clay ( $2-1\mu$ ) (c) fine clay ( $<1\mu$ )

表 2 江苏无锡八士白土层土壤及其各细颗粒的化学性质\*  
Table 2 Chemical properties of the soil and various particles in the whitish bleached horizon of Wuxi, Jiangsu Province

颗 粒 Particle	颗粒含量 (%) Particle content	阳离子交换量 (meq/100g soil) CEC	全 量 组 成 (%) Total content				烧 失 量 (%) Loss on ignition	分 子 Ratio		
			SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>		SiO <sub>2</sub> / Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> / Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub> / R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
全 土 Total soil		14.00	78.50	11.39	4.01	0.82	2.84	11.70	4.45	9.55
粗 砂 粒 Coarse sand	0.6	10.19	36.62	7.31	39.78	0.43	8.32	8.50	0.29	1.90
细 砂 粒 Fine sand	2.7	7.47	67.25	5.95	21.24	0.47	4.20	19.18	0.44	5.85
粗 粉 粒 Coarse silt	49.0	0.56	88.82	5.51	0.75	0.61	0.27	27.36	11.50	25.17
中 粉 粒 Medium silt	15.4	1.48	86.09	6.98	1.08	1.14	0.62	20.93	10.12	19.05
细 粉 粒 Fine silt	6.8	3.43	82.73	9.27	1.72	0.98	1.37	15.14	8.44	13.54
粗 粘 粒 Coarse clay	2.5	8.77	73.86	14.86	3.32	1.61	2.97	8.43	7.01	7.38
细 粘 粒 Fine clay	23.0	54.82	53.54	28.09	11.66	1.08	9.66	3.23	3.77	2.56

\* 化学分析得到分析室同志的帮助。

表 3 江苏省各白土层土壤及其细粘粒部分的化学性质\*  
Table 3 Chemical properties of the soil and fine clay in the whitish bleached horizon of Jiangsu Province

标本号 Sample No.	采集地点 Locality	深度 (cm) Depth	有机质 (%) O. M.	阳离子交换量 (meq/100g soil) CEC	全量组成 (%) Total content				烧失量 (%) Loss on ignition	分子率 Ratio			
					SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>		MnO	SiO <sub>2</sub> / Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> / Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub> / R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
白土层全土 (<1mm) Total soil of whitish bleached horizon													
1	无锡八士	24-50	0.49	14.00	78.50	11.39	4.01	0.82		2.84	11.70	4.45	9.55
2	武进漕桥	20-40	0.28	10.16	72.19	9.00	3.23		0.011	4.69	13.60	4.40	11.08
3	无锡前洲	20-37	0.36	10.26	78.60	9.15	3.23		0.030	4.92	14.60	4.47	11.92
4	常熟大义	47-54	0.36	13.80	75.84	10.42	4.21		0.029	5.98	12.40	3.91	9.84
5	宜兴南丰	16-35	0.41	10.32	79.37	8.54	3.11		0.040	5.23	15.80	4.32	12.83
细粘粒 (<0.001mm) Fine clay													
1	无锡八士	24-50		54.82	53.54	28.09	11.66	1.08			3.23	3.77	2.56
2	武进漕桥	20-40		36.11	47.97	24.01	10.01				3.39	3.76	2.68
3	无锡前洲	20-37		46.92	46.43	25.90	8.22				3.09	4.96	2.53
5	宜兴南丰	16-35		49.04	48.14	28.37	9.42				2.88	4.72	2.38
6	句容下蜀	630-830*									3.07		2.41

\* 第 2-5 号标本的结果,引自参考文献[1];第 6 号标本的结果,引自参考文献[2](后同)。

† 系下蜀黄土母质,粘粒小于 0.002 毫米。

\* The analytical data of samples 2-5 and 6 are quoted from reference [1] and [2] respectively.

† Loess, clay < 0.002mm.

有的研究者指出,白土曾遭受过一定程度还原作用的影响。当白土遭受还原淋溶作用时,淋失的主要是铁,而铝基本上保持不动<sup>[1]</sup>。由于含铁量低,因此几个白土层土壤的铝铁率都在 4 以上(表 3)。但是,砂粒级由于包含“铁锰砂”而含铁量高,所以铝铁率很低(表 2)。

各白土层土壤的细粘粒部分( $<0.001$  毫米)的硅铝率相差不大,一般都在 3 左右(表 3),并与下蜀黄土(3.07)相近<sup>[1]</sup>,这进一步说明了两者的具有相同物质来源的可能性。

土壤中钛的含量很不一致,一般土壤含钛量在 0.5% 左右,有低于 0.1% 的,也有高达 7—8% 的。太湖地区白土层土壤含钛量为 0.82%。我国北方土壤中, $<0.005$  毫米部分的氧化钛含量不到 1%,红壤及灰化土的同一粒级中可含 1—2%,而砖红壤中可高达 5%<sup>[13]</sup>,太湖地区白土层土壤中 $<0.005$  毫米部分的氧化钛含量为 3.67%。

从表 2, 3 还可看出,无锡八士白土层土壤的阳离子交换量比其他几个白土层的都高。但如从各粒级来看,以粉粒级,特别是以粗粉粒级为最低,而以细粘粒级为最高。这说明土壤阳离子交换量的高低,主要决定于土壤的细粘粒含量及其粘土矿物类型。当然,土壤的有机质含量和组成也有一定影响。

### (三) 白土层土壤及其各级颗粒的物理性质

白土最明显的土壤物理特性,就是泡水后土粒迅速下沉而闭结的“泥浆板结”现象。下面分别讨论有关的土壤物理性质。

1. 颗粒组成及质地: 近二十年的研究表明,太湖地区高平田地地形部位的滞水型白土,其耕层土壤的颗粒组成特点是:粗粉粒含量较高(40—50%),而细粘粒含量稍低(20—25%),砂粒含量低( $<5\%$ )<sup>[6]</sup>。

从表 4 可看出,太湖地区几个白土层土壤中,粗粉粒含量高达 47—57%,细粘粒含量为 16—23%。粗粉粒与细粘粒含量的比值为 2.13—3.47。这表明了,粗粉粒级是白土层土壤颗粒组成中占优势的粒级。各白土层土壤中细粘粒含量的不一致,则可能与过去的沉积条件不同有关,但同属粉土质地。

表 4 江苏省各白土层土壤的颗粒组成及质地\*

Table 4 Particle composition and texture of soil with whitish bleached horizon in Jiangsu Province

标本号 Sample No.	采集地点 Locality	各级颗粒含量 (%) Particle content							粗粉粒 细粘粒	质地名称 Texture
		粗砂粒 Coarse sand	细砂粒 Fine sand	粗粉粒 Coarse silt	中粉粒 Medium silt	细粉粒 Fine silt	粗粘粒 Coarse clay	细粘粒 Fine clay	Coarse silt Fine clay	
1	无锡八士	0.6	2.7	49.0	15.4	6.8	2.5	23.0	2.13	粉土
2	武进漕桥	0	0	47.0	17.8	15.0		20.2	2.33	粉土
3	无锡前洲	0	2.2	54.4	12.7	11.0		19.8	2.75	粉土
4	常熟大义	0	2.9	49.9	13.2	14.4		19.6	2.55	粉土
5	宜兴南丰	0	1.3	56.6	13.5	12.3		16.3	3.47	粉土

\* 用吸管法分析。

\* Analysed by pipette method.

1959年作者对南方土壤质地提出应用四级分类梯级表<sup>[7]</sup>时,就已考虑到将某些“淀浆板结”现象明显,而粗粉粒含量较高( $> 35\%$ )的土壤,划为小粉土质地组。若粗粉粒含量为45—52%,细砂 $< 5\%$ ,有机质 $< 1.5\%$ 时为小粉土质地(白土属此质地);有机质 $> 1.5\%$ 时,再按土壤中所含物理性粘粒( $< 0.01$ 毫米)的含量而分属无“淀浆板结”现象的中泥土及重泥土。后又作了修改补充,将小粉土的粗粉粒含量由 $> 35\%$ 改为 $> 40\%$ <sup>[3]</sup>。上述说明,过去一段时间内认为白土的“淀浆板结”现象,主要与土壤中粗粉粒含量高及有机质含量低有关。通过这次研究,作者进一步认识到土壤中粗粉粒及有机质的含量固然要考虑,但细粘粒的含量也不能忽视。土壤中粗粉粒与细粘粒含量的比值大,是产生淀浆板结性的基础;而土壤有机质含量的多少,则是淀浆板结性表现强弱的重要条件。

白土层土壤的有机质含量 $< 0.5\%$ ,土壤微团聚性很差,粗粉粒与细粘粒含量的比值 $> 2$ ,浸水容重大( $> 0.60$ ),所以它的“淀浆板结”性强。

太湖地区发育于同一成土母质上的白土和黄泥土,耕层的土壤颗粒组成相近,而质地相同<sup>[6]</sup>,粗粉粒与细粘粒的比值都 $> 1.5$ 。但白土的有机质含量较低,一般在1.2%左右<sup>[3]</sup>,所以具有“淀浆板结”性。而黄泥土的有机质含量一般都比白土的高,多在2%以上<sup>[3,4]</sup>,团聚性较好,所以没有“淀浆板结”性。

据初步的研究结果,拟建议土壤“淀浆板结”性的指标如表5所示。

表5 土壤淀浆板结性指标

Table 5 The indices of settling and compacting of soil

有机质含量 (%) O. M.	粗粉粒含量 (%) Content of coarse silt	$\frac{\text{粗粉粒}}{\text{细粘粒}}$ (%) $\frac{\text{Coarse silt}}{\text{Fine clay}}$	淀浆板结性 Settling and compacting
$< 1$	$\geq 40$	$\geq 2$	强 Strong
1—2	$\geq 40$	$\geq 1.5$	弱 Weak
$> 2$	$\geq 40$	$\geq 1.5$	无 No

2. 基本物理性质: 从表6可看出,无锡八土的白土层土壤由于有机质含量低(0.49%),其比重也较大。各级颗粒的比重,除粗砂粒级较大为3.27外,其余各粒级的比重为2.66—2.87。各级颗粒的浸水容重均大于1克/厘米<sup>3</sup>,尤以粉粒级的浸水容重为最大(1.37—1.42克/厘米<sup>3</sup>)。所以白土土壤泡水后土粒迅速下沉闭结,产生“淀浆板结”现象,对插秧和耘耨都不便,影响到水稻根系发育和发棵,致使产量不高。

3. 吸湿系数: 各级颗粒的吸湿系数通常是土粒愈细则愈大<sup>[16,20,22,23]</sup>。但从本测定得知(表6),1—0.05毫米粒级的吸湿系数比0.05—0.001毫米粒级的吸湿系数大,其原因可

1) 邓时琴, 1960: 对南方土壤质地分类的初步意见。(未刊稿)。

2) 徐福安、许绣云, 1979: 太湖地区水稻土的物理条件与营养条件的关系。太湖地区水稻土肥力研究论文集(摘要), 40—43页, 中国科学院土壤研究所编。

表 6 江苏无锡八士白土层土壤及其各级颗粒的物理性质

Table 6 Physical properties of the soil and different soil particles of the whitish bleached horizon of the soil in Wuxi, Jiangsu Province

颗 粒	比重	容 重 (g/cm <sup>3</sup> )	浸水容重 (g/cm <sup>3</sup> )	吸湿 系数 (%)	流限 (%)	塑限 (%)	塑性 指数	膨 胀 (ml/g)	抗压强度 (kg/cm <sup>2</sup> )	容积磁化率 K* (10 <sup>-4</sup> CGSM/cm <sup>3</sup> )
Particle	Specific gravity	Bulk density	Bulk density in water	Hygroscopic coefficient	Flow limit	Plastic limit	Plastic index	Swelling	Compressive strength	Volume magnetic susceptibility
全 土 Total soil of whi- tish bleached horizon	2.68	1.31	0.83	6.08	31.2	18.0	13.2	0.19	7.18	3
粗 砂 粒 Coarse sand	3.27	1.55	1.10	4.79	无	无	无	0.01	无	228
细 砂 粒 Fine sand	2.87	1.24	1.01	4.15	无	无	无	0.03	无	77
粗 粉 粒 Coarse silt	2.66	1.26	1.37	0.26	无	无	无	-0.095	0.014	1
中 粉 粒 Medium silt	2.66	1.08	1.37	0.62	无	无	无	-0.16	0.029	2
细 粉 粒 Fine silt	2.68	1.07	1.42	1.34	无	无	无	-0.095	0.147	1
粗 粘 粒 Coarse clay	2.74	0.91	1.13	2.66	43.6	37.2	6.4	-0.25	1.112	2
细 粘 粒 Fine clay	2.75	1.17	0.42	22.68	75.9	50.1	25.8	0.45	6.31	7

\* 用 WCL-1 型磁化率仪, 由赵渭生、詹硕仁同志测定。

能与 1—0.05 毫米粒级中含有大量的 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 有关。

4. 物理机械性质: (1) 可塑性。据国外研究, 旱地土壤中粒径 0.005—0.001 毫米的颗粒就具有可塑性和膨胀性<sup>[16, 22, 23]</sup>。而作者的研究进一步说明(表 6), 粒径 < 0.002 毫米的颗粒才具有上述性质。特别是细粘粒 (< 0.001 毫米) 部分的可塑性表现得最明显, 它的塑性指数为粗粘粒 (0.002—0.001 毫米) 的三倍左右。(2) 吸水和膨胀。白土层土壤及其各级颗粒的吸水和膨胀情况各不相同。从图 2 可看出, 在白土层土壤的整个吸水过程中, 吸水速度都很缓慢, 但在开始吸水后的 2 分钟以内相对较快些, 以后则趋于缓慢。因此, 它的吸水曲线自开始吸水 2 分钟后才缓缓上升, 至 10 分钟后就几乎不再吸水。再从各粒级的吸水情况看, 颗粒直径在 1—0.005 毫米部分的各粒级, 10 秒钟内吸水速度很快, 至 30 秒后已基本吸足水分, 曲线几乎呈水平; 0.005—0.002 毫米部分经 1 分钟后可基本吸足水分; 而 0.05—0.005 毫米部分在吸足水分后, 还略有少量水分再放出; 唯有 0.002—0.001 及 < 0.001 毫米部分吸水速度很缓慢, 持续时间长, 且吸水量也较多, 尤其是 < 0.001 毫米部分, 2 小时内吸水量不断上升, 吸水时间持续 5 天以上, 最后吸水量可达 0.94 毫升/1 克土, 为其它粒级的一倍以上。

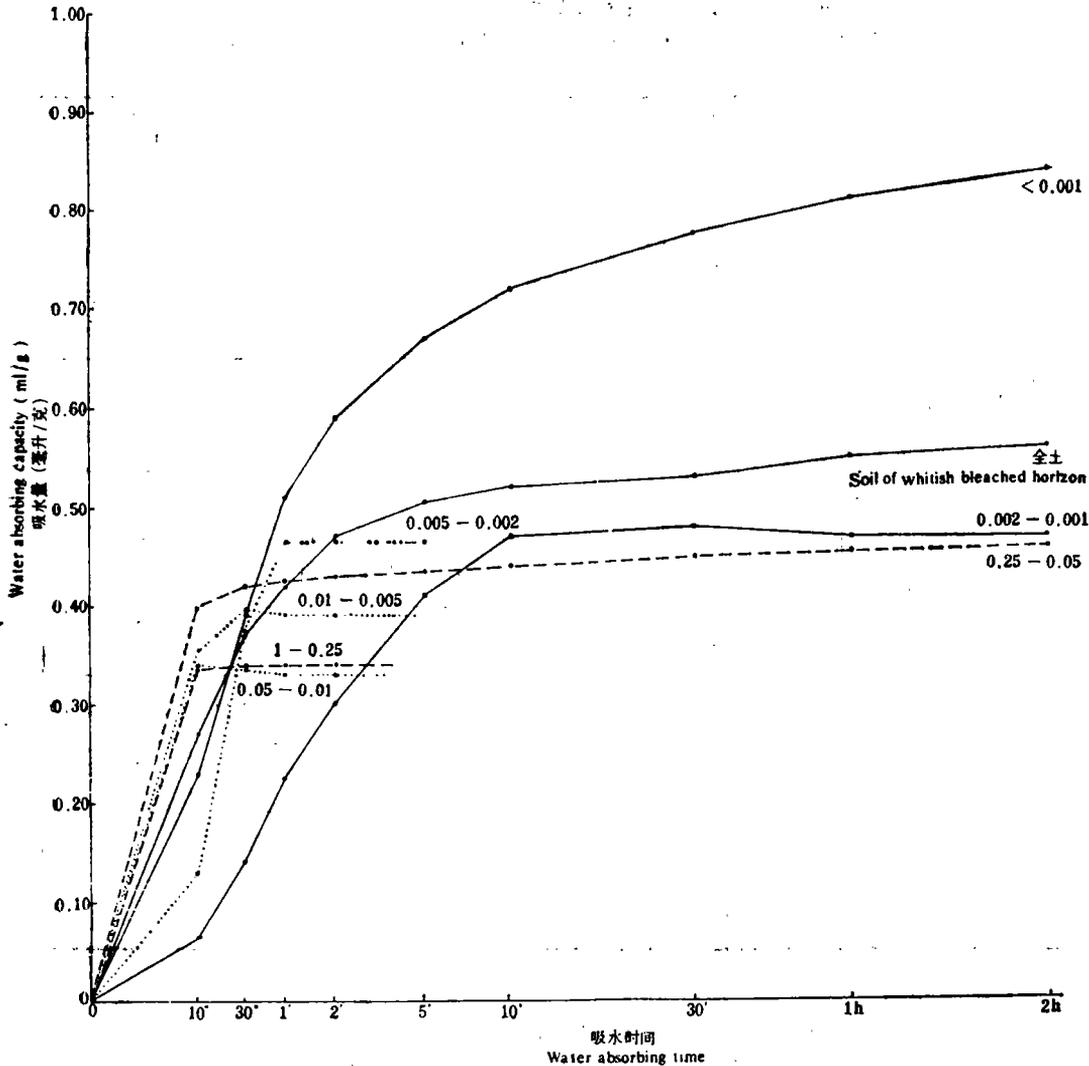


图2 江苏省无锡八士白土层土壤及其各级颗粒的吸水曲线(粒径:毫米)

Fig. 2 The water absorbing curves of various fractions of clay of whitish bleached horizon of soil in Wuxi County, Jiangsu Province (Diameter:mm)

白土层土壤及其细粘粒部分都具有膨胀性。从表6可见,砂粒级也出现了微弱的“膨胀量”,这可能与采用测定土壤胶体膨胀量的方法有关<sup>[4]</sup>。

0.05—0.001毫米部分的膨胀量均为负值,这可能是土粒沉实之故。白土层细粘粒(<0.001毫米)部分的膨胀量为白土层全土的两倍多。

从前述结果似乎可看出,砂粒级(1—0.05毫米),无沉实淀浆现象,粉粒级和粗粘粒(0.05—0.001毫米)部分,由于颗粒吸水后产生沉实淀浆现象,因此在吸足水分以后还略有少量水分再放出,这与所测膨胀量的负数值是相吻合的。至于细粘粒部分,因其主要为次生矿物,它的表面能特别大,所以它的吸水量及膨胀量都大。(3)抗压强度。根据统计分析,抗压强度与粘粒(<0.001毫米)和物理性粘粒(<0.01毫米)的含量呈正相关;与

土体的非毛管孔隙度和无定形三氧化铁的含量呈负相关, 与有机质的含量和总孔隙度的相关性不显著<sup>[1]</sup>。

由表 6 可知, 白土层土壤的抗压强度  $< 10$  公斤/厘米<sup>2</sup>, 其砂粒部分为零, 粉粒部分极小, 一触即碎, 粗粘粒部分吸水后有沉实现象, 故抗压强度较高, 为粉粒部分的七倍左右, 细粘粒部分则为粗粘粒部分的近六倍, 而与全土相近。因此, 可以认为白土层土壤的抗压强度, 主要取决于其细粘粒部分的抗压强度。又据对苏南地区黄泥土的研究, 每增加 1% 的细粘粒, 可增加抗压强度 1.2 公斤/厘米<sup>2</sup><sup>[5]</sup>。由此足见, 细粘粒的含量对土壤抗压强度影响之大。

5. 磁化率: 土壤磁化率是土壤磁学性质中研究得最多的一项, 它是土壤磁性强弱的指标。由于长期种稻, 在人工渍水条件下, 土壤中的铁磁性矿物发生还原、溶解, 变为顺磁性物质, 土壤磁化率降低。白土层土壤中铁磁性矿物的还原淋失较彻底, 其磁化率往往特别低<sup>[9]</sup>。在各级颗粒的磁化率中, 砂粒部分由于含有大量“铁锰砂”, 磁化率异常大, 粉粒和粗粘粒的磁化率很低, 而细粘粒部分为次生磁铁矿和磁赤铁矿集中的粒级<sup>[9,10]</sup>, 所以磁化率比全土的高。因此, 白土层土壤似属由弱磁性母质发育而来的土壤。

### 三、小 结

太湖地区白土型水稻土的白土层土壤及其各级颗粒的理化特性, 经初步研究, 结果是:

砂粒级 (1—0.05 毫米) 在含有“铁锰砂”的条件下, 与粉粒级 (0.05—0.002 毫米) 相比,  $\text{SiO}_2$  的含量较低, 而  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  的含量特高, 土壤磁化率也异常高, 土壤吸湿系数高出 3.5—4.0% (重量)。这些特点与旱地土壤不同。砂粒级的  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  含量高, 是由于其中包含有“铁锰砂”的缘故。这也说明了白土层土壤中直径为 1—0.05 毫米大小的颗粒, 并非全由  $\text{SiO}_2$  所组成。但砂粒级是白土层土壤颗粒组成中含量最低 ( $< 5\%$ ) 的粒级, 所以它的特性对白土层土壤的性质并无显著影响。

粉粒级 (0.05—0.002 毫米) 是占优势的粒级 (70% 左右), 特别是其中的粗粉粒级 (0.05—0.01 毫米) 含量较高, 占土壤重量的 50% 以上。粉粒级的特性对白土层土壤的理化性质影响显著, 它的浸水容重很大和膨胀量为负值等特性, 就是淀浆板结性强的主要原因。

粘粒级 ( $< 0.002$  毫米) 开始具有可塑性和膨胀性。特别是细粘粒 ( $< 0.001$  毫米) 的塑性指数为粗粘粒级 (0.002—0.001 毫米) 的三倍左右, 膨胀量为两倍多。

看来, 对白土层土壤的淀浆板结这一特性影响较大的是粗粉粒级和细粘粒级的相对含量。因此, 作者所建议的土壤淀浆板结性指标, 就采用了这两者含量的比值。

### 参 考 文 献

[1] 于天仁, 1950: 南京下蜀层土壤的化学组成。中国土壤学会会志, 第 1 卷 2 期, 83—90 页。

1) 俞劲炎、赵渭生、占硕仁, 1980: 太湖流域水稻土磁化率分辨。水稻土讨论会论文集 (摘要), 57 页, 中国科学院水稻土讨论会组织委员会。

- [2] 于天仁、谢建昌、杨国治、高子勤、陈家坊、沈壬水、丁昌璞、周启昆, 1959: 太湖流域低产“白土”的成因及其改良。土壤学报, 第7卷1—2期, 42—58页。
- [3] 中国科学院农业丰产研究丛书编辑委员会, 1961: 水稻丰产的土壤环境。48—50, 61—77页, 科学出版社。
- [4] 邓时琴、徐梦熊, 1965: 水稻土水稳性大小团聚体联合测定法及其应用。土壤学报, 第13卷2期, 229—234页。
- [5] 邓时琴, 1975: 土壤的砂粘性(土壤质地)。土壤, 第1期, 47—48页。
- [6] 邓时琴、徐梦熊, 1979: 太湖地区水稻土的质地及其调节。土壤, 第5期, 175—178页。
- [7] 农业部全国土壤普查办公室编, 1959: 土壤普查鉴定与土壤分类制图问题。526—535页, 农业出版社。
- [8] 姚贤良、赵渭生、于德芬、许绣云, 1978: 高产水稻土结构特性的初步研究。土壤学报, 第15卷1期, 1—12页。
- [9] 俞劲炎、董永忠、唐家演、陈通权, 1979: 土壤磁学。土壤, 第2期, 78—81页。
- [10] 俞劲炎, 1979: 土壤磁学——土壤学研究的新领域。土壤学进展, 第4期, 1—12页。
- [11] 蒋剑敏、熊毅, 1956: 土壤胶体膨胀的初步研究。土壤学报, 第4卷2期, 129—142页。
- [12] 熊毅, 1937: 土壤质地之研究。地质评论, 第2卷1期, 23—38页。
- [13] 熊毅、许冀泉, 1964: 中国土壤中粘粒矿物的分布规律。土壤学报, 第12卷3期, 266—273页。
- [14] 熊毅(主编)、徐琪、陆彦椿、刘元昌、朱洪官, 1980: 中国太湖地区水稻土。47—48页, 上海科学技术出版社。
- [15] 熊毅、徐琪、姚贤良、朱兆良, 1980: 耕作制对土壤肥力的影响。土壤学报, 第17卷2期, 101—119页。
- [16] 卡庆斯基, Н. А., (田积莹等译, 1964), 1958: 土壤机械组成微团聚体组成及其研究方法。8—15页, 科学出版社。
- [17] Baver, L. D., 1972: Soil Physics. 4th ed., 2, John Wiley and sons, Inc., New York.
- [18] Joffe, J. S., and Kunin, R., 1942: Mechanical Separates and their fractions in the soil profile: I. Variability in Chemical Composition and its pedogenic and agropedologic implications. Soil Science Society of America proceedings Vol. 7, 187—193.
- [19] Адрихин, П. Г., Беляев, А. Б., 1974: Химический состав механических фракций черноземов центральных областей. Почвоведение, № 4, 99—110.
- [20] Воронин, А. Д., 1958: Некоторые свойства фракций Механических элементов комплекса почв светло-каштановой подзоны. Вестник московского университета, серия биология, почвоведение, № 4, 93—102.
- [21] Качицский, Н. А., 1965: Физика почвы. стр. 43. издательство «высшая школа» москва.
- [22] Кочерина, Е. И., 1954: Некоторые химические и физические свойства отдельных механических фракций дерново-подзолистой почвы. Почвоведение, № 12, 53—71.
- [23] Личманова, А. И., 1962: Некоторые свойства механических фракций светло-серой лесной почвы. Почвоведение, № 6, 58—69.

## STUDIES ON SOIL PARTICLES IN CHINA

### I. SOME PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF SOIL PARTICLES IN DIFFERENT SIZE FRACTIONS OF THE "WHITISH HORIZON" IN BLEACHED PADDY SOIL OF TAI-LAKE BASIN

Deng Shi-qin and Xu Meng-xiong

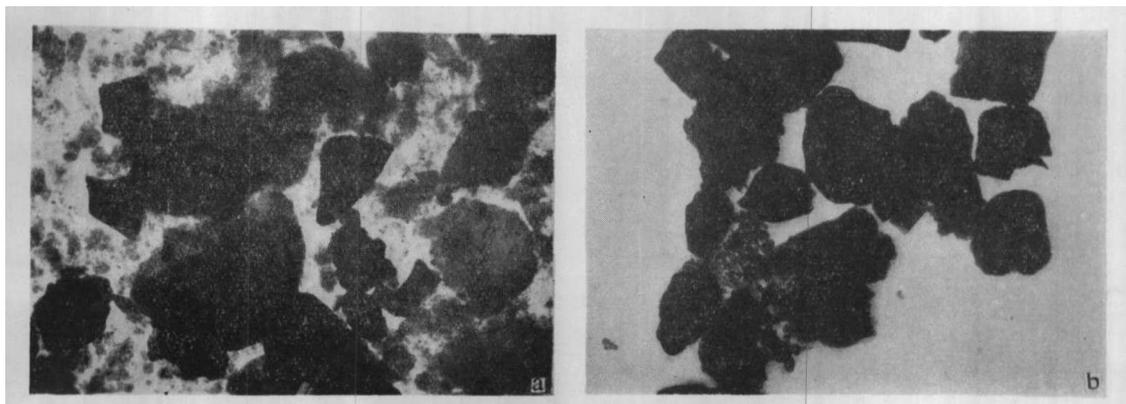
(*Institute of Soil Science, Academia Sinica, Nanjing*)

#### Summary

The soil particles of the "whitish horizon" in bleached paddy soil were separated into seven fractions (1—0.25, 0.25—0.05, 0.05—0.01, 0.01—0.005, 0.005—0.002, 0.002—0.001 and < 0.001mm). Chemical analysis showed that the sand fraction (1—0.05mm) in which there are "iron-manganese sands" contained less  $\text{SiO}_2$  and more  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  than the silt fraction (0.05—0.002mm). The sand fraction was characterized by its very high magnetic susceptibility. Its hygroscopic coefficient was also higher than silt fraction by 3.5—4.0%. These features of the soil are different from those of the upland soils. This implies that in addition to  $\text{SiO}_2$ , other minerals may also be present in the sand fraction.

Experimental results confirmed that it was only the clay fraction (<0.002 mm) which could exhibit plasticity and swelling properties. The plastic index and swelling capacity of the fine clay (<0.001 mm) were higher than those of the coarse clay (0.002—0.001 mm) by 2—3 times. The compressive strength of the silt fraction was very low (0.014—0.147  $\text{Kg/cm}^2$ ), but its bulk density in water was greater (1.37—1.42  $\text{g/cm}^3$ ). Under waterlogged condition the silt fraction settled down as a compacted layer. The settling and compacting of the "whitish horizon" might be mainly affected by the content of coarse silt (0.05—0.01mm) and the ratio between coarse silt and fine clay.

It is considered that the critical limits for a soil to exhibit settling and compacting properties are: coarse silt content  $\geq 40\%$ , ratio between coarse silt and fine clay content  $\geq 2$ , and the organic matter content  $\leq 2\%$ .

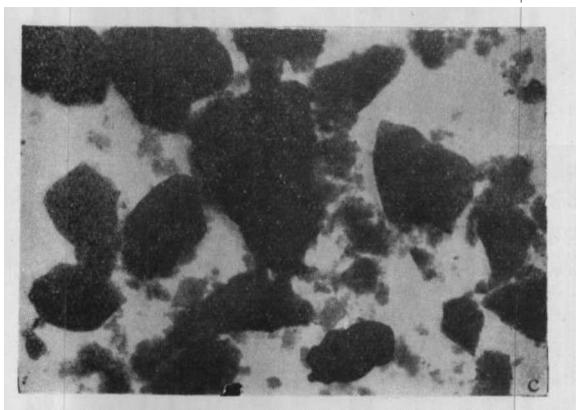


(a) 粘粒 ( $< 2\mu$ )  $\times 5,000$  倍。水云母。

(a) Clay, Hydromicas.

(b) 粗粘粒 ( $2-1\mu$ )  $\times 5,000$  倍。水云母和氧化铁。

(b) Coarse clay, Hydromicas and iron oxide.



(c) 细粘粒 ( $< 1\mu$ )  $\times 10,000$  倍。蒙脱和水云母。

(c) Fine clay, Montmorillonite and hydromicas.

照片 1 江苏无锡八士白土层粘粒的电镜照片  
(顾新运、李淑秋同志鉴定)

Plate 1 Electron microscope, photograph of clay in the  
whitish bleached horizon in Wuxi, Jiangsu Province  
(Identified by Gu Xin-yun and Li Shu-qiu)