

赣中丘陵地区红壤及红壤性水稻土的孔隙性

樊潤威 朱济成 姚賢良

(中国科学院土壤研究所)

过去的研究工作^[1-4]表明,赣中丘陵地区红壤及红壤性水稻土的良好结构与土壤孔隙的特征有密切关系。良好的土壤孔隙性能不仅有利于水分和空气的通透,又能在一定程度上增强蓄水能力。耕层土壤结构和孔隙性状,固然是影响作物生长的重要方面,但从根系在土壤中分布的范围来看,整个土体的孔隙性状尤为重要。因此,本文除在以前工作的基础上进一步阐明耕层孔隙和良好土壤结构的关系外,并分析各种孔隙的剖面分布及其对某些土壤物理性质的影响,以便进一步认识红壤良好结构性的特点。试验土样于1962年11月采自江西省进贤县,两个旱地土壤为肥力水平较高、结构较好的乌黄土(旱地红壤)和肥力水平较低而结构性较差的黄土(旱地红壤),两个水田土壤为肥力水平较高的乌泥田(红壤性水稻土)和肥力水平较低而结构性较差的结板田(红壤性水稻土)。同时选荒地红壤作对照。

一、試驗方法

一般土壤孔隙度(总孔隙度、毛管和非毛管孔隙度)按常用法在100厘米³的环刀内测定。土壤团聚体的内部孔隙度用石蜡法测定^[14]。细分的9级孔隙度(由H. A. 卡钦斯基提出)是根据团聚体内部孔隙度、田间持水量和最大吸湿水(饱和K₂SO₄法)的实测数据,按公式分别计算出的^[10]。

土壤的有效孔隙度用减压法测定^[9]。与过去的仪器稍有不同,我们在50毫升的滴量管中装了一个“滴水管”,以保证在抽气时由样品中下渗的水都能流入滴量管内,提高了分析数据的准确性。各级孔隙的大小是按茹林(Жюрен)公式 $d = \frac{3}{H}$ 计算的,式中 d ——有效孔隙直径(毫米), H ——水柱高度(毫米)。根据前人的工作经验^[7,8,12,13,15]及我们的具体情况,在工作中我们初步将孔隙分成6级: > 0.2 ; $0.2-0.1$; $0.1-0.05$; $0.05-0.01$; $0.01-0.005$ 及 < 0.005 毫米(最后一级按烘干称重法测知)。各级孔隙的性能见表1,土壤通气性是按常压法通气仪^[5]测定的。土壤透水性是按田间小区淹灌法测定。有效水是

表1 各级孔隙的性能

孔 隙 名 称	孔隙直径(毫米)	孔 隙 性 能
粗孔隙	> 0.2	孔中水分移动速度大,通气良好
中孔隙	$0.2-0.1$	孔中的水分根系能吸收,水分移动性较大
细中孔隙	$0.1-0.05$	孔中的水分根系能吸收,水分移动较缓
细孔隙	$0.05-0.01$	孔中的水分根系能利用,水分移动性不大
微细孔隙	$0.01-0.005$	孔中的水分根系还可以利用,毛管作用力最强
微孔隙	< 0.005	孔中的水分根系很难利用,细菌也难在其中发育

按田间持水量减萎含水量(即最大吸湿水 $\times 1.5$)而获得。

二、测定结果

(一) 红壤及红壤性水稻土的一般孔隙特征

由表 2 所见, 结构较好的乌黄土耕层的总孔隙度与非毛管孔隙度皆比结构较差的黄土耕层高, 这与一般所认为的, 旱地土壤的良好结构与总孔隙度和非毛管孔隙的发育密切有关的看法是相一致的。水田土壤中乌泥田耕层的总孔隙度和毛管孔隙度皆高于结板田耕层, 而非毛管孔隙度间的差异不显著。这是因为二者的耕层都经过渍水沉实, 由耕作而引起非毛管孔隙的存在可能较少, 总孔隙度和毛管孔隙度间的差异, 看来, 与团聚体本身孔隙的发育有关。从表 2 中还可看出。所有肥力水平较高的耕作土壤, 其耕层的孔隙性均较荒地表面高。这说明土壤的熟化与孔隙的发育有着一定的联系。

表 2 红壤及红壤性水稻土的一般孔隙性质

土 壤	深 度 (厘米)	土壤比重	土壤容重 (克/厘米 ³)	总孔隙度 (%)	毛管孔隙度 (%)	非毛管孔隙度 (%)
荒地红壤	0—12	2.68	1.28	52.2	42.3	9.9
	12—34	2.71	1.27	53.1	49.3	3.8
	34—54	2.75	1.23	55.3	48.8	6.5
	54—80	2.75	1.24	54.9	48.7	6.2
乌 黄 土	0—14	2.68	1.16	56.7	44.8	11.9
	14—19	2.68	1.39	48.1	47.1	1.0
	19—33	2.71	1.43	47.2	41.8	5.4
	33—57	2.70	1.50	44.4	42.8	1.6
	57—90	2.70	1.50	44.4	42.3	2.1
黄 土	0—11	2.68	1.22	54.5	44.9	9.6
	11—40	2.72	1.43	47.4	45.2	2.2
	40—54	2.73	1.42	48.0	43.2	4.8
	54—100	2.73	1.50	45.1	42.2	2.9
乌 泥 田	0—14	2.61	1.17	55.2	46.3	8.9
	14—24	2.67	1.52	43.1	43.0	0.1
	24—51	2.72	1.42	47.8	43.3	4.5
	51—70	2.71	1.50	44.7	43.3	1.4
	70—92	2.68	1.54	42.5	39.6	2.9
结 板 田	0—12	2.65	1.32	50.2	41.5	8.7
	12—20	2.68	1.56	43.2	42.2	1.0
	20—29	2.72	1.61	40.8	38.1	2.7
	29—48	2.72	1.41	48.2	44.0	4.2
	48—74	2.74	1.44	47.5	43.0	4.5
	74—89	2.81	1.59	43.4	40.1	3.3

各类土壤剖面中一般孔隙的分布特点是: 耕作土壤的总孔隙度以表层为最高, 水田中犁底层的孔隙度比上层低得多。而按剖面则一般皆随深度增加而孔隙度减小。荒地红壤的总孔隙度分布与上述情况相反, 底层大于表层。可能与红壤母质中具有复合类型的

矿物组成^[6]和松排列的核状团聚体较多有关。各类土壤剖面中的毛管孔隙度分布无明显规律,而非毛管孔隙则以表层为最高,犁底层中最低,心土又高些,底土又降低。荒地红壤中亚表土的非毛管孔隙也较低。

(二) 细分各级孔隙度的组合特征

这种孔隙度的分类法,不仅能反映出土壤中孔隙的数量概念,而且在一定程度上也能反映出孔隙的性质,并与土壤结构条件密切相关。根据表 3 所示,耕层单独团聚体内的孔隙度,在肥力水平较高的土壤中较大,如乌黄土和乌泥田相应为 47.3% 和 47.0%,而肥力水平较低的黄土和结板田则相应为 43.1% 和 43.3%。荒地红壤耕层团聚体内的孔隙也有相当发育(46.1%)。团聚体内孔隙度在剖面中的分布,除荒地红壤的心土中略高以外,一般都是低层较低,水田中的犁底层为最低,这与总孔隙度的分布情况基本一致。按公式 $P_{\Sigma} = \frac{P_a(100 - P_{\text{总}})}{(100 - P_a)}$ (式中 P_a ——不同大小团聚体的平均孔隙度, $P_{\text{总}}$ ——总孔隙度)计算出的耕层土壤中团聚体内的总孔隙度(图 1)也是以肥力水平较高的土壤含量较高,如乌黄土和乌泥田相应为 35.6 和 43.2%,而肥力水平较低的黄土和结板田相应为 34.4 和 36.2%。其中水田土壤间的差异更为明显。底土各层中团聚体内总孔隙度差异不明显,五种土壤多在 35—38% 之间。但从土壤剖面比较看来,由于旱地土壤及结板田表层中团聚体总孔隙度较低,故底土的孔隙度反而显得较高。而其他土壤,则下层团聚体的总孔隙度低于表层。五种土壤中耕层团聚体间的孔隙度,以旱地红壤较高,水田较低。不同肥力间没有反映出明显的差异。团聚体间的孔隙度,乌黄土的上层比黄土要大。水田土壤中团聚体间的孔隙度,一般说底土小于耕层,但荒地红壤却有相反的趋势。毛管水占有的孔隙度肥土大于瘦土:乌黄土和乌泥田相应为 29.6 和 29.5%,而黄土和结板田则相应为 25.5 和 26.5%。在各类土壤的下层,这类孔隙度一般较低,但仍以肥土大于瘦土。这样就有可能使植物根系在肥土中不仅能获得耕层中的有效水分,而且也能充分利用心土

表 3 红壤及红壤性水稻土单独团聚体(直径 5—7 毫米)内的孔隙度

土 壤	深 度 (厘米)	单独团聚体内 的孔隙度(%)	土 壤	深 度 (厘米)	单独团聚体内 的孔隙度(%)
荒地红壤	0—12	46.1*	乌 泥 田	0—14	47.0
	12—34	48.6		14—24	37.4
	34—54	47.8		24—51	40.2
	54—80	46.3		51—70	40.4
乌 黄 土	0—14	47.3		70—92	38.1
	14—19	41.9	结 板 田	0—12	43.3
	19—33	41.0		12—20	38.8
	33—57	40.9		20—29	38.9
	57—90	40.7		29—48	40.6
黄 土	0—11	43.1		48—74	41.8
	11—40	42.8		74—89	41.0
	40—54	44.9			
	54—100	41.6			

* 5 个测定值的平均数。

中的有效水分。由紧束缚水和松束缚水占有的孔隙度取决于土壤中粘粒的含量, 胶结物质的组成和土壤颗粒的迭结状况。由于五种试验土壤表层中的粘粒含量均比底层少^[1], 因此这类孔隙在底层中较大。这类孔隙是惰性的, 植物根系不易利用在其中保持的水分。各类土壤中的通气孔隙度, 除荒地红壤外, 皆是耕层大于底层, 而且在肥力水平较高的土壤中通气孔隙度有增高的趋势。至于由固体所占的容积, 则耕层比下层小, 肥土耕层所占的固体容积比瘦土小, 如乌黄土和乌泥田相应为 43.3 和 44.8%, 而黄土和结板田则相应为 45.5 和 49.8%。

一般认为土壤中固、液、气三相比的变化是影响土壤物理性质的基础。有些研究者提出, 适宜的土壤物理性质, 其中三相比为 1:1:1^[16]。然而根据我们的资料看来, 耕作土壤中的三相比很难达到上述指标, 不过从耕层看来, 肥土中的气相和液相部分相对增加, 固相

部分相对减少。再从通气孔隙和毛管水占有的孔隙的剖面分布看来, 肥土中剖面上部发育得较好, 其剖面下部的毛管持水孔隙也相应比瘦土中高。荒地红壤剖面中各类孔隙的分异性不明显。因为这类土壤多少还受着母质特点的影响。

按卡钦斯基方法分出的几类孔隙, 对鉴定土壤肥力水平说来, 有不少优点。首先更明确了毛管水占有的孔隙的概念, 毛管水占有的孔隙不包括束缚水所持的孔隙, 这与老的毛管孔隙概念不同。在植物雕萎含水量较高的红壤地区, 如果不考虑由束缚水所占有的这部分孔隙, 而笼统地称为毛管孔隙的话, 那么它就很难反映出这些土壤的结构特点。这个方法的另外一个优点, 在于把团聚体的内、外孔隙分开。但对于我国长期耕作的水田土壤来说, 团聚体内、外孔隙能否分得很清楚, 是值得研究的问题。这个分级的另一个特点还能同时鉴别土壤三相变化, 并在一定程度上也反映了本试验土壤间在肥瘦上存在的差异。但是这个分级法的操作过程较复杂, 需时较长, 有待进一步简化。

(三) 红壤及红壤性水稻土中的有效孔隙度分布

土壤中的有效孔隙是指具有不同持水性能的各级孔隙, 这些孔隙中的水分都能在不同程度上为植物所利用。关于有效孔隙的孔径范围, 各家有不同的说法, 我们根据不同孔

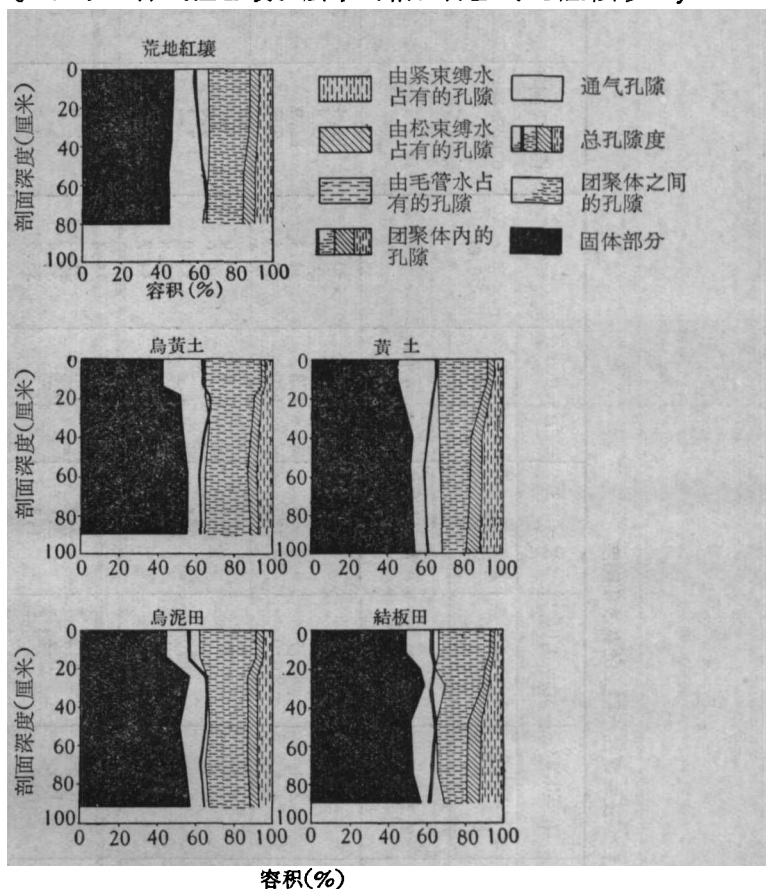


图1 各种孔隙的组合及其分布

表 4 红壤及红壤性水稻土的有效孔隙度

大气压力(P)				P=0	P=0.015	P=0.03	P=0.06	P=0.3	P=0.6	<0.005	由 0.2 到 0.005 毫 米 孔 隙 总 量	有效孔隙 占总孔隙 度%
水银柱高度(毫米)				H=0	H=11.4	H=22.8	H=45.6	H=228	H=456			
剖面深度(厘米)				* 孔隙直径 (毫米)	>0.2	0.2—0.1	0.1—0.05	0.05—0.01	0.01—0.005			
土壤名称												
荒地红壤	0—12	12—34	34—54	54—80	6.5 11.5 6.8 9.1	4.3 2.0 1.3 1.7	0.8 0.6 2.4 4.1	2.7 3.0 3.7 0.9	6.4 5.5 5.0 3.7	1.5 1.7 1.8 1.0	30.0 28.8 34.3 34.4	21.8 20.3 23.3 17.7
	0—14	14—19	19—33	33—57	9.9 7.1 5.5 5.8 6.3	2.6 3.1 1.5 0.4 0.4	0.4 0.3 2.2 0.1 0.2	2.8 1.4 0.6 0.1 0.7	6.1 4.3 2.7 1.5 1.4	4.9 3.0 1.7 0.7 0.7	30.0 28.9 33.0 35.8 34.7	25.0 18.7 15.3 5.4 6.8
	0—11	11—40	40—54	54—100	9.8 7.0 6.5 4.6	7.7 1.5 0.9 2.3	2.3 0.1 1.5 0.8	3.1 1.2 0.7 —	4.9 3.3 2.1 1.3	1.3 1.0 0.9 0.6	25.4 33.3 35.4 35.5	21.3 11.8 10.8 6.0
	0—14	14—24	24—51	51—70	6.0 3.8 7.5 2.7 4.4	2.6 1.4 0.8 1.0 1.3	0.2 0.2 1.0 0.5 0.3	1.4 0.4 0.4 0.1 0.5	4.8 2.5 2.2 1.3 1.0	2.7 2.3 1.2 2.4 2.2	37.5 32.5 34.7 36.7 32.8	16.5 12.5 10.0 9.6 9.4
结 板 田	0—12	12—20	20—29	29—48	6.9 4.6 2.6 6.3 6.4 4.5	3.1 1.9 0.9 0.5 0.9 0.8	0.2 0.1 1.5 0.5 0.4 0.4	1.3 0.9 0.8 0.1 1.0 1.6	4.3 3.1 2.0 1.1 2.1 1.8	2.1 0.5 0.4 0.7 1.1 0.7	32.3 32.1 32.6 38.6 36.0 33.6	15.7 10.6 11.5 5.0 9.7 10.4

* 包括排水孔隙在内, 数字为5次重复的平均数。

隙中的持水性能和有效性以及现有的工作条件, 细分了 6 组, 并初步以 0.2 毫米孔径为上限, 0.005 毫米孔径为下限, 以作为评定土壤结构性的指标之一。由表 4 所见, 旱地肥土耕层中 0.2—0.005 毫米的孔隙比瘦土中高, 如乌黄土为 14.2, 占总孔隙度的 25%, 而黄土为 11.6%, 占总孔隙度的 21.3%, 水田耕层肥土略高于瘦土, 荒地表层的有效孔隙度与黄土相近。这类孔隙的剖面分布, 也是上层较高, 下层较低。至于各类土壤中各级孔隙的分配, 除 0.1—0.05 毫米, 0.05—0.01 毫米和 0.01—0.005 毫米三级较多外, 没有明显的规律性。从表 4 中还可看出, 当 $H = 0$ 时的不能持水的孔隙, 远比卡钦斯基法中测得的通气孔隙要低。看来, 在测定前, 将土样浸渍 2—3 昼夜, 由于胶体膨胀对通气孔隙的测定结果影响很大。在 < 0.005 毫米的孔隙中, 土壤的吸力较大, 故一般说植物较难于利用这部分的水分。但如果按表 4 中的测定结果和图 1 中束缚水所占有的孔隙相比, 则可以认为, 在 < 0.005 毫米孔隙中所持有的水分, 仍然有相当一部分尚可被植物利用。为了进一步阐明植物不能利用水分的孔隙界限, 还必须进一步改进工作条件, 将 < 0.005 毫米的孔径再作细分。

三、討 論

由上所见, 尽管我们对某些测定方法的可靠性的评价, 尚须进一步研究。但根据上述资料可以看出, 凡是结构性好的土壤, 其中通气孔隙、毛管水占有的孔隙、团聚体内部孔隙以及有效孔隙都相应发育得较好。因此土壤固相部分所占的容积相对减少。耕层结构性的改善, 固然是提高土壤肥力因素的一个重要方面, 但整个剖面的孔隙性状也是很重要的影响因素。究竟这些孔隙性状对土壤物理性质(如通气性、透水性和持水性等)有无良好影响, 以及它们与土壤结构的关系如何, 是值得讨论的问题。下面我们主要从原状土着眼来探讨良好孔隙的发育对某些基本物理性质的影响和团聚体大小的关系。

1. 透水性: 孔隙性较好的乌黄土比黄土高, 前者在第 1 小时内的 K_{10} (在 10 小时的透水系数) = 1.91 毫米/分, 而后者只 0.48 毫米/分。透水平衡的时间都是后者快 (近 2 小时), 前者慢 (3 小时多)。在平衡以后的 K_{10} 值还是以乌黄土大 ($K_{10} = 0.54$), 黄土小 ($K_{10} = 0.16$)。黄土较小的透水性, 看来一方面由于孔隙性较差, 而另一方面由于结构性差, 在吸水过程中胶体水化和胶体膨胀的性能较强, 因而堵塞了孔隙, 延缓了透水速度。至于乌泥田和结板田, 由于具有几乎不透水的犁底层, 故耕层 K_{10} 的差异不显。但如果以开始 10 分钟时的 K_{10} 计算, 那么还是以乌泥田略高 ($K_{10} = 0.28$), 结板田略低 ($K_{10} = 0.24$)。这说明孔隙性较好的土壤, 其透水性相对较好。

2. 通气性: 田间土壤的通气性受土壤湿度及耕作方式的影响很大, 为了谋求在相对相同条件下比较各类土壤的通气性质, 我们在测定前预先在试验小区内灌水达饱和状态, 经 4 小时再进行测定。测定结果列于表 5。由表 5 所见, 灌水后 4 小时, 乌黄土的 K 值等于 18.0, 而黄土 $K = 10.9$ 。24 小时后, 看来由黄土因干燥而收缩通气系数由 10.9 增到 50.0, 一直到 48 小时后 K 值达 83.8。而乌黄土尽管在 4 小时后 K 值也有增加, 但可能由于结构性较好, 胶体收缩性较弱, 故 K 值的增加相对较弱。从乌黄土的通气系数变化规律看来, 似乎是有利于雨水渗入和以后能在较长时间的保水, 因为在 4 小时以后 K 值不现猛烈增加, 水分损失较慢。

表 5 紅壤及紅壤性水稻土的通气系数 (K)

土壤名称 测定时间	荒地紅壤		烏黃土		黃 土		烏泥田		結板田	
	$\omega\%$	K	$\omega\%$	K	$\omega\%$	K	$\omega\%$	K	$\omega\%$	K
灌水后 4 小时	23.6	10.30	22.3	18.01	21.5	10.87	29.6	29.40	24.4	16.37
灌水后 24 小时	21.4	11.12	17.6	28.24	16.2	49.98	26.4	39.63	16.8	29.68
灌水后 48 小时	21.0	11.58	12.5	35.30	10.2	83.77	20.9	80.46	13.7	65.80

注: $\omega\%$ 为土壤含水量重量百分数; K 为土壤通气系数, K 值重复 5—13 次。

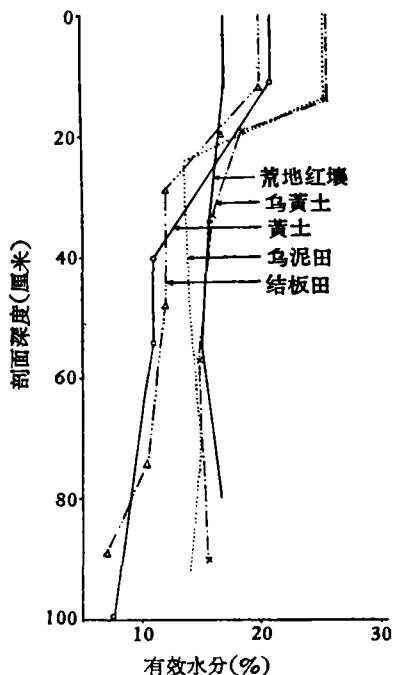


图 2 紅壤及紅壤性水稻土的有效水分

烏泥田和結板田的通气系数变化与旱地土壤有共同之处,也有不同之处。其共同点在于灌水后 4 小时的 K 值也是烏泥田大于結板田,前者 $K=29.4$, 后者 $K=16.4$; 不同点是在 4 小时以后一直到 48 小时的 K 值,还是烏泥田大于結板田,而且在各个观察时间内烏泥田中的含水量均比結板田要高。这说明了烏泥田的结构性好,在过度潮湿的情况时,既能从速增加土壤的通气性,同时水分的耗损速度又并不很快,在一定程度上解决了通气和保水的矛盾。荒地紅壤灌水后 4 小时的 K 值最低,比黃土小,而且随着时间的延长, K 值增大的幅度也没有黃土快。

由上述资料看来,孔隙性发育好的土壤上,通气性也是良好的。并且它的通气和持水性能与孔隙性较差的土相比,在一定程度上所表现出的矛盾较小。

3. 土壤的有效水含量: 土壤中属于有效含水量(田间持水量减去萎蔫含水量)的水分,能被植物直接利用,这种水分含量的多少与孔隙的发育和结构性密切相关。由图 2 可见,烏黃土和烏泥田的有效

持水量不仅在耕层相应比黃土和結板田要高,而且在剖面下部也都较高。而荒地紅壤表层的有效持水量与耕地相比则最低,其剖面分布的差异性也不象耕作土壤那样明显。

4. 土壤有效孔隙与团聚体大小的关系: 土壤有效孔隙的发育与不同大小团聚体的排列形式有关。按照一般的概念,团聚体直径愈大,则由其排列成的土体的大孔隙较多。直径愈小,则小孔隙愈多。根据我们在五种土壤不同大小团聚体的有效孔隙测定结果(表 6)来看,由 <0.25 毫米的团聚体所排列成的有效孔隙数量最少。10—3 毫米的团聚体所排列成的有效孔隙较多。而 3—0.25 毫米的团聚体所排列成的有效孔隙为最多。由此看来土壤中有效孔隙的发育与 3—0.25 毫米的团聚体含量有一定的关系。

四、結 語

本文就贛中丘陵地区紅壤及紅壤性水稻土的孔隙性问题作了研究,并联系到这些不同土壤的孔隙性对某些基本土壤物理性质(透水性、通气性、持水量)的影响。同时研究了土壤中有效孔隙的发育与不同大小团聚体的关系。结果指出,不同肥力水平的紅壤及紅

表 6 紅壤及紅壤性水稻土各級团聚体*的有效孔隙度

土壤名称		大气压力		$P=0$	$P=0.015$	$P=0.03$	$P=0.06$	$P=0.3$	$P=0.6$	<0.005	0.2—0.005 总和
		水银柱高度(毫米)	孔隙直径(毫米)								
		团聚体的粒级(毫米)									
荒地红壤	>10 10—7	4.9 2.1	18.2 15.5	1.7 6.0	2.3 4.6	1.7 1.8	1.4 1.3	21.8 21.6	7.1 13.7		
	7—5 5—3	3.5 6.0	18.1 18.4	3.5 4.5	4.4 2.0	1.5 3.3	1.1 2.0	21.4 22.0	10.5 11.8		
	3—1 1—0.5	2.9 0.2	12.4 5.4	16.0 9.5	2.9 16.8	2.6 5.5	1.4 1.9	22.4 22.5	22.9 33.7		
	0.5—0.25 <0.25	0.3 2.2	0.7 1.4	4.3 1.0	15.7 0.9	16.0 6.7	2.0 5.1	22.8 23.9	38.0 13.7		
乌黄土	>10 10—7	3.6 3.3	12.6 12.0	2.6 2.3	1.6 1.6	4.7 5.1	2.0 2.1	20.7 20.1	10.9 11.1		
	7—5 5—3	3.3 5.2	10.8 9.7	3.3 2.1	1.6 1.4	5.0 4.6	2.2 1.8	20.0 20.3	12.1 9.9		
	3—1 1—0.5	1.5 0.7	9.0 3.4	4.4 5.5	1.8 2.3	4.9 5.0	1.9 1.9	20.3 20.9	13.0 14.7		
	0.5—0.25 <0.25	5.1 4.8	3.2 1.2	3.6 0.5	6.0 1.2	6.5 3.6	1.5 0.7	19.3 24.3	17.6 6.0		
黄土	>10 10—7	14.0 16.0	5.5 4.4	1.9 1.8	3.1 3.4	4.4 4.6	1.0 0.8	16.9 16.7	10.4 10.6		
	7—5 5—3	5.0 10.7	11.7 8.0	2.5 2.0	2.2 3.6	3.9 4.8	1.7 0.9	18.2 17.2	10.3 11.3		
	3—1 1—0.5	4.7 2.0	5.9 3.6	3.0 6.6	3.9 9.0	5.8 1.7	1.0 1.7	17.1 16.7	13.7 19.0		
	0.5—0.25 <0.25	2.4 1.5	3.2 3.8	4.6 0.8	16.2 2.9	1.5 2.5	1.1 1.4	16.3 23.5	23.4 7.6		
乌泥田	>10 10—7	4.1 4.0	19.4 22.1	7.5 2.1	0.9 0.9	1.4 4.1	0.7 2.3	29.3 29.0	10.5 9.4		
	7—5 5—3	3.3 2.1	20.8 21.3	2.6 3.7	0.9 1.0	4.7 4.0	2.0 1.8	29.0 28.8	10.2 10.5		
	3—1 1—0.5	3.0 0.2	4.2 1.4	1.6 1.1	4.6 11.1	6.0 7.6	2.7 2.4	29.7 28.2	14.9 22.2		
	0.5—0.25 <0.25	0.1 0.4	0.7 0.6	0.5 0.2	6.7 0.1	17.2 4.6	2.3 3.5	26.0 34.3	26.7 8.4		
结板田	>10 10—7	13.2 12.8	2.2 1.5	0.1 0.2	— —	6.1 2.1	3.0 3.0	21.9 24.4	9.2 5.3		
	7—5 5—3	25.4 2.7	3.7 7.8	1.4 2.3	1.7 1.1	3.2 5.7	1.0 2.8	20.9 —	7.3 11.9		
	3—1 1—0.5	4.6 1.4	6.4 6.5	2.3 3.8	1.1 1.8	4.9 5.0	2.3 2.0	— —	10.6 12.6		
	0.5—0.25 <0.25	4.7 0.6	1.5 2.2	3.6 0.6	6.2 0.8	6.9 3.2	3.2 1.3	21.9 —	19.9 5.9		

* 都是表层,用萨维诺夫法干筛后,分级以 85 克装在固定容器内,每级重复三次。

壤性水稻土中的孔隙性是不同的,肥力水平较高的乌黄土和乌泥田的孔隙性都相应比肥力水平较低的黄土和结板田要好。其表现在土壤耕层中的通气孔隙,毛管水占有的孔隙,团聚体内部孔隙(以上按卡钦斯基分类法测得)及有效孔隙(直径为 0.2—0.005 毫米)均发育得较好。而且耕层内固相部分所持有的容积相对减少。同时也表明肥力水平较高的土壤不仅取决于耕层内上述孔隙的发育,而且与剖面孔隙的分布密切相关。例如在肥土剖面中的毛管水占有的孔隙比瘦土中高。红壤地区毛管水占有的孔隙的发育可能是结构性改善的指标之一。因为一般说红壤中雕萎含水量较大,因而尽管有时水分很多,但要使植物能利用,必须改变那些对水分吸力很大的束缚水占有的孔隙,也就是意味着需要改良结构。因而毛管水占有孔隙的发育可以视作土壤结构性的改善。

研究结果也指出了在孔隙性发育较好的土壤上,土壤的透水性、通气性和持水性均相对较好。而且在一定程度上可以缓和通气和持水性能间的矛盾。

有效孔隙与不同大小团聚体的排列有关, < 0.25 毫米的团聚体所排列成的有效孔隙最少,而 3—0.25 毫米的团聚体排列成的有效孔隙为最多。

参 考 文 献

- [1] 姚贤良、于德芬: 赣中丘陵地区红壤性水稻土的结构状况及其肥力意义。土壤学报, 10 卷 3 期, 267—288 页, 1962 年。
- [2] 樊润威、朱济成: 红壤结构性磨片观察。土壤学报, 11 卷 4 期 437—441 页, 1963 年。
- [3] 姚贤良、于德芬: 赣中丘陵地区红壤及红壤性水稻土的胶结物质与土壤结构形成的关系。土壤学报, 12 卷 1 期, 43—54 页, 1964 年。
- [4] 姚贤良、于德芬: 赣中丘陵地区红壤的不同结构性对某些水分物理性质的影响。土壤学报, 14 卷 1 期, 65—72 页, 1966 年。
- [5] 朱祖祥、童永忠: 田间测定土壤通气性的方法。浙江农业科学, 第 2 期, 61—66 页, 1963 年。
- [6] 张效年、李庆远: 华南土壤的粘土矿物组成。土壤学报, 6 卷 3 期, 178—192 页, 1958 年。
- [7] 中国科学院技术情报研究所: 生物学文摘(土壤学部分)。第三期, 第 17 页, 0923, 1960 年。
- [8] С. М. 谢尔盖耶夫著: (张行健译) 普通土质学。第 245—249 页, 北京地质出版社, 1957 年。
- [9] Астапов С. В.: Мелиоративное почвоведение. стр. 87—95, Москва — 1958.
- [10] Качинский Н. А., Вадюнина А. Ф., Корчагина З. А.: Опыт агрофизической характеристики почв на примере Центрального Урала. стр. 29—39, 1950.
- [11] Качинский Н. А.: Структура почвы. стр. 3—6, ИМУ 1963.
- [12] Качинский Н. А.: О структуре почвы, некоторых водных ее свойствах и дифференциальной порозности. Почвоведение № 6, 336—347, 1947.
- [13] Никольский Н. Н.: Роль комковатого и раздельночастичного состояния механических элементов в формировании структуры целинных и старопахотных почв. Известия ТСХА. № 2, стр. 98—113, 1961.
- [14] Польский М. Н.: О некоторых новых путях изучения порозности и структуры почвы. Почвоведение № 5, 29—42. 1955.
- [15] Шахтшабель Харгге (1959): Характеристика структуры почвы с помощью кривой рF—влажности и стабильность структуры. Реферативный журнал “Биология”, Академия наук СССР. № 15, 70207, 1960.
- [16] Hocksema, K. J. and Jongerius, A.: Deterioration of soil structure due to exhausting methods of land use and its influence on recent crop-rotations. Proc. of the Inter. Symposium on Soil Structure, Ghent, 28—31, 1958.

О ПОРОЗНОСТИ КРАСНОЗЁМНЫХ И КРАСНОЗЁМОВИДНЫХ РИСОВЫХ ПОЧВ В ХОЛМИСТОМ РАЙОНЕ ПРОВИНЦИИ ЦЗЯНСИ

Фан Жунь-вэй, Чжу Цжи-чин, Яо Сянь-лян

(Почвенный институт АН КНР)

Резюме

Настоящая статья посвящена вопросам о порозности краснозёмных и краснозёмовидных рисовых почв, а также и связи её с некоторыми физическими, водно-физическими свойствами почв (водопроницаемость, аэрация и влагоёмкость) в холмистом районе провинции Цзянси. Вместе с этим изучена и связь развития эффективных пор в почвах с распределением почвенных агрегатов разного размера.

Результаты показывают, что Краснозёмы и Краснозёмовидные рисовые почвы с разным плодородием отличаются между собой по качеству и количеству порозности. В краснозёмных и рисовых почвах с более высоким плодородием как порозность аэрации, порозность, занятая капиллярной водой, и порозность агрегатов, так и эффективная порозность в пахотном слое оказываются более высоким, чем в тех же почвах с низким плодородием. Между тем в плодородных почвах обнаружено снижение объёма, занятого твёрдой фазой почв. В этих почвах водопроницаемость, аэрация и влагоёмкость относительно увеличиваются.

Автор считает, что развитие порозности, особенно порозности, занятой капиллярной водой, в краснозёмных почвах является одним важным признаком улучшения структурности почв.

Полученные данные также показывают, что эффективные поры, состоящие из агрегатов с диаметром $3-0,25 \text{ m.m.}$ занимают наибольшее количество, а эффективные поры из агрегатов с диаметром $<0,25 \text{ m.m.}$ — наименьшее количество.