

贛中丘陵地区紅壤性水稻土的結構状况 及其肥力意义*

姚賢良 于德芬

贛中丘陵地区紅壤性水稻土的分布面积很广,为江西省重要的粮食基地之一。这种土壤的母质,一般具有质地粘重(顆粒直径 < 0.001 毫米的粘粒占总量的 35—50%) 和有机质含量很低(0.5—0.8%) 的特征。由于地形部位不同,土壤性质各异,人类耕作措施又不同,各种紅壤性水稻土的肥力和生产水平都有很大的差别。例如肥力水平较高的烏泥田,早稻亩产可达 300—400 斤,中等肥力的黃泥田,早稻亩产 200—300 斤,而肥力較差的結板田,早稻亩产只有 100—200 斤。要評定不同土壤的肥力,首先应了解决定肥力的因素。

大家知道,影响和决定农业土壤的肥力因素,有二个方面:即土壤既要满足作物生长过程所需的水分和养分,又要使作物有良好的“居住条件”。对紅壤性水稻土而言,亦不例外。土壤肥力演变过程,也就是土壤中水分和养分的供求和环境条件的变化过程,忽视其中任何一个环节,都不能正确認識土壤肥力的本质和提高土壤肥力的途径。

使作物得到良好的土壤环境,决定于土壤的物理性质,包括土壤的通气性、导温性、导热性、透水性和持水性等。良好的土壤物理性质,不仅能調节水稻生长过程中所需的光、热、水分和养分,又可便于耕耨,减少农业投资。而且对长期漬水的水稻土,还能排除或轉化对水稻生长不利的有毒物质^[42]。良好的土壤物理性质,首先取决于土壤的結構状况。因此,研究土壤結構状况,是土壤物理学中的中心和最本质的部分^[43]。

到目前为止,国内外研究水稻土結構問題的工作还不多,苏联在阿塞拜疆共和国及哈薩克地区尚有部分材料^[37],而其他国家,除日本以外^[8,9],研究結構大部都限于旱地。我国較早(1940年)注意水田結構^[2],但当时仅停留于形态的觀察而缺乏具体資料。自大跃进以来,各地都有一些研究^[1,3-7],积累了一定的数据,然而由于分析方法不統一,对結構的本性及其形成条件缺乏系統研究,既难于比較,也不能較确切地反映水稻土的肥力特征。

根据我們野外观察及分析資料,并参閱国内外部分文献^[11,13,17,19,22,39],我們认为水稻土的結構状况,不仅有数量的变化,而且更重要的是在于质的变异。在相同結構状况之下,由于形成条件不一,胶結物质的种类及数量上的差异,結構体(或称团聚体)的理化性质也不一样。特別表现在内部的孔隙性方面差异甚大^[15,16,24,31-34]。这也是会造成不同土壤肥力水平的一种原因。

紅壤性水稻土是紅壤母质经过人为耕作,特别是长期漬水的情况下所形成的独特土

* 本文承蒙熊毅教授指正,特此致謝。

壤,所以它所具有的结构状况及其肥力概念是以特殊的形式表现出来的,既区别于一般旱地,更不同于未经耕种的红壤,也和威廉斯创立的概念^[4]不同。但水田的结构究竟怎样影响肥力,是那些大小的结构体对土壤肥力起主导作用;这些结构体是怎样形成的,怎样保护和创造等一系列问题都必须进行研究。本文的主要目的想阐明下列几个问题:(1)红壤性水稻土的某些基本物理性质,(2)红壤性水稻土的结构状况,(3)红壤性水稻土的结构本性及肥力指标的初步探讨。

主要研究对象是江西进贤县云桥垦殖场的红壤性水稻土,包括肥力水平较差的结板田,中等肥力的黄泥田和肥力水平较高的乌泥田(因底层有明显的潜育作用,又称青格田),并以丰城县,清江县及东乡县的部分土壤作为对照。为了判明红壤渍水后所引起的土壤物理性状及结构状况的变化规律,还研究了相应地区的旱地土壤。

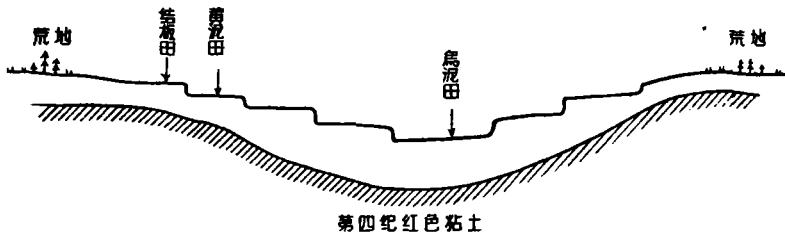


图1 主要研究土壤的地形分布示意图

红壤性水稻土的结板田分布于第四级阶地上(即丘陵坡地,如图1),其上与红壤荒地相邻,长有复盖度约1%的萝卜菜。0—10厘米(耕层):较潮,浅棕灰,粗粉砂质重壤土,较松,碎块状结构,根系较少,大孔隙较多而小孔隙较少,夹有少量石英粒,与犁底层分界明显, pH5.7。10—16厘米(犁底层):较润,黄棕色,粗粉砂质重壤土,较紧,略有稜片状结构,但不明显,根系很少,大小孔隙皆少,与下层过渡明显,并在交接处有少量软铁子和胶膜, pH6.8。16—35厘米:较潮,棕红色,轻粘土,较上层略松,大稜块状结构,孔隙较多,沿孔隙及结构表面有胶膜,土体中有少量石英粒。35—85厘米:较潮湿,浅棕红色,粘质粉砂轻粘土,稜块状结构,易碎,孔隙较多,土体内有少量石英粒。黄泥田,分布于第三级阶地上,长有复盖度约5%的萝卜菜。0—13厘米(耕层):较潮,浅棕灰,粗粉砂质重壤土,其他性状同上述剖面表层, pH6。13—21厘米(犁底层):较上层稍干,浅黄棕带灰色,粗粉砂质重壤土,碎块状及带有稜片状结构,紧实,根系较少,大小孔隙较少,有较多黄棕色锈纹锈斑,有少量石英粒及火土灰残渣,与下层过渡明显。21—35厘米:潮,灰棕色,粘质粉砂重壤土,稜块状结构,其分界面上有粘质胶膜及棕色锈纹锈斑,根系较少,孔隙稍多,有石英粒及少量火土灰残渣,按色泽与下层分界明显, pH7。35—47厘米:潮,灰棕带红,粘质粉砂重壤土,稜块状结构,分界面不清楚,有少量灰色胶膜,孔隙较上层少,有黄棕色锈斑及褐色锰点。47—64厘米较上层潮,色很杂,粗粉砂质重壤土,小稜块状结构,其表面有胶膜,较紧,有多量软型铁锰结核及灰色网纹,与下层过渡明显。64—83厘米:潮,棕红色,粘质粉砂轻粘土,结构不显,较上层松,沿根孔有褐色锰斑,根系和孔隙都很少,与下层过渡不显。83—108厘米:湿,棕红带黄色,全层无褐色锰斑,其他性状与上层相似。乌泥田,分布在阶田中(即丘陵的底部),其上红花草生长良好,在70厘米处发现潜水面。0—14厘米(耕层):较潮,棕灰,粗粉砂质重壤土,碎块屑粒状结构,很疏松,根系较多,特

別在 4—5 厘米以下最集中,孔隙較多,沿根孔有少量黃棕色銹斑,有少量磚塊及石英粒,与下层分界明显。14—21 厘米(犁底层):潮,灰棕,粗粉砂質重壤土,碎塊狀及稜片狀結構,較紧,沿根孔有大量銹紋銹斑,有少量石英粒,与下层分界明显。21—29 厘米較上层潮,黃棕色,重壤偏粘,稜塊狀結構发育很好,其結構面上胶膜較多,根系和孔隙較少,有多量銹紋銹斑。29—40 厘米:較潮,淺棕灰,孔隙較上层多,其他性状同上层。40—70 厘米:湿,灰棕,粗粉砂質輕粘土,稜塊狀結構不显,有鉄錳結核及大量黃棕色的銹紋銹斑。

这三个土壤剖面由于地形部位不同(見图 1),漬水的情况也有不同,土壤剖面的性质因之而异。本文想从土壤物理性质方面来研究不同种类的紅壤性水稻土的区别。

一、紅壤性水稻土的基本物理性质

土壤的基本物理性质包括机械組成、微凝聚体(一般指較小的結構体按盖德洛伊茨的概念为直径 < 0.25 毫米者)、比重、容重和孔隙度,現分別討論如后。

(一) 土壤机械組成、微凝聚体和分散度

土壤机械組成在成土过程中的变化具有相对稳定的特征,但紅壤母質經過人为的耕作和自然因素的作用所形成的水田和旱地与母質的机械組成相比,已有明显的差别。紅壤母質机械組成(表 1)的特点是:粘粒(顆粒直径 < 0.001 毫米)含量大,約占整个組成部分的一半(35—50%),而其余一半属于粗粉粒(0.05—0.01 毫米)和粉粒(0.01—0.005 及 0.005—0.001 毫米),粗粉粒和粉粒之比接近于 1。但与第三紀紅砂岩交錯分布的紅色粘土,粘粒含量下降到 30% 以下,砂粒增加而粉粒減少,如东乡 4 号新垦地。

第四紀紅色粘土所处的地形部位不同,土壤顆粒重新分配,坡地粘粒含量下降,粉粒相对增多,粗粉粒与粉粒之比大于 1。如以紅壤旱地(样品号碼 2, 3)为例,粘粒含量由母質中的 48% 下降到 7—8%,粉粒由 47—49% 增加到 60—65%,粗粉粒与粉粒之比为 2—3。水田的地形部位較低,經常有自流灌溉,机械組成的变化較为复杂,耕层中的粘粒含量約 12—20%,而粉粒含量高达 70—80%,粗粉粒与粉粒之比为 1—1.5。土壤剖面中粘粒含量随着深度的增加而增高(見图 2)。紅壤性水稻土中长期蓄水,不仅減少耕层內粘粒的下移和流失,还由于丘陵地区的自流灌溉水以及地表径流,每年尚有一定数量的粘粒和細粉粒进入水田中。因此水田比旱地含有較多的粘粒和粉粒,而粗粉粒的含量較低,粗粉粒与粉粒的比值下降。

土壤質地是土壤机械組成的概括性的反映,它与土壤的耕作性能有密切的关系。就目前国内外情况而言,一般采用二种命名制度,一种是苏联卡琴斯基制定的三級命名法^[10],一种是阿特贝尔格的二級命名法^[11]。卡琴斯基的三級命名法以物理性粘粒(< 0.01 毫米)的百分含量为基础,并考虑其他粒級含量之比。一般社会主义国家都采用这种命名法,我国也用此法,但往往只采用一級。自大跃进以来,我国在这領域內也开始作了些工作^[12],将南方水稻土的質地分成砂土組、小粉土組、坭土組和胶坭土組等四大类(顆粒直径仍按卡琴斯基分类法)。其分类系統主要根据細砂、粗粉粒、物理性粘粒和粘粒含量的消长情况而定。根据我們野外收集的部分材料来看,如果按照卡琴斯基的命名原則,只采用一級分类是不能确切地反映出紅壤性水稻土的机械組成的实质。水田土壤中(表 1)粘粒含量的差异达 12—24%,耕作性能的差异也很大,但用一級命名法都称为重壤土。

表1 鄂中丘陵地区紅壤及紅壤性水稻土的机械組成¹⁾

土壤編号	采集地点	土壤名称	层次(厘米)	各級顆粒含量%							質地命名
				1—0.25	0.25—0.05	0.05—0.01	0.01—0.005	0.005—0.001	<0.001	<0.01	
1	进賢	紅壤荒地	0—5	2.7	3.4	35.2	11.5	14.3	32.8	58.6	粗粉質重壤土
			5—34	2.3	1.3	25.0	12.8	15.2	43.4	71.4	粗粉質輕粘土
			34—83	2.5	1.0	24.3	11.2	12.3	48.6	72.2	粘質輕粘土
2	进賢	黃土地 ²⁾	0—12	13.9	13.2	48.2	8.6	8.6	7.5	24.7	粗粉質中壤土
			12—19	6.7	4.5	37.4	11.9	15.2	24.3	51.4	粗粉質重壤土
			19—45	2.1	0.0	23.5	12.0	14.2	48.2	74.9	粘質輕粘土
3	进賢	烏土地 ²⁾	0—16	11.4	10.9	46.9	11.6	10.5	8.7	30.8	粗粉質中壤土
			16—33	6.7	6.1	38.8	12.7	14.8	20.9	48.4	粗粉質重壤土
			33—68	3.6	2.5	32.1	13.6	15.7	32.5	61.8	粘質輕粘土
4	东乡	紅土地	0—15	2.7	32.4	20.4	9.6	6.1	28.8	44.5	砂質中壤土
5	进賢	結板田	0—10	6.2	3.9	40.3	17.7	17.1	14.8	49.6	粗粉質重壤土
			35—85	3.4	0.6	29.8	14.1	15.5	36.6	66.2	粘質輕粘土
6	进賢	黃泥田	0—13	5.8	4.5	38.4	16.8	17.8	16.7	51.3	粗粉質重壤土
			13—21	7.0	2.9	38.5	17.0	16.9	17.7	51.6	粗粉質重壤土
			21—35	5.2	2.2	35.1	16.3	17.8	23.4	57.5	粗粉質重壤土
			45—64	4.2	1.4	35.7	15.6	18.2	24.9	58.7	粗粉質重壤土
			83—108	2.7	1.1	31.2	13.8	21.8	29.4	65.0	粉砂輕粘土
7	进賢	烏泥田	0—14	2.7	2.6	43.3	20.1	18.5	12.8	51.4	粗粉質重壤土
			14—21	4.3	2.6	38.8	17.9	16.4	20.0	54.3	粗粉質重壤土
			70以下	4.3	4.4	38.7	15.3	14.3	23.0	52.6	粗粉質重壤土
8	进賢	黃泥田	耕层	2.7	4.4	34.1	21.2	18.8	18.8	58.8	粉質重壤土
9	进賢	黃泥田	耕层	2.4	3.4	34.1	20.4	21.4	18.3	60.0	粉質重壤土
10	东乡	砂泥田	0—15	1.5	11.3	39.2	18.3	16.6	13.1	48.0	粗粉質重壤土
11	东乡	砂泥田	0—15	1.8	10.8	41.8	16.0	14.8	14.8	45.6	粗粉質重壤土
12	东乡	砂泥田	0—15	1.4	12.9	38.1	17.4	16.0	14.2	47.6	粗粉質重壤土
13	丰城	泥漿田	0—13	1.5	2.5	32.7	18.3	24.2	20.8	63.3	粉質輕粘土
			17—44	0.8	1.4	39.7	14.3	22.7	21.1	58.1	粉質重壤土
14	丰城	面漿田	0—13	1.4	3.1	49.0	16.4	13.6	12.5	46.5	粗粉質重壤土
15	丰城	面漿田	0—13	0.9	1.4	42.3	21.0	21.9	12.5	55.4	粗粉質重壤土
16	丰城	黃潮田	0—13	1.6	1.7	41.9	20.9	19.5	14.4	54.8	粗粉質重壤土
17	清江	板砂田	0—13	2.9	11.9	43.2	14.2	12.1	15.7	42.0	粗粉質中壤土
18	清江	板砂田	0—7	2.3	11.7	41.6	17.7	14.4	12.6	44.7	粗粉質中壤土
			7—11	2.2	10.6	42.8	17.4	15.0	12.0	44.4	粗粉質中壤土
19	清江	黃漿田	0—12	1.5	12.1	33.3	16.8	20.9	14.8	52.5	粉質重壤土
20	清江	黃漿田	0—10	0.5	5.3	25.4	11.8	23.6	34.0	68.8	粉質輕粘土
21	清江	砂泥土	0—12	4.0	8.3	38.5	17.1	16.2	15.9	49.2	粗粉質重壤土

注: 1) 分析方法为吸管法, 由徐夢熊、王伏雄分析。 2) 按江西农民习惯, 在土壤命名时称“地”者即系旱地土壤, 称“田”者即系水田土壤。 3) 旱地土壤中烏土地肥力較高, 水田土壤中烏泥田、黃漿田等肥力較高, 其次是黃泥田。 結板田、板砂田的肥力最低。

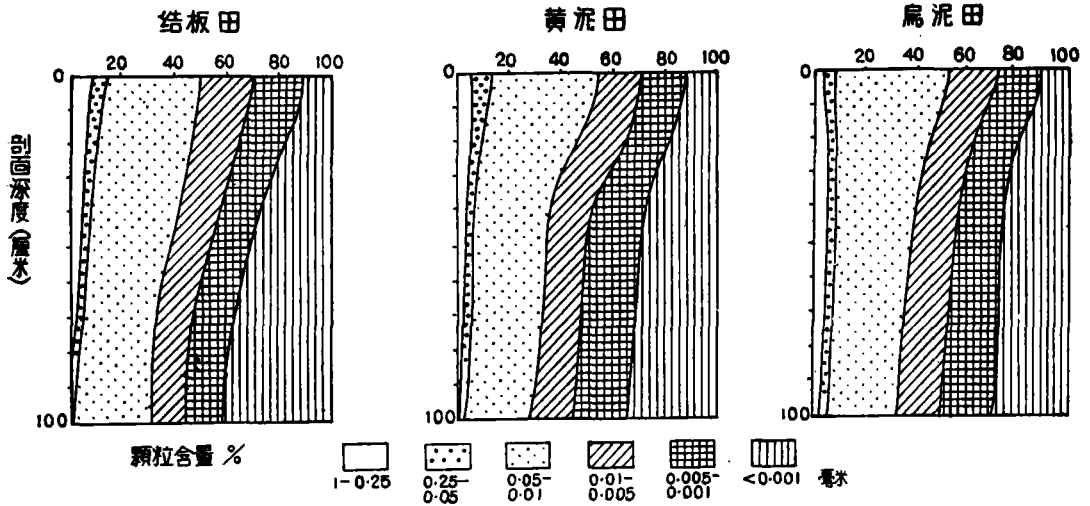


图2 紅壤性水稻土的机械組成剖面

如按三級命名則可区分耕性不同的土壤。南方水稻土的質地分类系統^[1]，虽在命名上采用了我国羣众的习惯用語，但不能全面反映机械組成的特点。如黃泥田、烏泥田和泥漿田（表1）都命名为重坭土，但是它們的耕性是很不一样的。其分类系統中的小粉土組的确定是以粗粉粒含量 $> 40\%$ 作为分界綫，范围似嫌过大，对紅壤性水稻土而言，粗粉粒含量一般都在 40% 上下，其变化幅度只在 $2-3\%$ ，属于分析誤差范围之内。按照这个分类系統，对紅壤性水稻土而言，会得出模糊的概念。

土壤微凝聚体是单个顆粒經過各种引力（首先是分子引力）胶結而形成的，因而一般也称为原生凝聚体^[11,20]。它們的性質和数量为形成土壤的大結構体創造条件。由試驗土样可見（表2），微凝聚体的粒径主要是在 $1-0.25$ 、 $0.25-0.05$ 与 $0.05-0.01$ 毫米范围以内，粘粒級的含量最少； $0.25-0.05$ 毫米与 $0.05-0.01$ 毫米的二种粒級占总量的 $50-70\%$ ，加上 $1-0.25$ 毫米的粒級占总量可达 90% 左右。比較同粒級的微凝聚体和机械成分的含量，发现粗粉粒級以上的微凝聚体的含量比同級的机械成分的含量要高，中粉粒級的凝聚体含量与机械成分相接近，但中粉粒級以下凝聚体的含量有逐步下降的趋势。在比較苏联主要土类中土壤机械組成和微凝聚体的关系^[38]也有类似的結果。根据上述特点，可以看出，在粗粉粒級以上微凝聚体的总量和同級的机械成分的总量之差，可以說明微凝聚体的保持性能。如果差数愈大，也表明小于粉粒以下各級（即 < 0.01 毫米）参与形成大于 0.01 凝聚体的量越多，从而保持性能愈大，相反就愈小。如果差数等于零，就意味着土壤在水溶液中完全分散，結構性也等于零。微凝聚体的保持性能以百分比表示称为保持率（ F ），其計算方法是以 $1-0.01$ 毫米的微凝聚体含量为 A ，同級的机械成分含量为 B 。

$$\text{則 } F = \frac{A-B}{A} \times 100.$$

按照这个公式，我們可以看到在紅壤母質、紅壤荒地、旱地以及不同肥沃度的水田的表层，微凝聚体保持率有一定的規律性，其变化的規律取决于土壤內的粘粒含量和水田表

表 2 紅壤及紅壤性水稻土的微凝集体和分散度¹⁾

土壤編号	土壤名称	层 次 (公分)	各 級 微 凝 聚 体 含 量 %							分散度 ²⁾ $\frac{a}{b}$ %	微凝集体保 持率(%)
			1—0.25	0.25— 0.05	0.05— 0.01	0.01— 0.005	0.005— 0.001	<0.001	<0.01		
1	紅壤荒地	0—5	18.3	15.5	40.1	10.5	11.8	3.8	26.1	11.6	43.9
		5—34	21.2	24.7	53.0	0.4 ³⁾	0.7 ³⁾	0.0	1.1	0.0	71.2
		34—83	24.0	24.0	48.0	0.1 ³⁾	2.9 ³⁾	0.4	3.4	0.0	71.0
2	黃土地	0—12	16.0	14.6	50.6	8.9	7.9	2.0	18.8	26.6	7.2
		12—19	9.9	14.6	39.8	14.2	13.4	8.1	35.7	33.3	24.4
		19—45	14.2	20.5	33.4	9.9	18.3	3.7	31.9	7.7	62.4
3	烏土地	0—16	13.7	11.7	50.2	12.6	9.2	2.6	24.4	30.0	8.6
		16—33	8.1	9.5	43.3	15.3	16.8	7.0	39.1	33.5	13.6
		33—68	6.0	12.4	37.2	15.8	19.4	9.2	44.4	28.3	29.5
4	紅土地	0—15	11.9	37.6	32.0	6.7	8.1	3.7	18.5	12.8	32.1
5	粘板田	0—10	7.8	7.1	48.3	20.8	13.7	2.3	36.8	15.0	20.2
		35—85	4.5	12.8	47.4	13.0	15.3	7.0	35.3	21.0	47.7
6	黃泥田	0—13	8.6	8.4	48.7	17.5	13.4	3.4	34.3	20.4	25.5
		13—21	7.5	8.4	47.6	18.5	15.4	2.6	36.5	19.2	23.7
		21—35	6.9	11.2	46.0	13.3	16.2	6.4	35.9	27.1	33.7
		45—64	9.9	13.4	37.0	19.0	14.9	5.8	39.7	23.3	31.5
		83—108	5.0	19.3	50.8	8.5	13.6	2.8	24.9	9.5	53.4
7	烏泥田	0—14	8.7	14.3	52.3	16.0	7.5	1.2	24.7	4.0	35.4
		14—21	8.4	13.7	44.5	16.0	13.9	3.5	33.4	17.5	45.8
		70以下	7.3	9.9	46.6	16.5	14.7	5.0	35.2	11.7	32.5
8	黃泥田	耕 层	4.8	13.2	48.6	15.7	15.4	2.3	33.4	12.2	38.0
9	黃泥田	耕 层	5.0	10.2	44.8	20.0	17.0	3.0	40.0	16.4	33.5
10	砂泥田	0—15	4.1	15.0	48.2	18.8	12.4	1.5	32.7	11.5	24.2
11	砂泥田	0—15	3.5	20.5	47.1	11.9	16.1	0.9 ³⁾	28.9	0.0	23.4
12	砂泥田	0—15	4.8	19.5	43.0	19.2	12.6	0.9 ³⁾	32.7	0.0	22.1
13	泥漿田	0—13	4.2	11.8	44.7	16.4	19.2	3.7	39.3	17.8	39.5
		17—44	2.5	11.5	47.0	16.5	16.3	6.2	39.0	29.4	30.8
14	面漿田	0—13	4.4	14.0	49.7	17.8	12.2	2.1	32.1	16.8	21.4
15	面漿田	0—13	2.3	10.0	49.4	21.6	14.8	1.8	38.2	14.4	27.7
16	黃潮田	0—13	3.2	11.3	56.6	13.1	13.6	2.2	28.9	12.5	36.4
17	板砂田	0—13	4.4	18.2	50.3	16.9	8.6	2.0	27.5	12.5	19.0
18	板砂田	0—7	3.3	14.4	48.5	19.7	12.1	2.6	33.8	15.9	16.3
		7—11	2.2	11.6	53.0	17.2	13.8	2.2	33.2	18.4	16.7
19	黃漿田	0—12	1.5	21.2	40.9	18.7	15.0	2.7	36.4	18.5	25.3
20	黃漿田	0—12	2.5	12.5	48.3	12.8	18.3	4.6	36.7	13.5	50.8
21	砂泥田	0—12	6.2	10.6	47.5	18.7	14.1	2.9	35.7	18.2	21.1

注: 1) 分析方法为吸管法, 由徐梦熊、王伏雄分析。2) a ……由微凝集体分析求知的 <0.001 毫米的顆粒百分含量。 b ……由机械分析求知的 <0.001 毫米的顆粒百分含量。 3) 分散液已局部或完全絮固。

层的肥沃状况(主要与有机质的含量有关)。輕粘土的 F 为 70—40, 重壤土的 F 为 40—20。比重壤土还要粗的土壤的 $F < 20$ 。同属重壤土的紅壤性水稻土,由于有机质含量不同,微凝聚体的保持率也不一样,肥力水平較高的烏泥田,有机质含量 3.59%, F 最高为 35;而肥力水平較低的結板田,有机质含量 1.52%, F 最低为 20.2。黃泥田有机质含量为 2.05, F 为 25.5, 丰城县肥力較高的泥浆田和黃潮田 F 可达 40 和 36 而肥力較低的面浆田和板砂田一般都在 25 以下。諸如上述,土壤微凝聚体的保持率与土壤肥力水平密切相关,可作为肥力指标之一,但必須考虑到不同的发生土壤类型及微凝聚体的本质。由于我們工作还作得較少,不能进一步的討論,但微凝聚体保持率在紅壤及紅壤性水稻土中的应用似較一般所采用的分散系数和結構系数等指标,更能反映問題。在进行紅壤或紅壤性

表 3 紅壤及紅壤性水稻土的比重、容重和孔隙度

土壤编号	土壤名称	层 次 (厘米)	比 重*	容 重	总 孔 隙 度
1	紅壤荒地	0—5	2.68	1.19	55.6
		5—34	2.76	1.07	61.2
		34—87	2.75	1.17	57.5
2	紅壤旱地 (紅土)	0—12	2.68	1.38	48.6
		12—19	2.71	1.47	45.7
		19—45	2.75	1.42	48.3
3	紅壤旱地 (烏土)	0—16	2.68	1.44	46.2
		16—33	2.70	1.55	42.6
		33—68	2.73	1.53	47.6
5	結板田	0—10	2.66	1.42	46.6
		35—85	2.74	1.47	46.3
6	黃泥田	0—13	2.69	1.27	52.8
		13—21	2.70	1.63	39.6
		21—35	2.72	1.62	40.4
		47—64	2.75	1.59	42.2
		83—108	2.74	1.44	47.4
7	烏泥田	0—14	2.63	1.19	54.7
		14—21	2.65	1.62	38.8
13	泥浆田	0—13	2.68	1.24	53.7
		17—44	2.73	1.56	42.8
14	面浆田	0—13	2.70	1.36	49.6
15	面浆田	0—13	2.67	1.43	46.4
16	黃潮田	0—13	2.70	1.28	52.6
18	板砂田	0—7	2.68	1.41	47.4
		7—11	2.70	1.59	41.1
20	黃浆田	0—12	2.72	1.11	59.2
21	沙泥田	0—12	2.67	1.45	45.7

* 分析者: 王伏雄、姜守义。

水稻土样品的微凝聚体分析时,分散液中的游离三氧化物可以影响颗粒的分散,特别是在吸取 < 0.01 毫米的凝聚体时,由于颗粒水化分散力逐渐小于 R_2O_3 的胶结力,分散相会局部或完全絮固。这样会影响分散系数偏低,甚至接近于零,这种情况在自然界中显然是罕见的。我们的换算是用 $1-0.01$ 毫米粒级,可以避免这些困难。

(二) 红壤性水稻土的比重、容重和总孔隙度

红壤性水稻土的比重、容重和总孔隙度反映耕层及整个土壤剖面的壅结情况,直接影响三相的相互关系和作物根部的生长发育。红色粘土母质的粘粒含量较高,比重较大,一般在 2.75 左右,可能与 SiO_2 含量的变化有关^[27]。红壤旱地和水田,由于有机质的参与及粘粒的淋溶,土壤比重下降到 2.70 和 2.68,肥沃的水田,可低到 2.63 (表 3)。

红壤荒地土壤的容重较小,在 1.10—1.20 之间,可能与土壤母质的矿物性质^[10]和土体内部的壅结情况有关。红壤旱地的容重比红壤荒地较高,在 1.40 左右。红壤性水稻土的容重,因其肥力水平的增高而减低,高肥力的黄浆田和乌泥田,容重较小,为 1.11 和 1.19;肥力较高的泥浆田、黄泥田和黄潮田,容重略增,为 1.24, 1.27 和 1.28;而肥力较低的结板田、面浆田和板砂田,其容重分别为 1.42, 1.43 和 1.41,与旱地土壤相近。所有水稻土犁底层的容重都很大,一般在 1.55 到 1.65。

红壤荒地土壤的总孔隙度较高,在 55—60%,与有些材料不相一致^[7],红壤旱地的土壤总孔隙度较低,一般在 40—50% 之间。水田由于受耕作影响大,剖面发生层次分化明显,土壤的总孔隙度变化较大。这也是水田土壤的特点之一。由表 3 所见,同一剖面内耕层的孔隙度最大,犁底层最小,而底土及母质中又略有增加。从不同肥力水平水田的耕层作比较,较肥的乌泥田、泥浆田、黄潮田和黄浆田,孔隙度较高,相继为 54.7%, 53.7%, 52.6% 和 59.2%。而肥力水平较差的结板田、面浆田和板砂田,其孔隙度一般都在 46% 左右。土壤的总孔隙度可反映出肥力的概况,但由于组成总孔隙度的因素比较复杂,有些肥力较高的土壤,总孔隙度不一定很高,因此研究红壤性水稻土的孔隙度情况及其对肥力的关系,必须进一步研究各种孔隙的组成及分布。

二、红壤性水稻土的结构状况

土壤的结构状况是指土壤颗粒和微凝聚体在各种胶结作用力(范德瓦耳斯力,粘着力和胶结力)的影响下,所形成的不同大小、形状不同的结构个体及其排列情况。它的含义不仅指量上的变化,而且也包括结构个体的形成条件、本性和特性的变化。

在区别和鉴定土壤的结构性状时,必须分清二种不同的结构概念,一种是对农业生产有直接意义的结构概念,一种是反映土壤发生形态的概念。前一结构概念,既要研究土壤结构的稳定性,又要研究结构的多孔性。因这些性质直接影响土壤的保水保肥、通气、透水及热状况。这种结构分布于土壤的耕层和生草层。发生形态的结构性多用以描述剖面形态。如水稻土犁底层中的稜片状结构、底土的稜块状或核状结构,碱土淀积层中的柱状结构等。这些土壤结构也可以同样的研究其稳定性和多孔性,但其意义是和耕层的研究有所不同。因耕层结构中包括对生命活动有很大意义的孔隙^[19,21,33,34]。本文中所讨论的结构状况,偏重于第一种类型。

荒地开垦后,耕层土壤的水稳性结构 (>0.25 毫米) 不断减少,已被国外研究者证

表 4 紅壤及紅壤性水稻土的結構状况

土壤 編号	土壤名称	层次 (厘米)	各級結構体含量 % (毫米)										結構破坏 率(%)	
			>10	10—7	7—5	5—3	3—2	2—1	1—0.5	0.5— 0.25	<0.25	>0.25		
1	紅壤荒地	0—5	16.7	15.2	9.2	13.1 34.9	10.5 7.28	3.8 7.6	14.8 19.3	3.4 4.5	12.1 26.4	87.9 ^a 73.6	16.3	
		5—34	20.3	16.3	10.1	12.9 5.3	9.0 7.3	3.5 8.3	11.3 29.2	2.8 6.5	11.8 43.5	88.2 56.5		35.9
		34—83	20.0	19.8	14.5	14.6 22.2	8.4 11.2	3.0 6.9	9.1 21.3	2.1 5.5	8.6 32.9	91.4 67.1		
2	黃土地	0—12	27.9	12.8	9.0	10.7 5.8	6.9 3.7	3.1 4.0	11.4 9.7	2.3 5.2	15.4 71.7	84.6 28.3	66.6	
		12—19	73.5	7.3	3.7	3.9 6.0	2.6 15.2	1.0 5.9	3.7 24.9	0.8 5.4	3.4 42.5	96.4 57.5		40.3
		19—45	71.9	6.5	5.4	5.7 18.7	3.0 18.6	1.1 11.6	3.0 27.6	0.5 4.2	3.3 19.9	96.7 80.1		
3	烏土地	0—16	65.2	7.8	3.5	3.1 3.0	2.4 2.8	1.1 4.6	4.7 12.3	0.9 5.8	11.4 71.6	88.6 28.4	68.0	
		16—33	71.4	10.0	4.8	4.1 1.4	2.7 2.2	0.9 5.7	3.1 21.5	0.3 8.4	2.5 60.8	97.5 39.2		59.9
		33—68	72.4	10.2	4.8	3.9 2.4	2.6 4.7	0.9 9.5	2.5 20.4	0.3 8.5	2.3 54.5	97.7 45.5		
22	紅壤荒地	表土	48.8	16.2	9.2	9.1 47.9	4.9 6.5	1.7 6.6	3.0 16.2	0.8 3.5	4.2 19.4	95.8 80.6	16.0	
23	黃土地	表土	17.2	20.0	16.0	15.3 6.6	8.4 2.2	3.3 4.9	9.4 11.1	2.0 5.0	8.5 70.3	91.5 29.7	67.5	
24	烏土地	表土	30.6	14.9	10.6	12.8 9.2	9.7 4.6	3.2 4.8	10.3 10.2	1.4 4.3	6.3 66.9	93.7 33.1	64.6	
4	紅土地	表土	30.4	15.6	9.8	12.5 18.6	8.7 5.2	6.0 7.3	9.3 15.8	1.5 4.7	6.2 48.5	93.8 51.5	45.1	
25	烏土地	表土	38.1	15.1	9.3	10.0 0.5	6.1 0.0	2.4 3.5	3.6 8.8	0.9 3.7	12.5 83.6	87.5 16.4	81.2	
5	結板田	0—13	16.2	17.4	12.1	14.1 3.8	9.7 1.6	4.6 2.0	13.8 11.7	2.0 3.9	10.2 77.1	89.8 22.9	76.0	
		35—85	52.3	13.8	8.6	8.5 0.0	5.4 0.6	2.3 2.3	7.9 25.6	0.8 10.3	5.2 61.1	94.8 38.9		58.9
6	黃泥田	0—13	30.6	22.2	11.6	11.0 12.8	6.9 1.4	2.6 2.3	7.3 14.3	1.1 6.3	6.7 62.9	93.3 37.1	60.3	
		13—21	42.1	19.1	10.1	10.0 2.4	5.5 1.0	19.6 3.0	6.7 16.9	0.9 7.1	6.4 69.5	93.6 30.5		67.4
		21—35	61.0	16.6	6.7	5.7 5.0	3.4 2.7	5.6 3.2	3.1 21.5	0.9 7.9	2.0 59.6	98.0 40.4		
		47—64	57.0	17.8	7.9	7.2 9.0	3.5 8.3	1.2 6.6	2.7 17.0	0.3 8.1	2.2 50.9	97.8 49.1		49.8
		83—108	28.8	22.8	11.8	13.5 0.2	7.9 0.5	3.3 1.4	7.0 13.9	1.0 9.9	4.3 74.1	95.7 25.9		
7	烏泥田	0—14	28.8	20.0	11.8	13.5 13.0	7.4 1.9	2.8 3.0	7.8 32.1	1.2 8.0	6.7 42.0	93.3 58.0	37.7	
		14—21	39.0	28.8	10.5	11.1 31.8	6.3 2.9	2.3 5.2	6.8 24.6	1.0 5.8	1.3 29.6	98.7 70.4		29.7
		70—	51.2	19.6	9.1	8.4 1.6	4.3 2.5	1.7 4.7	3.8 15.7	0.5 7.2	1.6 68.2	98.4 31.8		

(續表4)

土壤 編号	土壤名称	层次 (厘米)	各級結構体含量% (毫米)										結構破坏 率(%)
			>10	10—7	7—5	5—3	3—2	2—1	1—0.5	0.5— 0.25	<0.25	>0.25	
8	黃泥田	表土	54.2	16.5	9.4	$\frac{8.7}{9.2}$	$\frac{4.3}{2.7}$	$\frac{1.5}{4.6}$	$\frac{2.9}{15.9}$	$\frac{0.3}{6.3}$	$\frac{2.2}{61.8}$	$\frac{97.8}{38.2}$	60.0
9	黃泥田	表土	47.4	18.9	9.8	$\frac{9.6}{3.2}$	$\frac{2.8}{1.9}$	$\frac{1.7}{3.3}$	$\frac{1.7}{10.8}$	$\frac{0.5}{7.5}$	$\frac{7.9}{73.2}$	$\frac{92.1}{26.8}$	72.9
10	砂泥田	表土	43.6	21.5	10.3	$\frac{9.4}{5.5}$	$\frac{4.9}{1.5}$	$\frac{1.9}{1.9}$	$\frac{4.9}{6.5}$	$\frac{0.7}{2.7}$	$\frac{2.7}{81.8}$	$\frac{97.3}{18.2}$	81.3
11	砂泥田	表土	60.1	16.0	7.0	$\frac{6.3}{1.6}$	$\frac{2.8}{1.4}$	$\frac{1.0}{2.9}$	$\frac{2.8}{7.4}$	$\frac{0.4}{7.2}$	$\frac{3.5}{79.6}$	$\frac{96.5}{20.4}$	78.7
12	砂泥田	表土	42.0	20.6	10.9	$\frac{10.0}{3.5}$	$\frac{5.2}{1.5}$	$\frac{1.8}{2.4}$	$\frac{3.9}{7.9}$	$\frac{0.5}{4.7}$	$\frac{5.0}{80.0}$	$\frac{95.0}{20.0}$	79.0
13	泥漿田	0—13	55.5	18.7	5.0	$\frac{4.0}{7.9}$	$\frac{1.9}{1.4}$	$\frac{0.4}{3.0}$	$\frac{1.5}{11.7}$	$\frac{0.3}{5.8}$	$\frac{15.6}{70.2}$	$\frac{84.4}{29.8}$	64.7
		17—44	65.3	14.4	7.4	$\frac{5.8}{0.5}$	$\frac{2.5}{1.3}$	$\frac{0.8}{1.8}$	$\frac{1.3}{15.1}$	$\frac{0.0}{9.9}$	$\frac{2.7}{71.4}$	$\frac{97.3}{28.6}$	70.6
14	面漿田	0—13	49.0	21.7	8.6	$\frac{7.9}{5.2}$	$\frac{3.9}{2.3}$	$\frac{1.5}{3.5}$	$\frac{3.6}{12.2}$	$\frac{0.5}{5.9}$	$\frac{2.8}{70.9}$	$\frac{97.2}{29.1}$	70.0
15	面漿田	0—13	61.4	15.5	6.2	$\frac{5.1}{5.0}$	$\frac{3.0}{4.1}$	$\frac{1.3}{3.4}$	$\frac{3.1}{8.5}$	$\frac{0.4}{4.9}$	$\frac{3.7}{74.1}$	$\frac{96.3}{25.9}$	73.0
16	黃潮田	0—13	66.1	12.8	5.8	$\frac{5.0}{4.9}$	$\frac{2.7}{3.3}$	$\frac{1.0}{3.6}$	$\frac{2.6}{6.8}$	$\frac{0.4}{3.7}$	$\frac{3.7}{77.7}$	$\frac{96.3}{22.3}$	77.0
17	板砂田	0—13	65.8	11.0	4.3	$\frac{3.7}{2.6}$	$\frac{1.9}{1.7}$	$\frac{0.8}{1.1}$	$\frac{2.2}{5.4}$	$\frac{0.4}{3.4}$	$\frac{10.0}{85.9}$	$\frac{90.0}{14.1}$	84.3
18	板砂田	0—7	54.5	28.8	8.4	$\frac{4.2}{0.2}$	$\frac{1.3}{0.6}$	$\frac{0.4}{0.9}$	$\frac{0.9}{2.9}$	$\frac{0.2}{2.3}$	$\frac{1.4}{93.0}$	$\frac{98.6}{7.0}$	92.9
		7—11	67.5	10.9	4.8	$\frac{3.6}{1.2}$	$\frac{2.2}{0.8}$	$\frac{0.7}{1.2}$	$\frac{2.3}{2.6}$	$\frac{0.4}{2.1}$	$\frac{7.8}{92.1}$	$\frac{92.2}{7.9}$	91.4
19	黃漿田	表土	68.0	14.9	5.0	$\frac{3.7}{2.4}$	$\frac{2.0}{1.3}$	$\frac{0.7}{2.2}$	$\frac{2.0}{10.4}$	$\frac{0.3}{7.0}$	$\frac{3.4}{76.6}$	$\frac{96.6}{23.4}$	76
20	黃漿田	表土	49.2	25.1	8.3	$\frac{6.6}{5.9}$	$\frac{5.4}{1.6}$	$\frac{1.3}{1.9}$	$\frac{3.0}{10.6}$	$\frac{0.4}{7.1}$	$\frac{0.7}{72.9}$	$\frac{99.3}{27.1}$	72.7
21	砂泥田	0—17	51.4	25.5	7.6	$\frac{5.8}{6.1}$	$\frac{1.4}{2.2}$	$\frac{0.9}{2.7}$	$\frac{2.2}{7.9}$	$\frac{0.4}{5.4}$	$\frac{4.9}{75.7}$	$\frac{95.1}{24.3}$	74.4

干篩結構体含量%
* 湿篩結構体含量%

明^[28,34,37],但其破坏后的結構个体与肥力間的关系研究的还不多,尤其水稻土方面研究更少。有些研究者把水稻土中5—3,3—2和1—0.5毫米直径的水稳性結構称为疏性結構^[3],另些研究者认为1—5毫米直径的結構对肥力影响頗大^[4]。但在工作中也感到水田中的水稳性結構,主要反映在<1毫米以下各粒級的消长情况。但是由于分析方法及采土条件的不一致,所得結果很难比較。为了尽量避免由于人为而造成的分析誤差,我們认为应当采用同一种分析方法和标准来进行研究;在比較田块的結構状况时,应重复采样,不宜少于10个,然后平均取样,如按剖面比較,則采一点就可;采土时,土壤的水分条

件尽可能相近；結構个体应在野外任其自然碎散，必要时可用手指輕輕剝出粒徑为15—20毫米大小的土塊。我們本着上述的要求，采用苏联薩維諾夫法进行研究。分析結果列于表4。

由表4所見紅壤荒地开垦为旱地以后，土壤中 > 0.25 毫米的水稳性結構迅速降低，其破坏率*相繼由16增加到45—81；其破坏程度是随着耕作情况而异。如紅壤荒地(1号)表土結構破坏率为16，紅壤旱地(2号)耕层为67，紅壤旱地(3号)則为68。又如紅壤荒地(22号)表土的結構破坏率为16，紅壤旱地(4号)为45，紅壤旱地(23号)为68，紅壤旱地(24, 25号)为65—81。同一剖面中各发生层相比，耕层土壤結構的破坏率都比母质要高。

紅壤性水稻土的結構破坏率比紅壤荒地要高，但随着肥沃水平的增加，結構破坏率逐漸降低，这点与旱地相反。結板田、黃泥田和烏泥田，其机械組成虽相近，但其結構破坏率則不同，結板田为76，黃泥田为60，烏泥田只38。紅壤及紅壤性水稻土的結構破坏率的消长，取决于土壤中粘粒和有机质含量。有机质含量不高的旱地紅壤，随着土壤中粘粒的減少，結構破坏率不断增加。机械組成相近的水稻土，其結構破坏率是随着有机质含量的增加而下降，水稻土的潛育作用可以增加底土中的結構破坏率。

紅壤性水稻土中水稳性結構的特点，在于大于1毫米粒級的結構单位含量甚少，一般仅占总量的7—18%。而 < 1毫米的結構单位占80%以上。在 < 1毫米的各个粒級中，除去 < 0.25毫米的粒級占优势外，以1—0.5毫米的粒級含量較多，占总量的7—32%。在烏泥田中，大于1毫米和1—0.5毫米粒級的水稳性結構的含量都比較高。如1—0.5毫米的粒級达32%，而在肥力較差的各种水稻土中都在10%以下，砂性重的板砂田只2%左右。这种相对含量的差別对土壤孔隙的直径和水分运行，都具有密切的关系^[29]。因此，可以認為这个粒級的水稳性結構体含量的消长对土壤肥力水平有一定影响。但必須指出，只凭某一粒級的相对含量作为肥力指标是远远不够的。在这基础上应该进一步区别結構的形成条件和本性及其所反映出的不同理化和生物学特征。不同肥沃度的水稻土的耕层中，虽然 > 0.25毫米和1—0.5毫米的結構单位都比犁底层和母质中为少，但由于形成条件和本性不一，在农业生产中的意义不能相比。

三、紅壤性水稻土的結構本性及肥力指标的初步探討

(一) 紅壤性水稻土結構的孔隙狀況

上面曾經指出，在农业生产上有价值的土壤結構，必須是多孔性的，它与坚实的土壤結構有质的区别。为了进一步闡明这点，我們研究了紅壤荒地、母质、不同肥力水平的紅壤旱地和水田中各級結構个体的内部孔隙。研究結果分別表示在图3中。

紅壤母质 > 2毫米以上的各級結構体的内部孔隙，基本相似(见图3—(4))約占43%左右，而直径小于2毫米者，只有28%左右。紅壤荒地(见图3—(1)) > 1毫米的各級結構体内的孔隙比母质中高，約50%左右，而在1—0.5毫米粒級的結構体内，孔隙仅占20%。紅壤旱地各級結構体内的孔隙都相应下降(见图3—(2),(3))，約为44—41%，< 2

* 結構破坏率 = $\frac{> 0.25 \text{ 毫米粒級的干篩百分含量} - \text{同級的湿篩百分含量}}{> 0.25 \text{ 毫米粒級的干篩百分含量}} \times 100$

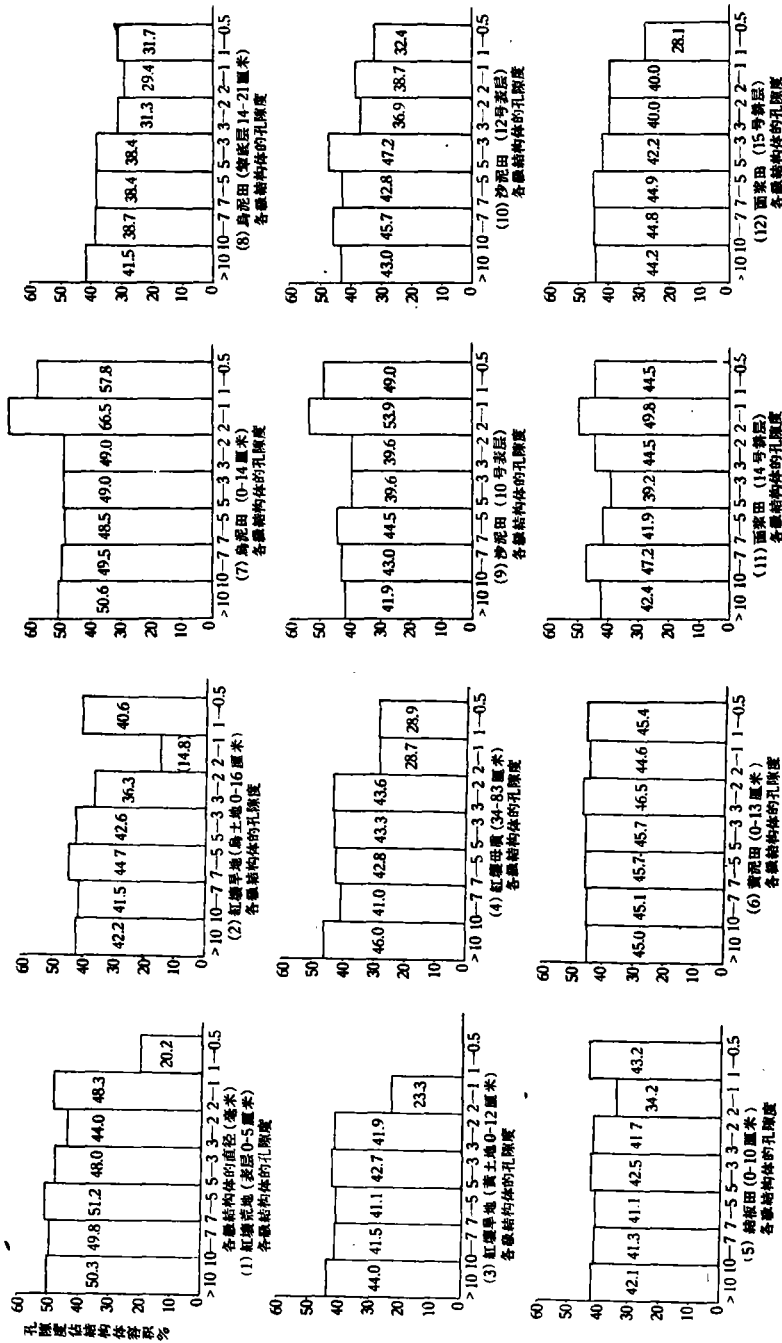


图 3 紅壤及紅壤性水稻土各級結構体的内部孔隙度(> 5 毫米各級結構体的内部孔隙度为 5 次重复的平均数)

毫米者为 15% 和 23%。紅壤性水稻土中各級結構体内孔隙的变化与旱地土壤有同样趋势；> 2 毫米粒級以上者，孔隙变化不大，而 < 2 毫米粒級的各級結構体中，随着水田肥力水平的不一而孔隙有明显的差别。如果比較不同类型水稻土中各級結構体的内部孔隙，則可看出，肥力水平較高的烏泥田，無論是大結構体(> 2 毫米的)或小結構体(< 2 毫米的)，其内部孔隙都較肥力較差的結板田要大(见图 3-(7),(5))。結板田内，> 2 毫米

的各級結構体的内部孔隙为 41—42%，黃泥田为 45%，而烏泥田高达 50%；2—1 毫米的結構体内，結板田为 34%，黃泥田为 45%，而烏泥田为 67%；1—0.5 毫米的結構体内，結板田为 43%，黃泥田为 45%，而烏泥田为 58%。中等肥力的沙泥田（见图 3—(9)，(10)）情况与黃泥田相类似。面浆田的分析資料未能得到上述規律，可能因在漬水情况下采样之故。至于烏泥田的犁底层中各級結構体的内部孔隙大大降低，一般仅在 30—40%（见图 3—(8)）。

影响結構体内部孔隙度大小的因素是极其复杂的，它涉及所处的环境条件（表层或底层）、生物活动强度、有机无机胶体的性质和含量、代換性阳离子的組成、微凝聚体的性质和排列状态等。对紅壤及紅壤性水稻土而言，胶結物的种类、数量和凝聚体的排列状态，对形成結構体内孔隙的数量和质量有密切的关系。按照我們获得的材料（表 6）如果土壤中粘粒含量較高，胶結物质以无定形 R_2O_3 为主，凝聚体形成的最大可能性决定于分子间的内引力。由于粘粒的比表面大，接触点多，对范德瓦耳斯内引力*創造了有利条件，所形成的凝聚体（图 4—(1)），按理論上推算，其中孔隙度一般都小于 30%^[45]。紅壤母质和紅壤性水稻土的犁底层中 2—1、1—0.5 毫米以及紅壤荒地中的 1—0.5 毫米粒径的結構体，可

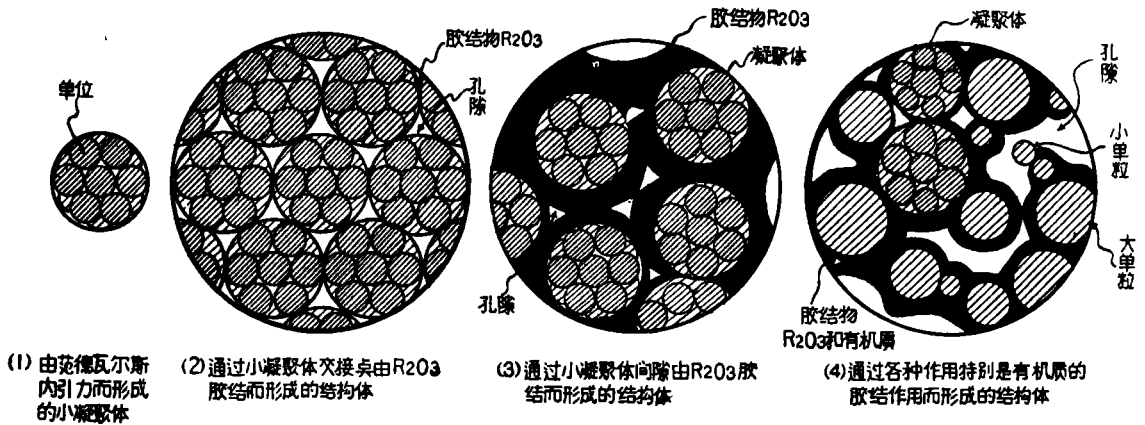


图 4 不同胶結物质及凝聚体排列形式对結構内部孔隙影响的图解

能就属于这种类型，这种結構体通过 R_2O_3 的胶結作用变成更大的結構单位。由于小的結構单位的比表面远較粘粒要小，其間接触面积相应减少，孔隙相对增加，而造成大結構单位中的孔隙度必然偏高，如图 4—(2)。这种孔隙度状况属于如上所述的 > 2 毫米的各个粒級。但是必須指出，由无定形 R_2O_3 粘結而形成的大結構体，其孔隙状况与 R_2O_3 的相对含量及胶結的形式密切相关。如相对含量較高，主要通过小結構体的間隙胶結而成者，那么其中孔隙度相对要小，如图 4—(3)。如无定形 R_2O_3 相对含量較低，并主要通过小結構体的相互接触胶結而成的（图 4—(2)），其中孔隙度相对地要高。我們根据上述二点見解，来解释紅壤荒地表层中大結構体内的孔隙为什么較高，而母质及旱地中为什么較低的原因。根据表 6 内各种土壤及其各級凝聚体的无定形 Fe_2O_3 的相对含量来看，也說明了

$$* \text{ 范德瓦耳斯内引力} = 4\pi \frac{r_1 \cdot r_2}{r_1 + r_2} \sigma.$$

σ ……顆粒和介質（土壤溶液）間的表面張力；

r_1 和 r_2 ……二个顆粒的半徑。

这种解释的可能性。如果在凝聚体的形成过程中,除去粘粒和无定形 R_2O_3 的作用外,主要还有有机质的参与,则粘聚力或胶聚力起主导作用,范德瓦耳斯内引力处于从属地位。由于胶结物质的性质及颗粒组成的不均一性,结构体内的孔隙度一般都要高些(如图5—(4))。肥力较高的水稻土的耕层内,各级结构体内的孔隙度都较高,其原因可能在于此。乌泥田的粘粒含量只占12%,但其孔隙度高达50—66%,而相应的红壤母质,粘粒含量虽高达35—50%,而孔隙度只有30—45%。由此可见,红壤及红壤性水稻土的各级结构体的内部孔隙状况,取决于它们的形成条件及本性。由于形成条件不一,结构体内孔隙的性状有很大差别,同样大小粒级的结构体的理化性质也有不同。比较同样大小粒级的水稳性

结构体的持水性能(图5),乌泥田的持水量最高;红壤母质、红壤荒地及黄泥田次之;旱地及结板田最低。这个结果充分说明,土壤水稳性结构体的研究,不仅注意其相对含量,还要重视结构体内部的孔隙状况。

红壤性水稻土内各级结构体的内部孔隙,不仅影响结构本身的一系列特性的变化,同时对耕层的垒结情况也有密切的关系。为了更进一步认识耕层的垒结情况和各级孔隙的关系,我们对孔隙度的细分作了初步研究。

有关土壤孔隙度的分类及其测定方法,在国外曾作过不少工作。最早(1864年)由德国研究者提出把孔隙度分成总孔隙度、毛管孔隙度和非毛管孔隙度,这个分类法一直到现在仍被广泛应用。但是随着近代对土壤水分研究的逐步深入,这个概念已不能包括土壤中所有孔隙的实质。在1930—1931年间,很多研究者,把土壤孔隙度分为活性孔隙度和非活性孔隙度(或称有效的和无效的),主要利用在不同压力下,提取孔隙中的水分,然后按 жюрен 公式*进行换算,但这公式一般只适用于轻壤土,对重壤土只能鉴定有效孔隙^[16]。为此,我们采用了卡斯斯基的孔隙分类法,其分类如下:

1. 土壤的总孔隙度($P_{\text{обш.}}$),用下式测定

$$P_{\text{обш.}} = \frac{d - d_v}{d} \times 100$$

* $H = \frac{4\sigma}{\rho g d}$ H……以水柱高度表示的毛管张力

d……毛管直径
 σ ……水的表面张力
 ρ ……水的密度
 g ……重力加速度

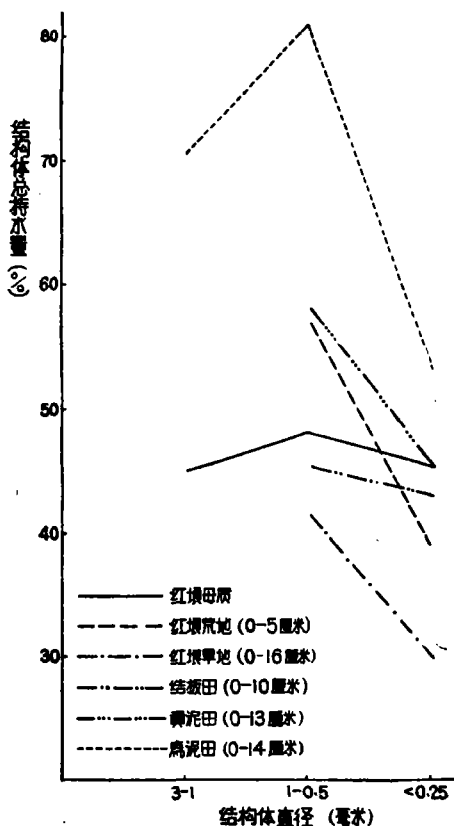


图5 不同土壤相同粒级的水稳性结构体对持水性能的影响*

(由于试验条件限制,总持水量中尚包括结构体之间的毛管顶托水及角膜水在内,试验是把凝聚体装在容器内进行的)

d ——土壤真比重； dv ——土壤容重。

2. 結構体的总孔隙度($P_{arp.}$), 其計算法

$$P_{arp.} = \frac{a_1 m_1}{100} + \frac{a_2 m_2}{100} + \dots + \frac{a_n m_n}{100} \text{ 或}$$

$$P_{arp.} = \frac{1}{100} \sum_{k=1}^n (a \cdot m)$$

a ——各級結構体的孔隙度； m ——某一結構体占土壤容积的百分数； n ——各种粒級結構体的数量。

3. 結構体之間的孔隙度(P_{mar})

$$P_{mar} = (P_{общ.} - P_{arp.})\%$$

4. 由緊束縛水充滿的孔隙度(P_{mr})

$$P_{mr} = (W_{mr} \times dv) : 1.50\%$$

W_{mr} ——最大吸湿水的重量%；1.50——最大吸湿水的密度。

5. 由松束縛水充滿的孔隙度($P_{p.c.v.}$)

$$P_{p.c.v.} = (0.5W_{mr} \times dv) : 1.25\%$$

1.25……膜狀水的密度。

6. 由毛管水充滿的孔隙度(P_{kap})

$$P_{kap} = (W_{общ.} - 1.5W_{mr}) \times dv\%$$

$W_{общ.}$ ——总田間持水量；1.5 W_{mr} ——植物的雕萎湿度。

7. 可以持水的孔隙度(P_w)

$$P_w = (P_{kap} + P_{mr} + P_{p.c.v.})\%$$

8. 不能持水的孔隙度(P_{aop})

$$P_{aop} = (P_{общ.} - P_w)\%$$

分析結果应用于表 5。由表 5 所見，紅壤荒地，無論是总孔隙度和結構体內部的总孔隙度都較高，前者为 55%，而后者为 30%，可以持水的孔隙度和不能持水的孔隙度之比接近于 1 (28:27)。紅壤母質的总孔隙度較高为 57%，但結構体內部的总孔隙度較小为 31%，

表 5 紅壤及紅壤性水稻土的各級孔隙分布情况

土壤編号	土壤名称	层次(厘米)	总孔隙度(%)	結構体内部孔隙度(%)	結構体間孔隙度(%)	由水充滿的土壤孔隙(%)				由的空隙(%)	固体容(%)
						由縛滿紧水的束充	由縛滿松水的束充	由水的毛充滿	总量		
1	紅壤荒地	0—5	55.6	30.8	24.8	4.7	2.9	20.5	28.1	27.5	44.4
1	紅壤母質	34—83	57.5	31.6	25.9	8.4	5.0	9.0	22.4	35.1	42.5
3	紅壤旱地	0—16	46.2	29.8	16.4	3.1	1.9	23.3	28.3	17.9	53.8
5	紅壤水田(結板田)	0—10	46.6	26.4	20.2	2.1	1.3	28.4	31.8	14.8	53.4
6	黃泥田	0—13	52.8	30.5	22.3	5.0	2.0	35.9	42.9	9.9	47.2
7	烏泥田	0—14	54.7	43.7	11.0	2.5	1.5	33.9	37.9	16.8	45.3
7	烏泥田(犁底层)	14—21	38.8	26.3	14.5	—	—	—	—	—	61.2
14	面浆田	0—13	49.6	—	—	—	—	—	—	—	50.4
15	面浆田	0—13	46.4	—	—	—	—	—	—	—	53.6

可持水及不能持水的孔隙度之比約为 1:1.5 (22:35)。紅壤旱地的总孔隙度及結構体內

部的总孔隙度都较低,前者为 46%,后者为 29%、可持水及不能持水的孔隙度之比约为 1.5:1 (28:17)。由上述情况可以看出,虽然母质中的总孔隙度比荒地表层和旱地耕层为高,但从具有持水性能的孔隙来看则低得多。这就说明了存在于母质中的孔隙可能有二种状态,一种是不能保水的大孔隙(往往在结构体之间)、另一种是水不能透入的小孔隙(存在于结构体之内),这二种形态的孔隙过多当然对作物根部生长不利。各种肥力水平不同的水稻土耕层的孔隙情况与其肥沃度密切相关。乌泥田耕层的总孔隙度和结构体内的总孔隙度表现最高,前者为 54%而后者为 43%;可持水及不能持水的孔隙度之比约为 2:1 (37:16)。结板田耕层的总孔隙度和结构体内的总孔隙度都较低为 46%和 26%,可持水及不能持水的孔隙度之比为 2:1。黄泥田的孔隙度处于上述二种土壤之间,但可持水及不能持水的孔隙度之比为 4:1 (43:10)。耕层的总孔隙度,虽然可以反映某一土壤的肥瘠情况,但看来耕层结构体内部的总孔隙度尤为重要,关于这点我们的分析结果已有初步证实。可持水的孔隙度与不能持水的孔隙度之比,在一定程度上是反映不同土壤中水和气相互协调的情况的。根据我们的材料,一般耕种土壤,特别是在水田中可持水的孔隙要比不能持水的孔隙多,这也符合在土壤熟化过程中有效孔隙不断增加的论点。对结构体之间的孔隙在土壤肥力上的作用,很多研究者^[16]给以很高评价。但按照我们的资料,似与土壤的肥瘠无明显的关系。

(二) 红壤性水稻土水稳性结构的本性

土壤结构的肥力特征,密切决定于它的形成条件和本性,近年来国内外有关土壤结构的研究中,一直以这个问题为研究的中心。苏联从 1948 年^[11]即应用胶体物理化学的观点和方法进行土壤结构本性的研究。最近有很多研究者^[13,19,20,21,22,23,25,26,29,30,35,36,37,39,40]进行这方面的工作,但都偏重于自型土壤和旱地土壤结构本性的研究,对于水稻土,除日本稍有研究外^[9],到目前为止,工作甚少。为此,我们选用了红壤母质、红壤荒地、红壤旱地以及肥力水平不同的红壤性水稻土进行比较研究。按萨维诺夫法分散出水稳性结构体,并取其分布较多的 3—1, 1—0.5 和 <0.25 毫米三级,测定原状土和各级结构体中的主要胶结物质。如粘粒含量(吸管法)、有机质(邱林法)、 Fe_2O_3 和 Al_2O_3 和无定形 Fe_2O_3 的含量^[12]。原状土和各级结构体的各项分析结果,分别表示于图 6 和表 6 中。

按照各类土壤中胶结物质的特性和变化规律,大致可把试验土样分成三大类型:第一类型为红壤母质和红壤荒地,这类土壤及各级结构体中所具有的特点是粘粒含量高达 30—50%,原状土和各级结构体的机械组成有高度的一致性(见图 6—(1),(2))。粘粒含量随着结构体粒径的减小而下降,特别是 <0.25 毫米的粒级中更为明显。一般的说,氧化铁、铝的含量都很高,除在 <0.25 毫米粒级中的含量稍低外,原状土和其他各级中的含量都很接近。各结构体中的无定形 Fe_2O_3 的含量都较原状土要高,尤其是红壤母质的各级结构体中,无定形 Fe_2O_3 的含量比原状土高出 3—5%。总的看来,这种类型的土壤中,各级结构体中的有机质含量变化不大,原状土中的有机质比结构体中略高。根据上述特点,可以认为,这类土壤结构体的形成,主要取决于粘粒的内聚力和无定形 Fe_2O_3 的胶结作用,所形成的结构体孔隙少而水稳性高。由于孔隙过小,水分不易从毛管中透入而引起破坏作用,这可能是增强结构水稳性的一个因素。

第二种类型为红壤旱地,其特点是粘粒含量低,只占 7—8%,以原状土的机械组成与

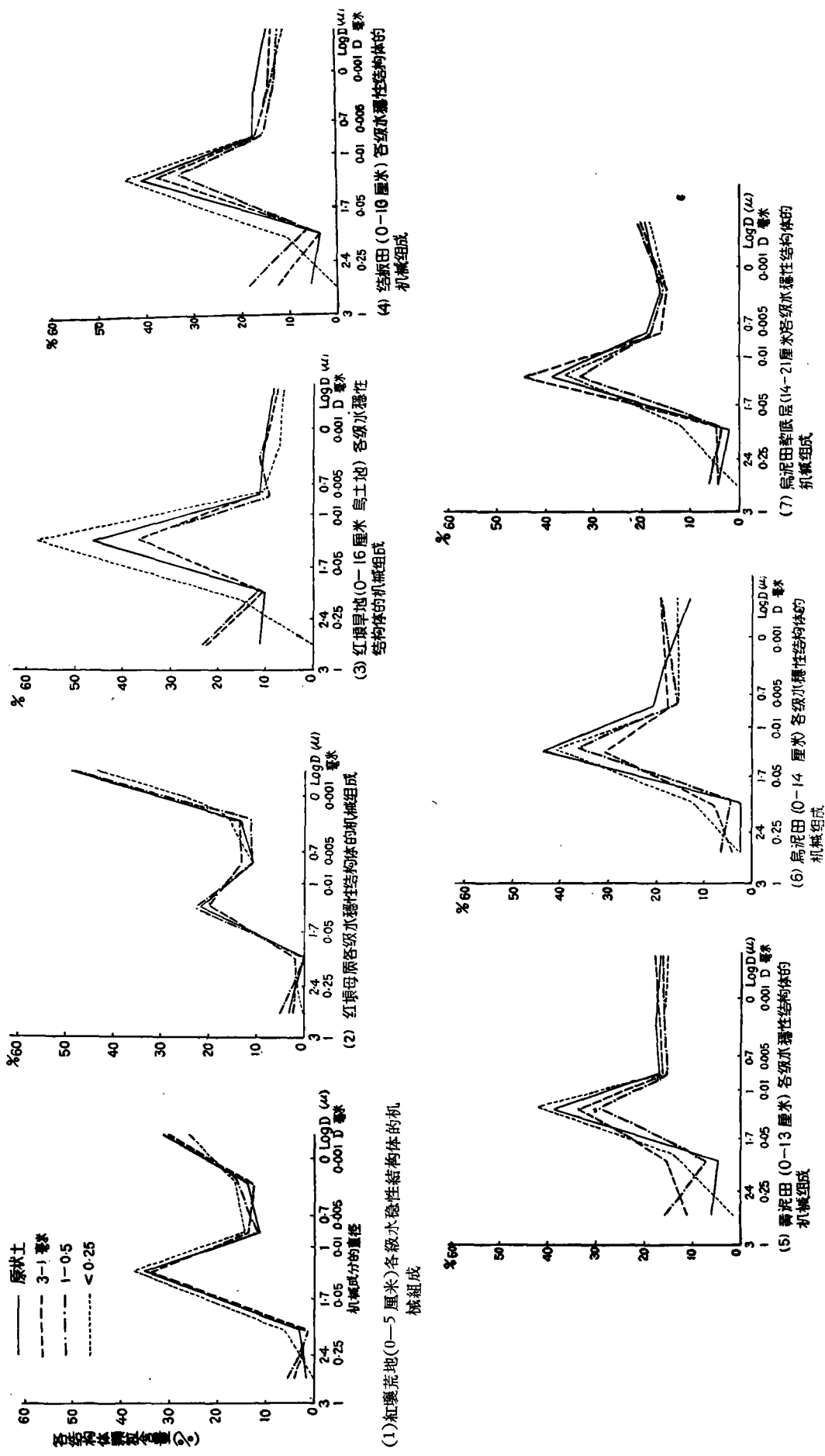


图6 紅壤及紅壤性水稻土各級水穩性結構體的機械組成

表 6 紅壤及紅壤性水稻土各級水穩性結構体的胶結物質

土壤編号	土壤名称	层次(厘米)	凝聚体直径(毫米)	有机质含量(%)	粘粒(%) (<0.001 毫米)	R_2O_3 (%)	Fe_2O_3 (%)	Al_2O_3 (%)	无定形 Fe_2O_3 (%)	无定形 Fe_2O_3 占全 Fe_2O_3 %
1	紅壤母质		原状土	0.51	50.0	26.68	4.87	21.81	1.22	25.05
			3—1	0.43	49.2	26.45	4.57	21.88	1.29	28.23
			1—0.5	0.47	48.2	26.15	4.50	21.56	1.31	29.01
			<0.25	0.64	46.9	25.58	4.41	21.17	1.50	30.01
1	紅壤荒地	0—5	原状土	1.96	32.8	20.63	3.55	17.08	0.74	20.84
			3—1	1.94	31.3	20.68	3.62	17.06	0.79	21.82
			1—0.5	1.81	30.6	20.30	3.59	16.71	0.81	22.56
			<0.25	1.81	27.3	19.75	3.34	16.41	0.72	21.55
3	紅壤旱地	0—16	原状土	1.14	8.7	11.65	2.20	9.45	0.52	23.63
			3—1	1.21	7.6	12.75	2.57	10.18	0.79	30.73
			1—0.5	1.20	7.2	13.15	4.61	8.54	0.81	29.13
			<0.25	1.02	7.1	10.88	2.10	8.78	0.71	33.81
5	結板田	0—10	原状土	1.52	14.8	13.78	2.60	11.18	0.35	13.46
			3—1	2.06	13.9	13.85	2.80	11.05	0.38	13.57
			1—0.5	1.93	12.8	12.25	2.63	9.62	0.34	12.93
			<0.25	1.40	11.5	12.68	2.47	10.21	0.29	11.74
6	黄泥田	0—13	原状土	2.05	16.7	14.84	2.59	8.25	0.37	14.28
			3—1	2.36	17.4	15.30	2.56	12.74	0.41	16.02
			1—0.5	2.24	16.4	16.03	2.61	13.42	0.35	13.41
			<0.25	1.84	15.6	14.28	2.27	12.01	0.30	13.22
7	烏泥田	0—14	原状土	3.59	12.8	15.70	1.95	13.75	0.26	13.33
			3—1	4.20	19.7	16.90	2.04	14.86	0.29	14.21
			1—0.5	3.75	19.6	16.00	2.02	13.98	0.32	15.84
			<0.25	2.92	16.3	15.15	1.86	13.29	0.25	13.44
7	烏泥田 犁底层	12—21	原状土	1.94	20.0	16.75	2.68	14.07	0.34	11.80
			3—1	1.96	21.4	17.38	2.58	14.80	0.40	15.50
			1—0.5	1.96	21.4	18.15	2.39	15.76	0.38	15.89
			<0.25	1.77	19.7	16.03	2.39	13.64	0.29	12.13

其各級結構体相比,結構体中的砂粒含量高,而粉粒含量低,但在 <0.25 毫米的結構体内,細砂和粗粉粒都比原状土及其他各級結構体要高(图6—(3)),而粘粒則略有减少的趋势。这就說明这类土壤的原状土与其各級結構体的机械組成已开始分化。这个类型土壤中的氧化鉄、鋁含量較第一类型的土壤要少一倍左右,而3—1和1—0.5毫米結構体中的氧化鉄、鋁含量比原状土要高, <0.25 毫米結構体中的含量最低。結構体中无定形 Fe_2O_3 的相对含量比原状土高約7—10%。紅壤旱地中有机质含量比紅壤荒地要低,但在3—1和1—0.5毫米的粒級内,有机质含量都比原状土高, <0.25 毫米粒級内含量最低。基于上述情况,这类土壤結構体的形成与 R_2O_3 特别是无定形 Fe_2O_3 的胶結作用有密切的关系,当然有机质也参加形成过程,但作用較小,所以这种类型土壤的結構体的特性是孔隙較少而水稳性又較差。

第三种类型包括不同肥力水平的紅壤性水稻土。粘粒含量較高于紅壤旱地,以原状土及其各級結構体的机械組成相比,也有各級顆粒再分配的現象。一般的說,結構体中的中砂和細砂含量較多而粗粉粒相应減少(图 6—(4),(5)),但在烏泥田中,上述差异的幅度則較小(图 6—(6))。各級結構体内粘粒含量除結板田具有和紅壤旱地相同的規律外,一般是 3—1 和 1—0.5 毫米粒級的結構体中的粘粒含量最高,烏泥田耕层内,二級結構体的粘粒含量比原状土高 7%,即使在 < 0.25 毫米的結構体内粘粒含量还比原状土高 4%。这就說明肥沃水田中 < 0.25 毫米的水穩性粒級内尚保留了部分的凝聚体,而在旱地或結板田中,在这級以下可能絕大部分已处于单粒状态。在这类土壤中的氧化鉄、鋁含量低于母质但高于旱地,这可能受粘粒含量及生物作用强度^[33]的影响。3—1 和 1—0.5 毫米的粒級内,氧化鉄、鋁的含量略高于原状土,但其差別很小。紅壤性水稻土的有机质含量較紅壤旱地和母质都高。如以原状土和其各級結構体相比,有机质含量在 3—1 毫米的粒級内最高。其次是 1—0.5 毫米的粒級,只有在 < 0.25 毫米粒級内,含量稍低。根据上述材料,似可推論,紅壤性水稻土耕层内結構体的形成是有机质和粘粒的胶結作用,无定形 Fe_2O_3 处于从属地位。

要进一步了解結構体形成的机制問題,必須从有机、无机胶体的种类、数量、性質及結合的状态方面进行研究。但从我們收集的部分材料来看,肥力水平較高的紅壤性水稻土中,結構体的形成首先取决于有机质的胶結作用,这与紅壤旱地、母质及肥力水平較低的水田是有区别的。这种結構体,不仅具有良好的水穩性,而且还是多孔性的,能加强保水保肥性能,有利于植物根系的穿插和土壤空气及热的交换,从而也有利于調节水稻生长所需的土壤环境。

(三) 紅壤性水稻土某些肥力指标的初步探討

紅壤性水稻土的肥力演化与其熟化过程密切相关。熟化过程反映在生物因素不断加强和地质因素相对减少的統一过程,人为的耕作活动就在于調节这两个过程更趋向于提高肥力的有利方面。就我們分析的材料来看,与母质相比,地质因素,表现在土壤中的粘粒和 R_2O_3 的含量相对减少及轉化,而生物因素,意味着有机质在土壤耕层内的逐步积累。这两个过程的統一,反映在土壤結構性的变化,是在于农业生产上没有价值的水穩性結構(如母质中的)逐步轉化为有价值的多孔性的水穩性結構,土壤也由此逐渐肥沃。根据这个观点出发,我們可在上述两个过程中,抽出某些相对稳定的阶段来探討紅壤性水稻土的肥力指标(指重壤土),当然要說明是相对的,只在同一类型、同一質地的土壤内作比較。在地质循环的过程中,土壤中粘粒的相对含量由紅壤母质中的 50% 减少到 10—20%;粗粉粒和粉粒比相当于 1 或稍高些; R_2O_3 的含量由母质中的 26% 左右下降到 15—16%,其中无定形 Fe_2O_3 的含量由 1.4% 降至 0.3% 左右。在生物循环过程中,有机质的含量由母质中的 0.5% 增加到 2.5—3%。在上述两个过程的統一下,1—0.5 毫米的結構体逐渐增加,一般在 20—30%;土壤微凝聚体保持率为 30—40%;土壤結構的破坏率 $< 40%$;土壤結構体内的孔隙度 $> 40%$ 和土壤結構的形成主要取决于有机质和粘粒的相互作用。上述这些指标是相互联系的,不能孤立地以其中之一来判断土壤的肥瘠情况。

水稻土的形成及其肥力演化是极其复杂的,因母质来源、地形部位、水分条件、耕作方式等自然因素和经济因素之不同而异。所以要探求水稻土的肥力指标,必須从多方面着

手研究。我們的工作仅占其中一小部分,研究标本的数量不多,范围又不广,不免有很多不足之处,仅提出初步研究結果以供参考。

摘 要

贛中丘陵地区紅壤性水稻土分布面积很广,但由于所处的地形部位不同及人类耕作措施各异,各类紅壤性水稻土的肥力水平有很大差异。

影响土壤肥力水平有两个方面:即土壤既能满足作物生长过程所需的水分和养分,又能使作物有良好的“居住环境”,而土壤的物理性質对保証作物良好的居住环境起有决定的作用。

研究土壤的結構、各結構体内的孔隙状况以及結構胶結物質的种类和数量,对認識土壤物理性質在提高肥力上的作用具有很大意义。根据我們初步的研究結果,紅壤性水稻土中,水穩性結構大于1毫米粒級的結構体,含量較少,一般仅占总数的7—18%,小于1毫米的占80%以上。在小于1毫米的各粒級中,除 < 0.25 毫米粒級占绝对优势外,1—0.5毫米的粒級占7—32%,肥土(烏泥田)中1—0.5毫米粒級的含量較高。不同土壤的結構体,由于其内部的孔隙状况不一,土壤肥沃度也各有异。肥土結構体内的总孔隙度高达43%,而瘠土(結板田)只26%。如按相同粒級結構体内的孔隙相比也是肥土中高而瘠土中低。

在这个地区土壤結構体内孔隙的形成,主要取决于結構胶結物質的种类和数量以及微凝聚体的排列形式。一般的說,如果胶結物質以无定形 R_2O_3 或多量粘粒的接触作用为主,則結構体内部的孔隙度較小(如紅壤母質)。肥沃的紅壤性水稻土中,結構体的胶結物質以有机質起主导作用及顆粒大小不均一,使結構体内部的孔隙度較大。由于胶結物質的种类和数量不一,有机、无机胶体的复合类型也不同,因而使肥土中的結構体不仅具有水穩性,而且还是多孔性的。只有这种結構体才能調节和满足作物生长所需的土壤环境,才能形成肥沃的土壤。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院土壤研究所:水稻丰产的土壤环境。科学出版社,1961年。
- [2] 朱蓮青:水稻土的构造。土壤季刊,第一卷第二期,1940年。
- [3] 龔子同等:广东省几种水稻土耕层中团聚体与土壤耕性及肥力的关系。土壤通报,1961年3期。
- [4] 朱祖祥等:水稻与各种冬作物輪栽对土壤結構的影响。浙江农学院学报,二卷一期,1957年。
- [5] 刘昌智:耕作土壤的結構在农业上的意义。中国农业科学,第三期。
- [6] 林景亮等:厦門鐵路沿綫几种水稻土的微团粒含量与产量的关系。水稻土通訊,第二期,1958年4月。
- [7] 錢胜国:江西丰城紅壤及紅壤性水稻土的水分物理性質及其演变規律。土壤通报,1961年5期。
- [8] 川国柱三郎等:水稻土水穩性团粒的組成。土壤譯报,1958年2期。
- [9] 池田实等:稻旱輪作土壤的研究。土壤譯报,1958年2期。
- [10] 张效年等:华南土壤的粘土矿物組成。土壤学报,1958年9期。
- [11] Автупов-Каратаев И. Н. и др.: О почвенном агрегате и методах его исследования. Изд. АН СССР, 1948 г.
- [12] Аревошкина: Руководство по химическому анализу почв. Изд. МГУ 1961 г.
- [13] Вершинин П. В.: О физико-химической природе почвенной структур.
- [14] Гривчевко, А. М.: О факторах и условиях структурообразования «Тр. Укр. н.-и. ин-та почвоведения» 1959, № 4.
- [15] Качинский Н. А.: О структуре почвы, некоторых возных ее свойствах и дифференциальной порозности. Почвоведение, 1947, № 6.

- [16] Качинский Н. А.: Опыт агрофизической характеристики почвы на примере центрального урала. Изд. АН СССР, 1950.
- [17] Качинский Н. А.: О структуре и ее дифференциальной порозности. Доклады к VI Международному Конгрессу почвоведов АН СССР, 1956 г.
- [18] Качинский Н. А.: Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения. Изд. АН СССР, 1958.
- [19] Качинский Н. А.: Природа механической прочности и водопрочности почвенной структуры в связи с ее генезисом Сборник Тр. по агрономической физики, в. 8, 1960.
- [20] Келлерман В. В.: Физико-химические свойства водоустойчивых агрегатов в различных типах почв СССР. Изд. АН СССР, 1959.
- [21] Колоскова А. В. и др.: Качественный состав агрегатов некоторых почв Волжско-Каменской лесостепи почвоведение 1959, № 10.
- [22] Колоскова А. В. и др.: Физико-химические свойства водопрочных агрегатов разного размера. Науч. Докл. высш. школы 1961, № 1.
- [23] Колоскова А. В.: Строение агрегатов выщелоченных черноземов Татарской АССР Науч. Докл. высш. школы, биол. Серия, 1960, № 1.
- [24] Кульчицкая А. И.: Дифференциальная и видимая порозности как качественный признак структуры на примере основных типов Ленкоранской зоны Азербайджанской ССР. Вест. МГУ 1957, № 3.
- [25] Кульчицкая А. И.: Фракционный состав гумуса некоторых почвенных типов Ленкорании и его роль при Оструктурировании почв Вест. МГУ 1959, № 3.
- [26] Мигунова Е. С.: О природе прочности естественной структуры черноземов и серых лесных почв. Науч. Докл. высш. школы, биол. Серия 1959, № 2.
- [27] Никольский Н. Н.: Физические свойства почвы. 1956.
- [28] Никольский Н. Н.: Роль комковатого и раздельночастичного состояния механических элементов в формировании структуры целинных и старопахатных почв. Известь ТСХА 1961, № 2.
- [29] Орлова В. К.: Структура почв светло-каштанового комплекса в связи с характером гумусовых веществ. Вест. МГУ 1959, № 2.
- [30] Рубашов А. Б.: К вопросу о генезисе водопрочной структуры и роли ее в плодородии почвы. Почвоведение 1949, № 3.
- [31] Польский М. Н.: К вопросу о поризности почвенных агрегатов, почвоведение, 1949, № 4.
- [32] Польский М. Н.: Об изучении порозности и микроструктуры почвенных агрегатов в полированных шлифах. Почвоведение, 1952, № 4.
- [33] Польский М. Н.: О некоторых новых путях изучения порозности и структуры почвы. Почвоведение, 1955, № 5.
- [34] Смолива Л. Б.: Пористость орошаемых типичных сероземов АКЦАС в зависимости от их окультуривания под влиянием трав. «Узб. Биология Ж.» 1960, № 2.
- [35] Филиппович З. С.: Поглощение коллоидов почвами и образование структуры. Почвоведение, 1956, № 2.
- [36] Хан Д. В.: Влияние перегнойных веществ, состава минералов и обменных катионов на образование водопрочных агрегатов в черноземных почвах, Почвоведение, 1957, № 4.
- [37] Цулаков Ш. А.: К вопросу об образовании почвенной структуры «Вест. АН Каз ССР» 1959, № 3.
- [38] Яо Сянь-мян: Сравнительное изучение некоторых основных методов механического анализа почвы. 1960.
- [39] Бурлакова Л. М.: Некоторые особенности структуры серых лесных и черноземно-луговых почв. Науч. Докл. высш. школы, биол. Серия. 1959, № 3.
- [40] Вивокуров, М. А. и др.: Качественный состав водопрочных агрегатов в зависимости от их размера Науч. Докл. высш. школы, биол. Серия. 1959, № 3.
- [41] Baver L. D.: Soil physics. Third Edition, 1956.
- [42] Hashimoto Hidenori: Studies on the organo-mineral colloidal complexes of paddy soil. III. G1 Colloidal complexes of the paddy soils as affected by drainage «Soil and plant food» 1959, 5.
- [43] Ревут И. Б.: Физика в земледелии. 1960.
- [44] Вильямс В. Р.: Почвоведение. 1949.
- [45] А. А. Роде: Водные свойства почв и грунтов, 1955.

СТРУКТУРНЫЙ РЕЖИМ КРАСНОЗЕМОВИДНЫХ РИСОВЫХ ПОЧВ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ПРОВИНЦИИ ЦЗЯНСИ И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ В ПОВЫШЕНИИ ПЛОДородИЯ ПОЧВЫ

Яо Сянь-лян и Юй Дэ-фен
(Почвенный институт АН КНР)

(Резюме)

Красноземовидные рисовые почвы широко распространены в центральной части провинции Цзянси. Уровень плодородия этих почв различен в связи с неодинаковыми условиями обработки почв и рельефа местности. Сущность плодородия почвы заключается в том, что с одной стороны в почве существуют необходимые для роста растений влага и питательная вещь, а с другой стороны почва обеспечивает растения благоприятными обитаемыми условиями. Последние из них тесно связаны с Физическими свойствами почв. Поэтому исследование почвенной структуры и ее внутренних порозностей, а также количественного и качественного содержания клеящих веществ в агрегатах для выяснения действия Физических свойств почв на повышение их плодородия имеет большое значение. Согласно нашим данным содержание структурных отдельностей с диаметром более 1 мм. в красноземовидных рисовых почвах значительно, оно составляет лишь 7—18% от веса воздушно-сухой почвы, а отдельность с диаметром менее 1 мм. — 80% и больше. В отдельностях с диаметром менее 1 мм. наряду с максимальным накоплением отдельности с размером < 0.25 мм. структурная отдельность диаметром 1—0.5 мм занимает 7—32%. Содержание последней в высокоплодородных красноземовидных рисовых почвах значительно выше, чем в низкоплодородных подобных почвах.

Влияние структурных отдельностей на плодородие почв зависит от их внутренних порозностей. В высокоплодородных почвах порозность отдельностей (агрегатная) составляет 43%, а в низкоплодородных — 26%, т. е. порозность отдельности в высокоплодородных почвах также выше, чем в низкоплодородных почвах.

Образование порозности структурной отдельности красноземовидных рисовых почв при местных условиях изучаемого района главным образом обусловлено видами и количеством клеящих веществ в агрегатах, а также и Формами микроагрегатов. В случае, когда в состав клеящих веществ входит большое количество полуторной окиси железа и алюминия и коллоидных частиц, порозность в отдельностях образуется меньше, как это наблюдается в материнской породе красноземов. А в случае, когда в составе клеящих веществ присутствует органическое вещество, образующая порозность становится больше, что часто встречается в высокоплодородных красноземовидных рисовых почвах. Для последних структурная отдельность почв не только оказывается водоустойчивой, но и пористой, она благоприятна для роста растений.