

水稻土水稳性大小团聚体联合测定法及其应用*

邓时琴 徐梦熊
(中国科学院土壤研究所)

关于水稻土水稳性团聚体的测定方法,至今尚无统一标准,过去多沿用与旱地相同的方法,而且大、小团聚体的测定是分别进行的。水稻土经过灌水种稻后,特别是受耕作影响频繁的耕层,土壤团聚体的变化很大,且大部分呈微团聚体状态^[1]。И. А. Чулаков 的试验表明,种稻以后,小于 1 毫米的水稳性团聚体的数量大大增加^[12]。因此,水田与旱地团聚体的测定方法应该不同。本文目的在于寻求一种适于水稻土的水稳性团聚体的测定方法,为进一步研究打下基础。

一、试验方法及供试土样

水稻土水稳性大小团聚体的联合测定法,国内尚无资料。日本川口桂三郎等曾有介绍^[11],但系手工操作,不易掌握。我们拟定的联合法是在川口桂三郎法的基础上,用筛分法测定大于 0.14 毫米的部分(筛孔的选定是利用现有设备),以吸管法测定小于 0.14 毫米的部分;利用机械力代替手工操作,并改进了某些步骤(表 1)。测定步骤如下:用干筛团聚体分析的各级百分数之半(Н. И. Саввинов)配成平均样品 50 克(包括直径小于 0.25 毫米的部分),浸泡 2 小时,用孔径 5、3、2、1、0.5、0.25、0.14 毫米的筛子,以及特制的容器如图 1-(1),利用机械力进行筛析。先把孔

径 5 毫米的筛子放在容器(1)中,将浸泡好的土样小心移入,加水约 1.3 升。筛子在 3.2 厘米距离

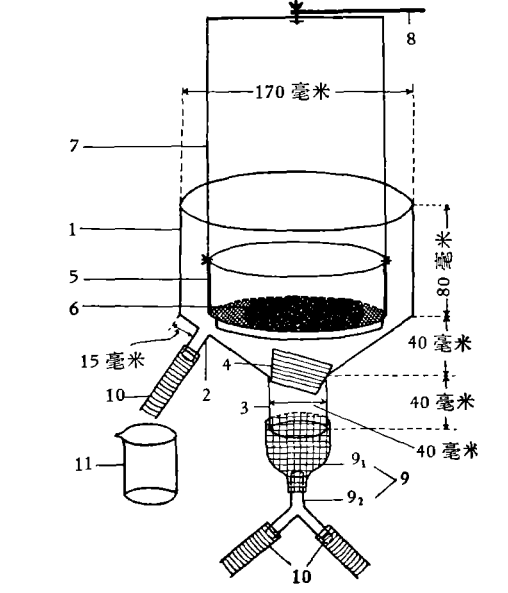


图 1 > 0.14 毫米团聚体筛析装置示意图
1——特制铅皮容器; 2——容器侧孔; 3——下孔;
4——橡皮塞; 5——0.14 毫米的铜筛; 6——土样;
7——筛架; 8——接马达的连杆; 9——分液装置
(由 9₁-杯盖奶头及 9₂-Y 形管构成); 10——橡皮
管; 11——200 毫升烧杯。

表 1 川口桂三郎法与联合法主要特点比较

方 法	样 品		润湿方法	筛 析 (下面除说明单位外均系厘米)							吸管 分析所 用量筒
	大小 (毫米)	重量 (克)		动力	容 器	筛 子	上下 距离	振 动			
								速度(次/分)	次数	时间	
川口桂 三郎法	15—12	30	浸泡 2 小时	手工	直径: 20 高: 10	直径: 16; 高: 4.5; 孔径: 4、1、0.5、0.25、 0.1(毫米)	2.5	I: 150 II: 35	120 50	—	两升 筒一个
联合法	20—10	50	浸泡 2 小时	机械力	特制容器 (图 1)	直径: 13; 高: 5.2; 孔径: 5、3、2、1、0.5、 0.25、0.14(毫米)	3.2	I: 144 II: 35	120 50	50" 1'26"	一升 筒两个

* 文中插图系本所绘图室清绘,特此致谢。

內,上下运动 50 秒(120 次),以使不同大小的水稳性团聚体,可以沿着土塊的内部裂面分离,随即将 >5 毫米的团聚体移入铝盒。然后把孔径 3 毫米的筛子放在第二个容器中,先将第一个容器的土液由侧孔(2)放出约 100 毫升于烧杯(11)中备用,再将土液由侧孔(2)继续放出于第二个容器的筛上,直到液面高出筛子约 1 厘米时为止。随后将橡皮塞(4)拔去,使剩余土液全部经下孔(3)流入第二个容器的筛上,再用烧杯(11)中的土液冲洗容器(1),最后用少量的水洗淨。筛子以每分钟

35 次来回的速度,上下运动 1 分 26 秒(50 次),以便分离出通过 3 毫米筛孔的团聚体。其他筛子依次按上述方法进行。最后,借助于容器下孔(3)处所增添的分液装置(9)(由杯盖奶头及 Y 形管构成),将过筛(孔径 0.14 毫米)后的土液分入两个一升的量筒中,继以吸管法分析其更小的团聚体。在整个过程中,应严格控制用水量,使少于 2 升。最后,将各级团聚体放入烘箱,以 105℃ 温度烘干,称重并计算各级团聚体百分含量。供试土壤性状见表 2。

表 2 供試土壤(耕层)基本性状

土壤编号		土壤名称* (羣众命名)	采集地点	成土母质	地 形	颗粒含量(%)		质 地	有机质 含量* (%)	肥力	利 用
						<0.01 (毫米)	<0.001 (毫米)				
第一组	1	红 炒 土	江苏兴化 昭阳公社	里下河 沉积物	上 框 田	44.6	23.8	中壤土	2.25	高	二熟田
	2	黄 粘 土			中 框 田	42.1	22.2	中壤土	2.62	中	二洋田
	3	黑 粘 土			下 框 田	46.0	24.7	重壤土	2.70	低	老返田
第二组	4	黄 泥 土	江苏常熟 辛庄公社	太湖沉 积 物	高	44.1	16.7	中壤土*	2.99	高	二熟田
	5	乌 山 土			中	47.8	14.5	重壤土*	3.98	中	二熟田
	6	豎头乌山土			低	52.9	23.2	重壤土*	4.46	低	一熟田
第三组	7	青 泥 土	江苏江宁 试验农场	下蜀系 黄 土	冲田下部	57.7	30.0	重壤土	—	高	二熟田
	8	小 粉 土			冲田上部	53.3	25.5	重壤土	—	低	二熟田

* 由朱銘富同志采集,分析。

二、試驗 結 果

(一) 联合法湿篩前不同浸 泡時間对 团聚体的影响

湿篩前土样浸泡的时间有 30 分钟到 2 小时就足够,一般以 2 小时为宜^[2,10,11]。水稻土的性质不同,经过浸泡后的分散情况也不同,如豎头乌山土在水中不易散开,而小粉土则易分散。因此,在分析之前,应确定一个较适合的土壤浸泡时间。据初步试验结果,在湿篩前分別进行 2 小时、1、3、7 天甚至于两个月的浸泡处理(表 3),除小粉土外,各级团聚体的含量几乎没有差异,特别是小于 0.01 毫米的团聚体含量更趋一致。一般极差是 >5 毫米的团聚体小于 18%,5—0.01 毫米的小于 8%,<0.01 毫米的小于 1.5%。所以,我们初步认为,湿篩前浸泡 2 小时已足够。在苏联旱地土壤团聚体分析中也有类似的结果,土样浸泡过久(包括四昼夜之久)并不能继续分散水稳性团聚体^[10]。

(二) 联合法与薩維諾夫 团聚体分析法 及卡欽斯基微团聚体分析法的結果比較

供试土壤按三种不同方法进行分析,由各种方法所获得团聚体含量变化曲线(图 2)看出,大于 1 毫米及小于 0.05 毫米各级团聚体的含量变化趋势是一致的,其他各级团聚体的含量则有不同的变化。如 1—0.5 毫米团聚体的含量是联合法所得结果较萨维诺夫法的结果低,而 0.5—0.25 毫米的团聚体含量则相反,联合法所得结果有明显的增多。这可能是联合法本身篩析过程较为强烈,而使 1—0.5 毫米这一级的团聚体受到一定的破坏,分散成了较小的粒级(0.5—0.25 毫米)。此外,大于 3 毫米团聚体的含量,也与 1—0.5 毫米团聚体有相类似的变化。

历来认为,1—3 毫米团聚体与土壤肥力关系较为密切,本试验结果是,肥力水平较高的土壤,含这一粒级的团聚体较多。各种方法的比较结果是联合法比萨维诺夫法更为明显。但是,大于 3 毫米团聚体的含量却与土壤质地密切相关,土壤

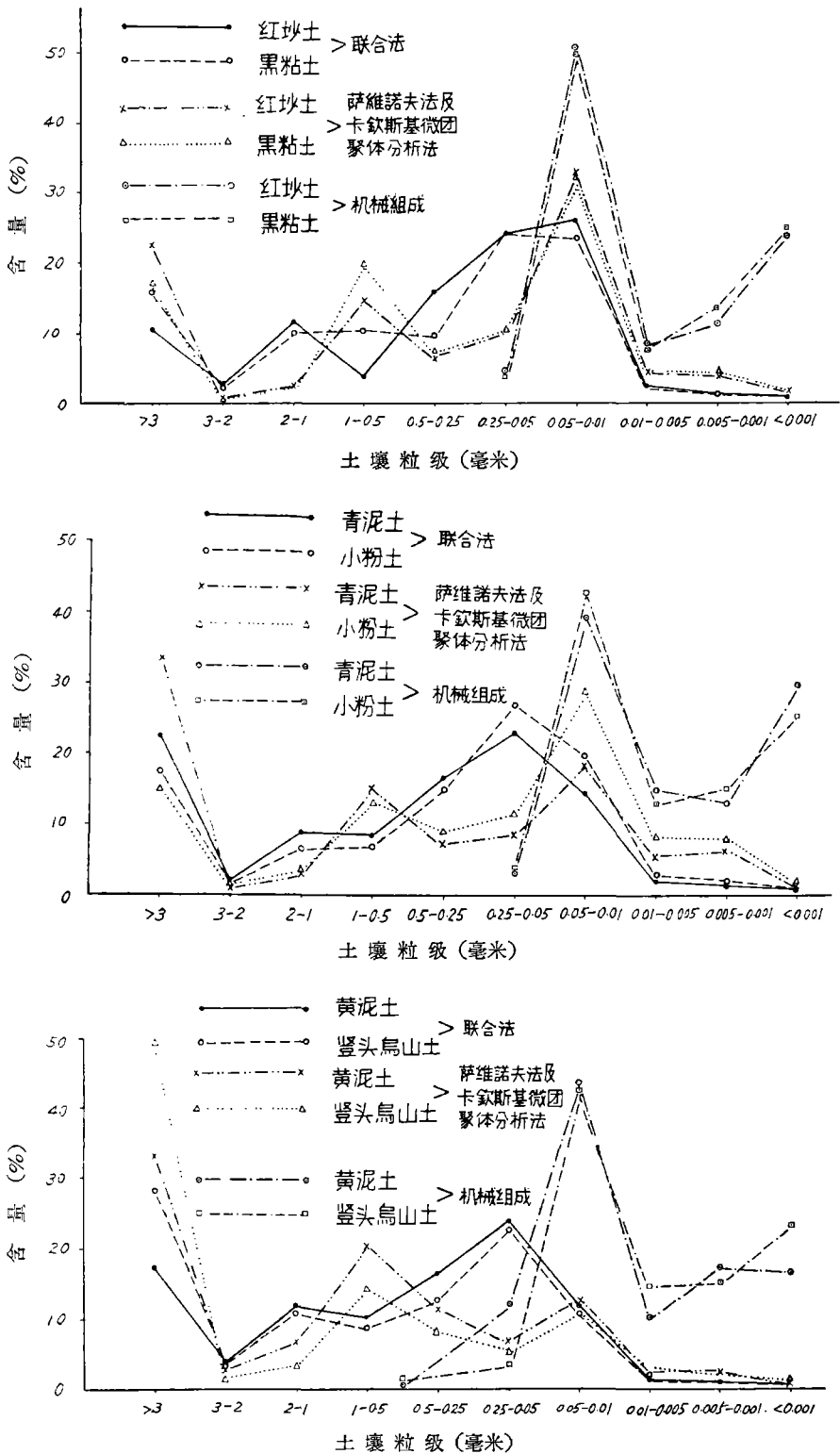


图2 土壤团聚体(包括微团聚体)及机械组成

表 3 联合法湿筛前不同浸泡时间对团聚体分析结果的影响

土 壤 编 号		土壤名称 (群众命名)	浸泡 时间	各 级 团 聚 体 含 量 % (毫米)												>0.25 毫米团 聚体 (%)
				>5	5—3	3—2	2—1	1—0.5	0.5— 0.25	0.25— 0.14	0.14— 0.05	0.05— 0.01	0.01— 0.005	0.005— 0.001	<0.001	
第 一 组	1	红 炒 土	2小时	6.7	3.9	3.1	11.6	3.8	16.1	8.4	15.6	25.8	2.5	1.6	0.9	45.2
			1天	5.7	3.8	3.2	10.8	4.7	14.6	10.3	13.0	28.9	2.5	1.5	1.0	42.8
			3天	11.7	4.1	1.8	10.1	4.4	14.5	8.3	13.8	26.8	2.2	1.4	0.9	46.6
			7天	8.6	5.0	3.4	11.3	3.8	14.4	10.2	11.7	27.3	2.0	1.5	0.8	46.5
			极差	6.0	1.2	1.6	1.5	0.9	1.7	2.0	3.9	3.1	0.5	0.2	0.2	3.8
	2	黄 粘 土	2小时	8.0	3.2	2.6	5.3	8.3	13.9	8.5	13.3	31.5	2.7	1.7	1.0	41.3
			1天	10.3	3.5	2.7	6.1	7.9	12.2	10.4	10.6	31.4	2.4	1.5	1.0	42.7
			3天	5.6	4.3	2.9	5.8	7.2	13.6	10.6	13.5	31.5	2.8	1.4	0.8	39.4
			7天	5.1	4.9	3.8	6.6	8.5	13.5	10.3	11.2	31.5	2.1	1.7	0.8	42.4
			极差	5.2	1.7	1.2	1.3	1.3	1.7	2.1	2.9	0.1	0.7	0.3	0.2	3.3
	3	黑 粘 土	2小时	11.7	4.1	2.6	9.9	10.5	9.5	13.1	11.1	23.4	1.9	1.4	0.8	48.3
			1天	14.9	4.2	2.8	6.7	9.3	9.2	12.1	11.4	24.6	2.2	1.5	1.1	47.1
			3天	13.0	4.3	3.0	7.0	10.7	7.4	12.1	13.1	25.2	1.9	1.5	0.8	45.4
			7天	15.5	6.2	3.7	8.3	10.0	7.8	10.6	11.2	22.7	1.9	1.3	0.8	51.5
			极差	3.8	2.1	1.1	3.2	1.4	2.1	2.5	2.0	2.5	0.3	0.2	0.3	6.1
第 二 组	4	黄 泥 土	2小时	11.8	5.9	4.2	12.2	10.5	16.8	10.7	13.1	12.1	1.4	0.8	0.5	61.4
	5	乌 山 土	2小时	21.7	6.6	3.1	10.8	12.2	13.9	10.1	8.7	10.1	1.5	0.7	0.6	68.3
	6	豎头乌山土	2小时	22.7	5.6	3.7	10.7	8.8	12.4	12.0	10.7	10.4	1.5	0.9	0.6	63.9
第 三 组	7	青 泥 土	2小时	18.4	4.1	2.3	8.8	7.9	16.7	12.5	10.5	14.6	2.0	1.4	0.8	58.2
			1天	20.4	4.2	2.3	8.2	7.0	15.1	12.4	10.9	15.1	2.6	1.1	0.7	57.2
			3天	19.6	3.8	2.3	6.4	11.2	14.8	11.0	9.9	16.2	2.7	1.4	0.7	58.1
			7天	26.8	4.1	2.6	6.2	6.1	13.0	11.6	9.3	15.9	2.0	1.7	0.7	58.8
			2个月	30.9	4.0	1.6	6.0	5.2	10.4	11.3	11.5	13.9	2.3	1.9	1.0	58.1
			极差	12.5	0.4	1.0	2.8	6.0	6.3	1.5	2.2	2.3	0.7	0.8	0.3	1.6
	8	小 粉 土	2小时	15.3	2.3	1.8	6.5	6.7	14.9	15.6	11.3	20.2	2.8	1.9	0.7	47.5
			1天	13.7	2.2	1.7	6.5	6.1	16.0	13.8	11.7	22.3	3.2	2.2	0.7	46.1
			3天	12.2	3.6	1.8	5.7	6.4	12.0	13.5	15.2	23.7	3.5	1.7	0.7	41.7
			7天	27.1	3.4	1.7	6.0	6.2	12.6	11.6	11.4	15.8	2.0	1.6	0.6	57.0
			2个月	29.4	3.3	1.7	4.3	5.1	9.8	10.0	16.2	16.3	2.1	1.0	0.8	53.6
			极差	17.2	1.4	0.1	2.2	1.6	6.2	5.6	4.9	7.9	1.5	1.2	0.2	15.3

愈粘重,含量愈高。

至于土壤微团聚体部分(<0.25毫米)的含量,除了0.25—0.05毫米团聚体的含量以联合法较高外,其他小于0.05毫米的各级团聚体含量,联合法所得结果较卡钦斯基法低。这样的差异可能是由于两种分析方法在处理土样上的不同,前者用原状土,而后者用通过1毫米筛孔的土样。但是,它们总的趋势却是一致的。

如果将各级微团聚体分析的结果与同级机械组成分析的结果相比较,可以看出大于0.05毫米

各级团聚体的含量皆高于同级机械成分的含量,而0.05毫米以下各级团聚体的含量均低于同级机械成分的含量,其中尤以小于0.01毫米者较为突出。这与赣中丘陵地区红壤性水稻土的结果相类似^[3]。

三、讨 论

(一) 团聚体组成与土壤肥力的关系

关于团聚体组成与土壤肥力的关系各说不一,在水稻土方面,有人认为,土壤团聚体中只有

一部分粒级与肥力有关，其他粒级没有显著的作用；有人认为，耕层土壤中的 5—2、2—1、1—0.5 毫米的三级水稳性团聚体为酥性团聚体，对土壤肥力起着优异的作用^[5]；有的研究者认为，1—5 毫米的水稳性团聚体对肥力的影响最大^[6]；有的却认为 0.25—0.01 毫米团聚体含量在 50% 以上可得高产^[7]。

就本试验结果来看(表 4)，大于 0.25 毫米团聚体的含量，并不与土壤肥力水平的高低相吻合。在低肥的豎头乌山土和黑粘土中，大于 0.25 毫米团聚体的含量，都比高肥的黄泥土和红沙土为高。水稳性团聚体高的土壤不一定是好的土壤，但是，

好土壤中的团聚体都具有一定的水稳性。就所试几种土壤而言，用联合法的结果来比较土壤肥力水平似乎较萨维诺夫法为优。在联合法中，高肥的红沙土、黄泥土和青泥土的 3—1 及 0.5—0.25 毫米粒级的含量都较低肥的高，若以高肥的含量作为 100%，则中肥的为 54—87%，低肥的为 59—89%。3—1 及 0.5—0.25 毫米两个粒级的含量似乎对土壤肥力有较大的影响，但如下结论则似嫌过早。必须指出，只凭一个粒级或某几个粒级的水稳性团聚体含量的消长来鉴定土壤肥力是不够的，应该与结构的多孔性及机械稳定性联系起来讨论。

表 4 团聚体分析结果(联合法)与肥力的关系

土壤编号		土壤名称 (竖众命名)	肥力状况	各级团聚体含量 % (毫米)					
				> 0.25		3—1		0.5—0.25	
				%	比 值	%	比 值	%	比 值
第一组	1	红 沙 土	高	45.2	100	14.5	100	16.1	100
	2	黄 粘 土	中	41.3	91	7.9	54	13.9	87
	3	黑 粘 土	低	48.3	107	12.5	85	9.5	59
第二组	4	黄 泥 土	高	61.4	100	16.4	100	16.8	100
	5	乌 山 土	中	68.3	111	13.8	84	13.9	83
	6	豎头乌山土	低	64.0	104	14.5	88	12.4	74
第三组	7	青 泥 土	高	58.2	100	11.1	100	16.7	100
	8	小 粉 土	低	47.5	82	8.4	75	14.9	89

(二) 联合法的优缺点

在团聚体分析中，不论是水稻土或旱地，在过去多采用美国的 Yoder 法，近几年多采用苏联的 И. Н. Саввинов 法，也有用 А. Ф. Тюлин 法的^[4]。由于采用方法的不同，结果难于比较。联合法是一个系统地分析大小团聚体的方法，不仅对土壤各级团聚体的含量有全面的了解，还可以了解占优势的团聚体粒级，显然比大、小团聚体分别进行测定为优。但是，也存在一些问题，例如吸管法分析微团聚体需要限制土液的浓度，而湿筛大团聚体又需要过多的水，这样是相互有矛盾的，要统一这一矛盾，就必须控制湿筛时的用水量，尽管如此，湿筛后的土液浓度，常常是大大超过吸管法适宜的悬液浓度(1—2%)，所以操作很不方便。同时，联合法采用分筛筛析，各级团聚体筛得较为干净，但如筛动次数过多，将会影响大于 0.05 毫米以上各级团聚体的分析结果，因此，分析方法尚须进一步研究改进。

另外，联合法所用的风干土样，经过了人为割制的影响^[1]，与实际情况有出入。早在 1943 年曾有人建议用湿土作湿筛分析，认为这样比较适合于水田土壤的实际情况^[8]。近年来也有用湿土进行粗大团块的分析，但因手工操作，工作量大，又不易掌握，很难广泛应用^[9]。今后应摸索一种利用机械力进行的，原状水稻土团聚体的湿筛分析法(主要改进筛析部分)。

参 考 文 献

[1] 中国科学院农业丰产研究丛书编辑委员会：水稻丰产的土壤环境。77—79 页，科学出版社，1961。
[2] 袁从祯：在土壤肥力研究中应用土壤结构性测定的几个问题。土壤通报，4 期，36—41 页，1962。
[3] 姚贤良等：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。
[4] 兰士珍等：两种团聚体分析法在不同耕作土壤中的表现。土壤通报，5 期，37—43 页，1962。
[5] 中国科学院土壤研究所广东工作组：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, 3 期, 24—30 页, 1961。
- [6] 朱祖祥等: 水稻与各种冬作物轮栽对土壤结构的影响。浙江农学院学报, 2 卷 1 期, 115—120 页, 1957。
- [7] 林景亮等: 鹰厦铁路沿线几种水稻土的微团粒含量与产量的关系。水稻土通讯, 第 2 期, 12—13 页, 1958。
- [8] 陈振铎等: 水田粗大团粒定量法在水稻栽培研究上的应用。福建农业, 第 4 卷 1、2、3 期, 17—31 页, 1943。
- [9] 程云生: 陈永康水稻高产经验中看土耕耙技术的初步研究。土壤通报, 4 期, 53—56 页, 1962。
- [10] 北京农业大学农业物理和气象系译: 农业物理研究方法、仪器和措施。1—11 页, 人民教育出版社, 1960。
- [11] Keizaburo Kawaguchi and Daizo Kita: A Method for determining Water stable aggregate of paddy soils. *Soil and plant food*, 3:1—6, 1957.
- [12] Ш. А. Чулаков: к вопросу об образовании почвенной структуры. Вестник АН Каз. ССР, №3, 59—67, 1959.