

土壤有机矿质复合体研究

II. 土壤各级团聚体中有机矿质复合体的组成及其氧化稳定性

袁可能 陈通权

(浙江农业大学)

一、引言

土壤团聚体的形成是一个复杂的过程,而大团聚体(直径大于0.25毫米)形成过程则更为复杂。以往,许多研究者认为有机矿质复合体是大团聚体形成的基础^[3,4,10,11]。但是在具体地探索那些和大团聚体形成有关的有机矿质复合体的实质,如有机质的数量,有机物质的种类,有机矿质复合体的类型等等问题时,现有的资料仍然是不充分的。不同研究者的结果并不很一致,有一些结论甚至是相互矛盾的。从而影响这一成果在生产上的广泛应用。

本文研究了不同肥力水平的红壤和浅色草甸土各级团聚体中复合体的组成,企望进一步明确有机矿质复合体的类型和团聚体大小的关系。同时应用测定腐殖质氧化稳定性的方法,以便了解各级团聚体中腐殖质性质的变异和大团聚体中腐殖质的类型。

表1 供试土样的理化性质

Table 1 The chemical and physical properties of soil sample

土壤种类 Soil		pH	腐殖质 C(meq/g土) Organic carbon	机械组成 % Mechanical composition					
名称 Soil type	肥沃度 Fertility			>0.25 mm	0.25— 0.05 mm	0.05— 0.01 mm	0.01— 0.005 mm	0.005— 0.001 mm	<0.001 mm
红壤 (熟黄泥) Red earth	肥沃 Fertile	5.5	3.68	6.4	6.6	34.0	12.0	15.1	25.9
红壤 (生黄泥) Red earth	一般 Infertile	5.0	3.29	6.0	8.2	30.7	9.8	16.1	29.2
浅色草甸土 (乌沙土) Alluvial Soil	肥沃 Fertile	6.8	3.79	6.8	13.2	63.0	4.1	6.0	6.9
浅色草甸土 (黄沙土) Alluvial soil	一般 Infertile	7.0	3.19	7.1	12.7	64.0	2.9	6.1	7.2

二、供试样品和试验方法

(一) 供试样品

本试验所用的土壤有两种:一种是发育在第四纪红土母质上的红壤,另一种是发育在冲积母质上的浅色草甸土,均采自浙江杭州,每一种土壤在同一地点采集较肥的和较瘦的土壤样品两个,均为耕层土壤,(采样深度 1—15 厘米)。供试土壤的性质列入表 1 和表 2。

表 2 供试土样的团聚体组成

Table 2 The aggregate composition of soil samples

土 壤 Soil type	团聚体类别 Aggregate type	团 聚 体 组 成 % Aggregate composition								
		>5 mm	5—2 mm	2—1 mm	1—0.5 mm	0.5— 25 mm	0.25— 0.05 mm	0.05— 0.01 mm	0.01— 0.005 mm	<0.005 mm
红 壤 (熟黄泥) Red earth (fertile)	钠稳性* Sodium stable	9.8	19.0	1.0	2.2	3.6	2.8	8.8	30.8	22.0
	力稳性** Mechanical stable	1.1	1.1	1.1	21.4	3.9	6.3	30.1	10.5	24.5
	水稳性*** Water stable	12.8	8.6	7.7	19.2	26.7	17.7	6.5	0.8	—
红 壤 (生黄泥) Red earth (infertile)	钠稳性 Sodium stable	—	—	6.7	8.1	11.0	28.6	30.1	8.0	7.5
	力稳性 Mechanical stable	—	—	—	—	6.9	7.1	52.3	5.8	27.9
	水稳性 Water stable	8.7	7.8	8.7	13.0	21.2	34.8	5.0	0.8	—
浅色草甸土 (乌沙土) Alluvial soil (fertile)	钠稳性 Sodium stable	3.4	0.4	0.3	0.8	1.1	36.3	44.3	3.6	9.8
	力稳性 Mechanical stable	—	—	—	0.1	0.3	43.7	41.7	4.3	9.9
	水稳性 Water stable	2.6	3.6	2.8	7.1	13.5	45.5	23.2	0.5	1.2
浅色草甸土 (黄沙土) Alluvial soil (infertile)	钠稳性 Sodium stable	—	—	7.7	6.4	2.7	32.7	40.2	3.8	6.5
	力稳性 Mechanical stable	—	—	—	—	8.5	48.9	32.5	1.3	8.8
	水稳性 Water stable	6.1	3.6	1.9	3.6	9.0	51.9	22.6	1.3	—

注: * 指以 NaCl 溶液脱钙处理后保存的团聚体。

** 指以高速电动搅拌器(每分钟 12,000 转)搅拌 30 分钟后保存的团聚体。

*** 指在水中浸泡半小时后保存的团聚体。

note: * After decalcification by NaCl.

** After stirring by high speed stirrer (12,000 rpm) for 30 min.

*** After dispersion in water for 30 min.

(二) 试验方法

1. 各级水稳性团聚体组成。直径 $> 0.25\text{mm}$ 的各级团聚体按萨维诺夫方法分离而得。直径 $< 0.25\text{mm}$ 的各级团聚体是按沉降速度以虹吸法提取而得。

2. 复合体第 I 组 (G_1) 和第 II 组 (G_2) 的分离和测定。按 A. Ф. Тюлин 的分组胶散法。

3. 腐殖质总量和腐殖质组成的测定。腐殖质总量按丘林法测定。腐殖质组成是以 0.1N NaOH 和 0.1M $Na_4P_2O_7$ 液浸提土壤一昼夜, 浸提所得的腐殖质主要为游离松结合态腐殖质, 残留在土壤中的腐殖质即为紧结合态腐殖质。在提取液中加入 $1NH_2SO_4$ 以分离胡敏酸和富里酸。各部分均以丘林法测定其腐殖质含量, 以每克土壤的有机碳毫当量表示。

4. 腐殖质氧化稳定性测定。取上述方法分离而得的各级水稳性团聚体和复合体按本文第 1 报^[5]中的方法测定。

三、结果和讨论

(一) 各级团聚体中腐殖质的含量和组成

在粒径大小不同的团聚体中, 腐殖质的含量是有差别的。有关这方面的资料已散见于各研究报告^[1,3,4,6,11]中, 大多数资料都说明腐殖质的含量是随着团聚体直径的增大而增加的, 但是也有少数资料却得到了相反的结论^[13], 即团粒愈大, 则腐殖质含量反而有些降低。为了进一步明确它们之间的关系, 我们对四个所研究的土样作了系统的分析。

从表 3 资料中可以看出, 从小于 5 或 2 毫米到大于 0.01 毫米之间的团聚体中, 腐殖质的含量一般是随着团聚体直径的增大而增加的。但大于 5 毫米(个别大于 2 毫米)的团聚体则腐殖质的含量反而会有些降低, 其原因很可能是在这些团聚体中, 由于根系绊结掺杂了一些较小的团聚体或石子所致。另一方面, 小于 0.01 毫米的团聚体, 腐殖质的含量一般都有增多的现象, 这可能和粘粒的强大表面吸附有关。

试验的结果表明: 在各级团聚体中, 游离和松结合态的腐殖质占总量的百分数有随团聚体的直径增大而减少的趋势。与此相反, 紧结合态腐殖质占总量的百分数则有随团聚体直径增大而增加的趋势。此外, 胡敏酸/富里酸的比值则有随团聚体直径增大而增加的趋势, 但在肥力较低的土壤中, 这一比值的趋势较不明显。上述各级团聚体中腐殖质组成的关系和某些文献上的结论基本上是一致的^[13,7]。应当指出: 从数据上看, 上述规律在各级团聚体中有个别反常现象, 我们认为这可能是土壤不均一性的缘故。同时也说明在类似试验中系统地测定各级团聚体是十分必要的。

表 3 的资料中还可以看出: 在这几个土样的各级团聚体之间, 胡敏酸的变化大于富里酸。紧结合态腐殖质和胡敏酸的含量均有随团聚体直径的增大而增加的趋势。看来, 紧结合态腐殖质以及腐殖质中的胡敏酸成分和大团聚体形成有较密切关系。

(二) 各级团聚体中有机矿质复合体组成(按 A. Ф. 丘林分组法)

关于各级水稳性团聚体中复合体组成的资料还是不多的。Коровкина 等的资料认为复合体第 II 组 (G_2) 较多的土壤中, 水稳性团粒的总含量较高。从我们的试验结果看来, 各级水稳性团聚体的复合体组成似有一比较明显的规律。一般是 G_1/G_2 比值随着团聚体直径的增大而逐渐减小。团聚体愈大, 则 G_1/G_2 比值就愈小, (有个别粒级例外, 这可

表 3 各级团聚体中的腐殖质组成

Table 3 The humus composition in aggregates of various sizes

土 壤 Soil type	团聚体直径 (mm) Size of aggregate	腐殖质总量 C(meq/g土) Total carbon	游离和松结合态腐殖质 C(meq/g土) Humus dissolved in 0.1N NaOH and 0.1M Na ₄ P ₂ O ₇ solution				紧结合态 腐殖质 占总量% Insoluble humic % of total C	
			胡敏酸 Humic acid	富里酸 Fulvic acid	总 数 Total	占总量% % of total carbon		胡敏酸 富里酸 HA/FA
红 壤 (熟黄泥) Red earth (fertile)	>5	4.21	0.33	0.99	1.32	31.4	0.33	68.6
	5-2	5.41	0.62	1.17	1.79	33.1	0.53	66.9
	2-1	5.07	0.56	1.02	1.58	31.2	0.55	68.8
	1-0.5	4.11	0.38	0.96	1.14	32.6	0.39	67.4
	0.5-0.25	3.07	0.26	0.78	1.04	33.9	0.33	66.1
	0.25-0.05	2.92	0.22	0.66	0.88	30.2	0.25	69.8
	0.05-0.01	1.70	0.15	0.44	0.59	34.7	0.34	65.3
	<0.01	2.31	—	—	—	—	—	—
红 壤 (生黄泥) Red earth (infertile)	>5	4.48	0.37	1.07	1.44	32.2	0.35	67.8
	5-2	4.70	0.29	1.10	1.39	28.9	0.26	71.1
	2-1	4.28	0.25	1.07	1.32	30.8	0.24	69.2
	1-0.5	3.51	0.28	1.12	1.40	40.0	0.25	60.0
	0.5-0.25	3.11	0.23	0.98	1.21	38.9	0.23	61.1
	0.25-0.05	2.95	0.23	0.94	1.17	39.7	0.24	60.3
	0.05-0.01	2.68	0.22	0.80	1.02	38.1	0.28	61.9
	<0.01	3.33	—	—	—	—	—	—
浅色草甸土 (乌沙土) Alluvial soil (fertile)	>5	5.33	0.65	0.46	1.11	20.8	1.41	79.2
	5-2	5.81	0.73	0.47	1.20	20.6	1.55	79.4
	2-1	5.64	0.71	0.49	1.20	21.3	1.45	78.7
	1-0.5	4.38	0.68	0.44	1.12	25.6	1.55	74.4
	0.5-0.25	4.38	0.60	0.47	1.07	24.4	1.27	75.6
	0.25-0.05	3.21	0.58	0.49	1.07	33.3	1.20	66.7
	0.05-0.01	3.47	0.57	0.44	1.01	29.1	1.30	70.9
	<0.01	7.28	—	—	—	—	—	—
浅色草甸土 (黄沙土) Alluvial soil (infertile)	>5	4.26	0.41	0.40	0.81	19.0	1.05	81.0
	5-2	4.32	0.40	0.42	0.82	19.0	0.95	81.0
	2-1	4.77	0.31	0.45	0.76	15.9	0.68	84.1
	1-0.5	4.73	0.35	0.49	0.84	17.8	0.70	82.2
	0.5-0.25	3.57	0.38	0.40	0.78	21.8	0.95	78.2
	0.25-0.05	2.16	0.22	0.28	0.50	23.2	0.77	76.8
	0.05-0.01	2.06	0.25	0.37	0.62	30.1	0.68	69.9
	<0.01	4.89	—	—	—	—	—	—

表 4 各级团聚体中的复合体组成

Table 4 The organo-mineral complex composition in aggregates of various sizes

土 壤 Soil type	团聚体直径 (mm) Size of aggregate	有机矿质复合体组成 (%) Organo-mineral complex composition					
		G_1	G_2	$G_1 + G_2$	G_1/G_2	$G_1/(G_1 + G_2)$	$G_2/(G_1 + G_2)$
红 壤 (熟黄泥) Red earth (fertile)	>5	24.10	19.08	43.18	1.26	0.56	0.44
	5—2	18.95	19.14	38.09	0.99	0.50	0.50
	2—1	21.84	17.02	38.86	1.28	0.56	0.44
	1—0.5	33.08	18.00	51.08	1.84	0.65	0.35
	0.5—0.25	31.15	16.00	47.15	1.94	0.66	0.34
	0.25—0.05	31.90	11.29	43.19	2.83	0.74	0.26
	0.05—0.01	27.07	6.56	33.63	4.13	0.80	0.20
红 壤 (生黄泥) Red earth (infertile)	>5	19.55	16.50	36.05	1.18	0.54	0.46
	5—2	6.55	18.20	24.75	0.36	0.26	0.74
	2—1	6.60	15.80	22.40	0.42	0.29	0.71
	1—0.5	8.00	16.10	24.10	0.50	0.33	0.67
	0.5—0.25	10.15	13.20	23.35	0.77	0.43	0.57
	0.25—0.05	23.90	11.10	35.00	2.15	0.68	0.32
	0.05—0.01	20.00	6.20	26.20	3.22	0.76	0.24
浅色草甸土 (乌沙土) Alluvial soil (fertile)	>5	—	—	—	—	—	—
	5—2	0.25	7.05	7.30	0.04	0.03	0.97
	2—1	1.20	9.80	11.00	0.12	0.11	0.89
	1—0.5	1.90	10.35	12.25	0.18	0.16	0.84
	0.5—0.25	2.40	12.80	15.20	0.19	0.16	0.84
	0.25—0.05	1.55	5.10	6.65	0.30	0.23	0.77
	0.05—0.01	7.05	7.10	14.15	0.99	0.50	0.50
浅色草甸土 (黄沙土) Alluvial soil (infertile)	>5	—	—	—	—	—	—
	5—2	4.00	4.30	8.30	0.94	0.48	0.52
	2—1	2.70	5.40	8.10	0.50	0.33	0.67
	1—0.5	4.30	5.30	9.60	0.81	0.45	0.55
	0.5—0.25	6.40	5.50	11.90	1.16	0.54	0.46
	0.25—0.05	6.20	3.20	9.40	1.94	0.66	0.34
	0.05—0.01	17.00	2.60	19.60	6.54	0.87	0.13

能是因为这些大团聚体中,由于根系密结,混杂了一些较小的团聚体所致。)至于 G_1 和 G_2 的含量,在各级团聚体中的分布规律并不十分一致,这和团聚体中复合体总数 ($G_1 + G_2$) 的变化有关。但是 G_1 和 G_2 在复合体总数中所占的比例 ($G_1/(G_1 + G_2)$, $G_2/(G_1 + G_2)$), 就有较明显的规律性。即 G_1 的相对含量是随着团聚体的增大而减少,而 G_2 的相对含量则随着团聚体的增大而增加。可见,复合体第 II 组 (G_2) 和大团聚体的形成有较密切的关系。

从表 4 还可以看出:在不同类型和不同肥力的土壤之间,复合体的组成有所区别。就红壤而言,在同一级团聚体中,不论复合体的总数或 G_1 和 G_2 的含量,肥土都比瘦土高。 G_1/G_2 比值,在肥土中也比瘦土高一些。这可能意味着红壤经过培肥以后,能被分离的复合体总数有了显著增加,而 G_1 增加得更多。这和某些资料^[2] 有类似之处。但在浅色草甸土中则有些不同。其中复合体第 I 组 (G_1) 肥土显著比瘦土低,而复合体第 II 组 (G_2) 则肥土显著高于瘦土, G_1/G_2 比值,肥土也比瘦土低得多。在这种土壤中,似乎土壤培肥使 G_2 有所增加。由此可见,对于不同土壤类型,肥沃度增加后, G_1 或 G_2 含量的变化并不完全相同。

(三) 各级团聚体中腐殖质的氧化稳定性

一般认为:团聚体的大小和复合体的组成有关系,即在粒径较大的团聚体中,紧密结合态腐殖质和复合体第 II 组 (G_2) 往往占有较高的比例^[2]。但另一些研究^[4,8] 则认为新鲜有机物质在团聚体形成过程中有一定作用。为了明确这两者之间的关系,有必要了解各级团聚体中腐殖质的缩合程度。因此我们测定了各级团聚体中腐殖质的氧化稳定性,结果见于表 5。

表 5 资料表明:在各级团聚体中,腐殖质的氧化稳定性是有变化的,其变化趋势,与复合体的组成并不完全相同。就氧化稳定系数 (K_{os} 值) 而言,在肥沃的土样中,直径大于 0.5 毫米或大于 1 毫米的团聚体显著低于较小的团聚体。 K_{os} 值愈小,则氧化稳定性愈低。因此在这两个土样中,较大的团聚体中似乎缩合程度较小或比较新鲜的有机质所占的比例较大。但在肥力一般的两个土样中,直径大于 0.5 毫米或大于 1 毫米的团聚体的 K_{os} 值显著高于直径较小的团聚体。可见在这两个土样中,大团聚体中似乎是缩合程度较高的或比较陈老的腐殖质所占的比例较大。这个测定结果告诉我们,尽管从复合体的组成看来,各级团聚体的变化趋势是一致的,但是在不同土壤中形成团聚体的腐殖质类型可能并不相同。在肥沃度较高的土壤中,参与形成大团聚体的可能主要为新鲜的有机质;而在肥沃度较低的土壤中,参与形成大团聚体的可能主要为比较陈老的腐殖质。我们认为:这个结果可以较好地解释各个研究者的不同结论。即大团聚体既可以由新鲜的有机质形成,也可以由陈老的腐殖质形成,主要决定于土壤的培肥条件。

为了进一步明确各级团聚体中复合体的腐殖质类型我们又测定了各级团聚体中复合体第 II 组 (G_2) 的氧化稳定性,其结果见于表 6。测定结果表明:在肥沃的红壤或浅色草甸土中,各级团聚体中 G_2 的 K_{os} 值有随着团聚体的增大而减小的趋势;而在肥力一般的红壤或浅色草甸土中, G_2 的 K_{os} 值有随团聚体增大而增大的趋势。这一变化趋势和上述各级团聚体中总的氧化稳定性变化趋势仍然是一致的。由于复合体第 II 组 (G_2) 只

表 5 各级水稳性团聚体的氧化稳定性

Table 5 The oxidation stability of humus in water stable aggregates of various sizes

土 壤 Soil type	团聚体直径 (mm) size of aggregate	有机碳含量 (mcq/g±) Organic carbon		Kos*
		易氧化的 Readily oxidizable	难氧化的 Difficultly oxidizable	
红 壤 (熟黄泥) Red earth (fertile)	>5	2.53	1.68	0.66
	5—2	3.50	1.91	0.55
	2—1	3.08	1.98	0.64
	1—0.5	2.50	1.52	0.61
	0.5—0.25	1.79	1.28	0.72
	0.25—0.05	1.69	1.23	0.73
	0.05—0.01	0.95	0.75	0.79
红 壤 (生黄泥) Red earth (infertile)	>5	2.64	2.30	0.87
	5—2	2.55	2.15	0.84
	2—1	2.30	1.88	0.82
	1—0.5	2.04	1.47	0.72
	0.5—0.25	1.80	1.31	0.73
	0.25—0.05	1.81	1.14	0.63
	0.05—0.01	1.35	1.33	0.98
浅色草甸土 (乌沙土) Alluvial soil (fertile)	>5	2.83	2.56	0.90
	5—2	3.01	2.59	0.86
	2—1	3.56	3.38	0.95
	1—0.5	3.01	3.20	1.06
	0.5—0.25	2.94	3.19	1.09
	0.25—0.05	1.80	1.75	0.97
	0.05—0.01	1.83	1.41	0.77
浅色草甸土 (黄沙土) Alluvial soil (infertile)	>5	1.72	2.54	1.48
	5—2	1.69	2.63	1.56
	2—1	2.17	2.42	1.12
	1—0.5	1.41	1.74	1.23
	0.5—0.25	1.69	1.88	1.11
	0.25—0.05	1.06	1.19	1.12
	0.05—0.01	0.98	1.08	1.10

注* Kos——氧化稳定系数,以难氧化的有机碳含量被除于易氧化的有机碳含量而得^[3]。

note: Kos——Oxidation stability coefficient of humus, calculated by the formula: $Kos = \frac{b-a}{a}$, where b is the total organic carbon and a is the readily oxidizable organic carbon.

表 6 各级水稳性团聚体中复合体第 II 组 (G₂) 的氧化稳定性Table 6 The oxidation stability of G₂ in water stable aggregates of various sizes

土 壤 Soil type	团聚体直径 (mm) Size of aggregate	有机碳含量 C(meq/g±) Organic carbon		Kos
		易氧化的 Readily oxidizable	难氧化的 Difficultly oxidizable	
红 壤 (熟黄泥) Red earth (fertile)	>5	4.34	2.83	0.65
	5—2	4.04	2.89	0.72
	2—1	3.89	2.86	0.74
	1—0.5	3.66	3.06	0.84
	0.5—0.25	3.35	2.70	0.81
	0.25—0.05	3.30	2.85	0.86
	0.05—0.01	3.20	2.15	0.67
红 壤 (生黄泥) Red earth (infertile)	>5	3.45	2.55	0.74
	5—2	3.06	2.27	0.74
	2—1	2.91	2.03	0.70
	1—0.5	2.89	1.84	0.64
	0.5—0.25	2.57	1.57	0.61
	0.25—0.05	2.90	1.57	0.54
	0.05—0.01	3.20	1.78	0.56
浅色草甸土 (乌沙土) Alluvial soil (fertile)	5—2	7.49	5.07	0.68
	2—1	8.89	6.41	0.72
	1—0.5	8.99	5.88	0.65
	0.5—0.25	8.20	6.04	0.74
	0.25—0.05	9.89	8.43	0.85
	0.05—0.01	8.83	7.71	0.87
浅色草甸土 (黄沙土) Alluvial soil (infertile)	5—2	—	—	—
	2—1	5.87	5.03	0.86
	1—0.5	5.98	4.83	0.81
	0.05—0.25	5.98	5.33	0.89
	0.25—0.05	6.18	4.51	0.73
	0.05—0.01	5.56	4.30	0.77

包含和矿物质紧密结合的腐殖质，因此可以进一步证明和大团聚体密切有关的复合体第 II 组，实际上也是由不同类型的腐殖质组成的，这和以前的结果^[5]一致。

根据这一测定结果可以认为：在培肥条件不同的土壤中，形成大团聚体的复合体可以由不同的腐殖质组成。在施用大量新鲜有机肥的条件下，复合体可能由缩合程度较小的、比较新鲜的有机质组成；而在培肥条件较差的土壤中，主要由比较陈老的腐殖质组成。同时还可以进一步推论大团聚体的形成和腐殖质的转化可能有下面这样一个过程：首先，加入土壤中的新鲜有机胶体和矿物质紧密结合后，形成了大团聚体。然后随着时间的进展，复合体中的腐殖质一部份分解，使大团聚体部份解体；而另一部份腐殖质则进一步老化，形成稳固的大团聚体。当然，由于样品数量的限制，我们的试验还是很初步的，有待更多的研究证实。

四、小 结

本文报道了土壤中各级团聚体和有机矿质复合体关系的研究结果。研究的土壤类型包括红壤和浅色草甸土,每一种土壤又包括肥沃度显著不等的两个样品,研究结果如下:

1. 在直径 2—5mm 与 0.01mm 之间的各级团聚体,其腐殖质总量随团聚体直径的增大而增加。其中松结合态腐殖质所占的比值有随团聚体增大而减小的趋势,而紧结合态腐殖质所占的比值则有随团聚体直径增大而增大的趋势。胡敏酸/富里酸的比值也随团聚体直径的增大而增大。

2. 在直径 2—5mm 与 0.01mm 之间的团聚体,按 AΦ. 丘林法分离的复合体组成则有以下变化趋势: 复合体第 I 组 (G_1) 所占的比重有随团聚体直径的增大而减少的趋势,复合体第 II 组 (G_2) 所占的比重则有随团聚体直径的增大而增加的趋势。 G_1/G_2 的比值则随团聚体直径的增大而逐渐减小。

3. 各级团聚体中腐殖质的氧化稳定性有一定的变化规律。就 K_{os} 值而言,在肥沃的土壤中,较大的团聚体比较小的团聚体低些;而在肥沃度较低的土壤中,则较大的团聚体比较小的团聚体高些。复合体第 II 组 (G_2) 的氧化稳定性也有同样的趋势。

4. 初步认为: 大团聚体的形成和紧结合态腐殖质及复合体第 II 组 (G_2) 有关。在培肥条件不同的土壤中,复合体所包含的有机胶体可能有所不同。经常培肥的土壤,形成大团聚体的复合体可能由缩合程度较小的新鲜有机胶体组成;而培肥条件较差的土壤,则可能由缩合程度较高的、陈老的有机胶体组成。

参 考 文 献

- [1] 朱祖祥、袁可能, 1957: 水稻与各种冬季作物轮作对土壤构造的影响。浙江农学院学报。第 2 卷, 第 1 期, 115—120 页。
- [2] 何群、陈家坊, 1964: 第四纪红土发育的水稻微团聚体特性的初步研究。土壤学报, 第 12 卷, 51—62 页。
- [3] 武汝玲、马毅杰, 1961: 土壤中有机矿质胶体融和的研究 I. 土肥相融实质的探讨。土壤学报, 第 9 卷, 9—21 页。
- [4] 姚贤良、于德芬, 1964: 赣中丘陵地区红壤及红壤性水稻土的胶结物质及其与土壤结构形成的关系。土壤学报, 第 12 卷, 43—53 页。
- [5] 袁可能, 1963, 土壤有机矿质复合体研究 I. 土壤有机矿质复合体中腐殖质氧化稳定性的初步研究。土壤学报, 第 11 卷, 286—293 页。
- [6] 袁可能, 张友金, 1964: 土壤腐殖质氧化稳定性的研究。浙江农业科学, 第 7 期, 345—349 页。
- [7] Dell agnola, G. and Ferrari, G., 1971: Molecular sizes and functional groups of humic substances extracted by 0.1M pyrophosphate from soil aggregates of different stability. J. of Soil Sci., 22: 342—349.
- [8] Egawa, T. and Sekiza, K., 1957: Studies on active humus and aggregate formation. Soil and Plant Food, 2: 75.
- [9] Iimura, K. and Egawa, T., 1957: A study on decomposition of organic matter and aggregate formation. Soil and Plant Food, 2: 83.
- [10] Myers, H. E., 1937: Physicochemical reactions between organic and inorganic soil colloids as related to aggregate formation. Soil Sci., 44: 331—357.
- [11] Sideri, D. I., 1936: On the formation of structure. II. Synthesis of aggregates: On the bonds uniting clay with sand and clay with humus. Soil Sci., 42: 461—481.
- [12] Salomon, M., 1962: Soil aggregation-organic matter relationship in redtop-potato rotation PSSSA 26: 51—53.

[13] Колоскова, А. В. и Акберодина, Р. Х., 1959: Качественный состав агрегатов некоторых почв волжскокамской лесостепи. Почвоведение, № 10, 100—104.

STUDIES ON ORGANO-MINERAL COMPLEX IN SOIL II. THE COMPOSITION AND OXIDATION STABILITY OF ORGANO-MINERAL COMPLEX IN AGGREGATES OF VARIOUS SIZES IN SOIL

Yuan Ke-neng and Chen Tong-quan
(*Zhejiang Agricultural University*)

Summary

The present paper deals with the composition and oxidation stability of organo-mineral complex in aggregates of various sizes of red earth and alluvial soils with various fertility levels in Zhejiang Province.

1. For aggregates in diameter between 2—5 mm to 0.01 mm, the content of total organic matter increased with the increase in size of aggregates. The proportion of humus dissolved in 0.1 *N* NaOH and 0.1 *M* Na₄P₂O₇ mixture tended to decrease, and that of insoluble humin tended to increase with the increase in size of aggregates. The humic acid/fulvic acid increased with the increase in size of aggregates.

2. For aggregates in diameter from 2—5 mm to 0.01 mm the proportion of G₁ fraction (after Tyulin 1943) in total complex decreased, and the proportion of G₂ fraction increased with the increase in diameter of aggregates. The G₁/G₂ ratio decreased with the increase in diameter of aggregates.

3. The oxidation stability (Kos) of humus in larger aggregates tended to be lower than that in smaller aggregates in fertile soils. However, the oxidation stability (Kos) of humus in larger aggregates tended to be higher than that in smaller aggregates in infertile soils. It is suggested that the organo-mineral complex in larger aggregates of fertile soils consists of relatively fresh organic colloids, and that of infertile soils consists of the more stable organic colloids.