

江苏南部几种水稻土的有机-矿质 复合体性质的初步研究*

陈家坊 楊国治

(中国科学院土壤研究所)

近几年来研究表明,丰产水稻土不但具有供给水稻生长的良好的土壤环境,而且还具有便于调节肥力因素的土壤特性^[2,3]。同时,在群众经验总结中,也发现我国农民对土壤的评价不仅有“肥瘦”之分,而且还有“好坏”之别。而判别“好坏”的标准看来也就是土壤是否易于调节其肥力因素以满足不同作物或同一作物在不同生育时期生活的需要。土壤肥力因素调节的难易,除了人们对土壤的认识和耕作技术水平与之有关外,更重要的是取决于土壤固相部分的特性。因此我们认为如从土壤有机-矿质复合体的类型、本性及其形成和相互转化的条件进行研究,可能有助于土壤肥力实质的阐明,也可能为定向培育土壤指示途径。本文就是在这样一个认识下的初步尝试。

关于土壤有机-矿质复合体的研究,前人^[6-8,13-17]曾进行了一些工作。其中开展得较早并研究较为系统的,当以苏联土壤学家 A. Ф. Тюлин,他对土壤有机-矿质复合体的研究达二十多年^[8],不仅根据盖德罗依茨的吸附理论提出了有机-矿质复合体的分离方法(分散解胶法)^[9],还进行了有关复合体形成的机制以及在植物营养上作用的研究^[8]。关于土壤有机-矿质复合体在土壤肥力上的意义,前人多侧重于养分含量和供应情况的讨论。

一、供试土壤样本和研究方法

供研究的土壤标本均采自江苏南部,代表不同地形、不同母质以及不同熟化程度的水稻土。采集地点、分布部位、母质、一般性状以及群众评价等列于表1。

关于有机-矿质复合体的分离方法,基本上采用了 A. Ф. Тюлин 的分散解胶法^[9,10]。这个方法曾为许多人所采用^[6,13,15,17],而在日本也被应用于水稻土^[6],但在日本的工作中,复合体的分离粒径上多从10微米改为2微米,看来他们的主要目的是为了便于粘土矿物的研究。但是我们考虑到 A. Ф. Тюлин 所建议的粒径,不仅在提取上较为方便,更重要的是,粒径2—10微米这部分颗粒,在形成土壤团聚体上的重要作用。因此,除了供特殊研究外,如以复合体作为整个研究对象,提取粒径仍宜按 Тюлин 所建议。其次,我们考虑到江苏南部农民在水稻田耕耙以后“水混土烂不板”,即所谓“泥头足”的现象^[1],作为土壤好坏的判别指标之一。因此,除了 A. Ф. Тюлин 建议分出的“负电性凝胶(简称 I 组,代号为 G₁)”,即吸收性钙离子被钠离子代换后而在水中分散的,以及“等电性凝胶(简称 II 组,代号为 G₂)”,即除需钠离子饱和外还需加一定的外力才能在水中分散的以外, A. Ф.

* 参加本项研究工作还有蒋佩弦、牛家琪同志,并蒙何壘同志提供一些分析资料,谨致谢意。

表 1 供試土壤样本的一般情况

号碼	田間号碼	土壤名称 (羣众命名)	土壤所处的地形 部 位	母 质	水文情况	有机质 (%)	全氮 (%)	物理性粘粒 (%) (<0.01 毫米)	粘粒(%) (<0.001 毫米)	羣众 评价	采集地点
11	江 1	青泥土	丘陵地区冲田 低部	下蜀系黄 土性物质	地下水 位較高	2.53	0.132	47.0	20.7	高肥田	南京土壤研 究所江宁試 驗場
12 13	江 3 江 4*	小粉土	丘陵地区冲田 上部	同上	1米以下	1.77	0.103	50.0	22.6	低肥田	同 上
21	19号	黑馬肝土	丘陵地区大冲 田	同上	几十厘米 到 1 米	3.80	0.200	62.9	29.3	較肥	南京, 中国 农业科学院 江苏分院試 驗場
22	17号	黃馬肝土	同 上	同上	同上	2.08	0.105	56.4	27.6	較瘦	
31	新 2	黃泥土	平原地区	老湖积物	1米以下	2.66	0.154	60.4	24.6	較肥	无錫新安
32	新 1	白 土	同 上	同上	同上	1.87	0.117	51.2	17.2	較瘦	
41	辛 4	上等烏山土	圩田地区(碟形 地較高部位)	沼澤土	1米左右	5.07	0.240	65.8	28.9	較肥	常熟辛庄
42	辛 2	下等烏山土	圩田地区(碟形 地低洼处)	同上	接近地表	5.36	0.260	49.3	18.7	較瘦	

* 12号与13号土是两块相邻的田块,一般性状相同,但在采集那年,12号土曾施用大量有机肥料,并在水稻生长期間未曾排水。

Тюлин 作为校正 G_1 組合量的能不经处理而分散于水中的游离粘粒或細粉粒部分^[9],我們认为有单独分开研究的必要(简称零組,代号 G_0)。现将分离方法简单介绍如下。

称取风干土,加水制成 5% 的悬浮液,按沉降法吸出小于 0.01 毫米的顆粒,反复操作至悬浮液在一定深度于規定時間内接近澄清为止,即得 G_0 。剩余土壤用 $NNaCl$ 淋洗制成鈉質土,而后同提取 G_0 一样分离出 G_1 。接着将剩余的土壤移入瓷杓,在电热板上蒸发至糊状,并用橡皮杵研磨 5 分钟,再加水,搅混均匀,置 5 分钟后将悬浮液倒入大烧杯中,如此反复处理至瓷杓中剩余物加水不再混浊为止。最后将大烧杯中悬浮液按提取 G_1 的方法分离出 G_2 。分离所得各組复合体均用氯化鈣聚沉,并且用水洗至无氯离子反应为止,在 $50^{\circ}-60^{\circ}C$ 下烘干,称重,磨細,通过 100 篩孔,保存备用。各組复合体定量时,重复 3 次,重复間相对誤差在 10% 左右。

各組复合体的性质和特性的测定方法,除碳氮采用常法外,其他方法簡介如下。

(1) 代換量——称取样本 1 克,用中性 $N NH_4Cl$ 溶液处理至鉍饱和为止(通常 5 次已足),繼即用 $N NaNO_3$ 溶液处理 4 次,分离操作均在离心机中进行。 $NaNO_3$ 提取液定容后,吸取 2 份,一份以蒸餾法定鉍,另一份則以硝酸汞滴定法測定氯离子。鉍量減去氯所相当的鉍量(預先用同法測定 $N NH_4Cl$ 溶液中氯离子与鉍离子的当量比值)換算为每百克样品的毫克当量数即为代換量。

(2) 磷酸的吸收能力——称样本 1 克,置于 50 毫升三角瓶中,加 P_2O_5 , 浓度为 50ppm 的磷酸氫二鉍溶液 25 毫升,振蕩 1 小时后过滤,吸取滤液用鉬蓝法定量,加入量減去剩余量而后換算为每百克样本的毫克数。

(3) 矿化試驗——称取样本 10 克,置于試管中,加水 50 毫升,放在 $25-28^{\circ}C$ 的恆温室中,定时測定其悬浮液的电导值。

(4) 胀縮能力——称取 1 克为鈣离子所饱和的土壤样本,置入一端包有滤紙的玻璃

中,玻管容量为 1 毫升,刻度为 0.1 毫升。装好以后将玻管提高至 1 厘米,让其自由落下,如此反复操作至管内样本的体积不变为止,然后把它放在湿滤纸上,任其自由吸水膨胀,至体积不变时记录其体积,将玻管取下,让其风干收缩,收缩后所减少的体积占膨胀时体积的百分数称为“收缩率”。复将玻管放在湿滤纸上,让其再行吸水膨胀,此时所增加体积占风干时体积的百分数称为“膨胀率”。

二、試驗結果

(一) 各組复合体含量和比值及其在漬水条件下的变化

表 2 不同土壤耕层中各組复合体的含量(%)

土号	风 干 处 理*					漬 水 处 理*				
	总 量	G ₀	G ₁	G ₂	$\frac{G_0 + G_1}{G_2}$	总 量	G ₀	G ₁	G ₂	$\frac{G_0 + G_1}{G_2}$
11	56.1	14.3	31.3	10.5	4.3	58.5	33.5	18.3	6.7	7.7
12	52.8	11.2	33.5	8.1	5.5	56.0	27.7	19.7	8.6	5.5
13	44.4	23.8	16.1	4.5	8.8	47.8	27.5	13.1	7.7	5.3
21	61.3	21.5	25.5	14.3	3.3	—	—	—	—	—
22	56.7	29.4	18.9	8.4	5.8	—	—	—	—	—
31	67.8	40.2	13.8	13.8	3.9	—	—	—	—	—
32	56.3	29.4	18.2	8.7	5.5	—	—	—	—	—
41	51.5	9.4	30.6	11.5	3.5	54.7	17.1	29.0	8.6	5.4
42	59.0	18.6	30.8	9.6	5.2	58.0	20.3	28.9	8.8	5.6

* 风干处理指水稻收割以后所采取的风干土,漬水处理指风干土在恆温室(25—28°C)中淹水使其 Eh 值不再降低为止(約半个月)。

从表 2 可以看出,苏南几种类型水稻土的耕层中各組复合体的总量几乎均在 50% 以上,不同处理总量也相一致,虽有所差异也在誤差范围之内。在两个处理(风干处理和漬水处理)之間各組复合体含量均有明显的或增或減的現象,根据 17 个質地自中壤至中粘土样本的机械分析来看,土壤質地只能影响各組复合体的总量,而不影响其各分量之間的关系。看来,这种現象是受到各組复合体的性质及其所处环境的制约。因此, G₀、G₁、G₂ 之間量的关系(表 2 中以 $\frac{G_0 + G_1}{G_2}$ 比值表示)比起总量或各分量更能反映土壤的特性。从肥瘦不同的土壤可以看出,在风干处理中 $\frac{G_0 + G_1}{G_2}$ 比值与肥力高低呈反相关,而在漬水处理时則呈正相关。后一情况与前人对旱地土壤的研究結果是一致的,即高肥田的 $\frac{G_1}{G_2}$ (其 G₁ 等于我們所用方法的 G₀ + G₁) 大于低肥田^[12,13,17]。

(二) 各組复合体中的碳氮含量

供試样本的測定結果列于表 3。

由表 3 可見,不論碳或氮在 G₀ 与 G₁ 中含量相差不大, G₂ 則显著較 G₀ 和 G₁ 为高,甚至有高出一倍。其次,各組复合体中碳氮的含量几乎都随着肥力的提高而增多,特別以 G₂ 組表現得为显著。此外,三組复合体的含碳总量占全土所含的 50—70%, 其与土壤肥力水平还看不出什么关系。但氮素的情况就不如此,三組复合体中含氮总量占全

表 3 各組复合体的碳氮含量

土号	碳 (C%)				氮 (N%)				C/N			
	G ₀	G ₁	G ₂	三組所含 占全土中%	G ₀	G ₁	G ₂	三組所含 占全土中%	G ₀	G ₁	G ₂	全 土
11	1.46	1.53	2.79	67	0.144	0.162	0.301	71	10.1	9.6	9.3	11.0
12	1.03	1.13	2.52	69	0.127	0.147	0.273	83	8.1	7.7	9.2	9.7
13	1.00	1.22	2.35	57	0.173	0.169	0.251	92	5.8	7.2	9.0	9.0
21	1.47	1.58	3.01	52	0.184	0.184	0.340	67	8.0	8.6	8.9	11.0
22	1.23	1.18	1.97	62	0.144	0.152	0.205	83	8.5	7.8	9.6	11.5
31	1.46	1.41	2.24	61	0.164	0.151	0.251	74	8.9	9.4	8.9	9.7
32	1.30	1.49	1.76	57	0.156	0.170	0.213	81	8.3	8.8	8.3	9.3
41	2.69	2.88	4.00	52	0.251	0.290	0.399	66	10.7	10.0	10.0	13.0
42	2.41	2.46	3.94	53	0.273	0.238	0.373	59	8.8	10.3	10.6	10.7

土所含的約 60—90%，氮含量的高低与土壤肥力水平有一定的相关。沼泽水稻土中的較肥土壤(41号)，三組复合体中的氮占全部土壤中氮素的百分比較瘦土(42号)为高，但发育在下蜀系黃土性物質上的或老湖积物上的水稻土，肥力較高者(11, 12, 21, 31 号土)三組复合体所含的氮占全部土壤中氮的百分比都比肥力較低的土壤(13, 22, 32 号土)为低。这些差异可能由于氧化还原条件的不同，或施入有机肥料的差异，尚待研究。各組复合体的 C/N 比值变幅較大，并且都比全土的 C/N 比值为低。至于三組之間 C/N 比值的變化規律却不明显。此外，我們也测定了經過淹水还原处理的各組复合体的碳氮含量，結果表明，G₀、G₁ 組有普遍降低的迹象，G₂ 組并无明显的差异，这是否由于 G₀、G₁ 組中有机質在漬水还原条件下易于矿化，尚难确定。

(三) 各組复合体的特性

我們曾测定部分风干样本的各組复合体的代換量、磷酸吸收能力及胀縮率。各組复合体的代換量如表 4，其中以 G₁ 組的代換量最高，G₀ 与 G₂ 組相差不甚显著。土壤代換量的大小，决定于粘粒及有机質的含量和性質及其相互結合状况。同一类型的土壤，代換量的大小常与其有机質及粘粒含量呈正相关。但本試驗中，G₂ 組所含有有机質(表 3)和粘粒(表 5)虽远較 G₁ 为高，但代換量远比 G₁ 为低。說明有机質与矿質相互結合时，其“交換点”的消耗，G₂ 比 G₁ 为多，G₂ 組中有机質与矿質之間复合的程度可能比 G₁ 組紧密。我們曾用双氧水去除各种复合体的有机質，再测定代換量以进行比較，結果得出去

表 4 土壤及复合体的代換量(毫克当量/100 克样本)

土 号	全 土		G ₀		G ₁		G ₂	
	A	B	A	B	A	B	A	B
12	16.0	—	21.2	—	27.7	—	25.5	—
22	18.5	—	30.0	—	35.9	—	32.4	—
31	18.3	14.8	24.7	21.2	29.3	23.7	20.1	18.8
32	16.0	11.7	22.7	17.3	28.0	22.0	20.5	17.6
41	25.6	17.6	31.4	24.5	43.8	28.2	39.3	31.5
42	29.0	24.7	34.6	28.4	47.7	30.0	39.8	28.1

注：A——未去除有机質的样本。

B——用 H₂O₂ 去除有机質的样本。

除有机质后复合体的代换量都降低,而以 G_1 组降低最大。这些都可以说明各组复合体中有机和矿质部分结合状况的复杂性。

表 5 G_0 、 G_1 、 G_2 中的粘粒(< 0.001 毫米)含量(%)

土 号	21	22	42
全 土	29.3	27.6	28.9
G_0	39.1	37.5	50.2
G_1	46.5	47.8	44.4
G_2	63.1	89.8	68.3

各组复合体对磷酸的吸收能力如表 6 所示,据研究结果, G_2 组对磷的吸收最为强烈,换句话说, G_2 组磷的有效性较低,这种特性可能与 G_2 组含有丰富的活性铁有关^[4]。

表 6 土壤及各组复合体对磷酸的吸收(P_2O_5 毫克/100 克土或复合体)

土 号	全 土	G_0	G_1	G_2
11	37.5	50.0	60.0	78.8
12	48.8	50.0	50.0	75.0
21	46.3	62.5	65.0	98.8
22	37.5	65.0	58.8	88.8
31	35.0	70.0	77.5	77.5
32	22.5	38.0	40.0	50.0
41	25.0	50.0	53.0	85.0
42	35.0	42.5	50.0	62.5

此外,根据测定结果,各组复合体的膨胀和收缩能力变动范围都较大,还看不出明显的规律。

三、讨 论

(一) 水稻土耕层土壤中 G_0 组复合体的存在和意义

所谓 G_0 组复合,实质上就是未经 NaCl 淋洗或研磨等处理情况下的非水稳性部分。Тюлив^[9]认为这部分是游离的粘粒或细粉粒,作为校正 G_1 组复合体含量而提出来的。本试验中虽还缺少可资证明的材料,但我们认为土壤中存在易于在水中分散的游离粘粒或细粉粒是可能的。不过对于水稻土来说,仅仅这样的认识是不够的。

试将表 4 各组复合体去除有机质以后所减少的代换量,按各组复合体中有机碳含量(表 3)换算为每百克有机质的代换量,所得结果如表 7 所示。

表 7 按差算法算出的各组复合体中有机质的代换量

复合体组别	G_0				G_1				G_2			
	31	32	41	42	31	32	41	42	31	32	41	42
有机质(%)	2.51	2.24	4.65	4.15	2.43	2.57	4.95	4.25	3.85	3.04	6.90	6.80
C/N	8.9	8.3	10.7	8.8	9.4	8.8	10.0	10.3	8.9	8.3	10.0	10.6
代换量(每百克有机质毫克当量)	139	245	148	149	260	234	335	417	34	95	113	172

这些换算数值虽然不能确切地表示出各組复合体中有机质的真正代换量,但可作比較研究。根据前人^[5]的研究結果,土壤中腐殖质的代换量多在每百克 300 毫克当量以上,表 7 中 G_0 和 G_2 組的有机质的代换量都低于 300 毫克当量,說明 G_0 及 G_2 中的有机质,有一部分“交换点”消耗于与矿质相結合。同时,当有机质与矿质相混合后,其代换量无加和性时,即表明二者之間已发生了物理化学的作用,这是前人曾經証明的^[4]。再次,試比較 G_0 与 G_2 之結果,两者却十分相近,这表明 G_0 中有机质的結合情况与 G_2 相类似, G_2 是复合体已无庸置疑,因而也可以推論 G_0 組中有机质与矿质亦有复合的关系。这里,应当順便指出, G_1 組的代换容量呈现加和性的迹象,有机质的“交换点”很少消耗于与矿质相結合,有机质和矿质的复合可能是通过共有的代换性离子而实现,即有机和无机酸基胶体的电荷是为其所共有的代换性离子所补偿,这样的分析也是符合前人^[6] 的研究結果的。

从試驗結果中还可看出, G_0 与 G_1 組在碳氮含量上有共同之点,而代换量却有显著的差别;另一方面, G_0 与 G_2 在代换量方面相似,而磷酸吸收性能又有明显的不同。因此,可以认为 G_0 与 G_1 和 G_2 是有所不同。

为了說明 G_0 組在养分供应方面的作用,我們选了两对肥力水平不同的土壤(11、12 和 21、22 号土)做了除去 G_0 組前后的土壤矿化試驗,結果如图 1。

由图 1 可見,对肥力水平較高的土壤(11、21 号土)來說,在浸水初期两种处理的电导率差异較大,两星期以后,电导率逐渐赶上甚至接近。但在肥力較低的土壤(12、22 号土)中,去 G_0 后土样的电导率一直与原土保持显著的差距。这些現象除了說明 G_0 組中所含养分具有較高的有效性以外,还可設想, G_1 和 G_2 組复合体在漬水还原条件下(也是本項試驗的条件)可能轉为 G_0 組。表 2 也曾指出,在漬水还原的条件下,青泥土(11号土)的 G_1 和 G_2 組均有明显降低,而小粉土(12号土)中除 G_1 組明显降低外, G_2 組反有增加迹象。

关于 G_0 組的性質,以上仅是极其初步的認識,还有待进一步研究。尽管如此,根据以上的討論,我們认为 Тюлин 分散解胶法应用于水稻土时,把 G_0 組区分开来,是有一定的意义。

(二) G_2 組形成条件的初步分析

从表 2 中可以看到,肥力較高的青泥土(11 号土)在漬水处理下(氧化还原电位降至 150 毫伏左右),其 G_2 組含量明显降低(約降低 36%)。相反的,肥力較低的小粉土(13号土),其 G_2 組的含量增加了 73% 左右,而肥力居中的小粉土(12 号土), G_2 含量并无明显的增減現象。同样可以看到,在漬水情况下(氧化还原电位降至 50 毫伏左右)肥力較高的沼泽水稻土(41号土),土壤中 G_2 組含量每百克減少 2.9 克(約 25%),肥力較低的 42 号土基本上不变(增加 0.8 克,在誤差范围内)。这些現象說明了,有一部分的 G_2 具有較強的“抗还原能力”,而一部分則相反。因此在漬水还原条件下,后者即被瓦解。

水稻土中 G_2 組的形成条件可能有两种情况。第一种情况即 A. Ф. Тюлин^[11] 所指出的, G_2 組是在适度的氧化还原条件下(Eh360 毫伏左右)形成的,并在还原条件(Eh 在 260 毫伏以下)下分解。本試驗中土壤經漬水处理后所減少的 G_2 就是这一部分。众所周知,沼泽土种植水稻后,首先是地下水位降低,而使土壤具有氧化过程和还原过程相互交

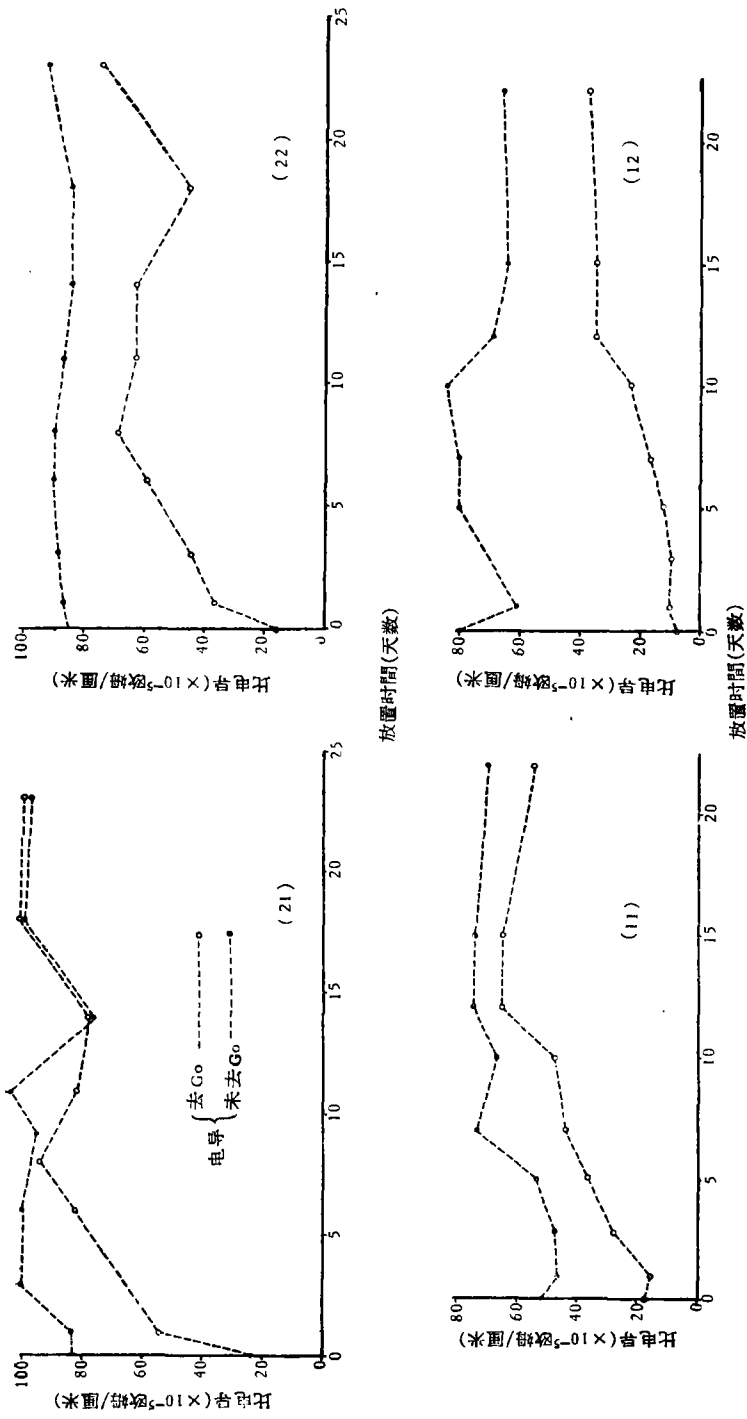


图 1 土壤去 G₀ 組前后的矿化曲线

迭的可能,按 Тюлин 的意見可能形成一些 G_2 組。表 2 明显指出,地下水位較低的沼澤水稻土(上等烏山土 41 号,地下水位在 1 米左右),其 G_2 組含量,比地下水位較高的沼澤水稻土(下等烏山土 42 号,地下水位接近地表)每百克土壤多 1.9 克左右。所增加的这部分 G_2 組可能就是氧化还原过程中的产物;正如 Тюлин 所指出,这部分 G_2 組在还原条件下将被分解。表 2 指出,地下水位較低的沼澤水稻土(41 号土)經漬水处理后,每百克土壤降低 G_2 2.9 克。

第二种情况,我們认为, G_2 組还可能在嫌气条件下形成。如小粉土(13号土)經過漬水处理后所增加的 G_2 (增加 73%),可能是在嫌气条件下形成的,因此它也就具有一定的抗还原能力,并在漬水还原条件下不致瓦解而較为稳定。又如 42 号土是一种地下水位較高的沼澤水稻土,地下水位接近地表,其中所含的 G_2 大部分应是嫌气条件下的产物,因而也具有較高的抗还原能力,并且在漬水处理(氧化还原电位降至 50 毫伏左右)后,其 G_2 組的含量并无降低的迹象(表 2)。

或可設想,本試驗中漬水处理下 G_2 組含量的或增或減,实际上是在形成 G_2 的同时,又有一部分 G_2 进行分解。如形成多于分解,則含量表现为增加,反之則表现为減少。根据以上的初步分析,水稻土中 G_2 組的形成条件,除 Тюлин 所指出的一种情况,即适度的氧化还原条件外, G_2 組还可能在嫌气条件下(本試驗中 Eh 在 150 毫伏以下)形成。因此, G_2 組可能包含有两个亚組。我們知道, Тюлин 也曾将 G_2 分为两个亚組,即 G_2 —a 和 G_2 —b,从其分离方法的原理来看,第二亚組的分出,需先經稀酸处理^[11],因此这两个亚組的分別可能只是胶体老化程度的不同,是否与本試驗中所述的二个亚組相同,尙待研究。

此外,也应当指出,土壤經脫水和漬水的处理后,各組复合体的数量都有增減的現象(表 2),而三組复合体的总量的多少又决定于土壤質地。目前虽尙缺少足够証明各組复合体之間的相互轉化的資料,但据表 2 所示各組复合体之間的相互轉化似属可能。

(三) 各組复合体意义的初步認識

根据試驗結果,各組复合体的养分貯量大体是 $G_0 \approx G_1 < G_2$, 而对养分的有效性是 $G_0 \geq G_1 > G_2$, 这也符合前人^[6,9,13] 的研究結果。同时从复合体的分离过程中可以看出,各組复合体在水中的稳定程度是 $G_0 < G_1 < G_2$ 。所以总的來說,各組复合体在土壤肥力上的作用是不一样的。

此外,土壤在“风干”或“漬水”的情况下,三組复合体的比值都有明显的变化,这意味着土壤肥力的营养因素和环境因素也发生了变化。

由于土壤中各組复合体具有不同的性質,同时又可以相互轉化,这就給人們借技术措施以調节土壤肥力因素提供可能性。这种可能性的大小,可以反映出土壤的“好”“坏”,并决定于土壤中各組复合体的性質和比例。假如土壤中的有机-矿質复合体大部分是容易在水中分散的 G_0 組,那么粘粒較多的土壤就会发生起浆現象,而細粉粒較多的土壤就会产生淀浆現象^[11]。可以想象,这样的土壤条件是不宜于水稻的生长发育。

当然,正如前言中所指出,本項工作仅是一个初步的嘗試,因此关于各組复合体的比例的合理幅度,各組复合体的特性作用、形成和轉化的条件以及在生产实践中如何控制它們的轉化等等問題,尙須作大量的研究,才能得到闡明。

四、結 語

本項工作是一种探索性的研究,初步分析和討論的結果,大体可概括如下几点。

(1) 在水稻土中研究有机-矿质复合体,如采用 A. Ф. Тюлин 的分散解胶法,把未处理前就能在水中分散的 G_0 組分离出来,是很有意义的。 G_0 組不仅是游离粘粒或細粉粒,更重要的是同 G_1 或 G_2 一样,是另一种有机-矿质复合体。

(2) 根据初步的分析結果,各組复合体的养分的貯量大体是 $G_0 \approx G_1 < G_2$, 养分有效性是 $G_0 \geq G_1 > G_2$, 各組复合体在水中的稳定程度是 $G_0 < G_1 < G_2$ 。此外,在“风干”或“漬水”条件下三組复合体的比例发生显著的变化,表明三組复合体之間具有相互轉化的可能。

(3) G_2 組的形成条件,除 A. Ф. Тюлин 所指出的适度通气条件之外,我們认为在嫌气条件下也有发生 G_2 組的可能。 G_2 組可能包含有抗还原能力不同的两个亚組,与 Тюлин 建議由稀酸处理前后所分离出的二个亚組是否相同,尚不明确。

(4) 由于各組复合体的性质不同,又可以相互轉化,这就給予人們借技术措施以調节土壤肥力因素提供可能性,而这种可能性的大小可以反映土壤的“好”“坏”,并又取决于土壤中各組复合体的性质和比例。

参 考 文 献

- [1] 农业丰产研究丛书 第三集 水稻丰产的土壤环境。54—69 頁 1961 年,科学出版社。
- [2] 中国科学院土壤研究所农业丰产总结組: 水稻丰产的土壤环境及其調节。土壤学报, 8 卷 2 期, 1960。
- [3] 陈家坊等: 陈永康的水稻高产措施和理論的初步总结。土壤, 1961 年 第 8 期。
- [4] 何羣: 苏南水稻土的水渍状况与土壤有机-矿质复合体的关系。土壤学报, 10 卷 2 期, 1962。
- [5] М. М. 科諾諾娃(陈恩健等譯): 土壤有机质。科学出版社, 1959 年。
- [6] 桥元秀教等: 水田土壤の有机无机胶质复合体に关する研究。农业技术研究所报告, 1959 年, В(化学) 第 9 号。
- [7] Александрова Л. Н. и Надь М.: О природе органо-минеральных коллоидов и о методах их изучения. Почвоведение 1958 № 10, стр. 21—27.
- [8] Тюлин А. Ф.: Органо-минеральные коллоиды в почве их генезис и значение для корневого питания высших растений. Изв. АН СССР, 1958.
- [9] Тюлин А. Ф.: Методы пептизационного анализа в связи с вопросом об общих закономерностях в изменческих и физических свойствах почв. Почвоведение 4—5, 1943.
- [10] Тюлин А. Ф.: Вопросы почвенной структуры в лесу. Почвоведение № 1, стр. 30—44, 1954.
- [11] Тюлин А. Ф.: Вопросы почвенной структуры в лесу. Почвоведение № 1, стр. 33—44, 1955.
- [12] Tyulin A. Th.: The Compostion and structure of soil organo-mineral and soil fertility. *Soil Science*, 45, 1938. pp. 346.
- [13] Atkinson H. J. et al.: Soil colloids. I-IV. *Sci. Agr.*, 23(1943), 273—286. *Soil Sci.* 57(1944), 233—240, 243—266. *Ibid.* 58(1944), 73—84.
- [14] Broadbent F. E. et al.: Soil organic matter-metal complexes. *Soil. Sci.*, 83 (1957), pp. 41—42.
- [15] Brydon J. E. et al.: A study of the clay-humus complexes of a chernozemic and a podzol soil. *Canadian Jour. of Soil Sci.*, 39(1959), pp. 196—143.
- [16] Emerson W. W.: Organo-clay complexes. *Nature*, 180(1957), pp. 48—49.
- [17] Ramamoorthy B. et al.: The formation of clay-humus complexes and this Significance in some Indian Soil. *Curr. Sci.*, 26(1957), pp. 84—85.
- [18] Myers H. B.: Physico-chemical reactions between organic and iorganic soil colloids. *Soil. Sci.*, 44 (1937), pp. 331—361.

ON THE PROPERTIES OF THE ORGANO-MINERAL COLLOIDAL COMPLEXES OF SOME PADDY SOILS IN SOUTH KIANGSU, CHINA

C. F. CHEN AND G. Z. YOUNG

(*Institute of Soil Science, Academia Sinica*)

(ABSTRACT)

The present paper deals with the results of primary studies on the properties of organo-mineral colloidal complexes of paddy soils of different fertility in South Kiangsu. The different portions of complex were fractionated by Tyulin's method*. Results of the experiment are summarized as follows.

1. The organo-mineral complexes of paddy soil were fractionated into three classes, i.e. G_0 , G_1 and G_2 . G_0 -fraction denotes colloidal complex dispersed in water without any previous treatment, while G_1 and G_2 imply colloidal fractions according to Tyulin's definition. The carbon and nitrogen contents in G_0 -fraction were lower than that in G_2 -fraction, while both fractions had a similar exchange capacity. In comparison with G_1 -fraction, they contained a similar quantity of organic matter and nitrogen, but G_0 -fraction possessed a lower exchange capacity than G_1 . Change of exchange capacity after the removal of organic matter by H_2O_2 in G_0 -fraction showed that organic matter and clay mineral in it are not merely a mechanical mixture. From these experimental results gave evidences that G_0 -fraction in paddy soil was not merely free mineral colloid and fine silt as noted by Tyulin, but also an organo-mineral complex with its own specification. The mechanism of the formation of G_0 -fraction from organic colloid with clay minerals, however, remains unknown.

2. To soils having previously treated with waterlogging to a constant redox potential of about 150 mv., the organo-mineral fraction G_2 gave an increment of 73% than the air-dried samples in infertile paddy soils, while in fertile soils of same origin, this value showed a decrease of 36%. The results revealed that G_2 -fraction may be also formed under anaerobic state, although Tyulin regarded this fraction as a production under moderate aerobic condition. This explains that paddy soil, although developed under anaerobic condition, still contained certain amounts of G_2 -fraction.

* Тюлин, А. Ф. Методы пептизационного анализа в связи с вопросом об общих закономерностях в химических и физических свойствах почв. Почв. 1943, № 4—5.