

第四紀紅土发育的水稻土微团聚体 特性的初步研究*

何 羣 陈家坊

(中国科学院土壤研究所)

贛中丘陵地区广泛分布着由第四紀紅土发育的水稻土,它是重要的产粮地区,也是低产田分布較广的地区。提高低产的紅壤性水稻土的肥力,一向是大家所关心的問題,各有关单位做了不少的研究。关于紅壤性水稻土的结构特性及胶結物質等曾有研究^[1,2],但对结构形成具有重要意义的微团聚体的特性及其与农业措施的关系,研究較少。土壤微团聚体質和量的研究,可分別土壤肥力的高低,也可闡明輪作、耕作和施肥等措施在培肥中的作用。作者^[4,6]曾进行中性水稻土有机矿質复合体的研究,在此基础上,本文拟就紅壤性水稻土中微团聚体¹⁾的特性及其与土壤肥力的关系作一初步了解,为进一步开展这方面的研究提供綫索。

一、供試土壤和研究方法

供試土壤样本采自江西进賢云桥垦殖場,发育于第四紀紅土,質地为重壤土,在贛中紅壤丘陵地区的紅壤性水稻土中具有一定的代表性。研究土样有三种,它們的形态特征如下:(1)紅土田:位于冲田上部,与紅壤荒地相邻,改种水稻仅十余年,肥力較低,水源貧乏;耕层厚約14厘米,色呈浅灰而帶紅,碎块结构,夹有少量锈斑;14—22厘米为浅灰色而夹有紅色的过渡层,有棕黑色锈斑,碎块结构;22厘米以下为紅壤性物質,呈色棕紅,核状结构,唯在28厘米以上有較多的棕黑色斑点。(2)黃土田:位于紅土田下部,中等肥力,水源同样不足;耕层約12厘米,浅灰色,屑粒及碎块结构;12—18厘米为犁底层,紧实,碎块结构,呈色浅黃有锈紋;18—100厘米間各层的界限不明显,呈色浅棕或浅黃,并帶有紅棕色胶膜,具有稜块或稜柱状结构。(3)烏泥田:位于冲田底部,有水沟通过,水源充沛,肥力最高;夏季地下水位約80厘米;耕层厚14厘米,暗灰色,屑粒和碎块结构,比較酥松;14—22厘米为犁底层,浅黃灰色帶有锈紋,碎块结构,土体紧实;22—70厘米均呈稜柱状或稜块结构,呈色浅黃至棕紅;70—85厘米呈色略浅似有潛育迹象。本文所用試样均为它們的耕作层,一般化学性質如表1所示。

三种水稻土的机械組成和粘土矿物組成虽很相近^[1,5,3],但因所处地形部位不同,漬水状况有差异,耕作措施和肥力水平也未全一致,土壤細粒的团聚情况也应有所不同,比較研究很有必要。

* 本文承熊毅教授提供宝贵意見,謹致謝意。

1) 有机矿質复合体的 G_0 、 G_1 、 G_2 分組,按熊毅教授的建議,分別命名为“水分散微团聚体”(G₀)、“納分散微团聚体”(G₁)以及“鈉-机械分散微团聚体”(G₂)。

表 1 供試土壤的一般性質

土壤名称 (羣众命名)	有机質 (%)	全 氮 (%)	水解性氮 (%)	交 換 量 (毫克当量/100克)	盐 基 饱 和 度 (%)				
					鈣	鎂	鉀	鈉	总 量
紅 土 田	1.69	0.090	0.014	9.86	35.2	10.6	3.1	2.2	51.1
黃 土 田	2.06	0.109	0.017	8.56	34.6	13.2	1.2	1.5	50.5
烏 泥 田	3.45	0.189	0.026	11.40	84.6	6.7	1.8	1.8	94.9

試驗方法:各組微团聚体的分离、阳离子交換量和磷酸吸收量的測定都用过去所采用的方法^[6]。微团聚体的化学組成、有机質、全氮的測定按常規法进行。微团聚体中的无定形鉄用 pH 5.8—6.0 的 4% $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ 及 0.05 N HCl 交替提取^[16];松結态鉄是用 pH 8—8.5 的 0.1 M $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ^[10] 提取,紧結态鉄在 H_2O_2 破坏有机質后再用 10% Na_2SO_4 提取^[11],由于这两种鉄量較少,故最后計算时合而为一,統称为“与有机質联結的鉄”;酸溶性鉄用 0.5N H_2SO_4 提取^[2]。以上各提取液中的鉄均用 α - α' 联吡啶比色法測定。吸水情况用吸水膨胀計測定^[9]。

二、試驗結果

(一) 各組微团聚体的含量

三种水稻土所含的各組微团聚体的总量均在 54—60% 之間(表 2),变化不大;其中鈉分散的微团聚体 (G_1) 含量最少,均在 10% 以下,这与江苏南部中性水稻土的情况是不相同的^[4,6]。由土壤的盐基飽和度或鈣飽和度(表 1)可以看出,烏泥田的交換性鈣离子飽和度虽显著增高,而 G_1 組的含量并未增加,反而有明显的降低。黃土田中鈉-机械分散的微团聚体 (G_2) 的含量較低,而水分散微团聚体 (G_0) 的含量較多。水分散及鈉分散微团聚体与鈉-机械分散微团聚体的比值 ($\frac{G_0 + G_1}{G_2}$),以烏泥田最小,紅土田次之,黃土田較高。

表 2 各組微团聚体的含量(占全土的%)

土壤名称	組 別			总 量	$\frac{G_0 + G_1}{G_2}$
	G_0	G_1	G_2		
紅 土 田	20.2	8.7	30.7	59.6	0.94
黃 土 田	26.7	7.8	23.7	58.2	1.46
烏 泥 田	12.2	4.6	37.2	54.0	0.45

(二) 各組微团聚体的化学組成

根据过去的研究結果^[6],江苏南部湖积物和下蜀系黃土物質上所发育的中性水稻土的各組微团聚体中有机質和氮的含量,大体是: $G_0 \approx G_1 < G_2$, 但这一規律并不一定适用于第四紀紅土所发育的水稻土。如表 3 所示,除烏泥田的情况与江苏南部中性水稻土相似外,紅土田的各組微团聚体中有机質和氮的含量几乎没有差异,黃土田中 G_2 組所含的有机質和氮反較 G_1 或 G_0 为低。三种水稻土中各組微团聚体的有机質和氮的含量的差异,以 G_2 組最为显著。此外,微团聚体中有机質和氮占全部土壤所含的百分数,也有类似的情况,烏泥田中微团聚体的有机質和氮的絕對量(即每 100 克土壤中微团聚体所含有机質或氮的克数)較高,而黃土田反較紅土田低。各組微团聚体的 C/N 比除紅土田中

表 3 各組微团聚体的有机質和全氮含量

土壤名称	組 別	有机質(%)	全氮(%)	C/N
紅 土 田	全土	1.69	0.090	10.9
	G ₀	1.67	0.151	6.4
	G ₁	1.76	0.152	6.7
	G ₂	1.63	0.147	6.4
黃 土 田	全土	2.06	0.109	10.9
	G ₀	1.90	0.113	9.7
	G ₁	1.99	0.135	8.6
	G ₂	1.21	0.124	5.6
烏 泥 田	全土	3.45	0.189	10.6
	G ₀	1.86	0.154	6.9
	G ₁	1.75	0.167	6.1
	G ₂	2.59	0.264	5.7

較为接近外,黃土田和烏泥田均为 $G_0 > G_1 > G_2$ 。說明三种水稻土的微团聚体中有机質的性質也有差异。

三种水稻土的各組微团聚体的硅鋁率和硅鉄率虽各不相同,但总的趋势是: $G_0 \geq G_1 > G_2$ (表 4),这与中性水稻土的情况相近^[4]。地勢較低的水稻土,其各組微团聚体中鉄鋁的再分配現象比較显著。三种水稻土中土壤硅鋁率的变化較少,而鋁在各組微团聚体中的分配,則有所不同。如以紅土田各組微团聚体的硅鋁率作为 1,黃土田各組微团聚体的硅鋁率为 1.18、1.19、0.94,而烏泥田分別为 1.08、1.03、0.79,这些結果說明在地勢較低而肥力水平較高的土壤中,鋁有向 G_2 組富集的現象。从土壤的硅鉄率来看,紅土田 \ll 黃土田 \approx 烏泥田,說明土壤种植水稻以后,鉄質遭到显著的淋失。但以各組微团聚体硅鉄率相比, G_2 組中鉄損失較少,鉄似有在 G_2 組富集的現象。

表 4 土壤及各組微团聚体的硅、鋁、鉄含量和分子比率

土壤名称	組 別	化学組成 (%)			$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{Fe_2O_3}$	$\frac{SiO_2^*}{Fe_2O_3}$
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃			
紅 土 田	全土	76.9	12.4	6.57	10.5	31.2	—
	G ₀	72.5	15.4	6.75	7.9	28.5	134
	G ₁	71.1	16.4	7.12	7.4	26.5	104
	G ₂	67.2	18.2	9.11	6.3	19.7	92
黃 土 田	全土	83.4	10.4	3.93	13.6	56.4	—
	G ₀	72.9	14.4	4.44	8.6	43.2	101
	G ₁	76.7	14.8	5.34	8.8	38.2	83
	G ₂	69.7	20.1	6.83	5.9	27.0	64
烏 泥 田	全土	79.6	13.7	3.97	9.9	52.8	—
	G ₀	76.3	15.0	4.62	8.6	43.9	91
	G ₁	74.8	16.7	4.43	7.6	44.5	127
	G ₂	67.6	22.8	6.13	5.0	29.6	65

* 扣除无定形鉄。

(三) 各組微团聚体中鉄的形态及其含量

前面已經指出,第四紀紅土漬水种稻以后,鉄的变化最大。为了进一步了解鉄在形态上的变化,我們测定了各种形态的鉄(表5),除有机質联結态鉄以外,各种形态鉄的含量都是地勢較低而肥力較高的土壤較低,可是鉄的活性在三种水稻土中是不一样的。

表5 各組微团聚体中不同形态鉄的含量(Fe%)

土壤名称	組 別	无定形鉄(A)		酸 溶 性 鉄		可絡合态鉄		与有机質联結态鉄	
		%	占全鉄的%	%	占A的%	毫克/100克	占A的%	毫克/100克	占A的%
紅土田	G ₀	3.62	76.5	0.390	10.8	50.2	1.39	5.0	0.14
	G ₁	3.62	72.4	0.365	10.1	53.6	1.48	5.0	0.14
	G ₂	4.88	76.5	0.343	7.0	43.3	0.89	5.0	0.10
黃土田	G ₀	1.73	55.9	—	—	—	—	27.0	1.56
	G ₁	1.97	52.6	—	—	—	—	15.0	0.76
	G ₂	2.74	57.4	—	—	—	—	16.5	0.59
烏泥田	G ₀	1.65	51.2	0.205	12.4	42.2	2.55	28.0	1.69
	G ₁	1.98	63.6	0.230	11.6	45.6	2.30	41.0	2.06
	G ₂	2.29	53.5	0.241	10.5	35.6	1.54	35.0	1.53

从表5可以看出,各組微团聚体中无定形鉄的含量以G₂組中含量較多,总的趋势与全鉄含量一致, $G_0 \leq G_1 < G_2$; 但从同一組的微团聚体来比較,則以地勢較高的水稻土含量較高,无定形鉄在全鉄中的百分数,也是如此。这个情况說明土壤經過种植水稻,鉄質易受淋失且主要为无定形部分。如将表4結果扣除无定形鉄部分,重新計算硅鉄分子比率(表4),所得結果恰与不扣除的相反。除个别情况外,非无定形鉄在地勢較低的水稻土中有积聚的現象。稀酸溶性鉄和可絡合态鉄一般認為活性較大,从表5中这两种鉄占无定形鉄的百分数来看,紅土田与烏泥田各組微团聚体中鉄的活性是: $G_0 \geq G_1 > G_2$, 說明G₂組中无定形鉄的老化程度較G₀和G₁組为高。至于酸溶性鉄占无定形鉄的百分数,在G₀和G₁組是烏泥田比紅土田高出14—15%,而在G₂組烏泥田要高51%;可絡合态鉄占无定形鉄的百分数,在G₀和G₁組是烏泥田比紅土田高56—62%,而G₂組却可高出73%。这些現象似乎說明,G₂組中无定形鉄的“活化速率”比G₀与G₁組較高。三种水稻土中有机質联結态鉄的含量,是随着肥力的提高特别是有机質含量的增加而增加。但如将各組微团聚体中有机質联結态鉄的含量(或占无定形鉄的百分数)与有机質含量(表3)相比較,可以看到,当有机質增加到一定水平时,有机質联結态鉄的含量与有机質含量之間的关系并不很明显,而与鉄的活化情况却有一定的关系。

(四) 各組微团聚体的吸收性能

各組微团聚体的交換量及其除去有机質和无定形鉄后的交換量分別列于表6。各种处理所得交換量的变化趋势极为一致,即 $G_0 \leq G_1 < G_2$, 这与江苏南部水稻土各組微团聚体的交換量以G₁組为高的情况^[6]有所不同。其次,紅壤性水稻土的各組微团聚体在去无定形鉄以后,交換量降低很多,約为去有机質后的交換量的22—32%(因为去无定形鉄时有机質也被一起除去)。这个情况也与江苏南部水稻土不同(表6),說明江西紅壤性水稻土中无定形鉄的等电性与苏南江湖沉积物所发育的水稻土有所不同,充分表现在交

表 6 各組微团聚体的交換量(毫克当量/100 克)

土壤名称	組 別	原 样	去有机質	去无定形鉄	%**
紅 土 田	G ₀	11.5	13.6	9.6	-29.4
	G ₁	11.4	14.3	9.8	-31.5
	G ₂	13.7	16.5	12.9	-21.8
烏 泥 田	G ₀	11.7	12.6	9.8	-22.2
	G ₁	14.7	14.5	10.9	-24.8
	G ₂	17.7	16.7	11.8	-29.3
中等黃泥土*	G ₀	—	21.2	18.7	-11.8
	G ₁	—	23.7	22.2	- 6.8
	G ₂	—	18.8	22.2	+18.1
下等烏山土*	G ₀	—	28.4	28.8	+ 1.3
	G ₁	—	30.0	27.9	- 7.0
	G ₂	—	28.1	27.6	- 1.8

* 試样一般性狀請參閱文献[4]。

** 去无定形鉄后交換量的增減,以去有机質的交換量为底計算。

換量的变化上,所以紅壤性水稻土除去无定形鉄以后,交換量大为降低。关于有机質对于交換量的影响較为复杂,紅土田中各組微团聚体去除有机質后,交換量显著增加,而烏泥田的各組微团聚体去除有机質后,只 G₀ 組的交換量有所增加,而 G₂ 組反而減少,但都不甚显著。这些情况說明,紅土田与烏泥田中有机質与矿質部分的結合状况有所不同,烏泥田中 G₀ 与 G₂ 兩組的团聚情况也有一定的差别。

紅土田中各組微团聚体对磷酸的吸收量(表 7)比烏泥田高,同一土壤中 G₂ 組的磷酸吸收量都比 G₀ 和 G₁ 組为高,这些現象可能与各組微团聚体中无定形鉄的含量有密切关系。

表 7 各組微团聚体对磷酸的吸收(P₂O₅ 毫克/100 克)

土壤名称	組 別		
	G ₀	G ₁	G ₂
紅 土 田	70.6	70.0	89.8
烏 泥 田	45.5	43.1	70.6

各組微团聚体的吸水特性也有不同。G₀ 組可在水中分散,充分說明 G₀ 組的吸水性能較強。各組团聚体在同一時間内所吸水分(表 8)可以反映吸水性能的強弱,一般趋势是: G₀ > G₁ > G₂。不同的水稻土由于有机質的含量不同,吸水性能也不等,据初步研究結果,烏泥田的吸水性能較紅土田为大。

表 8 各組微团聚体的吸水量(毫升/100 克)

土壤名称	組 別	时 間 (分)							
		0.5	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	7.0
紅土田	G ₀	18	26	30	34	42	48	52	58
	G ₁	8	20	26	32	42	48	52	56
	G ₂	4	12	18	22	30	46	48	54
烏泥田	G ₀	18	32	42	48	54	58	60	62
	G ₁	10	24	32	38	48	56	58	62
	G ₂	6	14	18	18	36	52	54	58

三、討 論

三种水稻土中,水分散和鈉分散团聚体(G_0, G_1)与鈉-机械分散团聚体(G_2)的比例是不同的,烏泥田最低,紅土田次之,而黃土田反較高。这是什么緣故呢?我們的初步解释是:紅壤的土粒,一般为氧化鉄胶膜所包裹,这些氧化鉄胶膜的老化程度很大,可以使土粒具有很大的水稳性,分散度很低^[8]。但是这种土壤經過种植水稻以后,由于頻繁的氧化还原作用,使无定形鉄遭到溶失(表5),因而引起水稳性团聚体的破坏而降低其数量。但是随着耕作年限的增长,有机物質的逐渐积累,可以提高鉄化物的活性,供給水稳性微团聚体的形成条件,又可增加水稳性微团聚体的数量。根据这个解释,可以推論三种紅壤性水稻土的水稳性微团聚体的特性是有不同的。前面的結果已經表明,紅土田各組微团聚体的碳氮含量比較接近,而烏泥田則相反;紅土田各組团聚体所含的无定形鉄占全鉄的百分数,在72—77%之間,而烏泥田的无定形鉄含量既較低,变幅也較大,約在51—64%之間。从各組微团聚体中有机物質的表观交換量(表9),也可以看出各組微团聚体中有机質与矿質部分結合时所消耗的“交換点”是不同的,紅土田是 $G_2 \approx G_1 > G_0$, 但烏泥田却相反, $G_0 > G_1 \approx G_2$ 。两种土壤相比,紅土田 \gg 烏泥田,說明肥力水平較高的土壤有机物質的表观交換量較大。这与过去的資料是相符的^[1]。

表9 各組微团聚体中有机物質的表观交換量(毫克当量/100克)

土壤名称	紅 土 田			烏 泥 田		
	G_0	G_1	G_2	G_0	G_1	G_2
去有机質后交換量的增減	+2.1	+2.9	+2.8	+0.9	-0.2	-1.0
有机物質的表观交換量	-126	-165	-172	-48	+10	+39

有机質与矿質部分的結合可能有以下几种形式:(1)与矿質部分沒有发生物理化学作用而是机械混合;(2)有机的和无机的酸基胶体的电荷为两者共有的交換性阳离子所补偿,即 A. Ф. 邱林所謂的“負电性凝胶”^[11,19];(3)有机胶体与矿質部分的碱基胶体发生等电沉淀^[25],形成胡敏酸鉄等有机矿質复合体,或者是通过碱基胶体与矿質的酸基胶体形成等电性凝胶^[19]。当除去有机質以后,上述的第一、二两种結合形式的交換量将显著降低,有机物質的表观交換量应与其真实的交換量相接近,但在第三种情况則相反,有机質被除去后,交換量非但不降低,反而因解放了部分交換点而显著增加,而有机物質的表观交換量却变得小于零。

根据本文研究的結果(表9),紅土田的各組微团聚体中有机質与矿質部分的結合情况可能以第三种形式为主,并且各組微团聚体之間的差异也不大。因此,除去有机質后,交換量增加了18—25%。烏泥田的情况与紅土田相反,可能还有第二种結合形式。

在鉄的形态方面,得到这样一个印象,即紅壤种植水稻后,由于氧化还原过程的頻繁进行,鉄表现得最为活跃,一方面是鉄的活性增高,另一方面是形态上的更新。这些变化对土壤性質都有一定的影响。但是紅土田与烏泥田中鉄的形态又各有不同。

各組微团聚体对磷酸的吸收量是不一致的(表7)。过去有人認為游离氧化鉄对磷酸具有相当大的固定能力^[7,20],其固定能力与游离鉄的含量呈較好的正相关^[3,7]。我們曾將

游离铁含量(表 5 中的无定形铁)与磷酸吸收量(表 7)换算为重量比(表 10), 則紅土田中各組微团聚体的比值相接近, 而烏泥田中各組微团聚体的比值較紅土田高, 差异也較大。这可能是由于烏泥田的水化程度較高, 符合前人所说的铁的水化程度与磷酸吸收密切相关^[14,18]。

如上所述, 紅土田与烏泥田中各組微团聚体的性质, 似有差异; 烏泥田含有有机质較多, 其性质似乎接近于苏南的中性水稻土, 而紅土田則仍接近于第四紀紅土物质。因此虽同属第四紀紅土所发育的水稻土, 但各土壤的微团聚体特别是 G_2 组的特性及其有机质与矿质的复合情况都有很大差异。 $(G_0 + G_1)/G_2$ 或 G_1/G_2 虽可作为判別土壤肥力水平的一种指标^[4,6,13,17], 但如 A. Ф. 邱林^[19]所述, 据以分別不同土类的肥力水平, 是值得商榷的。

簡言之, 紅壤性水稻土中, 有机质的积累和铁质活化, 都可以提高土壤肥力, 本文研究結果可为佐证, 同时也可指出提高紅壤性水稻土肥力水平的理論依据。

四、摘 要

本文就第四紀紅土所发育的三种不同地势和不同肥力的水稻土的微团聚体特性, 进行初步研究, 其結果可概括为如下两点:

(1) 三种水稻土中鈉分散微团聚体 (G_1) 的含量都在 10% 以下。地势較低而肥力較高的烏泥田, 交換性鈣离子飽和度較高, 而 G_1 組含量并未增加, 反而降低。鈉-机械分散的微团聚体 (G_2) 以黃土田中最低, 水分散微团聚体則較高, $(G_0 + G_1)/G_2$ 的比值是: 黃土田 > 紅土田 > 烏泥田。紅土田中各組微团聚体的碳氮含量差异不大, 而烏泥田中各組微团聚体的碳氮含量差异較为明显 ($G_0 \approx G_1 < G_2$)。三种水稻土的 G_2 組中铁和鋁有显著的积累現象。

(2) 根据微团聚体中有机质的表观交換量来判断, 紅土田的微团聚体中有机质与矿质复合形式可能以等电沉淀或等电凝胶的形式为主, 除去有机质以后, 微团聚体的交換量可增加 18—25%, 烏泥田的微团聚体中有机矿质的复合可能有負电性凝胶的形式, 除去有机质后微团聚体的交換量反而減低。紅壤性水稻土各組微团聚体吸收磷酸的作用, 可能与铁化物的水化程度有关。

同属第四紀紅土所发育的水稻土, 因漬水情况和耕作施肥的不同, 各組微团聚体特别是 G_2 组的特性差异很大, 很难简单地用 $(G_0 + G_1)/G_2$ 来反映紅壤性水稻土的肥力水平, 更难在不同土类之間进行比較。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院农业丰产研究丛书編輯委员会編: 水稻丰产的土壤环境。第三、四、五章, 54—161, 科学出版社, 1961 年。
- [2] 丁昌朴等: 水稻土氧化还原过程的研究。土壤学报, 6 卷 2 期, 99—107, 1958。
- [3] 于天仁: 砖紅壤的磷酸固定作用及其与游离铁的关系。中国土壤学会会志, 1 卷, 187—192, 1950。
- [4] 何 羣: 苏南水稻土的水漬状况与土壤有机-矿质复合体的关系。土壤学报, 10 卷 2 期, 193—200, 1962。

表 10 各組微团聚体無定形铁与磷酸吸收量比值
(即每百克 Fe 吸收 P_2O_5 的毫克数)

土壤名称	組 別		
	G_0	G_1	G_2
紅土田	19.4	19.4	18.4
烏泥田	27.5	21.7	30.7

- [5] 李庆遠等: 中国紅壤的化学性质。土壤学报, 5卷1期, 78—94, 1957。
- [6] 陈家坊等: 江苏南部几种水稻土的有机-矿质复合体性质的初步研究。土壤学报, 10卷2期, 183—192, 1962。
- [7] 武玫琦等: 溶性磷酸在土壤中的状态轉化。土壤学报, 5卷4期, 305—316, 1957。
- [8] 姚賢良等: 贛中丘陵地区紅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, 1962。
- [9] 蔣劍敏等: 土壤胶体膨胀的研究。土壤学报, 4卷2期, 129—142, 1956。
- [10] Александрова, Л. Н.: О применении пирофосфата и натрия для выделения из почвы свободных гуминовых веществ и их органо-минеральных соединений. почвоведение, № 2, 90—97, 1960.
- [11] Кауричев, И. С.: О природе комплексных железо-органических соединений в почве. Доклады советских почвоведов к VII международному конгрессу в США, 137—143, 1960.
- [12] Тюлин, А. В.: Вопросы почвенной структуры в лесу. почвоведение, № 1, 33—44, 1955.
- [13] Atkinson, H. J. et al.: Soil colloids: IV. Relationship to Soil Fertility. Soil Sci., 57:243—246, 1944.
- [14] Ford, M. C.: The nature of phosphate fixation in soils. J. Amer. Soc. Agron., 25:134—142, 1933.
- [15] Mattson, S.: The laws of soil colloidal behaviors. Soil Sci., 31:57—77, 1931.
- [16] Mitchell, B. D. et al.: Removal of free iron oxide from clay. Soil Sci., 77:173—184, 1954.
- [17] Ramamoorthy, B. et al.: The formation of clay-humus complexes and their significance in some Indian soils. Curr. Sci., 26:84—85, 1957.
- [18] Toth, S. J.: Anion adsorption by soil colloids in relation to changes in iron oxides. Soil Sci., 44: 299—314, 1937.
- [19] Tyulin, A. Th.: The composition of structure of soil organo-mineral gels and soil fertility. Soil Sci., 45:343—357, 1938.
- [20] Wild, A.: The Retention of phosphate by soil. J. Soil Sci., 1:221—238, 1950.

ON THE PROPERTIES OF THE MICRO-AGGREGATES OF PADDY SOILS DERIVED FROM QUARTERNARY RED CLAY

Q. HO AND C. F. CHEN

(Institute of Soil Science, Academia Sinica)

(SUMMARY)

Three groups of micro-aggregate, including water dispersed (G_0), sodium dispersed (G_1) and mechanical-sodium dispersed micro-aggregate (G_2), were separated by the peptization method from three groups of paddy soil derived from Quarternary red clay. The total amounts of micro-aggregates are 54, 58, 60% based on air-dry soil and the ratio of $G_0 + G_1 : G_2$ are 0.45, 0.94, 1.46 respectively.

The properties of micro-aggregates of these three paddy soils are briefly described as follows:

1. The contents of carbon and nitrogen in the three groups of micro-aggregates show a relationship of $G_0 = G_1 < G_2$ for the gley submerged paddy soil but indicate no apparent variation for temporary submerged paddy soil. The content of organic matter in the micro-aggregates is about 59% of total soil organic matter for temporary submerged paddy soil and only 37% for gley submerged paddy soil.

2. The exchange capacity of micro-aggregates for temporary submerged paddy soil increases 18—25% (or 2.1—2.8 m.e. per 100 g. sample) after removal of organic matter with hydrogen peroxide, but shows no distinct change after this treatment for gley submerged paddy soil.

3. The ratio of adsorbed phosphate to free iron oxide in micro-aggregates is 18.4—19.4 for temporary submerged paddy soil and 27.5—30.7 for gley submerged paddy soil.

From the above results, it seems unadvisable to take the $G_0 + G_1 : G_2$ ratio as an index of soil fertility for different soil groups.