

苏南水稻土的水渍状况与土壤有机-矿质复合体的关系*

何 羣

(中国科学院土壤研究所)

A. Ф. 丘林认为^[3,4]土壤中有有机-矿质复合体的形成,除受有机质及粘粒的影响外,还需要一定的氧化还原条件。但不同氧化还原条件引起有机-矿质复合体的变化规律,尚缺乏资料。水稻土中水渍状况的不同,氧化还原条件也有差异,正好用来研究有机-矿质复合体的性质及其规律。为此,我们在江苏南部采取潜渍水稻土、潜渍-潜渍水稻土、潜渍-潜渍水稻土及潜渍水稻土进行比较研究。

这个工作还是很初步的,研究资料也不太多,现仅将一些结果总结汇报,以求指教。

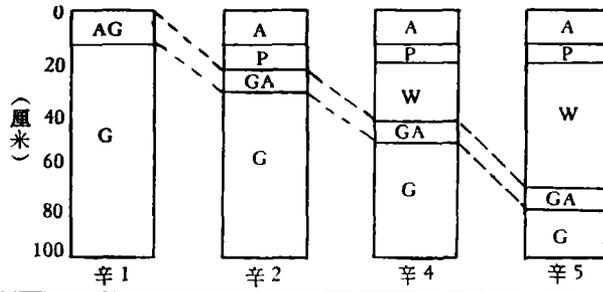
一、供试土壤及试验方法

为了研究水渍作用对有机-矿质复合体的影响,特在江苏常熟辛庄采取四种水渍情况不同的水稻土剖面,各剖面之间相距约200—300米。4号土(表1)属沼泽土,处于“蝶形地”的中心,春季地下水位距表土只25厘米。3号土(竖头乌山土)则是处在脱沼泽的初期阶段,由于地下水位过高,春季地下水位距地表40厘米,排水不良,灌溉水与地下水常相联接,整个土壤是强烈地还原状态,沼泽化作用仍占优势。剖面的发生层基本上可分为耕层和潜育层两个层次,表土下35厘米即见潜渍层。由于冬季排除渍水,地下水位也相应降低,因而引起土体收缩,耕层下部出现大稜柱状结构,当地群众称其为“竖头”。由于土壤裂缝很大,翌年淹水种植水稻时其结构仍然不变,所以漏水严重。2号土(上等乌山土)处于中期脱沼泽阶段,经人为填高土层,地下水位降低,灌溉水与地下水没有联接,剖面中60厘米以下才见潜渍层,耕层与潜渍层之间有铁锰斑点的潜渍层,氧化还原电位有所增高。1号土(黄泥土)处在“蝶形地”的边缘,部位较高,而且靠近河港,由于排水较好,地下水位进一步降低,春季地下水位距地表95厘米,因而在剖面的形态上已有明显的潜渍层,表土呈现棕黄色,并有鳝血斑纹出现。这四个剖面的特性如图1。

此外,还选用发育于不同母质的潜渍性水稻土,以资对照,土样情况见表1。

试验方法:复合体的分离采用本所物理化学研究室所使用的方法^[1]。化学组成的分析是用常规法进行的。各组复合体的活性铁的测定是用0.5N H₂SO₄提取,α-α'联氮苯显色。

* 参加本项工作尚有陈志荣和崔叶武同志,在工作中得到陈家坊同志的帮助,本文曾承熊毅先生的指正,并提出宝贵意见,特此致谢。



水漬状况	潛漬	潛漬沼泽	豬漬-潛漬	潛漬-豬漬
土 壤	沼泽化	豎头烏山土	上等烏山土	黄泥土
春季地下水位(厘米)	25	40	50	95
利 用	荒地	稻; 休閒	稻; 綠肥	稻; 麦

A. 耕层, P. 犁底层, W. 潜渍层, AG. 沼泽表土, GA. 埋藏表土, G. 潜渍层。

图1 常熟辛庄水稻土剖面示意图

表1 供試土壤一般性狀

土号	田間号	采集地点	母 质	土壤名称	深度(厘米)	有机质 (%)	全 氮 (%)	代換量(毫克当量/100克土)	质 地
1	辛 5	常熟辛庄	湖积物	黄泥土	0—18	3.04	—	—	—
2	辛 4	常熟辛庄	湖积物	上等烏山土	0—15	5.36	0.240	25.57	重壤
					46—58	5.89	0.319	28.79	中粘
					58—70	0.78	0.050	14.27	—
3	辛 2	常熟辛庄	湖积物	豎头烏山土	0—16	5.07	0.275	29.03	輕粘
4	辛 1	常熟辛庄	沼泽土	沼泽土	0—15	5.24	—	—	—
11	新 1	无錫新安	老沉积物	下等白土	0—16	1.87	0.117	14.95	重壤
					16—57	0.23	0.039	13.08	重壤
					57—75	0.51	0.042	20.79	重壤
12	新 2	无錫新安	老沉积物	中等黄泥土	0—18	2.66	0.159	18.28	輕粘
					32—62	0.79	0.045	17.63	重壤
					62—82	0.82	0.054	15.28	重壤
21	江 3	江宁农場	下蜀黄土	小粉土	0—13	1.77	0.103	16.47	重壤
22	江 1	江宁农場	下蜀黄土	青泥土	0—15	2.53	0.132	19.24	重壤
31	17	南京孝陵卫	下蜀黄土	黄馬肝	0—18	2.80	0.105	17.91	重壤
32	19	南京孝陵卫	下蜀黄土	黑馬肝	0—20	3.30	0.200	21.15	輕粘

二、試驗結果

(一) 有机-矿質复合体的含量

从表2結果可見,各种水稻土中复合体的含量有些共同之点,即 G₁ 組的含量随深度的加深而逐渐增多,而 G₂ 組的含量則与此相反。 G₀ 組在剖面中的分布情况,似因漬水

表 2 水稻土剖面中有机-矿质复合体的含量 (%)

土 号	深 度 (厘米)	层 次	组 别			G ₁ /G ₂
			G ₀	G ₁	G ₂	
1	0—18	A	15.0	17.3	19.6	0.9
	20—40	W ₁	24.3	15.0	10.8	1.4
	41—77	W ₂	22.6	33.7	3.7	9.0
2	0—15	A	9.4	30.6	11.5	2.7
	46—58	GA	36.4	38.5	6.9	5.6
	58—70	G	29.3	35.4	5.4	6.6
3	0—16	A	18.6	30.8	9.6	3.2
	30—40	GA	30.9	40.6	7.5	5.5
	40—64	G	31.6	47.7	6.6	7.2
4	0—15	AG	29.5	34.0	11.3	3.0
	38—62	G	16.1	15.1	4.9	3.1
11	0—17	A	29.4	18.2	8.7	2.1
	17—57	W ₁	23.4	29.2	2.5	11.8
	57—75	W ₂	23.8	31.4	5.1	6.2
12	0—18	A	40.2	13.8	13.8	1.0
	18—28	P	17.0	31.6	12.4	2.5
	28—62	W ₁	17.6	31.3	3.5	9.0
	62—82	W ₂	20.7	31.9	3.2	9.9
21	0—13	A	11.2	33.5	8.1	4.1
22	0—15	A	14.3	31.3	10.5	2.9
31	0—18	A	29.4	18.9	8.4	2.3
32	0—20	A	21.5	25.5	14.3	1.8

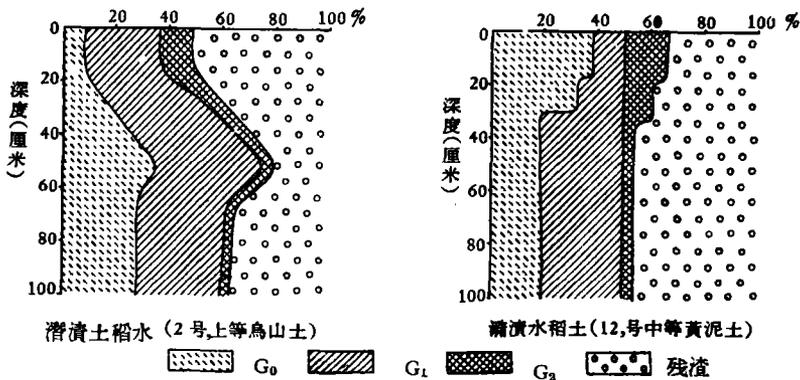


图 2 各組复合体在水稻土剖面中的分配

状况而有不同 (图 2)。由于 G₁ 和 G₂ 组在剖面中的分配不同,就引起它们的比值 (G₁/G₂) 产生一定的变化规律。从表 2 的结果中不难看出, G₁/G₂ 的比值是表土 < 心土 < 底土,唯有 11 号土的白土层中 G₂ 的含量有所反常,可能是白土层受到较强烈的淋溶,缺乏

鉄和有机质,难以形成大量的 G_2 。

各水稻土中表层以下土层所含的 G_2 一般在 3—7% 之間,变幅較小,而在它們的表层及 1 号土的 W_1 层和 12 号土的 P 层中 G_2 的含量則在 8—20% 之間,变幅較大,这可能是受人為的干預不同施肥和耕作所引起的。

表 3 土壤及各組复合体的化学組成

土 号	层 次	組 別	化 学 組 成			SiO_2/Fe_2O_3
			SiO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3	
1	0—18	原 土	71.72	5.81	15.66	32.80
		G_0	62.26	8.19	20.71	20.20
		G_1	60.35	8.78	22.04	18.28
		G_2	58.37	10.11	22.54	15.66
2	0—15	原 土	70.69	5.30	16.32	35.54
		G_0	64.22	8.07	20.12	21.19
		G_1	60.18	8.84	20.67	18.05
		G_2	59.92	9.19	23.14	17.22
	46—58	原 土	62.86	8.05	20.26	20.75
		G_0	58.45	8.96	23.31	17.34
		G_1	57.95	10.22	23.29	15.07
		G_2	57.97	9.78	20.84	15.75
	58—70	原 土	64.24	9.44	17.56	18.09
		G_0	58.74	10.58	20.44	14.76
		G_1	57.01	10.56	22.24	14.35
		G_2	52.87	16.99	18.86	8.27
3	0—16	原 土	67.98	5.38	17.90	33.53
		G_0	61.39	7.40	22.63	22.03
		G_1	60.66	8.88	22.89	18.17
		G_2	58.58	8.15	22.85	19.23
11	0—16	原 土	75.43	4.24	8.89	37.94
		G_0	70.17	6.00	17.79	31.12
		G_1	66.51	7.59	20.02	23.37
		G_2	—	—	—	—
12	0—18	原 土	72.86	5.94	15.98	36.60
		G_0	66.85	7.27	20.45	24.44
		G_1	63.64	8.22	20.84	20.57
		G_2	69.29	7.46	17.50	24.69
	32—62	原 土	74.21	6.12	14.70	32.23
		G_0	63.87	8.32	24.47	20.40
		G_1	60.81	9.59	22.25	16.85
		G_2	64.20	11.15	—	15.30
	62—82	原 土	73.54	5.88	16.22	33.24
		G_0	64.03	7.91	20.40	21.51
		G_1	62.21	8.73	23.37	18.94
		G_2	63.80	12.29	17.17	13.80

(二) 各組复合体的化学組成

各种水稻土的硅、鋁、鉄含量,大体相近似,只是潛漬作用較強的土层, SiO_2 含量較低而 Fe_2O_3 含量較高(表 3)。但各水稻土中各組复合体的化学組成則有很大的不同。 SiO_2 的含量及 $\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$ 是 $G_0 > G_1 > G_2$, 而 Fe_2O_3 則与此相反,即 G_2 組中 Fe_2O_3 的含量比 G_0 和 G_1 組为高,这些情况在潛漬性水稻土中最为明显。在沼泽土起源的水稻土中,由于脫沼泽的程度不同, Fe_2O_3 在各組复合体中的含量也具有一定的区别,潛漬水稻土(3号土)耕层中 G_1 和 G_2 組的 Fe_2O_3 含量分别为 8.88 和 8.15, 潛漬-潛漬水稻土(2号土)耕层中 G_1 和 G_2 則分别为 8.84 和 9.19, 潛漬-潷漬水稻土(1号土)耕层中为 8.78 和 10.11, 随着潷漬过程的发展,而使 G_1 和 G_2 中含鉄量的差距逐渐明显。

从表 3 中还可看出,各种水稻土及其各組复合体的 $\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$ 分子比率均随着深度的增加而减小(图 3), 說明鉄在向下淋溶而又淀积在 G_2 組中为最多。

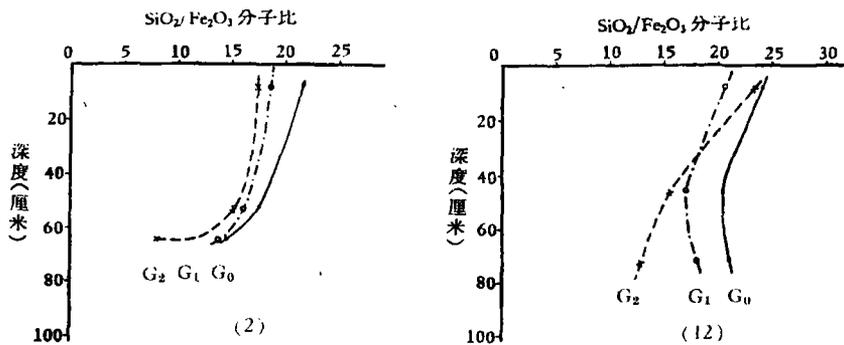


图 3 剖面中各組复合体 $\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$ 分子比的变化

表 4 各組复合体中活性鉄的含量

土 号	組 别	活性鉄毫克/100 克样本				
		Fe^{+++}	Fe^{++}	总 量	$\text{Fe}^{++}/\text{Fe}^{+++}$	占全鉄%
2	G_0	534	90	624	5.9	11.0
	G_1	561	138	698	5.0	11.3
	G_2	667	154	820	4.3	12.7
3	G_0	349	152	500	2.3	9.7
	G_1	415	170	584	2.4	9.5
	G_2	425	142	566	3.0	9.9
12	G_0	542	32	574	16.0	13.7
	G_1	491	56	546	8.8	10.3
	G_2	1059	53	1112	20.0	21.3
21	G_0	433	31	464	14.1	7.8
	G_1	415	39	454	10.6	7.4
	G_2	1196	37	1233	32.4	12.6
22	G_0	748	53	800	14.1	16.6
	G_1	747	64	810	11.9	13.7
	G_2	1425	79	1504	18.1	21.1

(三) 各組复合体中活性鉄的含量

潛漬水稻土的各組复合体中活性鉄的总量比較相近,潛漬水稻土(3号土)中 G_0 、 G_1 、 G_2 組的活性鉄总量分别为 500、584、566 毫克/100 克复合体, 占全鉄含量的百分率在 9—10% 之間。瀦漬-潛漬水稻土(2号土)中 G_0 、 G_1 、 G_2 組的活性鉄含量分别为 624、698、820 毫克, 占全鉄含量 11.0—12.7%。瀦漬水稻土中各組复合体的活性鉄含量差异較大, G_0 与 G_1 中活性鉄的含量很相近, 而 G_2 組中活性鉄的含量最高, 比 G_0 或 G_1 高至二倍以上, 占全鉄的百分率也是如此(表 4)。由这些情况看来, 活性鉄的形成和累积不仅要有还原条件, 还要有氧化条件, 即土壤具有还原过程和氧化过程相互交替的可能性越大, 越有利于活性鉄的形成和积累。从高低鉄的比值(表 4)也可以看出潛漬水稻土远比瀦漬水稻土为低, 前者在 2—6, 而后者在 10 以上, 甚至有高出 20 的。

三、討 論

上述材料表明, 各种水稻土随着熟化程度的提高, 耕层中 G_2 組复合体的含量都有所增加, 而 G_1/G_2 的比值則是降低的, 这一变化規律在图 4 中显示得更为清楚。这表明在熟化过程中土壤环境条件的改变与 G_2 組的生成所要求的条件是一致的。A. Φ. 丘林认为: G_2 組的生成, 除了作为基本原料一定量的有机和矿质部分外, 还需要具有适宜的氧化还原交替条件。本試驗中发现处于还原条件下的潛育层中也有 G_2 組存在, 这可能是“抗还原性”的 G_2 , 尚待研究。

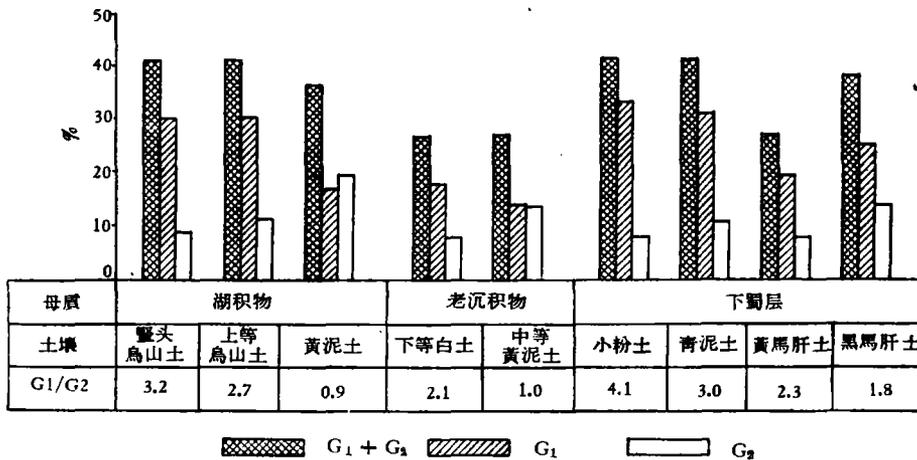


图 4 各种水稻土的耕层中有机-矿质复合体的分配

各种水稻土中 G_2 組的形成条件是不同的。潛漬水稻土中作为形成 G_2 組的基本原料并不缺少, 如 2 号土(蟹头烏山土)中有机质含量約 5%, 已不算少, 但由于經常处于淹水还原条件下, 不利于 G_2 組的形成, 在耕层中只殘存部分“抗还原性”的 G_2 。但是由于人为的长期耕作, 施肥, 填高土层, 降低地下水位, 促进脫沼泽过程的进一步发展, 形成瀦漬-潛漬水稻土(2号土, 上等烏山土)或瀦漬-瀦漬水稻土(1号土, 黄泥土), 可进行稻麦輪作, 使它們具有一个氧化还原, 干湿交替的过程, 为 G_2 組的形成提供了有利条件。因此瀦漬-瀦漬(1号土)水稻土表层中 G_2 組的含量約 19.6%, 比潛漬水稻土(3号)高一倍左

右, G_1/G_2 的比值則較低, 1 号土是 0.9, 3 号土是 3.2。其次, 表 3 所示結果, 1、2、3 号土壤表层 G_2 的 SiO_2/Fe_2O_3 分别为 15.66、17.22、19.23, 表明这三个供試样本中 G_2 組含量的增长与其 G_2 組 SiO_2/Fe_2O_3 降低所需要的环境条件是一致的。土壤經過脫沼澤过程, 地下水位降低, 土壤才有干湿交替的可能。在这种情况下, 鉄的变动最大, 瀘漬层中的鉄錳斑点, 表层 G_2 組的增多, 都可以說明这个問題。在同一剖面中由底土到表层 G_1/G_2 的比值都有所降低。在各种水稻土的剖面中, 除耕层以外各发生层次內各組复合体的分配大体相近, 如 2、3 号土的埋藏表土 (GA) 中, G_1/G_2 的比值都在 5 左右, 其他几个发生层次亦是如此, 显然是同一发生层次所处的环境条件是基本一致的。

瀘漬水稻土与潛漬水稻土的熟化过程是有所区别的^[2], 但复合体的变化則有共同之点, 即随着熟化程度的提高, G_2 組的含量也有所增多。本文中所研究的瀘漬水稻土, 地下水位較低, 从 G_2 組形成所要求的氧化还原条件來說是适宜的, 但是由于有机质含量較少, 所以肥力低的水稻土 (11 及 21 号土) 的耕层中 G_2 組的含量比肥力較高的水稻土 (12 及 22 号土) 要低一些。在生产实践中, 羣众对这类土壤的改良, 主要是通过增施有机质肥料来提高它們的熟化程度。

四、摘 要

本文主要研究苏南地区水稻土的水漬状况与土壤有机-矿质复合体的关系, 初步結果总结有下面几点:

1. 水稻土中 G_1 組的含量随土层的深度而增加, G_2 組的含量則与此相反。 G_0 組在剖面中的分布情况, 似因漬水状况而有不同。
2. 各組有机-矿质复合体的化学組成有所不同, SiO_2/Fe_2O_3 的比率是 $G_0 > G_1 > G_2$, 活性鉄的含量多为 $G_2 > G_1 \geq G_0$ 。
3. 水稻土中 G_1/G_2 的比值是随着熟化程度的提高而减小。
4. 在同一剖面中, 从底土到表土, G_1/G_2 的比值由高到低。

参 考 文 献

- [1] 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, 1962。
- [2] 中国科学院土壤研究所农业丰产总结組: 水稻土丰产的土壤环境及其调节。土壤学报, 9 卷 1—2 期, 1961。
- [3] A. Ф. Тюлин: Вопросы почвенной структуры в лесу. «Почвоведение», № 10, 1946。
- [4] A. Ф. Тюлин: Вопросы почвенной структуры в лесу. «Почвоведение», № 1, 1955。

ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ РИСОВЫХ ПОЧВ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ЦЗЯНСУ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОДНОГО РЕЖИМА ПОЧВ

Хэ Цюнь

(Почвенный институт АН КНР)

(Резюме)

По аналитическим данным можно дать следующие первоначальные выводы.

1. Содержание G_1 в рисовых почвах увеличивается с глубиной почвы, а содержание G_2 уменьшается; содержание G_0 в профилях почв изменяется в зависимости от водного режима почв.

2. Химический состав у разных групп комплексов неодинаков. В них отношение SiO_2/Fe_2O_3 увеличивается по порядку $G_2 < G_1 < G_0$. Содержание свободного железа в них обычно изменяется по порядку $G_2 > G_1 \geq G_0$.

3. Отношение G_1/G_2 в рисовых почвах, развитых на одних и тех же материнских породах, уменьшается по мере повышения окультуренности.

4. Отношение G_1/G_2 в профилях почв уменьшается с подпочвы до пахотного горизонта.