

果园红壤有机无机复合体性质的初步研究

郭成达

(福建师范大学地理系, 350007)

摘 要

对果园红壤各级有机无机复合体的一些主要性质测定结果表明: $< 10\mu$ 各级复合体的碳氮含量明显地高于 $> 10\mu$ 的各级复合体。随着复合体粒径的增大, C/N 逐渐增大; 松结合态腐殖质占该粒径腐殖质总量的百分率逐趋减少, 紧结合态腐殖质的百分率逐趋增加, 松结合态/紧结合态腐殖质逐趋下降; HA/FA 逐渐增大、胡敏酸 E_4/E_6 。从粘粒至粉砂粒和砂粒复合体逐趋减小、腐殖质氧化稳定性逐渐提高; 游离态和无定形氧化铁含量逐渐减少; 阳离子代换量逐渐下降。红壤垦植后因土壤的培肥条件、熟化程度和利用方式等不同, 各复合体性质也发生相应的变化。增施有机肥有利促进各复合体, 特别是粘粒复合体有机质的活化。

关键词 果园红壤, 有机无机复合体, 耕作影响

土壤有机无机复合体是土壤肥力的重要物质基础, 其组成和特性对土壤的理化生物性质都有重要的影响。许多研究者对此已做了大量工作, 但对果园红壤各级复合体的研究还较少, 本工作仅就这方面做些初步研究。

一、样品和方法

(一) 样品

供试土样采取福建省建阳县和长泰县等地不同肥力的柑桔园红壤。此外还采集了同地区的荒地(红壤或赤红壤)及相应的水稻土(黄泥田)和菜园土等土样, 以与果园红壤作比较。各类土壤的基本性质和利用情况见表 1。

(二) 方法

原土复合度和复合量: 用比重分组法^[1]。以比重为 2.0 的杜列液分离出重组土样, 并根据所测定的全土和重组有机碳含量计算原土复合度和复合量。

各级有机无机复合体的分离: 取一定量重组样品, 加入蒸馏水(水土比为 10:1), 置往返式振荡机上振荡 30 分钟, 再用超声波(21.5KH, 300mA)分散 5 分钟, 然后用沉降法分离出细粘粒($< 1\mu$)、粗粘粒(1—2 μ)、细粉砂粒(2—5 μ)、中粉砂粒(5—10 μ)、粗粉砂粒(10—15 μ)和砂粒(50—250 μ)等各级复合体。不同土壤各级复合体的含量列于表 2。

其他项目: 有机质用重铬酸钾法; 全氮用开氏法; 不同结合态腐殖质用付积平改进法^[2]; 腐殖质组成为焦磷酸钠-氢氧化钠混合液提取法; 胡敏酸光密度以液层厚度 1cm、碳浓度为 0.136C/L 的胡敏酸提取液测定, E_4 和 E_6 分别为波长 465m μ 和 665m μ 的光密度; 腐殖质氧化稳定性系数用袁可能^[3]改进方法; 游离态和无定形氧化铁分别用连二硫酸钠溶液和草酸-草酸铵溶液提取、邻啡罗啉比色法测定; 阳离子代换量用醋酸铵法。

表 1 供试土壤基本性质

Table 1 Basic properties of soils used in the experiment

土壤 Soil	土壤 编号 Soil No.	采样 地点 Locality	肥力水平 Fertility level	深度 (cm) Depth	pH (H ₂ O)	有机质 (g/kg) O.M.	全氮 (g/kg) Total N	C/N	HA/FA	阳离子 代换量 [cmol (+)/kg] CEC	游离铁 Fe ₂ O ₃ (g/kg) Free Fe	无定形铁 Fe ₂ O ₃ (g/kg) Amorp- hous Fe	铁活化度 (Fe _o / Fe _d) Acti- vity of Fe	利用情况 Situation of utilization
果园红壤	1	福建省 建阳县	中等	0—30	4.64	16.53	0.972	9.87	0.19	8.31	34.32	2.57	0.075	种植柑桔 22 年
	2		较低	0—30	5.26	12.80	0.870	8.54	0.14	7.17	32.89	3.07	0.093	种植柑桔 8 年
果园红壤 荒地 (红壤)	3	福建省 建阳县	中等	0—30	4.15	17.28	1.148	8.74	0.11	9.42	45.05	3.50	0.078	原为苗圃, 改种柑桔 3 年, 近期 进行扩穴施有机肥改土
	4		中等	0—30	4.26	20.19	0.895	13.08	0.10	8.13	40.04	1.07	0.027	稀疏马尾松、芒萁骨、灌丛
果园红壤 荒地 (赤红壤)	5	福建省 长泰县	较低	0—30	5.94	15.13	0.806	10.89	0.11	7.90	27.89	3.15	0.113	种植柑桔 4 年, 尚未进行扩穴 施有机肥改土
	6		中等	0—30	4.60	18.71	0.893	12.29	0.23	11.09	25.74	1.73	0.460	茅草、矮灌
菜园土	7		较高	0—30	7.42	22.07	1.298	9.86	0.67	8.46	18.59	10.01	0.540	种植蔬菜
水稻土 (黄泥田)	8		中等	0—15	5.34	17.38	1.024	9.84	0.24	5.28	25.74	4.15	0.161	双季稻

二、结果和讨论

(一) 土壤有机无机复合状况

表 3 可见,果园红壤的原土复合度较高,可达 86—93%,但不同土壤的原土复合度与其肥力水平无一定的相关性。原土复合量是反映土壤中与矿物质复合的有机质数量,表 3 分析资料还表明,土壤肥力愈高,其原土复合量也愈大,而且与全土和重组的有机质含量均呈明显的正相关(图 1),可见原土复合量可以反映土壤的肥力状况。付积平等对太湖地区水稻土的研究也有类似的结果^[4],说明原土复合量与肥力之间的关系,旱地与水田是一致的。

表 2 土壤各级复合体的含量(%)

Table 2 The contents of complexes of various sizes in the soils

土壤编号 Soil No.	粒径 (μ) Diameter of particle					
	<1	1—2	2—5	5—10	10—15	50—250
1	15.81	7.28	9.68	9.08	9.85	48.30
2	21.37	8.40	9.09	7.59	8.14	44.41
3	20.66	9.92	11.69	9.28	8.24	41.00
4	23.21	10.87	12.06	7.98	5.98	39.73
5	21.81	7.30	8.03	7.19	6.68	49.02
6	18.69	7.74	8.96	7.65	7.02	49.94
7	6.98	4.12	6.22	7.06	8.40	63.31
8	17.55	7.25	8.60	8.06	9.11	49.43

表 3 土壤有机无机复合状况

Table 3 The status of organo-mineral complexes in soil

土壤编号 Soil No.	有机碳 (g/kg) Organic carbon			原土复合量 (g/kg) Quantity of complexing	原土复合度(%) Degree of complexing
	全土 Whole soil (W)	重组 Heavy fraction (H)	H/W		
1	9.59	9.14	0.95	8.95	93.32
2	7.43	6.55	0.88	6.41	86.27
3	10.03	9.43	0.94	9.21	91.82
4	11.71	10.76	0.92	10.55	90.09
5	8.78	8.32	0.95	8.18	93.17
6	10.85	8.75	0.81	8.42	77.60
7	12.80	9.44	0.74	9.16	71.56
8	10.08	9.91	0.98	9.60	95.23

(二) 土壤各级有机无机复合体的性质

1. 各复合体的碳、氮含量 从表 4 可见,在大多数的荒地和果园红壤中, $<10\mu$ 各复合体的碳、氮含量均明显地高于 $>10\mu$ 的各复合体,其中又多以细粉砂粒为最高,即从细粘粒至细粉砂粒,碳、氮含量逐渐增加,之后随着复合体粒径的增大又依次减少,至砂粒

则有明显的下降;但 C/N 则是随复合体粒径的增大有逐渐变宽的趋势。从各复合体碳、氮含量占重组总碳、总氮的百分率看,或是粉砂粒>粘粒>砂粒,或是粘粒>粉砂粒>砂粒,其中粉砂粒所占碳、氮的百分率可分别达34—44%和32—45%。可见土壤中的碳、氮并非都主要集中在粘粒,也有相当部分可与粉砂粒结合,这在其他土壤也有类似的情况^[8,9]。

2. 各复合体不同结合态腐殖质含量和腐殖质组成与特性 由表4可见,在同一土壤的各复合体中,不同结合态腐殖质含量占该粒级腐殖质总量的百分率除<1 μ 复合体是松结合态>紧结合态>稳结合态外,其余的均是紧结合态>松结合态>稳结合态,其中又以松、紧结合态腐殖质所占百分率为较大,分别为30—58.48%和38—65.16%,稳结合腐殖质大多仅占3—5%。随着复合体粒径的增大,松结合态腐殖质所占的百分率有逐渐减少趋势,紧结合态腐殖质有逐渐增大趋势,因此,松结合态/紧结合态腐殖质(A/C)也随之逐趋下降;但稳结合态腐殖质所占的百分率未见有一定的变化规律。

对腐殖质组成和特性的测定结果表明,虽然所测定的 HA/FA 似有偏低之嫌,但在同一土壤中仍可看出,随着复合体粒径的增大,HA/FA 有逐渐增大趋势,胡敏酸 E₄/E₆ 值从粘粒至粉砂粒和砂粒呈下降趋势,说明其分子量和芳构化度逐趋提高。土壤腐殖质的氧化稳定性,实质上是反映了腐殖质抗生物分解能力。从表4可见,果园红壤和荒地各复合体腐殖质氧化稳定性系数(K_o)可变动在0.28—0.91。同一土壤,随着复合体粒径的增大,K_o值有逐渐升高的趋势,这与上述各复合体不同结合态腐殖质的比例和腐殖质组成与特性的变化基本是一致的,即随着复合体粒径的增大和 A/C 逐渐下降、HA/FA 逐渐增大、E₄/E₆ 逐渐减小,相应的 K_o 值也逐趋提高。

从比较粘粒与粉砂粒复合体可见,前者碳、氮含量较高,活性腐殖质所占比例较大,腐殖质氧化稳定性较小,因此它在决定土壤养分的储量和有效养分的供应上都有重要的意义。周礼恺等研究也指出,红壤各复合体有效氮含量随粒径的增大而减少^[7]。后者虽然碳、氮含量也较高,但活性腐殖质所占的比例相对较小,腐殖质的氧化稳定性相对较高,因此它对土壤有效养分的供应可能相对较小。Anderson, D. W. 等、Tiessen, H. 等和 Christensen, B. T. 等对其他一些旱地土壤不同粒径特性的研究也有类似的结果,因而认为与粘粒结合的有机质,在土壤养分的中、短期循环中起重要作用,而与粉砂粒结合的有机质可能在土壤有机质的长期循环中起重要作用^[9-11]。

3. 各复合体游离氧化铁和阳离子代换量 从表5可见,果园红壤各复合体游离氧化铁含量较高。随着复合体粒径的增大,游离态和无定形氧化铁含量均逐渐下降。肥力中等的果园红壤铁的活化度一般也有随复合体粒径的增大而下降的趋势。

从表5可见,果园红壤各复合体阳离子代换量差异较大,变动范围在1—18 [cmol

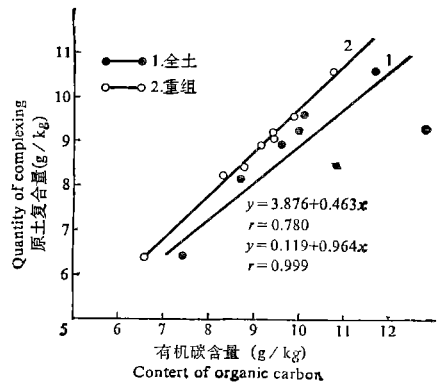


图1 土壤有机碳含量与原土复合度的关系
Fig. 1 Correlation between the quantity of complexing and the content of soil organic carbon

表 4 各复合体碳、氮含量和腐殖质特性
Table 4 The C and N contents and properties of humus in complexes of various sizes

土壤 编号 Soil No.	粒径 (μ) Diamete- r of particle	碳 Carbon		氮 Nitrogen		C/N	腐殖质结合形态(占总碳%) Combined humus (% of total C)				HA/FA ²⁾	E ₄ /E ₆ ²⁾	腐殖质氧化 稳定性系数 K _{os}
		含量 (g/kg)	占重组 总碳(% ¹⁾)	含量 (g/kg)	占重组 总氮(% ¹⁾)		松结合态 (A)	稳结合态 (B)	紧结合态 (C)	A/C			
1	<1	14.46		1.650	41.00	8.76	56.91	2.70	40.39	1.40	0.062	8.02	0.56
	1-2	15.16	38.20	1.983		7.64	44.92	3.43	51.65	0.87			0.57
	2-5	16.82	43.82	1.970	42.00	8.54	41.38	3.69	54.93	0.75	0.120	6.88	0.66
	5-10	14.70		1.650		8.91	38.64	2.38	58.98	0.66			0.65
	10-50	9.84	18.00	0.857	17.00	11.48	33.13	3.56	63.31	0.52	0.181	6.90	0.91
	50-250	3.38		0.359		9.42	37.86	1.18	60.96	0.62			0.84
2	<1	10.14		1.356	53.09	7.48	58.48	3.06	38.46	1.52	0.145	8.38	0.41
	1-2	10.71	50.00	1.529		7.00	45.75	4.86	49.39	0.93			0.46
	2-5	13.00	34.38	1.605	37.04	8.10	37.15	2.69	60.16	0.62	0.056	5.71	0.68
	5-10	12.69		1.343		9.45	33.81	1.89	64.30	0.53			0.77
	10-50	8.69	15.63	0.761	9.88	11.42	32.68	4.60	62.72	0.52	0.134	5.42	0.83
	50-250	2.26		0.179		12.63	31.42	10.62	57.96	0.54			0.85
3	<1	12.24		1.235	41.00	9.91	57.52	4.00	38.48	1.49	0.036	7.50	0.28
	1-2	13.42	40.21	1.516		8.85	48.09	3.51	48.40	0.99			0.29
	2-5	16.03	43.30	1.618	43.00	9.91	39.11	4.99	55.90	0.70	0.180	6.42	0.41
	5-10	15.99		1.593		10.04	36.96	5.07	57.97	0.64			0.50
	10-50	11.39	16.49	0.953	16.00	11.95	34.86	7.11	58.03	0.60	0.23	7.10	0.71
	50-250	3.44		0.358		9.61	33.43	7.85	58.72	0.57			0.72
4	<1	12.54		1.074	44.94	11.68	54.07	3.83	42.10	1.28	0.082	7.26	0.45
	1-2	14.06	42.72	1.420		9.90	47.23	4.84	47.93	0.99			0.43
	2-5	18.25	43.69	1.554	44.94	11.74	35.62	3.18	61.20	0.58	0.131	6.45	0.49
	5-10	20.12		1.855		10.85	32.31	2.93	64.76	0.50			0.55
	10-50	15.85	13.59	1.107	10.11	14.32	30.73	6.44	62.83	0.49	0.135	8.60	0.51
	50-250	3.63		0.227		15.99	34.16	7.71	58.13	0.59			0.52

5	<1	13.60	49.40	1.253	53.62	10.85	48.01	3.90	48.09	1.00	0.063	7.71	0.47
	1-2	14.50		1.230		10.90	39.17	4.48	56.35	0.70			0.47
	2-5	14.95	34.94	1.381	32.23	10.83	34.18	5.08	60.74	0.56	0.224	7.12	0.50
	5-10	11.87		1.100		10.79	31.84	5.56	62.60	0.51			0.58
	10-50	11.71	15.66	0.870	10.14	13.46	29.29	5.55	65.10	0.45	0.233	7.59	0.69
	50-250	2.52		0.135		18.81	29.53	8.66	61.81	0.48			0.91
6	<1	16.73	47.48	1.432	46.91	11.68	52.06	3.23	44.71	1.16	0.050	10.98	0.30
	1-2	18.57		1.381		13.45	41.90	5.17	52.93	0.79			0.25
	2-5	19.29	39.36	1.855	43.21	10.40	38.00	3.47	58.53	0.65	0.107	7.00	0.23
	5-10	15.52		1.509		10.28	35.12	4.06	60.82	0.58			0.37
	10-50	11.30	12.77	0.908	9.88	12.44	34.78	4.34	60.88	0.57	0.134	5.78	0.48
	50-250	2.46		0.167		14.73	35.37	6.91	57.72	0.62			0.65
7	<1	28.85	32.65	3.121	38.40	9.24	48.67	4.71	46.62	1.04	0.53	3.53	0.72
	1-2	29.22		3.127		9.34	35.08	14.92	50.00	0.70			0.74
	2-5	28.72	46.94	2.891	46.15	9.93	28.83	9.47	61.70	0.47	0.73	3.57	0.82
	5-10	22.52		1.944		11.58	27.44	6.35	66.21	0.41			0.78
	10-50	14.69	20.41	1.138	15.38	12.91	28.66	5.98	65.35	0.44	0.45	4.42	0.77
	50-250	3.02		0.212		14.25	26.70	2.32	70.98	0.38			0.86
8	<1	15.84	41.24	1.739	45.10	9.11	46.09	3.47	50.44	0.91	0.065	9.72	0.46
	1-2	17.10		2.059		8.31	44.15	4.56	51.21	0.86			0.31
	2-5	16.02	36.08	1.791	33.33	8.94	31.40	4.43	64.17	0.49	0.293	8.27	0.53
	5-10	11.84		1.241		9.54	29.65	5.74	64.61	0.46			0.52
	10-50	11.83	22.68	0.946	21.57	12.51	28.49	4.82	66.69	0.43	0.348	9.75	0.56
	50-250	4.34		0.435		9.98	29.03	8.06	62.91	0.46			0.59

1) 各粒级碳(或氮)含量×各粒级占重组重量的%。表中数据分别代表粘粒(<2 μ)、粉砂粒(2-50 μ)和砂粒(50-250 μ)各复合体 C、N 所占的%

2) 分别代表 <2 μ , 2-10 μ 和 10-250 μ 各级复合体的 HA/FA 和 E₄/E₆。

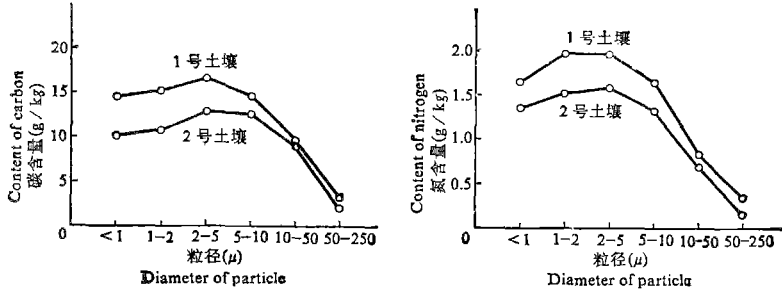


图2 不同肥力土壤各复合体碳、氮含量

Fig. 2 C and N contents of various complexes in soils with different fertility

(+)/kg] 之间,一般是随着复合体粒径的增大而逐渐减少。众所周知,土壤阳离子代换量的高低取决于土壤所载负电荷的数量。由于红壤粘土矿物一般以高岭石为主,永久负电荷甚少,因此其阳离子代换量主要受可变负电荷的影响,该电荷除部分来自于层状粘土矿物边缘的 $Al-OH$ 和 $Si-OH$ 外,主要是来自于腐殖质和氧化物;但从表5可见,同一土壤各复合体阳离子代换量与其有机质含量无相关性,而与游离态和无定形氧化铁含量有明显相关性,相关系数多在0.978以上。陈家坊研究指出,由于红壤富含游离氧化铁,其活性较大,又常以胶膜形式包被在粘土矿物表面,从而提高了粘粒的羟基化表面,使之在中性醋酸铵溶液的作用下产生了较多的表观负电荷,相应的阳离子代换量测定值也高于交换性阳离子总量,因而认为我国红壤、黄壤和砖红壤阳离子代换量的差异由氧化铁引起的可能性较大^[6]。看来这种情况也同样表现在果园红壤的各级复合体中。

(三) 耕作对各复合体性质的影响

红壤垦植后因土壤的培肥条件、熟化程度和利用方式等的不同,各复合体的性质也发生相应的变化。从表4同一地区不同肥力的1号和2号土壤比较可见,前者各复合体的碳、氮含量均较后者高,而且颗粒愈小,差异愈大,说明土壤在熟化过程中较小复合体碳、氮的增加量更大(图2)。Christensen, B.T. 等试验也证明,土壤经多年施用有机肥和氮肥培育后,其粘粒和粉砂粒碳、氮均有富集,富集量和富集系数均是粘粒大于粉砂粒^[10,12]。果园红壤施用有机肥还有利促进各复合体,特别是粘粒复合体有机质的更新和活化以及一些其他土壤性质的相应变化。如表4、表5中的3号土壤,由于近期进行扩穴施用有机肥改土,有较多新鲜有机质进入土壤,使之与荒地(4号)比较,大部分复合体 A/C 提高;粘粒复合体的 HA/FA 下降、 E_4/E_6 增大、 $K_{0.5}$ 降低;各复合体氧化铁活化度和粘粒的阳离子代换量提高。相反,未经扩穴改土的5号土壤与荒地(6号)比较,各复合体的 A/C 均下降;粘粒复合体胡敏酸的芳构化度、各复合体的 HA/FA 和 $K_{0.5}$ 均提高;各复合体的氧化铁活化度和阳离子代换量均下降。这可能是由于该土壤未施用有机肥,随着时间的进展,原土壤中较活性腐殖质一部分被分解,另一部分进一步老化所致。同理,老果园(1号)由于果树密蔽、根系密集,致使多年不能进行扩穴改土,其腐殖质也逐趋老化,表现在与同地区肥力较低土壤(2号)比较,粘粒的 A/C 和 E_4/E_6 相对更低,而 $K_{0.5}$ 则相对更高,此外红壤开垦后利用方式不同,对各复合体性质也有一定影响。老菜园土是在人工精心培育

表 5 各复合体游离铁含量和阳离子代换量

Table 5 The content of free iron and CEC of complexes of various size

土壤 编号 Soil No.	粒 径 (μ) Diameter of particle	氧化铁 Iron oxide			阳离子代换量 [$\text{cmol}(+)/\text{kg}$] CEC
		游离态 Fe_2O_3 (g/kg) (Fe_d)	无定形 Fe_2O_3 (g/kg) (Fe_o)	铁的活化度 Activity (Fe_o/Fe_d)	
1	<1	55.77	4.72	0.085	16.68
	1-2	60.78	4.36	0.072	15.48
	2-5	48.62	3.86	0.079	13.92
	5-10	38.61	2.93	0.076	9.66
	10-50	24.31	1.50	0.062	4.33
	50-250	12.16	0.93	0.076	1.62
2	<1	58.63	4.72	0.081	18.51
	1-2	56.49	4.58	0.081	17.00
	2-5	47.19	3.86	0.082	14.71
	5-10	36.47	2.93	0.080	9.94
	10-50	20.02	1.75	0.087	3.77
	50-250	7.87	0.72	0.091	1.01
3	<1	78.66	5.11	0.065	16.07
	1-2	75.08	4.86	0.065	14.90
	2-5	71.51	4.43	0.062	14.90
	5-10	59.71	3.47	0.058	12.50
	10-50	38.26	2.11	0.055	5.21
	50-250	18.50	1.11	0.060	1.56
4	<1	62.21	2.36	0.030	15.77
	1-2	61.49	2.15	0.035	14.40
	2-5	55.77	1.57	0.028	16.44
	5-10	63.64	1.29	0.020	16.09
	10-50	52.20	1.00	0.019	5.10
	50-250	23.77	0.39	0.016	1.23
5	<1	65.07	5.51	0.085	15.76
	1-2	53.63	5.72	0.107	18.75
	2-5	38.61	4.08	0.106	13.60
	5-10	25.74	3.15	0.122	8.31
	10-50	22.88	1.86	0.081	4.47
	50-250	13.59	—	—	—
6	<1	50.05	6.72	0.134	22.69
	1-2	49.34	6.51	0.132	22.49
	2-5	39.33	5.65	0.144	18.01
	5-10	30.75	4.79	0.156	15.96
	10-50	17.16	2.93	0.171	4.80
	50-250	12.87	—	—	—
7	<1	41.47	10.37	0.250	39.44
	1-2	42.90	9.44	0.220	—
	2-5	35.04	6.72	0.192	27.58
	5-10	21.45	4.43	0.208	18.72
	10-50	18.59	2.79	0.150	10.68
	50-250	13.59	—	—	1.39
8	<1	52.91	5.29	0.100	14.32
	1-2	50.05	6.15	0.122	19.49
	2-5	42.90	5.93	0.138	13.12
	5-10	33.61	5.43	0.162	7.54
	10-50	24.31	3.58	0.147	4.18
	50-250	10.01	—	—	0.73

下的高肥土壤,土壤有机质含量高且腐殖化作用强烈。因此各复合体的碳氮含量、HA/FA、胡敏酸的芳构化度、 K_{0s} 、氧化铁的活化度和阳离子代换量等均明显高于同地区的果

园红壤。虽然各复合体的 A/C 值未见比果园红壤明显提高,但因其有机质含量高,松结合态腐殖质的绝对量也较高,仍然可以保证有较强的有效养分供应能力。黄泥田与同地区果园红壤比较,最明显的差异是各复合体的 HA/FA 相对较高,而胡敏酸的芳构化度却较低。这表明水稻土与同地区自然植被下或旱耕条件下的土壤比较,其腐殖质的 HA/FA 比值常较大,而胡敏酸的光密度较低的特性^[7],也同样反映在土壤的各复合体中。

参 考 文 献

1. 付积平、张绍德、褚金海, 1978: 土壤有机无机复合度测定法。土壤肥料, 第 4 期, 40—41 页。
2. 付积平, 1983: 土壤结合态腐殖质的分组测定。土壤通报, 第 2 期, 36—37 页。
3. 袁可能, 1963: 土壤有机矿物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 3 期, 286—293 页。
4. 付积平、张敬森、熊毅, 1983: 太湖地区水稻土复合胶体的特性。土壤学报, 第 20 卷 2 期, 112—127 页。
5. 周礼恺、严昶昇、武冠云、陈恩凤, 1986: 土壤肥力实质研究 III. 红壤。土壤学报, 第 23 卷 3 期, 193—203 页。
6. 李庆远主编, 1983: 中国红壤。91—101 页, 科学出版社。
7. 熊毅、李庆远主编, 1990: 中国土壤(第二版)。390—404 页, 科学出版社。
8. Broersma K. and Lavkulch M., 1980: Organic matter distribution with the partical-size in surface horizons of some sombric soils in Vancouver island. *Can. J. Soil Sci.*, 60:583—586.
9. Anderson D. W., Sagger S., Bettang J. R. and Stewart L. W., 1981: Particle size fraction and their use in studies of soil organic matter, I The nature and distribution of form od carbon, nitrogen and sulfur. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 45:765—772.
10. Christensen B. T. and Sorensen L. H., 1985: The distribution of native and labelled carbon between soil particle size fraction isoland from long-term incubation experiments. *J. Soil Sci.*, 36:219—229.
11. Tiessen H. and Stewart B., 1983: Particle-size fraction and their use in studies of soil organic matter. II. Cultivation effects on organic matter composition in size fraction. *Soil Sic. Soc. Am. J.*, 47:500—514.
12. Christensen B. T. and Sorensen L. H., 1986: Nitrogen in particle size fraction of soil incubated for five years with ¹⁵N-ammonium and ¹⁴C-hemicellulos. *Soil Sic.*, 37: 241—247.

A PRELIMINARY STUDY ON THE CHARACTERISTICS OF ORGANO-MINERAL COMPLEXES OF RED SOILS IN ORANGE PLANTATIONS

Guo Chengda

(Department of Geography, Fujian Normal University)

Summary

Samples used in the experiment were collected from red soils with various fertility levels in the orange plantations of Jianyang and Chantai, Fujian. After the light fraction being removed from the soil, oscillation and ultrasonic dispersion were used to isolate the various organo-mineral complexes from heavy fraction in water. The main characteristics of various complexes are demonstrated as follows:

1. Complexing degree of red soil in plantation was much higher, it can reach as high as 86—93%, but it had no relationship with the level of soil fertility. The quantity of the complexing which shows the fertility level had a positive correlation with the soil organic matter.

2. In the same soil, the characteristics of various size complexes were different from each other, showing the change regularly to some extent with the increase of the particle-size.

The contents of carbon and nitrogen in the various complex smaller than 10μ were higher than those larger than 10μ .

With the increase of the complex size, the C/N ratio tended to become wider; the percentage of loosely combined humus in total the humus decreased gradually, and that of tightly combined humus had the tendency of increase, and the ratio of loosely combined humus/tightly combined humus decreased; HA/FA ratio of humus increased, E_4/E_6 ratio of humic acid increased from clay to silt and sand, and oxidation stability of humus had the tendency of increase; the contents of free and amorphous iron oxides and the cation exchange capacity decreased gradually.

3. After cultivation, the characteristics of each complex in red soil varied with the fertility promotion condition, the degree of mellowing and the pattern of utilization. Applying more organic manure could accelerate the activation of organic matter in various complexes, especially in the clay complex.

Key words Red soil in orange plantation, Organic-mineral complexes, Cultivation effect