

# 土壤肥力实质的研究 III. 红壤\*

周礼恺 严昶昇 武冠云 陈恩凤

(中国科学院林业土壤研究所)

## 摘 要

本文是土壤肥力实质研究的一部分。对红壤的研究再一次地证明,土壤腐殖物质的形态特征、组分含量,以及各级微团聚体的数量分配深刻地影响着土壤的体质与体型。红壤的肥力基础物质的构成特点和作用机理,在一定程度上与土壤中较高含量的游离氧化铁及其在各粒级微团聚体中的分配不同有关。

红壤在我国热带及亚热带地区的耕地中占有较大的比例。弄清红壤肥力的实质,将有助于该地区农业生产的发展;也将有助于我们对于耕作土壤的肥力实质的了解,因为每一种特殊形成类型的土壤,与其他土壤在肥力特征上既有共性,也有个性。本工作是在我们先前工作的基础上对此问题的进一步探讨。

## 一、材料与方 法

供试土壤采自湖南长沙市郊长沙农业现代化研究所和江西进贤县江西红壤研究所的试验地。分析方法除作者以前提到的之外<sup>[1,3,4]</sup>,过氧化物酶及铁还原酶的活性测定分别采用 Галстян 法及 Галстян 与 Оганесян 法<sup>[4]</sup>;游离氧化铁含量的测定采用 ДТРА-原子吸收光谱法。

## 二、结果与讨论

### (一) 供试土壤的肥力特征

供试土壤的基本化学性质见表1。就营养物质的全量而言,各土层的碳、氮储量,肥地多大于瘦地,且多随土层深度而减小;磷的储量差异不甚明显。所述趋势,同见于水田和旱田。至于水解氮量和速效磷量,除肥地各土层的数值一般比瘦地相应土层的较大外,还显示了水田中的有效营养物质多集中于土壤表层;而在旱田中,上下土层间的差异则不及水田明显。这一特征,显然与水田具有较明显的犁底层有关。肥地的 CEC 值多略小于瘦地。这可能是由于瘦地土壤中较高含量的游离氧化铁导致了 CEC 测定值的偏高<sup>[2]</sup>(表8)。

腐殖物质组分分析的结果表明(表2): (1)水、旱田肥地中各土层腐殖物质主要组分的含量均比瘦地的高,且随土层深度而减少;(2)就胡敏酸在整个土体中的分配而言,它多集中在土壤表层;(3)不论旱田或水田,肥地的胡敏酸/富里酸的比值均随土层深度而减小;瘦地的则有相反的趋势。

\* 参加本工作的,还有张志明、曹承绵、党连超、崔勇、于德清和李荣华等同志。

表 1 基本化学性质

Table 1 Fundamental chemical properties

土 壤 Soil		深度 (cm) Depth	pH	全C (%) Total C	全N (%) Total N	全P (%) Total P	水解N (mg/ 100g) Hydrolyzable N	速效P (mg/ 100g) Available P	阳离子交 换量 (meq/ 100g) CEC
湖南红壤,水田 Red earth, paddy field, Hunan Province	肥地 Fertile	0—20	6.6	1.19	0.15	0.05	11.39	4.44	4.82
		20—30	7.5	0.53	0.05	0.04	5.06	1.36	5.94
		30 以下	7.6	0.25	0.03	0.04	3.14	1.03	4.90
	瘦地 Infertile	0—20	5.3	0.70	0.09	0.04	7.04	3.46	5.25
		20—30	6.7	0.48	0.05	0.07	5.78	0.84	6.49
		30 以下	7.3	0.11	0.01	0.03	3.39	0.57	7.51
江西红壤,水田 Red earth, paddy field, Jiangxi Province	肥地 Fertile	0—20	5.4	1.71	0.21	0.07	17.30	5.97	7.02
		20—30	7.2	0.42	0.05	0.05	4.76	0.66	6.27
		30 以下	7.4	0.37	0.04	0.10	5.49	0.60	7.90
	瘦地 Infertile	0—20	6.1	1.08	0.13	0.04	12.25	3.62	7.29
		20—30	7.5	0.37	0.06	0.08	5.82	0.60	7.92
		30 以下	7.3	0.64	0.06	0.08	6.76	0.63	6.99
湖南红壤,旱田 Red earth, upland field, Hunan Province	肥地 Fertile	0—20	5.6	0.75	0.09	0.04	6.03	0.65	4.68
		20—30	5.7	0.53	0.06	0.06	6.15	1.04	6.66
		30 以下	4.9	0.25	0.03	0.04	3.54	0.84	6.75
	瘦地 Infertile	0—20	5.1	0.49	0.07	0.02	2.96	0.20	5.23
		20—30	5.9	0.30	0.03	0.04	3.76	0.73	6.68
		30 以下	4.8	0.13	0.01	0.05	2.44	0.54	5.58
江西红壤,旱田 Red earth, upland field, Jiangxi Province	肥地 Fertile	0—20	7.2	1.08	0.12	0.04	7.21	1.13	7.48
		20—30	7.1	0.53	0.06	0.06	5.19	0.94	8.64
		30 以下	6.8	0.31	0.04	0.06	6.28	0.62	8.08
	瘦地 Infertile	0—20	5.1	0.81	0.10	0.04	3.23	0.39	9.49
		20—30	5.5	0.27	0.05	0.04	4.10	0.58	8.99
		30 以下	5.6	0.17	0.04	0.05	7.34	0.54	7.54

从表 3 可以看出, 87—98% 的腐殖物质是以松结合态和紧结合态的形式存在于土壤中。这与我们研究过的有机质土壤及其他矿质土壤的情况基本相似<sup>[1]</sup>。不同的是, 红壤中的松结合态腐殖物质的百分含量相对地较少, 这显然与该土壤铁的含量较高有关。它表明, 与我们研究过的其他土壤相比, 红壤中可供植物利用的碳、氮潜在含量相对地较低, 结构状况也较差。一般地说, 各种形态腐殖物质的碳、氮含量都是肥地 > 瘦地, 水田 > 旱田, 表明了耕作措施和水、热条件对于它们的深刻影响。

表 4 结果较好地说明了不同肥力水平的红壤的供肥能力: 肥地对于氮、磷的解吸量均大于瘦地的相应值。用解吸率(解吸量/吸附量×100)来表征这种差异则更为明显。值得指出的是, 肥地对于磷的解吸率大于瘦地的 1.5—3 倍。

土壤酶活性的测定结果(表 5)显示了我们先前工作中获得的相同趋势<sup>[1]</sup>。这再一次地说明, 土壤酶活性的强弱是表征土壤营养物质的储量和转化强度的指标。考虑到红壤

表 2 腐殖物质组分  
Table 2 Components of humic substances

土 壤 Soil		深度 (cm) Depth	腐殖质 C (%) Humus C	胡敏酸 C (%) Humic acid C	富里酸 C (%) Fulvic acid C	胡敏酸/ 富里酸 HA/FA	胡敏素 C (%) Humic C
湖南红壤, 水田 Red earth, paddy field, Hunan Province	肥 地 Fertile	0—20	1.19	0.14	0.28	0.50	0.77
		20—30	0.53	0.05	0.13	0.38	0.35
		30 以下	0.25	0.02	0.08	0.25	0.15
	瘦 地 Infertile	0—20	0.70	0.05	0.24	0.21	0.41
		20—30	0.48	0.04	0.18	0.22	0.26
		30 以下	0.11	0.02	0.04	0.50	0.05
江西红壤, 水田 Red earth, paddy field, Jiangxi Province	肥 地 Fertile	0—20	1.71	0.19	0.43	0.44	1.09
		20—30	0.42	0.03	0.11	0.27	0.28
		30 以下	0.37	0.02	0.10	0.20	0.25
	瘦 地 Infertile	0—20	1.08	0.09	0.32	0.28	0.67
		20—30	0.37	0.03	0.12	0.25	0.22
		30 以下	0.64	0.06	0.15	0.40	0.43
湖南红壤, 旱田 Red earth, upland field, Hunan Province	肥 地 Fertile	0—20	0.75	0.06	0.31	0.19	0.38
		20—30	0.53	0.04	0.25	0.16	0.24
		30 以下	0.25	0.02	0.13	0.15	0.10
	瘦 地 Infertile	0—20	0.49	0.03	0.21	0.14	0.25
		20—30	0.30	0.02	0.13	0.15	0.15
		30 以下	0.13	0.01	0.05	0.20	0.07
江西红壤, 旱田 Red earth, upland field, Jiangxi Province	肥 地 Fertile	0—20	1.08	0.11	0.29	0.38	0.68
		20—30	0.53	0.04	0.19	0.21	0.29
		30 以下	0.31	0.01	0.14	0.07	0.16
	瘦 地 Infertile	0—20	0.81	0.06	0.29	0.21	0.46
		20—30	0.27	0.01	0.11	0.09	0.15
		30 以下	0.17	0.01	0.05	0.20	0.11

表 3 不同结合形态腐殖物质的 C,N 含量 (0—20cm 土层)

Table 3 Contents of C and N in humic substances with different binding status (0—20cm soil layer)

土 壤 Soil		松结合态 Loose				稳结合态 Absorbed				紧结合态 Tight			
		C%	占总C的% % of total C	N%	占总N的% % of total N	C%	占总C的% % of total C	N%	占总N的% % of total N	C%	占总C的% % of total C	N%	占总N的% % of total N
湖南红壤, 水田	肥地	0.366	30.8	0.047	31.3	0.116	9.7	0.019	12.3	0.706	59.3	0.083	55.3
	瘦地	0.300	42.9	0.024	26.7	0.087	12.4	0.007	7.8	0.313	44.7	0.059	65.6
江西红壤, 水田	肥地	0.583	34.1	0.083	39.5	0.195	11.4	0.028	13.3	0.932	54.5	0.099	47.1
	瘦地	0.340	31.5	0.043	33.1	0.111	10.3	0.019	14.6	0.629	58.2	0.068	52.3
湖南红壤, 旱田	肥地	0.297	39.6	0.036	40.0	0.012	1.6	0.009	10.0	0.441	58.8	0.045	50.0
	瘦地	0.186	38.0	0.025	35.7	0.013	2.7	0.004	5.7	0.291	59.4	0.041	58.6
江西红壤, 旱田	肥地	0.342	31.7	0.043	35.5	0.075	6.9	0.015	12.1	0.663	61.4	0.063	52.4
	瘦地	0.214	26.4	0.034	33.6	0.039	4.8	0.009	8.6	0.557	68.8	0.054	57.8

表 4 0—20cm 土层对于 N,P 的吸附和解吸

Table 4 Adsorption and desorption of N and P by soil layer of 0—20 cm

土 壤 Soil		N			P		
		吸附量 (mg/100g) Adsorption capacity	解吸量 (mg/100g) Desorption capacity	解吸率 (%) Desorption rate	吸附量 (mg/100g) Adsorption capacity	解吸量 (mg/100g) Desorption capacity	解吸率 (%) Desorption rate
湖南红壤, 水田	肥地	31.85	30.73	96.48	28.3	4.4	15.5
	瘦地	36.85	29.08	78.91	41.2	1.7	4.1
江西红壤, 水田	肥地	33.16	32.05	96.65	39.1	3.0	7.7
	瘦地	34.48	30.79	89.30	45.3	0.9	2.0
湖南红壤, 旱田	肥地	29.48	26.14	88.67	23.0	4.4	19.1
	瘦地	30.94	24.42	78.93	30.5	2.4	7.9
江西红壤, 旱田	肥地	36.58	31.76	86.82	24.0	5.2	21.7
	瘦地	38.43	27.64	71.92	37.3	2.2	5.9

表 5 土壤酶活性  
Table 5 Soil enzyme activities

土壤 Soil	深度 (cm) Depth	过氧化氢酶 Catalase (0.1N KMnO <sub>4</sub> ml/g)	过氧化物酶 (红紫精) Peroxidase (purpurogallin) mg/g	铁还原酶 (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> mg/g) Fe-reductase	多酚氧化酶 (红紫精) Polyphenol oxidase (purpurogallin) mg/g	转化酶 Invertase (0.1N Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ml/g)	蛋白酶 (甘氨酸 μg/g) Proteinase	脲酶 (NH <sub>3</sub> -N mg/g) Urease	磷酸酶 (酚 mg/g) Phosphatase
湖南红壤, 水田	0—20	2.72	0.95	1.48	0.30	1.79	3.96	18.75	6.35
	20—30	3.14	1.13	1.62	0.70	1.35	2.65	15.00	3.70
	30 以下	3.40	1.10	0.66	0.77	0.90	2.12	7.25	1.35
江西红壤, 水田	0—20	2.40	0.85	1.26	0.16	1.72	2.48	11.75	4.85
	20—30	3.70	1.10	1.58	0.35	1.08	1.84	11.75	1.45
	30 以下	4.03	0.93	0.16	0.53	0.80	1.28	5.00	1.15
湖南红壤, 旱田	0—20	4.14	1.43	1.72	0.54	2.45	4.04	29.25	8.35
	20—30	4.25	0.90	1.90	0.74	1.08	2.20	23.25	1.35
	30 以下	3.40	0.68	1.86	0.79	0.78	1.56	22.75	1.30
湖南红壤, 旱田	0—20	4.26	1.23	1.62	0.17	1.65	3.12	22.25	5.75
	20—30	4.30	1.28	0.92	0.38	1.45	2.76	21.00	1.00
	30 以下	4.14	0.65	1.62	0.37	0.80	1.64	5.50	1.25
江西红壤, 旱田	0—20	1.98	1.40	0.40	0.58	1.17	3.20	18.00	8.35
	20—30	1.87	1.50	0.14	0.51	0.41	2.60	9.00	1.50
	30 以下	1.37	1.20	0.04	0.42	0.36	1.90	7.25	1.25
湖南红壤, 旱田	0—20	0.87	1.05	0.36	0.23	0.99	3.00	6.25	7.00
	20—30	0.41	1.10	0.20	0.35	0.71	1.44	4.25	1.25
	30 以下	0.08	1.03	0.06	0.28	0.72	1.30	1.25	0.80
江西红壤, 旱田	0—20	2.09	1.55	1.26	0.87	2.79	5.00	41.75	6.40
	20—30	2.08	1.03	0.10	0.84	1.68	2.80	13.00	2.70
	30 以下	2.13	0.98	0.06	0.57	1.22	1.84	8.25	0.80
湖南红壤, 旱田	0—20	1.97	1.03	0.80	0.45	0.90	1.78	19.25	4.70
	20—30	1.54	0.80	0.06	0.44	0.80	1.28	10.75	0.90
	30 以下	1.12	0.70	0.06	0.43	0.45	1.18	5.00	0.35

表 6 土壤物理性质  
Table 6 Soil physical properties

土 壤 Soil	深度 (cm) Depth	质地 Texture	容重 (g/cm <sup>3</sup> ) Bulk density	孔隙组成 (容积 %) Composition of pore space (% of volume)				非毛细孔隙/ 总孔隙 Non-capillary space/ Total pore space	土 体 构 型 Type of pedon structure
				总孔隙 Total pore space	毛细孔隙 Capillary space	通气孔隙 Aeration space	非毛细孔隙 Non-capillary space		
江西红壤 水田	0-10	粘壤	1.18	56.78	48.70	8.08	4.98	8.77	粘壤质, 稍紧-和构型
	10-20	粘壤	1.14	54.94	51.50	8.14	3.44	6.26	粘壤质, 稍紧-和构型
	30-40	粘壤	1.33	50.19	48.70	5.99	1.49	2.97	粘壤质, 稍紧-和构型
	50-60	粘壤	1.61	42.50	42.00	2.70	0.50	1.18	粘壤质, 稍紧-稍实构型
水田	0-10	粘壤	1.27	51.15	49.10	2.55	2.05	4.01	粘壤质, 稍紧-和构型
	10-20	粘壤	1.40	44.66	44.16	5.44	0.50	1.12	粘壤质, 稍紧-稍实构型
	30-40	粉壤	1.59	38.84	38.34	5.00	0.50	1.29	粉壤质, 稍紧-实构型
	50-60	粉壤	1.73	37.00	37.00	0.50	-	-	粉壤质, 稍紧-实构型
江西红壤 旱田	0-10	粘壤	1.16	55.38	42.00	21.58	13.38	24.16	粘壤质, 哑-和构型
	10-20	粘壤	1.33	48.85	42.10	11.75	6.75	13.82	粘壤质, 稍紧-稍实构型
	30-40	粉壤	1.53	37.80	37.30	1.90	0.50	1.32	粉壤质, 稍紧-实构型
	50-60	粉壤	1.45	44.23	44.18	2.75	0.05	0.11	粉壤质, 稍紧-稍实构型
旱田	0-10	粘壤	1.01	61.88	42.00	32.38	19.88	32.13	粘壤质, 稍松-稍虚构型
	10-20	粘壤	1.16	54.15	44.20	18.65	9.95	18.37	粘壤质, 哑-和构型
	30-40	粘壤	1.36	49.06	46.50	5.16	2.56	5.22	粘壤质, 稍紧-稍实构型
	50-60	粘壤	1.31	50.94	48.60	7.64	2.34	4.59	粘壤质, 稍紧-和构型

的特殊性质(由于铁的含量较高,其无机催化作用可能会隐蔽过氧化氢酶的生物催化作用),我们还测定了土壤的过氧化物酶和铁还原酶的活性。肥地的所述酶的活性均比瘦地的强。而且在旱田里,过氧化物酶的活性比水田里的强;铁还原酶的活性则是水田>旱田。结果表明,这两种酶的活性均较好地表征了不同肥力水平土壤的不同氧化—还原状况;特别对水田,铁还原酶的活性是表征该种用地整个土体的氧化—还原状况的较好指标。

根据土壤物理性质的分析(表 6),我们将土壤质地、土壤总孔隙和土壤通气孔隙这三项指标综合起来作为数量化评价供试土壤的土体构型的基础。现将土体的虚实和松紧程度各分为五级:

土壤总孔隙 (%)	虚实程度	土壤通气孔隙 (%)	松紧程度
<40	实	<0.1	紧
40—50	稍实	0.1—15	稍紧
50—60	和	15—25	暄
60—70	稍虚	25—35	稍松
>70	虚	>35	松

据此得出的供试江西红壤(水、旱田)的土体构型附入表 6。可以看出,水、旱田的土体构型的基本区别,是前者整个土体的松紧程度基本一致,而后者是上松下紧。就不同肥力水平的土壤而言,在虚实程度上虽都是上虚下实,但肥地多有较厚的疏松表土层。所有这些,决定了不同红壤的不同水分状况及其可被利用的程度。

## (二) 供试土壤的微团聚体组成及其肥力特征

图 1 表明,在水田中,与瘦地相比,肥地表层的 <0.001 及 >0.05mm 粒级微团聚体的数量较少,0.001—0.05mm 的较多;而在旱田里,各级微团聚体的数量分配情况则相反。总的说来,红壤微团聚体组成的分配特征是:腐殖质含量较高的水田接近于黑土类型;腐殖质含量较低的旱田接近于棕壤类型<sup>[1]</sup>。与黑土和棕壤不同的是:在红壤里,>0.05mm

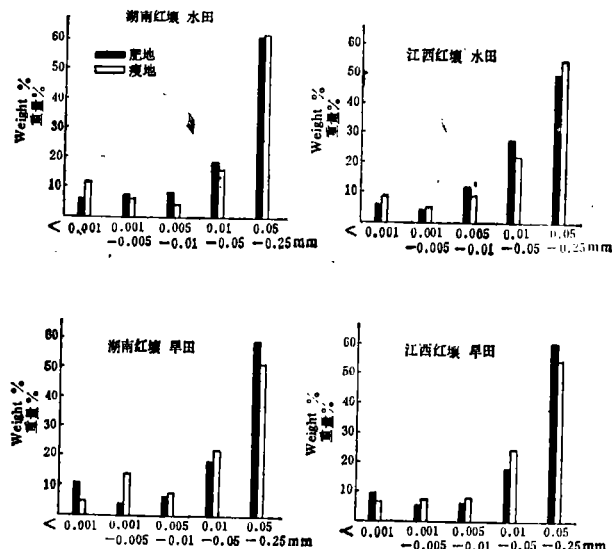


图 1 0—20cm 土层的各级微团聚体组成

Fig. 1 Composition of various fractions of microaggregates (soil layer of 0—20cm)

表 7 各级微团聚体的营养物质含量 (0—20cm 土层)  
Table 7 Nutrient contents in various fractions of microaggregates (soil layer of 0—20 cm)

土壤 Soil	全 量 (%) Total						有 效 量 (mg/100g) Available													
	C		N		P		N		P		P									
	各 级 微 团 聚 体 (mm)																			
	<0.001	0.001—0.005	0.005—0.01	0.01—0.05	<0.001	0.001—0.005	0.005—0.01	0.01—0.05	0.01—0.05	<0.001	0.001—0.005	0.005—0.01	0.01—0.05							
湖南红肥地 壤, 水 田	2.06	1.75	1.52	1.28	0.26	0.22	0.19	0.14	0.08	0.07	0.06	0.04	25.20	20.50	14.33	6.87	0.90	1.10	5.00	7.30
江西红肥地 壤, 水 田	1.20	1.05	0.80	0.73	0.17	0.15	0.11	0.09	0.09	0.07	0.05	0.04	16.00	15.23	8.70	3.69	0.04	0.04	1.40	2.30
湖南红肥地 壤, 旱 田	2.43	1.82	1.68	1.35	0.31	0.22	0.19	0.15	0.11	0.09	0.08	0.05	25.60	21.26	8.00	5.71	0.30	0.50	2.00	5.90
湖南红肥地 壤, 旱 田	1.46	1.53	0.95	0.69	0.21	0.20	0.13	0.10	0.08	0.07	0.05	0.03	15.93	13.90	4.50	3.32	0.20	0.50	0.30	1.10
湖南红肥地 壤, 旱 田	1.53	1.25	0.92	0.75	0.21	0.16	0.11	0.08	0.08	0.05	0.05	0.03	18.25	16.00	10.11	3.15	0.60	0.50	1.30	1.60
江西红肥地 壤, 旱 田	0.99	1.09	0.83	0.75	0.16	0.14	0.11	0.09	0.07	0.04	0.03	0.02	9.71	9.10	5.90	3.19	0.23	0.15	0.40	1.00
江西红肥地 壤, 旱 田	1.70	1.24	1.18	0.84	0.24	0.17	0.14	0.09	0.10	0.08	0.05	0.03	20.03	17.06	5.10	2.89	0.90	0.40	1.80	3.60
江西红肥地 壤, 旱 田	0.99	1.09	0.83	0.75	0.16	0.14	0.11	0.09	0.06	0.05	0.04	0.03	12.60	9.88	3.69	4.60	0.50	0.65	1.70	3.30



粒级的微团聚体占有较大的百分组成 (50—62%)。这可能是因为红壤中的含铁矿质粘粒较多,生成的微团聚体较难分散的缘故。

从表 7 可以看出,各粒级微团聚体的营养物质,不论是全量、还是有效量,均是肥地里的较多。这一现象,在有效营养物质的含量方面表现得尤为明显。此外,全量营养物质及有效氮的含量系随粒径的增大而减少;有效磷量则随粒径的增大而增多。

许多研究指出<sup>[2]</sup>,游离氧化铁对增大红壤粘粒的比表面(特别是外表面)有着重要的

表 8 土壤及各级微团聚体中的游离铁含量 ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , ppm, 0—20cm 土层)

Table 8 Contents of free Fe in soil and various fraction of microaggregates ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , ppm, soil layer of 0—20 cm)

土 壤 Soil		土 壤 Soil $\text{Fe}_2\text{O}_3$ (ppm)	各级微团聚体 (mm) Various fractions of microaggregates				
			<0.001	0.001—0.005	0.005—0.01	0.01—0.05	>0.05
湖南红壤, 水田	肥地	16.7	75.5	115.0	78.0	66.0	42.5
	瘦地	20.9	95.0	105.0	75.5	57.5	32.5
江西红壤, 水田	肥地	13.7	270.0	377.5	212.5	117.5	240.0
	瘦地	13.8	68.0	64.0	48.0	28.0	57.5
湖南红壤, 旱田	肥地	14.4	81.0	73.5	48.0	26.0	25.0
	瘦地	20.0	13.5	19.5	15.5	10.5	8.5
江西红壤, 旱田	肥地	11.5	61.0	64.0	39.5	22.5	32.0
	瘦地	17.5	29.0	30.5	20.5	12.5	22.5

作用。我们的测定表明(表 8),肥地土壤的各级微团聚体(湖南水田的 <0.001mm 粒级除外)的游离铁含量均较瘦地的高。这将导致吸附性铵中易解吸性铵量的增多。游离铁的含量还显示了随微团聚体的粒径的增大而减少的趋势。至于对磷的解吸,图 2 表明,>0.005 mm 的各级微团聚体显然比较小粒级的具有较大的解吸能力,且肥地的这一能力比瘦地的强。而总的说来,所述粒级微团聚体的数量在肥地中是较多的。

各粒级微团聚体的酶活性的测定结果(表 9)显示了如下特

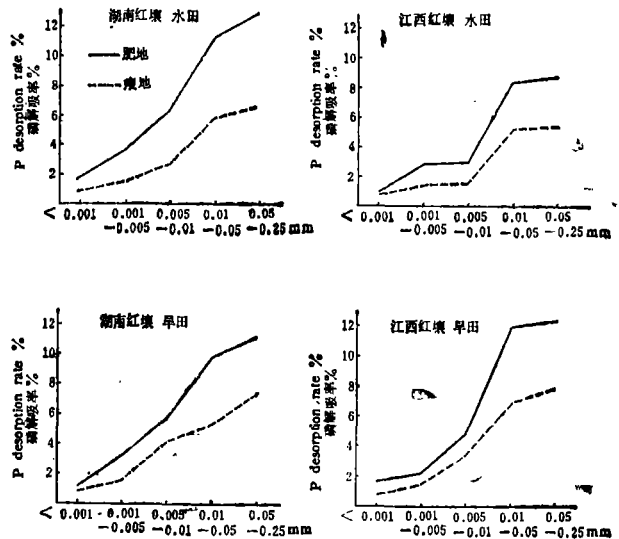


图 2 0—20cm 土层各级微团聚体的磷解吸率

Fig. 2 P desorption rate of various fractions of microaggregates (soil layer of 0—20 cm)

表 9 各级团聚体 (mm) 的酶活性 (0—20cm 土层)  
Table 9 Enzyme activities of various fractions of microaggregates  
(soil layer of 0—20cm)

土 壤 Soil	过氧化氢酶 Catalase (0.01N KMnO <sub>4</sub> , ml/g)				转 化 酶 Invertase (0.1N Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , ml/g)				尿 酶 Urease (NH <sub>3</sub> -N, mg/g)				磷 酸 酶 Phosphatase (酚, phenol, mg/g)					
	<0.001	0.001—0.005	0.005—0.01	0.01—0.05	<0.001	0.001—0.005	0.005—0.01	0.01—0.05	<0.001	0.001—0.005	0.005—0.01	0.01—0.05	<0.001	0.001—0.005	0.005—0.01	0.01—0.05	>0.05	
	<0.001	3.40	3.80	6.20	8.20	14.80	14.80	>0.05	<0.001	0.001—0.005	0.005—0.01	0.01—0.05	<0.001	0.001—0.005	0.005—0.01	0.01—0.05	>0.05	
湖南红壤 水田	肥地	3.40	3.80	6.20	8.20	14.80	14.80	>0.05	<0.001	0.001—0.005	0.005—0.01	0.01—0.05	<0.001	0.001—0.005	0.005—0.01	0.01—0.05	>0.05	
	瘦地	0.40	3.70	5.40	6.20	8.00	8.00	1.20	1.00	1.00	0.80	1.60	4.60	4.80	2.80	4.00	4.00	1.76
江西红壤 水田	肥地	4.40	4.20	5.60	14.80	14.80	14.80	2.20	1.10	1.10	0.90	1.40	12.80	6.80	5.60	4.60	12.00	10.24
	瘦地	1.00	2.30	2.96	3.78	4.46	4.46	2.00	1.00	1.00	0.60	1.20	2.80	4.00	2.80	4.00	11.00	9.60
湖南红壤 旱田	肥地	4.20	3.40	11.20	9.60	15.80	15.80	1.70	1.60	1.60	1.10	1.30	10.80	5.40	10.00	3.80	5.40	3.36
	瘦地	0.20	0.70	3.20	4.20	5.00	5.00	1.30	0.80	0.80	0.50	1.10	2.00	3.40	6.00	5.00	2.80	2.88
江西红壤 旱田	肥地	5.20	5.20	5.70	6.00	16.20	16.20	2.40	1.20	1.40	1.40	1.60	12.00	11.60	4.80	5.40	13.60	4.80
	瘦地	1.70	3.70	4.80	5.00	6.20	6.20	1.40	0.70	0.70	0.70	1.40	9.60	2.60	6.40	4.00	7.00	3.52

点: (1) 肥地的酶活性值较瘦地的大; (2) 过氧化氢酶的活性随粒级的增大而增强; (3) 转化酶和磷酸酶的活性多在较大粒级的微团聚体中较强, 而脲酶活性则略呈相反的趋势。后两个特点, 与我们就棕壤获得的结果<sup>[1]</sup>及国外有关其他矿质土壤的报道<sup>[2]</sup>稍有不同。这可能与红壤的微团聚体中存在着较多数量的游离氧化铁及后者的含量随微团聚体粒级的增大而减少有关。

从本节的讨论中可以看出, 与我们以前研究过的其他土壤一样, 在红壤中, 不同粒级的微团聚体对于土壤全量及有效量的营养物质的贡献与作用是不同的。然而, 它们的作用机理与其他土壤的不尽相同。比如说, 微团聚体的比表面的增大, 有着腐殖物质及游离氧化铁的共同作用; 酶活性的强弱, 除与腐殖物质的形态、组成及含量有关外, 铁离子对酶分子的活性部位的作用也是一个重要的影响因素。

### 三、小 结

对红壤的研究再一次地证明, 土壤腐殖物质的形态特征、组分含量及其在土体中的不同分配, 对土壤的营养状况与土体构型有着深刻的影响; 各粒级微团聚体的数量分配, 在决定土壤营养物质的储量及其可被利用的程度上起着重要的作用。然而, 作为一种特殊形成类型的土壤, 红壤的肥力基础物质有其特殊的构成和作用机理。土壤中较高含量的游离氧化铁及其在不同粒级微团聚体中的不同分配, 对土壤腐殖物质的形态特征、微团聚体的数量组成、以及与此有关的土壤酶的活性及营养物质的转化有着很大的影响。揭示这些特点, 有助于我们对于耕作土壤肥力实质的了解。

### 参 考 文 献

- [1] 中国科学院林业土壤研究所, 1984: 土壤肥力研究文集。辽宁科学技术出版社。
- [2] 李庆逵主编, 1983: 中国红壤。科学出版社。
- [3] 陈恩凤等, 1984: 土壤肥力实质的研究 I. 黑土。土壤学报, 第 21 卷 3 期, 229—237 页。
- [4] Хазиев, Ф. А. (周礼恺译校), 1980: 土壤酶活性。科学出版社。
- [5] Burns, R. G. ed., 1978: Soil Enzymes. Academic Press, London.
- [6] Chen Enfeng et al., 1982: An approach to the essence of soil fertility. Z. Pflanzenernähr und Bodenkunde, 145: 207—220.

## STUDY ON THE ESSENCE OF SOIL FERTILITY III. RED EARTH

Zhou Likai, Yan Changsheng, Wu Guanyun, Chen Enfeng  
(Institute of Forestry and Soil Science, Academia Sinica)

### Summary

This paper is one part of the study on the essence of soil fertility. It proves again that the characteristics of binding status and the content of various components of soil humic substances and the quantitative distribution of different fractions of microaggregates strongly influence the "physique" and the "pedon structure" of soil. The constituent characteristics and functioning mechanism of fundamental substances of fertility in red earth are related to a certain extent to the higher content of free ferric oxides in soil and their different distribution in various fractions of microaggregates.