

中南地区几种地带性土壤的胶体表面性质与 $14 \times 10^{-10} \text{m}$ 矿物*

徐凤琳 黄巧云 李学垣

(华中农业大学土化系)

摘 要

本文研究了中南地区不同纬度带花岗岩母质发育的黄棕壤、红壤、砖红壤的胶体表面性质与粘土矿物组合、 $14 \times 10^{-10} \text{m}$ 矿物、氧化物的关系。结果表明：(1)黄棕壤、红壤、砖红壤粘粒的阳离子交换量、比表面和内表面占总表面的比例依次减小，这与其高岭石、粘粒氧化物含量依次增加， $14 \times 10^{-10} \text{m}$ 矿物含量依次减少有关，且也与 $14 \times 10^{-10} \text{m}$ 矿物在黄棕壤中主要是蛭石，在红壤中主要是 $14 \times 10^{-10} \text{m}$ 过渡矿物，砖红壤不含 $14 \times 10^{-10} \text{m}$ 矿物的结论相符合。(2)在其他矿物类型和含量相近下， $14 \times 10^{-10} \text{m}$ 矿物是蛭石的土壤与 $14 \times 10^{-10} \text{m}$ 矿物是 $14 \times 10^{-10} \text{m}$ 过渡矿物的土壤相比，前者的阳离子交换量、比表面、内表面占总表面的比例比后者高些，但土壤的活性酸度弱些，交换性铝含量比后者低些。

粘土矿物是矿质土壤胶体的主要组成成分，其类型和数量是风化成土过程的反映，对土壤理化性质起决定性影响，可作为土壤分类、利用、改良的依据。有关我国热带、亚热带土壤的粘粒矿物组成已积累了一些资料^[4,7]。但有关这些土壤的粘粒矿物组成与土壤胶体表面性质关系的报道则不多见。现就中南地区不同纬度带花岗岩类母质发育的黄棕壤、红壤、砖红壤的胶体表面性质，与其粘粒矿物组合、 $14 \times 10^{-10} \text{m}$ 矿物种类关系的研究结果报道如下。

一、材料和方法

(一) 样品

选用中南地区不同纬度带(北纬 $31^\circ - 19^\circ$)、两个海拔高度、花岗岩类母质发育的黄棕壤、红壤、砖红壤 9 个剖面，26 个土层。其地理位置、气候、母质条件列于表 1。

(二) 测试方法

1. 粘粒提取与处理 用 0.5molL^{-1} 氢氧化钠和超声波分散土样，按沉降法分离出小于 2 微米粘粒。取一定量粘粒，用连二亚硫酸钠-柠檬酸钠-重碳酸钠法(DCB 法)除去游离氧化铁，收集浸提液测游离铁。处理后粘粒即脱铁粘粒。取一定量脱铁粘粒，用 1molL^{-1} 柠檬酸钠溶液煮沸 3 小时，收集浸提液测柠檬酸钠溶提铝，处理后粘粒即为脱羟基铝粘粒。

2. 粘粒 X 射线衍射 将粘粒分别制成镁饱和甘油扩展定向片和钾饱和定向片。用 JDX 10P3A

* 国家自然科学基金资助课题。

表 1 土壤的地理位置、气候、母质条件

Table 1 The geographical position, climate and parent material condition of the soils studied

土壤类型 Soil type	黄棕壤 Yellow brown earth		红壤 Red earth						砖红壤 Latosol
剖面号 Profile No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
采样地点	湖北罗田		湖北通城		湖南衡山		湖南宜章		海南儋县
位置	北纬	30—31°	29°		27°		24—25°		19°
	东经	113—114°	112°		112°		112°		109°
海拔(m)	120	340	150	380	170	490	270	480	148
年均温(°C)	16.4		16.7		17.5		18.3		23.4
$\geq 10^\circ\text{C}$ 年积温(°C)	5223		5294		5529.7		4980		8549.9
无霜期(天)	239.4		259		283		292		
年降雨量(mm)	1292		1457		1363		1392		1766
年蒸发量(mm)	1535		1237		1200		1482		1961
湿润度	0.8421		1.178		1.137		0.9394		0.9005
母质	吕梁燕山期 花岗岩片麻岩		燕山期花岗岩						

型 X 射线衍射仪 $\text{CuK}\alpha$ 辐射, 在管压 34 千伏、管流 18 毫安下测试。

3. 粘粒阳离子交换量 EDTA-醋酸铵法。

4. 粘粒比表面 甘油吸附法。

5. 铁、铝的测定 铁用 DCB 法和柠檬酸钠提取铁、铝后, 用试铁灵铁、铝联合比色法测定; 铝用 0.5mol/L^{-1} 氢氧化钠煮沸 2.5 分钟用铝试剂比色法测定。

二、结果与讨论

(一) 粘粒矿物组合

从图 1 可见, 黄棕壤的粘粒矿物以 $14 \times 10^{-10} \text{m}$ 矿物和高岭为主, 其次为水云母; $14 \times 10^{-10} \text{m}$ 矿物在 1 号剖面是蛭石, 2 号剖面是蛭石和 $14 \times 10^{-10} \text{m}$ 过渡矿物。红壤、砖红壤以高岭石为主 (由北往南依次增高, 结晶度增强), 含少量水云母; 红壤有少量 $14 \times 10^{-10} \text{m}$ 过渡矿物, 砖红壤不含 $14 \times 10^{-10} \text{m}$ 矿物。砖红壤中有微量和少量三水铝石, 黄棕壤不含三水铝石。

(二) 粘粒阳离子交换量

供试土壤粘粒的阳离子交换量从北往南依次减小 (表 2)。黄棕壤、红壤、砖红壤每百克粘粒分别为 33—45、14—20、10—14 毫克当量。不同土壤粘粒阳离子交换量的差异与其粘粒中 1:1 型矿物及铁、铝氧化物相应增多、2:1 型矿物依次减少相一致。供试红壤中,

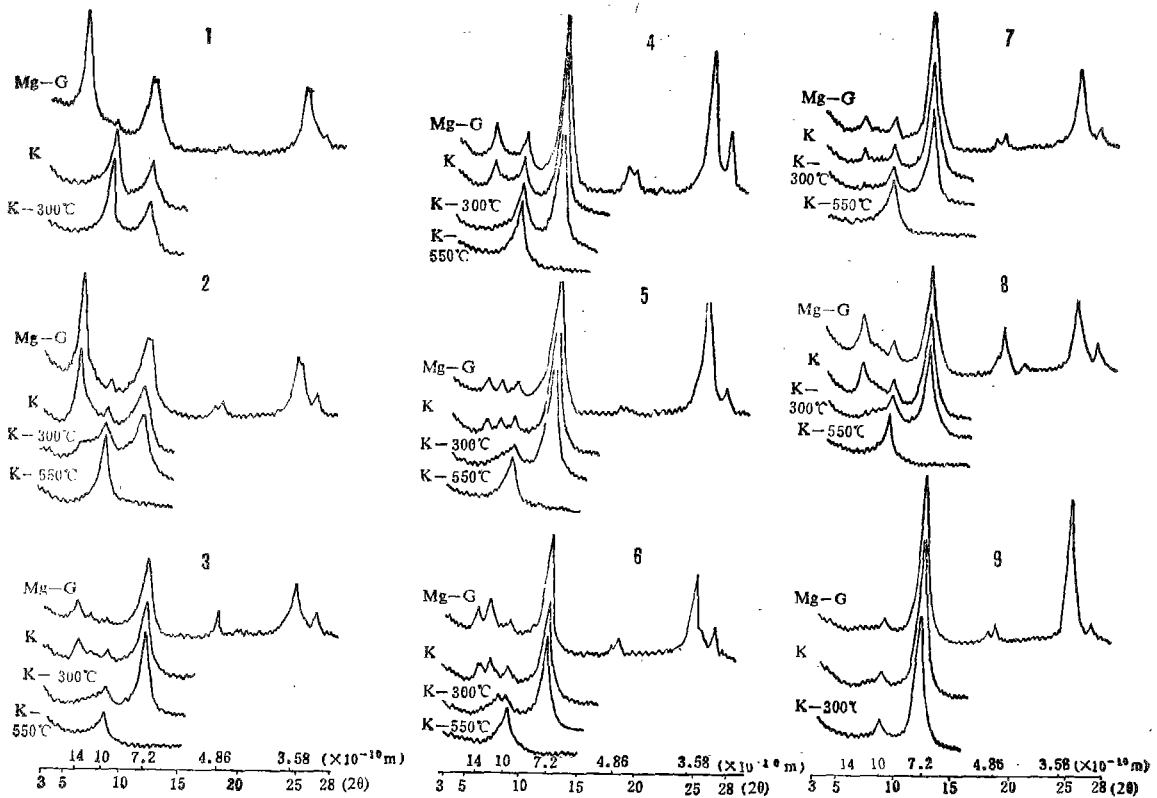


图1 土壤粘粒的X射线衍射图谱

Fig. 1 X-ray diffraction patterns of soil clay fraction

海拔高的粘粒阳离子交换量比海拔低的高,这与海拔升高,土壤粘粒中 2:1 型矿物含量增多, 1:1 型矿物含量相应减少相符。

黄棕壤 2 号剖面粘粒阳离子交换量 (33—36 毫克当量/100 克), 只相当于 1 号剖面 (42—45 毫克当量/100 克) 的 77.22—79.89%。这是由于两者均以 $14 \times 10^{-10}\text{m}$ 矿物和高岭为主, 但 1 号剖面的 $14 \times 10^{-10}\text{m}$ 矿物是蛭石, 2 号剖面是蛭石和 $14 \times 10^{-10}\text{m}$ 过渡矿物。这也说明在其它粘粒矿物组成和含量相近的情况下, 含蛭石的粘粒阳离子交换量比含 $14 \times 10^{-10}\text{m}$ 过渡矿物的高。

粘粒经 DCB 法处理后, 黄棕壤粘粒阳离子交换量增加较多; 红壤有增有减, 但变化幅度不大; 砖红壤稍有降低。这是由于带正电荷的游离氧化铁能抵销一部分层状硅酸盐矿物上的负电荷, 也能阻塞其上面一部分带负电荷的交换点位, 因而脱铁后粘粒的净负电荷增加, 阳离子交换量增大。但脱铁中粘粒表面可能遭破损, 使其净负电荷不增大, 甚至有所减少^[2]。土壤粘土矿物吸附氧化铁的情况复杂, 脱铁处理后的粘粒阳离子交换量, 可以有增有减^[3]。

脱铁粘粒用 1molL^{-1} 柠檬酸钠处理后, 黄棕壤 1 号剖面粘粒阳离子交换量比处理前减少 2—6%, 2 号剖面增加 2—5%; 红壤增加 10—22%, 海拔高的红壤增加更明显, 红壤

表 2 不同处理下的土壤粘粒阳离子交换量和溶提铝量*

Table 2 The cation exchange capacity and extracted Al of soil clay under different treatments

剖面号 Profile No.	深度 (cm) Depth	A(未处理) No treatment CEC	B(脱铁) CEC Removal of Fe CEC	C(脱羟基铝) Removal of Hydroxy-Al CEC	柠檬酸钠溶提铝 (Al_2O_3 %) Al extracted by sodium citrate	B-A	B-A/A (%)	C-B	C-B/B (%)	(Al_2O_3 %) Hot alkali soluble Al
1	0—14	45.49	49.94	46.57	0.673	4.45	9.78	-3.37	-6.7	2.65
	14—30	44.15	47.63	46.69	0.760	3.48	7.88	-0.94	-2.0	2.82
	30—50	42.77	47.95	45.24	0.741	5.18	12.11	-2.71	-5.7	4.14
2	0—10	36.34	41.81	42.72	1.072	5.47	15.05	0.91	2.2	4.77
	10—22	33.03	38.44	40.44	0.940	5.41	16.38	2.00	5.2	7.33
	22—57	35.98	39.83	41.77	0.936	3.85	10.70	1.94	4.9	6.50
3	0—28	20.12	21.55	23.78	0.923	1.43	7.1	2.23	10.3	12.15
	28—90	18.40	20.76	22.48	0.894	2.36	12.8	1.72	8.3	14.45
4	0—20	17.98	17.17	21.55	0.899	-0.81	-4.5	4.38	25.5	6.95
	20—60	18.16	19.38	25.81	0.950	1.22	6.7	4.43	22.9	8.05
5	0—25	15.10	15.28	17.32	0.818	0.18	1.2	2.04	13.4	8.22
	25—50	15.44	15.25	18.06	0.795	-0.19	-1.2	2.85	18.7	9.88
	50以下	15.45	15.46	15.77	0.956	0.01	0.06	0.31	2.0	9.18
6	0—10	20.23	17.92	23.39	0.882	-2.31	-11.4	5.47	30.5	9.17
	10—40	18.12	17.29	19.75	1.047	-0.83	-4.6	2.46	14.2	14.04
	40—85	17.00	17.09	19.23	0.975	0.09	0.5	2.14	12.5	13.45
	85—100	15.29	15.48	18.21	0.985	0.19	1.2	2.73	17.6	12.48
7	0—16	15.18	14.51	18.06	0.890	-0.67	-4.4	3.55	24.5	9.37
	16—42	14.42	15.02	16.41	1.177	0.6	4.2	1.39	9.3	11.15
	42—60	14.45	14.64	18.36	0.806	0.19	1.3	3.72	25.4	11.44
8	0—15	16.92	16.41	26.15	1.502	-0.51	-3.0	9.74	59.4	14.82
	15—52	16.90	18.08	23.08	1.531	0.18	7.0	5.00	27.7	15.60
	52以下	15.30	16.49	21.36	1.572	0.19	7.8	4.87	29.5	17.01
9	0—30	14.67	13.37	—	—	-13.3	-8.9	—	—	8.36
	30—90	10.71	11.28	—	—	0.57	5.3	—	—	11.32
	90—130	11.57	11.30	—	—	-0.27	-2.3	—	—	10.82

* 表中数据以未处理粘粒样为基准。

8号剖面增加 27—59%，增值大小与 $14 \times 10^{-10}m$ 过渡矿物含量多少有关。柠檬酸钠处理前后粘粒阳离子交换量的变化值与其提取的铝量(表 2)呈极显著相关($r = 0.6358$, $n = 23$, $P = 0.01$)。这些结果表明, $14 \times 10^{-10}m$ 过渡矿物由于层间带正电荷的羟基铝离子抵偿了一部分交换点位的负电荷,导致其阳离子交换量较低,一旦其层间羟基铝被柠檬酸钠溶提,其阳离子交换量就增大。

(三) 粘粒的比表面

供试土壤粘粒的比表面(表 3)随纬度降低依次减小: 黄棕壤 220—282 米²/克, 红壤

表 3 土壤粘粒的比表面(米²/克)
Table 3 The specific surface of soil clay (m²/g)

剖面号 Profile No.	深度 (cm) Depth	外表面积 External surface area		内表面积 Internal surface area		总表面积 Total area of surface (m ² /g)
		(m ² /g)	(%)	(m ² /g)	(%)	
1	0—14	89.1	39.51	136.4	60.5	225.5
	14—30	76.6	29.55	182.6	70.5	259.2
	30—50	93.2	33.00	189.2	67.0	282.4
2	0—10	120.7	56.83	91.7	43.2	212.4
	10—22	110.7	55.35	89.9	44.7	200.6
	22—51	145.6	68.36	67.4	31.6	213.0
3	0—28	101.4	73.58	36.4	26.4	137.8
	28—90	102.8	71.84	40.3	28.2	143.1
4	0—20	111.1	82.36	23.8	17.6	134.9
	20—60	88.4	67.48	42.6	32.5	131.0
5	0—25	54.9	55.29	44.4	44.7	99.3
	25—50	65.9	54.19	55.7	45.8	121.6
	50以下	80.5	69.76	34.9	30.2	115.4
6	0—10	104.7	77.44	30.5	22.6	135.2
	10—40	90.7	73.26	33.1	26.7	123.8
	40—85	98.0	67.35	47.5	32.7	145.5
	85—100	86.0	68.14	40.2	31.9	126.2
7	0—16	55.7	62.10	34.0	37.9	89.7
	16—42	73.7	65.80	38.3	34.2	112.0
	42—60	71.8	71.37	28.8	28.6	100.6
8	0—15	76.2	56.40	58.9	43.6	135.1
	15—52	74.0	59.53	50.3	40.5	124.3
	52以下	63.6	45.66	72.7	54.3	136.3
9	0—30	74.9	100	0	0	74.9
	30—90	59.6	80.43	14.5	19.6	74.1
	90—130	91.3	100	0	0	91.3

99—145 米²/克, 砖红壤 74—91 米²/克; 外表面占比表面的百分比依次增加: 黄棕壤 29—68%, 红壤 55—82%, 砖红壤 80—100%。这与它们粘粒中 1:1 型高岭类矿物和粘粒氧化物含量由北往南依次增加, 2:1 型矿物相应减少相一致。值得注意的是黄棕壤 2 号剖面粘粒的比表面(201—213 米²/克)只相当于 1 号剖面(226—282 米²/克)的 76—89%; 2 号剖面的内表面(67—91 米²/克)只相当于 1 号剖面(136—189 米²/克)的 47—49%, 而外表面占比表面的百分数则刚好相反。这说明在其它粘土矿物组成与含量相近的情况下, 含 $14 \times 10^{-10}m$ 过渡矿物的土壤比表面, 尤其是内表面较含蛭石的土壤小, 这与李学垣^[8]等的研究结果相一致。海拔高的红壤粘粒比表面一般比海拔低的大, 这与随海拔升高, 土壤粘粒中 1:1 型矿物含量减少, 2:1 型矿物和无定形铁、铝氧化物含量增多相符。

表 4 土壤酸度和盐基饱和度
Table 4 The acidity and base saturation of the soils

剖面号 Profile No.	深 度 (cm) Depth	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	pH (NaF)	交 换 性 能 (meq./100g soil) Exchangeable							有效阳 离子交 换量 ECEC	盐基 饱和度 (%) B.S.	铝 饱和度 (%) Al.S
					K	Na	Ca	Mg	盐基总量 Total base	H ⁺	Al ³⁺			
1	0-14	5.85	3.87	7.62	0.17	0.15	6.39	1.64	8.35	0.08	0.58	9.01	92.67	6.4
	14-30	5.98	3.77	7.68	0.11	0.28	8.88	1.89	11.16	0.06	0.56	11.78	94.74	4.8
	30-50	6.05	3.55	7.57	0.12	0.21	9.09	1.92	11.34	0.10	0.74	12.18	93.10	6.1
2	0-10	5.45	4.00	7.82	0.28	0.24	6.73	3.32	10.57	0.27	1.36	12.20	86.64	11.1
	10-22	5.50	3.70	7.88	0.31	0.07	6.29	3.29	9.96	0.16	3.27	13.39	74.38	24.4
	22-51	5.55	3.60	7.77	0.58	0.18	9.47	6.45	16.68	0.17	2.02	18.87	88.39	10.7
3	0-28	4.88	4.01	8.68	0.47	Tr	0.26	0.01	0.74	0.12	6.04	6.90	10.72	87.5
	28-90	4.86	3.98	8.63	0.19	Tr	0.10	Tr	0.29	0.24	5.33	5.86	4.95	91.0
4	0-20	4.48	3.86	8.38	0.52	Tr	0.30	0.04	0.86	0.20	4.99	6.05	14.21	82.5
	20-60	4.65	3.90	8.71	0.56	Tr	0.23	Tr	0.79	0.19	6.35	7.33	10.78	86.6
5	0-25	4.64	3.91	8.08	0.29	0.04	0.17	0.21	0.71	0.12	4.38	5.21	13.63	84.1
	25-50	5.18	4.08	8.53	0.10	Tr	Tr	0.46	0.56	0.11	4.39	5.06	11.07	86.8
	50以下	5.18	4.15	8.44	0.06	Tr	Tr	0.21	0.27	0.11	4.20	4.58	5.89	91.7
	0-10	4.52	3.79	8.42	0.57	Tr	0.28	0.10	0.95	0.27	4.66	5.88	16.16	79.3
6	10-40	4.94	4.12	9.05	1.24	Tr	0.22	0.07	1.53	0.12	5.07	6.72	22.77	75.4
	40-85	5.02	4.05	9.02	0.64	Tr	0.28	Tr	0.92	0.12	4.99	6.03	15.26	82.8
	85-100	5.15	4.05	8.92	0.48	Tr	0.57	0.06	1.11	0.15	4.88	6.14	18.08	79.5
	0-16	4.73	3.98	8.35	0.23	Tr	0.26	Tr	0.49	0.15	4.15	4.79	10.23	86.6
7	16-42	5.02	3.96	8.50	0.21	Tr	0.21	Tr	0.42	0.10	4.16	4.68	8.97	88.9
	42-60	4.95	3.99	8.48	0.17	Tr	0.24	0.04	0.45	0.10	3.64	4.19	10.74	86.9
	0-15	4.65	3.81	8.67	1.63	Tr	0.46	Tr	2.09	0.15	5.30	7.54	27.72	70.3
8	15-52	5.01	3.99	8.90	1.69	Tr	0.62	Tr	2.31	0.10	4.87	7.28	31.73	66.9
	52以下	5.27	4.06	8.82	2.16	Tr	0.48	Tr	2.64	0.10	2.70	5.44	48.53	49.6
9	0-30	4.85	4.11	7.97	0.53	Tr	0.33	0.11	0.97	0.10	1.83	2.90	33.45	63.1
	30-90	4.75	4.01	8.68	0.24	Tr	0.27	0.07	0.58	0.12	2.89	3.59	16.16	80.5
	90-130	4.99	4.02	8.62	0.29	Tr	0.22	0.14	0.65	0.23	2.73	3.61	18.01	75.6

(四) 土壤的交换性能与土壤酸度

表 4 中的数据表明,黄棕壤的交换盐基总量比红壤、砖红壤高 6—19 倍;黄棕壤的交换性盐基以钙、镁为主;红壤、砖红壤主要是钾、钙或钾、镁,这与它们的风化淋溶强度和酸度的差异是一致的。

供试黄棕壤、红壤、砖红壤的 $\text{pH}_{(\text{H}_2\text{O})}$ 分别为 5.45—6.05, 4.48—5.27 与 4.75—4.99 (除黄棕壤 1 号剖面外部小于 5.6); $\text{pH}_{(\text{KCl})}$ 相应为 3.55—4.00, 3.79—4.15 与 4.01—4.11; ΔpH 值依次减小。这也反映了它们在粘土矿物、粘粒氧化物类型和含量上的差异。

供试土壤交换性酸的含量主要决定于交换性铝量的多少(表 4)。可见,红壤的交换性铝量最高,比黄棕壤 1 号剖面高 5—10 倍,比黄棕壤 2 号剖面高 2—4 倍;砖红壤介于黄棕壤之间。红壤的交换性铝饱和度最高,为 66—91%;砖红壤其次,为 62—80%;黄棕壤最低,为 4.8—24%。而黄棕壤、红壤、砖红壤的高岭含量却依次增高,这意味着酸性土壤交换性铝的含量并不决定于其高岭类矿物的含量。供试土壤的交换性铝含量与粘粒热碱溶性铝含量呈显著正相关 ($r = 0.638^{**}$, $n = 26$, $P < 0.01$), (图 2)。这是因为土壤交换性铝吸附在土壤胶体表面,在一定条件下,它可以进入膨胀性粘土矿物层间变为非交换性铝。这两种形态的铝在土壤中处于一种动态平衡,热碱溶法对二者都有溶提作用。

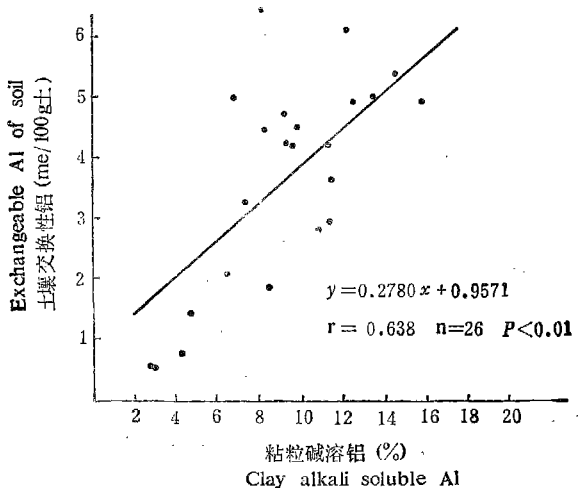


图 2 粘粒热碱溶铝和土壤交换性铝的关系

Fig. 2 The relation between hot alkali soluble Al of soil clay and exchangeable Al of soil

红壤、砖红壤的 $\text{pH}_{(\text{NaF})}$ 值分别为 8.08—9.05 和 7.97—8.68, 比黄棕壤 (7.57—7.88) 高。这是由于土壤 $\text{pH}_{(\text{NaF})}$ 值主要是氟离子通过与活性铝铁氧化物和层状硅酸盐矿物表面羟基的配位交换^[4], 和对羟基铝中铝的络合溶解以及在胶体表面形成新矿物(冰晶石)等方式, 释放出羟基而使溶液 pH 上升^[5,6]。供试土壤的 $\text{pH}_{(\text{NaF})}$ 值与土壤交换性铝含量呈显著正相关 ($r = 0.780^{**}$, $n = 26$, $P < 0.01$), (图 3); 与粘粒的热碱溶性铝含量也呈显著正相关 ($r = 0.884^{**}$, $n = 26$, $P < 0.01$) (图 4)。这些相关反映了土壤中活性铝

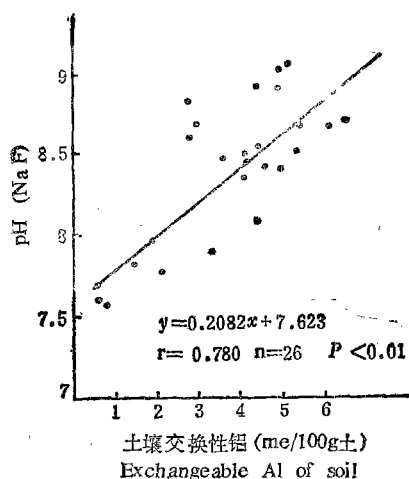
图3 土壤 pH_{NaF} 值与土壤交换性 Al 的关系

Fig. 3 The relation between pH_{NaF} value and exchangeable Al of soil

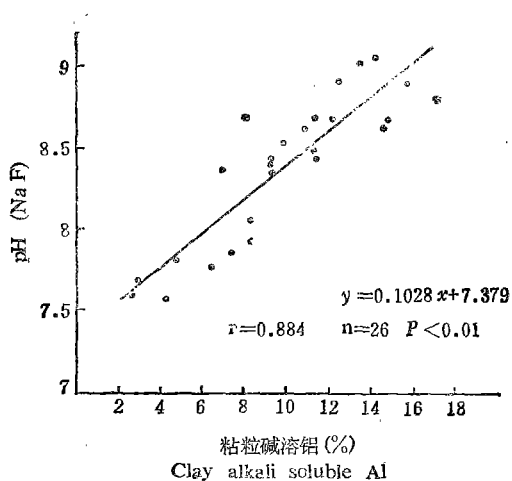
图4 土壤 pH_{NaF} 值与粘粒热碱溶性铝的关系

Fig. 4 The relation between pH_{NaF} value of soil and hot alkali soluble Al of clay

的状况。供试土壤中红壤的活性铝含量最高,因此种植植物如果发生铝的毒害的话,可能首先发生在红壤上而不是在砖红壤上。

参 考 文 献

- [1] 李庆远主编,1983: 中国红壤,科学出版社。
- [2] 张效年、蒋能慧,1964: 土壤电学性质的研究。土壤学报,第12卷2期,153—162页。
- [3] 熊毅等,1983: 土壤胶体,第1册,科学出版社。
- [4] 邵宗臣、陈家坊,1984: 几种氧化铁的离子吸附特性的研究。土壤学报,第21卷2期,153—162页。
- [5] 熊毅等,1985: 土壤胶体,第2册,科学出版社。
- [6] 何群、陈家坊,1984: 土壤胶体表面羟基释放的初步研究。土壤学报,第21卷4期,401—409页。
- [7] Xu Jiaquan, Jiang Meiyong, Yu Suofu and Yang Deyong, 1986: Tropical and subtropical soils in China. Proceedings of the international symposium on red soils. Science Press, Beijing, China, p. 336—376.
- [8] Li Xueyuan, Xu Fenglin, Liu Fan, 1986: Study on 14 Å intergrade mineral of red earth and yellow brown earth in Hubei province, Current progress in soil research in People's Republic of China, Jiangsu Science and Technology Publishing House, China P. 675—686.

THE COLLOIDAL SURFACE PROPERTIES AND 14×10^{-10} m MINERAL OF THE ZONAL SOILS IN THE CENTRE AND SOUTH CHINA

Xu Fenglin, Huang Qiaoyun, Li Xueyuan

(Huazhong Agricultural University, Wuhan)

Summary

The relationship between the colloidal surface properties and association of clay mineral, especially 14×10^{-10} m mineral and clay oxides in 26 horizons of 9 profiles of the yellow brown soil, red earth and latosol derived from granite type parent material was studied. Results indicated that: 1) The cation exchange capacity, total surface area and the proportion of internal surface area decline of 2:1 type clay minerals, 14×10^{-10} m mineral and the increase of 1:1 type clay minerals and clay oxides. This is also in correspondence with 14×10^{-10} m mineral being vermiculite in yellow brown soil and 14×10^{-10} m mineral being 14×10^{-10} m intergrade mineral in red soil. 2) For two soils with a similar content and type to other clay minerals; as the 14×10^{-10} m mineral is vermiculite, the cation exchange capacity, total surface area and the proportion of internal surface area of soil clay is higher, but the active acidity of soil is weaker, the content of exchangeable Al is lower, whereas the 14×10^{-10} m mineral is 14×10^{-10} m intergrade mineral, the situation of these properties is quite opposite.

These results imply that it is significant to differentiate 14×10^{-10} m intergrade mineral from 14×10^{-10} m mineral for the rational exploitation utilization, fertilization, amelioration and classification of acid soil in this region.