

土壤对镉的吸附与解吸*

I. 土壤组份对镉的吸附和解吸的影响

陈怀满

(中国科学院南京土壤研究所)

摘 要

采用选择溶解法研究了有机质、游离铁、无定型硅、铝等土壤组份对青黑土、黄棕壤、红壤和砖红壤胶体吸附和解吸 Cd 的影响。结果表明,去除有机质后胶体吸附 Cd 减少,这可能是由于交换吸附的减少所致;游离铁的去除使得黄棕壤、红壤和砖红壤的吸附量显著减少,显示了在这些土壤中游离氧化铁专性吸附的重要性;随着无定形铝含量的上升,吸附量下降,这是因为铝离子占据了高能量的吸附位。经不同处理后的土壤胶体,其 Cd 的解吸顺序(解吸%)大致为:去无定型硅、铝者 > 去游离铁者 > 去有机质者 > 原胶体,但在不同土壤和不同 pH 条件下该顺序略有差别。研究结果为控制和改造土壤 Cd 污染提供了理论依据。

人体中镉 (Cd) 的累积主要来自于食物链,而食品生产与土壤有着十分密切的关系。虽然 Cd 能通过叶片的直接吸收而进入植物体,但土壤是植物中 Cd 的主要来源。作物由土壤中吸收 Cd 的多少,取决于土壤溶液中 Cd 的含量,而土壤溶液中 Cd 的浓度主要为吸附和解吸所制约,因此吸附和解吸现象在控制 Cd 污染方面起着重要作用。本试验的主要目的是研究土壤的一些组份对吸附和解吸的影响,从而为了解和控制土壤中 Cd 的化学行为,进而为控制 Cd 污染提供理论依据。

在土壤对重金属的吸附和解吸的研究过程中,使用模拟材料所进行的试验对理解重金属的反应是十分有益的,今后仍可能广泛采用。但应当指出,这种方法除了能定性地评价 pH 和离子强度对吸附行为的变化趋势有较大的价值外,它很难反映土壤对重金属的保持能力、以及重金属在土壤中的迁移和被植物所吸收等倾向,因为土壤是一个十分复杂的体系^[1]。但是,目前尚无理想的人工“合成土壤”用以研究土壤组份对土壤吸附重金属和解吸行为的影响,所以在研究土壤这类性质时,通常采用“解剖法”,即一些作者所指的选择溶解法,再结合土壤特性和吸附及解吸作用之间的数理统计分析,从而获得一些土壤成份对吸附作用或解吸行为影响的推论^[2],但应当指出,这不是一个完善的方法,因为“选择溶解”并不是“无损的”,即所选择的溶剂或提取剂其专性或选择性不强,它不能做到只溶出某一特定成份而其它成份仍完好无损。但由于该法简便、易行、实用,因而普遍为土壤科学家所承认。有关采用选择溶解法系统地研究有机质、游离氧化铁、无定形硅、铝等

* 该工作在熊毅和陈家坊教授指导下完成。

对 Cd 的吸附和解吸的影响至今尚未见报道, 本文较为详细地阐述了这方面的研究结果。关于这些因素的综合影响问题将在续篇中报道¹⁾。

一、材料和方法

试验采用土壤胶体进行, 因为胶体代表了整个土壤的活性吸附表面。样品选择了我国南方和东南方具有代表性的青黑土(砂姜黑土)、黄棕壤、红壤和砖红壤, 它们在成土条件和主要性质方面均有着较大的差异^[1,2]。青黑土采自安徽省宿县(20—60 厘米), 黄棕壤采自江苏江宁(20—80 厘米), 红壤采自江西进贤(20—60 厘米), 砖红壤采自广东徐闻(20—60 厘米)。所采土样中一部分用 2% 紫云英培育一年, 以更新有机质。将土样风干并粉碎, 剔去草根和其它较粗大的有机物质, 再用静电吸引法除去有机质碎屑, 然后研磨并过 0.84 毫米的筛, 贮藏备用。称取适量过筛土样, 用超声波分散法提取 <0.002 毫米的胶体。原土所提取的胶体分别用符号 IBC₀ (青黑土)、YBC₀ (黄棕壤)、RC₀ (红壤) 和 LC₀ (砖红壤) 表示, 培育土胶体分别以 IBC、YBC、RC 和 LC 表示。用培育土连续以选择溶解法来研究有机质、游离氧化铁和无定形硅铝等对土壤吸附和解吸 Cd 的影响, 以双氧水去除有机质的胶体以 X-OM 表示(X 分别代表 IBC、YBC、RC 和 LC, 下同); 用连二亚硫酸钠-柠檬酸三钠-碳酸氢钠(DCB) 处理以去除游离氧化铁的胶体以 X-Fe 表示; 用 0.5 M NaOH 处理去除无定形硅和铝的样品以 X-Si

表 1 供试胶体的一些特性

Table 1 Some properties of soil colloids used in the experiment

土壤胶体 Soil coll.	有机质 O. M. (%)	游离氧化铁 Free. Fe (Fe ₂ O ₃ %)	无定形硅 Amor. Si (SiO ₂ %)	无定形铝 Amor. Al (Al ₂ O ₃ %)	CEC (me/100g)
IBC ₀	2.19	2.23	4.50	3.00	76.4
IBC	2.39	2.06	4.11	2.73	75.6
IBC-OM	0.40	2.27	4.40	2.96	65.3
IBC-Fe	—	0.88	4.57	2.92	70.8
IBC-Si	—	1.40	4.41	2.58	87.5
YBC ₀	1.51	5.27	6.09	4.00	53.0
YBC	1.90	5.08	5.90	4.18	49.8
YBC-OM	0.40	5.82	6.83	4.49	46.6
YBC-Fe	—	0.84	5.25	3.53	54.5
YBC-Si	—	1.42	3.93	2.59	73.6
RC ₀	1.26	9.15	8.52	8.39	25.7
RC	1.29	9.20	7.22	7.33	29.6
RC-OM	0.40	9.29	8.08	7.86	23.1
RC-Fe	—	0.28	5.83	5.39	24.4
RC-Si	—	0.43	3.71	3.37	48.7
LC ₀	1.59	16.55	10.78	15.72	18.3
LC	1.61	16.27	8.07	13.52	21.9
LC-OM	0.33	16.58	12.40	16.85	15.7
LC-Fe	—	0.31	7.75	12.70	13.4
LC-Si	—	0.54	3.53	4.29	30.0

1) 陈怀满, 土壤对镉的吸附和解吸: II. 吸附势和解吸势。土壤学报。(待刊稿)。

表示。所有胶体均经钙饱和,洗涤后进行干燥、研磨、并过 0.149 毫米的筛。X 光和电子显微镜分析表明,青黑土和黄棕壤的主要矿物成份分别为蒙脱石和水云母;红壤以高岭石、水云母为主,有较多结晶粗大的针铁矿;砖红壤以高岭石为主,氧化铁较多,部分呈针状,部分呈粉末状。供试胶体的一些其它特性如表 1 所示。

称取 0.100 克胶体,置于塑料离心管中,添加含有 0.01 M NaNO₃ 的 Cd 溶液 20 毫升, Cd 的浓度分别为 40, 60, 80, 100, 120 和 160 微克/升,或其它类似的浓度梯度。在往复振荡机上振荡两小时,再放于 25°C 的恒温箱中保持 24 小时。溶液离心后测定清液 pH, 留下的胶体供解吸之用。用 KI-MIBK 萃取的无火焰原子吸收分光光度法测定平衡液中 Cd 的浓度,采用差减法计算吸附量,实验中采用 HC 或 NaOH 调节 pH, 所有试验均在 25±1°C 恒温室中进行。

上述吸附后留下的胶体在 25°C 下保持 24—36 小时,然后进行解吸试验: 添加 0.1 M NaNO₃ 溶液 20 毫升,在往复振荡机上振荡 1 小时,离心分离,测定清液 pH, 测定溶液中 Cd 的浓度。由于残留液体体积甚微,故在解吸试验中因残留所带来的 Cd 浓度可忽略不计。图 1—8 中吸附%和表 2 中的解吸%由相应的吸附势或解吸势求得^[4]。

二、结果和讨论

(一) 有机质对胶体吸附的影响

土壤胶体分为无机胶体、有机胶体、以及有机无机复合体,由于粘粒和有机质的相互作用,对土壤理化特性的影响很大,对土壤中的重金属行为亦有着十分重要的影响,因而胶体在用双氧水去除有机质后,它对金属的吸附行为必然会产生一些变化(图 1—4)。当把每种土壤去与不去有机质单独进行比较时,可以发现在不同的 pH 条件下,吸附情况的变化并不完全一致,例如青黑土和黄棕壤胶体,它们在 pH 7.0 和 6.5 的情况下,其吸附%变化不大,这表明在这样的条件下它们有足够的交换位为 Cd 所占有,但在 pH 6.0 以下,其变化颇为显著,这种去有机质后吸附的减少可能是由于吸附表面的变化或 H⁺ 离子的竞争,或两者兼而有之;红壤胶体只有 pH 6.0 和 5.5 变化较为明显;而黄棕壤胶体在 pH

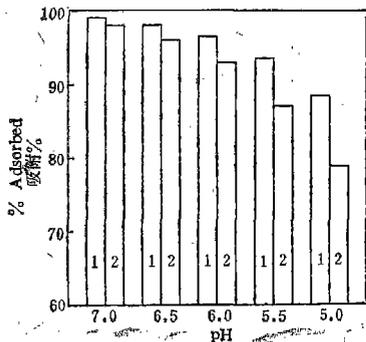


图 1 一定 pH 条件下青黑土胶体去与不去有机质吸附 Cd(%) 的变化
(1 = IBC; 2 = IBC-OM)

Fig. 1. Changes of Cd adsorption by IBC as affected by O. M. removal at given pH

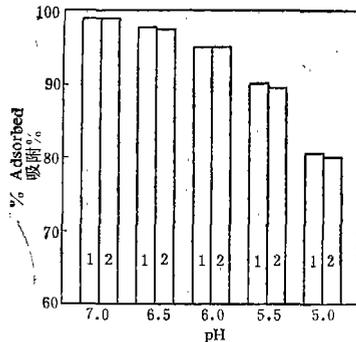


图 2 一定 pH 条件下黄棕壤胶体去与不去有机质吸附 Cd(%) 的变化
(1 = YBC; 2 = YBC-OM)

Fig. 2. Changes of Cd adsorption by YBC as affected by O. M. removal at given pH

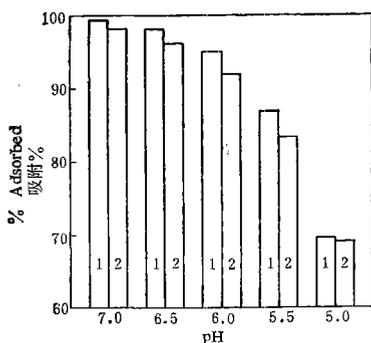


图3 一定 pH 条件下红壤胶体去与不去有机质吸附 Cd(%) 的变化
(1 = RC; 2 = RC-OM)

Fig. 3. Changes of Cd adsorption by RC as affected by O. M. removal at given pH

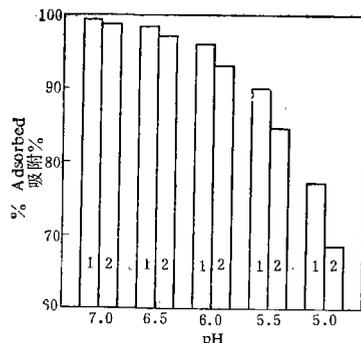


图4 一定 pH 条件下砖红壤胶体去与不去有机质吸附 Cd(%) 的变化
(1 = LC; 2 = LC-OM)

Fig. 4. Changes of Cd adsorption by LC as affected by O. M. removal at given pH

5.0—7.0 的范围内,在给定 pH 时去与不去有机质其吸附%并无多大变化,这一现象可能是由于黄棕壤胶体在去有机质后吸附量的下降为由此而引起的氧化铁表观含量的上升所补偿[表 1, 并见讨论(二)]。以上事实反映了不同类型的土壤其吸附作用受有机质影响的复杂性,除了上述的一些原因外,还可能和 Cd 与无机胶体、Cd 与有机胶体,以及有机胶体和无机胶体之间反应的复杂性有关。一些报道曾涉及不同的有机络合剂对土壤或土壤组份吸附 Cd 的影响^[10,11],不同络合剂对不同类型的土壤或土壤组份之间的影响是很不一致的。尽管有机质的影响较为复杂,但在本实验条件下去与不去有机质的胶体对吸附量的影响,可能是由于阳离子交换容量的变化而引起,对 4 种土壤胶体用逐步回归分析表明,吸附量(y , 微克/克)与添加 Cd 浓度(x_1 , 微克/升)、pH(x_2)、CEC(x_3 , 毫当量/100 克)、有机质含量(x_4 , %)有着如下的关系:

$$y = -17.54 + 0.13x_1 + 3.27x_2 + 0.04x_3 \quad (1)$$

$R^2 = 0.95$ ($p < 0.01$)。方程式(1)表明,在一定的 Cd 浓度和 pH 情况下,胶体有机质含量与阳离子交换容量相比,在给定 F 值下对吸附量未表现出显著影响,有机质的影响是通过阳离子交换容量的变化来实现的,因为去有机质后阳离子交换容量均显著减小(表 1),阳离子交换容量的减少显然将减少 Cd 的交换吸附量,这一结果与土壤有机质含量愈高,吸附量愈大是一致的¹⁾。

(二) 游离氧化铁对胶体吸附的影响

在一定 pH 条件下去铁与不去铁处理的胶体吸附%的变化如图 5—8 所示。由图可见,铁对不同类型的胶体吸附 Cd 的影响是不同的,去有机质的青黑土胶体在去铁后吸附%有所上升,而黄棕壤、红壤、以及砖红壤胶体去铁后,吸附%均有所下降。这些事实表明了游离氧化铁对青黑土胶体吸附 Cd 的影响与其它三种土壤胶体比较是不同的,它可能归因于矿物类型的差异,青黑土胶体以 2:1 型的蒙脱石为主,所含的游离铁较低(表

1) 陈怀满,1985: 四种土壤和胶体对镉的吸附和解吸以及对水稻吸收镉的影响(博士论文),中国科学院南京土壤研究所。

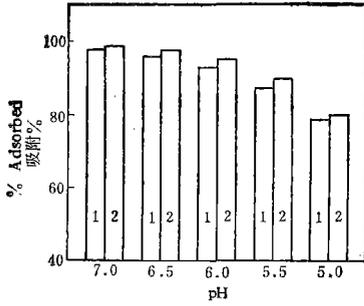


图 5 一定 pH 条件下青黑土胶体去与不去铁吸附 Cd(%) 的变化
(1 = IBC-OM; 2 = IBC-Fe)

Fig. 5. Changes of Cd adsorption by IBC as affected by free Fe₂O₃ removal at given pH

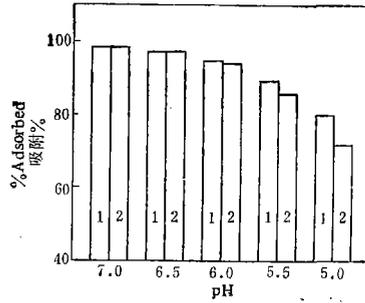


图 6 一定 pH 条件下黄棕壤胶体去与不去铁吸附 Cd(%) 的变化
(1 = YBC-OM; 2 = YBC-Fe)

Fig. 6. Changes of Cd adsorption by YBC as affected by free Fe₂O₃ removal at given pH

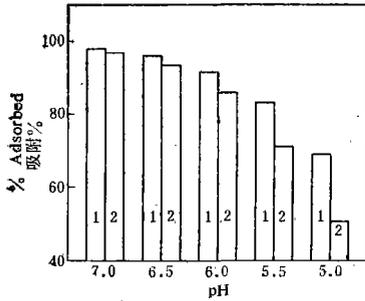


图 7 一定 pH 条件下红壤胶体去与不去铁吸附 Cd(%) 的变化
(1 = RC-OM; 2 = RC-Fe)

Fig. 7. Changes of Cd adsorption by RC as affected by free Fe₂O₃ removal at given pH

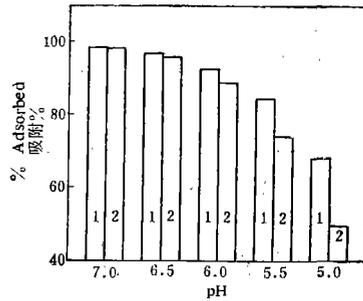


图 8 一定 pH 条件下砖红壤胶体去与不去铁吸附 Cd(%) 的变化
(1 = LC-OM; 2 = LC-Fe)

Fig. 8. Changes of Cd adsorption by LC as affected by free Fe₂O₃ removal at given pH

1), 去除包裹于胶体上的游离氧化铁后有可能暴露出较多的交换位供 Cd 占用, 因而其吸附量有所上升。多元逐步回归分析表明, 黄棕壤、红壤和砖红壤三种胶体吸附量随着游离氧化铁的增加而增加, 如令吸附量为 Y (微克/克), 则它与添加 Cd 浓度 (X₁ 微克/升)、pH (X₂)、游离氧化铁 (X₃, Fe₂O₃%) 的关系可用下列方程式来表示:

青黑土胶体 (IBC-OM 和 IBC-Fe):

$$Y_{(IB)} = -10.58 + 0.12X_1 + 2.35X_2 \quad R^2 = 0.98 \quad (2)$$

黄棕壤胶体 (YBC-OM 和 YBC-Fe):

$$Y_{(YB)} = -14.41 + 0.11X_1 + 2.82X_2 + 0.41X_3 \quad R^2 = 0.97 \quad (3)$$

红壤胶体 (RC-OM 和 RC-Fe):

$$Y_{(P)} = -16.46 + 0.07X_1 + 3.60X_2 + 0.19X_3 \quad R^2 = 0.97 \quad (4)$$

砖红壤胶体 (LC-OM 和 LC-Fe):

$$Y_{(L)} = -20.09 + 0.10X_1 + 3.84X_2 + 0.13X_3, \quad R^2 = 0.96 \quad (5)$$

F 检验表明,上述四方程均可达显著水平 ($p < 0.05$)。方程式(2)表明,青黑土胶体在去铁后吸附量虽然有所上升,但在给定的 *F* 值下,与添加 Cd 浓度和 pH 相比,游离铁并未显示出重要影响,这可能是由于其含量较少的缘故(表 1)。如果将方程式(3)、(4)和(5)中的氧化铁换成阳离子交换容量 (X_3 , 毫当量/100 克),则它们的吸附量 (*Y*) 与添加 Cd 浓度 (X_1)、pH(X_2) 和 X_3 的关系为:

$$Y_{(YB)} = 0.17 + 0.11X_1 + 2.82X_2 - 0.26X_3, \quad R^2 = 0.97 \quad (6)$$

$$Y_{(R)} = 19.02 + 0.07X_1 + 3.60X_2 - 1.45X_3, \quad R^2 = 0.97 \quad (7)$$

$$Y_{(L)} = -17.46 + 0.10X_1 + 3.55X_2, \quad R^2 = 0.93 \quad (8)$$

F 检验表明上列三式均可达显著水平 ($p < 0.05$)。方程式(6—8)清楚地表明了黄棕壤、红壤和砖红壤 3 种胶体 Cd 的吸附量与阳离子交换容量的关系要么不显著(方程式 8)、要么成负相关(方程式 6 和 7),即随着阳离子交换容量的上升,吸附量反而下降。这一事实十分有力地证明了这些胶体吸附量的变化显然主要是由于氧化铁的专性吸附作用所引起。氧化物在重金属的专性吸附中占有重要位置^[7,8],在低有机质和高氧化物含量的土壤中尤其是如此^[14]。

(三) 无定形硅、铝对胶体吸附的影响

胶体在去有机质、去铁后,继续作去除无定形硅铝的处理,去与不去无定形硅铝的青黑土胶体、黄棕壤胶体、红壤胶体、以及砖红壤胶体的无定形硅、铝含量的变化如表 1 所示。将去游离氧化铁前后的胶体续去无定形硅铝,将处理前后的上述 8 种胶体 Cd 的吸附量 (*Y*, 微克/克)与添加 Cd 浓度 (X_1 , 微克/升)、pH (X_2) 和 0.5 M NaOH 提取的相应硅 (X_3 , SiO₂%), 铝 (X_4 , Al₂O₃%) 进行逐步回归分析,所得结果可用下式表示:

$$Y = -15.10 + 0.10X_1 + 3.23X_2 - 0.14X_4, \quad (9)$$

$R^2 = 0.96$ ($p < 0.05$)。方程式(9)清楚地表明,随着 NaOH 可提取铝含量的上升,吸附量下降,这是因为铝离子占据了高能量的吸附位,这一趋势与土壤中的活性铝对土壤吸附 Cd 行为的影响相一致¹⁾。如将阳离子交换容量 (X_3 , 毫当量/100 克)一并考虑,则 Al 的影响为阳离子交换容量所反映。

$$Y = -17.56 + 0.10X_1 + 3.32X_2 + 0.03X_3, \quad (10)$$

$R^2 = 0.97$ ($p < 0.05$)。方程式(10)中 X_3 所起的作用与表 1 中所示随着无定形硅、铝的去除阳离子交换容量显著上升的结果是一致的,而这一影响显然是无定形铝,而不是硅。

(四) 土壤组份对 Cd 解吸的影响

吸附于胶体上的 Cd 的解吸具有重要的生态意义,因为解吸量的多少,有可能标志在一定条件下对地下水、土壤生物、以及作物吸收 Cd 的潜在影响。解吸剂(或提取剂)的选择往往随着不同的研究目的而有差异,在研究土壤和植物体系时,人们寻找能够代表所谓“有效态”的解吸剂或提取剂,即寻找这样一个解吸剂,它对 Cd 的解吸量与植物吸收 Cd 之间有着良好的相关性。所报道的一些提取剂,例如 M 醋酸和醋酸铵的缓冲液 (pH 4.8), 5% 醋酸, M 硝酸铵, DTPA, 0.1 或 0.05 M HCl 等^[3-5,9,12,13]。这些解吸剂或提取

1) 陈怀满,1985: 四种土壤和胶体对镉的吸附和解吸以及对水稻吸收镉的影响(博士论文),中国科学院南京土壤研究所。

剂所提取的 Cd 与植物吸收 Cd 之间都有着良好的相关性。本实验选用 0.1 M NaNO₃ 作为解吸剂,一是因为它不能取代专性吸附的 Cd,所解吸的 Cd 具有生态意义;二是因为它所解吸的 Cd 与植物吸收 Cd 之间具有可比较性,并在预测土壤对 Cd 的吸收、土壤污染程度等方面具有实用价值^[6]。

青黑土胶体、黄棕壤胶体、红壤胶体、以及砖红壤胶体在用 H₂O₂ 去有机质后用 DCB

表 2 一定 pH 条件下不同处理对胶体解吸 Cd(%) 的影响
Table 2 The influence of different treatments on desorption of cadmium (%) at the given pH

pH	IBC	IBC-OM	IBC-Fe	IBC-Si
7.0	2.6	6.1	0.8	1.6
6.5	4.8	10.3	2.4	5.2
6.0	8.7	17.2	7.0	15.4
5.5	16.2	27.5	18.6	38.1
5.0	24.8	40.3	40.8	67.1
4.5	38.6	55.1	67.6	87.3
4.0	54.0	69.1	86.3	95.8
pH	YBC	YBC-OM	YBC-Fe	YBC-Si
7.0	3.4	7.3	2.7	1.2
6.5	6.9	12.1	7.3	4.6
6.0	13.1	19.3	18.6	15.4
5.5	23.6	29.4	39.2	40.3
5.0	39.2	41.4	65.0	71.9
4.5	56.8	55.1	84.0	90.7
4.0	72.9	68.1	99.5	97.3
pH	RC	RC-OM	RC-Fe	RC-Si
7.0	1.3	4.1	4.4	1.9
6.5	3.3	8.3	14.2	6.1
6.0	8.0	16.3	37.0	17.6
5.5	17.9	29.4	68.1	41.4
5.0	35.9	47.1	88.6	70.0
4.5	58.5	65.0	96.5	88.6
4.0	78.4	79.9	99.0	96.2
pH	LC	LC-OM	LC-Fe	LC-Si
7.0	1.3	3.4	1.1	3.5
6.5	2.7	6.5	6.9	15.1
6.0	5.8	11.6	32.3	46.5
5.5	11.9	20.4	75.5	81.0
5.0	22.7	33.3	95.2	95.4
4.5	39.2	49.4	99.2	99.4
4.0	56.8	65.5	99.9	99.8

去游离铁, 继用 0.5 M NaOH 去无定形硅和铝, 这些处理对相似 pH 条件下用 0.1 M NaNO₃ 解吸 Cd 的影响如表 2 所示。由表可见, 除砖红壤胶体去 Si 外, 4 种胶体在 pH 6.0 以上, 其解吸量均在 20% 以内。除红壤胶体外, 在 pH 5.5 以下其解吸%的顺序大致为 X-Si > X-Fe > X-OM > X。处理前后解吸情况的差异反映了有机质、游离氧化铁、以及无定形硅、铝不但影响着胶体的吸附行为, 而且在 Cd 的解吸方面有显著的作用。表 2 还表明在 pH 较高时其解吸较少, 这是因为在较高 pH 条件下吸附于固体表面的离子有着较强的结合能, 而结合能愈高, 愈难解吸。

正如前言中所指出的那样, 用选择溶解法与数理统计相结合来分析土壤某些组份对吸附和解吸的影响不是一个完美的方法, 如何用实验仅从土壤化学角度来证实某一单独成份的影响是一个十分困难而复杂的问题, 目前尚未解决, 但这是一个值得解决的重要课题, 理想的人工合成土壤可能是解决这一问题的途径之一, 如能获得成功, 将有可能使土壤科学产生突破性进展。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院南京土壤研究所主编, 1978: 中国土壤。科学出版社。
- [2] 安徽省水利勘测设计院, 中国科学院南京土壤研究所, 1976: 安徽淮北平原土壤。上海人民出版社。
- [3] 陈涛等, 1982: 利用放射性同位素 ^{115m}Cd 对两种污灌土壤中不同形态镉的研究。环境科学学报, 第 2 卷 3 期, 266—269 页。
- [4] Symeonides 等(陈怀满译), 1980: 植物有效性 Cd 的评价。土壤学进展, 第 2 期, 58—61 页。
- [5] 陈怀满, 1985: 土壤中 Cd、P、Zn 含量对水稻产量和植株中矿物浓度的影响。土壤学报, 第 22 卷 1 期, 85—92 页。
- [6] 陈怀满, 1986: 土壤或胶体对 Cd 的吸附势与解吸势及其应用。科学通报, 第 31 卷 9 期, 698—701 页。
- [7] 陈家坊, 1983: 氧化物。土壤胶体(第一册): 土壤胶体的物质基础(熊毅主编), 科学出版社, 132—246 页。
- [8] 武玫玲, 1985: 土壤矿质胶体电荷表面对重金属离子的专性吸附。土壤通报, 第 16 卷 2 期, 89—94 页; 3 期, 138—141 页。
- [9] Chen, H. M. and Ponnampuram, F. N., 1982: Yield and cadmium concentration of wetland rice grain as affected by addition of cadmium, phosphorus and zinc compounds. Philipp. J. Crop. Sci., 7: 109—113.
- [10] Chubin, R. G. and Street, J. J., 1981: Adsorption of cadmium on soil constituents in the presence of complexing ligands. J. Environ. Qual., 10: 225—228.
- [11] Elliott, H. A. and Denneny, C. M., 1982: Soil adsorption of cadmium from solutions containing organic ligands. J. Environ. Qual., 11: 658—663.
- [12] Hinesly, T. D., Jones, R. L., Ziegler, E. L. and Tyler, J. J., 1977: Effects of annual and accumulative of zinc and cadmium by corn (*Zea mays* L.). Environ. Sci. and Technol., 11: 182—188.
- [13] Korcak, R. F. and Fanning, D. S. 1978: Extractability of cadmium, copper, nickel, and zinc by double acid vs. DTPA and plant content at excessive soil levels. J. Environ. Qual., 7: 506—512.
- [14] Pulford, I. D., Kimber, A. J. and Duncan, H. J., 1982: Influence of pH and manganese oxides on the extraction and adsorption of trace metals in colliery spoil from the Central Scotland Coalfield. Reclam. Reveg. Res., 1: 19—31. from J. Environ. Qual., 13: 197—203.
- [15] Tiller, K. G., Gerth, J. and Brummer, G., 1984: The relative affinities of Cd, Ni and Zn for different soil clay fractions and goethite. Geoderma, 34: 17—35.
- [16] Tiller, K. G., Gerth, J. and Brummer, G., 1984: The sorption of Cd, Zn and Ni by soil clay fractions: procedures for partition of bound forms and their interpretation. Geoderma, 34: 1—16.

ADSORPTION AND DESORPTION OF CADMIUM IN SOILS

I. THE INFLUENCE OF SOIL COMPONENTS ON Cd ADSORPTION AND DESORPTION

Chen Huaiman

(Institute of Soil Science, Academia Sinica, Nanjing)

Summary

Effect of organic matter, free iron oxide and amorphous Si and Al on the Cd adsorption and desorption of colloids of lime concretion black soil (IBC), yellow brown earth (YBC), red earth (RC) and latosol (LC), which are the typical soils in South and Southeast China, was studied with selective dissolution method. Results showed the decrease of Cd adsorption by colloids of the soils after removal of OM might be due to the decrease of exchangeable adsorption by the soil colloids. Removal of free Fe_2O_3 resulted in significant decrease of Cd adsorption by the colloids of YBC, RC and LC, which indicates the significance of specific adsorption of free iron oxide in these soils. Cd adsorption decreased with increasing of amorphous Al content in soil colloids, which might be due to the high energy exchange sites being occupied by Al ions. The Cd desorption percentage by the soil colloids after different treatments was in the order: that removing amorphous Si, Al > that removing free Fe_2O_3 > that removing OM > the original soil colloids, however, the order differed slightly for different soils under different pH.