

砂壤中铜的吸附行为及其影响因素研究*

王 涛 刘廷凤 何 忠 孙 成[†]

(污染控制与资源化研究国家重点实验室,南京大学环境学院,南京 210093)

摘 要 研究了果园附近砂壤中 Cu 的吸附行为,并探讨了 pH 值及土壤有机质对吸附的影响。结果表明,供试土壤对 Cu 的吸附行为可用 Freundlich 方程拟合,电性吸附态 Cu 较易解吸;而专性吸附态 Cu 较难解吸。动力学实验表明,最初 4 h 内的吸附量占总吸附量的 60% 以上,8 h 后达到平衡;而解吸在最初 30 min 内占了近 80%,2 h 后可达平衡。低 pH 值时,H⁺ 和 Cu 发生竞争吸附,可明显抑制土壤对 Cu 的吸附;随 pH 值的升高,抑制作用减弱,其 logK_d 与 pH 呈线性正相关;在中性和偏碱性范围,pH 值对土壤吸附 Cu 的影响不大。原土去除有机质后对 Cu 的分配系数降低了 10 倍。

关键词 铜;砂壤;吸附解吸;pH 值;有机质
中图分类号 S153 文献标识码 A

铜是动植物生长所必需的一类微量元素,同时也是污染土壤的重金属。一些果园,特别是历史较长的果园,由于长期使用含铜农药(如波尔多液)作为杀菌剂,致使铜在土壤中累积^[1~3]。如果在含铜量较高的土壤上种植农作物,其中残留的铜可能影响作物的生长,同时会杀死或抑制土壤中的一些微生物,对土壤中的多种酶也有抑制作用,影响生化过程,破坏土壤微生物生态系统的平衡^[4]。国外有人曾对葡萄园土壤中铜的累积、生物可利用性及铜在不同土壤颗粒上的分配等进行过研究^[1,5,6];国内也有人曾对果园土壤中铜污染状况、含量、形态、剖面特征及长期使用含铜农药制剂对作物生长及环境的影响等进行过研究^[2~4]。但对铜在果园土壤中的吸附行为研究较少,而吸附是铜进入土壤后首先发生的重要反应之一,影响其在土壤中的迁移行为和生物可利用性。因此,有必要对铜在土壤中的吸附行为作一研究。

本文以果园附近土壤为实验对象,研究土壤对

铜的吸附行为,并探讨 pH 值及土壤有机质对吸附的影响,以期为进一步研究铜在果园土壤中的迁移规律、生物可利用性及制定果园土壤环境标准等提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

1.1.1 仪器与试剂 Z-8100 原子吸收分光光度计(日本日立公司),pHS-3C 精密 pH 计(上海雷磁仪器厂);实验用药品为国产分析纯,实验用水为去离子水。

1.1.2 材料 江苏大沙河果园约有 50 多年的历史,主要种植苹果和梨,长期使用含铜农药作为杀菌剂。供试土壤采自果园附近,其性质与果园内土壤基本一致,但未受含铜农药污染,取 0~15 cm 的表层土,自然风干磨碎,过 20 目筛,备用。供试土壤的基本理化性质如表 1 所示。

表 1 供试土壤的理化性质

Table 1 Physical and chemical properties of the tested soil

土壤 Soil	有机质含量 OM (g kg ⁻¹)	阳离子交换量 CEC (cmol kg ⁻¹)	pH ¹⁾
砂壤 Sandy loam	104	6.18	8.26

1) 土水比 1:1 W_{soil}/W_{water} = 1:1

* 江苏省社会发展项目(BS2006052),中国科学院南京土壤研究所土壤圈物质循环开放研究实验室项目(035114)

[†] 通讯作者, E-mail: envidean@nju.edu.cn

作者简介:王涛(1981~),男,硕士研究生,主要从事土壤重金属污染研究。E-mail: maywoody123@163.com

收稿日期:2005-10-20;收到修改稿日期:2006-03-29

1.2 实验方法

1.2.1 Cu的吸附-解吸热力学 称取 $1.000 0 \pm 0.000 5$ g 土壤于 50 ml 塑料离心管中,以 0.01 mol L^{-1} 的 CaCl_2 为支持电解质,土液比 1:20。加入不同体积含 $\text{Cu } 1\ 000 \text{ mg L}^{-1}$ 的 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 储备液,使 Cu 的初始浓度依次为 10.0、20.0、40.0、60.0、80.0、100.0、150.0、200.0、300.0、400.0、600.0 mg L^{-1} ,总体积 20 ml。于 28℃ 下连续振荡 2 h,取出同温度下恒温平衡 24 h, $6\ 000 \text{ r min}^{-1}$ 离心 10 min,取上清液用原子吸收法测定 Cu 的浓度,根据差减法计算其吸附量。

用少量去离子水洗涤上述离心过的土壤,加入 20 ml 1 mol L^{-1} 的中性 $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 解吸,于 28℃ 下连续振荡 2 h,取出同温度下恒温平衡 24 h, $6\ 000 \text{ r min}^{-1}$ 离心 10 min,取上清液用原子吸收法测定 Cu 的浓度,计算其解吸量。

1.2.2 Cu的吸附-解吸动力学 称取 $1.000 0 \pm 0.000 5$ g 土壤若干份于 50 ml 塑料离心管中,加入含 Cu 的 0.01 mol L^{-1} 的 CaCl_2 溶液 20 ml。分别振荡 1、5、10、15、20、30、60、120、240、360、480、720、1 440 min 后,取出离心,取上清液用原子吸收法测定 Cu 的含量,根据差减法计算其吸附量。

在吸附了一定量 Cu 的土壤中加入 20 ml 1 mol L^{-1} 的中性 $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 解吸。分别振荡 1、5、10、15、20、30、60、120、240、360、480、720、1 440 min 后,取出离心,取上清液用原子吸收法测定 Cu 的含量,计算其解吸量。

1.2.3 pH 值对土壤吸附 Cu 的影响 称取 $1.000 0 \pm 0.000 5$ g 土壤于 50 ml 塑料离心管中,以 0.01 mol L^{-1} 的 CaCl_2 为支持电解质。加入不同体积的含 $\text{Cu } 1\ 000 \text{ mg L}^{-1}$ 的 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 储备液,使 Cu 的初始浓度为 20.0、80.0 mg L^{-1} ,用 1:1 的盐酸和 0.5 mol L^{-1} 的 NaOH 调节 pH,使之在 3.5~9.0 之间,总体积 20 ml。于 28℃ 下连续振荡 2 h,取出同温度下恒温平衡 24 h,取出离心,取上清液用原子吸收法测定 Cu 的浓度,并用 pH 计测定其 pH 值,根据差减法计算其吸附量。

1.2.4 土壤有机质对土壤吸附 Cu 的影响 去除有机质土样:取风干并过 20 目筛的土样 80 g 于 500 ml 烧杯中,先加少量的蒸馏水使之润湿,然后加 30% 的 H_2O_2 10 ml,搅拌混匀后盖好表面皿,70~80℃ 水浴上加热氧化。其间经常搅拌土样,待泡沫平息时,继续滴加 H_2O_2 ,直至土色变淡,无反应为

止,过量的 H_2O_2 煮沸排除,冷却后倾去上清液,105℃ 烘干,磨碎备用。按 1.2.1 的方法作吸附试验。

2 结果与讨论

2.1 铜在供试土壤中的吸附-解吸热力学研究

Cu 在供试土壤中的吸附等温线如图 1 所示:当 Cu 初始浓度较低时,土壤表面有大量的吸附位,吸附远未达到饱和,吸附量随浓度变化很快,吸附曲线较陡,此时 Cu 在土壤中的吸附率很高,接近 100%;随 Cu 浓度的增大,土壤表面的吸附位逐渐被占满,吸附曲线增势减缓,最后到达平台阶段,此时吸附达到平衡。已有的研究结果表明,土壤对重金属的吸附规律可用 Langmuir 方程或 Freundlich 方程拟合^[7,8],本文也用这两种吸附方程对供试土壤吸附 Cu 的规律进行拟合,其拟合结果如表 2 所示。由表 2 可见用 Langmuir 方程的拟合结果,其相关性不如 Freundlich 方程好;根据 Langmuir 方程计算出供试土壤对 Cu 的最大吸附量为 1.92 mg g^{-1} ,而实测值为 4.9 mg g^{-1} ,与计算值偏差较大。于颖等^[8]在研究黑土和棕壤对铜的吸附时也得到了类似的结论,他们认为这是一种假相关现象。

由以上综合分析,可以认为用 Freundlich 方程拟合供试土壤对 Cu 的吸附行为更佳,方程中的 K 可表示土壤的吸附能力, n 可表征吸附过程的亲和力^[9]。

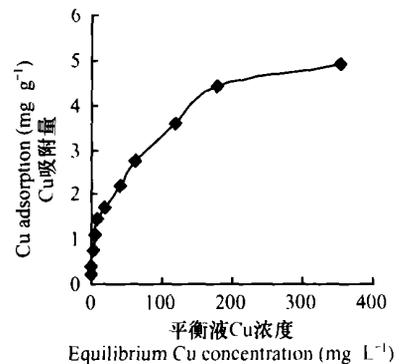


图 1 Cu 在砂壤中的吸附等温线

Fig. 1 Adsorption isotherm of Cu in sandy loam

土壤对离子的吸附机理可以分为电性吸附和专性吸附。邹献中等^[10]在研究可变电荷土壤中铜离子的解吸时认为电性吸附主要是由于土壤胶体表面与离子之间的库仑力的作用发生吸附,这类吸附性离子可被中等浓度的惰性电解质解吸;而专性吸附则是由于土壤胶体表面与离子之间的某种化学力的

作用发生吸附,这类吸附性离子只能被吸附能力更强的离子或有机络合剂解吸。

表 2 两种吸附方程对供试土壤吸附 Cu 的拟合结果¹⁾

Table 2 Fitting of two isotherm modals to Cu adsorption in the tested soil

吸附方程 Adsorption equation	Langmuir 方程 ²⁾ Langmuir equation		Freundlich 方程 ³⁾ Freundlich equation	
	Q_m	b	K	n
常数 Constant	1.92	0.51	0.639	2.84
相关系数 Correlation coefficient (R^2)	0.956		0.986	

1) Q_e : Cu 吸附量 Cu adsorption (mg g^{-1}); Q_m : 最大吸附量 Maximum adsorption (mg g^{-1}); C_e : 平衡液 Cu 浓度 Equilibrium Cu concentration (mg L^{-1}); b, K, n 为常数 b, K, n are constant; 2) $\frac{1}{Q_e} = \frac{1}{Q_m} + \frac{b}{Q_m} \cdot \frac{1}{C_e}$; 3) $\text{Log} Q_e = \text{Log} K + \frac{1}{n} \text{Log} C_e$

本研究中 Cu 在供试土壤中的吸附-解吸关系如图 2 所示:在低平衡液浓度范围,吸附量很高,而解吸量较低;随吸附态 Cu 含量的增加,其解吸量也逐渐上升;在吸附态 Cu 含量较高时,仍有一部分吸附态 Cu 不能解吸。其原因可能是在低平衡液浓度范围, Cu 主要专性吸附在土壤的高能位点上,吸附较牢固,不易解吸,故解吸量很低;随加入 Cu 浓度的增加,高能位点吸附逐渐饱和,低能位点开始吸附,这些低能位点与 Cu 的结合不牢固,易被解吸;特别是电性吸附的部分,很容易被中等浓度的惰性电解质解吸下来,故其解吸量升高。Li 等^[11]在研究可变电荷土壤和恒电荷土壤对 Cu 的吸附时也指出恒电荷土壤对 Cu 的吸附主要是电性吸附,而且这类吸附性离子很容易被中等浓度的电解质解吸。本研究中在吸附态 Cu 含量较高时,仍有一部分吸附态 Cu 不能解吸是因供试土壤对 Cu 的专性吸附所致。

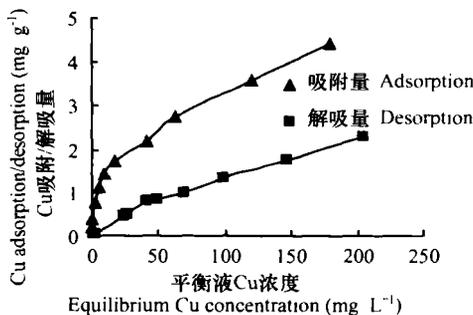


图 2 砂壤中 Cu 的吸附-解吸曲线

Fig. 2 Adsorption-desorption of Cu in sandy loam

因此,土壤中难解吸的部分可以认为是土壤对 Cu 的吸附固定,即土壤具有缓冲外源 Cu 污染的能力,从而可减少其向地上植物体内的输送。然而,一旦进入土壤的 Cu 超过土壤的缓冲能力,过量 Cu 会吸附在土壤的低能位点上,当土壤的理化条件变化

时,这部分 Cu 易被解吸,进而增大了 Cu 在土壤中的流动性和生物可利用性。

2.2 铜在果园土壤中的吸附-解吸动力学研究

Cu 在土壤中的吸附-解吸动力学曲线如图 3 所示:Cu 的吸附量和解吸量均随振荡时间的延长而增加,最后达到平衡;最初 4 h 内土壤对 Cu 的吸附量占总吸附量的 60% 以上,8 h 后达到平衡;而解吸在最初 30 min 内占了近 80%,2 h 后达到平衡。其原因可能是供试土壤为恒电荷土壤,带有负电荷,对 Cu 的吸附主要表现为电性吸附,吸附反应较快,对应于吸附曲线的快速阶段;而专性吸附反应较慢,对应于吸附曲线的慢性阶段;解吸时,土壤中电性吸附态的 Cu 很容易通过离子交换被解吸下来,解吸反应进行的很快,对应于解吸曲线的快速阶段;随反应时间的延长,电性吸附部分解吸接近完成,而被土壤专性吸附的部分,不容易被解吸下来,对应于解吸曲线的慢速阶段;其中解吸曲线在 300 min 前有一突然下降点,分析原因认为是由实验误差造成的。杨亚提等^[12]认为土壤胶体吸附态铜的解吸过程分为快速反应和慢速反应两个阶段,解吸动力学曲线的快速阶段对应于电性吸附态铜解吸,慢速阶段主要对应于专性吸附态铜解吸,本研究得出的结论与之类似。

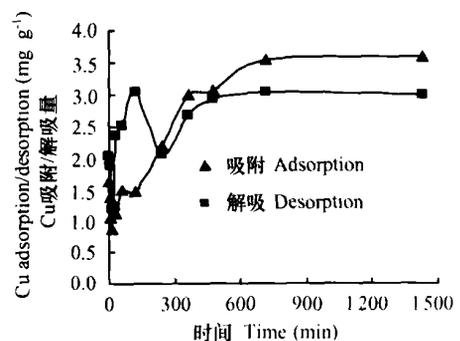


图 3 Cu 吸附-解吸动力学曲线

Fig. 3 Cu adsorption-desorption dynamic curve

因此,当进入土壤的 Cu 超过土壤的吸附固定能力时,土壤中电性吸附态的 Cu,很容易在较短的时间内解吸出来,从而增大了 Cu 在土壤中的迁移性,进一步污染地表水或浅层地下水,也增加了其生物可利用性。

2.3 pH 值对铜吸附的影响

已有的研究表明,土壤对重金属的吸附与 pH 有密切的关系^[13~15]。本研究中,pH 值对供试土壤吸附 Cu 的影响如图 4 所示:低 pH 值时, H⁺ 可明显抑制土壤对 Cu 的吸附,吸附率较低,且在相同的 pH 值时,Cu 初始浓度越高,吸附率越低;随 pH 值的升高,抑制作用减弱,吸附率逐渐升高;在中性和偏碱性范围,pH 值对土壤吸附 Cu 的影响不大,吸附率接近 100%。其原因可能是实验土壤为偏碱性(pH8.26)砂壤,带有负电荷,黏土矿物组成以水云母为主,属于恒电荷土壤,对 Cu 主要表现为电性吸附,在低 pH 值时, H⁺ 可以和 Cu 竞争土壤表面的吸附位,使 Cu 的吸附受到抑制,相同 pH 值时,因 Cu 初始浓度较高,故吸附率较低;随 pH 值的升高, H⁺ 浓度降低,竞争吸附减弱,Cu 的吸附率逐渐升高;在中性和偏碱性范围,实验浓度下土壤吸附尚未饱和,故 Cu 初始浓度对吸附率的影响不明显,均接近 100%。通常用 K_d 来表示物质在固液相中的分配系数^[16],在实验 pH 范围内计算 Cu 在土壤和溶液中的分配系数 K_d,对 log K_d 和 pH 的关系进行统计分析。结果表明当初始浓度为 20 mg L⁻¹ 时,二者线性正相关(R² = 0.858);当初始浓度为 80 mg L⁻¹ 时,二者显著线性正相关(R² = 0.959),说明低 pH 值时, H⁺ 可明显抑制土壤对 Cu 的吸附。

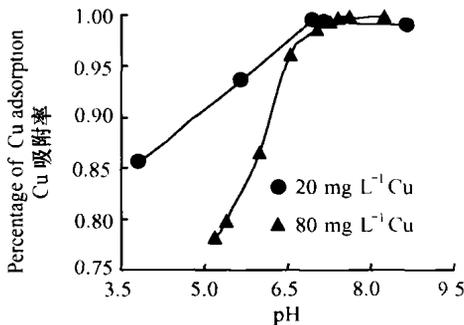


图 4 pH 对吸附的影响

Fig. 4 Effect of pH on adsorption

因此,当在土壤中施用酸性肥料,或在酸雨地区,当进入土壤的 H⁺ 过多而超过了其缓冲能力时, H⁺ 的抑制作用可减弱土壤对 Cu 的吸附固定能力,

同时一些 H⁺ 也可将电性吸附在土壤上的部分 Cu 解吸下来。可见,随 pH 值的降低,土壤中自由 Cu 的浓度会增加,从而增大了铜在土壤中的流动性和生物可利用性。

2.4 土壤有机质对铜吸附的影响

土壤有机质包括两大类:第一类为非特殊性的土壤有机质;第二类为土壤腐殖质,其中含有大量的羧基(-COOH)、酚羟基(-OH)、甲氧基(-OCH₃)和羰基(>C=O)等配位基团,是土壤有机胶体的主要组成部分。John 等^[13]研究认为土壤在去除有机质后,铜的分配系数 K_d较原土降低了 40 倍。

本研究中,去除有机质的土和原土对 Cu 的吸附等温线如图 5 所示:Cu 初始浓度低时,原土和去除有机质的土对 Cu 的吸附差异不明显;随 Cu 初始浓度的增加,原土和去除有机质的土对 Cu 的吸附量均增大,但在相同的 Cu 浓度下,后者对 Cu 的吸附量却明显低于前者。其原因可能是由于 Cu 浓度低时,土壤有机质虽然去除了,但土壤中的无机胶体对 Cu 仍有一定的吸附能力,故在低浓度时二者对 Cu 的吸附差异不明显;随 Cu 加入浓度的增加,去除有机质土中的无机胶体吸附趋近饱和,而原土中的有机胶体对 Cu 仍表现出很强的吸附能力,故吸附量较去除有机质的土大,可见原土去除有机质后与 Cu 的配位能力受到了明显的影响。从分配系数 K_d 来看,原土去除有机质后对 Cu 的分配系数降低了 10 倍,故原土对铜的吸附量较去除有机质后大。可见,土壤中的有机质在土壤吸附中具有重要作用。

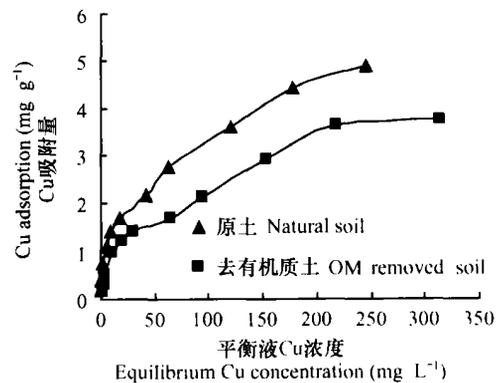


图 5 土壤有机质对吸附的影响

Fig. 5 Effect of organic matter on adsorption

因此,如果在供试土壤上增施有机肥,可增加土壤有机质含量,进而增大土壤对 Cu 的吸附量,在一定程度上会增强土壤对 Cu 的吸附固定能力,即增大土壤的环境容量,有关机理及其影响因素还有待

于进一步研究。

3 结论

1) 供试土壤对 Cu 的吸附行为可用 Freundlich 方程拟合,电性吸附态 Cu 较易解吸,而专性吸附在高能位点上的 Cu 不易解吸。可见,土壤高能吸附位点对进入其中的外源 Cu 有一定的吸附固定能力,从而可减少其流动性和生物可利用性。

2) 供试土壤对 Cu 的吸附在最初 4 h 内的吸附量占总吸附量的 60% 以上,8 h 后达到平衡,吸附曲线的快速阶段对应于电性吸附,慢速阶段对应于专性吸附;而解吸量在最初 30 min 内占了近 80%,2 h 后可达平衡,解吸曲线的快速阶段对应于电性吸附态 Cu 解吸,慢速阶段对应于专性吸附态 Cu 解吸。

3) 低 pH 时, H^+ 可明显抑制土壤对 Cu 的吸附,这主要是因为供试土壤带有负电荷,对 Cu 的吸附主要是电性吸附, H^+ 和 Cu 竞争吸附位,从而使 Cu 的吸附受到抑制,其 $\log K_d$ 与 pH 呈线性正相关;随 pH 值的升高,抑制作用减弱;在中性和偏碱性范围, pH 值对吸附影响不大。

4) 供试土壤在去除有机质后可明显降低其对 Cu 的吸附量,这主要是因为土壤有机质含有大量能与 Cu 配位的官能团,去除有机质后,这些官能团也被去除或破坏了,故原土对铜的分配系数较去除有机质后高,其吸附量要较去除有机质后大。

参考文献

- [1] Ursula P, McPhail D C. Copper accumulation, distribution and fractionation in vineyard soils of Victoria, Australia. *Geoderma*, 2004, 122:151 ~ 166
- [2] 王正直,刘春生,邱德峰,等. 果园土壤铜素的含量、形态及剖面特征研究. *土壤通报*, 2002, 33(5):369 ~ 371. Wang Z Z, Liu C S, Qiu D F, *et al.* Contents, forms, and characters of copper in orchard soils (In Chinese). *Chinese Journal of Soil Science*, 2002, 33(5):369 ~ 371
- [3] 单正军,王连生,蔡德基,等. 果园土壤铜污染状况及其对作物生长的影响. *农业环境保护*, 2002, 21(2):119 ~ 121. Shan Z J, Wang L S, Cai D J, *et al.* Pollution of copper in orchard soil and it's effects on plant growth (In Chinese). *Agron-environmental Protection*, 2002, 21(2):119 ~ 121
- [4] 于建光,阿茹娜,单正军. 论铜类杀菌剂对环境的安全性. *内蒙古环境保护*, 1998, 10(3):20 ~ 24. Yu J G, A R N, Shan Z J. Study on the safety of Cu-germicide to environment (In Chinese). *Inner Mongolia Environmental Protection*, 1998, 10(3):20 ~ 24
- [5] Brun L A, Maïllet J, Hinsinger P, *et al.* Evaluation of copper availability to plants in copper-contaminated vineyard soils. *Environmental Pollution*, 2001, 111:293 ~ 302
- [6] Besnard E, Chenu C, Robert M. Influence of organic amendments on copper distribution among particle-size and density fractions in Champagne vineyard soils. *Environmental Pollution*, 2001, 112:329 ~ 337
- [7] Huang Q Y, Wu J M, Chen W L, *et al.* Adsorption of cadmium by soil colloids and minerals in presence of rhizobia. *Pedosphere*, 2000, 10(4):299 ~ 307
- [8] 于颖,周启星,王新,等. 黑土和棕壤对铜的吸附研究. *应用生态学报*, 2003, 14(5):761 ~ 765. Yu Y, Zhou Q X, Wang X, *et al.* Cu adsorption by phaeozem and burazem (In Chinese). *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2003, 14(5):761 ~ 765
- [9] Recep G, Bilal A, Mehmet H A. Copper () adsorption from aqueous solution by herbaceous peat. *Journal of Colloid and Interface Science*, 2004, 269:303 ~ 309
- [10] 邹献中,徐建民,赵安珍,等. 可变电荷土壤中铜离子的解吸. *土壤学报*, 2004, 41(1):68 ~ 73. Zou X Z, Xu J M, Zhao A Z, *et al.* Desorption of copper ions adsorbed by variable charge soils (In Chinese). *Acta Pedologica Sinica*, 2004, 41(1):68 ~ 73
- [11] Li X Y, Ling W T, He J Z. Interaction between charge characteristics and Cu^{2+} adsorption-desorption of soils with variable or permanent charge. *Pedosphere*, 2002, 12(4):321 ~ 328
- [12] 杨亚提,张一平. 土壤胶体表面吸附态铜的解吸动力学特征. *土壤与环境*, 2001, 10(3):181 ~ 184. Yang Y T, Zhang Y P. Kinetics of copper desorption from constant charge soil colloid (In Chinese). *Soil and Environmental Science*, 2001, 10(3):181 ~ 184
- [13] John O A, Latifatu A O. Competitive adsorption of copper and zinc by a Bt Horizon of a savanna alfisol as affected by pH and selective removal of hydrous oxides and organic matter. *Geoderma*, 2004, 119:85 ~ 95
- [14] 王慎强,周东美,王玉军,等. 邻苯二胺对铜在红壤和砂姜黑土中吸附和解吸的影响. *土壤学报*, 2003, 40(4):567 ~ 573. Wang S Q, Zhou D M, Wang Y J, *et al.* Effects of *o*-phenylenediamine on adsorption and desorption of copper ions in red soil and sajong black soil (In Chinese). *Acta Pedologica Sinica*, 2003, 40(4):567 ~ 573
- [15] 陈静,王学军,朱立军. pH 对砷在贵州红壤中的吸附的影响. *土壤*, 2004, 36(2):211 ~ 214. Chen J, Wang X J, Zhu L J. Effect of pH on adsorption and transformation of arsenic in red soil in Guizhou (In Chinese). *Soils*, 2004, 36(2):211 ~ 214
- [16] 徐明岗,季国亮. 恒电荷土壤及可变电荷土壤与离子间相互作用的研究. Cu^{2+} 和 Zn^{2+} 的吸附特征. *土壤学报*, 2005, 42(2):225 ~ 231. Xu M G, Ji G L. Interaction of ions with constant charge soils and variable charge soils. Characteristics of Cu^{2+} and Zn^{2+} adsorption in single and co-existing systems (In Chinese). *Acta Pedologica Sinica*, 2005, 42(2):225 ~ 231

ADSORPTION BEHAVIOR OF Cu IN SANDY LOAM AND ITS AFFECTING FACTORS

Wang Tao Liu Tingfeng He Zhong Sun Cheng[†]

(*State Key Laboratory of Pollution Control and Resource Reuse, School of the Environment, Nanjing University, Nanjing 210093, China*)

Abstract Effects of pH and organic matter on Cu adsorption in a sandy loam near orchard were studied. Results showed that () the isotherm of Cu adsorption could be described by Freundlich equation and () statically adsorbed Cu was easier to get desorbed than specifically adsorbed one. Kinetic experiments demonstrated that up to 60 % of the Cu adsorption occurred within the initial 4 h , and equilibrium was reached after 8 h , while up to 80 % of the Cu desorption did within the initial 30 min , and equilibrium was reached after 2 h. Cu adsorption rate was lower at low pH than at higher pH , which was a result of competitive adsorption of H^+ , and $\log K_d$ showed a positive linear correlation with pH while in neutral and alkali condition , the effect of pH on adsorption could be neglected. The removal of organic matter from the soil reduced the distribution coefficient K_d 10 times as compared to the natural soil.

Key words Copper ; Sandy loam ; Adsorption-desorption ; pH ; Organic matter