植物营养与肥料学报 2001,7(1):93～102
Plant Nutrition and Fertilizer Science

有机肥非水溶性分解产物对铜、镉吸附及解吸的影响

谷勋刚[1],王果[2],方玲[2]
(1 安徽农业大学土壤农业化学系,安徽合肥 230036; 2 福建农业大学土地与环境学系,福建福州 350002)

摘要:研究了稻草、紫云英和猪粪淹水培养的非水溶性分解产物、两种土壤(红壤、潮土)与这3种有机肥共同淹水培养后的非水溶性产物(水溶性物质被除去)对铜、镉的沉淀、吸附及解吸作用的影响。结果表明,当铜初始浓度为 10^{-4}mol/L,pH<6 时有机残渣促进铜的沉淀;当 pH>6 时则抑制了铜的沉淀。当铜初始浓度降为 10^{-5}mol/L 时,有机残渣对铜沉淀的促进作用加强。3种有机残渣均促进镉的沉淀,但促进程度比铜低。与有机肥共同培养的红壤,在相同的 pH 条件下,提高对铜、镉的吸附;在不调节 pH 条件下,由于有机肥料有提高 pH 的作用,进一步提高对铜、镉的吸附。与有机肥共同培养的潮土,在相同的 pH 条件下,对铜、镉吸附的影响很小;在不调节 pH 时,提高了潮土对铜的吸附,但对镉吸附的影响则较复杂。上述结果表明,有机肥的非水溶性分解产物主要通过提高体系的 pH 值、与铜、镉形成不溶性的络合物而影响铜、镉的吸附。与有机物料共同培养的红壤所吸附的铜、镉的解吸率均不同程度降低。

关键词:有机肥;非水溶性分解产物;铜;镉;吸附;解吸
中图分类号:S141;S158.4　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1008-505X(2001)01-0093-10

有机物质对土壤重金属吸附及解吸的影响是土壤环境化学领域备受关注的问题。文献中有关土壤有机质对重金属吸附的影响的研究不少[1～11],但这些研究主要涉及土壤有机质总量及水溶性有机物与重金属吸附之间的关系,而极少涉及外源有机物的非水溶性分解产物对土壤重金属吸附的影响。由于外源有机物料的这两类分解产物(水溶性分解产物和非水溶性分解产物)在组成和性质上的显著差异,它们对重金属在土壤中的吸附与解吸的影响明显不同。要进一步认识和合理评价有机物料对土壤重金属化学行为的影响,就必须分别对有机物料的这两种分解产物与土壤重金属的吸附及解吸的关系进行研究。为此,进行了几种常见的有机肥的非水溶性分解产物对铜、镉的沉淀、吸附和解吸的影响研究。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试土壤为红壤(取自福建省南平市夏道镇,花岗闪长岩母质)和潮土(取自福州金山乌龙江边,河流冲积母质)的A层土壤(0～20cm)。土壤风干后过1 mm筛。供试有机肥为稻草、紫云英和猪粪,分别取自本校试验田,闽侯县城关和本校养猪场。新鲜稻草和紫云英经洗净、风干(猪粪直接风干)、70℃烘干后粉碎,过1 mm筛。土壤性状和有机肥料主要成分见表1、2。

收稿日期:1999-09-09
基金项目:国家自然科学基金资助项目(49671048)。
作者简介:谷勋刚(1963—),男,安徽阜阳人,安徽农业大学土壤农业化学系讲师,主要从事土壤环境化学研究。

表1 供试土壤的基本性状

Table 1 Basic properties of selected soils

土壤 Soil	pH (H_2O)	粘粒(<0.002mm) (g/kg)	有机碳 (g/kg)	CEC (cmol/kg)	游离铁 (Fe,g/kg)
红壤	5.01	437.0	15.3	6.13	27.94
潮土	5.78	138.9	11.4	5.67	20.87

表2 供试有机物料主要元素含量

Table 2 The contents of some elements of organic materials

有机物料 Organic materials	Cu	Cd	Zn	Fe	Mn	Ca	C	N
	mg/kg					g/kg		
稻草	34.29	tr.	99.75	0.26	0.87	3.12	385.2	7.90
紫云英	23.38	1.53	102.90	0.28	0.17	5.86	435.3	40.90
猪粪	76.33	30.12	359.80	2.40	0.31	3.89	279.2	20.55

1.2 土样和非水溶性有机分解产物(有机残渣)的制备

1.2.1 土样的制备 为了解残留在土壤固相表面的非水溶性分解产物对铜、镉吸附和解吸的影响,制备了8种不同样品,即:1)红壤(XK0);2)红壤+稻草(XDO);3)红壤+紫云英(XZO);4)红壤+猪粪(XP0);5)潮土(JK0);6)潮土+稻草(JDO);7)潮土+紫云英(JZO);8)潮土+猪粪(JPO)。

取干净的培养瓶,准确称取风干土样150g,风干有机肥3.000g,混合均匀后,按盆栽的肥料添加量准确加入肥料混合液(三要素加入量为N 0.15、P 0.044、K 0.125 g/kg)[12],摇匀后加去离子水至1cm水层,用滤纸封住瓶口,置于空调室(25℃±1℃)中培养。经常加水以维持1cm水层。30 d后取出样品,准确调节水/土比例为1:1。用离心法(8000 r/min, 10 min)分离土壤和溶液,倾去上清液,残余样品经风干后,研磨,过1 mm筛,供吸附试验用。培养土样的有机碳含量和pH见表3。

表3 淹水培养土壤的有机碳和pH

Table 3 The pH and organic C contents of soils submerging incubation with organic materials

项目 Items	XKO	XDO	XZO	XPO	JKO	JDO	JZO	JPO
有机C	14.29	19.55	25.45	18.55	11.40	14.60	15.40	13.75
pH(H_2O)	5.28	5.84	5.87	5.74	4.71	6.79	7.04	6.29

1.2.2 非水溶性有机分解产物(有机残渣)的制备 称取紫云英,稻草和猪粪干粉各15 g置于大烧杯中,加水375mL,加少量潮土以接入微生物,置于恒温条件下培养30 d(25℃±1℃),培养物离心10 min(8000 r/min),用快速定量滤纸过滤,滤纸上则为有机残渣。添加适量水制成有机残渣混合液,置于4℃保存备用。

1.2 试验方法

1.2.1 吸附试验

pH-吸附曲线 取经硝酸溶液(浓度约10%)浸泡后洗净的50mL塑料离心管8支,称取1.000 g风干土于各离心管中,加入适量蒸馏-去离子水(其用量须使管中最后溶液体积为25mL)和2.5mL 0.1mol/L $CaCl_2$溶液(使管中溶液的Ca^{2+}离子浓度为0.01mol/L)。需加有机残渣的,添加适量有机残渣混合液(相当于土重的2%的有机肥的非水溶性分解产物),再加适量0.1mol/L的NaOH或HCl溶液,调节pH值使溶液的最后pH呈梯度分异(在3.5~7.5之间),最后加入0.0125 mol/L的$CuCl_2$或$CdCl_2$溶液使铜或镉

的初始浓度为 10^{-4}mol/L 或 10^{-5}mol/L。震荡 3 h 后静置 24 h，离心 10 min (8000r/min)。将上清液用中速定量滤纸过滤，用酸度计测定滤液的 pH 值，用原子吸收分光光度计测定滤液中镉或铜的浓度。根据铜或镉前后浓度差计算吸附率。

吸附等温线　取离心管 5 只，称土样 1.000 g，加适量蒸馏-去离子水（应使管中最后溶液体积为 25mL）和 2.5mL 0.1mol/L $CaCl_2$，再加 0.0125mol/L 的 $CdCl_2$ 或 $CuCl_2$ 0.1、0.25、0.5、0.75、1.0mL。需加有机残渣的，添加适量有机残渣混合液（相当于土重的 2% 的有机肥的非水溶性分解产物），震荡 3 h 后静置 24h，离心 10 min(8000r/min)。将上清液过滤，测滤液的 pH 值和铜或镉浓度。

pH-沉淀曲线　方法同 pH-吸附曲线，但不加土壤。

1.2.2　解吸试验　先按吸附程序做吸附试验（不调酸度）。离心 10 min(8000r/min)后的上清液供铜、镉和 pH 测定用。再向离心管内加 1mol/L $MgCl_2$ 溶液 25mL，震荡 3 h，静置 24 h，离心分离上清液，测定其中的金属浓度和 pH。如此反复 3～4 次，直至离心液中铜镉浓度不能测出为止。各次上清液的金属浓度之和为累积解吸量，并计算累计解吸率：

$$累积解吸率(\%) = 累积解吸量/吸附量 \times 100\%$$

2　结果与讨论

2.1　有机残渣混合液对铜、镉沉淀作用的影响

通常所称的吸附作用包括了沉淀作用和物理化学意义上的吸附作用，二者在一般的试验研究中难以区分[7]。研究有机残渣混合液对重金属的沉淀作用的影响有利于推断其对吸附作用的影响。

2.1.1　对铜沉淀作用的影响　从图 1 可见，当初始浓度为 10^{-4}mol/L 时，添加 3 种有机残渣在 pH<6 范围内，均不同程度地促进了铜的沉淀。对铜沉淀的促进作用的顺序依次为：紫云英≈猪粪>稻草。有机残渣包括半分解或未分解的有机物质，以及分解后但又不溶于水的有机物质。这些产物与铜形成不溶于水的络合物，从而促进铜的沉淀。不同有机肥分解产物对铜沉淀的不同促进作用反映了有机残渣表面基团对铜络合能力的差异。在不同 pH 范围，有机残渣对铜沉淀的影响程度不同，这表明在不同 pH 条件下，有机残渣表面基团与铜络合能力的变化以及有机残渣本身的溶解度随 pH 值的变化而变化。当 pH 为 4～6 时，各有机残渣对铜沉淀的促进作用随 pH 值的升高而增强，这是由于随 pH 值的升高，有机残渣的表面基团上负电荷增多，对铜的络合能力不断增强所致。当 pH>6，有机残渣则表现为抑制了铜的沉淀，这可能是由于随 pH 值的升高，有机残渣自身的溶解度升高，水溶性有机物增多，水溶性有机铜络合物的数量增多所致。

图 1 还看出，当初始浓度为 10^{-5}mol/L 时，有机残渣对铜沉淀的影响程度增大。在 pH 约为 6 时，3 种有机残渣强烈地促进铜的沉淀，这是因为有机残渣浓度不变，铜浓度却降低了 10 倍，有机配位体与铜离子的比例升高了 10 倍，被有机配位体络合的铜离子量大大提高之故。从图 1 和图 2 上均可以看到当 pH>6 时，紫云英残渣处理的吸附曲线明显向下弯曲，此现象与紫云英的水溶性分解产物对铜吸附的影响一致[1]，其原因可能是随 pH 的升高，紫云英分解产物的表面基团的数量与性质以及有机物的溶解度发生变化所致。

2.1.2　对镉沉淀作用的影响　从图 2 可见，当镉的初始浓度为 10^{-4}mol/L 时，各有机残渣在 pH 约 7.5 以下均促进了镉的沉淀。有机残渣同样是通过对镉的络合作用而促进了镉的沉淀。比较图 1 和图 2 可见两个明显的差别：一是有机残渣对镉沉淀的影响比铜小，二是不

同有机残渣对镉沉淀影响的差异比铜小。导致第一种差异的原因在于镉与有机物质形成络合物的能力比铜弱[13]。各有机残渣对镉沉淀促进程度都低,其间的差异当然也就不大。当pH升高到7.4以上时,有机残渣抑制了镉的沉淀,这显然也是由于有机残渣本身的溶解度升高所致。当镉的初始浓度为10^{-5}mol/L时,有机残渣在低pH范围内(pH<6.9)略微促进镉的沉淀,但随pH升高,即转为抑制沉淀(图2)。

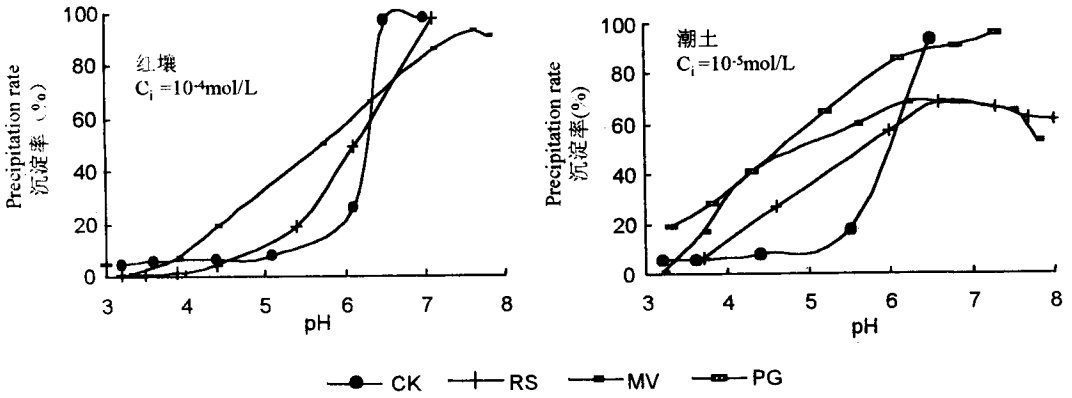

图1 有机残渣影响下铜的沉淀曲线

Fig.1 The precipitation curve of copper as affected by insoluble organic decomposition products

(CK:无有机物料 no organic material;RS:稻草残渣 rice straw;WV:紫云英 milk vetch;PM:猪粪 pig manure;Ci:初始浓度 initial conc.,下同 same as follows.)

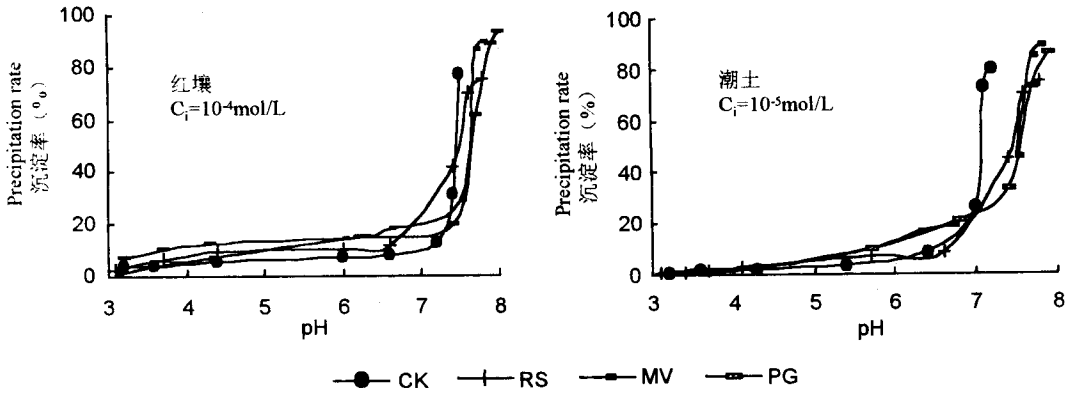

图2 有机残渣影响下镉的沉淀曲线

Fig. 2 The precipitation curve of cadmium as affected by insoluble organic decomposition products

2.2 与有机肥共同培养的土壤吸附铜、镉的影响

有机肥与土壤淹水培养后可能通过如下几个主要方面影响土壤对重金属的吸附:结合于土壤表面的非水溶性有机分解产物的表面基团增加了土壤对重金属的吸附;有机肥分解增加土壤水溶性有机物含量从而降低重金属的吸附;土壤理化性质(pH、氧化物等)的改变影响对重金属的吸附。在本试验条件下,培养时期产生的水溶性有机物已被除去。如忽略不同处理在培养过程中氧化物性质变化的差异,则与有机物料共同培养的不同处理的土壤

对铜、镉吸附和解吸的差异，主要反映土壤固相表面非水溶性有机物对铜、镉吸附和解吸的差异，包括 pH 不同所引起的差异。

2.2.1　对铜的吸附　图 3 看出，当初始浓度为 10^{-4}mol/L 时，在相同的 pH 条件下，与有机肥共同培养的红壤对铜的吸附均比对照有所增加，各处理的 pH_{50} 值大小顺序是：XKO＞XPO＞XDO＝XZO（表 4），表明若不考虑有机肥对土壤 pH 值的影响，稻草和紫云英处理的红壤对铜吸附的增加量高于猪粪处理。与有机物料混合培养后的潮土对铜的吸附并没有明显的提高，甚至略有降低。

表 4　铜镉吸附的 S/C 比值和 pH_{50} 值

Table 4　The S/C and pH_{50} values of copper and cadmium adsorption

项目 Items		XKO	XDO	XZO	XPO	JKO	JDO	JZO	JPO
S/C	Cu	23.24	127.00	132.30	195.10	75.30	154.00	157.40	123.70
	Cd	2.93	4.98	4.31	6.85	16.70	19.18	13.11	12.74
pH_{50}	Cu	4.70	4.30	4.30	4.50	4.70	5.00	4.80	5.00
	Cd	6.90	6.30	6.80	6.60	6.80	7.00	7.10	6.60

S/C：S 为吸附等温线测定中的吸附量（μg/g）；C 为平衡浓度（μg/mL），表中所列 S/C 值为同一等温线各点的平均值。pH_{50}：指吸附量达到 50% 时的 pH 值，由 pH-吸附曲线求得。

S/C：S means absorption rate in isothermal adsorption line determined（μg/g）；C means balance concentration（μg/mL）；S/C is average of each isothermal line. pH_{50} means the pH in 50% of adsorption rate, data from the pH-adsorption curve.

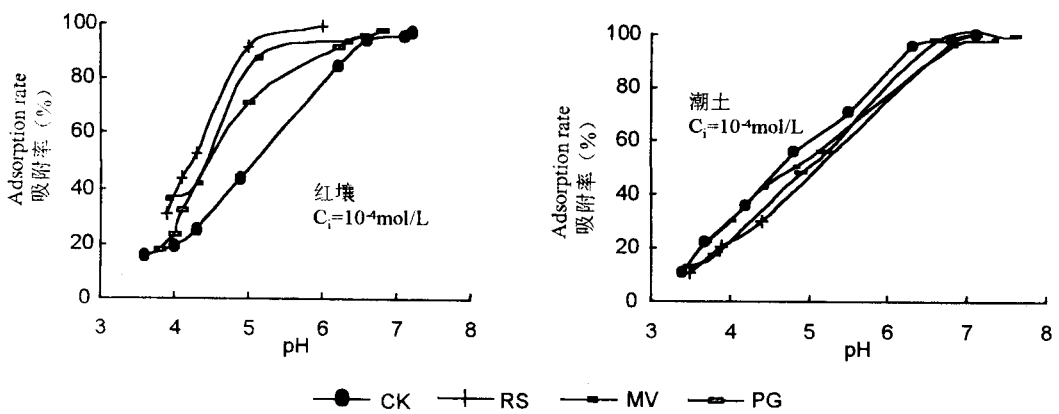

图 3　土壤与有机肥混合培养物对铜的 pH-吸附曲线的影响

Fig. 3　The pH-adsorption curve of copper on the residues of soils incubated with and without organic manure

与有机肥共同培养后的红壤的有机碳量高于对照，这是在相同 pH 值条件下有机物料提高红壤对铜吸附的重要原因（表 3）。与有机肥共同培养后的潮土的有机碳也高于对照，但并未明显提高潮土对铜的吸附量（图 3）。这是因为潮土粘粒含量较少而与有机分解产物结合弱，致使在吸附试验中部分有机残渣重新溶解到溶液中。

在不调节 pH 值的条件下，与有机肥共同培养的红壤对铜的吸附量远高于对照。与有机物料共同培养后红壤的 pH 值提高（表 4）。图 4 表明，吸附等温线所表现的对铜吸附的促

进作用是固相表面有机基团的络合效应和 pH 值提高效应的综合表现。与有机肥共同培养的潮土对铜的吸附量也比对照明显提高,但增加量比红壤低。与 pH-吸附曲线所显示的结果比较可知,有机肥处理的潮土对铜的吸附等温线所显示出来的吸附增加量主要是 pH 值的升高所致。

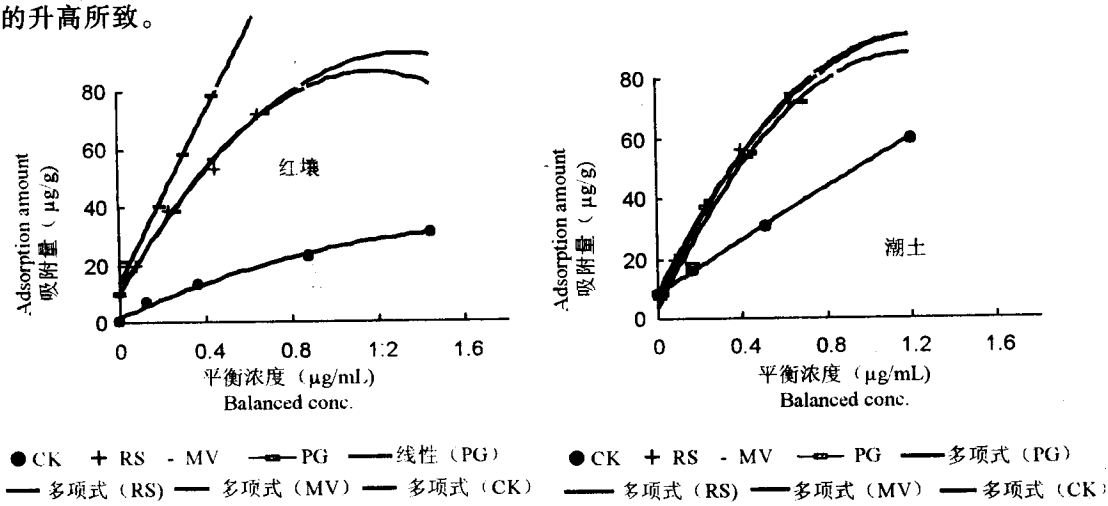

图 4 土壤与有机肥混合培养物对铜的等温吸附线的影响

Fig.4 The adsorption isothermal of copper of the residues of soils incubated with and without organic manure

2.2.2 对镉的吸附 从图 5 可见，与有机肥共同培养后的红壤对镉的吸附均略有提高，但提高幅度并不大，且随 pH 的变化而变化。pH<5 时，影响很小。当 pH>5 时，促进作用逐渐增强。各处理的 pH_{50}值的大小顺序为：XKD>XZD>XPD>XDD（表 4）。促进镉吸附的各种机理与对铜吸附的促进机理是一致的。但比较图 5 与图 3 可知，有机物料对镉吸附的促进作用比对铜吸附的促进作用低，这是由于有机分解产物对镉的吸附能力弱于铜所致。在相同的 pH 条件下，与有机物料共同培养的潮土对镉的吸附没有增加，甚至略有降低（图 5）。

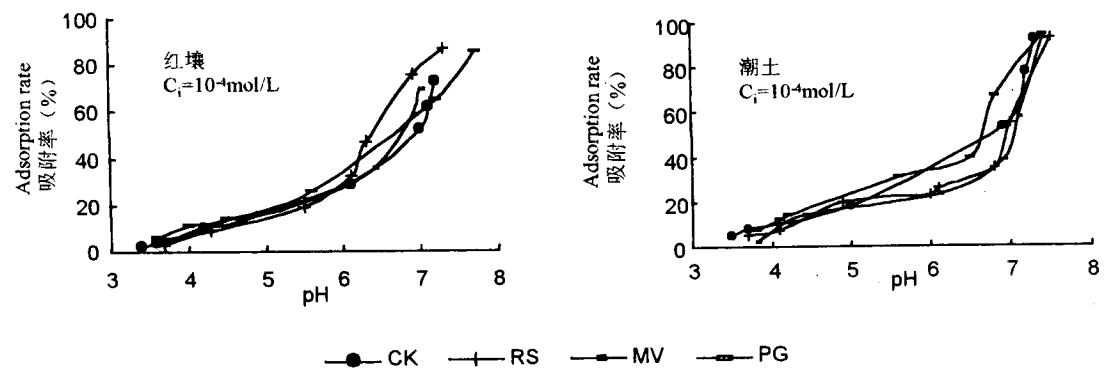

图 5 土壤与有机肥混合培养物对镉的 pH-吸附曲线的影响

Fig. 5 The pH-adsorption of cadmium residues of soils incubated with and without organic manure

图 6 看出，在不调节 pH 的情况下，与有机物料共同培养的红壤对镉的吸附明显提高，各处理 S/C 值的大小顺序为：XPO＞XDO＞XZO＞XKO(表 4)，这显然是由于有机肥提高了红壤的 pH 值所致。图 6 还表明，与有机肥共同培养的潮土对镉的吸附的影响较复杂，紫云英和猪粪处理降低镉的吸附，稻草处理在镉浓度较低范围内略微增加了镉的吸附，当镉浓度升高时则抑制了镉的吸附。与有机肥共同培养的潮土对铜、镉吸附的影响比红壤小的重要原因之一，可能是潮土的粘粒含量较低，有机分解产物与土壤的结合较弱，最终仍大量溶解之故。

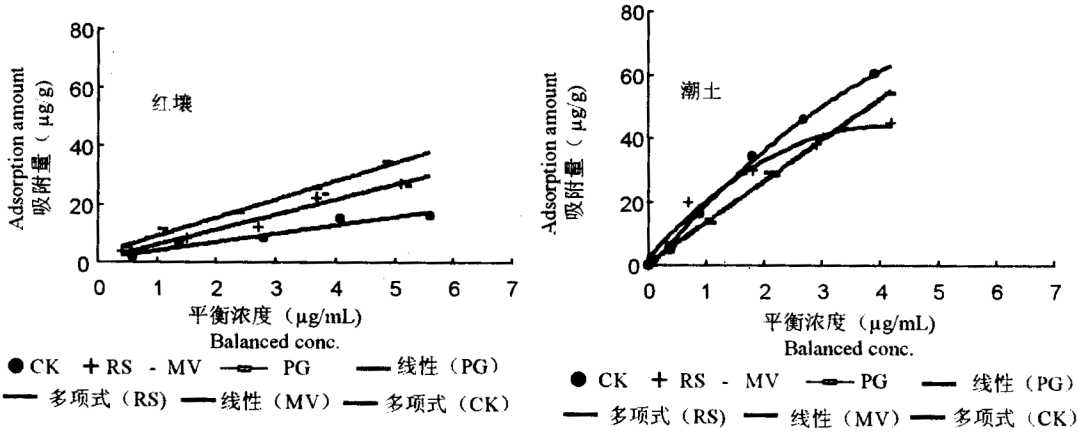

图 6　土壤与有机肥混合培养物对镉的等温吸附线的影响

Fig. 6　The adsorption isothermal of cadmium of the residues of soils incubated with and without organic manure

表 5　不同初始浓度下培养土壤吸附的铜的解吸

Table 5　Desorption of copper adsorbed by the incubated soils at different initial concentrations

样品 Samples	XKO	XZO	XDO	XPO	JKO	JZO	JDO	JPO
				$Ci=10^{-4}$ mol/L				
吸附量(μmol/g)	1.34	1.81	1.67	1.58	1.65	1.93	1.62	1.84
累积解吸率(%)	14.18	10.50	11.38	8.23	8.49	7.25	8.03	8.15
残留量(μmol/g)	1.15	1.62	1.48	1.45	1.51	1.79	1.49	1.69
				$Ci=10^{-5}$ mol/L				
吸附量(μmol/g)	0.19	0.22	0.25	0.22	0.20	0.20	0.23	0.20
累积解吸率(%)	9.47	5.41	2.80	3.18	3.50	2.00	2.17	2.50
残留量(μmol/g)	0.17	0.21	0.24	0.22	0.19	0.20	0.23	0.20

注：累积解吸率指连续三或四次解吸率之和，下同。

Note: Accumulative desorption rate is the total of 3 or 4 desorption rate, same as follow.

2.3　与有机肥共同培养的土壤吸附铜、镉的解吸

2.3.1　吸附铜的解吸　各处理所吸附的铜的解吸状况见表 5。表 5 表明，当初始浓度为 10^{-4}mol/L 时，经有机肥处理过的红壤所吸附的铜的累积解吸率均比对照低，这表明有机肥在增加红壤对铜的总吸附量的同时，还增加了与红壤紧密结合的铜。显然，这是由于结合在

红壤表面的有机基团与铜的络合能力较强所致。

有机肥与潮土共同培养后的表现与红壤有很大差别。与紫云英和猪粪共同培养的潮土,对铜的吸附量比对照有所增加,但与稻草共同培养的潮土,对铜的吸附量的影响并不显著,稻草并不提高对铜的专性吸附量(表5)。从表5还可看出,除紫云英处理的累积解吸率略低于对照外,其余处理的累积解吸率均与对照相近。不论是红壤或潮土,当初始浓度为10^{-5}mol/L时,各处理吸附铜的累积解吸率均显著低于高初始浓度时的对应处理,这是因为当铜初始浓度降低时,被吸附在高能点位的铜离子的比例提高所致。

2.3.2 吸附镉的解吸 从表6可见,当初始镉浓度为10^{-4}mol/L时,与有机肥共同培养过的红壤吸附镉的累积解吸率均比对照低,从而增加了被红壤紧密吸附的镉量。在不添加有机肥的情况下,被红壤吸附的镉的有效性极高,有机肥可降低其有效性。有机物料并没有明显降低潮土上被吸附镉的累积解吸率,紫云英和猪粪处理的累积解吸率反而升高。当镉的初始浓度降低为10^{-5}mol/L时,吸附镉的累积解吸率均比高初始浓度时相应各处理低。

表6 不同初始浓度下培养土壤吸附的镉的解吸

Table 6 Desorption of cadmium adsorbed by incubated soils at different initial concentrations

样品 Samples	XKO	XZO	XDO	XPO	JKO	JZO	JDO	JPO
				$Ci=10^{-4}$ mol/L				
吸附量(μmol/g)	0.24	0.43	0.35	0.42	0.75	0.81	0.65	0.68
累积解吸率(%)	95.83	85.71	88.37	78.57	89.33	93.83	87.69	94.12
残留量(μmol/g)	0.01	0.05	0.05	0.09	0.08	0.05	0.08	0.04
				$Ci=10^{-5}$ mol/L				
吸附量(μmol/g)	0.02	0.04	0.14	0.04	0.06	0.09	0.07	0.08
累积解吸率(%)	66.82	63.64	70.42	75.00	70.60	75.29	66.67	64.47
残留量(μmol/g)	0.01	0.02	0.04	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03

3 结论

3.1 3种有机残渣混合液在低pH条件下,因形成难溶性的有机金属络合物而促进铜的沉淀;但在高pH(>6)条件下,因有机残渣自身溶解度的提高而抑制铜的沉淀。当铜初始浓度降低时,对铜沉淀的促进作用增强。由于有机残渣对镉的络合能力较弱,3种有机残渣混合液对镉沉淀的促进作用较低。

3.2 与有机肥共同培养的土壤,由于固相表面有机基团的增加和pH值的升高,对铜、镉的吸附增加,铜吸附的增加程度高于镉吸附的增加程度。pH升高所起的作用大于表面基团增加所起的作用。

3.3 与有机肥共同培养的红壤在增加对铜、镉的总吸附量的同时还增加对铜、镉的专性吸附量,减少解吸量,但对镉的影响远弱于铜。与有机肥共同培养的潮土在减少铜解吸方面的效果较红壤差,对镉的影响则较复杂。

上述结果表明,有机肥的非水溶性分解产物能够通过络合作用和pH值的提高而促进重金属的沉淀、吸附,减少解吸,抑制其有效性,但其最终效果与有机肥种类、土壤种类及重

金属种类密切相关。

参 考 文 献:

[1] 王果,等 . 三种有机肥水溶性分解产物对铜、镉吸附的影响[J]. 土壤学报,1999,36(2):179-188.

[2] 陈怀满 . 土壤对镉的吸附与解吸 I. 土壤组分对 Cd 的吸附和解吸的影响[J]. 土壤学报,1999,25(1):66-74.

[3] Borah D K, Rattan R K and Banerjee N K. Effect of soil organic matter on the adsorption of Zn, Cu and Mn in soils[J]. J. of the Indian Soc. of Soil Sci.,1992, 40(2):277-282.

[4] Christensen T H. Cadmium soil sorption at low concentrations Ⅷ. Correlation with soil parameters[J]. Water, Air and Soil Pollution, 1989,44(1-2):71-82.

[5] Halen H *et al* . Study of the factors controlling cadmium sorption in a series of Belgian soils[J]. Revue de l 'Agriculture, 1990, 43(6):933-948.

[6] Lee S Z *et al*. Predicting soil-water partition coefficients for cadmium[J]. Environ. Sci. and Tech., 1996,30(12):3418-3424.

[7] McBride M B. Environmental chemistry of soils[M]. New York, Oxford, Oxford university Press, 1994.121-164.

[8] Saha J K,Mandal S and Mandal L N. Adsorption of copper on Alfisols in relation to soil properties[J]. J. of the Indian Soc.of Soil Sci.,1995,43(2):196-199.

[9] Shuman L M. Effect of removal of organic matter and iron- or manganese-oxides on zinc adsorption by soil[J]. Soil Sci., 1988,146(4):248-254.

[10] Singh D, Mclaren R G and Cameron K C. Desorption of native and added zinc from a range of New Zealand soils in relation to soil properties[J]. Australian J.of Soil Res.,1997,35(6):1253-1266.

[11] Yuan G and Lavkulich L M. Sorption behavior of copper, Zinc and cadmium in response to simulated changes in soil properties[J]. Commun.in Soil Sci. and Plant Analysis,1997,28(6-8):571-585.

[12] 王果,等 . 稻草和紫云英对土壤外源铜的形态及生态效应的影响[J]. 生态学报,1999,19(4):551-556.

[13] Guggenberger G, Glaser B and Zech W. Heavy metals binding by hydrophobic and hydrophilic dissolved organic carbon fractions in a Spodosol A and B horizon[J]. Water, Air and Soil Pollution, 1994,72:111-127.

Effects of insoluble decomposition products of manures on adsorption and desorption of copper and cadmium

GU Xun-gang[1], WANG Guo[2], FANG Lin[2]

(*1 Dept. of Soil and Agro-Chemical, Anhui Agric. Univ. Hefei 230036, China;*

2 Dept. of Land and environ. Sci., Fujian Agric. Univ., Fuzhou 350002, China)

Abstract: The effects of the insoluble decomposition products of three manures (rice straw, pig manure and Chinese milk vetch) and the insoluble residues of two soils after being incubated under submerged conditions with the three manures on deposition, adsorption and desorption of Cu and Cd were studied. When the initial concentration was 10^{-4}mol/L, the deposition of Cu was promoted in low pH range (<6), while inhibited in higher pH range (>6) by the insoluble decomposition products. When the initial concentration was 10^{-5}mol/L, the deposition was promoted with a greater degree. All the three organic decomposition products enhanced the deposition of Cd with a smaller degree than that of Cu. At the same pH, larger amount of Cu and Cd was adsorbed by the red soil incubated with the manures than that incubated without them. The pH values of the red soil were raised by the incubation with the three manures, then the adsorption was promoted further. As for the fluvo-aquic soil, the pH-raising effect of the incubation with the manures was the main cause for promoting the adsorption of Cu. It was concluded that the pH-raising effect and the complexation-enhancing effect was the major cause for the insoluble decomposition products free or incorporated with the soils to promote the deposition or adsorption of Cu and Cd. The re-solution of the insoluble products in higher pH range may lead to a reduction of the deposition of Cu and Cd. The Cu and Cd adsorbed by the red soil incubated with the manures was desorbed more difficultly than that incubated without manures.

Key wors: organic manure; insoluble decomposition product; copper; cadmium; adsorption; desorption