

铅在三峡库区消落带土壤中的吸附-解吸特性^{*}

方卢秋

(长江师范学院 化学化工学院,重庆 涪陵 408100)

摘要 研究 pH、有机质、离子强度和铅离子(Pb^{2+})浓度对三峡库区消落带土壤吸附和解吸 Pb^{2+} 特性的影响,揭示三峡库区消落带土壤吸附和解吸 Pb^{2+} 的规律,为三峡库区铅污染的风险评价与预测、污染治理与土地资源利用提供基础资料。选取消落带主要土壤类型紫色土为研究对象,采用模拟实验及恒温振荡平衡法,以原子吸收分光光度计测定 Pb^{2+} 的吸附量和解吸量。实验结果显示,1) pH 极显著地影响 Pb^{2+} 的土壤吸附量($p < 0.01$),吸附等温线符合 Henry 型,最大土壤吸附量为 $9.7203 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,随着 pH 升高,土壤解吸量总体呈下降趋势,pH = 4 时土壤解吸量达最高点 $0.5437 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 。2) 去除土壤有机质,土壤 Pb^{2+} 的吸附量和解吸量都上升,土壤吸附量上升 46.04%,土壤解吸量上升为 17.21%。3) 离子强度极显著地影响 Pb^{2+} 的土壤吸附量和解吸量($p < 0.01$),吸附等温线符合 Henry 型,最大土壤吸附量为 $10.0490 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,随着离子强度增加,土壤解吸量从 $0.03194 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 增加到最高点 $0.9726 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 而趋于稳定。4) Pb^{2+} 浓度极显著地影响土壤吸附量和解吸量($p < 0.01$),加入 Pb^{2+} 浓度的增加,土壤吸附量逐渐增加到最高点 $2.5668 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,吸附等温线符合 Langmuir 型,土壤解吸量逐渐增加到最大值后趋于稳定,最大解吸量为 $0.9484 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 。研究表明上述因素不同程度地影响 Pb^{2+} 的土壤吸附量和解吸量,从最大土壤吸附量和解吸量来看,影响 Pb^{2+} 土壤吸附量的顺序是:离子强度 > pH > 有机质 > Pb^{2+} 浓度,影响 Pb^{2+} 土壤解吸量的顺序是: pH < Pb^{2+} 浓度 < 离子强度 < 有机质;可以推测三峡库区蓄水后,消落带土壤受各种因素影响,导致土壤性质变化,影响重金属元素的环境行为,重金属可引起环境污染与生态危害。

关键词 三峡库区;消落带;土壤;铅;吸附;解吸

中图分类号: X703

文献标识码: A

文章编号: 1672-6693(2010)03-0027-05

铅作为 3 种重金属环境激素(Environmental hormone)之一(另两种为镉和汞),具有类似雌激素作用,对人类和其它生物(主要为动物)体内的正常激素功能施加影响,能导致其生殖功能下降、生殖器官肿瘤、免疫力降低,引起各种生理和行为异常等^[1-3]。土壤中的铅主要以 $Pb(OH)_2$ 、 $PbCO_3$ 、 $PbSO_4$ 等形式存在。绝大多数的铅盐均难溶于水,在土壤溶液中水溶性铅含量很低。外源铅进入土壤后的化学行为受很多因素制约,其中土壤阴离子的沉淀,土壤有机质的配位及粘土矿物的吸附作用是主要因素。一般外源铅进入土壤后就被固定在表土层,水平移动和垂直移动都很困难^[4]。由简单的吸附试验所得出的结果,难以解释铅在土壤中的吸附行为。原因在于土壤介质的异质性和复杂性限制了对其吸附与解吸的研究。近 20 年来,国外有关研究工作主要集中在土壤有机质、pH、竞争离子、温度等对吸附-

解吸行为的影响^[5-7]。

三峡水库形成后,在正常蓄水位 175 m 至防洪限制水位 145 m 地带,形成夏季出露、冬季淹没,最大水位涨落幅度达 30 m 的消落带。三峡库区消落带总面积为 348.93 km^2 ,分别占三峡库区淹没陆地面积和淹没总面积的 55.21% 和 32.19%^[8]。消落带冬季半年为水域,夏季半年出露水面成陆地,是一种具有多种功能的土地资源类型。在夏季半年,消落带成陆面积大,仅高程 160 m 以上消落区面积就达 172.03 km^2 ,成陆期较长,其中利用期超过 250 d、180 d 左右和 120 d 左右的土地分别占 15.5%、48.0% 和 36.5%。成陆期与库区夏季半年光热资源集中期一致,光热资源占全年总量的 60% 以上。因此,在出露期间,光照充足,降水充沛,是大多数喜温作物如水稻、玉米等的活跃生长期,使得消落带土地具有较高的生产潜力^[9]。但是,消落带土地资源

* 收稿日期 2009-11-25 修回日期 2009-12-16

资助项目:重庆市教育委员会科学技术研究项目(No. KJ071304)

作者简介:方卢秋,男,副教授,研究方向为光谱分析、环境化学、土壤环境学。

可利用程度受限于其所受污染的程度,重金属污染对其影响尤为严重。因此,开展三峡库区消落带主要土壤类型对铅的吸附-解吸特征的研究具有重要的现实意义。

三峡库区重庆段主要土壤类型有黄壤、山地黄棕壤、紫色土、石灰土、潮土和水稻土,紫色土占土地面积的47.18%,石灰土占34.11%,大面积分布在低山丘陵地带。其中,在消落带蓄水175 m以下的土壤有3种类型:石灰性黄壤、紫色土和潮土^[10]。最早对三峡库区消落带土壤铅污染进行研究始于2001年^[11]。已有研究表明,三峡库区各种土壤都不同程度受到Pb、Cu、Zn和Cd污染^[12-14]。丁武泉^[15]等采用振荡平衡方法研究了石灰性、中性和酸性3种紫色土对Pb²⁺、Cu²⁺、Zn²⁺和Cd²⁺的吸附特征。但是,目前从实际环境因素出发全面研究三峡库区消落带土壤铅吸附与解吸特性的文献资料报道较少,而本研究则在考虑pH、有机质、离子强度、Pb²⁺浓度等实际环境因素的基础上,研究了它们对三峡库区消落带土壤吸附和解吸Pb²⁺特性的影响,从而为库区铅污染的风险评价与预测、污染治理与土地资源利用等提供更加全面的基础资料。

1 研究方法

1.1 仪器与试剂

主要仪器:台式恒温振荡器(THZ-D型,太合市实验设备厂);生化培养箱(SHH-250L型,重庆市永生实验仪器厂);台式离心机(TDL80-2B型,上海安亭科学仪器厂);火焰原子吸收分光光度计(Z-5000型,日本日立高新技术有限公司)。

试剂:浓硝酸(国营重庆无机化学试剂厂),硝酸铅(重庆化学试剂厂),氢氧化钠(重庆化学试剂厂),铅标准溶液(北京市东方绿色技术发展公司,浓度为1 mg·mL⁻¹,溶剂为1%硝酸);双氧水(国营重庆无机化学试剂厂)。所有化学试剂均为分析纯,实验用水为重蒸馏水。

1.2 试样采集

2008年1月1日,三峡库区处于枯水期,在长江干流小江流域重庆市开县水位调节坝下游1 000 m海拔145~175 m消落带内,随机多点采样。分别采集0~20 cm耕作层土样(紫色土),采集约2 kg。采集的土样去杂自然风干后,将其碾细并过筛(孔径0.25 mm),在104~105℃下烘干8 h,贮存于广口瓶中备用。按常规方法测定土壤样品的基本理化性

质,结果显示供试土壤pH值为7.36(土水质量比为1:1时);有机质含量2.07%;阳离子交换量(CEC)含量为每100 g土样22.72 mmol;碱解氮(N)、有效磷(P₂O₅)、有效钾(K₂O)、总铅(Pb²⁺)和有效铅(Pb²⁺)含量分别为69.68、20.18、144.74、31.86和1.03 mg·kg⁻¹。

1.3 实验方法

1.3.1 Pb²⁺储备液的配制 称取硝酸铅0.322 9 g,用0.02 mol·L⁻¹的硝酸溶解定容到100 mL棕色容量瓶中,配成2.0 g·L⁻¹的贮备液。

1.3.2 支持电解质储备液的配制 称取硝酸钠8.499 0 g,用水溶解定容到100 mL,配成1 mol·L⁻¹的贮备液。

1.3.3 酸碱储备液的配制 吸取浓硝酸68.19 mL,用水稀释至1 L,配成1.0 mol·L⁻¹的贮备液。称取氢氧化钠固体20.0 g,加水溶解定容于500 mL容量瓶中,配成1.0 mol·L⁻¹的储备液。在500 mL的烧杯中加入200 mL重蒸馏水,用酸度计精确测定pH,滴加稀硝酸或氢氧化钠溶液,准确配制pH值为1、2、3、4、5、6等系列酸度溶液。

1.3.4 土壤有机质去除 按文献[16]进行。

1.3.5 吸附实验 称烘干土样0.500 0 g,平行实验3次,无吸附的对照处理2个,于10 mL塑料离心管中,分别加硝酸钠、硝酸铅储备液,相应酸度的溶液,混合溶液总体积为10 mL,在25℃以200 r·min⁻¹恒温振荡2 h,25℃恒温静置22 h后,以4 000 r·min⁻¹离心15 min,取上清液测定Pb²⁺含量,计算土壤吸附量。

1.3.6 解吸实验 在倾尽残留上清液后的土样中,加0.01 mol·L⁻¹的硝酸钠(离子强度实验除外),使解吸混合溶液总体积为10 mL。恒温振荡与恒温静置同吸附实验,取出土样以4 000 r·min⁻¹离心15 min,取上清液,在原子吸收分光光度计上采用火焰光度法测定Pb²⁺含量用于计算土壤解吸量。

2 结果与分析

2.1 pH的影响

实验结果如图1。pH在1~4范围内,随着pH升高,Pb²⁺土壤吸附量由0.079 2 mg·g⁻¹上升到最高点9.204 9 mg·g⁻¹。pH>4,土壤吸附量逐渐减少,差异性检验达极显著水平($p < 0.01$)。可能是在较低pH值时,Pb²⁺呈阳离子状态,H⁺的离子浓度较高且阳离子交换力较强,H⁺对Pb²⁺存在较强的竞争吸附能力,抑制Pb²⁺的吸附,从而土壤对

Pb^{2+} 的吸附效果较差;当溶液的pH值升高, H^+ 浓度逐渐减小, H^+ 的竞争吸附影响减弱,土壤对 Pb^{2+} 的交换吸附性能逐渐增强,因而土壤吸附量逐渐增加至最高;当pH>4后, OH^- 浓度逐渐增加,有利于 Pb^{2+} 形成稳定的配位离子,直至形成氢氧化物沉淀, Pb^{2+} 电荷逐渐减少,因此土壤吸附量逐渐减小。吸附等温线符合Henry型,可分段描述如下:pH为1~4时,土壤吸附量与平衡液浓度之间关系可用拟合方程 $Q_{eq} = 0.5442 \times C_{eq} - 1.2447$ ($R^2 = 0.8256$)表示,其中 Q_{eq} 为吸附平衡时 Pb^{2+} 的土壤吸附量,单位为 $mg \cdot g^{-1}$, C_{eq} 为吸附平衡时溶液中 Pb^{2+} 浓度,单位为 $mg \cdot L^{-1}$,下同。pH>4后, $Q_{eq} = -0.0219 \times C_{eq} + 9.7203$ ($R^2 = 0.9580$),当 $C_{eq} = 0$ 时,计算出 Pb^{2+} 的最大土壤吸附量为 $9.7203 mg \cdot g^{-1}$ 。

解吸实验结果表明(图2)随着pH值升高, Pb^{2+} 土壤解吸量总体呈下降趋势,但在pH=4时土壤解吸量达最高点,为 $0.5437 mg \cdot g^{-1}$,差异性检验不显著。这可能是土壤吸附 Pb^{2+} 属于非专性吸附,吸附不牢固,容易被其它阳离子交换吸附进入溶液,因此,在pH=4的最高吸附量点,土壤解吸量也最高。

2.2 有机质的影响

土壤有机质去除前, Pb^{2+} 土壤吸附量和土壤解吸量分别为 3.2772 和 $2.4084 mg \cdot g^{-1}$,去除土壤有机质后,土壤对 Pb^{2+} 的吸附和解吸能力都表现为上升,分别为 4.7860 和 $2.8230 mg \cdot g^{-1}$ 。与有机质去除前相比较,其土壤吸附量上升 46.04% ,土壤解吸量上升 17.21% ;吸附差异性达极显著水平($p < 0.01$),解吸差异性不显著。这可能是 Pb^{2+} 与土壤有机质中的腐殖质形成配位物质降低了 Pb^{2+} 所带电荷及移动速度,不利于产生阳离子吸附与交换作用,因此,去除有机质后 Pb^{2+} 的土壤吸附量与解吸量表现为上升。

2.3 离子强度的影响

离子强度是影响土壤阳离子吸附与解吸的重要因素之一。如图3所示,随着离子强度的增加, Pb^{2+} 土壤吸附量逐渐减小,从 $8.0200 mg \cdot g^{-1}$ 下降到 $0.3218 mg \cdot g^{-1}$,差异性达极显著水平($p < 0.01$)。溶液中离子强度增加,大量阳离子与土壤胶体进行离子交换吸附,抑制了 Pb^{2+} 的交换吸附,因此,土壤吸附量逐渐下降。吸附等温线符合Henry型,拟合方程为 $Q_{eq} = -0.019 \times C_{eq} + 10.049$ ($R^2 = 0.9914$),当 $C_{eq} = 0$ 时,计算出 Pb^{2+} 最大土壤吸附量为 $10.0490 mg \cdot g^{-1}$ 。

解吸实验研究结果如图4。随着离子强度增加,土壤对 Pb^{2+} 的解吸量增加到最高值后趋于平衡,与吸附变化趋势相反。当离子强度在 $0.002 \sim 1.25 mol \cdot L^{-1}$ 间逐渐增加,相应的土壤解吸量从 $0.03194 mg \cdot g^{-1}$ 增加到最高点 $0.9726 mg \cdot g^{-1}$ 而趋于稳定。差异性检验达极显著水平($p < 0.01$)。这可能是随着离子强度增加,溶液中存在的大量阳离子将土壤胶体上非专性吸附的 Pb^{2+} 逐渐交换下来进入溶液,最后使得 Pb^{2+} 土壤解吸量趋于平衡。

2.4 Pb^{2+} 浓度的影响

Pb^{2+} 浓度本身是影响 Pb^{2+} 在土壤中吸附解吸行为的重要因素。 Pb^{2+} 浓度影响土壤吸附的实验结果见图5。随着加入的 Pb^{2+} 浓度增加, Pb^{2+} 土壤吸附量逐渐增加到最高点,当加入 Pb^{2+} 浓度达到 $250 mg \cdot L^{-1}$ 时,土壤吸附量最大值为 $2.5668 mg \cdot g^{-1}$,差异性达极显著水平($p < 0.01$)。这与 Pb^{2+} 浓度增加,交换作用逐渐增强有关,当土壤胶体上的可交换性阳离子全部交换完毕时,吸附量达到饱和值,趋于平衡。吸附等温线符合Langmuir型,可用 $Q_{eq} = 2.9282 \times C_{eq} / (336.9253 - C_{eq})$ ($R^2 = 0.9793$)这一方式。采用Scatchard方程分析,方程为 $Q_{eq}/C_{eq} = (Q_{max} - Q_{eq})/K_d$ 。式中 K_d 是结合位点的平衡解吸常数, Q_{max} 是结合位点的最大表观结合数。用 Q_{eq}/C_{eq} 对 Q_{eq} 作图,求算 Q_{max} 、 K_d , $K_d = 126.5823$, $Q_{max} = 4.0886 mg \cdot g^{-1}$ 。

图6显示了加入 Pb^{2+} 对 Pb^{2+} 土壤解吸量的影响。随着加入 Pb^{2+} 浓度的增加, Pb^{2+} 土壤解吸量逐渐增加到最大值后趋于稳定,最大解吸量为 $0.9484 mg \cdot g^{-1}$,差异检验达极显著水平($p < 0.01$)。在加入 Pb^{2+} 的影响下,随着浓度增加, Pb^{2+} 土壤解吸量逐渐增加,当可交换性 Pb^{2+} 全部被解吸时,解吸量趋于稳定。

3 结论

1) 酸性范围内,pH值极显著地影响 Pb^{2+} 土壤吸附量。pH=4时达到最高值 $9.2049 mg \cdot g^{-1}$,吸附等温线符合Henry型,最大土壤吸附量为 $9.7203 mg \cdot g^{-1}$,随着pH升高,土壤解吸量总体呈下降趋势,pH为4时土壤解吸量达最高点 $0.5437 mg \cdot g^{-1}$,但差异性不显著。

2) 去除土壤有机质,土壤 Pb^{2+} 吸附量和解吸量都上升,土壤吸附量上升 46.04% ,土壤解吸量上升为 17.21% ,吸附差异性达极显著水平($p < 0.01$),而解吸差异性不显著。

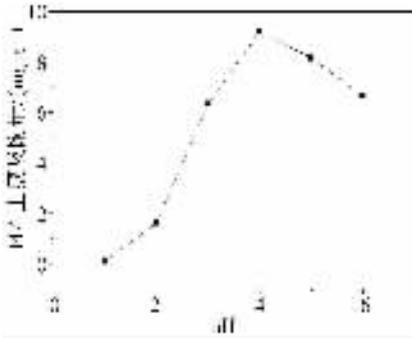


图 1 pH 对 Pb²⁺ 土壤吸附量的影响
Fig. 1 Effect of pH in soil Pb²⁺ adsorption

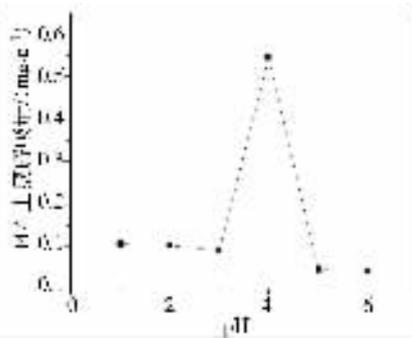


图 2 pH 对 Pb²⁺ 土壤解吸量的影响
Fig. 2 Effect of pH in soil Pb²⁺ desorption

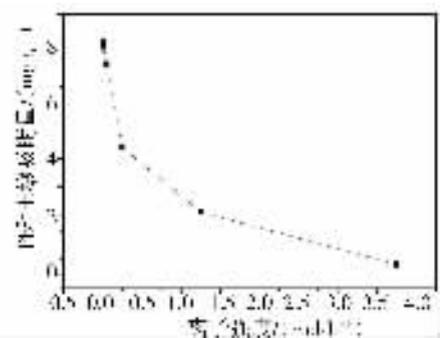


图 3 离子强度对 Pb²⁺ 土壤吸附量的影响
Fig. 3 Effect of ionic strength in soil Pb²⁺ adsorption

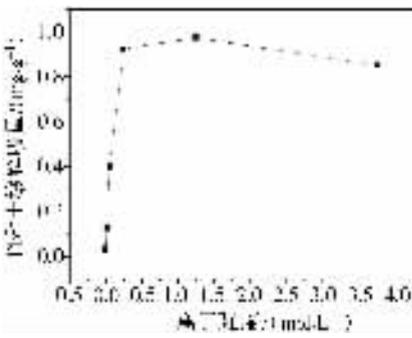


图 4 离子强度对 Pb²⁺ 土壤解吸量的影响
Fig. 4 Effect of ionic strength in soil Pb²⁺ desorption

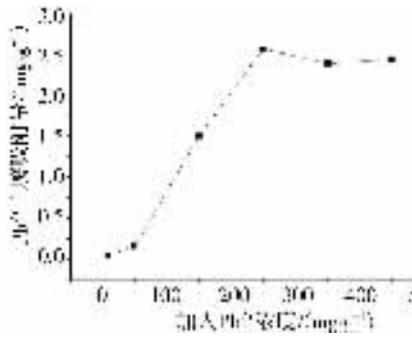


图 5 加入 Pb²⁺ 对 Pb²⁺ 土壤吸附量的影响
Fig. 5 Effect of added Pb²⁺ in soil Pb²⁺ adsorption

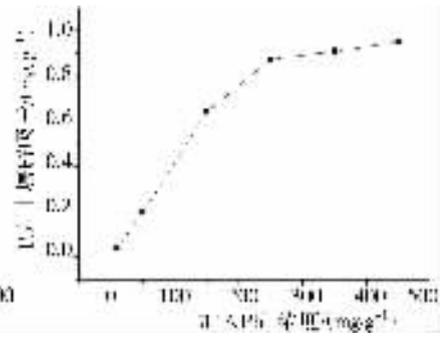


图 6 加入 Pb²⁺ 对 Pb²⁺ 土壤解吸量的影响
Fig. 6 Effect of added Pb²⁺ in soil Pb²⁺ desorption

3) 离子强度极显著地影响 Pb²⁺ 土壤吸附量和解吸量 ($p < 0.01$)。随着离子强度增加,土壤吸附量逐渐减小,从 $8.0200 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 下降到 $0.3218 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 吸附等温线符合 Henry 型,最大土壤吸附量为 $10.0490 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 。土壤解吸量增加到最高值后趋于平衡,相应的土壤解吸量从 $0.03194 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 增加到最高点 $0.9726 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 而趋于稳定。

4) 铅离子浓度极显著地影响 Pb²⁺ 土壤吸附量和解吸量 ($p < 0.01$)。随着加入 Pb²⁺ 浓度的增加,土壤吸附量逐渐增加到最高点 $2.5668 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 吸附等温线符合 Langmuir 型, Scatchard 方程分析表明最大表观吸附量 Q_{max} 为 $4.0886 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 土壤解吸量逐渐增加到最大值后趋于稳定,最大解吸量为 $0.9484 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 。

综上所述,研究因素不同程度地影响 Pb²⁺ 土壤吸附量和解吸量。从最大土壤吸附量和解吸量来看,影响土壤吸附量的顺序是:离子强度 > pH > 有机质 > Pb²⁺ 浓度,影响土壤解吸量的顺序是:pH < Pb²⁺ 浓度 < 离子强度 < 有机质。可以推测三峡库区蓄水后,消落带土壤因农业利用受施肥引起的离子强度变化、重庆酸雨沉降引起的 pH 值变化、土地农

业耕作产生有机质含量变动、发展工业产生重金属污染等情况的影响,将导致土壤物理、化学、生物学和矿物学性质的变化,最终影响重金属元素在土壤中的吸附与解吸行为,影响重金属离子的迁移和转化,消落带土壤重金属离子的释放含量可能增加,引起重金属元素离子的环境污染与生态危害。

参考文献:

[1] 王新,贾永锋. 环境激素 Pb 对水稻生长发育的影响及污染修复[J]. 安全与环境学报, 2007, 7(1): 27-29.
 [2] 滕玉洁,王幸丹,崔崇威. 环境激素的种类及危害分析[J]. 2008, 33(6): 20-23, 36.
 [3] 方改霞,李冰冰,陈兰英. 环境激素的危害与防治研究[J]. 环境科学与管理, 2009, 34(1): 65-67.
 [4] 何振立. 污染及有益元素的土壤化学平衡[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1998: 276-303.
 [5] 杨金燕,杨肖娥,何振立,等. 土壤中铅的吸附-解吸行为研究进展[J]. 生态环境, 2005, 14(1): 102-107.
 [6] Barrown J, Bowden J W, Posner A M, et al. Describing the adsorption of copper, zinc and lead on a variable charge mineral surface[J]. Australian J Soil Res, 1981, 19: 309-321.
 [7] Yang J Y, Yang X E, He Z L, et al. Effects of pH, organic

- acids , and inorganic ions on lead desorption from soil[J].
 Environmental Pollution 2006 ,143 9-15.
- [8] 刘浩 ,江小青. 三峡工程重庆库区消落区土地整理研究 [J]. 水利水电快报 ,2007 28(20) 24-26.
- [9] 刁承泰 ,黄京鸿. 三峡水库水位涨落带土地资源的初步研究 [J]. 长江流域资源与环境 ,1999 8(1) 75-80.
- [10] 李强 ,张芹 ,刘宏立 ,等. 三峡库区重庆段淹没区土壤重金属背景调查 [J]. 微量元素与健康研究 ,2007 24(4) : 34-36.
- [11] 陈梓云 ,彭梦侠. 三峡库区消落带土壤中铅污染调查 [J]. 土壤与环境 .2001 10(2) :165-166.
- [12] 李其林 ,黄昀 ,刘光德 ,等. 三峡库区主要土壤类型重金属含量及特征 [J]. 土壤学报 2004 41(2) 301-304.
- [13] 许书军 ,魏世强 ,谢德体. 三峡库区耕地重金属分布特征初步研究 [J]. 水土保持学报 ,2003 17(4) 64-66.
- [14] 黎莉莉 ,张晟 ,刘景红 ,等. 三峡库区消落区土壤重金属污染调查与评价 [J]. 水土保持学报 .2005. 19(4) :127-130.
- [15] 丁武泉 ,包兵 ,李航 ,等. 三峡库区消落区紫色土对重金属的吸附特征 [J]. 生态与农村环境学报 ,2007 23(1) : 40-42.
- [16] 焦文涛 ,蒋新 ,余贵芬 ,等. 土壤有机质对镉在土壤中吸附-解吸行为的影响 [J]. 环境化学 ,2005 24(5) :545-549.

Resources , Environment and Ecology in Three Gorges Area

Properties of Adsorption-Desorption of Pb in Soil of the Water-Level-Fluctuating in Three Gorges Reservoir Region

FANG Lu-qiu

(College of Chemistry and Chemical Engineering , Yangtze Normal University , Fuling Chongqing 408100 , China)

Abstract : The soil of water-level-fluctuating adsorption and desorption characteristics of Pb^{2+} ion in the Three Gorges Reservoir region are studied on pH , organic matter , ionic strength and effect of Pb^{2+} ion concentration. It is revealed in the law of soil adsorption and desorption of Pb^{2+} ion in water-level-fluctuating of the Three Gorges reservoir region , for providing the basis on lead contamination risk assessment and forecasting , pollution control and the use of land resources. Electing purple soil of the main soil type is also studied by using simulation experiments and constant temperature oscillation balance method. With atomic absorption spectrophotometer determination of Pb^{2+} ion adsorption and desorption volume. The results show that : 1) pH value very significantly affects the soil adsorption capacity of Pb^{2+} ion ($p < 0.01$) , adsorption isotherm accords with Henry type to calculate the maximum Pb^{2+} ion adsorption capacity of the soil is $9.720 3 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$. As the pH value increases , the amount of Pb^{2+} ions in the soil desorption is in overall declining trend ; while the highest desorption of the soil is $0.543 7 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ when pH value reaches 4. 2) Takeoff soil organic matter , soil adsorption and desorption capacity of Pb^{2+} ion increase , the soil adsorption capacity increases 46.04% , and the soil desorption capacity increases 17.21% . 3) The ionic strength significantly affects the amount of Pb^{2+} ion adsorption and desorption capacity in soil ($p < 0.01$). Adsorption isotherm accords with Henry type , calculating the maximum adsorption capacity of Pb^{2+} ion in soil is $10.049 0 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$. As the ionic strength increases , the amount of soil desorption from $0.031 94 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ to the highest point of $0.972 6 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, then stabilizes. 4) Pb^{2+} ion concentration significantly affects the amount of soil adsorption and desorption ($p < 0.01$). With its accession to the increase in the concentration of Pb^{2+} ions and Pb^{2+} ions , adsorption capacity of the soil gradually increases to the highest point of $2.566 8 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, consistent with Langmuir adsorption isotherm type ; soil desorption of Pb^{2+} ions gradually increase the amount of maximum value , then stabilizes maximum desorption amount of $0.948 4 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$. The factors affect the varying degrees of Pb^{2+} ion adsorption and desorption in soil. View from the largest volume of soil adsorption and desorption affects the order of Pb^{2+} adsorption capacity of soil as follows : ionic strength > pH > organic matter > Pb^{2+} ion concentration , affect the Pb^{2+} soil desorption amount in the order of : pH < Pb^{2+} ion concentration < ionic strength < organic matter. It can be speculated that after cumulating water in the Three Gorges Reservoir region , the soil of water-level-fluctuating is affected by various factors , leading to change the soil properties and affect the environmental behavior of heavy metals and may cause environmental pollution and ecological hazards.

Key words : Three Gorges reservoir region ; water-level-fluctuating ; soil ; Pb ; adsorption ; desorption