

基于 GIS 的三峡库区消落区土壤中 Cu 分布研究

付 川^{1,2} 林俊杰¹ 潘 杰¹ 郭劲松² 方 芳²

(1. 重庆三峡学院化学与环境工程学院, 重庆 404100)

(2. 重庆大学三峡库区生态环境教育部重点实验室, 重庆 400045)

摘 要: 基于 ArcGIS 地统计分析模块, 以三峡库区消落区为研究区域, 对忠县环城区消落带、忠县石宝镇干支流消落带、万州长江干支流消落带、万州新田干流消落带等土壤中重金属 Cu 含量水平和空间分布特征进行了研究, 研究表明: 典型消落区重金属 Cu 含量范围为 16.33~74.81 mg/kg, 最高值为最低值的 4.58 倍, 其算术平均值为 33.14 mg/kg, 标准差为 12.676。利用 GIS 技术研究了重金属 Cu 方向分布趋势和空间分布格局。

关键词: 消落区; 铜; 地理信息系统

中图分类号: X131.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-8135 (2010) 03-0005-03

土壤是人类赖以生存的最基本的自然资源之一, 随着工业发展和城市化进程的加快, 土壤受到不同程度的重金属污染。进入到土壤中的重金属, 由于其不易降解, 迁移能力差, 容易在土壤中积累和在作物体内残留, 并通过食物链进入人体并在体内蓄积, 严重影响了人类的健康和环境安全。近几年国内外学者在生态环境评价方面做了大量的研究,^[1]但基于 GIS 技术针对消落区土壤重金属污染的研究却鲜有报道。

有关消落区土壤中重金属的研究一方面侧重于对重金属含量的调查与来源研究, 另一方面通过土壤中重金属空间分布特征研究来分析重金属迁移转化规律。地理信息系统 (GIS) 作为重要空间分析技术已广泛应用于区域环境污染过程分析中, 为环境污染过程的时空变异分析提供了便捷、高效的可视化分析手段,^[2-3]并提高了分析结果的可靠性, 为重金属污染的原位治理提供了决策依据。基于 ArcGIS 地统计分析模块, 本研究以典型消落区土壤为研究区域, 对消落区土壤中重金属 Cu 含量水平与空间分布特征进行了研究。

1 采样方案与实验方法

1.1 研究区域及采样点选取

消落区是指江河、湖泊、水库等水体因季节性涨落使土地被周期性淹没和出露成陆形成的干湿交替的水陆衔接地带。三峡库区消落带是指三峡水库正常蓄水水位为 175 米与防洪限制水位 145 米之间的区域, 总面积达 348.93 km²。消落带作为水陆衔接的过渡地带, 具有敏感而脆弱的生态系统, 将引起消落区乃至库区一系列生态环境问题。典型消落区本底污染物空间分布调查拟在三峡库区忠县环城区消落带、忠县石宝镇干支流消落带、万州长江干支流消落带 (城市区域, 包含芭溪河支流)、万州新田干流消落带、开县小江消落带、云阳县小江消落带、巫山大昌消落带等区域全面开展, 总共布点 121 个。

收稿日期: 2010-01-22

作者简介: 付 川 (1974-), 男, 重庆万州人, 重庆三峡学院副教授, 博士, 主要从事环境科学研究。

基金项目: 本文系国家水体污染控制与治理重大专项子课题 (2009ZX07104-003-02); 国家科技支撑计划重点项目子课题 (2008BAD98B04); 重庆市委基金资助项目 (CSTC2008BB7363) 研究成果之一

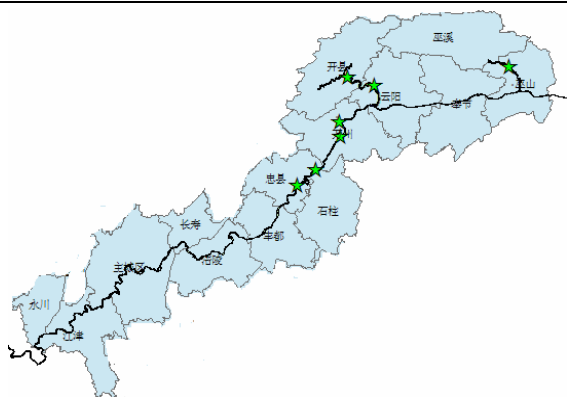


图1 典型消落区采样段面设置

1.2 样品的采集方法及前处理

所有的土壤样品均采集自高程在 145~175 m 消落带, 根据不同实验方案选取采样高程, 具体采样过程在每次实验中标注. 在研究区以方格状确定采样的样点, 每一样点均由 GPS 定位. 在每个样点半径 10 m 范围内以梅花形布点采集 5 个土样混合而成. 在各点上用铁铲取 0~20 cm 的土壤, 在塑料薄膜上将各点土壤均匀混合, 用四分法逐次弃去多余部分, 最后将剩余的 1 kg 左右的平均样品装入样袋, 带回实验室. 土壤样品经风干、磨细过 1 mm、0.25 mm 土壤筛, 用于测定土壤重金属元素 Cu 的浓度 (HNO₃-HF-HClO₄ 消煮法) 和形态分析. [4][5]

2 结果与讨论

2.1 消落区沉积物中 Cu 的统计分析特征

通过 SPSS 软件对采样数据的描述统计, 可以展示数据分布的基本特征. 平均值反映样品数据的中心趋向, 标准差 (S) 和变异系数 (Cv) 表示样本数据的变异程度, 最大值与最小值表示了样本数据的变化范围.

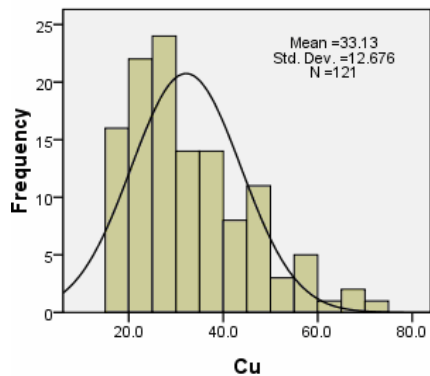


图2 Cu 的频数分布图

从 Cu 频数分布 (图 2) 可以看出 Cu 含量范围

16.33~74.81 mg/kg, 最高值为最低值的 4.58 倍, 其算术平均值为 33.14 mg/kg, 标准差为 12.676, 频数分布在 20~60 区间占 40%, 0.11~0.24 区间占了近 25%, 其余区间占据的频数都较低, 可以认为 Cu 的分布呈现典型的正偏差.

从 QQ 分布 (图 3) 可以看出 Cu 的 QQ 分布不符合正态分布. 在高值部分出现了离散度较大的点. 峰态系数为 4.83, 为高狭峰, 这主要是由于某些采样点受到外源输入的影响导致部分采样点偏高.

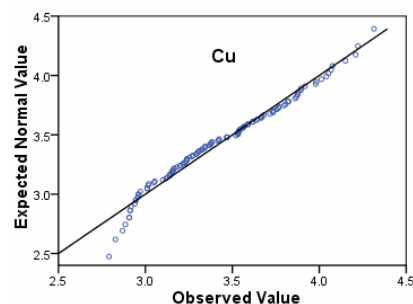


图3 Cu 的正态正态 QQ 分布图

2.2 基于 GIS 技术的重金属 Cu 方向分布趋势分析

趋势分析图中的每一根竖棒代表了一个数据点的值 (高度) 和位置. 这些点被投影到一个东西向的和南北向的正交平面上. 通过投影点可以作出一条最佳拟合线, 并用它来模拟特定方向上存在的趋势.

在图 4、图 5 中, Cu 含量分布从东南到西北逐渐降低, 可能是由于小江东南部与长江流域万州段干流相接, 涨水期消落带土壤优先吸附河水中重金属, 而小江西北消落区与长江水接触较晚所致, 分析出的结果和此区域的真实地形基本吻合, 可见趋势分析工具对观察一个物体的空间分布具有简单、直观的优势, 还可以找出拟合最好的多项式对区域中的散点进行内插, 得到趋势面.

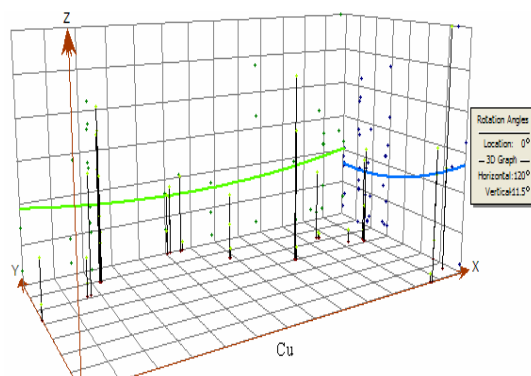


图4 Cu 的方向分布趋势分析图

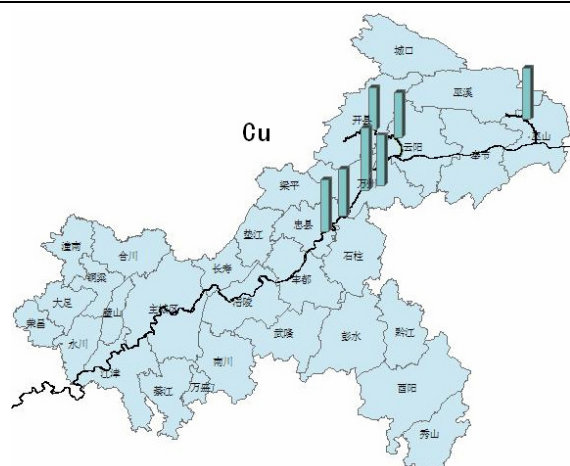


图5 基于GIS的消落区Cu全量分布图

2.3 基于GIS的小江消落带土壤重金属的空间分布格局模拟

本研究采用 ARCGIS8.3 中的 Geostatistical Analysis 模块研究了消落区小江段土壤特性的空间分布格局。克里格法 (Kriging) 从统计学意义上讲, 是从变量相关性和变异性出发, 在有限区域内对区域化变量的取值进行无偏、最优估计的一种方法; 从空间插值角度讲, 是对空间分布的数据求线性最优、无偏内插估计的一种方法。图6为Kriging插值模拟的消落带土壤重金属Cu的空间分布格局模拟。

从消落带小江段土壤重金属Cu的空间分布模拟可以看出, 在中间段含量较高, 说明Cu在此区域有一定的富集。

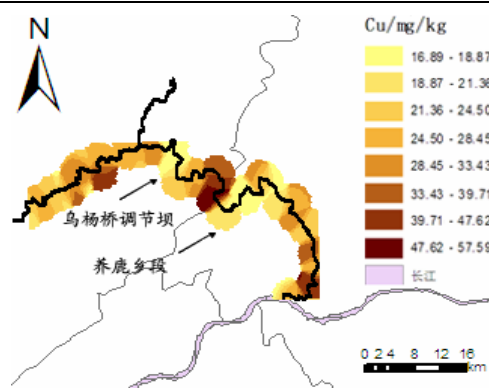


图6 基于GIS的消落带土壤重金属的空间分布格局模拟

参考文献:

[1]Liu X, Wu J, Xu J. Characterizing the risk assessment of heavy metals and sampling uncertainty analysis in paddy field by geostatistics and GIS [J]. Environmental Pollution, 2006, 141:257-264.

[2]刘庆,杜志勇,史衍玺.基于GIS的山东寿光蔬菜产地土壤重金属空间分布特征[J].农业工程学报, 2009(10).

[3]Celine S, Lee X D, Lia W Z, et al. 2006. Contamination in urban, suburban, and country park soils of Hong Kong: A study based on GIS and multivariate statistics [J]. Science of the Total Environment, 356: 45-61.

[4]陆安祥,王纪华,潘瑜春.小尺度农田土壤中重金属的统计分析与空间分布研究[J].环境科学, 2007(7).

[5]蔡立梅,马瑾,周永章.东莞市农业土壤重金属的空间分布特征及来源解析[J].环境科学, 2008(12):3496-3501.

(责任编辑:张新玲)

An Analysis of Cu Distribution in the Soil of Water Level Fluctuating Zone of Three-Gorges Reservoir Based on GIS Mapping Techniques

FU Chuan^{1,2} LIN Jun-jie¹ PAN Jie¹ GUO Jin-song² FANG Fang²

(1.College of Chemistry and Environmental Engineering, Chongqing Three Gorges University, Chongqing,404100, China)

(2.School of Urban Construction and Environmental Engineering, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

Abstract: Based on the statistical analysis module of ArcGIS, heavy metal contents Cu and their characteristics of spatial distribution are studied in water level fluctuating zone of Three Gorges reservoir, such as the zone along Zhong County, the zone of branch river of Shibao town, Zhong County etc. The hotspots of Cu pollution which indicate higher risk than other areas are identified to be mainly distributed in the water-level-fluctuating zone of soils near populated areas along the Xiao River. The mean content of Cu in soils is much greater than the reference value. The anthropogenic factors are the main sources for Cu concentration in soil of the study area, which obviously affects the distribution of Cu.

Key words: water-level-fluctuating zone; hotspots; Cu; GIS; soil