

# 辽河流域河流底泥重金属污染现状调查与评价

王莹<sup>1</sup>, 凌爽<sup>2</sup> (1. 辽宁省地质矿产调查院, 辽宁沈阳 110031; 2. 辽宁省地质矿产研究院, 辽宁沈阳 110031)

**摘要** 根据《土壤环境质量标准》和《农用污泥中污染物控制标准》, 采用单因子评价方法, 对辽河流域河流底泥中重金属含量进行分析和评价。结果表明, 整体上辽河流域河流底泥重金属污染较轻, 部分水系河流底泥重金属含量较高, 8项重金属元素在不同水系河流底泥中都存在部分元素超标现象。

**关键词** 辽河流域; 底泥; 重金属污染; 评价

**中图分类号** X820.6 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)30-12150-01

## Survey and Evaluation of Sediment Heavy Metal Pollution in Liaohe River Basin

WANG Xuan et al (Liaoning Survey Academy of Geology and Mineral Resources, Shenyang, Liaoning 110031)

**Abstract** According to *Soil Environment Quality Standard and Control Standard for Pollutants in Agricultural Used Sludge*, using single factor evaluation method, heavy metal contents in Liaohe River basin sediments were analyzed and evaluated. The results show that Liaohe River is less polluted on the whole, but still high in the heavy metal contents in some parts of the river sediment, and eight heavy metal elements all exceed in river sediments in different river systems.

**Key words** Liaohe River basin; Sediment; Heavy metal pollution; Evaluation

近年来, 在河流综合整治工作中, 清淤是一项重要措施, 但面临着如何清淤以及对淤泥如何进行处理和管理的问題。河流底泥已成为各种有害物质特别是重金属迁移和累积的主要介质<sup>[1]</sup>。河流底泥中重金属元素含量可以反映出河流受到重金属污染状况<sup>[2-3]</sup>, 这些重金属污染物降解后可能对土壤和河流造成二次污染, 河流底泥中重金属污染已成为世界关注的环境问题<sup>[4]</sup>。为适应未来河流综合整治全面发展的形势, 国内多个流域都开展了河流底泥调查评价工作。在辽河流域适时开展较为系统的河流底泥现状调查工作是十分必要的, 能够整体了解辽河流域各水系河流底泥重金属污染现状, 为河流淤泥处置与管理及生态环境的建设提供科学依据。

## 1 研究区概况

东、西辽河在辽宁省昌图县福德店附近汇合为辽河干流, 始称辽河, 辽河干流长度为 516 km, 辽河在辽宁省境内流域面积为 5.2 万 km<sup>2</sup>, 辽河水系主要包括辽河、浑河、大凌河、小凌河、柳河、绕阳河等。辽宁省辽河流域是我国重要的重工业、能源和商品粮生产基地。经防洪、治涝、灌溉、供水工程体系的调节, 洪涝灾害已得到初步控制, 水资源利用程度显著提高, 促进了流域社会、经济的发展。但近年来, 该流域水污染严重, 水资源供需矛盾尖锐, 水资源短缺已成为制约流域经济发展的重要因素。

## 2 样品采集与分析

2006 年 5 月, 采集辽宁省辽河流域主要河流底泥样品, 采样深度为 0~10 cm, 共采集河流底泥样品 209 个, 河流底泥评价共涉及主要河流 25 条, 样品分析指标包括 As、Cd、Cr、Cu、Hg、Ni、Pb、Zn、Ni 等元素。样品由国土资源部沈阳矿产资源监督检测中心负责分析测试。

## 3 评价方法

近年来提出了很多河流底泥的评价方法, 主要有单因子评价法、Hakanson 生态风险指数法和模糊评价法等<sup>[5-6]</sup>。其中, 单因子评价法是目前比较常用的河流底泥评价方法, 该方法简单明了, 可直接了解河流底泥中各元素含量与评价标准之间的关系。根据现行国家《土壤环境质量标准》(GB15618-1995)的二级标准(适用于一般农田、蔬菜地、茶园、果园、牧场等土壤)和《农用污泥中污染物控制标准》(GB4284-84), 采用单因子评价法, 即底泥中重金属含量最差的单项指标所属类别来确定底泥污染情况。单因子评价法公式如下:

$$P_{ij} = \frac{C_{ij}}{S_{ij}}$$

式中,  $C_{ij}$  为  $i$  污染物在  $j$  点的监测浓度值, mg/L;  $S_{ij}$  为  $i$  污染物的评价标准值, mg/L。根据比值  $P_{ij}$  是否大于 1 来评价河流底泥的污染程度。

## 4 评价结果分析

由表 1 可知, 辽河流域河流底泥中重金属元素含量变化幅度很大, 变幅最大的 Zn 相差 731 倍, 最高含量达 3 947.00 mg/kg, 最低仅为 5.40 mg/kg; 变幅最小的 Cr 相差约 7 倍。总体上, As、Cd、Cr、Cu、Ni 在辽河流域主要河流底泥中的平均含量均低于辽宁省土壤背景值, 说明 As、Cd、Cr、Cu、Ni 在流域表层沉积物积累并不严重; Hg、Pb、Zn 在流域水系沉积物中的平均含量高于辽宁省土壤背景值, 其中水系沉积物中 Zn 的含量是土壤中 Zn 含量的 2.34 倍。对比国家《土壤环境质量标准》(GB15618-1995)的二级标准, 8 种重金属都出现了超标现象。其中, Cd 超标点为 50 个, 超标最为严重, 超标率为 24.04%, 其中 7 个分布在细河, 7 个分布在沙河, 4 个分布在小凌河, 6 个分布在柴河, 6 个分布在浑河; As 的 2 个超标点分别分布在柳河和细河; Cr 的 5 个超标点中, 3 个分布在细河, 1 个分布在沙河, 1 个分布在运粮河; Cu 的 9 个超标点

(下转第 12172 页)

**基金项目** 中国地质调查局地质大调查项目(1212010511209)。

**作者简介** 王莹(1978-), 女, 辽宁沈阳人, 工程师, 从事地球化学环境调查评价方面的研究。

**收稿日期** 2013-09-26

- [80] 郭兵. 我国城市化与粮食安全关系问题研究[J]. 经济体制改革, 2011(1): 32-35.
- [81] 杨志海, 王雅鹏. 城镇化影响了粮食安全吗? ——来自 1462 个县(市) 面板数据的实证检验[J]. 城市发展研究, 2012, 12(10): 1-5.
- [82] 王世海. 试论城乡人口结构变动对粮食安全的影响[J]. 中外粮情研究, 2007(4): 36-38.
- [83] 叶慧, 王雅鹏. 我国城市化与粮食安全的动态耦合性分析[C]//“三农”问题与新农村建设——湖北省首届涉农领域青年博士论坛论文集. 武汉: 湖北省科学技术协会, 2006.
- [84] 贺金红. 黄土高原地区退耕地还林(草)与粮食安全研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2006.
- [85] 刘贤赵, 宿庆. 黄土高原水土流失区生态退耕对粮食安全的影响[J].

山地学报, 2006, 24(1): 7-12.

- [86] 胡振琪, 李晶, 赵艳玲. 矿产与粮食复合主产区环境质量和粮食安全的问题、成因与对策[J]. 科技导报, 2006(3): 21-24.
- [87] 东梅. 退耕还林对我国宏观粮食安全影响的实证分析[J]. 中国软科学, 2006(4): 46-54.
- [88] 张福山, 徐学荣, 林奇英, 等. 植物保护对粮食安全的影响分析[J]. 中国农学通报, 2006, 22(12): 505-510.
- [89] 周振民. 污水灌溉区生态环境污染和粮食安全风险评价[J]. 华北水利水电学院学报, 2013, 334(2): 1-4.
- [90] 武力超, 陈曦, 顾凌骏. 中国快速城市化进程中土地保护和粮食安全[J]. 农业经济问题, 2013(1): 57-62.

(上接第 12150 页)

中, 5 个分布在细河; Hg 的 11 个超标点中, 5 个分布在细河, 2 个分布在运粮河; Ni 的 6 个超标点中, 4 个分布在细河, 1 个分

布在运粮河, 1 个分布在柳壕河; Pb 的 3 个超标点分别分布在细河、柴河和运粮河; Zn 的 15 个超标点中, 5 个分布在细河, 4 个分布在沙河, 2 个分布在运粮河, 1 个分布在柳壕河。

表 1 辽河流域水系沉积物中重金属元素含量

项目	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	mg/kg
最大值	19.70	1.61	96.50	111.00	2.26	97.60	6 590.00	3 947.00	
最小值	1.44	0.03	14.60	1.10	0.01	4.50	9.20	5.40	
平均值	5.56	0.16	48.87	16.58	0.14	23.39	39.92	139.67	
超标数	2	50	5	9	11	6	3	15	
超标率//%	0.96	24.04	2.40	4.33	5.29	2.88	1.44	7.21	
辽宁省土壤背景值	7.40	0.18	60.84	21.50	0.05	24.09	26.43	59.49	
《土壤环境质量标准》二级标准	30	0.3	200	100	0.5	50	300	250	
《农用污泥中污染物控制标准》	75	5	600	250	5	100	300	500	

河流底泥污染情况能够很直观地体现出河流的污染情况, 也能体现出河流沿岸化工厂和城市污水对河流存在的潜在威胁。辽河水系整体上污染程度较轻, 辽河干流底泥中各重金属平均含量基本与辽宁省土壤背景值一致。支流条子河经四平流入铁岭, 污染严重, 河流底泥中 As、Cd、Hg、Zn 含量均较高。重金属 Pb、Zn 的最高含量均分布在柴河, 而且出现在同一点位, 说明柴河铅锌矿对柴河的污染还是比较严重。其他支流如招苏太河、秀水河、养息牧河、绕阳河、柳河等底泥中重金属含量略低于辽宁省土壤背景值。浑河水系、大凌河、小凌河水系河流底泥中重金属含量高于辽河水系河流底泥中的含量。其中以浑河水系河流底泥重金属含量最高, 污染最为严重。浑河的一级支流细河是沈阳市铁西区工业废水的主要排放处, 因此在辽河流域所有河流中细河底泥重金属污染最为严重。太子河水系河流底泥污染比较严重的是沙河和运粮河, 两条河流底泥中 Cd、Pb、Cr、Zn、Hg 均明显高于辽宁省土壤背景值, 重金属在两条河流表层底泥中积累比较严重, 可以从一定程度上表明沙河和运粮河水体目前仍受到严重污染。

## 5 结论

从整个辽河流域看, 辽河干流河流底泥中重金属含量与辽宁省土壤背景值相当, 低于国家《土壤环境质量标准》中二

级标准的限量值, 不存在超标现象。浑河流域河流底泥中重金属元素含量较高, 浑河干流有 6 个采样点 Cd 含量超过国家《土壤环境质量标准》中二级标准的限量值。浑河流域支流细河底泥中重金属污染最为严重, 其中底泥中 Cu 和 Zn 的平均含量超过了国家《土壤环境质量标准》中二级标准的限量值和《农用污泥中污染物控制标准》。辽河流域河流底泥中重金属污染状况对农业生产和城市人口饮用水产生了直接的影响, 实时开展河流底泥调查与评价工作, 能够为辽河流域河流底泥综合治理与水资源保护提供可靠的科学依据。

## 参考文献

- [1] 原武斌. 山西省河流底泥重金属污染现状研究[J]. 山西建筑, 2011, 37(28): 184-185.
- [2] 陈静生. 沉积物重金属污染研究中的若干问题[J]. 环境科学进展, 1983, 4(8): 1-12.
- [3] 漆燕, 成应向, 刘湛. 河流底泥重金属污染及潜在生态风险评价[J]. 四川环境, 2011, 30(6): 104-107.
- [4] 何光俊, 李俊飞, 谷丽萍. 河流底泥的重金属污染现状及治理进展[J]. 水利渔业, 2007, 27(5): 60-62.
- [5] 唐文清, 刘利, 冯泳兰. 河流底泥重金属污染现状分析及评价[J]. 衡阳师范学院学报, 2008, 29(6): 55-59.
- [6] 汪立河, 卢嘉, 张启辉. 河流底泥砷污染状况及分布特征研究[J]. 中国环境监测, 2010, 26(1): 67-71.
- [7] WU Q, GAO Y J, LI D M, et al. Research on phytoremediation of heavy metal pollution in river sediment by *Medicago sativa* L. [J]. Agricultural Science & Technology, 2011, 12(12): 1885-1888.