

四平市条子河底泥中重金属特征研究

严登华¹, 邓伟¹, 王金达¹, 汪立波²

(1. 中国科学院 长春地理研究所, 吉林 长春 130021; 2. 四平市环境保护局, 吉林 四平 130034)

摘要: 通过 1987—1999 年对对四平市条子河底泥和水质的同步监测, 指出四平市条子河底泥中重金属含量较高, 污染河段底泥中重金属的含量比背景含量要高出 1~3.97 倍, 年际变化出现波状起伏的特征。底泥的含量受到河流水质的酸(碱)特性和氧化特征的影响, 同时受区域环境背景的影响和工业废物排放的影响。控制条子河底泥中重金属含量应采取化学和生态重建与修复的措施。

关键词: 重金属; 底泥; 影响因素; 条子河

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2000)05-0029-03

中图分类号: X53

A Study on Content of Heavy Metal in Sediment of Tiaozi River

YAN Deng-hua¹, DENG Wei¹, WANG Jin-da¹, WANG Li-bo²

(1. Changchun Institute of Geography, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130021, Jilin Province, PRC;

2. Siping Environment Protection Bureau, Siping 130034, Jilin Province, PRC)

Abstract Based on the monitor of sediment and water in Tiaozi river in Siping city from 1987 to 1995, some characteristics of heavy metals in the sediment are pointed out. The content of heavy metals in the sediment was high and it in the polluted sediment was 1~3.97 times of that of the background, the annual variation was undulant. The content of heavy metals in the sediment is affected by the acidification or alkali and oxidation of water, the regional background and the drainage of industry waste water. At last, some ecological and chemical countermeasures to control the heavy metal in sediment are given out.

Keywords heavy metal; sediment; formation factors; Tiaozi river

河流底泥是液—固两相界面的交界处, 是目前环境科学研究的热点问题。国内外学者从底泥的采集、化学分析以及底泥与水之间的物质交换(即底泥对物质的吸收和释放)等方面做了许多研究, 研究区选在相对静止的水体如湖泊、港湾、河流三角洲, 及选有机物作为研究对象的较多^[1-5]。中国科学院长春地理所在 20 世纪 80 年代做过第二松花江的汞污染研究, 取得了很好的成果, 同时为河流水体的界面研究提供了参考。研究河流底泥中重金属的环境特征, 是进行河流综合整治的基础。对于受到污染的河流来说, 底泥中的重金属一方面受到河床岩性的影响, 但主要是来自水体中的重金属。条子河属于辽河水系, 全长 78.6 km。在曲家与昭苏太河汇合后进入辽河。条子河在四平市有 2 条支流——南河和北河, 由于四平市目前尚未有污水处理厂, 这 2 条支流受到四平市工业和生活污水的污染较严重。研究条子河的底泥中重金属的环境特征, 一方面可为四平市的河道整治提供

理论基础, 另一方面可在河道界面研究领域进行环境表征方面的探索。

1 区域环境概况及研究方法

该地区的气候条件属于温带大陆性气候季风气候区, 全市主导风向是西南风, 冬、秋两季多为西北风, 春夏两季多为西南风。1996 年平均气温为 7.1℃, 最高气温为 33.1℃, 最低气温为 -22.6℃, 年降水量为 549.5 mm, 最大日降水量为 43.5 mm, 平均风速为 2.8 m/s, 平均最大风速为 14.3 m/s。

四平市包括四平铁西区、四平铁东区, 1996 年市区 453 038 人, 公主岭市 1 011 327 人, 全市工业总产值为 682 819 人。四平市的经济结构以机械、化工、轻纺、建材、食品、商业等行业为主, 另外有小型工业。燃料构成以原煤为主, 主要用于工业用煤、生产型煤和民用取暖生活等, 其次是机动车所用的汽油、柴油, 再者为天然气和液化石油气。

收稿日期: 2000-04-25

资助项目: 中国科学院特别支持领域“湖沼系统基础研究”(ZKHZ-3-5)

作者简介: 严登华(1976-), 男(汉族), 安徽省太湖县人, 博士研究生, 从事水资源与水环境专业。电话: (0431)5657715, E-mail: denghuay@

Yeah.net, Yandenghua@mail.ccig.ac.cn

根据条子河的组成,分别在条子河的南河、北河及汇合口布置3个采样点,南河采样点位于西大桥下,北河采样点位于红嘴桥下,汇合口采样点位于盲人学校。为进行对比研究,在河道的上游设置了2个背景采样点,南河背景采样点位于塔山水库,北河背景采样点位于下三台水库。根据区域的水文周期,分别在1987—1995年的平水期、枯水期和丰水期采集水样,在平水期采集底泥样品。

水质的分析方法按照《地面水环境质量标准》(GB3838-83)中提供的采样和分析方法。底泥采回后,进行脱水处理,风干研磨后用王水进行消解,用分光光度计(ZF-50)进行分析。数据在pH 450计算机上用EXCEL97和MINITAB3.0进行处理。

2 结果分析

2.1 河流底泥中重金属含量

河流底泥中重金属平均含量见表1。从表中可以看出,北河底泥中重金属含量明显高于南河,且两河道底泥中重金属的含量要比背景值高出许多,最高达到3.97倍。南河背景值中,As、Cr、Pb的含量高于北河,而Cd、Cu的含量低于北河。这主要是受到局地环境背景的影响。

表1 条子河底泥中重金属平均含量监测结果 ug/g

采样地点	As	Cr	Pb	Cd	Cu
南河背景	17.92	25.65	26.20	0.698	41.51
南河	38.21	48.86	44.84	1.410	52.24
北河背景	23.33	23.55	30.07	1.216	26.09
北河	49.33	68.25	71.32	3.762	103.15

2.2 河流底泥中重金属的年际变化特征

以南河中的As、Cr、Pb、Cu含量为例来说明河流底泥中重金属含量的年际变化(图1)。从图中可以看出,除Pb、Cu在1991年有一最高值的突变外,其它均在低于100 ug/g的范围内做波状的变化,有较小的下降趋势。水文地质条件在短期内的变化不大,这说明河道底泥中重金属的含量受到河水水质的影响较明显。

2.3 河流水质的影响

底泥是水与河床基底的过渡带,底泥与水体之间存在着重金属离子的交换。水为底泥中重金属的迁移转化创造了化学条件,同时为底泥中重金属的吸收与释放提供介质。故在本文将重点研究河流水质对底泥中重金属含量的影响。由于水体中重金属的含量相

对较少,有的在仪器的检出限以下,所以本文选取pH、总硬度、DO、COD、NO₃-N和电导率6个水质参数作为研究对象。

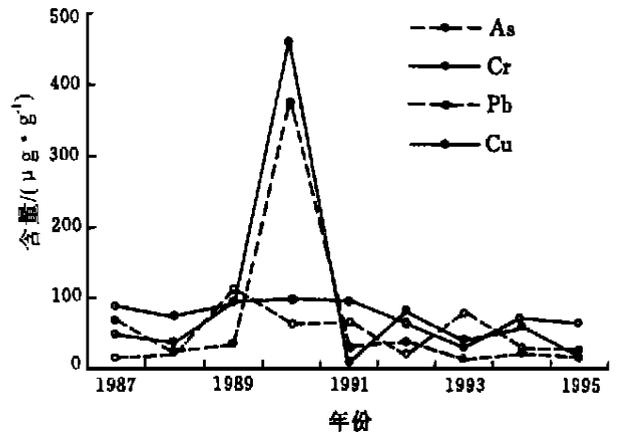


图1 条子河南河底泥中重金属含量的年际变化

为减少分析过程中因素过多,故对水质参数进行主成分分析(PCA),取特征值大于1的主成分($P_1 \sim P_3$)进行分析,然后分别将5种重金属的含量与这3个主成分进行回归分析,得出水质对底泥中各种重金属含量的影响。

表2 条子河水水质主成分分析结果

项目	P_1	P_2	P_3
pH	-0.167	0.448	-0.695
总硬度	-0.404	0.246	0.446
DO	0.448	-0.309	-0.106
COD	-0.634	-0.012	0.143
NO ₃ -N	-0.191	-0.680	0.080
电导率	-0.412	-0.426	-0.528
特征值	1.821	1.328	1.030

对表2进行分析,可得如下结论,对于条子河水水质来说,可以分出3大类因素。第1个主成分可以是表示水体的氧化特征;第2个主成分是表征水质的酸(碱)特征;第3个主成分是表示水质中Ca²⁺、Mg²⁺含量特征的。

将底泥中各种重金属的含量与3个主成分进行回归分析,得出如下5个回归方程:

$$As = 39.4 - 4.52P_1 + 6.90P_2 - 1.99P_3 \quad (1)$$

($t = 0.935, n = 27$)

$$Cr = 53.4 - 6.26P_1 + 0.05P_2 - 0.95P_3 \quad (2)$$

($t = 0.879, n = 27$)

$$Pb = 50.5 - 14.0P_1 - 8.3P_2 - 7.0P_3 \quad (3)$$

$$(t= 0.914, n= 27)$$

$$Cd= 2.24- 0.785P_1- 0.076P_2+ 0.125P_3 \quad (4)$$

$$(t= 0.922, n= 27)$$

$$Cu= 102- 12.5PC_1+ 0.5PC_2- 9.3P_3 \quad (5)$$

$$(t= 0.905, n= 27)$$

河流底泥中重金属的含量受到多种因素的影响,对于条子河来说,对各回归方程中各主成分的系数进行对比分析可以得出,对于底泥中 As 的含量来说,主要是受水质酸碱特征的影响,对于 Cr, Pb, Cd, Cu 来说,主要是受水体氧化特征的影响,因而控制河流底泥中的重金属含量主要是从调节河流氧化特征着手。这也可以从这些元素的化学特征方面得到解释。

2.4 区域水文地质条件的影响

四平市位于长白山的山前冲洪积平原地带,从水文地质学的角度来说,应属于化学元素的地球化学累积区^[7-9]。故条子河底泥中重金属的含量很大程度上还决定于区域水文地质条件。

2.5 土壤条件的影响

河流底泥中重金属主要来自土壤的淋溶和区域岩石的溶解过程。土壤是地球表层生命的载体,集中反映了区域下垫面特征,故可以对照区域土壤中重金属的含量来进行对比分析。从表 1 中可以看出,区域底泥中重金属的含量较高,这可以从该区的区域水文地质条件方面得到解释。该区的地带性土壤是暗色森林土,其高背景值元素包括 Cu, Zn, Cd, Hg 等^[10],因而与底泥中重金属的含量具有一致性。

2.6 植被条件的影响

由于人类活动的影响,条子河流域的植被遭到严重的破坏,同时,两岸未建任何防护林,导致水土流失的加剧,从而使河流底泥增加。

2.7 工业废水排放的影响

从表 1 可以看出,底泥中重金属的含量比背景值的含量要高得多。这与四平市向条子河排放大量的污水中所含有的重金属有关。四平市 1998 年工业废水的排放总量为 451.86×10^6 t, As 的排放量就有 118 kg, Cr 的排放量有 8 kg, Pb 的排放量为 11 kg。其中,化学原料及化学制品制造业排放的 As 占总排放量的 100%。

3 消减底泥中重金属的对策

底泥中重金属在一定的物理化学条件下会向水体释放,从而导致水质的恶化。对于水体中重金属的

治理来说,一方面要减少外源性污染物的排放,另一方面要改善内源性环境,这主要从底泥的角度着手。根据底泥中的环境特征,提出如下对策。

(1) 减少外源性重金属的进入。要大力控制污水中重金属的排放,在可能的情况下建立污水处理厂。

(2) 调控河流水质的氧化特性和酸碱度。根据各重金属与河流水质的关系,在可能的情况下,调节河流水质的氧化特性和酸碱度,以控制河流底泥中重金属向水体中释放。

(3) 进行河流生态修复与重建。从目前看,河流的生态空间遭到破坏,因而有必要从流域生态学和河流生态学角度对河流的生态空间进行修复与重建。可以栽培一些耐性较强且速生的植物,萃取底泥中的重金属。

[参 考 文 献]

- [1] 周启星,朱荫湄. 西湖底泥不同供氧条件下有机质的降解及 CO₂与 CH₄释放速率的模拟研究 [J]. 环境科学学报, 1999, 19(1): 1- 5.
- [2] 刘振儒,赵春禄,李桂平,等. 氯代芳烃在黄河底泥中吸附- 絮凝- 沉降规律及机理 [J]. 中国环境科学, 1998, 18(4): 360- 363.
- [3] 李利民,郭益群,胡青. 黄河泥沙对某些重金属离子的特性吸附及影响因素研究 [J]. 环境科学研究, 1994, 7(5): 12- 26.
- [4] 张祖陆,牛振国,孙庆义,等. 南四湖底泥污染及其变化过程 [J]. 中国环境科学, 1999, 19(1): 29- 32.
- [5] 练继建,赵子丹,张庆河. 波流作用下底泥输移的非线性粘弹性体模型 [J]. 科学通报, 1999, 44(4): 445- 448.
- [6] LI Tie, YE Changming, LEI Zhifang. Dynamic Simulation and Modeling of PCP Transport between Sediment and Water [J]. JOURNAL OF ENVIRONMENTAL SCIENCES, 1998, 17(1): 32- 36.
- [7] 陈隆亨,曲耀光. 河西地区水土资源及其合理开发利用 [M]. 北京: 科学出版社, 1992. 67- 88.
- [8] 刘耻非. 准噶尔盆地南缘含氟地下水及其水文地球化学特征 [C]. 见: 地矿部水文地质工程研究. 水文地球化学理论与方法研究. 北京: 地质出版社, 1985. 212- 217.
- [9] 施雅凤,曲耀光,等. 柴窝堡达坂城地区水资源与环境 [M]. 北京: 科学出版社, 1989. 75- 97.
- [10] 孟宪玺,李生智. 吉林省土壤环境背景值研究 [M]. 北京: 科学出版社, 1995. 92.