

湘江 (衡阳段) 河流沉积物中重金属潜在生态风险评价

唐文清¹, 曾荣英¹, 冯泳兰¹, 张幸¹, 李小明², 曾光明²

(1. 衡阳师范学院, 湖南 衡阳 421008; 2. 湖南大学环境科学与工程学院, 湖南 长沙 410082)

摘要:对湘江 (衡阳段) 10 个断面 18 个采样点的表层沉积物重金属 (Cd, Hg, Pb, As, Cr, Zn, Cu) 进行监测和分析, 采用 Lars Hanson 潜在生态危害指数法对各种重金属的生态风险进行评价。结果表明, 湘江 (衡阳段) 表层沉积物中各重金属潜在生态危害系数大小排序为: Cd > Hg > Pb > As > Cu > Zn > Cr, 多种重金属的综合潜在生态风险指数 RI 为 913.4, 表明湘江 (衡阳段) 沉积物重金属污染属于很强的生态危害。

关键词:沉积物; 重金属污染; 生态风险评价; 湘江 (衡阳段)

中图分类号: X826 **文献标识码:** B **文章编号:** 1006-2009(2008)05-0025-03

Potential Ecological Risk Assessment of Heavy Metal in the Fluvial Sediment of the Xiang River (Hengyang section)

TANG Wen-qing¹, ZENG Rong-ying¹, FENG Yong-lan¹, ZHANG Xing¹, LI Xiao-ming², ZENG Guang-ming²

(1. Hengyang Normal University, Hengyang, Hunan 421008, China;

2. College of Environmental Science and Engineering, Hunan University, Changsha, Hunan 410082, China)

Abstract: Based on the data of heavy metals (Cu, Zn, As, Hg, Cd, Cr, Pb) in the fluvial sediment of hengyang section of Xiang, including 18 sites in 10 sections, the potential ecological risk of heavy metals was analyzed and assessed by Lars Hanson method. The results showed that order of heavy metal potential ecological risk factor was Cd > Hg > Pb > As > Cu > Zn > Cr in surface sediment of Xiang river (Hengyang section). The comprehensive potential ecological risk index of a variety of heavy metals was 913.4 RI to show a high ecological risk of the sediment of the Xiang River (Hengyang section).

Key words: Sediment; Heavy metal pollution; Ecological risk assessment; Xiang River (Hengyang section)

湘江是湖南省最大的河流, 全长 856 km, 流域面积 94 660 km²。其在衡阳市境内干流长 226 km, 自祁东归阳清塘流入境内, 从衡东和平村出境进入株洲市, 占湘江在湖南境内里程的 39.7%。祁水、白水、栗江、浯水、宜水、舂陵水、蒸水、涑水、耒水等均为湘江在衡阳境内的一级支流。

衡阳位于湘江中游, 是集冶金、机械、化工、建材、轻纺等众多行业的工业城市。流经市内的湘江是市区主要饮用水源地, 两岸有黄茶岭、演武坪、江东、城北等水厂, 均集中在东洲岛 - 蒸水口河段。该水源区位于市中心, 人口密度大, 工业废水和生活污水的污染问题突出。近年来, 随着衡阳市经济发展对采矿业和冶炼业需求, 加剧了湘江的重金属

污染。因此分析和评价该河段沉积物中重金属污染的潜在生态风险, 掌握重金属污染的现状和潜在危害^[1-12], 为治理该水域污染提供依据。

1 调查方法

1.1 采样点

以湘江衡阳段干流及其境内主要支流沉积物

收稿日期: 2008-05-19; 修订日期: 2008-06-02

基金项目: 国家高技术研究发展计划“八六三”基金资助项目 (2004AA649370); 国家杰出青年科学基金资助项目 (50425927、50225926); 湖南省自然科学基金资助项目 (07JJ6013); 湖南省重点学科基金资助项目

作者简介: 唐文清 (1972—), 男, 广西桂林人, 助理研究员, 硕士, 主要从事环境污染治理与防治。

为研究对象, 2007 年在上游至下游的憩山、松柏、新塘铺、黄茶岭、枣子坪、站门前、熬洲 7 个断面左右两岸以及在主要支流蒸水、耒水、春陵水入口处 3 个断面各设采样点, 分别为: 憩山左、憩山右、松柏左、松柏右、春陵水左、春陵水右、新塘铺左、新塘铺右、黄茶岭左、黄茶岭右、蒸水、耒水、枣子坪左、枣子坪右、站门前左、站门前右、熬洲左、熬洲右。

1.2 分析项目

Cu, Zn, As, Hg, Cd, Cr, Pb

1.3 分析方法

待测样品均经过酸溶法消解, 其中 Cu、Cr 采用二苯碳酰二肼分光光度法测定, Cd、Zn、As、Pb 采用原子吸收光度法测定, Hg 采用冷原子吸收光度法测定。

1.4 评价方法

采用瑞典学者 Lars Hanson^[13]提出的沉积物潜在生态危害指数评价方法。

$$E_r^i = T_r^i \times C_f^i, C_f^i = C_s^i / C_n^i, RI = \sum_{i=1}^n E_r^i = \sum_{i=1}^n T_r^i \times C_f^i$$

式中: RI ——沉积物中多种重金属的潜在生态危害指数; E_r^i ——某一区域沉积物中第 i 种重金属的潜在生态危害系数; T_r^i ——为重金属 i 的毒性系数; C_f^i ——重金属的富集系数; C_s^i ——表层沉积物重金属 i 的实测值, mg/kg ; C_n^i ——为计算所需要的参照值, mg/kg 。

1.5 评价标准

根据 Lars Hanson^[13]的“元素丰度原则”和“元素释放度”及参考兰天水等^[14]关于土壤中重金属污染潜在生态评价的研究成果来确定重金属的毒性系数, 见表 1。重金属生态危害程度的划分依据 Lars Hanson^[13]提出的分级标准见表 2。

表 1 重金属的参照值和毒性系数

金属元素	Hg	Cd	As	Pb	Cu	Cr	Zn
$w(C_n^i) / (mg \cdot kg^{-1})$	0.25	0.50	15.0	25.00	30.00	60.00	80.00
T_r^i	40	30	10	5	5	2	1

表 2 沉积物重金属生态危害程度分级标准

生态危害系数	生态危害程度
$E_r^i < 40$ 或 $RI < 150$	轻微生态危害
40 E_r^i 80 或 150 $RI < 300$	中等生态危害
80 E_r^i 160 或 300 $RI < 600$	强生态危害
160 E_r^i 320 或 600 $RI < 1200$	很强生态危害
$E_r^i > 320$ 或 $RI > 1200$	极强生态危害

2 分析与评价

以现代工业化前沉积物中重金属最高背景值为参照, 计算重金属潜在生态危害系数和危害指数, 见表 3。

表 3 湘江 (衡阳段) 沉积物中重金属的潜在生态危害评价结果

采样点	E_r^i							RI	R 排序
	Hg	Cd	Cu	Pb	Cr	Zn	As		
憩山左	37.0	10.4	6.2	11.0	2.2	4.4	12.9	84.0	17
憩山右	36.7	10.9	8.5	12.4	2.5	4.4	37.6	113.0	15
松柏左	101	804.6	30.9	218	1.9	3.3	37.9	1197.8	3
松柏右	3.89×10^3	1.47×10^3	139	2.02×10^3	3.5	17.1	720	8252.6	1
春陵水左	75.2	66.6	27.8	49.5	3.1	12.3	359	593.2	7
春陵水右	61.2	23.5	30.3	29.2	2.8	11.4	282	440.3	10
新塘铺左	44.9	110	26.4	28.1	2.6	6.3	62.4	281.0	12
新塘铺右	80.9	161.9	27.8	37.8	1.8	9.5	37.6	357.3	11
黄茶岭左	157	1.29×10^3	17.7	27.4	1.4	10.2	76.8	1581.5	2
黄茶岭右	24.3	16.0	6.5	10.4	1.1	3.9	90.6	152.8	14
蒸水	56.3	464	13.3	41.2	1.6	8.8	37.8	623.2	6
耒水	15.8	10.9	4.4	14.5	2.1	3.4	46.3	97.4	16
枣子坪左	103	788	44.6	63.4	2.9	12.4	19.2	1033.3	4
枣子坪右	15.1	13.9	4.6	12.7	2.4	7.2	22.9	78.9	18
站门前左	86.0	360	16.2	35.6	2.8	8.8	67.8	576.9	8
站门前右	98.4	362	18.3	36.5	2.4	10.1	14.8	542.3	9

续表

采样点	E_r^i							RI	R 排序
	Hg	Cd	Cu	Pb	Cr	Zn	As		
熬洲左	24.0	101	7.2	20.2	2.5	6.9	33.4	195.0	13
熬洲右	75.5	740	9.1	27.5	2.3	5.7	29.8	889.6	5
均值	272	352	23.9	150	2.5	8.0	105	913.4	
E_r^i 排序	2	1	5	3	7	6	4		

由表 3 可见,湘江 (衡阳段) 表层沉积物中重金属的污染严重。总体上大多数断面的重金属潜在生态危害系数大于 40,其中松柏断面右岸 Hg、Pb、Cd 的潜在生态危害非常严重。

从多项重金属的生态指数分析,10 个断面的 18 个采样点 $RI < 150$ 处在轻度生态危害的仅有 4 个测点, $RI > 300$ 生态危害强的有 11 个,中等程度的生态危害 3 个。

3 结论

(1) 湘江 (衡阳段) 表层沉积物中各重金属潜在生态危害系数排序为: $Cd > Hg > Pb > As > Cu > Zn > Cr$ 。Cd 为极强程度, Hg 为很强程度, Pb、As 为强程度, Cu、Zn、Cr 处于轻度污染。

(2) 潜在生态危害指数 $RI < 150$ 的采样点为憩山两岸、耒水、枣子坪右岸; $RI > 1200$ 的采样点在松柏右岸、黄茶岭左岸; $600 < RI < 1200$ 的采样点在松柏左岸、枣子坪左岸、熬洲右岸、蒸水; $300 < RI < 600$ 的采样点在春陵水两岸、站门前两岸、新塘铺右岸; $150 < RI < 300$ 的采样点在新塘铺左岸、熬洲左岸、黄茶岭右岸。

(3) 多种重金属的生态系统的潜在生态风险综合指数为 913.4,表明湘江 (衡阳段) 沉积物重金属污染属于很强生态危害^[15]。

[参考文献]

[1] 贺心然,付永硕,柳然. 连云港市河流表层沉积物中重金属污染及潜在生态危害 [J]. 淮海工学院学报, 2007, 16 (1): 47 - 50.

[2] 杨振,胡明安,黄松. 大宝山矿区河流表层沉积物重金属污染及潜在生态风险评价 [J]. 桂林工学院学报, 2007, 27 (1): 44 - 48.

[3] ERGUL H A, TÖLMEZ S E, et al Heavy metals in sinking particles and bottom sediments from the eastern Turkish coast of the black sea [J]. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 2008, 78 (2): 396 - 402.

[4] MUHAMMAD B A, TASNEEM G K, MUHAMMAD K J, et

al Speciation of heavy metals in sediment by conventional, ultrasound and microwave assisted single extraction methods: A comparison with modified sequential extraction procedure [J]. Journal of Hazardous Materials, 2008, 154 (15): 998 - 1006.

[5] LANG GD, VOS RD, VANDECASTEELE B E, et al Effect of salinity on heavy metal mobility and availability in intertidal sediments of the scheldt estuarine [J]. Coastal and Shelf Science, 2008, 77 (4): 589 - 602.

[6] SERALATHAN K K, B. Prabhu Dass Batvari, LEE K J, et al Assessment of heavy metals (Cd, Cr and Pb) in water, sediment and seaweed (*Ulva lactuca*) in the pulicat lake, south east india [J]. Chemosphere, 2008, 71 (7): 1233 - 1240.

[7] BRIAN R, NEL R, HANDONG Y et al An assessment of toxicity in profundal lake sediment due to deposition of heavy metals and persistent organic pollutants from the atmosphere [J]. Environment International, 2008, 34 (3): 345 - 356.

[8] TURNER J N, BREWER P A, MACKLIN M G Fluvial-controlled metal and As mobilisation, dispersal and storage in the río guadamar, SW Spain and its implications for long-term contaminant fluxes to the donana wetlands [J]. Science of The Total Environment, 2008, 394 (1): 144 - 161.

[9] 朱兰保,盛蒂,周开胜,等. 淮河安徽段沉积物中重金属污染及其潜在生态风险评价 [J]. 环境与健康杂志, 2007, 24 (10): 784 - 786.

[10] SADIQ R, HUSAN T, BOSE N, et al Distribution of heavy metals in sediment pore water due to offshore discharges: an ecological risk assessment [J]. Environmental Modelling & Software, 2003, 18 (5): 451 - 461.

[11] KWON Y T, LEE C W. Ecological risk assessment of sediment in wastewater discharging area by means of metal speciation [J]. Microchemical Journal, 2001, 70 (3): 255 - 264.

[12] 刘成,王兆印,何耘,等. 环渤海湾诸河口潜在生态风险评价 [J]. 环境科学研究, 2002, 15 (5): 33 - 37.

[13] HAKANSON L. An ecological risk index for aquatic pollution control of sediment [J]. Water Res, 1980, 14 (8): 975 - 1001.

[14] 兰天水,林健,陈建安,等. 公路旁土壤中重金属污染分布及潜在生态危害的研究 [J]. 海峡预防医学杂志, 2003, 9 (1): 4 - 6.

[15] 杨清伟,蓝崇钰,束文圣,等. 武江 (乐昌段) 水体底泥重金属污染调查 [J]. 环境监测管理与技术, 2008, 20 (2): 18 - 21.

本栏目责任编辑 李文峻