

• 调查与评价 •

苏南地区农村河塘底泥中重金属污染调查与评价

冯艳红^{1,2}, 林玉锁², 张孝飞², 徐亦纲², 俞飞²

(1. 南京农业大学资源与环境学院, 江苏 南京 210095;

2 国家环境保护总局南京环境科学研究所, 江苏 南京 210042)

摘要: 对苏南地区农村河塘底泥中重金属的污染物状况及分布特征进行了调查, 分别在镇江、宜兴和常州采集了农村居民生活区、农田附近和养殖厂周围 13 个底泥样品, 对底泥中的 5 种重金属 Zn、Cu、Cd、Pb、Cr 质量比进行了分析研究, 并利用 Hakason 生态风险指数法评价了底泥中 5 种重金属对其所在水域的污染程度, 对水域和周围环境造成的潜在风险影响。结果表明, 苏南地区部分农村河塘底泥已受到轻度的重金属污染, 部分采样点 Cd、Cu 和 Zn 已达到中度污染; 不同类型底泥的重金属的污染程度趋势为: 居民生活区 > 养殖厂周围 > 农田附近。

关键词: 农村; 河塘; 底泥; 重金属污染; 生态风险性; 苏南

中图分类号: X825 **文献标识码:** B **文章编号:** 1006-2009(2007)05-0019-04

Investigation and Assessment on Heavy Metal Pollution in Ponds Sediment of Southern Jiangsu Province

FENG Yan-hong^{1,2}, LIN Yu-su², ZHANG Xiao-fei², XU Yigang², YU Fei²

(1 College of Resource and Environment, Nanjing Agriculture University, Nanjing, Jiangsu 210095, China;

2 Nanjing institute of environmental sciences State Environmental Protection Administration, Nanjing, Jiangsu 210042, China)

Abstract The situation and distribution of heavy metal pollutants were investigated in the sediments of rural ponds of southern Jiangsu province. Zinc, Copper, Cadmium, Lead and Chrome in the 13 sediment samples collected from habitation area and farm land of Zhenjiang, Yixing and Changzhou were determined. The potential influences on the water quality and the around environment involving the five heavy metals were evaluated by the ecological risk index of Hakason. The results showed the sediments of parts of the rural ponds in the southern Jiangsu province was polluted by heavy metals and the pollution situation reach middling level in some place. The order of the heavy metals pollution level in the ponds sediment was in the rural residential area > around breeding site > nearby farm land.

Key words Countryside; Pond; Sediment; Heavy metal pollution; Ecological risk; Southern Jiangsu province

底泥是水体的重要组成部分, 在河水-底泥体系中, 底泥是各种污染物累积富集比较稳定的场所, 因此底泥的污染状况是全面衡量水环境质量的重要因素^[1]。重金属具有极强的累积作用, 在受纳水体中, 重金属污染物不易降解, 通过各种途径排入水体的重金属等污染物绝大部分迅速地转移至沉积物和悬浮物中。悬浮物在水流搬运过程中, 当其负荷量超过搬运能力时, 便逐步转变为沉

积物^[2]。研究还表明, 在受重金属污染的水体中, 水相中重金属的质量分数往往甚微, 随机性很大,

收稿日期: 2007-05-20 修订日期: 2007-06-11

基金项目: 国家重点基础研究发展规划基金资助项目 (973-2002CB410805); 国家科技攻关计划课题基金资助项目 (2002BA906A76)

作者简介: 冯艳红 (1981-), 女, 河南新乡人, 在读硕士生, 从事农村环境污染和环境安全研究。

常随排放状况与水力条件的不同,其分布往往毫无规律。而底泥中的重金属质量分数比水相中高得多,常常得到积累,并表现出明显的规律性^[3-5]。沉积物可以反映水系状况,是水环境中重金属的指示剂^[6]。因此,调查和研究底泥中的重金属污染物质量比及其分布特征尤为重要^[7]。

现以苏南地区部分农村河塘底泥为主要研究对象,对样品中 Zn、Cu、Cd、Pb 和 Cr 5 种重金属的分布特征及污染程度进行研究,利用 Hakason 生态风险指数法对底泥中 5 种重金属污染物对水域和周围环境可能造成的生态风险影响进行分析评价,以期苏南地区农村河塘污染治理及底泥疏浚后的安全处置提供科学依据。

1 调查方法

1.1 样品的采集

苏南部分农村河塘底泥样品的采集地点见表 1。

表 1 底泥样品的采样地点

样品类型	样本数	样品点	采样地点	采样时间
农田附近	5	1#	宜兴大浦镇	2006-04-05
		2#	宜兴大浦镇	
		3#	宜兴大浦镇	
		4#	宜兴大浦镇	
		5#	丹阳三里铺	
居民生活区	6	6#	丹阳三里铺	2006-04-06
		7#	丹阳十字沟	
		8#	宜兴高滕镇	
		9#	溇湖	
		10#	宜兴大浦镇	
		11#	高滕镇湖陵村	
养殖厂周围	2	12#	溇湖	2006-04-06
		13#	高滕镇湖陵村	

在苏南部分农村(镇江、宜兴、常州)的小河流(沟、水塘)布设 13 个采样点,采集河道表层的底泥。布点采样的小河流(沟、水塘)根据其污染源不同可分为农业污染源、村庄居民生活排水污染源、畜禽养殖污染源 3 种类型。采集的底泥样品依次简称为农田附近(1#-5#)、居民生活区(村庄)(6#-11#)、畜禽养殖厂周围(12#-13#)类型。

1.2 样品的分析

将自然风干的底泥用木棍碾磨,运用四分法弃取,过 100 目的筛子,装袋以备用。采用美国 US

EPA 6062A 中规定的方法对底泥样品中的 Cu、Zn、Pb、Cd 和 Cr 进行测定。

2 结果与分析

2.1 重金属的总体质量比及分布特征

苏南部分农村河塘底泥中重金属质量比测定结果见表 2。

表 2 底泥中重金属质量比测定结果 mg/kg

样品类型	样本数	采样点	重金属				
			Cu	Zn	Pb	Cd	Cr
农田附近	5	1#	25.3	82.9	32.0	0.36	61.4
		2#	8.4	52.1	15.9	0.35	41.8
		3#	19.3	66.4	24.6	0.17	63.6
		4#	26.6	96.9	36.1	0.34	63.6
		5#	79.2	243.2	48.9	0.75	210.5
		平均值	31.8	108.3	31.5	0.39	88.18
居民生活区	6	6#	21.6	65.7	31.4	0.22	64.6
		7#	42.8	114.8	28.2	0.24	82.0
		8#	36.8	89.1	47.3	0.25	85.0
		9#	98.1	187.9	64.1	0.39	82.6
		10#	95.6	192.2	59.8	3.56	88.0
		11#	34.8	87.0	58.6	0.24	97.0
平均值	54.9	122.8	48.2	0.82	83.1		
养殖厂周围	2	12#	65.4	203.0	25.3	0.26	80.1
		13#	47.4	92.3	34.7	0.31	109.6
		平均值	56.4	147.7	30.0	0.29	94.85

由表 2 可见,苏南地区部分农村河塘底泥中重金属质量比的变化有所不同,Cu、Cd 的质量比变化差异较大,而 Zn、Pb 和 Cr 的质量比变化差异较小。

2.2 底泥重金属的污染程度及生态风险性评价

采用 Hakason 生态风险指数法对苏南地区部分农村河塘底泥重金属污染物的污染程度和潜在的风险进行评价^[8-9]。通过测定计算底泥样品中重金属质量比,利用 Hakason 生态风险指数法进行单因子污染参数、多重因子污染参数以及生态风险参数计算处理分析。

2.2.1 Hakason 生态风险指数法的数学模型

(1) 底泥重金属污染物污染程度

单因子重金属污染物污染参数 C_f^i 计算公式为:

$$C_f^i = \omega^i / \omega_n^i \quad (1)$$

式中: C_f^i ——某一重金属污染物的污染参数;

ω^i ——底泥中该重金属污染物的实测质量分数;

ω_h^i ——全球工业化前沉积物中污染物质量分数。

Hakason 根据大量数据分析, 提出 Cd, Cu, Pb, Cr 和 Zn 的质量比分别为 1.0 mg/kg, 50 mg/kg, 70 mg/kg, 90 mg/kg 和 175 mg/kg。多种重金属污染参数之和的计算公式为:

$$C_T = \sum_{i=1}^n C_f^i \quad (2)$$

(2) 水域中重金属污染物的潜在生态风险程度
单因子重金属污染物的潜在生态风险参数 E_r^i 计算公式为:

$$E_r^i = T_r^i \times C_f^i \quad (3)$$

式中: T_r^i ——单因子重金属污染物的毒性响应参数。Cd, Pb, Cu, Cr 和 Zn 的毒性响应参数分别为 30, 5, 5, 2 和 1。

定义总的风险参数之和为潜在生态风险指数 RI , 计算公式为:

$$RI = \sum_{i=1}^n E_r^i = \sum_{i=1}^n T_r^i \times C_f^i \quad (4)$$

根据 Hakason 提供 C_f^i , C_T , E_r^i 和 RI 值表示的污染程度及潜在生态风险程度数值范围见表 3^[10]; 各采样点 C_f^i 和 C_T 值见表 4。

表 3 C_f^i , C_T , E_r^i 和 RI 值对应的污染程度及潜在生态风险程度

污染参数范围	$C_f^i < 1$	$1 \leq C_f^i < 3$	$3 \leq C_f^i < 6$	$C_f^i \geq 6$	
单因子污染物污染程度	低度	中度	重度	严重	
多因子污染物污染程度 C_T 范围	$C_T < 8$	$8 \leq C_T < 16$	$16 \leq C_T < 32$	$C_T \geq 32$	
总体污染程度	低度	中度	重度	严重	
潜在生态风险参数 E_r^i 范围	$E_r^i < 40$	$40 \leq E_r^i < 80$	$80 \leq E_r^i < 160$	$160 \leq E_r^i < 320$	$E_r^i \geq 320$
单因子污染物生态风险程度	低	中	较重	重	严重
潜在生态风险指数 RI 范围	$RI < 150$	$150 \leq RI < 300$	$300 \leq RI < 600$	$RI \geq 600$	
总的潜在生态风险程度	低度	中度	重度	严重	

表 4 各采样点 C_f^i 和 C_T 值

采样点	C_f^i					C_T	总体污染程度
	Cu	Zn	Pb	Cd	Cr		
1#	0.51	0.47	0.46	0.36	0.68	2.48	低度
2#	0.17	0.30	0.23	0.35	0.46	1.51	低度
3#	0.39	0.38	0.35	0.17	0.71	2.00	低度
4#	0.53	0.55	0.21	0.34	0.71	2.34	低度
5#	1.58	1.39	0.70	0.75	2.34	6.76	低度
6#	0.43	0.38	0.45	0.22	0.72	2.20	低度
7#	0.86	0.66	0.40	0.24	0.91	3.07	低度
8#	0.74	0.51	0.68	0.25	0.94	3.12	低度
9#	1.96	1.07	0.92	0.39	0.92	5.26	低度
10#	1.91	1.10	0.85	3.56	0.98	8.40	中度
11#	0.69	0.50	0.84	0.24	1.08	3.35	低度
12#	1.31	1.16	0.36	0.26	0.89	3.98	低度
13#	0.95	0.53	0.50	0.31	1.22	3.51	低度

表 5 各采样点潜在风险参数和潜在风险指数

采样点	E_r^i					C_T	总体污染程度	总的潜在风险指数 RI
	Cu	Zn	Pb	Cd	Cr			
1#	2.53	0.47	2.29	10.8	1.36	2.48	低度	17.45
2#	0.84	0.30	1.14	10.5	0.93	1.51	低度	13.70
3#	1.93	0.38	1.76	5.1	1.41	1.99	低度	10.58
4#	2.66	0.55	1.03	10.2	1.41	2.34	低度	15.86
5#	7.92	1.39	3.49	22.5	4.68	6.76	低度	40.00
6#	2.16	0.38	2.24	6.60	1.44	2.19	低度	12.81
7#	4.28	0.66	2.01	15.97	1.82	3.07	低度	15.97
8#	3.68	0.51	3.38	7.5	1.89	3.12	低度	16.96
9#	9.81	1.07	4.58	11.7	1.84	5.26	低度	28.99
10#	9.56	1.10	4.27	106.8	1.96	8.40	中度	123.69
11#	3.48	0.50	4.19	7.2	2.16	3.35	低度	17.52
12#	174	1.16	1.81	7.8	1.78	3.98	低度	186.55
13#	4.74	0.53	2.48	9.3	2.44	3.51	低度	19.48

将计算所得的 Cu, Zn, Pb, Cd 和 Cr 的质量分数分别代入式 (1) 和式 (2), 再将计算结果代入式 (3) 和式 (4) 可得出 E_r^i 和 RI 值, 结果见表 5。

2.2.2 底泥重金属的污染程度

水域总的污染物污染参数 C_T 表明, 只有底泥类型为居民区附近的 10# 采样点有中度的污染, 其他各采样点都属于低度污染。

从单因子污染物污染参数值 C_f^i 分析, Pb 在各采样点都属于低度污染; Cd 只有在 10# 采样点属于重度污染, 其他的采样点都属于低度污染; Cu 和 Zn 在 5#, 9#, 10#, 12# 采样点属于中度污染, 其他采样点均属于低度污染; Cr 在 5#, 11#, 13# 采样点属于中度污染, 其他采样点属于低度污染。

分析结果表明, 苏南地区部分农村的河塘底泥在一定程度上受到了重金属的污染, 特别是 Cd 在个别采样点达到中度污染, Cu 和 Zn 也在个别采样点达到中度污染。这些重度和中度污染的点主要集中在 5#, 9#, 10#, 1#, 多数都在居民生活区, 可能与生活区的污染源有关, 在一定程度上也说明了居民生活区的重金属污染比较严重。另外, 5# 采样点在农田附近, 重金属污染最严重, 在 5# 点旁边有一个小型的养殖厂, 养殖厂的排污可能是造成其重金属污染较同类型底泥偏高的重要原因。

2.2.3 底泥重金属污染物的生态风险性

分析底泥中重金属总的潜在风险程度 RI 在 12# 采样点为中度污染, 其他的采样点均为低度污染。单因子污染物生态风险程度 E_i^i , Zn, Pb 和 Cr 在各采样点属低度污染。Cu 在 12# 采样点为重度污染, 其他采样点为低度污染。Cd 在 10# 采样点为较严重程度污染, 其他采样点为低度污染。

3 结论

对苏南地区部分农村河塘底泥中的重金属质量比的分析表明, 从重金属质量比的变化看, 农村河塘主要受到人为影响的干扰, 重金属质量比的变化受周围环境的影响, 居民区附近的底泥重金属污染最严重, 养殖厂周围其次, 农田周围的污染最轻。重金属污染的程度除个别采样点的 Cd, Cu 和 Zn

达到中度污染, 其他采样点都属于低度污染, 底泥的潜在风险程度也大都是低度污染。因此苏南地区部分农村河塘底泥的重金属基本属于轻度污染, 不会对所在水域造成影响。但对个别采样点严重污染的底泥要引起足够重视, 以免对环境产生二次污染^[11]。

[参考文献]

- [1] 郑习健. 珠江广州河段底泥的污染分析 [J]. 长江建设, 1996 5: 17-18.
- [2] 贾振邦, 赵智生, 杨小毛, 等. 洋涌河、茅洲河和东宝河沉积物中金属污染及评价 [J]. 环境化学, 2001, 20(3): 212
- [3] 陈静生. 水环境化学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1987
- [4] 陈静生. 环境地球化学 [M]. 北京: 海洋出版社, 1990
- [5] 沈敏, 于宏霞, 邓西海. 长江下游沉积物中重金属污染现状与特征 [J]. 环境监测管理与技术, 2006 18(5): 15-18.
- [6] FORSTNER U. Metal pollution in the aquatic environment [M]. Berlin Springer-Verlag 1987 110-112.
- [7] 周根娣, 吴静波. 运河 (杭州段) 底泥污染物含量分布调查 [J]. 环境污染与防治, 2001(1): 36-39
- [8] 利锋, 韦献革, 余光辉, 等. 佛山水道底泥重金属污染调查 [J]. 环境监测管理与技术, 2006 18(4): 12-14
- [9] 殷晋铎, 么俊杰. 大沽排污河沉积物污染及生态风险性 [J]. 中国环保产业, 2002, (12): 30-32
- [10] 胡斌, 周晴, 段昌群, 等. 昆明市盘龙江底泥重金属污染研究初探 [J]. 云南大学学报, 2006 28(2): 166-172.
- [11] 胡忻, 陈茂林, 吴云海, 等. 灵庄港河道底泥化学组成及其环境影响初探 [J]. 资源调查与环境, 2005 26(1): 60-63

欢迎订阅 2008 年《化学分析计量》

邮发代号 24-138

《化学分析计量》是中国兵器工业集团第五三研究所 (国防科工委化学计量一级站) 主办的全国性分析测试、化学计量专业技术刊物。主要报道分析测试、化学计量行业的技术、学术论文; 标准物质的研制与应用; 分析、计量仪器的研制、开发、检定、维修经验等。《化学分析计量》是美国《化学文摘》(CA) 收录期刊, 中国学术期刊综合评价数据库统计源期刊, 被众多期刊和数据库收录。

本刊为双月刊, 大 16 开本, 单月 20 日出版, 2008 年全年定价共 60 元。公开发行, 国内邮局发行代号 24-138 中国国际图书贸易总公司办理国外订阅, 国外发行代号 4794 BM, 同时杂志社自办发行业务。本刊自创刊号以来至 2006 年共计 15 卷 53 期的合订本光盘已公开发售, 利用该合订本光盘, 既可按作者、文题、关键词、年、期等分类查阅本刊已发表的所有科技文章和科技信息的全文, 又可根据读者自定义的关键词进行全文检索。该合订本光盘优惠价 150 元。

邮局汇款: 地址: 济南市 108 信箱杂志社 邮编: 250031

电话: 0531-85878132 85878223 85878278 传真: 0531-85947355 85878224

网址: www.can1992.com 电子信箱: anamete@126.com can@can1992.com

银行汇款: 户名: 中国兵器工业集团第五三研究所 开户行: 济南市工商银行经十一路支行

账号: 160200122901442546