

# 厦门西海域拟疏浚物中多氯联苯含量分布及生态风险评价

黎晓霞<sup>1</sup>, 张珞平<sup>2</sup>, 蔡河山<sup>1</sup>

(1. 佛山大学资源环境系, 广东 佛山 528000 2. 厦门大学环境科学研究中心, 福建 厦门 316000)

**摘要:** 对厦门西海域拟疏浚物中的 PCBs 含量及分布特征进行了调查, 结果表明, 厦门西海域拟疏浚物中 PCBs 为 0.17 ng/g~ 30.3 ng/g 其中马銮湾 2 个站位 PCBs 的总含量高于 5 海洋沉积物质量 6 (GB 18668-2002) 一类标准值。生态风险评价结果显示厦门西海域拟疏浚物中多氯联苯的环境毒性相对较低。

**关键词:** 厦门西海域; 拟疏浚物; 多氯联苯; 风险评价

中图分类号: X832 文献标识码: B 文章编号: 1006-2009(2008)06-0030-03

## Distribution of PCBs Concentrations in Dredged Materials of Xiamen Western Bay and Ecological Hazard Assessment

LI Xiaoxia<sup>1</sup>, ZHANG Luoping<sup>2</sup>, CAI Heshan<sup>1</sup>

(1. Department of Resource and Environment, Foshan University, Foshan, Guangdong 528000, China;  
2. Environmental Science Research Center, Xiamen University, Xiamen, Fujian 316000, China)

**Abstract** The concentration and distribution of PCBs in the dredged materials on the western bay of Xiamen were investigated. The results indicated the concentrations of the dredged material samples varied from 0.17 ng/g to 30.3 ng/g. The PCBs concentrations of all sampling sites were lower than the value of Category I of Quality Standards for Ocean Sediment (State Standard 18668-2002) except two in the Maluan bay. The ecological risk assessment showed the relative low PCBs level in the Xiamen dredged materials was relative low toxicity to the environment.

**Key words** Western bay of Xiamen; Dredged materials; PCBs; Risk assessment

有机氯化合物在环境中难于降解, 具有持久毒性, 世界各国均已将其列为优先控制污染物。研究该类化合物在环境中的浓度分布并对其进行生态风险评价, 对于控制其污染具有重要意义<sup>[1-2]</sup>。有机氯化合物多氯联苯 (polychlorinated biphenyls, PCBs) 为疏水性物质, 不易溶于水, 其进入水体后会被强烈地分配到非水相中, 因此沉积物是水中 PCBs 的最终环境归宿<sup>[3-6]</sup>。近年来, 海域沉积物中有机污染物 PCBs 的污染问题日益严重, 污染持久性强, 在环境中具有潜在的致癌和致突变性, 可通过食物链危害人体健康。当人体中 PCBs 达 0.5 g~2.0 g 时即会中毒<sup>[7-9]</sup>。

厦门西海域是集航运、旅游、养殖、纳污多功能为一体的单口半封闭性海湾<sup>[10]</sup>。西海域的污染主要来源于陆源直排口, 少部分来自水土流失、海水

养殖污染及海上船舶油污染。现以厦门西海域为研究区域, 对该海域拟疏浚物中的 PCBs 污染物含量及分布特征进行调查, 探讨该海域拟疏浚物污染水平和污染来源。并采用沉积物风险评价标准对区域内 PCBs 进行生态风险评估。

### 1 调查方法

#### 1.1 样品采集站位、时间

采样站位分布见图 1。

厦门西海域采样站位共 10 个, 分别为: 筲笕湖外、内湖各一个 (Y1、Y2 站), 受城市污水影响较

收稿日期: 2008-08-04 修订日期: 2008-09-22

基金项目: 福建省科技重点基金资助项目 (20041001)

作者简介: 黎晓霞 (1979), 女, 广东台山人, 硕士, 研究方向为水污染控制。



图 1 厦门西海域采样站位分布

大, 近两年刚进行大规模疏浚, 今后还会疏浚; 马銮湾两个 (M1、M2 站), 受杏林工业区排污影响大, 近期将进行大规模疏浚; 厦门西港 6 个 (X1) X6 站), 其中 X1 为嵩鼓航道; X2 为猴屿航道, 排污口附近, 受到城市污水影响较大, 这两站均为厦门西港的主航道, 疏浚量大; X3、X4 为东渡港区, 有港口污水排入, 每年需要疏浚; X5 为马銮外湾, 杏林工业区及其污水处理厂排污口附近; X6 为宝珠屿北部内湾, 水浅流缓。以上站位均为拟疏浚的主要区域。

采样时间为 2004 年 11 月 30 日) 12 月 1 日。

1.2 样品采集及预处理

拟疏浚物用不锈钢抓斗采样器采集。筲筴湖外湖遍布沙筛贝壳, 无法采集到沉积物, 故 Y1 点未采到泥样。除 Y1 站位外, 每个采样站位样品采集量约为 5 L, 采集后的样品用大口玻璃瓶盛装密封带回实验室, 在 -18℃ 以下冷冻 24 h 后用冷冻干燥机冷冻干燥 6 h 研磨过 100 目不锈钢筛。准确称取沉积物干样 20 g 于 250 mL 具塞三角瓶中, 加入有机氯内标、1 g 铜粉和二氯甲烷 100 mL。超声萃取 15 min 左右, 萃取完静置一段时间后吸出上清液, 上清液经离心分离后转移到 100 mL 具塞三角瓶中。用旋转蒸发器浓缩转移到 5 mL 具塞离心管中, 过 8 mL 硅胶氧化铝柱 (装柱顺序为脱脂棉, 3 mL 活化硅胶, 2 mL 活化氧化铝, 1 mL 无水硫酸钠), 其过柱顺序为: 正己烷淋洗 - 加入样品 - 用 5 mL 正己烷淋洗 - 再用 5 mL 乙酸乙酯淋洗, 乙酸乙酯淋洗出的淋洗液用氮气吹至近干, 转移到上机用的样品瓶中, 用乙酸乙酯定容至 1.0 mL。

所有实验用的玻璃器皿使用前经超声清洗后, 用自来水 - 去离子水 - Milli-Q 水洗涤, 再置马弗炉中于 450℃ 下灼烧 4 h。

1.3 仪器和试剂

二氯甲烷、正己烷、乙酸乙酯, 色谱纯, 美国 Tedea 公司; 以 11 种 PCBs 混合标样为研究的目标化合物, 包括 8、44、77、114、138、126、128、180、195、206、209 共 11 种单体,

10 Lg/mL PCB 内标 [内标物为 PCB30 和 <sup>13</sup>C - PCB141, 替代物为 2、4、5、6 - 四氯间二甲苯 (TMX) 和十氯联苯], 美国 SUPELCO 公司。

HP 5890 气相色谱仪, ECD 检测器, 美国惠普公司; KQ-600DB 超声仪 (600W, 40 kHz), 昆山市超声仪器有限公司; R 系列旋转蒸发器, 上海申生科技有限公司; QGC-12T 型氮吹仪, 上海泉岛公司。

1.4 分析仪器和方法

PCBs 分析采用 HP 5890 气相色谱仪, ECD 检测器。分析方法参照美国 EPA 8082。

HP 5890 色谱柱: 30 m @ 0.32 mm @ 0.25 Lm HP-5 弹性石英毛细管柱; 进样口温度: 250℃; 检测温度: 280℃; 炉温: 100℃; 柱温程序: 100℃ 维持 1 min 以 20℃/min 升至 280℃, 恒温 2 min 载气: 高纯氮; 进样量: HP 7673 自动进样器无分流进样 1 LL; 数据采集与处理使用: HP 3365 化学工作站。

2 结果与讨论

2.1 拟疏浚物中 PCBs 含量及分布特征

厦门西海域拟疏浚物中 PCBs 分布见图 2。

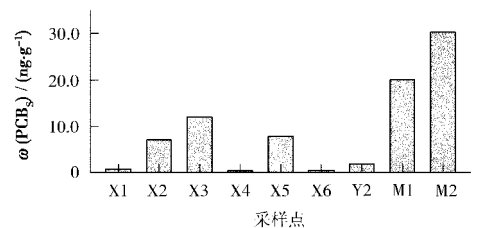


图 2 各采样点拟疏浚物中 PCBs 分布

由图 2 可见, 各采样点拟疏浚物中 PCBs 为 0.17 ng/g~30.3 ng/g 均值为 8.05 ng/g。总量高是受杏林工业区排污影响大的 M2 站位 (30.3 ng/g) 和 M1 站位 (20.0 ng/g), 其次是 X3

站位 (12.1 ng/g)、X5 站位 (7.75 ng/g) 和 X2 站位 (6.97 ng/g), 总量相对较低的是 X1、X4、X6 和 Y2 站位, 为 0.17 ng/g~1.94 ng/g。

厦门西海域 PCBs 污染分布不均, 各站位 PCBs 存在较大差异。马銮湾两个站位 PCBs 均高于海洋沉积物质量标准的一类标准值 (20.0 ng/g), 可见马銮湾已经受到了一定程度的 PCBs 污染。马銮湾两个站位 PCBs 均较高, 疑受杏林工业区排污、部分城市污水直接排入及海水养殖的影响; X3 站位为主要航道区, 位于东渡港区附近, 靠近码头和工业区, 且距厦门市员当湖污水处理厂较近, 疑受码头、船舶锚地及港口污水的排入的影响; X5 站位因海水交换差而累积多氯联苯, 同时该站位靠近马銮湾养殖海区, 受 PCBs 的污染较明显; X2 站位为猴屿航道, 排污口附近, 疑受航道船只及城市污水影响导致 PCBs 的增加。

## 2.2 PCBs 污染的生态风险评价

采用文献 [11] 提出的海洋和河口湾表层沉积物中 PCBs 的风险评价标准, 对厦门西海域拟疏浚物进行生态风险评价。该标准两个重要指标分别是毒性效应低值 (ERL, 生物有害效应几率 < 10%) 和毒性效应区间中值 (ERM, 生物有害效应几率 > 50%), 若污染物浓度 < ERL, 则极少产生负效应; 若污染物浓度 > ERM, 则经常产生负效应; 若污染物浓度介于两者之间, 则表示对生物可能产生负效应。拟疏浚物中有机污染物的平均值及生态风险评价指标见表 1。

表 1 厦门西海域拟疏浚物中有机污染物的平均值及其风险评价指标

采样点	PCBs	ERL	ERM	风险效应
X1	0.69	22.7	180	< ERL
X2	6.97			< ERL
X3	12.1			< ERL
X4	0.17			< ERL
X5	7.75			< ERL
X6	0.17			< ERL
Y2	0.94			< ERL
M1	20.0			< ERL
M2	30.3			ERL-ERM
平均值	8.05			< ERL

由表 1 可见, 厦门西海域拟疏浚物中 PCBs 均值小于评价指标的低值。其中, X1、X4、X6 与 Y2 站位的 PCBs 远低于评价指标低值, 说明其生物毒

性效应低, 极少产生负效应; 但马銮湾 M2 和 M1 站位 PCBs 分别高于和接近评价指标低值, 因此可推断马銮湾站位拟疏浚物存在着生物风险效应。

## 3 结论

(1) 厦门西海域拟疏浚物中 PCBs 为 0.17 ng/g ~ 30.3 ng/g。马銮湾 2 个站位 (M1、M2) PCBs 高于 5 海洋沉积物质量 6 (GB 18668-2002) 的第一类标准值, 其他站位均符合第一类标准值。可见马銮湾已受到了一定程度的 PCBs 污染。

(2) 运用沉积物风险评价标准对厦门西海域内拟疏浚物中的 PCBs 进行生态风险评估, 结果表明马銮湾 M2 和 M1 两个站位 PCBs 分别高于和接近评价指标低值, 说明马銮湾拟疏浚物存在着生物风险效应。

## [参考文献]

- [1] 谭培功, 赵仕兰, 曾宪杰, 等. 莱州湾海域水体中有机氯农药和多氯联苯的浓度水平和分布特征 [J]. 中国海洋大学学报, 2006, 36(3): 439-446.
- [2] 甘居利, 贾晓平, 李纯厚, 等. 南海北部陆架区 3 种鱼类多氯联苯含量分布特征 [J]. 热带海洋学报, 2007, 26(2): 69-73.
- [3] VOICE T C, RICE C P, WEBER W J J. Effect of solids concentration of the sorptive partitioning of hydrophobic pollutants in aquatic systems [J]. Environ Sci Technol 1983, 17(10): 513-518.
- [4] 程书波, 刘敏, 刘华林, 等. 长江口滨岸水体悬浮颗粒物中 PCBs 分布特征 [J]. 环境科学, 2006, 27(1): 110-114.
- [5] 余益军, 沈敏, 于红霞, 等. 沉积物中多氯联苯分析的纯化条件优化研究 [J]. 环境监测管理与技术, 2006, 18(5): 11-14.
- [6] 康跃惠, 盛国英, 傅家漠, 等. 珠江三角洲一些表层沉积物中多氯联苯的初步研究 [J]. 环境化学, 2000, 19(3): 262-269.
- [7] 吴萍, 扬桂朋, 赵学坤. 海洋沉积物中的多氯联苯 [J]. 海洋环境科学, 2001, 20(3): 75-80.
- [8] 陶庆会, 汤鸿霄. 多氯联苯污染沉积物质量评价研究进展 [J]. 环境污染治理技术与设备, 2004, 5(1): 1-6.
- [9] 张祖麟, 洪华生, 余刚. 闽江口持久性有机污染物 - 多氯联苯的研究 [J]. 环境科学学报, 2002, 22(6): 788-791.
- [10] 尹杰. 关于海洋倾废区管理的探讨 - 以青岛胶州湾外三类疏浚物海洋倾废区为例 [J]. 海岸工程, 2001(1): 47-51.
- [11] LONG E R, MACDONALD D D, SMITH S L, et al. Incidence of adverse biological effects with fillages of chemical concentrations in marine and estuarine sediments [J]. Environmental Management 1995, 19(1): 81-97.