

厦门港湾沉积物中有机氯农药和多氯联苯的垂直分布特征*

陈伟琪 张珞平 徐立 王新红 洪华生

(厦门大学环境科学研究中心 361005)

提要 从厦门港海区采集两根沉积物柱样,研究有机氯农药六六六(HCHs)、滴滴涕(DDTs)和多氯联苯(PCBs)在沉积物中的垂直分布。HCHs、DDTs 及 PCBs 含量用 GC 法测定。取自厦门港湾口的 1 号柱样 HCHs、DDTs 和 PCBs 的含量范围分别为 0.12~0.32ng/g, 4.64~10.5ng/g 和 0.09~0.46ng/g;取自厦门西港内湾的 5 号柱样分别为 0.17~0.31ng/g, 3.65~159ng/g 和 0.19~72.7ng/g。垂直分布特征表明,湾口沉积物未受到这些有机氯化合物的明显污染,而西港内湾曾于 80 年代末至 90 年代初受到 PCBs 的中度污染,且近期仍有较强的 DDT 污染源输入。

关键词 有机氯农药,多氯联苯,沉积物,垂直分布

有机氯农药和多氯联苯是一类公认的环境优先污染物,它们难溶于水,具生物积累效应,一旦进入海洋环境,其主要归宿在沉积物和生物。随着海底沉积层的加厚,这些有机氯化合物有可能作为海区人为污染的历史见证而在沉积物中得以保存和记录。本文通过所取沉积物柱样研究了有机氯农药(HCHs、DDTs)和多氯联苯(PCBs)在厦门港湾沉积物中的垂直分布及其污染状况。

1 材料与方法

采样站位见图 1。1 号站位于厦门港湾口,5 号站位于厦门西港内湾,水深分别为 18,13m。1994 年 10 月,用自制柱状采样器在 1 号、5 号站位采集到两根未受扰动的沉积物柱样,其长

* 国家自然科学基金资助项目, No. 49356001。

收稿日期:1995 年 9 月 18 日

度分别为 21, 38cm。

柱样冷冻后按 3~5cm 逐层切割分样, 样品经冷冻干燥, 研磨待用。

取 10.0g 干样, 加入内标物 (Decachlorobiphenyl, SUPELCO, USA), 用 40ml 环己烷超声萃取 0.5h, 重复两次。合并萃取液, 旋转蒸发浓缩后, 过硅胶/氧化铝 (2:1 V/V, 100% 活化) 和铜粉柱分离净化。两柱体积环己烷/二氯甲烷 (7:3 V/V) 淋洗出有机氯化物^[1]。淋洗液用 N₂ 气流吹至 0.1ml 作 GC 分析。所用试剂均经回流碱解法提纯^[2]。

色谱分析采用 HP5890 II 气相色谱仪, ⁶³Ni; ECD 检测器及 30m×0.32mm×0.25μm SE54 石英毛细管柱。载气 (0.808ml/min) 和补充气 (60ml/min) 均为氮气。程序升温: 60℃ (保持 1min), 20℃/min 至 160℃, 4℃/min 至 280℃ (保持 9min)。色谱标准为 PCB II Kiel (Germany)

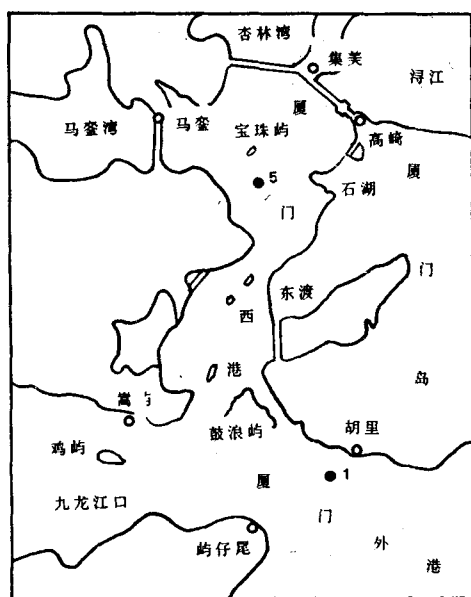


图 1 采样站位

Fig. 1 Sampling stations

和 Pesticides mix (SUPELCO, USA), 内标法定量。

2 结果与讨论

2.1 含量范围

用上述方法对采集的两根沉积物柱样逐层

进行分析测定, 结果见表 1。

HCHs 的含量范围为 1 号柱样 0.12~0.32ng/g, 5 号柱样 0.17~0.31ng/g, 含量均较低, 可认为相应海区沉积物未受到 HCHs 的明显污染。

DDTs 的含量范围为 1 号柱样 4.64~10.5ng/g, 5 号柱样 3.65~159ng/g。5 号柱样表层 (0~3cm) 含量异常高, 达 159ng/g, 其余各层段的均值仅为 5.77ng/g。据报道^[4], 世界海洋近岸沉积物中 DDTs 含量多数在 <0.1~44ng/g 范围内, 严重污染海区可高达 1893ng/g。除 5 号柱样表层 (0~3cm) 外, 两柱样各层段的 DDTs 含量均在近岸沉积物的一般范围内, 且处于低值区, 因此只受到 DDT 的轻度污染。5 号站表层沉积物的含量明显偏高, 显然受 DDT 的污染较严重。

PCBs 的含量范围为 1 号柱样 0.09~0.46ng/g, 5 号柱样 0.19~72.7ng/g。5 号柱样在 15~18cm 层出现一高峰值即 72.7ng/g, 若扣除该峰值, 其余各层的均值仅为 0.53ng/g。与世界海洋近岸沉积物的 PCBs 含量 (多数在 0.2~50ng/g 之间, 污染海区可达 3200ng/g)^[4] 相比, 1 号和 5 号柱样 (15~18cm 层除外) 的 PCBs 含量落在其低值区, 说明海域基本未受到 PCBs 的污染。而 5 号柱样 15~18cm 层段高的 PCBs 含量则说明该海区曾经一度受到 PCBs 的中度污染, 其原因还有待于进一步调查。

从两个柱样 HCHs、DDTs 及 PCBs 的含量来看, 5 号柱样较 1 号柱样高, 这与两个站位所处的地理位置不同有关。5 号站位于厦门西港内湾, 受城乡排污及其他人为因素的影响较大。1 号站位于厦门港湾口, 与九龙江口直接相连, 主要受九龙江下泄水体和落潮时西港湾内水体的影响, 厦门城乡排污对其影响相对较小。因而, 湾口沉积物受有机氯化物的污染程度较小。

2.2 垂直分布特征

从表 1 数据还可了解 HCHs、DDTs 及 PCBs 在所测站位沉积物中的垂直分布特征及其被记录 and 保存下来的污染历史。

1 号柱样, HCHs 含量从上至下波动幅度较小, 未出现较明显的沉积污染峰。PCBs 与 DDTs

的垂直分布状态相似,仅在 3~6cm 层段有一个 ng/g,与其他各层段的均值(PCBs 为 0.13ng/g;不太明显的沉积污染峰,峰值分别为0.46、10.5 DDTs 为 6.01ng/g)差别不大。

表 1 各柱样 HCHs、DDTs 和 PCBs 含量(ng/g)

Tab. 1 Concentrations (ng/g) of HCHs, DDTs and PCBs in each core

柱样	深度(cm)	α -HCH	β -HCH	γ -HCH	HCHs ¹⁾	PP-DDE	PP-DDD	PP-DDT	DDTs ²⁾	PCBs
1号	0~3	0.19	0.06	0.04	0.29	1.25	3.26	2.81	7.32	0.16
	3~6	0.20	0.08	0.04	0.32	1.54	3.70	5.22	10.5	0.46
	6~9	0.08	0.05	0.03	0.16	1.54	2.95	2.84	7.33	0.13
	9~12	0.16	0.05	0.03	0.24	1.19	2.57	2.45	6.21	0.12
	12~15	0.07	0.05	0.03	0.15	1.19	2.05	1.40	4.64	0.09
	15~18	0.16	0.03	0.03	0.22	1.24	2.25	2.27	5.76	0.13
	18~21	0.05	0.03	0.04	0.12	1.18	1.61	2.00	4.79	0.16
5号	0~3	0.07	0.09	0.04	0.20	6.00	47.6	105	159	0.19
	3~6	0.06	0.10	0.02	0.18	1.70	3.46	2.68	7.84	1.49
	6~9	0.08	0.15	0.04	0.27	1.85	3.19	6.44	11.5	0.54
	9~12	0.06	0.08	0.03	0.17	0.86	2.01	1.01	3.88	0.19
	12~15	0.10	0.12	0.03	0.25	0.99	1.65	1.55	4.19	0.44
	15~18	0.09	0.18	0.04	0.31	1.73	3.37	3.22	8.32	72.7
	18~21	0.08	0.13	0.03	0.25	1.60	2.90	0.95	5.45	0.62
	21~24	0.11	0.09	0.03	0.23	1.18	2.81	1.51	5.50	0.67
	24~27	0.08	0.09	0.03	0.20	1.26	2.44	0.68	4.38	0.59
	27~30	0.14	0.13	0.04	0.31	1.12	1.87	0.66	3.65	0.42
	30~33	0.09	0.08	0.03	0.20	1.40	1.86	1.15	4.41	0.40
	33~38	0.10	0.11	0.03	0.24	1.59	1.82	1.01	4.42	0.33

1) HCHs= α -HCH+ β -HCH+ γ -HCH; 2) DDTs=PP-DDT+PP-DDD+PP-DDE

表 2 各柱样 DDE/DDTs, DDD/DDTs 及 DDT/DDTs 比值

Tab. 2 DDE/DDTs, DDD/DDTs and DDT/DDTs ratios in each core

深度(cm)	1号柱样			5号柱样		
	DDE/DDTs	DDD/DDTs	DDT/DDTs	DDE/DDTs	DDD/DDTs	DDT/DDTs
0~3	0.171	0.445	0.384	0.038	0.300	0.662
3~6	0.147	0.354	0.499	0.217	0.441	0.342
6~9	0.210	0.402	0.388	0.161	0.278	0.561
9~12	0.192	0.414	0.394	0.222	0.518	0.260
12~15	0.256	0.442	0.302	0.236	0.394	0.370
15~18	0.215	0.391	0.394	0.208	0.405	0.387
18~21	0.246	0.336	0.418	0.294	0.532	0.174
21~24	/	/	/	0.215	0.511	0.274
24~27	/	/	/	0.288	0.557	0.155
27~30	/	/	/	0.307	0.512	0.181
30~33	/	/	/	0.317	0.422	0.261
33~38	/	/	/	0.360	0.412	0.228

5号柱样, HCHs 的垂直分布与 1号柱样类似, 自上而下含量分布较均匀。而 PCBs 和 DDTs 含量随深度波动变化幅度则较大。PCBs 有两个沉积污染峰, 分别出现在 3~6cm 和 15~18cm 层段, 15~18cm 层段的污染峰特别明显。DDTs 也有两个沉积污染峰, 分别出现在 0~3cm 和 6~9cm 层段, 表层的污染高峰尤为显著。据²¹⁰Pb

测年法测得的沉积速率(3.3cm/a)^[3]估算, PCBs 的两个污染峰相应的沉积年代大致为 1993~1994 年和 1989~1990 年; DDTs 的两个污染峰相应的沉积年代大致为 1994 年和 1992~1993 年间。尽管我国禁止生产六六六、滴滴涕及 PCB 已多年, 但散布在民间的有机氯农药和充填 PCB 的电容器、变压器等仍在继续使用, 新污染

源尚未根除。垂直分布特征表明:在沉积物柱样相应的沉积年代内,湾口沉积物仅有少量的 HCHs、DDTs 和 PCBs 输入,而西港内湾大约在 4~5a 前曾有数量可观的 PCBs 排入,且近年尚存在较强的 DDT 污染源。

2.3 结构组成

从 HCHs 的组成(表 1)来看,1 号、5 号柱样各层段均有检出 α -HCH, β -HCH 和 γ -HCH, γ -HCH 的含量相对较低。

PP-DDT 及其降解产物 PP-DDD 和 PP-DDE 占 DDTs 总含量的比例列于表 2。1 号柱样, DDD/DDTs 的比值范围为 0.336~0.445, DDT/DDTs 为 0.302~0.499,二者差别不大,而 DDE/DDTs 的比值较小,其范围为 0.147~0.256。5 号柱样 DDD/DDTs 的比值范围为 0.278~0.557; DDT/DDTs 为 0.155~0.662; DDE/DDTs 为 0.038~0.360。由这些比值可知,沉积物中还有相当一部分 DDT(DDD)尚未降解转化为 DDE,说明该海区 DDT 的排污年代并不久远。尤其是 5 号柱样,从 3~6cm 层至 0~3cm 层, DDE/DDTs 及 DDD/DDTs 比值明显下降(DDE/DDTs 比值下降的幅度更大),而 DDT/DDTs 比值明显上升。0~3cm 层 DDE/DDTs 比值仅为 0.038, DDT/DDTs 比值却达 0.662,由

此也表明西港内湾近期还有较强的新污染源输入。

至于 PCBs 组成,1 号柱样含 3~7 个氯的 PCB 均有检出,其中以 5~7 个氯的中氯联苯为主,高氯(8~10 个氯)联苯未检出。5 号柱样检出的 PCB 含 3~8 个氯,主要是含 4~7 个氯的中氯联苯。两根柱样 PCBs 的组成相似。

3 结语

研究表明,厦门西港内湾沉积物(5 号柱样)HCHs、DDTs 及 PCBs 含量较厦门港湾口(1 号柱样)高。湾口沉积物未受到这些有机氯化物的明显污染,而西港内湾曾于 80 年代末至 90 年代初受到 PCBs 的中度污染,且近年还有较强的 DDT 污染源输入。望引起有关部门的重视,以期彻底杜绝新污染源。

参考文献

- [1] 张珞平等,1994。厦门大学学报(自然科学版)33(5):731~733。
- [2] 陈淑美,傅天宝,1987。台湾海峡 6(2):195~199。
- [3] 曾文义,程汉良等,1991。海洋通报 10(1):45~49。
- [4] Fowler, S. W. 1990. *Mar. Environ. Res.* 29(1):1-64.

VERTICAL DISTRIBUTION CHARACTERISTICS OF ORGANOCHLORINATED PESTICIDES AND POLYCHLORINATED BIPHENYLS IN SEDIMENTS OF XIAMEN BAY

Chen Weiqi, Zhang Luoping, Xu Li, Wang Xinhong and Hong Huasheng
(*Environ. Sci. Res. Cent., Xiamen Univ.*, 361005)

Received: Sep. 18, 1995

Key Words: Organochlorinated pesticides, Polychlorinated biphenyls, Sediment, Vertical distribution

Abstract

Two sediment cores collected from Xiamen Bay were studied on the vertical distributions of organochlorinated pesticides (HCHs and DDTs) and polychlorinated biphenyls (PCBs) in the sediments.

The concentrations of HCHs, DDTs and PCBs were determined by gas chromatography (GC). Concentration ranges of HCHs, DDTs and PCBs in No. 1 core, collected at the inlet of Xiamen Bay, were 0.12-0.32 ng/g, 4.64-10.5 ng/g and 0.09-0.46 ng/g, respectively; those for No. 5 core, collected at the inner of Xiamen Western Bay, were 0.17-0.31 ng/g, 3.65-159 ng/g and 0.19-72.7 ng/g, respectively. The vertical distribution characteristics indicated that the sediment at inlet of Xiamen Bay had not been evidently polluted by these organochlorine compounds, but the inner of Xiamen Western Bay was moderately polluted by PCBs in 1989-1990 and input DDT into the inner of Xiamen Western Bay is still in existence.