

厦门港 DDT 的污染历史和沉积通量*

李木荣 林敏基

(国家海洋局第三海洋研究所, 厦门 361005)

摘要 通过对厦门港海域 1986 年 7 月 14—20 日所取非扰动沉积岩芯的分析测定, 标志出岩芯的沉积年代, 进而追溯了厦门港海域 DDT 的污染历史。实验结果表明, DDT 在该海域的污染水平呈波动变化, 大约 10 年左右出现一个污染高峰。文中还估算了不同时间尺度由上覆水进入沉积物界面的沉积通量。估算得 1985—1986 年间本海域 DDT 的沉积通量在 $0.86 \times 10^{-5} - 6.13 \times 10^{-5} \text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ 之间; 而自 DDT 大量使用这 40 余年来, 在该海域的年均沉积通量在 $1.84 \times 10^{-5} - 21.59 \times 10^{-5} \text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ 之间。

关键词 污染历史 沉积通量 波动变化 沉积速率

DDT 及其代谢物分子结构稳定, 因而不易降解破坏, 致使整个地球表面和水域以及整个生物圈和人体中都有 DDT 被检出^[9]。DDT, 通过各种途径进入海洋环境中^[4, 8], 由于海洋生物对 DDT 有较强的富集能力, 因而可能通过食物链的传递, 危害人类健康。海洋环境中的 DDT, 由于其分子有较强的疏水性, 易于被海洋悬浮物质表面所吸附富集^[7], 并随悬浮物沉降, 进入沉积物。因此, 通过沉积岩芯的取样分析, 可使人们了解这种污染物质的污染历史和污染水平。

厦门港是我国东南沿海著名的深水良港, 研究其 DDT 的污染历史可对该海域环境保护的研究及其环境质量评价工作, 提供科学依据。

一、样品的采集与 DDT 含量的测定

1986 年 7 月 14—20 日, 在厦门港海域用 LDC1-1 型岩芯采样器取非扰动岩芯柱样。这些岩芯全部取自以粉砂质粘土为主的泥质沉积区, 采样站位见图 1。将所采岩芯样用直径 14cm 的有机玻璃管分取岩芯子样, 用与 LDC1-1 配套设计的螺旋分样器(螺距为 0.5cm)分取层段样品。样品在实验室 $< 60^\circ\text{C}$ 烘干, 研磨后过 80 目筛。

岩芯沉积物样品中的痕量 DDT, 以气相提取法提取、纯化、浓缩、定容后, 用美国 P-E 公司 SIGMA-1 型气相色谱仪(配用 ^{63}Ni 电子捕获检测器)进行测定^[1]。7 个岩芯柱样中所测的 DDT 含量垂直分布, 由计算机计算并绘制于图 2(DDT = p, p'-DDT + p, p'-DDE + p, p'-DDD + o, p'-DDT)。

* 本课题经费由国家海洋局提供。
接受日期: 1989 年 12 月 13 日。

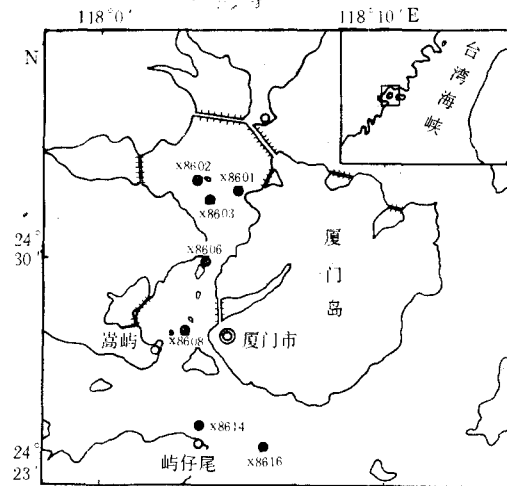


图 1 采样区站位图

Fig. 1 Sampling stations

二、岩芯的年代参数

由表 1 可以看出,用 DDT 测年法测得的厦门港沉积年代参数,除 x8601 站外,其他都可与 ^{210}Pb 测年法有较好的可比性,其测定的时间参数基本上是可靠的。

表 1 DDT 测年法测得的现代沉积速率(cm/a)

Tab. 1 Modern sedimentation velocity by DDT chronology (cm/a)

站号	x8601	x8602	x8603	x8606	x8608	x8614	x8616
DDT 测年法 ^{a)}	3.2	5.1	3.2	4.9	3.9	5.0	3.5
^{210}Pb 测年法 ^{b)}	0.7	7.8	3.3	2.8	4.2	5.4	4.3

a) 林敏基等,1987,用 DDT 测年法研究厦门港的现代沉积速率与沉积作用. b) 曾文义等,1987,厦门港及其进港航道现代沉积速率的调查报告。

三、DDT 的年代分布和污染历史

图 2 为本海区沉积物所保存和记录的 DDT 在沉积岩芯中的年代分布和污染历史。将岩芯中 DDT 在 1950 年后相应年代沉积层段中出现的污染峰值的时间列于表 2。由表 2 可以看到,7 组岩芯中所保存和记录下来的 DDT 年代分布和污染历史虽不完全相同,但有一定规律。其沉积污染高峰年代主要出现在 1951—1958 年,1963—1966 年,1974—1978 年,1982—1986 年间。大体上以 10 年左右为一个周期出现在相同年代的沉积层中。DDT 在岩芯中的这种年代分布状况与长江口—东海陆架所测的规律相似。

本文所测各组岩芯在港内相邻站位相距一般不超过 10km,但由岩芯所反映的某些污染高峰在时间上却不同步出现,这可能与港内某些地段沉积环境不稳定或人为因素有关。如 x8603 站附近海域,曾是厦门港疏浚物的倾倒场所,沉积物的人为加厚影响了 DDT 示踪所测定的沉积速率和岩芯所标志的年代。又由于 70 年代中期筓筓港建堤,极大地影响

表 2 DDT 于沉积岩芯中污染峰值出现的时间

Tab. 2 Appearance of DDT pollution peaks at sediment cores

	站号	x8601	x8602	x8603	x8606	x8608	x8614	x8616
DDT 出现峰值的时间	80 年代	1986	1982	1983	1983	1984	1986 1982	1984
	70 年代	1976	1978 1974	1978	1977	—	1977—1980	1974—1976
	60 年代	1965	1967	1968	1961	1965	1963—1966	1967
	50 年代	—	—	1950	1952	1958 1951	1951—1955	1958

了 x8608 站附近海域的水动力状况, 围堤倾入海中大量的土石方, 造成 x8608 站及其南部海域快速沉积; 这种沉积速率很大的不均匀性, 与用平均沉积速率标志出来的岩芯沉积年龄会产生较大的误差。x8614 站附近海域是厦门港锚地, 许多船舶抛锚会引起沉积物的人工扰动混合, x8614 岩芯上层几十厘米层段显示 DDT 含量较为均一, 可能与此有关。x8603 站 DDT 的年代分布图中, 在 1935 年间的沉积层中出现的污染层段, 可能是底栖生物扰动作用所致^[3,5,6]。

四、DDT 在水-沉积物界面的沉积输入通量

DDT 主要由悬浮物吸附富集, 还随悬浮物沉降而进入沉积物中。由于 DDT 在沉积环境中不易降解和破坏, 因此, 可以用式(1)来计算采样前二三年 DDT 从上覆水进入沉积物的沉积通量^[2]:

$$F = Q \frac{S_R}{h} = G \cdot CS_R / \pi r^2 h \quad (1)$$

式中, F 为沉积通量; S_R 为现代沉积速率 (cm/a); Q 为表层沉积物中单位面积上 DDT 的沉积量 ($10^{-3}g/cm^2$); h 为表层沉积物厚度 (cm); G 为沉积岩芯表层层段干重 (g); C 为该层段中 DDT 的含量 (10^{-3})。表 3 列出了计算所需的数据和计算结果, 可以看出, 在取样前二三年时间里, 7 组岩芯

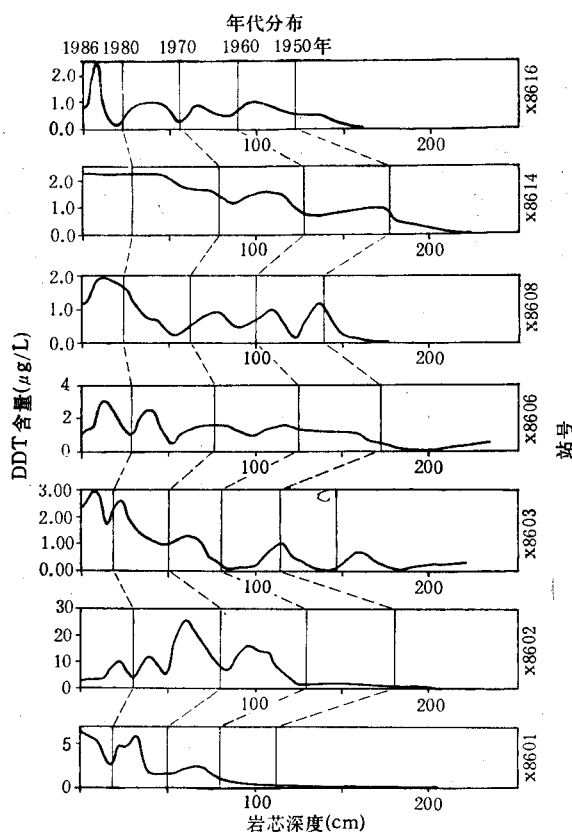


图 2 DDT 垂直剖面分布和污染历史

Fig. 2 Vertical profile and pollution history of DDT

DDT 的沉积通量值相差最大可达 10 倍之多,这可能与港区海域周围 DDT 的多源污染状况有关。

表 3 1985—1986 年间 DDT 的沉积通量 [$10^{-3}g/(m^2 \cdot a)$]

Tab. 3 Sedimentary input fluxes of DDT during 1985—1986

站号	x8601	x8602	x8603	x8606	x8608	x8614	x8616
分取岩芯表层厚度 (cm)	0—2	0—2	0—2	0—2	0—2	0—2	0—2
表层干样重量 (g)	116.9	68.1	143.5	43.5	206.4	78.0	187.0
沉积速率 (cm/a)	3.2	5.1	3.2	4.9	3.9	5.0	3.5
沉积通量 (Σ DDT)	6.13	3.20	2.45	1.00	1.21	2.33	0.87

用式(2)可以求得 DDT 使用 40 余年来从上覆水进入沉积物的年均沉积通量为^[2]:

$$\bar{F} = \frac{\sum_{i=1}^n G_i \cdot C_i}{\pi r^2 Y} \quad (2)$$

式中, \bar{F} 为年均沉积通量; G_i 为第 i 层段沉积物干重(g); C_i 为第 i 层段沉积物中 DDT 的含量(10^{-9}); r 为岩芯子样半径(cm); Y 为 DDT 自使用以来(1944)到采样时间(1986)的这段时间。用式(2)估算的本海域 7 组岩芯的 DDT 年均通量列于表 4。由于 DDT 在这几十年中有部分降解,因此,表 4 所列的通量值可以看成 DDT 使用以来沉积通量的最低估算值。

表 4 DDT 使用以来的年均沉积通量 [$10^{-3}g/(m^2 \cdot a)$]

Tab. 4 Average annual sedimentary input fluxes after DDT applicated

站号	x8601	x8602	x8603	x8606	x8608	x8614	x8616
沉积通量 (Σ DDT)	4.24	21.59	2.71	3.84	1.99	4.85	1.84

参 考 文 献

- [1] 林敏基等,1984,海洋沉积物中痕量 BHC, DDT 的测定——汽相提取法及其机理,台湾海峡,3(2): 134—143。
- [2] 林敏基等,1986,东海大陆架 BHC, DDT 的污染历史和沉积通量,海洋学报,4: 450—455。
- [3] 林敏基等,1983,用 BHC 测年法研究东海大陆架的现代沉积速率和沉积作用,海洋学报,5(6): 719—727。
- [4] Duinker, J. C., 1979, Behaviour of PCB, pentachlorobenzen, hexachlorobenzen, α -HCH, β -HCH, γ -HCH, dieldrin and pp'-DDT in the rhinemuse, estuary and the adjacent coastal area, *Natherlands J. Sea Res.*, 13(2): 256—281.
- [5] Pearson, T. H. and Rosenberg, R., 1978, Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment, *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.*, 16: 229—311.
- [6] Pemberton, G. S., Michael J. Risk, 1976, Supershrimp: deep bioturbation in the Strait of Conso, Nova Scotia, *Science*, 192: 790—791.
- [7] Pierce, R. H. Jr., 1974, pp'-DDT adsorption to suspended paticulate matter in sea water, *Geochem. Cosmochim. Acta*, 38(7):1061—1073.
- [8] Prospero, J. M., 1978, The Tropospheric Transport of Pollutants and Other Substances to the Oceans, National Academy of Sciences, Washington, D. C., pp. 157—161.
- [9] UNEP & WHO, 1979, DDT and Its Derivatives, Environmental Health Criteria 9, World Health Organi-

zation, Geneva, pp. 84—92.

POLLUTION HISTORY OF DDT AND ITS SEDIMENTARY FLUX AT XIAMEN HARBOUR

Li Murong and Lin Minji

(Third Institute of Oceanography, SOA, Xiamen 361005)

ABSTRACT

Analysis of undisturbed sedimentary cores sampled at Xiamen Harbour sea areas in 7.14—20, 1986 was carried out for identification of sedimentation chronology of the cores and tracing DDT pollution history at Xiamen sea areas. The results indicated that DDT pollution level at this sea area varied with a pollution peak about every 10 years. Sedimentary input fluxes from overlying water into sediment interface for different time scale were also calculated. The sedimentary fluxes of DDT during 1985—1986 were between 0.86×10^{-5} — $6.13 \times 10^{-5} \text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ for this sea area; average annual input at this sea area ranged 1.84×10^{-5} — $21.59 \times 10^{-5} \text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ in the past 40 years.

Key words : Pollution history, sedimentary flux, wave of variability, sedimentation rate.