

- 【3】 关松荫等,土壤酶及其研究法, 127 页, 农业出版社, 北京, 1986 年。
- 【4】 Bitton, G. et al., *J. Environ. Qual.*, 14, 69—71 (1985).

- 【5】 Hutchinson, T. C., *Nickel Effect of Heavy Metal Pollution on Plants*, Vol. I, N. W. Lepp, Ed., pp. 172—173, Applied Science Publishers Ltd, London, 1981.

厦门经济开发对滩涂环境的影响

倪 源 锐

(福建省环境监测中心站)

厦门海岸带资源十分丰富,过去由于缺乏认识,在经济开发中往往很少考虑对环境的影响,以致产生了一些不良后果。例如同安县西溪被拦截和多处海湾被围垦,使栖息刘五店附近珍贵的文昌鱼被迫移栖到靠近金門海域,造成每年经济损失约60万元^[1]。员当港原是优良避风港,1791年被围垦后每日流入3万多吨工业和生活污水不能入海净化,湖区鱼虾绝迹,野草蚊虫丛生,成为一个黑臭泻湖,几年来不得不花费巨额资金进行治理。

为了了解经济开发活动对滩涂环境的影响,1982年8月至1985年6月,福建省环境监测中心站与厦门市环保监测站协作,进行了调查。

一、经济开发概况

厦门是著名的海港风景城市,市区位于厦门岛的西南部。1956年建成了高集海堤,该岛成了半岛。杏林从1958年来开发成为纺织、化工、电力等新工业区。湖里区于1980年开辟为经济特区的工业区,现已初具规模。东渡一带近年兴建几座万吨级码头,大大增加了厦门港吞吐能力。滩涂面积29万亩已被围去一半。未围的滩涂主要作为牡蛎、缢蛏等水产养殖场。员当港被围垦,现逐渐开发为金融、电子、外贸等中心。据调查1983年厦门排放工业废水1582万吨,其中COD 19000

吨,硫化物16.4吨,铬4.36吨,铜2.2吨,油类42吨。来往船舶(包括小型机动渔船和运输船)排放废油89.52吨。

二、调查分析方法

布设采样点48个(见图1),其中12个点调查水质、底质和生物,其余只调查底质。底质样品中4个点取0—50cm柱状样,其余均取0—2cm表层样。分别于丰水期和枯水期采水样和生物样。

样品采集、保存,处理和测试按《海洋污染调查暂行规范》。其中水样和生物样品(用HCl + HNO₃ + HClO₄消化)中重金属用原子吸收法测定。对底质(用HNO₃ + HF消化)用等离子发射光谱法测定。

三、结果与分析

(一) 水质状况

从表1可知,除丰水期杏林附近10号点铜含量超标外,其它污染物含量均未超标,说明水质尚好。

(二) 生物体残毒状况

从表2可知,除1983年个别牡蛎体中的DDT含量超标外,其余污染物含量均未超标,说明滩涂生物尚未受到污染。但1985年调查结果与1983年比较,牡蛎体中汞、铜、铅、锌的含量有所增加,显然是与近年特区工业

表 1 滩涂水中污染物含量 (ppb)

污染物	枯水期		丰水期	
	含量范围	平均值	含量范围	平均值
Cu	0.5—1.0	0.6	0.5—17.3	4.5
Pb	0.5—1.0	0.5	0.5—12.6	1.8
Zn	2.5—35	16	2.5—102	37
Cd	0.05—0.98	0.28	0.05—0.26	0.07
Hg	0.01—0.064	0.33	0.01—0.193	0.026
COD (ppm)	0.86—2.16	1.53	0.29—1.95	0.83
oil (ppm)	0.010—0.027	0.013	0.010—0.036	0.024
BHC	0.005—0.069	0.010	0.005—0.005	0.005
总磷 (ppm)	—	—	0.004—0.135	0.084

排污增加有关。而六六六和 DDT 含量的降低与近年有机氯农药施用量逐年大幅度降低有直接关系。

(三) 底质状况

1. 底质污染物含量与其它海域比较

从表 3 可知,除硫化物外,厦门滩涂底质污染物含量均低于九龙江口滩涂,生物调查结果也是如此。

与其它海域比较,厦门铜含量与美国东南盐沼相近^[2],而低于其它海域。汞、锌含量

高于美国东南盐沼,而与其它海域相近。其余污染物含量与其它海域相近。

2. 底质污染物水平和垂直分布状况

底质中重金属受沉积环境由各种参数,如机械组成、颗粒大小、有机物含量和水中氧化物的含量以及氧化还原电位和重金属含量较低的石英砂混合程度等诸参数影响^[3],其中粒径影响最为重要。因此,各站点的重金属含量在同一粒径下才有可比性。本文将各采样点重金属校正 $<16\mu\text{m}$ 粒径为 70% 时含量(因多数采样点的沉积物 $<16\mu\text{m}$ 粒径在 70% 左右)。其余污染物含量不进行校正。

底质污染物水平分布特征是:鼓浪屿—火烧屿两岸滩涂油类,DDT 以及多数重金属含量相对较高,特别是湖里—员当排污口滩涂油含量达 472—638mg/kg,明显受到来往船舶和员当湖排污影响。泗洲岛周围六六六和 DDT 含量较高,这是由于同安县西溪带来有机氯农药在此沉积的结果。

底质污染物垂直分布特征见图 2。位于

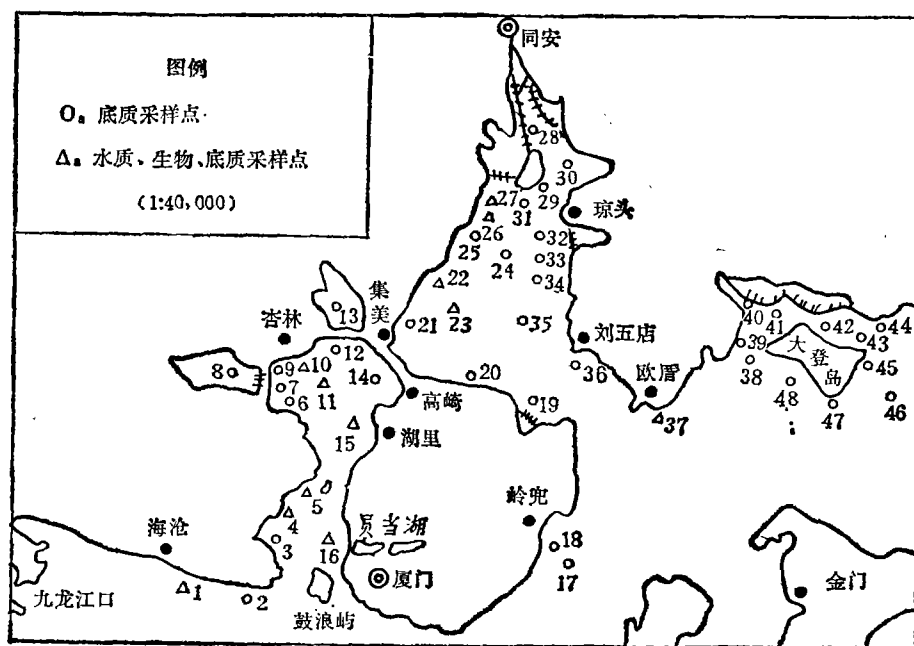


图 1 厦门滩涂污染调查采样点示意图

表 2 滩涂生物体内污染物的含量 (mg/kg)

种类 污染物	紫菜	缢蛏	花 蛤		牡 蛎		标准*
	年份	1985 年	1985 年		1983 年		
	含量	含量	含量范围	平均值	含量范围	平均值	
T-Hg	0.055	0.014	0.016—0.021	0.09	0.009—0.017	0.012	0.3
O-Hg	0.050	0.006	0.009—0.016	0.013	—	—	—
Cu	2.60	2.60	1.50—1.88	1.69	9.80—10.04	9.92	100
Pb	4.12	1.63	1.75—2.15	1.95	0.372—0.462	0.407	10
Zn	8.52	13.9	6.7—7.4	7.1	39.3—66.4	55.7	250
Cd	0.56	0.026	0.040—0.043	0.042	0.550—0.573	0.625	5.5
六六六	0.0002	0.0002	0.0004—0.0005	0.0004	0.032—0.048	0.039	2.0
DDT	0.0002	0.0002	—	—	0.088—0.238	0.162	0.0276

* 该标准为全国海岸带环境调查规程所定的软体动物体内污染物含量评价标准(其中铜、锌标准不包括牡蛎)。

表 3 厦门滩涂底质污染物含量与其它海域比较 (mg/kg)

区域	厦 门		九龙江口*		闽江口*		珠江口**		美国东南部 ⁽¹⁾	
	含量范围		平均值		平均值		含量范围		含量范围	
	含量范围	平均值	含量范围	平均值	含量范围	平均值	含量范围	平均值	含量范围	平均值
Hg	0.01—0.47	0.11	0.07—0.26	0.14	0.03—0.20	0.11	0.03—0.48	0.18	0.02—0.16	0.07
Cu	1.7—27.5	12.2	9.9—32.5	22.8	1.6—32.4	20.1	2.1—72.0	22.4	2—30	11
Pb	8—54	29.7	23.1—108	52.3	22.1—76.0	48.6	2.7—70	35	4—26	17
Zn	22.0—172	80.7	71.0—150	112	49.9—168	126	26—158	77.8	11—72	49
oil	5—638	71	10—332	86	5—717	104	3.1—254	67.9	—	—
Si-	2.5—447	57.4	2.5—249	51.0	2.5—667	74.3	6—590	133	—	—
有机质(%)	0.13—2.37	1.12	0.53—2.42	1.81	0.01—2.61	1.45	0.08—2.28	1.34	—	—
六六六	0.0002—0.125	0.014	0.009—0.075	0.033	0.0002—0.032	0.018	0.002—0.048	0.014	—	—
DDT	0.0002—0.055	0.020	0.004—0.054	0.026	0.0002—0.045	0.026	—	—	—	—

* 见《福建省海岸带环境质量调查报告》(内部)1986。

** 见《珠江口污染调查报告》(内部)。

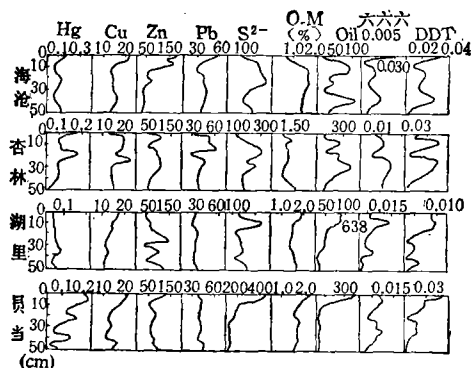


图 2 底质污染物垂直分布(单位: ppm)

九龙江口的海沧后井滩涂,除硫化物、有机质、油类外,其余污染物含量近年有升高趋势。而杏林滩涂除汞和有机质外,多数污染物含量近年有降低趋势。湖里滩涂多数重金属含量变化不大,其余污染物有升高趋势。员当湖排污口外滩涂除铅和六六六外,多数污染物含量有升高趋势。

3. 底质重金属污染评价

国内通常用等标污染指数法评价,本文引用 Kemp 金属沉积富集系数法评价^[4]。其公式如下:

$$\text{富集系数 (SEF)} = \frac{Es/Als - Ea/Ala}{Ea/Ala}$$

式中, E_s 为表层沉积物金属含量; E_a 为古代沉积物金属含量; A_{ls} 为表层沉积物铝含量; A_{la} 为古代沉积物铝含量。

该方法原理是沉积物生成后,保守元素铝、钛的含量不再变化,从而根据微量金属与铝或钛的比值来判断该金属富集与否。本文以国家海洋局第三海洋研究所在厦门西港所取 173—196 cm 层的柱状样作为古代沉积物,以钛代替铝来计算富集系数。将厦门滩涂按不同环境条件分布 7 个区域,分别计算其富集系数列于表 4。从表 4 可知,各区域汞都有不同程度的富集。鼓浪屿—火烧屿两岸滩涂中各种重金属稍有富集。此外各区域重金属含量均处正常或稍有溶失状态。评价结论与污染源分布相符。

表 4 各区域底质重金属富集系数

区域 \ 元素	铜	铅	锌	汞
后井—钱屿	-0.12	0.12	-0.26	0.14
鼓浪屿—火烧屿	0.19	0.37	0.22	0.54
湖里—杏林	-0.28	0.12	-0.28	0.36
岭兜	-0.13	0.17	0.19	1.00
泗洲岛周围	-0.28	0.23	-0.03	0.08
大嶝岛周围	-0.27	-0.12	-0.08	0.91
欧厝—琼头	-0.44	-0.05	-0.15	0.13

四、小 结

研究结果可得出以下几点认识:

(一) 厦门滩涂的水质和生物质量是较好的。

(二) 鼓浪屿—火烧屿两岸滩涂中多数污染物含量相对较高、这与厦门城区、工业和码头分布该区域附近有关。

(三) 员当湖鱼受严重污染,但在其排污口外附近滩涂底质只有油类、硫化物、有机质、铜含量稍高于其它采样点,并且多数污染物含量比湖内低一至二个数量级。该滩涂水质和生物体内各污染物含量也属正常。

(四) 在九龙江口滩涂底质和生物体中多数污染物含量高于厦门,说明九龙江迳流所携带来的污染物对滩涂环境影响大于厦门经济开发对滩涂的环境影响。

虽然目前经济开发对滩涂环境影响较小,但随着厦门特区经济高速发展,环境问题将日益突出,应采取防范措施切实保护好滩涂环境。

致谢: 本站甘健彪、刘用清、李永忠等同志协助部分数据计算和绘图工作。

参 考 文 献

- [1] 黄公勉,中国海洋经济研究,133—134页,海洋出版社,1982年。
- [2] Window, H. L., *Ecological Research Series*, pp. 13—32, 1976.
- [3] 吴瑜端等,海洋环境科学,2(4), 60(1983).
- [4] 陈静生,环境科学丛刊,4(8), 1(1983).