

香港垃圾倾倒活动有害渔业环境

卢婉娴 林茵茵

(中国水产科学研究院南海水产研究所, 广州 510300)

冯 窝

(国家海洋局南海监测中心, 广州 510280)

摘 要 香港方面在外伶仃岛正北约 4.5 公里处设立垃圾区, 长期倾倒淤泥、垃圾。为查明倾倒活动与附近渔业环境的关系, 在垃圾区附近海域进行了 9 个测站的表面沉积采样调查, 每个样品测定沉积化学成分和粒级分类等 13 个项目。根据调查所得的第一手资料, 应用模糊聚类分析方法, 鉴别出香港垃圾的倾倒活动, 使外伶仃岛北部区域复盖了新生沉积层, 并证实位于外伶仃岛北海岸的石冲湾网箱养殖区处于较主要的受影响区域内。

关键词 香港, 垃圾, 沉积物, 水污染, 聚类分析, 渔业环境

香港方面在长洲岛南面设立了垃圾倾倒区。垃圾区概位: 北纬 $22^{\circ}09'$ ~ $22^{\circ}10'$, 东经 $114^{\circ}05'$ ~ $114^{\circ}13'$; 亦即珠江口外伶仃岛正北 4.5 公里附近(见图 1)。该垃圾区是八十年代中期设立的。倾倒的污物类型以香港城区边缘的沉积淤泥为主, 同时包括一些生活垃圾和工业废渣等。1992 年 5 月以后倾倒活动加剧, 倾倒量骤然增多, 使近年在长洲岛一带水域作业的渔船日渐减产, 渔获种类发生变化。更甚的是使距离垃圾区 4.5 公里处的外伶仃岛石冲湾网箱养殖区, 养殖环境日益变坏, 成批死鱼事件时有发生。最严重的一次是 1992 年 10 月 16 日至 18 日, 三天内死鱼近百吨, 经济损失达 1370 万港元。这些渔业问题, 与香港垃圾区的倾倒活动到底存在怎样的联系, 本文就这个问题, 依据第一手资料进行该垃圾区附近沉积环境的变化研究。

材 料 与 方 法

(一) 资料来源

1992 年 11 月 8 日, “中国海监 72” 船在调查区域内进行了 9 个站(图 1)的表面沉积物采

收稿日期: 1994-04-18.

样,样品由国家海洋局南海监测中心进行分析处理。各项目的分析测定方法及测定结果列于表 1。

表 1 样品分析方法与结果

Table 1 Sample analytic methods and results

项目 Item	分析方法 Analytic method	检出下限 Lower limit	含量范围 Range of concentration	平均值 Average
铜 Cu	原子吸收法 Flame atomic absorption spectrometry	0.1	10.0~17.9	15.0
铅 Pb	同上	0.1	34.8~50.0	42.9
锌 Zn	同上	0.1	94.8~152.4	128.1
镉 Cd	同上	0.01	0.83~1.04	0.98
油类 Oil	紫外分光光度法 Ultra-violet spectrometry	0.1	15.6~409.4	260.2
硫化物 S	碘量法 Iodimetry	0.1	23.4~163.8	105.2
有机质 Organism	重铬酸钾-硫酸溶液还原法 Potassium bichromate and Sulfuric acid Oxidation	0.01	1.01~1.82	1.52
总汞 Hg	湿式消化冷原子吸收法 Cold atomic absorption spectrometry	0.0005	0.096~0.181	0.148
pH 值 pH	电位法 Electrometer method	0.01	7.83~8.48	8.02
氧化还原电位 Eh	同上	1	160~220	194

含量单位: pH 值为无量纲参数, 有机质为 10^{-2} , 其余为 10^{-4} 。

Concentration unit: pH: none; Organism: 10^{-2} ; else: 10^{-4} .

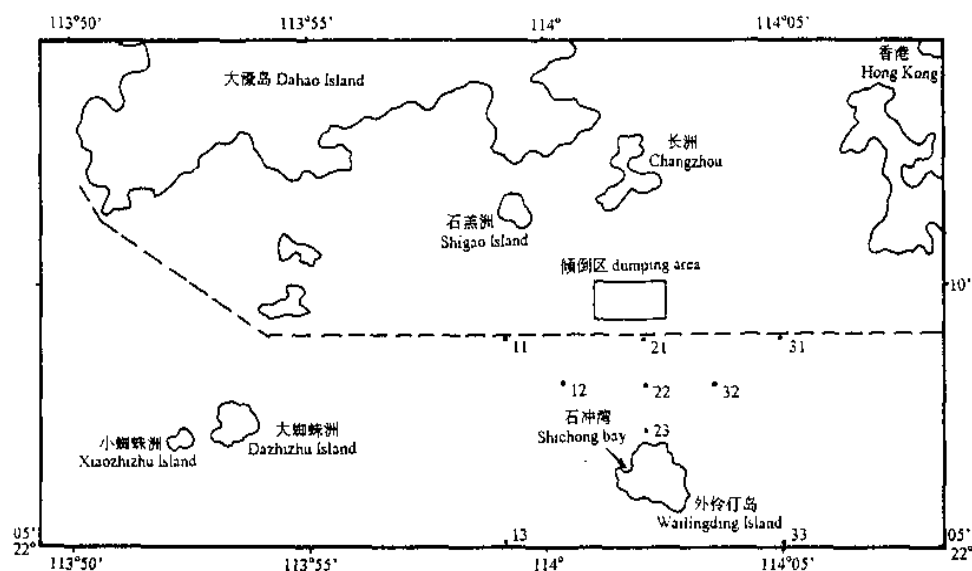


图 1 研究区域示意图

Fig. 1 The location of the studied area

进行聚类分析时,除了使用沉积物的化学成分数据以外,同时亦使用了筛式法测定的各站样品沉积粒级成分数据。

沉积物的采样方法、样品的贮存、分析操作规程以及样品粒级的划分标准等,均按中华人民共和国行业标准(《海洋监测规范》,海洋出版社,1991)进行。

(二)数据分析方法原理及预处理

1. 分析方法原理 应用模糊聚类分析方法进行环境质量的评价研究,有人把不同站位的测定结果作相似性聚类,以划分区域性的类型^[1,4~8];也有人把沉积物质成分作为聚类分析的对象^[2,9]。根据本次调查取得的资料,首先选择了后一种方法进行分析,然后再用前一种方法对不同站位的沉积物组成进行分类。

假设取得 m 个沉积样品,每个样品皆测定了 n 项指标。把每个测定项目视为 m 维空间中的一个向量,并以矩阵 X 来表示,则有

$$X_{ij} = \begin{matrix} & X_1 & X_2 & \cdots & X_n \\ \begin{matrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

式中 X_{ij} ($i=1,2,\cdots,m; j=1,2,\cdots,n$) 为第 i 号沉积样品的第 j 个项目的测定值。任何两个序列 X_{ik} 和 X_{il} 之间的相似程度可以用它们之间相似系数(Φ)的广义夹角余弦来衡量^[3]。

$$\cos \Phi_{kl} = \frac{\sum_{i=1}^m x_{ik} x_{il}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ik}^2 \cdot \sum_{i=1}^m x_{il}^2}}$$

2. 数据的预处理 由于沉积物的测定数据的计量单位和量级不尽相同,例如油类含量测值比总汞含量测值至少高 3 个数量级。如直接采用原始测定数据进行聚类计算就会突出了测值量级高的项目而掩盖了量级低的项目的作用;对计算结果可能产生一定影响。为此,进行聚类分析之前,进行数据的中心化预处理:

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{S_j} \quad (i=1,2,\cdots,m; j=1,2,\cdots,n)$$

$$S_j^2 = \frac{\sum_{i=1}^m (x_{ij} - \bar{x}_j)^2}{m-1}$$

其中

$$\bar{x}_j = \sum_{i=1}^m x_{ij} / n$$

x'_{ij} 为经过中心化处理后新序列, $\bar{x}_j$ 表示第 j 个测定项目中 m 个测值的平均值; S_j^2 表示第 j 个项目实测序列的方差。经中心化处理后每组数据的均值为零, 标准差为 1。这样, 各组之间的统计量能处于同一可比的量度上。把 1992 年 11 月 7~8 日, 由“中国海监 72”船取得的沉积样品实测数据矩阵输入电脑, 应用逐步聚类法^[3], 完成了 12 步聚类计算, 把输出结果绘成图 2~图 4。

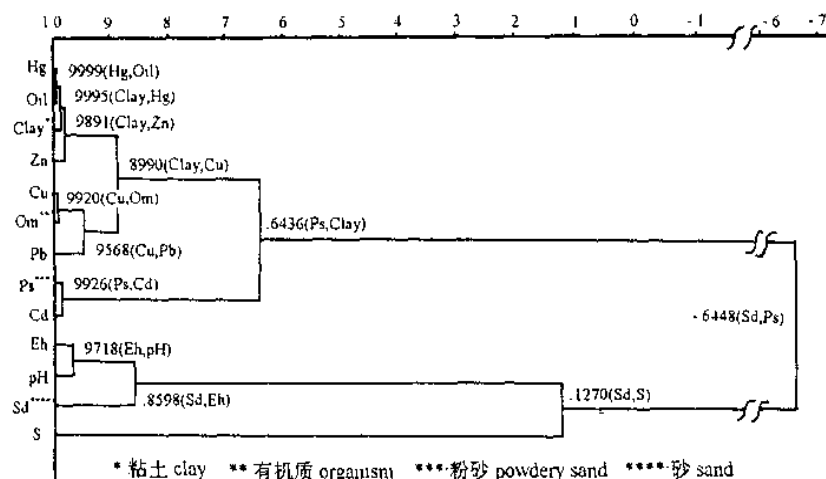


图 2 11、21、31 号站沉积聚类结构

Fig. 2 The cluster pattern of the sediments from site No. 11, 21 and 31

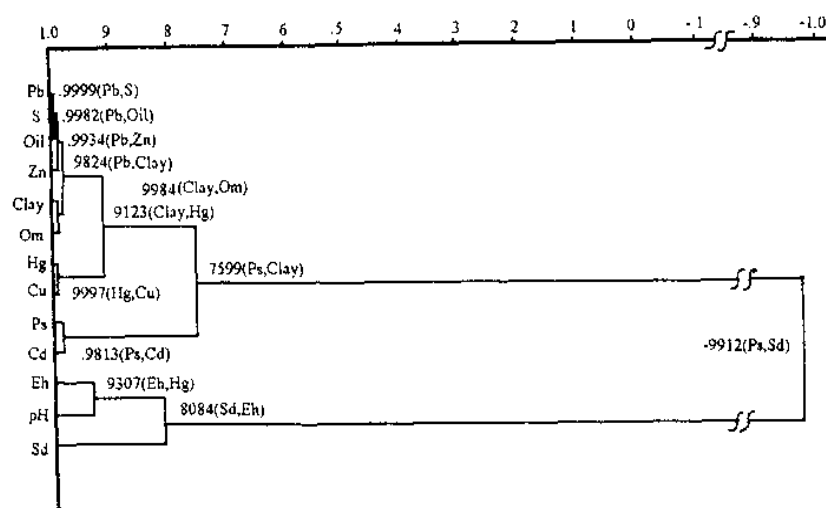


图 3 12、22、32 号站沉积聚类结构

Fig. 3 The cluster pattern of the sediments from site No. 12, 22 and 32

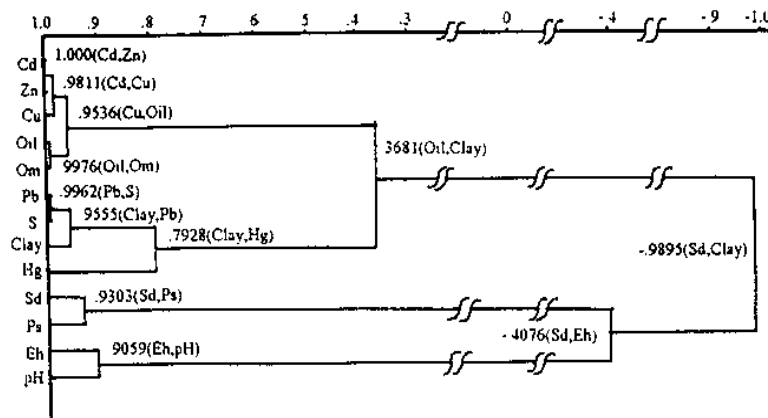


图 4 13、23、33 号站沉积聚类结构

Fig. 4 The cluster pattern of the sediments from site No. 13, 23 and 33

计 算 结 果 分 析

从图 2~图 4 可以看到如下几个特点:

- (一)在相似系数达到 0.8 的水平上,图 2 与图 3 的比较,除了沉积硫化物含量以外,其余物质含量之间亲疏关系的组合相同。亦即 Hg、Oil、粘土质(%)、Zn、Cu、有机质和 Pb 组成第一群体;粉砂质(%)和 Cd 组成第二群体;Eh、pH 值和砂质(%)组成第三群体。从模糊集合的观点来说,认为第 11、21、31 号站的沉积物质组合特征与第 12、22、32 号站相似。
- (二)比较图 2 与图 4,仍以相似系数 0.8 为划分群体的标准(其中图 4 的第二群体的相似系数为 0.79,近似地作为 0.8 看待),发现两者有较多的差异。为了更直观地比较,把测定项目的列位次序稍作调整(不改变原有计算结果的含义),列于表 2。

表 2 沉积物质含量组合结构比较

Table 2 The comparisons within the sediment grouping structures

测站群 Group of Sampling	1 组 (Group 1)	2 组 (Group 2)	3 组 (Group 3)	4 组 (Group 4)	5 组 (Group 5)
11, 21, 31	Oil, Zn, Cu, B, Pb, Hg, 粘土(Clay)		粉砂(Powdery Sand), Cd	Eh, pH, 砂(Sand)	S
12, 22, 32	Oil, Zn, Cu, B, Pb, Hg, 粘土(Clay), S		粉砂(Powdery Sand), Cd	Eh, pH, 砂(Sand)	
13, 23, 33	Oil, Zn, Cu, B, Cd	Pb, Hg, 粘土(Clay), S	粉砂(Powdery Sand), 砂(Sand)	Eh, pH	

如果认为图 2 描述的沉积组合,代表了污染源的结构特征,那么表 2 反映出距污染源越近,其结构特征越相似。但图 4 仍保留污染源的某些特征。

- (三)图 2~图 4 都显示出 Oil、Zn、Cu 和有机质的含量有稳定的组合结构特性。据大面分布图的分析, Oil、Zn 和 Cu 的含量有较明显的南北向梯度。可见这三种物质的含量不仅具有向

南递减的变化趋势,同时具有较为稳定的比值关系。可见它们与垃圾区的倾倒物质有密切的亲缘关系。

(四)与历史资料的比较

图 5 是描述伶仃洋区域沉积物质的聚类结构特征,该图使用的数据是 1976~1977 年“珠江口污染调查”的实测资料(《珠江口海区污染调查原始资料汇编》,珠江口海区污染调查协作组,1978.12)。图 6 是描述 1986~1988 年珠江口交椅湾沉积物的聚类结构特征。两图均系应用与本文相同的聚类分析方法所得。以下就本项调查中四种稳定组合的沉积物之间相互关系与历史资料作比较(表 3)。

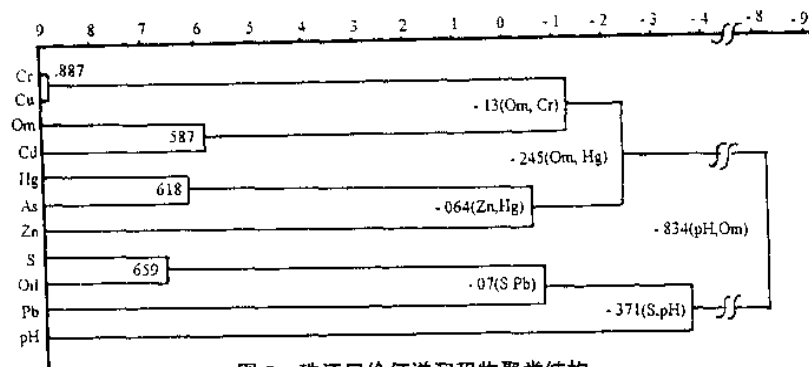


图 5 珠江口伶仃洋沉积物聚类结构

Fig. 5 The cluster pattern of the sediments from Ling Dingyang located in Zhujiang mouth

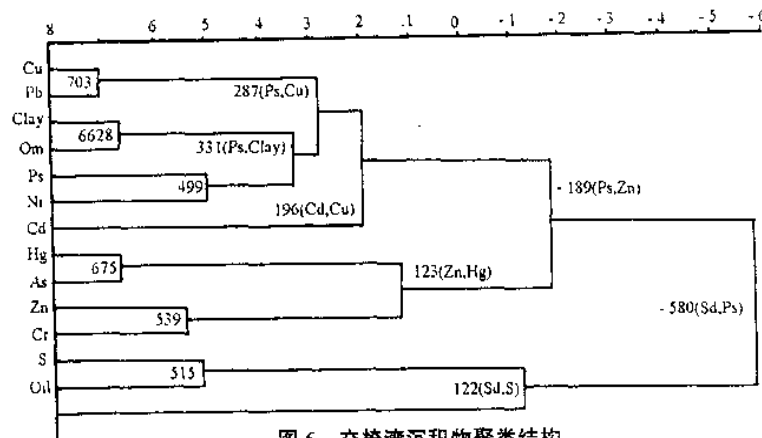


图 6 交椅湾沉积物聚类结构

Fig. 6 The cluster pattern of the sediments from Jiao Yi Bay

表 3 沉积物含量相互关系比较

Table 3 The comparisons within the relationship of the sedimental elements

区域 Area	年份 Year	Cu 与 Zn Cu & Zn	Cu 与 Oil Cu & Oil	Cu 与 B Cu & B	B 与 Zn B & Zn	Oil 与 Zn Oil & Zn	Oil 与 B Oil & B
伶仃洋 Lingdingyang	1976~1977	无关 irrelevant	相斥 conflict	无关 irrelevant	无关 irrelevant	相斥 conflict	相斥 conflict
交椅湾 Jiaoyi Bay	1986~1988	无关 irrelevant	相斥 conflict	无关 irrelevant	无关 irrelevant	相斥 conflict	相斥 conflict
本调查区 Survey Area	1992	密切 Close	密切 Close	密切 Close	密切 Close	密切 Close	密切 Close

表 3 反映了在本项调查中,上述四种沉积物两两之间的密切组合关系与历史状况几乎是相反的,说明了新生沉积物已形成新的结构特征。

(五)按测站位置分类结果

根据 13 种沉积物质的测定指标,应用上述前一种聚类分析方法,对 9 个测站的成分结构进行分类。把分析结果绘成图 7 和图 8。这两张图显示出如下几点分类结果:

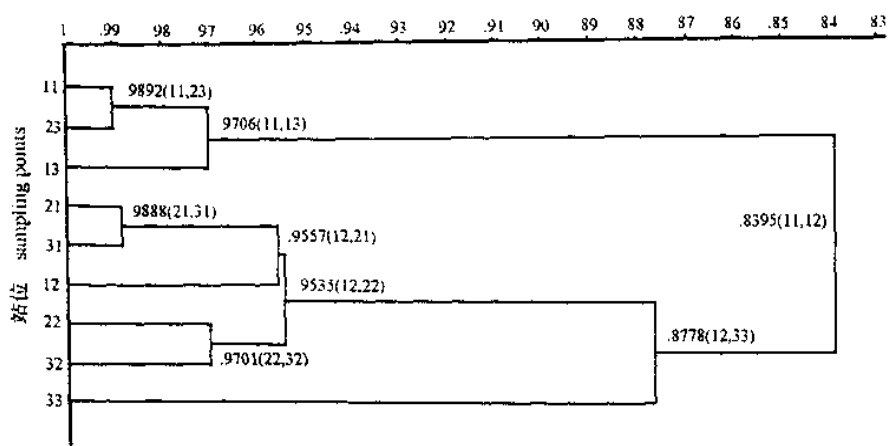


图 7 沉积物区域聚类图

Fig. 7 The cluster pattern of the sediments from the studied area

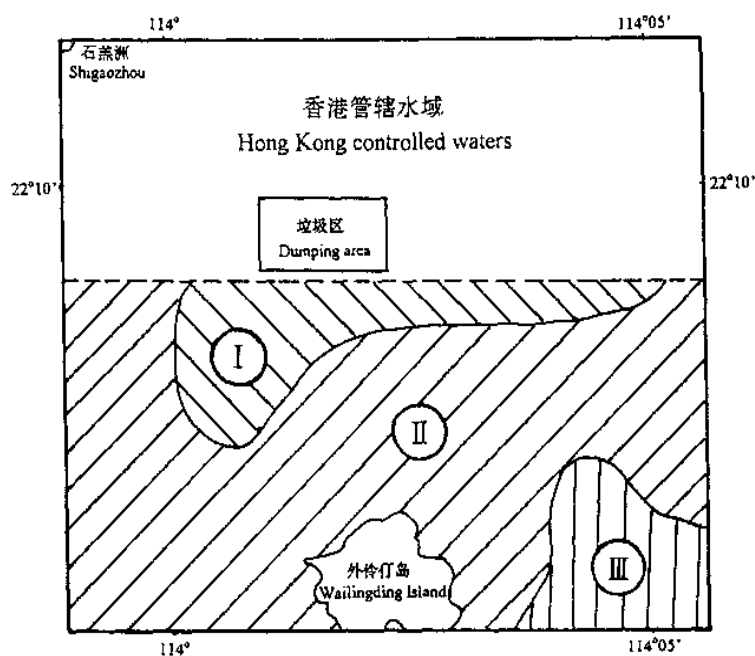


图 8 新生沉积类群分布示意图

Fig. 8 The sketch map of the newborn sediment's grouping

1. 在 80% 的置信水平上 ($n-2=11$, R 临界值 $=0.708$), 9 个测站沉积物的组成均属同一种类型。
2. 如进一步划分, 可把 12、21、22、31、32 五个站和 11、13、23 三个站分为组群 I 和组群 II, 而 33 号站是离群的。I 的组合反映出本区流场向下游的平均趋向。假如把 21 号站看成为污染源, 那么第 I 组群的组合说明污染源的物质向西南方向扩散和沉积为主要倾向。33 号站的离群现象, 反映出该处沉积物的形成与污染源的关系相对最小。这与该站的位置是 9 个站中距离污染源最远的两个测站之一有关。

小 结 与 讨 论

1. 上述两种聚类方法的分析对象各有不同。其一是从物质的成分结构特点进行考察; 其二则以测站的地理位置不同, 依这些物质的含量之间的关系对测站进行分类。两者从不同角度研究这些物质成分从源点扩展的趋势。尽管考察角度不同, 但分析结果都反映出外伶仃岛北部附近沉积物质的组成与垃圾区有密切的亲缘关系。
2. 表 3 所列的 6 种组合关系中, 七十年代同八十年代的比较是整个伶仃洋区域与局部海湾的比较。尽管在时间和空间上都有很大的差异, 分析结果却是一致的, 这些说明了所列组合关系的稳定性。而本项调查结果, 与历史资料分析结果是完全相反的。显然, 调查区域内已复盖了新生沉积层, 这些新生沉积物质主要来源于垃圾区的倾倒活动。
3. 从图 8 可以看到, 位于外伶仃岛北海岸的石冲湾网箱养殖区, 正处于第 II 组合群范围内; 亦即处于较主要的受影响区域。

参 考 文 献

- [1] 于连生, 1985. 环境质量研究进展, 276~282. 贵州人民出版社.
- [2] 贺锡泉, 1983. 珠江底质中重金属分布的一个相关矩阵. 环境科学, 2: 42~48.
- [3] 楼世博, 1987. 模糊数学. 科学出版社.
- [4] 陈虹勤等, 1984. 珠江口海区海水污染状况的模糊聚类分析. 热带海洋, 3: 73~76.
- [5] 杨连武, 蔡德昌, 1988. 模糊聚类分析在海洋环境污染监测中的应用. 海洋环境科学, 7(2): 58~62.
- [6] 胡德康, 1983. 应用相关数聚类进行环境质量评价. 上海环境科学, 6: 31~32, 16.
- [7] 刘星娟, 1985. 环境质量研究进展, 268~275. 贵州人民出版社.
- [8] 黄璋, 1983. 距离聚类法和模糊聚类法在环境质量评价中的应用. 中国环境科学, 3(5): 14~181.
- [9] 卢婉娴等, 1991. 交椅湾表面沉积物聚类分析. 海洋环境科学, 10(1): 41~46.

THE FISHERY ENVIRONMENT CONTAMINATED BY THE WASTE DUMPING ACTIVITY OF HONG KONG SIDE

Lu Wanxian Lin Yinyin

(South China Sea Fisheries Institute, Chinese Academy of Fisheries Science, Guangzhou, 510300)

Feng Wo

(South China Sea Survey Centre of National Marine Bureau, Guangzhou, 510280)

ABSTRACT A waste dumping area was set at the waters 4.5 km north to Wai Lingding Island by the Hong Kong side and has been being used for dumping rubbish and silt for a long time. To study the impact of dumping activity on the fishery environment nearby, the sediment data gathered from 9 observing points set at the said waters were analyzed with the method of fuzzy cluster. The results showed that the dumping activity has produced a new sedimental layer around the northern waters of Wai Lingding Island. And the results also stated that the net caged fish farming of Shi Chong Bay, located at the north side of Wai Lingding Island, is in the seriously impacted area formed by the waste dumping activity.

KEYWORDS HongKong, Dredging waste, Sediment, Fuzzy cluster analysis, Water pollution, Fishery environment