

北部湾浅海底质污染的聚类分析

叶 森 江可力

(广西海洋研究所)

摘 要

利用 Q 型聚类分析中的夹角余弦法对 1984、1985 年广西浅海环境调查的 43 个站位的底质污染物数据资料进行了聚类处理, 划分出三大污染类型。其中, I[△]类属未污染为主的类型, 类型构成比 37.2%; II[△]类是以 Pb 污染为主的重金属污染体系, 属微污染和轻污染类型, 类型构成比 32.6%; III[△]类是以 Oil、Pb 污染为主的轻污染和中污染类型, 类型构成比占 30.2%。分析表明, 北部湾浅海区域由岸到海的方向, 污染类型排列是 III[△]、I[△]、II[△], 与成因分析相符。聚类结果和《简明规程》法处理结果颇为吻合。

1、前 言

聚类分析又称点群分析, 是根据变量或标本之间的相似性而把它们逐步归类的方法。它最早应用于生物学的分类。近年来, 由于电子计算机处理能力及容量的不断提高, 加之该方法具有定量、科学性, 且结果直观, 不少学者已将聚类分析方法应用于地质普查找矿工作、水文水团分析、大气飘尘分类和环境质量评价, 取得了良好的效果。

聚类分析的基本思想是将每个标本视为多维空间中矢量的一个端点, 应用数学方法求出各标本之间的相似性统计量, 构成一个对称的相似性矩阵, 并以此矩阵为基础寻找各标本之间或标本组合之间的相似程度, 按相似性程度大小, 逐一把标本归类成群, 其相似性以二维枝状谱系图表达出来。

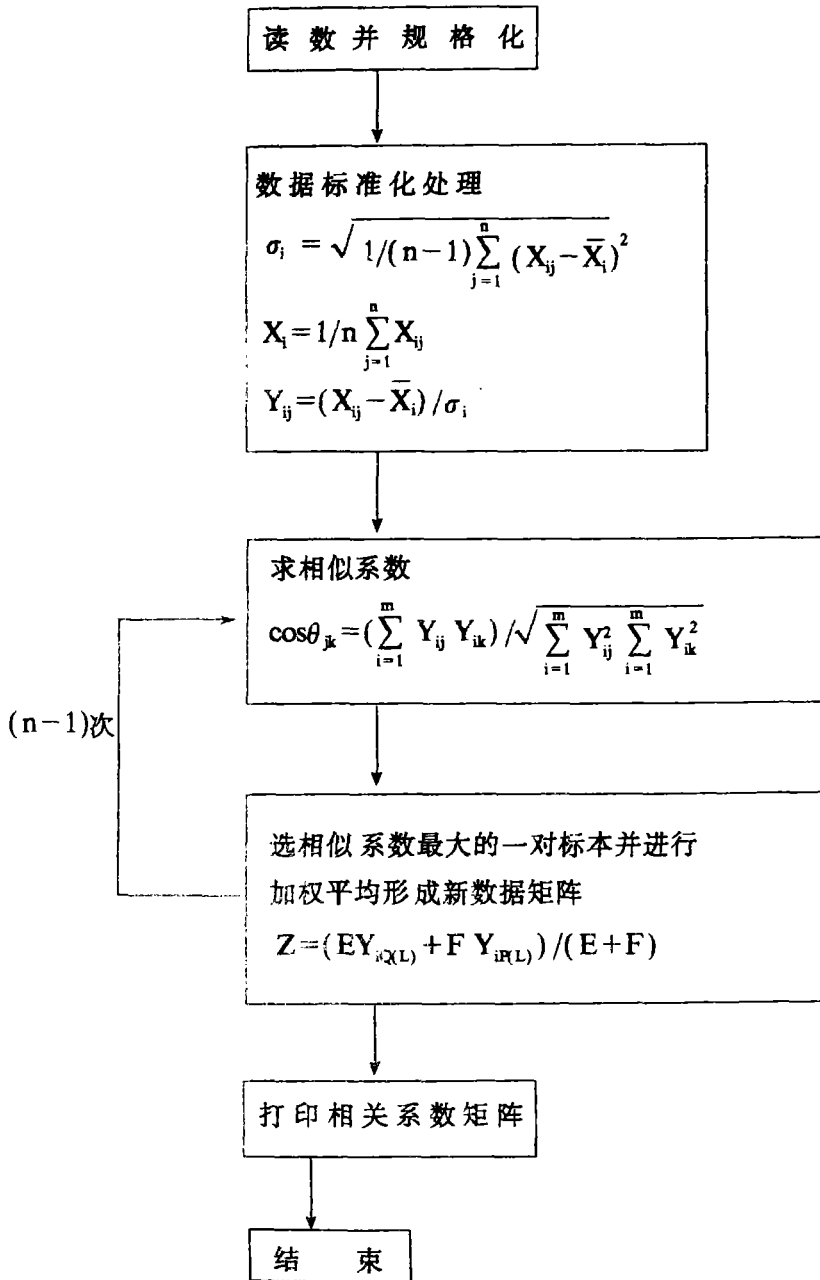
本文对北部湾浅海底质污染数据进行了聚类分析, 划分出其污染类型, 并与《简明规程》法的处理结果作了对比。

2、聚类分析处理及其结果

由于不同污染因子实测数据所用量纲不同且数量级差别甚大, 这样将导致在聚类处理过程中突出某些数量级较大的变量对分类的作用, 降低乃至消除量级低的变量作用, 同时考虑到聚类结果与《简明规程》法具有可比性, 我们采用《简明规程》给定的各污染因子评价标准值进行数据规格化处理, 取得无量纲数据矩阵, 从而消除了量纲不同对聚类带来的影响。计算程序方块图绘制如下:

1989年8月31日收稿

*《全国海岸带和海洋资源综合调查简明规程》第十三篇。



现以 1984、1985 年广西浅海环境调查 43 个站位的底质污染因子数据资料上机运算, 从打印结果相关系数矩阵绘制出聚集生成树(图 1)。在 $\cos\theta_{jk}=0$ 的相似水平上, 可将 43 个样品分成三大类(表 1), 利用表 1 的分类结果绘制浅海底质污染状况图(图 2), 以每类各污染因子超标比的算术平均值代表该类的污染构成(见表 2), 图 3(以污染因子为横坐标、平均超标比为纵坐标)可更清楚、直观地区别、对比各类的污染构成。为方便地以文字表达污染状况, 本文将采用表 3 所给定的术语对各类污染进行描述

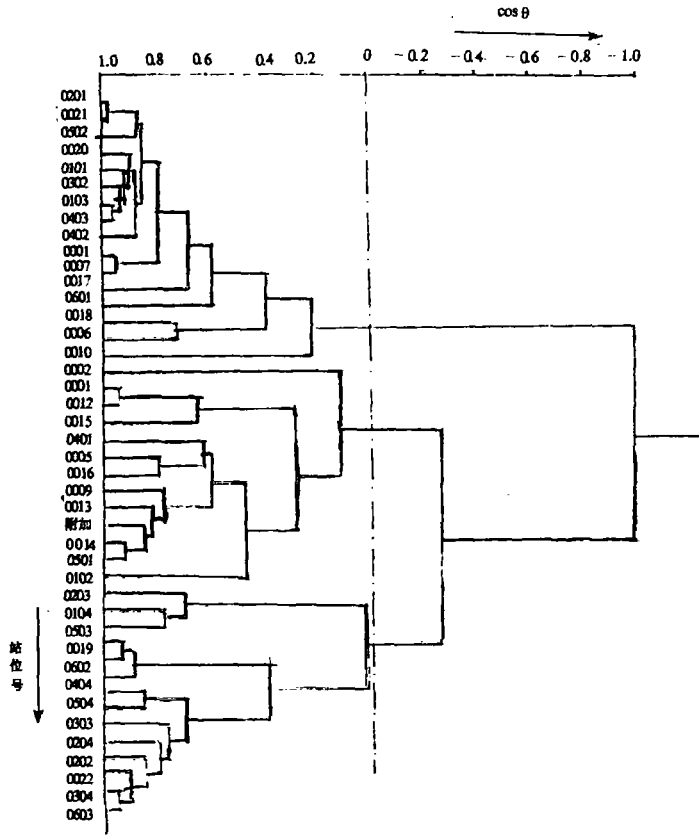


图1 枝型谱系图

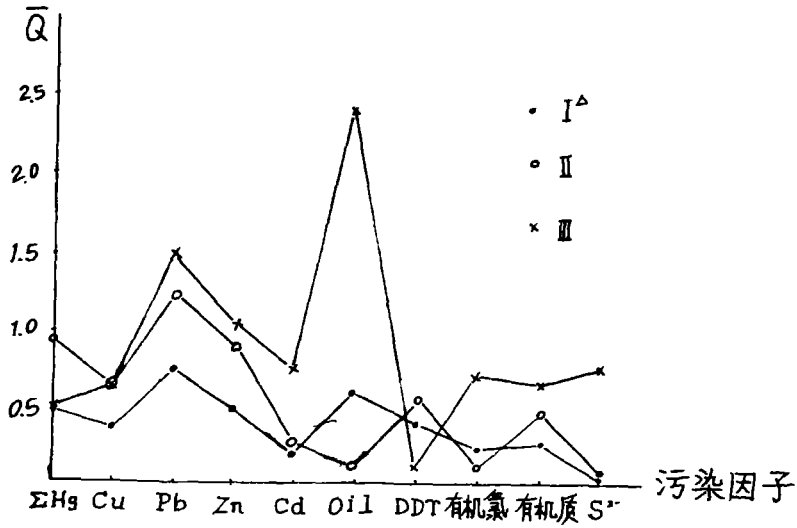


图3 污染构成图

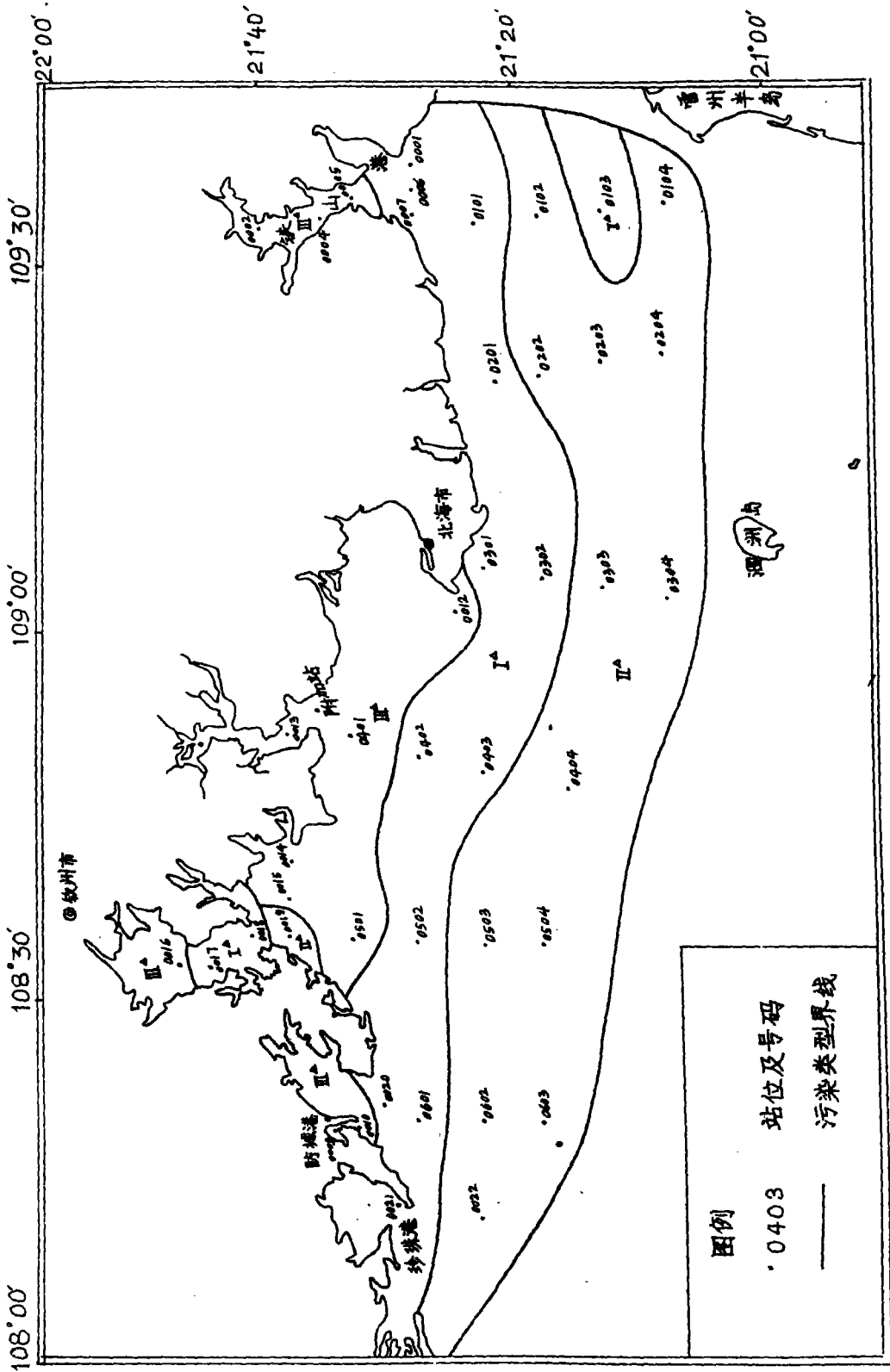


图2 浅海底质污染状况示意图(聚类分析法)

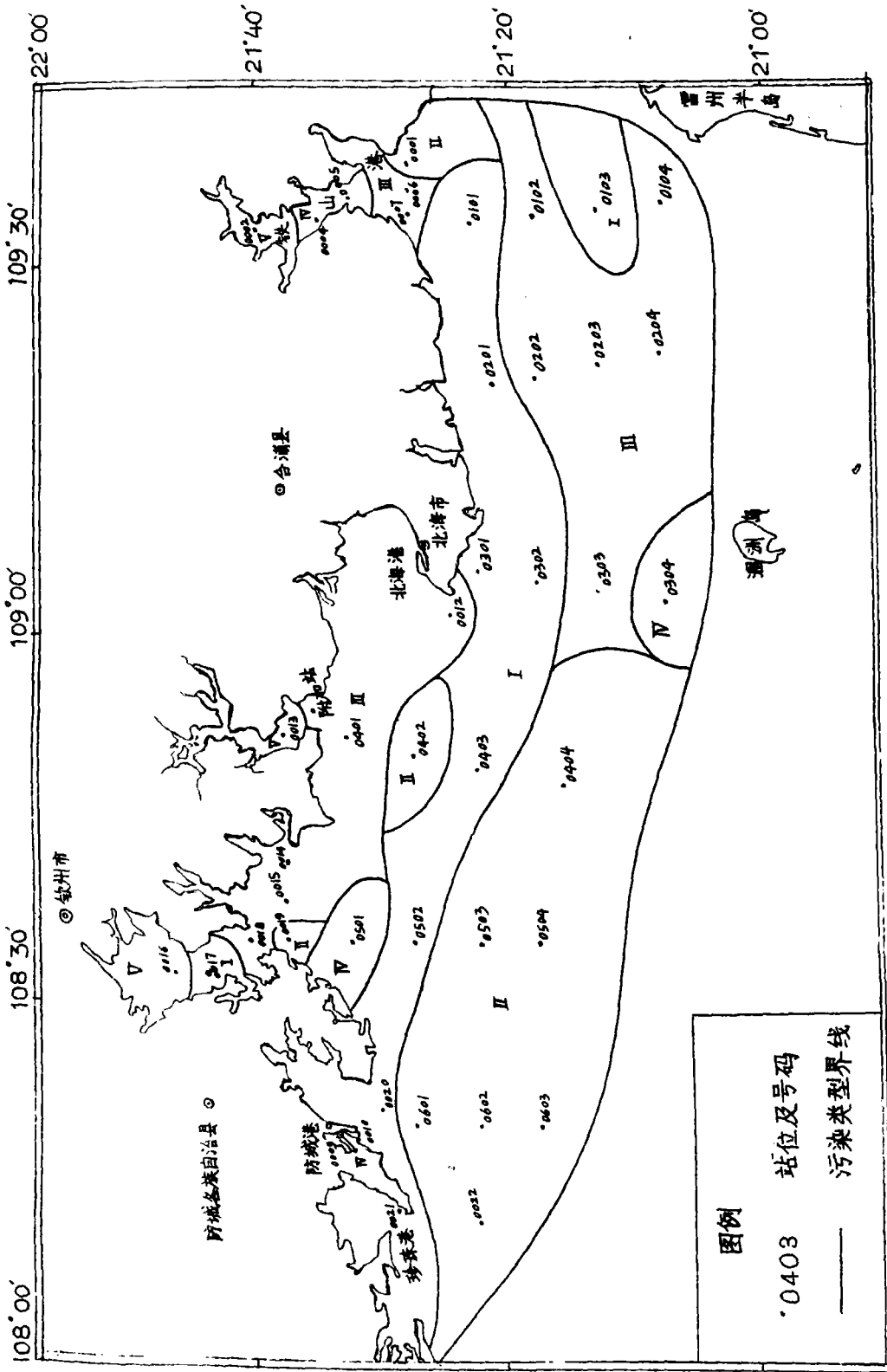


图4 浅海底质污染状况示意图(《简明规程》法)

表 1. 污染类别和站位(类别名称上加“△”,以区别《简明规程》法的类别)

类别	站数	类构成比	站 位 号
I [△]	16	37.2%	0201 0021 0502 0020 0101 0302 0103 0301 0403 0402 0001 0007 0017 0601 0018 0006
II [△]	14	32.6%	0603 0304 0202 0022 0204 0303 0504 0404 0602 0019 0503 0102 0203 0104
III [△]	13	30.2%	0010 0002 0004 0012 0015 0401 0005 0016 0009 0013 附加站0014 0501

表 2 各大类污染构成

项 目	ΣHg	Cu	Pb	Zn	Cd	Oil	DDT	有机氯	有机质	s^{2-}	
I [△]	\bar{Q}	0.47	0.31	0.72	0.47	0.18	0.59	0.37	0.21	0.27	0.06
	C_v	51.6%	49.3%	37.4%	40.1%	41.2%	149.5%	162.7%	142.8%	38.8%	104.7%
II [△]	\bar{Q}	0.93	0.60	1.17	0.85	0.22	0.09	0.54	0.12	0.46	0.07
	C_v	119%	12.8%	11.4%	12.3%	58.2%	84.%	80.9%	57.9%	19%	66.7%
III [△]	\bar{Q}	0.49	0.60	1.44	0.99	0.69	2.41	0.09	0.71	0.67	0.78
	C_v	25.9%	20.4%	27%	33.3%	162.6%	67.5%	105.6%	128.9%	20.1%	101.4%

* \bar{Q} 表示同类中各站位某污染因子的超标比平均值.

** 变异系数 $C_v = \text{均方差 } S / \text{超标比平均值 } \bar{Q} \times 100\%$

表 3. 污染程度的描述(引自参考文献[3])

名 称	未污染	微污染	轻污染	中污染	重污染
超标比	<0.5	0.5-1.0	1.0-2.0	2.0-5.0	>5.0

从表2看出, I[△]类站号中只有Pb和Oil \bar{Q} 值在0.5~1.0范围内, 其它污染因子 \bar{Q} 值均小于0.5。在这类底质中, Pb是较突出的污染因子, 原始数据也表明Pb含量普遍较高, 站位0402、0001、0006已处于其评价标准25mg/kg水平上, 因此I[△]类可称为未污染和微污染类型。II[△]类Pb已超标($\bar{Q}=1.17$), Σ Hg和Zn含量也较高, 已接近评价标准, Cu和DDT也处于微污染水平上, 故II[△]类属于Pb污染为主的重金属污染体系, 是微污染, 和轻污染类型。III[△]类可称作轻污染和中污染类型, 其中Oil污染最严重($\bar{Q}=2.41$)、Pb污染次之($\bar{Q}=1.44$), 其余污染因子(DDT除外)均可列入微污染范围。图2表明了浅海底质的污染状况, 近岸海湾底质普遍有轻度污染或达中污染水平, 这与沿岸工业废水有很大关系。铁山、北海工业区排污, 钦江、茅岭江沿岸工厂的污水排放和几个拆船点将污染因子尤其是重金属带入海水, 然后在咸淡水区域, 污染物通过重力沉降和化学胶凝作用而沉积下来, 形成了III[△]类底质, 是环境自然变异迭加较强烈的人为活动造成的结果。由于特定的水文条件往复式潮流将底质表层沉积物迁移到远岸地区, 加之周期性台风风浪对浅海区底质表层造成掀扬作用, 从而在由岸到海的方向上形成了III[△]、I[△]、II[△]排列的底质污染构成。可见分类结果能得到较吻合的成因分析, 充分体现了聚类分析的合理性。

3、与《简明规程》处理结果对照

根据《简明规程》底质污染类型划分原则, 广西海区浅海底质可划分为五大类(图4)。I[△]类(类型构成比25.6%)属无污染物超标类型, 均匀地分布于5~10m等深线附近, 形成一带状区, 从东到西横贯整个调查海区, 这与聚类分析处理的I[△]极为吻合, 此区域除铅含量较高外(可以认为是浅海区本底铅值较高而引起), 其它污染因子都含量很低, 受人为污染影响较弱, 故可称作自然污染类型。II类以pb超标污染为特征, 主要分布在岸段西部外海区。III₁是以pb、Hg超标污染为主的重金属超标污染类, 主要分布在岸段东部外海区。显然, 表现为以pb为主的重金属污染类型II[△]与II和III₁较为相似。III₂、IV、V类以Oil超标污染为主, pb、Hg、Zn等重金属也有不同程度的污染, 分布在铁山港口门, 北海港至钦州湾一带近岸底质中, 部分站位有机氯、有机质和S²⁻含量也达到或超过评价标准, 这与III[△]类构成相似。通过图2和图3的比较说明了聚类分析法和《简明规程》法处理结果大体上一致。

4、问题讨论

《简明规程》法是以超标污染因子数目的多少来归类的分类方法, 污染构成明显不同的样品将有可能归为同一类别。相反, 污染构成相似的样品可能划分为不同类型, 从而形成了片面、代表性差的分类结果。例如站位0304和0501同归IV类, 但却有着不同的污染构成, 前者以pb、DDT和Zn污染为主而后者则以oil、S²⁻、Zn污染为主, 聚类法则将0304归II[△]类, 把0501列到III[△]类上去, 使分类更趋合理。再如表4各站位污染构成极为相似($\cos\theta_{jk} > 0.7$), 同属pb超标污染为主的II[△]类, 但《简明规程》法却把站位00304归IV类, 0303 0202 0204列为III类, 而把0022分到II类上去。表4所给出的变异系数数值较小也可说明这6个站位的离散程度低, 其组成基本上处于平均值指示的污染构成上, 因此没有必要将这6个站位划分为3个不同的大类。可见《简明规程》法只能定性地描述其分类结果, 而不能定量地表示各类的污染构成。

表4 II[△]类部分站位超标比值构成及其变异系数

项目	ΣH_g	Cu	Pb	Zn	Cd	Oil	DDT	有机氯	有机质	S^{2-}
0304	0.61	0.71	1.17	1.01	0.23	0.07	1.10	0.03	0.40	0.05
0603	0.33	0.69	1.16	0.97	0.19	0.04	0.95	0.23	0.46	0.08
0022	0.48	0.62	1.30	0.87	0.20	0.09	0.80	0.11	0.53	0.12
0202	0.74	0.53	1.30	0.80	0.21	0.04	1.05	0.04	0.43	0.03
0204	0.18	0.56	1.06	0.83	0.65	0.09	1.00	0.11	0.36	0.09
0303	0.47	0.64	1.26	1.04	0.23	0.04	0.65	0.01	0.64	0.05
\bar{Q}	0.47	0.63	1.21	0.92	0.29	0.06	0.93	0.09	0.47	0.07
C_v	42.1%	11.3%	7.9%	10.9%	62.1%	41.7%	18.3%	88.9%	21.3%	47.1%

聚类分析方法分类系统是定量的,它由小到大的各级分类单位都是用同一分类统计量(本文为 $\cos\theta_x$)来确定,能同时考虑多种污染因子的相关作用,它以样品间的亲疏程度为依据划分类型,使相同类型的样品污染构成处于同一相似水平上。取不同的 $\cos\theta_x$ 值将获得不同分类结果。本文以 $\cos\theta_x = 0$ 为界划分样品类别,表2看出,部分污染因子变异系数已超过100%,表现出较大的离散性。如I[△]类中0006站Oil和0601站位DDT已达中污染水平(Q值分别是3.3和2.2),0018站位有机氯和DDT也明显比I[△]类其它站位高,这几个高值显著提高了I[△]类Oil、DDT、有机氯的 \bar{Q} 值,从而使其Q值不能很好地起到类群代表作用。若提高 $\cos\theta_x$ 的取值,进行更高相似水平上的分类,上述缺点可获修正。

总之,聚类分析为污染类型的划分提供了科学的方法,其优越性将随着计算机的广泛应用而日益显示出来。

参考文献

- [1] 中国科学院地质研究所,数学地质引论,地质出版社,1977,355-392
- [2] 地质矿产部书刊编辑室,环境水文地质问题,地质出版社,1984,244-252
- [3] 朱燮昌等,海洋环境科学,7(2)5-12,1988
- [4] 杨连武等,海洋环境科学,7(2)59-62,1988
- [5] 广西海洋研究所环保专业调查组,《广西海岸带和海涂资源综合调查报告》第三卷(环境质量)1986.9

CLUSTER ANALYSIS OF SURFACE SEDIMENTS POLLUTION IN THE COASTAL AREAS OF BEIBU BAY

Ye Sen, Jiang Keli

(*Guangxi Institute of Oceanography*)

ABSTRACT

In this paper authors handled the marine environment investigation data about bottom sediment pollution on 43 stations in the coastal areas of Beibu Bay in 1984–1985 by the included angle cosine method of Q type in cluster analysis, sediments pollution classification. The bottom sediments are divided into three kinds: the type I belongs in unpolluted or very little pollution, it takes 37.2%. The type II[△] is heavy-metal pollution system which takes pb-pollution as main part. It was considered as a light pollution type, taking 32.6%. The type III[△] is light-to-medium pollution in which petroleum and several heavy metals (Pb, Hg, Zn, etc) are main pollutants, taking 30.2%.

Analysis shows that the pollution-type order is III[△], I[△], II[△] away from seashore of marine area in Baibu Bay, which tallies with formation cause analysis.