

珠江口岸段海岸带海水污染的模糊聚类分析

杨 怡 隆

(中国水产科学研究院南海水产研究所)

七十年代以来,国际上较多的用模糊聚类分析方法解决土壤的分类问题。近年来,模糊聚类分析在气象、地质、农林、医学等方面得到了广泛的应用。

本文应用模糊聚类分析方法对“珠江口岸段海岸带海水污染各被测因子的实测值的综合资料”进行聚类分析,提出了污染区划,对于

搞好环境保护,发展渔业生产提供科学依据。模糊聚类分析方法有很多种,本文采用1979年丁士晟编著的模糊聚类分析法。

一、海水污染的模糊聚类分析

(一) 海水污染的模糊聚类

1. 样本及聚类因子的选择: 本文根据

表1 海水各被测因子的实测值(x)(mg/L)

因子 x	COD	ΣHg	Cu	Pb	Zn	Cd	油类	有机氯农药	酚
测站									
01	3.10	0.000055	0.006	0.012	0.064	0.0006	0.144	0.002005	0.0039
04	1.12	0.000029	0.004	0.011	0.064	0.0011	0.068	0.000829	0.0080
46	1.68	0.000030	0.004	—	0.042	0.0020	0.059	0.002120	0.0117
07	0.60	0.000051	0.004	0.011	0.075	0.0015	0.084	0.001430	0.0061
08	0.43	0.000024	0.004	0.011	0.073	0.0006	0.104	0.001480	0.0040
10	0.27	0.000007	0.005	0.007	0.076	0.0012	0.105	0.001906	0.0084
12	0.21	0.000017	0.006	0.006	0.088	0.0017	0.091	0.001508	0.0040
14	0.34	0.000029	0.006	0.010	0.053	0.0026	0.116	0.001190	0.0070
16	0.34	0.000021	0.004	0.008	0.068	0.0024	0.131	0.000732	0.0024
19	0.96	0.000018	0.005	0.006	0.034	0.0012	0.084	0.001120	0.0076
20	1.16	0.000024	0.008	0.010	0.046	0.0006	0.100	0.001610	0.0078
23	0.79	0.000004	0.004	0.004	0.034	0.0004	0.068	0.001124	0.0037
26	0.48	0.000027	0.004	0.012	0.083	0.0013	0.082	0.001202	0.0027
30	0.54	0.000033	0.005	0.014	0.090	0.0016	0.090	0.000812	0.0099
32	0.61	0.000024	0.005	0.012	0.020	0.0024	0.094	0.000792	0.0051
$\bar{C}_i$ (平均)	0.84	0.000026	0.005	0.010	0.061	0.0014	0.095	0.001324	0.0062

1981年3月珠江口岸段海岸带15个测站实测的9种海水污染实测因子¹⁾,见表1。

2. 求相关关系: 用如下公式对各测站的海水污染指标数据进行标准化处理,以便求其相关关系。

$$X'_{ij} = \frac{X_{ij} - \bar{X}_i}{S_i}$$

其中,

1) 南海水产研究所环境保护室整理的资料。

相关矩阵 R' :

1.0000	0.9994	0.9999	0.9919	0.9743	0.9233	0.8763	0.9548	0.9364	0.9992	0.9992	0.9991	0.9333	0.9984	0.9989
0.9994	1.0000	0.9993	0.9954	0.9800	0.9334	0.8908	0.9606	0.9439	0.9993	0.9994	0.9995	0.9886	0.9967	0.9973
0.9999	0.9993	1.0000	0.9912	0.9725	0.9205	0.8737	0.9518	0.9330	0.9987	0.9987	0.9986	0.9823	0.9987	0.9993
0.9919	0.9954	0.9912	1.0000	0.9943	0.9632	0.9301	0.9804	0.9695	0.9953	0.9956	0.9960	0.9883	0.9847	0.9857
0.9743	0.9800	0.9725	0.9943	1.0000	0.9859	0.9605	0.9949	0.9899	0.9819	0.9821	0.9827	0.9974	0.9618	0.9631
0.9233	0.9334	0.9205	0.9632	0.9859	1.0000	0.9910	0.9918	0.9968	0.9370	0.9373	0.9384	0.9747	0.9028	0.9051
0.8763	0.8908	0.8737	0.9301	0.9605	0.9910	1.0000	0.9662	0.9785	0.8921	0.8929	0.8946	0.9486	0.8523	0.8551
0.9548	0.9606	0.9518	0.9804	0.9949	0.9918	0.9662	1.0000	0.9980	0.9659	0.9659	0.9664	0.9852	0.9384	0.9400
0.9364	0.9439	0.9330	0.9695	0.9899	0.9968	0.9785	0.9980	1.0000	0.9494	0.9494	0.9502	0.9777	0.9171	0.9190
0.9992	0.9993	0.9987	0.9953	0.9819	0.9370	0.8921	0.9659	0.9494	1.0000	1.0000	1.0000	0.9882	0.9956	0.9962
0.9992	0.9994	0.9987	0.9956	0.9827	0.9373	0.8929	0.9659	0.9494	1.0000	1.0000	1.0000	0.9887	0.9956	0.9963
0.9991	0.9995	0.9986	0.9960	0.9827	0.9384	0.8946	0.9664	0.9502	1.0000	1.0000	1.0000	0.9893	0.9954	0.9961
0.9833	0.9886	0.9823	0.9983	0.9974	0.9747	0.9486	0.9852	0.9777	0.9882	0.9887	0.9893	1.0000	0.9740	0.9750
0.9984	0.9967	0.9987	0.9847	0.9618	0.9028	0.8523	0.9384	0.9171	0.9956	0.9956	0.9954	0.9740	1.0000	0.9997
0.9989	0.9973	0.9993	0.9857	0.9631	0.9051	0.8551	0.9400	0.9190	0.9962	0.9963	0.9961	0.9750	0.9997	1.0000

$$\bar{X}_i = \frac{1}{5} \sum_{j=1}^{15} X_{ij}, \quad s_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{15} (X_{ij} - \bar{X}_i)^2}{15-1}}$$

X'_{ij} 代表标准化数据, $\bar{X}_i$ 为 i 个因子在 15 个测站上的平均值, s_i 为 i 个因子的标准差。

3. 求模糊相关矩阵: 用标准化后的数据 (表略) 来计算模糊相关系数。

$$Y'_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^9 X_{ik} X_{jk}}{\sum_{k=1}^9 X_{ik}^2 \sum_{k=1}^9 X_{jk}^2} \quad (i, j=1, 2, \dots, 15)$$

相关矩阵 R' 见本页左侧。

4. 求模糊矩阵: $Y_{ij} = 0.50 + Y'_{ij}/2$, 模糊矩阵:

$$R = \begin{pmatrix} 1 & r_{1,2} & r_{1,3} & \dots & r_{1,15} \\ r_{2,1} & 1 & r_{2,3} & \dots & r_{2,15} \\ r_{3,1} & r_{3,2} & 1 & \dots & r_{3,15} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{15,1} & r_{15,2} & r_{15,3} & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

5. 求模糊等价矩阵: 模糊矩阵不一定都具有传递性, 为求其模糊等价矩阵, 本文计算到 R^4 时满足了传递性, 所以 R^4 即是它的传递闭包, 由它组成的矩阵便是模糊等价关系矩阵, 以 R^* 表示。

6. 聚类结果: 一个模糊等价关系矩阵 R^* 的 λ ——截集, 就是一个普通等价关系 R_λ 。根据这些等价关系, R^* 中的元素便可在任意置信水平 λ 上进行聚类, 并形成动态聚类图 (图 1)。

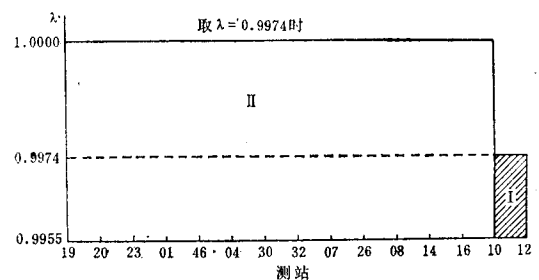


图 1 海水污染聚类

对珠江口岸段海岸带海水污染进行分类,

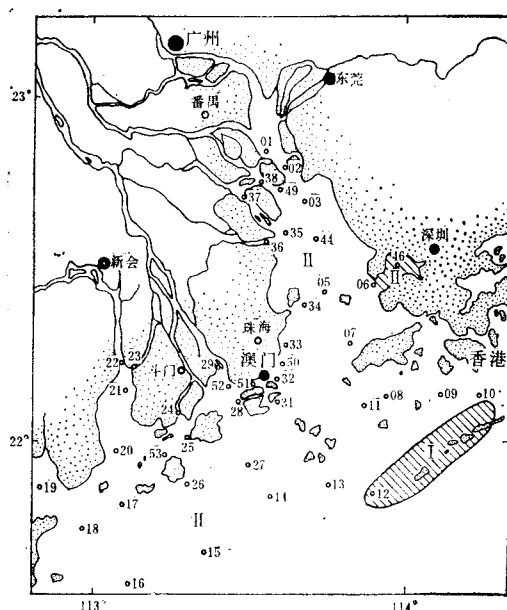


图2 海水质量分区

所有测站共分为两类。除了12号测站的海水属于第I类之外,其余14个测站的海水均属于第II类(见图2)。

(二) 聚类结果的分析

由聚类结果得知,12号测站的海水属于第

I类,其余属于第II类。由海水的实测值看出,12号测站中COD的值是在所有测站中最小的,Pb与酚的实测值也是较小的。对照表2海水水质标准,12号测站的海水属于第I类是符合实际的。由表1看出,10号测站中 ΣHg 是所有测站中最小的,COD与Pb也是较小的。16号测站中,Cu与酚是最小的。所以,10号和16号测站的海水也可以属于第I类,但就调查海域来说,我们倾向于将其归入第II类,其余测站的海水均属于第II类(见图2)。

二、结 语

应用模糊聚类分析法所完成的海水污染区划,对于每个类型的划分及其在分类系统中的位置,事先不必人为规定分类指标,因而可以避免主观随意性。

从海水污染的历史来看,地区性差异很大,即使在同一地区,海水污染情况也不尽相同,也有轻重之分。因此,加强研究珠江口岸段海岸带海水污染的规律,对于更有效地搞好珠江口环境保护,发展渔业生产是十分有益的。

表2 海水各要素因子污染评价标准(S)¹⁾

S 类别	因子	ΣHg	Cu	Pb	Zn	Cd	COD	油类	有机氯 农药	挥发酚
海 水	I	0.0005	0.01	0.05	0.1	0.005	<3	0.05	0.001	0.005
	II	0.001	0.1	0.1	1	0.01	<4	0.1	0.02	0.01
	III	0.001	0.1	0.1	1	0.01	<5	0.5	0.04	0.05

1) 海水项目引自我国海水水质标准 (mg/L)。

FUZZY CLUSTER ANALYSIS FOR CLASSIFICATION OF POLLUTED SEABOARD ZONES OF ZHUJIANG RIVER'S ESTUARY SECTION

Yang Yilong

(Nanhai Fisheries Institute, Fisheries Academy of China)

Abstract

The polluted zones are classified with the Fuzzy Cluster Analysis of nine pollution elements including heavy metal, oil and organic chloride pesticides at 15 spots of Zhujiang River's estuary. As a result the seaboard zones of the Zhujiang River's estuary are divided into two classes according to the pollution level, i. e. spot 12 is of first class and other 14 spots are of second class.