

1989年夏季黄河口及其附近海域 某些自然环境特征及水型分布*

朱兰部 张法高

(中国科学院海洋研究所)

河口地区是海陆相互作用的主要场所之一,这一区域的水文状况既不属于典型的陆相,也不属于典型的海相,而是由河口排入的大量淡水与海水混合而成。这一区域的水文状况比较复杂,海水中含有丰富的营养盐及矿物质,是海洋生物繁殖、栖居的良好环境,也是人类开发利用海洋的极好场所。因而研究河口区域理化环境的分布变化对了解河水-海水界面的转移规律和河口区生态学的研究都具有重要的意义。

黄河是世界泥沙浓度最高的河流,年平均入海泥沙的浓度为 $24.5\text{kg}/\text{m}^3$,在每年约11亿吨的泥沙中,有3亿多吨进入开阔海域。由于多年的淤积沉淀,岸边海水不断变浅,冲积平原区域面积亦不断增加,故而使黄河入海处的河道经常改道,其河口处的水文状况也有所变化,因此经常对黄河口海域进行调查和研究是很有必要的。

本文利用1989年8月对黄河口及其附近海域综合调查的资料讨论了黄河口区域的水文、水化及生物分布特征,并应用Fuzzy聚类法对该海区夏季的海水类型进行了综合性的分析。这对了解和研究该海域的初级生产力、河水与海水混合过程中的环境因子与生物之间的关系,以及石油开发、海水捕捞、水产增养殖等都具有重要意义。

一、调查方法及项目

1989年8月11日至20日,中国科学院海洋研究所“金星二号”调查船在黄河口及附近海域进行了海洋综合调查。调查范围为 $37^{\circ}11.6' - 38^{\circ}37.9' \text{N}$, $117^{\circ}58.3' - 119^{\circ}30.1' \text{E}$ 。本次调查共设12条断面,49个大面观测站(图1)。调查时,对水深大于8m的深水区用“金星二号”船进行;水深小于8m的河口及近岸区,用一艘机帆船配合进行。调查包括水文、水化学、植物、生物、地质等几十个项目。由于该海区水深较浅,因此每个项目均按表、中、底层进行观测或取样。本文利用了水温、盐度、溶解氧、pH、化学耗氧量(COD)、悬浮物、浮游植物、底栖生物、透明度、油类等10个要素的资料。由于调查海区水深较浅,各要素基本呈垂直均匀状态,故本文只分析表层各要素的分布

*中国科学院海洋研究所调查研究报告第2076号。

本文承赵保仁研究员审阅并提出修改意见,杜澗山同志绘图,在此一并致谢。

收稿日期:1992年4月2日。

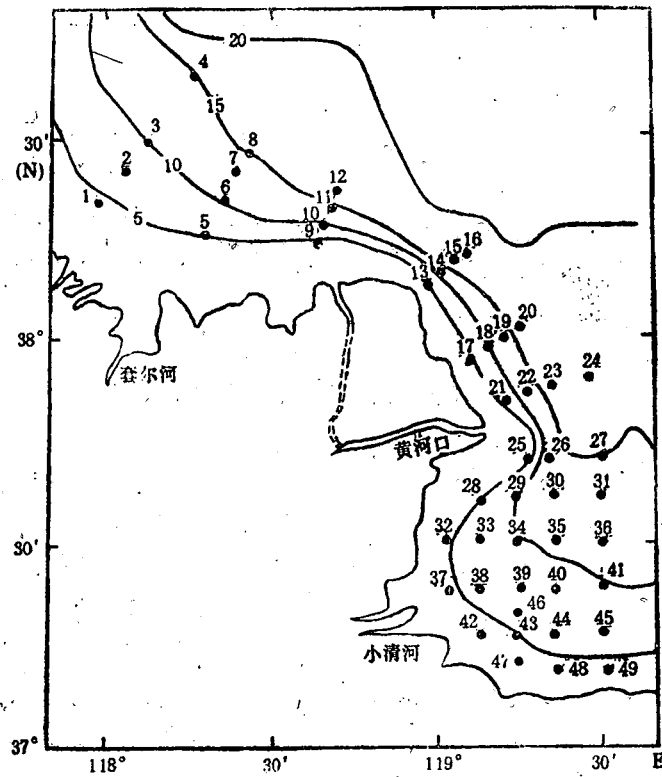


图1 站位及水深(m)分布

变化和海水类型。

二、各要素的分布

黄河口及其附近海域各要素的变化较复杂，它受河口径流、沿岸水系及渤海中央水的影响，每年变化均不相同，本文仅分析1989年8月的表层各要素分布。

1. 水温 黄河口及其附近海域的表层水温分布比较均匀，等值线也比较稀疏。整个调查海域的表层水温在 $25.5\text{--}28.6^{\circ}\text{C}$ 之间，是全年水温最高期（图2a）。套尔河口以北的沿岸区域水温较高，表层水温大于 28.0°C ；而在黄河口以北的区域，由于受渤海中央水的影响，表层水温较低，约在 26.0°C 左右，等值线大致与岸线平行。莱州湾海域夏季表层水温较为复杂，由图2a可看出，在黄河口南侧及莱州湾南部近岸区各呈现一个低于 27.0°C 的低温区；而在小清河河口附近有一水温高于 28.0°C 的高值区，呈舌状伸向龙口方向。

2. 盐度 该调查海区受到夏季降水、渤海中央水及河口径流的影响，海水盐度变化较复杂。整个调查区的盐度值在 $21.1\text{--}31.5$ 之间。图2b表明，套尔河口以北的沿岸区域盐度值低于 31.0 ；而黄河口以北的区域明显受渤海中央水影响，出现大于 31.0 的高值区。莱州湾区域的盐度变化较大，其值约在 $21.1\text{--}29.0$ 之间，等值线大致由西向东逐渐增高。由图还可看出，夏季由黄河口流出的淡水，冲出河口后继而顺岸边南下，流

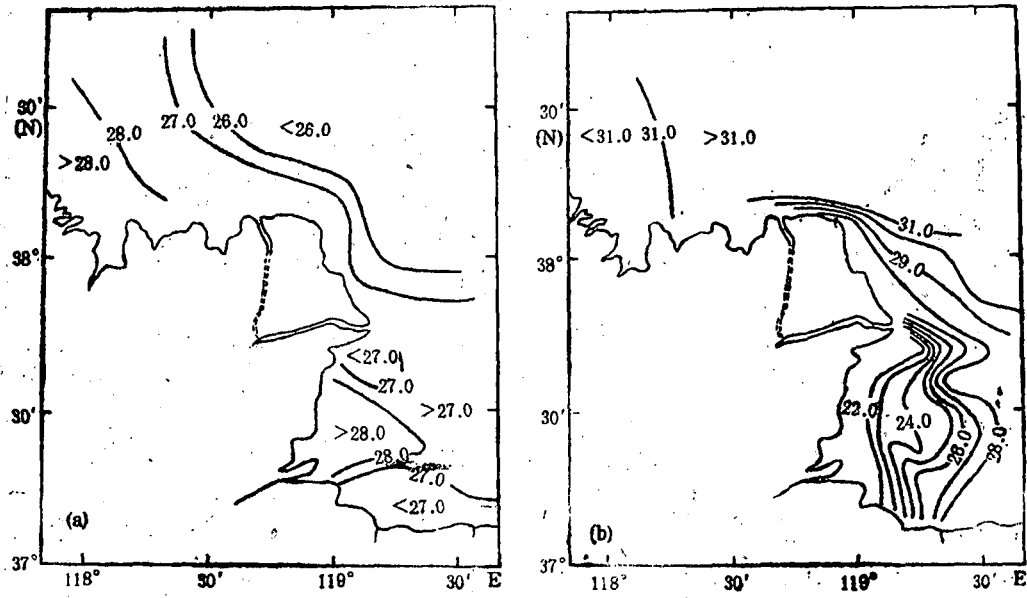


图2 (a)、(b)

(注见 27 页)

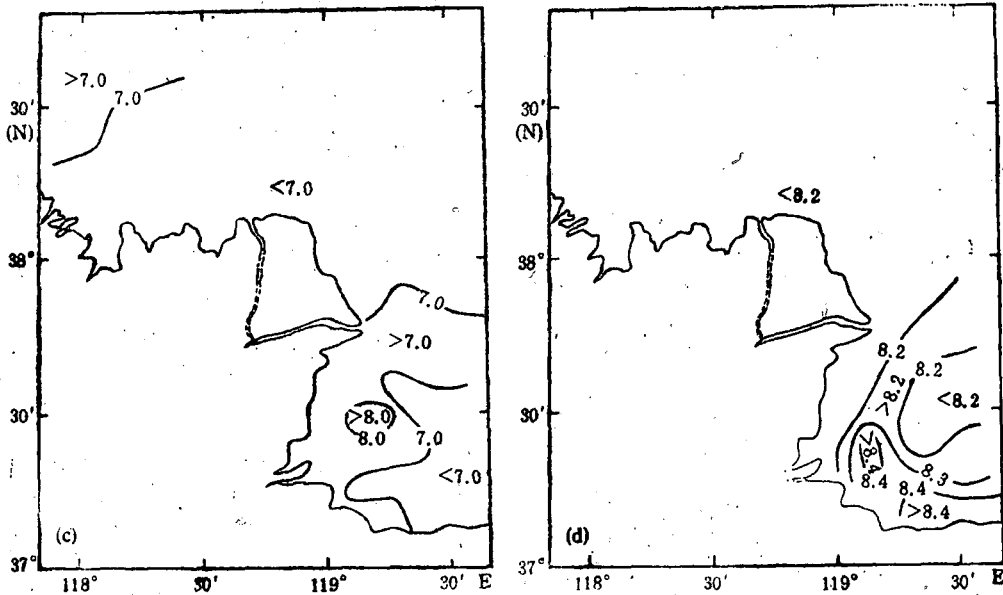


图2 (c)、(d)

(注见 27 页)

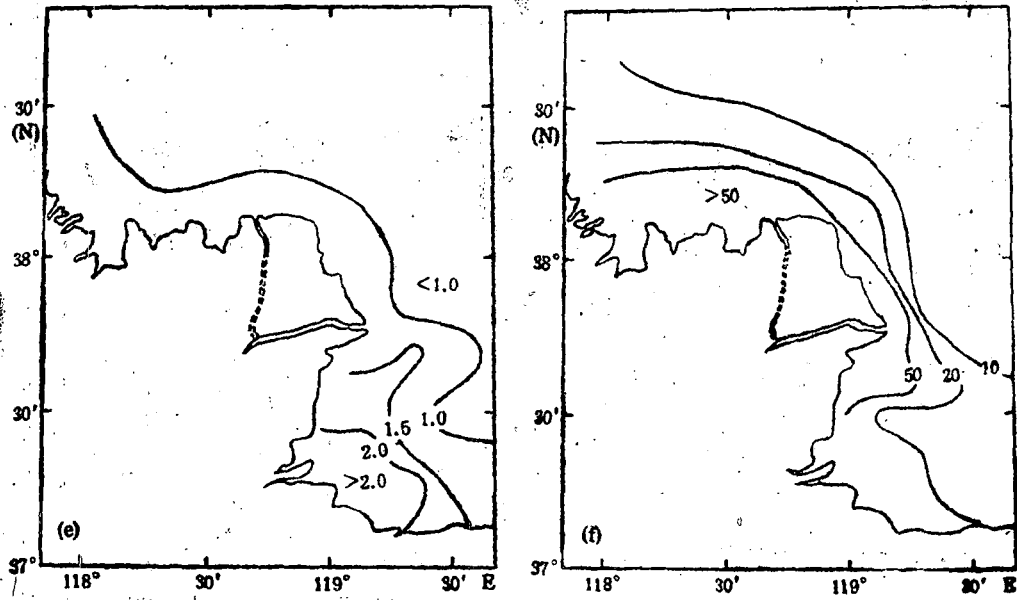


图2 (e)、(f)
(注见 27 页)

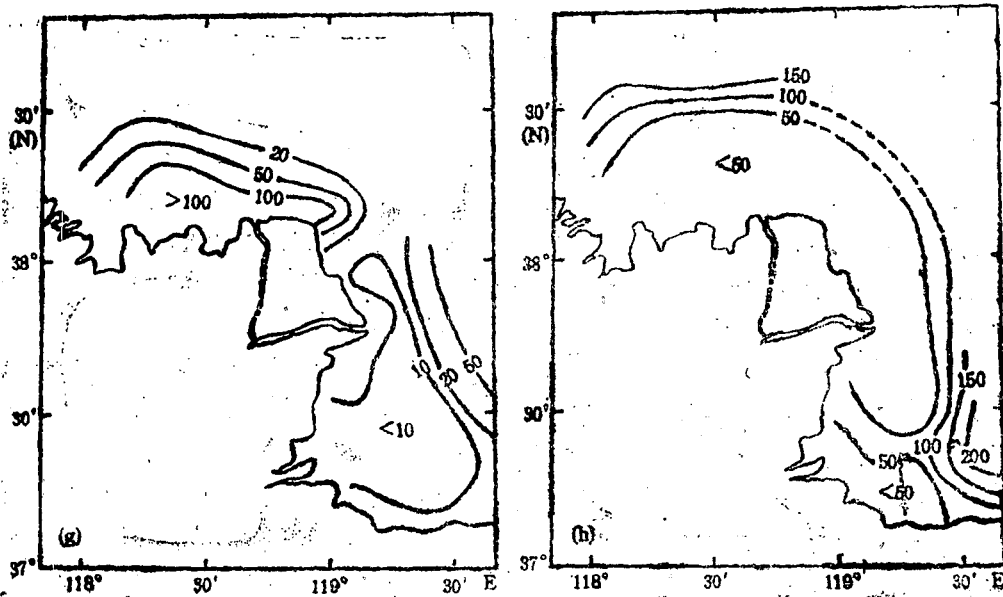


图2 (g)、(h)
(注见 27 页)

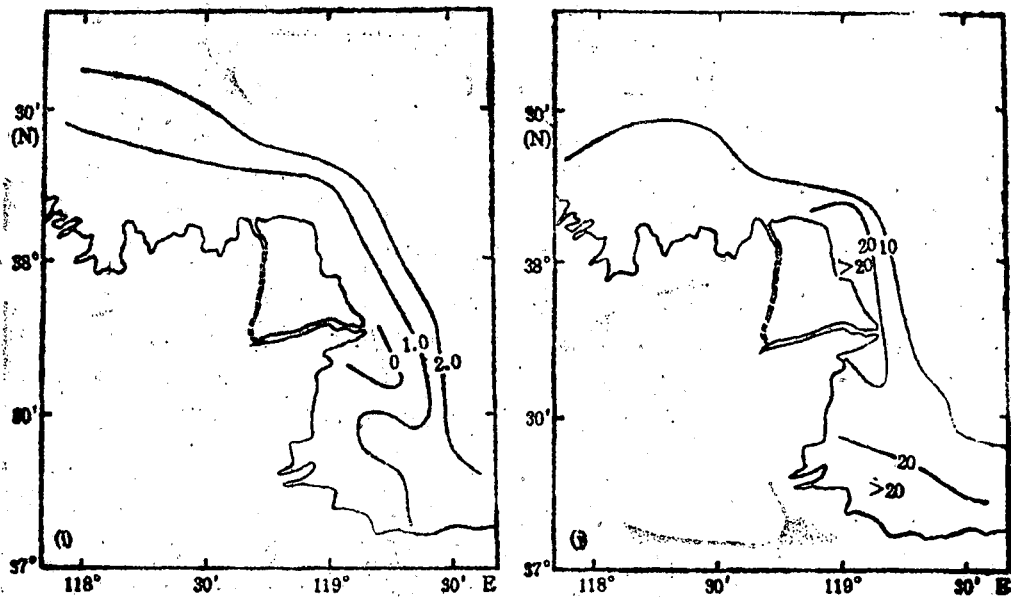


图2 表层各要素的分布

(a) 温度(°C); (b) 盐度; (c) 溶解氧(ml/L); (d) pH; (e) 化学耗氧量(mg/L); (f) 悬浮物(mg/L);
(g) 浮游植物($\times 10^4$ 个/ m^3); (h) 底栖生物(个/ m^2); (i) 透明度(m); (j) 油类(mg/L)

向莱州湾中央区。盐度的这一分布趋势与马锡年等人在1984年8月的调查结果基本一致(马锡年等, 1986)。

3. 溶解氧 调查海区夏季溶解氧的分布较均匀, 且含量较高。整个调查区表层溶解氧值在6.0—8.1ml/L之间(图2c)。套尔河口以北的区域大于7.0mg/L; 黄河口以北的区域小于7.0ml/L; 莱州湾为7.0ml/L左右。总的说来, 受河口及近岸水影响较大的区域溶解氧偏高; 反之则较低。

4. pH值 pH说明海水中的酸碱程度, 有机物的分解可使pH降低。调查海区pH的变化范围较小(图2d), 在8.10—8.66之间。黄河口及其以北的区域pH值偏低(< 8.20), 莱州湾海区的偏大些, 其值都大于8.20, 小清河口外38站的最大值可达8.66。在莱州湾东部有一低于8.20的低值区, 呈舌状楔入莱州湾中部。

5. 化学耗氧量(COD) 如图2e所示, 整个调查海区表层化学耗氧量(以下简称耗氧量)为0.5—2.5mg/L。黄河口及其以北的海区耗氧量较少, 约为1.0mg/L左右。莱州湾区域的耗氧量变化较大, 约在1.0—2.5mg/L之间。小清河口区域的耗氧量最大, 都超过2.0mg/L, 说明此区域附近有一定程度的污染。其总的分布趋势大致为近岸高、远岸低, 自北向南等值线逐渐增高。

6. 悬浮物 由图2f可见, 黄河口及其附近的近岸区域悬浮物的含量均大于50mg/L; 远岸区含量迅速降低到20mg/L以下, 两者差异明显, 形成了较强的锋面。在小清河口附近, 悬浮物含量都低于50mg/L。悬浮物分布的总趋势为近岸大于远岸, 河口区大于外海区。等值线分布大致与等深线一致。

7. 浮游植物 浮游植物在黄河口及其附近海域的分布与其它要素相比有所不同,

该要素约以 38°N 为界, 其北侧浮游植物含量较高, 为 $(1.1-137.4) \times 10^4$ 个/ m^3 , 这是由于该区域河口径流较少, 海水相对稳定, 因而浮游植物繁殖较快。分布趋势为近岸区高 ($>100 \times 10^4$ 个/ m^3); 远岸区低 ($<20 \times 10^4$ 个/ m^3), 等值线较密, 并呈弧形由近岸到远岸逐渐降低。南侧浮游植物含量较低, 其分布和变化与北侧截然不同 (图 2g)。北侧浮游植物量为内高外低, 南侧却为内低外高, 形成了鲜明的对照。黄河口以南及莱州湾区域的浮游植物量约为 $(1.3-67.2) \times 10^4$ 个/ m^3 , 此处多为黄河和小清河等径流入海的汇集区, 带有大量的营养盐, 但是过量的营养盐也会引起海水污染和水域富营养化, 从而危及海洋生物的生命 (沈志良等, 1989)。夏季黄河和小清河的径流量为最大, 因而浮游植物量较低。整个莱州湾浮游植物量大都在 10×10^4 个/ m^3 左右, 低于 10×10^4 个/ m^3 的等值线大致呈椭圆型, 为东南-西北走向。小清河口附近的浮游植物量小于 5×10^4 个/ m^3 , 其东北方的含量逐渐增多。分布趋势为近岸低, 远岸高; 河口区低, 外海区高, 等值线大致呈东南-西北走向。

8. 底栖生物 总的变化量值约在 $10-245$ 个/ m^2 之间。由套尔河口至莱州湾中部出现低于 50 个/ m^2 的低值区, 此区外侧有高于 50 个/ m^2 的区域, 其等值线较密, 环绕整个调查海域 (图 2h), 最大值的 41 站达 245 个/ m^2 。小清河口附近亦出现低于 50 个/ m^2 的区域, 说明此区域受到了沿岸区及河口径流的影响, 产生一定程度的污染, 因而使底栖生物量出现偏低现象。整个调查海区夏季底栖生物的分布均具有近岸低于远岸的趋势, 等值线大致与岸线平行。

9. 透明度 在黄河口及其附近海域海水透明度的变化比较规则, 等透明度线的分布大致与等深线平行。整个调查区透明度值的变化范围为 $0-4.0\text{m}$, 特别是在黄河口附近, 透明度值为零。呈现近岸区水浅透明度小, 远岸区水深透明度大的分布趋势 (图 2i)。

10. 油类 表层油类分布大致与耗氧量相似, 较为均匀, 其值大都在 10mg/L 左右, 仅有个别区域在 20mg/L 以上。分布呈现近岸高, 远岸低的趋势, 10mg/L 的等值线自西北向东南几乎横穿整个调查海域, 大致与 10m 等深线相一致 (图 2j)。在黄河口及小清河口附近出现大于 20mg/L 的区域, 这说明可能由河口径流携带了较高的油类物质, 给该区域造成了明显的污染现象。

综上所述可以看出, 黄河口及其附近海域夏季表层各要素的分布和变化特征各有所异, 它们受到冀东沿岸水、渤海中央水、黄河和小清河等径流的影响, 特别是渤海中央水和黄河径流的影响尤为明显。黄河口以北区域受渤海中央水影响较大, 黄河口以南区域受黄河及小清河等径流的影响较显著。另外, 整个海区还受到太阳辐射、风、浪、潮流、地质等多种因素的影响, 因此该调查海域具有独特的变化特征。

三、水型划分

本文应用 Fuzzy 聚类法, 综合上述各要素对该海域的水型进行系统划分。由于该海域水深较浅, 表、底层各要素分布基本趋向一致, 故这里只利用表层 49 个测站的水文、水化学、生物等 10 项要素进行 Fuzzy 聚类划分水型。

1. 方法与计算

基本方法如下:

(1) 建立样本集 $X = (x_{ij})$

x_{ij} ($i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, m$) 代表第 i 站第 j 个要素。

(2) 计算 Fuzzy 矩阵 R , 这时 R 具有

自反性 $R_{ii} = 1$, 对称性 $R_{ij} = R_{ji}$

(3) 求 R 的传递闭包, 本文采用连续平方幂的方法, 即 $R \rightarrow R^2 \rightarrow R^4 \rightarrow \dots = R^*$ 为 Fuzzy 等价关系。

(4) 截取 Fuzzy 等价关系 R 中不同水平 λ 的截集, 然后进行分类。

根据上述方法, 将黄河口及其附近海域 49 个测站的 10 项表层水文、水化学和生物等要素值在 IBM-PC 机上进行计算。由于各要素值的测量单位不同, 因而在计算时首先对各要素作标准化处理。考虑到不同的要素在划分水团中所起的作用不同, 通常都将温度、盐度和溶解氧视为较稳定因子, 因此这些因子作加大权重处理。权重系数分别为: 温度、盐度和溶解氧 0.15; pH、耗氧量、悬浮物、浮游植物和底栖生物 0.09; 透明度和油类 0.05。至此, 原始数据矩阵 X 变成了一个经过标准化和加权处理的数据矩阵。

2. 结果与分析

经过计算, R^{32} 满足了 Fuzzy 的等价关系, 故依 R^{32} 进行 Fuzzy 分类。用系统聚类法即可得聚类谱系图 3。

由图 3 看出, 当 λ 由大到小逐渐递减时, 测站逐步聚合, 分类则由细变粗, 类数也由多变少。本文根据聚类结果和

水团分析的实际经验, 认为取 $\lambda = 0.82$ 为宜, 因此可划分出三大聚类中心。个别未能聚合归类、而且离散度较大的测站除外, 黄河口及其附近海域的海水可分为三种类型, 即

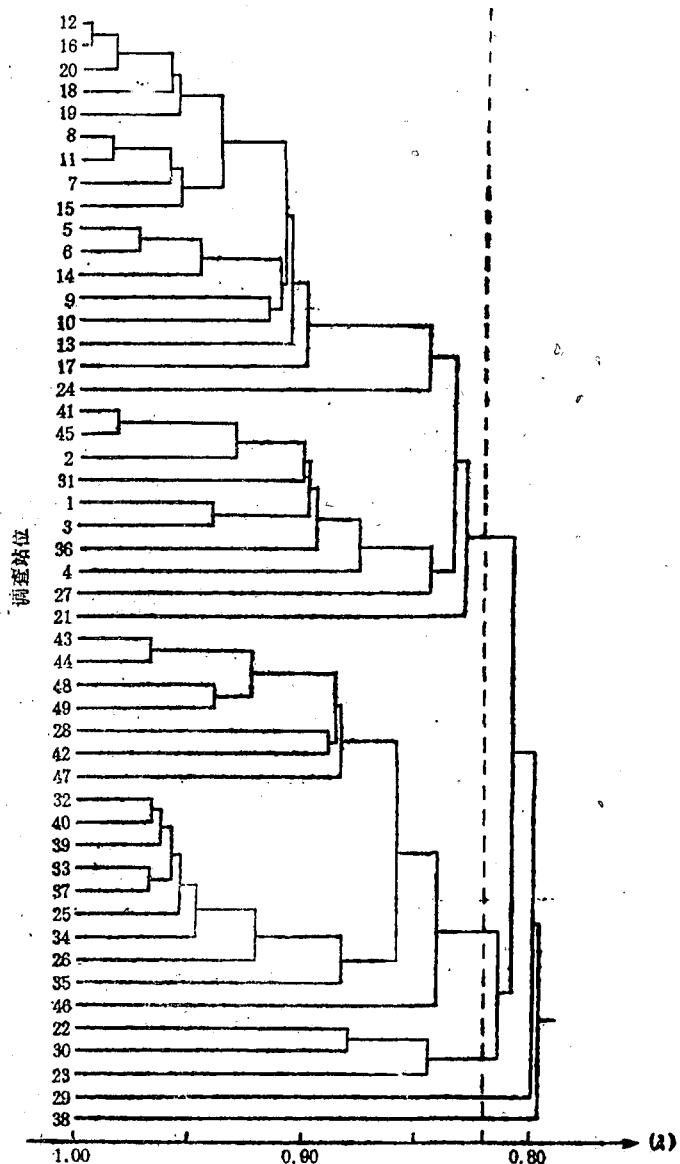


图 3 聚类谱系

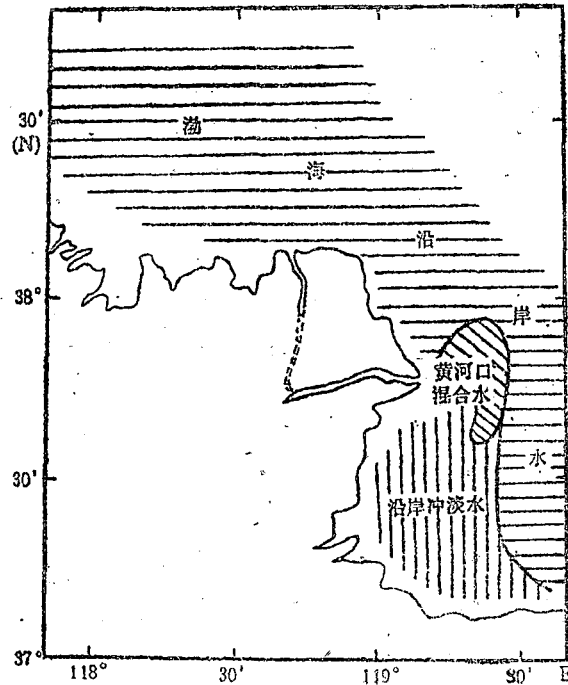


图4 海水类型分布

表1 海水各类型的示性特征值

海水类型 \ 要素特征值	温度 (°C)	盐度	溶解氧 (ml/L)	pH	耗氧量 (mg/L)	悬浮物 (mg/L)	浮游植物 ($\times 10^4$ 个/m ³)	底栖生物 (个/m ²)	透明度 (m)	油类 (mg/L)
渤海沿岸水	27.06	29.98	6.60	8.15	0.99	47.2	41.3	82.0	1.3	13.3
黄河口混合水	27.23	28.32	7.34	8.17	0.95	17.4	14.6	44.8	1.1	11.0
沿岸冲淡水	27.46	24.57	7.57	8.28	1.80	26.4	6.9	40.8	0.9	32.5

渤海沿岸水、黄河口混合水和沿岸冲淡水 (如图4)。

海水各类型的示性特征值见表1。

各类水型的分布及示性特征分析如下:

(1) 渤海沿岸水 如图4所示,它位于河北及山东的近岸区域,是由这一带的沿岸水和渤海中央水混合而成。其分布范围较广,几乎占据整个调查海域。该海水类型的主要特征是受渤海中央水的影响较明显,在三种水型中,它的温度、溶解氧为最低;盐度、悬浮物、浮游植物、底栖生物和透明度为最高。

(2) 黄河口混合水 分布于黄河口附近,是由黄河径流的一部分与外海高盐水混合的一种水型。由盐度分布可以看出,由于黄河径流量减少,而流出的大部分淡水顺岸

边南下，仅有少量淡水向东流去，在此与外海水混合而成，尔后又流向莱州湾，因而其盐度并不太低。溶解氧略偏高，以悬浮物和油类最低为其主要示性特征，其它要素为中性。

(3) 沿岸冲淡水 分布于莱州湾内，是由黄河水向南扩散与莱州湾水混和之后的一种水型，侍茂崇等(1985)称之为黄莱混合水。但在该区域还有小清河、潍河、潍河、胶莱河等大小十几条河流与其混合，使其盐度为三种水型中最低，故本文称之为沿岸冲淡水。它以温度、溶解氧、pH、耗氧量、油类为最高，以盐度、浮游植物、透明度最低为其主要示性特征。

参 考 文 献

- 马锡年、李全生、沈万仁，1986，黄河口及其近岸海域的溶解砷，*海学科学*，10(5)：19—23。
朱兰部、张启龙，1986，应用模糊聚类法对夏季胶州湾海水类型的初步划分，*海洋科学*，10(5)：55—57。
沈志良、陆家平、刘兴俊，1989，黄河口及其附近海域的无机氮和磷酸盐，*海洋科学集刊*，30：51—79。
侍茂崇、赵进平、孙月彦，1985，黄河口附近水文特征分析，*山东海洋学院学报*，15(2)：81—95。
Xu Lijun and Zhou Zhonghuai, 1989, The geochemical anomaly of uranium in the Huanghe River Estuary, *Marine Sciences*, 1 (1) : 43—50.

SOME NATURAL ENVIRONMENT CHARACTERISTICS AND DISTRIBUTION OF SEAWATER TYPES IN THE YELLOW RIVER ESTUARY AND ITS NEARBY COASTAL IN SUMMER 1989*

Zhu Lanbu and Zhang Fagao

(Institute of Oceanology, Academia Sinica)

Abstract

The characteristics of the distribution and variations of ten natural environment factors are discussed in this paper, based on the data from comprehensive investigations in the Yellow River estuary and its nearby coastal zone in August 1989. Seawater type in these areas were divided by means of the fuzzy cluster method. The results show that there are three seawater types in the Yellow River estuary and its nearby coastal zone in summer: the Bohai coastal seawater, the Yellow River estuary mixed seawater, and the coastal diluted seawater.

* Contribution No. 2076 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica,