

研究简报

## 海洋腐植质的研究

### IV. 黄河口海水和沉积物中腐植质的分布\*

曹文达 裘香荃 韩丽君

(中国科学院海洋研究所, 青岛)

黄河是我国第二大河,素以含砂量高而著称于世,每年平均有12亿吨泥沙输送至河口<sup>[2]</sup>,其中约有三分之二淤积在三角洲前沿,使黄河河道在三角洲上交替改变,河口不断地延伸、摆动,演变剧烈,构成了河口区特殊的水文和地球化学特征。为了配合中国科学院海洋研究所1984年对黄河口进行综合调查,作者于同年春季和夏季对河口及其毗邻海区的腐植质(HS)和乙醇可溶物(ES)<sup>[1]</sup>含量进行了测定。本文根据测定结果就HS在海水和沉积物中的分布特点及相关因素作初步探讨。

#### 一、采样和实验方法

##### 1. 样品的采集和处理

1984年5月和8月在黄河口 118°30'—119°40'E, 37°15'—38°11'N 区域采集了18个站位的表层水样和沉积物样品,站位见图1。每个站位采集水样50L,加6mol/L HCl 调节水样至 pH = 2,沉积物样品立即在船上 105°C 烘干,磨细过筛(80目)。

##### 2. 样品分析

海水和沉积物中 HS 的分析方法参阅文献 [5, 6]。

#### 二、结果与讨论

##### 1. 黄河口海水 HS 和 ES 的分布特征

###### (1) 黄河口海水 HS 和 ES 的浓度

表1列出了1984年黄河下游(4月)和河口区(5月)各站的HS和ES的浓度。黄河下游各站的浓度变化不大,而在河口区HS和ES变动范围较大。31站和34站正位于口门前方,受黄河径流中有机物的影响较大,而且春季又是浮游植物生长的高峰季节,口门处水质的营养元素丰富,浮游植物生长密度大,它们除了向海水中分泌有机物质外,其尸骸又是HS的重要来源;所以春季口门处HS和ES浓度较高,这不仅是受到陆源有机物的影响,内部来源的有机物也起重要作用。

\* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第1279号。  
收稿日期: 1985年11月20日。

表 1 1984 年 4—5 月黄河口 HS, ES 浓度和盐度的变化

Tab. 1 Variation of HS, ES concentration and salinity in Huanghe River estuary in Apr. to May 1984

站号	采水日期	HS 浓度 ( $\mu\text{g/L}$ )	ES 浓度 ( $\mu\text{g/L}$ )	HS + ES 浓度 ( $\mu\text{g/L}$ )	S(‰)
黄河下游	D	401.07	538.11	939.18	0.083
	E	397.30	548.00	945.30	0.090
	F	402.57	490.44	893.01	0.116
	G	417.61	579.41	997.02	0.100
平均 $\bar{x}$		404.64	538.99	943.63	0.097
河口区	17	335.86	598.62	934.48	29.783
	20	308.89	525.92	834.81	30.607
	23	321.67	505.60	827.27	29.642
	25	351.64	577.10	892.74	28.554
	28	338.86	540.51	879.37	27.522
	31	533.00	650.91	1183.91	16.926
	33	398.06	530.63	928.68	26.537
	34	500.01	743.85	1243.86	13.068
	41	388.38	578.85	967.23	26.985
	43	404.08	577.65	981.73	27.446
46	356.91	558.53	915.44	27.489	
平均 $\bar{x}$ 与 S(‰) 相关性 $r$		385.21 -0.93	580.74 -0.89	965.96 -0.96	25.869

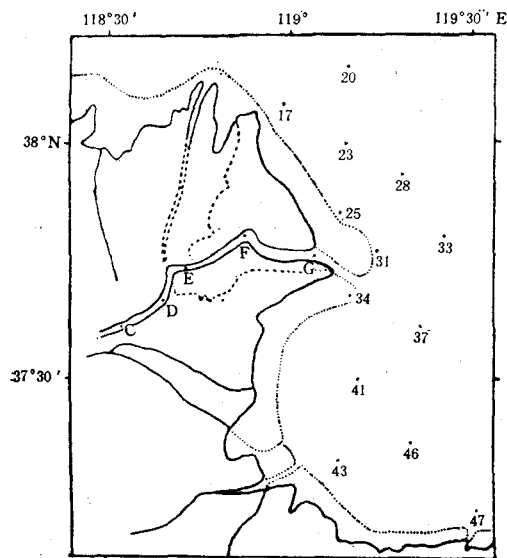
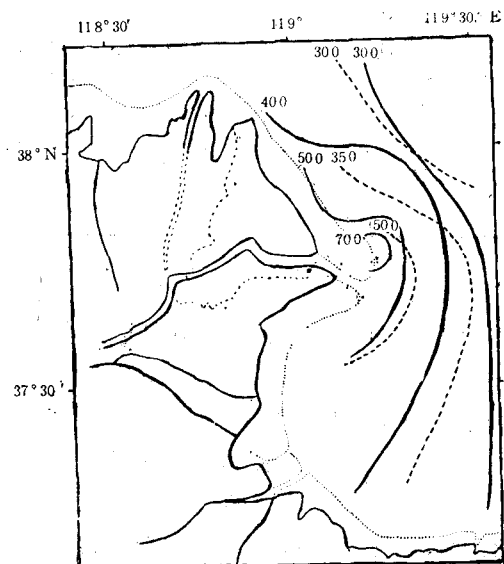


图 1 采样站位

Fig. 1 Sampling stations

图 2 1984 年 5 月和 8 月黄河  
口海水中 HS 的分布 ( $\mu\text{g/L}$ )Fig. 2 Distribution of HS in seawater of Huanghe River estuary in May and Aug. 1984 ( $\mu\text{g/L}$ )

---- May; — Aug.  
---- 5月; — 8月。

夏季,黄河流域雨量增加,许多陆地有机物随雨水流入黄河,河水中所含有机物浓度增加,8月黄河下游河水中 HS 和 ES 的平均浓度明显高于同年枯水期河水中的浓度。河口区,HS 和 ES 浓度也随季节而变化,8月 HS 和 ES 的平均浓度均高于5月同一海域的浓度(表2),显然这是与黄河径流的影响分不开的。夏天,黄河水的有机物含量高,排水量又大,向河口区输入的有机物总量增多,因此河口区 HS 和 ES 浓度较高,这主要是受陆源有机物的影响。

表2 1984年8月黄河口 HS,ES 浓度和盐度的变化

Tab. 2 Variation of HS,ES concentration and salinity in Huanghe River estuary in Aug. 1984

站号	采水日期	HS 浓度 ( $\mu\text{g/L}$ )	ES 浓度 ( $\mu\text{g/L}$ )	HS + ES 浓度 ( $\mu\text{g/L}$ )	S(‰)
黄河 C	1984.7.31	757.22	813.58	1570.80	
下游 E	7.31	937.07	656.72	1593.79	
平均 $\bar{x}$		847.15	735.15	1582.30	
17	1984.8.18	321.67	478.90	800.57	31.823
20	8.18	314.90	483.52	798.42	32.288
23	8.18	404.83	615.98	1020.81	26.635
河 25	8.19	434.80	570.72	1005.52	26.684
28	8.19	449.84	598.62	1048.46	23.544
31	8.19	745.94	813.58	1559.52	2.553
口 33	8.19	394.30	627.62	1021.92	27.272
34	8.23	502.28	548.00	1050.28	18.572
区 37	8.23	426.53	586.99	1013.52	24.530
41	8.23	497.76	586.99	1084.75	19.909
43	8.23	475.31	645.09	1120.40	23.128
46	8.23	351.64	521.85	873.49	25.064
47	8.23	308.89	685.73	994.62	27.713
平均 $\bar{x}$ 与 S(‰) 相关性 r		432.98 -0.96	597.20 -0.75	1030.18 -0.94	23.824

### (2) 黄河口海水 HS 的分布

黄河口及其毗邻海域中 HS 的主要分布特点是,河口浓度最高,有规律地由河口向外递降。从河口向北和东北的递降速度较快,向南较慢,这与黄河水主要向南扩散有关<sup>[3]</sup>。5月和8月 HS 在河口区的分布趋势基本相似,8月的浓度较高(图2)。

### (3) 黄河口海水 ES 的分布

5月,黄河口 ES 的浓度分布趋势与 HS 的基本一致,即河口浓度较高,从河口向外有规律地递降,因受水文条件影响,向南的递降速度较慢。8月,黄河径流量增大,ES 浓度由河口向东呈舌状分布。莱州湾的47和43站,分别靠近小清河和潍河出口,各自受到这二条河径流的影响,ES 的浓度也都出现小的舌状分布(图3)。

### (4) 黄河口 HS, ES 和 S(‰) 之间关系

黄河口及其毗邻海域盐度受黄河径流影响,春季盐度高于夏季(表1,2)。由图4可以看到,8月在黄河口有一个明显的低盐舌区,逐渐向南扩散;在河口以北  $38^{\circ}05'N$  处,从

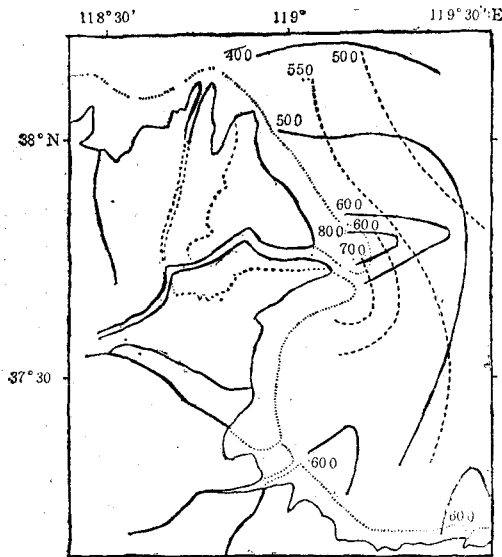


图3 1984年5月和8月黄河口海水ES的分布( $\mu\text{g/L}$ )

Fig. 3 Distribution of ES in seawater of Huanghe River estuary in May and Aug. 1984 ( $\mu\text{g/L}$ )  
 ----May; ——Aug.  
 ----5月; ——8月。

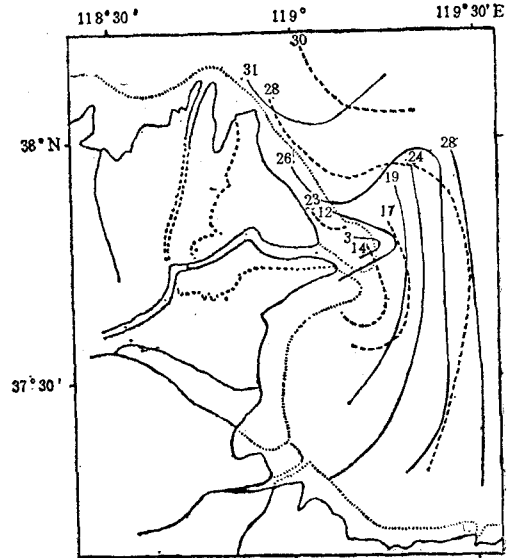


图4 1984年5月和8月黄河口S(‰)分布简图

Fig. 4 A brief map for distribution of S(‰) in Huanghe River estuary in May and Aug. 1984  
 ----May; ——Aug.  
 ----5月; ——8月。

北方嵌入一股高盐水,以舌状伸向黄河口<sup>[3]</sup>,强烈阻碍黄河水北上,因此黄河水向北扩散较弱。5月,黄河径流量较小,低盐区主要由河口逐渐向南和东扩散。

黄河口 HS 和 ES 的浓度分布与 S(‰) 有密切负相关关系,5月的相关系数分别为 -0.93 和 -0.89,8月的分别为 -0.96 和 -0.75。将 HS + ES 的分布图(图5)与图4相比较,可以看出,不论在5月或8月,HS + ES 的浓度分布趋势基本与黄河水的扩散趋势一致。由此可见,河口区高浓度的 HS 和 ES 是受黄河径流影响的,即黄河水中丰富的有机物质随流进入河口后,其中 HS 和 ES 随着 pH 和 S(‰) 的变化而不同程度地凝聚并沉到海底,其浓度逐渐下降。

#### (5) 黄河口海水 HS 与浮游植物分布<sup>1)</sup>的关系

春季是浮游植物生长的高峰季节。5月,黄河口区域浮游植物的平均个体数为  $139.3 \times 10^4$  个/ $\text{m}^3$ ,河口密度最高,大于  $300 \times 10^4$  个/ $\text{m}^3$ ,由河口向外密度逐渐下降,与同月海水 HS 的分布趋势相似(图6)。8月,河口区浮游植物生长数量较低,平均个体数为  $87.2 \times 10^4$  个/ $\text{m}^3$ ,口门处正值黄河汛期,径流量大,水质浑浊,透明度小,不宜浮游植物生长,浮游植物密度较高区域分布在河口两侧的近岸处,并由近岸向外密度逐渐下降(图6)。

黄河口海区所以有较高的浮游植物生产力,无疑与黄河径流输入较多营养元素有关,但是不能忽视 HS 所起的重要作用。作者于1984年所进行的浮游植物培养实验证

1) 根据郭玉洁等调查资料。

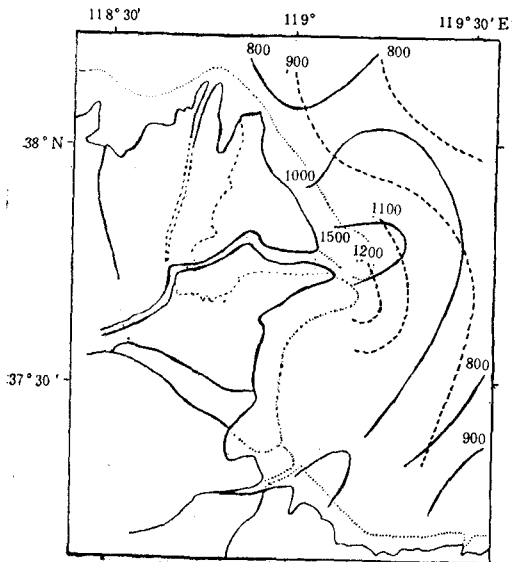


图5 1984年5月和8月黄河口海水  
HS + ES 的分布 ( $\mu\text{g/L}$ )

Fig. 5 Distribution of HS + ES in seawater of Huanghe River estuary in May and Aug. 1984 ( $\mu\text{g/L}$ )  
----May; ——Aug.  
----5月; ——8月。

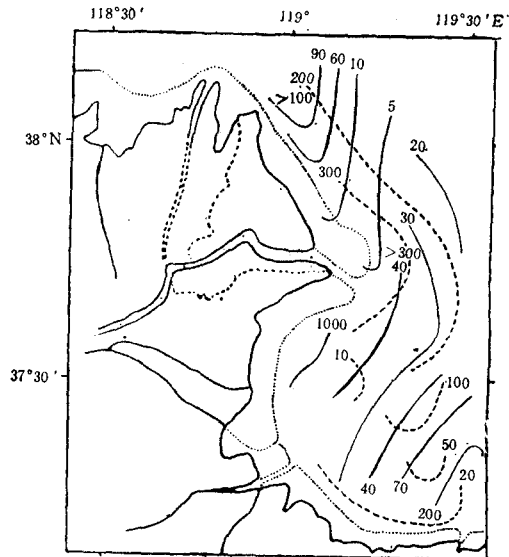


图6 1984年5月和8月黄河口浮游植物总个体数的分布 ( $\times 10^4$  个/ $\text{m}^3$ )

Fig. 6 Distribution of phytoplankton population in Huanghe River estuary in May and Aug. 1984 ( $\times 10^4$  cells/ $\text{m}^3$ )  
----May; ——Aug.  
----5月; ——8月。

实<sup>[4]</sup>, HS 能刺激浮游植物的生长和降低某些重金属离子的毒性。黄河口海区 HS 浓度与浮游植物密度的分布趋势相似,也说明两者之间存在紧密联系。

## 2. 黄河口沉积物中 HS 的分布

(1) 黄河口沉积物中 HS 的含量: 由表3结果可以看到,黄河下游D站和F站沉积物样品的 HS 含量高于河口区沉积物中的含量。

表3 黄河口沉积物中 HS 的含量

Tab. 3 Contents of HS in sediments of Huanghe River estuary

站号	采泥日期	泥样外观	HS 含量			
			总量 (mg/g)	HA (mg/g) (%)	FA (mg/g) (%)	ES (mg/g) (%)
黄河 D	1984.4.25	细黄泥	2.213	1.112 50.2	0.890 40.2	0.211 9.6
下游 F	4.23	细粉砂	0.821	0.370 45.1	0.320 39.0	0.131 16.0
平均			1.517	0.741	0.605	0.171
23	1984.5.25	细粉砂	0.791	0.338 42.7	0.319 40.3	0.134 16.9
31	5.23	粗粉砂	0.942	0.380 40.3	0.425 45.1	0.137 14.5
33	5.23	粉砂质泥	1.245	0.520 41.8	0.515 41.4	0.210 16.9
41	5.23	粉砂质泥	1.534	0.663 43.2	0.627 40.9	0.244 15.9
平均			1.128	0.475	0.472	0.181

沉积物中 HS 的含量与样品的粒度有关, 粒度越小, HS 含量越高。HS 中各分级产物的比例也与沉积物样品的粒度有关, 细粒沉积物中 HA 所占比例较高, 在粗粒沉积物中, 则 FA 的比例增高。

(2) 黄河口沉积物中 HS 的分布特点: 黄河径流含有丰富的有机物质并挟带大量泥沙, 其中约有三分之二泥沙在河道及河口沉积, 其余约三分之一的细颗粒泥沙漂浮入海。黄河下游河床较宽, 水流因泥沙淤积而经常改道, 河水深浅不一, 底质分布差异较大。D 站处于水流缓慢的河床区, 底质为细黄泥, 其 HS 含量很高, 达 2mg/g 以上; 而 F 站位于水流较急处, 只有较大颗粒泥沙沉积, 底质为细粉砂, HS 含量较低, 小于 1mg/g。所以黄河下游沉积物中 HS 的含量因底质的粒度分布不一而差异较大。

河口区沉积物中 HS 的含量分布与黄河下游类似, 也是与沉积物的粒度有关。31 站正处于口门处, 大量粗粒物质在此沉积, 底质主要为粗粉砂, HS 含量较低 (<1mg/g)。当粗粒物质在河口下沉以后, 细粒物质则随水流向南和东漂流扩散, 由于水体的 pH 和 S(‰) 骤然增加, 促使金属离子水合物大量沉淀, 同时伴随着细粒物质凝聚, 并在河口南侧和向东方向的海区大量沉积, 形成了那里的底质主要为粉砂质泥。细粒物质包含较多的有机物质和 HS, 其含量随着粒级的变细而增高, 因此粉砂质泥中的 HS 含量也相应较高 (>1mg/g)。河口北侧, 此处海流较强, 黄河入海的细粒物质难以在该处沉积, 粗粒物质的底质较多, 那里沉积物中的 HS 含量也相应较少。

从以上黄河口沉积物中 HS 的分布趋势看, 它与同一海域表层海水中 HS 的分布不完全一致, 它们之间无一定的相关性。而沉积物中 HS 的含量与沉积物粒级粗细变化有着密切关系。这些结果与长江口及东海沉积物中 HS 的分布特点<sup>[6]</sup>基本一致。

### 参 考 文 献

- [1] 纪明侯、曹文达、韩丽君, 1982。海洋腐植质的研究 I. 用 GDX-102 吸附树脂分离海水腐植质。海洋与湖沼 13(4): 370—379。
- [2] 庞家珍、司书亨, 1979。黄河口演变。1. 近代史变迁。海洋与湖沼 10(2): 136—141。
- [3] 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。
- [4] 曹文达、韩丽君、纪明侯, 1985。海水腐植质对浮游植物——小角刺藻生长的影响。全国第三次腐植酸化学学术讨论会论文集。中国化学会, 132—137 页。
- [5] 曹文达、裘香荃、韩丽君等, 1987。海洋腐植质的研究 II. 海洋沉积物中腐植质的分离及其物理化学性质。海洋与湖沼 18(4): 364—370。
- [6] 曹文达、纪明侯、裘香荃等, 1987。海洋腐植质的研究 III. 长江口及东海海水和沉积物中腐植质的分布。海洋与湖沼 18(5): 459—468。

STUDIES ON MARINE HUMIC SUBSTANCES IV. THE  
DISTRIBUTION OF HUMIC SUBSTANCES IN THE  
SEAWATER AND SEDIMENTS OF HUANGHE  
RIVER ESTUARY\*

Cao Wenda, Qiu Xiangquan and Han Lijun

(*Institute of Oceanology, Academia Sinica, Qingdao*)

ABSTRACT

Concentrations of humic substances (HS) and alcohol-soluble organic matter (ES) in the seawater from Huanghe River estuary are influenced by Huanghe River current. Their concentrations are inversely related to  $S(\text{‰})$  with the correlation coefficients of  $-0.93$  and  $-0.89$  in May,  $-0.96$  and  $-0.75$  in August, respectively. Average concentrations of HS and ES in the seawater also vary with seasons,  $433.0 \mu\text{g/L}$  and  $597.2 \mu\text{g/L}$  in August,  $385.2 \mu\text{g/L}$  and  $580.7 \mu\text{g/L}$  in May, respectively. Both concentrations in August are higher than those in May.

Contents of HS in the sediments of Huanghe River estuary vary from  $0.791 \text{ mg/g}$  to  $1.534 \text{ mg/g}$ , averaging  $1.128 \text{ mg/g}$ . Their content distributions are related to the grain size of sediments. The fine grained matter contains more HS.

\* Contribution No. 1279 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.