

黄河口海区沉积物柱样中碳酸盐组分*

韩桂荣

刘玉海

(中国科学院海洋研究所, 青岛 266071) (日照市环境保护局 276800)

提要 于 1989 年 5 月在黄河口海区采集 4 个沉积物柱状样, 以原子吸收法测定其碳酸盐组分中 Ca, Mg, Fe, Na, Mn 元素的含量。结果表明, 含量分布基本遵循“元素粒度控制律”, 即沉积物粒度细时, 元素含量趋于富集。结果还证明, 受黄河水影响越大, 沉积物碳酸盐组分 Mn/Fe 比值越高, 可以以此判断沉积物受黄河水影响的程度; CaCO_3 含量亦存在类似现象。相关分析表明, 碳酸盐组分中 Mn 含量与 CaCO_3 含量相关较好, 而 Fe 与 CaCO_3 相关较差。

关键词 碳酸盐组分 碳酸钙 黄河口沉积

黄河是中国第二大河, 全长 5464km, 流域面积达 752443km²。因黄河水含沙量巨大, 年均输沙量近 11 亿吨(庞家珍等, 1987), 大部分泥沙在河口附近淤积, 而使得黄河三角洲生长迅速, 同时, 由于高速淤积, 造成黄河尾闾经常摆动, 流路多变。

黄河泥沙主要来自于富含 CaCO_3 的黄土高原, 黄河以高含量的 CaCO_3 物质而著称, 因而使黄河口一带形成 CaCO_3 的富集 (Yang 等, 1989)。其它河流携带 CaCO_3 为数甚少 (中国科学院海洋研究所地质研究室, 1985)。本文对黄河口海区沉积物柱样中碳酸盐组分进行了分析研究, 并根据各组分分布特点和变化规律, 结合沉积速率和地质资料, 进行了进一步的探讨。

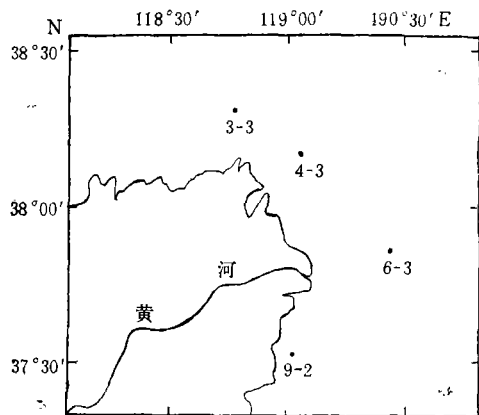


图 1 采样站位图

Fig.1 The map of sampling stations in sea area of the Huanghe River Estuary

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 2204 号。
国家自然科学基金重大项目, B 11880220 号。
本研究工作曾得到杨光复研究员的指导和帮助, 谨志谢忱。

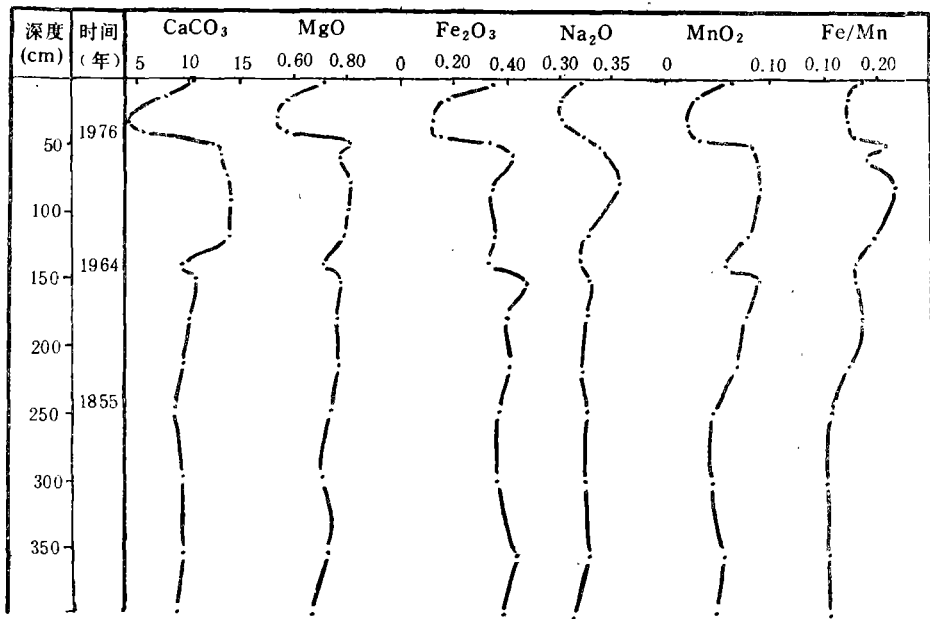


图 2 3-3站碳酸盐组分垂直分布(%, Mn/Fe 除外)

Fig. 2 The vertical distribution of the elements measured in the carbonate fraction of core 3-3 (% , except Mn/Fe) in sea area of the Huanghe River Estuary

1 样品采集与测定

运用中国科学院海洋研究所海洋调查船“金星二号”于1989年5月在黄河口海区水深7—17m范围内,以震动活塞取样管采集沉积物柱状样,柱长为2—4m,采样站位见图1。样品采上后立即用塑料布密封保存,室内进行沉积物描述,然后按沉积层和沉积物特征,相隔一定间距取样,烘干,磨细后进行测定。以原子吸收法(韩桂荣等,1990)测定沉积样中碳酸盐的Ca, Mg, Fe, Mn等元素含量。

2 测定结果与讨论

分别对3-3, 4-3, 6-3及9-2站柱样碳酸盐组分中Ca, Mg, Fe, Na, Mn的测定结果,见表1—表4。表中Ca以CaCO₃形式表示,其余的以各自氧化物形式——MgO, Fe₂O₃, Na₂O, MnO₂表示。此外,计算了碳酸盐组分中Mn/Fe比值,亦列入表中。

2.1 3-3站柱样及测定结果 位于黄河三角洲北岸、刁口流路北约16km。采样时水深17m,取得柱样长4.00m。0—12cm为褐色粘土质粉沙(浮泥);12—44cm为黄褐色细粉沙,含量>80%,分布均匀;44—140cm为黄褐色粉沙质粘土;140—400cm为灰色粘土质粉沙,233cm处颜色突变,以上为浅灰,以下为深灰。碳酸盐组分测定结果见表1。各元素垂直分布见图2,图中年代是根据²¹⁰Pb资料得出¹⁾。

本站CaCO₃含量介于3.17%—13.7%之间,为4个柱样中各组分含量变化范围最大的一个。平均含量为9.74%。

由图2看出, CaCO₃含量自上而下明显地可分为三段: 上段0—44cm,除表层浮泥部分含量大于10%外,其余均小于8%,为此柱样中含量最低的层段;中段44—140cm,

1) 杨光复,黄河三角洲沿岸海域沉积速率与沉积环境(待发表)。

表 1 3-3站碳酸盐组分测定结果(%)

Tab. 1 The results of the elements measured in the carbonate fraction of core 3-3 (%) in sea area of the Huanghe River Estuary

深度 (cm)	CaCO ₃	MgO	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	MnO ₂	Mn/Fe
4—6	10.91	0.717	0.350	0.320	0.0631	0.163
14—16	7.57	0.578	0.164	0.301	0.0258	0.142
29—31	3.17	0.516	0.125	0.300	0.0201	0.145
41—43	5.67	0.545	0.129	0.321	0.0217	0.152
49—51	12.36	0.817	0.341	0.335	0.0824	0.218
59—61	13.08	0.774	0.432	0.347	0.0858	0.180
79—81	13.71	0.813	0.344	0.357	0.0887	0.233
119—121	13.71	0.789	0.366	0.326	0.0781	0.193
140—142	9.29	0.703	0.323	0.320	0.0567	0.158
150—152	10.41	0.784	0.492	0.330	0.0870	0.160
179—181	9.91	0.755	0.398	0.326	0.0754	0.171
214—216	9.51	0.755	0.418	0.322	0.0658	0.142
248—250	8.56	0.731	0.374	0.328	0.0443	0.170
299—301	9.41	0.712	0.370	0.325	0.0438	0.170
354—356	9.54	0.736	0.441	0.329	0.0565	0.116
398—400	9.09	0.664	0.389	0.312	0.0498	0.116

CaCO₃ 含量明显增高,达 13% 左右,构成高值平台;下段 140—400cm, 含量介于 8.5%—10% 之间,此段中最低值出现在 250cm 深度处。从图中还可看出, Mg, Fe, Na, Mn 的垂直分布与 CaCO₃ 基本类似,表明它们具有相同的物质来源,含量上的差异,是由于黄河改道而造成的。根据²¹⁰Pb所测沉积物年代得知,柱样 240cm 以上为 1855 年以来形成的沉积。1855 年黄河在河南铜瓦厢决口,下游河道由苏北摆至山东,夺大清河入渤海。至今已有 130 余年,其间黄河在近代三角洲范围内多次决口改道,仅较大的改道就有 12 次(庞家珍等, 1979)。1855—1964 年河口离 3-3 站相距较远;1964—1976 年黄河改道,由刁口河入海,此处距 3-3 站仅 16km。由于黄河输入大量泥沙,直接于 3-3 站附近沉积而使该站具有较高的沉积速率(9.44 cm/a),相应的沉积深度为 44—143cm。1976 年黄河改由清水沟入海而偏离本站,44 cm 以上为 1976 年以来的沉积。

对照碳酸盐组分各元素的垂直分布,显示了黄河行水对其影响。44—143cm 沉积段中的高 CaCO₃ 含量正是对应 1976—1964 年刁口流路行水期间,说明高含量显然与黄河大量输入碳酸盐物质有关。1976 年后,由于黄河改道,输入中断,柱样中 CaCO₃ 含量迅速降低。

图 2 中碳酸盐组分各元素与 CaCO₃ 含量分布相类似,经相关分析发现, CaCO₃ 与 MgO 及 MnO₂ 相关较好,相关系数在 0.9 以上 ($n = 16$)。以 CaCO₃, MgO, MnO₂ 对沉积物粘土相对含量作图 3(未绘 MnO₂ 线)发现具有较好的相关性,表明虽是碳酸盐组分元素,亦遵循“元素粒度控制律”(赵一阳, 1983)。但 Fe₂O₃ 含量分布较零散,与沉积物粘土含量相关略差 ($n = 15, r = 0.60$)。受黄河影响,沉积物中 Mn/Fe 比值较高(秦蕴珊等, 1989)。对碳酸盐组分中的 Mn/Fe 比值的计算结果表明,亦存在此现象,且更加明显。

碳酸盐组分中 Mn/Fe 比值垂直分布亦见图 2。从图 2 中显然可见,将柱样可分为 4 段: 0—44cm, 对应于 1976 年以来的沉积; 44—143 cm, 对应于 1976—1964 年; 143—240cm, 对应于 1964—1855 年; 240 cm 以下为 1855 年以前形成的沉积。对各段范围内 Mn/Fe 取平均值, 发现 44—143cm, 即 1976—1964 年段最高, 为 0.193, 此时正值刁口河行水期, 河口正对 3-3 站, 相距仅 16km。1976 年以来, 因黄河口改道清水沟, 远离本站, 本站虽受到黄河水的影响, 但较改口前要小得多, 0—44 cm 的 Mn/Fe 平均值明显降低, 为 0.150。与此类似的是 1964—1855 年段, Mn/Fe 平均为 0.157。最低值出现在 240cm 以下, 相对应 1855 年以前, 此时黄河由江苏入黄海, 渤海沉积物受黄河水影响甚微, Mn/Fe 平均值低至 0.11。根据碳酸盐组分中 Mn/Fe 比值, 确定黄河行水期, 对²¹⁰Pb 测定的沉积速率, 是一良好的证明。

2.2 4-3 站柱样及测定结果 位于黄河三角洲东北, 距神仙沟流路入海口约 14km。采样时水深约为 13m, 取得柱样长为 2.05m。0—50cm, 为褐色粗粉沙, 含少量有机质黑斑; 50—112cm, 灰褐粘土质粉沙; 112—205cm, 灰褐色粉沙质粘土; 145cm 以上, 夹有有机质带条。碳酸盐组分测定结果列于表 2。碳酸盐组分各元素含量垂直分布见图 4。

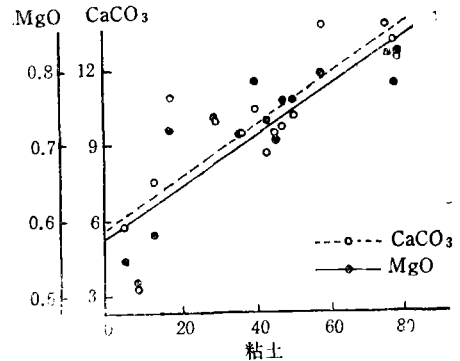


图 3 3-3站碳酸盐组分中元素和粘土含量相关图

Fig.3 The relationship between the elements measured in the carbonate fraction and the clay amount of core 3-3 in sea area of the Huanghe River Estuary

表 2 4-3站碳酸盐组分测定结果(%)

Tab. 2 The results of the elements measured in the carbonate fraction of core 4-3 (%) in sea area of the Huanghe River Estuary

深度 (cm)	CaCO ₃	MgO	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	MnO ₂	Mn/Fe
0—2	6.74	0.497	0.103	0.295	0.0218	0.191
3—5	6.69	0.531	0.107	0.291	0.0241	0.204
5—7	6.57	0.483	0.092	0.268	0.0231	0.227
13—15	6.19	0.483	0.092	0.262	0.0199	0.195
24—26	6.37	0.464	0.126	0.266	0.0203	0.146
44—46	7.54	0.540	0.171	0.291	0.0322	0.164
54—56	10.79	0.717	0.227	0.317	0.0543	0.216
62—64	8.17	0.621	0.219	0.293	0.0353	0.146
74—76	9.49	0.621	0.175	0.272	0.0404	0.209
84—86	12.04	0.779	0.333	0.302	0.0757	0.205
107—109	12.16	0.741	0.173	0.292	0.0610	0.318
114—116	9.61	0.617	0.131	0.295	0.0433	0.299
139—141	13.31	0.755	0.230	0.328	0.0746	0.293
159—161	14.23	0.722	0.290	0.321	0.0745	0.232
192—194	14.03	0.746	0.197	0.306	0.0682	0.313

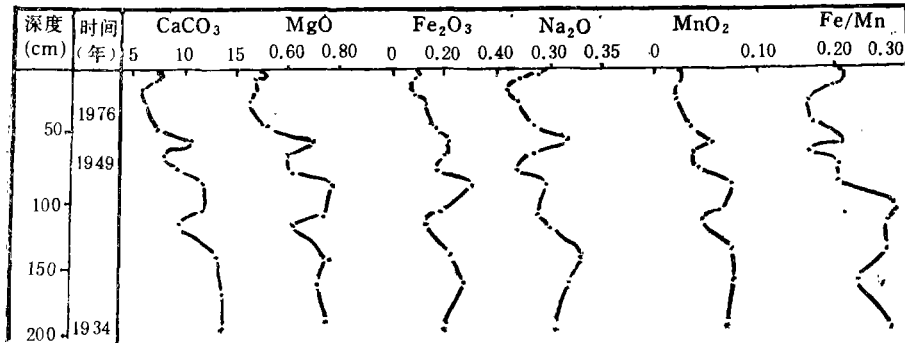


图 4 4-3 站碳酸盐组分垂直分布 (%，Mn/Fe 除外)

Fig. 4 The vertical distribution of the elements measured in the carbonate fraction of core 4-3 (%，except Mn/Fe) in sea area of the Huanghe River Estuary

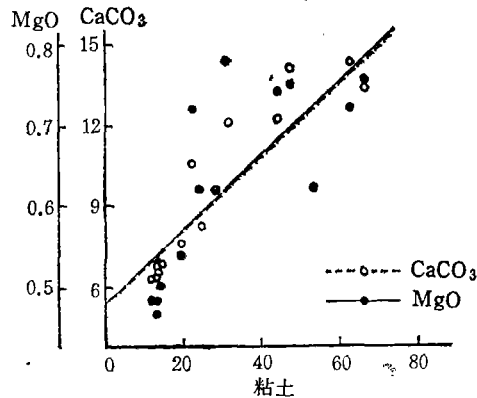


图 5 4-3 站碳酸盐组分中元素和粘土含量相关图

Fig. 5 The relationship between the elements measured in the carbonate fraction and the clay amount of core 4-3 in sea area of the Huanghe River Estuary

本站 CaCO_3 含量介于 6.19%—14.23%，平均为 9.60%，最低值处于 0—50cm 段，最高值在 140cm 以下。纵观图 4 可见，各元素分布基本类似，都具有自上而下逐渐递增的趋势。 Fe_2O_3 含量在 80cm 以下变化较大，在 0.173%—0.333% 之间波动。 Mn/Fe 比值，以 80cm 为界，往下大于 0.23，往上小于 0.23，但大于 0.145。

根据 ^{210}Pb 测定结果与流路变迁历史对比，80—205cm 段相当于 1949—1934 年沉积，此时神仙沟曾为甜水沟流路分支，分水约为 30%，有一定的泥沙沿神仙沟输入海，对本站有明显影响，因而沉积物中 CaCO_3 含量及 Mn/Fe 比值均高，其平均值分别为 12.56% 及 0.277。50—80cm 段 1976—1949 年沉积，时值甜水沟流路末期和神仙沟流路期间，随河口大嘴前伸及水动力条件改变， CaCO_3 含量与 Mn/Fe 虽有降低，但仍然较高，平均值为 9.48% 和 0.190，表明黄河入海泥沙对其影响仍然明显。1976 年以后，河口改道，河口三角洲处于改造阶段，对应的 50cm 以上沉积物粗化， CaCO_3 含量及 Mn/Fe 比值继续降低，平均值达 6.68% 和 0.188，虽然 CaCO_3 含量变化较明显，但 Mn/Fe 比值变化不大，可能

表 3 6-3 站碳酸盐组分测定结果(%)

Tab. 3 The results of the elements measured in the carbonate fraction of core 6-3 (%) in sea area of the Huanghe River Estuary

深度 (cm)	CaCO ₃	MgO	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	MnO ₂	Mn/Fe
7-9	7.24	0.445	0.152	0.232	0.0225	0.134
14-16	9.51	0.684	0.351	0.328	0.0443	0.114
22-24	9.71	0.645	0.280	0.297	0.0374	0.121
29-31	9.99	0.693	0.258	0.313	0.0393	0.138
38-40	9.44	0.602	0.256	0.304	0.0440	0.155
51-53	8.56	0.459	0.115	0.266	0.0256	0.201
59-61	8.32	0.672	0.331	0.305	0.0376	0.103
65-67	8.46	0.779	0.299	0.325	0.0438	0.132
79-81	7.34	0.588	0.299	0.325	0.0339	0.102
89-91	7.69	0.598	0.341	0.293	0.0362	0.096
109-111	8.69	0.688	0.402	0.348	0.0457	0.103
124-126	9.16	0.727	0.436	0.331	0.0577	0.120
159-161	8.61	0.698	0.392	0.330	0.0446	0.103
184-186	9.46	0.717	0.470	0.326	0.0598	0.115
219-221	8.34	0.693	0.333	0.308	0.0328	0.089
264-266	9.41	0.966	0.610	0.328	0.0614	0.091
300-302	10.46	0.937	0.445	0.344	0.0639	0.130
374-376	8.59	0.712	0.347	0.282	0.0362	0.094
394-396	9.41	0.808	0.506	0.303	0.0457	0.082

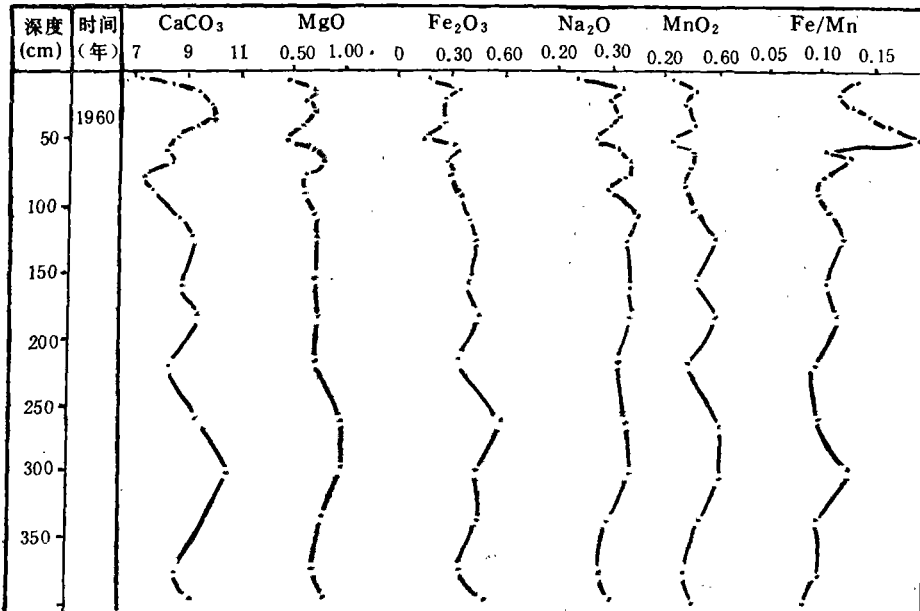


图 6 6-3 站碳酸盐组分垂直分布 (%，Mn/Fe 除外)

Fig. 6 The vertical distribution of the elements measured in the carbonate fraction of core 6-3 (%，except Mn/Fe) in sea area of the Huanghe River Estuary

黄河水对本站影响依然存在。

碳酸盐组分中各元素间相关关系见图5。对15组数据统计结果, CaCO_3 含量与碳酸盐组分中的 Mn 和 Mg 含量相关较好, 相关系数分别为 0.98 和 0.94, 与 Fe 的相关略差, 相关系数为 0.77, 表明仍存在相关关系。以碳酸盐组分中各元素含量与沉积物样品中粘土相对含量作图表明, CaCO_3 , MgO 与泥土之间存在相关关系。

2.3 6-3 站柱样及测定结果 位于现河口东北约 30km 处, 采样时水深为 16m, 取得柱样长为 4.00m。0—12cm 为浮泥, 上部流失, 下部为黄色粗粉沙; 12—34cm 为褐色粘土质粉沙; 34—47cm, 灰褐色粉沙质粘土; 在 47—54cm 处出现一细粉沙层, 上部均匀, 下部伴有较多的生物碎屑, 并出现冲刷面; 54—400cm, 基本为灰色粘土质粉沙, 在 225cm 处亦存在冲刷面。碳酸盐组分元素测定结果列入表 3, 垂直分布见图 6。

本站碳酸盐组分各元素含量自上而下略有递增, 但幅度不大。 CaCO_3 含量在 7.2%—10.5% 之间波动, 平均值为 8.86%。 Mn/Fe 比值除在 52cm 处出现高值为 0.201 外, 其余均介于 0.082—0.155 之间, 其平均值为 0.116, 显示了受黄河入海泥沙影响小, 处于较稳定的

浅海环境。据 ^{210}Pb 沉积速率测定结果, 47cm 处相当 1960 年沉积, 之前约有 100 年的沉积间断¹⁾; 52cm 处出现的 Mn/Fe 高值, 正好与其一致: 进一步说明了沉积间断的存在。

碳酸盐组分中 MgO, Fe_2O_3 , MnO_2 含量在 220cm 以下略有升高, 例如 MgO 在 0—220cm 层段含量介于 0.445%—0.779% 之间, 220cm 以下增至 0.712%—0.966%, 与 ^{210}Pb 平衡段错位位置一致, 表明该深度上、下沉积物物质来源曾有明显变化。碳酸盐组分中各元素间相关关系及元素与粘土相对含量关系见图 7。由于本站受黄河水影响较小, 而沉积物受海流影响冲刷严重, 所以虽然元素间存在一定的相关, 但较其它三站相关关系显得略差。

2.4 9-2 站柱样及测定结果 位于现黄河口南约 25km, 河口侧湾中部。采样时水深为 7m, 取得

柱样长 4.00m。0—54cm 为黄灰褐色粉沙质粘土; 54—207cm 为黄褐色粘土质粉沙, 其中 166—180cm 为粉沙夹层; 207—258 cm 为黄色粗粉沙; 258 cm 以下为灰色粘土质粉沙。碳酸盐组分各元素测定结果在见表 4 中给出, 垂直分布见图 8。

本站 CaCO_3 含量为 6.6%—13.8%。与其它三站不同的是, 本站 CaCO_3 垂直分布自上而下有递减趋势。Mn 的垂直分布与 CaCO_3 类似。其余各元素垂直变化不大。明显的是, 所有碳酸盐组分各元素在 200—260 cm 处都存在一低值平台。根据 CaCO_3 含量及 ^{210}Pb 测定, 可将柱样分为 4 段。130cm 以上为 1976 年以来沉积, CaCO_3 含量平均为 12.01%。54cm 往上, CaCO_3 含量逐年递减, 与 1980 年后河口沙嘴向岸外突出, 河口侧

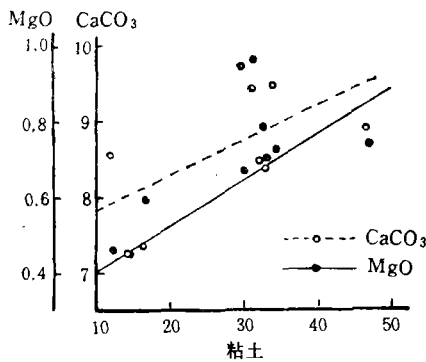


图 7 6-3 站碳酸盐组分中元素和粘土含量相关图

Fig.7 The relationship between the elements measured in the carbonate fraction and the clay amount of core 6-3 in sea area of the Huanghe River Estuary

1) 杨光复, 黄河三角洲沿岸海域沉积速率与沉积环境, 待发表。

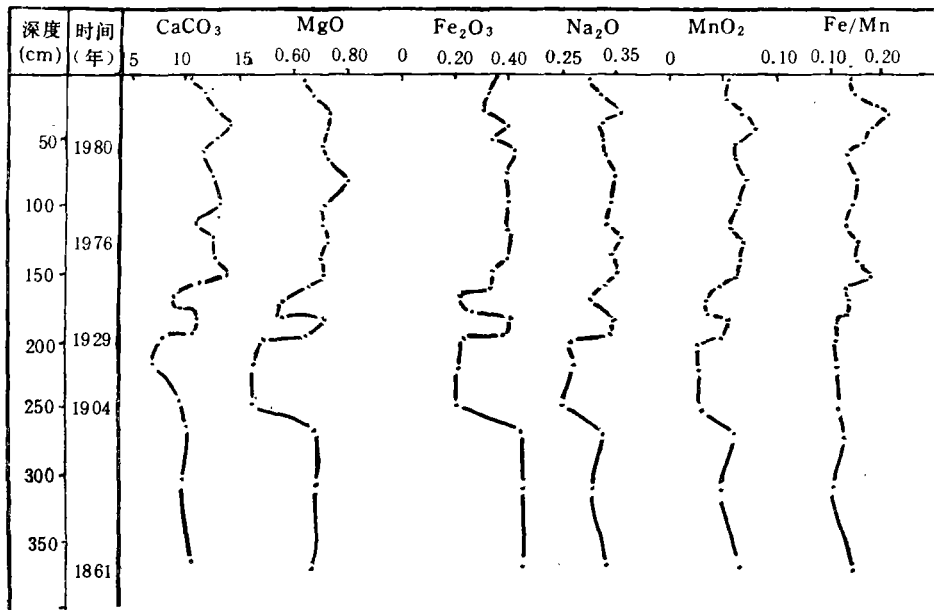


图 8 9-2站碳酸盐组分垂直分布(%, Mn/Fe 除外)

Fig. 8 The vertical distribution of the elements measured in the carbonate fraction of core 9-2(% , except Mn/Fe) in sea area of the Huanghe River Estuary

湾受其屏障,且入海沙量逐年减少有关。60cm处, CaCO₃含量出现一低值,按沉积速率推算为1980年沉积,低 CaCO₃含量,与1980年低入海沙量(3.08亿吨)相一致(任于灿等,1987)。往下至130cm处为1980—1976年沉积, CaCO₃平均含量为12.11%,可以看出,因黄河影响而使 CaCO₃含量较高。130—200cm, CaCO₃平均含量为10.45%,对应年代为1976—1929年,此期间黄河口多次改道,且于1938—1947年由于花园口决口,山东河竭,导致沉积变化复杂。从图8可看出碳酸盐组分含量波动较大。200—260cm为1929—1904年间沉积,此时黄河于三角洲北部入海,对本站影响小,本站处于较稳定的沉积环境, CaCO₃平均含量为7.98%。260cm以下为1904—1861年沉积, CaCO₃含量保持稳定,介于9.46%—10.26%之间。

图8亦表明了黄河水对沉积物的影响。柱样顶部130cm以上为清水沟行水期沉积, Mn/Fe平均值为0.154,比3-3站, 6-3站受黄河水影响时期的0.11明显要高。130—200cm对应的1976—1929年段, 1929—1934年间,河口向东入海,距本站较近,本应导致 Mn/Fe 比值升高,

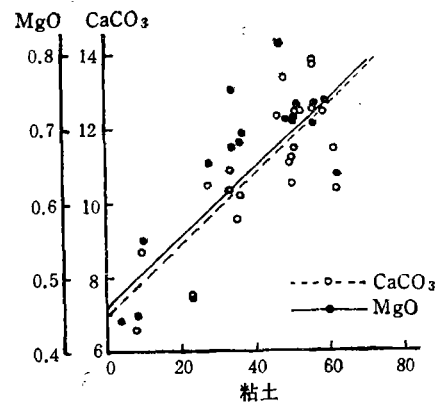


图 9 9-2站碳酸盐组分中元素和粘土含量相关图

Fig. 9 The relationship between the elements measured in the carbonate fraction and the clay amount of core 9-2 in sea area of the Huanghe River Estuary

表 4 9-2站碳酸盐组分测定结果(%)

Tab. 4 The results of the elements measured in the carbonate fraction of core 9-2(%) in sea area of the Huanghe River Estuary

深度 (cm)	CaCO ₃	MgO	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	MnO ₂	Mn/Fe
4—6	10.31	0.636	0.347	0.299	0.0550	0.143
14—16	11.39	0.669	0.329	0.322	0.0534	0.147
29—31	12.41	0.736	0.309	0.357	0.0699	0.204
39—41	13.76	0.731	0.400	0.321	0.0796	0.180
49—51	12.44	0.722	0.337	0.325	0.0614	0.164
59—61	11.36	0.712	0.416	0.327	0.0599	0.130
79—81	12.24	0.813	0.391	0.349	0.0677	0.156
99—101	13.33	0.712	0.402	0.344	0.0634	0.142
114—116	10.46	0.707	0.396	0.334	0.0557	0.127
124—126	12.39	0.731	0.408	0.360	0.0673	0.149
139—141	12.49	0.698	0.390	0.339	0.0625	0.145
149—151	13.81	0.703	0.335	0.353	0.0621	0.168
159—161	10.96	0.655	0.325	0.332	0.0444	0.123
169—171	8.71	0.550	0.213	0.299	0.0315	0.134
178—180	8.91	0.540	0.250	0.333	0.0344	0.124
184—186	10.84	0.751	0.419	0.344	0.0520	0.112
194—196	10.39	0.650	0.382	0.338	0.0472	0.112
199—201	7.49	0.473	0.225	0.262	0.0252	0.101
219—221	6.57	0.449	0.206	0.269	0.0250	0.110
249—251	9.39	0.440	0.197	0.247	0.0253	0.116
269—271	10.16	0.693	0.439	0.328	0.0576	0.118
310—312	9.49	0.679	0.455	0.296	0.0454	0.090
369—371	10.26	0.674	0.436	0.325	0.0640	0.133

但在 1942 年 10 月 2 日曾发生 $6\frac{1}{4}$ 级地震¹⁾,震中距本站仅 7.5km,由于地震影响,使得上层沉积物产生挠动,至 1934—1976 年,黄河口虽经多次改道,但基本均由三角洲东北部入海,离本站较远,较之 130cm 以上,受黄河影响明显减小,130—200cm 碳酸盐组分中 Mn/Fe 平均值降为 0.127。在 1929—1904 年间沉积的 200—206cm 段,因当时黄河由三角洲北部入海,碳酸盐组分中 Mn/Fe 为 0.113,表明当时此站受黄河水影响较小。260cm 以下, Mn/Fe 基本保持稳定。

碳酸盐组分中 CaCO₃ 含量与 Mg, Mn 正相关显著,相关系数均在 0.8 以上($n = 23$)。元素含量与粘土相对含量间亦存在正相关。CaCO₃, MgO 与粘土含量间的相关关系,见图 9。

3 结语

对黄河口海区 4 个沉积物柱状样碳酸盐组分中 Ca, Mg, Fe, Na, Mn 测定结果表明,自 1855 年黄河口改道流入渤海以来,受黄河水影响区域沉积物中 CaCO₃ 含量明显增高。最高值出现在 4-3 及 9-2 站受黄河影响较大时期的沉积物中,含量高达 14%;最低值

1) 山东省地矿局第一水文地质队, 1986, 山东省海岸带和滩涂资源综合调查, 水文地质调查报告, 下篇。

小于 4%, 出现在 3-3 站 30cm 处, 为黄河口改道清水沟流路对本站影响较小期间。

计算发现, 碳酸盐组分中 Mn/Fe 比值明显与黄河行水有关。受黄河水影响较大时期, Mn/Fe 比值一般较高, 而受黄河水影响较小时, Mn/Fe 比值则较小。可以以此判断沉积物不同阶段是否受黄河影响, 及估计影响程度。

在黄河水影响下, 沉积物碳酸盐组分中 Mn 的含量较正常情况下要高。以 Mn 对 CaCO₃ 含量作图, 得到良好的正相关; Mg, Na 与 CaCO₃ 亦存在正相关, 而 Fe 与 CaCO₃ 相关略差。碳酸盐组分各元素对样品粘土相对含量作图表明, 元素含量分布基本遵循元素粒度分配率。

参 考 文 献

- 中国科学院海洋研究所地质研究室, 1985, 渤海地质, 科学出版社(北京), 119—133。
任于灿、董万, 1987, 现代黄河河口演化和沉积作用, 海洋地质与第四纪地质, 7: 47—55。
庞家珍、司书亨, 1987, 中国大百科全书, 大气科学、海洋科学、水文科学卷, 中国大百科全书出版社(北京), 503—504。
庞家珍、司书亨, 1979, 黄河口演变 I. 近代历史变迁, 海洋与湖沼, 10: 136—141。
赵一阳, 1983, 中国海大陆架沉积物地球化学的若干模式, 地质科学, 4: 307—314。
秦蕴珊等, 1989, 黄海沉积物地球化学, 黄海地质, 海洋出版社(北京), 133—157。
韩桂荣、李风业, 1990, 原子吸收法测定海洋沉积物碳酸盐组分中的 Ca, Mg, Na, Fe, Mn, 海洋科学, 5: 43—48。
Yang Zuosheng et al., 1989, Study on carbonates from the coastal zone of the Yellow River Delta and adjacent Bohai Gulf, *J. Ocean University of Qingdao*, 19(3): 91—99.

VERTICAL DISTRIBUTION OF THE ELEMENTS Ca, Mg, Fe, Na AND Mn IN THE CARBONATES IN THE HUANGHE RIVER ESTUARY*

Han Guirong

(*Institute of Oceanology, Academia Sinica, Qingdao 266071*)

Liu Yuhai

(*Environmental Protection Bureau of Rizhao City 276800*)

ABSTRACT

The contents of Ca, Mg, Fe, Na and Mn in the carbonate fraction of 4 sediment core samples from the Huanghe River Estuary were measured with FAA method in Mal, 1989. The result shows that since 1855 the Huanghe River channel moved northward to flow into Bohai Sea, the CaCO₃ content in the sediment is obviously higher in the area influenced by the river water. The highest content occurred in the cores 4-3 and 9-2 in the sections affected heavily by the river water, with the maximum value of 14%, and the minimum value of 4% found to be in the depth of 30 cm, core 3-3, sedimentated during the period of the Huanghe River flowed into Qingshuigou, with little influence on the sample. The result also shows that the element contents correspond to "the rule of the granularity controlling", i.e., the finer the sediment particle size, the higher the element content, and that the heavier the sediment is affected by the Huanghe River material, the greater the Mn/Fe ratio is, which can be reversely used to determine the effects level of the sediment by the Huanghe River. The CaCO₃ content has a similar phenomenon to the Mn/Fe ratio.

The correlation analysis gives that the Mn content of the carbonates has a good relationship with the CaCO₃ content, but Fe does not.

Key words Carbonates CaCO₃ content The Huanghe River Estuarine sediment

* Contribution No. 2204 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.