

渤海表层沉积物中粘土矿物的研究*

时英民 杨光复 常国显 李坤业

(中国科学院海洋研究所)

粘土矿物广泛分布于各种沉积物中。集聚在现代海洋沉积物中的粘土矿物是多种地质因素综合作用的自然产物,也是地质作用、自然地理条件和地球化学过程的具体反映。因此,研究粘土矿物组分是解决沉积条件的主要线索。

一、渤海粘土物质的分布概况

在渤海沉积物中 <0.001 毫米粒级物质的含量,随沉积物类型的不同而变化。粘土矿物多富集在 <0.001 毫米粒级的物质中,所以, <0.001 毫米粒级物质在沉积物中含量的变化,就反映了粘土矿物的分布概况。

在渤海海域中,渤海湾是粘土物质最为富集的地区¹⁾,该区沉积物类型以粘土质软泥和粉砂质软泥为主,其中 <0.001 毫米粒级的含量为 20—30%,个别地区可高达 30—35%,呈斑块状分布。渤海湾南北两侧近岸带,其含量较低,为 10—20%。

莱州湾沉积物中粘土物质的含量则次之,沉积物类型以粉砂为主, <0.001 毫米粒级的含量为 10—20%;但在岛屿附近、龙口西南及胶河口北侧的南北狭长地带含量小于 10%。

辽东湾的粘土物质含量最低,沉积物类型以细砂及粉砂为主, <0.001 毫米粒级主要赋存于粉砂中,含量只达 1.5—7%。

特别在河口,如沂河口、蓟运河口、滦河口、辽河口及黄河口附近,入海粘土物质在海水电解质的作用下很快凝聚沉积,因此, <0.001 毫米粒级物质的含量均较其邻近地区高。

二、对渤海沉积物中粘土矿物组分的分析

我们取渤海海域 30 个站位的表层沉积物中的粘土样品,进行了较详细的分析和研究。站位分布见图 1。

提取表层沉积物中 <0.001 毫米粒级的粘土物质,并制成氢粘土。经差热分析、X 光分析、化学分析及电子显微镜照相等方法进行综合的分析和研究,其结果如下。

在热谱上出现有 100—120°C, 530—550°C 和 850—950°C 之吸热谷 (见图 2, 3, 4)。

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 679 号。

本文中电子显微镜照片是由地质科学院矿床研究所王宗良和张天乐同志拍照和鉴定, X 射线衍射图谱为南京中国科学院土壤研究所 X 光实验室完成,其附图由本室蒋孟荣等同志绘制,在此一并致谢。

收稿日期: 1981 年 3 月 2 日。

1) 中国科学院海洋研究所, 1964。渤海地质调查报告。

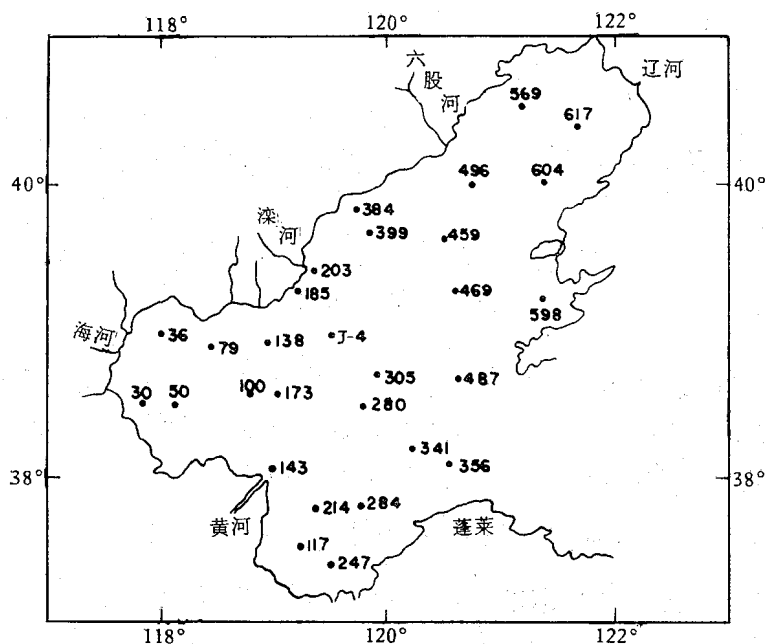


图1 渤海粘土矿物分析站位图

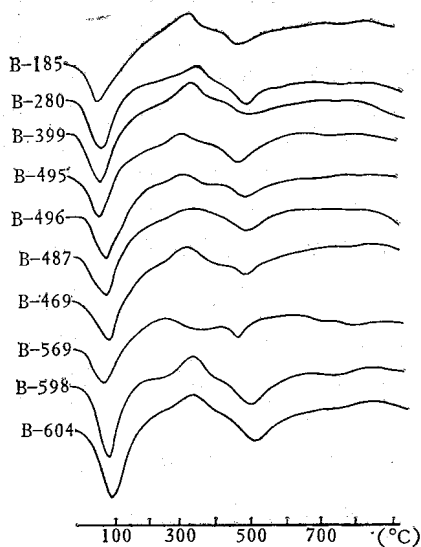


图2 辽东湾粘土样品的差热曲线

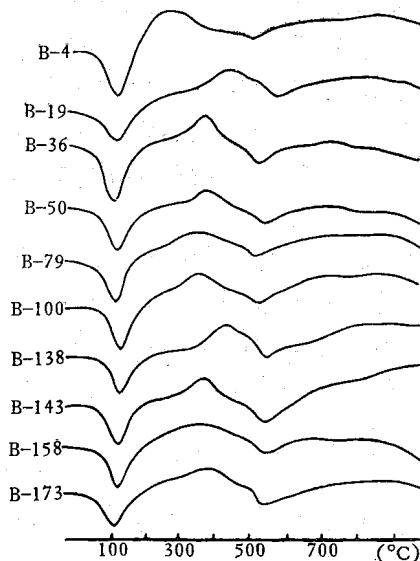


图3 渤海湾粘土样品的差热曲线

按其差热曲线的形态,均属以伊利石为主的粘土矿物组合。

甘油饱和之粘土样品经X射线衍射分析,其衍射图谱上显示出 $17.7\text{ \AA}$, $14.2\text{ \AA}$, $10\text{ \AA}$, $7.15\text{ \AA}$, $5\text{ \AA}$, $4.75\text{ \AA}$, $3.55\text{ \AA}$, $3.33\text{ \AA}$ 的基面反射(图5, 6, 7)。

粘土样品经X射线粉晶分析所取得的数据见表1。在德拜图谱上, $10\text{ \AA}$ 的基面反射线呈宽化现象,并有向低角度扩散的趋势,这说明伊利石的颗粒微小而晶度差,并是海水作用下引起层间水化以及层间阳离子发生交换所致。并出现(060)的基面反射为 $1.50\text{ \AA}$,

可见是属于二八面体型的伊利石。

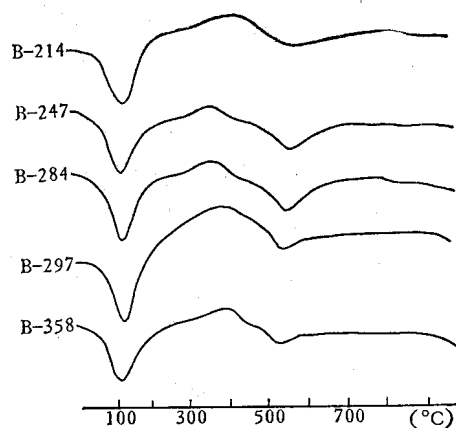


图4 莱州湾粘土样品的差热曲线

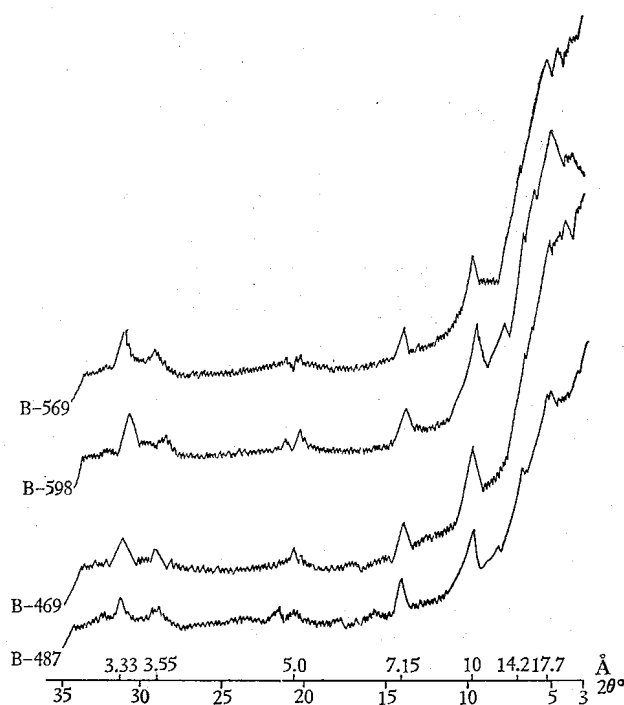


图5 辽东湾粘土样品的X射线衍射图
($\text{CoK}\alpha$, 30 千伏, 10 毫安)

又将样品加热至 550°C 和 750°C, 恒温 2 小时, 经 X 光分析出现 10 Å, 5 Å 的反射增强, 7 Å 的反射减弱 (550°C) 和消失 (750°C), 见表 2。

综合经各种处理的粘土样品的 X 射线分析结果, 出现了一系列基面反射的变化, 见表 3。

按 X 射线分析数据, 渤海表层沉积物中的粘土矿物组分以伊利石为主, 伴有绿泥石、

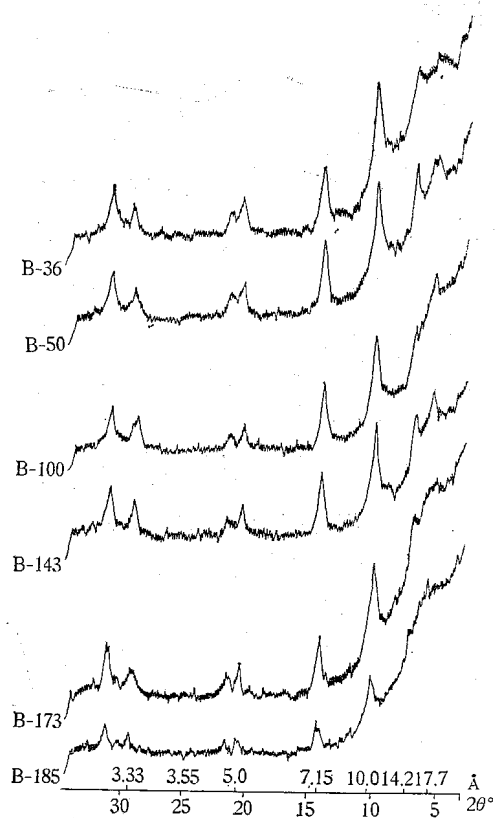


图6 渤海湾粘土样品的X射线衍射图
($\text{CoK}\alpha$, 30 千伏, 10 毫安)

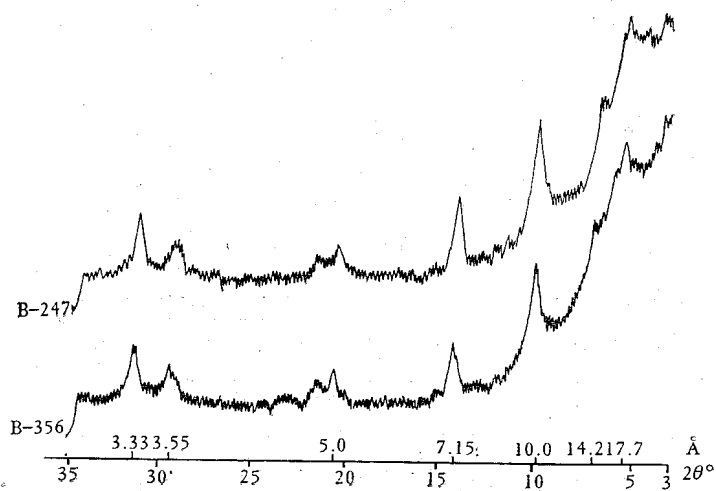


图7 莱州湾粘土样品的X射线衍射图
($\text{CoK}\alpha$, 30 千伏, 10 毫安)

蒙脱石和高岭石。

从电子显微镜照片上可观察到呈等厚片状与长条状、轮廓清晰的伊利石以及厚度不

表1 渤海粘土样品 X 射线粉晶分析数据

B-203		B-25		B-128		B-259		B-305		B-341	
I	d (Å)	I	d (Å)	I	d (Å)	I	d (Å)	I	d (Å)	I	d (Å)
8	10	8	10	8	10	6	10	8	10	5	10.5
7	7.0	8	7.2	6	7.0	6	7.0	4	7.0	4	7.2
3	5.0	3	5.0	1	5.0	4	5.0	4	5.0	1	5.0
10	4.5	10	4.5	6	4.5	8	4.5	10	4.5	10	4.5
		1	4.3								
1	3.85			1	3.85	2	3.85				
1	3.70	1	3.70	1	3.65			1	3.70		
5	3.50	5	3.50	7	3.50	4	3.50	4	3.50	7	3.50
10	3.34	10	3.35	10	3.35	10	3.34	10	3.35	8	3.35
1	3.0			4	3.02	10	3.02				
2	2.82	1	2.85	1	2.85	1	2.85	3	2.85		
1	2.70	1	2.70					1	2.60		
9	2.58	9	2.58	4	2.58	6	2.58	8	2.58	5	2.58
1	2.44	2	2.44	1	2.44			4	2.48	1	2.44
2	2.38	2	2.38	1	2.38	2	2.38			1	2.38
1	2.18	1	2.22			1	2.20	1	2.20		
1	2.12					3	2.08	1	2.12		
4	1.99	5	1.99	5	1.99	3	1.99	5	1.99	1	1.99
3	1.89	3	1.89			2	1.89	2	1.89	1	1.89
2	1.82	2	1.82	8	1.81	2	1.87	2	1.81		
3	1.69	5	1.69	1	1.69	3	1.69	3	1.69	2	1.69
3	1.66	5	1.66	1	1.66	3	1.66	3	1.66	1	1.66
2	1.535	2	1.54	1	1.59	2	1.59	2	1.535		
8	1.50	9	1.50	2	1.50	8	1.50	8	1.50	4	1.50
		1	1.48			2	1.432				
2	1.37	1	1.37			2	1.37	2	1.37		
						2	1.33				
2	1.295	2	1.290	1	1.260	5	1.295	3	1.295	1	1.280
1	1.245							3	1.245		
								1	1.18		
						1	1.150				
		1	1.08			6	1.044	1	1.08		

注：1. B-×××：B 代表渤海，××× 为取样站位的编号。

2. B-203, B-25, B-128, B-259, B-305, B-341 分别为滦河、海河、黄河、莱州湾等河流影响区。

3. FeK α , 35 千伏, 10 毫安, 曝光 6 小时, 相机直径 57.3 毫米。

均呈片状、颗粒边缘较薄的绿泥石。(照片 1) 同时还有呈六边形、小而薄、晶形尚好的高岭石, 晶形较差、角钝、近于浑圆状的高岭石, 以及呈针状或纤维状的坡缕石-海泡石。(照片 2)

我们还对沉积物中的粘土矿物组合进行了化学全分析, 为使分析结果能代表粘土矿物的化学成分, 分析前除掉了可溶性的 K $_2$ O、NaO 和 CaO。分析结果见表 4。

上述分析结果表明, 渤海表层沉积物中粘土矿物组分是以伊利石为主, 含有少量的绿泥石、高岭石、蒙脱石和极少量的坡缕石-海泡石。

表 2 渤海粘土样品 X 射线粉晶分析数据

B-49						B-343					
原 样		加热至 550℃ 恒温 2 小时		加热至 750℃ 恒温 2 小时		原 样		加热至 550℃ 恒温 2 小时		加热至 750℃ 恒温 2 小时	
I	d (Å)	I	d (Å)	I	d (Å)	I	d (Å)	I	d (Å)	I	d (Å)
6	10.5	8	10	8	10	5	10.5	8	11	8	10.5
5	7	3	6.9			2	7.2				
2	4.99	3	5.0	4	4.99	1	4.90	2	4.95	2	4.95
8	4.49	9	4.49	9	4.5	9	4.45	9	4.50	9	4.50
		1	4.2								
1	3.82	1	3.85								
1	3.65	3	3.69	1	3.68	1	3.65	2	3.66	2	3.67
3	3.53	4	3.52	4	3.51	1	3.47	3	3.50	3	3.47
10	3.35	10	3.35	10	3.35	10	3.33	10	3.34	10	3.34
		1	3.0	1	3.22						
1	2.85	1	2.85	2	2.85	1	2.82				
7	2.57	8	2.57	8	2.58	7	2.55	7	2.57	7	2.57
1	2.44										
1	2.38	1	2.36	2	2.38	1	2.38	1	2.38	1	2.38
				3	2.01						
3	1.985	5	1.98	3	1.699	2	1.98	2	1.98	1	1.68
2	1.69	1	1.69	1	1.659			1	1.68		
2	1.66	1	1.62	5	1.52					1	1.50
6	1.50	6	1.50	1	1.295	5	1.50	1	1.50	1	1.28
2	1.285					1	1.28				

注: FeK α , 35 千伏, 10 毫安, 曝光 6 小时, 相机直径 57.3 毫米。

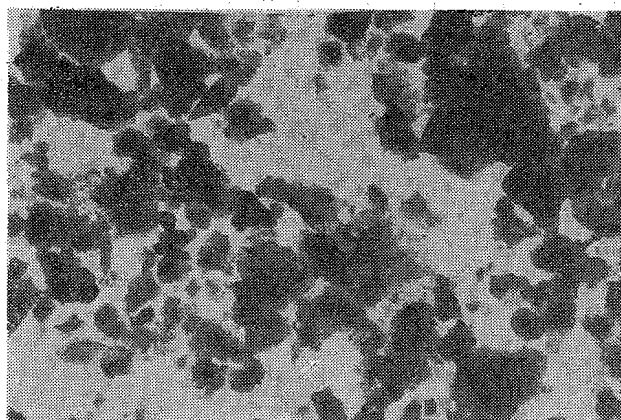
表 3 渤海粘土矿物经处理后基面间距的变化

处理的样品 矿物名称	原 样		甘油饱和样	加热至 550℃ 恒温 2 小时	加热至 750℃ 恒温 2 小时
	hKL	d (Å)			
伊 利 石	(001)	10	不 变	增 强	增 强
	(002)	5			
	(003)	3.35			
绿 泥 石	(001)	14*	不 变		消 失
	(002)	7		减 弱	
	(003)	4.75*			
	(004)	3.52		不 变	
高 岭 石	(001)	7	不 变	消 失	
	(002)	3.50			
	(003)	2.38			
蒙 脱 石	(001)	14*	17 (Å)*	10 (Å)	

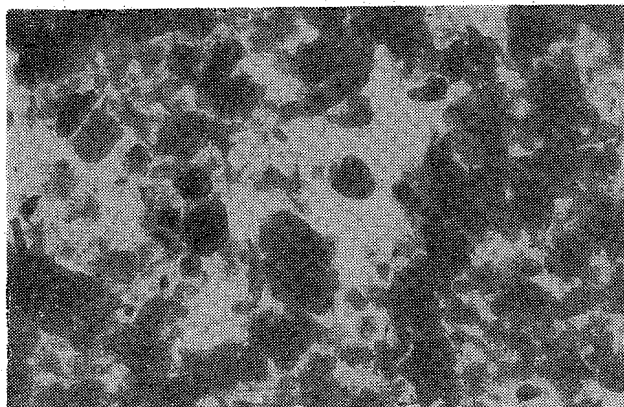
* 表示只在衍射图谱上有显示

表 4 渤海沉积物中粘土矿物组合的化学分析数据

站 号 成 分		辽 东 湾								渤 海 湾							莱 州 湾					
		B-604	B-598	B-569	B-496	B-487	B-469	B-459	B-185	J-4	B-36	B-50	B-79	B-100	B-138	B-143	B-173	B-214	B-247	B-284	B-287	B-356
SiO ₂		49.85	50.13	49.75	49.68	48.83	49.81	49.85	48.97	49.37	47.01	46.44	46.11	46.55	48.12	44.98	48.04	45.47	46.11	48.30	47.12	48.08
Al ₂ O ₃		21.70	21.39	19.96	20.82	21.57	20.52	18.72	21.59	18.16	21.04	20.08	17.55	20.56	21.29	19.78	20.47	18.83	19.79	16.50	19.61	22.48
Fe ₂ O ₃		10.18	10.71	12.74	11.51	11.03	11.79	13.43	10.92	13.93	9.92	10.92	13.06	10.40	10.36	9.72	11.19	11.37	11.18	11.75	11.18	9.25
TiO ₂		0.74	0.79	0.72	0.71	0.87	0.72	0.55	0.70	0.63	0.63	0.67	0.46	0.60	0.79	0.56	0.74	0.88	0.66	1.04	0.83	0.59
P ₂ O ₅		0.19	0.19	0.19	0.18	0.20	0.20	0.17	0.21	0.18	0.20	0.20	0.21	0.20	0.21	0.21	0.19	0.22	0.21	2.06	0.21	0.19
MnO ₂		0.257	0.188	0.152	0.212	0.246	0.223	0.170	0.149	0.130	0.113	0.147	0.162	0.126	0.132	0.115	0.279	0.135	0.174	0.165	0.149	0.225
CaO		0.32	0.38	0.28	0.37	0.27	0.18	0.45	0.30	0.54	1.83	0.87	0.97	1.43	0.61	1.37	0.74	1.43	1.06	1.56	1.03	0.82
MgO		3.90	3.52	3.70	3.92	3.63	3.65	4.05	3.92	3.94	3.95	4.17	4.26	4.13	3.90	4.38	4.00	4.30	4.18	4.04	4.05	3.87
K ₂ O		3.00	3.07	2.90	3.25	3.11	3.18	3.2	3.24	3.13	3.29	3.38	3.41	3.46	3.48	3.38	3.46	3.33	3.36	3.45	3.34	3.26
Na ₂ O		0.36	0.45	0.40	0.39	0.47	0.31	0.39	0.39	0.28	0.35	0.32	2.0	0.34	0.38	0.23	0.39	0.24	0.29	0.13	0.12	0.37
烧 失 量		9.51	9.26	9.16	8.96	9.78	9.40	9.00	9.60	9.87	11.67	12.80	13.60	12.19	10.73	15.27	10.49	14.13	13.00	12.87	12.36	10.87
总 计		99.96	100	99.90	100	100	99.98	100	100	100.16	100	101.82	99.99	100	100	100	99.99	97.01	100	101.86	100	100



照片 1 伊利石和绿泥石电子显微镜照片 12900 ×



照片 2 六边形状和浑圆状高岭石和坡缕石-海泡石电子显微镜照片 12900 ×

三、渤海粘土矿物的成分变化与沉积分区

渤海表层沉积物中粘土矿物组合基本相同,但在不同物质来源区,其粘土矿物组分及化学成分的相对含量,各有差异和一定的变化规律。

1. 粘土矿物组分相对含量的变化

按 X 射线衍射峰的面积,计算粘土矿物组分的相对含量^[2,3],列于表 5。从其含量的变化得知,渤海湾和莱州湾沉积物的粘土物质中,伊利石含量较高(>83%),而蒙脱石的含量最低(<3.2%)。辽东湾沉积物的粘土物质中伊利石的含量则低于 83%,但蒙脱石的含量却略有增高,达 7—9%。然而绿泥石和高岭石的含量在全海区没有明显的变化规律。

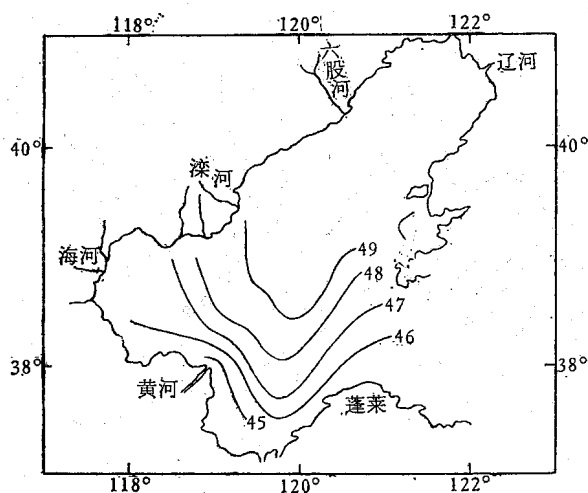
由于粘土矿物组分相对含量的差异,在渤海呈现出渤海湾、莱州湾和辽东湾这南北两个沉积分区。

2. 粘土矿物组合化学成分的变化

对 19 个粘土矿物组合样品进行化学全分析所得的数据表明,沉积区内粘土矿物组合

表 5 渤海粘土矿物的相对百分含量

沉积分区	相对百分含量	矿物	伊 利 石	绿 泥 石	高 岭 石	蒙 脱 石
	站位					
渤海湾, 莱州湾	B-36		86.6	5.8	4.8	2.8
	B-50		82.6	10.6	2.6	3.2
	B-100		82.1	7.6	7.5	2.8
	B-143		83.0	7.5	5.1	4.5
	B-173		84.9	3.0	9.0	3.0
	B-185		82.0	8.6	5.2	4.3
	B-247		76.6	10.6	6.8	6.0
	B-356		82.4	9.9	2.0	5.5
辽 东 湾	B-469		82.5	5.9	4.9	6.7
	B-487		69.4	15.8	6.6	8.3
	B-569		81.9	5.6	3.6	8.9
	B-598		81.2	5.4	4.5	9.0

图 8 渤海粘土样品化学成分中 SiO_2 百分含量等值线图

的化学成分,在含量上的变化具有明显的规律(见表 6): SiO_2 的含量从渤海湾、莱州湾向辽东湾逐渐升高,而 CaO , K_2O , TiO_2 和烧失量则由高变低。如以 SiO_2 和 CaO 为例,作等值线图(图 8, 9),可清楚见其变化趋向,并以滦河口与蓬莱的连线为界,按化学成分含量的差异分成南北两个区。在南部的渤海湾、莱州湾沉积区内, $\text{SiO}_2 < 48.3\%$, $\text{CaO} > 0.6\%$, $\text{K}_2\text{O} > 3.3\%$, $\text{TiO}_2 > 2\%$, 烧失量 $> 10\%$; 而在北部的辽东湾沉积区内,上述化学成分的百分含量恰是相反变化。这种变化特点必然与表层沉积物中粘土矿物组合的特征有关。

3. 渤海粘土矿物组合的沉积分区

如上所述,按粘土矿物组分和化学成分含量的变化,在渤海可以滦河口与蓬莱的连线

表6 渤海粘土矿物化学成分含量(%)的变化趋向

沉积区 化学成分	渤海湾、莱州湾	变化趋向	辽东湾
SiO ₂	44.98—48.30	<	48.83—50.13
Al ₂ O ₃	16.50—22.49	∞*	18.16—21.59
Fe ₂ O ₃	9.25—13.06	∞	10.18—13.93
TiO ₂	>0.2	>	<0.2
CaO	0.61—1.83	>	0.18—0.54
MgO	3.87—4.38	∞	3.52—4.05
K ₂ O	3.30—3.48	>	2.90—3.24
Na ₂ O	0.12—0.38	∞	0.28—0.47
烧失量	10.73—15.27	>	8.96—9.87

* 表示含量相似

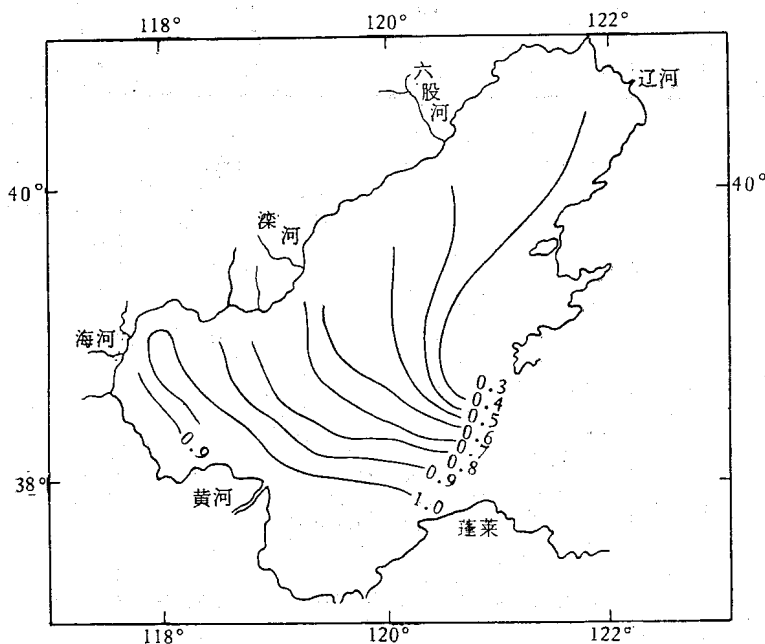


图9 渤海粘土样品化学成分中 CaO 百分含量等值线图

为界,划分为两个粘土矿物组合区(图10)。

(1) 伊利石-高岭石-绿泥石矿物组合区

分布在渤海南部的渤海湾、莱州湾——主要为黄河物质影响区,部分受滦河影响。

沉积物中粘土矿物组分以伊利石为主,并有少量蒙脱石(<3%)及极少量的坡缕石-海泡石。X射线衍射图谱表明,本区粘土矿物衍射峰的高度¹⁾均较北部沉积区为高(图11)。本区粘土矿物组合的化学成分中, SiO₂ 含量比北部沉积区低,而 K₂O, CaO, TiO₂ 和烧失量则高。这些特点说明,本沉积区粘土矿物的结晶程度和风化深度均略高于北部

1) 粘土矿物衍射峰高是指峰的顶点到峰底宽的1/2处的高度。

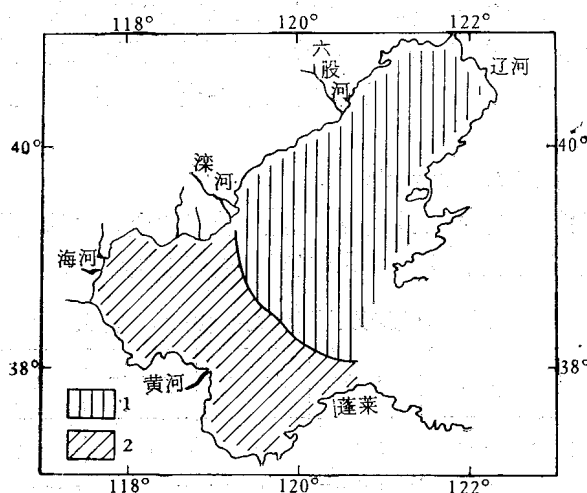


图 10 渤海粘土矿物分区图

1. 伊利石-高岭石-绿泥石矿物组合区；2. 伊利石-绿泥石-高岭石-蒙脱石矿物组合区

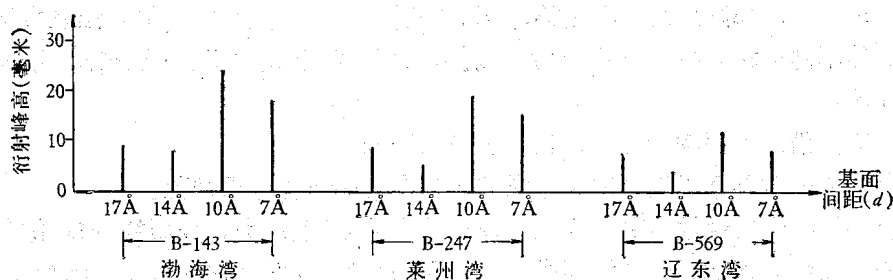


图 11 渤海三个海湾代表性站位粘土矿物 X 射线衍射峰高对比图

沉积区。

(2) 伊利石-绿泥石-高岭石-蒙脱石矿物组合区

分布在渤海北部的辽东湾。

沉积物中粘土矿物组分以伊利石为主,并有少量高岭石、绿泥石、蒙脱石和极少量的坡缕石-海泡石。本区的粘土矿物组合与渤海湾、莱州湾基本相同,只是高岭石和蒙脱石的含量略有增高。化学分析和 X 射线分析结果表明,本区的粘土矿物在风化深度和结晶程度方面均较南部沉积区略低。

综上所述,渤海表层沉积物中粘土矿物组合的分布特点是: 自渤海湾向东至渤海海峡,向北到辽东湾,其结晶度具有由高变低的趋向,而蒙脱石和高岭石的含量则由低变高。

四、渤海粘土矿物的形成条件

渤海南、北两个粘土矿物组合区的化学成分在含量上的差异和变化,取决于风化作用的环境因素。

风化作用使地表和接近地表的岩石在水、空气和生物的物理化学作用下改变其化学成分,具体表现在铝硅酸盐的水化作用,碱金属或碱土金属等成分的淋滤,二氧化硅的部分析出,氧化铝及吸附水的增加。所以,渤海两个粘土矿物组合区的粘土矿物特征受着来源区风化条件的控制。

1. 来源区形成粘土矿物的物质基础

渤海沿岸各大河流携带大量泥沙入海,成为渤海粘土物质的主要来源。各主要河流的输沙量见表 7¹⁾,黄河、辽河和滦河的人海泥沙在渤海占主导地位。

表 7 渤海沿岸主要河流年输砂量统计表

河流名称	黄 河	辽 河	滦 河	海 河	蓟运河	小清河	白浪河	维 河
输 砂 量 (万吨)	124000	5511	2496	700	100	261	204	913

(1) 渤海沿岸陆源区的沉积物类型

渤海周围的沿岸陆源区,沉积有第四纪松散沉积物、火成岩和变质岩²⁾。它们出露的范围,以滦河、老铁山为界,北部主要分布着变质岩和火成岩,只在辽东湾顶部才有第四纪的松散沉积物,南部则广泛分布着第四纪的松散沉积物,其它时代的岩层在本区分布不广。这两种不同沉积类型的风化产物,分别由辽河、滦河和黄河输入辽东湾、渤海湾和莱州湾内沉积。

(2) 渤海沿岸沉积物风化作用初期阶段的进程

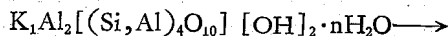
渤海沿岸的两种沉积类型决定了它们风化产物的风化作用进程。

粘土矿物的形成通常取决于风化作用环境中的温度、压力、介质的 pH 值和母岩的化学成分。渤海沿岸地区两种沉积类型的沉积物均处于同一气候区,诸多因素变化不大,因此沉积物的组分和化学成分就直接影响着风化产物的性质,对处于风化作用初期阶段的渤海沿岸沉积物尤其是如此。

沉积物在风化作用过程中,化学元素的迁移速率随风化程度的加深而增高。因为,作为主要造岩矿物的铝硅酸盐,其风化转变的一般阶段为^[3]:



钾长石 绢云母



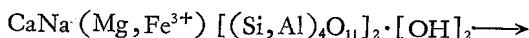
水云母



高岭石



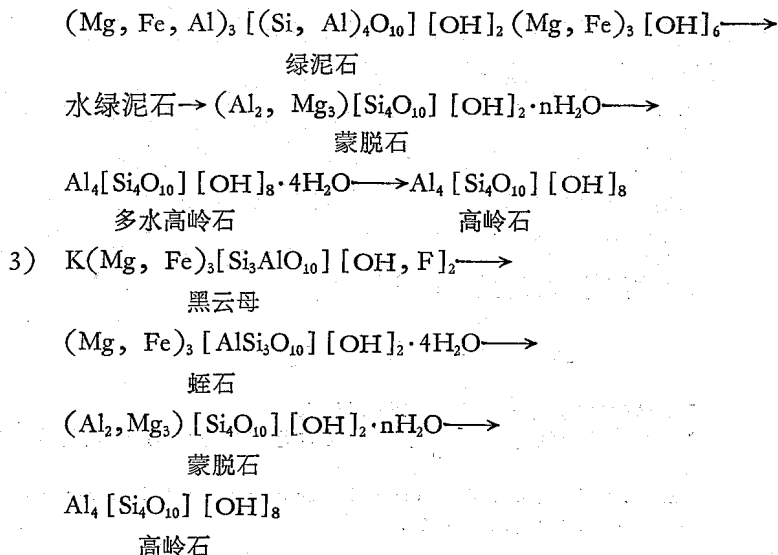
辉石



角闪石

1) 中国科学院海洋研究所, 1964。海洋地质调查报告。

2) 长春地质学院燕山大队, 1959。河北省 1:200,000 燕山关幅地质报告。



这个演变过程主要表现在阳离子的带出,并产生去硅作用,以及 $[\text{OH}]$ 和 H_2O 的组分加入到风化产物中去。因此,已遭风化作用而再沉积的第四纪松散沉积物,若再经风化作用,其风化作用深度应较高于火成岩和变质岩的风化产物。

从渤海南、北两个粘土矿物组合区粘土物质的化学成分的变化可以看出,南区粘土矿物成分中 SiO_2 的百分含量低于北区,而吸附水的百分含量又高于北区,见图 12。这说明南区粘土矿物的去硅作用和水化作用均高于北区。所以,虽然都处于初期风化作用阶段,但南区粘土矿物的风化作用深度略高于北区。

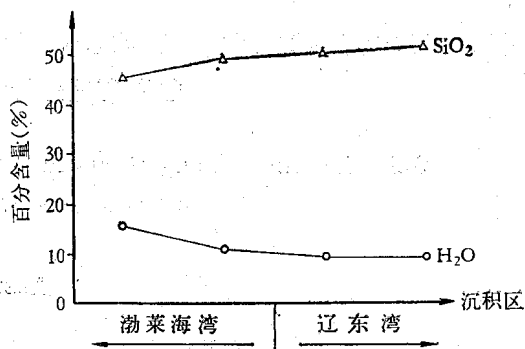


图 12 渤海粘土矿物组合样品中 SiO_2 和 H_2O 的含量变化对比图

2. 陆源粘土矿物在海区环境条件下的稳定状态

粘土矿物既然是风化作用的产物,就必然要受各种风化作用因素的支配。当陆源粘土矿物入海后,粘土矿物的沉积环境发生了改变,随之出现了化学状态的不平衡,最终结果是要使粘土矿物转变成与周围环境相平衡的稳定矿物,使之在新的沉积环境中保存下来。因此,渤海沉积物中的粘土矿物应该出现化学转化的迹象。但在研究过程中尚未发现明显的这种迹象。如高岭石,它适合于在氧化的酸性条件下富集,但入海后的高岭石并没有因其环境的改变而出现转化为其它种产物的迹象。显然,这种化学转化需要较长的时间和稳定的沉积条件。

3. 来源区粘土矿物的结晶度

原生矿物在风化作用下,除不断改变自己的化学成分和破坏本身的晶体结构外,同时又形成适应新环境的新矿物,随着风化作用的加深,新矿物的晶体结构也必然逐渐趋于完整,相应地结晶度也逐步增高。粘土矿物多有结晶缺陷,如晶层的位移;两种不同晶层交

互相间而成的混合层构造以及晶粒的形状和大小都影响衍射的效应。所以,对相似的粘土矿物组合来说,结晶度是影响衍射效应的主要因素。

渤海南、北两个粘土矿物组合区内粘土矿物样品的X射线衍射峰高相差较大,其原因就是由于两个沉积区的粘土矿物风化作用的进程有差异,导致了粘土矿物结晶度的差异。因此,在风化作用程度略深的渤海南部沉积区,粘土矿物的结晶度也略有增高,其X射线基面反射的峰高一般都大于北部沉积区。可见,沉积区粘土矿物的组合和结晶度,能够较为客观地反映来源区的物质组分和风化作用的深度。

参 考 文 献

- [1] 南京大学地质系编, 1979。地球化学。科学出版社, 316—327 页。
- [2] 生沼郁、小林和夫, 1962。堆积岩中的粘土矿物的X射线による定量的の検討。粘土矿物科学进步(4)。粘土研究会编, 327—330 页。
- [3] Aoki, S., K. Oinuma and T. Sudo., 1964. The distribution of clay minerals in the recent sediment of the Japan Sea. *Deep-Sea Research* 21(4): 299—310.

INVESTIGATION OF CLAY MINERAL IN THE SEDIMENTS OF THE BOHAI SEA*

Shi Yingmin Yang Guangfu Chang Guoxian and Li Kunye

(Institute of Oceanology, Academia Sinica)

ABSTRACT

Components of clay mineral in the sediments of different regions of the Bohai Sea are much the same. The main clay mineral is illite; chlorite, kaolinite and montmorillonite are less but palygorskite-sepiolite are scarce.

From the component, the crystallinity and the distribution of clay mineral in the Bohai Sea, it is shown that they are not controlled by sedimentary environment but depend on the component of sediment and clay mineral of denudation area, as well as on the hydrodynamic condition of the Bohai Sea.

Based on the changes of the clay mineral component and of the chemical element content, the Bohai Sea may be divided into two regions of clay mineral component, the boundary of which lies from the estuary of Luanhe River to the town of Penglai.

1. Illite-kaolinite-chlorite mineral region, which is located in the south part of the Bohai Sea (in Bohai Bay and Laizhou Bay). This region was mainly affected by the Huanghe River (Yellow River) and partly by Luanhe River.

2. Illite-chlorite-kaolinite-montmorillonite region, which is located north part of the Bohai Sea (in the Liaodong Bay).

*Contribution No. 679 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.