

南黄海粘土矿物的分布特征*

时英民 李坤业 杨惠兰
(中国科学院海洋研究所)

关键词 粘土矿物组合区, 沉积环境

提要 南黄海表层粘土组分中,按其重要粘土矿物的含量分布特征,可分为五个组合区:

I 区为伊利石—绿泥石—蒙脱石—高岭石; II 区为伊利石—绿泥石—高岭石—蒙脱石; III 区为伊利石—蒙脱石—绿泥石—高岭石; IV 区为伊利石—高岭石—绿泥石—蒙脱石; V 区为伊利石—绿泥石—高岭石—蒙脱石。

其分布范围与沉积环境大体一致。

近年来,我国各海域粘土矿物的研究进展很快,但由于目前海洋粘土矿物纯化问题没有解决,因此各作者对海洋粘土矿物定量计算选用的强度系数不统一,其结果不但影响定量数据的差异,而且研究成果也无从对比。所以我们讨论海洋沉积物中粘土矿物的量,只能表示量变趋向,以此探讨物质来源、沉积过程、沉积环境和气候特征等问题。

一、南黄海表层粘土矿物

我们在南黄海取表层样 34 个(图 1)。利用 X 射线、X 射线荧光能谱¹⁾进行分析和研究,发现南黄海沉积物中的主要粘土矿物组分以伊利石为主,其次为绿泥石、蒙脱石和高岭石以及石英、长石、方解石等非粘土矿物及分析 Ca, Mn, Fe, Rb, Sr, Cu, Zn, K 和 Pb 等元素。

(一) 粘土矿物的分析和鉴定

以粒径 2 μm 为粘土样品的上限,在提取小于 2 μm 粒级粘土样品之前,对原样不作任何物理化学处理,只用蒸馏水反复清洗,直至悬浮为止。提出小于 2 μm 的悬浮体制成定向片,供 X 射线分析。

粘土矿物组分的 X 射线分析结果见图 2,

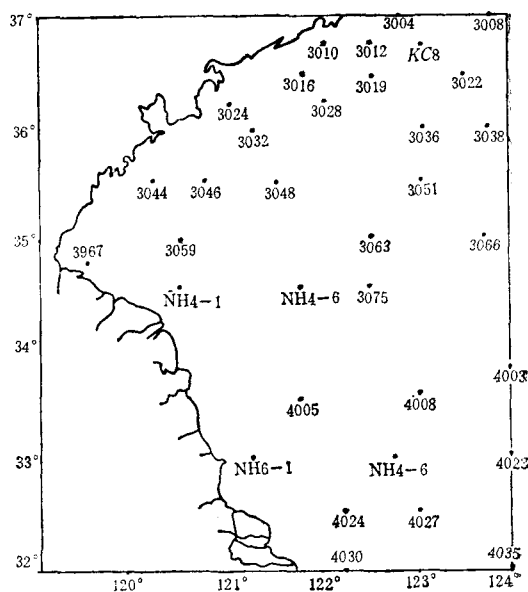


图 1 南黄海站位
Fig. 1 Sampling sites in South Huanghai

依其图谱反射特征有如下组分:

伊利石反射系列 $d(001) = 9.9-10.2 \text{ \AA}$,
 $d(002) = 4.99 \text{ \AA}$, $d(003) = 3.33 \text{ \AA}$; 绿泥石反

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 1602 号
1) X 射线荧光能谱由我室何丽娟同志分析,在此表示感谢。

射系列 $d(001) = 14.3 \text{ \AA}$, $d(003) = 4.73 \text{ \AA}$, $d(004) = 3.54 \text{ \AA}$; 高岭石反射系列 $d(001) = 7.23 \text{ \AA}$, $d(002) = 3.58 \text{ \AA}$; 蒙脱石反射系列 $d(001) = 17.7 \text{ \AA}$, $d(110) = 4.53 \text{ \AA}$;

非粘土矿物组分:

方解石反射系列 $d(100) = 3.04 \text{ \AA}$, $d(102) = 3.84 \text{ \AA}$; 石英反射系列 $d(100) = 4.30 \text{ \AA}$, $d(101) = 3.35 \text{ \AA}$.

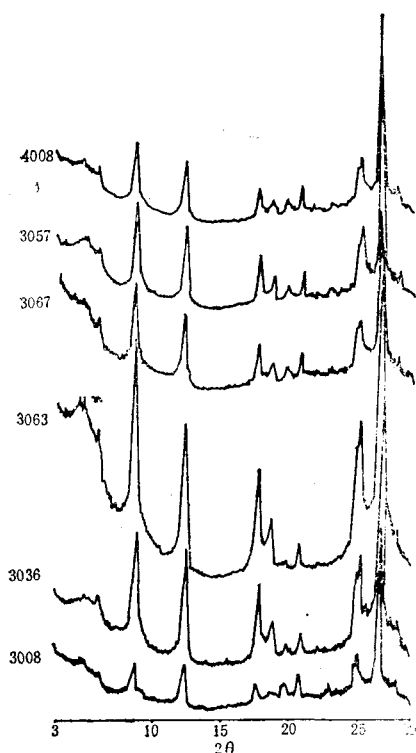


图2 南黄海表层粘土样品X射线分析图谱
Fig. 2 X-Ray spectrogram of surface clay samples in South Huanghai

(二) 粘土矿物的含量及其变化规律

南黄海粘土矿物相对百分含量(表1)。

1. 粘土矿物相对百分含量的计算

采用X射线衍射峰面积比方法, 计算粘土组分中主要粘土矿物的相对百分含量。(1) X射线衍射峰面积的计算 将衍射峰面积分成若干正规三角形, 先求各三角形的面积然后得出衍射峰的面积:

$$\Sigma S = S_1 + S_2 + \dots + S_n \dots \dots (1)$$

表1 南黄海表层粘土矿物含量

Tab. 1 Contents of clay mineral in South Huanghai

站 位	名称 含量 %	伊利石	绿泥石	高岭石	蒙脱石
南 黄 海 表 层	3004	67.2	10.4	9.6	12.8
	3008	68.0	14.7	9.0	8.3
	3010	70.0	15.7	10.6	3.7
	3012	70.2	12.3	8.4	9.1
	3016	70.0	7.9	8.1	14.0
	3019	70.2	12.3	8.4	9.1
	3022	76.1	9.6	10.2	4.1
	3024	71.7	11.1	11.0	6.2
	3028	70.0	12.2	8.4	9.4
	3032	78.3	5.3	7.0	9.4
	3036	69.0	20.2	7.6	3.2
	3038	70.7	14.6	12.1	2.6
	3044	74.9	12.2	8.3	4.6
	3046	71.3	9.4	9.3	7.0
	3048	72.3	9.9	5.9	12.0
	3059	74.9	9.0	8.4	7.7
	3063	75.8	4.2	12.5	7.5
	3066	73.4	8.9	13.0	4.7
	3067	73.4	12.1	10.0	4.5
	3075	71.3	15.0	8.3	5.4
	4003	75.1	9.5	8.0	7.4
	4005	75.3	10.2	8.3	6.3
	4008	72.2	11.9	9.3	6.6
	4023	69.2	12.7	10.8	7.3
	4024	73.5	12.5	9.7	4.3
	4027	60.6	16.6	7.9	17.0
	4030	71.3	13.9	11.0	3.8
	4035	76.5	12.5	8.2	2.8
NH4-1	71.4	9.0	10.6	9.0	
NH4-6	75.9	10.8	5.2	8.1	
NH6-1	70.8	4.1	8.4	12.7	
NH6-6	75.2	9.4	9.5	7.8	
CK8	77.1	12.1	3.0	7.9	
NH12-1	63.8	4.4	6.7	15.1	

(2) 相对含量的计算:

$$S_M(17 \text{ \AA}) : S_I(10 \text{ \AA}) : S_{(K+Ch)}(7 \text{ \AA}) = \frac{1}{3} : 1 : 2.5 \dots (2)$$

$$S_K(3.58 \text{ \AA}) : S_{Ch}(3.54 \text{ \AA}) = 1 : 1 \dots (3)$$

式中, I 为伊利石; Ch 为绿泥石; K 为高岭石;

M 为蒙脱石; ΣS 为 X 射线衍射峰面积; S 为三角形面积。

2. 粘土矿物的含量及其变化特征

南黄海表层粘土组分中,伊利石相对百分含量为 60.6—75.3%,绿泥石为 4.1—16.6%,高岭石为 3.0—14.2%,蒙脱石为 2.6—15.1%。各组分含量在研究区的分布特征是:(1)伊利石分布特征见图 3。根据等值线分布趋势,有四个高含量区和一个低含量区。高含量区: I 区为 77.1%, II 区为 78.3%, III 区为 75.3%, IV 区为 75.3%。低含量区: V 区为 60.6%。

以上述含量值为中心,分别组成五个单元的等值线区,呈现研究区的五个自然分区。(2)绿泥石:相对百分含量的分布特征见图 4。在研究区出现三个高含量区和二个低含量区。高含量区: I 区绿泥石最高含量为 15.7%, IV 区为 20.2%, V 区为 16.6%。低含量区: II 区最低含量为 5.3%, III 区为 4.1%。

(3)高岭石相对百分含量的分布特征见图 5,在研究区出现二个高含量区,二个中含量区和一个低含量区。高含量区: I 区高岭石最高含量为 11%, IV 区为 13%。中含量区: III 区和 V 区高岭石含量一般为 8—10%。低含量区: II 区高岭石最低含量为 5.2%。

研究区高岭石含量变化总趋势是,从研究区边缘向中心,含量逐渐降低,形成中心低含量区。(4)蒙脱石:相对含量变化特征见图 6,在研究区出现四个高含量区和一个低含量区。高含量区: I 区蒙脱石最高含量为 14%, II 区含量自山东半岛东部海岸向外由低变高(4.5—12.1%)达 12.1%, III 区为 12.7%, V 区为 17%。I 区和 III 区蒙脱石含量变化趋势随远离海岸而降低。低含量区: IV 区蒙脱石最低含量为 2.6%。蒙脱石含量变化规律与高岭石含量变化特征互为反相关,在研究区连云港以北沉积区,蒙脱石含量垂直海岸向外,由低变高又降低,而南部沉积区蒙脱石含量则随远离海岸而下降。

综上所述,研究区内粘土矿物组分形成五

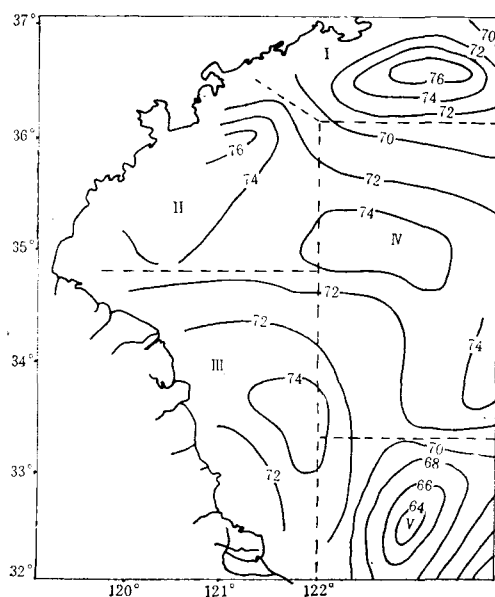


图 3 南黄海表层沉积物中伊利石含量等值线

Fig. 3 Isoleth map of illite content in surface sediments in South Huanghai

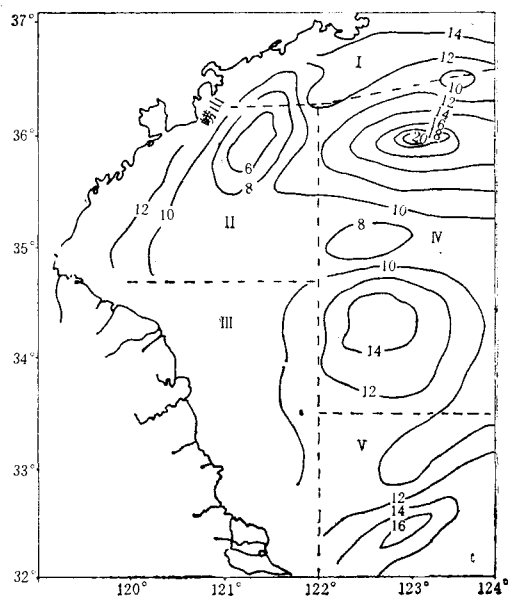


图 4 南黄海表层沉积物中绿泥石含量等值线

Fig. 4 Isoleth map of chlorite content in surface sediments in South Huanghai

个等值线单元区,依此将南黄海分为五个粘土矿物沉积区,大致分布范围: I 区,以崂山为界北部沉积区; II 区, 50 m 等深线以西,连云港以北沉积区; III 区,古黄河水下三角洲沉积

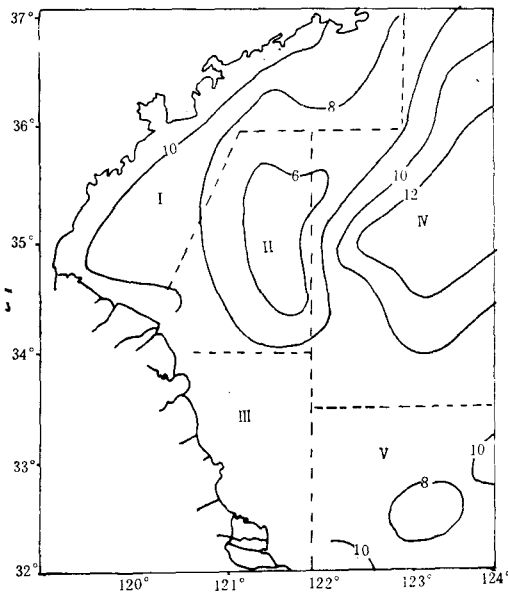


图5 南黄海表层沉积物中高岭石含量等值线
Fig. 5 Isopleth map of kaolinite content in surface sediments in South Huanghai

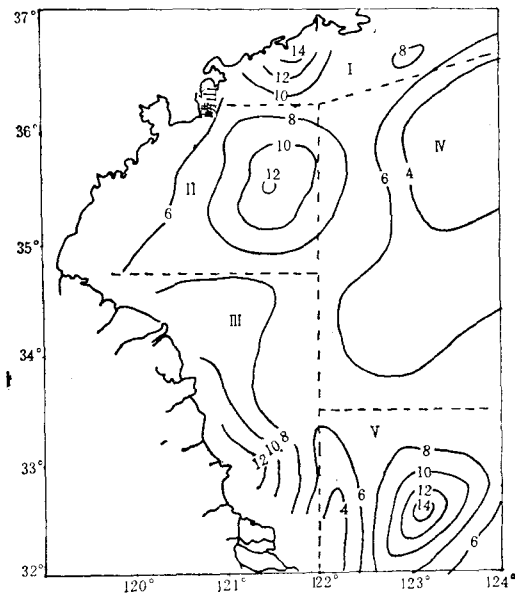


图6 南黄海表层沉积物中蒙脱石含量等值线
Fig. 6 Isopleth map of montmorillonite content in surface sediments in South Huanghai

区；IV区，50 m等深线以东深水沉积区；V区，古长江三角洲沉积区。

二、南黄海粘土样品中某些元素的含量及其分布特征

粘土样品中 K, Ca, Ti, Mn, Fe, Rb, Sr, Cu, Zn 和 Pb 等 10 种元素的 X 射线荧光能谱分析表明,其分布特征基本相似,而且与粘土矿物含量变化规律亦大致相似,各元素的含量分别形成环状等值线分布的自然分区。现以 K, Pb 元素为例。

(一) K 元素

K 元素等值线变化特征见图 7, 在研究区出现三个高含量区和二个低含量区。高含量区: I 区 K 元素最高含量为 3.06%, II 区为 3.18%, IV 区为 2.79—3.08%。低含量区: III 区 K 元素最低含量为 2.37%, V 区为 2.1%。

研究区 K 元素含量总的变化规律与伊利石相似,连云港以北沉积区含量最高,一般为 3% 左右,但以南沉积区含量均小于 3%。

(二) Pb 元素含量等值线分布特征见图 8

在研究区分布有三个高含量区和二个低含量区。高含量区: I 区 Pb 元素最高含量为 41 ppm, II 区为 40 ppm, V 区最高含量可达

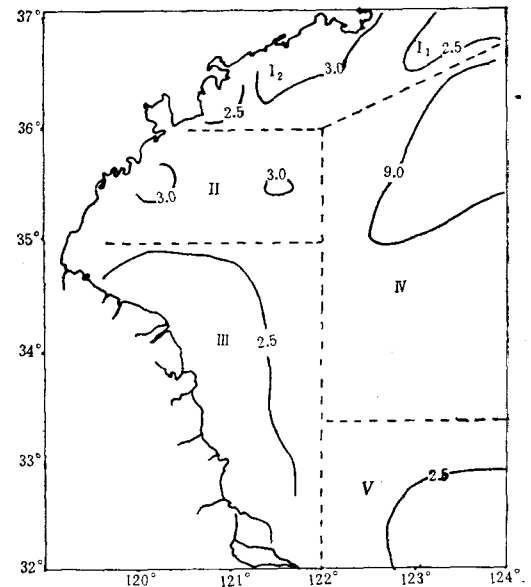


图7 南黄海表层沉积物粘土样品中K元素含量等值线
Fig. 7 Isopleth map of K content of surface clay samples in surface sediments in South Huanghai

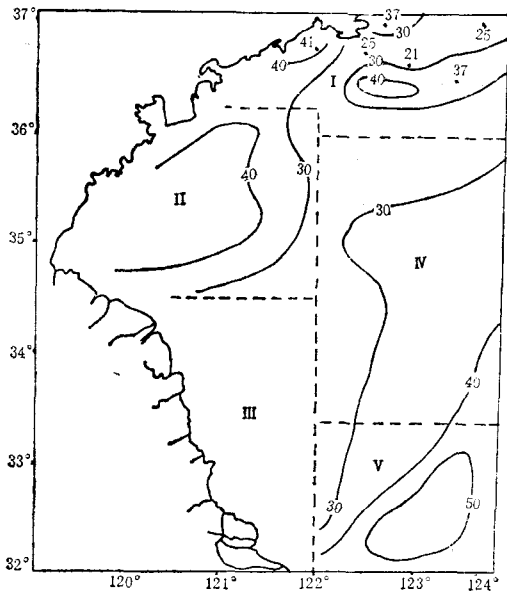


图8 南黄海表层沉积物粘土样品中 Pb 元素含量等值线
Fig. 8 Isopleth map of Pb content in surface clay samples of surface sediments in South Huanghai

55 ppm. 低含量区: III 区 Pb 元素最低含量为 27 ppm, IV 区为 20 ppm.

Pb 元素含量的变化规律,垂直山东半岛海岸向外,含量变低。

综合各元素含量分布特征,基本符合粘土矿物组合的沉积分区。

三、粘土矿物组合分区

综合分析,南黄海表层沉积物中,粘土矿物和分析元素的含量均无大幅度变化,但在研究区大致相同的五个沉积区,均为含量高值或低值中心区,以此为据将研究区分为五个粘土矿物组合区见图 9 和表 2。

I 组合区: 伊利石—绿泥石—蒙脱石—高岭石

II 组合区: 伊利石—绿泥石—高岭石—蒙脱石

III 组合区: 伊利石—蒙脱石—绿泥石—高岭石

IV 组合区: 伊利石—高岭石—绿泥石—蒙脱石

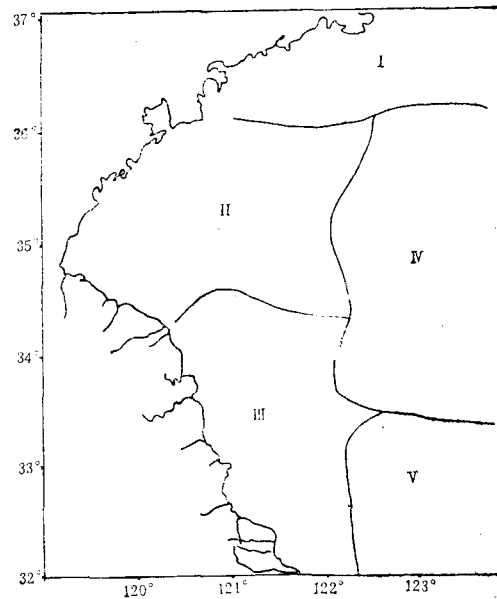


图9 南黄海表层沉积物粘土矿物组合分区
Fig. 9 Division of clay mineral assemblage in surface sediments in South Huanghai

表2 南黄海表层粘土矿物组合区的平均含量及其组合分区

Tab. 2 Averaged content of clay mineral assemblage division

含量 (%) / 组合分区 / 粘土矿物	I	II	III	IV	V
伊利石	71.1	73.7	73.4	72.9	70.2
绿泥石	11.9	10.2	8.5	8.8	13.6
高岭石	8.4	8.5	8.1	9.2	9.5
蒙脱石	8.7	7.6	9	5.5	7.0
粘土矿物组合	I-Ch-M-K	I-Ch-K-M	I-M-Ch-K	I-K-Ch-M	I-Ch-K-M

V 组合区: 伊利石—绿泥石—高岭石—蒙脱石

南黄海五个粘土矿物组合区与南黄海的五种沉积环境区的分布范围大体一致。崂山以北的现代黄河区为粘土矿物组合 I 区; 向南约 40—50 m 等深线为界, 以西海州湾外的残留沉积区为粘土矿物组合 II 区; 再向南为古黄河三角洲沉积区, 是粘土矿物组合 III 区; 50 m 等深

线以东深水沉积区,为粘土矿物组合 IV 区;古长江三角洲沉积区,为粘土矿物组合 V 区。由粘土组分粒度小,在海流作用下,易于再搬运和再沉积以及在搬运过程中的再扩散,致使各粘土矿物组合区之间存在有混合沉积带,即使被冲刷的残留区也有现代粘土组分的掺入。因此,粘土矿物组合区与沉积环境区界线不能完全吻合。但就整体看,南黄海表层粘土矿物组

合区与沉积环境区的分布基本一致,也说明南黄海研究区沉积物主要受控于陆源物质和沉积环境。

参 考 文 献

- [1] 袁迎如、陈庆, 1983。南黄海西部的沉积环境。海洋地质与第四纪地质 3(3): 49—59。
 [2] 杨子庚, 1985。南黄海陆架晚更新世以来的沉积环境。海洋地质与第四纪地质 5(4): 1—20。

DISTRIBUTARY CHARACTERISTIC OF CLAY MINERAL IN THE SOUTH HUANGHAI SEA

Shi Yingmin, Li Kunye and Yang Huilan

(*Institute of Oceanology, Academia Sinica*)

Key Words: Clay mineral, Region of assemblage, Clay mineral association, Sedimentary environment

Abstract

The main components of clay mineral are illite, chlorite, kaolinite and montmorillonite of the surface clay in the South Huanghai Sea. Based on the distribution of content of clay mineral, the South Huanghai Sea may be divided into five regions of clay mineral assemblage.

1. Illite-chlorite-montmorillonite-kaolinite mineral region.
2. Illite-chlorite-kaolinite-montmorillonite mineral region.
3. Illite-montmorillonite-chlorite-kaolinite mineral region.
4. Illite-kaolinite-chlorite-montmorillonite mineral region.
5. Illite-chlorite-kaolinite-montmorillonite mineral region.