

山东半岛沿岸泻湖粘土矿物及其来源*

张 军 孙晓霞

(青岛海洋大学海洋地球科学学院 266003)

摘要 对山东半岛沿岸 7 个泻湖的表层沉积物中的细颗粒成分中的粘土矿物进行了定性和半定量分析,并描述了矿物特征,发现粘土矿物的百分含量差别很大,其中蒙皂石的含量在地域上由西向东规则递减。泻湖与海水的交换状况对粘土组分有相当的影响,不久前封闭的泻湖的粘土矿物成分与未封闭的泻湖不同,显示了物源、物源成分的搬运距离及水体交换等因素的明显影响,表明了泻湖沉积物与环境动力及物源有密切关系。

关键词 山东半岛,泻湖,粘土矿物,百分含量,物源,环境动力

沿岸泻湖沉积物特征、物质来源和垂向层序的研究对于认识油区岩相古地理和预测非构造油气藏砂体具有重要的实际意义。目前,这一工作在我国开始不久,研究不多,而对于粘土矿物的分布及来源特征的研究,国内外均未见系统的论述。

山东半岛西北部海岸属于砂质海岸,许多海湾和河口受到砂坝的封闭,发育了不少泻湖。泻湖中水动力较弱,海底为还原环境,底质大多以细粒沉积为主。本文对山东半岛北部的泻湖底质细粒级沉积物作了矿物学研究,主要是粘土矿物分析,目的是了解泻湖沉积物矿物特征及其与环境的关系,进而推断它们的物质来源。

1 研究区概况

山东半岛西北岸的沿岸泻湖众多(图 1),若按照它们的受封闭和演化程度,可以划分成浅海泻湖、半封闭泻湖、封闭泻湖和埋藏泻湖 4 类^[1-2]。本文研究了 7 个泻湖(图 1),其中刁龙嘴泻湖基本属于浅海泻湖,砂坝封闭不好,泻湖水体与海水连通较广,盐度与海水相当,且无任何河流的淡水补给,底质以细砂为主;月湖为半封闭的泻湖,砂坝基本上将湖与海隔离,但尚有一不宽的通道相连,湖、海盐度相差无几,湖底沉积以细砂质粉砂为主;海北嘴泻湖、汪湖和大石泊泻湖,都是与海水完全隔离的封闭泻湖,前者的盐度仍较高,后两者均已演化成淡水湖。但在特大潮水时,后两者仍可受到海水的短期漫灌,湖底沉积物中以粉砂和泥质较多;芝罘泻湖是已干涸的埋藏泻湖,仅从底

层上可以判别出是泻湖相沉积;界河口泻湖是被砂坝封闭的河口区,仅仅在少见的河流洪水期和特大高潮

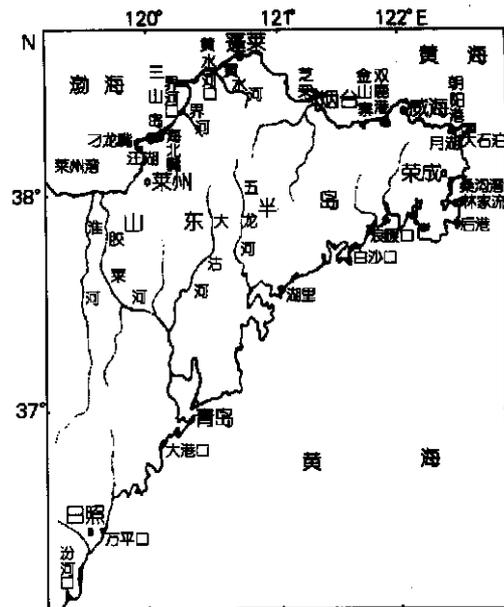


图 1 山东半岛主要泻湖位置

Fig. 1 Location of main lagoons in Shandong Peninsula

* 教育部博士点基金资助项目 2000042305 号
第一作者:张军,出生于 1973 年,从事海洋地质学研究,博士生。E mail: zhangjun@mail.ouqd.edu.cn
收稿日期:2002-03-06;修回日期:2002-03-28

时,才会出现咸、淡水的短期交换,较薄的砂泥泻湖沉积之下即是河床砂砾沉积。

山东半岛西北部沿岸基岩多为太古代和元古代的变质岩,局部为中生代花岗岩。它们风化后提供了大量粗粒碎屑物质,循各中小河入海,在东北-北的强风和常风向的作用下,再分选运移,有自东向西的趋势,特别是蓬莱以西更是如此。黄河入海沉积物在渤海南部广泛分布,大量的细粒级部分(主要是粘土)以悬浮状态扩散到渤海南部近岸一带,又被沿岸流(沿岸冷水流)带向东部入北黄海,并绕过成山头向南扩展^[4,9]。山东半岛西北部近岸这些粗粒和细粒物质的运移无疑都将影响沿岸泻湖的沉积组分,特别是细粒级的矿物成分。

2 研究方法

本次研究分析了上述7个泻湖的表层样品。这些样品用过氧化氢处理,除去其中的有机质,再用超声波分散,过0.038 mm(400目)的分析筛,即获得细粒级沉积物。

根据Stocks沉降律,用沉降法从沉积物中提取出粘土粒级,再用抽滤法抽滤到微孔滤膜上(微孔孔径为0.45 μm),用X射线衍射法作粘土矿物分析,在半

定量分析中用乙二醇蒸气饱和的粘土样品的X射线衍射谱上峰面积作为百分含量比的估算基础。由于采用抽滤法,避免了自然干燥法产生的粘土矿物重力分异造成的误差;同时微孔滤膜使乙二醇蒸气分压得以保持足够时间,从而获得较准确的定性及定量结果。

细粒级沉积物的矿物除了作X射线衍射分析外,还用镜下碎屑油浸法鉴定作为补充。X射线衍射分析参数为:日本理学株式会社产的转靶X射线衍射仪,CuKα辐射,电压40 kV,电流100 mA,SC闪烁计数管,采用单色器滤波,满程4 000~8 000 CPS。

3 实验结果

X射线衍射分析结果表明,粘土矿物主要为伊利石,含量占粘土矿物的72%~44%,平均为64%。蒙皂石含有部分膨胀性混和层矿物,多为蒙皂石-伊利石混和层粘土矿物,含量自19%~痕量,平均为8%,由西向东、南有规律地递减。高岭石含量在33%~8%之间,平均为17%,居第2位。绿泥石含量在13%~5%之间,平均为11%,居第3位。根据绿泥石奇数基面面网和偶数基面面网的X射线衍射谱线强度比,可判断本地区绿泥石多为镁绿泥石,含有一定数量的铁,但不是富铁绿泥石。伊利石、高岭石和绿泥石

表1 各泻湖的粘土矿物种类及其含量

Tab.1 Categories and percentages of clay minerals in various lagoons

泻湖名称	粘土矿物相对含量(%)				其它非粘土矿物
	伊利石	蒙皂石	高岭石	绿泥石	
刁龙嘴	61	19	12	9	石英、斜长石、角闪石、钾长石、β-方石英
海北嘴	60	15	14	11	石英、斜长石、过渡型微斜长石、钾长石、角闪石
界河口	71	11	12	6	石英、斜长石、过渡型微斜长石、钾长石、角闪石,但数量较少
芝罘	70	10	8	13	石英、斜长石、过渡型微斜长石、钾长石、角闪石,但数量较少
大石泊	68	-	20	12	石英、斜长石、过渡型微斜长石
月湖	44	1	33	11	石英、斜长石、过渡型微斜长石,但数量增多
汪湖	72	3	13	12	大量方解石,一定数量高镁方解石,少量石英、斜长石、过渡型微斜长石

结晶度都比较好,蒙皂石较差。

非粘土矿物主要有石英、云母、酸性斜长石、过渡型微斜长石、钾长石、角闪石、绿帘石、辉石,某些泻湖中可见到β-方石英、方解石、白云石等。

以上7个泻湖的粘土矿物种类及其含量见表1。7个泻湖除了以上共同的沉积矿物特征外,各个泻湖

各有其不同之处。

刁龙嘴泻湖:刁龙嘴是最东部的一个开放型泻湖,湖水与海水自由交换,重矿物是从西北向东南沿岸流进泻湖的。这一泻湖中蒙皂石含量居各泻湖之冠,为19%,还可能有海泡石。非粘土矿物中比较特别的是有β-方石英,显然是自生成因。在较粘土为粗

的 < 0.038 mm 粒级中的石英含量急剧增加, 但方石英完全无显示, 这表明方石英颗粒较小, 仅存在于细粒级中, 是自生成因的佐证。

海北嘴泻湖: 它在刁龙嘴以西, 蒙皂石含量较前

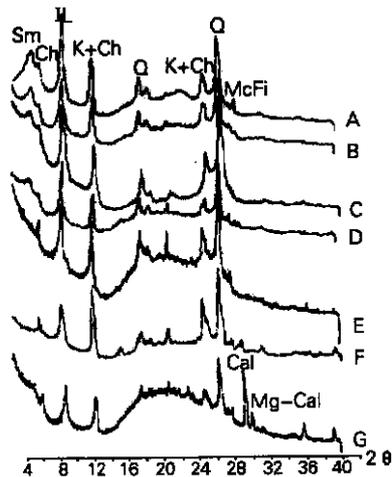


图2 各泻湖中粘土粒级沉积物的 X 射线衍射

Sm:蒙皂石;Ch:绿泥石;Il:伊利石;K:高岭石;Q:石英;McFi:微晶钾长石;Cal-方解石;Mg-Cal:镁方解石;A:刁龙嘴;B:海北嘴;C:界河口;D:芝罘;E:大石泊;F:月湖;G:汪湖

Fig.2 Spectrums of Xray diffraction of claysize sediment in various lagoons

有所减少,但其粘土的 X 射线衍射谱与刁龙嘴泻湖在整体上十分相似(图 2)。痕量的方解石及白云石见于 < 0.038 mm 粒级沉积物中。

界河口泻湖: 本处泻湖仅在洪水期与海相通, 其余期间完全封闭。泻湖中伊利石含量高达 71%, 蒙皂石较前两者均少, 高岭石/绿泥石比增高, 其粘土矿物 X 射线衍射谱仍与前两个泻湖相似(图 2)。

芝罘泻湖: 本泻湖沉积物中高岭石/绿泥石比为 0.61, 绿泥石百分含量超过高岭石, 与本区其他泻湖粘土矿物组合均不相同, 蒙皂石含量仅为 3%, 非粘土矿物数量与种类均有所增加。

大石泊泻湖: 为一封闭泻湖, 位于山东半岛海岸由北向南转折处的东岸(图 1)。粘土的 X 射线衍射谱上无蒙皂石显示, 高岭石含量较前所述各泻湖明显为高(至少高 6%), 少量低镁方解石, 应为生物成因。X 射线衍射谱与前面各泻湖有明显不同。

月湖泻湖: 与大石泊泻湖相近, 粘土底 X 射线衍射谱上蒙皂石仅为痕量, 高岭石含量达 33%, 为各泻湖最高者, 非粘土矿物的含量及种类均有增加, 其衍射谱与大石泊相似, 属同一类型。

汪湖泻湖: 其位置与刁龙嘴泻湖相邻(图 1), 相距不到 1 km, 但矿物成分和含量均与刁龙嘴泻湖不相同。蒙脱石含量仅有 3%, 为刁龙嘴泻湖的 1/6; 无方石英显示; 令人注意的是粘土中存在大量方解石和一定数量高镁方解石(图 2, G)。在较粗的 < 0.038 mm 的粒级中方解石含量是样品中含量最多的矿物, 占半数以上, 为石英的数倍, 但无高镁方解石显示。用细砂及粉砂部分作油浸薄片在显微镜下观察, 见大半为方解石颗粒, 其中少数为生物碎屑显示, 绝大部分为不规则或菱面体颗粒。X 射线衍射显示其 $d_{10.4} = 3.035$ Å, 系正常方解石。高镁方解石中 $MgCO_3$ 高, 显系生物成因。由上述可知汪湖的粘土矿物组合与其他各泻湖都不同。

4 讨论

上述分析结果显示各泻湖中细粒级沉积物在矿物的数量上和种类上都不完全相同, 最主要的区别是:

(1) 粘土矿物中的蒙皂含量自西向东规则地递减, 由 19% 减到只有痕量, 如表 1 所示。由于所取样品都是表层底质样, 在常温常压下粘土矿物不可能在较短的时间内自行生成或发生明显变化, 所以这些泻湖中蒙皂石是由别处带到泻湖中去的。从位于渤海南部沿岸中泻湖中蒙皂石含量较高来看, 可以推测与这一地区沉积物特征有关。据文献^[3,9], 黄土和黄河入海沉积物(以黄土成分为主)中蒙皂石的含量较高, 入海沉积物的粘土中蒙皂石平均达 16% (图 3)^[9]。蒙皂石在粘土中颗粒最小、重量最轻, 是水体中最易于悬浮和搬运的粘土矿物部分。

由于黄河在渤海南岸入海, 多年平均搬运到岸外海域的泥沙量每年达 3~4 亿 t, 因此在渤海南部悬浮水体中含有相当数量的蒙皂石是不足为奇的, 这些悬浮蒙皂石可以扩散到渤海南岸及北黄海沿岸水动力条件较弱的地区, 如本文中的刁龙嘴、海北嘴、界河一带, 进入泻湖较安静水体中, 再沉淀下来, 所以渤海南部存在的大量黄河物质是上述泻湖物质的最可能来源之一。某些泻湖中蒙皂石含量较高, 可能是由于 1) 黄河口较近; 2) 水动力条件(浪、流、潮)有利于沉积物中颗粒最细的蒙皂石矿物的搬运进入泻湖并沉积下来。如将各泻湖到黄河口的直线距离与泻湖中蒙皂石

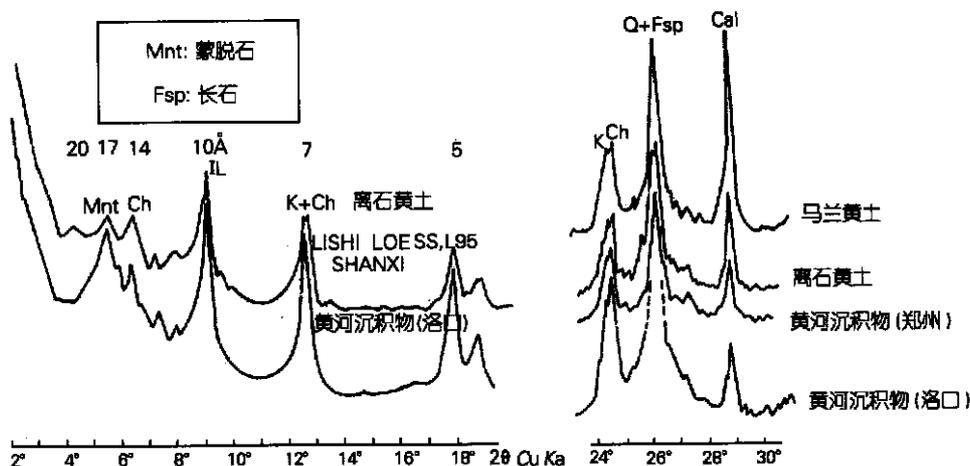


图3 黄河沉积物和黄土中的粘土矿物 X射线衍射谱(杨作升·米利曼,1983)

Fig.3 Spectrums of Xray diffraction of clay sediments from the Yellow River and loess

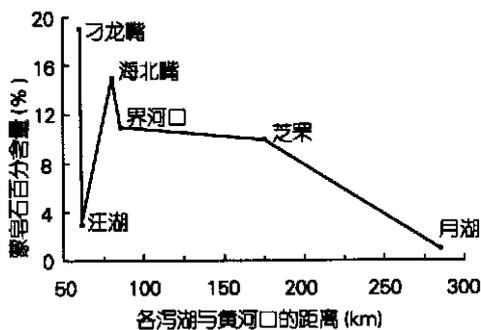


图4 泻湖距黄河口的距离与泻湖中蒙皂石含量关系

Fig.4 Relationship between the distance from lagoons to the Yellow River mouth and the percentage of the Smectite in the lagoons

含量的关系作一曲线,则可见随距黄河口距离的增加泻湖中蒙皂石含量逐渐减少(图4),表明黄河物质对泻湖沉积物的影响随距离的增加而减弱。这是泻湖中的物质部分来源于黄河的佐证。从水动力条件来看,黄河泥沙入海后向东北方向运移扩散,部分经长山水道向东绕成山头由沿岸向南输送^[4,9]。就芝罘、大石泊、月湖一带海域而言,黄河物质是途经这一带的,但由于在大石泊、月湖一带岸外水深流急,海流可达8 kn/h,海洋的冲刷侵蚀作用比较强烈,远道而来的黄河细粒级物质在这一带留存不住,不能在这一带沉

积,这一带海域底质为残留砂,因此大石泊、月湖泻湖中沉积物不大可能受到黄河的影响。

(2) 大石泊和月湖泻湖中高岭石的平均含量为26%,比其余5个泻湖的平均值12%要高一倍以上。在这个泻湖中,不仅蒙皂石减少,伊利石的相对含量也减少,其平均值仅为56%,比其它5个泻湖伊利石平均含量67%要少。由于黄河物质不大可能影响这两个泻湖,海洋来源物质影响不大,物源应主要是该区陆地岩石土壤侵蚀冲刷供给的。这种高岭石含量增高,还有非粘土矿物也增多,应与该区岩石和土壤类型及风化过程有密切关系。

(3) 汪湖和刁龙嘴泻湖虽相距仅0.5 km之遥,但表层底质沉积物差异很大,矿物种类和数量不同。刁龙嘴因为与海相通,沉积物成分明显受海域输入物质的影响。汪湖是封闭的、已淡化的泻湖,目前沉积物只可能来源于周围的陆地,或者是生物成因(如本泻湖中存在的高镁方解石)和自生成因。原有的在泻湖封闭前由海域输入的物质逐渐为上述物源成分掩盖,因而形成的表层底质沉积物与临近的开放性泻湖不同。这种不同是由于早期主要物源(或主要物源之一)来自海域,随后这一物源被切断的结果,并不反映距离或气候环境等的差异。

大石泊虽亦系封闭泻湖,但其沉积物成分与月湖并无明显不同,这是因为该区泻湖在早期接受海域来沙极少之故。封闭后物源变化不大。



(4) 本区碎屑矿物基本上反映了母岩类型,如过渡性微斜长石和酸性斜长石的物源影响。但许多非粘土矿物的特点、生成环境、演变和物源尚须做进一步综合性的研究。

5 结论

(1) 海域物源区成分及其与泻湖距离和海域水动力条件对开放性或半开放性泻湖沉积物成分有重要影响,山东半岛西北部沿岸泻湖细颗粒特别是粘土矿物成分的规律性变化可用上述影响解释。

(2) 泻湖封闭前和封闭后沉积物矿物成分可以有很大变化,特别是当海域输入物质在泻湖沉积物中占相当数量时,泻湖封闭后海域输入物质可为其它来源物质完全掩盖,得到不同于先前的矿物组合,这时即使两个泻湖相距很近,但因开放与否物质成分产生很大差异。

(3) 沉积物矿物包括粘土分析是判别泻湖沉积物来源及沉积环境的有效方法。在判别时应充分考虑时间、空间及水动力等因素的影响。

参考文献

- 1 庄振业. 泻湖沉积环境——山东半岛为例, 青岛海洋大学学报, 1993, 23(1): 52 ~ 60
- 2 庄振业等. 山东半岛滨外坝砂体沉积特征, 海洋学报, 1989, 11(4): 470 ~ 480
- 3 刘东生. 中国的黄土. 北京: 科学出版社, 1964. 28 ~ 45
- 4 秦蕴珊. 黄河入海泥沙对渤海和黄海沉积作用的影响, 海洋科学集刊, 1986, 27: 125 ~ 135
- 5 庄振业等. 山东莱州三山岛-刁龙嘴地区砂坝泻湖沉积和演化, 海洋地质与第四纪地质, 1994, 14(4): 43 ~ 52
- 6 万振文等. 渤、黄、东海三维潮汐运动数值模拟, 海洋与湖沼, 1998, 29(6): 611 ~ 616
- 7 王琦等. 海洋沉积学. 北京: 科学出版社, 1989. 31 ~ 35
- 8 吴锦秀等. 山东半岛荣成湾海岸泻湖沉积环境的初步分析, 海洋湖沼通报, 1986, 2: 19 ~ 24
- 9 Yang Zuosheng and Mlliman J. . Fine-grained Sediments from the Changjiang and Huanghe rivers and sediment sources of the East China Sea. In: Luo Y. R. ed. . Proceedings of the International Symposium on Sedimentation on the Continental Shelf, vol. 1, Beijing: China Ocean Press, 1983. 436 ~ 446

CLAY MINERALS IN LAGOONS ALONG THE COAST OF SHANDONG PENINSULA AND THEIR SOURCES

ZHANG Jun SUN Xiaoxia

(College of Marine Geosciences , Ocean University of Qingdao , 266003)

Received: Mar., 6, 2002

Key Words: Shandong Peninsula, Lagoon, Clay mineral, Percentage composition, Source sediment, Environmental dynamic

Abstract

Clay minerals from the fine-grained surface sediments in the seven lagoons along the coast of Shandong Peninsula were analyzed qualitatively and semi-quantitatively. And their characteristics were described. The analysis shows that the percentage of different clay minerals in the surface sediments of the lagoons varies greatly. The percentage of the Smectite decreased regularly from west to east along the coast. The result also shows that the exchange rate capability of the waters between the lagoons and the sea has a great influence on the composition of the clay minerals. There is a quite difference between the clay minerals assemblage of the lagoons closed lately and that of the open ones. The result indicates the main influential factors on the clay composition are source sediment, source sediment transport distance and capability of water exchange, and also shows that the lagoon sediments have intimate relationship with environmental dynamic forces and source sediment.

(本文编辑: 李本川)