

黄海粘土沉积物的来源与分布^{*}

林 承 坤

(南京大学大地海洋科学系)

提 要: 本文根据区域自然地理原理, 划分黄海粘土沉积物的补给区, 在粘土矿物鉴定的基础上, 用法方程定量探明黄海粘土沉积物的来源与分布, 绘出黄海粘土沉积物分布图。图示: 黄海来源于长江的粘土沉积物的分布面积, 占其总面积的56.5%, 来源于黄河的占43.5%。粘土沉积物的分布同洋流、海流的分布相吻合。

主题词: 补给区 汇入点 粘土矿物 粘性泥沙 法方程 黄海

黄海是我国三大边缘海之一, 面积约 $40 \times 10^4 \text{km}^2$ 。黄海的沉积物主要由粘土 ($d < 0.005 \text{mm}$) 组成。80年代以来, 中外学者都采用粘土矿物组合的分析, 探明黄海沉积物的来源^[1-7]。文献^[8]对长江口的粘粒泥沙来源与输移作了定量研究, 建立了粘粒泥沙来源分析与数量计算的模式, 验证精度较高。本文论证了法方程模式定量研究黄海粘土沉积物的可行性, 并应用该模式研究黄海粘土沉积物的来源与分布。

一、黄海及其补给区沉积物的粘土矿物组成

(一) 黄海粘土沉积物的补给区与汇入区

根据自然地理环境对粘土矿物组成的影响, 黄海粘土沉积物的来源可分为两个补给区: 即长江补给区 (x_1) 与黄河补给区 (x_2)。

长江在黄海西南部入海, 河口属分叉河型, 较为稳定。有关研究表明, 长江口粘性泥沙 ($d < 0.005 \text{mm}$) 的数量为 $0.9579 \times 10^8 \text{t/a}$ 。

黄河下游属游荡河型。公元1194年(金明昌五年)至1855年(清咸丰五年)的661年, 黄河夺淮期间, 在苏北沉积了废黄河三角洲, 因沙源终断, 在波浪、海流、潮汐等营力的作用下, 三角洲海岸产生崩塌。据清光绪二十一年(公元1895年)的江苏省舆图和1960年江苏省地形图的比较, 求出每年海岸的平均崩塌率为80m。因三角洲海岸崩塌输往黄海的粘性泥沙有 $3.113 \times 10^7 \text{t/a}$ ^[8]。据黄河利津水文站的资料, 黄河粘性泥沙占全沙的17.4%, 其数量为 $1.914 \times 10^8 \text{t/a}$ 。文献^[9]指出, 在黄河入海的泥沙中, 由海洋动力挟带输往外海的沙量只占36%, 从而计算出输往外海的沙量为 $3.89 \times 10^7 \text{t/a}$ ^[9]。黄河泥沙约90%来自黄土高原^[10]。即这两处入海泥沙同属一源, 所以泥沙的粘土矿物基本上相同。因此可以把这两处合为黄海粘土沉积物的黄河补给区。输往外海的粘粒泥沙为 $1.0 \times 10^3 \text{t/a}$ 。

本文1988年2月20日收到, 1991年9月18日收到修改稿。

^{*} 国家自然科学基金资助课题。

黄海的粘土沉积物是由粘性泥沙沉积而成的。长江补给区的粘性泥沙,一部分随长江冲淡水向南扩散^[11],另一部分随黄海暖流输入黄海。黄河补给区中废黄河三角洲粘性泥沙大部分输入黄海。黄河入海的粘性泥沙,一部分可随着渤海与黄海沿岸流输入黄海^[12]。所以黄海成为长江与黄河两补给区粘性泥沙的汇入区。

(二) 采样点位置的选择

考虑到本研究的目的,首先在诸补给区,如在长江口与黄河口、废黄河三角洲海岸的崩岸段等处设置采样点。同时也在汇入区的黄海设置采样点。黄海设置的采样点,既要求一定数量,而且布点宜力求均匀。此外,还收集了有关资料,现将全部采样点标在图1中。

(三) 各采样点粘土矿物的鉴定与统计

各采样点的沙样,经处理后,用x射线衍射的方法,测出沙样的x射线衍射谱线,计算出各点粘土矿物含量百分数。把长江与黄河两补给区诸采样点的粘土矿物百分数,分别求其平

表1 黄海及其补给区粘土矿物百分数统计表

Statistics of clay mineral percentages in the Yellow Sea and its supplying regions

补给区与汇入区		粘土矿物种类及含量(%)				补给区与汇入区		粘土矿物种类及含量(%)			
		伊利石	蒙脱土	高岭土	绿泥石			伊利石	蒙脱土	高岭土	绿泥石
长江补给区(x_1)		74.6	5.0	10.1	10.3	38(51)		52.24	6.72	28.85	11.19
						39(739)		57.42	11.20	18.46	12.92
黄河补给区(x_2)		65.4	17.2	8.5	8.9	40(87)		54.17	13.75	20.83	11.25
						41(674)		67.13	8.33	16.20	8.33
						42(72)		67.90	9.26	6.17	16.67
						43(76)		61.44	10.17	16.95	11.44
汇	19	74.1	9.0	2.5	14.4	入	44(4018)	61.01	18.60	9.58	10.81
	20	72.4	12.8	6.7	8.1		45(5259)	72.40	6.52	10.57	10.57
	21	73.0	11.5	9.1	6.4		46(5168)	72.09	6.25	10.59	10.74
	22	62.2	16.3	9.7	11.8		47(6652)	71.85	5.77	11.04	11.31
	23	65.9	14.1	9.4	10.5		48(4039)	69.50	8.90	9.51	11.90
	24(1)	56.60	12.83	16.22	11.95		49(7236)	68.43	13.16	8.38	10.04
	25(231)	68.91	10.34	0	20.69		50(4047)	69.85	5.59	10.37	14.14
	26(214)	72.12	5.77	4.81	17.31		51(7153)	67.25	6.72	8.77	17.32
	27(8)	59.16	11.45	19.08	10.31		52(7190)	67.73	12.39	11.30	8.52
	28(10)	62.18	6.22	12.95	18.65		53(7159)	68.42	5.13	9.02	17.42
点	29(221)	74.07	9.03	2.31	14.38	(y)	54(8126)	70.0	10.0	9.0	11.0
	30(263)	68.49	6.16	6.85	18.49		55(8136)	72.0	10.0	9.0	11.0
	31(305)	64.38	5.15	15.02	15.45		56(C91)	63.0	5.5	10.5	22.0
	32(26.7)	60.61	11.36	7.58	20.45		57(TUF8)	68.0	0	13.0	19.0
	33(1.36)	66.73	3.17	22.98	7.12		58	73.0	1	10.0	16.0
	34(12)	66.86	13.95	8.72	10.47		59	74.0	1	13.0	18.0
	35(14)	58.33	22.50	4.17	15.00		60	70.0	1	13.0	16.0
	36(328)	61.93	5.50	16.06	16.51						
	37(29)	55.90	5.59	21.74	16.77						

注: 汇入点24—43选用赵全基^[1], 44—53, 选用朱凤冠^[2]; 54—55, 选用高永士^[3]; 56—57, 选用Saburo Aoki^[4]; 58—60, 选用S.K.Chough^[5]。

括号内为原作者采样点编号。

均值,代表这两补给区的粘土矿物的百分数。黄海诸采样点,均作为两补给区粘土的汇入点,各点分别计算出粘土矿物含量百分数。两补给区与黄海诸汇入点的粘土矿物百分数列于表 1。

(四) 诸补给区粘土矿物组合的分析

1. 长江补给区粘土矿物的组合

长江补给区位于亚热带北部和热带山原区,年平均温度 $12\sim 16^{\circ}\text{C}$,积温 $4000\sim 6500^{\circ}\text{C}$,年平均降水量 $800\sim 1200\text{mm}$,干燥度指数为 $0.5\sim 0.75^{[13]}$,所以粘土矿物以伊利石为主,蒙脱土含量较低。

2. 黄河补给区粘土矿物的组合

黄河补给区泥沙来源区——黄土高原,年平均温度为 8°C ,积温为 3000°C ,年降水量为 400mm 。干燥度指数为 $1.5^{[13]}$,属于半干燥的自然地带。来自黄土高原的粘性泥沙,流经黄河下游与废黄河,流经区年平均温度 14°C ,积温 $3000\sim 4500^{\circ}\text{C}$,年降水量 $400\sim 800\text{mm}$,干燥度指数 $1\sim 1.5^{[13]}$,属半干燥至湿润过渡的自然地带。所以伊利石与绿泥石比长江补给区少 10.6% ,作为半干燥地区的标志矿物蒙脱土,比长江多 2.44 倍。

从以上粘土矿物组合分析表明,粘土矿物组合反映了诸补给区自然地理的差异。

二、黄海粘土沉积物的来源与分区

(一) 泥沙来量模式能否适用于粘土沉积物来源与分区的检查

用泥沙来量模式(法方程)计算河流与河口的粘性泥沙^[8]、沙、粉沙^[14]与沙砾及卵石推移质^[15]的来源与数量,均具有较高的精度,盖因其都符合该模式的基本假定。现就黄海及其补给区粘性泥沙与粘土沉积物的基本特性与法方程作比较检查,可以得出以下几点:

1. 上文研究表明,黄海诸补给区粘性泥沙的粘土矿物组成,能反映补给区的自然地理特性,因此可以用黄海及其补给区的粘土矿物百分数,计算黄海粘土沉积物的汇入百分数。

2. 黄海及其补给区粘土矿物的比重:伊利石为 2.2 、蒙脱土为 2.1 、高岭土为 2.25 、绿泥石为 2.25 。比重的差异均比卵砾石、粗沙、粉沙为小,故可不考虑因比重不同的粘土矿物,在运动与沉积过程的分选作用。

3. 在黄海及其补给区同一采样点上采到的粘性泥沙与粘土沉积物样品,分别测出它们的粘土矿物百分数列于表 2,表 2 表明两者粘土矿物百分数十分接近。因此可用粘性泥沙的粘土矿物百分数代表粘土沉积物的粘土矿物百分数,反之亦然。

4. 粘性泥沙的絮凝沉积主要发生在河口咸淡水汇合处^[17],在盐度 15% 时最有利于絮凝沉积^[14]。长江与黄河的咸淡水区都位于黄海海域之外。黄海的盐度为 $26\sim 30\%$ ^[18],海域内盐度的差异不大,故可不考虑絮凝作用对粘土沉积的影响。

通过以上检查表明,黄海及其补给区粘性泥沙与粘土沉积物特性均符合法方程的基本假定,因此能用下列法方程计算黄海诸补给区粘土沉积物的汇入百分数。

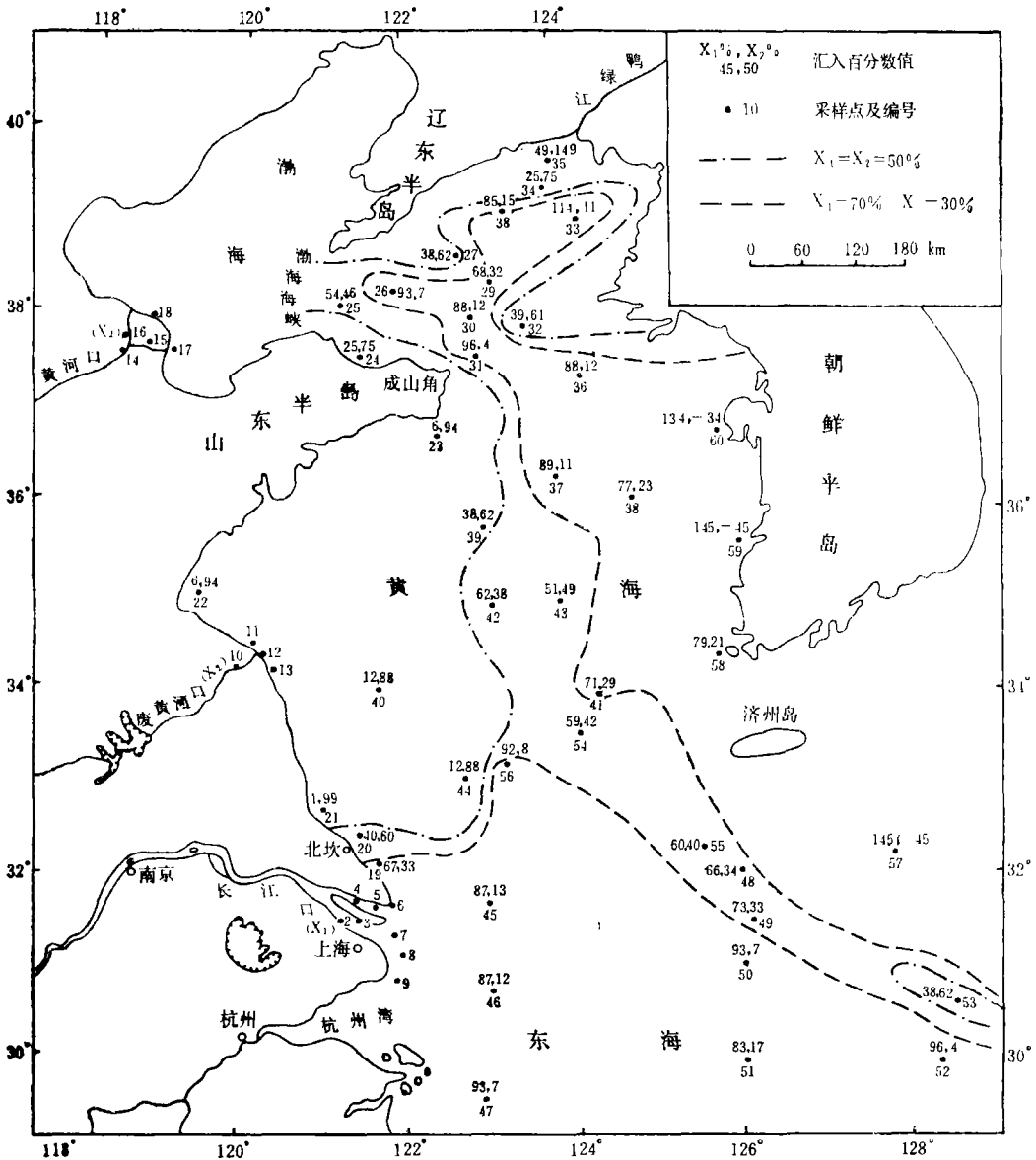


图 1 黄海粘土沉积物的来源与分布图

The source and distribution of clay deposition at the Yellow Sea

占黄海总面积的43.5%。说明了黄海粘土沉积物主要来源于长江。

从图 1 中 $x_1 = 70\%$ ($x_2 = 30\%$) 等值线的分布情况可以看出,在 $x_1 \geq 70\%$ 范围内,表示该区粘土沉积物来自长江的粘土占优势,简称长江沉积优势区。该区均分布在长江沉积区范围内, $x_1 = 70\%$ 等值线分布的趋势与 $x_1 = 50\%$ 等值线相同。长江沉积优势区的面积为 $13.1 \times 10^4 \text{ km}^2$, 占黄海总面积的32.6%。因 $x_1 + x_2 = 100\%$, 若以 $x_2 \leq 30\%$ 等值线的分布区作为黄河沉积劣势区,该区占黄海总面积的32.6%, 也说明了长江粘性泥沙对黄海粘土沉积的重要

性。本文提出的这一结论与文献〔19〕认为的长江泥沙排入东海后,似乎向南搬运,少部分直接投进陆架,但向北没有泥沙搬运;也与文献〔7〕认为的黄海东南部的细粒沉积大多数来源于锦江(朝鲜半岛西海岸——笔者注)等观点,有显著的不同。

(四) 黄海诸沉积区粘土矿物组成与分布

为了了解长江与黄河两个沉积区的粘土矿物组合与分布,笔者用表1资料,分别统计出该两沉积区的粘土矿物百分数的平均含量。同样,为了比较该两沉积区与黄海的粘土矿物的差异,分别统计了分布在黄海的全部采样点和东海北面47-50-57剖面的粘土矿物百分数,均列于表3。

表3 黄海及其沉积区粘土矿物百分数的统计

Statistics of clay mineral percentage in the Yellow Sea and its deposited area

沉 积 区	粘土矿物含量(%)			
	伊利石	蒙脱土	高岭土	绿泥石
黄 海	65.2	9.3	11.5	14.0
长江沉积区	67.2	6.0	11.8	15.0
黄河沉积区	62.7	14.0	11.1	12.2
东海北面47-50-57剖面	69.8	3.9	11.5	14.8

从表3可得到下面3点认识:

(1) 黄海的长江沉积区的粘土矿物的含量与长江补给区(表1)较为接近。位于亚热带湿润地带的长江补给区,粘土矿物以伊利石占优势。在黄海长江沉积区中伊利石的含量比黄海及黄河沉积区均高。黄海长江沉积区成为伊利石含量最高的分布区。这表明长江沉积区主要由长江补给区的粘粒泥沙沉积而成的。

(2) 黄海的黄河沉积区的粘土矿物含量与黄河补给区(表1)较为接近。位于温带半干燥至湿润的过渡的自然地带的黄河补给区,粘土矿物以蒙脱土为标志。在黄河沉积区中蒙脱土的含量比黄海及其长江沉积区,分别高出0.5倍与1.3倍。黄海黄河沉积区成为蒙脱土含量最高的分布区,表明了黄河沉积区主要由黄河粘粒泥沙沉积而成的。

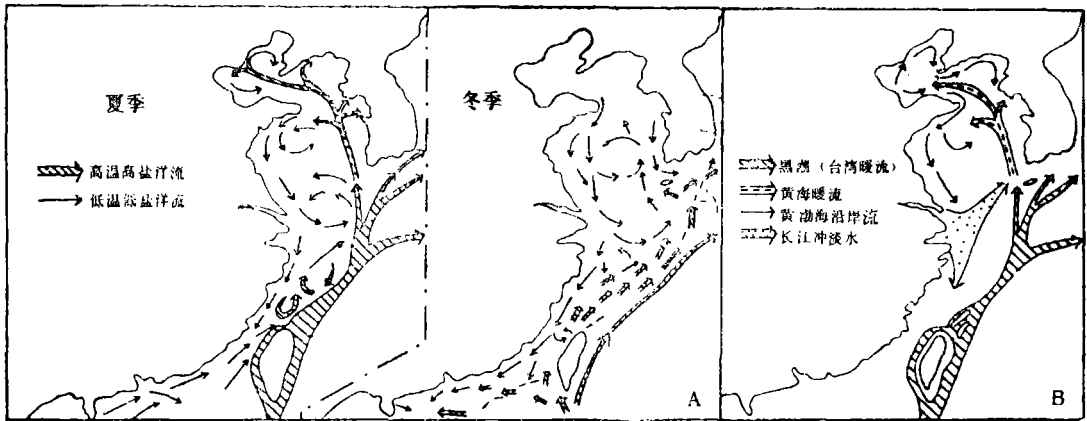
(3) 黄海及其沉积区中的高岭土与绿泥石的含量都比长江与黄河两个补给区为高,却与东海北部47-50-57断面的粘土矿物的含量较为接近。这是由于黑潮分支台湾暖流在该剖面处汇集了来自长江补给区的水流进入黄海,该暖流含有较多的高岭土与绿泥石和较少的蒙脱土,同时因受长江补给区伊利石含量较多的影响,使该剖面的伊利石含量增多。该暖流进入黄海后,将其携带的高岭土和绿泥石等沉积在黄海,才使黄海这两种矿物的含量增大。

三、黄海粘土沉积物的来源分析与分布规律

(一) 黄海粘土沉积物的分布规律

诸补给区的粘性泥沙入海后,经过洋流(海流)的搬运才沉积于黄海。据Niino, H.与

Emery, O.K.^[20], 黑潮流经我国台湾后北上, 称台湾暖流。黑潮乃北太平洋西部和中国东部海域最强的暖流, 具有高温、高盐度等特点。夏季台湾暖流在 $N30^{\circ}$ 、 $E125^{\circ}$ — 126° 分为数支, 其中西支在济州岛西 $E124^{\circ}$ — 125° 同长江入海径流汇合进入黄海, 称为黄海暖流。在科氏力的作用下, 黄海暖流沿黄海东部北上, 过山东半岛成山角后, 沿北西西走向, 在渤海海峡进入渤海。在黄海与渤海西侧, 有一性质同黄海暖流明显不同的海流, 即黄海沿岸流与渤海沿岸流, 具有温度低、盐度低等特点, 其在黄河口以南的一支均自北向南运动, 渤海沿岸流出山东半岛后与前者汇合, 在科氏力作用下, 沿着海岸向南运动, 至 $N32^{\circ}$ — 33° 与长江入海径流形成的冲淡水相遇^[21]。长江入海径流量据河口区大通站多年实测资料的统计, 年平均流量为 $28900\text{m}^3/\text{s}$, 年平均径流量为 $9110 \times 10^8\text{m}^3$ (1922—1925、1929—1937、1947—1979年), 在长江口形成了冲淡水, 在强大的长江入海径流驱使下, 冲淡水体能东移至 $N32^{\circ}$ 、 $E124^{\circ}$ ^[22], 在长江洪水季节 (6—8月), 冲淡水可扩展到济州岛附近, 几乎遍及东海西北部与黄海南部^[11,12], 冲淡水向东输移时在科氏力的作用下, 转向东北, 在 $E124^{\circ}$ 以东与自南向北的台湾暖流汇合, 北上形成黄海暖流。Niino等 (1961) 指出, 黄海东部有黑潮分支高温高盐的黄海暖流自南向北, 黄海西部有低温低盐的黄海沿岸流自北向南, 两者在黄海形成一个半封闭环流, 即黄海环流 (图2), 考虑到长江冲淡水这一因素后, 使半封闭的 黄海环流趋于封闭 (图2B)。



据Niino, H.等^[17]

图 2 黄、渤海洋流系分布图

The distribution of current system at Yellow and Bohai Sea

黄海环流的上述特性对于黄海粘土沉积与沉积区的分布均具有重要影响。首先, 因环流的封闭性, 使其携带的粘性泥沙不致外流, 大部分沉积于黄海。其次, 黄海环流呈逆时针方向的流动, 一方面能促使来自长江补给区的粘粒泥沙, 随黄海暖流北上, 并将大部分泥沙沉积在黄海的东部, 形成了长江沉积区; 另一方面又能促使来自黄河补给区泥沙, 随黄海沿岸流南下, 至 $N31^{\circ}$ 时又遇到长江冲淡水的顶托, 促使大部分泥沙沉积在黄海西部, 形成了黄河沉积区。为了清楚地看出黄海环流与黄海沉积区的关系, 据图 1 的资料绘出黄海沉积区分布

图(图3)。从图2A、图2B同图3的对比中都可看出黄海沉积区的分布同黄海环流各流系的分布是吻合的。

(二) 黄海粘土沉积物主要来源于长江的原因

一些国内外学者过去都认为黄海粘土沉积物主要来源于黄河。综上所述, 黄海长江沉积区的面积占黄海面积的56.5%。除了考虑粘性泥沙的来量外, 还应考虑洋流特性与输沙能力的重要影响。长江的入海径流量较大, 强劲の入海径流携带着 $0.9579 \times 10^8 \text{ t/a}$ 的粘性泥沙, 输移至 $E124^\circ$ 同自南而北的强大的台湾暖流相汇后北上, 随黄海暖流进入黄海。在大洪水年长江入海径流形成的冲淡水, 可扩散至黄海东南部和济州岛, 长江入海泥沙, 汛期占87.7%, 这时台湾和黄海暖流的位置偏西(图3), 正好同长江冲淡水相连, 更促使长江粘性泥沙输入黄海。此外, 台湾暖流和黄海暖流水温较高, 故运动粘性系数(ν)较小。使粘性泥沙沉速增大, 暖流流经的海域已偏离海岸, 与海岸接触较少, 其所受的阻力也较小。这些因素都有利于粘性泥沙的输移与沉积。黄河补给区入海的粘性泥沙数量, 虽略大于长江补给区, 但是黄河入海的径流量只有 $4.31 \times 10^{10} \text{ m}^3/\text{a}$ (1934—1937, 1950—1979), 加上废黄河入海径流量也只有 $4.75 \times 10^{10} \text{ m}^3/\text{a}$, 只是长江入海径流量的5.2%。因入海径流量较少, 在海域扩散的距离较短, 只有一部分的入海径流同黄、渤海沿岸流相汇合, 所以只能把部分粘性泥沙汇入到沿岸流中。此外, 黄、渤海沿岸流的规模比黄海暖流为小; 沿岸流的温度较低, 水体的运动粘性系数较大, 使粘性泥沙沉速减少; 沿岸流流经处同海岸接触较多, 受到的阻力较大, 使其挟沙力降低。遂使黄河补给区的粘性泥沙在黄海输移与沉积均较少, 故粘土沉积物分布面积也较小。

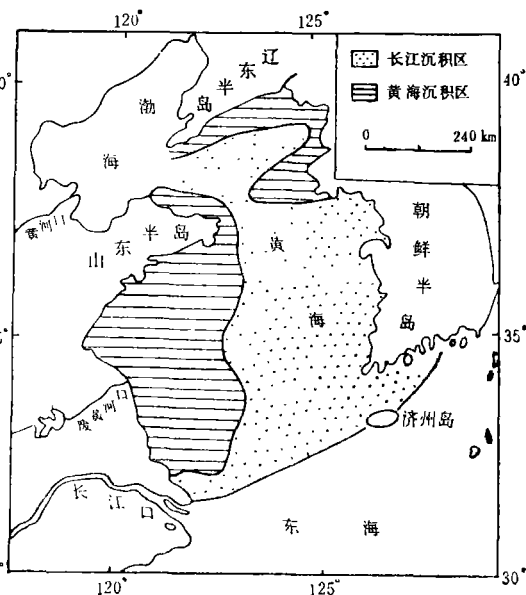


图3 黄海粘土沉积区分布图

Deposited area of clay at the Yellow Sea

河入海的径流量只有 $4.31 \times 10^{10} \text{ m}^3/\text{a}$ (1934—1937, 1950—1979), 加上废黄河入海径流量也只有 $4.75 \times 10^{10} \text{ m}^3/\text{a}$, 只是长江入海径流量的5.2%。因入海径流量较少, 在海域扩散的距离较短, 只有一部分的入海径流同黄、渤海沿岸流相汇合, 所以只能把部分粘性泥沙汇入到沿岸流中。此外, 黄、渤海沿岸流的规模比黄海暖流为小; 沿岸流的温度较低, 水体的运动粘性系数较大, 使粘性泥沙沉速减少; 沿岸流流经处同海岸接触较多, 受到的阻力较大, 使其挟沙力降低。遂使黄河补给区的粘性泥沙在黄海输移与沉积均较少, 故粘土沉积物分布面积也较小。

用法方程研究河流与河口泥沙的来源[8,14,23]、数量[8,15,24]与输移[25], 笔者已作了系统的研究, 并经验证精度较高。但是通过本文研究表明, 法方程还可用于研究海洋的粘土来源与分布, 所以从内容与地域上都扩大了本方法的研究领域。

参 考 文 献

- (1) 赵全基. 黄海沉积物粘土矿物研究. 海洋通报, 1983, 2(6): 48—55
- (2) 朱凤冠等. 长江黄河径流物质对东海陆架沉积的影响. 海洋实践, 1981, 4: 20—25
- (3) 高水土. 长江口及济州岛西南海域粘土矿物研究. 东海海洋, 1983, 1(3): 9—15

- [4] Sabaro Aoki et al., Clay mineral composition in surface sediment at the concentration of suspended matter of the East China Sea. Proceeding of international Symposium, China Ocean Press, Vol. 1: 17—48.
- [5] Yang Zsuobeng et al., Fine-grained Sediment in the Changjiang Estuary. Proceeding of international symposium. China Ocean Press, 1983, Vol. 1: 413—430.
- [6] Xie Qinchuan et al., Features and transportation of suspended matter over the continental shelf of the Changjiang Estuary. Proceeding of international symposium. China Ocean press, 1983, Vol. 1: 400—412.
- [7] S.K. Chough, P.C. Kim. (1981), 黄海东南部细粒沉积物的散布: 一种稳态模式. 海洋地质译丛, 1982年, 6期: 35—39.
- [8] 林承坤, 长江口粘性泥沙的来源分析与数量计算. 泥沙研究, 1985, (3): 60—64.
- [9] 庞家珍等, 黄河河口演变, 河流泥沙国际学术讨论会论文集. 北京: 光华出版社, 1980年.
- [10] 龚时旻等, 黄河的泥沙来源和输移. 同[9], 43—50.
- [11] 林金译等, 关于长江冲淡水异常变化的分析. 黄渤海海洋, 1985, 3(4): 11—18.
- [12] 管秉贤, 黄、东海浅海水文学主要特征. 黄渤海海洋, 1985, 3(4): 1—8.
- [13] 任美锷等, 中国自然地理纲要. 北京: 商务印书馆, 1979, 30—64.
- [14] 林承坤等, 葛洲坝枢纽沙砾推移质特性与数量计算. 水利学报, 1984年, 7: 1—10.
- [15] 林承坤等, 葛洲坝工程卵石推移质来源分析与数量计算. 同[9], 83—90.
- [16] 南京大学地质系, 粉晶X射线物相分析. 北京: 地质出版社, 1980, 192—193.
- [17] 黄胜等, 长江口拱门沙淤积分析. 同[9], 449—454.
- [18] Han Naibin et al., Settling properties of the sediments of the Changjiang Estuary in salt water. Proceeding of international symposium. China Ocean Press, 1983, Vol. 1: 483—493.
- [19] J.D. Milliman et al., Flux of suspended sediment in the Changjiang Estuary. Proceedings of international symposium. China Ocean Press, 1983, Vol. 1: 413—439.
- [20] Niino, H. et al., Sediment of shallow portions of East China and South China. Geol. Soc. America Bull., 72, 1961, 731—762.
- [21] Richard Limeburner et al., Water masses and Circulation in East China Sea. Proceedings of international symposium. China Ocean Press, 1983, Vol. 1: 285—293.
- [22] Yu Honghua et al., Basis hydrographic characteristics of the studied area. Proceedings of international symposium. China Ocean Press, 1983, Vol. 1: 295—315.
- [23] 林承坤, 长江三峡卵石推移质来源的研究. 地理学报, 1982, 37(2): 175—182.
- [24] 林承坤, 长江口泥沙的来源分析与数量计算. 泥沙研究, 1984, 2期: 22—31.
- [25] 林承坤, 长江口泥沙的数量与输移. 中国科学(A辑) 1988, 1: 104—112.

A STUDY ON THE SOURCE AND THE DISTRIBUTION OF CLAY AT THE YELLOW SEA

Lin Chengkun

(Department of Geo and Ocean Sciences, Nanjing University)

Subject terms: supplying region, converging point, clay mineral, clay cohesive sediment, Normal equation, Yellow Sea

Abstract

Clay at the Yellow Sea (the HuangHai Sea) is composed largely of clay with $d < 0.005\text{mm}$, mineralogically. The most important constituents are clay minerals such as illite, montmorillonite, kaolinite, chlorite etc. According to characteristics of natural zone and their effect on composition of clay minerals, the source of cohesive sediment at the Yellow Sea can be considered as coming from 2 supplying regions, namely, the Yangtze River (x_1), the Yellow River and the abandoned Yellow River delta (x_2). The converging points are set up in the Yellow Sea area. Sampling stations are set up in the supplying regions and the converging points. Evaluation was made of clay minerals obtained out of sample from each sample by X-ray diffraction method, to ascertain their types, calculate their percentage, and work out the average percentage of clay mineral to represent the clay mineral composition of cohesive sediment at the Yellow Sea and its supplying regions. Clay mineral percentage thus worked out through evaluation of sediment samples from sample sites at the Yellow Sea and its supplying regions are listed in Table 1.

Investigations and studies on the physiography indicate that clay mineralogical characters of cohesive sediment of the Yellow Sea are governed by geographical and geomorphological conditions of the watershed. According to the principle of equilibrium of sediment load, equations of clay mineralogical classification are presented. By means of least Squares Method, a normal equation for calculating the converging percentage from all the supplying regions is given below:

$$\left. \begin{aligned} &[aa]x_1 + [ab]x_2 + \dots + [at]x_m = [ay], \\ &[ab]x_1 + [bb]x_2 + \dots + [bt]x_m = [by], \\ &\dots\dots\dots, \\ &[at]x_1 + [bt]x_2 + \dots + [tt]x_m = [ty]; \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Where $[aa] = \sum_{i=1}^n a_i a_i$, $[ab] = \sum_{i=1}^n a_i b_i$, ..., are the coefficients related to clay minerals.

When the converging percentage of cohesive sediment from the Yangtze River supplying region (x_1) or from the Yellow River supplying region (x_2) is known, the source of clay deposition at each point of the Yellow Sea is computed. According to the data of all point of the converging percentages of $\geq 50\%$ from the Yangtze River supplying region (x_1), the map of source and distribution of clay deposition at the Yellow Sea is drawn in Fig.1.

Fig.1 shows that in the deposited area of clay at the Yellow Sea, cohesive sediment comes mainly from the Yangtze River supplying region (x_1), which is called deposited area of the Yangtze River, covering an area of 226000 sq. km comprising 56.5% of the total Yellow Sea. When cohesive sediment comes mainly from the Yellow River supplying region (x_2), it is called the deposited area of the Yellow River, covering an area of 174000 sq. km comprising 43.5% of the whole.

In the deposited area of the Yellow River under the influence of current system of Bohai Sea and western coast current of the Yellow Sea, a greater part of cohesive sediment is transported to the south, it deposits at west of 123°E and a little part deposits at north coast of the Yellow Sea from $37^\circ 30'\text{N}$ to 40°N . In the deposited area of Yangtze River when the Yangtze River discharged into China Sea, a part of cohesive sediment is transported southeastward, and the others turn out of east 123°E and join the Yellow Sea and Tsushima Warm Current. Cohesive sediment can extend to north of the Yellow and Bohai Sea and deposit at this area. This is quite different from what has been found in foreign countries.