

黑泥湾近岸悬沙分布与扩散变化监测

刘艳霞^{1, 2, 3}, 黄海军¹, 樊建勇⁴, 杨淑娟⁵

(1.中国科学院 海洋研究所, 山东 青岛 266071; 2.中国科学院 烟台海岸带可持续发展研究所, 山东 烟台 264000; 3.中国科学院 研究生院, 北京 100049; 4.江西省气象科学研究所, 江西 南昌 330046; 5.大庆油田第二采油厂规划设计研究所, 黑龙江 大庆 163414)

摘要: 利用 2004 年冬季对黑泥湾近岸海域悬浮体调查资料及 2 个时相的遥感影像, 探讨了该海域悬浮体的分布和扩散特征, 分析了影响悬浮体分布的主要因素和悬浮体的主要物质来源。结果表明, 影响本海域悬沙质量浓度及其分布的主要因素是风浪掀沙和潮流。夏季, 近岸悬沙质量浓度高, 向海逐渐减少; 冬季, 悬沙质量浓度近岸低, 向海逐渐增大。由于本海域没有大的河流泥沙汇入, 悬沙的主要物质来源是沿岸侵蚀、冲沟排沙和海底泥沙再悬浮。

关键词: 黑泥湾; 悬沙; 遥感; 分布特征

中图分类号: P737.12

文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2009)01-0025-05

近岸水体中的悬浮体是海底沉积物的主要来源之一。它不仅影响着水体的初级生产作用, 还控制着水体中污染物的富集与迁移过程^[1]。此外, 海洋悬浮颗粒还是光辐射与吸收的关键因素^[2]。认识悬浮体的分布与扩散特征, 对于了解海洋环境控制因素以及海洋水色遥感机理与应用都具有极其重要的意义。

传统的海洋悬浮体调查时间跨度长, 所得数据反映的是一定区域一定时间内总的悬浮体分布趋势, 而卫星影像由于具有实时性、连续性的特点^[3], 可以反演得到某一时刻研究区范围内悬浮体浓度分布的格局, 二者结合将能实现对海水中悬浮体的浓度及其运移、变化规律的监测。作者利用黑泥湾近岸海域实测悬浮体资料, 结合遥感影像数据, 对悬浮泥沙的分布特征进行研究, 探讨影响悬浮体分布的主要因素和悬浮泥沙的主要物质来源, 为了解近岸地形、地貌演变和近海养殖环境提供基础数据。

1 研究区概况

研究区位于山东半岛东南沿岸海区(图 1), 该海域海底地形变化较大, 在研究区南北两侧为半岛分隔, 区内有黑石岛及周围的基岩礁石裸露, 水下岸坡坡度较大, 地势陡峭, 而湾内水下地形较为平缓^[4]。另外, 岛外围有较强的流, 方向主要自北向

南、西南^[5]。

本区海域海浪波型以风浪为主, 全年风浪频率为 98%, 涌浪频率占 26%。常浪向为 SW 向, 年出现频率为 8%, 次常浪向为 SSW 和 N 向, 年出现频率为 7%; 强浪向为 SSE 向, 最大波高 $H_{1\%}$ 为 6.8 m, 次强浪向为 SE 和 ESE, 最大波高 $H_{1\%}$ 均为 6.3 m。受季风影响, 研究区海岸带气候有明显的季节变化。冬季盛行偏北风, 气候干冷; 夏季盛行东南风, 是台风活动最频繁的季节, 降水多; 春秋两季为过渡季节, 且春季是一年中大风最多的季节^[4]。

2 资料与研究方法

本文所用悬浮体数据为 2004 年 11 月中国科学院海洋研究所在研究区实地采集。根据水深及现场实际情况, 近岸海域取样共计 17 条剖面, 每条剖面 5 个站点, 共 85 个站。其中, 海水悬浮体垂直取样共 41 个站点(每站点 2~5 层), 表层海水取样 44 个(图 1)。整个实验过程是严格按照

收稿日期: 2006-07-31; 修回日期: 2008-11-03

基金项目: 国家海洋局 908 专项项目(SD-908-01-03-01); 国家自然科学基金项目(40676037)

作者简介: 刘艳霞(1979-), 女, 黑龙江密山人, 博士研究生, 从事海洋地质遥感的应用研究, 电话: 0532-82898935, E-mail: liuyanxia@ms.qdio.

ac.cn

GB/T13909-92 海洋调查规范中有关海洋地质地球物理的标准来进行的。并对样品进行了悬浮体的过滤、烘干及称质量，经实验室处理后得到悬沙质量浓度。

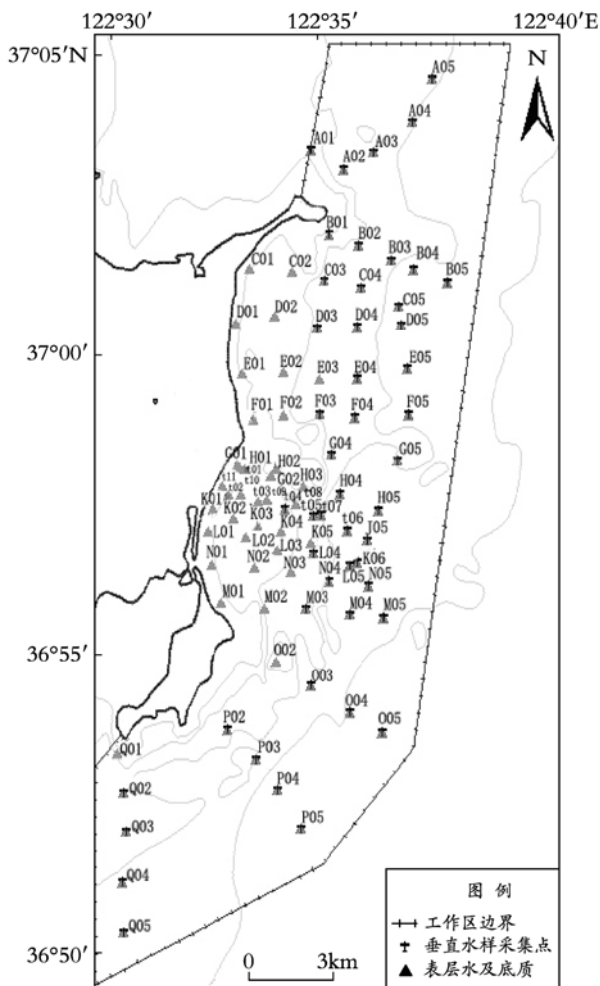


图1 研究区位置和取样站位

Fig.1 Locations and sampling stations of study area

为了解研究区不同季节的悬沙质量浓度及其分布特征，本研究还选取了2个时相的Landsat TM遥感影像进行分析，利用卫星影像TM3波段灰度值与泥沙浓度的高相关性，水体不同悬浮体浓度在遥感影像上的灰度值不同的特点^[6]，利用单波段密度分割将研究区海域悬沙划分为高浓度区、中等浓度区、低浓度区与清水，根据不同时相泥沙分布动态变化则可以研究悬浮泥沙的扩散和输移规律。作者分别对1990年6月2日和2002年6月11日的遥

感影像进行校正、增强处理，陆地部分采用阈值法和相应的TM5波段进行掩模，定性解译出研究区内悬沙含量分布，用来研究海区泥沙的相对含量的分布与扩散。

3 结果

3.1 悬沙的平面分布特征

根据85个测站表层悬沙质量浓度数据绘制得到研究区表层悬沙质量浓度平面分布图(图2)。研究区表层悬沙质量浓度分布总趋势为由岸向海逐渐增大。近岸浅水区悬沙浓度较低，大部分近岸区域的悬沙质量浓度在7 mg/L左右，但在黑泥湾稍高，接近10 mg/L，镆铳岛南部近岸最高，达到15 mg/L左右。北部7 mg/L悬沙质量浓度等值线形态与5 m水深等深线形态相似，均向东凸起。研究区表层悬沙质量浓度高值区位于122°37'E, 36°58'N附近，其中最高为71.56 mg/L，出现在东面海域H05测站(122°35'32.3"E, 36°57'20.9"N)，次高值区位于镆铳岛南部。表层悬沙质量浓度平均值14.04 mg/L，有15个测站悬沙质量浓度大于20 mg/L。

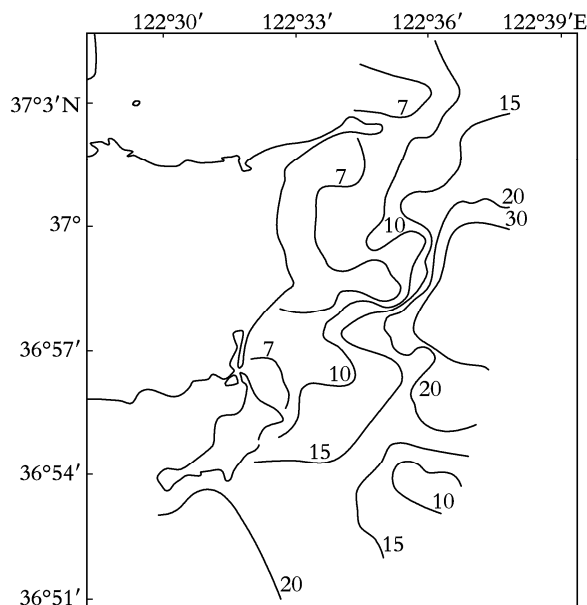


图2 表层悬沙质量浓度(mg/L)的平面分布

Fig.2 Plane distributions of suspended matter(mg/L) on the surface

根据49个测站底层悬沙质量浓度数据绘制得到底层悬沙质量浓度平面分布图(图3)。研究区底层悬沙质量浓度要明显大于表层，同时其分布形式也比表层复杂，但总的趋势仍为由陆向海逐渐增

大。研究区中部及镆铳岛北部近岸悬沙质量浓度仍然比沿岸其他地区近岸的悬沙质量浓度要高，悬沙质量浓度的高值区与表层一致，在研究区中部海域（122°37'E, 36°58'N）附近，最大值出现在 G05 测站（122°35'59.4"E, 36°58'12.4"N）。底层悬沙质量浓度平均值 38.15 mg/L, 有 19 个测站的悬沙质量浓度大于 40 mg/L。

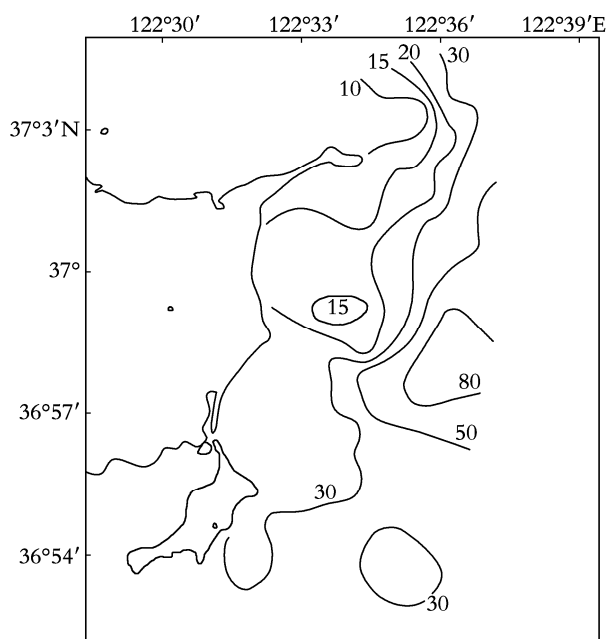


图3 底层悬沙质量浓度 (mg/L) 的平面分布
Fig. 3 Plane distributions of suspended sediment concentration (mg/L) on the bottom

3.2 悬沙的垂直分布特征

在调查区内由北至南选取 11 个测站的分层水样悬沙数据绘制得到悬沙质量浓度随水深变化图 (图 4)。测站 A04, E04, G05 位于研究区北部海域, 测站 O05, Q05 位于研究区南部海域, 其共同特征是由表层至底层悬沙质量浓度逐渐增大。尤其是 G05 位于悬沙质量浓度高值区, 变化更为明显, 10 m 水深处悬沙质量浓度约为表层的 3 倍。测站 O05 悬沙质量浓度随水深变化不明显, 仅在近底层质量浓度有所增大。

测站 T06, T07, M05, J05, H04 及 H05 位于研究区中部海域。从图 4 可以看出, 随着水深的加大, T06, T07 测站的悬沙质量浓度首先增大, 水深增至 10 m 时降低, 然后又逐渐增大。测站 M05 与 H04 悬沙质量浓度则是先增大, 水深 10 m 时最大, 然后减小, 但底层浓度仍高于表层, 而位于

H04, T06 测站东面与其相邻的 H05, J05 测站悬沙质量浓度则是随水深逐渐增大。

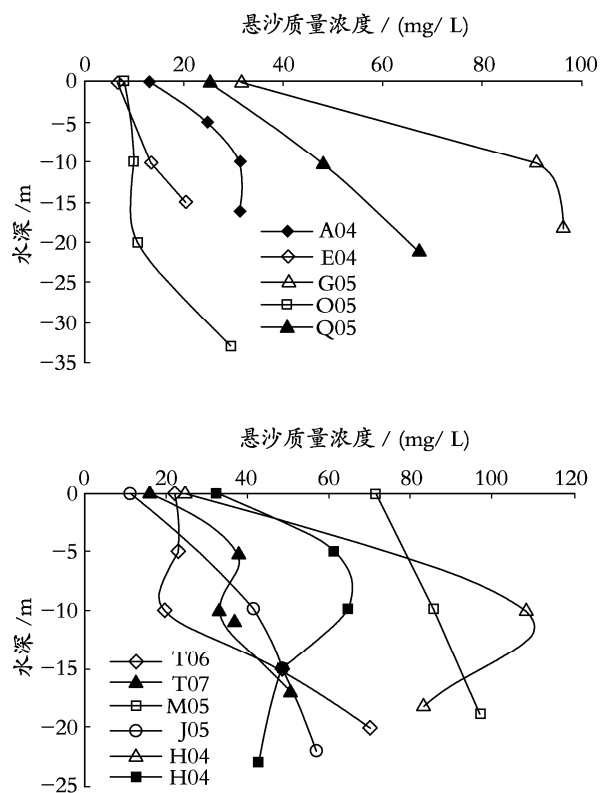


图4 悬沙质量浓度随水深的变化
Fig. 4 Vertical distributions of suspended sediment concentration

从上述实测数据可以看出, 研究区冬季表层及底层悬沙质量浓度分布特征为, 悬沙质量浓度近岸小, 向海逐渐增大。

3.3 悬浮体扩散与分布的遥感解译结果分析

为了解研究区不同季节的悬沙分布特征, 作者选取了 2 个时相的 Landsat TM 遥感影像进行分析。

本区悬浮体的扩散和输移主要受波浪、潮流、风等多种因素的综合影响。在 1990 年 6 月卫星过境时, 本区南部是落潮; 而 2002 年 6 月是涨潮, 故而此次所用 2 个时相的影像代表了本区涨、落潮和夏初的悬沙分布状况。

1990 年 6 月 2 日卫星过境时研究区的潮位大致是高潮后 1 h 左右, 其时潮流正处于落潮流, 研究区海区近岸泥沙浓度总体上除礁石北面海湾顶部较高外, 其余海区较低, 黑泥湾内大部分为悬沙中

等浓度区域,而楮岛以南、离岸较远的海区有一个高悬沙分布区,该带向南与研究区南部的高含沙海区相连,研究区南部及外海海区为悬沙高浓度区。据气象观测资料,在卫星过境的前两天,该区风向主要为西南风,平均风力为 4 m/s 左右,风向与潮流流向不完全相同。由此可以推断,研究海区在两天来偏南风的作用下,悬沙有由南向北移动的趋势,影响范围主要在离岸较远的海区,对近岸海区影响较小(图 5a)。

2002 年 6 月 11 日卫星过境时研究区的潮位大致是低潮后 1 h 左右,其时潮流为涨潮流,潮流为由西南向东北,其时风向也以偏南风为主。根据遥感影像解译图,高浓度悬浮水体向北移动,近岸区内大部分区域为高悬沙浓度区,但面积要比 1990 年 6 月影像显示的有所减小(图 5b)。

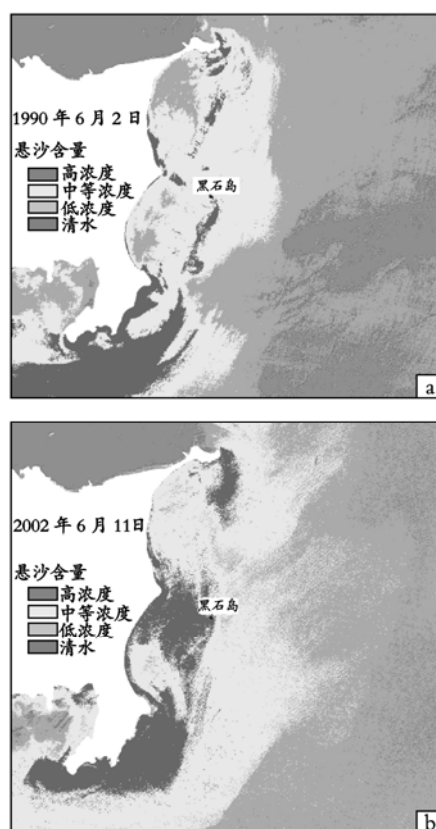


图 5 悬沙遥感解译分布图

Fig.5 Interpretation map of suspended sediment concentration

由上述可知,风浪掀沙与潮流是影响本区悬沙质量浓度分布与扩散的主要因素。夏季,研究区内

风多、风力大,风向多为东、东南,使得近岸海区悬沙浓度高,向海逐渐减少;与夏季相比,本区冬季多为西北向的离岸风,悬沙浓度近岸低,向海逐渐增大,该季节在偏北风作用下,沿山东半岛东南岸由北向南的沿岸流由于有大面积海带养殖区的保护,主要影响本区外围,而对近岸海区影响较小。

4 结论

结合研究区冬季悬沙取样数据和 2 个时相的遥感影像,作者分析了黑泥湾近岸海域悬沙分布和扩散特征。可以得到以下结论:(1)研究区表层悬沙质量浓度分布总趋势为由岸向海逐渐增大。悬沙质量浓度的垂向分布在宁津镇以北海域和镆铳岛外海域是由表层向底层逐渐增大,而在宁津镇附近海域悬沙分布则变化复杂。(2)风浪掀沙和潮流是影响本海域悬沙质量浓度及其分布的主要因素,夏季,近岸悬沙质量浓度高,向海逐渐减少;冬季,悬沙质量浓度近岸低,向海逐渐增大。(3)由于本区没有大的河流汇入,悬沙的主要来源是沿岸侵蚀、冲沟排沙和当地泥沙再悬浮。

致谢: 山东省科学院科技发展战略研究所樊辉博士、中国科学院海洋研究所王珍岩博士参加了野外工作,刘芳硕士过滤了水样和滤膜称质量,谨致谢忱!另外,特别致谢审稿专家,为本文提出了宝贵的修改意见!

参考文献:

- [1] Burton D, Althaus M, Millward G E, *et al.* Processes influencing the fate of trace metals in the North Sea[J]. *Phil Trans Roy Soc Series A*, 1993, **343**(1 669): 557-568.
- [2] Kirk J T O. Light and photosynthesis in aquatic ecosystems[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1983. 42-83.
- [3] 赵英时. 遥感应用分析原理与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2003. 133-208.
- [4] 山东省科学技术委员会. 山东省海岸带调查和海涂资源综合调查(第二调查区)——地貌调查报告[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1984.
- [5] 朱述龙, 张占睦. 遥感图像获取与分析[M]. 北京: 科学出版社, 2002. 79-132.

Detection of distribution change and diffusion of suspended sediment concentration around Heini Bay

LIU Yan-xia^{1,2,3}, HUANG Hai-jun¹, FAN Jian-yong⁴, YANG Shu-juan⁵

(1. Institute of Oceanology, the Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China; 2. Yantai Institute of Coastal Zone Research for Sustainable Development, the Chinese Academy of Sciences, Yantai 264000, China; 3. Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 4. Meteorological Science Institute of Jiangxi Province, Nanchang 330046, China; 5. Planning and Design Research Institute of No.2 Oil Production of Daqing Oil Field Corporation, Daqing 163414, China)

Received: Jul., 31, 2006

Key words: Heini Bay; suspended sediment concentration; remote sensing; characteristics of distribution

Abstract: The suspended sediment concentration and bottom sediments around Heini Bay were collected in winter, 2004. According to the information of suspended matter, bottom sediments and 2 remote sensing images, the distribution and diffusion characteristics of suspended sediment concentrations at surface and bottom layers were studied in the study area, the primary factors effecting the suspended sediment concentration distribution and the origin of them were analyzed. The result shows that the primary factors were wind and tidal flow. The suspended sediment concentration was great in shore in summer, gradually reduces seaward, and it is just contrary in winter. The main matter origins of suspended sediment concentration were from the erosion alongshore, gullied and transportation, resuspending of seabottom sediment.

(本文编辑: 刘珊珊)

(上接第 11 页)

Determination of 15 elements in shellfish by microwave digestion with ICP-MS

YU Zhen-hua^{1,2,3}, JING Miao³, CHEN Deng-yun⁴, YANG Huang-hao³,
HUANG Yan-liang¹, WANG Xiao-ru³

(1. Institute of Oceanology Chinese Academy of Science, Qingdao 266071, China; 2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 3. First Institute Oceanography of SOA, Qingdao 266061, China; 4. Agilent Company in China, Beijing 100022, China)

Received: Feb., 20, 2008

Key words: shellfish; microwave digestion; ICP-MS

Abstract: A method involving microwave digestion and inductively coupled plasma-mass spectrometry (ICP-MS) analysis were established for the determination of fifteen elements (V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Cd, Sn, Hg, Tl, Pb) in shellfish. Rhenium was used as an internal standard element to calibrate the results of determination of these fifteen elements. Good linearity of the calibration curves was obtained for all target elements ($r=0.9991\sim 1.0000$). Detection limits for these fifteen elements were in the range of 0.98 $\mu\text{g/L}$ to 1105 $\mu\text{g/L}$. The DORM-2 and TORT-2 standard reference materials were analyzed with above method, and the results of fifteen elements were in good agreement with the reference value. The oyster sample was measured parallel five times and the RSD was lower than 5.0%, which showed that the method was very precise. The technique was applied for the quality control and safety evaluation of shellfish.

(本文编辑: 张培新)