

东海泥质和砂质沉积区悬浮物垂向分布的季节变化特征*

庞重光¹ 白虹¹ 杨作升² 雷坤²

(¹中国科学院海洋研究所 青岛 266071)

(²青岛海洋大学河口海岸带研究所 266003)

摘要 9404, 9410, 9702 及 9807 4 个航次对东海泥质和砂质沉积区总悬浮颗粒物的季节调查显示由于冷涡区海水的底层辐聚作用使得位于冷涡中心的 111 站悬浮物含量高且集中在底层;111 站海水中悬浮物含量冬、春季高,夏、秋季低,而 410 站则是春、夏高,秋、冬低。东海悬浮物的垂向分布可归纳为 4 类:上低下高型,上高中低下高型,上低中高下低型及均匀型。

关键词 东海,悬浮物,垂向分布,冷涡区,季节变化特征

对东海悬浮物的研究可以追溯至五、六十年代,已有不少成果,东海悬浮物分布的基本框架已被认识,但一些细微结构尚不清楚。本文利用定点连续站春、夏和冬季实测的 TSM(总悬浮物质含量)资料,同时参考 TSM 的断面资料,水文资料(CTD),以及当时的常规气象和海况等资料,分析东海泥质和砂质沉积区悬浮物垂向分布的季节变化特征。

1 采样和测试

受国家自然科学基金资助,东海海洋通量研究项目组在东海进行了 5 个航次的海上综合观测,观测断面观测和连续站观测两部分,观测站位见图 1。观测时间分别为 1993 年 10 月,1994 年 4 月,1994 年 10 月,1997 年 2 月和 1998 年 7 月。其中 9404 航次,9702 和 9807 航次在 111 站(冷涡中心站)和 410 站(PN 断面中心站)做定点连续观测,观测内容包括时间间隔 2 h,深度间隔 1 m 的 CTD 观测(海水的温度、盐度和深度);时间间隔 4 h,深度间隔 15 m 取水样,尔后用抽滤、称重法测各层悬浮体含量;以及常规气象和海况资料等。当海水中悬浮物含量低于 0.5 mg/L 时,用渗析法很难测得 TSM。据秦蕴珊研究,TSM 与透光度相关系数大于 0.85,可利用经验关系式由透光度资料计算 TSM 值。因此若没有同步测量的 TSM 值,可用同期海水透光度资料换算得 TSM 值。

2 分析结果

2.1 111,410 站悬浮物垂向分布特征

综观 111 站和 410 站海水中悬浮体的垂向分布(见图 2,图 3),可以看出尽管两站基本处于同一水

深,但由于两站所处的沉积动力环境不同,111 站位于旋涡中心区,111 站悬浮体平均含量明显高于 410 站悬浮体的平均含量,进一步证明了以往关于冷涡区是物质汇的说法。111 站悬浮物垂向分布明显呈上低下高形态,利用 5 个航次 111 站实测资料,经回归分析得出悬浮物含量随水深呈指数分布,如下式所示:

$$y = 0.3904 e^{0.0342x}, \text{相关系数 } R = 0.68$$

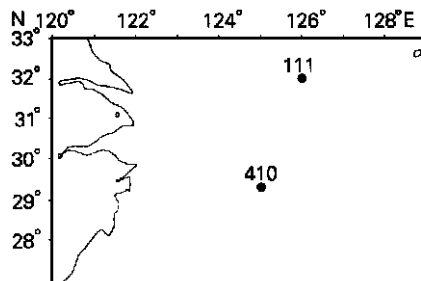


图 1 东海海上综合观测站位

Fig.1 Site locations in the East China Sea

其中, y 为悬浮物含量(mg/L), x 为水深(m)。此分布形态一年四季的某些时段均存在,甚至在海水强烈混合的冬季也不例外,见图 2(a)。由此可见这一分布形态不仅是一般意义的悬浮物重力沉降作用形成

* 国家自然科学基金资助项目 49136130 和 49636210 号。对中国科学院海洋研究所和青岛海洋大学的诸位老师和同学在 5 个航次的海上观测中的周到安排和辛勤劳动表示衷心感谢。

收稿日期:2000-06-13;修回日期:2000-07-13

的,而且与由于冷涡区底层辐聚作用造成的悬浮物在底层汇聚有关。410 站悬浮物垂向分布比较均匀,明显不同于 111 站的分布,表明重力沉降作用对悬浮物垂向分布的影响并不是决定性的。

如表 1 所示,9807 航次 111 站和 410 站海水中悬浮物的含量均较高,而且从悬浮物的平面和断面分布亦可得出相似的结论,这与以往关于东海悬浮物含量夏季低冬季高的观点相矛盾。我们可从本次调查的特殊性上找原因,1998 年 7 月正是我国长江中下游洪水(百年一遇)肆虐的时间,巨量的长江洪水(高含沙性)冲入东海(当时在 410 站仍可见许多大片的漂浮物),最远可达东经 125.5°,造成本航次海水中含有较多悬浮物。

2.2 111 站、410 站悬浮物垂向分布的季节变化

111 站海水中悬浮物含量具有冬季最高,春季次之,夏季中等,秋季最低的季节变化特征(见图 2、表 1)。111 站底层悬浮物含量以半日为周期变化(除 9807 航次),基本与潮汐同相位,一般在落急潮相到落平潮相底层悬浮物含量高,这说明悬浮物含量随时间的变化基本上是潮流引起的表层沉积物再悬浮造成的。在春季的某些时段,111 站悬浮物垂向分布呈上低中高下低的形态,如图 2(b)所示。分析同期的 CTD 资料可以看出,底层水温有所增加,说明有暖水侵入底层,一般情况下暖水中悬浮物含量低,因此造成底层海水中悬浮物的含量偏低,呈中高下低的分布形态。

根据 4 个航次连续站的观测资料,410 站海水中悬浮物含量具有夏季最高,春季次之,秋季中等,冬季最低的季节变化特征(见图 3、表 1),与 111 站悬浮物含量的季节变化完全相反。冬季 9702 航次,410 连续站海水中悬浮物含量异常低且分布均匀,但从断面分布来看,410 站所在的 PN 断面冬季悬浮物含

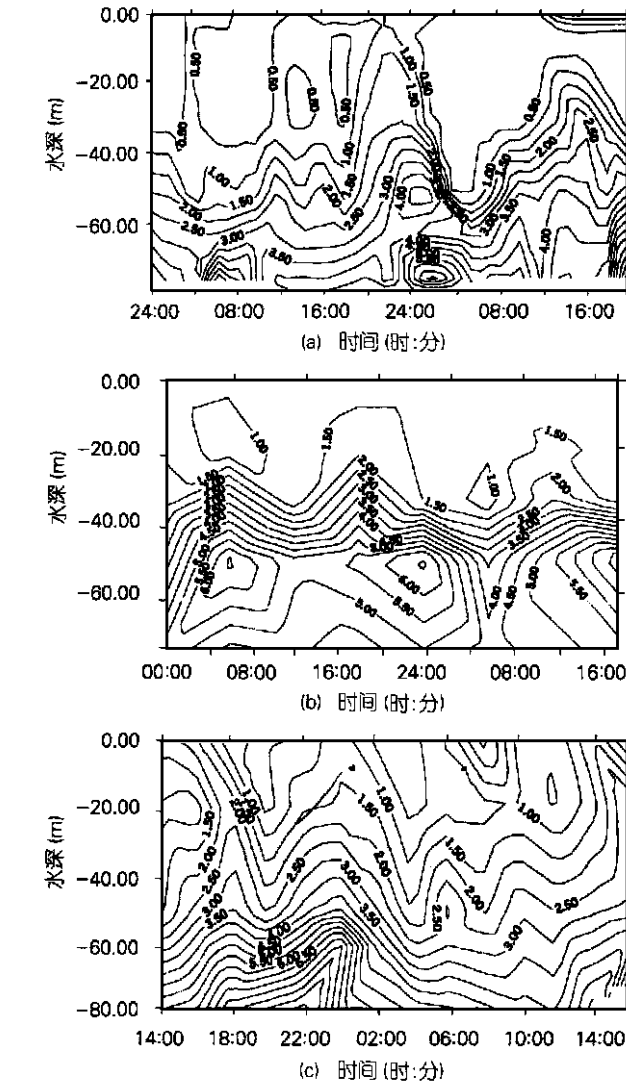


图 2 111 站不同季节悬浮物含量(mg/L)随时间变化关系
 Fig.2 Temporal variation of concentration of total suspended matter at station 111 on different season
 时段:(a)3月5日24:00~3月7日20:00;(b)4月27日00:00~4月28日18:00;(c)7月18日14:00~7月19日16:00

量并不低,而且还明显高于夏、秋季。再考查 410 站同期的 CTD 资料,发现 410 站本时段的海水温度明显高于 111 站以及 410 站以西海水的水温,由此可以得出 410 站本时段海水中悬浮物含量异常低是由于台湾暖流等高温高盐的清洁大洋水入侵造成的。Isobe

1999 年由大量实测资料证明台湾暖流完全可以到达 410 站。在春季的大部分时段和夏季的某些时段,410 站悬浮物垂向分布呈上高中低下高的形态,如图 3(b),(c)所示,是由于在春季和夏季海水上层生物繁盛、活跃,使上层悬浮物含量主要为有机成分增高造

表 1 不同季节两连续站时间平均的 TSM (mg/L)

Tab.1 Time averaged TSM at two fixed stations on different season

站位	深度 (m)	TSM (mg/L)			
		9404	9410	9702	9807
111	15	1.31	1.62	0.63	1.18
	75	4.97	1.87	5.02	4.86
410	15	1.80	1.03	0.40	0.91
	85	1.70	1.45	0.48	3.09

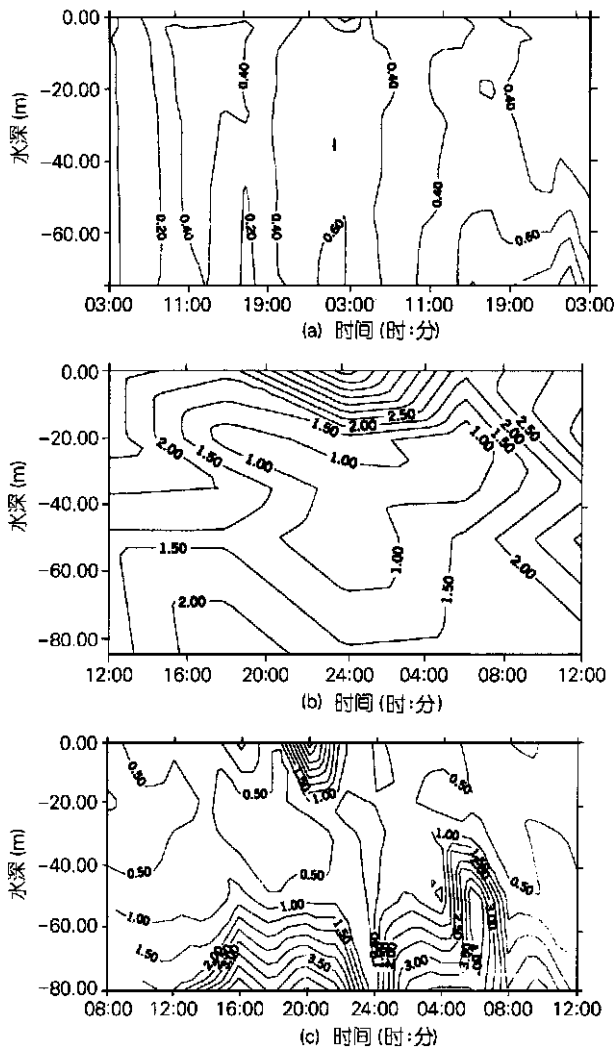


图 3 410 站不同季节悬浮物含量 (mg/L) 随时间变化关系
Fig.3 Temporal variation of concentration of total suspended matter at station 410 on different season
时段: (a) 3月3日 03:00~3月5日 03:00; (b) 4月19日 12:00~4月20日 12:00; (c) 7月13日 08:00~7月14日 12:00

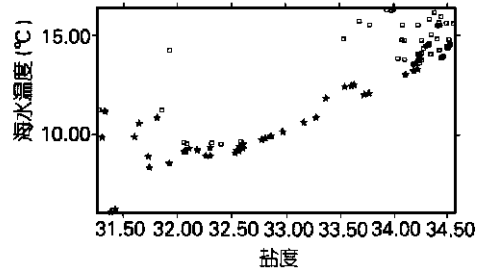


图 4 悬浮物含量与温度、盐度关系
Fig.4 The relationship of temperature, salinity and total suspended matter

成的。

2.3 悬浮物含量与温度盐度的关系

据断面悬浮物含量资料和相应的温度、盐度资料,绘悬浮物含量与温盐关系图。如图 4 所示,东海陆架水基本上可分成 3 类:低温低盐水,高温高盐水及中等温盐度水。高温高盐水中悬浮物含量低,一般小于 5 mg/L (底层海水中悬浮物含量可能高于此值),位于图 4 的右上角,即清洁的大洋水;低温低盐水中悬浮物含量高,一般大于 5 mg/L (表层海水中悬浮物含量可能低于此值),位于图 4 的左下角,即冲淡水或沿岸水;中等温盐度的海水中悬浮物含量偏高,大于 5 mg/L,位于图 4 的中央,属于混合水。

3 结论

3.1 冷涡区海水的底层辐聚作用致使 111 站悬浮物含量高且集中在底层。

3.2 东海悬浮物垂向分布分 4 类:上低下高型,上高中低下高型,上低中高下低型及均匀型。

3.3 111 站海水中悬浮物含量冬、春季高,夏、秋季低,而 410 站则是春、夏高,秋、冬低。

3.4 低温低盐水中悬浮物含量偏高 > 5 mg/L, 高温高盐水中悬浮物含量偏低 < 5 mg/L。

参考文献

- 1 Isobe A. . *Journal of Oceanography*, 1999, 55 (2): 185~195
- 2 Hu D. X., Tsunogai S. . *Margin Flux in the East China Sea*. Beijing: China Ocean Press, 1999. 3~10

SEASONAL VARIATION CHARACTERISTICS OF TOTAL SUSPENDED MATTER VERTICAL DISTRIBUTION IN THE EAST CHINA SEA

PANG Chong-guang¹ BAI Hong¹ YANG Zu-sheng² LEI Kun²

(¹*Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao, 266071*)

(²*Ocean University of Qingdao, 266003*)

Received: Jun. 13, 2000

Key Words: East China Sea, Total suspended matter, Vertical distribution, Cold eddy area, Seasonal-variation characteristics

Abstract

Based on data from field observation on sedimentary and hydraulic factors in East China Sea in April 1994, October 1994, February 1997 and July 1998, the converged sea water in bottom layer in cold eddy area causes higher concentration of total suspended matter (TSM) collected in the lower layer at station 111 in Spring and Winter than that in Summer and Autumn, but there is a converse situation at station 410. Vertical distribution of TSM can be classified in four types: low in the upper layer but high in the lower layer; high in the upper and lower layer but low in the middle layer; low in the upper and lower layer, but high in the middle layer; uniform.

(本文编辑:张培新)