

胶州湾海水中悬浮体的分布及其季节变化*

张铭汉

(中国科学院海洋研究所)

海水中的悬浮体包含有机物和无机物,有机物主要为有机碎屑颗粒,例如植物碎屑、浮游生物等;无机物主要是无机碎屑矿物、粘土矿物,也有少量硅质生物骨骼。海水中无机颗粒物能通过吸附作用,从海水中有效地富集有机溶解物质。海水中天然有机物的分布、变化与浮游生物的活动密切相关,在海洋食物链中占有重要地位,海水中的颗粒有机物是某些游泳动物和底栖动物的食物,因此,海水中有有机物的存在不仅对海洋生物有一定的生态学意义,而且对海洋无机元素的存在形式和地球化学转移过程都有直接影响。

胶州湾是一个典型的半封闭海湾,平均水深 7m,面积 390km²,自然环境优良,水产资源丰富,因此胶州湾的生态环境、生物资源及生态系统持续发展的研究对胶州湾的综合开发利用具有十分重要的意义。胶州湾海水中悬浮体的分布与变化是胶州湾生态环境研究中的一个重要组成部分。本文根据胶州湾海水中悬浮体的定点观测资料,阐明了胶州湾海水中悬浮体平均含量的分布及其季节变化特征,分析了影响悬浮体含量变化的主要因素。

一、调查与方法

在 1994 年 2 月至 1995 年 11 月和 1997 年 2 月至 1998 年 11 月期间,中国科学院胶州湾生态站对胶州湾及其临近水域进行了 16 个航次的季度月多学科调查,共设 10 个定位观测站,其中湾内 9 个站,湾外 1 个站,悬浮体水样与其他水化学项目同步按标准层次采集。

水样用不锈钢颠倒采水器采集,回到室内取 1000mL 水样用事先已称重的滤膜(孔径 0.45 μ m,直径 60mm)抽滤,每 10 个样品中选 2 个用双滤膜过滤作为滤膜的空白校正。过滤后的滤膜在 40—50℃ 范围内烘干 6—8h,然后再放入硅胶干燥器内冷却 6—8h 之后称重,并根据有关公式计算出海水悬浮体含量(mg/L)。

二、平面分布

根据胶州湾各年度每个季度海水悬浮体的观测资料,分别计算出四个季度各站位不

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 3662 号。

国家重点基金资助项目,39630060 号;中国科学院重大项目,KZ951—A1;中国科学院特别支持项目,KZ95T—04。

收稿日期:1998 年 10 月 20 日。

同层次海水悬浮体的平均含量,由此绘出胶州湾海水中悬浮体含量分布图(图1)。图1反映了胶州湾四个不同季节海水悬浮体含量的平面分布状况。

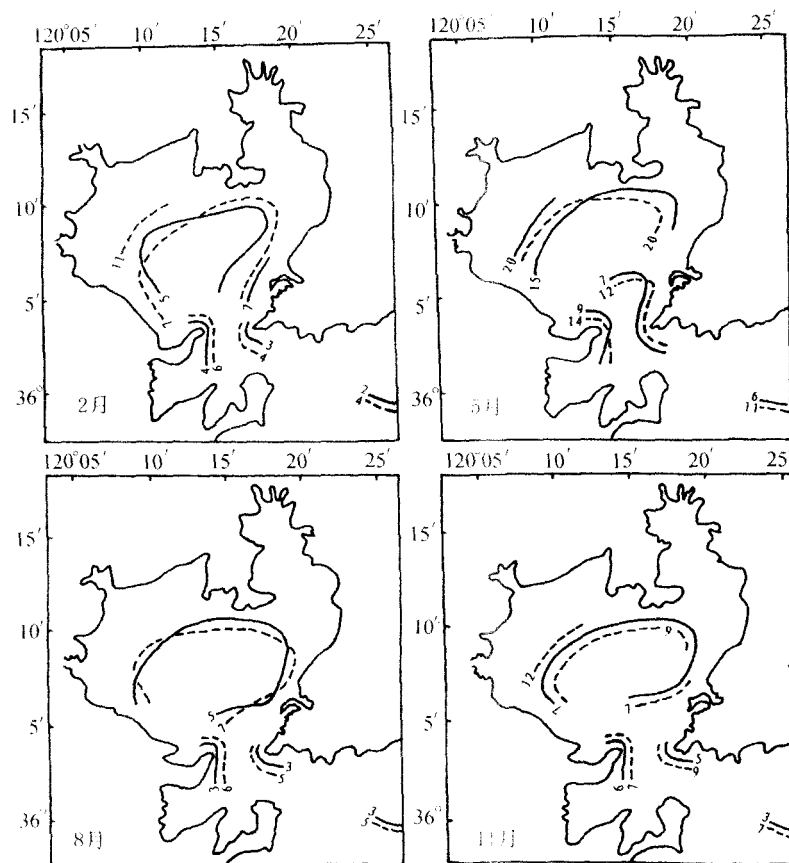


图1 胶州湾海水中悬浮体含量平面分布(mg/L)

——表层;-----底层

1. 2月 各个站位悬浮体含量变化范围为1.8—11.3mg/L,其中湾内西北部最高达11.3mg/L,5mg/L(表层)和7mg/L(底层)等值线环绕湾内,大致与岸边平行,向湾口至黄岛附近悬浮体含量为4—6mg/L,由湾口至湾外则降至2—4mg/L,底层含量略高于表层。

2. 5月 各站位悬浮体含量变化范围为6.2—29.7mg/L,从表、底层悬浮体含量等值线可以看出,湾内北部大沽河口附近高达15—20mg/L,向南至海湾中部降至7—14mg/L,其中黄岛附近的悬浮体含量略高于东部团岛沿海一带,至湾外地区悬浮体含量为6—11mg/L。

3. 8月 各站位悬浮体含量变化范围为2.2—7.9mg/L,5mg/L(表层)和7mg/L(底层)等值线大致环绕湾内周边分布,向湾口至黄岛附近含量为3—6mg/L,由湾口到湾外悬浮体含量为3—5mg/L。

4. 11 月 各站位悬浮体含量变化范围为 3.4—12.9mg/L, 其中湾内西北部最高达 12.9mg/L, 表层和底层 7mg/L 等值线环绕海湾中部, 由黄岛至湾口一带含量为 5—9mg/L, 到湾外则降至 3—7mg/L。

从以上胶州湾海水中悬浮体含量平面分布中可以看出, 胶州湾海水中悬浮体总的分布趋势是由湾内向湾口至湾外含量逐渐降低, 湾内以西北部的大沽河口附近最高, 可达 20mg/L 左右, 向南至海湾中部降至 5—15mg/L 左右; 至湾口到湾外最低, 仅 3—5mg/L (图 1)。在局部地区, 一般岸边海水中悬浮体含量相对较高, 而远离岸边含量较低, 因而在湾内及湾口海水中悬浮体含量等值线大致平行于岸边。胶州湾底层海水悬浮体含量高于表层, 一般高 0.5—5mg/L。在湾口及湾外水较深的站位所采水样的分析结果表明, 中层海水悬浮体含量一般高于表层而低于底层(表 1)。

表 1 胶州湾各站位季度海水悬浮体平均含量(mg/L)

站 位	2 月			5 月			8 月			11 月			年 平 均		
	表层	中层	底层	表层	中层	底层	表层	中层	底层	表层	中层	底层	表层	中层	底层
1	5.8	—	11.3	20.1	—	24.9	5.5	—	6.8	8.0	—	12.9	9.9	—	14.0
2	5.1	—	7.1	15.9	—	20.9	4.7	—	7.1	7.0	—	10.1	8.2	—	11.3
3	5.2	—	7.5	14.3	—	29.7	5.1	—	6.0	8.6	—	9.3	8.3	—	13.1
4	6.8	—	7.1	12.6	—	15.5	4.5	—	6.8	7.9	—	9.5	7.9	—	9.7
5	5.4	—	6.3	7.2	—	12.6	4.9	—	7.9	7.2	—	8.6	6.2	—	8.5
6	7.3	—	7.9	7.7	—	12.8	5.5	—	6.4	7.1	—	7.3	6.9	—	8.6
7	4.5	—	5.9	9.3	—	13.7	3.0	—	6.6	5.9	—	6.4	5.7	—	8.2
8	4.0	3.6	5.6	9.6	11.4	14.4	2.2	2.5	5.8	6.1	7.2	7.7	5.5	6.2	8.4
9	2.7	3.0	4.0	7.6	11.3	11.9	2.9	3.8	5.4	5.1	7.6	8.5	4.6	6.4	7.5
10	1.8	2.5	4.2	6.2	9.7	11.3	3.2	3.4	4.9	3.4	6.5	7.1	3.7	5.5	6.9

胶州湾海水中悬浮体的分布主要受到潮流作用的影响。胶州湾的潮流为往复半日潮流, 潮流沿湾内水道向湾顶扩散, 涨潮流速大于落潮, 其平均差值在湾内为 10.7cm/s, 湾外为 7.0cm/s。湾口流速大于湾内, 湾口流速最大可达 170cm/s, 而湾顶流速最低仅为 15cm/s, 这使得湾外少量泥沙易于向湾内运移, 而不利于湾内物质向湾外扩散, 特别是河流主要分布在海湾北部, 而湾顶流速又很小, 且涨潮流速又较大, 水较浅, 这使得北部湾顶一带的泥沙不易向海湾中部运移, 因而海水中悬浮体含量也由北部的湾顶向湾口到湾外逐渐降低。由于岸边水较浅, 海底沉积物易受到波浪作用而悬浮于海水中, 因而岸边海水中悬浮体含量相对较高。这种平面分布特点与胶州湾海水中颗粒有机碳的平面分布基本一致(杨鹤鸣等, 1995)。

颗粒有机碳是海水悬浮体有机物质中的一部分, 一般约占有机物质的 50%, 而海水悬浮体中的有机物质大致相当于悬浮体可燃组分的含量, 1997—1998 年胶州湾八个航次所采悬浮体样品烧失量的分析结果表明, 悬浮体可燃组分的含量为 0.5—8.7mg/L, 而且可燃组分的含量随着悬浮体含量的增加而增加, 因此胶州湾海水悬浮体可燃组分含量的

平面分布与悬浮体含量的平面分布基本一致,说明了胶州湾海水中颗粒有机碳的分布与悬浮体含量的变化密切相关,同时也反映出胶州湾北部河流较多,水较浅,受人类活动和陆源有机物输入的影响较大。

三、季节变化

胶州湾海水中悬浮体含量有较明显的季节变化,从胶州湾四个季度悬浮体含量平面分布图中可以看出(图 1),5 月(春季)的悬浮体含量明显高于其他季节,其次为 11 月(秋季)和 2 月(冬季),8 月(夏季)的悬浮体含量较低。

胶州湾各站位季度悬浮体平均含量表明(表 1),5 月各站位各层次悬浮体含量明显高于其他季节,其次为 11 月和 2 月,而 8 月的悬浮体含量普遍较低。渤海和南黄海海水中悬浮体的研究结果(秦蕴珊等,1982;秦蕴珊等,1986)表明,由于大风浪的作用,春、冬季节海水中悬浮体含量明显高于夏季。

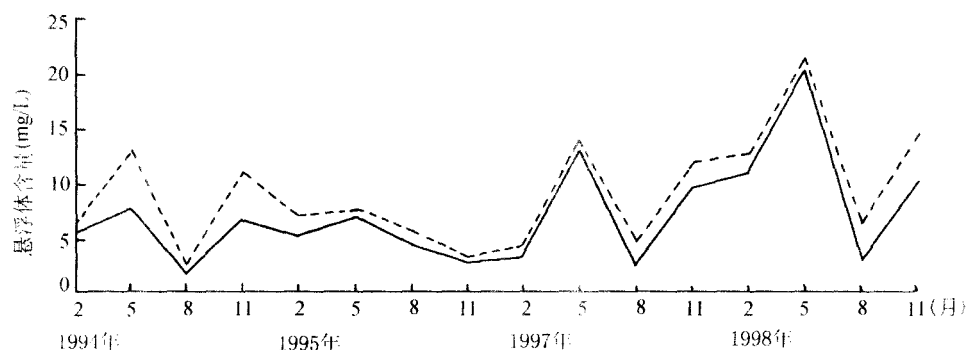


图 2 胶州湾海水中悬浮体平均含量季节变化
——表层;-----底层

胶州湾各年度每个季节海水中悬浮体的平均含量(表 2)反映出季节变化(图 2),从图 2 中可以看出,春季(5 月)的悬浮体含量均较高,其次为 11 月和 2 月而夏季(8 月)的悬浮体含量较低;表层悬浮体含量低于底层。另外从图 2 还可以看出,1997 年度的 5 月、11 月和 1998 年度的 2 月、5 月和 11 月悬浮体的平均含量要高于 1994 年度和 1995 年度的含量,这可能是由于当时的大风浪天气所致。

胶州湾海水中悬浮体含量的季节变化主要是由于受到不同季节风浪和潮流作用的影响所致,有关研究结果(秦蕴珊等,1989)表明,海水底层悬浮体主要来自海底沉积物的再悬浮,海底表层的细粒物质常处于半流动状态,易于悬浮,当底层水潮流流速大于表层沉积物的起动流速时,表层的细粒物质可以被掀动而再悬浮,然后借水体的涡动向上扩散。对于粒径小于 0.02mm 的粉砂和粘土来说,其起动流速(20cm/s)大于扬动流速,因而一经起动便会扬动,使其悬浮于水中,因此,在胶州湾内,小于 0.02mm 的海底层沉积物很容易在潮流和波浪的作用下产生再悬浮。在浅水地区,波浪对海水中悬浮体含量的分布

有明显的影响,大风浪直接作用于海底,使海底沉积物再悬浮和扩散,从而使海水中悬浮体含量明显增加。胶州湾内的波浪主要是从外海传来的涌浪和风浪,根据胶州湾多年的实测资料,湾内年平均波高为 0.45m,波高小于 0.5m 的海浪年出现频率为 80%,0.5—1.5m 的占 14%—20%;波高大于 1.5m 的仅占 0.3%。湾内海浪年平均周期为 4.4s,则 0.5m 波高海浪的作用临界深度为 5.6m,而湾内小于 0.5m 波高的海浪出现频率为 80%,表明了水深大于 5.6m 的海底泥沙,一年内有 80% 的时间不受海浪的直接影响。由此可以看出,湾内浅水地区海底沉积物受海浪作用的影响较大,而水深大于 10m 的深水区主要受潮流的作用。

表 2 胶州湾各年度季节海水悬浮体平均含量(mg/L)

月 份	层次	1994 年	1995 年	1997 年	1998 年
2 月	表	5.6	5.4	3.7	11.4
	底	6.0	7.3	4.6	12.9
5 月	表	7.9	7.1	13.3	20.4
	底	12.8	7.6	13.8	21.5
8 月	表	2.1	4.7	2.8	3.4
	底	2.6	5.7	4.9	6.5
11 月	表	6.8	3.2	9.8	10.5
	底	11.1	3.6	12.1	14.8

胶州湾的沉积物主要来源于海湾北部河流带来的泥沙,但近几年来由于气候干旱和地下水的大量开采使河流水量和来沙逐年减少,目前仅在雨季河流才有少量流水。胶州湾北部河口一带分布广阔的水下粉砂淤泥质浅滩,水深均在 5m 以下,因此风浪和潮流是海底沉积物产生再悬浮的主要动力因素,它们对海水悬浮体含量的影响明显大于河流输沙的影响。青岛地区多年气象统计资料表明,春季风速最大,平均为 5.8m/s;而夏季风速最小,平均为 4.7m/s。本区累年瞬时风力 ≥ 8 级的大风日数为 71d,其中春季为 23d,而夏季仅为 10d,反映出本区春季是多风季节,风浪对海底沉积物的作用使海水中悬浮体含量明显增加;而夏季风浪相对较弱,同时夏季又以东南风为主,风浪在湾口受阻明显衰减,从而对湾内的影响相对减小,故海水中悬浮体含量较低。

四、结 论

(1)胶州湾海水中悬浮体含量的分布由北部湾顶向南至湾口到湾外逐渐降低,表层的含量低于底层,中层的含量高于表层而低于底层。就局部地区而论,岸边海水中悬浮体含量相对较高。这些平面分布特征与本区海水中的颗粒有机碳的平面分布有较明显的相似性。

(2)胶州湾海水中悬浮体含量的平面分布具有明显的季节变化,其中以春季悬浮体含量最高,其次为秋季和冬季,夏季最低。各年度季节海水悬浮体平均含量变化表明,春季含量普遍较高,其次为秋季和冬季,而夏季较低。

(3)影响胶州湾海水中悬浮体的分布和季节变化的主要动力因素是潮流和风浪,风浪和潮流的作用使海底表层沉积物产生再悬浮,本地区春季是多风季节,海水中悬浮体含量明显增高。胶州湾海水中悬浮体的主要来源是海底沉积物的再悬浮,其次是现代河流输入的泥沙和浮游生物。

参 考 文 献

- 杨鹤鸣、刘群,1995,胶州湾生态学研究(董金海、焦念志主编),科学出版社,59—61。
秦蕴珊、李凡、徐善民,1989,南黄海海水中悬浮体的研究,海洋与湖沼,20(2):101—112。
秦蕴珊、李凡,1982,渤海海水中悬浮体的研究,海洋学报,4(2):460—471。
秦蕴珊、李凡、郑铁民,1986,南黄海冬季海水中悬浮体的研究,海洋科学,10(6):1—7。

DISTRIBUTIONS AND SEASONAL VARIATIONS OF SUSPENDED MATTER IN JIAOZHOU BAY SEAWATER*

Zhang Minghan

(*Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences*)

ABSTRACT

Use of data on suspended matter in Jiaozhou Bay seawater from February 1994 to November 1995, February 1997 to November 1998 (16 times investigation), to analyze the horizontal distributions and the seasonal variations of suspended matter showed that the content of suspended matter decreased gradually from the north of the bay to the outside the bay. The highest content of suspended matter was 20 mg/L near the mouth of the Daguhe River, high contents varied from 5 mg/L to 15 mg/L in the middle part of the bay and from 3 mg/L to 5 mg/L outside the bay. The content of suspended matter in surface seawater was lower than that in bottom seawater. The seasonal variations of suspended matter were highest in spring, lowest in summer, in-between in autumn and winter.

The horizontal distribution of suspended matter was similar to that of particulate organic carbon in the bay. Tide and wave are the main factors affecting the distributions of suspended matter.

* Contribution No. 3662 from the Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences.