

胶州湾湿地水体中总氮和总磷的分布及变化特征

过 锋 赵 俊 陈聚法*

(农业部海洋渔业可持续发展重点实验室 山东省渔业资源与生态环境重点实验室
中国水产科学研究院黄海水产研究所, 青岛 266071)

摘 要 依据 2009 年 2、4、6、8、10、12 月水体生源要素调查资料,对胶州湾湿地水体中总氮和总磷的分布及变化特征进行了分析研究。结果表明,1)胶州湾湿地——大沽河感潮河段沿河道自上而下水体中总氮(TN)和总磷(TP)含量大致呈降低趋势;潮间带区域 TN 和 TP 高含量区基本位于大沽河入海口及其邻近海域,其含量和分布主要由大沽河入海径流所控制。2)胶州湾湿地水体中 TN 和 TP 的月际变化明显,其中大沽河感潮河段 TN 以 12 月最高,2 月次之,8 月最低;TP 以 2 月最高,12 月次之,4 月最低。潮间带区域 TN 2~8 月呈降低趋势,8~12 月呈增高趋势;TP 以 2 月最高,其他月份含量较低且变化不明显。3)胶州湾湿地海水中 TN、TP 等生源要素主要来自大沽河入海径流,大沽河径流入海对胶州湾湿地海水中生源要素的含量水平和分布趋势产生了显著影响。

关键词 胶州湾湿地 总氮和总磷 分布及变化特征

中图分类号 X824 **文献标识码** A **文章编号** 1000-7075(2012)03-0108-07

Characteristics of distribution and variation of total nitrogen and phosphorous in seawater of the Jiaozhou Bay wetland

GUO Feng ZHAO Jun CHEN Ju-fa*

(Key Laboratory of Sustainable Development of Marine Fisheries, Ministry of Agriculture,
Shandong Provincial Key Laboratory of Fishery Resources and Ecological Environment;
Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071)

ABSTRACT Based on the nutritional elements data of water surveyed in February, April, June, August, October and December, 2009, the distribution and variation of total nitrogen(TN) and total phosphorous(TP) in seawater of the Jiaozhou Bay wetland were studied. The results showed that:(1)In the tidal range of the Dagu River, the content of TN and TP in water roughly decreased from upper stream to lower stream along the river course. In the inter-tidal area of the Jiaozhou Bay wetland, the regions with higher contents of DIN and DIP were basically located at the estuary of Dagu River and the area adjacent to it, and their contents and distribution were mainly controlled by runoff amount of Dagu River entering the sea. (2)There were apparent seasonal variations of TN and TP contents in the water of Jiaozhou Bay wetland. In the tidal range of the Dagu River, the mean content of TN was the highest in December, higher in February and the lowest in August. The mean content of TP was the highest in February, higher in December

国家海洋公益性行业科研专项(200805066)和国家科技支撑计划课题(2009BADB7B02)共同资助

* 通讯作者。E-mail:chenjf@ysfri.ac.cn

收稿日期:2011-06-20;接受日期:2011-07-11

作者简介:过 锋(1963-),女,高级工程师,主要从事海洋渔业生态环境研究。E-mail:guofeng@ysfri.ac.cn, Tel:(0532)85836341

and the lowest in April. In the inter-tidal area of the Jiaozhou Bay wetland, the mean TN content decreased from February to August and increased from August to December, and the mean content of TP was the highest in February and lower with insignificant variation in other surveyed months. (3) The nutritional elements in seawater such as TN and TP in the Jiaozhou Bay wetland was mainly derived from the runoff of Dagu River entering the sea.

KEY WORDS Jiaozhou Bay wetland Total nitrogen and total phosphorous
Characteristics of distribution and variation

湿地被誉为“地球之肾”,是地球上水陆相互作用形成的独特的生态系统,与森林、海洋一起并列为全球三大生态系统(何奇瑾等 2008;何池全等 2001;崔保山等 2001)。胶州湾大沽河河口滨海湿地是青岛市最大、最重要的滨海湿地,在整个胶州湾生态系统中处于非常敏感的地位。每年大沽河径流携带大量营养物质和有机物输入胶州湾,对胶州湾湿地海域的环境质量产生影响。因此,研究胶州湾湿地水体中总氮和总磷的分布与变化特征具有重要的理论和现实意义。

有关胶州湾无机氮和活性磷酸盐的分布与变化研究已有诸多报道(孙丕喜等 2005;过 锋等 2005;张均顺等 1997;宋秀贤等 2007;沈志良 2002;姚 云等 2007;李学刚等 2005),但有关胶州湾水体中总氮和总磷的分布与变化研究未见报道。本研究利用2009年2、4、6、8、10、12月胶州湾湿地水体生源要素调查资料,详细分析了胶州湾湿地——大沽河感潮河段和潮间带区域水体中总氮和总磷的分布与变化特征,以期胶州湾湿地保护提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 调查区域和站位设置

调查区域为胶州湾湿地——大沽河感潮河段和潮间带区域(图1),共设置18个调查站位,其中大沽河感潮河段9个(A~I),潮间带区域9个(CJD11~13, CJD41~43, CJD71~73)。调查时间分别为2009年2、4、6、8、10、12月。

1.2 调查要素和检测方法

调查要素包括总氮(TN)和总磷(TP)。首先在每个站位采集表层水样100 ml,装入聚乙烯瓶,然后带回实验室在-20℃条件下冷冻保存备测。TN测定采用碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法(国家环境保护局 1989),检出限为0.05 mg/L,所用仪器为Cary 50型紫外-可见分光光度计;TP测定采用钼酸铵分光光度法(国家环境保护局 1989),检出限为0.01 mg/L,所用仪器为7230G型分光光度计。

2 结果

2.1 大沽河感潮河段水体中总氮和总磷调查结果

2.1.1 总氮和总磷的含量及其水平分布特征

2009年6个调查月份,大沽河感潮河段水体中TN含量范围为0.48~18.00 mg/L,平均值为 5.84 ± 2.84 mg/L;TP含量范围为0.023~0.456 mg/L,平均值为 0.147 ± 0.056 mg/L(表1)。

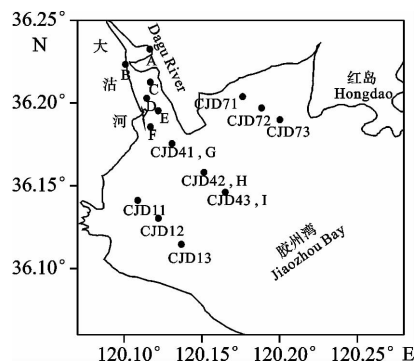


图1 胶州湾湿地水体生源要素调查区域和站位分布

Fig. 1 Surveied area and sampling sites for nutritional elements in water of Jiaozhou Bay wetland

表1 胶州湾湿地大沽河感潮河段水体中总氮和总磷含量统计(mg/L)

Table 1 Contents of TN and TP in water of the tidal range of Jiaozhou Bay wetland (mg/L)

要素 Element	含量 Content	调查时间 Survey time(yr-mth)						总体 Total
		2009-02	2009-04	2009-06	2009-08	2009-10	2009-12	
TN	范围 Range	1.17~8.56	1.12~9.90	0.65~7.14	0.48~3.58	0.56~8.47	0.59~18.00	0.48~18.00
	均值 Average	5.70±2.19	5.08±3.23	6.34±2.31	2.19±0.97	4.57±2.71	11.18±5.64	5.84±2.84
TP	范围 Range	0.108~0.456	0.023~0.104	0.033~0.246	0.025~0.147	0.028~0.133	0.038~0.330	0.023~0.456
	均值 Average	0.319±0.089	0.065±0.026	0.117±0.060	0.105±0.032	0.093±0.029	0.182±0.099	0.147±0.056

2009年各调查月份大沽河感潮河段水体中TN的水平分布趋势各异(图2)。2月沿河道自上而下TN呈先增后降的分布趋势,以F站含量最高,E站次之,I站含量最低;4月沿河道自上而下TN大致呈降低趋势,以B站含量最高,A站次之,I站含量最低;6月沿河道自上而下TN呈降低趋势,以A站含量最高,B站次之,I站含量最低;8月沿河道自上而下TN大致呈降低趋势,以A站含量最高,C站次之,I站含量最低;10月沿河道自上而下TN大致呈降低趋势,以B站含量最高,A站次之,I站含量最低;12月沿河道自上而下TN大致呈降低趋势,以A站含量最高,B站次之,I站含量最低。

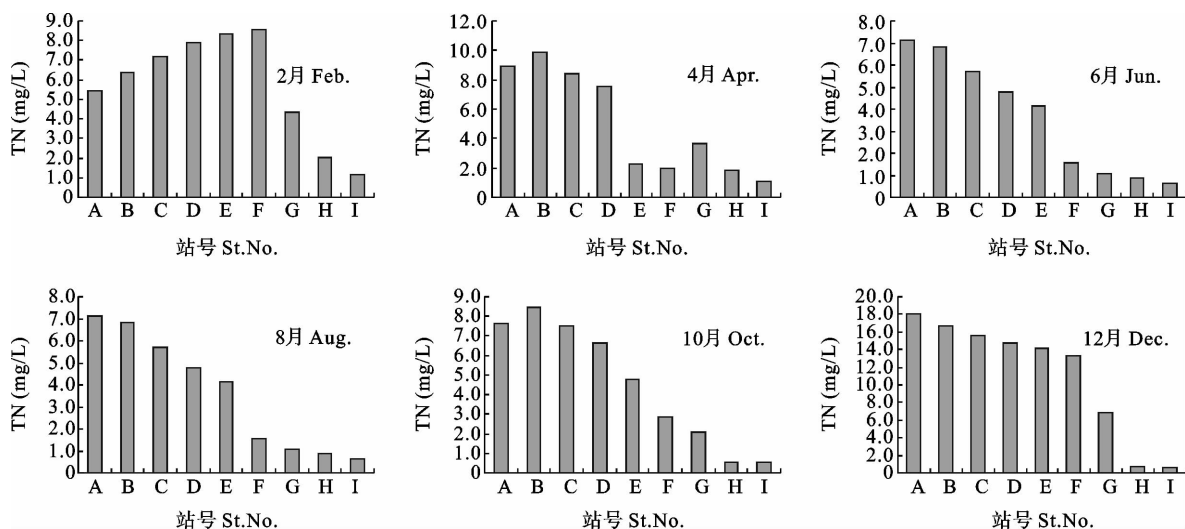


图2 2009年6个调查月份大沽河感潮河段水体中总氮的分布趋势

Fig. 2 Distribution of TN in water of the tidal range of Dagu River in 2009

2009年各调查月份大沽河感潮河段水体中TP的水平分布趋势各异(图3)。2月沿河道自上而下TP大致呈降低趋势,以A站含量最高,B站次之,I站含量最低;4月沿河道自上而下TP大致呈降低趋势,以C站含量最高,A站次之,I站含量最低;6月沿河道自上而下TP呈降低趋势,以A站含量最高,B站次之,I站含量最低;8月沿河道自上而下TP大致呈降低趋势,以D站含量最高,A站次之,I站含量最低;10月沿河道自上而下TP大致呈降低趋势,以B站含量最高,C站次之,I站含量最低;12月沿河道自上而下TP大致呈降低趋势,以B站含量最高,A站次之,I站含量最低。

2.1.2 总氮和总磷平均含量的月际变化

大沽河感潮河段水体中TN和TP平均含量的月际变化明显(图4)。其中TN以12月最高,2月次之,8月最低;TP以2月最高,12月次之,4月最低。

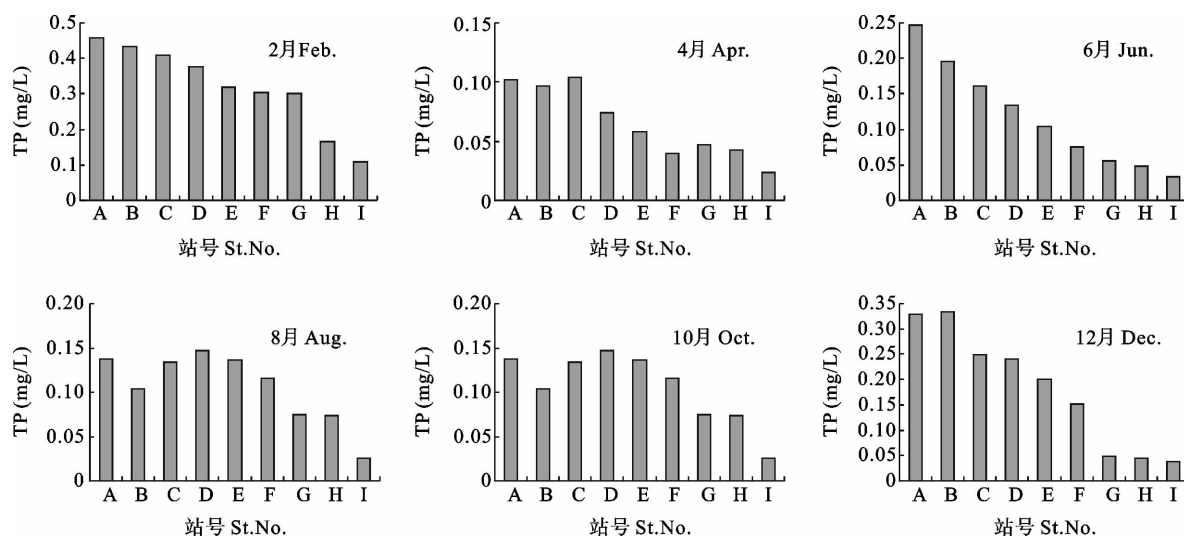


图 3 2009 年 6 个调查月份大沽河感潮河段水体中总磷的分布趋势
Fig. 3 Distribution of TP in water of the tidal range of Dagu River in 2009

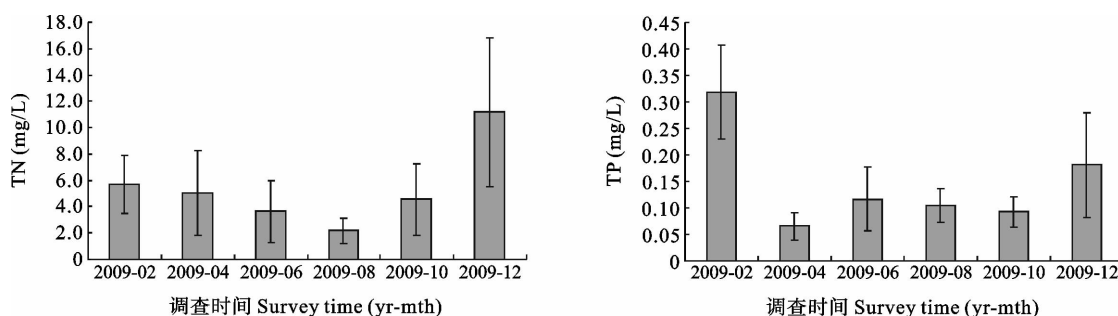


图 4 大沽河感潮河段水体中 TN 和 TP 含量的月际变化
Fig. 4 Monthly variation of TN and TP in water of the tidal range of Dagu River in 2009

2.2 潮间带区域水体中总氮和总磷调查结果

2.2.1 总氮和总磷的含量及其水平分布特征

2009 年 6 个调查航次潮间带区域水体中 TN 含量范围为 0.22~6.85 mg/L,平均值为 1.11 ± 0.57 mg/L;TP 含量范围为 0.018~0.301 mg/L,平均值为 0.050±0.020 mg/L(表 2)。

表 2 胶州湾湿地潮间带水体中总氮和总磷含量(mg/L)
Table 2 Contents of TN and TP in water of the inter-tidal area of Jiaozhou Bay wetland(mg/L)

要素 Element	含量 Content	调查时间 Survey time(Yr-mth)						总体 Total
		2009-02	2009-04	2009-06	2009-08	2009-10	2009-12	
TN	范围 Range	0.93~4.35	0.69~3.69	0.54~1.14	0.22~1.06	0.51~2.11	0.37~6.85	0.22~6.85
	均值 Average	1.85±0.84	1.39±0.61	0.86±0.19	0.56±0.23	0.75±0.30	1.26±1.24	1.11±0.57
TP	范围 Range	0.030~0.301	0.018~0.068	0.022~0.055	0.020~0.074	0.025~0.093	0.030~0.059	0.018~0.301
	均值 Average	0.099±0.062	0.035±0.013	0.041±0.009	0.041±0.015	0.039±0.012	0.044±0.009	0.050±0.020

2009 年各调查月份潮间带区域水体中 TN 的水平分布趋势各异(图 5)。2 月以 CJD41 站含量最高,超过 4.0 mg/L;CJD11 和 CJD42 站次之,含量为 2.0~3.0 mg/L;其他区域含量较低,低于 2.0 mg/L。4 月 TN 含量以 CJD41 站最高,超过 3.5 mg/L;CJD11-12、CJD42-43 和 CJD71 站次之,含量为 1.0~2.0 mg/L;其他区域含量较低,低于 1.0 mg/L。6 月 TN 含量以 CJD72 站最高,超过 1.1 mg/L;CJD41、CJD71 和 CJD73 站次之,

含量为 0.9~1.3 mg/L;其他区域含量较低,低于 0.9 mg/L。8月 TN 含量以 CJD41 站最高,超过 1.0 mg/L;CJD42 站次之,含量在 0.8~1.0 mg/L;其他区域含量较低,为 0.2~0.8 mg/L。10月 TN 含量以 CJD41 站最高,超过 2.0 mg/L;其他区域含量较低,为 0.5~1.0 mg/L。12月 TN 含量以位于大沽河入海口的 CJD41 站最高,超过 6.0 mg/L;其他区域含量较低,为 0.3~1.0 mg/L。

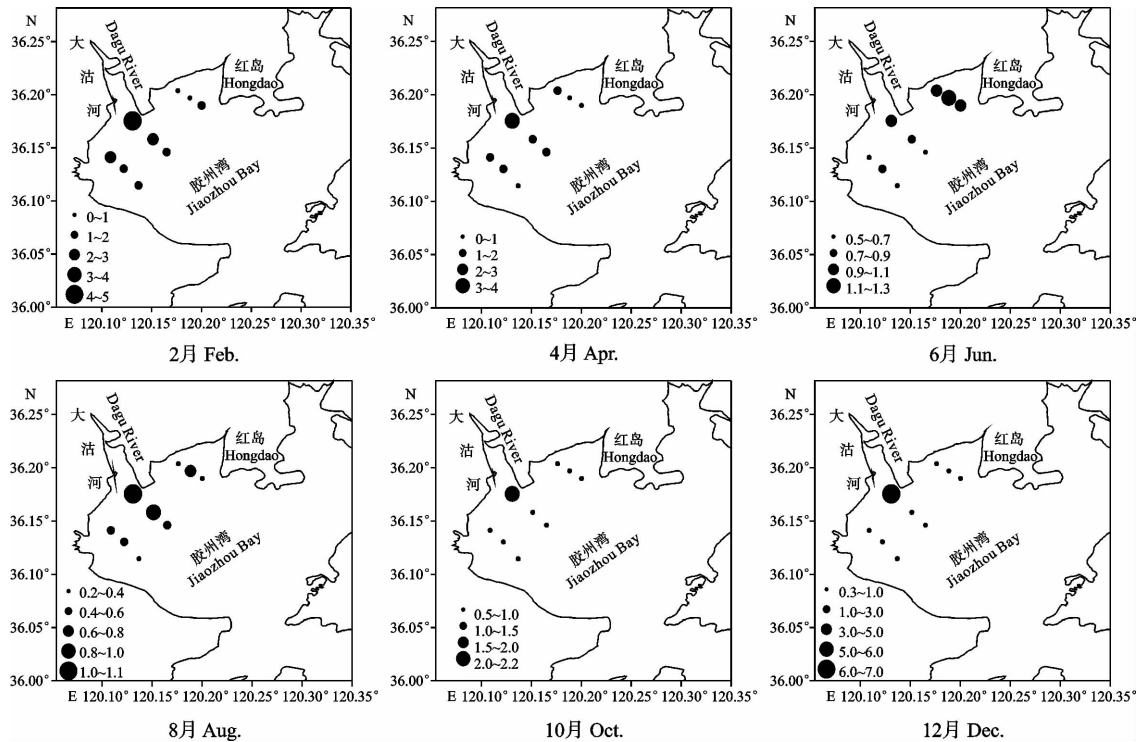


图5 2009年6个调查月份潮间带水体中总氮的分布趋势

Fig. 5 Distribution of TN in water of the inter-tidal area of Jiaozhou Bay wetland in 2009

2009年各调查月份潮间带区域水体中 TP 的水平分布趋势各异(图6)。2月沿河道的4断面 TP 含量较高,为 0.10~0.35 mg/L,其含量自上而下呈降低趋势;其他区域含量较低,低于 0.10 mg/L。4月 CJD11、CJD41、CJD42 和 CJD71 站 TP 含量较高,为 0.04~0.07 mg/L;其他区域含量较低,为 0.01~0.03 mg/L。6月 CJD41 和 CJD71 站 TP 含量较高,超过 0.05 mg/L;CJD42、CJD72 和 CJD73 站次之,含量为 0.04~0.05 mg/L;其他区域含量较低,低于 0.04 mg/L。8月 CJD41 和 CJD42 站 TP 含量较高,为 0.07~0.08 mg/L;CJD11 和 CJD71~73 站次之,含量为 0.03~0.05 mg/L;其他区域含量较低,低于 0.03 mg/L。10月 CJD41 站 TP 含量最高,为 0.08 mg/L 以上;其他区域含量较低,为 0.02~0.04 mg/L。12月 CJD71-73 站 TP 含量较高,在 0.05~0.06 mg/L;CJD41 和 CJD42 站含量次之,为 0.04~0.05 mg/L;其他区域含量较低,为 0.03~0.04 mg/L。

2.2.2 总氮和总磷平均含量的月际变化

胶州湾湿地潮间带区域水体中总氮和总磷平均含量的月际变化明显。其中,TN 2~8月呈降低趋势,8~12月呈增高趋势,以2月含量最高,4月次之,8月含量最低;TP 以2月最高,其他月份含量较低且变化不明显(图7)。

2.3 大沽河感潮河段和潮间带区域水体中总氮和总磷含量比较

2009年2~12月大沽河感潮河段和潮间带区域水体中 TN 和 TP 的平均含量存在明显差异,大沽河感潮河段水体中 TN 和 TP 的平均含量均明显高于潮间带区域(图8)。6个调查月份大沽河感潮河段 TN 平均含

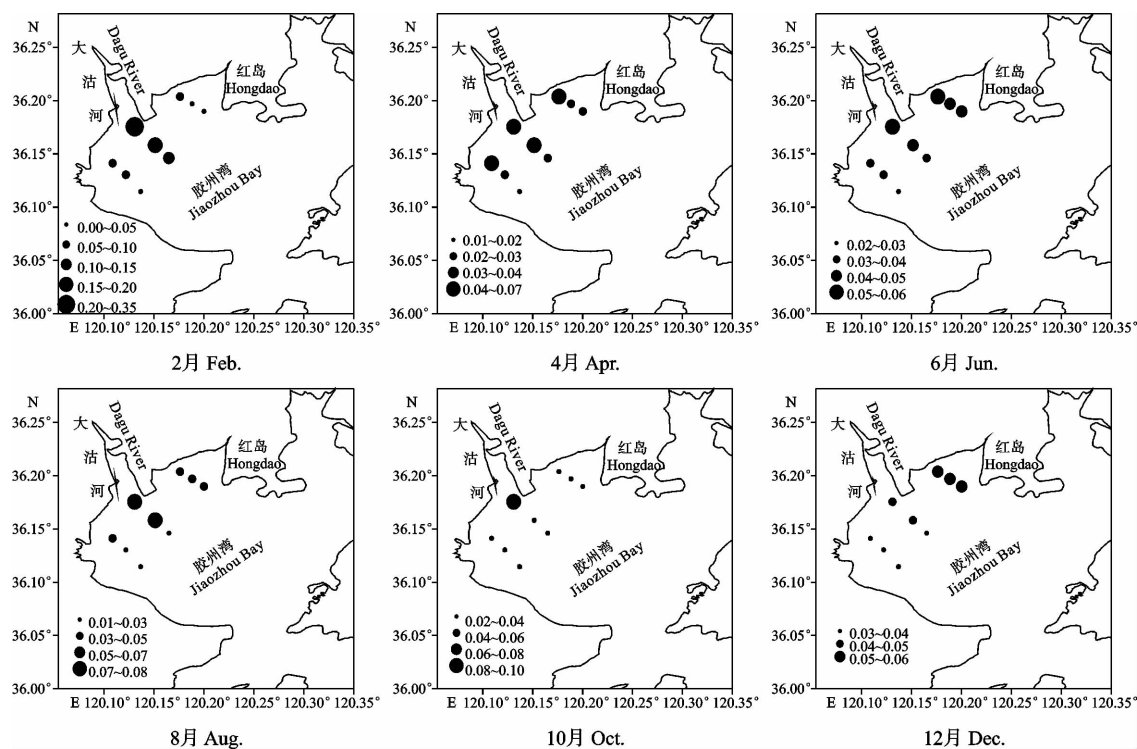


图6 2009年6个调查月份潮间带水体中总磷的分布趋势

Fig. 6 Distribution of TP in water of the inter-tidal area of Jiaozhou Bay wetland in 2009

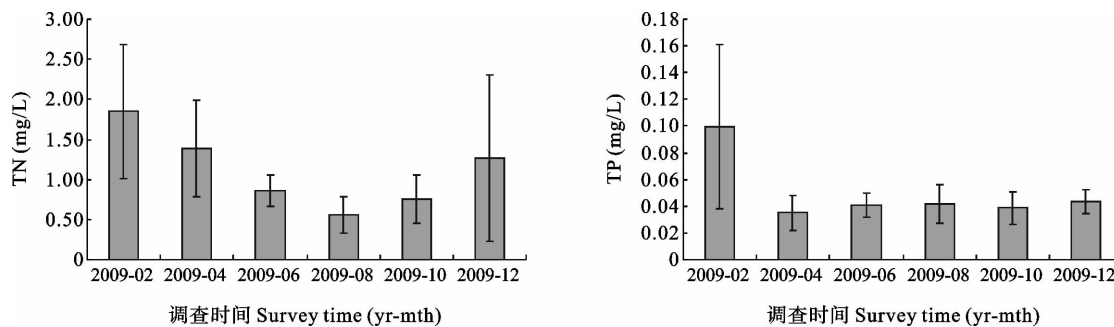


图7 潮间带区域水体中总氮和总磷含量的月际变化

Fig. 7 Monthly variation of TN and TP content in water of the inter-tidal area of Jiaozhou Bay wetland

量为潮间带区域的 3.08~8.86 倍,其中 12 月含量比最大,10 月次之(含量比为 6.10),2 月含量比最小;大沽河感潮河段 TP 平均含量为潮间带区域的 1.85~4.15 倍,其中 12 月含量比最大,2 月次之(含量比为 3.22),4 月含量比最小。另外,大沽河感潮河段 TN 和 TP 总体平均含量分别为潮间带区域的 4.85 和 2.94 倍。

3 讨论

3.1 胶州湾湿地水体中总氮和总磷含量的区域差异及成因分析

研究表明,2009 年 2~12 月大沽河感潮河段水体中 TN 和 TP 的平均含量均明显高于潮间带区域。其中 2009 年 12 月大沽河感潮河段 TN 和 TP 平均含量分别为潮间带区域的 8.86 倍和 4.15 倍,其含量比值均为最大,这与 12 月为枯水期、大沽河感潮河段河水中所含淡水比例最低致河水中 TN 含量升高有关;2 月两大区域 TN 含量比最小,与冰层融化致河水中淡水比例增高、再加上 2 月一些低温种浮游植物繁殖大量消耗氮营

养盐致潮间带区域 TN 含量降低有关;4 月两大区域 TP 含量比最小,这与 4 月降水量增加和该月份潮间带区域喜磷浮游植物大量繁殖相关。

3.2 胶州湾湿地水体中总氮和总磷的来源分析

工农业生产、生活污水的排放及水产养殖区每年向胶州湾内输入大量的氮、磷营养盐。胶州湾东部、东北和西北部河流基本已成为工业废水和生活污水的排污河,水体携带了大量氮、磷污染物,沿岸海水养殖废弃物(残饵和生物排泄物等)也是胶州湾海水中氮、磷的主要来源之一(张哲等 2009)。

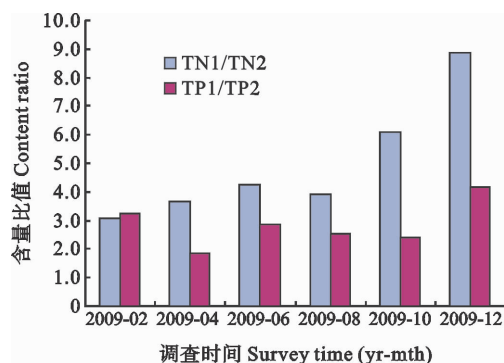
大沽河水体中含有大量 N、P、C 等生源要素,胶州湾湿地——潮间带水体中生源要素的分布趋势显示,TN、TP 的高含量区基本位于大沽河河口区,且呈由河口向邻近海域降低的分布趋势,表明潮间带水体中 TN、TP 的分布主要受控于大沽河入海径流。

另外,通过分析潮间带水体中 TN、TP 含量与盐度的相关关系,发现 TN 和 TP 的含量与水体盐度的相关系数分别为 -0.6676 和 -0.7818 ,TN 和 TP 均与盐度呈非常显著的负相关($P < 0.01, df = n - 2 = 52$)。而潮间带位于大沽河河口及其邻近海域,潮间带沿岸无其他明显的淡水源注入,水体盐度的高低主要决定于大沽河入海径流量的多寡。因此,大沽河冲淡水的强弱在很大程度上控制了潮间带水体中 TN、TP 的含量水平,与胶州湾沉积物中的 TN、TP 主要为陆源性的研究结果(李学刚等 2005)相一致。

总之,胶州湾湿地海水中 TN、TP 等生源要素主要来自大沽河入海径流,大沽河径流入海对胶州湾湿地海水中生源要素的含量水平和分布趋势产生了显著影响。

参 考 文 献

- 李学刚,宋金明,李 宁,袁华茂,高学鲁. 2005. 胶州湾沉积物中氮与磷的来源及其生物地球化学特征. 海洋与湖沼,36(6):562~571
- 何池全,崔保山,赵志春. 2001. 吉林省典型湿地生态评价. 应用生态学报,12(5):754~756
- 何奇瑾,周广胜,周 莉,王云龙. 2008. 盘锦芦苇湿地空气动力学参数动态及其影响因子. 应用生态学报,19(3):481~486
- 崔保山,刘兴土. 2001. 湿地生态系统设计的一些基本问题探讨. 应用生态学报,12(1):145~150
- 孙丕喜,王宗灵,战 闰,夏 滨,王湘芹. 2005. 胶州湾海水中无机氮的分布与富营养化研究. 海洋科学进展,23(4):466~471
- 过 锋,陈聚法,陈碧鹃,崔 毅. 2005. 胶州湾北部氮、磷营养盐的分布及变化特征. 海洋水产研究,28(6):34~38
- 张均顺,沈志良. 1997. 胶州湾营养盐结构变化的研究. 海洋与湖沼,28(5):529~535
- 宋秀贤,俞志明. 2007. 胶州湾东北部养殖海域夏季营养盐分布特征及其对浮游植物生长的影响. 海洋与湖沼,38(5):446~452
- 沈志良. 2002. 胶州湾营养盐结构的长期变化及其对生态环境的影响. 海洋与湖沼,33(3):322~331
- 姚 云,郑世清,沈志良. 2007. 胶州湾营养盐及富营养化特征. 海洋通报,26(4):91~98
- 张 哲,王江涛. 2009. 胶州湾营养盐研究概述. 海洋科学,33(11):90~94
- 国家环境保护局. 1989.《水质 总氮的测定 碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法》(GB/T 11894-1989). 北京:中国环境科学出版社
- 国家环境保护局. 1989.《水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法》(GB/T 11893-1989). 北京:中国环境科学出版社



TN1 和 TP1 分别代表大沽河感潮河段总氮和总磷含量, TN2 和 TP2 分别代表潮间带总氮和总磷含量
TN1 and TP1 represent the contents of TN and TP in the tidal range of Dagou River respectively, TN2 and TP2 represent the contents of TN and TP in the inter-tidal area respectively

图 8 大沽河感潮河段和潮间带区域水体中总氮和总磷含量比值
Fig. 8 Content ratio of TN and TP in water between the tidal range and the inter-tidal area of Dagou River