

近4年来天津赤潮监控区营养盐变化及富营养化特征

刘洋^{1,2}, 阚文静^{1,2}, 张秋丰¹

(1. 国家海洋局天津海洋环境监测中心站 天津 300450; 2. 中国海洋大学海洋环境学院 青岛 266003)

摘 要: 文章根据2008—2011年5—10月天津赤潮监控区水质监测资料,对氮、磷、硅营养盐污染现状、变化特征以及潜在性富营养化程度进行了分析与研究。分析结果表明:4年来天津赤潮监控区海水一直受到氮、磷营养盐的污染,8月呈最高值,处于严重的富营养化状态,且氮的污染程度明显高于磷的污染程度。监控区海水中DIN一直处于热力学平衡状态;磷对天津赤潮监控区浮游植物的繁殖一直起着潜在限制性作用,是该海域初级生产力的主要潜在限制性营养盐。2008—2010年监控区水质属磷限制潜在性富营养水平;2011年属磷中等限制潜在性富营养水平。

关键词: 赤潮监控区; 营养盐; 富营养化

近年来,随着沿海地区经济的高速发展,富含氮、磷的环境污染物排海总量不断增加,造成局部海域富营养化问题日趋严重。某些营养盐成分已成为影响近海浮游植物正常生长的重要因素,不仅影响浮游植物的生物量,也影响其种群结构,甚至导致有害赤潮的频发^[1]。

天津近岸海域位于华北平原东北,地处渤海湾底部,是渤海典型的赤潮高发区^[2]。天津赤潮监控区监测于2002年正式启动,至今为止已持续开展了10年,通过对此区域的监测分析,定期发布赤潮预测预报,最大限度地减少了赤潮灾害损失。本研究根据2008—2011年赤潮监控区水质监测资料,对氮、磷营养盐污染现状、变化特征以及潜在性富营养化程度进行了分析与研究,为天津近岸海域水环境的科学管理以及养殖资源的保护提供了科学的依据。

1 调查与分析

2008—2011年,国家海洋局天津海洋环境监测中心站分别于5—10月在天津赤潮监控区开展海水取样、检测以及数据分析工作。监控区内共布设6个监测站位,具体站位布设见图1。所有样品采集、预处理和分析项目均严格按

照《海洋监测规范》(GB17378—2007)具体要求执行。亚硝酸盐氮、硝酸盐氮、氨氮之和为溶解无机氮。

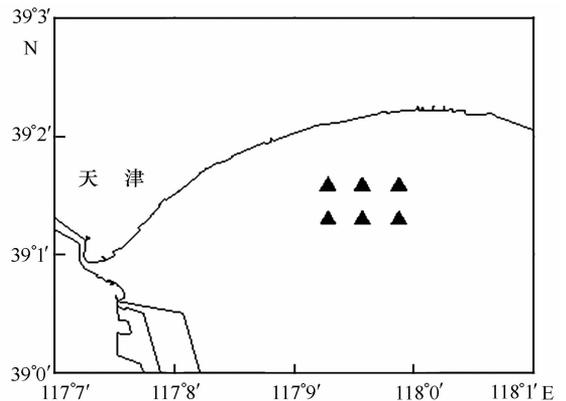


图1 采样站位

2 结果与讨论

2.1 营养盐污染现状

表1给出了天津赤潮监控区2008—2011年5—10月海水水质氮、磷营养盐连续监测的月平均值,基本上反映了近4年来监控区内氮、磷营养盐污染的总体状况。根据《中华人民共和国海水水质标准》(GB3097—1997)中的二类海

水水质标准：无机氮为 0.30 mg/L，磷酸盐为 0.030 mg/L，近 4 年来天津赤潮监控区表层海水无机氮的各月平均含量超出国家二类水质标准的 1.05~4.80 倍，说明 DIN 近年来一直为此海区的主要污染物；磷酸盐仅 2008 年和 2011 年

8 月的平均含量均超出国家二类水质标准；由此看出，该海区受到的无机氮的污染程度明显高于磷酸盐，根据海洋富营养化标准：无机氮为 200~300 $\mu\text{g/L}$ ，磷酸盐为 20 $\mu\text{g/L}$ 以上^[3]，天津赤潮监控区一直处于严重的富营养化状态。

表 1 近 4 年来天津赤潮监控区海水中氮、磷的月平均含量

mg/L

年份	5月		6月		7月		8月		9月		10月	
	无机氮	磷酸盐	无机氮	磷酸盐	无机氮	磷酸盐	无机氮	磷酸盐	无机氮	磷酸盐	无机氮	磷酸盐
2008	0.824	0.009 97	1.21	0.026 2	1.44	0.029 2	1.39	0.032 0	1.15	0.028 3	1.21	0.023 0
2009	0.415	0.006 88	0.603	0.015 1	0.582	0.025 1	0.561	0.011 0	0.563	0.014 6	0.316	0.016 6
2010	0.604	0.004 61	0.663	0.018 1	0.619	0.006 20	0.782	0.026 4	0.575	0.016 0	0.615	0.009 41
2011	0.388	0.021 2	0.513	0.026 3	0.400	0.016 5	0.733	0.054 7	0.723	0.024 3	0.440	0.027 7

2.2 营养盐月变化趋势

天津赤潮监控区氮、磷营养盐的月变化趋势图可以看出（图 2），5—8 月氮、磷的变化趋势大致呈抛物线状，均为 8 月达到顶点。8 月出现高值可能有几个原因：① 降水引起的河流径流量增大，带来丰富的营养盐，使得监控区内营养盐浓度有所增加；② 由于沿岸的工农业废水及生活污水的排放所致；③ 由于各种水产养殖投饵及收获造成的。

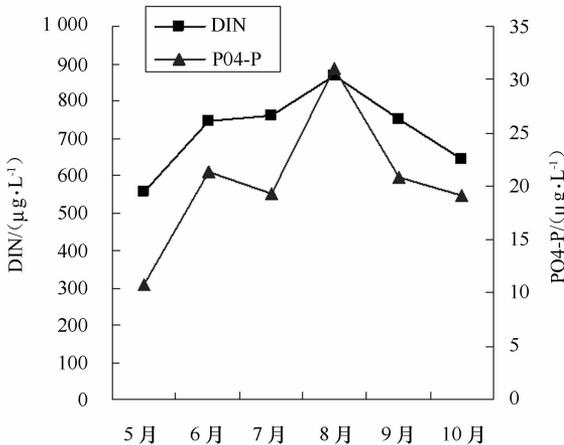


图 2 天津赤潮监控区氮、磷月变化趋势

2.3 营养盐的结构特征

表 2 给出了近 4 年来天津赤潮监控区表层海水中营养盐结构状况的统计结果，可以看出其溶解无机氮以硝酸盐氮为主。从无机氮在水中的转化过程， $\text{NH}_3 \leftrightarrow \text{NH}_4\text{OH} \leftrightarrow \text{NO}_2^- \leftrightarrow \text{NO}_3^-$ ，在氧充

足的情况下，当达到热力学平衡时，水体中的硝酸盐氮为主要形态^[4]。因此，从天津赤潮监控区表层海水中各无机氮在无机氮中所占比例来看，该水体中的无机氮已达热力学平衡。

表 2 近 4 年来天津赤潮监控区表层海水中营养盐结构状况

项目	2008年	2009年	2010年	2011年
$\text{NO}_2-\text{N}/\text{DIN}$	18.4%	16.0%	16.8%	19.8%
$\text{NO}_3-\text{N}/\text{DIN}$	71.1%	71.5%	67.9%	61.1%
$\text{NH}_4-\text{N}/\text{DIN}$	10.5%	12.5%	15.3%	19.1%
氮/磷 (摩尔比)	108	75.4	106	41.5
硅/磷 (摩尔比)	33.9	48.1	43.2	23.9
硅/氮 (摩尔比)	0.315	0.637	0.408	0.575

监控区海域硅/氮/磷（摩尔比）的比值是海水水体现存硅，氮，磷营养状态的具体反映。Redfield^[5]认为浮游植物对无机氮、磷酸盐营养盐的吸收是按 16 : 1 的恒定摩尔比进行的，但不同海域物理、生物和化学等各种因子的影响不同常使这个比值发生变化。硅，氮，磷营养结构的改变，会导致某个要素成为浮游植物生长的限制因子^[6]。根据化学计量营养盐限制标准^[7]（表 3），从表 2 中给出的天津赤潮监控区表层海水营养盐结构状况数据可以看出，4 年来磷对天津赤潮监控区浮游植物的繁殖一直起着潜在限制性作用，是该海域初级生产力的主要潜在限制性营养盐。

表3 化学计量营养盐限制标准

硅/氮/磷比值	限制标准
硅/磷>22, 氮/磷>22	磷限制
氮/磷<10, 硅/氮>1	硅限制
硅/磷<10, 硅/氮<1	氮限制

2.4 水质评价

本研究根据郭卫东^[8]等提出的以潜在性富营养化概念为基础的分类分级营养化评价模式对天津赤潮监控区的海水水质总体营养水平变化趋势进行评价(表4)。从表4可知,天津赤潮监控区海水水质2008—2010年属VI_P级,即为磷限制潜在性富营养水平;2011年属V_P级,即为磷中等限制潜在性富营养水平。上述结果说明,天津赤潮监控区海水水质氮浓度严重超标,富营养化严重,若不控制沿岸生活污水和工业废物的排放,一旦条件合适易发生赤潮。

表4 天津赤潮监控区营养类型评价

年份	无机氮/($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)	磷酸盐/($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)	氮/磷	营养级
2008	1 200	24.8	108	VI _P
2009	507	14.9	75	VI _P
2010	643	13.5	106	VI _P
2011	533	28.5	42	V _P

3 结论

通过对2008—2011年天津赤潮监控区海水营养盐的评价分析,可以看出:

(1) 4年来天津赤潮监控区海水一直受到氮、磷营养盐的污染,处于严重的富营养化状态,且氮的污染程度明显高于磷的污染程度。

(2) 4年来天津赤潮监控区的月变化趋势呈抛物线状,8月呈最高值。

(3) 4年来天津赤潮监控区海水中无机氮一直处于热力学平衡状态;磷对天津赤潮监控区浮游植物的繁殖一直起着潜在限制性作用,是该海域初级生产力的主要潜在限制性营养盐。天津赤潮监控区海水水质2008—2010年属VI_P级,即为磷限制潜在性富营养水平;2011年属V_P级,即为磷中等限制潜在性富营养水平。

参考文献

- [1] 张丽旭,蒋晓山,蔡燕红.近4年来象山港赤潮监控区营养盐变化及其结构特征[J].海洋通报,2006,25(6):1-9.
- [2] 马志华,杨翼.渤海赤潮现象初探[M].北京:海洋出版社,2005:67-71.
- [3] 齐雨藻.中国沿海的赤潮:深圳湾富营养化与赤潮研究[J].暨南大学学报,1998(赤潮专刊):10-20.
- [4] 蔡真珍,王宪,郑盛华.湄洲湾水质季节变化特征及评价[J].海洋环境科学,2008,27(2):161-164.
- [5] 林洪瑛.南沙群岛海域营养盐分布的研究[J].海洋科学,2001,25(10):12-14.
- [6] 张正斌.海洋化学[M].青岛:中国海洋大学出版社,2004:123-124.
- [7] JUSTIC D, RABALAIS N N, TURNER R E, et al. Changes in nutrient structure of river-dominated coastal waters: stoichiometric nutrient balance and its consequences[J]. Estuarine, Coastal and Shelf Science,1995,40:339-356.
- [8] 郭卫东,张晓明,杨逸萍,等.中国近海海域潜在性富营养化程度的评价[J].台湾海峡,1998,17(1):64-70.