

## 天津沿海赤潮发生的基本特征研究

张琪, 孙家伟, 冯延竹, 李希彬, 王鲁宁, 崔健

(国家海洋局天津海洋环境监测中心站 天津市海洋环境监测预报中心, 天津 300457)

**摘 要:** 使用《天津市海洋环境状况公报》中的数据, 分析天津沿海赤潮发生的特征。通过分析发现 2005—2017 年天津海域共发生赤潮 30 次, 累计发生面积 4 695 km<sup>2</sup>。天津沿海赤潮发生主要集中在夏季, 又以 8 月最多, 占赤潮发生总数的 30%。通过赤潮优势种的分析发现近年来天津海域赤潮生物的优势种类有不断增加的趋势。同时本文从水文气象条件诱发赤潮的角度分析得出了天津沿海最易发生赤潮的天气形势, 天津沿海 25~27 ℃ 水温范围内赤潮发生较多, 最适宜赤潮发生的风速为 3、4 级风, 风向为东南风、西南风。

**关键词:** 天津沿海海域; 赤潮; 优势种; 水文气象

**中图分类号:** X55 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-0239(2020)01-0062-05

### 1 引言

赤潮是海洋中某些浮游植物、原生动物或微生物在一定条件下爆发性增殖并大量聚集而引起的一种使海水变色的生态异常现象。随着海洋环境污染日益严重, 赤潮在我国近海的变化频率呈现出明显的增加趋势, 其发生对海洋生态环境、渔业生产以及人类生命健康造成严重的危害。渤海湾地处渤海西部, 为京津冀地区主要排海口, 由于其特殊地理位置, 海湾内水动力交换条件较差, 水体流动性较小, 随着环渤海经济圈的迅速建设发展, 渤海湾的污染承受压力骤增, 诸多因素的综合作用导致了近几年渤海湾海域赤潮频发<sup>[1]</sup>。

在赤潮的成因、生消过程、影响因子和预测技术方面很多科研工作者开展了大量的研究工作。张青田<sup>[2]</sup>回顾了中国海域的赤潮发生频次等年际变化。窦勇等<sup>[3]</sup>统计了 2000—2013 年南海赤潮的发生规律。张福星等<sup>[4]</sup>分析了温州海域赤潮发生的特征及水文气象条件。段宇辉等<sup>[5]</sup>选取了渤海西部两次

赤潮过程的气象因子对比分析。任湘湘等<sup>[6]</sup>从气象条件诱发赤潮的角度分析得到两种典型的诱发珠江口赤潮的天气形势场。张春桂等<sup>[7]</sup>根据福建沿海的赤潮资料以及相应的气象数据, 寻找与赤潮灾害密切相关的气象因子。彭模等<sup>[8]</sup>研究发现连云港海域赤潮发生前期和发展维持阶段以东到东南风为主, 风速较小。高清清等<sup>[9]</sup>分析了江苏海域赤潮分布特征以及连云港和南通赤潮的各自优势种。邓邦平等<sup>[10]</sup>分析了东海赤潮的发生次数与厄尔尼诺的关系, 研究表明厄尔尼诺将显著影响次年的生物种类数。前人对赤潮的研究主要基于宏观的角度以及特定海区分析, 而关于天津沿海近年来赤潮发生规律及影响因素的研究并不多, 通过前人的研究, 为我们提供了一些赤潮研究的背景、方法, 本文在前人的研究基础上结合天津沿海的实际情况, 通过对天津地区赤潮监测结果的分析, 总结赤潮发生的特点和规律, 进而寻找影响天津海域赤潮发展的水文气象条件, 对提前预防赤潮的发生有重要作用。

收稿日期: 2019-05-10; 修回日期: 2019-08-14。

基金项目: 国家海洋局海洋溢油鉴别与损害评估技术重点实验室开放基金项目(201810)。

作者简介: 张琪(1988-), 女, 工程师, 硕士, 主要从事海洋环境预报工作。E-mail: jlbzq@163.com

## 2 数据和方法

### 2.1 数据来源

本文所用赤潮数据来自历年《天津市海洋环境质量公报》,时间范围为2005—2017年共13 a,主要包括历年赤潮发生的起止时间、赤潮发生面积、赤潮发生次数以及优势种等。本文所用的水文气象观测数据资料来自于国家海洋局天津海洋环境监测中心站的观测数据,由于2009年以前要素不全,所以水文气象观测要素的特征分析时间范围为2009—2017年,要素包括水温、风速、风向。位势高度数据来源于NCEP再分析资料。

### 2.2 赤潮监测方法

赤潮监控区常规监测每半月1次,赤潮发生期间根据《天津市海洋灾害应急预案》以及赤潮规模、毒性等确定监测频率,原则上有毒赤潮每周监测2~4次,无毒赤潮(绿潮)每周监测1~2次,赤潮生物细胞总数,优势种类与细胞数量的监测主要依据《海洋监测规范》(GB17378.7—2007)中的个体计数法。

## 3 天津沿海海域赤潮特征

### 3.1 赤潮发生面积

2005—2017年天津海域累计发生赤潮面积

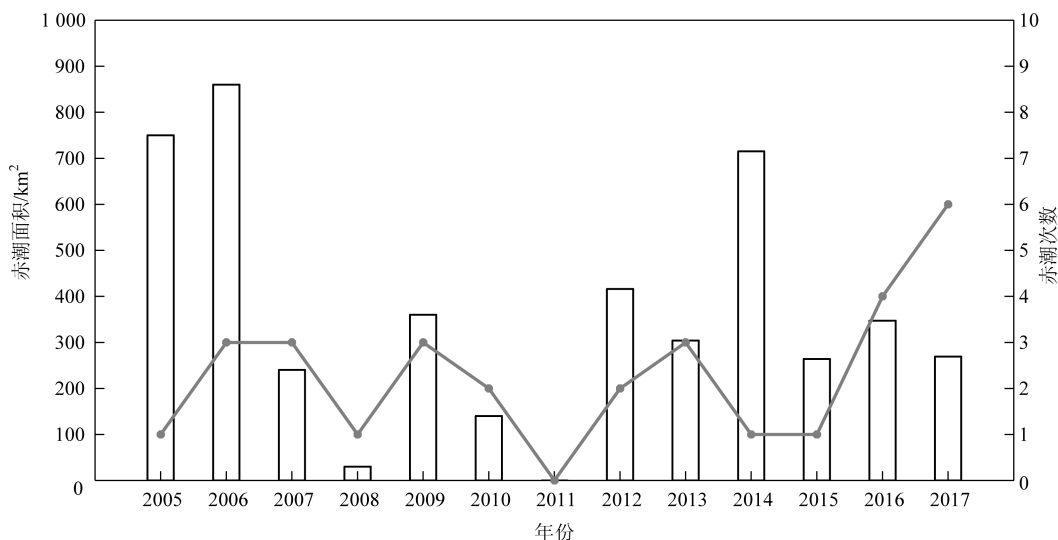


图1 2005—2017年天津沿海赤潮发生面积(柱状图)、次数(线图)统计

4695 km<sup>2</sup>(见图1),平均每次赤潮发生面积为156.5 km<sup>2</sup>。赤潮发生面积最大的年份是2006年,为860 km<sup>2</sup>,其次是2005年,为750 km<sup>2</sup>,除2011年没有赤潮发生外,赤潮发生面积最小的年份是2008年,仅30 km<sup>2</sup>。

### 3.2 赤潮发生次数

2005—2017年天津海域共发生赤潮30次(见图1),平均每年发生2.3次。从赤潮发生次数来看,赤潮发生最多的年份是2017年,共发生6次,其次是2016年,共发生了4次,赤潮发生次数最少的年份为2011年,没有赤潮发生。

### 3.3 赤潮发生逐月变化

图2给出了2005—2017年赤潮发生的逐月数据,从图中可以看到赤潮发生的时间跨度从3—11

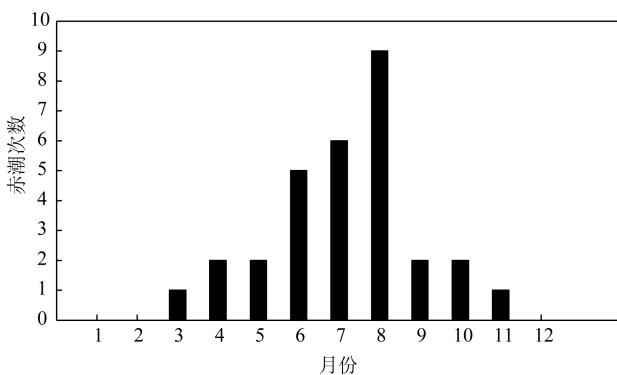


图2 2005—2017年天津沿海逐月赤潮发生次数

月,其中3月、11月仅各发生一次,赤潮发生主要集中在6—8月,6—8月赤潮发生占总数的66.7%,其中又以8月最多,占赤潮发生总数的30%。同时从图中可以看到,赤潮发生的时间跨度逐渐增大,2006年赤潮首次在10月发生,2007年赤潮在10月、11月均有发生,同时2017年赤潮首次在3月发生,这无疑给赤潮的预防和治理增加了难度。

### 3.4 赤潮生物优势类群

表1中统计了2005—2017年天津沿海主要的赤潮生物种类,2010年以前,赤潮生物种类较少,以2~3种为主,自2012年起,天津沿海每年的赤潮生物种类增多,除2015年之外,赤潮生物种类几乎是逐年增多,2016年、2017年达到10种以上,天津海域海洋赤潮生物的种类不断增加,预示着沿海环境有所变迁,可能影响了浮游植物群落的演替。近5a海水水质监测结果也表明,主要超标的水质监测项目为无机氮,无机氮对赤潮的发生有重要作用,从整体的综合环境指数来看,近几年海水环境质量较

前几年有所改观。

## 4 影响天津沿海赤潮发生的水文气象条件

### 4.1 大气环流形势

前文统计了赤潮发生存在季节特征,以夏季尤其是8月最多,另外,前人的研究中指出在赤潮发生海区,生物藻类之间相互影响,生物演变过程一般需要5~7d左右。为此本文使用NCEP(National Centers for Environmental Prediction,美国国家环境预报中心)再分析资料统计了夏季赤潮发生前7d的主要大气环流形势,2005—2017年夏季共发生赤潮20次。逐一分析每次发生前天津近海上空的大气环流形势发现:

赤潮发生前的500 hPa位势场上,天津近海处在弱槽前或槽中(见图3),不断有西南暖湿气流补充,水汽充沛,纬向为带状分布,地面图上表现为弱的或不明显的天气系统,风力较弱,此类型的天气系统占所分析的天气系统的50%左右,另外一个易发生赤潮的天气形势为图4,副高西伸北抬加强,天津近海处于高压控制的天气系统,地面图上无明显的天气系统,风向为偏南风为主,风力较弱,此类型的天气系统约占所分析的天气系统的30%。

表1 2005—2017年天津沿海赤潮生物种类

年份	赤潮生物种类
2005	棕囊藻, 赤潮异弯藻、微型原甲藻
2006	赤潮异弯藻、夜光藻、球形棕囊藻
2007	中肋骨条藻、球形棕囊藻、浮动弯角藻
2008	叉状角藻、小新月菱形藻
2009	中肋骨条藻、夜光藻
2010	夜光藻、威氏圆筛藻-尖刺菱形藻
2011	无
2012	丹麦细柱藻、柔弱伪菱形藻、短角弯角藻、诺氏海链藻、旋链角毛藻、中肋骨条藻
2013	夜光藻、尖刺拟菱形藻、红色中缢虫、中肋骨条藻、诺氏海链藻、窄面角毛藻、柔弱拟菱形藻
2014	米氏凯伦藻、多环旋沟藻, 叉状角藻、海洋原甲藻, 离心列海链藻
2015	多环旋沟藻
2016	太平洋海链藻, 链状亚历山大藻, 链状裸甲藻, 叉角藻, 多环旋沟藻, 伊姆裸甲藻, 血红哈卡藻, 锥状斯克里普藻, 浮动弯甲藻和圆海链藻
2017	太平洋海链藻, 柔弱根管藻, 长角弯角藻, 红色中缢虫, 圆海链藻, 叉角藻, 丹麦细柱藻, 尖刺拟菱形藻, 环纹劳德藻, 伊姆裸甲藻

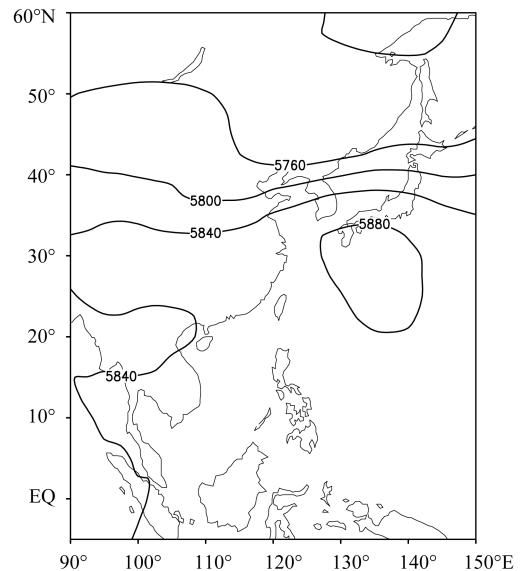


图3 夏季赤潮发生的主要天气形势1

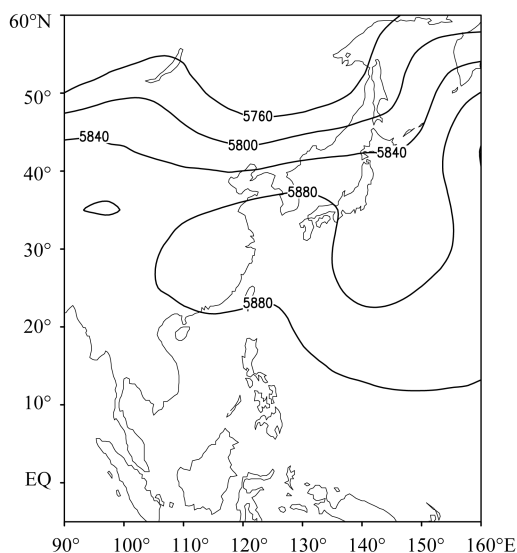


图4 夏季赤潮发生的主要天气形势2

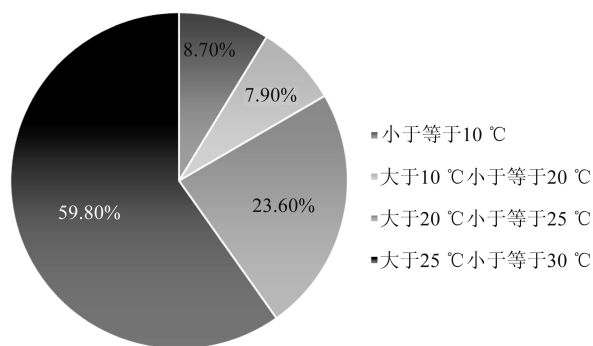


图5 赤潮发生前期的水温分布情况

## 4.2 表层水温

前面的分析指出天津沿海赤潮主要集中在6~8月份,一定程度上说明了海温对赤潮的影响,水温过高或过低都不利于赤潮的生长繁殖。下面我们对赤潮发生前7 d的水温进行统计(见图5),结果显示超过半数的赤潮发生在海温25~30 °C之间,进一步分析确定在这59.8%中有近70%发生在水温25~27 °C之间,因而天津沿海最适合赤潮发展的水温是25~27 °C。

图6分析了赤潮发生期间表层水温的日变化,通过统计发现有54%的赤潮发生时表层水温日变化在0.5 °C以内,35%的赤潮发生时表层水温日变化在0.5~1 °C,水温日变化超过1 °C的赤潮仅占11%。

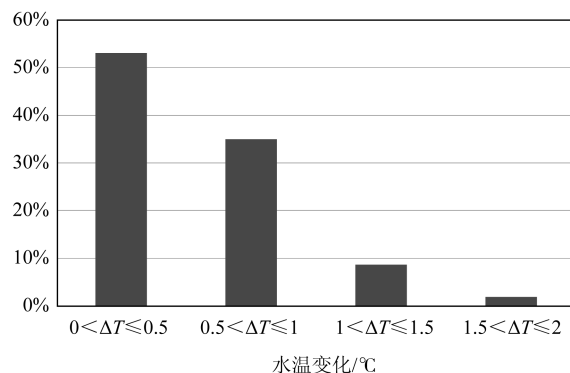


图6 赤潮发生前期的水温日变化分布情况

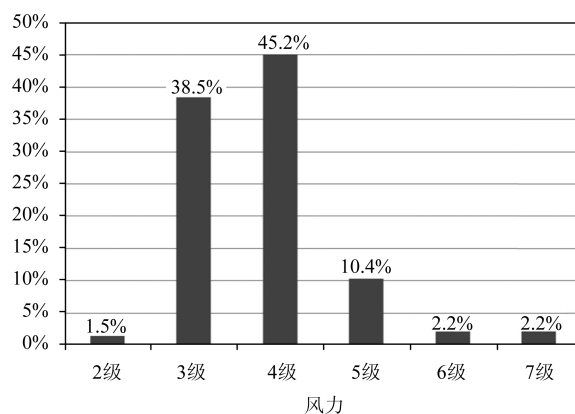


图7 赤潮发生前期的风速分布情况

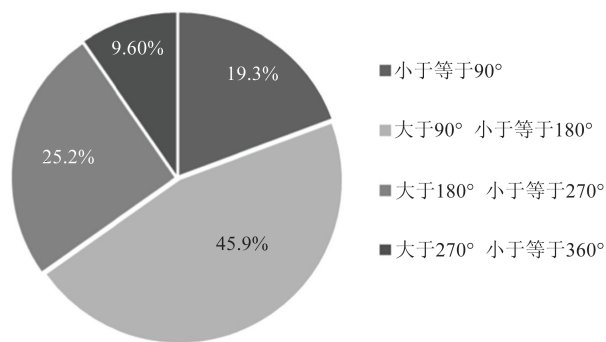


图8 赤潮发生前期的风向分布情况

通过对水温日变化的分析发现天津沿海大部分(89%)赤潮发生前表层水温稳定,日变化均小于1 °C。

## 4.3 风速和风向

风对赤潮的影响具有两面性,当风速较大时,赤潮生物很难聚集不容易形成赤潮,当风速适宜时



有利于海水的垂向运动输送下层的营养物质向上从而有利于赤潮的形成。下图统计了赤潮发生前期天津沿海的风速和风向。从图7中可以看到,天津沿海最适宜赤潮发生的风速为3、4级风,其中赤潮前期风速为3级的比例为38.5%,四级为45.2%。进一步分析赤潮发生前的风向(见图8),其中风向在90°到180°的概率最大,占45.9%,风速在180°到270°的概率占25.2%,因而我们可以看出东南风、西南风有利于赤潮发生。

## 5 结论

本文利用2005—2017年《天津市海洋环境质量公报》中的天津沿海赤潮监测资料以及国家海洋局天津海洋环境监测中心站的水文气象观测资料,统计分析了赤潮发生的基本特征及其水文气象条件,得到结论如下:

(1) 2005—2017年天津海域共发生赤潮30次,平均每年发生赤潮2.3次,赤潮发生最多的年份是2017年,共发生6次;

(2) 2005—2017年天津海域累计发生赤潮面积4695 km<sup>2</sup>,平均每次赤潮发生面积为156.5 km<sup>2</sup>。其中赤潮发生面积最大的年份是2006年,赤潮发生面积为860 km<sup>2</sup>;

(3) 天津海域赤潮发生主要集中在夏季,又以8月最多,占赤潮发生总数的30%,同时通过赤潮数据的逐月分析发现赤潮发生的时间跨度逐渐变大;

(4) 通过赤潮优势种的分析发现2010年以前赤潮生物种类较少,自2012年起,天津海域赤潮生物的优势种类有不断增加的趋势;

(5) 通过对海温和风的分析发现25~27℃水温范围内赤潮发生较多,大部分赤潮发生时表层水温稳定;最适宜赤潮发生的风速为3、4级风,东南风、西南风有利于赤潮发生。

## 参考文献:

- [1] 郭皓,丁德文,林凤翱,等. 近20a我国近海赤潮特点与发生规律[J]. 海洋科学进展, 2015, 33(4): 547-558.
- [2] 张青田. 中国海域赤潮发生趋势的年际变化[J]. 中国环境监测, 2013, 29(5): 98-102.
- [3] 窦勇,高金伟,时晓婷,等. 2000-2013年中国南部近海赤潮发生规律及影响因素研究[J]. 水生态学杂志, 2015, 36(3): 31-37.
- [4] 张福星,姚玉娟,马林芳. 温州沿海赤潮发生的水文气象条件及赤潮特征分析[J]. 海洋预报, 2016, 33(5): 89-94.
- [5] 段宇辉,王文,景华,等. 渤海西部2次赤潮过程的气象因子对比分析[J]. 海洋预报, 2015, 32(1): 63-69.
- [6] 任湘湘,何恩业,李海,等. 珠江口赤潮生成的天气分型研究[J]. 海洋预报, 2007, 24(3): 46-58.
- [7] 张春桂,任汉龙,吴幸毓,等. 福建沿海赤潮灾害气象预报[J]. 气象科技, 2010, 38(2): 253-258.
- [8] 彭模,刘寿东,赵爱博,等. 环境要素与连云港海域赤潮发生关系研究[J]. 海洋预报, 2015, 32(2): 51-56.
- [9] 高清清,曹兵,杨波,等. 江苏海域赤潮分布特征研究[J]. 海洋通报, 2017, 36(2): 217-221, 229.
- [10] 邓邦平,张昊飞,何彦龙,等. 1981—2011年间东海赤潮发生与厄尔尼诺关系分析[J]. 生态科学, 2017, 36(6): 161-164.

## Research on the basic characteristics of red tide in Tianjin coastal area

ZHANG Qi, SUN Jia-wei, FENG Yan-zhu, LI Xi-bin, WANG Lu-ning, CUI Jian

(Tianjin Marine Environmental Monitoring Central Station, Tianjin Marine Environmental Monitoring and Forecasting Center, Tianjin 300457 China)

**Abstract:** This paper analyses the characteristics of red tide occurrence in Tianjin coastal area used the data of Tianjin Marine Environment Bulletin. It is found that red tide occurred 30 times with a total area of 4 695 square kilometers from 2005 to 2017. The red tide often occurs in summer with the peak period in August, which accounts for 30% of the total red tide events. In recent years, the dominant species of red tide in Tianjin coastal area have been increasing. Based on the analysis of the hydrometeorological conditions that are most prone to the occurrence of red tide in Tianjin coastal area, it is found that water temperature between 25 and 27℃, wind force 3 and 4, and southeast and southwest winds are most favorable for the occurrence of red tides in the Tianjin coastal area.

**Key words:** Tianjin coastal area; red tide; dominant species; hydrometeorological conditions