

江苏海域赤潮发生消亡与水文气象因子关系研究

曹兵^{1,2} 高清清^{1,2} 何佩东¹ 徐常三¹ 朱天懋¹¹

(1. 国家海洋局南通海洋环境监测中心站, 江苏 南通 226002;

2. 海洋赤潮灾害立体监测技术与应用国家海洋局重点实验室, 上海 200137)

【摘要】: 本文从赤潮发生前的天气系统与赤潮位置关系, 发生与消亡时水文气象各因子变化情况出发, 对2007~2015年发生在江苏海域的各个赤潮案例进行全方位分析。研究发现: 在赤潮发生海域邻近都有低压或温带气旋出海过程, 且大部分在黄海海域停留了24h左右。天气系统一般出现在赤潮前1~12d, 且赤潮大部分发生在天气系统移动方向的左侧。赤潮发生前出现的降压、升气温、降水、向岸大风、升水温、降盐、向岸浪等特征, 有利于赤潮的发生; 赤潮发生后出现的升压、降气温、无降水、大风、降水温、升盐、大浪等特征, 可能有利于赤潮的消亡; 同时, 初步给出引发赤潮发生与消亡的各水文气象要素变化的量值范围。研究得到的结论, 可用于江苏海域赤潮发生与消亡条件预测。

【关键词】: 赤潮 发生 消亡 水文气象因子 江苏

【中图分类号】: P73 **【文献标志码】:** A **【文章编号】:** 1003-6482(2019)03-036-07

引言

赤潮是海洋中的一种或几种浮游生物(主要是浮游植物)过度繁殖, 使得海水变色, 并对其它海洋生物产生危害的一种严重的海洋环境灾害。其中部分种类的浮游生物还产生毒素, 间接影响人类健康。赤潮的成因与发生机制一直是研究人员普遍关心的热点问题。一般认为, 赤潮的发生和成因随赤潮生物种类的不同而有所差异, 并与地理位置、水文地质状况和气象条件等自然环境因素有密切的关系。而赤潮的消亡过程是一个与发生发展相反的过程。

研究赤潮发生、消亡时的水文气象因子, 为赤潮发生、消亡条件预测提供科学依据, 或为人工干预赤潮的消亡提供技术支撑。所得结论, 可为利用卫星遥感资料预测提供验证基础。

目前, 对赤潮发生、消亡与水文气象条件之间的关系, 很多专家学者做过大量研究。虽然, 人们就赤潮发生的机理至今尚有一定争论, 但一般认为海水富营养化是赤潮发生的物质基础和首要条件, 水文气象和海水理化因子的变化是诱发赤潮发生重要原因^[1]。

根据赤潮培养试验, 藻类从初期繁殖到后期爆发性繁殖, 直至达到赤潮的密度, 所需时间为4d左右^[2], 张俊峰等^[3]考虑藻类间相互影响, 演变过程选择5~7d比较适宜, 通过研究赤潮爆发区域前期与500hPa、850hPa、地面天气形势分析, 并得到大气环流形势稳定的结论。曾银东等^[4]发现热带气旋是诱发厦门湾赤潮的一个重要天气系统。龚强等^[5]通过与多年平均状况的比较分析赤潮

基金项目: 海洋赤潮灾害立体监测技术与应用国家海洋局重点实验室资助课题(MATHAB2014003)资助

第一作者简介: 曹兵(1981-), 男, 硕士, 高级工程师, 主要从事海洋环境预报及相关科研工作。E-mail: semeicaobing@163.com

发生期间气象条件的异常对赤潮发生、发展、消亡的影响后发现,一般赤潮发生前,有大量的陆面降水;赤潮开始日,气温剧升;赤潮期间,持续少雨、气温偏高、风和日丽;气温剧降并伴有降水可消退赤潮。在温度适宜的情况下,降水量的多少对赤潮的发生、发展有关键的作用。吴瑞贞^[6]发现,长时间稳定型天气时赤潮发生最有利的环境条件,赤潮发生前 3d 至发生后 6d 内,具有升温降压特征。马毅等^[7]发现赤潮消亡前后,控制赤潮发生地的天气系统发生了明显的改变,具有一种或多种水文气象因子的明显变化,这些变化包括日平均气温下降、日平均海温下降、日平均气压上升、降雨、风向转换、风速增大。叶君武^[8]等发现赤潮发生前 6d 和发生后 4d 在气压、温度、湿度、降水量、日照、云量、蒸发量、风速、风向等方面有明显变化。很多学者在研究影响赤潮发生、消亡的影响因子后,也开展了赤潮发生的预测方法研究^[3,9]。

在这些研究成果中,一般赤潮发生前考虑的天数为 7d 以内^[3,6,8],再往前的天气系统一般未考虑,根据气象学原理和天气分析,往往在稳定的天气形势之前,都会有较为明显的天气系统发生。在分析数据特征时,采用的方法较多为平均特征值法,如日均值的变化、与多年平均值比较等^[5,7,10,11],但水文气象因子变化具体情况,变化幅度多少,研究并不透彻。研究赤潮发生、消亡与水文气象因子之间关系的海域中,也以南海、东海等赤潮高发区为主,对黄海海域特别是江苏海域的研究较少^[12],且很多结论在江苏海域不具有预测工作的借鉴意义。

因此,本文主要从江苏海域赤潮事件出发,首先研究赤潮发生前与天气系统的关系,并尽可能考虑多的研究天数。其次,研究赤潮发生前、消亡时各水文气象因子的特征及变化规律,开展定性研究,并初步给出各要素变化的量值范围。结合目前较为成熟的水文气象预报手段,可为赤潮发生、消亡预测工作提供数据支撑与研究基础。

1 资料与方法

本文所用赤潮记录来源国家海洋局公布《中国海洋灾害公报》^[13],数据均严格按照《赤潮监测技术规程》^[14]获取。赤潮发生的定义是指赤潮生物的密度达到赤潮判别指标以上或海水颜色异常,发生后期小于赤潮判别指标则视为消亡。由于赤潮在海水中并非均匀分布,多呈条、带、片状的不连续分布,因此赤潮发生面积是指赤潮发生范围最外围边缘所包含的面积。自 2007 年起,赤潮发生信息记录包括经纬度、出现时间、消亡时间和面积等详细信息,故本文收集了 2007~2015 年共 9 年间发生在江苏海域的各个赤潮案例进行统计分析。

收集的天气图来自中央气象台和韩国气象局两家预报机构,包括研究年限内赤潮发生期的 500hPa、700hPa、850hPa 高空天气图,地面天气图等资料。收集的水文气象资料包括研究年限内连云港、吕四两个海洋站观测站点的气压、气温、降水、风向、风速、水温、盐度、浪向、浪高等资料,站位见图 1。根据海洋站观测要求,各观测要素中气压、气温、风速风向是逐时数据,波浪 8 时、11 时、14 时、17 时每天 4 个数据,水温 8 时、14 时、20 时每天 3 个数据,盐度每天 14 时 1 个数据,降水为当日总和。

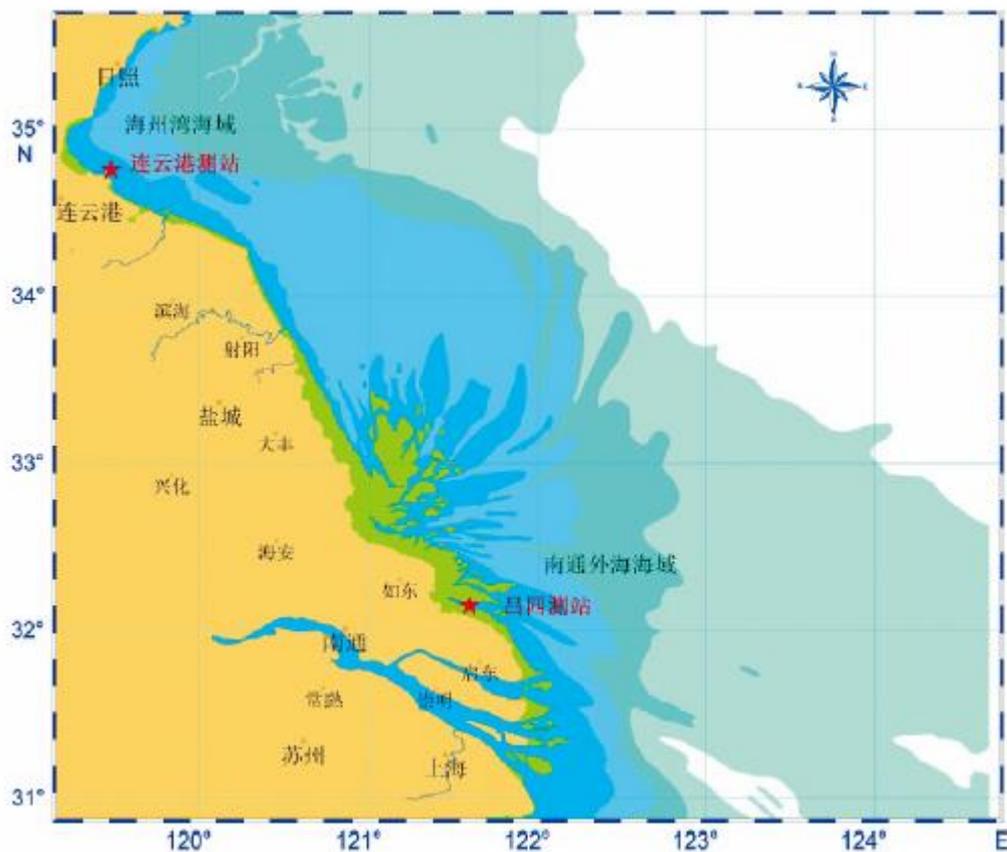


图1 海洋站观测站位及赤潮发生海域区位示意图

本文通过分析 2007~2015 年内发生在江苏海域的各个赤潮案例,研究得出赤潮由发生到消亡的一些规律。从赤潮发生前的天气系统与赤潮发生位置关系出发,对各案例在赤潮发生各期的水文气象各因子(气压、气温、降水、风向、风速、水温、盐度、浪向、浪高)进行全方位分析,寻求其特征值与变化规律,并得到相应结论。

研究的方法与手段主要包括赤潮与天气系统位置关系绘制、天气系统移动路径绘制、水文气象各因子过程曲线绘制、数据计算和分析等。

2 结果与分析

2.1 赤潮基本情况分析

2007~2015 年 9 年内,共发生 18 次赤潮事件,按发生时序对其进行编号。其中,2012 年最多,发生了 4 次;2007 年、2008 年、2009 年、2010 年都发生了 3 次;2011 年、2013 年各发生了 1 次,而 2014 年、2015 年没有发生赤潮事件^[13,15]。

从赤潮发生时间来看,江苏海域赤潮主要发生在 4~9 月之间,集中发生在 5~7 月。

从赤潮持续天数来看,最少的持续天数为 1d,而多的则持续 6~8d,最多的持续了 9d,发生在 2010 年 5 月底至 6 月初。

从赤潮发生的海域来看,江苏沿海主要集中在海州湾和南通近海与外海海域,可能与这两处海域富含营养物质有关。

赤潮发生的面积最少 10km^2 ,最大达到了 600km^2 ,发生在南通外海海域。

江苏海域赤潮优势种主要集中在中肋骨条藻、赤潮异弯藻、海链藻、强壮前沟藻、日本星杆藻、米氏凯伦藻、链状裸甲藻等。

2.2 赤潮发生前期天气系统分析

2.2.1 赤潮发生前期天气系统描述

通过对 18 个赤潮事件发生前天气形势与天气系统查找分析,发现各赤潮事件发生前 2d~7d 左右,500hPa 高空图上,江苏都有高空槽东移出海过程。地面天气图上均可找出在赤潮附近海域出现了较为明显的天气系统过程。

另外,18 个事件中,赤潮发生在天气系统移动方向左侧的有 14 个,另外 4 个发生在天气系统的右侧。现将赤潮发生前的天气系统过程列出。由于 200802 与 200803 两个赤潮事件、201201 与 201202 两个赤潮事件均发生在同一海域,且分析时间也一致,故分别合并作为一个样本进行分析,因此,在结果讨论的内容中共有 16 个样本。

2.2.2 赤潮发生各期持续时间情况

通过对 18 个赤潮事件进行分析研究发现,在赤潮发生前,在赤潮发生海域附近都有温带气旋或低压中心等天气系统出海。而从天气系统发生的赤潮出现的发生前来看,时间最短的只有 1d,而时间最长的则出现了 12d 之多。

但值得注意的是,赤潮事件发生前出现的天气系统大部分在黄海海域停留了 24h 左右,在 18 个赤潮事件中出现了 12 个。在黄海停留时间最短的也有 18h,最长的则达到了 36h。天气系统在黄海停留足够长的时间,出现了适宜赤潮生成的营养物质基础、水文气象等条件。

2.3 赤潮发生消亡条件特征分析

通过对 16 个赤潮样本有影响的 7 种因子在赤潮发生各期的研究,分别给出各时期分因子特征的结论及赤潮发生、消亡时的综合效果结论。

2.3.1 各时期水文气象条件分因子特征结论

(1)气压赤潮发生前出现了降压的特征,降压范围在 $-14\text{hPa}\sim-5\text{hPa}$ 。赤潮发生时气压范围在 $992\text{hPa}\sim1027\text{hPa}$ 。消亡过程中出现了升压特征,升压范围在 $4\text{hPa}\sim15\text{hPa}$ 。赤潮发生前的降压有利于赤潮的发生,赤潮发生后期与消亡日的升压有利于赤潮消亡。

(2)气温与水温赤潮发生前出现了升温的特征,气温升温范围在 $2.0^\circ\text{C}\sim14.0^\circ\text{C}$,水温升温范围在 $1.5^\circ\text{C}\sim6.0^\circ\text{C}$ 。赤潮发生时气温范围在 $3.2^\circ\text{C}\sim34.9^\circ\text{C}$,水温范围在 $8.8^\circ\text{C}\sim28.8^\circ\text{C}$ 。

消亡过程中气温出现了降温特征,气温降温范围在 $-17.0^\circ\text{C}\sim-2.0^\circ\text{C}$,而水温方面,小部分出现降温特征,大部分变温特征不明显。赤潮发生前,气温和水温的升温有利于赤潮的发生,赤潮消亡时的降温有利于赤潮的消亡。

(3)降水与盐度赤潮发生前具有降水特征,降水范围在 5.5mm~358.7mm。降水引起了降盐,降盐范围在-18.50‰~-0.50‰。赤潮发生时降水范围在 0.1mm~125.8mm,赤潮发生时盐度范围在 14.70‰~30.50‰。

消亡过程中大部具有无降水特征,而盐度则大部分具有升盐特征,升盐范围在 0.50‰~10.00‰。低压出海期的降水与赤潮发生前的降水与降盐有利于赤潮的发生。而消亡期无降水与盐度的升盐则有利于赤潮的消亡。

(4)风向风速天气系统后赤潮发生前均出现风力 5~6 级以上大风。赤潮发生时大部分风力均在 4~5 级以下,大部分在 3~4 级左右。消亡过程中,在赤潮末期与消亡日大部分出现 5 级以上大风。

低压出海期、赤潮发生前与赤潮发生初期的大风,具有旋转风的特点,且均具向岸风的特征。大风与向岸的特点,均有利于赤潮的发生发展。赤潮发生期,风力较小,有利于赤潮的发展。而赤潮发生末期与消亡日出现的大风,则有利于赤潮的消亡。

(5)浪向浪高赤潮发生前天气系统后引起波浪的浪向在 N~E 之间,均为向岸浪,且以 NE 为主。赤潮发生前浪高 0.5m~2.5m,在赤潮发生前、中、后各阶段浪高值处于较大水平。赤潮发生期,浪高值均较小,在 0m~1.2m 之间。消亡时,小部分出现了较大的浪高,在 1.0m~1.7m 之间;大部分浪高较小,在 0m~0.6m 之间。

低压出海期、赤潮发生前期的大浪,具向岸浪的特征。大浪与向岸的特点,有利于海水的搅匀,使得营养物质分布均匀,利于赤潮的发生发展。赤潮发生期,浪高较小,有利于赤潮的发展。而赤潮发生末期与消亡日出现的大浪,可能有利于引发赤潮的消亡。

2.3.2 赤潮发生消亡期水文气象条件因子综合特征

(1)赤潮发生条件综合分析。16 个赤潮样本与 7 种水文气象因子之间的关系,具有可能引发赤潮的主要因子的 12 个样本中,出现降压、升气温、降水、较大向岸风、升水温、降盐、向岸大浪一种情况或多种情况的综合效果时,都有可能引发赤潮发生。

从数值看,当满足以下一个或者数个条件时,可能会引发赤潮发生:变气压-14hPa~-10hPa,变气温+10.0℃~+14.0℃,变水温+4.0℃~+6.0℃,降水 53.9mm~358.7mm,变盐度-18.50‰~-4.00‰,风速 6 级~9 级,浪高 1.6m~2.5m。

综合分析引发赤潮发生条件与赤潮发生期的赤潮持续时间、面积等之间的关系,可发现一些规律。如果变气温为赤潮发生条件的主要因素时,持续天数一般较长;如果降水、盐度为赤潮发生条件的主要因素时,赤潮发生的面积一般较大。

(2)赤潮消亡条件综合分析。16 个赤潮样本与 7 种水文气象因子之间的关系,有记录的 12 个样本中,出现升压、降气温、无降水、较大风速、升盐、浪高较大的情况都是可能引发赤潮消亡的原因。

从数值看,当满足以下一个或数个条件时,可能会引发赤潮消亡:气压增大+10hPa~+15hPa,气温变化-17.0℃~-10.0℃,无降水,风速 5~7 级,盐度升高+4.50‰~+10.00‰,浪高 1.0m~1.7m。

3 结论

本文通过对江苏海域 2007~2015 年共 9 年累计 16 个赤潮样本,结合高空、地面天气形势,进行分析,给出赤潮发生前受海域附近天气系统影响的关系及相关结论。

赤潮发生前,在赤潮发生海域附近都有温带气旋或低压中心等天气系统出海,且天气系统大部分在黄海海域停留了 24h 左右。天气系统一般出现在赤潮前 1~12d,且赤潮大部分发生在天气系统移动方向的左侧。

降压、升气温、降水、较大向岸风、升水温、降盐、向岸大浪等情况是引发赤潮发生的条件,而升压、降气温、无降水、较大风速、升盐、较大浪高等情况是可能引发赤潮消亡的原因。

这些研究结论,可为后期开展江苏海域赤潮发生、消亡预测方法研究提供数据基础与技术支撑。但同时也认识到,本文也存在一些不足。

(1)寻找赤潮发生前的天气过程中,有时并未找到理想的系统,给结论造成一定的影响。

(2)由于赤潮记录的不完备、天气系统选取不合理等原因,引起了个别样本出现与规律不一致的情况。以后在获取充足的样本前提下,需开展充分论证以支持发现的规律;或将部分不一致的规律分组分类讨论,以得到更加合理的结论。

参考文献:

- [1]曹丛华,黄娟,郭明克等.辽东湾鲑鱼圈赤潮与环境因子分析[J].北京:海洋预报,2005,23(2):1-5.
- [2]李立新.中国赤潮研究与防治(二)[M].北京:海洋出版社,2008:107-117.
- [3]张俊峰,俞建良,庞海龙等.利用水文气象要素因子的变化趋势预测南海区赤潮的发生[J].北京:海洋预报,2006,23(1):9-19.
- [4]曾银东,陈剑桥,李雪丁.近十年厦门湾赤潮发生与热带气旋的关系研究[J].北京:海洋预报,2011,28(4):23-29.
- [5]龚强,汪宏宇,付丹丹.影响赤潮的气象因素分析[J].沈阳:环境保护科学,2004,30(5):30-33.
- [6]吴瑞贞.南海赤潮发牛前后阶段水文气象要素演变特征研究[D].青岛:中国海洋大学,2006.
- [7]马毅,吴瑞贞,李华建等.有利于赤潮消亡的水文气象条件[J].北京:海洋预报,2008,25(3):1-6.
- [8]叶君武,周丽琴,陈淑琴等.舟山海域赤潮气象因子特征分析[J].北京:海洋预报,2009,26(4):76-82.
- [9]丛丕福,张丰收,曲丽梅.赤潮灾害监测预报研究综述[J].西安:灾害学,2008,23(2):127-130.
- [10]苏灵江.厦门海域血红哈卡藻赤潮的环流形势和水文气象条件分析[J].厦门:福建水产,2009,31(3):62-66.
- [11]吴迪生,黎广媚,赵雪等.广东沿海赤潮与海洋水文气象关系研究[J].天津:海洋通报,2005,24(5):16-22.
- [12]彭模,梁晓红,赵爱博.连云港海州湾海域赤潮发生与水文气象环境因子特征分析[J].北京:海洋开发与管理,2010,27(9):48-53.
- [13]国家海洋局.中国海洋灾害公报(1989-2015).<http://www.soa.gov.cn>.
- [14]HY/T069-2005 赤潮监测技术规程[S].北京:中国标准出版社.

[15] 高清清, 曹兵, 杨波等. 江苏沿海海域赤潮分布特征研究[J]. 天津: 海洋通报, 2017, 36(2): 217-229.