

◆生态环境◆

基于自动站监测数据的广西廉州湾藻类生态灾害特征分析*

徐健淞, 庞敏倩, 邓元秋, 林 柯

(广西壮族自治区海洋环境监测中心站, 广西北海 536000)

摘要:广西廉州湾地处河口地区,藻类暴发性增殖的现象时有发生。为探究广西廉州湾藻类增殖的规律,本研究根据藻类暴发性增殖现象时存在溶解氧、pH值、叶绿素同步升高或降低的特征,对2015-2020年廉州湾海域运行的自动监测站和赤潮现场监测的数据进行统计分析。结果显示,廉州湾藻类暴发性增殖的现象主要发生在南流江、西门江至大风江入海口的近岸海域,暴发的频次呈现逐年下降的趋势。从不同季节来看,冬季和夏季发生的频次较高,但藻类增殖现象的持续时间基本未超过7d。藻类增殖现象发生的频次呈逐年下降的趋势,这可能与南流江上游环境整治有关,反映出入海河流水质改变对近岸海域的直接影响。因此,持续保持陆地污染源科学有效的管理对廉州湾的生态环境保护有重大意义。

关键词:廉州湾 藻类增殖 赤潮 自动监测 环境管理

中图分类号:X45,X834 文献标识码:A 文章编号:1002-7378(2021)04-0325-06

DOI:10.13657/j.cnki.gxkxyxb.20210805.001

0 引言

廉州湾是广西重要的海湾之一,其地理范围为108.85°-109.15°E,21.44°-21.65°N。廉州湾是亚热带典型的半封闭海湾,有南流江、大风江和西门江等河流入海。随着周边地区经济建设和养殖业的发展,廉州湾的生态环境压力不断增加。在特定的环境条件下,海水中藻类会暴发性增殖,并引起水体变色,给海洋生态系统和人类健康造成危害,这种现象被称为赤潮^[1,2]或藻华。因此有必要研究廉州湾藻类增殖的变化特征,为该海域的生态环境保护提供更多的

理论数据。目前,就赤潮发生的监测技术而言,已从现场采样和实验室分析等方法向自动化方向发展。2010年,广西建成近岸海域自动监测浮标站,实现近岸海域30min/次的连续定点观测,基于自动监测系统的赤潮预警得以快速发展。由于自动监测数据可准确反映环境变化,pH和溶解氧被列为主要的赤潮预警因子^[3]。为探究广西廉州湾藻类增殖现象的变化特征,本研究基于2015-2020年广西廉州湾藻类增殖多发海域的自动监测数据,探究自动监测系统在实时水质监测和赤潮预警中的应用,并分析近6年来该海域藻类增殖的变化趋势、季节变化特征和空间分

收稿日期:2021-02-24

*广西科技计划项目(桂科 AB18126075,桂科 AD19110140)资助。

【作者简介】

徐健淞(1979-),男,研究生,高级工程师,主要从事海洋环境保护与预警研究,E-mail:songshu1579@163.com。

【引用本文】

徐健淞,庞敏倩,邓元秋,等.基于自动站监测数据的广西廉州湾藻类生态灾害特征分析[J].广西科学院学报,2021,37(4):325-330.

XU J S, PANG M Q, DENG Y Q, et al. Characteristics of Algae Ecological Disaster in Lianzhou Bay of Guangxi Based on Automatic Station Monitoring Data [J]. Journal of Guangxi Academy of Sciences, 2021, 37(4): 325-330.

布特点。本研究将对污染源的控制提出针对性措施,从而有助于构建基于自动监测网络的陆海统筹环境监控预警体系,为近岸海域环境管理提供强有力的服务支撑。

1 材料与方法

1.1 采样区域

根据廉州湾受陆源径流影响大、入海污染物量大的特点,在廉州湾的大风江入海口(A8)、南流江和西门江的入海口(A9)、北海市污水处理厂的排污区(A10)布设3个水质自动监测站位(图1)。

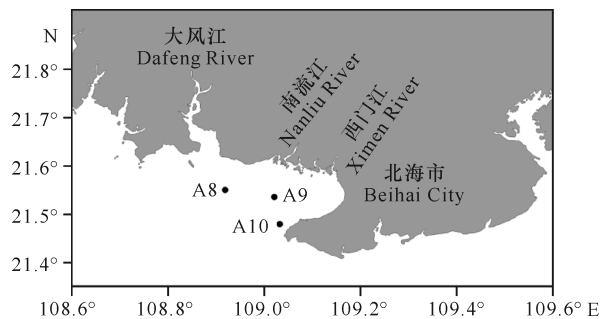


图1 廉州湾自动监测站位分布图

Fig. 1 Distribution map of automatic monitoring stations in Lianzhou Bay

1.2 采样仪器

海洋生态在线自动监测站搭载 YSI6600 型多参数水质测定仪,还包括密封仓系统、监测系统、航标系统、数据采集系统、通信系统、固定锚链系统、太阳能供电系统和室内监控接收系统,具有自动采样、分析、记录、数据储存和无线传输等功能。样品采集过程中,由专业机构定期维护,保证仪器设备正常运行和监测数据的质量。

1.3 样品采集

自动监测仪器主要监测表层(1.5 m)水质状况,监测要素包括水温、pH 值、溶解氧、盐度、电导率、叶绿素(含叶绿素 a、b、c)、蓝绿藻等,采样频率为 30 min/组。监测分析方法均采用相关的国家标准方法,按照《近岸海域水质自动监测技术规范》(HJ 731-2015)有关规定开展质量控制,保障数据的准确可靠。

1.4 数据来源和处理

根据已有的研究成果,赤潮时叶绿素含量通常超过 $10 \mu\text{g/L}$ ^[4],赤潮期间浮游植物叶绿素、溶解氧以及 pH 值均有显著的不同步升高或降低现象^[5]。因此在本研究中,目标自动监测站位的数据采集时间为 2015 年 1 月 1 日 00:00 至 2020 年 12 月 31 日

23:30,并对选取的数据进行以下处理:当海水中叶绿素含量 $\geq 15 \mu\text{g/L}$,且溶解氧、pH 值和叶绿素均出现升高或降低时,把相关监测要素的信息列为一组数据单位。采用 Origin 9.0 完成相关统计分析。

2 结果与分析

2.1 藻类增殖年份变化趋势

按年份排序(图2),2015-2020年各站位存在同步升高数据组的情况如下:A8 站位依次为 477 组、1 706 组、623 组、332 组、102 组、229 组;A9 站位依次为 1 349 组、511 组、425 组、1 435 组、650 组、147 组;A10 站位依次为 617 组、776 组、217 组、390 组、219 组、131 组。以上结果表明:2015-2020年广西廉州湾藻类增殖的现象呈现逐年下降的趋势(因为受到以入海河流为主,以及工业排污、洋流等多方面的影响,不同站位会出现特殊年份数据特别高的情况,因此除去 2016 年 A8 站位、2018 年 A9 站位出现的较高数据)。

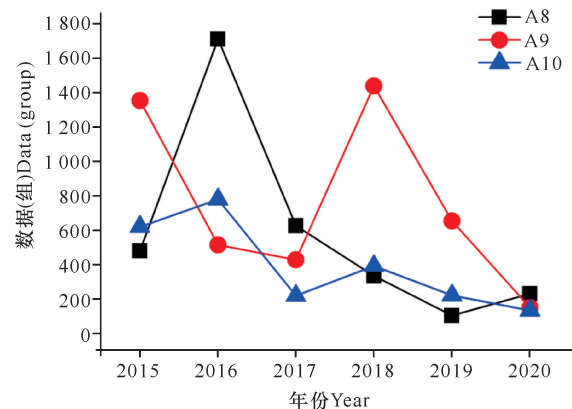


图2 廉州湾叶绿素含量超过 $15 \mu\text{g/L}$ 的数据组统计结果

Fig. 2 Statistical results of data groups with chlorophyll content over $15 \mu\text{g/L}$ in Lianzhou Bay

2.2 藻类增殖季节变化结果

如图3所示,2015-2020年每年各站位存在同步升高数据组的情况如下(3个站位数据组总数):春季依次为 33 组、1 684 组、254 组、159 组、98 组、32 组,夏季依次为 680 组、921 组、705 组、934 组、364 组、280 组,秋季依次为 202 组、148 组、208 组、241 组、136 组、64 组,冬季依次为 1 528 组、240 组、98 组、823 组、373 组、131 组。近6年廉州湾海域春季、夏季、秋季、冬季总数分别为 2 260 组、3 884 组、999 组和 3 193 组。以上结果表明,2015-2020年广西廉州湾海域藻类增殖主要集中在夏、冬两季,春季次之,秋季最少。其中,2016年春季出现最高为 1 684 组,夏季 921 组,明显高于秋季和冬季。

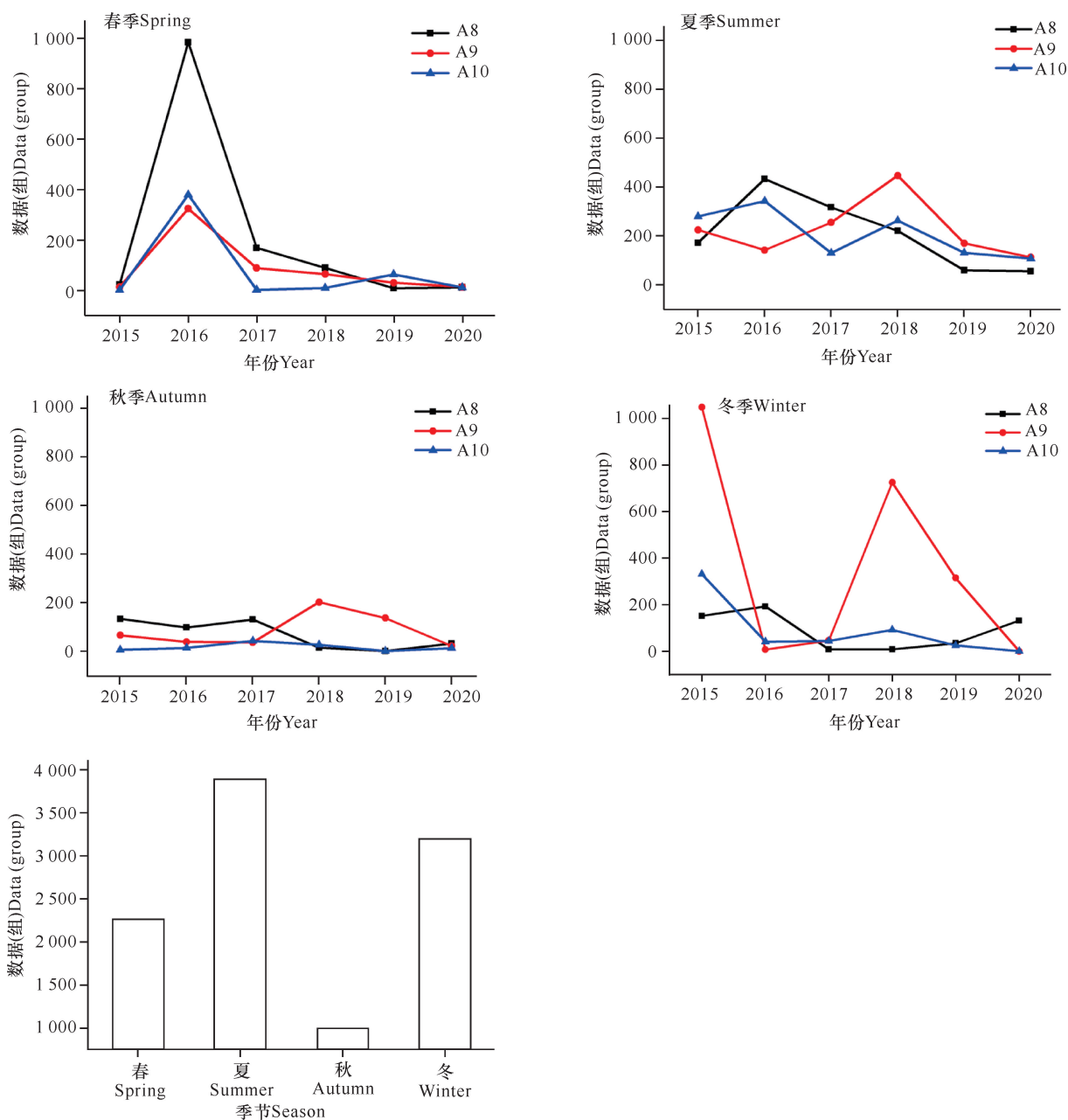


图3 廉州湾藻类增殖数据组统计结果

Fig. 3 Statistical results of algae proliferation data group in Lianzhou Bay

2.3 藻类增殖时空变化特征

2015-2020年廉州湾藻类增殖的时空变化统计如表1所示。其中,A8 站位藻类增殖现象持续时长 ≤ 7 d 的次数为 12-23 次,2015-2018 年出现频次较为一致,2019 年和 2020 年明显下降,分别较最高年份 2016 年下降 47.8% 和 43.5%;藻类增殖现象持续时长在 8-14 d 和 ≥ 15 d 的次数均为 1 次。A9 站位藻类增殖连续出现 ≤ 7 d 的次数为 10-23 次,2017-2019 年出现频次较为一致,2020 年明显下降,较最高年份 2017 年下降 56.5%;藻类增殖现象持续

时长在 8-14 d 和 ≥ 15 d 的次数分别为 2 次和 3 次。A10 站位藻类增殖现象持续时长 ≤ 7 d 的次数为 10-21 次,2018 年出现频次最高,2020 年明显下降,较最高年份 2018 年下降 52.4%;藻类增殖现象持续时长在 8-14 d 的次数为 3 次。以上结果表明:2015-2020 年廉州湾海域藻类增殖现象持续时间不长,绝大部分 ≤ 7 d,且出现频次呈现逐年降低趋势;持续时长超过 7 d 的次数 ≤ 5 次;整体上,藻类增殖现象每次持续的时长存在波动,无明显规律。此外,自动监测站分别在 2016 年和 2020 年监测到赤潮灾害,

主要分布在南流江、西门江入海河口区域至大风江入海河口区域,时段均为夏季(表2),这表明赤潮灾害主要集中在大江大河的入海河口地区,且易发生于温度适宜的夏季。

表1 藻类增殖情况特征表

Table 1 Characteristics of algae proliferation

站位 Station	年份 Year	藻类增殖情况 Algae proliferation			总次数 Total frequency
		≤7 d	8-14 d	≥15 d	
A8	2015	22	0	0	22
	2016	23	1	1	25
	2017	22	0	0	22
	2018	20	0	0	20
	2019	12	0	0	12
	2020	13	0	0	13
A9	2015	11	0	1	12
	2016	16	1	0	17
	2017	23	0	0	23
	2018	20	1	1	22
	2019	19	0	1	20
	2020	10	0	0	10
A10	2015	12	1	0	13
	2016	15	2	0	17
	2017	17	0	0	17
	2018	21	0	0	21
	2019	14	0	0	14
	2020	10	0	0	10

表2 廉州湾赤潮情况

Table 2 Red tide in Lianzhou Bay

日期 Date	藻类 Algae	溶解氧 DO (mg/L)	pH 值 pH value	叶绿素 Chlorophyll (μg/L)	备注 Note
2016-07-08	中肋骨条藻 <i>Skeletonema costatum</i>	11.20	8.59	47.50	现场监测 Field monitoring
2016-07-09	中肋骨条藻 <i>S. costatum</i>	11.60	8.79	20.20	现场监测 Field monitoring
2016-07-10	中肋骨条藻 <i>S. costatum</i>	11.00	8.55	37.00	现场监测 Field monitoring
2016-07-11	中肋骨条藻 <i>S. costatum</i>	8.28-12.22	8.34-8.62	10.80	自动监测 Automatic monitoring
2020-07-15	中肋骨条藻 <i>S. costatum</i>	11.12	8.47	15.60	现场监测 Field monitoring
2020-07-15	中肋骨条藻 <i>S. costatum</i>	7.95-10.31	8.26-8.48	8.90-18.50	自动监测 Automatic monitoring

3 讨论

3.1 廉州湾藻类增殖逐年变化特征

广西廉州湾海域生态环境主要受到南流江、大风江、西门江等入海河流携带大量污染物的影响,而这些污染物源于该区域经济建设和养殖业迅猛发展所带来的排污量^[6]。在沿海海水养殖区,由于养殖模式、养殖面积、养殖品种、养殖密度、养殖过程、鱼药和饵料投放等方面的不合理,导致养殖生物大量排泄物和残饵长期积累,并超出环境承受力,造成局部水域氮、磷等元素超标,引起水体富营养化^[7-8],其中,无机磷污染较严重^[9-10]。2010-2015 年有报道廉州湾发生赤潮 5 次^[11]。本研究发现 2015-2020 年广西廉州湾藻类增殖次数呈现逐年减少的趋势,实际监测到的赤潮为 2 次。具体地,从 2015 年的 2 443 次逐步减少至 2020 年的 507 次,降幅达 79.3%;其中,A8 站位下降 52%,A9 站位下降 89.1%,A10 站位下降 78.8%。说明近 6 年来广西廉州湾海域出现水质改善、藻类增殖频次下降的良好局面,这直接得益于南流江和西门江入海河流域畜禽养殖综合整治、城镇生活污染治理、农林种植面源污染治理、生态水产养殖和工业污染防治等一系列环境保护措施,这些措施使入海污染物得到控制,污染治理取得一定成效,并持续保持良好的生态环境。广西廉州湾海域水产养殖对象以蛤、蚶等贝类为主,兼有吊养牡蛎(大蚝)。2020 年,廉州湾水产养殖面积较 2019 年增加约 650 hm²,其中,大蚝养殖面积控制在 25% 以下,最高为

160 hm²;而数量居多的贝类养殖主要通过底播及筏式吊养两种方式进行,投放种苗,自然生长,定期采收,不投放饵料和药物。科学养殖,实现产能和生态环境保护双重收益,也是廉州湾藻类增殖频次逐年下降的一个重要因素。

3.2 季节变化与空间分布特征

根据已有研究,春季、夏季的浮游植物优势种群会大量增殖,尤其是夏季数量已接近或达到赤潮发生的阈值^[12,13]。广西廉州湾海域除2016年外,2015-2020年每年夏季、冬季藻类增殖情况全年占比较为接近,均在75%与87%之间,说明藻类增殖情况主要防控时间应该在这两个季节,其中位于河口附近的A8站位和A9站位季节变化比较明显,这与2010-2013年廉州湾在初春或夏季监测到的6次硅藻水华现象基本一致^[6]。夏季为丰水期,降雨量及频次比其他季节高,污染物通过降雨、地表冲刷、地表径流进入河流,丰富了廉州湾海域的营养物质,从而促进藻类大量增殖。此外,夏季水温较高,紫外线较强以及西南风、洋流等生态环境变化,也与藻类大量增殖有一定关系。而在冬季,廉州湾藻类也出现大量繁殖的情况,这与水温为16-21℃,降水量少,水体交换和稀释自净能力较差,2 m水深以内的浅水海域存在养殖场、污水处理厂综合排污等人类活动有关。值得注意的是,与2015-2020年出现最高藻类增殖现象的年份(2016年)相比,藻类增殖数据组数量2020年夏季下降69.6%,冬季下降45.4%。

2016年广西廉州湾水质呈现富营养化,为近6年来藻类增殖情况发生频次最高的年份,该年7月监测到赤潮,表明水体富营养化对藻类增殖存在正相关性^[7];该年藻类大量增殖的情况主要出现在春季、夏季,分别占全年的56.3%和30.8%。这一现象的出现可能与不同的污染物输入量、洋流影响、水体自净能力改变等有关,具体仍有待进一步研究。

廉州湾3个自动监测点位于大风江、南流江、西门江河口附近,空间分布特征表现为藻类增殖出现的频率较为一致,其中A9和A10站位处于南流江、西门江入海口位置,A9站位更为靠近河流入海口,其藻类增殖现象比A10站位稍频繁(表1),这与A9站位更接近河流带来的大量污染物以及该区域的海水养殖较为集中有关。

3.3 存在的不足与思考

虽然水质自动监测系统可应用于厦门同安湾赤潮的短期预报^[14],同时现有的近岸海域自动监测网

络能够反映广西廉州湾藻类大量增殖现象呈现发生频次下降、持续时间变短、规模和范围显小的趋势,但是在掌握藻类增殖的空间分布上仍存在一定局限性,如未能通过入海河流水质监测、入海市政及工业直排污染源监测,以及沿海各市的重点企业直排入海水水质在线自动监测等进行综合分析。因此,现有的自动监测网络远达不到基本明确近岸海域环境质量状况及变化趋势、入海污染源排放状况、近岸海域潜在环境风险的要求,对藻类增殖灾害的预测预警能力还有待提升^[15,16]。

建议依托自动监测网络,利用海湾数值模型构建各污染源排放量与海洋水质之间的关系;根据藻类增殖时期的不同,分别建立季节模型和年度模型,用来控制既定水质目标下各污染源排放量,并有助于对污染源排放量的不确定性进行量化和评估;通过调节各污染源的削减水平,分析各污染源在不同季节的控制权重,从而使管理者在不同时期有针对性地对污染源排放量进行控制^[11]。通过加强海洋水文监测,集成整合近岸海域常规监测、入海河流监测、河口水质自动监测、污染源在线监测、遥感监测等监测数据,建设广西北部湾环境监测天地一体化和陆海统筹监控预警系统,利用有限站位的离散环境信息推演出广西近岸海域的全局环境信息,由此进一步作出整体的、系统的环境诊断和预警。

4 结论

基于自动监测站点的监测数据发现,2015-2020年广西廉州湾赤潮暴发和藻类大量增殖的现象呈现发生频次下降、持续时间变短、规模和范围减小的趋势。夏季、冬季藻类增殖情况全年占比在75%以上,说明藻类增殖情况主要防控时间应该在这两个季节。另外,在近河口海域发生藻类增殖情况的频次较高。南流江、大风江上游和沿海发展需要环境容量,可以根据季节的不同,结合现有的工业、畜牧业和农业进行管控,挖掘现有产业的潜力,把排污总量降下来,腾出更多的环境容量,以期在近岸海域环境管理提供强有力的服务支撑,保证广西近岸海域生态环境的可持续发展。

参考文献

- [1] 彭在清,李天深,蓝文陆. 广西海域赤潮研究[M]. 北京: 海洋出版社, 2017.
- [2] 覃仙玲,陈波. 广西沿海赤潮多发区高浓度氮磷营养元

- 素来源探讨[J]. 广西科学院学报, 2018, 34(3): 222-227.
- [3] 李波, 蓝文陆, 李天深, 等. 球形棕囊藻赤潮消亡过程环境因子变化及其消亡原因[J]. 生态学杂志, 2015, 34(5): 1351-1358.
- [4] 张水浸, 杨清良, 邱辉煌, 等. 赤潮及其防治对策[M]. 北京: 海洋出版社, 1994.
- [5] 李天深, 蓝文陆, 卢印思, 等. 近岸海域自动监测浮标在赤潮预警中的应用及其缺陷[J]. 海洋预报, 2015, 32(1): 70-78.
- [6] 李天深, 蓝文陆. 基于近岸海域自动监测浮标的水华发生过程分析[J]. 海洋通报, 2016, 35(2): 201-208.
- [7] 蓝文陆, 彭小燕. 茅尾海富营养化程度及其对浮游植物生物量的影响[J]. 广西科学院学报, 2011, 27(2): 109-112, 116.
- [8] 韦蔓新, 何本茂. 廉州湾富营养化与赤潮形成的研究[J]. 热带海洋, 1998(4): 65-72.
- [9] 何本茂, 韦蔓新. 北海湾赤潮形成原因及机理[J]. 海洋环境科学, 2009, 28(1): 62-66.
- [10] 李天深, 李远强, 赖春苗, 等. 廉州湾赤潮自动监测结果与分析[J]. 中国环境监测, 2011, 27(4): 32-35.
- [11] 姜宁. 广西北部湾海域赤潮演变趋势分析及其防控思路[J]. 海洋开发与管理, 2019(11): 82-85.
- [12] 赖廷和, 邱绍芳. 北海近岸水域浮游植物群落结构及数量周年变化特征[J]. 海洋通报, 2005, 24(5): 27-32.
- [13] 庄军莲, 许铭本, 张荣灿, 等. 广西防城港湾浮游植物数量周年变化特征[J]. 广西科学, 2010, 17(4): 387-390, 395.
- [14] 庄宏儒. 水质自动监测系统在厦门同安湾赤潮短期预报中的应用[J]. 海洋环境科学, 2006, 25(2): 58-61.
- [15] 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]. 海洋预报, 2006, 23(1): 9-19.
- [16] 罗金福, 李天深, 蓝文陆. 北部湾海域赤潮演变趋势及防控思路[J]. 环境保护, 2016(20): 40-42.

Characteristics of Algae Ecological Disaster in Lianzhou Bay of Guangxi Based on Automatic Station Monitoring Data

XU Jiansong, PANG Minqian, DENG Yuanqiu, LIN Ke

(Marine Environmental Monitoring Center of Guangxi, Beihai, Guangxi, 536000, China)

Abstract: Lianzhou Bay in Guangxi is located in the estuary area, and the phenomenon of algae blooms occurs from time to time. In order to explore the law of algae proliferation in Lianzhou Bay of Guangxi, according to the characteristics of simultaneous increase or decrease of dissolved oxygen, pH value and chlorophyll in algae blooms, the data from automatic monitoring stations and red tide site in Lianzhou Bay from 2015 to 2020 were statistically analyzed. The results showed that the algae explosive proliferation in Lianzhou Bay mainly occurred in the coastal waters from Nanliu River, the Ximen River to the entrance of Dafeng River, and the outbreak frequency showed a decreasing trend year by year. In different seasons, the frequency of occurrence in winter and summer was relatively high, but the duration of algae proliferation was basically less than one week. The frequency of algae proliferation showed a decreasing trend year by year, which might be related to the environmental remediation in the upper reaches of Nanliu River, reflecting the direct impact of changes in water quality of rivers entering the sea on the coastal waters. Therefore, it is of great significance to maintain the scientific and effective management on land pollution sources for the ecological and environmental protection of Lianzhou Bay.

Key words: Lianzhou Bay, algae blooms, red tide, automatic monitoring, environmental management

责任编辑: 米慧芝