

赤潮快速预警研究*

高晓慧^{1,2}, 王娟^{1,2}, 孟庆凌^{1,2}

(1. 国家海洋局北海环境监测中心 青岛 266033; 2. 国家海洋局海洋溢油鉴别与损害评估技术重点实验室 青岛 266033)

摘 要: 文章研究和探讨了几种赤潮快速预警的技术, 介绍了这几种赤潮预警技术在“863”项目“赤潮重点监控区监控预警系统”和青岛奥帆赛场及邻近海域赤潮防治行动项目中“赤潮监测预警系统”的实际应用情况, 实现高精度、高时效的赤潮预警, 达到了减少赤潮灾害的目的。

关 键 词: 赤潮; 危害; 快速预警

赤潮是一种由于局部海区的浮游生物突发性急剧繁殖, 并聚集在一起而引起海面颜色出现异常和发臭的现象。随着经济的迅速发展, 海洋生态系统的破坏、海洋污染及近海富营养化问题的加剧, 赤潮发生规模呈持续上升趋势, 2009年中国沿海共发生赤潮68次, 累计面积14 102 km², 造成直接经济损失0.65亿元^[1]。因此, 准确进行赤潮预警监测, 及时采取有效防治和减灾措施, 减少赤潮造成的损失和危害, 已成为海洋环境保护工作的当务之急。

1 赤潮的危害

近年来, 赤潮的频繁发生和规模的不断扩大, 破坏了渔业资源和海产养殖业, 赤潮毒素也严重威胁着人类的生命安全, 主要表现在如下几方面。

1.1 赤潮对海洋生态平衡的破坏

海洋是一种生物与环境、生物与生物之间相互依存, 相互制约的复杂生态系统。当赤潮发生时, 海洋环境因素的改变, 致使一些海洋生物不能正常生长、发育、繁殖, 导致一些生物逃避甚至死亡, 破坏了原有的生态平衡。

1.2 赤潮对海洋渔业和水产资源的破坏

大量赤潮生物死亡后, 造成缺氧环境, 引起鱼、虾、贝等大量死亡, 同时, 在缺氧的条

件下, 赤潮生物残核被厌氧微生物分解, 会释放出大量硫化氢和甲烷等, 它们对鱼、虾、贝等有致死毒效; 有些赤潮生物本身就可以大量释放毒素, 赤潮生物大量繁殖, 在表层聚集, 吸收大量阳光, 影响其他生物的生存和繁殖^[2]。

1.3 赤潮对人类健康的危害

有些赤潮生物分泌赤潮毒素, 当鱼类和贝类处于有毒赤潮区域内, 摄食这些有毒生物, 虽不能被毒死, 但生物毒素可在体内积累, 其含量大大超过人体可接受的水平, 被人食用, 就会引起人体中毒, 严重时可导致死亡。

2 赤潮形成的原因

赤潮发生的原因较复杂, 但赤潮发生的首要条件是赤潮生物增殖要达到一定密度。多数学者认为, 赤潮发生与下列环境因素密切相关。

2.1 海水富营养化是赤潮发生的物质基础和首要条件

由于城市工业废水和生活污水大量排入海中, 使营养物质在水体中富集, 造成海域富营养化。此时, 水域中氮、磷等营养盐类以及有机化合物的含量大大增加, 促进赤潮生物的大量繁殖。赤潮检测的结果表明, 赤潮发生海域的水体均已遭到严重污染, 富营养化, 氮磷等营养盐物质大大超标。

* 基金项目: “863”国家高技术研究发展计划(2007AA092104)。

2.2 水文气象、化学和海水理化因子的变化是赤潮发生的重要原因

海水的温度是赤潮发生的重要环境因子,20℃~30℃是赤潮发生的适宜温度范围,一周内水温突然升高大于2℃是赤潮发生的先兆。海水的化学因子,如盐度变化,也是促使生物因子——赤潮生物大量繁殖的原因之一。盐度在26~37的范围内均有发生赤潮的可能,但是海水盐度在15~21.6时,容易形成温跃层和盐跃层。温跃层和盐跃层的存在为赤潮生物的聚集提供了条件,易诱发赤潮^[3]。由于径流、涌升流、水团或海流的交汇作用,使海底层营养盐上升到水上层,造成沿海水域高度富营养化。营养盐类含量急剧上升,引起藻类的大量繁殖,易发生赤潮。

2.3 海水养殖的自身污染亦是诱发赤潮的因素之一

海水养殖业的蓬勃发展,也产生了严重的自身污染问题。在养殖的过程中,由于养殖技术陈旧和不完善,人工投喂的饵料量偏大,池内残存饵料增多,严重污染了养殖水质。另一方面,由于养殖池每天需要排换水,所以每天都有大量污水排入海中,这些带有大量残饵、粪便的水中含有氨氮、尿素、尿酸及其他形式的含氮化合物,加快了海水的富营养化,这样为赤潮生物提供了适宜的生物环境,使其增殖加快,尤其是在高温、闷热和无风的条件下最易发生赤潮。由此可见,海水养殖业的自身污染也使赤潮发生的频率增加。

3 赤潮预警技术

3.1 浮标快速预警技术

海洋浮标技术是伴随着海洋科学的发展,在传统技术基础上发展起来的海洋监测新技术。浮标利用自己独特的水质传感器,现场自动检测pH值、溶解氧(DO)、温度、盐度、叶绿素a和浊度等重要生态环境参数,采用GPS定位,并以GSM短信方式发送到用户。用户可利用专门的数据分析软件或自主开发数据处理分析应用系统,对获得的浮标监测数据进行接收、处理及分析,根据现场获得生态环

境参数的变化和异常状况,判断水质是否发生赤潮。浮标具有技术先进、性能可靠、自动化程度高、体积小和重量轻等特点,凸显了布防、回收方面具有灵活性、机动的优势,在赤潮多发区现场应用中获得理想结果,是建立赤潮预警与监测模式获取水质数据的有效手段^[4]。因此浮标快速预警技术对赤潮的监测与预警具有重要意义。

3.2 富营养化快速预警技术

海水富营养化现象是赤潮发生的物质基础和首要条件,可作为赤潮预警的指标之一。

海水富营养化评价采用营养状态质量指数法,以水体中的化学耗氧量、无机氮和无机磷作为评价因子,采用公式:

$$E = \text{COD} \times \text{无机氮} \times \text{无机磷} \times 1\,000\,000 / 4\,500$$
(单位以mg/L表示)^[5],计算出营养指数。

式中: E 是营养状态指数,来对赤潮监控区的营养水平进行判断,如果赤潮监控区的营养指数超出标准值1,则赤潮监控区有可能发生赤潮。

3.3 赤潮发生判别快速预警技术

赤潮发生判别快速预警是以生物的临界密度作为判断赤潮暴发的一种技术。赤潮生物密度异常增高是一个从量变到质变的过程,多数赤潮生物平时是浮游植物群落的重点组成部分,在正常海水环境中保持较低的密度水平,当浮游生态环境发生异常变化,赤潮生物密度会异常升高,此时若遇有诱导因素,高密度的赤潮生物种群会爆发性增殖,密度呈对数基数增长从而形成赤潮。

赤潮发生判别快速预警技术的关键是如何判断赤潮生物是否达到临界密度,即确定赤潮生物的预警密度。根据多年的工作实践,提出了一种确定赤潮生物预警密度的方法:对监测预警海域有记录的赤潮生物种类,我们按其赤潮暴发时平均密度的75%为预警密度;对没有赤潮记录的优势种类,参考日本学者安达六郎提出的不同个体大小赤潮生物形成赤潮的密度标准,按其密度的80%设定赤潮预警密度。通过近年的实践证明,该方法给出的赤潮生物预警密度具有较强的可操作性和有效性。

日本学者安达六郎依据日本各海区多次赤潮时间的实例统计,提出了形成赤潮时水体中赤潮生物的细胞密度范围(表1)。

表1 赤潮生物个体与生物量指标

细胞大小/ μm	赤潮生物密度/(个 $\cdot\text{mL}^{-1}$)
<10	$>10^4$
10~29	$>10^3$
30~99	$>3\times 10^2$
100~299	$>10^2$
300~1 000	$>3\times 10$

4 应用实例

4.1 “863”项目“赤潮重点监控区监控预警系统”

“赤潮重点监控区监控预警系统”是在渤海湾赤潮监控区,建立了一个由浮标监测、船载快速监测、航空遥感监测和卫星遥感监测构成的赤潮监控预警系统。此系统对赤潮监控区进行预警,为赤潮的预警监测提供了技术支持。

4.1.1 浮标快速预警模块

我们在分析2006年8月初的浮标在线监测数据时发现,溶解氧数值出现上升的同时,叶绿素a出现较大的波动异常现象(图1和图2)。我们把浮标在线监测要素的数值与船载快速监测等手段获得的数值进行比测,判断赤潮爆发的可能性极大,发布了赤潮预警信息。在8月7日监控区出现赤潮,8月8日和8月9日到达高潮,8月10日和8月11日赤潮开始消亡。

4.1.2 富营养化快速预警模块

赤潮分析人员在对常规现场监测数据进行分析时发现,2006年8月初监控区内各个站点的营养盐出现上升趋势,经运行富营养化快速预警模块,发现其富营养化程度较高,超出了富营养化阈值指标1,在8月8日和9日出现了赤潮。图3是某一站点在8月初的富营养化趋势图。

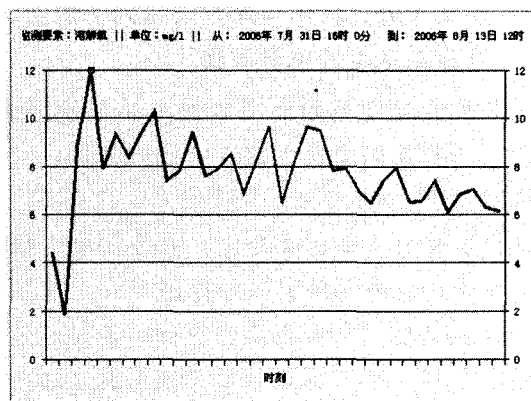


图1 溶解氧分析

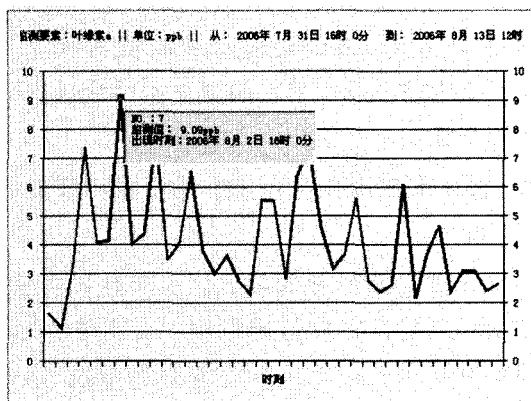


图2 叶绿素a分析

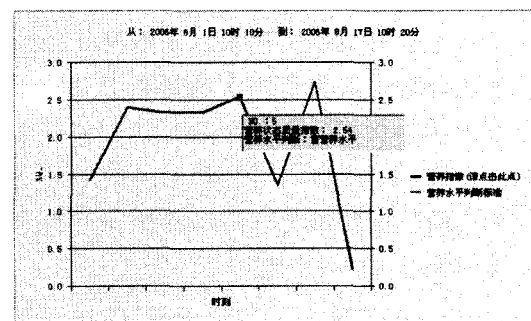


图3 海水富营养化趋势分析

4.1.3 赤潮发生判别快速预警模块

生物采用水样和网样两种采样方式,这两种采样方式的赤潮生物密度不同,网样赤潮生物密度与水样赤潮生物密度略有不同,水样采样方式生物密度与水深和层次有关。赤潮监测中一般采用水样的采样方式,海洋赤潮监控技术规程中的赤潮生物密度指标一般是以水样赤潮生物密度为准,而在赤潮重点监控区监控预警系统中生物采用的是网样采样方式,所以赤

潮优势种密度与形成赤潮时水体中藻细胞的基准密度略有差距。

分析人员在2006年8月初发现夜光藻密度呈现增长趋势(图4),在这期间出现了夜光藻引起的赤潮。

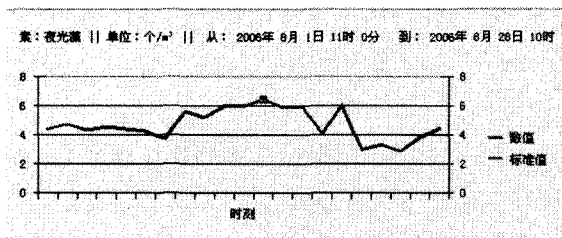


图4 夜光藻的变化趋势

4.2 青岛奥帆赛场“赤潮监测预警系统”

2008年奥运会帆船比赛在青岛举行,为避免赤潮的发生给赛事造成影响,国家海洋局开展了青岛奥帆赛场及邻近海域赤潮防治研究,在青岛奥帆赛场建立了以船载监测、浮标监测和遥感监测集成的赤潮监测预警系统,开展赤潮监测、进行赤潮预警预报,为青岛奥帆赛提供了基本的技术支持。

2008年8月上旬,我们在利用赤潮预警系统分析浮标在线监测数据时,发现溶解氧、叶绿素出现异常波动,波动比较大(图5和图6)。分析人员根据常规监测中要素数值,对这一海域进行富营养化程度分析,发现超出了富营养化阈值指标1,结合这几种监测,进行预警计算,赤潮发生的可能性比较大,发布了赤潮预警信息,及时对赤潮进行了防治和消除。

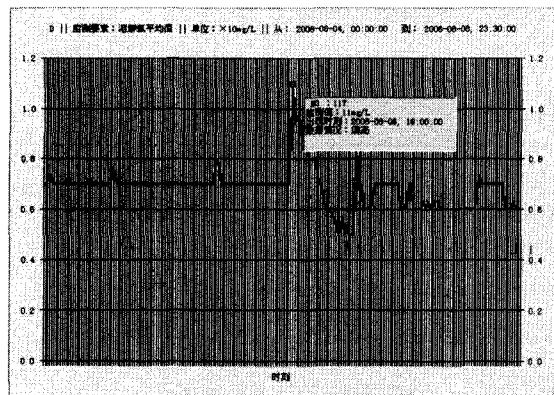


图5 溶解氧分析

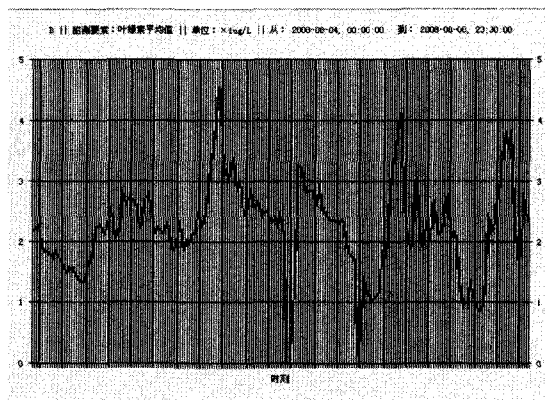


图6 叶绿素分析

5 结论

赤潮的发生,并非突发而无过程的现象,它是一个循环积累到暴发的生态异常现象。因此,赤潮快速预警的研究,将有利于赤潮灾害的预防,减轻经济损失^[6]。但是,各种赤潮生物引发赤潮危害类型和各个海域赤潮灾害发生的机制也不尽相同,这给赤潮快速预警的建立带来很大难度,赤潮快速预警是一项长期、复杂的系统工程。我们只有深入地了解赤潮的发生,发展机制,充分利用现代科技技术,在我国部分海区建立起有效的赤潮快速预警模型,实现高精度、高时效的预报,达到减灾的目的。

参考文献

- [1] 国家海洋局. 2009年中国海洋环境质量公报[Z]. 2010,3.
- [2] 张朝贤. 赤潮的危害和预测预报[J]. 海岸工程, 2000,19(2).
- [3] 曾江宁, 曾淦宁. 赤潮影响因素研究进展[J]. 东海海洋, 2004,22(2).
- [4] 陈芙蓉. 生态水质监测浮标在赤潮监测中应用[C]//赤潮重点监控区监控预警系统论文集. 北京:海洋出版社,2008.
- [5] 国家海洋局. 行标:HYIT 0669—2005 海洋赤潮监控区技术规程[S]. 2005.
- [6] 赵伟,杨灿军. 新型赤潮监测系统设计研究[J]. 传感技术学报,2008,21(5).