

大陈赤潮监控区水质状况及潜在性富营养化程度评价

余敏, 马骏

(台州市海洋环境监测预报中心 台州 318000)

摘 要: 文章根据 2011—2012 年 4—10 月大陈赤潮监控区海域水质监测资料, 分析了该海域的几个重要化学指标的时间变化特征, 并利用潜在性富营养化评价模型, 对整个大陈赤潮监控区水质富营养化程度进行评价。

关键词: 赤潮监控区; 潜在性富营养化

大陈, 位于浙东中部台州湾洋面, 由上、下大陈岛等 29 个岛礁组成, 陆域面积 14.6 km², 大陈海域有省级海洋生态特别保护区, 总面积为 21.6 km², 呈 NW—SE 向, 位于竹屿、上屿、中屿和下屿一带海域。其功能定位为: 以领海基点保护、岛礁及其周围海域生物资源可持续利用为主要目标的综合性海洋生态特别保护区。

大陈海域每年都会发生赤潮, 且赤潮持续时间较长, 对附近海域的养殖业有较大的影响。另外台州大石化基地目前选址定在台州, 与之配套的公用工程部分 30 万吨级原油码头和罐区位于大陈岛, 规划面积 0.16 km², 通过 23 km 海底管道与石化基地相连, 原油码头、罐区以及 23 km 的海底管道都存在着发生溢油事故的极大可能。

本研究分析了大陈赤潮养殖区 2011—2012 年 6—10 月的化学需氧量、活性磷酸盐、无机氮等几个重要化学指标的变化趋势, 并对该海区富营养化程度进行分析, 为大陈海域的赤潮监控和水产资源保护提供科学依据, 对该海域有害赤潮的发生、发展的生态学、海洋学机理以及有害赤潮预测、预报模式的建立具有重要的现实意义。

1 材料与方法

1.1 采样站位及样品的采集与处理

调查范围为 121°52′40″E—121°54′2″E,

28°26′36″N—28°28′17″N。监控区共布设 6 个监测站位。2011 年 6—10 月每月监测一次, 2012 年在原有的频次上有所加强, 即在赤潮发展初期的 4—5 月开始监测, 在有害赤潮发生时加大监测频次, 2012 年 4 月和 5 月各监测了 2 频次, 全年总计监测了 9 频次。

样品的采集、储存及运输的方法均按照《海洋监测规范 第 3 部分: 样品采集、贮存与运输》GB 17378.3—2007 进行。

1.2 样品的前处理和测定

沉积物样品的前处理和测定方法按《海洋监测规范 第 4 部分: 海水分析》GB 17378.4—2007 中的方法进行。

2 评价方法

由于海水受到营养盐的限制, 必然有一部分氮(对磷限制水体而言)或磷(对氮限制水体而言)相对过剩。而根据现行海水富营养化评价标准或评价模式, 这部分过剩的氮或磷可使海区的营养化水平提高, 甚至出现通常意义上的富营养化, 但实际上却并不能尽被浮游植物所利用。我们认为这部分相对过剩的营养盐不应被视为对实质性的富营养化做了贡献, 而应看做只具有一种潜在性。只有在水体得到适量的磷(对氮限制水体而言)或氮(对磷限制水体而言)的补充, 使 N:P 值接近 Redfield 值(海洋浮游植物细胞、海水中的 C:N:P 比值,

即经典 Redfield 比, $C:N:P=106:16:1$, 大洋海水的 $N:P$ 值一般接近 $16:1$, 即 Redfield 比值, 浮游植物对营养盐的吸收基本上接近这个比例进行)。这部分磷和氮对富营养化的贡献才能真正体现出来, 这种现象可称为潜在性富营养化。

1998年厦门大学郭卫东等提出了潜在性富营养化的概念^[1], 并在此基础上提出了一种新的富营养化分级标准及相应的评价模式, 考虑到大陈赤潮监控区海域也同样具有营养盐分布不平衡、浮游植物生长受制于某一相对不足营养盐的特征, 本研究采用潜在性富营养化的概念及分级标准和评价模式, 对大陈赤潮监控区海域进行评价。

3 结果

3.1 化学需氧量

化学需氧量 (COD), 是在一定的条件下, 采用一定的强氧化剂处理水样时, 所消耗的氧化剂量。它是表示水中还原性物质多少的一个指标。水中的还原性物质有各种有机物、亚硝酸盐、硫化物、亚铁盐等, 主要的是有机物。因此, 化学需氧量往往作为衡量水中有机物质含量多少的指标, 化学需氧量越大, 说明水体受有机物的污染越严重。

大陈赤潮监控区水体化学需氧量 $0.40 \sim 1.02 \text{ mg/L}$ 之间, 2011年和2012年平均值为 0.74 mg/L 和 0.88 mg/L , 均符合一类海水水质标准 ($\leq 2 \text{ mg/L}$)。该区域两年内化学需氧量值均比较稳定, 基本上在 $0.7 \sim 0.9 \text{ mg/L}$ 的范围内。

3.2 营养盐

目前众多监测结果表明, 无机氮和活性磷酸盐是目前中国沿海最主要的污染物, 近岸海域赤潮研究无机氮和活性磷酸盐是浮游植物生长的必要元素之一, 能被植物、细菌和藻类所利用, 被认为是海洋、湖泊等水体中的一种限制性营养盐。

从监测结果可以看出, 这两年内活性磷酸盐浓度在 $0.003 \sim 0.049 \text{ mg/L}$ 之间, 所监测的 14 频次中, 5 个月份的水体中活性磷酸盐符合一类海水水质, 8 个月份的水体中活性磷酸盐符合二、三类海水水质, 1 个月份的水体中活性磷酸盐超四类海水水质。

两年内无机氮浓度在 $0.145 \sim 0.481 \text{ mg/L}$ 之间, 所监测的 14 频次中, 3 个月份的水体中无机氮符合一类海水水质, 5 个月份的水体中无机氮符合二类海水水质, 3 个月份的水体中无机氮符合三类海水水质, 3 个月份的水体中无机氮符合四类海水水质。

表 1 2011—2012 年大陈赤潮监控区化学需氧量、活性磷酸盐、无机氮测定值

mg/L

年份	月份	化学需氧量	活性磷酸盐	无机氮
2011	6	0.74	0.049	0.481
	7	0.82	0.027	0.219
	8	0.40	0.020	0.348
	9	0.86	0.023	0.361
	10	0.90	0.039	0.190
	平均	0.74	0.032	0.320
2012	4 (上半月)	0.83	0.016	0.231
	4 (下半月)	0.82	0.013	0.249
	5 (上半月)	0.85	0.014	0.426
	5 (下半月)	1.02	0.023	0.342
	6	0.87	0.014	0.189
	7	0.96	0.003	0.145
	8	0.82	0.020	0.252
	9	0.85	0.011	0.264
	10	0.87	0.023	0.463
	平均	0.88	0.015	0.285

按照郭卫东的潜在性富营养化的概念及分级标准和评价模式(表 2) 对大陈赤潮监控区海域进行评价。运用潜在性富营养化模式, 结合表 1 中 2011 年和 2012 年监测数据, 对大陈赤潮监控区海域水质进行潜在性富营养化评价, 评价结果如表 3 所示。

评价结果表明, 大陈赤潮监控区海域水质质量尚可, 所监测的 7 个月份的营养等级为贫

营养至中度营养, 1 个月份为富营养, 4 个月份为磷中等限制潜在性富营养, 1 个月份为磷限制中度营养, 1 个月份为磷限制潜在性营养, 评价结果表明, 大陈赤潮监控区海域水质质量受到无机氮和活性磷酸盐的污染, 无机氮含量较高, 活性磷酸盐含量相对较低, 营养化程度主要受磷的限制。

表 2 潜在性富营养化评价模式的营养级划分原则

级别	营养级	DIN / ($\mu\text{mol/L}$)	PO_4^{3-}P / ($\mu\text{mol/L}$)	N : P
I	贫营养	<14.28	<0.97	8~30
II	中度营养	14.28~21.41	0.97~1.45	8~30
III	富营养	>21.41	>1.45	8~30
IV _P	磷限制中度营养	14.28~21.41	0.97~1.45	>30
V _P	磷中等限制潜在性富营养	>21.41	—	30~60
VI _P	磷限制潜在性营养	>21.41	—	>60
IV _N	氮限制中度营养	—	0.97~1.45	<8
V _N	氮中等限制潜在性富营养	—	>1.45	4~8
VI _N	氮限制潜在性富营养	—	>1.45	<4

表 3 大陈赤潮监控区海域潜在性富营养化评价结果

年份	月份	DIN / ($\mu\text{mol/L}$)	PO_4^{3-}P / ($\mu\text{mol/L}$)	N : P	营养级
2011	6	34.357 14	1.580 645	21.736 15	III
	7	15.642 86	0.870 968	17.960 32	I ~ II
	8	24.857 14	0.645 161	38.528 57	V _P
	9	25.785 71	0.741 935	34.754 66	V _P
	10	13.571 43	1.258 065	10.787 55	I ~ II
	平均	22.857 14	1.032 258	22.142 86	II ~ III
2012	4 (上半月)	16.5	0.516 129	31.968 75	IV _P
	4 (下半月)	17.785 71	0.419 355	42.412 09	I ~ II
	5 (上半月)	30.428 57	0.451 613	67.377 55	VI _P
	5 (下半月)	24.428 57	0.741 935	32.925 47	V _P
	6	13.5	0.451 613	29.892 86	I
	7	10.357 14	0.096 774	107.023 8	I
	8	18	0.645 161	27.9	I ~ II
	9	18.857 14	0.354 839	53.142 86	I ~ II
	10	33.071 43	0.741 935	44.574 53	V _P
	平均	20.357 14	0.483 871	42.071 43	I ~ II

4 结论

4—10月是东海海域赤潮的传统暴发期,通过对大陈赤潮监控区2011—2012年4—10月的监测,该海域化学需氧量符合一类海水水质标准,无机氮含量不同月份的检测值都不一样,规律性不是很明显,57%的监测月份符合二类海水水质标准,另外43%的月份中水质也均符合四类海水水质标准。93%的监测月份的活性磷酸盐含量符合二类海水水质标准,7%的监测月份的活性磷酸盐含量超四类海水水质。

潜在性富营养化评价结果表明:大陈赤潮监控区海域由于受到椒江口的陆源污染、邻近海域养殖自身污染以及大陈镇居民生活污水的

影响,无机氮含量较高,活性磷酸盐含量相对较低。

大陈赤潮监控区海域富营养化主要特征就是:营养盐的分布存在一定的时间和空间变化,其富营养化水平也会随之发生相应的变化,应该动态的评价和看待该海域的富营养化程度。该海域在富营养化状态下普遍处于磷中等限制潜在性富营养、磷限制中度营养和磷限制潜在性营养,磷限制是该海域最突出的特征,这一结论也符合我国近海海域的总体特征。

参考文献

- [1] 郭卫东,章小明.中国近岸海域潜在性富营养化程度的评价[J].台湾海峡,1998,17(1):64—70.