

2011 年三沙湾增养殖区水环境质量评价

马祖友，夏永健，石志洲，徐炳旭，覃 宝，朱 峰

(国家海洋局闽东海洋环境监测中心站 宁德 352100)

摘 要：文章对 2011 年三沙湾增养殖区的水质调查数据进行了分析评价，并在结合 20 世纪 80 年代以来的历史调查数据的基础上进行比较，比较结果表明：三沙湾增养殖区的较高水温、稳定的盐度和适合的 pH 有利于渔业养殖；溶解氧、化学耗氧量和油类均符合二类海水水质标准，较小的年际变化不会对海水养殖带来大的影响；无机氮和活性磷酸盐含量超二类海水水质标准，呈富营养化状态；重金属含量均满足二类海水水质标准，但近 20 年来铜含量正逐年增加，应严格控制营养盐和重金属物质进入海洋，防止赤潮发生。

关 键 词：三沙湾；水环境；富营养化；评价

三沙湾增养殖区位于福建省东北部沿海，是我国典型的近海封闭型的海湾，西北侧有赛江、霍童溪等中小河溪注入，仅东南方经东冲口与东海相通，咸淡水交混，营养盐丰富，具有独特的海洋生态环境，是全国唯一的内湾性大黄鱼产卵场及最大的海水网箱养殖基地。近年来，由于人为的过度捕捞和生活污水、工业废水排放以及涉渔工程等不利因素的影响，导致了增养殖区的环境发生了较大变化，富营养化问题日趋严重，赤潮也时有发生，导致鱼类种类组成结构及其优势种发生了变化，引起了众多学者的关注^[1-4]。

本研究通过对 2011 年的环境调查结果进行分析评价，对于掌握水质现状及其变化趋势、进行海洋环境保护和水产养殖健康的可持续发展具有重要意义，也为海域功能区划提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 样品采集和处理

2011 年在三沙湾增养殖区共布设 7 个站位，对水环境各项目进行采样监测（图 1）。监测项目的采样和处理方法依据《海洋调查规范》（GB/T12763—2007）和《海洋监测规范》（GB17378—2007）进行。

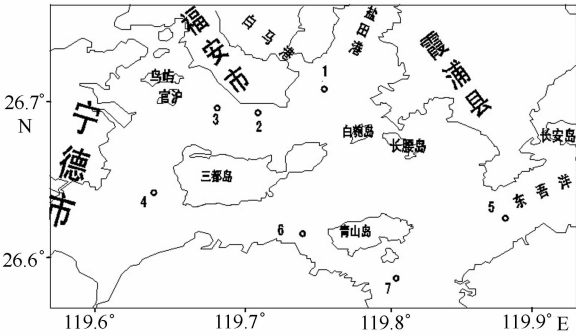


图 1 三沙湾增养殖区调查站位

1.2 监测项目与测定方法

水质监测项目分别为水温、盐度、pH、化学需氧量、溶解氧、无机氮、活性磷酸盐（简称磷酸盐）、石油类、总汞、镉、铅、铜、砷，其监测和分析方法按照《海洋监测规范》（GB17378.4—2007）测定进行。

2 环境质量评价

2.1 单因子污染指数法

根据海水增养殖区监测技术规程（国家海洋局 2002 年 4 月），海水增养殖区水质评价采用 GB3097 的第二类海水水质标准。

评价方法采用单因子污染指数法（测定值与评价标准值的比值）和综合评价指数法。

2.2 富营养化状态指数

富营养化状态采用富营养化指数法进行评价，一般当 $E \geq 1$ 就可视为富营养化。 E 越大，则富营养化程度越高。 E 计算公式为

$$E = [L_{\text{COD}} \times L_{\text{DIN}} \times L_{\text{DIP}}] \div 4\,500$$

式中： L_{COD} 含量单位为 mg/L ， L_{DIN} 含量的单位为 $\mu\text{g/L}$ ， L_{DIP} 含量以 $\text{PO}_4\text{-P}$ 含量表示，单位为 $\mu\text{g/L}$ ，且均为现场测定值。

3 结果与讨论

3.1 水温、盐度与 pH

全年水温年均值为 25.4°C ，盐度均值 27.65 ，pH 均值 7.96 。一般来说，水温在 $25^{\circ}\text{C} \sim 27^{\circ}\text{C}$ 、pH 在 $7.9 \sim 8.2$ 比较适合养殖生物生长；而盐度会间接影响生物的生物代谢和渗透压等，因此不能过高也不能过低，且需要保持稳定^[5-9]。由表 1 可知，近年来三沙湾增养殖区水

表 1 三沙湾水环境历史监测数据比较^[3,10-11]

项目	1983—1985 年	1990—1991 年	1998 年	2000 年	2005 年	2011 年
水温/ $^{\circ}\text{C}$	19.33	20.58		23.08	27.81	25.400
盐度	29.41	30.16		26.79	29.49	27.650
pH		8.22		8.05	7.98	7.960
$L_{\text{COD}}/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$		0.75		0.52	0.22	0.510
溶解氧/ $(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	7.55	7.38	6.480	6.27	5.81	5.600
磷酸盐/ $(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	0.01	0.02	0.019	0.02	0.06	0.043
无机氮/ $(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	0.16	0.19	0.243	0.31	0.41	0.380
油类/ $(\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1})$		14.5	15.600		56.28	12.00
镉/ $(\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1})$		0.01	0.1650		0.07	0.140
铅/ $(\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1})$		0.60	0.620		1.28	0.890
铜/ $(\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1})$		0.71			2.41	3.750

温逐渐升高，pH 有所降低，盐度则保持了相对稳定，基本都处在养殖生物最适生长的范围内，因此该海域的水温、盐度、pH 适合渔业养殖。

3.2 溶解氧、化学耗氧量和油类

三沙湾增养殖区的溶解氧、化学耗氧量和油类的单项评价指数范围为 $0.17 \sim 0.81$ ，综合评价指数为 0.47 ，均符合二类海水水质标准。

根据 20 世纪 80 年代以来的历史调查数据^[3]，三沙湾增养殖区化学需氧量变化较小，溶解氧含量逐年缓慢降低，油类除 2005 年较高外，其余年份也相对变化较小，不会对海水养殖带来较大的影响。

3.3 营养盐

三沙湾增养殖区的无机氮和活性磷酸盐的

单项质量指数分别为 1.28 和 1.43 ，均超过二类海水水质标准。从三沙湾的地理环境看，腹大口小的半封闭型的海湾特点决定了其水体交换能力弱；另外由于近年来人类剧烈的海洋开发活动导致大量的营养盐进入到海域，再加上湾内海水养殖规模巨大，素有“海上渔城”之称，使得海水中氮、磷超养殖海水标准，极易引起近岸水体富营养化，引发赤潮，影响渔业养殖。

富营养化是水体衰老的一种表现，随着有机物质和营养盐的不断输入，当其含量超过该生态系统的自净能力时，水体就出现富营养化。一般认为，造成海区富营养化的主要营养物质是氮、磷^[12]。本研究根据营养状态指数（E）的大小来表示该水域的富营养化状况^[13]。

根据表 2 的监测结果，计算得三沙湾增养

殖区的富营养化指数 E 值为 1.85, 即水质已经呈富营养化状态。从表 1 可知, 三沙湾增养殖区在 2000 年、2000 年—2006 年均出现富营养化现象, 海水中的氮和磷浓度在过去 30 年中分别增加了 1.4 倍和 3.3 倍, 而化学需氧量变化不大 (图 2), 因此应严格控制三沙湾增养殖区的营养盐输入, 同时调整养殖的规模、品种和布局, 保持生态平衡和养殖均衡, 缓解富营养化的程度, 避免养殖海域赤潮发生。

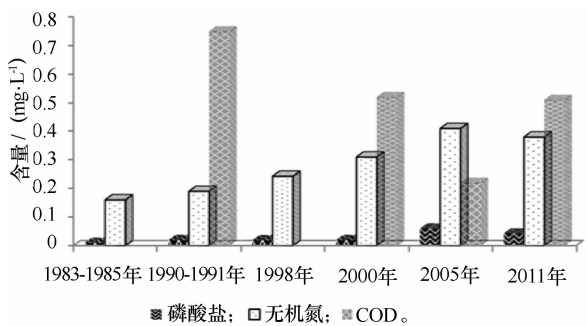


图 2 三沙湾增养殖区营养盐和 COD 年际变化

表 2 三沙湾增养殖区水质监测结果统计

监测项目	年均值	二类水质标准	污染指数
水温	25.4℃	/	/
盐度	27.65	/	/
pH	7.96	/	/
化学耗氧量/ (mg·L ⁻¹)	0.51	3.00	0.17
溶解氧/ (mg·L ⁻¹)	5.60	5.00	0.81
活性磷酸盐/ (mg·L ⁻¹)	0.043	0.030	1.43
无机氮/ (mg·L ⁻¹)	0.38	0.30	1.28
石油类/ (mg·L ⁻¹)	0.01	0.05	0.24
总汞/ (μg·L ⁻¹)	0.09	0.20	0.45
镉/ (μg·L ⁻¹)	0.14	5.00	0.03
铅/ (μg·L ⁻¹)	0.89	5.00	0.18
铜/ (μg·L ⁻¹)	3.75	10.00	0.38
砷/ (mg·L ⁻¹)	0.006	0.030	0.20

3.4 重金属

重金属具有来源广、残毒时间长和富集性, 污染后难于发现和恢复, 对水生生物和人体健康有较大的负面影响。水体中的部分重金属离子 (如铜、锰、铬) 在浓度适量时还对赤潮生物的生长有生长促进作用, 引发赤潮^[14]。

三沙湾增养殖区的总汞、镉、铅、铜和砷的均值分别为 0.09 μg/L、0.14 μg/L、0.89 μg/L、3.75 μg/L 和 0.006 mg/L。从表 1 可知, 近 20 年来, 铜含量逐年增加, 90 年代初为 0.71 μg/L, 2011 年则达到了 3.75 μg/L, 增加了 5 倍; 而镉和铅的含量则表现为先增加再降低, 总体变现为升高趋势 (图 3)。

总体来看, 各重金属的单项质量指数变化范围为 0.03~0.45, 综合评价指数为 0.25, 均符合二类海水水质标准。

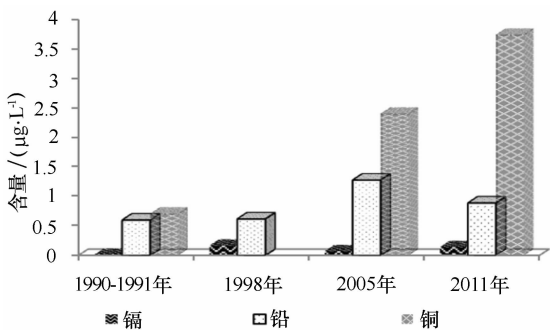


图 3 三沙湾增养殖区营养盐和 COD 年际变化

4 结论

- (1) 三沙湾增养殖区有较高水温、稳定的盐度和适合的 pH, 虽然近年来均有所变化, 但仍有利于渔业养殖。
- (2) 溶解氧、化学耗氧量和油类均符合二类海水水质标准, 其相对较小的年际变化不会

对海水养殖带来较大的影响。

(3) 海水中无机氮和活性磷酸盐含量超二类海水水质标准, 呈富营养化状态; 重金属含量均符合二类海水水质标准, 但近 20 年来铜含量正逐年增加, 应严格控制营养盐和重金属物质进入海洋, 防止赤潮发生。

参考文献

[1] 蔡玉婷. 三沙湾生态环境及水产品卫生质量的研究[J]. 福建水产, 2004(2): 49—55.

[2] 黄标, 钱鲁闽, 刘家富. 福建三都澳水产养殖区氮磷含量及潜在富营养化程度分析[J]. 台湾海峡, 2002, 21(4): 411—415.

[3] 刘家富, 郑钦华, 陈洪清, 等. 三沙湾的水质状况[J]. 台湾海峡, 2003, 22(2): 201—204.

[4] 蔡清海, 杜琦, 钱小明, 等. 福建省三沙湾海洋生态环境质量综合评价[J]. 海洋学报, 2007, 29(2): 156—160.

[5] 胡译匀. 盐度和温度对扇贝生长的影响实验[J]. 现代农业科技, 2009(10): 189.

[6] 章征忠, 张兆琪, 董双林, 等. pH、盐度、碱度对淡水养殖种类影响的研究进展[J]. 中国水产科学,

1999, 6(4): 95—99.

[7] 曹伏君, 刘志刚, 罗正杰. 海水盐度、温度对文蛤稚贝生长及存活的影响[J]. 应用生态学报, 2009, 20(10): 2545—2550.

[8] 陈坚, 边平江. 低盐度对日本对虾养殖的影响[J]. 浙江海洋学院学报: 自然科学版, 1994(4): 289—292.

[9] 关志安, 茅志英. 长江口低盐度海水对虾养殖初探[J]. 水产科技情报, 1987(2): 14.

[10] 石宁, 徐建辉. 三沙湾水环境趋势分析[EB/OL]. (2008—04—16) [2012—07—14]. <http://www.paper.edu.cn>.

[11] 蔡海清. 福建三沙湾海洋生态环境研究[J]. 中国环境监测, 2007, 32(6): 101—105.

[12] 国家海洋局教育司. 海洋环境保护与监测[M]. 北京: 海洋出版社, 1998: 38—39.

[13] 邹景忠, 董丽萍, 秦保平, 等. 渤海湾富营养化和赤潮的初步探讨[J]. 海洋科学, 1983, 4(2): 41—54.

[14] 国家海洋局第三海洋研究所. 厦门港赤潮调查论文集[C]. 北京: 海洋出版社, 1993: 1—150.