

文章编号: 1674 - 5566(2014)04 - 0582 - 06

三沙湾盐田港海水养殖海域水质调查与评价

胡 明^{1,2,3}, 韦章良^{1,2,3}, 韩红宾^{1,2,3}, 崔建军^{1,2,3}, 霍元子^{1,2,3}, 何培民^{1,2,3}

(1. 上海海洋大学 水产与生命学院, 上海 201306; 2. 水域环境生态上海高校工程研究中心, 上海 201306; 3. 上海海洋大学 海洋科学研究院, 上海 201306)

摘 要: 根据 2012 年 8 月 - 2013 年 7 月为期一年、每月一次的对三沙湾盐田港海水养殖海域水环境质量的监测结果, 分析了该海域基本理化指标以及营养盐的特征与变化趋势, 并应用有机污染评价指数(A)、营养状态指数(E)和海水营养状态质量指数(NQI)法评价了该海水养殖海域的水环境质量状况。结果表明, 盐田港海域悬浮物含量符合Ⅲ类海水水质标准, pH 符合Ⅲ至Ⅳ类海水水质标准。溶解无机氮(DIN)和溶解无机磷(DIP)符合Ⅳ类至劣Ⅳ类的海水水质标准, 年平均值分别为 0.644 和 0.061 mg/L, 范围分别在 0.256 ~ 1.147 和 0.027 ~ 0.103 mg/L 之间。NO₃-N 占 DIN 的比例平均为 82.86%。盐田港海水养殖海域的 DIN 和 DIP 的浓度已处于较高的水平。有机污染评价指数和海水营养状态指数的评价显示, 盐田港海水养殖海域已经处于严重的富营养化状态, 同时有机污染相当严重。分析表明盐田港海水养殖的自身污染是导致该养殖海域富营养化与有机污染严重的重要原因之一。

研究亮点: 首次对典型封闭型海湾三沙湾盐田港的海水养殖海域进行了系统的水环境质量调查, 阐释了该海域水环境质量的特征与变化趋势, 评价了该海域的有机污染状况和富营养化程度, 综合分析导致了该养殖海域水体富营养化状况的原因。

关键词: 三沙湾; 营养盐; 富营养化; 海水养殖; 封闭海湾

中图分类号: S 912

文献标志码: A

三沙湾位于福建省东北部沿海, 海岸线曲折, 海湾水域开阔, 仅 3.5 km 宽的东冲口与东海相通, 为我国典型的近海封闭型海湾。该湾汇集了交溪、霍童溪和杯溪流域的淡水输入, 咸淡水交混、营养盐丰富、浮游生物繁多, 不仅是中国著名的大黄鱼产卵场, 也是多种水产动物的繁育场^[1-2]。但是, 由于海水养殖对环境有一定的负面影响^[3], 而且近海封闭型海湾的自净能力较弱, 可能引起原本的生态环境退化, 因此掌握三沙湾的水质情况, 对如何更好地保护三沙湾的生态环境, 促进当地海水产养殖业的可持续发展都具有重要的意义。

因此, 于 2012 年 8 月 - 2013 年 7 月对三沙湾的盐田港海水养殖海域进行水环境质量的监

测和数据收集, 分析该海水养殖区域水环境质量的特征与变动趋势, 并对其水体富营养化状况和有机污染状况进行分析和评价, 为优化盐田港现有的海水养殖模式和改善水环境质量状况提供基础资料。

1 材料与方 法

1.1 调查区域和采样站位设置

选取福建省三沙湾内的盐田港(26.72° ~ 26.84° N, 119.76° ~ 119.83° E)作为调查研究区域, 该区域海水养殖种类主要包括大黄鱼(*Pseudosciaena crocea*)、长牡蛎(*Crassostrea gigas*)、龙须菜(*Gracilaria lemaneiformis*)和海带(*Laminaria japonica*)等。根据盐田港的生境特征

收稿日期: 2014-03-14 修回日期: 2014-04-27

基金项目: 国家海洋公益性行业科研专项(201205009-5); 国家科技支撑计划课题(2012BAC07B03); 上海高校一流学科建设项目(海洋科学 0707)

作者简介: 胡 明(1988—), 女, 硕士研究生, 研究方向为海水养殖生态学。E-mail: huming0651@163.com

通信作者: 霍元子, E-mail: yzhuo@shou.edu.cn

与海水养殖状况,共设置 10 个采样点(图 1)。

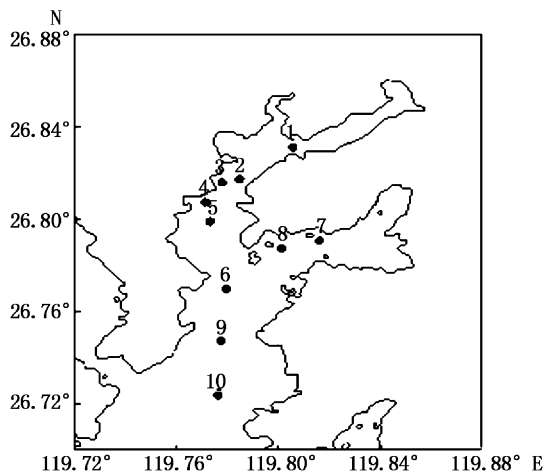


图 1 盐田港调查站位图

Fig.1 Location of sampling sites in Yantian Harbor

1.2 监测时间、指标与评价方法

2012 年 8 月 - 2013 年 7 月共 12 个航次对 10 个采样站位进行调查采样。样品的现场采集和测量按照《海洋调查规范》(GB 12763. 4—2007)^[4]中的规定执行。采集表层水样,现场应用 YSI 多参数水质分析仪测定 pH、表层水温(SST)和盐度(S),用透明度盘测量水体透明度(SD)。应用碘量法测定溶解氧(DO)含量,碱性高锰酸钾法测量化学需氧量(COD),重量法测量水体悬浮物(SS)。将 500 mL 水样经 0.45 μm 醋酸纤维滤膜过滤后冷冻保存带回实验室,经丙酮萃取后应用 Turner 荧光仪测定叶绿素 a(Chl. a)的含量。将现场抽滤过的水样带回实验室,进行氨氮(NH₄-N)、亚硝酸盐氮(NO₂-N)、硝酸盐氮(NO₃-N)、磷酸盐(PO₄-P)、总氮(TN)和总磷(TP)的测定。本文中以 NH₄-N、NO₂-N 和 NO₃-N 浓度之和作为溶解无机氮(DIN)含量,以 PO₄-P 作为溶解无机磷(DIP)含量。

1.3 评价方法

1.3.1 水体富营养化的评价方法

采用营养状态指数(*E*)和海水营养状态质量指数(*NQI*)两种评价方法对调查区域的水体状况进行评价。*E* 的评价公式如下^[5]:

$$E = C \times N_1 \times P_1 \times 10^6 / 4500 \quad (1)$$

式中:*C*、*N*₁ 和 *P*₁ 分别为 COD、DIN、DIP 在水体中的实测浓度,单位均为 mg/L。当 *E* ≥ 1 时,水体呈富营养化状态。

NQI 的评价公式如下^[5-7]:

$$NQI = C / C_0 + N_T / N_{T0} + P_T / P_{T0} + C_a / C_{a0} \quad (2)$$

式中:*C*、*N*_T、*P*_T 和 *C*_a 分别为 COD、TN、TP 和 Chl. *a* 在水体中的实测浓度;*C*₀、*N*_{T0}、*P*_{T0} 和 *C*_{a0} 的值分别为 3.0 mg/L、0.6 mg/L、0.03 mg/L 和 5.0 μg/L。

若 *NQI* 值 > 3,则为富营养水平;若 *NQI* 值为 2 ~ 3,则为中等营养水平;若 *NQI* 值 < 2,则为贫营养水平。

1.3.2 有机污染评价

采用有机污染评价指数(*A*)法对实验区域的水体进行评价和分级。有机污染评价指数(*A*)的评价公式如下^[8]:

$$A = C / C_0' + N_1 / N_{10} + P_1 / P_{10} - D / D_0 \quad (3)$$

式中:*A* 为有机污染指数;*C*、*N*₁、*P*₁ 和 *D* 分别为 COD、DIN、DIP 和 DO 在水体中的实测浓度;*C*₀'、*N*₁₀、*P*₁₀ 和 *D*₀ 的值分别为 GB 3097—1997^[9]中相应要素的一类海水水质标准,其值依次为 2.0、0.20、0.015 和 6 mg/L。*A* < 0,水质良好;*A* = 0 ~ 1,水质较好;*A* = 1 ~ 2,水质开始受到污染;*A* = 2 ~ 3,水质属轻污染;*A* = 3 ~ 4,水质属中污染;*A* > 4,水质属重污染。

1.4 数据处理

数据用 SPSS 13.0 软件做 ANOVA 分析和 Duncan 氏多重比较,以 *P* < 0.05 作为差异显著水平,所得数据结果均以平均值 ± 标准差表示。

2 结果

2.1 基本理化指标的变化情况

2012 年 8 月 - 2013 年 7 月盐田港的水温(SST)、盐度(S)、pH、透明度(SD)、溶解氧(DO)、化学需氧量(COD)、悬浮物(SS)和叶绿素 a(Chl. *a*)的测量结果见图 2。盐田港全年的平均温度为 20.73 °C。年平均盐度为 23.99。透明度的变化范围较大,在 0.45 ~ 1.27 m 之间,年平均值为 0.72 m。pH 的变化范围较小,在 7.53 ~ 7.89 之间,年平均值为 7.73。DO 值的变化趋势和温度相反,范围为 5.98 ~ 8.14 mg/L,年平均值为 7.14 mg/L。COD 的年平均值为 0.84 mg/L,没有明显的变化规律。水体悬浮物在 11.39 ~ 36.64 mg/L 之间,年平均值为 21.55 mg/L。Chl. *a* 的最高值出现在 4 月,为 4.46 μg/L,最低值在 12 月,为 0.63 μg/L,年平均值为 2.20 μg/L。

根据《中华人民共和国海水水质标准》(GB

3097—1997)^[9], DO 值和 COD 值均符合 I 类海水水质标准, SS 含量均符合 III 类海水水质标准。

而盐田港 8~12 月所有站位以及 1~7 月部分站位的 pH 均符合 III 至 IV 类海水水质标准。

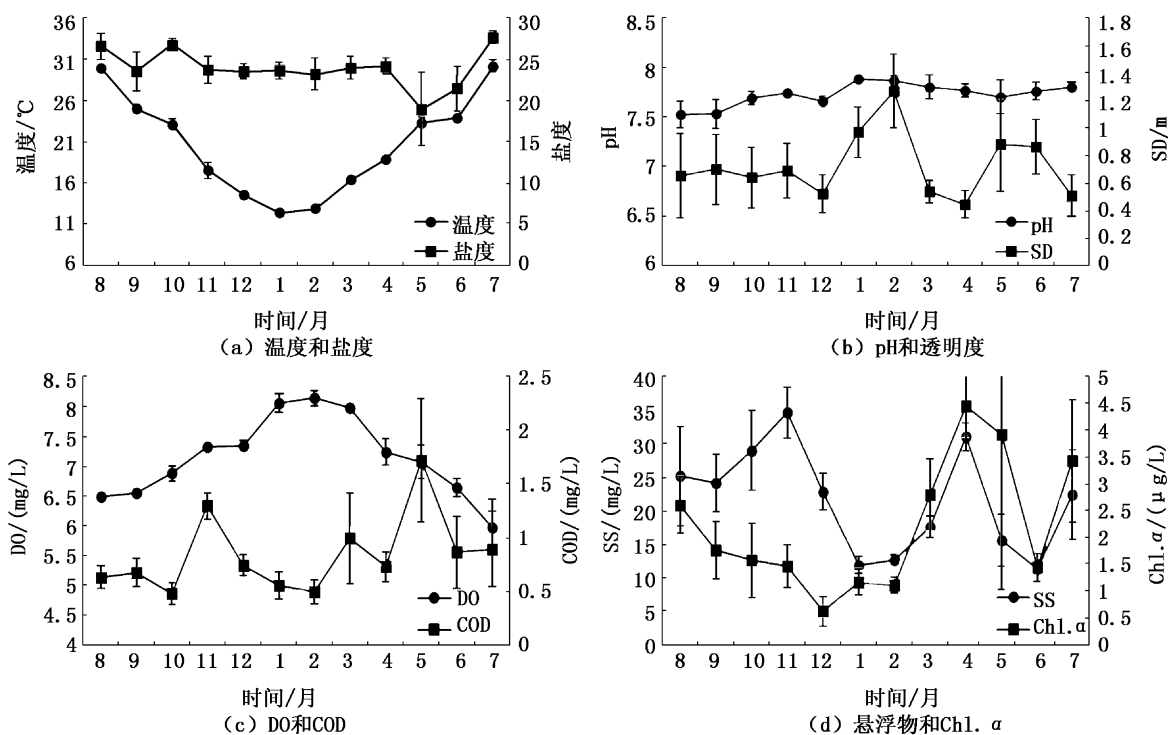


图 2 盐田港全年水温、盐度、pH、透明度、溶解氧、化学需氧量、悬浮物和叶绿素 a 的变化

Fig. 2 Variations of temperature, salinity, pH, transparency, dissolved oxygen, chemical oxygen demand, suspended solids and Chl. a in Yantian Harbor throughout the year

2.2 溶解无机氮磷的变化情况

2012 年 8 月—2013 年 7 月盐田港的 DIN 和 DIP 的监测结果如图 3 所示。盐田港水体中 DIN 的年平均值为 0.644 mg/L, 最高值和最低值分别为 1.147 mg/L 和 0.256 mg/L, 其中 $\text{NO}_3\text{-N}$ 占

DIN 的比例最大, 为 82.86%。DIP 的年平均值为 0.061 mg/L, 最高值和最低值分别为 0.103 mg/L 和 0.027 mg/L。盐田港的湾内 DIN 与 DIP 浓度显著高于湾口, 两者的浓度呈现自盐田港湾内向湾口递减趋势。

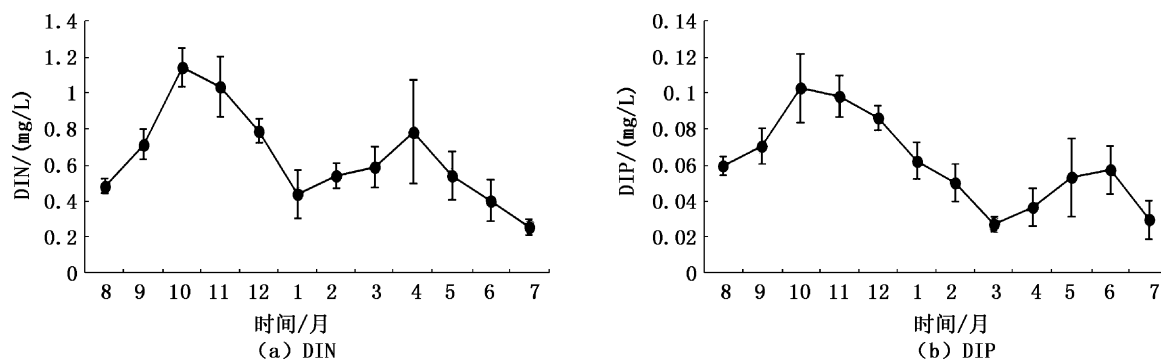


图 3 一年中盐田港水体中 DIN 和 DIP 浓度的变化

Fig. 3 Variations of DIN and DIP concentrations in Yantian Harbor throughout the year

盐田港的 DIN 和 DIP 除了在个别月份中某些站位符合 II 类或 III 类海水水质标准以外,绝大多数均符合 IV 类至劣 IV 类海水水质标准^[9]。

2.3 水体有机污染状况分析

2012 年 8 月 - 2013 年 7 月盐田港水体有机污染指数 (*A*) 的月平均值最低为 2.68, 最高为 11.70, 年平均值为 6.52 (表 1)。根据 *A* 的评价标准, 盐田港水域在 8 - 12 月时, 整个水体均处于重有机污染的情况, 在 1 - 6 月, 50% 以上的区域仍然处于重污染情况, 只在 7 月份水质的状态稍有好转, 处于开始污染至中污染的情况。

2.4 水体富营养化状况分析

COD、DIN 和 DIP 计算得到 12 个月份的营养状态指数 (*E*) 见表 2。从表中可以看出, 盐田港区域 *E* 的月平均值最低为 1.44, 最高可达 29.99, 年平均值为 8.37, 表明盐田港海水养殖区域的水质属于严重的富营养化状态。

TN 和 TP 的年平均值分别为 0.899 和 0.088 mg/L, 月平均值分别为 0.369 ~ 1.488 mg/L 和 0.057 ~ 1.128 mg/L, 变化趋势与 DIN 和 DIP 的

变化趋势相同。根据 COD、TN、TP 和 Chl. *a* 为参数计算的海水营养状态质量指数 *NQI* 的结果见表 2。盐田港水域 *NQI* 的月平均值为 3.47 ~ 7.32, 范围为 2.49 ~ 8.40, 表明盐田港海水养殖海域的水质已处于严重的富营养化状态。

表 1 盐田港水域的有机污染评价指数 (*A*)

Tab. 1 Organic pollution index (*A*) in Yantian Harbor

时间	<i>A</i>	
	平均数	范围
2012.08	5.60 ± 0.41	4.90 ~ 6.17
2012.09	7.53 ± 0.94	5.36 ~ 8.67
2012.10	11.70 ± 1.80	8.36 ~ 14.30
2012.11	11.18 ± 1.54	8.48 ~ 12.96
2012.12	8.87 ± 0.59	8.02 ~ 9.87
2013.01	5.26 ± 1.25	3.03 ~ 6.91
2013.02	4.93 ± 0.93	2.71 ~ 5.99
2013.03	3.90 ± 0.86	2.53 ~ 4.89
2013.04	5.50 ± 1.37	3.66 ~ 7.25
2013.05	5.92 ± 2.33	1.54 ~ 9.26
2013.06	5.14 ± 1.25	3.24 ~ 6.55
2013.07	2.68 ± 0.86	1.34 ~ 3.83

表 2 盐田港水域的营养状态指数 (*E*) 和海水营养状态质量指数 (*NQI*)

Tab. 2 Eutrophication index (*E*) and marine eutrophication quality index (*NQI*) in Yantian Harbor

时间	<i>E</i>		<i>NQI</i>	
	平均数	范围	平均数	范围
2012.08	4.07 ± 0.97	3.08 ~ 6.06	4.23 ± 0.42	3.33 ~ 4.86
2012.09	7.69 ± 2.11	2.85 ~ 10.79	5.52 ± 0.81	3.80 ~ 6.55
2012.10	13.06 ± 5.01	4.97 ~ 23.05	6.72 ± 1.03	4.73 ~ 8.20
2012.11	29.99 ± 8.63	17.11 ~ 40.83	7.32 ± 0.86	5.56 ~ 8.40
2012.12	11.27 ± 1.23	9.42 ~ 12.92	5.95 ± 0.32	5.40 ~ 6.36
2013.01	3.49 ± 1.60	1.35 ~ 6.39	3.65 ± 0.44	3.03 ~ 4.37
2013.02	3.02 ± 1.11	1.27 ~ 4.92	3.47 ± 0.14	3.22 ~ 3.71
2013.03	3.69 ± 2.03	1.04 ~ 6.61	5.51 ± 0.79	4.44 ~ 6.99
2013.04	4.44 ± 2.13	1.92 ~ 7.94	6.63 ± 0.73	5.66 ~ 7.84
2013.05	13.67 ± 11.21	0.73 ~ 32.28	5.61 ± 1.72	3.85 ~ 8.21
2013.06	4.57 ± 2.53	1.46 ~ 9.15	3.61 ± 0.64	2.54 ~ 4.31
2013.07	1.44 ± 0.67	0.60 ~ 2.51	3.50 ± 0.59	2.49 ~ 4.13

3 讨论

近几十年来, 随着现代化工农业生产的迅猛发展, 沿海地区人口的增多, 大量工、农业和生活污水等陆地污染物排入海洋, 导致了近海、海湾富营养化程度日趋严重^[10]。有研究显示, 我国进入海洋环境的污染物中陆源污染物约占 90%^[11]。其中由于沿海开发程度的不断增高和

海水养殖业的不断扩大, 含有丰富有机物质和营养的养殖系统废水大量注入海洋^[12], 近岸养殖已经带来了养殖海域的自身污染^[10]。

本次调查的结果显示, 盐田港年平均温度和盐度均略低于三沙湾的年均值^[13]。盐田港海域 SS 含量均符合 III 类海水水质标准, 盐田港 8 ~ 12 月所有站位以及 1 - 7 月部分站位的 pH 均符合 III 至 IV 类海水水质标准, 已低于海水养殖生物

正常生长的 pH 范围^[14]。而 DIN 和 DIP 符合 IV 类至劣 IV 类的海水水质标准。根据三沙湾的相关调查结果,2009 - 2010 年盐田港的 pH 为 8.17 ~ 8.26^[15],而本次调查结果则是 7.53 ~ 7.89,变化明显;本次调查的盐田港水域 DIN 平均值(0.644 mg/L)接近往年三沙湾整体水域 DIN 的最大值(0.682 mg/L,1991 - 2010 年),DIP 的平均值(0.061 mg/L)也超过了往年三沙湾整体水域 DIP 平均值的最大值(0.042 mg/L,2009 - 2010 年)^[1,15-16]。与国内其他进行海水养殖的海湾相比,如钦州湾、粤东柘林湾增养殖区、钦州湾茅尾海等地,盐田港的 DIN 和 DIP 浓度都处于较高的水平^[17-19]。

盐田港水体的 *A* 的范围为 2.68 ~ 11.70,年平均值为 6.52;盐田港区域 *E* 的范围为 1.44 ~ 29.99,年平均值为 8.37;*NQI* 的月平均值为 3.47 ~ 7.32,范围为 2.49 ~ 8.40。研究表明,2005 - 2006 年三沙湾整体的 *E* 在 1.2 左右,2011 年三沙湾增养殖区的 *E* 为 1.85^[13,20];另据朱峰等人的研究表明,2011 年 5 月和 8 月三沙湾网箱养殖区的 *E* 分别为 2.51 和 3.14^[21]。本研究表明,实验期间盐田港养殖水域的营养状态指数 *E* 远远高于三沙湾平均水平。因此,盐田港海水养殖海域与三沙湾其他海域相比已经处于严重的富营养化状态,有机污染也相当严重。

盐田港的海水养殖业发展迅速,海水鱼类网箱养殖带来的污染也不可忽视。根据走访,一个大约养殖了 10.5 t 大黄鱼的渔排,每天的投饵量就有 650 kg。另有研究表明,投入海水鱼类养殖系统的饲料中,约有 85% 的磷、80% ~ 88% 的碳和 52% ~ 95% 的氮通过残饵、排泄和呼吸进入周围环境^[22];每养成 1 t 鱼,排放到环境中 N 的量为 75 ~ 156 kg,P 的量为 8.2 ~ 32.3 kg^[23-24]。而根据调查,整个盐田港鱼类养殖的面积约为 2.13 km²,鱼的年产量大概是 1 500 t;牡蛎养殖的面积约为 3.33 km²,整个盐田的年产量约为 1 015 t;盐田共养殖海参约 1 040 口,总产量约为 156 t。这可能是导致盐田港海域水质污染状况较为严重的一个重要原因。

综合来看,盐田港海水养殖海域已经处于严重富营养化状态,有机污染也相当严重。三沙湾是典型的封闭型海湾,这决定了三沙湾的水体交换能力弱,再加上大规模海水养殖向周围海域输

出溶解无机氮磷与悬浮颗粒有机物等废物,进一步加剧了富营养化的进程。这可能会引发对生态系统的负面效应,降低养殖生物对大规模赤潮和病害的抵抗能力^[25]。因此应合理布局海水养殖区域,调整养殖的规模和养殖品种,建立和推广海水多营养层次综合养殖(IMTA)模式,以缓解富营养化的程度,实现海水养殖的可持续发展。

参考文献:

- [1] 蔡清海. 福建三沙湾海洋生态环境研究[J]. 中国环境监测, 2007, 23(6): 101 - 105.
- [2] 刘义峰. 三沙湾海水中磷的分布和富营养化研究[J]. 环境保护科学, 2013, 39(4): 43 - 47.
- [3] YU J, YANG Y F. Physiological and biochemical response of seaweed *Gracilaria lemaneiformis* to concentration changes of N and P[J]. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 2008, 367(2): 142 - 148.
- [4] 国家技术监督局. GB 12763.4—2007 海洋调查规范[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [5] 国家海洋局. 海水增养殖区监测技术规程[EB/OL]. 2007-04-12 [2013-10-26]. http://www.soa.gov.cn/bmzz/jgbmzz/ghs/2002/201211/t20121107_13844.html.
- [6] 李成高, 崔毅, 陈碧鹃, 等. 唐岛湾网箱养殖区底层水营养盐变化及营养状况分析[J]. 海洋水产研究, 2006, 27(5): 56 - 61.
- [7] 彭云辉, 王肇鼎. 珠江河口富营养化水平评价[J]. 海洋环境科学, 1991, 10(3): 7 - 13.
- [8] 全为民, 沈新强, 韩金娣. 长江口及邻近水域富营养化现状及变化趋势的评价与分析[J]. 海洋环境科学, 2005, 24(3): 1 - 5.
- [9] 国家环境保护局. GB 3097—1997 中华人民共和国海水水质标准[S]. 北京: 中国标准出版社, 1997.
- [10] 黄通谋, 李春强, 于晓玲, 等. 麒麟菜与贝类混养体系净化富营养化海水的研究[J]. 中国农学通报, 2010, 26(18): 419 - 424.
- [11] 费志良, 潘建林, 徐在宽, 等. 三角帆蚌对水体悬浮物和叶绿素 a 消除量的研究[J]. 海洋湖沼通报, 2005(2): 40 - 45.
- [12] MARINHO-SORIANO E, PANUCCI R A, CARNEIRO M A A, et al. Evaluation of *Gracilaria caudata* J. Agardh for bioremediation of nutrients from shrimp farming wastewater[J]. *Bioresource Technology*, 2009, 100(24): 6192 - 6198.
- [13] 马祖友, 夏永健, 石志洲, 等. 2011 年三沙湾增养殖区水环境质量评价[J]. 海洋开发与管理, 2013, 39(7): 75 - 78.
- [14] 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 - 98.

- [15] 邵留,于克锋,吴海龙,等. 三沙湾海域水质周年变化分析与评价[J]. 上海海洋大学学报, 2014, 23(2): 228 - 237.
- [16] 中国海湾志编纂委员会. 中国海湾志,第7分册[M]. 北京:海洋出版社, 1994.
- [17] 蓝文陆. 钦州湾枯水期富营养化评价及其近5年变化趋势[J]. 中国环境监测, 2012, 28(5): 40 - 44.
- [18] 朱小山,吴玲玲,杨瑶,等. 粤东柘林湾增养殖区氮磷的分布特征及其富营养化状态评价[J]. 海洋湖沼通报, 2005(3): 16 - 22.
- [19] 庄军莲,姜发军,许铭本,等. 钦州湾茅尾海周年环境因子及浮游植物群落特征[J]. 广西科学, 2012, 19(3): 263 - 267.
- [20] 刘修德. 福建省海湾数模与环境研究:三沙湾[M]. 北京:海洋出版社, 2009.
- [21] 朱峰,石志洲,凌信文,等. 宁德三沙湾网箱养殖与环境质量的关系[J]. 海洋通报, 2013, 32(2): 171 - 177.
- [22] SKRIPTSOVA A V, MIROSHNIKOVA N V. Laboratory experiment to determine the potential of two macroalgae from the Russian Far-East as biofilters for integrated multi-trophic aquaculture (IMTA) [J]. Bioresource Technology, 2011, 102(3): 3149 - 3154.
- [23] 王肇鼎,彭云辉,孙丽华. 大鹏澳网箱养鱼水体自身污染及富营养化研究[J]. 海洋科学, 2003, 27(2): 77 - 80.
- [24] 黄小平,温伟英. 上川岛公湾海域环境对其网箱养殖容量限制的研究[J]. 热带海洋, 1998, 17(4): 57 - 64.
- [25] 朱小山,杨炼锋. 广东柘林湾海水增养殖区环境质量评价[J]. 海洋通报, 2005, 24(1): 87 - 91.

The survey and assessment of water environmental quality in the mariculture area in the enclosed Sansha Bay

HU Ming^{1,2,3}, WEI Zhang-liang^{1,2,3}, HAN Hong-bin^{1,2,3}, CUI Jian-jun^{1,2,3}, HUO Yuan-zi^{1,2,3}, HE Pei-min^{1,2,3}

(1. College of Fisheries and Life Sciences, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 2. Water Environment and Ecology Engineering Center of Shanghai Institute of Higher Education, Shanghai 201306, China; 3. Marine Scientific Research Institute, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract: Based on investigation data obtained from August 2012 to July 2013, the surface water temperature (SST), salinity (S), pH, transparency (SD), dissolved oxygen (DO), chemical oxygen demand (COD), suspended solids (SS), Chl. *a* and nutrients were analyzed in the mariculture area of Yantian Harbor, Sansha Bay. And the water quality and eutrophication conditions were also evaluated on the basis of organic pollution index (*A*), eutrophication index (*E*) and nutrient quality index (*NQI*) methods. The results showed that the suspended solids complied with the Grade III, and the pH generally complied with the Grade III to IV, while the inorganic nitrogen (DIN) and inorganic phosphorus (DIP) complied with the Grade IV or even worse than Grade IV according to "Seawater Quality Standard" (GB 3097 - 1997). The average concentration of DIN and DIP was 0.644 and 0.061 mg/L with the range of 0.256 - 1.147 and 0.027 - 0.103 mg/L, respectively. NO₃-N was the main form of DIN, which accounted for 74.83% of DIN. The DIN and DIP concentration in this mariculture area was at a higher level. The values of *A*, *E* and *NQI* demonstrated that the seawater was under serious eutrophication condition, and the organic pollution was also very serious. The self-pollution of mariculture was the main cause leading to serious eutrophication situation.

Key words: Sansha Bay; nutrients; eutrophication; mariculture; enclosed bay