

黄岛区南部海域营养水平和有机 污染状况分析与评价*

过 锋 陈聚法^① 张 艳 陈碧鹃

(农业部海洋渔业可持续发展重点实验室 山东省渔业资源与生态环境重点实验室
中国水产科学研究院黄海水产研究所 青岛 266071)

摘要 利用 2008–2013 年水质调查资料, 分析了青岛市黄岛区南部海域营养盐分布与变化特征, 并采用营养指数(*E*)法和有机污染综合指数(*A*)法对该海域海水的营养状况和有机污染状况进行了评价。结果显示, (1) 2012–2013 年调查期间, 无机氮含量范围为 20.82–197.62 $\mu\text{g/L}$, 活性磷酸盐为 4.52–52.91 $\mu\text{g/L}$, COD 为 0.39–1.25 mg/L 。除个别站点活性磷酸盐含量超标外, 其余站点活性磷酸盐含量以及全部站点无机氮和 COD 含量均符合二类海水水质标准要求。(2) 调查海域无机氮以春季最高(86.42 $\mu\text{g/L}$), 秋季次之, 夏季最低(38.59 $\mu\text{g/L}$); 活性磷酸盐以秋季最高(18.68 $\mu\text{g/L}$), 春季次之, 夏季最低(9.10 $\mu\text{g/L}$); COD 以夏季最高(0.962 mg/L), 秋季次之, 春季最低(0.682 mg/L)。 (3) 调查海域无机氮和 COD 含量 2008–2011 年呈逐年降低的变化趋势, 2012 年又有所增高; 活性磷酸盐含量 2008–2010 年呈逐年降低的变化趋势, 2010–2012 年呈逐年增高的变化趋势。研究表明, 调查海域海水的营养水平较低, 未达到富营养化水平, 发生赤潮的可能性较小。调查海域水质状况良好, 未受到有机污染。

关键词 营养盐; 营养状况; 有机污染状况; 黄岛区近岸海域

中图分类号 X824 **文献标识码** A **文章编号** 2095-9869(2015)04-0044-07

青岛市黄岛区海域位于黄海中部, 北起胶州湾西岸的红石崖街道沿海, 南至黄家塘湾口北侧。海岸线长, 海湾较多, 自北向南依次为胶州湾、唐岛湾、灵山湾、古镇口湾、龙湾、琅琊台湾(内有陈家贡湾)、棋子湾和黄家塘湾; 较大的河流有风河和白马河; 区域内有灵山岛、斋堂岛和沐官岛等。该海域滩涂贝类资源较为丰富, 礁石区有海参、鲍鱼等生物资源。黄岛沿海水产养殖业比较发达, 主要有浅海筏式养殖、浅海底播杂色蛤仔养殖、浅海珍品增养殖以及网箱鱼类养殖等。本研究所称的黄岛区南部海域是指唐岛湾以南、日照市以北海域, 该海域是黄岛区重要的海水养殖区, 也是青岛市海岸和海洋开发活动最为活跃的区域之一。选择该海域进行生态环境调查研究, 既可

了解养殖环境的质量现状, 又可分析评价海岸和海洋开发活动对海域生态环境的影响。研究结果为制定和实施海洋开发规划和调整海水养殖生产布局提供基础资料, 旨在促进海洋开发和环境保护的和谐统一。

有关胶州湾和唐岛湾海水营养盐的分布变化与富营养化状况已有诸多研究结果(过锋等, 2005、2012; 赵俊等, 2011; 孙丕喜等, 2005; 姚云等, 2004、2007; 沈志良, 2002; 张均顺等, 1997; 张哲等, 2009; 周艳荣等, 2008; 沈春宁等, 2007; 李成高等, 2006), 黄岛区南部海域海流和生物环境状况也有报道(刘伟峰等, 2006; 曲静等, 2009), 但黄岛区南部海域营养盐、海水营养状况和有机污染状况系统研究结果未见报道。本研究依据 2008–2013 年水质调查资料, 对黄

* 农业部贝类专项课题(13-Q52201302)资助。过 锋, E-mail: guofeng@ysfri.ac.cn

① 通讯作者: 陈聚法, 研究员, E-mail: chenjf@ysfri.ac.cn

收稿日期: 2014-07-25, 收修改稿日期: 2014-08-26

岛区南部海域营养盐和化学需氧量的分布及其变化特征进行了系统分析, 并对海水营养状况和有机污染状况进行了评价, 便于及时了解该海域的环境质量现状及其动态变化特征, 并为制定近岸海域生态环境保护措施提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 调查方法

1.1.1 调查区域与站位设置 调查区域为青岛市黄岛区南部近岸海域(图 1), 水深为 5–23 m, 调查海域面积 500 km² 左右。2008–2012 年调查共设置 14 个站位(图 2A, 表 1), 调查时间为每年 11 月。2013 年调查共布设 12 个调查站位(图 2B, 表 2), 调查时间为 5 月和 9 月。

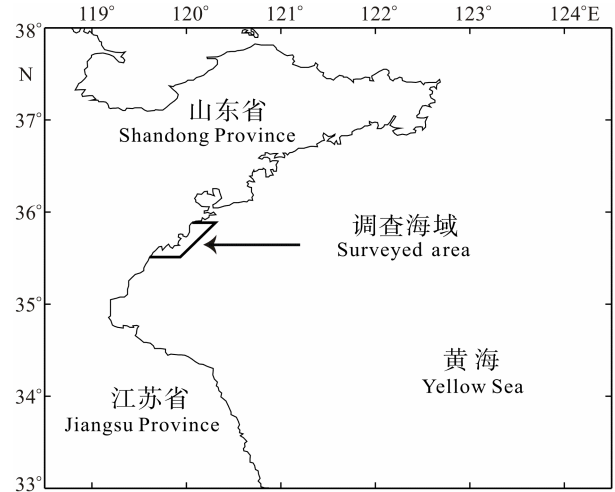


图 1 调查海域

Fig.1 Sketch map of the surveyed area

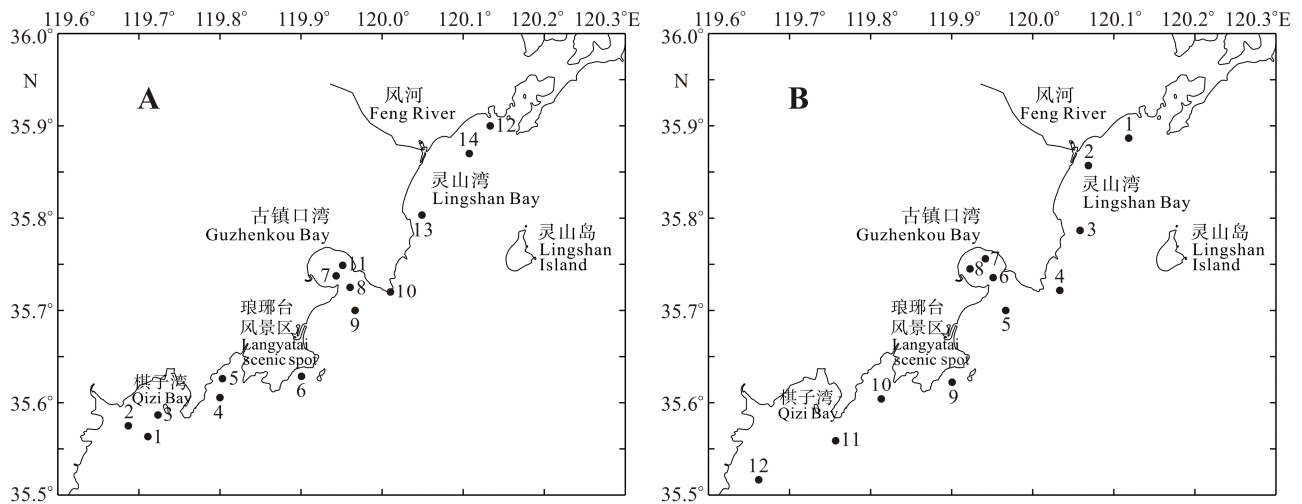


图 2 采样点分布

Fig.2 Location of the sampling stations

表 1 2008–2012 年采样点位置

Tab.1 Position of the sampling stations from 2008 to 2012

站号 St. No.	位置 Position	站号 St. No.	位置 Position
1	35°33'48"N, 119°42'40"E	8	35°43'30"N, 119°57'38"E
2	35°34'30"N, 119°41'13"E	9	35°42'00"N, 119°58'00"E
3	35°35'13"N, 119°43'24"E	10	35°43'18"N, 120°00'37"E
4	35°36'20"N, 119°48'00"E	11	35°44'56"N, 119°57'05"E
5	35°37'34"N, 119°48'11"E	12	35°54'00"N, 120°08'00"E
6	35°37'43"N, 119°54'02"E	13	35°48'12"N, 120°02'57"E
7	35°44'15"N, 119°56'36"E	14	35°52'12"N, 120°06'27"E

1.1.2 调查项目与分析方法 调查项目包括水温、盐度、透明度、pH、DO、COD、亚硝酸盐氮、硝酸盐氮、氨氮、无机氮、活性磷酸盐、悬浮物、石油类、重金属(铜、锌、铅、镉、汞)、砷等。本研究仅对 DO、COD 和营养盐数据进行分析。样品采集和检测均按

《海洋监测规范》(GB 17378-2007)规定的方法进行。

1.2 评价方法

1.2.1 单项指标评价 采用单项指数法, 依据《海水水质标准》(GB 3097-1997)中的第二类标准(表 3),

表2 2013年采样点位置

Tab.2 Position of the sampling stations in 2013

站号 St. No.	位置 Position	站号 St. No.	位置 Position
1	35°53'12"N, 120°07'06"E	7	35°45'22"N, 119°56'30"E
2	35°51'25"N, 120°04'07"E	8	35°44'42"N, 119°55'21"E
3	35°47'12"N, 120°03'30"E	9	35°37'20"N, 119°54'02"E
4	35°43'18"N, 120°02'00"E	10	35°36'15"N, 119°48'47"E
5	35°42'00"N, 119°58'00"E	11	35°33'32"N, 119°45'25"E
6	35°44'08"N, 119°57'04"E	12	35°34'53"N, 119°41'60"E

表3 水质指标评价标准

Tab.3 Assessment standard of water quality indices

指标 Index	无机氮 DIN	活性磷酸盐 DIP	化学需氧量 COD
标准值 Standard value(mg/L)	≤0.30	≤0.030	≤3

对调查海域无机氮、活性磷酸盐和化学需氧量的含量状况进行评价。

1.2.2 海水营养状况进行评价 采用营养指数(E)法,对监测海域营养状况进行评价。其计算公式(邹景忠等 1983)为:

$$E = \frac{DIN(\mu\text{g/L}) \times DIP(\mu\text{g/L}) \times COD(\text{mg/L})}{4500} \quad (1)$$

式中, E 为营养指数, DIN 为无机氮, DIP 为活

性磷酸盐, COD 为化学需氧量。

当 $E \leq 1$ 时,为贫营养水平;当 $E > 1$ 时,为富营养化水平; E 值越高,富营养化程度越严重。

1.2.3 海水有机污染状况评价 采用有机污染综合指数法,对该海域的有机污染状况进行评价,其计算公式(邹景忠等, 1983)为:

$$A = \frac{COD_i}{COD_s} + \frac{DIN_i}{DIN_s} + \frac{DIP_i}{DIP_s} - \frac{DO_i}{DO_s} \quad (2)$$

式中, A 为有机污染指数, COD_i 、 DIN_i 、 DIP_i 、 DO_i 分别为化学耗氧量、无机氮、无机磷和溶解氧实测值, COD_s 、 DIN_s 、 DIP_s 、 DO_s 分别为相应要素的一类海水水质标准,其值依次为 2.0、0.2、0.015、6.0 mg/L。按照有机污染分级标准(表4)来评价其有机污染程度。

表4 有机污染评价分级标准

Tab.4 Classification standard for organic pollution evaluation

A 值 A value	< 0	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5
有机污染级别 Organic pollution level	0	1	2	3	4	5
水质状况 Water quality condition	良好 Excellent	较好 Good	开始受污染 Primarily polluted	轻度污染 Slightly polluted	中度污染 Moderately polluted	严重污染 Seriously polluted

2 结果与分析

2.1 调查海域营养盐和化学需氧量分布

海洋中溶解态无机氮是浮游植物的主要营养盐之一,是浮游植物生长繁殖不可缺少的化学成分,由亚硝酸盐氮、硝酸盐氮和氨氮三部分组成。氮和磷是细胞原生质的重要组成部分,它们按一定比例被浮游植物所摄取,当任何一种要素含量低于或高于一定比值时,都会抑制生物的生长和繁殖甚至中毒死亡。海水中氮和磷主要由沿岸径流带入,其次是降雨和海洋生物的排泄以及尸体腐解,因此,具有明显的季节性和区域性变化。

2.1.1 无机氮 2012年11月调查海域无机氮含量范围为 42.80-128.32 $\mu\text{g/L}$,平均值为 74.65 $\mu\text{g/L}$,其中,

2号站无机氮含量最高,4号站含量最低(图3)。亚硝酸盐含量范围为 7.04-12.87 $\mu\text{g/L}$,平均值为 10.31 $\mu\text{g/L}$,最高值出现在3号和9号站,最低值出现在4号站;硝酸盐含量范围为 32.96-116.76 $\mu\text{g/L}$,平均值为 61.88 $\mu\text{g/L}$,最高值出现在2号站,最低值出现在8号站;氨氮含量范围为 0.49-8.21 $\mu\text{g/L}$,平均值为 2.46 $\mu\text{g/L}$,最高值出现在1号站,最低值出现在11号站。

2013年5月无机氮含量范围为 47.64-197.62 $\mu\text{g/L}$,平均值为 86.42 $\mu\text{g/L}$,最高值出现在7号站,最低值出现在9号站(图3)。其中,亚硝酸盐含量范围为 2.88-8.71 $\mu\text{g/L}$,平均值为 4.38 $\mu\text{g/L}$,最高值出现在12号站,最低值出现在3号站;硝酸盐含量范围为 4.39-58.78 $\mu\text{g/L}$,平均值为 18.26 $\mu\text{g/L}$,最高值出现在7号站,最低值出现在1号站;氨氮含量范围为 37.97-133.47 $\mu\text{g/L}$,平均值为 63.79 $\mu\text{g/L}$,最高值出现在7

号站, 最低值出现在 9 号站。

2013 年 9 月无机氮含量范围为 20.82–82.28 $\mu\text{g/L}$, 平均值为 38.59 $\mu\text{g/L}$, 最高值出现在 7 号站, 最低值出现在 6 号站(图 3)。其中亚硝酸盐含量范围为 0.65–9.82 $\mu\text{g/L}$, 平均值为 3.97 $\mu\text{g/L}$, 最高值出现在 12 号站, 最低值出现在 2 号站; 硝酸盐含量范围为 0.39–11.61 $\mu\text{g/L}$, 平均值为 4.74 $\mu\text{g/L}$, 最高值出现在 12 号站, 最低值出现在 2 号站; 氨氮含量范围为 15.07–67.51 $\mu\text{g/L}$, 平均值为 29.88 $\mu\text{g/L}$, 最高值出现在 7 号站, 最低值出现在 5 号站。

以上 90 d 调查海域所有站点无机氮含量均符合二类海水水质标准要求。

2.1.2 活性磷酸盐(DIP) 2012 年 11 月活性磷酸盐含量范围为 8.08–52.91 $\mu\text{g/L}$, 平均值为 18.68 $\mu\text{g/L}$, 其中, 3 号站含量最高, 8 号站含量最低。2013 年 5 月调查海域活性磷酸盐含量范围为 4.52–28.38 $\mu\text{g/L}$, 平

均值为 11.07 $\mu\text{g/L}$, 最高值出现在 12 号站, 最低值出现在 4、6、7、11 号站。2013 年 9 月活性磷酸盐含量范围为 3.69–21.27 $\mu\text{g/L}$, 平均值为 9.10 $\mu\text{g/L}$, 最高值出现在 11 号站, 最低值出现在 8 号站(图 4)。

2013 年 5 月和 9 月调查海域所有站点活性磷酸盐含量均符合二类海水水质标准要求。2012 年 11 月除 3 号站活性磷酸盐含量超标(超标倍数为 0.76 倍)外, 其余站点活性磷酸盐含量均符合二类海水水质标准要求, 站位超标率为 7.14%。

2.1.3 化学需氧量(COD) 2012 年 11 月 COD 含量范围为 0.61–0.86 mg/L , 平均值为 0.74 mg/L , 其中 10 号站含量最高, 6 号站含量最低。2013 年 5 月调查海域 COD 含量范围为 0.39–0.90 mg/L , 平均值为 0.68 mg/L , 最高值出现在 7 号站, 最低值出现在 3 号站。2013 年 9 月 COD 含量范围为 0.73–1.25 mg/L , 平均值为 0.96 mg/L , 最高值出现在 5 号站, 最低值出现在 3 号站(图 5)。2012

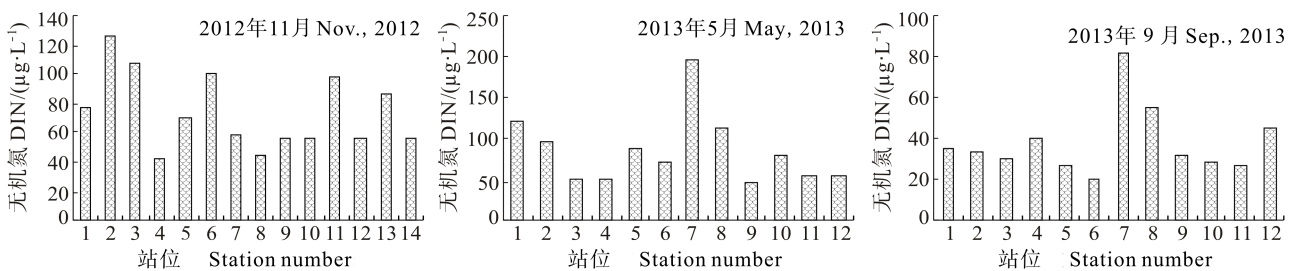


图 3 调查海域无机氮含量分布
Fig.3 Distribution of DIN content in seawater of surveyed area

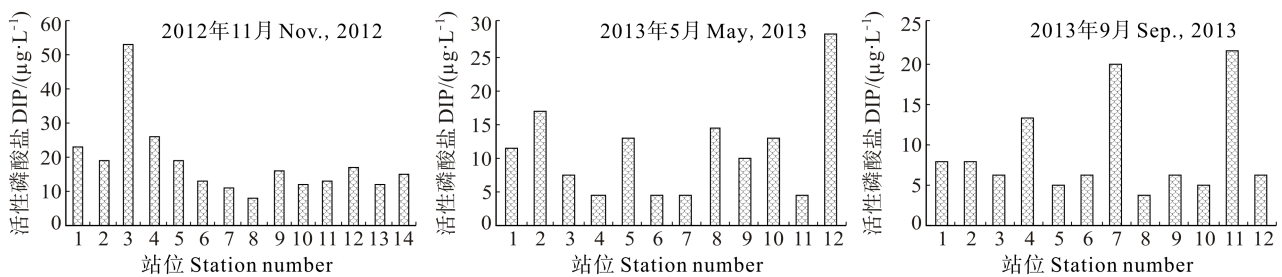


图 4 调查海域活性磷酸盐含量分布
Fig.4 Distribution of DIP content in seawater of surveyed area

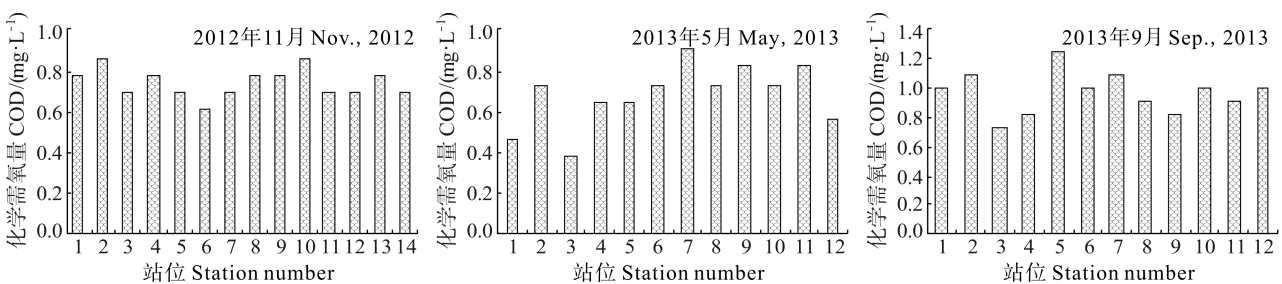


图 5 调查海域 COD 含量的分布
Fig.5 Distribution of COD in seawater of surveyed area

年11月, 2013年5月和9月调查海域所有站点COD含量均符合二类海水水质标准要求。

2.2 调查海域营养盐和化学需氧量季节变化

黄岛区南部海域无机氮、活性磷酸盐和COD平均含量均具有较为明显的季节变化(图6)。无机氮平均含量以春季最高(86.42 $\mu\text{g/L}$), 秋季次之, 夏季最低(38.59 $\mu\text{g/L}$), 3个季节总平均值为66.55 $\mu\text{g/L}$ 。其中, 亚硝酸盐平均含量以秋季最高(10.31 $\mu\text{g/L}$), 春季次之, 夏季最低(3.97 $\mu\text{g/L}$), 3个季节总平均值为6.22 $\mu\text{g/L}$; 硝酸盐平均含量以秋季最高(61.88 $\mu\text{g/L}$), 春季次之, 夏季最低(4.74 $\mu\text{g/L}$), 3个季节总平均值为28.29 $\mu\text{g/L}$; 氨氮平均含量以春季最高(63.79 $\mu\text{g/L}$), 夏季次之, 秋季最低(2.46 $\mu\text{g/L}$), 3个季节总平均值为32.04 $\mu\text{g/L}$ 。活性磷酸盐平均含量以秋季最高(18.68 $\mu\text{g/L}$), 春季次之, 夏季最低(9.10 $\mu\text{g/L}$), 3个季节总平均值为12.95 $\mu\text{g/L}$ 。COD平均含量以夏季最高(0.962 mg/L), 秋季次之, 春季最低(0.682 mg/L), 3个季节总平均值为0.795 mg/L 。

影响海水中营养盐含量的因素很多, 其季节变化机制比较复杂。对研究海域而言, 影响营养盐含量及其变化的主要因素包括浮游生物繁殖消耗、沿岸径流输入和沉积物再悬浮释放等。夏季浮游植物繁殖旺盛会消耗大量的氮、磷营养盐, 而研究海域为扇贝、贻贝和蛤仔等滤食性贝类养殖区, 在贝类滤食的压力下, 促使浮游植物再度繁殖并消耗营养盐, 使水体中营养盐含量降低。另外, 夏季风力较弱, 沉积物再悬

浮向海水中释放的营养盐要少于风力较大的春、秋季。虽然夏季携带营养物质的径流入海量要大于春、秋季, 但夏季营养盐的消耗量要大于补充量。在上述因素的综合作用下, 形成研究海域营养盐含量夏季低于春、秋两季的变化格局。研究海域COD季节变化的原因也比较复杂, 陆源输入是首位影响因素。夏季为降水量最大的季节, 导致入海径流量增加; 而春、秋季降水量和入海径流量要小于夏季, 受径流携带有机污染物入海的影响, 使得夏季研究海域海水中COD含量略高于春、秋两季。

2.3 调查海域营养盐和化学需氧量年际变化

黄岛区南部海域无机氮、活性磷酸盐和COD平均含量均具有较明显的年际变化(图7), 其中, 无机氮平均含量以2008年11月最高, 2009年11月次之, 2011年11月最低, 2008–2011年呈逐年降低的变化趋势, 2012年又有所增高。活性磷酸盐平均含量以2012年11月最高, 2008年11月次之, 2010年11月最低, 2008–2010年呈逐年降低的变化趋势, 2010–2012年呈逐年增高的变化趋势。COD平均含量以2008年11月最高, 2012年11月次之, 2011年11月最低, 2008–2011年呈逐年降低的变化趋势, 2012年又有所增高。

研究海域海水中无机氮、活性磷酸盐和COD含量的年际变化机制复杂, 影响因素众多。2008–2011年氮磷营养盐和COD含量呈逐年降低的变化趋势, 这与多年以来当地海洋、渔业和环保主管部门采取的

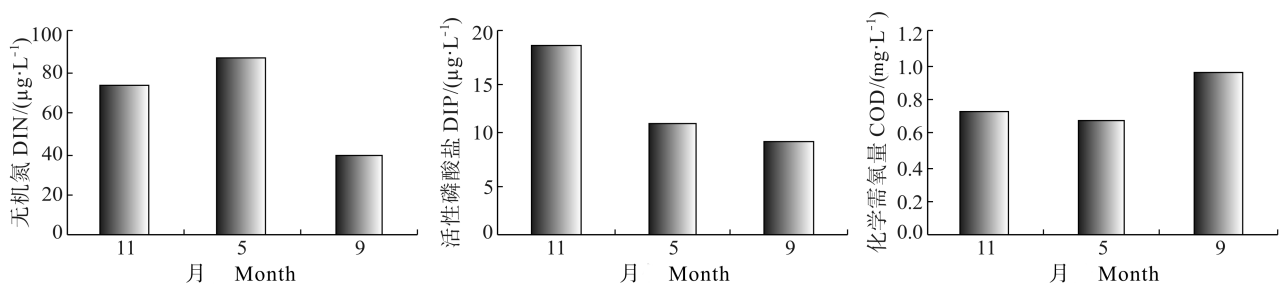


图6 调查海域营养盐和COD季节变化

Fig.6 Seasonal variation of DIN, DIP and COD in seawater of surveyed area

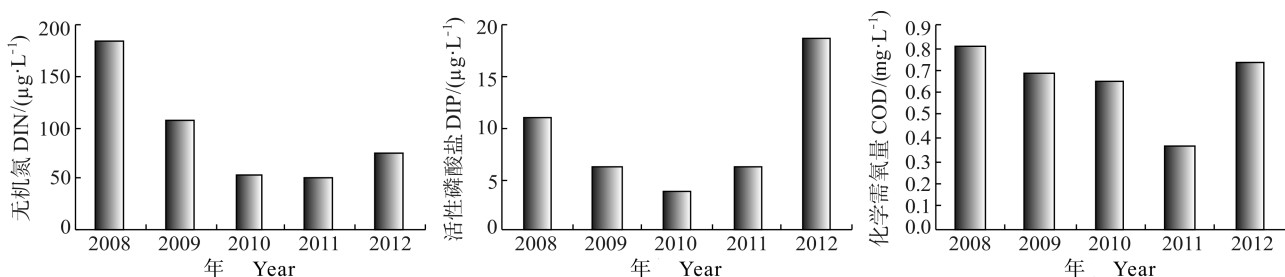


图7 调查海域营养盐和COD年际变化

Fig.7 Interannual variation of DIN, DIP and COD in seawater of surveyed area

陆源污染控制、推广生态养殖和清洁生产等一系列环保措施密切相关。2012年研究海域上述3项水质指标的含量增高反弹,与2012年入海径流量增大有关。2012年9月21日该海域出现200年一遇的特大降水(12h降水量高达429mm),导致营养物质和有机污染物的入海量增大,使得无机氮、活性磷酸盐和COD含量增高。另外,近年黄岛区海岸与海洋开发力度加大,填海、航道和港池疏浚等施工作业对海洋生态环境产生了一定程度的影响,也是造成2012年营养盐和COD含量增高的原因之一。

表5 各调查月份海水营养指数(E)均值与营养状况

Tab. 5 Average of eutrophication index (E) and nutritional status of seawater in different months from 2008 to 2013

调查年月 Survey time	E 值 E value	营养状况 Nutritional status	调查年月 Survey time	E 值 E value	营养状况 Nutritional status
2008-11	0.370	未达到富营养化水平 Oligotrophic level	2012-11	0.230	未达到富营养化水平 Oligotrophic level
2009-11	0.099	未达到富营养化水平 Oligotrophic level	2013-05	0.140	未达到富营养化水平 Oligotrophic level
2010-11	0.029	未达到富营养化水平 Oligotrophic level	2013-09	0.075	未达到富营养化水平 Oligotrophic level
2011-11	0.026	未达到富营养化水平 Oligotrophic level			

2.4.2 海水有机污染状况分析 采用公式(2)计算海水有机污染指数A,计算与评价结果见表6。由表6可以看出,各调查航次黄岛区南部海域海水有机污染指数变化范围为0.09-0.62,平均值为0.34。7个调查航次中,海水污染程度均为1级,水质状况为较好,未受到有机污染。从有机污染指数值来看,2008年11月A值最高,2012年11月次之,2009年11月A值最低。从同一月(11月)A值年际变化来看,A值呈先降后增的变化趋势。

表6 各调查月份海水有机污染指数(A)均值与污染状况
Tab.6 Average of organic pollution index (A) and pollution status of seawater in different months from 2008 to 2013

调查年月 Survey time	A 值 A value	污染程度分级 Pollution level	有机污染状况 Pollution status
2008-11	0.62	1	较好 Good
2009-11	0.09	1	较好 Good
2010-11	0.31	1	较好 Good
2011-11	0.47	1	较好 Good
2012-11	0.61	1	较好 Good
2013-05	0.10	1	较好 Good
2013-09	0.18	1	较好 Good

3 讨论与结语

营养盐是生物生存的必需物质,对海洋生产力有决定性的影响(崔毅等,2013)。本研究利用2008-2013

2.4 水质状况评价

2.4.1 海水营养状况分析 采用公式(1)计算海水营养指数E,计算结果见表5。由表5可以看出,各调查航次黄岛区南部海域海水营养指数变化范围在0.026-0.370,平均值为0.138。7个调查航次该海域E值均小于1,海水均未达到富营养化水平,说明该海域发生赤潮的可能性较小。从营养指数值来看,2008年11月E值最高,2012年11月次之,2011年11月E值最低。从同一月(11月)E值年际变化来看,2008-2011年E值呈逐年下降的趋势,2012年E值又有所增高。

年水质调查资料,分析青岛市黄岛区南部海域营养盐分布与变化特征,并对该海域海水的营养状况和有机污染状况进行了评价。结果表明,黄岛区南部海域氮、磷营养盐和COD含量较低,仅个别站点活性磷酸盐含量超标。海水的营养水平较低,未达到富营养化水平,发生赤潮的可能性较小。海水的有机污染程度较低,水质状况良好。

黄岛区南部海域水质状况良好与该区所处的地理环境密切相关。(1)研究区地处黄海中部,海域开阔,海洋水动力与自净能力强,污染物可以较快地被稀释和运移;(2)该区无大的入海河流,风河等沿岸河流径流量较小,入海径流携带的污染物质和营养物质对海域环境的影响较轻。(3)随着生态养殖模式的不断推广,海水养殖自身污染得以控制,对生态环境的影响也逐年减轻。优越的地理环境加上环境保护措施的实施,使得该海域可以持续保持良好的水质状况。

2014年国务院已正式批准建立青岛西海岸新区,经济新区建立后,不可避免地要加大黄岛区海岸和海域开发力度,存在环境污染的风险。必须严格控制海岸和海域工程建设可能对海洋环境造成的污染,有效保护黄岛区海洋生态环境。

参 考 文 献

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准

- 化管理委员会. 海洋监测规范—第 4 部分: 海水分析 (GB17378.4-2007). 北京: 中国标准出版社, 2007
- 孙丕喜, 张朝晖, 郝林华, 等. 桑沟湾海水中营养盐分布及潜在性富营养化分析. 海洋科学进展, 2007, 25(4): 436-445
- 曲静, 宫相忠, 庄会富, 等. 胶南近海及邻近海域夏、冬季浮游植物群落结构. 海洋湖沼通报, 2009(3): 143-154
- 过锋, 陈聚法, 陈碧鹃, 等. 胶州湾北部氮、磷营养盐的分布及变化特征. 海洋水产研究, 2005, 26(6): 34-38
- 过锋, 赵俊, 陈聚法. 胶州湾湿地水体中总氮和总磷的分布及变化特征. 渔业科学进展, 2012, 33(3): 108-114
- 刘伟峰, 孙英兰, 张学庆. 胶南近岸海域海流实测资料分析及数值模拟计算. 海洋通报(英文版), 2006, 8(2): 1-11
- 沈志良. 胶州湾营养盐结构的长期变化及其对生态环境的影响. 海洋与湖沼, 2002, 33(3): 322-331
- 沈春宁, 蒋增杰, 崔毅, 等. 唐岛湾网箱养殖区水体氮、磷含量特征及潜在性富营养化评价. 海洋水产研究, 2007, 28(3): 98-104
- 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. 海洋水产研究, 2006, 27(5): 56-61
- 张哲, 王江涛. 胶州湾营养盐研究概述. 海洋科学, 2009, 33(11): 90-94
- 张均顺, 沈志良. 胶州湾营养盐结构变化的研究. 海洋与湖沼, 1997, 28(5): 529-535
- 国家环境保护局, 国家技术监督局. 海水水质标准(GB3097-1997). 北京: 中国标准出版社, 1997
- 周艳荣, 马文斋, 高振会. 唐岛湾海域营养状态及有机污染状况分析. 海洋环境科学, 2008, 27(Supp. 2): 70-73
- 姚云, 沈志良. 胶州湾海水富营养化水平评价. 海洋科学, 2004, 28(6): 14-22
- 姚云, 郑世清, 沈志良. 胶州湾营养盐及富营养化特征. 海洋通报, 2007, 26(4): 91-98
- 赵俊, 过锋, 张艳, 等. 胶州湾湿地海水中营养盐的时空分布与富营养化. 渔业科学进展, 2011, 32(6): 107-114
- 邹景忠, 董丽华, 秦保平. 渤海湾富营养化和赤潮问题的初步探讨. 海洋环境科学, 1983, 2(2): 42-55
- 崔毅, 夏斌, 马菲菲, 等. 靖海湾松江鲈鱼种质资源保护区海水环境质量年际变化趋势及综合评价. 渔业科学进展, 2013, 34(6): 1-8

(编辑 陈严)

Analysis and Evaluation on Nutritional Status and Organic Pollution Condition in the Southern Offshore Area of Huangdao District of Qingdao City

GUO Feng, CHEN Jufa^①, ZHANG Yan, CHEN Bijuan

(Key Laboratory of Sustainable Development of Marine Fisheries, Ministry of Agriculture;
Shandong Provincial Key Laboratory of Fishery Resources and Ecological Environment;
Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071)

Abstract The current study analyzed the distributional and variational feature of nutrients of seawater in the southern offshore area of Huangdao District based on the environmental data collected by surveys from 2008 to 2013. The methods of Eutrophication Index (*E*) and Organic Pollution Comprehensive Index (*A*) were used to assess nutritional status and organic pollution condition of seawater. Based on the surveys from 2012 to 2013, the concentrations of dissolved inorganic nitrogen(DIN), dissolved inorganic phosphate(DIP) and chemical oxygen demand (COD) varied within 20.82–197.62 μg/L, 4.52–52.91 μg/L and 0.39–1.25 mg/L, respectively. Except one station that the concentration of DIP was above the standard limit, all other concentration including DIP, DIN and COD met the second class of national standard. In three seasons, the highest concentration of DIN (86.42 μg/L) was in the spring, and the lowest (38.59 μg/L) was in the summer. The highest concentration of DIP (18.68 μg/L) was in the autumn, and the lowest (9.10 μg/L) was in the summer. The highest concentrations of COD (0.962 mg/L) was in the summer, and the lowest (0.682 mg/L) was in the spring. The concentrations of DIN and COD was gradually decreased from 2008 to 2011 and then was increased in 2012. The concentration of DIP was gradually decreased from 2008 to 2010 and then was gradually increased from 2010 to 2012. The seawater of the surveyed area was at oligotrophic level, showing the low possibility of red tide occurrence. The water quality in the surveyed area was good, indicating that seawater was not polluted by organic matters.

Key words Nutrients; Nutritional status; Organic pollution condition; Offshore area of Huangdao District

① Corresponding author: CHEN Jufa, E-mail: chenjf@ysfri.ac.cn