

2021年烟台南部黄海海域浒苔绿潮 迁移发展与海水环境因子变化关系分析

姜 炜, 汪顺周, 喻 龙, 王 磊, 王东亮

(烟台市海洋环境监测预报中心, 山东 烟台 264003)

摘要: 针对烟台海阳市 2021 年 6—8 月发生的浒苔绿潮 4 个航次的应急监测数据, 分析绿潮发生前期、初期、盛期和末期的海水水质因子变化趋势。结果显示: DIN、DIP 和 TN 浓度随着绿潮发展有一个明显降低的过程, 与绿潮的发展趋势呈现较为明显的负相关性, 说明浒苔生长会消耗海水中的 DIN、DIP 和 TN; 绿潮发生末期 DIN 和 DIP 略有回升, 说明浒苔腐败消亡过程会释放部分 DIN 和 DIP; COD 和 SS 含量有明显升高的过程, 与绿潮的发展趋势呈现较为明显的正相关性; 盛期到末期, 浒苔分解消耗导致海水中的 DO 含量急剧降低, 而 SS 含量随绿潮的发展不断升高。各种营养盐的时空分布特征进一步证实了上述营养盐随绿潮发展的变化趋势。

关键词: 浒苔绿潮; 应急监测; 海水环境因子; 河口

中图分类号: X55 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-8020(2022)02-0105-09

绿潮是海水中大型绿藻爆发性增殖聚积而引发的生态灾害现象, 由海水富营养化等因素引发, 近年来在世界范围内常有发生^[1-3]。2007 年 6 月, 我国黄海海域首次出现了较大规模的绿潮^[4], 黄海浒苔绿潮作为世界上最大规模的绿潮, 至今已连续发生 15 年, 严重影响了海洋生态环境与沿岸经济社会发展。大量海藻在岸滩堆积, 不仅侵占居民和旅游者的亲水空间, 而且快速腐烂后会污染近岸海水和沿岸环境, 影响居民生活和旅游业^[5-6]; 高生物量漂浮海藻进入沿岸海水养殖区, 腐烂导致水体污染与缺氧, 对渔业、水产养殖、海洋环境、景观和生态服务功能产生严重影响, 例如, 2009 年山东省因绿潮灾害造成的直接经济损失达 6.41 亿元^[7]。

烟台地处胶东半岛中部, 北濒渤海、北黄海, 南临南黄海。自 2007 年以来, 绿潮每年在烟台海阳市登陆。本文对 2021 年夏季海阳市绿潮 4 个航次的应急监测数据进行分析, 研究绿潮发生前期、初期、盛期及末期的海水水质因子的变化趋势, 探索绿潮发生前后海水环境因子的时空变化特征, 为今后有效防治浒苔提供数据支撑。

1 材料与方法

1.1 监测区域

在海阳市南部海域沿海岸线方向设置了 3 个监测断面, 共 15 个监测站位, 其中包含 5 个潮间带监测站位、10 个近海监测站位, 基本覆盖了海阳市受浒苔灾害影响的海域(图 1)。

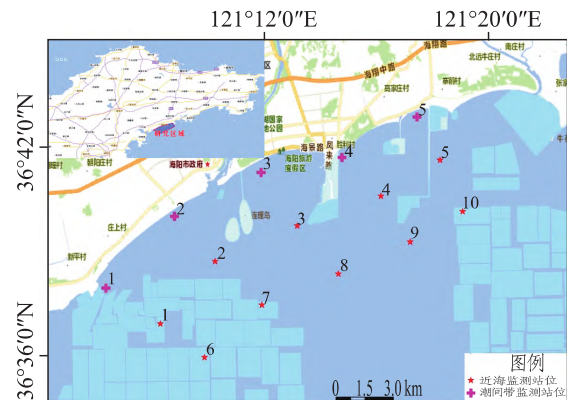


图 1 监测站位分布

Fig. 1 Distribution of monitoring stations

收稿日期: 2022-02-10; 修回日期: 2022-03-06

第一作者简介: 姜炜(1983—), 男, 山东烟台人, 工程师, 硕士, 研究方向为海洋监测预报减灾、海域与海岛监视监测。E-mail: 109054713@qq.com

通信作者简介: 王东亮(1976—), 男, 山东青岛人, 工程师, 本科, 研究方向为海洋监测预报减灾、海域与海岛监视监测。E-mail: 13705351369@163.com

1.2 采样时间

监测时间为2021年6月11日、6月17日、7月21日、8月13日,分别对应绿潮发生前期、初期、盛期和末期。据历史气象资料显示,监测采样前3天当地均无明显降水过程,水质监测结果可以排除降水带来的影响。

1.3 监测指标的选取和分析方法

绿潮的发生、发展与消亡过程与N、P营养盐关系密切,化学需氧量、悬浮物和溶解氧在浒苔消

亡过程也会发生异常变化^[8-10]。因此,选取溶解氧(DO)、化学需氧量(COD)、悬浮物(SS)、溶解无机氮(DIN)(包括硝酸盐(NO₃-N)、亚硝酸盐(NO₂-N)、氨氮(NH₄-N)、活性磷酸盐(DIP)、总氮(TN)和总磷(TP)进行监测。为便于数据比较,文中数据均采用表层数据。

使用KC Water Sampler 004型卡盖式采水器采集水面下0.5 m表层海水。现场监测采样和实验室样品分析均按照《海洋调查规范》(GB/T 12763—2007)和《海洋监测规范》(GB 17378—2007)执行。检测标准及分析方法见表1。

表1 各监测指标检测标准及分析方法

Tab.1 Detection standards and analysis methods of monitoring indicators

| 监测指标 | 检测标准及分析方法 | 监测指标 | 检测标准及分析方法 |
|--------------------|----------------------------|------|---------------------------|
| DO | 《GB 17378.4—2007》碘量法 | DIP | 《GB 17378.4—2007》磷钼蓝分光光度法 |
| COD | 《GB 17378.4—2007》碱性高锰酸钾法 | TN | 《GB 12763.4—2007》过硫酸钾氧化法 |
| NO ₂ -N | 《GB 17378.4—2007》萘乙二胺分光光度法 | TP | 《GB 12763.4—2007》过硫酸钾氧化法 |
| NO ₃ -N | 《GB 17378.4—2007》铈-镉还原法 | SS | 《GB 17378.4—2007》重量法 |
| NH ₄ -N | 《GB 17378.4—2007》次溴酸盐氧化法 | | |

2 结果与讨论

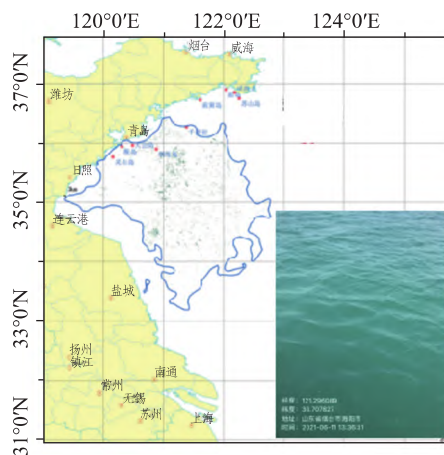
2.1 2021年烟台南部黄海海域浒苔绿潮概况

2021年5月,绿潮从江苏海域进入山东海域,本次绿潮的主要生物种是浒苔(*Enteromorpha prolifera*)。6月11日前后浒苔绿潮抵达海阳市海域,6月11日监测海域尚未发现浒苔;6月17日近岸海域已有少量浒苔,并有零星浒苔登陆;随后浒苔逐渐增多,大量浒苔向近岸聚集,至7月中下旬达到高峰,7月21日监测时可见连续大片浒苔

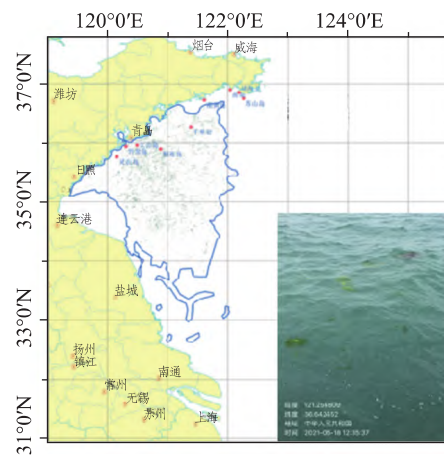
漂浮在海面;之后浒苔逐渐减少,8月13日监测时,海面已无浒苔。根据山东省海洋预报台发布的大型藻类预警信息中的卫星图,可以看到绿潮分布情况,图2为绿潮前期、初期、盛期和末期的分布情况和现场照片。

2.2 主要水质因子时空变化分析

对各主要水质因子进行监测,结果见表2。为进一步掌握水质因子的变化与浒苔迁移发展之间的规律,运用Surfer软件分别对表层海水DO、COD、DIN、TN、DIP、TP和SS绘制了等值线图。



(a) 2021年6月11日



(b) 2021年6月17日

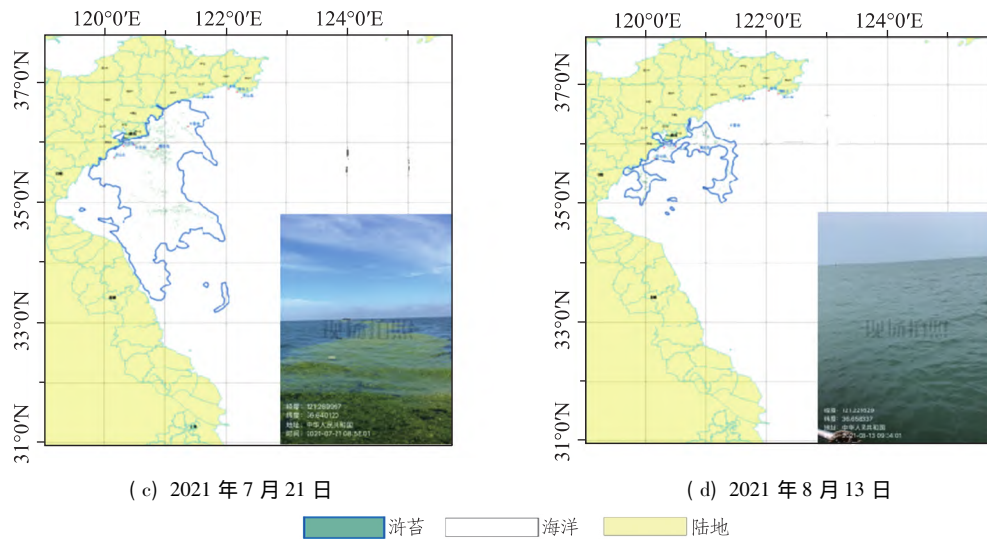


图2 绿潮发生前期、初期、盛期和末期卫星图和现场照片

Fig. 2 Satellite maps and site photos at the initial stage ,early stage ,peak stage and final stage of green tide

表2 主要水质因子监测结果

Tab. 2 Monitoring results of main water quality factors

| 监测指标及单位 | 2021-06-11 | | 2021-06-17 | | 2021-07-21 | | 2021-08-13 | |
|---|--------------|-------|--------------|------|-------------|------|--------------|------|
| | 范围 | 均值 | 范围 | 均值 | 范围 | 均值 | 范围 | 均值 |
| DO/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$) | 6.67 ~ 7.53 | 7.09 | 6.68 ~ 7.75 | 7.20 | 5.61 ~ 9.94 | 7.63 | 4.32 ~ 6.42 | 5.51 |
| COD/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$) | 0.99 ~ 1.55 | 1.21 | 0.46 ~ 1.29 | 0.87 | 1.28 ~ 2.69 | 1.85 | 0.70 ~ 1.42 | 1.04 |
| DIN/($\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$) | 44.7 ~ 141.0 | 107.0 | 24.7 ~ 124.0 | 81.9 | 11.1 ~ 41.3 | 22.8 | 34.2 ~ 102.0 | 68.6 |
| TN/($\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$) | 381 ~ 639 | 486 | 455 ~ 618 | 529 | 194 ~ 642 | 369 | 83 ~ 318 | 209 |
| DIP/($\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$) | 1.52 ~ 6.76 | 3.78 | 2.30 ~ 11.80 | 7.69 | 0 ~ 1.69 | 0.51 | 2.21 ~ 9.16 | 4.90 |
| TP/($\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$) | 6.7 ~ 80.1 | 33.8 | 15.6 ~ 43.4 | 27.7 | 13.9 ~ 84.4 | 47.4 | 15.0 ~ 113.0 | 34.1 |
| SS/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$) | 5.2 ~ 25.6 | 16.4 | 6.8 ~ 31.2 | 17.3 | 14.4 ~ 26.0 | 19.9 | 19.2 ~ 31.4 | 25.7 |

2.2.1 DO 的时空分布分析

由表2可见: 浒苔抵达近岸海域前期, 表层海水 DO 浓度范围 $6.67 \sim 7.53 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 均值为 $7.09 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; 初期由于浒苔的光合作用 DO 浓度略有升高, 浓度范围 $6.68 \sim 7.75 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 均值为 $7.20 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; 盛期由于浒苔的光合作用和消亡分解均有发生, 不同站位的 DO 浓度出现较大差异, 浓度范围 $5.61 \sim 9.94 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 均值为 $7.63 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 此时总体上 DO 浓度较初期略有升高; 末期由于大量浒苔的消亡分解消耗海水中的 DO, DO 浓度出现明显降低。图3为表层海水 DO 时空分布, 从图3中可以看出, 前期、初期和盛期的 DO 分布较为均匀, 末期则呈现由远海向近岸浒苔聚集区逐步降低的趋势。DO 的浓度变化和时空分布表明, 表层海水 DO 在浒苔消亡前受到的影响不大, 甚至会因浒苔的光合作用略有升高, 盛期随着浒苔的消亡分解, 部分站位 DO 开始降低, 末期大量浒苔消亡分解使得表层海水中的 DO 急剧降低, 尤其是在浒苔堆积

较多的潮间带区域最为明显, 这与文献[10—11]的结论一致。

2.2.2 COD 的时空分布分析

浒苔抵达近岸海域前期, 表层海水 COD 浓度范围 $0.99 \sim 1.55 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 均值为 $1.21 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; 初期 COD 浓度范围 $0.46 \sim 1.29 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 均值为 $0.87 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 呈现出西高东低的趋势, 这与初期浒苔分布主要集中在西侧相关; 盛期 COD 明显升高, 浓度范围 $1.28 \sim 2.69 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 均值为 $1.85 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; 末期 COD 急剧下降, 浓度范围 $0.70 \sim 1.42 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 均值为 $1.04 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 见表2。随着浒苔的发展, COD 会逐渐升高, 尤其盛期高密度的浒苔会引起海水 COD 急剧升高。图4为表层海水 COD 时空分布, 从图中可见, 由于近岸堆积浒苔较多, COD 在空间分布上呈现出近岸潮间带高于近海的趋势, 表明 COD 浓度与浒苔发展趋势呈正相关。

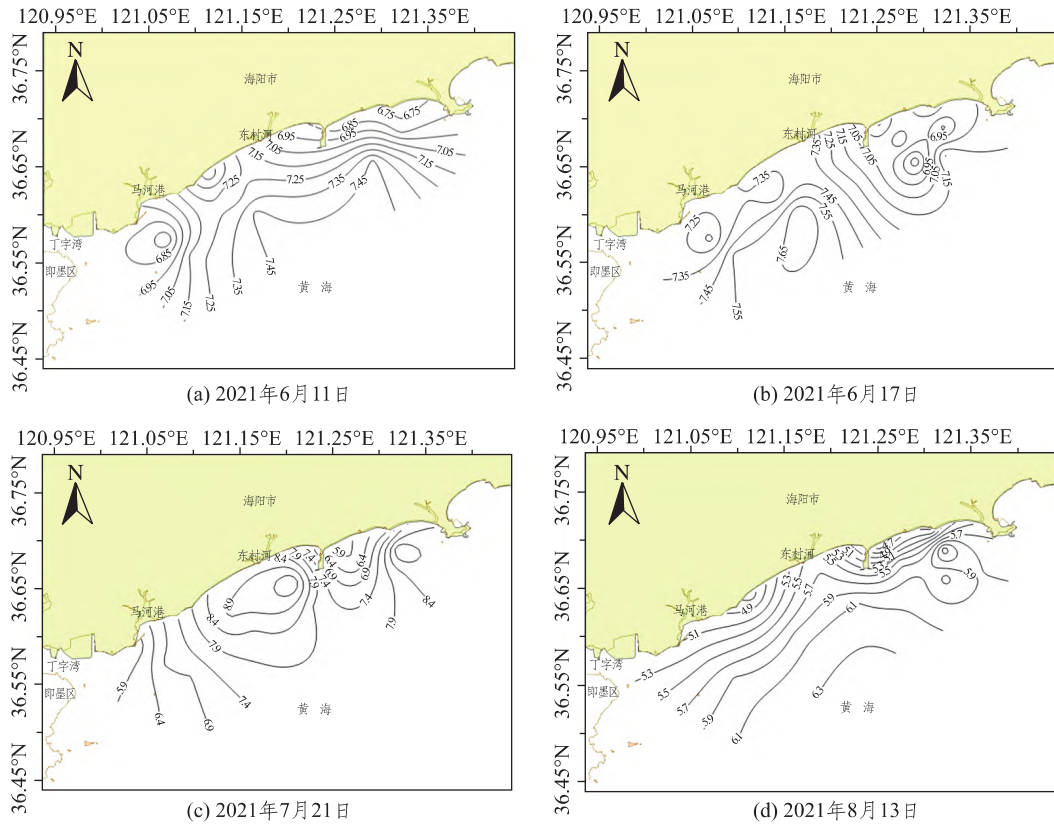


图3 表层海水 DO 时空分布

Fig. 3 Temporal and spatial distribution of DO in surface seawater

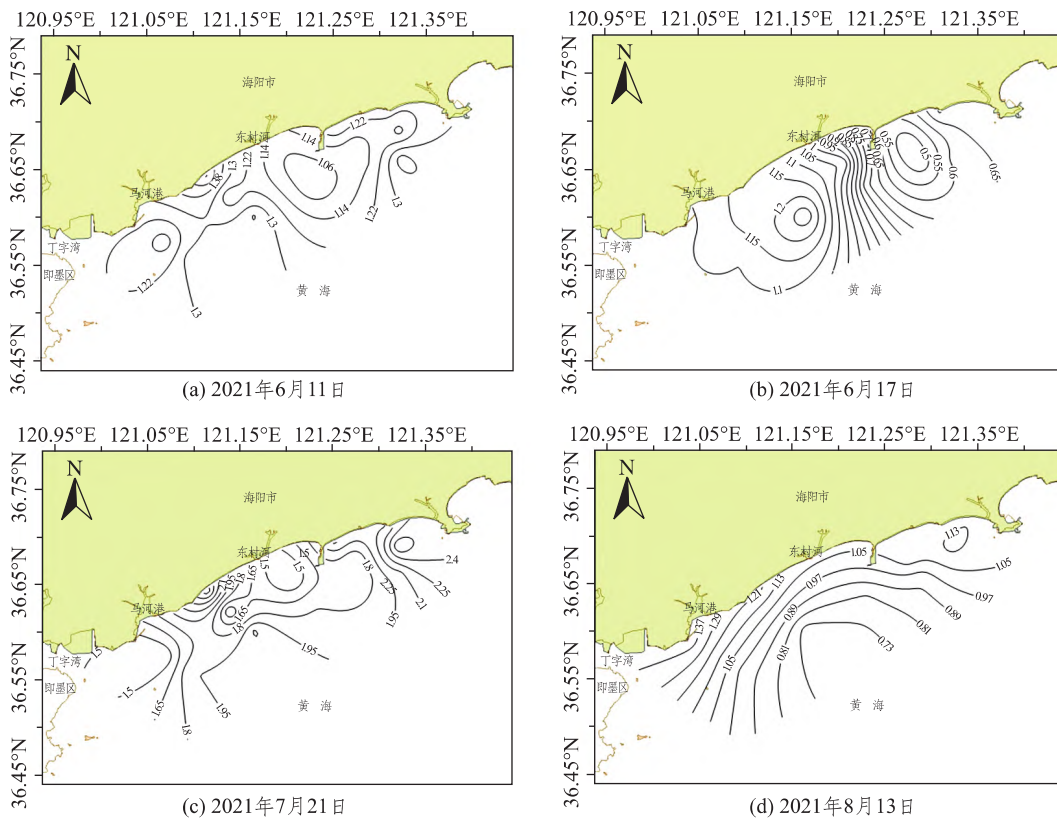


图4 表层海水 COD 时空分布

Fig. 4 Temporal and spatial distribution of COD in surface seawater

2.2.3 N 营养盐的时空分布分析

浒苔抵达近岸海域前期,表层海水 DIN 浓度范围 44.7 ~ 141.0 $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$,均值为 107.0 $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$;初期 DIN 略有下降,浓度范围 24.7 ~ 124.0 $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$,均值为 81.9 $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$;盛期 DIN 进一步下降,浓度范围 11.1 ~ 41.3 $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$,均值为 22.8 $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$;末期 DIN 略有回升,浓度范围 34.2 ~ 102.0 $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$,均值为 68.6 $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。由表 2 得到,DIN 含量均值从前期到盛期不断降低,与浒苔的发展趋势呈现较为明

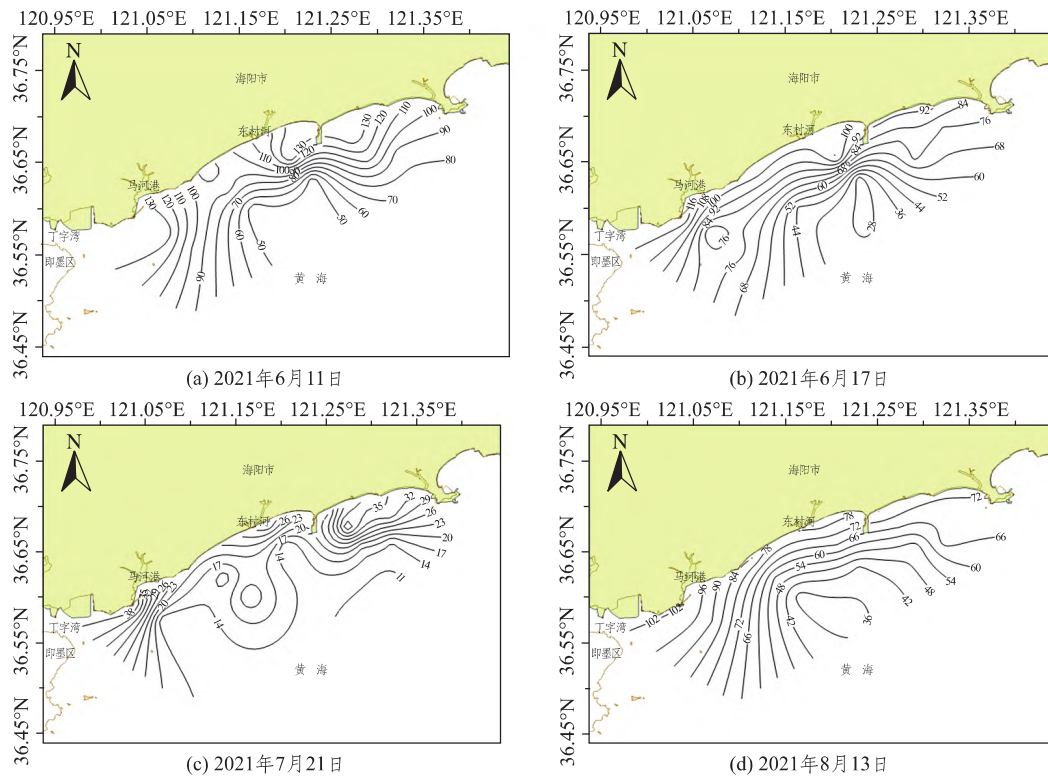


图5 表层海水 DIN 时空分布

Fig. 5 Temporal and spatial distribution of DIN in surface seawater

此外,由表 2 可以看到,浒苔抵达近岸海域前期,表层海水 TN 浓度范围 381 ~ 639 $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$,均值为 486 $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$;初期略有升高,浓度范围 455 ~ 618 $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$,均值为 529 $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$;盛期迅速下降,浓度范围 194 ~ 642 $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$,均值为 369 $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$;末期继续下降,浓度范围 83 ~ 318 $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$,均值为 209 $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。因此,表层海水 TN 浓度随浒苔的发展有一个显著的逐步降低过程,与浒苔的发展趋势呈现出较为明显的负相关性,说明浒苔生长会消耗海水中的 TN,这与文献[12—13]的结论一致。图 6 是关于表层海水 TN 的时空分布,从图中可以看出,TN 的空间分布呈现近岸向远海递减、河口向周边递减的趋势。

显的负相关性,表明浒苔在生长过程中需要消耗大量 DIN,腐败消亡过程中释放部分 DIN,与文献[8—9]、[11—12]的结论一致。图 5 为表层海水 DIN 时空分布,由图 5 可见,前期 DIN 的空间分布呈现出近岸潮间带高于近海、河口高于周边海域的趋势,初期和盛期除呈现上述趋势外,还呈现出西低东高的趋势,这一方面是受海阳市境内的东村河、丁字湾方向大量陆源输入影响,另一方面也与浒苔逐渐自西向东发展的趋势有关。

2.2.4 P 营养盐的时空分布分析

浒苔抵达近岸海域前期,表层海水 DIP 浓度范围 1.52 ~ 6.76 $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$,均值为 3.78 $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$;初期略有升高,浓度范围 2.30 ~ 11.80 $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$,均值为 7.69 $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$;盛期迅速下降,浓度范围 0 ~ 1.69 $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$,均值为 0.51 $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$;末期略有回升,浓度范围 2.21 ~ 9.16 $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$,均值为 4.90 $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。因此,DIP 与浒苔的发展趋势呈现出较为明显的负相关性,表明浒苔在生长过程中需要消耗 DIP,随着浒苔的腐败消亡会释放部分 DIP。表层海水 DIP 的时空分布见图 7,从图中可以看出,前期海水 DIP 含量呈现出近岸潮间带高于近海、河口高于周边海域的趋势,初期和盛期还呈现出西低东高的趋势。

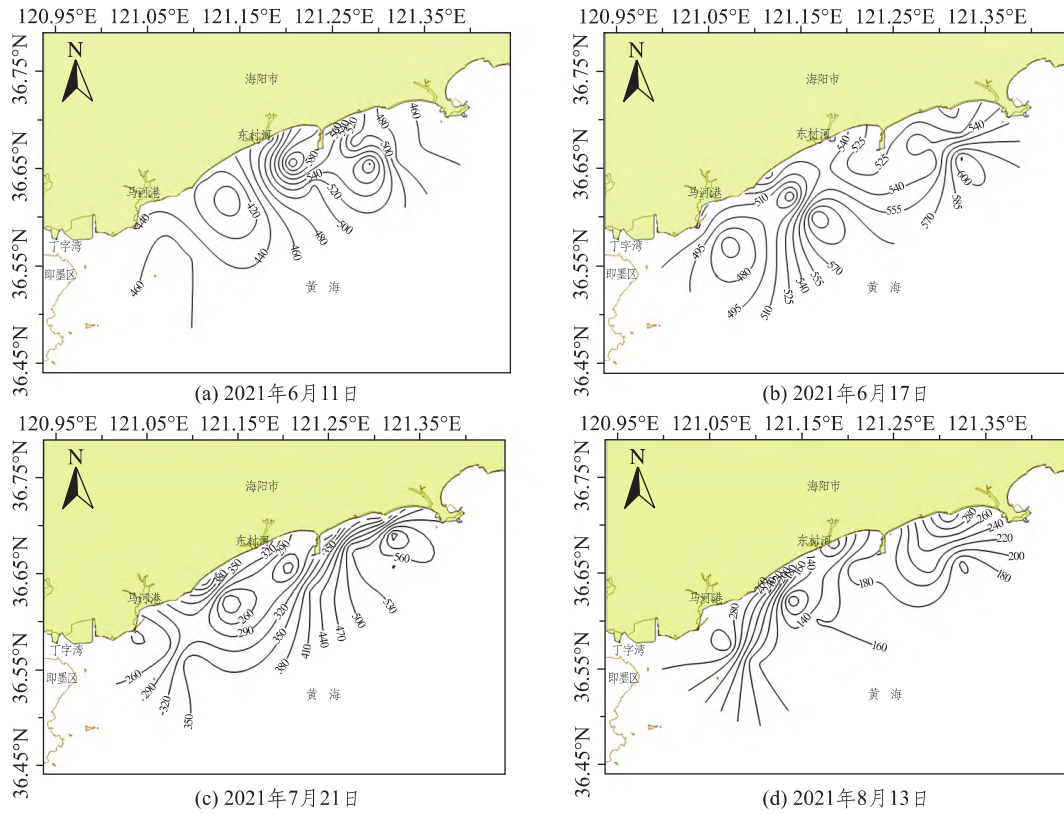


图6 表层海水 TN 时空分布

Fig. 6 Temporal and spatial distribution of TN in surface seawater

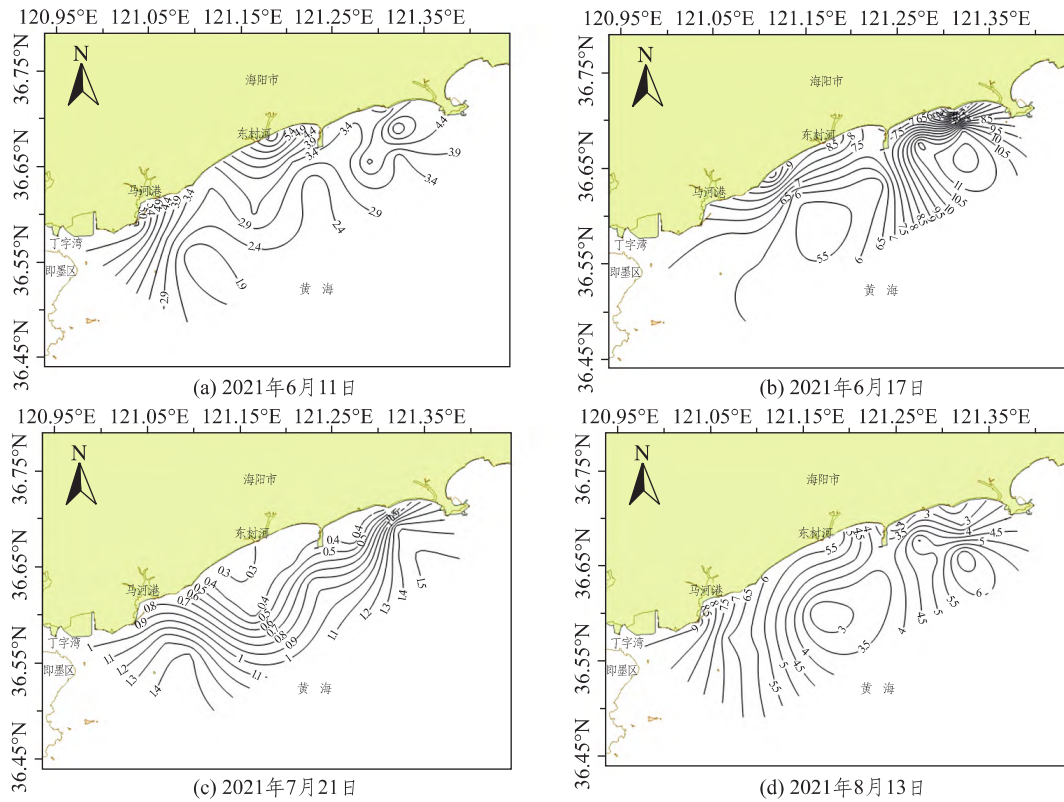


图7 表层海水 DIP 时空分布

Fig. 7 Temporal and spatial distribution of DIP in surface seawater

此外 浒苔抵达近岸海域前期 表层海水 TP 浓度范围 $6.7 \sim 80.1 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 均值为 $33.8 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$; 初期浓度范围 $15.6 \sim 43.4 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 均值为 $27.7 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$; 盛期浓度范围 $13.9 \sim 84.4 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 均值为 $47.4 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$; 末期浓度范围 $15.0 \sim 113 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 均值为 $34.1 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$

$\cdot \text{L}^{-1}$ 不同的监测站位之间 TP 浓度变化很大,但均值变化幅度不大,呈现前期高、初期低、盛期高、末期低的趋势。图 8 为表层海水 TP 时空分布,从图中可以看出,TP 的空间分布呈现近岸向远海递减、河口向周边递减的趋势。

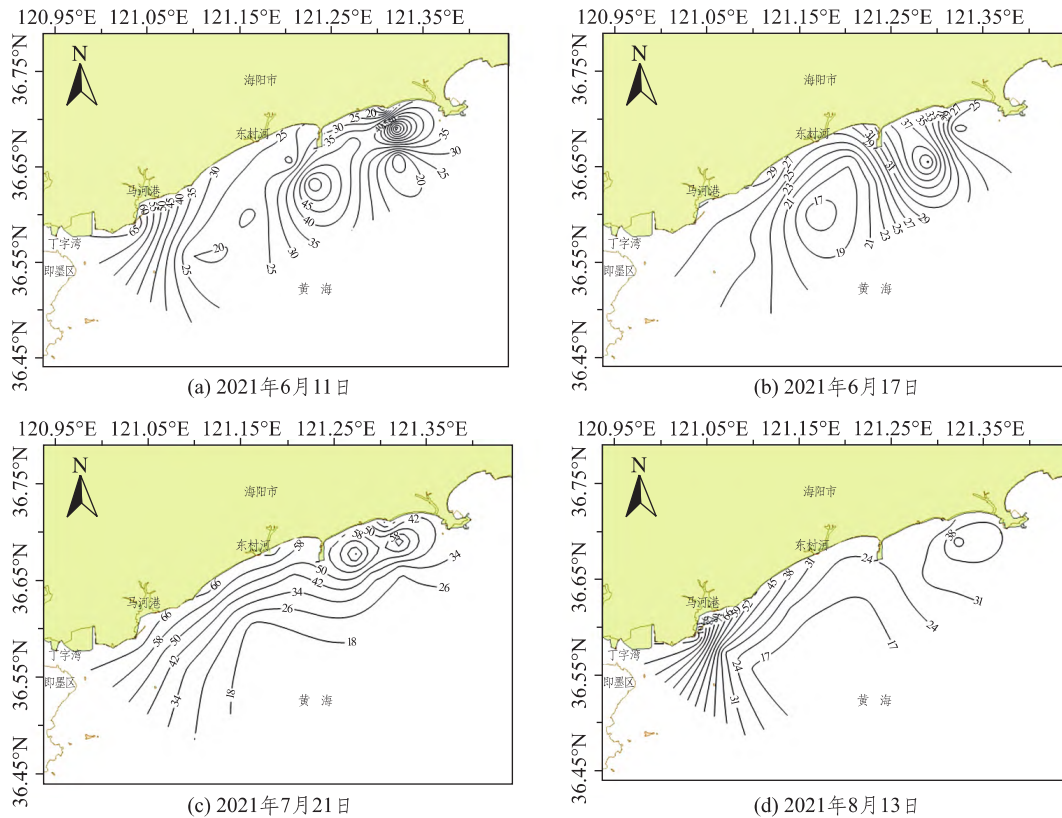


图 8 表层海水 TP 时空分布

Fig. 8 Temporal and spatial distribution of TP in surface seawater

2.2.5 SS 的时空分布分析

浒苔抵达近岸海域前期,表层海水 SS 浓度范围 $5.2 \sim 25.6 \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 均值为 $16.4 \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$; 初期浓度范围 $6.8 \sim 31.2 \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 均值为 $17.3 \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$; 盛期浓度范围 $14.4 \sim 26.0 \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 均值为 $19.9 \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$; 末期浓度范围 $19.2 \sim 31.4 \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 均值为 $25.7 \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$,表层海水中 SS 含量随着浒苔的发展不断升高。表层海水 SS 的时空分布见图 9,由图可见,SS 的空间分布前期呈现河口向周围递减的趋势,初期呈现由远海向近岸递减的趋势,盛期和末期呈现近岸向远海递减的趋势,说明海水中 SS 含量会随浒苔的迁移发展显著增加。

2.3 综合分析

山东半岛绿潮灾害发生形式为外来型^[14-15],

但其迁移发展与海水环境因子之间仍遵循一定的固有规律。通过对 2021 年海阳市绿潮的 4 次监测数据进行分析,得到的结论与文献 [12-13]、[14-17] 一致,即:浒苔增殖过程需要消耗大量 N、P 营养盐,浒苔的腐败消亡会释放出部分 DIN 和 DIP。此外,通过分析发现,DO 在浒苔消亡前受浒苔绿潮的影响不大,甚至会因浒苔的光合作用而略有升高,盛期随着浒苔的消亡分解,部分站位 DO 开始降低,末期大量浒苔消亡分解消耗导致 DO 急剧降低。营养盐的时空分布在浒苔到来之前受河口径流的影响较大,当大量浒苔聚集后营养盐的时空分布发生改变。

3 结论

1) DIN、DIP 和 TN 浓度随着绿潮发展有一个

明显降低的过程,与浒苔的发展趋势呈现较为明显的负相关性,说明浒苔生长会消耗海水中的 DIN、DIP 和 TN;末期 DIN 和 DIP 略有回升,说明浒苔腐败消亡过程会释放部分 DIN 和 DIP。

2) 随着浒苔的迁移和发展,COD 和 SS 有一个明显上升的过程,与浒苔的发展趋势呈现较为明显的正相关性,浒苔消亡过程在消耗 DO 的同

时会释放大量 SS。

3) 浒苔到来之前,近岸海域的营养盐空间分布主要受河口径流的影响,当大量浒苔聚集到近岸海域以后,部分营养盐数值急剧升高,当高于河口的营养盐水平后会通过扩散作用改变营养盐的空间分布。

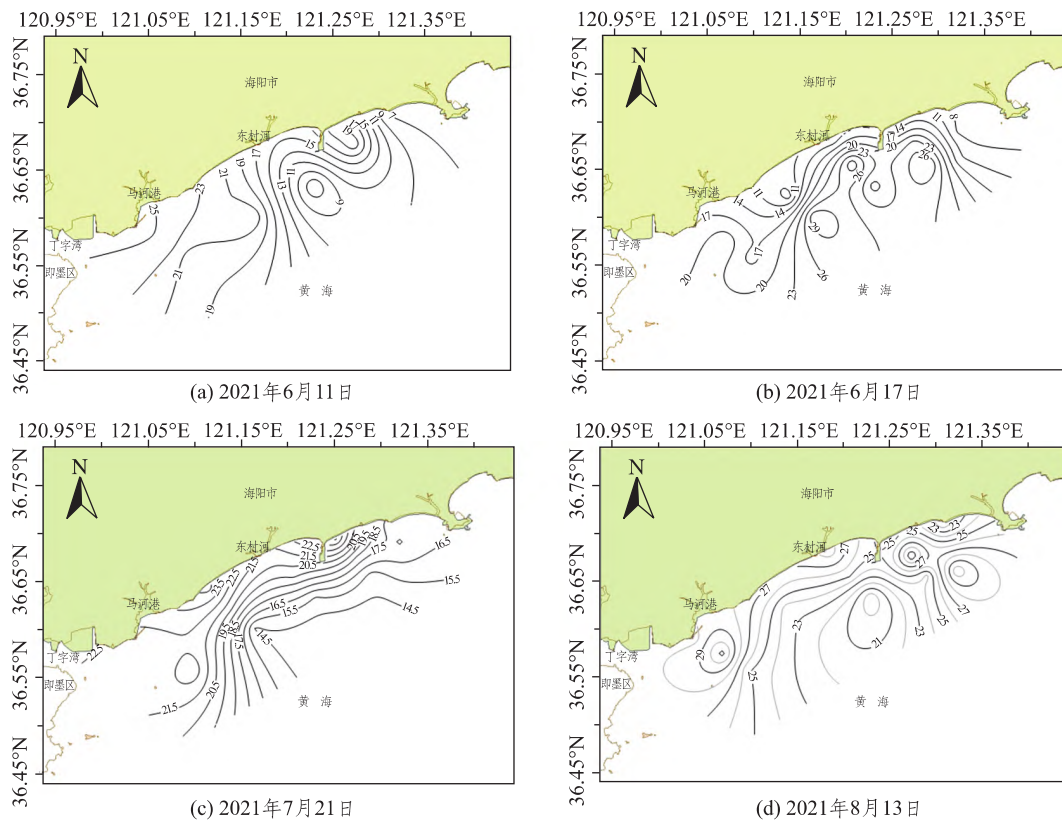


图9 表层海水 SS 时空分布

Fig. 9 Temporal and spatial distribution of SS in surface seawater

参考文献:

- [1] CHARLIER R H, MORAND P, FINKL C W, et al. Green tides on the Brittany coasts [J]. *Environmental Research, Engineering and Management* 2007, 3(41): 52-59.
- [2] HIRAOKA M, OHNO M, KAWAGUCHI S, et al. Crossing test among floating *Ulva thalli* forming 'green tide' in Japan [J]. *Hydrobiologia* 2004, 512(1): 239-245.
- [3] ANDERSON D M, CEMBELLA A D, HALLEGRAEFF G M. Progress in understanding harmful algal blooms: paradigm shifts and new technologies for research, monitoring and management [J]. *Annual Review of Marine Science* 2012, 4: 143-176.
- [4] 于仁成, 孙松, 颜天, 等. 黄海绿潮研究: 回顾与展望 [J]. *海洋与湖沼* 2018, 49(5): 942-949.
- [5] 于仁成, 刘东艳. 我国近海藻华灾害现状、演变趋势与应对策略 [J]. *中国科学院院刊*, 2016, 31(10): 1167-1174.
- [6] 王宗灵, 傅明珠, 周健, 等. 黄海浒苔绿潮防灾减灾现状与早期防控展望 [J]. *海洋学报* 2020, 42(8): 1-11.
- [7] 国家海洋局. 2009 年中国海洋灾害公报 [R/OL]. (2010-03-05) [2022-03-01]. http://gc.mnr.gov.cn/201806/t20180619_1798012.html.
- [8] 高嵩, 石晓勇, 王婷. 浒苔绿潮与苏北近岸海域营养盐浓度的关系研究 [J]. *环境科学*, 2012, 33(7): 2204-2209.
- [9] 冯立娜, 张海波, 孙雨嫣, 等. 浒苔绿潮消亡腐败过程中的营养盐释放及其对近海环境的影响 [J]. *海洋学报* 2020, 42(8): 59-68.

- [10] 蒋雪蕾,周晓见,林佳宁,等. 黄海浒苔绿潮生态效应研究进展[J]. 海洋环境科学,2021,40(4):647-652.
- [11] 叶春,王博,李春华,等. 沉水植物黑藻腐解过程中营养盐释放过程[J]. 中国环境科学,2014,34(10):2653-2659.
- [12] 李俭平,赵卫红,付敏,等. 氮磷营养盐对浒苔生长影响的初步探讨[J]. 海洋科学,2010,34(4):45-48.
- [13] FONG P,ZEDLER J B,DONOHUE R M. Nitrogen vs. phosphorus limitation of algal biomass in shallow coastal lagoons [J]. Limnol Oceanogr,1993,38:906-923.
- [14] 齐衍萍,郭莉莉,尹维瀚,等. 黄海浒苔绿潮防控对策研究[J]. 海洋开发与管理,2016,33(8):90-92.
- [15] 刘峰,逢少军. 黄海浒苔绿潮及其溯源研究进展[J]. 海洋科学进展,2012,30(3):441-448.
- [16] COHEN R A,FONG P. Using opportunistic green macroalgae as indicators of nitrogen supply and sources to estuaries [J]. Ecological Applications,2006,16(4):1405-1420.
- [17] FONG P,FONG J J,FONG C R. Growth,nutrient storage and release of dissolved organic nitrogen by *Enteromorpha intestinalis* in response to pulses of nitrogen and phosphorus [J]. Aquatic Botany,2004,78(1):83-95.

Relationship Between the Migration of *Enteromorpha Prolifera* Green Tide and the Changes of Seawater Environmental Factors in the Yellow Sea Area of Southern Yantai in 2021

JIANG Wei,WANG Shunzhou,YU Long,WANG Lei,WANG Dongliang

(Yantai Marine Environment Monitoring and Forecasting Center,Yantai 264003,China)

Abstract: According to the emergency monitoring data of 4 voyages of *Enteromorpha prolifera* green tide in Haiyang City,Yantai from June to August in 2021,the change trend of seawater quality factors at the initial stage,early stage,peak stage and final stage of green tide was analyzed. The results are as follows. The concentrations of DIN,DIP and TN decreased significantly with the development of green tide,and showed an obvious negative correlation with the development trend of green tide,which indicates that the growth of *Enteromorpha prolifera* would consume DIN,DIP and TN in seawater. DIN and DIP increased slightly at the final stage of green tide,which indicates that some DIN and DIP would be released in the process of corruption and extinction of *Enteromorpha prolifera*. With the migration and development of *Enteromorpha prolifera*,the contents of COD and SS increased significantly,which shows an obvious positive correlation with the development trend of green tide. From the peak stage to final stage,the decomposition and consumption of *Enteromorpha prolifera* led to the sharp decrease of DO content in seawater,and the content of SS increased with the development of green tide. The temporal and spatial distribution characteristics of various nutrients further confirm the change trend of the nutrients mentioned above with the development of green tide.

Keywords: *Enteromorpha prolifera* green tide; emergency monitoring; seawater environmental factors; estuary

(责任编辑 顾建忠)