

1998年春深圳湾环节环沟藻赤潮及其发生原因的探讨*

王朝晖 齐雨藻 尹伊伟 江天久 谢隆初

(暨南大学水生生物研究所 广州 510632)

提要 1998年4月23日至29日深圳湾发生了较大规模的环节环沟藻赤潮,面积逾200 km²,细胞密度高达 3.8×10^6 个/L。赤潮发生于大量降雨之后,高峰期水体盐度在20以下。在深圳河河口海域,虽然富营养化程度也较高,但由于悬浮物含量过高,浮游植物及环节环沟藻数量较少。赤潮期间,深圳湾没有发生死鱼现象,养殖牡蛎的大量死亡估计与赤潮无关。

关键词 环节环沟藻,赤潮,深圳湾

深圳湾地处内伶仃岛的东北,面临珠江口,水较浅,平均水深仅4 m,而且水流缓慢,与湾外水域交换较少。深圳湾处于深圳特区和香港包围之中,接纳珠江、深圳河、元朗河(香港)及深圳、香港等地地表径流带来的大量营养物质及污染物,同时,深圳湾也是广东省重要的养蚝基地,湾内富营养化日趋严重,赤潮频繁发生。

环节环沟藻为一种较为常见的赤潮生物,常分布在盐度较低的温带至热带河口地带,能形成孢囊,在一些河流及湖泊中也可见到。在日本^[1]、韩国、厄瓜多尔^[2]曾发生过赤潮。

1998年4月23日深圳湾发生了较大规模的环沟藻赤潮,高峰期为4月23日至4月28日,面积逾200 km²。为了探讨本次赤潮的发生规律及赤潮发生的原因,本文对赤潮发生期间浮游植物的变化趋势进行了研究。

1 方法

在深圳湾共设了蛇口鱼码头附近渔排、深圳河河口及深圳湾口3个采样点(图1),于4月26日至5月4日采集表层水样。除4月26日仅采1次外,其余每天采样4次,分别于0:00、6:00、12:00和18:00时各采样1次。

样品采集后,用0.1 ml浮游植物计数框活体计数环沟藻数量。其余1 L水样用4%的中性福尔马林固定后,浓缩至20 ml后,进行定性、定量分析。若环沟藻数量小于 10^5 个/L,则也需浓缩后计数。每个样品共计数3次,取其平均值。

4月27、28、29日3 d对采样点的氮、磷等营养盐

及其他水化因子进行了分析,分析方法符合海洋调查规范。

2 结果

2.1 浮游植物的种类组成

此次引发赤潮的浮游植物为环节环沟藻(*Cyrodinium striatum*),环节环沟藻细胞椭圆形至卵形,腹部略扁平,细胞长40~60 μm,宽20~23 μm。纵沟弯曲,呈S形,横沟错位,间距为细胞长度的1/3。细胞上壳顶部无色素体,细胞核位于上壳,具色素体,色素黄褐色。本种为日本赤潮生物^[1]。

在赤潮发生期间浮游植物种类比较单一,除优势种环节环沟藻外,尚存在少量海洋原甲藻、角甲藻和骨条藻等亚热带河口海域常见种类。4月26日至5月4日,深圳湾共鉴定出浮游植物13种,其中硅藻6种,甲藻5种,而且在同一样品中除环节环沟藻外,其余藻类一般只有3~4种。特别是在深圳河口,水体中悬浮物较多,浮游植物种类和数量更少。而在南海另外一些港湾,浮游植物种类较多,硅藻所占比例也较大。

2.2 浮游植物的数量变化

赤潮发生时,环沟藻细胞密度达 $10^5 \sim 10^6$ 个/L,而且持续时间较长,数量相当稳定,5月份后,环沟藻密度逐渐降至 $10^3 \sim 10^4$ 个/L。深圳河口的表层浮游植物总数和环沟藻密度较低,在 $10^3 \sim 10^4$ 个/L之间;而渔排和湾口的浮游植物总数及环沟藻密度均较高,为 $10^5 \sim 10^6$ 个/L(图2,3);以渔排处环沟藻密度

* 国家自然科学基金重大资助项目 39790110 号。

收稿日期:2000-03-15;修回日期:2000-06-20

最大,4月26日至4月29日密度均在 10^5 个/L以上,而4月26日17时在红色赤潮发生区环沟藻密度达 3.8×10^6 个/L。

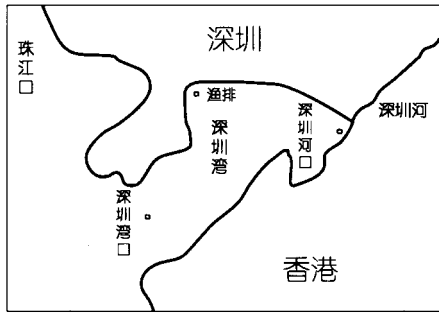


图1 深圳湾的位置及采样点的设置
Fig.1 Sampling stations in Shenzhen Bay

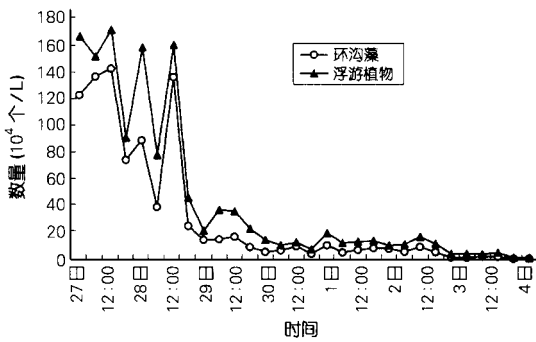


图2 1998年4月底至5月初深圳湾渔排环沟藻及浮游植物数量变化趋势
Fig.2 The quantitative variation of *Gynodinium instriatum* and phytoplankton in the cage area of Shenzhen Bay from late April to early May in 1998

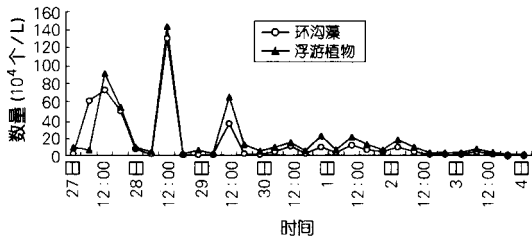


图3 1998年4月底至5月初深圳湾湾口环沟藻及浮游植物数量变化趋势
Fig.3 The quantitative variation of *G. instriatum* and phytoplankton in the outer of Shenzhen estuary from late April to early May in 1998

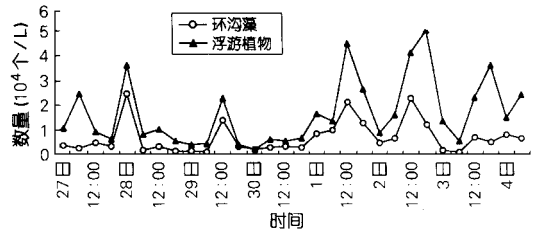


图4 1998年4月底至5月初深圳河河口环沟藻及浮游植物数量变化趋势
Fig.4 The quantitative variation of *G. instriatum* and phytoplankton in the gulf of Shenzhen River from late April to early May in 1998

各采样点的环沟藻数量变化趋势与浮游植物相似,环沟藻数量占浮游植物总数的80%以上(图2、3、4),而且环沟藻和浮游植物数量的峰值多出现在每日的正午12时,夜间密度则较低,特别是湾口海域,午夜0时环沟藻数量仅为正午12时的1%~10%(图3)。

2.3 水文、气象与环境条件

1998年3月深圳湾海域降水较少,全月仅降雨24.6 mm,平均海水盐度为33.04。进入4月份后,降水增加,4月中旬降雨44.9 mm,而4月下旬降雨更增加至137 mm,4月26日晚至27日凌晨,深圳湾降了大暴雨,共降雨126 mm。大量的降水使海水的盐度大幅度降低,4月上旬盐度已降至21左右,4月下旬平均盐度为17.9。

深圳湾由于长期接纳深圳、香港两地的地表径流及珠江、深圳河的河水,与外洋的交换能力较差,同时湾内养殖区的自身污染,使深圳湾的富营养化十分严重,氮、磷等营养盐含量长期居高不下,1990年可溶性无机氮(DIN)、磷(DIP)含量就分别为0.184~0.585 mg/L和0.067~0.257 mg/L^[3]。赤潮期间(4月27日至29日)深圳湾营养盐含量与1990年相比,无机氮含量增长了5~10倍,无机磷含量增加了1~2倍,特别是深圳河口和渔排海域,氮、磷含量更是相当高(表1)。虽然4月26日至27日的大雨将大量富含营养物的地表水带入湾内,但从总体来说,深圳湾的富营养化程度日趋严重。

赤潮期间深圳湾水温在25~26℃之间,较适合环沟藻的生长^[2]。由于藻类的大量生长,水体的pH值较高,溶解氧含量也较高,特别是4月28日在深圳湾湾口海域,环沟藻和浮游植物密度较高(图3),DO值达9.97 mg/L。除深圳河口外,其余两个采样点的叶绿素含量均较高,这与环沟藻及浮游植物的数量分布相一致。

2.4 赤潮发生原因的探讨

表 1 1998 年 4 月 27 日至 4 月 29 日深圳湾各采样点水化因子

Tab.1 Water qualities of Shenzhen Bay from April 27 to April 29, 1998

| 日期 (月.日) | 采样 地点 | DIN (mg/L) | DIP (mg/L) | COD (mg/L) | DO (mg/L) | 叶绿素 (mg/m ³) | 盐度 | 浊度 | pH | 水温 (℃) |
|-------------|----------|---------------|---------------|---------------|--------------|-----------------------------|------|----|------|-----------|
| 4.27 | 渔排 | 0.905 | 0.210 | 4.06 | 6.23 | 69.8 | 18.2 | 39 | 7.96 | 25.8 |
| | 湾口 | 0.981 | 0.234 | 2.04 | 7.00 | 54.8 | 18.2 | 25 | 8.08 | 25.8 |
| | 河口 | 5.173 | 0.818 | 1.34 | 6.35 | 3.28 | 12.8 | 58 | 7.64 | 25.9 |
| 4.28 | 渔排 | 1.043 | 0.169 | 1.89 | 6.46 | 21.4 | 16.3 | 49 | 7.97 | 26.0 |
| | 湾口 | 0.776 | 0.151 | 5.61 | 9.97 | 54.3 | 15.7 | 31 | 8.64 | 25.9 |
| | 河口 | 1.611 | 0.262 | 1.19 | 6.65 | 2.92 | 15.8 | 55 | 7.96 | 26.0 |
| 4.29 | 渔排 | 1.116 | 0.119 | 3.61 | 4.56 | 10.9 | 14.0 | 37 | 7.50 | 25.4 |
| | 湾口 | 1.014 | 0.097 | 1.52 | 5.40 | 12.8 | 13.9 | 21 | 7.96 | 25.5 |
| | 河口 | 1.793 | 0.303 | 2.20 | 5.43 | 2.00 | 14.0 | 53 | 7.7 | 26.0 |

环节环沟藻虽然是一种分布很广的赤潮生物,但其赤潮的发生并不多见^[2]。由于环节环沟藻属于典型的半咸水性的河口赤潮生物,其生长发生与水体的盐度密切相关。适合其生长的盐度范围为 8.0~24.0,当盐度高于 24 时,环节环沟藻几乎不能生长^[2]。深圳湾 1998 年 3 月降水较少,海水盐度均在 30 以上,进入 4 月特别是 4 月中下旬,降雨量增加,海水盐度大幅度降低,降至适合环节环沟藻生长的盐度。4 月 26 日至 27 日的大雨,使深圳河口的盐度降低至 12.8。4 月份后深圳湾的气温和水温也逐渐上升,水温上升至 20℃以上。赤潮发生期间,水温与厄瓜多尔 Guayaquil 湾大规模环节环沟藻赤潮发生时相近,为 25℃左右^[2]。因此,适合的温度、盐度条件以及大量降雨所带来的营养物质给环节环沟藻赤潮的发生提供了必要的条件。

环沟藻及浮游植物密度在深圳湾各采样点分布的不一致与各采样点的环境条件密不可分。深圳河口海域由于长期接纳深圳河水,污染十分严重,无机氮、磷含量特别是氨氮含量很高(表 1),其他污染物如重金属、有毒有机物含量也相当高(深圳市海洋水产局未发表资料),水体悬浮物质多,透明度低,太阳光的通透率低,致使河口海区浮游生物较少。Jimenez^[2] 1993 年在研究厄瓜多尔 Guayaquil 湾环节环沟藻赤潮时也发现 Guayaquil 河口由于沉降物过多,浮游植物密度低的现象。在网箱养殖区的渔排海区,氮、磷等营养盐含量也相当高,悬浮物质含量也较高,但污染源主要是养殖区的自身污染,其他有毒化学物污染较少,因此当其他条件适合时,极易使环节环沟藻爆发性生长形成赤潮。

环节环沟藻是一种无毒的赤潮藻类^[1],本次赤潮发生时,并未发现养殖区鱼类死亡,但发现了牡蛎的

大量死亡。环节环沟藻分布在亚表层至表层水体,贝类多分布在较深的底层水体,两者在分布上存在空间差;同时由于贝类对藻类的选择性滤食及其对海洋微藻毒素的不敏感,赤潮引起贝类大量死亡事件罕见报道。近几年来,深圳湾污染日趋严重,大量有机物和重金属排入湾内,其中大部分沉积于底泥之中,微生物对有机物的分解消耗了底层水和底泥中的大量溶解氧,有可能造成底层水域缺氧。牡蛎属于底栖性动物,底层环境的恶化直接影响牡蛎的生长,威胁其生存,极端恶化的结果便是大量牡蛎死亡,而附生在高密度环沟藻水域的翡翠贻贝却未发生死亡现象,更说明牡蛎的死亡不是赤潮直接引起的。

4 结论

深圳湾日益严重的富营养化致使湾内赤潮频繁发生,而此次环节环沟藻赤潮正是环境恶化的极端表现。环节环沟藻无毒,因此赤潮期间没有引起网箱养殖区鱼类的死亡,而养殖区内牡蛎的大量死亡估计与赤潮无关。

参考文献

- 1 Fukuyo Y., Takano H. et al.. Red Tide Organisms in Japanan Illustrated Taxonomic Guide. Tokyo: Uchida Rokakuho Co. Ltd., 1990. 62
- 2 Jimenez R.. Ecological factors related to *Cyrodinium* *instriatum* bloom in the inner estuary of the gulf of Guayaquil. In: Smayda T.J. and Shimizu Y. eds. Toxic Phytoplankton Blooms in the Sea. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B. V. 1993. 257~262
- 3 Qi Yuzao, Zhang Jiaping et al.. Occurrence of red tides on the coasts of China. In: Smayda T.J. and Shimizu Y. eds. Toxic Phytoplankton Blooms in the Sea. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B. V. 1993. 43~46

研究报告 *REPORTS*

STUDIES ON THE CAUSE AND THE OCCURRENCE REASONS OF A *Gyrodinium instriatum* RED TIDE IN SHENZHEN BAY IN SPRING OF 1998

WANG Zhao-hui QI Yu-zao YIN Yi-wei JIANG Tian-jiu XIE Long-chu

(*Institute of Hydrobiology, Jinan University, Guangzhou, 510632*)

Received : Mar.15,2000

Key Words : *Gyrodinium instriatum*, Red tide, Shenzhen Bay, South China Sea

Abstract

There are no apparent records of *Gyrodinium instriatum* red tides in Chinese coast. During April 23 to April 29, 1998, an intense bloom of *Gyrodinium instriatum* was observed in Shenzhen Bay, South China Sea, which covered 200 km² areas. The bloom occurred at wet season when the salinity dropped to less than 20. High cell concentrations between 10⁵ - 10⁶ cells/ L were recorded at the cage area and the outer estuary. Although the nutrient contents were relatively higher in the inner estuary of the Gulf of Shenzhen River, phytoplankton biomass was normally low due to heavy suspension of sediments. High nutrient concentration and heavy rain induce the outbreak of the bloom. No fish kills were observed during the red tide, and the mortality of farmed oyster had no relative to the bloom.

(本文编辑 :张培新)