

大亚湾水域原甲藻调查与鉴定

辜小莲 齐雨藻 陈菊芳 吕颂辉 谢隆初

(暨南大学水生生物研究所, 广东 广州 510632)

摘要: 对 1998 年至 2000 年在广东省大亚湾海域所采集的样品进行了观察和分析, 发现有 8 种原甲藻 (*Prorocentrum*): 反曲原甲藻 (*Prorocentrum sigmoides*)、海洋原甲藻 (*P. micans*)、三角棘原甲藻 (*P. triestinum*)、具齿原甲藻 (*P. dentatum*)、微小原甲藻 (*P. minimum*)、波罗的海原甲藻 (*P. balticum*)、墨西哥原甲藻 (*P. mexicanum*) 和原甲藻未知种 (*P. sp.*)。对它们的形态特征和生态分布进行了描述。

关键词: 原甲藻; 浮游生物; 分类; 广东大亚湾; 赤潮

中图分类号: Q93.331 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-3395 (2002) 04-0335-05

Species of *Prorocentrum* (Dinophyceae) in Daya Bay, China

GU Xiao-lian QI Yu-zao CHEN Ju-fang LÜ Song-hui XIE Long-chu

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

Abstract: Eight species of the dinoflagellate genus *Prorocentrum* collected in April-May every year during 1998-2000 from Daya Bay, Guangdong, China, are identified and described. They are *P. sigmoides*, *P. micans*, *P. triestinum*, *P. dentatum*, *P. minimum*, *P. balticum*, *P. mexicanum*, and an unknown species. All of them can cause red tide except the unknown one. *P. minimum* and *P. mexicanum* are suspected of being toxic.

Key words: *Prorocentrum*; Phytoplankton; Identification; Guangdong Daya Bay; Red tide

近 10 年来, 我国近海发生赤潮不下 300 起, 1997-1999 年间较大规模的赤潮达 45 起, 造成直接经济损失超过 20 亿元。其中由原甲藻引发的赤潮在华南沿海水域时有发生: 2000 年 5 月, 浙江省舟山海域发生了一次大面积的主要由原甲藻所引发的赤潮; 同年 7 月, 渤海西部海域也发生了大面积的赤潮, 亦有原甲藻的存在; 2001 年 5 月, 长江口和舟山群岛附近海域又发生了由原甲藻引发的赤潮。这引起了我们对原甲藻这一赤潮生物的重视。

原甲藻属于甲藻门 (Pyrrophyta), 双鞭甲藻纲 (Dinophyceae), 纵裂甲藻亚纲 (Desmokyntae), 原甲藻目 (Prorocentrales)。藻体为单细胞, 个体小。大部分的原甲藻不仅可以引发赤潮, 而且还会产生各种毒素, 与腹泻性贝毒 DSP (diarrhetic shellfish poisoning) 和西加

收稿日期: 2001-10-19 接受日期: 2002-04-11

基金项目: 国家重点基础研究项目基金资助 (2001CB409700)

鱼毒 CFP(ciguateric fish poisoning)有关^[1]。大亚湾水域以其地理环境及较高的营养化水平,近年来成为我国南部沿海水域的赤潮高发地,对渔业生产和生态平衡造成严重危害。藻类毒素还会通过食物链危害人类生命健康。

国内外有关原甲藻的研究较多,但大多集中对特定种类生理生态的研究。我国部分学者也曾对个别原甲藻作过一定的研究^[2-5],但至今尚无学者对大亚湾水域中的原甲藻进行系统调查。本文对大亚湾水域中的原甲藻进行调查,以期对该水域原甲藻赤潮发生的潜在危险有一定的了解。

1 材料和方法

采样 1998-2000 年的每年 4-5 月在广东省大亚湾澳头海域(“九五”赤潮重大项目常规监测点)采集水样,现场用福尔吗林溶液固定,使福尔吗林的最终浓度达到 4%-5%。

观察与摄像 水样在实验室经静止沉淀浓缩后用 Olympus BH-2 型光镜进行分类观察和光镜显微摄影。用日产 JEOL-T300 型电镜对个别种类进行显微观察与摄像。

2 结果和分析

三年来对采集的大量样品进行观察和分析,共发现 8 种原甲藻。

2.1 反曲原甲藻(*Prorocentrum sigmoides* Boehm) (图版 I: 1-4)

细胞个体大,长 70-107 μm ,宽 20-30 μm 。顶刺大而长,达 20 μm 。据资料记载,反曲原甲藻一般长为 70-75 μm ,可见该水域的反曲原甲藻更为细长。细胞壳面观反曲形(图版 I: 1);侧面观矛尖形,壳环面平滑无斑纹(图版 I: 2);光镜下观察其空壳,可看到壳板表面覆盖着刺丝胞孔(图版 I: 3);在电镜下可看到细胞顶部短小副刺(图版 I: 4)。

本种为世界分布种,在沿海浅水区域及河口地区更为常见。它是我国南部附近水域中的常见种和诱发赤潮的主要种类。1990 年 4 月,大鹏湾盐田水域发生过该种赤潮,其中最高细胞密度达 5.14×10^5 个 L^{-1} ^[6]。香港水域也曾发生过 4 次该种赤潮^[7]。

2.2 海洋原甲藻(*P. micans* Ehrenberg) (图版 I: 5-8)

细胞个体中等大小,长 45-55 μm ,宽 20-30 μm 。顶刺较长,达 7 μm 。壳面观为亚梨形,细胞后端较尖(图版 I: 5);侧面观扁平(图版 I: 6);光镜下观察其空壳,可看到壳板表面中央有许多刺丝胞孔,边缘则覆盖着呈放射状排列的刺丝胞孔(图版 I: 7);在电镜下可看到细胞顶部短小副刺(图版 I: 8)。

本种是世界广布种,广泛分布于热带及亚热带的沿海、河口和大洋海域。中国的南海、东海、香港和南沙群岛等水域皆有分布^[8],是南海北部近岸水域常见种和诱发赤潮的主要种类。香港水域曾发生过 5 次本种赤潮^[9]。深圳湾 1989 年 4 月 2-4 日发生过本种赤潮,细胞密度为 1.8×10^8 个 L^{-1} ^[7]。1991 年 6 月在浙江南部南麂列岛海域也发生了该种赤潮,最大细胞密度达 7.61×10^9 个 L^{-1} ,占浮游植物细胞总密度的 94.6%^[8]。

2.3 三角棘原甲藻(*P. triestinum* Schiller) (图版 I: 9, 10)

细胞个体明显小于上述两种原甲藻,长 25-35 μm ,宽 10-15 μm 。顶刺细小,约 5 μm 。

形状与海洋原甲藻相似,但略显细长(图版 I: 9)。电镜下可见壳板平滑,仅有少量呈不规则排列的刺丝胞孔^[9]。另外,此次还发现一种三角棘原甲藻变种,大小和形状与三角棘原甲藻相似,但是细胞后端平截,且顶刺不明显(图版 I: 10)。

本种是世界广布种,广泛分布于沿海浅水区及大洋海域。它也是一种常见的赤潮原因种。据报道,该种是我国浙江省舟山海域赤潮生物的优势种,占春季总细胞密度的 77.2%^[10],值得重视。其赤潮报道仅见于香港水域,发生的次数较多^[4]。

2.4 微小原甲藻(*P. minimum* (Pavillard) Schiller) (图版 I: 11, 12)

在该水域中数量较少。细胞个体微小,长 15–25 μm , 宽 15–22 μm 。壳面观呈心形,有的近似三角形,细胞顶部平截,有一轻微凹陷(图版 I: 11)。电镜下可见壳板上分布着刺状突起(图版 I: 12)。

本种是世界广布种,主要出现于河口地区。我国天津大沽口附近海域及香港海域曾发生过微小原甲藻赤潮^[9]。

2.5 波罗的海原甲藻(*P. balticum* (Lohmann) Loeblich) (图版 I: 13)

在该水域中数量极少,但在各站点上均有发现。细胞个体微小,长约 13–18 μm , 宽约 11–15 μm 。顶刺很小,在光镜下难以辨认。壳面观呈宽椭圆形或卵圆形,甚至近圆形(图版 I: 13); 电镜下可观察到壳板上分布着大量的小孔,且有许多呈六角形排列的小刺^[11]。

本种是世界广布种,可引发赤潮。20 世纪 90 年代以来未有该种引发的赤潮记录。

2.6 墨西哥原甲藻(*P. mexicanum* Tafall) (图版 I: 14, 15)

在该水域中数量极少。长 38–43 μm , 宽 25–30 μm 。壳面观为椭圆形,顶刺明显(图版 I: 14)。电镜下可见壳面边缘覆盖着呈放射状排列的刺丝胞孔(图版 I: 15)。

本种是世界广布种,广泛分布热带和亚热带水域的浅海、河口及深海中。可引发赤潮。

2.7 具齿原甲藻(*P. dentatum* Stein) (图版 I: 16, 17)

在该水域数量极少。细胞个体小,长 12–16 μm , 宽 8–11 μm 。壳面观为椭圆形,顶部呈肩状突起(图版 I: 16); 图版 I: 17 所示为 2001 年 5 月在舟山海域发生赤潮的赤潮种,在电镜下可看到其壳面均匀分布着粒状突起。经鉴定,作者初步认为是具齿原甲藻。

本种是世界广布种。可引发赤潮。

2.8 原甲藻未知种(*P. sp.*) (图版 I: 18)

其数量很少,仅在四月下旬的部分站点观察到。细胞个体小,壳面观为椭圆形,但是两端较尖(图版 I: 18),与曾报道过的原甲藻种类均不相同,对其种的确定仍在研究之中。

3 讨论

对大亚湾水域中的原甲藻进行调查共发现了 8 种浮游型原甲藻,其中,墨西哥原甲藻(*P. mexicanum*)同时具有附着型的生长特点。曾于广东沿海部分水域中发现的利玛原甲藻(*P. lima*)此次并无发现。除原甲藻未知种不能确定外,均为有害赤潮生物,其中,微小原甲

藻和墨西哥原甲藻已多次被证实为毒性赤潮生物^[12,13]。

目前,已报道的原甲藻种类有 38 种之多,并且每年在世界各地不断有新种的报道。原甲藻具有保守的特征,而且特异性极强,表现在细胞的形状、大小、壳面花纹的特点、右壳凹陷区、鞭毛区的形状、周鞭毛板的数量与形状和壳环带的斑纹等,因而可用于种的鉴别。由于在光镜下对细胞微细结构观察的困难,所以对原甲藻细胞的详细鉴定需要借助电镜。目前,基于分子生物学的鉴定技术已在研究中,Grzebyk 等利用 18s rDNA 数据针对 9 类原甲藻进行了研究,发现可以区别形状对称的深海型和形状非对称的浮游型原甲藻^[14]。Victoria L-R 等则利用免疫化学方法对五种原甲藻进行了分类研究,针对不同原甲藻的表面抗原特征研制出特异性抗体,不仅可以通过免疫检测技术进行分类鉴定,还可对种间亲缘性进行分析^[15]。此次调查中发现的 7 种原甲藻(反曲原甲藻、海洋原甲藻、三角棘原甲藻、具齿原甲藻、微小原甲藻、波罗的海原甲藻和墨西哥原甲藻)均可在光镜下直接鉴定出种。其中,微小原甲藻和波罗的海原甲藻个体微小,形态相近,不易在光镜下加以区别。对部分原甲藻的电镜观察有利于我们对细胞微细结构的认识。

参考文献:

- [1] Morton S L. Maximizing okadaic acid content from *Prorocentrum hoffmannianum* Faust [J]. J Applic Phycol, 1994, 6(1): 41-44.
- [2] 齐雨藻,钱锋. 大鹏湾几种赤潮甲藻的分类学研究[J]. 海洋与湖沼, 1994, 25(2): 206-210.
- [3] 王朝晖,吕颂辉,陈菊芳,等. 广东沿海几种赤潮生物的分类学研究[J]. 武汉植物学研究, 1998, 16(4): 310-314.
- [4] 吕颂辉,韩国章. 香港水域主要有害甲藻的分类研究[A]. 何建宗,王肇鼎. 南中国海红潮的预防和管理论文集[C]. 香港:南中国海赤潮协会, 2000. 73-82.
- [5] 林永水,简伟军. 南中国沿海赤潮有毒甲藻[A]. 何建宗,王肇鼎. 南中国海红潮的预防和管理论文集[C]. 香港:南中国海赤潮协会, 2000. 61-72.
- [6] 吕颂辉. 赤潮多发区主要赤潮发生过程的分析研究[A]. 梁松. 大鹏湾环境与赤潮的研究[M]. 北京:海洋出版社, 1996. 80-82.
- [7] 彭昆仑. 一次发生在深圳湾赤潮的初步报告[J]. 暨南大学学报, 1989(赤潮专刊): 86-89.
- [8] 王正方,张庆,卢勇,等. 氮、磷、维生素和微量金属对赤潮生物海洋原甲藻的增殖效应[J]. 东海海洋, 1996, 14(3): 33-38.
- [9] Hernandez-Becerril D U, Cortes A R, Alonso R R. The dinoflagellate genus *Prorocentrum* along the coasts of the Mexican Pacific [J]. Hydrobiol, 2000, 418(1-3): 111-121.
- [10] 朱根海,山本民次,大谷修司,等. 浙江舟山群岛邻近海域微、小型浮游植物与赤潮生物研究[J]. 东海海洋, 2000, 18(1): 28-35.
- [11] Karen A S, Karl T. Identify Marine Diatoms and Dinoflagellates [M]. San Diego Academic Press, Inc, 1995. 419-426.
- [12] Grzebyk D, Denardou A, Berland B, et al. Evidence of a new toxin in the red-tide dinoflagellate *Prorocentrum minimum* [J]. J Plankton Res, 1997, 19(8): 1111-1124.
- [13] Levasseur M, Couture J Y, Sauve G, et al. Contamination of molluscs in Quebec by diarrhetic(DSP) and amnesic(ASP) phycotoxins and research into possible sources for DSP phycotoxins [J]. Can Tech Rep Fish Aquat Sci, 2001, 2350: 51.
- [14] Grzebyk D. Phylogenetic analysis of nine species of *Prorocentrum* (Dinophyceae) inferred from 18s ribosomal DNA sequences, morphological comparisons, and description of *P. panamanensis* sp. [J] J Phycol, 1998, 34:1055-1068.
- [15] Victoria L-R, Eduardo C. Immunochemical characterization of morphospecies and strains of *Prorocentrum* (Dinophyceae) [J]. J Experim Marine Biol Ecol, 1999, 238:293-308.

图版说明

图版 I

1-4 反曲原甲藻: 1. 壳面观; 2. 电镜侧面观; 3. 空壳壳面观, 示壳板刺丝胞孔; 4. 电镜壳面观, 示顶刺和副刺; 5-8. 海洋原甲藻: 5. 壳面观; 6. 侧面观; 7. 空壳壳面观, 示壳板刺丝胞孔; 8. 电镜壳面观, 示壳板刺丝胞孔、顶刺和副刺; 9, 10 三角棘原甲藻: 9. 壳面观; 10. 变种壳面观; 11, 12. 微小原甲藻: 11. 壳面观; 12. 电镜壳面观, 示壳板上均匀分布的刺状突起; 13. 波罗的海原甲藻壳面观; 14, 15. 墨西哥原甲藻: 14. 壳面观; 15. 电镜壳面观, 示顶刺和壳板边缘刺丝胞孔; 16. 具齿原甲藻壳面观; 17. 2001年5月舟山海域引发赤潮的原甲藻, 电镜壳面观, 示壳板上覆盖着的微小突起; 18. 原甲藻未知种壳面观。

12, 比例尺 = 1 μ m; 17, 比例尺 = 5 μ m; 其它, 比例尺 = 10 μ m.

Explanation of Plate

Plate I

1-4. *Prorocentrum sigmoides*: 1. Valve view; 2. Side view, SEM; 3. Valve view of empty cell, showing shallow depressions on the valve; 4. Valve view, showing the apical spine and the ancillary spine, SEM; 5-8. *P. micans*: 5. Valve view; 6. Side view; 7. Valve view of empty cell, showing shallow depressions on the valve; 8. Valve view, showing shallow depressions on the valve, the apical spine and the ancillary spine, SEM; 9, 10. *P. triestinum*: 9. Valve view; 10. Valve view of a variety; 11, 12. *P. minimum*: 11. Valve view; 12. Valve view, showing evenly shaped spines on the valve, SEM; 13. Valve view of *P. balticum*; 14, 15. *P. mexicanum*: 14. Valve view; 15. Valve view, showing the apical spine and the shallow depressions on the edge of the valve, SEM; 16. Valve view of *P. dentatum*; 17. Valve view of *Prorocentrum*, which ever caused red tide in Zhoushan Sea area, showing the valve covered with small projections, SEM; 18. Valve view of *P. sp.*

Scales for 12 = 1 μ m, Scales for 17 = 5 μ m, others = 10 μ m.