

广东沿海几种赤潮生物的分类学研究*

王朝晖 吕颂辉 陈菊芳 徐 宁 齐雨藻

(暨南大学水生生物研究所 广州 510632)

提 要 对 1997 年秋~1998 年春广东沿海多次赤潮发生期间的几种优势赤潮藻类进行了形态学和分类学研究。1 种为我国首次报道引发赤潮的定鞭金藻类(Prymnesiophytes)——球状棕囊藻(*Phaeocystis* cf. *globosa*)。另有甲藻类 7 种,其中裸甲藻目(Gymnodiniales) 3 种:米氏裸甲藻(*Gymnodinium* cf. *mikimotoi*)、环节环沟藻(*Gyrodinium instriatum*)及 *Phaeopolykrikos hartmanii*; 鲭藻目(Dinophysiales) 1 种:具尾鲭藻(*Dinophysis caudata*); 原甲藻目(Prorocentrales) 2 种:海洋原甲藻(*Prorocentrum micans*)、利玛原甲藻(*Prorocentrum lima*); 多甲藻目(Peridinales) 1 种:链状亚历山大藻(*Alexandrium catenella*)。以上几种藻类引发的赤潮均为有害赤潮,其中球状棕囊藻、米氏裸甲藻和链状亚历山大藻能产生毒素,形成有毒赤潮。

关键词 金藻, 甲藻, 赤潮, 分类, 广东沿海, 有毒藻

1997 年 10 月以来,广东省东部沿海饶平一带发生大面积赤潮,持续到次年 1 月底,南扩至广东汕尾海域,造成海产养殖业 6 000 多万元的经济损失。此后,更于 1998 年 3 月先后在广东省大鹏湾海域、珠海万山群岛海域及深圳湾海域发生大面积的有毒及无毒甲藻赤潮,连同香港此次赤潮自 3 月 18 日~4 月 30 日止,对海洋渔业生产造成了极大的损失。

在赤潮研究中,赤潮藻类的分类学研究是其中最重要、最基本、最复杂的内容之一。国内外有关赤潮藻类的分类学研究已有较多报道^[1~4],但国内的报道大多局限于某一海湾或某一类,对多次赤潮发生时的藻类分类学研究较少。笔者对 1997 年秋~1998 年春在广东沿海多次赤潮发生期间的几种优势藻类进行了形态学和分类学研究,为今后赤潮种的界定提供参考。

1 材料和方法

本文所研究的赤潮藻类主要有球状棕囊藻(*Phaeocystis* cf. *globosa*)、米氏裸甲藻(*Gymnodinium* cf. *mikimotoi*)、环节环沟藻(*Gyrodinium instriatum*)、*Phaeopolykrikos hart-*

收稿日:1998-06-30,修回日:1998-07-22。第一作者:女,30岁;讲士(硕士),从事藻类生态与分类学研究。

* 国家自然科学基金“九五”重大项目(编号 39790110)。

manii、利玛原甲藻(*Prorocentrum lima*)、海洋原甲藻(*Prorocentrum micans*)、具尾鳍藻(*Dinophysis caudata*)及链状亚历山大藻(*Alexandrium catenella*)等8种赤潮藻类。

以上藻类于赤潮发生时采自赤潮发生区海域。用1 L的采水器,采集离水面0.5 m的亚表层水样和距海底0.5 m的底层水样,样品采集后进行分离培养和显微观察。培养基为1/2 f培养基,培养温度为20℃,光照强度为4 000 lx,光暗比为12:12。球状棕囊藻采集其群体,用1/2 f培养基培养后得到单细胞。

2 分类学研究及讨论

2.1 球状棕囊藻 *Phaeocystis* cf. *globosa* Scherffelf(图版 1:1)

环状棕囊藻至少有2个生活史时期:群体型和单细胞型。群体球形,直径可达2~3 cm,肉眼可见。细胞包围在1层粘液中,形成1个中空的多层球体。每个细胞有2个黄绿色叶绿体,无鞭毛和附鞭。

单细胞为双鞭,1条附鞭(定鞭体,heptonema)在光学显微镜下较难观察,细胞长3~8 μm。有的情况可观察到刺丝泡(trichocyst)结构。

群体和单细胞均可自行繁殖,群体进行片段增殖,而游动单细胞则进行分裂生殖。

属世界性种,其主要危害为分解后产生泡沫、妨碍渔网和损伤鱼类,泡沫可达几m厚^[5]。同时产生二甲基硫酸酯(DMS),并且挥发至空气中,能形成酸雨。在新西兰和挪威等地曾发生赤潮^[6,7],给渔业和旅游业带来巨大影响,在挪威还引起鱼类中毒死亡,但毒素尚未明了。

1997年10月从我国福建省泉州湾到广东省饶平县一带海域发生了大面积的棕囊藻赤潮,次年1月底又南扩至汕尾海域,此次赤潮持续时间长,发生范围广,给当地的海洋养殖业造成巨大损失。

2.2 米氏裸甲藻 *Gymnodinium* cf. *mikimotoi* Miyake et Kominami ex Oda.(图版 1:2)

细胞绿褐色,圆至椭圆形。背腹扁平,有时会形成细胞大小明显不同的亚族群。上锥部半球形至宽圆锥形,在顶端处有一顶沟,自纵沟上端向上延伸至顶部并达背面。下锥部的底端有凹陷。横沟位于中央或略前,左旋,两端始末位移约1/5个细胞长。纵沟从横沟处开始到底端。核椭圆形至豆形,位于上壳左侧。10~20个叶绿体散生于细胞中,每个叶绿体含有1个明显的蛋白核。细胞长24~40 μm,宽20~32 μm。

本种能产生溶血素(hemolytic)和鱼毒(ichthyotoxin),常出现于北欧、澳大利亚、日本、新西兰和韩国水域,并在以上国家和地区发生过赤潮,造成渔农受损^[4]。国内亦有此种赤潮记录^[8]。

1998年3~4月间在广东沿海及香港海域发生了大规模的米氏裸甲藻赤潮,赤潮带经过海域米氏裸甲藻浓度为 2.08×10^6 个/L左右。由于其分泌溶血素和鱼毒素,损伤了鱼鳃组织,并使鱼鳃出血,而且当米氏裸甲藻浓度达到 10^4 个/L时,鱼类即发生大面积死亡,因此给赤潮发生地区的海洋养殖业造成了巨大损失。

2.3 环节环沟藻 *Gyrodinium instriatum* Freudenthal et Lee.(图版 1:3)

细胞椭圆形至卵圆形,背腹略扁。在幼细胞的运动阶段,上锥部在顶端凹入,形成2个很宽的突起。上锥部通常比下锥部略短。横沟始末两端位移约0.3~0.7细胞长。纵沟长,

伸入上锥部,下端直达细胞底端。细胞核大,椭圆形,位于上锥部靠近顶端处。色素体多个,周生,有时从细胞中央放射状排列,在上壳顶部有1个无色色素体的无色区域。细胞长40~60 μm ,宽20~33 μm 。

孢囊壁透明,椭圆至卵圆形。表面无纹,长29~50 μm ,宽20~27 μm 。萌发孔顶生。本种是赤潮种,在日本沿海等地引发赤潮^[4]。

1998年4月底在我国深圳湾蛇口海域发生了较大规模的该环沟藻赤潮,赤潮持续时间较长,即使在下大雨时,也未能使赤潮消退,该种的爆发性生长与盐度和磷有关^[9]。

2.4 *Phaeopolykrikos hartmanii* Matsuoka et Fukuyo(图版 1:4)

细胞为群体,常常由2个裸甲藻状的大小相同的细胞组成,结合部稍有缢缩,每个细胞均含有1个细胞核。群体上部细胞略呈四边形,顶部略凸出。下部常为球形,末端较圆。细胞横沟移位约为2~2.5倍横沟宽。群体长60~65 μm ,宽40~44 μm ,细胞内含有黄褐色色素体多个。

能产生孢囊,孢囊直径为46~60 μm ,囊壁具有许多尖刺,在接近基部处明显呈条纹状。孢囊壁薄,呈茶褐色。

该种在日本濑户内海等地有分布^[4],在深圳湾环沟藻赤潮期间有该种藻存在,密度最高可达 4.25×10^4 个/L。

2.5 具尾鳍藻 *Dinophysis caudata* Saville-Kent(图版 1:5)

细胞个体大,侧面观不规则卵圆形,上壳低矮,略突或凹。下壳长,后部延伸成为长而圆的突起。背腹最宽处在中央以下,横沟平或稍凹;上边翅向上伸展成漏斗状,并具有辐射状肋;下边翅窄,向上伸展,无肋。纵沟左缘边翅长为体长的 $1/2 \sim 2/3$,右缘边翅短,近三角形。壳板厚,上有龟纹和小孔,细胞长70~110 μm ,宽39~100 μm 。

本种为世界性种,主要分布在热带、亚热带的沿岸海域。日本曾报道在此赤潮发生前后有鱼类大量死亡^[10],在菲律宾海域发现有有毒具尾鳍藻存在^[11]。

该种与米氏裸甲藻同时存在于赤潮发生海域,而且浓度高达 4.36×10^5 个/L,特别是在赤潮消退过程中,具尾鳍藻可取代米氏裸甲藻成为优势种。

2.6 海洋原甲藻 *Prorocentrum micans* Ehrenberg(图版 1:6)

藻体为单细胞。细胞形状多变,壳面观卵形、亚梨形或近圆形。细胞前端圆,后端尖,藻体中部最宽,顶刺尖长,翼片呈三角形,副刺短。鞭毛孔多个,位于细胞前端。壳板厚,坚硬,表面覆盖着许多排列规则、凹陷的刺丝胞孔。细胞核呈“U”形,位于细胞后半部,色素体2个,褐色,板状。细胞长42~70 μm ,宽20~50 μm ,顶刺长6.5~7 μm ^[1]。

本种是世界性种,广泛分布于沿海、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。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^[12]。深圳湾1989年4月2日~4月4日发生过本种赤潮,细胞密度为 1.8×10^8 个/L^[13]。

在深圳湾发生环沟藻赤潮期间,同时存在有海洋原甲藻,而且贝类消化腺内含有大量海洋原甲藻。

2.7 利玛原甲藻 *Prorocentrum lima* Dodge(图版 1:7)

细胞卵形,最宽处在中部以下,前端窄,顶端有一凹入,无顶刺。壳板厚,四周散布刺丝

胞孔,但中央处未见。细胞长 $30\sim 40\ \mu\text{m}$,宽 $26\sim 30\ \mu\text{m}$ 。

本种分布于温带及热带海洋,属底栖或附生性甲藻,常附生于海藻、珊瑚礁及沙岸或泥沼上,有时营浮游生活。分布于澳洲、美国、加拿大、西班牙、法国、葡萄牙等国,我国台湾省鱼塘中有发现^[14],广东海域也有发现。有报道说:本种有毒,可产生腹泻性贝毒(DSP)。

在米氏裸甲藻赤潮发生的珠海海域底层水样中存在该种原甲藻,浓度为 $800\ \text{个/L}$ 。

2.8 链状亚历山大藻 *Alexandrium catenella* (Whedon et Kofoed) Balech(图版 1:8)

细胞球形,长略大于宽,上壳与下壳半球形,大小相近。横沟位于中央,两端位移与横沟等宽,纵沟深,后端较深。甲片薄,排列式为 APC, $4'$, $6''$, $6C$, $8s$, $5'''$, $2'''$ 。顶孔复合结构(APC)为三角形,有一大的鱼钩状顶孔和一椭圆形的前连接孔(a. a. p)。后连接孔(p. a. p)位于后纵沟板的右侧,近边缘处。前、后连接孔在细胞长成后常闭合,细胞无腹孔。细胞长 $29\sim 30\ \mu\text{m}$,宽 $31\sim 33\ \mu\text{m}$ 。细胞有时形成少于 16 个细胞的链,但长链易断成 $2\sim 4$ 个细胞的短链。

孢囊圆柱状。表面光滑。

本种分布广泛,多见于太平洋北部,在北美、日本、南非、智利均有报道。我国沿海有分布(齐雨藻、钱锋曾报道本种在大鹏湾盐田海域有分布),能产生 PSP 毒素,毒害人类、鸟类、鱼类等^[1]。

在米氏裸甲藻赤潮期间,链状亚历山大藻的密度也较大,达 $1.26\times 10^4\ \text{个/L}$ 。

参 考 文 献

- 1 齐雨藻,钱锋. 大鹏湾几种甲藻的分类学研究. 海洋与湖沼, 1994, **25**(2): 206~210
- 2 郭玉洁. 大连湾赤潮生物——赤潮异湾藻. 海洋与湖沼, 1994, **25**(2): 211~215
- 3 Balech E. The genus *Alexandrium* or *Gonyaulax* of the *tamarensis* group. In: Anderson D M, White A W, Baden D G eds. Toxic Dinoflagellates. New York: Elsevier Science Publishing, 1985. 33~38
- 4 Fukuyo Y, Takano H, Chihara M. Red tide organisms in Japan——An illustrated taxonomic guide. Tokyo: Japan Fisheries Resource Conservation Association, 1990. 84~95
- 5 Lancelot C, Billen G, Sournia A *et al.* Phaeocystis blooms and nutrient enrichment in continental coastal zones of North Sea. *Ambio*, 1987, **16**: 38~46
- 6 Davidson A T, Marchant H J. The biology and ecology of phaeocystis (Prymnesiophyceae). In: Round F E, Chapman D J eds. Progress of Phycological Research. Bristol: Bristol Biopress, 1992. **8**: 1~45
- 7 Larsen A, Eikrem W, Paasche E. Growth and toxicity in *Prymnesium patelliform* (Prymnesiophyceae) isolated from Norwegian waters. *Can J Bot*, 1993, **71**: 1357~1362
- 8 张水浸, 陈其焕, 曾朝文等. 厦门港赤潮调查研究论文集. 北京: 海洋出版社, 1994. 19~27
- 9 Jimenez R. Ecological factors related to *Gyrodinium aureolum* bloom in the inner estuary of the gulf Guayaquil. *Dev Mar Biol*, 1993, **3**: 257~262
- 10 Okaichi T. Red tides found in and around the Seto Inland Sea in 1965. *Tech Bull Fac Agricul Kagawa Univ*, 1967, **15**: 181~185
- 11 Taylor F J R, Fukuyo Y, Larsen J. Taxonomy of harmful dinoflagellates. In: Hallegraeff G M, Anderson D M, Cembella A D eds. Manual on Harmful Marine Microalgae. Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC) Manuals and Guides No. 33. Paris: Published by the United Nations Educational Scientific Cultural Organization (UNESCO), 1995. 283~317

- 12 Wang P S. The occurrence and distribution of red tides in the Hong Kong. Applications in red tide management. In: Okaichi, Anderson, Nemoto eds. Red Tides Biology Environmental Science and Toxiology. New York: Elsevier Science Publishing, 1989.
- 13 彭昆仑. 一次发生在深圳湾赤潮的初步报告. 暨南大学学报, 1989(赤潮专刊): 86~89
- 14 苏惠美, 周宏农. 有害微细藻类与贝类检验法. 见: 台湾行政院农委会编. 渔业特刊第四十三号. 台北: 台湾行政院农委会印, 1993.

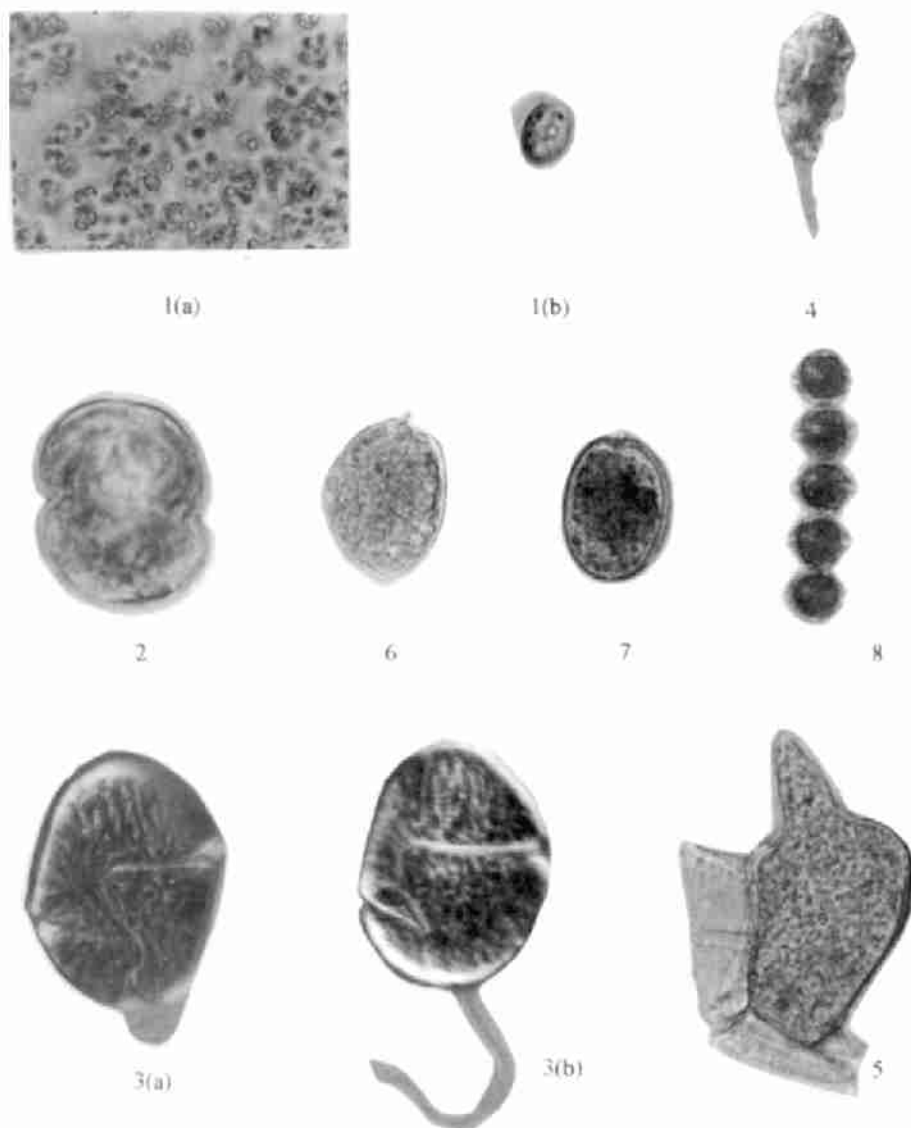
TAXONOMIC STUDIES ON RED TIDE CAUSATIVE ALGAE ON THE GUANGDONG COAST, SOUTH CHINA SEA

Wang Zhaohui Lu Songhui Chen Jufang Xu Ning Qi Yuzao

(Institute of Hydrobiology Jinan University Guangzhou 510632)

Abstract A taxonomic study on 8 species of harmful red tide causative algae was undertaken. Samples were collected from Guangdong coast of South China Sea between October 1997 and April 1998 When red tides occurred in those areas. One species of Prymnesiophytes (*Phaeocystis* cf. *globosa*), which was reported to cause red tide in China for the first time. The others were all dinoflagellates, three of which were toxic. They were 3 species of Gymnodiniales: *Gymnodinium mikimotoi*, *Gyrodinium instriatum* and *Phaeopolykrikos hartmanii*; 1 species of Dinophysiales: *Dinophysis caudata*; 2 species of Prorocentrales: *Prorocentrum micans* and *Prorocentrum lima*; 1 species of Peridiniales: *Alexandrium catenella*.

Key words Prymnesiophytes, Dinoflagellates, Red tide, Taxonomy, Guangdong coast, Harmful microalgae bloom



1. 球状棕囊藻 *Phaeocystis* cf. *globosa*. (a). 群体 Colony ($\times 400$), (b). 流动细胞 Motive cell ($\times 1\,000$); 2. 米氏裸甲藻 *Gymnodinium mikimotoi* ($\times 1\,000$); 3. 环节环沟藻 *Gyrodinium instriatum* ($\times 1\,000$); 4. *Phaeopolykrikos hartmanii* ($\times 200$); 5. 具尾鲗藻 *Dinophysis caudata* ($\times 400$); 6. 海洋原甲藻 *Prorocentrum micans* ($\times 400$); 7. 利玛原甲藻 *Prorocentrum lima* ($\times 400$); 8. 链状亚历山大藻 *Alexandrium catenella* ($\times 400$)