

双环海链藻 (*Thalassiosira diporocyclus* Hasle) 赤潮*

陈善文 高亚辉[†] 杜虹 董巧香^{††} 黄长江¹⁾

(汕头大学水生生物与环境资源保护研究所 汕头 515063)

[†](厦门大学生物系 厦门 361065)

^{††}(Aquaculture Research Station, Louisiana Agricultural Experiment Station,

Louisiana State University Agriculture Center, Baton Rouge, Louisiana 70803, USA)

提要 2001—2002 年的秋冬季节,于中国东南沿海的南澳岛周围海域突发了双环海链藻赤潮,该赤潮藻及其赤潮在中国都是首次记录。该赤潮藻以实心胶质块的群体形式出现,其群体一般呈球形或椭圆形,常为茶褐色,大小不一,直径多数在 2—3mm 之间,最小的不到 0.1mm,最大的约有 5mm。胶质块由双环海链藻和数种羽纹硅藻组成,前者分布于外层,后者包埋其中。双环海链藻的细胞密度最大达 1.75×10^7 cells/L,占浮游植物总细胞数的 78.8%。如把包埋其中的羽纹硅藻考虑进去,赤潮藻胶质块的组成细胞总密度则高达 2.28×10^7 cells/L 以上,占浮游植物总细胞数的 95.9%。赤潮藻的密度由湾内向外海呈显著递减趋势,与营养盐的平面分布格局相反。该赤潮起源于外海,赤潮发生机制可能与 2001—2002 厄尔尼诺年导致的水温异常升高有关。

关键词 赤潮,双环海链藻 (*Thalassiosira diporocyclus*),南澳岛,厄尔尼诺

中图分类号 P593

位于中国东南沿海的南澳岛在地理位置上正好处于香港和台湾之间,是粤东一个以渔业和旅游业著称的生态岛,并与柘林湾南北相对。柘林湾是一个半封闭型的海湾,海水增养殖渔业十分发达,但水体富营养化程度高,生态系统退化严重(周凯等, 2002; 黄长江等, 2003)。1997 年冬季与 1999 年夏季,中国东南沿海发生过两次大规模的棕囊藻赤潮,其中心海域都在柘林湾及南澳岛周围,给当地养殖业带来了巨大的经济损失,也造成严重的生态破坏(黄长江等, 1999)。2000 年 7 月在柘林湾与南澳岛之间的中心水域又发生了一次中肋骨条藻赤潮(周凯等, 2002)。由于柘林湾与南澳岛在渔业、生态和赤潮领域上所处的重要位置,广东省海洋与渔业局将柘林湾作为科技兴海生态领域重大科研项目的实施示范基地,委托汕头市海洋与渔业局和汕头大学广东省海洋生物重点实验室从 2000 年冬季开始,进

行每月 1—2 次的生态学常规调查。调查内容主要为温、盐等理化因子,大量营养盐,浮游生物和微生物等(黄长江等, 2003; 杜虹等, 2003)。本文中报道了 2002 年初发生在该海域的双环海链藻 (*Thalassiosira diporocyclus*) 赤潮及其形态与生态学特征,这种赤潮在中国海域为首次发现。

1 研究概况

2001—2002 年冬,粤东地区天气反常,除了西北风带来少数阴天外,几乎天天放晴,气温明显比往常高。2002 年 1 月 17 日,海上发现大量块状棕色悬浮物,经分析研究,认为这是一种中国海域未曾记录过的新型赤潮。

本调查从 2002 年 1 月 18 日开始,由于受调查船只和风浪的限制,只能在柘林湾至南澳岛东侧之间设 6 个站位进行专项调查(图 1)。其中, S₁、S₂ 和 S₃ 站是广东省科技兴海重大项目生态学常规调查

* 广东省重大科技兴海项目, A200005F02 号; 广东省自然科学基金项目, 021260 号。陈善文, 硕士, 助理研究员, E-mail: swchen@stu.edu.cn

1) 通讯作者, E-mail: cjhuang@stu.edu.cn

收稿日期: 2002-12-08, 收修改稿日期: 2003-11-15

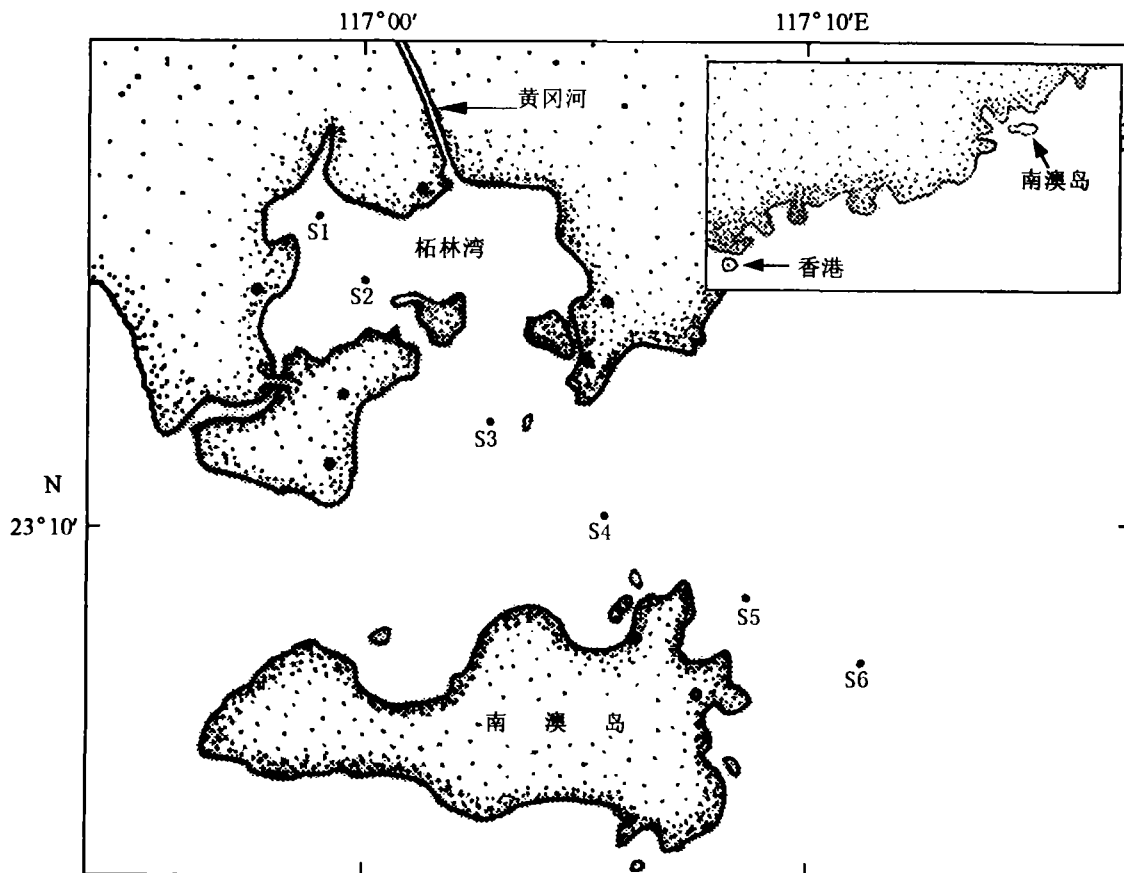


图1 调查海区及站位分布图

Fig.1 Map of the studied area and the distribution of the stations

所设9个站位中的3个, S_2 站位于柘林湾最大网箱渔排养殖区的中心, S_3 站是该湾常规调查项目所设站位中离湾内养殖区最远的一个湾外对照站。其后, 分别于1月22日、1月26日和2月1日(赤潮已基本消失)对这6个站位又进行了3次调查。另外, 作者还对 S_1 、 S_2 和 S_3 站自2001年11月至翌年2月的常规调查数据进行了分析。

2 材料与方法

2.1 样品的采集和水质现场检测

浮游植物采集分网采和瓶采。网采按《海洋监测规范》用浅水Ⅲ型浮游植物采集网(网口直径为37cm, 网目孔径为76 μ m)从海底向海面垂直拖网, 将样品装入500ml的聚乙烯瓶中, 置于低温箱中(带有冰块)保持自然态带回实验室。瓶采用HQM-1型有机玻璃采水器(2.5L)取表层(离水面0.5m)水和底层(离水底0.5m)水各1L装入聚乙烯瓶中, 立即加入鲁格氏液固定, 并使其最终浓度为15‰。同时,

采表层和底层水各250ml, 置于4℃的冷藏箱中带回实验室用于水质分析。现场水温、盐度、溶解氧和pH等用YSI6600检测。

2.2 样品处理与分析

将赤潮藻团块悬浮于装有过滤海水[滤膜(Whatman)孔径为0.45 μ m]的有机玻璃框中, 置于带有数码相机和图像分析系统(Carl Zeiss Axiovision)的解剖镜(Stemi SV6, 8-50, ZEISS)下, 对藻团块的大小与形态进行分析和图像拍摄。取大小不同的藻团块, 做成临时装片, 置于透式光镜(Axioplan2 imaging, ZEISS)下, 首先观察其组成和结构, 然后用数码相机拍摄图像并用图像分析系统测量各种细胞的大小。

取50个大小不同的藻团块, 用过滤海水漂洗两次后, 悬浮于装有2ml过滤海水的20ml试管中, 加入等体积的浓硝酸(CR)后, 再加入三倍体积的浓硫酸, 充分混合后, 置于沸腾的水浴锅中煮30min。常温冷却后, 加入蒸馏水至试管容积的三分之二, 静置24h后用滴管吸除上清液。按以上步骤重复漂洗

3—5次,使样品接近中性,再浓缩至约2ml。用铜网取该浓缩样品少许,自然风干后,置于透式电镜(JEM-1010, JEOL)下观察,并拍摄图像以鉴定赤潮藻种。

瓶采样品带回实验室后浓缩至100ml,分别加入浓硝酸,使其最终浓度达到3%(通过反复实验得知此浓度最佳)后充分摇动,使藻胶质块的细胞散开,如细胞密度太大,用过滤海水稀释10倍或100倍后,用浮游植物计数框(Sedgewick-Rafte)在倒置显微镜(Axiovert25, ZEISS)下计数。

水样经孔径为 $0.45\mu\text{m}$ 的膜(Whatman)过滤后,用San^{plus} System连续流动分析仪(Skalar SA4000, Dutch)测定DIN、DIP和 $\text{SiO}_3\text{-Si}$ 的含量。

3 结果

3.1 赤潮藻的形态与结构

该赤潮藻胶质块呈实心的球形或椭球形(图2a、b、c),为茶褐色或乳白色(图2a),其中茶褐色的是正常健康的群体,而乳白色的是趋于衰亡的群体。每个赤潮藻胶质块一般由分布于外层的海链藻和包埋于胶质中的羽纹硅藻(*Nitz. Lorenziana*, *Nitz. sp.*, *Pleurosigma pelagicum*, *Navi. transitans* var. *derasa* f. *delicatula*)组成,但大多数小的藻胶质块不含羽纹硅藻(图2b)。藻胶质块大小不一,直径最小的不到 0.1mm ,最大的约有 5mm ,一般在 $2\text{--}3\text{mm}$ 之间。

该海链藻的细胞呈盒形,壳面圆形,壳套极端弯曲,中央扁平(有的看上去似凸镜,这是因为不是正对壳环面观),直径为 $24.1\text{--}33.7\mu\text{m}$,平均为 $27.8\mu\text{m}$ ($n=50$)。壳环轴长 $21.2\text{--}30.5\mu\text{m}$,平均为 $25.6\mu\text{m}$ ($n=50$)(图2d)。壳面眼纹(areolae)呈扇形排列,每 $10\mu\text{m}$ 有 $28\text{--}32$ 个眼纹,平均为 29.6 个($n=50$),每个眼纹呈正六边形(图2e、f)。壳面上有两环支持突和一个稍偏离中心点的中央支持突,突起基部都是开放的。外环位于边缘,排列很整齐,共有 $28\text{--}36$ 个小支持突($n=10$),平均为 32.5 个,相邻两个之间的距离为 $1.86\text{--}5.12\mu\text{m}$,平均为 $3.08\mu\text{m}$ ($n=50$);内环位于离边缘约三分之一处,且排列不整齐,共有 $18\text{--}28$ 个支持突,平均为 21.8 个($n=10$);在壳面边缘还有一个唇形突(图2e、f)。根据该藻的群体和细胞的形态结构特征,可知该赤潮藻为双环海链藻(*Thalassiosira diporocyclus* Hasle)(Hasle, 1972; Hallegraeff, 1984; Miyahara *et al.*, 1996)。

3.2 赤潮的时空分布

该赤潮波及面积方圆 80km^2 以上。2002年1月

18日是4次专门调查中赤潮藻密度最高的一次,故以这天的调查资料作为反映其平面分布特征的依据。 S_3 站是调查海区的生态系统长期观测站,有较全面的调查资料,能较好地反映这次赤潮的生消过程,因而以它作为研究这次赤潮生消过程的代表站。

双环海链藻的细胞密度及其在总浮游植物中所占的百分比都呈从柘林湾湾内向外海递增的趋势(图3)。1月18日,该藻在 S_6 站的细胞密度达到 $1.75 \times 10^7\text{cells/L}$ (图3a),在总浮游植物中所占的百分比为 78.8% ;若包括包埋其中的羽纹硅藻,则赤潮藻胶质块的组成细胞总密度达到 $2.28 \times 10^7\text{cells/L}$ 以上,在总浮游植物中所占百分比达到 95.9% 。

由图4可见,此次赤潮出现于2001年11月底,2002年1月中旬达到高峰,然后开始逐渐回落,于2002年2月初完全消亡,整个过程历时两个多月(图4a)。

3.3 赤潮期间的环境因子

在赤潮高峰期(1月18日),盐度的空间分布呈由内湾向外海显著递增的趋势,水温则呈两头高、中间低的格局(图3b)。其中, S_1 站的水温最高(18.3°C), S_4 站最低(17.7°C),由 S_4 站向外海呈上升趋势。大量营养盐DIN、DIP和 $\text{SiO}_3\text{-Si}$ 呈由内湾向外海逐渐下降的趋势(图3c)。 S_1 站的DIN($36.761\mu\text{mol}$)、DIP($1.918\mu\text{mol}$)和 $\text{SiO}_3\text{-Si}$ ($48.299\mu\text{mol}$)的含量都较高,最低则都在 S_6 站(DIN: $12.622\mu\text{mol}$; DIP: $0.50\mu\text{mol}$; $\text{SiO}_3\text{-Si}$: $19.482\mu\text{mol}$)。

从时间上看,赤潮发生初期,正值秋转冬季节,水温和盐度都出现较为明显的下降趋势,但水温在随后的赤潮快速发展时期(12月初至1月初)呈反常的上升趋势,从12月14日的 18.3°C 上升至1月18日的 22.1°C (图4b)。在赤潮高峰期过后,水温随即又呈下降趋势。盐度在赤潮高峰期仍维持在低水平,但在赤潮高峰期过后,又迅速回升至赤潮初期的水平。DIN、DIP和 $\text{SiO}_3\text{-Si}$ 的含量在赤潮初期呈上升趋势,但随着赤潮的发展而回落,直到赤潮近消亡的2月初才又呈回升趋势(图4c)。

4 讨论

4.1 赤潮原因种的界定

目前已知的大型胶质群体的海链藻有多种(Hallegraeff, 1984; Hasle *et al.*, 1997)。其中,细弱海链藻(*Thalassiosira subtilis*)与双环海链藻比较相似,它们都与羽纹硅藻形成胶质块,细胞盒形,壳面上都有中央支持突和单个唇形突,边缘支持突排列得都

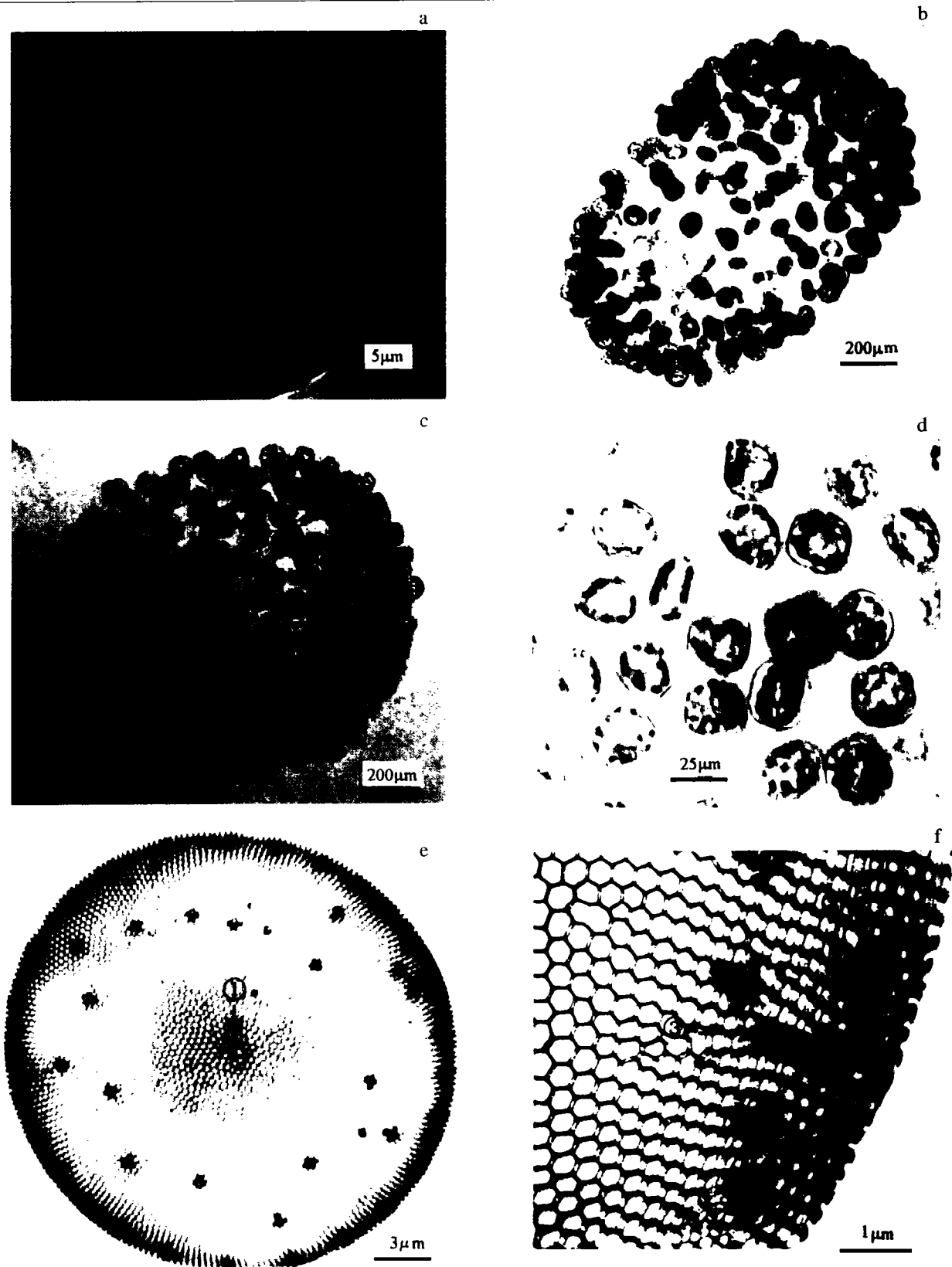


图2 双环海链藻照片

a. 藻胶质块形状、大小和颜色(NE); b,c,d. 藻胶质块的细胞组成特征(LM)(b×10, c×10, d×40); e,f. 壳面的形态特征(TEM)(e×300, f×700)

Fig. 2 The photomicrographs of *T. diporocyclus*

a. the colonies of different shape, color and size (NE); b, c, d. morphological characteristics of the colonies (LM) (b×10, c×10, d×40); e, f. morphological characteristics of the valve (TEM) (e×300, f×700)

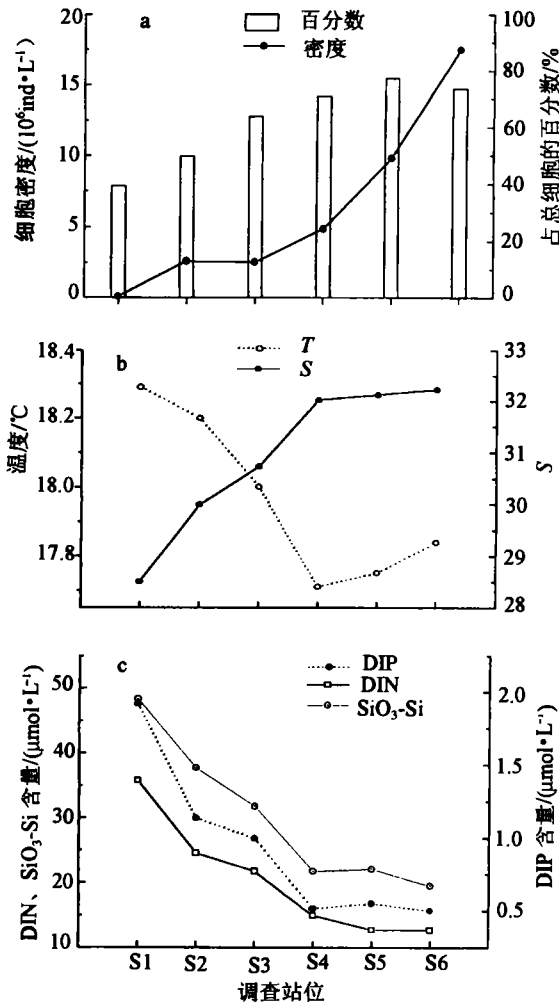


图3 双环海链藻、温盐和营养盐的空间平面分布

a. 双环海链藻的细胞密度及其占浮游植物总细胞的百分数; b. 水温和盐度; c. DIN, $\text{SiO}_3\text{-Si}$ 和 DIP

Fig.3 The horizontal spatial distributions of *T. diporocyclus*, temperature and salinity and nutrients

a. the densities of *T. diporocyclus* and the percentages of *T. diporocyclus*; b. Water temperature and salinity; c. DIN, $\text{SiO}_3\text{-Si}$ and DIP of nutrients.

很整齐 (Cupp, 1943; Hasle, 1972; Hallegraeff, 1984; Miyahara *et al.*, 1996; Hasle *et al.*, 1997)。然而, 电子显微照片显示, 双环海链藻与细弱海链藻还是具有明显的不同 (Cupp, 1943; Hasle, 1972; Hallegraeff, 1984; Miyahara *et al.*, 1996; Hasle *et al.*, 1997)。首先, 双环海链藻的壳面内环支持突排列较为整齐, 而细弱海链藻的内环支持突则呈现不规则排列; 其次, 双环海链藻的唇形突位于壳面的边缘环中, 非常接近壳面边缘 (图 2e, f), 而细弱海链藻的唇形突则不位于边缘环中, 并远离壳面边缘。金德祥等 (1965) 和程兆第

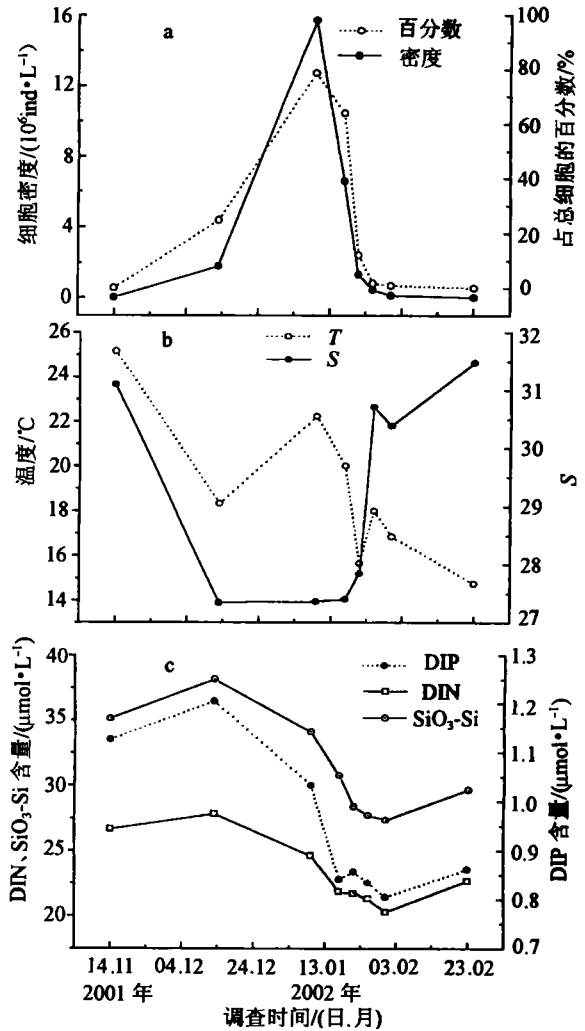


图4 S_3 站的双环海链藻、温盐和营养盐随时间的变化

a. 双环海链藻的细胞密度及其占浮游植物总细胞的百分数; b. 水温和盐度; c. DIN, $\text{SiO}_3\text{-Si}$ 和 DIP 含量

Fig.4 The temporal variations of *T. diporocyclus*, water temperature & salinity and nutrients, at S_3

a. the densities and percentages of *T. diporocyclus*; b. water temperature and salinity c. DIN, $\text{SiO}_3\text{-Si}$ and DIP of nutrients

等 (1993) 都认为出现在中国海域的能形成胶质块群体的海链藻为细弱海链藻, 但程兆第等 (1993) 所描述的海链藻应该是双环海链藻, 而不是细弱海链藻。因为他们所提供的电子显微照片显示, 壳面内环支持突和边缘支持突的位置与排列更像双环海链藻。由于金德祥等 (1965) 对细弱海链藻只有文字描述, 而无显微照片可供对照, 因而无法对其种类界定的正确与否进行判别。

与其壳面结构容易混淆的海链藻还有 *T. delicatula*, *T. eccentrica*, *T. fragilis*, *T. hendeyi*, *T.*

mendiolana, *T. simonsenii*, 它们都有一个位于中央或稍离中央的支持突和不只一环的边缘支持突,但仔细比较可见,它们与双环海链藻又都有明显的区别:*T. delicatula* 的壳环轴不小于壳面直径,突起基部都是闭塞的;*T. eccentrica* 和 *T. mendiolana* 的中央支持突都毗邻一个中央眼纹并被一个七眼纹环所包围,其壳面边缘有向周边伸出的刺;*T. fragilis*、*T. hendeyi* 和 *T. simonsenii* 的壳面上都有两个唇形突(Hasle *et al.*, 1997)。

本调查采到的双环海链藻的大小虽比 Hallegraeff (1984)描述的(16—20 μm)要大得多,但与 Miyahara 等(1996)在濑户内海发生赤潮时所发现的(25.0—47.5 μm)差不多。这表明该赤潮藻在赤潮发生时,其个体大小有可能比平常的大幅增加。其壳面边缘环的支持突数目与 Hasle 等(1997)描述的(24—31)要多,但其相邻两个的平均间距又在 Hasle 等(1997)描述的(2.7—3.8 μm)范围之内,说明双环海链藻边缘环支持突数目随个体的增大而增多,但其间距变化不大。

双环海链藻属于暖水种,一般分布于热带、亚热带和温带海域(Hasle, 1972; Hallegraeff, 1984)。本次赤潮的发生海域位于北纬 23°30' 附近,处于该藻的分布范围内。

4.2 赤潮发生的诱因

双环海链藻赤潮曾于 1994 年 11 月(秋季)至 1995 年 2 月初(冬季)在日本的濑户内海(Nagai *et al.*, 1995; Miyahara *et al.*, 1996)首次发生,这次赤潮规模很大,日本学者对其进行了 3 次共 265 站位的大规模综合性调查,但也未能了解那次赤潮的发生机

理。Miyahara 等(1996)认为那次赤潮的发生可能与 1994 年夏季濑户内海地区的干旱和赤潮发生期间的异常高温有关。相比之下,本次发生在南澳周边海域的双环海链藻赤潮的规模要小得多,而且赤潮发生时值冬季,是粤东海面上风浪最大的季节,调查快艇能力所及的范围极为有限,本研究小组只能在较小的范围内实施 4 次小规模调查。此外,作者对双环海链藻的分离培养未获得成功,世界上至今也无有关该赤潮藻的种群生长动力学的文献报道。因此,从这有限的资料与数据中要清晰地了解本次双环海链藻的赤潮发生机制是不太现实的。

然而,本次双环海链藻赤潮发生的季节位于 11 月底至翌年的 2 月初,与 1994—1995 发生在日本濑户内海完全吻合,而且本次赤潮发生时正值 2001—2002 的厄尔尼诺年(许富祥, 2002),海区水温于赤潮高峰期也异常升高(图 4a、b),且相关分析显示,该赤潮的生消与水温呈显著的正相关(图 5a)。因此,无法排除气候的异常是发生本次赤潮的启动因子。实际上,1997 年底发生在中国东南沿海的那次大规模棕囊藻赤潮的重灾区也是在柘林湾至南澳岛一带,赤潮发生的时间仅比本次赤潮略早半个月,而且那次棕囊藻赤潮的发生也正值 1997—1998 年历史上最强的厄尔尼诺年,赤潮高峰期,粤东沿海也是气温异常升高,东南风频吹,即渔民称之为的“冬走春令”,可见该大规模赤潮的发生也与当时强大的厄尔尼诺密切相关(Yin *et al.*, 1999; 黄长江等, 1999)。与那次棕囊藻赤潮一样,本次的双环海链藻赤潮显然也是起源于外海(图 1、图 3a)。在正常年份,中国沿海的秋冬季节一般是吹西北风,并伴有较强的自北

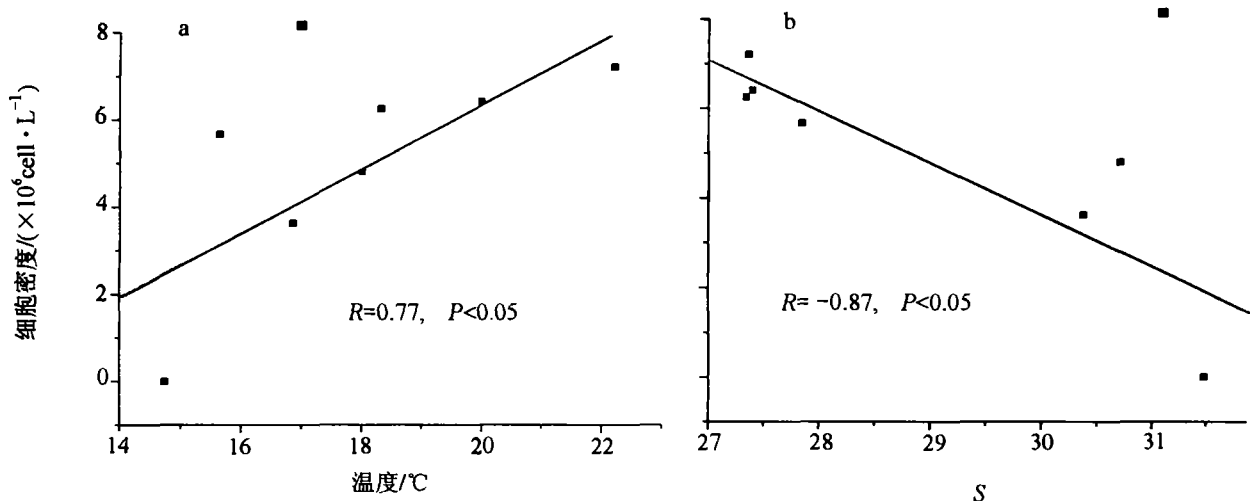


图 5 S_3 站的双环海链藻细胞密度与水温或盐度的关系

Fig.5 Relationship between *T. diporocyclus* density and water temperature or salinity at S_3 station

向南的沿岸流。如果天气反常,西北风减弱,而东南风盛行,南下的沿岸流可能会相应减弱,给起源于外海的赤潮侵入内湾提供了机会(黄长江等,1999)。但对于气候异常是如何影响双环海链藻赤潮和棕囊藻赤潮发生的详细机制却仍有待研究。

国内外也有报道表明,赤潮的发生与盐度变化状况有密切关系,多数赤潮发生时的海水盐度较低(23—28)(沈国英等,1996)。本调查的结果显示,这次双环海链藻赤潮爆发初期,盐度出现显著下降(图4b),且该赤潮的生消与盐度呈显著的负相关(图5b)。1994年冬,日本濑户内海的双环海链藻赤潮从发生到消亡,盐度也是先降低然后逐渐上升(Miyahara *et al*, 1996; Nagai *et al*, 1995.),这表明盐度降低特别是突然降低有可能也是该双环海链藻爆发赤潮的诱因之一。

4.3 赤潮发生与营养盐的关系

一般认为,像棕囊藻那样能形成大型胶质囊群体的赤潮的发生是水域富营养化的产物(Foster *et al*, 1983; Lancelot *et al*, 1987; Cadée, 1991)。本调查组从2000年5月开始的柘林湾生态系统长期监测的结果也表明,柘林湾及其周边海域的确富营养化趋势比较严重(周凯等,2002;杜虹等,2003)。然而,这种起源于内湾的富营养化趋势已在多大的程度上波及到外海,波及范围多大,目前尚无任何数据以供作者判断。因而很难确定这次双环海链藻赤潮是否也缘于海域的富营养化。

本次赤潮高峰期,调查海区营养盐的平面分布呈现由内湾向外海递减的趋势,这与该海域的常规调查结果是一致的(周凯等,2002;杜虹等,2003)。但从S₃站的数据可以看出,双环海链藻的入侵明显消耗了海区的部分营养盐(图4c)。因为该海域大量营养盐于秋冬季节理应处于上升趋势(周凯等,2002;杜虹等,2003),而本次赤潮高峰期海区营养盐含量却不升反降(图4c)。表面看来,该赤潮的发生有利于缓解富营养化及其对海域生态系统带来的压力,但实质上情况并没那么简单,因为随着赤潮的消亡及其有机质的分解,被赤潮生物大量吸走的营养盐大多又会回到原来的水体中。当然赤潮生物也可能被浮游动物捕食而使其吸收的营养盐向外海转移,但其转移量有多大还无据可查。由此可见,即使是不产毒的甚至对渔业不造成任何危害的赤潮,是否能真正消除或缓解海域的富营养化还有待进一步研究和探讨。

致谢 本调查的完成得到了厦门大学陈长平和暨

南大学施华宏、周凯博士及朱琳、何歆、李金硕士等的大力支持,谨致谢忱。

参 考 文 献

- 许富祥, 2002. 2001年中国海浪分析及2002年中国海浪预测. 海洋预报, 19(4):33—37
- 沈国英, 施并章, 1996. 海洋生态学. 厦门: 厦门大学出版社, 26, 238—246
- 杜虹, 黄长江, 陈善文等, 2003. 2001—2002年粤东柘林湾浮游植物的生态学研究. 海洋与湖沼, 34(6):604—617
- 程兆第, 高亚辉, 刘师成, 1993. 福建沿岸微型硅藻. 北京: 海洋出版社, 27
- 黄长江, 董巧香, 郑磊, 1999. 1997年底中国东南沿海大规模赤潮原因生物的形态分类与生态学特征. 海洋与湖沼, 30(6):581—590
- 黄长江, 陈善文, 何歆, 2003. 2001—2002年粤东柘林湾浮游动物的生态学研究. 海洋与湖沼, 34(2):117—130
- 金德祥, 陈金环, 黄凯歌等, 1965. 中国海洋浮游硅藻类. 上海: 上海科学技术出版社, 193—208
- 周凯, 黄长江, 姜胜, 2002. 2000—2001年柘林湾大量营养盐的时空分布. 生态学报, 22(12):2116—2124
- Cadée G C, 1991. Long-term changes in phytoplankton in marine coastal waters. J Phycol, 27:12
- Cupp E E, 1943. Marine Plankton Diatoms of the West Coast of North America. University of California Press, Berkeley, California, 5:1—238
- Foster P, Voltolina D, Spencer C P *et al*, 1983. A seasonal study of the distribution of surface state variables in Liverpool Bay. J Exp Mar Biol Ecol, 73: 151—165
- Hasle G R, 1972. *Thalassiosira subtilis* (Becillariophyceae) and two allied species. Norw J Bot, 19:110—137
- Hasle G R, Syvertsen E E, 1997. Marine diatoms. In: Tomas C R ed. Identifying Marine Phytoplankton. Academic press, London. 45—88
- Hallegraeff G M, 1984. Species of the Diatom Genus *Thalassiosira* in Australian Waters. Botanea Marina Vol. XXVII, 495—513
- Lancelot C, Billen G, Soumia A *et al*, 1987. Phaeocystis blooms and nutrient enrichment in the continental coastal zones of the North Sea. Ambio, 16:38—46
- Miyahara K, Nagai S, Itakura S *et al*, 1996. First record of a bloom of *Thalassiosira diporocyclus* in the Eastern Seto Inland Sea. Fisheries Science, 62 (6):878—882
- Nagai S, Miyahara K, Hori Y, 1995. Blooming of *Thalassiosira* sp. in Harima-nada, the eastern Seto Inland Sea, in the winters of 1994 and 1995. Bull Hyogo Prefect, 32: 9—17
- Yin K D, Harrison P J, Chen J *et al*, 1999. Red tides during spring 1998 in Hong Kong: Is El Niño responsible? Marine Ecology Progress Series, 187:289—294

FIRST RECORDING OF *THALASSIOSIRA DIPOROCYCLUS* BLOOM IN THE SOUTHEAST CHINA SEA

CHEN Shan-Wen, GAO Ya-Hui[†], DU Hong, DONG Qiao-Xiang^{**}, HUANG Chang-Jiang

(*Institute of Aquatic Biotechnology and Environmental Resource Protection,*
Shantou University, Shantou, 515063)

[†](*Department of Biology, Xiamen University, Xiamen, 361065*)

^{**}(*Aquaculture Research Station, Louisiana Agricultural Experiment Station,*
Louisiana State University Agriculture Center, Baton Rouge, Louisiana 70803, USA)

Abstract A bloom of colony-forming diatom of the genus *Thalassiosira diporocyclus* occurred in Nan'ao Island in early 2002. To our knowledge, this is the first recording of a *T. diporocyclus* bloom in the Southeast China Sea. The colony was solid, light brown and spherical or oval. The colony size ranged from less than 0.1 mm to 5 mm. The majority were around 2—3 mm. In the outer layers, the colony was mainly composed of *T. diporocyclus*, while some pennate diatoms were embedded in the center. The highest cell density of *T. diporocyclus* alone was 1.75×10^7 cells/L, accounting for 78.8% of total phytoplankton. This increased to 2.28×10^7 cells/L (95.9%) when pennate diatoms inside the colony were included. Results indicate that the abundance and cell density of *T. diporocyclus* increased from the inner bay to the open waters during the bloom and reversely correlated with the distribution trend of the abundant nutrients. The bloom originated in open waters, and its occurrence is probably related to abnormally high water temperatures resulting from the 2001—2002 El Niño event.

Key words Red-tide, *Thalassiosira diporocyclus*, Nan'ao Island, El Niño event