中国海洋学会赤潮研究与防治专业委员会　编

中国赤潮研究与防治

（一）

——中国海洋学会赤潮研究与防治学术研讨会论文集

海洋出版社

中国赤潮研究与防治(一)

——中国海洋学会赤潮研究与防治学术研讨会论文集

中国海洋学会赤潮研究与防治专业委员会　编

1-17801

海洋出版社

2005年·北京

图书在版编目(CIP)数据

中国赤潮研究与防治.1:中国海洋学会赤潮研究与防治学术研讨会论文集/中国海洋学会赤潮研究与防治专业委员会编.
北京:海洋出版社,2005.3
ISBN 7-5027-6300-7

Ⅰ.中… Ⅱ.赤… Ⅲ.红潮—中国—学术会议—文集
Ⅳ.X55-53

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第016072号

责任编辑:陈莎莎
责任印制:严国晋

海洋出版社 出版发行
http://www.oceanpress.com.cn
(100081 北京市海淀区大慧寺路8号)
北京威远印刷厂印刷 新华书店发行所经销
2005年4月第1版 2005年4月北京第1次印刷
开本:787mm×1 092mm 1/16 印张:13.75
字数:335千字 印数:1~1500册
定价:50.00元
海洋版图书印、装错误可随时退换

《中国赤潮研究与防治(一)》编委会

顾　问：齐雨藻　周名江　邹景忠　朱明远

主　编：张利民

副主编(按姓氏笔画为序)：

马德毅　刘志刚　刘宇中　李适宇　贾建军

贾晓平　钱宏林　黄韦艮　黄良民

编　委(按姓氏笔画为序)：

马志华　马绍赛　王华接　许卫忆　许振成

吕颂辉　李　萍　李子森　李仲钦　陈亚瞿

吴灶和　孟　伟　罗家海　林元烧　杨宇峰

杨炼锋　庞　义　姜　胜　赵金华　唐丹玲

高亚辉　高坤山　黄　健　黄亚如　黄秀清

董树刚　赖子尼　窦月明　暨卫东　黎广媚

编辑室人员：

黎广媚　黄亚如　李仲钦　吕颂辉　王　艳

肖兰芳　汤超莲

目　　次

中国的赤潮、危害、成因和防治 …… 吕颂辉等(1)
广东沿海的赤潮生物与赤潮研究 …… 钱宏林(8)

大亚湾澳头水域一次锥状斯氏藻和海洋卡盾藻赤潮的初步探讨 …… 张玉宇等(16)
长江口水域环状异甲藻赤潮的生态环境特征分析 …… 王金辉等(21)
渤黄海贝毒和有毒赤潮生物分布状况的研究 …… 孔凡洲等(27)
深圳海域赤潮及其原因生物研究 …… 冷科明等(35)
东海原甲藻在四种磷源下的营养生理特征 …… 李　英等(42)
氮对东海原甲藻生长的影响 …… 欧美珊等(50)

Space based studies on marine environments and distribution of HABs in the China's marginal seas …… GUI Feng-wei(56)
渤海赤潮现象初探 …… 马志华等(67)
渤海海区赤潮发生特点的研究 …… 张洪亮等(72)
舟山渔场赤潮频发的原因及防治对策探讨 …… 邬惠明(78)
1998年广东沿海赤潮与海洋水文气象关系研究 …… 吴迪生等(83)
哑铃湾网箱养殖水体自身污染与赤潮发生的关系 …… 贾后磊等(91)
珠江口赤潮多发期海表水温变化特征 …… 汤超莲等(97)

2003年夏秋季广州海域潜在性富营养化程度评价 …… 黄云峰等(104)
珠江口营养盐比例及其与浮游藻类的关系…… 朱小山等(112)
珠江口水域富营养化分析…… 蔡建东等(121)
粤东柘林湾海域叶绿素a的时空分布…… 周　凯(128)
深圳近岸水体富营养化状况及成因研究…… 牛　涛等(135)

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

贝毒家族新成员——AZP …… 陈应华等(144)
广东沿海麻痹性贝毒素的地理分布特征…… 吴施卫等(150)
广西近岸海域麻痹性贝类毒素分析…… 卢楚谦等(157)
有害赤潮生物球形棕囊藻对卤虫的毒性研究…… 危　蔚等(162)
蒙古裸腹溞对有毒赤潮生物塔玛亚历山大藻的摄食研究…… 徐轶肖等(168)
拟菱形藻及其对海洋生态系统的危害…… 陈翰林等(173)

生物表面活性剂在有害赤潮防治中的应用前景——以槐糖脂为例…… 孙晓霞等(179)
南海区赤潮发生条件预测方法研究…… 庞海龙等(183)
长江口东部海域赤潮发生环境条件分析与预报研究…… 胡学军等(191)

赤潮的监测监视网络建设与赤潮管理研究…… 张利民等(196)
养殖海域赤潮发生、生物防治和生态系统管理 …… 杨宇峰等(202)
广东沿海重点增养殖区赤潮灾害“避灾区”规划研究…… 谢　健等(209)

中国的赤潮、危害、成因和防治

吕颂辉，齐雨藻

（暨南大学 生命科技学院，广州 510632）

摘　要　概述了中国赤潮发生的历史及其现状、赤潮的危害、赤潮生物的种类组成及其变化趋势、赤潮的主要成因及其防治对策。

关键词　赤潮；危害；成因；防治

近年来，中国同世界其他沿海国家一样，一直遭受赤潮灾害的困扰，海洋环境受到破坏，经济损失也不断增加，赤潮已经成为中国沿海地区主要海洋生态灾害之一。仅2004年5月中国海域就发现赤潮34起，其中，黄渤海3起，东海31起，累计面积近2万 km^2。其中包括5月份发生在东海浙江沿海海域的原甲藻赤潮，面积达1万 km^2，世界罕见。2004年6月11～18日在渤海湾和黄河口海域发生了棕囊藻和米氏凯伦藻赤潮，总面积超过5 000 km^2；在南海大亚湾海域，6月14～17日也发生了面积超过100 km^2 的红海束毛藻赤潮。赤潮几乎在整个中国沿岸海域发生过，对沿海地区的海洋经济发展和海洋生态环境造成了巨大的破坏。以1998年春季发生在珠江口海域的一次大面积赤潮为例，其所影响到的海区养殖鱼类几乎全部死亡，造成香港、深圳、珠海三地养殖渔业损失超过4亿元。

1　中国赤潮的概况和现状

1.1　中国赤潮发生的概况

中国沿海的很多海域都是赤潮高发区，同时中国也是世界上赤潮发生比较频繁的国家之一，每年都有多起赤潮事件的记载。在中国的海域中，发生赤潮比较集中的海区有：渤海（主要是渤海湾、黄河口和大连湾等地）、长江口（主要包括浙江舟山外海域和象山港等地）、福建沿海、珠江口海域（大亚湾、大鹏湾及香港部分海区等地）。

中国最早的赤潮记录见于1952年，费鸿年报告黄河口夜光藻赤潮。实际上1933年在原浙江水产实验场，费鸿年就报道有关镇海至台州、石浦等海域发生的夜光藻赤潮，只是没有正式刊于期刊中。中国赤潮事件的报告从步入20世纪70年代才开始增加，而在80年代以前很少有报道（表1）[1]。

表1　1972～1998年中国沿海发生赤潮次数

年份	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
次数	4	1				3	1	2	1	7	4	4	6	7
年份	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	合计
次数	9	12	13	12	34	38	50	39	12	15	12	12	22	320

1986 年 12 月发生在东海福建省东山的可能是裸甲藻(*Gymnodinium* sp.)赤潮,造成 136 人中毒、1 人死亡的重大恶性事件。

1989 年 8～10 月在渤海沿岸,特别是河北省黄骅县海域发生的大面积赤潮使鱼虾贝类大量死亡,特别是养虾业遭受空前的损失,所造成的直接经济损失逾 3 亿元之多(华泽爱,1994)。

中国沿岸(包括香港海域)的赤潮以 1998 年最为严重。这一年在南海水域赤潮不断,其中尤其以当年 3～4 月份的一次凯伦藻(当时报道为米氏裸甲藻)赤潮,造成了珠江口海域三地(深圳、珠海和香港)水产养殖业损失逾 4 亿元之巨,对当地的水产养殖业造成了毁灭性的打击。

据不完全统计(由于早期赤潮监测不完善,研究较少),我国的赤潮事件在 20 世纪 90 年代以前比较少,每年发生的频率都在 15 次以下。在进入 90 年代以后,随着沿海地区经济的飞速发展,海洋污染的加剧,以及全国监测系统和监测网络的完善,赤潮在我国沿岸进入了高发期(图 1)。除了发生频率增加以外,赤潮面积也不断扩大,2004 年 5 月在浙江沿海发生的原甲藻赤潮,面积就超过了 1 万 km^2。

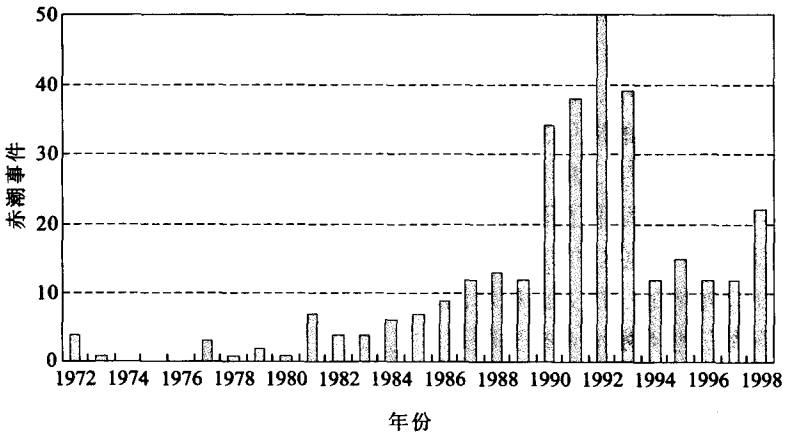

图 1　1972～1998 年中国沿岸赤潮事件统计
(港澳台地区未统计在内)

1.2　近年来中国赤潮发生简况

进入 21 世纪以后,中国沿岸赤潮继续频发。图 2 是沿海各省市 2000～2003 年赤潮事件的统计。从结果可以看出,浙江、福建和广东等东南沿岸海域仍然是赤潮高发地区。

以 2002 年和 2003 年为例,两年各地发生的赤潮总数分别为 79 次和 119 次;累计发生面积分别为 10 150 km^2 和 14 550 km^2(表 2)。所以,无论是赤潮发生次数还是累计发生面积,2003 年比 2002 年都有较大幅度的增加。

1.3　中国沿岸赤潮生物的种类多样性

中国沿海海岸线长,跨度大,横跨热带、亚热带、温带等不同的气候类型,因此浮游植物的生物多样性较高,种类组成比较丰富,为赤潮的形成提供了丰富的种源条件。

据统计(Sounia,1995),在全球的海洋中共有 3 365～4 024 种浮游藻类,其中赤潮种类约占 6%,为 184～267 种;有毒种占 2%,为 60～78 种;赤潮种类和有毒种类均以甲藻类为主。

经研究,我国赤潮生物大约有 150 余种,其中有近 50 种诱发过赤潮。与世界其他地区一样,我国的赤潮生物也是以甲藻为主,其次为硅藻。此外,还有褐胞藻、蓝藻、定鞭金藻等其他种类。

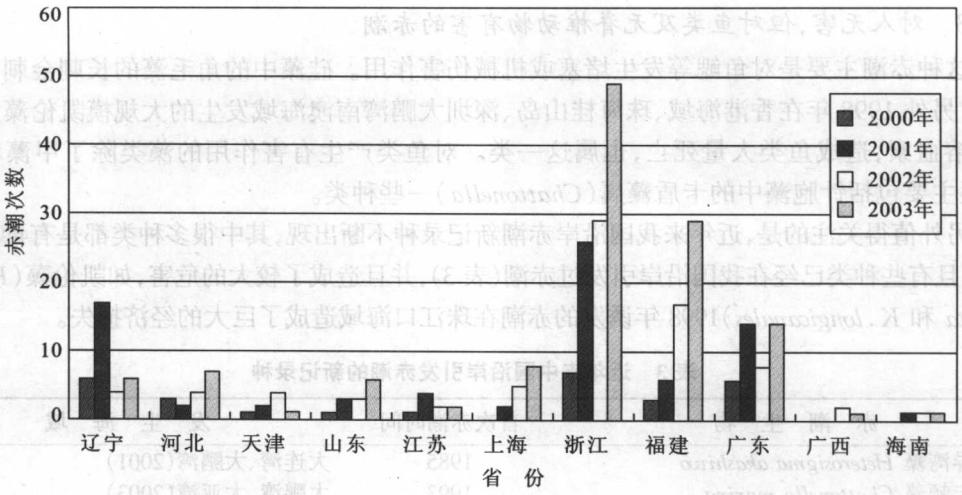

图 2 沿海各省市 2000～2003 年赤潮事件统计
(数据来自《国家海洋环境公报》)

表 2 2002～2003 年各海区赤潮发生情况对比(国家海洋局)

海 区	赤潮发生次数		累计发生面积/km^2	
	2002 年	2003 年	2002 年	2003 年
黄 海	3	5	310	410
渤 海	14	12	300	460
东 海	51	86	9 000	12 990
南 海	11	16	540	690
合 计	79	119	10 150	14 550

根据赤潮所造成的危害和后果,可以简单地将赤潮及其危害分为如下几类。

1.3.1 无毒的赤潮

这类赤潮一般是无害的,不会引起海产养殖的大问题。只是由于赤潮藻的数量过高,当它们死亡分解时造成海水缺氧,致使鱼类和无脊椎动物死亡。例如夜光藻赤潮,这种赤潮在我国最为普遍,约占赤潮总数的 50%。夜光藻赤潮有的持续时间不长,一两天就消失,有的则可持续长达 20 多天甚至几个月。我国长江口就有过大面积(约 6 000 km^2)、长时间(达 1 个月之久)的夜光藻赤潮。但大多数的夜光藻赤潮不会带来什么大问题,据统计,它们造成鱼类死亡危害的比例为 1/10 以下(多为 5%左右)。无毒赤潮还有在我国的海南岛海域、浙江和广东海域等地发生的红海束毛藻赤潮,以及在南海分布较多的锥状斯氏藻赤潮等。

1.3.2 有毒的赤潮

这类赤潮通过食物链造成人类肠胃消化系统或神经系统中毒。某些裸甲藻,如短裸甲藻可产生危害严重的神经性毒素,威胁人类健康。这类赤潮最应引起我们的注意,这些毒素包括有:麻痹性贝毒(PSP)、腹泻性贝毒(DSP)、神经性贝毒(NSP)、记忆缺失性贝毒(ASP)和西加鱼毒(CFP)。除了 ASP 是由硅藻中的拟菱形藻属(*Pseudo-nitzschia*)种类产生以外,其他毒素均主要由甲藻产生,产生这些毒素的种属主要有:亚历山大藻(*Alexandrium*)、裸甲藻(*Gymnodinium*)、鳍甲藻(*Dinophysis*)、原甲藻(*Prorocentrum*)、岗比藻(*Gambierdiscus*)等。这些种属的藻类在我国目前均有记载。

1.3.3 对人无害，但对鱼类及无脊椎动物有害的赤潮

这种赤潮主要是对鱼鳃等发生堵塞或机械伤害作用。硅藻中的角毛藻的长刺会刺伤鱼鳃组织，另外1998年在香港海域、珠海桂山岛、深圳大鹏湾南澳海域发生的大规模凯伦藻赤潮可产生溶血素，造成鱼类大量死亡，也属这一类。对鱼类产生有害作用的藻类除了甲藻和硅藻外，还主要包括针胞藻中的卡盾藻属（*Chattonella*）一些种类。

另外值得关注的是，近年来我国沿岸赤潮新记录种不断出现，其中很多种类都是有毒有害种类，而且有些种类已经在我国沿岸引发过赤潮（表3），并且造成了较大的危害，如凯伦藻（*Karenia digitata* 和 *K. longicanales*）1998年诱发的赤潮在珠江口海域造成了巨大的经济损失。

表3 近年来中国沿岸引发赤潮的新记录种

赤潮生物	首次赤潮时间	发生海域
赤潮异湾藻 *Heterosigma akashiwo*	1985	大连湾、大鹏湾（2001）
海洋卡顿藻 *Chattonella marina*	1993	大鹏湾、大亚湾（2003）
球形棕囊藻 *Phaeocystis globosa*	1997	广东柘林湾、福建东山、珠海（2003）、黄河口（2004）
球形卡顿藻 *Chattonella globosa*	2001	大鹏湾香港水域
卵圆卡顿藻 *Chattonella ovata*	2001	大鹏湾香港水域
亚历山大藻 *Alexandrium* spp.	1988	香港将军澳、长江口（2002，2004）；珠江口深圳、香港、珠海水域
凯伦藻 *Karenia digitata* 和 *K. longicanales*	1998	珠江口深圳、香港、珠海水域

2 中国赤潮的危害

在中国，赤潮所造成的危害非常巨大，特别是近年来赤潮所造成的直接经济损失有上升的趋势。如1998年发生在珠江口的深圳、香港和珠海水域的凯伦藻/裸甲藻赤潮，几乎使受影响海域的养殖鱼类全部死亡；而1989年发生在河北黄骅的大面积甲藻赤潮，和1997/1998年发生在福建南部和广东北部海域的球形棕囊藻赤潮，分别造成了3亿元和1.8亿元的经济损失。

表4列出了近年来中国沿海发生的比较重大的、造成损失较大的几次赤潮事件。

表4 近年来中国危害较大的几次赤潮事件及其造成的损失

发生时间	发生区域与范围	赤潮生物种类	危害及经济损失
1987夏季	香港海域大片水域		致死鱼类120 t
1988－02～05	香港吐露港	多纹膝沟藻	鱼贝死亡，经济损失700万港元
1989－08～09	河北黄骅海域，面积约1 300 km^2	甲藻类	经济损失约3亿元
1991－03－20	广东大鹏湾	海洋卡顿藻	海面死鱼，养殖基地及个体养殖户数万公顷鱼苗死亡
1993－06	海南陵水新村港		92个鱼排死鱼，直接经济损失1 835万元
1997－12～1998－01	福建东山/广东饶平	球形棕囊藻	经济损失约1.8亿元
1998－03－04	珠江口粤港海域（包括香港、深圳、珠海）	凯伦藻－裸甲藻	造成大量鱼苗及养殖鱼死亡，损失达4亿元
2004－05	浙江海域1万 km^2	原甲藻－亚历山大藻	生态系统遭受严重破坏

根据历年来我国赤潮灾害统计，迄今为止，赤潮对我国沿海地区最大的危害是致养殖的鱼、虾、贝类死亡。众所周知，我国是世界上海洋养殖业最为发达的国家之一，水产养殖业已成为很多沿海地区重要的产业之一。大面积、高频度的赤潮发生，使得养殖业损失惨重，已成为海产养殖业可持续发展的关键制约因素之一。赤潮对养殖动物造成危害主要是通过以下途径：①分泌或产生黏液附着在鱼类或其他动物的鳃上，使其窒息死亡；②具有长刺结构的藻类吸附在鳃上，使得鱼类或其他动物的鳃受到机械损伤从而影响呼吸机能；③产生溶血性毒素等有害物质，破坏鳃组织的上皮细胞，破坏呼吸功能；④藻类大量繁殖进入衰亡期后，藻细胞死亡分解消耗大量水体中的氧气，使鱼类或其他动物窒息死亡。

除了养殖业损失，赤潮对我国沿海造成的另一个主要灾害就是人类中毒事件。某些赤潮生物能产生毒素，这些毒素通过食物链（有毒藻类－浮游动物－鱼、虾、贝类－人类）的传递，使得毒素进入人体而产生毒害作用。目前全球已经发现 5 种主要的与赤潮有关的毒素，即麻痹性贝毒（PSP）、腹泻性贝毒（DSP）、神经性贝毒（NSP）、记忆缺失性贝毒（ASP）和西加鱼毒（CFP）。在我国，已经发现并造成毒害事件的主要有麻痹性贝毒（PSP）、腹泻性贝毒（DSP）和西加鱼毒（CFP）。这些毒素造成了多人中毒，甚至多次导致了死亡事件的发生（表 5）。

表 5　我国沿海发生的与赤潮有关的中毒事件（Zhou et al.1999）

时　间	地　点	毒　素	中　毒	死　亡	食用贝类	肇事藻种
1967～1979	浙　江	PSP	423	23	红带织纹螺	ND*
1986	台　湾	PSP	30	2	*Soletellina diphos*	塔玛亚历山大藻
1986－11	福　建	PSP?	136	1	菲律宾蛤仔	裸甲藻?
1989－02	广　东	PSP	5	–	柿江珧	ND
1989－11	福　建	PSP?	4	1	红带织纹螺	ND
1991－02	台　湾	PSP	8	–	*Soletellina diphos*	塔马亚历山大藻
1991－03	广　东	PSP?	4	2	翡翠贻贝	ND
1994－06	浙　江	PSP?	5	1	红带织纹螺	ND

ND* 未监测到。

除了 PSP 中毒事件的大量记录，值得关注的是近年来我国南方地区频发的西加鱼毒（CFP）中毒事件。2004 年 9 月份，在广东的汕头和深圳，因误食染有西加鱼毒的珊瑚鱼类，分别造成了 50 多人和 39 人的中毒事件。而在香港，几乎每年都有西加鱼毒中毒事件发生（图 3），西加鱼毒是由生长在珊瑚礁上的底栖甲藻产生，通过珊瑚鱼类而传递到人类。

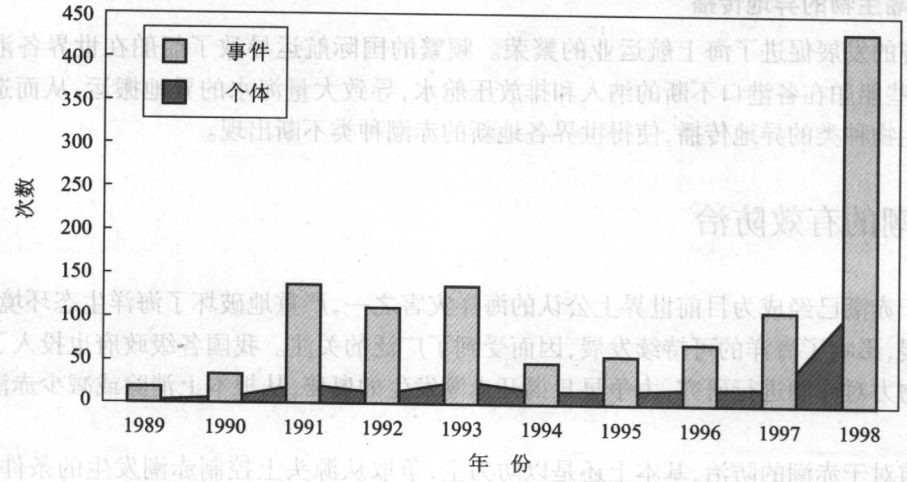

图 3　香港地区西加鱼毒中毒事件统计（Data from DH, Hong Kong）

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

3 赤潮的成因

由于能形成赤潮的浮游生物种类繁多，它们爆发性生长所需的条件各异，因此赤潮形成的原因非常复杂。从赤潮发生的地理特征来说，可分为外海（外洋）型赤潮和近岸、河口、内湾型赤潮。前者是指在外海或洋区出现的赤潮。后者分别指发生在近岸区、河口区或内湾区等水域的赤潮。我国赤潮高发区辽东湾、大连湾、胶州湾、杭州湾、深圳湾及黄河口、长江口、珠江口、厦门港等海域发生的赤潮均属于内湾河口形赤潮。赤潮形成的原因比较复杂，但有一个共识，即赤潮生物的存在和水体污染（富营养化）是形成赤潮的主要原因。海区的地理位置、地形特征、水文、气象、海流、海况等，是形成赤潮的自然因子。在海水交换较差的内湾，较封闭海湾的交汇面、峰面及排污口附近沿岸，海水有上升流的海域等，均可成为赤潮形成的条件。但总体而言，赤潮的频发与下面几个因素密切相关。

3.1 海洋污染

随着经济的高速发展和沿海地区人口的膨胀，工业废水、生活污水和地表径流将大量陆源污染物质排入海洋，海洋遭受严重污染，造成海域的富营养化。而海水中大量氮、磷、微量元素和有机营养物质的增加，为赤潮生物快速生长繁殖提供了充足的物质基础。

3.2 水文气象和海水理化因子

赤潮生物的快速生长需要具备一定的环境条件，这些环境条件包括合适的温度和盐度、充足的光照等，有人推测，近年来的赤潮频发也可能和全球气候的变化有关，比如温室效应和厄尔尼诺现象造成的海水温度异常改变。此外，风、潮汐、海流等因素也有利于赤潮生物向某一个方向聚集，造成了局部区域的赤潮形成。

3.3 过度的海产养殖

我国是水产养殖大国，沿岸水域已经形成了密集的海产养殖产业。缺乏科学和规范的管理，导致了养殖密度过高，过量的投饵和排泄物的增加使得养殖海区有机污染加剧，造成了海洋的富营养化。这也是养殖海域赤潮发生频率较高的根本原因之一。

3.4 赤潮生物的异地传播

经济的发展促进了海上航运业的繁荣。频繁的国际航运导致了船舶在世界各港口间穿梭，而这些船舶在各港口不断的纳入和排放压舱水，导致大量海水的异地搬运，从而造成了不同赤潮生物种类的异地传播，使得世界各地新的赤潮种类不断出现。

4 赤潮的有效防治

由于赤潮已经成为目前世界上公认的海洋灾害之一，严重地破坏了海洋生态环境，制约了经济发展，影响了海洋的可持续发展，因而受到了广泛的关注。我国各级政府也投入了大量的人力和物力对赤潮进行研究，力争早日揭开赤潮发生的奥秘，从根本上消除或减少赤潮所造成的损失。

目前对于赤潮的防治，基本上还是以防为主，争取从源头上控制赤潮发生的条件，减少赤潮发生的频率。由于海洋面积巨大，加上潮流和风浪的影响，因此想要在赤潮爆发以后有效的

治理赤潮，其难度是可想而知的，所以目前探索的一些治理方法也只是针对养殖区等小范围的海区而进行。

赤潮的预防首先就是要控制海域的富营养化，减少工业废水、生活污水等陆源污染物质向海洋的排放，同时加强科学的海产养殖和管理，建立生态养殖的新理念，防治海产养殖业的自身污染；其次，对于重要的经济海区，特别是养殖海区，可以进行人工改善水体和底质环境，比如对已经遭受严重有机污染的底泥进行疏浚，改善底质条件，缓解水体污染；第三，控制有害赤潮生物外来种的引入，对于通过船舶压舱水和养殖新品种的引入而携带的外来赤潮生物要严加防范，采取科学的检测和管理，将它们拒之门外。

赤潮的治理方法目前还只是在探索阶段，大多数应用于养殖海区，以缓解或减少水产养殖的损失，其方法大致分为三类。①物理方法，就是采用向赤潮水体充气、将养殖网箱下沉或拖曳它处以避开赤潮发生水域、超声波破坏赤潮藻细胞等；②化学方法，就是采用一些对赤潮生物细胞破坏力大、其自身的毒性又比较低、对海洋环境不造成污染或污染非常轻微的化学物质，如硫酸铜、过氧化氢等以及一些凝絮剂，喷洒在赤潮发生海区以杀灭赤潮生物；③生物方法，研究探索“以藻治藻”或“以虫治藻”等方法，挑选和培养出某些赤潮生物的“克星”生物。

对于赤潮的防治，目前依然还是一个世界性的难题。其原因在于引发赤潮的赤潮生物种类繁多，爆发机制各异，对于很多赤潮的发生机理尚未从根本上掌握，因此就难于从发生机理上控制赤潮的发生。目前，国家海洋局不断加大对赤潮监控的力度，已在全国重点海域建立了33个赤潮监控区，其中北海11个，东海13个，南海9个，开展高频率、高密度的监视监测，做到监控区内赤潮发现率百分之百；成立了国家和地方相结合、专业和群众相结合的全国赤潮监视监测网络。我国科学家们正在和全世界其他国家的科学家通力合作，加大研究力度，对于赤潮的内在和外在因素的了解及其规律的揭示正在不断深入，可望在不久的将来能够彻底解决这一世界难题。

参考文献

[1] 齐雨藻. 中国沿海赤潮. 2003. 北京：科学出版社

[2] 华泽爱. 赤潮灾害. 1994. 北京：海洋出版社

[3] 国家海洋局. 国家海洋环境公报(2000、2001、2002、2003). 2000～2003

[4] Sounia A. Red tide and marine phytoplankton of the world ocean: an inquiry into biodiversity. In: Harmful Marine Algal Blooms. Lassus P., Arzul G., Denn E. (eds). Englang: Intercept. 1995

[5] Zhou M J, et al. A Recent Shellfish Toxin Investigation in China. Marine Pollution Bulletin. 1999. 39: 331～334

Red tide in China: Cases, harmful effects, and prevention

LU Song-hui, Qi Yu-zao

(Institute of Hydrobiology, Jinan University)

Abstract: The historical and recent HAB events have been reviewed. The majoy problems of HAB caused in China has been introduced. The HAB causative species, especially newly recorded species have been analysed. The prevention strategies have been proposed.

Key words: Red tide; cases; harmful effects; prevention

广东沿海的赤潮生物与赤潮研究

钱宏林

（国家海洋局南海分局，广州 510310）

摘　要　列举了广东沿海170种赤潮生物。对夜光藻（*Noctiluca scientillans*）、多纹膝沟藻（*Gonyaulax polygramma*）、球形棕囊藻（*Phaeocystis globosa*）、尖刺拟菱形藻（*Pseudo-nitzschia pungens*）、米氏裸甲藻（*Gymnodinium mikimotoi*）、红海束毛藻（*Trichodesmium erythraeum*）、环节环沟藻（*Gyrodinium instriatum*）、翼枝管藻纤细变种（*Rhizosolenia alta* f. *gracillima*）、海洋卡盾藻（*Chattonella marina*）、中肋骨条藻（*Skeletonema costatum*）等10种广东沿海重要的赤潮生物及其赤潮进行了分析研究。提出了应引起注意的几种赤潮生物，这些赤潮生物在广东沿海虽未发生过赤潮，但属于有毒种类。它们在水体中具有一定数量或在底泥中发现其孢囊的存在，应引起注意与重视。这些赤潮生物是剧毒冈比甲藻（*Garmbierdiscus toxicus*）、具尾鳍藻（*Dinophysis caudata*）、利玛原甲藻（*Prorocentrum lima*）、微型原甲藻（*Prorocentrum minimum*）、短裸甲藻（*Gymnodinium breve*）、链状裸甲藻（*Gymnodinium catenatum*）、链状亚历山大藻（*Alexandrium catenella*）、塔玛亚力山大藻（*Alexandrium tamarense*）、多边膝沟藻（*Gonyaulax polygramma*）、多环旋沟藻（*Cochlodinium polykrikoides*），这些种类含有某些毒素成分，一旦发生赤潮，危害严重。

关键词　赤潮；赤潮生物；赤潮研究；广东沿海

赤潮是一种海洋灾害，它的发生不仅造成海洋渔业、水产养殖业、海上娱乐活动与体育运动、旅游业的经济损失和危害水体生态环境，还会通过海产品的食物链传递影响人身体健康甚至造成人员死亡。赤潮既是一种自然现象，更是一种人为现象。随着工农业生产的迅速发展，海洋开发活动的不断深入，海运业的发展，沿海地区人口的城市化进程的发展等，赤潮发生的频率增加、危害程度增大，赤潮已成为沿海地区重要的环境问题。

1　广东沿海的赤潮生物种类

一般而言，能够大量繁殖并引发赤潮的生物称之为赤潮生物。赤潮生物包括浮游生物、原生动物和细菌等，其中有毒或有害赤潮生物以甲藻居多。目前已知全世界赤潮生物约330余种，中国沿海有150余种（国家海洋局，中国近海赤潮生物图谱，2002）。广东沿海已有记录为170种（包括孢囊种类）（表1）。广东沿海赤潮生物种类繁多（约占全国90%以上），这反映出其地处热带、亚热带，濒临广阔的南海的特点，同时海运业的发展也会使异地或异国新的赤潮生物物种随压舱水而携带进来，一旦适应新的生活环境则生存繁衍。笔者认为，随着赤潮研究的不断深入，全世界一些新发生赤潮的种类将被发现，赤潮生物种类将会不断增多；换句话说，所有的浮游生物都有可能发生赤潮而成为赤潮生物，同时还由于浮游生物新物种的发现，特别是小型浮游生物（micro-plankton）和微型浮游生物（pico-plankton）新种类的发现，赤潮生物种类肯定将会不断增多。

表 1　广东沿海的赤潮生物种类

相关亚历山大藻 *Alexandrium affine*	古老褐胞藻 *Chattonella antiqua*
链状亚历山大藻 *A. catenella*	海洋褐胞藻 *C. marina*
股状亚历山大藻 *A. cohorticula*	卵型褐胞藻 *C. ovata*
李氏亚历山大藻 *A. leei*	窄隙角毛藻 *Chaetoceros affinis*
塔玛亚历山大藻 *A. tamarense*(=*A. excavatum*)	扁面角毛藻 *C. compressus*
微小亚历山大藻 *A. minutum*	旋链角毛藻 *C. curvisetus*
强状前沟藻 *Amphidinium carterae*	柔弱角毛藻 *C. debilis*
克氏前沟藻 *A. klebsii*	冕孢角毛藻 *C. subsecundus*
冰河星杆藻 *Asterionella glacialis*(=*A. japonica*)	双突角毛藻 *C. didymus*
日本星杆藻 *A. japanica*	具齿角毛藻 *C. denticulata*
锤状中鼓藻 *Bellerochea malleus*	洛氏角毛藻 *C. lorenzianus*
活动盒形藻 *Biddulphia mobiliensis*	垂缘角毛藻 *C. laciniosus*
中华盒形藻 *B. sinensis* Grev.	秘鲁角毛藻 *C. peruvianus*
网状原角管藻 *Protoceratium reticulatum*	拟弯角毛藻 *C. psendocurvisetus*
柏克角管藻 *Cerataulina bergonii*	暹罗角毛藻 *C. siamense*
海洋角管藻 *C. pelagica*	聚生角毛藻 *C. sociale*
短角藻 *Ceratium breve*	盘绕旋沟藻 *Cochlodinium helicoides*
短角藻平行型变种 *C. breve v. parallelum*	旋沟藻 *C. polykrikiodes*
叉角藻 *C. furca*	巨圆筛藻 *Coscinodiscus gigas*
长叉角藻 *C. longissinum*	琼氏圆筛藻 *C. jonesianus*
棱角藻 *C. fussus*	威利圆筛藻 *C. wailesii*
马西里角藻 *C. massiliense*	隐秘小环藻 *Cyclotella cryptica*
波状角藻 *C. trichoceros*	微尖隐藻 *Cryptomonas acuta*
三角角藻 *C. tripos*	五刺多甲藻 *Perdinium quinquacorne*
夜藻 *Chlamydomons* spp.	大洋多甲藻 *P. oceanicum*
小等刺硅鞭藻 *Dictyocha fibula*	五边多甲藻 *P. pentaganum*
六异刺硅鞭藻 *Distephanus speculum*	三角多甲藻 *P. triquetra*
具尾鳍藻 *Dinophysis caudata*	锥状多甲藻 *P. trochoideum*
渐尖鳍藻 *D. acuminata*	波罗的海原甲藻 *P. balticum*
三角鳍藻 *D. tripos*	具齿原甲藻 *P. dentatum*
倒卵形鳍藻 *D. fortii*	圆形鳍藻 *D. rotundatum*
帽状鳍藻 *D. mitra*	纤细原甲藻 *P. gracile*
鳍藻 *D. acuta*	里昂原多甲藻 *P. leonis*
布氏双尾藻 *Ditylum brightwellii*	长形原多甲藻 *P. oblongum*
三深裂醉藻 *Ebria tripartita*	赛裸原多甲藻 *P. subinerme*
浮动弯角藻 *Eucampia zoodiacus*	双曲原多甲藻 *P. conicoides*
有毒冈比甲藻 *Garmbierdiscuc toxicus*	五边原多甲藻 *P. pentagonum*
多纹膝沟藻 *Gonyaulax polygramma*	锥形原多甲藻 *P. conicum*
具刺膝沟藻 *G. spinifera*	具齿原多甲藻 *P. denticulatum*
春膝沟藻 *G. verior*	窄角原多甲藻 *P. claudicans*
菱软几内亚藻 *Guinardia flaccida*	美利坚原多甲藻 *P. americanum*

续表

短裸甲藻 *Gymnodinium breve*
链状裸甲藻 *G. catenatum G. viridescens*
米氏裸甲藻 *G. mikimotoii*（= *G. aureolum* = 长崎裸甲藻 *G. nagasakiense*）
简裸甲藻 *G. simplex*
红裸甲藻 *G. sanguineum*
环节环沟藻 *Gyrodininum instriatum*
闪光环沟藻 *G. resplendens*
多米尼环沟藻 *Gyrodinium dominans*
镰状环沟藻 *G. falcatum*
螺形环沟藻 *G. spirale*
环沟藻 *G. impudicum*
环沟藻香港 98 型 *G.* sp. *HK-98*
赤潮异湾藻 *Heterosigma akashiwo*
克氏藻 *Katodinium roiuudatum*
环纹劳德藻 *Lauderia annulata*
变异石鼓藻 *Lithodesmium variabile*
丹麦细柱藻 *Leptocylindrus danicus*
微小细柱藻 *L. minimus*
多边舌甲藻 *Lingulodinium polyedra*
红色中缢虫 *Meosodinium rubrum*
夜 光 藻 *Noctiluca scintillans*
奇异菱形藻 *Nitzschia paradoxa N. longissima*
暹罗牡蛎甲藻 *Ostreopsis siamensis*
海洋尖尾藻 *Oxyrrhis marina*
哈曼褐多沟藻 *Phaeopolykrikos harmanii*
科夫多沟藻 *Polykrikos kofoidii*
无纹多沟藻 *P. schwartzii*
球形棕囊藻 *Phaeocystis globosa*
Plagioselmis prolonga
锥形多甲藻 *Peridinium conicum*
锥状斯氏藻 *Scrippsiella trochoidea*
前头斯氏藻 *S. percaria*
斯氏藻 *S. ramonii*
斯氏藻 *S. trifida*
赤潮异湾藻 *Heterosigma akashiwo*
微细双盾藻 *Diplopelta parva*
翼藻类 *Diplopslis lenticula*
翼藻类 *Zygaobikodinium lenticulatum*
汉氏束毛藻 *T. hildebrantii*
褐色原多甲藻 *P. avellan*
窄形原多甲藻 *P. steinii*
侧扁原甲藻 *P. compressum*
宽刺原多甲藻 *P. latissimum*
墨西哥原甲藻 *P. mexicanum*
利玛原甲藻 *P. lima*
海洋原甲藻 *P. micans*
微型原甲藻 *P. minimum*
反曲原甲藻 *P. sigmoides*
三角棘原甲藻 *P. triestinum*
扁平原多甲藻 *Protoperidinium depressum*
歧散原多甲藻 *P. divergens*
灰甲扁甲藻 *Pyrophacus horologicum*
奥氏拟菱形藻 *Pseudo-nitzschia australis*
柔弱拟菱形藻 *P. delicatissima*
多列拟菱形藻 *P. multiseria*
假拟菱形藻 *P. pseudodelicatissima*
尖刺拟菱形藻 *P. pungens*
成列拟菱形藻 *P. seriata*
中华拟菱形藻 *P. sinica*
翼枝管藻 *Rhizosolenia alata*
翼枝管藻纤细变种 *Rhizosolenia alata* f. *gracillima*
柔弱根管藻 *R. delicatula*
脆根管藻 *R. fragilissima*
钝棘根管藻半刺变形 *R. hebetata*
刚毛根管藻 *R. setigera*
斯氏根管藻 *R. stoltefothii*
笔尖根管藻 *R. styliformis*
中肋骨条藻 *Skeletonema costatum*
掌状冠盖藻 *Stephanopyxis palmeriana*
四列藻 *Tetraselmis* sp.
菱形海线藻 *Thalassiomema nitzschoides*
细弱海链藻 *Thalassiosira subtilis*
萎软海链藻 *T. mala*
诺登海链藻 *T. nordenskioidii*
圆海链藻 *T. rotula*
佛氏海毛藻 *Thalassiothrix frauenfeldii*
刺海毛藻 *T. spinulata*
红海束毛藻 *Trichodesmium erythraeum*
铁氏束毛藻 *T. thiebautii*

2 广东沿海重要的赤潮生物及其赤潮

2.1 夜光藻(*Noctiluca scintillans*)赤潮

夜光藻是世界沿海广分布种和主要的赤潮生物之一。在中国沿海夜光藻赤潮几乎占整个赤潮事件的一半[3]。夜光藻本身不含毒素,但大量繁殖并发生赤潮时胶质状的藻体会黏附于鱼鳃,导致鱼类和其他海洋动物窒息死亡;还因消亡时藻体的分解过程而产生尸碱或硫化氢,严重地破坏水体生态环境,因而被认为是渔业衰落的指标[1,7,8]。需要关注的问题:①在非发生赤潮的正常情况下,它可自身调节体内多量的氨;当它大量繁殖并形成赤潮时,能释放出高浓度的氨,可诱发有毒的微型原甲藻赤潮(*Prorocentrum minimum*),而成为"并发症"的诱因。②夜光藻是重要的海洋发光生物,其生活史是双重的(diplontic),即具有动物和植物两种属性;繁殖方式也分有性繁殖和无性繁殖两种,以无性繁殖为主,有性繁殖偶尔发现。问题是有性繁殖方式是夜光藻生活史上的必经方式呢?还是为了适应不良环境等,仍然是个谜。也有人认为夜光藻赤潮是部分种群以有性繁殖途径增殖的结果,因为一个有性繁殖的个体可产生多达1 024个配子。当然配子要发育为营养细胞需经过融合、合子休眠等阶段(需2 d左右),在这个过程中大多数的合子会停止发育,最终死亡。也就是说一个有性繁殖的个体所产生的1 024个配子不可能全部都发育为营养细胞,但如果有20%发育率的话,也有200多个,远远快于无性繁殖的一分为二、二分为四的速度增殖。③全球的夜光藻是否有不同亚种或不同型?夜光藻作为世界广分布种类,温度、盐度适应范围广,林玉辉等[9]指出:福建海岸带20 m水深以浅,夜光藻的较适温度为13~28℃,盐度为26.5~34.5。前苏联M.E.维诺拉多夫发现,夜光藻最适温度为4~15℃,可忍淡化到12.0的盐度。法国Le Fevre等发现法国沿海温度和盐度分别在15℃和35.2时是夜光藻的繁殖高峰(林玉辉等,1989)。可见,夜光藻具有如此广分布性和温、盐度的广适应性的生态学特征。④夜光藻没有孢囊之说,赤潮消亡后是以什么形态保持"种源"。

2.2 多纹膝沟藻(*Gonyaulax polygramma*)赤潮

该种为我国南海北部沿海主要的赤潮生物,为有毒种,毒素中含有麻痹性贝毒的某些成分。广东沿海大鹏湾盐田海域1991年5月5~6日发生过该种赤潮(林永水等,1993)。这次赤潮由于面积较小,时间仅一天多,对渔业未造成太大影响。但该种在日本和香港水域发生过的多起赤潮事件中都引起大量鱼类死亡(Fukuyo et al.,1990)。应该注意的是,膝沟藻属的外形与多甲藻相似而容易混淆,不同点是膝沟藻有一块小延长的副顶板,并且由于这块副顶板而延长的纵沟直达顶部[6]。此外,膝沟藻属在广东沿海的分布,除了该种外,还有春膝沟藻(*G. verior*)、具刺膝沟藻(*G. spinifera*)、多边膝沟藻(*G. polyedra*)等。

2.3 球形棕囊藻(*Phaeocystis globosa*)赤潮

球形棕囊藻有群体和单细胞两种基本生活形态,一般以单细胞形态为主。球形棕囊藻能分泌一种主要成分是十七碳二烯酰基的甘油溶血毒素,该毒素能使鱼类鳃组织的红细胞溶解破裂,同时球形棕囊藻其胶质囊能向外释放可溶性有机碳并在水面形成缺氧泡沫,再加上藻体死亡分解会产生二甲基丙磺酸(DMSP)和二甲硫醚(DMS),对鱼类及水体生态环境危害很大[11,12]。该种在中国沿海比较少见,可是,从1997年11月底至12月在饶平柘林湾发生的首次大规模赤潮开始,至今已发生了六七次赤潮,分别是1999年7月、2002年12月、2003年7

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com