

甲藻赤潮对养鲍业的危害及其防治探讨

陈全震 何德华

(国家海洋局第二海洋研究所, 杭州 310012)

摘要 1998年5月17日~1998年6月6日在福建省连江县苔录镇后湾海域发生一起由裸甲藻等引起的赤潮,对鲍鱼养殖业造成严重危害。初步断定:引起鲍鱼死亡的原因是由于裸甲藻等赤潮生物分泌了某种毒素。并对赤潮在陆上养鲍业上的治理方法进行了研究,结果表明:5~20mL/m³ 甲醛溶液可杀伤甲藻等赤潮生物,但不能解体该赤潮生物;0.1~0.5g/m³ KMnO₄可完全治理该种赤潮生物所引起的鲍鱼死亡现象。

关键词 赤潮,裸甲藻,鲍养殖

An approach of red tide of dinoflagellates impacts on abalone aquaculture in Fujian Province and countermeasures

Chen Quanzhen, He Dehua

(Second Institute of Oceanography, SOA, Hangzhou 310012)

ABSTRACT *Gymnodinium* sp. red tide occurred in May 17 to June 6, 1998 in Fujian coastal waters. This red tide caused heavy losses to abalone aquaculture. Preliminary concluding: Basic reason of causing abalone death was that *Gymnodinium* sp. et al had produced some toxins. We studied removal means of red tide organisms in abalone aquaculture on land, the most important countermeasures were listed below: ① 5 ~ 20mL/m³ concentrations of Formaldin could kill *Gymnodinium* sp., but could not disintegrate them; ② 0.1 ~ 0.5 g/m³ concentrations KMnO₄ could control the disaster caused by *Gymnodinium* sp..

KEYWORDS red tide, *Gymnodinium* sp., abalone aquaculture

赤潮是由于海域环境的变化,促使某些浮游植物爆发性繁殖,引起水色异常的一种生态现象。近年来在我国沿海赤潮发生的次数日益增多,规模增大,持续时间长,已成为严重的环境问题之一。尤其是有毒素分泌的甲藻类如裸甲藻、膝沟藻所引发的赤潮发生时常伴有鱼、虾、贝等的大量死亡,是海湾和近海人工养殖的最大威胁之一,使养殖户蒙受巨大的经济损失。

近年来,有关赤潮生物毒害动物现象,虽作了一些调查研究^[1~4],初步阐明了毒害的原因,但怎样预防赤潮,是一个急待解决的重要问题。在国外关于赤潮的治理方法的研究已有比较详细的综述^[5];在国内近年来也开展这方面的研究,主要集中在粘土矿物的絮凝作用上,已取得较好的进展^[6,7]。但鉴于赤潮现象本身的复杂性、对治理方法的环保要求、对非赤潮生物的影响以及大海域治理时的成本等方面存在的诸多因素,所以直到现在,赤潮的治理仍然不尽人意。

本文报道了1998年5月17日~1998年6月6日在福建省连江县苔录镇后湾海域出现的裸甲藻赤

浙江省自然科学基金资助项目(赤潮防治高效材料及功能研究),96321-2470号。

第一作者简介:陈全震,男,1965年9月生,副研究员。Tel:0571-8076924-2470

收稿日期:1998-12-08

潮对鲍鱼养殖业的危害情况及对赤潮在陆上养鲍业上的治理方法进行了初步研究,以供水产养殖业参考。现将结果报告如下。

1 甲藻的分类地位和形态特征

在现场进行活体观察和固定后,用光学显微镜进行拍照,同时将固定标本带回实验室,经临界点干燥处理后,喷镀扫描。

1.1 裸甲藻

裸甲藻 (*Gymnodinium* sp.) 属甲藻门 (Pyrrophyta), 双鞭甲藻纲 (Dinophyceae), 横裂甲藻亚纲 (Dinokontae), 多甲藻目 (Peridinales), 裸甲藻亚目 (Gymnodiniineae), 裸甲藻科 (Gymnodiniaceae), 裸甲藻属 (*Gymnodinium*)。

本属裸甲藻的形态特征: 细胞侧扁, 椭圆形, 细胞裸露, 无甲板。横沟明显右旋, 纵沟直达顶部; 细胞下部顶端在电镜下有一明显的鞭毛孔, 色素体多, 呈棒状, 侧生排列, 为蓝色。细胞大小: 长 $6 \sim 31 \mu\text{m}$, 宽 $9 \sim 36 \mu\text{m}$; (图版-1, 3, 4, 5)。

1.2 微小原甲藻

微小原甲藻 (*Prorocentrum minimum*) 属甲藻门, 双鞭甲藻纲, 纵裂甲藻亚纲 (Desmokyntae), 原甲藻目 (Prorocentrales), 原甲藻属 (*Prorocentrum*)。

微小原甲藻的形态特征: 细胞正面观呈心形或卵形, 侧面观呈透镜形, 细胞后端通常为椭圆形, 前端平截, 有一轻微凹陷, 电镜下可见细胞表面有规则的花纹; 细胞大小: 长 $22 \mu\text{m}$, 宽为 $6.4 \mu\text{m}$ (图版-2, 6)。

本种为近海或半咸水种, 世界性分布, 有毒株报导^[8]。

1.3 多纹漆沟藻 (*Gonyaulax polyramma*)

多纹漆沟藻属甲藻门, 双鞭甲藻纲, 横裂甲藻亚纲, 多甲藻目, 多甲藻亚目 (Peridiniineae), 漆沟藻科 (Gonyaulaxaceae), 漆沟藻属 (*Gonyaulax*)。

多纹漆沟藻的形态特征: 横沟明显左旋, 纵沟直达顶部; 细胞近球形, 长略大于宽; 细胞大小: 长 $35 \mu\text{m}$, 宽 $32 \mu\text{m}$; 上壳大于下壳, 细胞前端略尖, 后端钝圆 (图版-7)。

本种为暖水种, 分布于暖温带至热带水域^[9], 无毒素分泌^[10, 11]。

2 由甲藻引发的赤潮对陆上养鲍业的危害情况

自1998年5月17日海域出现赤潮后, 其中受损最严重一家死亡250kg成鲍, 其余各家鲍鱼养殖场都出现不同程度的死亡。正常养殖的鲍鱼, 一般都具背光、群栖的习性, 受过赤潮影响后的鲍鱼, 附着力低下, 摄食量大大减少, 背光性差; $1 \sim 3\text{cm}$ 的幼鲍沿池壁上爬分散, 每天都有大量脱落死亡现象; 成鲍在白天时仍有30%左右附在波纹板上。

我们在现场对养殖池进行溶解氧、酸碱度测定, 发现溶氧在 6.0mg/L 以上, pH 值在 $7.94 \sim 8.24$; 经显微镜观察和计数, 引起这次赤潮的赤潮生物优势种为裸甲藻, 密度为 $5 \sim 7 \times 10^4$ 个/mL, 其中杂有少量的微小原甲藻, 密度为 $1 \sim 1.5 \times 10^2$ 个/mL, 及个别多纹漆沟藻。初步断定导致鲍鱼直接死亡原因不在于缺氧, 很可能是由于甲藻等赤潮生物分泌某种毒素而引起。

3 药物防治甲藻引发的赤潮研究

由于这几种藻类个体较小, 所以经 1.2m 厚的细沙过滤后的海水仍有大量的该种藻类, 到了夜间, 赤潮生物向下迁移, 沉聚于池底, 使池底的毒素浓度偏高, 从而导致附底的鲍鱼大量死亡。所以用过滤的办法并不能完全预防该种赤潮对鲍鱼的毒害作用, 对此, 改用药物防治的方法, 首先选用甲醛溶液做

试验, 后改用 $KMnO_4$ 做试验。

3.1 甲醛溶液对该赤潮生物致死性试验

用 200mL 的烧杯, 取 150mL 赤潮海水, 并配以不同浓度的甲醛溶液, 定时从烧杯中取水样, 在显微镜下观察记录。

- ① 5mL/m³ 浓度甲醛溶液: 甲藻活力差, 但不下沉, 30min 后仍不死, 45min 后 100% 死亡下沉。
- ② 10mL/m³ 浓度甲醛溶液: 15min 50% 死亡下沉, 30min 100% 死亡下沉。
- ③ 15mL/m³ 浓度甲醛溶液: 5 min 45% 死亡下沉, 15min 内 100% 死亡下沉。
- ④ 20mL/m³ 浓度甲醛溶液: 加入后马上活力下降, 5min 80% 死亡下沉, 15min 内 100% 死亡下沉。
- ⑤ 25mL/m³ 浓度甲醛溶液: 10min 内 100% 死亡下沉。
- ⑥ 30mL/m³ 浓度甲醛溶液: 7min 内 100% 死亡下沉。

1.5h 后再重新监测, 发现上述甲藻都无复活现象。此外, 在甲醛溶液作用下, 赤潮生物没有出现解体现象。

3.2 甲醛溶液对 0.8~1.2cm 幼鲍的安全性浓度试验

用 7 只塑料桶, 每只桶加 9L 水, 配以不同浓度 (0~30mL/m³) 的甲醛溶液, 每桶放 20 只幼鲍, 充气 13.5h 后观察结果 (表 1)。

表 1 甲醛溶液对幼鲍的安全性浓度试验

Tab. 1 Tested results of safety concentration of Formaldehydi used in the larvae of abalone

序 号	1	2	3	4	5	6	7
甲醛溶液浓度(mL/m ³)	0	5	10	15	20	25	30
鲍鱼生活情况	正常	正常	正常	正常	正常	附着力低	附着力低 分散上爬

3.3 $KMnO_4$ 对该赤潮生物致死性试验

方法同 3.1 甲醛溶液试验。结果:

- ① 0.1g/m³ 浓度 $KMnO_4$: 7min 开始出现死亡, 30min 80% 死亡, 40min 后赤潮生物 100% 死亡。
- ② 0.3g/m³ 浓度 $KMnO_4$: 3min 活力下降, 8min 100% 死亡, 50min 全部解体完。
- ③ 0.5g/m³ 浓度 $KMnO_4$: 2min 内开始活力下降, 5min 100% 死亡, 死后同时赤潮生物开始解体。
- ④ 1.0g/m³ 浓度 $KMnO_4$: 1min 100% 死, 同时出现快速解体, 14min 内解体完。
- ⑤ 2.0g/m³ 浓度 $KMnO_4$: 加入后立刻致死, 2min 解体完。

3.4 $KMnO_4$ 对 0.8~1.2 cm 幼鲍的安全性浓度试验

方法同 3.2 甲醛溶液, 结果如表 2。

表 2 $KMnO_4$ 对幼鲍的安全性浓度试验结果

Tab. 2 Tested results of safety concentration of $KMnO_4$ used in the larvae of abalone

序 号	1	2	3	4	5	6
$KMnO_4$ 浓度(g/m ³)	0	0.1	0.3	0.5	1.0	2.0
鲍鱼生活情况	正常	正常	正常	正常	50% 上爬 活力降低	30% 死亡

由此可见, $5 \sim 20 \text{ mL/m}^3$ 浓度的甲醛溶液可杀伤裸甲藻等赤潮生物, 但不能引起赤潮生物解体; $0.1 \sim 0.5 \text{ g/m}^3$ 浓度的 KMnO_4 不仅可杀伤裸甲藻等赤潮生物, 同时能快速引起赤潮生物的解体。

在实际生产中, 于 1998 年 5 月 28 日开始, 采取以下措施取得良好的治理效果: 根据每小时的抽水量, 将 KMnO_4 定时(每隔 2h 1 次)、定量(估算 KMnO_4 浓度为 0.3 g/m^3 左右)喷洒在沙滤池中, 经这样处理后的水进入养殖池, 可发现池子中的裸甲藻密度可大大降低(≤ 10 个/mL), 而且一天后鲍鱼(包括成鲍和幼鲍)的日死亡率恢复到正常水平。

4 讨论

我国已报道的赤潮甲藻有近 40 种^[12], 有毒赤潮大部分是由甲藻所引起, 仅在深圳湾和珠江口常见的赤潮甲藻就有 10 多种^[13]。但由于目前有关甲藻分类的指导性资料较少, 特别是微型赤潮甲藻用普通的光学显微镜很难分辨其表面结构, 如本次赤潮的优势种——裸甲藻(*Gymnodinium* sp.)就很难确定到具体的种。我们根据其形态特征和个体大小, 同时根据 Ferguson Wood^[14] 的藻分类一书, 推断可能是 *Gymnodinium galaeforme* 这个种。

赤潮危害鱼、虾、贝的致死原因, 一是缺氧; 二是赤潮生物粘附呼吸器管; 三是赤潮毒素的毒害作用^[10]。就本次赤潮引起鲍鱼死亡来看: 赤潮发生期间, 溶解氧在 6.0 mg/L 以上, 完全满足鲍鱼正常生活的需氧要求(5.0 mg/L)^[13]; 此外本次赤潮的赤潮生物个体较小, 密度也不高($5 \sim 7 \times 10^4$ 个/mL), 所以不会由于缺氧和呼吸障碍而引起鲍鱼死亡。由此推测: 引起鲍鱼死亡的原因很可能是由于裸甲藻等甲藻分泌某种强毒素, 但确切的原因有待于进一步研究。吴玉霖等^[11] 已对甲藻赤潮及其毒素所造成的环境公害进行综述, 认为有毒赤潮的“肇事者”通常是甲藻, 它造成了巨大的环境问题; 同时认为, 目前有关治理赤潮的对策和方法还较少, 真正实用的方法几乎没有。最早被应用于海洋湖沼的赤潮治理的药品是硫酸铜, 但二价铜离子对幼鲍的变态具有致畸性, 同时还会引起饵料硅藻的严重脱落, 此外, 硫酸铜本身具有毒性, 能破坏近岸生态系统, 所以在本次试验中没有被采用。

关于甲醛溶液在鲍鱼的病虫害防治方面已有研究^[14], 证明甲醛溶液不仅有杀菌作用, 而且对原生动物的杀伤作用, 同样 $5 \sim 20 \text{ mL/m}^3$ 浓度的甲醛溶液对饵料底栖硅藻无杀伤作用, 不影响饵料板上饵料脱落。由于甲藻具有原生动物的共性, 因此在此基础上选用甲醛溶液作本赤潮的药物防治试验。事实证明甲醛溶液对裸甲等甲藻生物具有杀伤作用, 但甲醛溶液是否对赤潮毒素的解体起作用则有待于作进一步的研究。此外, 甲醛溶液本身又是一种毒素, 对动物有致癌性, 所以在使用时要谨慎, 不可长期使用。

KMnO_4 除杀菌消毒作用外, 对原虫和线虫也有杀伤作用^[17]。在本次试验中不仅能杀死甲藻, 同时也能引起藻体快速解体。由于 KMnO_4 是一种强氧化剂, 很可能对毒素具有氧化作用, 起到了一定的解毒效果。类似的工作在日本曾用过氧化氢来治理海洋福胞藻(*Chattonella marina*)^[18, 19], 根据就是利用了过氧化氢是一种强氧化剂, 对藻体及毒素起到杀伤和氧化作用。

参 考 文 献

- 1 Shumway S E. A review of the effects of algal bloom on shellfish and aquaculture. J World Aquac Soc 1990 21(2): 65 ~ 104
- 2 潘智韬, 刘士忠. 赤潮对浙江近海养殖业危害的初步调查. 东海海洋, 1990, 8(1): 61 ~ 66
- 3 欧阳怡然, 陈全震, 陈逸华等. 一种涡鞭毛藻 *Promastix reistinum* Schiller 引发赤潮的初步探讨. 海洋水产科技, 1992, 44(2): 16 ~ 19
- 4 华泽爱. 中国海域的赤潮及对策. 海洋通报, 1989, 8(1): 108 ~ 113
- 5 俞志明, 邹景忠, 马锡年. 治理赤潮的化学方法. 海洋与湖沼, 1993, 24(3): 314 ~ 318
- 6 俞志明, 邹景忠, 马锡年. 一种提高粘土去除赤潮生物能力的新方法. 海洋与湖沼, 1994, 25(2): 226 ~ 232
- 7 李全生, 俞志明, 张一波等. 用改性粘土去除赤潮生物的优化条件研究. 海洋与湖沼, 1998, 29(3): 313 ~ 317
- 8 齐雨藻, 钱锋. 大鹏湾几种赤潮甲藻的分类学研究. 海洋与湖沼, 1994, 25(2): 206 ~ 210

- 9 林永水, 周近明. 南海甲藻(一). 北京: 科学出版社. 1993 84
- 10 郑 重, 李少菁, 许振祖. 海洋浮游生物学. 北京: 海洋出版社. 1984. 89~91
- 11 吴玉霖, 周成旭. 甲藻赤潮的海洋环境危害及其防治. 海洋环境科学, 1997, 16(4): 59~63
- 12 Tseng C K, Zhou M J, Zou J Z. Toxic phytoplankton studies in China In: Smayda T T, et al. eds. Toxic Phytoplankton Blooms in the Sea. Elsevier, 1993 347~352
- 13 齐雨藻, 张家平, 吴坤东等. 中国沿海的赤潮. 暨南大学学报(赤潮研究专刊), 1989, 10~21
- 14 Ferguson Wood E J. Dinoflagellates of the Caribbean sea and adjacent areas. University of Miami Press, 1969, 65
- 15 王如才, 王昭萍, 张建中. 海水贝类养殖学. 青岛: 青岛海洋大学出版社. 1993, 349
- 16 陈全震, 吴友吕. 鲍育苗期病害的防治研究. I 甲醛溶液的防治试验. 东海海洋, 1995, 13(2): 42~45
- 17 华鼎可, 吴定虎. 鱼虾类疾病诊断与防治. 北京: 农业出版社. 1992, 202~212
- 18 村田寿, 代田昭彦. *Chattonella marina* 赤潮除去剂の检讨——特じ过氧化水素と高度不飽和脂肪酸から発生するワリーラジガルの除去能, 日本水产学会, 1989, 55(6): 1075~1082
- 19 神田猛, 藤伊正. 赤潮除去剂の鱼类に対する毒性——特じ过氧化水素、硫酸鉄(II)、および氯化鉄(III)の毒性, 水产増殖, 1989, 37(3): 221~224

第三次世界渔业大会 征稿通知

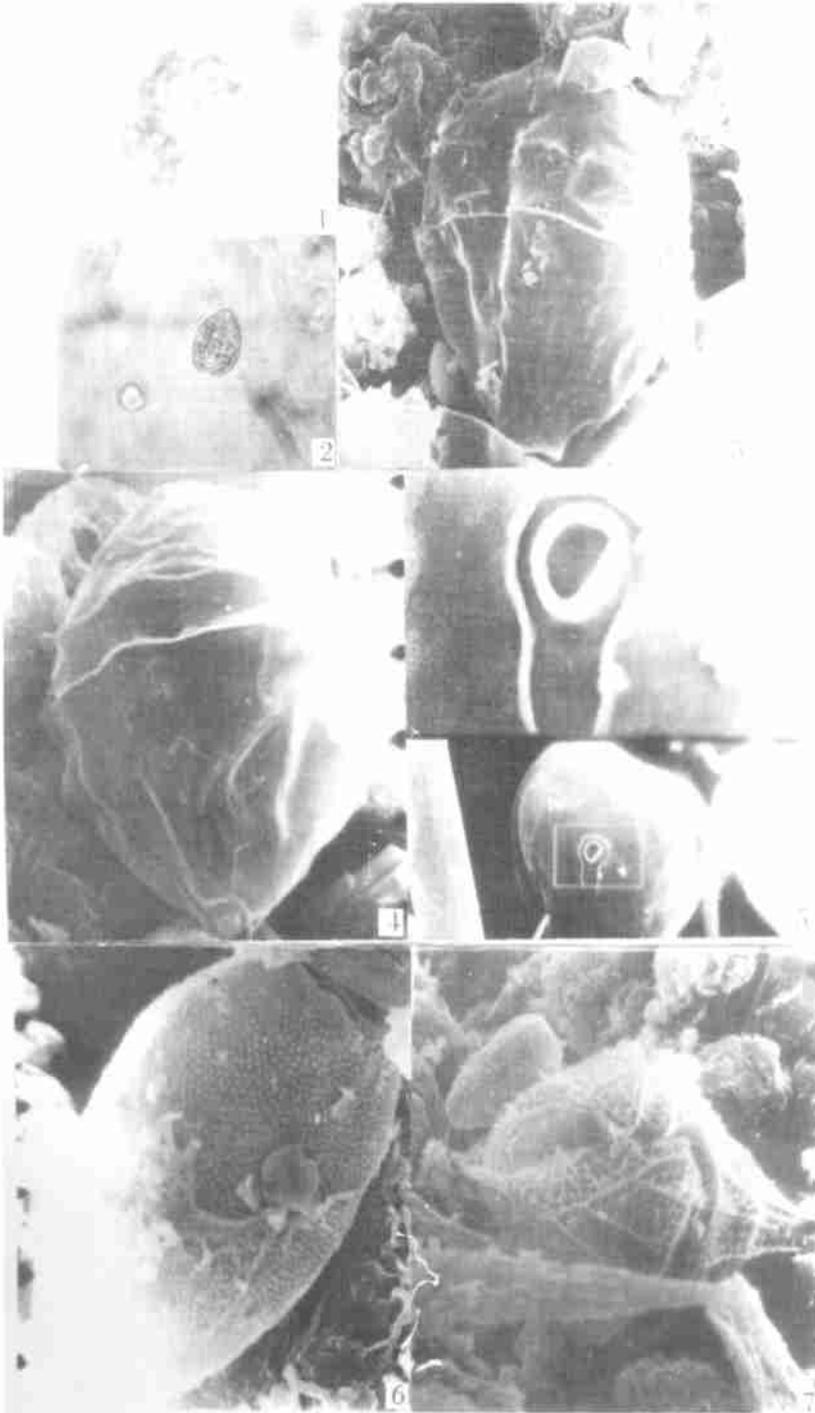
世界渔业大会是由亚洲水产学会、美洲水产学会、世界水产养殖学会和澳大利亚鱼类生物学会等国际组织共同发起的, 是全球渔业科技工作者的论坛, 大会每年举办一次。第一次大会于 1992 年在希腊召开, 第二次大会于 1996 年在澳大利亚召开, 第三次世界渔业大会暨国际渔业科技贸易展览会将于 2000 年 10 月 31 日~11 月 3 日在中国北京国际会议中心召开。主题是: “二十一世纪的持续渔业”。大会语言为英语。论文摘要报送截止日期: 2000 年 8 月 1 日。

大会设中国组委会、国际指导委员会和大会学术委员会, 分别负责大会的组织、协调和学术活动的安排。全国人大常委会副委员长、中国科学技术协会主席周光召任大会组委会名誉主席、农业部部长陈耀邦任大会组委会主席、中国科学院副院长陈宜瑜任大会国际指导委员会主席, 上海水产大学校长周应祺任大会学术委员会主席。大会秘书处设在中国水产学会, 负责大会的日常组织工作。大会共分 8 个专题:

- 1 水产养殖: 过去、现在与将来
- 2 水产品加工技术与综合利用
- 3 信息技术对渔业持续发展的贡献
- 4 沿岸渔业管理
- 5 渔业在社会和经济中的作用
- 6 依靠科技进步解决渔业活动产生的环境问题
- 7 生物多样性与渔业生产
- 8 渔业管理、评估和政策

为了使国内更多的渔业工作者参与本次盛会, 大会将设中国渔业分会场, 会议语言为汉语。共设 5 个专题:

- 1 水产品加工与综合利用
- 2 水产养殖现状与未来
- 3 水产养殖病害及渔用药物
- 4 渔用饲料与添加剂
- 5 渔业资源管理与评估



图版 三种甲藻生物的显微和超显微照片

Plate The microscopic and ultramicroscopic photographs on three kinds of Dinoflagellates

1. 裸甲藻 (*Gymnodinium* sp), $\times 100$; 2. 微小原甲藻 (*Procentrum minimum*), $\times 100$; 3. 裸甲藻 (*Gymnodinium* sp), $\times 4000$; 4. 裸甲藻 (*Gymnodinium* sp), $\times 4000$; 5. 裸甲藻 (*Gymnodinium* sp), $\times 4000$; 6. 微小原甲藻 (*Procentrum minimum*), $\times 7000$; 7. 多纹膝沟藻 (*Goniaulax polytranna*), $\times 2000$