

中国沿海部分海区贝毒毒素的调查*

INVESTIGATION OF SHELLFISH TOXINS IN SOME SEA AREAS OF CHINA

李伟才¹ 栾刚¹ 李立¹ 李桂生² 董树刚³

(¹ 山东商检局 青岛 266003)

(² 秦皇岛商检局 066000)

(³ 青岛海洋大学生物系 266003)

关键词 中国沿海, 贝毒毒素, 调查

进入 90 年代以来, 中国沿海的赤潮发生频率和强度有明显增加趋势。其中有毒赤潮所占的比例也有所增加。有毒赤潮生物产生的毒素能够在海洋生物中累积, 影响海洋水产品品质, 并对人类健康和海洋生物及生态系统造成威胁^[1]。对我国沿海部分地区海洋生物的陆续调查也表明^[2,3], 由赤潮生物产生的毒素已经对我国沿海的一些贝类造成污染。本文通过对中国沿海部分海域贝毒毒素污染状况的调查, 分析了这些地区的贝毒毒素污染状况, 其中重点对胶州湾进行了长期定点监测, 并与胶州湾浮游植物的动态变化情况进行了比较分析。

1 材料与方法

1.1 贝毒毒素调查

1.1.1 调查的范围和种类

本次调查覆盖的海域主要包括: 山东的胶州湾和莱州湾、秦皇岛沿海、福建沿海以及深圳沿海等, 调查的双壳类生物包括: 杂色蛤、文蛤、扇贝、江珧、赤贝等。

1.1.2 毒素监测方法

本次调查中对贝毒毒素采用生物监测法, 其中麻痹性贝类毒素的监测采用日本厚生省环境卫生局肌肉卫生课的麻痹性贝毒检验法; 腹泻性贝类毒素的监测采用 SN 029493 出口贝类腹泻性贝类毒素检验方法。采用不同方法对贝类样品中麻痹性贝毒毒素和腹泻性贝毒毒素进行提取, 提取液对小鼠进行腹腔注射, 根据小鼠死亡时间对毒性进行评价。小鼠采用健

康雄性 ICR 品系小白鼠, DSP 检测用体重 16~18 g 小鼠; PSP 检测用体重 19~21 g 小鼠。

1.2 胶州湾海域浮游植物与贝毒监测

1.2.1 站位的设置与采样频率

在胶州湾共设 3 个调查站位。1 号站位于胶州湾红岛附近的冒岛贝类养殖区, 2 号站位于青岛四方至沧口一带的养殖区, 3 号站位于胶州湾中心的贝类自然生长区。各站位经纬度分别为: 1 号站, 东经 120°18.5', 北纬 36°10.4'; 2 号站, 东经 120°17.0', 北纬 36°9.0'; 3 号站, 东经 120°15.6', 北纬 36°8.6'。调查时间为 1994 年 9 月到 1996 年 1 月, 样品每月采集 1 次, 共进行了 13 航次的调查。采集样品包括浮游植物样品和活贝样品等, 对浮游植物动态变化和贝毒性进行了分析。

1.2.2 样品采集及分析

样品的采集按《海洋监测规范》中的方法进行, 浮游植物用浅水 3 型网自底至表垂直拖网采得; 采水标本为采集相应层次的水样 500 ml, 经固定后带回室内分析。贝毒监测方法同 1.1.2。

* 国家出入境检验检疫局重点科技攻关资助项目 K9463 号。

福建省商检局李寿松、王祥文; 深圳商检局付晓琴; 广东省商检局高建亨等同志在实验过程中协助贝类样品采集工作。青岛海洋大学协助进行了浮游植物识别、计数及叶绿素分析等工作, 在此一并致谢。

收稿日期: 1999-10-22; 修回日期: 2000-01-20



2 实验结果

2.1 贝毒素调查结果

2.1.1 青岛地区

对1994~1996年经青岛口岸出口的贝类产品贝类毒素检验情况进行了分析,结果表明,青岛地区双壳类中毒素主要是腹泻性贝毒,没有监测到麻痹性贝类毒素的分布。在3a中共检验双壳类生物805批,有45批检出腹泻性贝毒,占5.6%。其中1994年检验308批有9批检出腹泻性贝毒,约占2.9%,1995年检验219批,17批被检出腹泻性贝毒,占7.7%,1996年检验278批,19批检出腹泻性贝毒,占6.8%。从以上数据来看青岛沿海地区贝类程度统计分析约为5%~6%左右。

2.1.2 秦皇岛沿海

1993~1994对渤海秦皇岛海域贝类毒素监测的贝样包括采自秦皇岛、山海关、昌黎、唐山等主要产地的杂色蛤、江珧贝、赤贝等,共采集了53份贝类样品,仅有一份贝类样品检出了腹泻性贝毒。所有采集的样品均未检出麻痹性贝毒。1995年共检测各种贝类样品65份,其中4~9月检出腹泻性贝类毒素样品14份,占21.5%,检出率较高。检出腹泻性贝毒的主要是杂色蛤和赤贝。1997年秦皇岛对出口的274批贝类产品进行贝类毒素监测,但均未检出腹泻性贝毒和麻痹性贝毒。

2.1.3 烟台地区

烟台地区所检测的贝类样品主要来自莱州湾、蓬莱、牟平等沿海主要贝类产区。对莱州湾海域杂色蛤检测了32个样品,文蛤、扇贝各检验了31个样品。其中杂色蛤样品检出腹泻性贝毒2份,麻痹性贝毒1份;文蛤检出腹泻性贝毒1份。对产自长岛、蓬莱海域的扇贝共检验了80份样品,未检出贝类毒素。对牟平海域所产赤贝检验了25份样品,检出腹泻性贝毒2份。

对1995~1997年出口贝类产品贝类毒素情况也进行了检测,在检测的贝类产品中,包括牡蛎32批,扇贝244批,文蛤60个样品,均未检出贝类毒素。检测赤贝51批,其中2批含有腹泻性贝类毒素,杂色蛤检验42个样品,有1个样品检出麻痹性贝毒。

从以上情况来看,烟台地区主要贝类毒素为腹泻性贝毒,但是在部分贝类样品中检测到了麻痹性贝类毒素,应当得到充分的重视。

2.1.4 福建沿海贝类毒素情况

福建省生产的贝类以文蛤为主,但自然生长的文蛤量很少,近年来福建出口的文蛤相当大的一部分来自广西,因此当地调查工作比较困难。在福建共采集了146份样品,其中原产地文蛤29份样品,采自连江和福清两地。117份暂养文蛤,暂养地为福清、琅岐、平潭、连江、诏安、东山和云霄。在所检146份样品中,有7份样品检出DSP,占4.8%。被检出DSP的样品均为暂养文蛤。在所检53份样品中,有2份样品检出PSP,也是来自广西的暂养文蛤。

福建文蛤的原产地、暂养地北端的几个点如福清、琅岐、平潭、连江等,均位于闽江口附近。闽江水量充沛,径流量大,沿岸无大量工业废水排放,且为开放式海域,一般不易造成水质的富营养化。南端云霄的7个养殖场分布于漳江入海口,亦为开放式海域,水体交换良好,沿岸亦无工业废水排入;东山、诏安两地位于半开放式的诏安湾中,水质不算良好,但此处文蛤大部分为暂养,时间短(通常10~20d),受本地水质影响的可能性较小。所以,在暂养文蛤中检出腹泻性贝毒,可能是在原产地北部湾海域受到毒化,但也不排除诏安湾一带贝类毒化的可能。

2.1.5 深圳沿海

1994年对深圳沿海部分贝类产地进行了麻痹性贝毒的取样检测。根据检测结果,发现深圳大鹏湾海域扇贝有轻度麻痹性贝类毒化现象。

2.2 胶州湾海域浮游植物与贝毒监测结果

2.2.1 贝类毒素监测结果

自1994年9月至1996年1月,每月于胶州湾所设的3个取样站位采集样品,共采集贝类样品29份,进行了DSP和PSP的生物检验。结果表明,在3a间,仅有1995年5月24日2号站位和1995年7月18日1号站位所取样品检出了腹泻性贝毒(DSP>0.05MU),其余样品均未检出贝类毒素。

2.2.2 浮游植物的监测结果

2.2.2.1 叶绿素a分析

对叶绿素a的分析其变化范围1号站为0.82~10.25mg/L,2号站为0.75~10.25mg/L,3号站为0.56~4.65mg/L。其中1、2号站位叶绿素的含量略高于3号站位,各站位叶绿素高值一般出现在7~8月份,低值一般出现在11~12月份。

2.2.2.2 浮游植物总量的季节变化

表 1 胶州湾调查中发现的浮游植物名称

种名		种名	
<i>Melosira sulcata</i>	有槽直链藻	<i>B. longicruris</i>	长角盒形藻
<i>Coscinodiscus excentricus</i>	偏心圆筛藻	<i>Triceratium favus</i>	蜂窝三角藻
<i>C. lineatus</i>	线形圆筛藻	<i>Dactyliosolen mediterraneus</i>	地中海指管藻
<i>C. radiatus</i>	辐射圆筛藻	<i>Hemiaulus sinensis</i>	中华半管藻
<i>C. curvatus</i>	弓束圆筛藻	<i>H. membranaceus</i>	膜质半管藻
<i>C. asteromphalus</i>	星脐圆筛藻	<i>Cerataulina compacta</i>	紧密角管藻
<i>C. oculus-iridis</i>	虹彩圆筛藻	<i>Ditylum brightwellii</i>	布氏双尾藻
<i>Coscinodiscus</i> sp.		<i>Ditylum sol</i>	太阳双尾藻
<i>Cyclotella</i> sp.	小环藻	<i>Eucampia zoodiacus</i>	浮动弯角藻
<i>Asteromphalus</i> sp.		<i>Lithodesmium undulatum</i>	波状石鼓藻
<i>Actinocyclus</i> sp.	辐环藻	<i>Streptotheca thamesis</i>	扭鞘藻
<i>Thalassiosira rotula</i>	圆海链藻	<i>Asterionella japonica</i>	日本星杆藻
<i>T. condensata</i>	密联海链藻	<i>A. kariana</i>	加氏星杆藻
<i>T. nordenskiöldii</i>	诺氏海链藻	<i>Thalassionema nitzschioides</i>	菱形海线藻
<i>Thalassiosira</i> sp.		<i>Navicula</i> sp.	舟形藻
<i>Schroederella delicatula</i>	优美旭氏藻	<i>Pleurosigma</i> sp.	曲舟藻、
<i>Skeletonema costatum</i>	中肋骨条藻	<i>Gyrosigma</i> sp.	布纹藻
<i>Leptocylindrus danicus</i>	丹麦细柱藻	<i>Amphiprora</i> sp.	茧形藻
<i>Guinardia flaccida</i>	菱软几内亚藻	<i>Nitzschia pungens</i>	尖刺菱形藻
<i>Hyalodiscus</i> sp.	明盘藻	<i>N. paradoxa</i>	奇异菱形藻
<i>Rhizosolenia stolterfothii</i>	斯氏根管藻	<i>N. longissima</i>	长菱形藻
<i>R. alata</i> f. <i>genuina</i>	模式翼根管藻	<i>N. lorenziana</i>	洛氏菱形藻
<i>R. alata</i> f. <i>indica</i>	印度根管藻	<i>N. closterium</i>	新月菱形藻
<i>R. imbricata</i>	复瓦翼根管藻	<i>Nitzschia</i> sp.	菱形藻
<i>R. setigera</i>	刚毛翼根管藻	<i>Licmophora abbreviata</i>	短楔形藻
<i>R. hebetata</i> f. <i>semispina</i>	半棘钝型翼根管藻	<i>Diploneis</i> sp.	双壁藻
<i>R. calcar-avis</i>	距端根管藻	<i>Podocystis</i> sp.	足囊藻
<i>R. alata</i> f. <i>gracilima</i>	细长形翼根管藻	<i>Amphora</i> sp.	月形藻
<i>R. delicatula</i>	柔弱根管藻	<i>Synedra</i> sp.	针杆藻
<i>R. styliformis</i>	笔尖型根管藻	<i>Rhabdonema</i> sp.	杆线藻
<i>Bacteriastrum</i> sp.	辐杆藻	<i>Scendesmus</i> sp.	栅藻
<i>Bact. hyalinum</i>	透明辐杆藻	<i>Pediastrum</i> sp.	盘星藻
<i>Bact. mediterraneum</i>	地中海辐杆藻	<i>Cyanophyta</i> spp.	蓝藻
<i>Chaetoceros affinis</i>	窄隙角毛藻	<i>Prorocentrum micans</i>	海洋原甲藻
<i>C. subsecundus</i>	冕袍角毛藻	<i>Gonyaulax spinifera</i>	具刺膝沟藻
<i>C. debilis</i>	柔弱角毛藻	<i>Dinophysis fortii</i>	倒卵形鳍藻
<i>C. curvisetus</i>	旋链角毛藻	<i>D. acuminata</i>	渐尖鳍藻
<i>C. didymus</i>	双突角毛藻	<i>D. ovum</i>	卵形鳍藻
<i>C. lorenzianus</i>	洛氏角毛藻	<i>Peridinium conicum</i>	锥形多甲藻
<i>C. compressus</i>	扁形角毛藻	<i>P. depressum</i>	扁形多甲藻
<i>C. densus</i>	密联角毛藻	<i>P. pentagonium</i>	五甲多甲藻
<i>C. castracanei</i>	卡氏角毛藻	<i>P. granii</i> f. <i>mite</i>	坚强多甲藻
<i>C. lauderi</i>	罗氏角毛藻	<i>P. globulus</i> v. <i>quarnerense</i>	夸地球形多甲藻
<i>C. danicus</i>	丹麦角毛藻	<i>Pyrophacus</i> sp.	扁甲藻
<i>C. pseudocurvisetus</i>	拟旋链角毛藻	<i>Ceratium fusus</i>	梭形角藻
<i>Biddulphia sinensis</i>	中华盒形藻	<i>C. lineatum</i>	线形角藻
<i>B. regia</i>	高盒形藻	<i>C. intermedium</i>	中型角藻
<i>B. mobilensis</i>	活动盒形藻	<i>C. macroceros</i>	大角角藻



在1995年全年调查中,网采标本3个站位浮游植物的高峰期均出现在3月和6月,低谷出现在5月和12月,其中以5月的数量最低。3月份浮游植物的密集区位于1号站,数量达 1.2×10^7 个/ m^3 ,自1号站开始向2号和3号站方向浮游植物的总量逐渐降低;4~5月3个站浮游植物的总量均下降到全年最低水平,其中3号站浮游植物的总量仅为 1.0×10^4 个/ m^3 ;从6月开始3个站的浮游植物总量开始急剧上升并达到全年最高峰,密集区位于3号站,数量为 1.4×10^7 个/ m^3 ,此时3个站浮游植物的分布比较均匀,1号站和2号站的浮游植物总量也分别达到 1.0×10^7 个/ m^3 和 0.8×10^7 个/ m^3 ;7~12月份除了3号站在8月数量出现回升(0.6×10^7 个/ m^3)外,其余站位在此期间均在低值范围内略现波动。从1996年1月开始细胞的数量又逐渐回升到 $0.3 \sim 0.5 \times 10^7$ 个/ m^3 。

2.2.2.3 浮游植物种类组成和优势种季节变化
调查期内共鉴定硅藻37属61种,甲藻6属14种,淡水绿藻2属和一些尚未鉴定的小型硅藻和蓝藻(详见表1)。

胶州湾水文条件变化较大,因此在不同季节浮游植物种类交替十分明显。3月高峰期,种类组成十分丰富,以广温性的中肋骨条藻(在1号站达到 0.8×10^7 个/ m^3)和胶州湾早春代表种日本星杆藻(在3号站达到 0.4×10^7 个/ m^3)为明显优势种。4~5月份随着细胞总量的下降,种类数也急剧减少,每站仅有3~5种,骨条藻密度降至5000个/ m^3 ,而日本星杆藻已全匿迹。随着6月浮游植物出现的高峰,种类数再次激增,但优势种随着水温的升高,已被暖温带种弯角刺藻(3站达 0.7×10^7 个/ m^3)和高盒形藻(1站达 0.8×10^7 个/ m^3)取代。从7月开始,种类组成又逐渐减少,且在1、2号站优势种高盒形藻被诺氏海链藻取代($0.6 \times 10^6 \sim 0.2 \times 10^7$ 个/ m^3)。8月份诺氏海链藻在2号站仍有残留(0.5×10^6 个/ m^3),而在其余两个站位已全消失,此时在2~3号站细长形翼根管藻成为优势种数量达到 $0.5 \times 10^6 \sim 0.5 \times 10^7$ 个/ m^3 。11~12月低谷期,无优势种出现,藻种类数也较少。1996年1月逐渐回升的浮游植物总量中,骨条藻为明显优势种,数量为 $0.1 \sim 0.3 \times 10^7$ 个/ m^3 ,可见骨条藻是冬末春初的优势种。

调查期网采标本中甲藻仅在1995年7~8月有几个常见种出现,如:中型角藻、锥形多甲藻、扁形多

甲藻等,但均不形成优势,且数量很少($2000 \sim 10000$ 个/ m^3)。

2.2.2.4 采水标本与网采标本的比较

采水标本中浮游植物的高峰期出现在3月和7月,低谷期采水标本为5月和11月,同网采标本相差不大。

采水标本在3月份的高峰时优势种为骨条藻,密集区在1号站附近水域,这与网采标本分析结果基本一致,但采水标本中日本星杆藻没有形成优势。在7月份高峰采水标本中的优势种为诺氏海链藻,密集区仍在1号站附近水域,与网采标本完全符合。

采水标本在6月突然出现甲藻,并且种类较多,如1号站附近水域甲藻种类多达6种。而在1号站的表层和底层以及2号站的表层大范围水域中都发现了有毒鳍藻——渐尖鳍藻,数量达200~800个/ m^3 。这与5~7月份贝类样品中检出腹泻性贝毒可能有直接关系。

3 讨论

通过对我国沿海部分海域贝类产区贝毒毒素分布的调查,认为我国双壳类已经受到了贝毒毒素污染的威胁。在胶州湾、莱州湾、秦皇岛、福建等海域均发现了贝毒毒素,以腹泻性贝毒毒素比较普遍,麻痹性贝毒毒素相对比较少见,应当引起充分重视。但对腹泻性贝毒的生物监测有可能因高不饱和脂肪酸等原因引起假阳性,因此对腹泻性贝毒毒素的确认还应借助化学分析手段。调查期间浮游植物的变化范围在11000个/ $\text{m}^3 \sim 1.4 \times 10^7$ 个/ m^3 ,均未达到赤潮的程度,共发现赤潮生物14种(见浮游植物名录),主要有中肋骨条藻、日本星杆藻、尖刺菱形藻等。其中中肋骨条藻是出现数量最多的赤潮生物。在采水标本中,6月份有种类较多的甲藻出现,并且在1号站位的表层、底层以及2号站位的表层水中,在较大的水域范围内发现了有毒浮游植物——渐尖鳍藻,数量为200~800个/ m^3 ,而在此前的5月份和之后的7月份均发现了贝类中存在腹泻性贝毒毒素,表明胶州湾贝类中腹泻性贝毒毒素可能与这一有毒藻有关。通过调查可以看出,以监测有毒浮游藻类来预警贝类毒素不失为一种手段,尽管有毒藻类的存在不能绝对说明该区域的贝类就一定有贝毒,但是有毒藻类确是出现在贝毒之前,由于需要有一个蓄积过程,因此贝毒的出

(下转18页)

(上接 22 页)

现往往滞后。由此可见,在温暖季节海水富营养化比较严重时期,可以通过监测海水中浮游藻类的种类和数量变化来监控贝类毒素,预警该水域的贝类有否被毒化的可能。但要做到这一点,还需要对浮游植物监测的方法和频率进行改进。

参考文献

- 1 于仁诚、周名江。海洋与湖沼。1998a,29(3):330~338
- 2 林燕棠、贾晓平等。热带海洋,1999,18(1):90~96
- 3 Mngjiang Zhou,Jun Li. *Marine Pollution Bulletin*, 1999, 39(1):331~334

(本文编辑:张培新)