

福建沿岸海域赤潮发生特点及防治措施

许珠华¹, 侯建军²

(1 福建省海洋与渔业局, 福建 福州 350003

2 厦门大学环境科学研究中心, 福建 厦门 361005)

摘要: 根据多年来福建沿岸海域发生赤潮的情况及相关资料, 概述了该海域赤潮发生的主要趋势、时间、区域、种类和危害等特点, 分析和讨论了赤潮发生的自然因素和人为因素; 并指出赤潮防灾和减灾工作中存在的主要问题是海洋综合管理力量薄弱, 海洋法律法规不够健全, 海洋执法能力有待加强, 海洋事业经费投入不足. 在此基础上提出了防治福建沿岸海域赤潮灾害的如下措施和建议: 进一步调查和研究赤潮发生的类型并分析其主要成因; 建立健全福建省近岸海域环境监测网络和海洋环境监测系统, 大力开展具有福建区域特色的赤潮生物及其有害赤潮发生机理等科学研究; 控制陆源污染, 减少含氮污染物的排放总量和入海量, 提倡和推广使用农家肥, 提高生活污水的处理效率; 认真研究和分析港湾的环境容量, 合理开发福建的海水养殖业; 加强围填海等涉海工程对海水动力学影响的研究, 以及加强对船舶压仓水等带来外来赤潮生物影响的研究等.

关键词: 海洋管理; 赤潮; 原因分析; 防治措施; 福建海域

中图分类号: P76

文献标识码: A

文章编号: 1000-8160(2006)01-0143-08

福建是我国东南沿海重要的海洋省份, 渔业作业的海域面积为 $13.6 \times 10^4 \text{ km}^2$, 大陆岸线总长 3 324 km, 直线长度 535 km, 曲折率 1:6.21. 其有大小港湾 125 处, 海洋港口资源、渔业资源、滨海旅游资源、矿产资源、风能资源、潮汐能资源、海水化学资源、岛礁资源十分丰富. 改革开放以来, 海洋在福建经济建设和社会发展战略地位日益提高, 已成为福建省国民经济的重要组成部分. 在海洋经济和社会发展战略取得可喜成效的同时, 也存在着不可忽视的问题, 如从 2000 年到 2004 年, 赤潮发生的次数逐年递增, 范围也不断扩大, 对海水养殖业、捕捞业和滨海旅游业造成的危害也越来越大^[1, 2]. 2003 年发生赤潮的次数最多, 累计影响海域的范围最大, 赤潮的藻种最多, 多次出现了有毒藻种, 直接经济损失高达 4 248 万元^[3].

1 福建赤潮发生的特点

1.1 赤潮发生的次数有增加的趋势

2000~2004 年全省海域共发生有记录的赤潮 66 起, 涉及海域面积 4 437 km², 直接经济损失 5 958 万元^[4], 详见表 1.

1.2 赤潮发生的时间

赤潮发生的时间多集中在 4~6 月份, 但具有年际变化. 据统计, 2000~2004 年福建所发

收稿日期: 2005-06-20

基金项目: 厦门市科技创新基金资助项目 (3502Z20041059)

作者简介: 许珠华 (1954~), 男, 高级工程师.

©1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.>

生的 66起赤潮中, 4~6月份发生的有 58起, 占 87.9%^[4]. 4~6月份是福建海区从东北季风转为西南季风的转风向阶段, 季节因素导致海洋环境发生一系列相应的变化, 如水温、盐度的升高, 近岸涌升流加大等等; 福建海域的多数赤潮就是在这种特定的理化环境条件下产生的^[1, 5~10]. 5年来赤潮发生的始发时间呈提早趋势, 大约每年提早约 10~15 d且具有持续时间延长、范围扩大的趋势^[4].

表 1 2000~2004年福建沿岸海域赤潮发生状况统计结果

Tab 1 Statistics for harmful algae bloom occurrences in Fujian coastal waters during 2000~2004

年份	赤潮发生次数	影响面积 (km ²)	主要海域	主要赤潮原因种	直接经济损失 (万元)
2000	2	10	厦门西海域、兴化湾	旋链角毛藻 (<i>Chaetoceros curviseus</i>), 裸甲藻属 (<i>Gyrodinium</i>)	—
2001	6	305	霞浦、福鼎沿岸海域、厦门西海域	原甲藻属 (<i>Prorocentrum</i>), 裸甲藻属, 硅藻 (<i>Bacillaria palythaceae</i>)	330
2002	17	2 159	福鼎、霞浦、连江沿岸海域, 罗源湾、厦门西海域、同安湾	东海原甲藻 (<i>Prorocentrum donghaiense</i>), 夜光藻 (<i>Noctiluca scintillans</i>), 中肋骨条藻 (<i>Skeletonema costatum</i>), 裸甲藻属	1 380
2003	29	1 739	宁德、连江沿海岸域, 罗源湾、厦门西海域	夜光藻、原甲藻属, 米氏凯伦藻 (<i>Karenia mikimotoi</i>), 中肋骨条藻	4 248
2004	12	324	霞浦、福鼎、平潭、莆田沿岸海域, 厦门近岸海域	东海原甲藻、夜光藻、角毛藻 (<i>Chaetoceros</i>)	—

1.3 赤潮易发区域

从目前监测的数据来看, 赤潮易发区主要分布在 3个区域, 一是宁德市沿岸海域, 以四礮列岛为中心; 二是厦门西海域; 第三是平潭沿岸海域^[1~5]. 值得一提的是近 5年的监测资料表明, 在主要的水产养殖区发生赤潮的次数并不多^[4]. 其原因可能有二: (1) 养殖海区的水质得到了改善, 养殖的宏观调控措施得当; (2) 陆源的污染和工业及生活排污得到了有效的控制.

1.4 赤潮原因种及其危害

福建发生的赤潮种类主要有 3种类型 (表 1), 一是夜光藻, 主要分布在宁德沿岸海域; 二是硅藻类, 包括中肋骨条藻、角毛藻, 以厦门西海域为主; 三是甲藻类包括裸甲藻和原甲藻的种类, 以宁德海域为多^[4, 9~12].

在福建海域 5年来发生有记录的 66起赤潮中, 有毒 (包括有些尚未形成危害的) 赤潮占 6起, 有害 (含部分有毒的) 赤潮占 18起, 导致水产养殖业、捕捞业和滨海旅游业遭受损失. 其余有 42起赤潮多由旋链角毛藻 (*C. curviseus*)、东海原甲藻 (*P. donghaiense*)、中肋骨条藻和夜光藻引起的, 延续 2~4 d后就消亡了. 虽未发现其对海水养殖业、捕捞业和滨海旅游业造成危害, 但对福建海洋环境仍产生了一定的影响^[2~5, 10~13].

2 赤潮发生原因的分析

前面分析已经表明, 福建近岸海域赤潮发生的频率增加, 持续的时间变长. 其具体成因比较复杂, 自然过程和人为因素引起海洋环境的恶化, 从而使福建近海环境具备了赤潮爆发的客观条件. 一般认为: 浮游生物产生藻华的因素有二: 自然过程 (如循环、上升与下降流、风生流、降雨、锋面、聚集、径流入海及全球气候变化等非人为因素); 人为因素如人类活动的“加载”而

导致的富营养化等. 由于赤潮的发生与一般水华 (尤其是外海的水华) 的发生存在着一定的差异, 赤潮主要是近岸海域频发的一种自然灾害. 根据福建近岸海域独特的自然条件及自然过程, 结合福建沿岸的生产建设等人类社会、经济活动的具体内容和相关数据, 我们分析认为在福建近岸赤潮发生的原因及其主要的影响因素中, 既有导致赤潮发生所共有的因素, 也有福建沿海特定的自然地理和人为因素.

2.1 陆地径流的影响

陆源污染物入海的主要途径为径流输入. 福建省从北到南有 11 条主要河流和 50 多条小河流入海. 这不但带来了大量的悬浮物, 而且汇集了沿河两岸排放的工业废水、生活污水、农业污水及倾倒的固体废弃物, 这些物质最终进入海域. 因此, 入海河流的水质极大地影响入海口海域的环境质量^[5-7].

2.2 海洋水文条件的影响

海流对于入海污染物的扩散、输送、稀释起着重要的作用. 福建沿海污染物的输运, 主要受浙闽沿岸流影响, 其次是粤东沿岸流和台湾海峡暖流水 (南海水团和黑潮入侵水混合进入台湾海峡) 的作用. 受其影响, 福建沿海污染物浓度等值线几乎与岸线平行, 且浓度自沿岸向外海降低. 福建沿岸强潮河口潮流为往复流, 来回运移污染物, 水质交叉恶化. 这是福建省近岸海域污染较严重的原因之一^[8-9].

2.3 沉积物类型的影响

福建省潮间带 (包括河口) 和沿岸海域沉积类型繁多, 共有 18 种. 沉积物的类型和粒度组成与沉积物中的污染物特别是有机物、重金属、农药和石油烃含量关系密切^[9-12].

2.4 全球气候变化的影响

全球气候变化对海洋生态环境的影响也是近年来赤潮频发的主要原因之一^[15-17]. 气候变化虽是普遍因素, 但气候变化结合福建具体的自然地理条件, 加上下述诸多人为因素的影响, 多种因素的加合, 客观上为赤潮的发生提供了条件.

2.5 生活污水的影响

福建省沿海人口密集, 居住人口 2 668 万人. 主要港湾局部海域高密度的网箱养殖、海水养殖废弃物和生活污水排放加重了港湾的污染. 其主要污染物是: 无机氮、活性磷酸盐、镉、砷、铅、滴滴涕等. 从目前赤潮发生的区域来看, 陆源污染对赤潮发生的影响最大, 如厦门西海域的水产养殖退出以后, 该海域发生赤潮的次数不仅没有减少, 短时间内发生赤潮的次数反而多了^[4-6]. 当然, 这些赤潮发生的成因较复杂^[4-8, 9, 12]. 其中的可能原因有: (1) 虽然水产养殖退出了, 但可能因陆源的污染物排放量增加, 导致局部地区赤潮发生增加, 因为近岸海域富营养化主要是陆源污染物入海造成的. (2) 水产养殖时期, 饵料的过度投放及海底沉积的养殖污染物, 在养殖退出以后产生持续污染而导致局部地区的赤潮高发. (3) 监测方面的因素, 因为监测手段的改善和监测频度的增加, 导致发现和预报赤潮能力增强. (4) 水产养殖业退出以后, 在一定的区域范围内水动力发生了变化, 如流速、流向及沉积物的影响, 对原有生态环境造成了一定程度的影响.

2.6 工业废水的影响

福建沿海工业排污口直接排污入海的有 91 个. 2003 年工业废、污水入海量 4.233×10^8 t. 工业废、污水主要排放行业有食品制造业、纺织制造业、木材加工业、石油加工业、化学原料制

造业、皮革、毛皮加工业、冶炼加工业、交通运输制造业等。有的污水未达标排放，有的超标排放，有的排污口设置不够科学、合理。港湾自净能力有限，超出港湾的环境容量，造成近岸海域污染^[2 5]。

2.7 围填海的影响

建国以来，福建沿海已围填海 1 000 余处，占自然滩涂总面积的 47%。大量的围填海使滩涂湿地面积进一步缩小，降低了滩涂湿地调节气候、储水分洪、抵御风暴潮及护岸保田等的能力。有些围填海导致海洋水动力改变，影响港湾纳潮量，使港口水深发生变化。有的围填海破坏海洋生物的产卵场和索饵场，使滩涂湿地受到比较严重的破坏，滩涂围填海造地使海区潮流流速减弱又直接影响了对海底冲淤的能力，导致部分浅滩的淤积和局部航道的淤积及缩窄、弯曲。有些围填海使海水交换能力下降，稀释扩散能力大为减弱，环境容量也大为降低^[1 5]。

2.8 港口与船舶废水和污水排放的影响

福建沿海有许多中小型港口尚未全部建立船舶含油污水和垃圾处理设施，船舶含油污水和垃圾直接排放到海水中，成为港口海域的主要污染源之一。有些油码头缺乏必要的防范设施，使船舶在装卸原油和加油时，存在着跑、冒、滴、漏问题，污染海洋环境，导致海岸带资源的浪费和生态环境的破坏。大部分渔港码头泊位少，货物装卸困难，避风能力差，航道淤积，也同时存在着船舶含油污水和垃圾污染海洋环境的问题。福建沿海有 6 万多艘船只，分布在近岸海域、港湾，在作业时滴、漏油现象比较普遍，防范设施较差，含油污水和垃圾直接排放到海水中，造成近岸海域和主要港湾的污染^[1 5 15]。

2.9 海水养殖业的影响

2003 年福建沿海海水养殖面积 $13.942 \times 10^4 \text{ km}^2$ ^[18]，局部内湾养殖网箱布局不合理。人们通常认为：养殖密度过大，调控失当，养殖业自身污染，加重了海域的污染，会使海洋生态系统结构与功能失调，是赤潮发生的次数逐渐上升的原因之一^[5 16 17]。但福建尤其是厦门西海域目前的监测资料表明，在主要的水产养殖区发生赤潮的次数并不多^[4]。据此推测在某些特定海区的水产养殖业可能不是该海区赤潮发生的主要诱因，而陆源的污染起着主要的作用。

综上所述，造成福建省近岸海域赤潮频发的原因是多方面的，其中既有自然因素，也有人为因素，导致福建近岸环境水域富营养化程度增加，为赤潮发生提供了客观的物质基础。此外，人口增长过快，资源需求量急剧增加，全民海洋环境保护和建设的意识淡薄，陆域污染源排海量日益增多，海洋开发活动无序、无度、无偿，以及海洋环境保护法制不够健全等也与赤潮频发有着一定的关系^[15-18]。

3 赤潮防灾减灾工作中存在的主要问题

3.1 海洋综合管理力量薄弱，海洋法律法规不够健全，海洋执法能力有待加强

各地海洋管理机构是在本轮机构改革中成立的，但面对繁重复杂的海洋综合管理工作，海洋管理队伍仍显薄弱。我国海洋综合管理的法律、法规不够健全，各法律之间缺乏协调。有些法律还缺乏实施细则，可操作性不强，如新的海洋环境保护法中关于海岸工程和海洋工程的界定以及环境影响评价程序等规定不够明确；海洋执法力量薄弱，执法队伍缺乏应有的执法手段和设备，每年拨给的业务费还不够支付油料费，更谈不上仪器设备的更新和维修。这在一定程度上影响了海洋法律法规的实施，使破坏海洋环境的违法行为得不到有效制止，海洋生态环境正

面临着严重的威胁^[15-17]。

3.2 海洋事业经费投入不足, 影响赤潮的监测与研究工作

在新一轮机构改革中, 从省到沿海所设区市、县(市、区)都组建了海洋与渔业行政管理机构, 各级政府都赋予其海洋综合管理职责。但是海洋综合管理, 尤其是海洋环境保护经费尚未列入当地财政预算, 在省级财政中只是从支农专项预算中挤占一点经费, 绝大部分沿海市县没有海洋事业费, 海洋环境保护经费投入严重不足, 在一定程度上影响了海洋环境保护和建设, 海洋环境监测、生态监控与修复、污染整治、保护区建设等工作都受到了极大的制约和影响^[15-17, 19]。

4 赤潮防范措施及建议

4.1 进一步调查研究赤潮生成的主要原因

4.1.1 分清赤潮发生的类型 按照赤潮发生的区域分为外来型和原发型, 并根据赤潮发生的生物学特征分为单相型、双相型和复合型。对福建省近几年来发生的成灾面积在 100 km^2 以上的赤潮开展调查研究, 具体区分是哪种类型的赤潮、藻类优势种和绝对优势种, 只有确定了赤潮的类型, 才能进一步确定赤潮形成的原因。

4.1.2 根据赤潮类型分别进行成因分析 前面的分析讨论已经表明, 赤潮形成主要有自然因素和人为因素两大方面。结合国际上研究赤潮的惯例, 我们再将赤潮形成的具体原因归纳为 3 方面的因素: 一是物理因素, 即气象和水动力条件、水温、透明度、水色、光照度、辐射量、潮汐等。二是化学因素, 包括化学需氧量、氮、磷、硅、铁、锰、pH 值、盐度等。三是生物因素, 主要是赤潮生物和浮游植物的种类和特性。上述 3 方面的因素相辅相成, 互相制约。根据对近几年来发生较大赤潮的具体情况所进行的原因分析, 结果表明对陆域污染的分析应侧重于生活污染源、农村面源污染源和工业污染源; 对海域污染源则应加强海水养殖造成的富营养化, 及围填海对海洋动力学的影响和物理因素等方面的分析。

4.2 加强赤潮的监测和研究

4.2.1 建立健全福建省近岸海域环境监测系统 配置先进的自动化监测仪器和遥测遥感设备, 加强对福建省海岸带特别是赤潮多发地区的海洋物理、化学、生物和气象等方面的监测, 为预防赤潮的发生, 减少危害及时提供准确的数据。优化和完善福建赤潮监测体系, 整合科研和其他监测资源, 加强海洋环境监测。目前福建赤潮的业务监测部门主要有海洋与渔业局、环保局及其下属的监测、预报机构(如各监测中心及监测站等)。但由于经费和人手限制, 在监测力度和频次方面十分不足, 各部门的数据整合汇总不够, 资料不全, 也有很多中小型赤潮被漏报。与此同时, 在福建省内开展赤潮研究和监测还有一些高等院校(如厦门大学)和科研机构(如国家海洋局第三海洋研究所), 包括各类自愿者和渔民的举报等信息和资料, 使赤潮监测覆盖面仍然比较大。但各部门、机构均各行其事, 缺乏信息沟通, 所获资料的整合和共享十分不够。鉴于这种情况, 建议建立一个覆盖各监测、研究机构和自愿者之间沟通交流、信息整合和资源共享的完善且能有效运作的技术平台, 充分吸纳各方面的力量, 优化福建赤潮监测体系。结合先进的仪器设备, 可全面提高福建海洋环境的监测水平, 并逐步在沿海主要入海河口、港湾、海域各区段界面设立自动监测系统, 随时监控主要海域、港湾等近海区段的水质状况, 掌握海洋环境质量变化趋势, 形成完整的海洋环境监测、监视网络, 实时通报海洋污染状况, 实现数据共

享。从微观和宏观、点与面相结合等方面开展监控,并从对赤潮高发区监测数据分析入手,找出一些规律,从而采取有效的防范措施。

4.2.2 大力开展具有区域特色的科学研究,并建立完整的赤潮数据库 根据多年来福建省赤潮发生的历史资料,分门别类地研究其物理、化学、生物、气象、海水养殖、围填海等因素对赤潮的影响,建立较为完整的赤潮数据库。分析赤潮生成的主要原因、次要原因和辅助因素,根据不同原因提出赤潮的预测预报方案和治理方法,并结合福建近岸赤潮发生实际情况,开展具有本地特色的科学研究。福建省有着较好的科研优势和技术支持,如国家海洋局第三海洋研究所、厦门大学、福州大学、福建师范大学,及各地海洋与渔业局、环保局等科研单位、高等院校及业务和行政机构等。充分应用这些高等院校和研究机构的技术储备和技术资源,利用福建在海洋科技特别是赤潮研究方面已积累的较丰富的经验和资料,开展典型有害赤潮原因种如裸甲藻 (*Gyrodinium aureolum*)、原甲藻 (*Prorocentrum*)和亚历山大藻 (*Alexandrium*)等快速检测技术研究。如开展原位荧光杂交技术 (FISH)、三明治杂交技术、细胞凝集素 (lectin)、肽核酸 (PNA)及免疫荧光探针等技术研究及其快速检测试剂盒产品的研发工作;并开展赤潮高发区的赤潮生物种群动力学研究和原位增长率研究,包括主要赤潮原因种生物学、赤潮生物群落的相互关系及其与海洋环境的关系。应建立赤潮监控区的数据库,进行资源共享等;同时也要开展赤潮发生的经验性预报。

4.3 加强赤潮的防治工作

4.3.1 重点研究福建近海海域的典型有毒赤潮藻 组织力量联合攻关,对福建省海洋赤潮的形成和防治,特别是有毒赤潮的防治进行深入地研究和重点控制。其中防治的重点是福建海域多发的裸甲藻和亚历山大藻的赤潮。

4.3.2 制定陆地污染物排海总量标准,严格控制污染物入海量 防治赤潮污染,最根本的是要从减少藻类繁殖所需的营养物质入手,加大对氮、磷污染的防治力度。根据《福建省环境保护条例》的规定,全面禁止销售和在经营中使用含磷洗涤剂,推广使用无磷洗涤剂,最大限度地减少生活污染源含磷污染物的排放,阻断或尽可能避免含磷污染物对近岸海域的污染。全面查清陆地排海污染源,严格控制污染物入海。沿海工业集中,人口密集,生活和工农业污水的污染是破坏近岸海域,尤其是港湾和河口地区生态系统的最重要原因之一。要全面查清陆地污染源排海物质的数量以及时空分布,采取总量控制和达标排放等措施,减轻海洋污染。建议从陆源污染物数量和种类分析入手,研究赤潮的发生规律,为赤潮的预警预测提供科学依据。加强畜禽养殖业和农村种植业等面源污染治理,控制和减少含氮污染物的排放总量和入海量,从而削减赤潮生成所需的氮源,降低赤潮的发生率和危害程度。从现在开始,各级政府职能部门应组织江河流域全面开展规模化养畜禽场污染综合整治,防止养畜禽场污染造成的水体富营养化。

4.3.3 提倡和推广使用农家肥 福建省农村人口数量多。过去,农村人、畜粪便和生活垃圾都是作为肥料用于种植农作物。近年来化肥推广使用后广大农村的农民也贪图方便、卫生,偏爱化肥,少用或不用农家肥。结果广大农村的垃圾和人、畜粪便都直接排向江河,进入海洋。这种面源的污染是十分严重的,导致河流水体氮、磷含量超标,垃圾泛滥。各级政府职能部门应该采取措施提倡和推广使用农家肥,减少面源污染。

4.3.4 提高生活污水处理效率 为切实解决城市生活污水污染问题,应加快城市生活污水处

理厂的建设,提高氮、磷等对海洋赤潮具有直接影响的污染物的去除效率,减轻地表水和海水的富营养化程度,从而减少赤潮的发生。

4.3.5 认真研究港湾的环境容量,合理发展海水养殖业 严格按照省政府颁布的“福建省海域功能区划”的规定,合理布局,科学养殖,推行生态养殖,减少海水养殖业污染,有效地控制因海水养殖业而导致赤潮生物的增殖。

4.3.6 加强围填海等涉海工程对海水动力学影响的研究 在涉及到相关的海洋工程项目论证时,需严格执行围填海项目环境影响评价,科学规划围填海区域和项目,严格控制对海水动力学有严重影响的建设项目,保证海水的交换和自净能力,减少赤潮的发生。

4.3.7 加强对外来赤潮生物的控制和研究 福建省具有很多大型港口,如厦门、泉州、漳州等海港,往来的外籍轮船压仓水等带来的外来赤潮生物问题也需要严格控制和深入研究。另外,水产养殖中新品种移植所带来的外来赤潮生物的传播也需要引起重视。

4.3.8 推进并实行海洋环境保护目标责任制 落实各行政区域保护管理权、责,把海洋环境保护工作真正纳入政府的议事日程,把近岸海域80%以上的水质要达到较清洁海域水质标准的海洋环境保护目标作为考核领导干部政绩的指标之一。真正做到领导重视,责任落实,各有关部门通力合作,齐抓共管,逐步改善海洋生态环境。

4.3.9 海洋环境保护规划的制定和落实 为了保护和改善海洋环境质量,维护海洋生态健康,持续发展福建的海洋经济,需尽快制定福建省的海洋环境保护规划,为今后全面实施海洋生态环境及资源保护与管理提供科学依据,做好海洋环境的保护规划工作,为把福建建设成为生态省提供基础。

参考文献:

- [1] 黄毅坚,杜琦,王小奉. 近年福建沿海的赤潮灾害[J]. 自然灾害学报, 1993(1): 44~47
- [2] 高亚辉,邢小丽,梁君荣,等. 福建沿海赤潮生物研究综述[A]. 何建宗,吕颂辉. 南中国海红潮预防和管理的的前沿发展[C]. 香港: 南中国海赤潮学会, 2003. 23~33
- [3] 福建省海洋与渔业局. 2003年福建省海洋环境质量公报[R]. 福州: 福建省海洋与渔业局, 2004. 2
- [4] 福建省海洋与渔业局. 2000~2004年福建省海洋环境质量公报[R]. 福州: 福建省海洋与渔业局, 2001~2005
- [5] 杜琦,张友权,高磊,等. 近年福建海域赤潮的特点及防治对策[J]. 福建水产, 2002(4): 32~37.
- [6] 张水浸. 厦门港赤潮发生区浮游植物的生态特征[A]. 国家海洋局第三海洋研究所. 厦门港赤潮调查研究论文集[C]. 北京: 海洋出版社, 1993. 29~37.
- [7] 杨清良. 厦门港湾海洋环境综合调查报告: 浮游植物[J]. 台湾海峡, 1988(1): 1~10
- [8] 杨清良,陈其焕,林金美,等. 厦门马銮湾富营养化水域浮游植物群落的生态特征[J]. 海洋学报, 1998(1): 101~112
- [9] 林更铭,杨清良,林金美. 厦门岛周围海域浮游植物与环境因子的关系[J]. 海洋通报, 1993(6): 40~45
- [10] 沈国英,林均民. 罗源湾浮游植物的调查[J]. 厦门大学学报(自然科学版), 1989(Sup): 78~84
- [11] 林金美. 台湾海峡西部海域浮游甲藻类的分布[J]. 台湾海峡, 1988(2): 165~172
- [12] 林金美. 厦门西海域浮游植物的生态[J]. 台湾海峡, 1991(4): 345~350
- [13] 程兆第,高亚辉,刘师成. 福建沿岸微型硅藻[M]. 北京: 海洋出版社, 1993. 1~125

- [14] 福建海洋研究所. 台湾海峡中、北部海洋综合调查研究报告 [M]. 北京: 科学出版社, 1988. 259 ~ 269.
- [15] 邹景忠, 王克行. 我国赤潮灾害研究的新进展 [A]. 国家海洋局. 海洋环境监测文集 [C]. 北京: 海洋出版社, 1995. 138 ~ 143.
- [16] 钱宏林, 梁松, 齐雨藻. 广东沿海赤潮的特点及成因研究 [A]. 何建宗. 南中国海红潮预防和管理 [C]. 香港: 南中国海赤潮学会, 2002. 375 ~ 385.
- [17] 齐雨藻. 赤潮 [M]. 广州: 广东科技出版社, 1999. 1 ~ 650.
- [18] 福建省海洋与渔业局. 2003年福建省水产业统计年鉴 [R]. 福州: 福建省海洋与渔业局, 2004. 7.
- [19] 张有份. 海洋赤潮知识 100问 [M]. 北京: 海洋出版社, 2000. 1 ~ 136.

Characteristics of harmful algal bloom and its prevention in Fujian coastal waters

XU Zhu-hua, HOU Jian-jun

(1. Ocean and Fishery Bureau of Fujian Province, Fuzhou 350003, China)

2. Environmental Science Research Center, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract Based on the occurrences and data about HAB in Fujian coastal sea in recent years, this paper reviews and discusses the characteristics of HAB in Fujian such as occurring trend, time, species, region, etc. and analyzes the natural and artificial factors which might induce HAB. In this paper, the major problems are also pointed out in the work of HAB prevention and reduction. For example, integrated coastal management is enforced poorly, the laws and rules for marine management are unsound, the financial input for marine projects is limited. According to the problems summarized above, measures and advices are put forward: further investigations and researches on the main types of HAB and the reasons of HAB in Fujian should be made; the environmental monitoring networks in inshore sea in Fujian Province should be set up and consummated; scientific researches with local characteristics should be fully developed; terrestrial pollution should be controlled; the total emission volume of nitrogen pollutants and the total volume of nitrogen pollutants discharged into the sea should be deducted; farmyard manure should be promoted to use; disposal efficiency of sewage should be advanced; environmental capability for harbor should be studied further and fishery should be developed reasonably; the researches about the effects of enveloping and filling sea to sea water dynamics which related marine engineering should be promoted, as well as the exotic HAB species from the cabin seawater of foreign ships.

Key words marine management; harmful algal bloom (HAB); causes of HAB; advices for HAB prevention; Fujian coast

(责任编辑: 郭水伙)