

福建近海不同海洋功能区冬季浮游植物群落结构的比较研究

王 雨, 林 茂, 林更铭

(国家海洋局第三海洋研究所, 福建 厦门 361005)

摘要: 2006年12月~2007年1月对福建省沿岸近海的浮游植物群落结构进行了大面积科学调查研究。结果表明, 冬季福建近海浮游植物隶属于55属112种(含变种、变型), 其中硅藻48属97种(含变种、变型), 甲藻5属10种, 蓝藻1属2种, 金藻1属3种。硅藻类在种类和细胞丰度上均占主导地位, 甲藻类多分布在闽中近海及东山沿岸, 蓝藻类检出率降低, 金藻类检出率增高。表层浮游植物平均丰度为 422.31×10^2 个/dm³, 丰度分布呈闽南高, 闽中次之, 闽东低的态势。叶绿素a的分布与浮游细胞丰度分布大体一致, 但在闽中、闽东近海存在近岸与远海的差异, 与优势类群的水平分布也有差异。福建近海赤潮生物种类较多, 是引发赤潮的潜在生物因素, 一些赤潮生物已在闽南、闽中局部海域成为优势种。与以往同期资料比较, 硅藻优势类群发生明显变化, 甲藻种类数和细胞丰度增多; 浮游植物细胞丰度明显增加, 但水平分布变化不大。

关键词: 福建近海; 浮游植物; 群落结构; 赤潮生物; 水平分布

中图分类号: Q948.8

文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2010)02-0033-07

位于我国东南沿海的福建近海, 跨越热带与亚热带, 海域辽阔, 海岸线蜿蜒, 受闽江和九龙江等径流的影响, 大量陆源营养物质进入近海, 明显促进了区域浮游植物的生长繁殖, 有利于多种经济鱼类的产索饵和繁殖, 同时也导致赤潮频发, 危害甚剧^[1,2]。然而对福建近海大面积大尺度的浮游植物调查却不多, 浮游植物研究调查更多关注的海域是台湾海峡^[1~9]、台湾浅滩上升流区域^[10~13]及厦门海域^[14~19]。虽然有的调查范围包括了福建近海海区, 但在近海设置的站位较少^[20~22]。针对福建近海(含海湾与河口水域)的浮游植物调查, 主要是20世纪60年代的“全国海洋综合普查”和80年代的“全国海岸带与海涂资源综合调查”。这些数据资料已超过20年, 难以反映福建省近海海洋环境和资源的现状。我国于2006年开始实施“中国近海海洋综合调查与评价”项目, 即“908专项”, 以期全面了解全国沿海省市近海海洋环境现状和发展趋势, 查清我国近海海洋生物资源受到环境恶化和开发的压力, 以利于海洋开发与保护的协调, 增强可持续利用的能力。福建省近海海洋环境综合调查与评价是完成908任务的重要部分, 即“FJ908-01-01-HS”专项任务, 此次大面积科学调查基本涵盖了除海湾内水域以外的福建近海海区, 与以往的调查站位尽量不重叠, 对福建省近海海洋环境现状是一个查清和了解的契机。

作者利用2006年冬季对福建省近海海域进行的大面积科学调查所获得的浮游植物资料, 比较研究了福建近海不同海洋功能区冬季浮游植物群落的种群组成、丰度和生物量的水平分布特征, 并与历史资料对比分析, 以期掌握该海域初级生产者的基本状况, 从而为保护海洋生态环境, 维持海洋生物资源的可持续利用提供资料补充。

1 材料和方法

2006年12月26日~2007年1月27日, 在福建近海海域(22°26'~27°50' N, 116° 51'~121° 50' E) 布设71个站位(图1), 涵盖了除海湾内水域以外的福建近海海区。水样按《海洋调查规范》(GB12763.6-91)^[23]分别采集表层和底层水样。叶绿素a采用荧光法测定。浮游植物水样加Lugol's溶液固定和保存。室内静置沉淀, 虹吸, 多次后到所需体积, 采用显微个体计数法分析。鉴定计数和资

收稿日期: 2008-10-10; 修回日期: 2008-12-21

基金项目: 中国近海海洋综合调查与评价(908-01-ST06, FJ908-01-01-HS)

作者简介: 王雨(1981-), 男(布依族), 贵州长顺人, 国家海洋局第三海洋研究所研究员, 硕士, 从事海洋浮游生物生态的研究, E-mail: wy2007607@yahoo.com.cn; 林茂, 通信作者, 国家海洋局第三海洋研究所研究员, E-mail: lm3011@126.com

料整理均按《海洋调查规范》(GB12763.6-91)^[23]和 908 专项《海洋生物生态调查技术规程》^[24]要求进行。

参照海洋功能区划技术导则^[25], 结合本次调查站位的布设状况, 将福建近海进行了不同类型的海

区划分。主要划分为 3 个海域, 闽东近海: 包括闽浙分界至福建省海坛岛的毗连海域, 含霞浦、连江、闽江口等。闽中近海: 海坛岛至金门岛的毗连海域, 包括兴化湾、湄洲湾、泉州湾外近海。闽南近海: 包括厦门岛至东山岛的毗连海域。

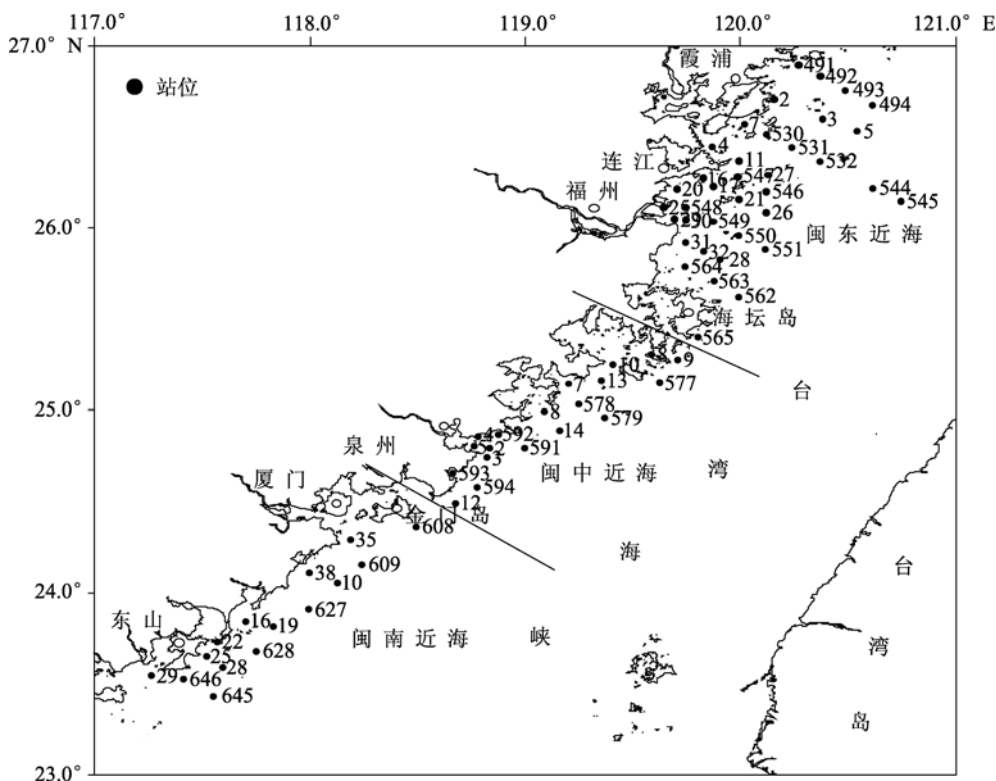


图 1 福建近海浮游植物调查站位

Fig. 1 Sampling stations of phytoplankton in Fujian seacoast

2 结果与讨论

2.1 浮游植物种类组成

本次调查, 对表层样品鉴定, 共有浮游植物 112 种(含变种、变型及未知种), 隶属于 4 门 19 科 55 属, 其中硅藻 11 科 48 属 97 种(含变种、变型), 甲藻 6 科 5 属 10 种, 蓝藻 1 科 1 属 2 种, 金藻 1 科 1 属 3 种(含未知种)。种类数最多的硅藻类, 约占 86.6%; 其次为甲藻, 约占 8.9%; 金藻占 2.7%; 蓝藻占 1.8%。在绝大多数站位中, 硅藻种类数在总种数中所占百分率高于甲藻, 甲藻种类数所占百分率在兴化湾外的 10 号站最高, 达 48.2%。在泉州湾外的 3 号站及东山外海的 628 号站也检出甲藻多种。

综合历史资料^[4,9,15-17,19-21,26]发现, 福建近海浮游植物主要有硅藻、甲藻、蓝藻、金藻、裸藻、隐

藻、黄藻 7 个门类, 其中以前三类出现频率较高, 种类组成以硅藻类为主, 对浮游植物群落种类组成的季节变化起着支配作用。与以往研究结果^[4,9,15-17,19-21,26]相比, 硅藻类在各个海域均有分布, 甲藻类在闽中海域及东山沿岸分布较多, 蓝藻类检出率降低, 金藻类检出率增高, 浮游植物种类组成有一定变化, 硅藻的主导地位未变。浮游植物个体细小, 藻细胞粒径为 6~100 μm, 小型和微型浮游植占统治地位。

硅藻在细胞丰度上占据了主导地位。整个近海海域, 硅藻类占 93.9%, 甲藻类占 4.4%, 蓝藻类占 1.0%, 金藻占 0.7%。硅藻类在 66 个站位中占优势。甲藻类在 5 个站位有高的细胞丰度, 与硅藻类一并成为优势种。蓝藻类在 7 个站位检出, 金藻无优势地位。甲藻类在兴化湾外海及最南端的 645 号站丰度较大, 主要优势种有梭角藻(*Ceratium fusus*)、叉状角藻(*Ceratium farca*)、锥状斯克里普藻(*Scrippisella*

trochoidea)、海洋原甲藻(*Prorocentrum marinum*)等,其中梭角藻的出现频率较高,在兴化湾外的 10 号站丰度最大;叉状角藻在连江沿岸的 547 和海坛岛的 563 号站丰度最大,这些海域正是福建沿海赤潮重点监控区^[26-28]。蓝藻类的红海束毛藻(*Trichodesmium erythraeum*)集中在闽江口附近的 25、31 号站检出,丰度不大。金藻类在泉州湾外的 3 号站和闽南近海的 38 号站检出,丰度不多。

2.2 浮游植物的分布比较

从浮游植物种类分布来看,种类数最多的站位是最南端的 645 号站,检出 68 种;其次为闽南近海的 38 号站,检出 50 种。种类数最少的是闽中海域的 13 号站,仅检出 16 种。闽东和闽中近海的浮游植物种类组成在不同站位中变化明显,东山海域浮游植物种类站位分布较为均匀。硅藻在调查海域各个站位均有分布,甲藻主要分布在闽中近海与东山海域,在闽东的连江沿岸也有零星分布。硅藻类分布最广的种类是具槽帕拉藻(*Paralia sulcata*)、菱形海线藻(*Thalassionema nitzschioides*)、细弱海链藻(*Thalassiosira subtilis*),在 66 个站位中均有分布,其次是中肋骨条藻(*Skeletonema costatum*)、柔弱几内亚藻(*Guinardia delicatula*)、布氏双尾藻(*Ditylum brightwelli*)和密联角毛藻(*Chaetoceros densus*),分布在 41 个站位中,环纹劳德藻(*Lauderia annulata*)、笔尖形根管藻(*Rhizosolenia styliiformis*)、斯氏几内亚藻(*Guinardia striata*)等的分布也较广。甲藻类分布最广的是梭角藻,在 26 个站位检出。叉状角藻也有较广分布。蓝藻类检出 2 种,在闽江口附近的 25、31 号站。金藻类六等刺硅鞭藻(*Dictyocha speculum*),在 3 号站和东山近海的 629、38 号站检出。硅藻类中华齿状藻(*Odontella sinensis*)、菱形海线藻、格氏圆筛藻(*Coscinodiscus granii*)和甲藻类梭角藻的细胞丰度虽不及优势类群,但检出率都在 90.0% 以上,是该区冬季的常见种。

从浮游植物细胞丰度的分布来看,冬季表层丰度的密集中心区在东山南部附近海域和泉州湾外。此外在闽东的闽江口也有一个较高的丰度区,霞浦至海坛岛一线的海域是低丰度分布区(图 2)。除闽江口的高丰度区分布在近岸的站位上外,浮游植物细胞丰度的分布表现出由近岸区向远海区递增的趋势。浮游植物平均丰度为 422.31×10^2 个/ dm^3 ,总量在 $6.8 \times 10^2 \sim 2001.4 \times 10^2$ 个/ dm^3 之间变动。闽南近海

多数站的丰度在 $100 \times 10^2 \sim 500 \times 10^2$ 个/ dm^3 之间。湄洲湾、兴化湾等闽中近海,浮游植物丰度保持在 $50 \times 10^2 \sim 100 \times 10^2$ 个/ dm^3 之间。闽东近海浮游植物丰度比闽中近海稍低。东山海域的 645 号站丰度最大,高达 1498.1×10^2 个/ dm^3 ,此站也是最南端的站位。其次,泉州湾外的 591 号站的丰度也达 359.6×10^2 个/ dm^3 ; 闽东近海的 11 号站的丰度最小,只有 3.9×10^2 个/ dm^3 。总体上,福建近海冬季表层浮游植物细胞丰度的分布情况为闽南高,闽中次之,闽东低的态势,闽南与闽中近海由近岸向远海逐渐升高,闽东近海除了闽江口高丰度区以外,近岸与远海差别不大。

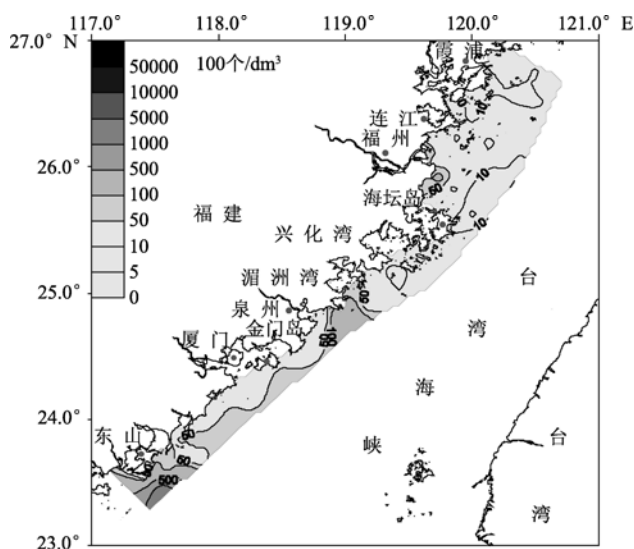


图 2 福建近海冬季表层浮游植物丰度分布

Fig. 2 Density distribution of phytoplankton at the surface layer in Fujian coastal waters in winter

2.3 浮游植物优势种的水平分布比较

浮游植物优势种细胞丰度的水平分布在很大程度上决定了群落丰度的分布特征。调查表明,优势种以硅藻类为主,3 个海区的共有种包括柔弱几内亚藻、具槽帕拉藻、中肋骨条藻、丹麦细柱藻(*Leptocylindrus danicus*)、密联角毛藻、菱形海线藻、尖刺伪菱形藻(*Pseudo-nitzschia pungens*)、冰河拟星杆藻(*Asterionellopsis glacialis*)、布氏双尾藻等。与以往的报道^[9,20-22]有较大差别:星脐圆筛藻(*Coscinodiscus asteromphalus*)、洛氏角毛藻(*Chaetoceros lorenzianus*)、夜光藻(*Noctiluca scintillans*)、掌状冠盖藻(*Stephanopyxis palmerana*)、汉氏束毛藻(*Trichodesmium hildebrandtii*)等不再占有优势,硅藻优势类群及其水平分布发生明显变化,甲藻与

硅藻在部分站位共为优势种。本次调查发现, 主要优势种的细胞丰度分布不连续, 不广泛, 呈现斑块状分布的特点。根据细胞丰度大小情况, 选取柔弱几内亚藻、具槽帕拉藻、中肋骨条藻 3 个优势种, 对 71 个站位的各优势种密度分布情况进行分析。具体情况分别见图 3, 图 4, 图 5。

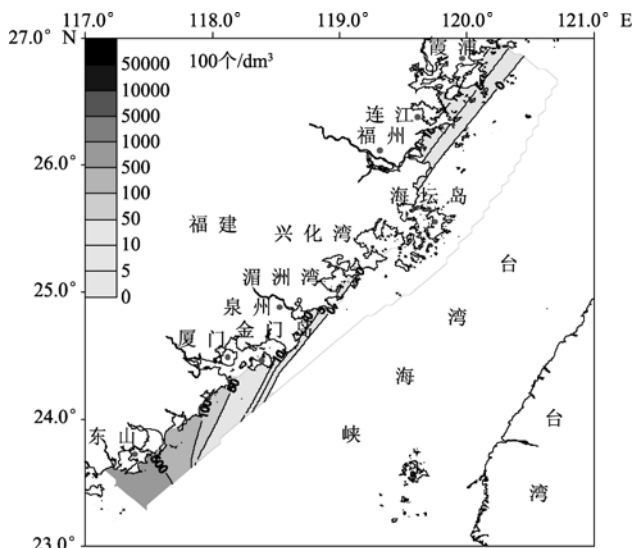


图 3 福建近海冬季柔弱几内亚藻细胞丰度的表层分布
Fig.3 Density distribution of *Guinardia delicatula* at the surface layer in Fujian coastal waters in winter

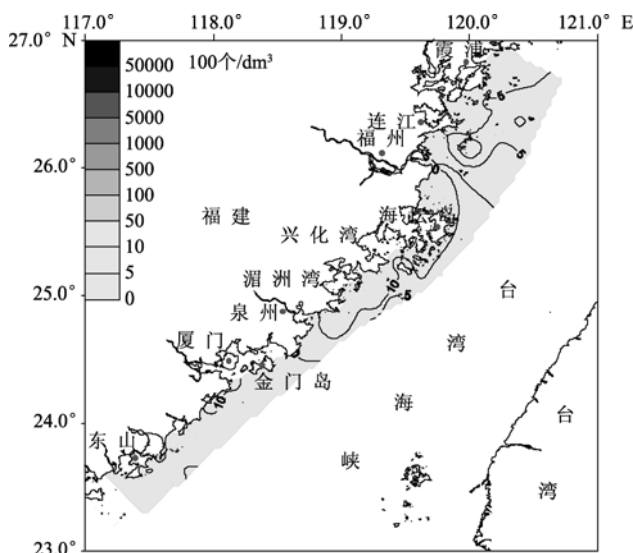


图 4 福建近海冬季具槽帕拉藻细胞丰度的表层分布
Fig. 4 Density distribution of *Paralia sulcata* at the surface layer in Fujian coastal waters in winter

柔弱几内亚藻为本次调查中细胞丰度最大的种类, 分布范围较小, 平均细胞丰度 412.8×10^2 个/ dm^3 (图 3)。在 4 个站位有较高丰度, 成为优势种, 即

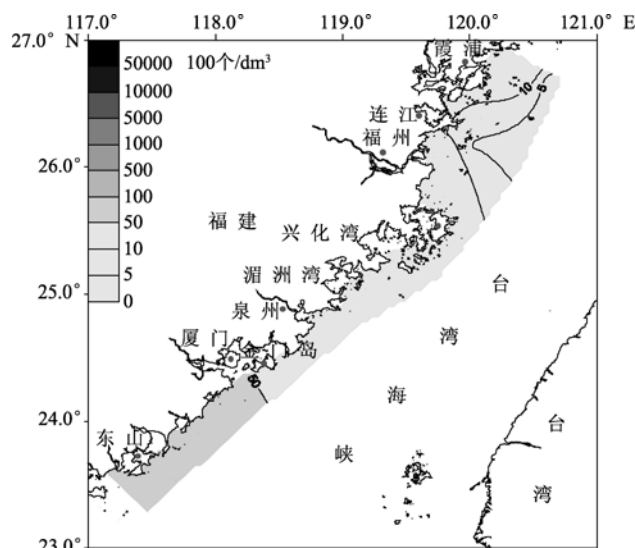


图 5 福建近海冬季中肋骨条藻细胞丰度的表层分布
Fig. 5 Density distribution of *Skeletonema costatum* at the surface layer in Fujian coastal waters in winter

是从北自南的站位 30、608、629 和 645 号测站, 丰度超过了 500×10^2 个/ dm^3 。东山近海的 645 站的丰度最大, 达 829.1×10^2 个/ dm^3 。最小仅为 25.7×10^2 个/ dm^3 , 在闽东近海的 532 号站。其余站点, 丰度均保持在 $50 \times 10^2 \sim 100 \times 10^2$ 个/ dm^3 的范围。高丰度密集区明显集中在东山附近海域, 表现出由闽南近海向闽东近海递减的态势。低值区在闽中近海的兴化湾至海坛岛一线。总体呈现闽南闽东高、闽中低的分布格局。

具槽帕拉藻在闽东和闽中近海均能成为优势种, 这可能弥补了上述柔弱几内亚藻在闽中近海检出极少的分布格局(图 4)。最高丰度为 62.2×10^2 个/ dm^3 , 在湄洲湾外的 8 号站检出, 最低丰度在闽东近海的 579 号站检出, 有 1.3×10^2 个/ dm^3 。多数站位保持在 $10 \times 10^2 \sim 50 \times 10^2$ 个/ dm^3 。除零星分布湄洲湾近海的较高丰度区外, 没有明显的密集区和低值区, 闽东近海呈现斑块状分布的特点。整体分布态势是闽南低, 闽东、闽中高。

中肋骨条藻虽为广布种, 但主要的分布区在闽东近海(图 5)。总体丰度不高, 保持在 $10 \times 10^2 \sim 50 \times 10^2$ 个/ dm^3 内, 平均细胞丰度为 3.89×10^2 个/ dm^3 。在厦门近海的 25 号站丰度最大, 有 82.3×10^2 个/ dm^3 , 最低为 2.4×10^2 个/ dm^3 , 在闽东近海的 494 号测站检出。密集区不明显。闽东近海的低丰度区呈现近岸区向远海区递减的特点。闽中近海是低值区。闽南近海仅在厦门近海的站位检出, 丰度大。总体分布格局为闽南闽东高、闽中低。

2.4 叶绿素 a 的分布比较

图 6 为福建近海冬季表层叶绿素 a 含量分布。整个调查海区叶绿素 a 含量不高, 平均值为 0.76 mg/m^3 , 除在东山近海 645 号站出现异常高值 5.85 mg/m^3 外, 其余海区变化范围均在 $0.28 \sim 1.78 \text{ mg/m}^3$ 。高于 1.00 mg/m^3 的相对高值区集中在闽南的东山海域, 低于 0.50 mg/m^3 的低值区集中在闽东近海。闽东近海, 平均值为 0.56 mg/m^3 , 是整个海区中最低的, 呈现近岸高值区, 远岸较多低值区的分布特点, 多是由自北向南流入台湾海峡的低温、低盐、高营养盐的浙闽沿岸水引起。在闽江口附近由于闽江径流带来丰富的营养盐, 促使浮游植物繁茂, 以致在此区域也形成了相对高值区。闽中近海平均值比闽东稍高, 达到 0.70 mg/m^3 , 叶绿素 a 含量在 $0.50 \sim 0.75 \text{ mg/m}^3$ 之间, 分布较为均匀。闽南近海的平均值几乎是闽中的 2 倍, 是整个海域最高的, 达到 1.34 mg/m^3 , 呈现由近岸向远岸逐渐升高的趋势。值得注意的是, 由于受到南海暖水的强烈影响, 调查海区最南端的 645 号站表现出异常高值, 波及其周边站位。总体上, 福建近海冬季的表层叶绿素 a 呈现闽南最高, 闽中次之, 闽东最低的水平分布状况, 与浮游植物细胞丰度的分布总体态势一致, 但在闽中、闽东近海与浮游植物丰度分布存在近岸与远海的差异, 与优势类群的水平分布也有异。

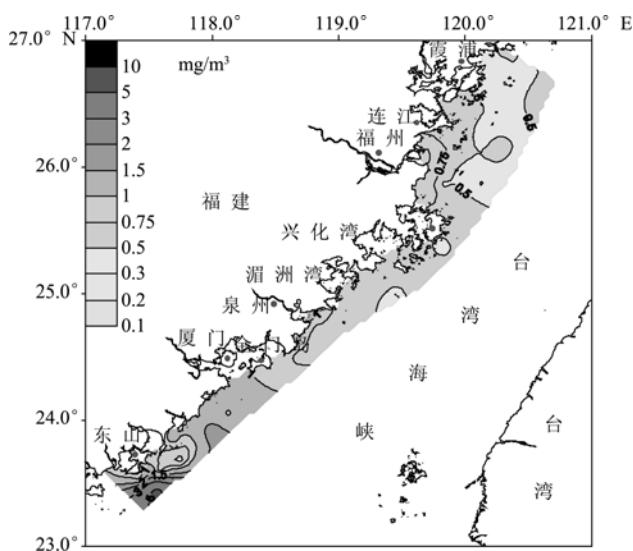


图 6 福建近海冬季叶绿素 a 含量的表层分布

Fig. 6 Concentration distribution of chlorophyll a at the surface layer in Fujian coastal waters in winter

2.5 赤潮生物

福建沿海赤潮生物种类繁多, 据不完全统计, 福建近海有赤潮生物 117 种^[12,25,28,29], 是赤潮频繁发生的重要原因^[25,28]。本次调查共检测出赤潮生物 55 种, 其中硅藻 43 种, 主要为多种根管藻、多种圆筛藻、斯氏几内亚藻、具槽帕拉藻、尖刺伪菱形藻, 以及菱形海线藻、中肋骨条藻等, 甲藻类 10 种, 主要为梭甲藻、叉状角藻、裸甲藻(*Gymnodinium* sp.)等, 蓝藻类 1 种, 为红海束毛藻, 金藻 1 种, 即是六等刺硅鞭藻, 还包括原生动物中的红色中缢虫(*Mesodinium rubrum*)。赤潮生物是赤潮发生的内在因素, 以往研究资料^[21,26~29,9]显示, 东海原甲藻(*Prorocentrum donghaiensis*)、夜光藻、裸甲藻、斯氏几内亚藻、无刺鼻状藻(*Proboscia inermis*)、具槽帕拉藻、尖刺伪菱形藻、丹麦细柱藻、圆海链藻(*Thalassiosira rotula*)、中肋骨条藻、多纹膝沟藻(*Gonyaulax polygramma*)、窄细角毛藻(*Chaetoceros affinis*)、聚生角毛藻(*Chaetoceros socialis*)、红色中缢虫、锥状斯克里普藻等曾在福建近海爆发过赤潮, 红海束毛藻、六等刺硅鞭藻未见有爆发增殖的记录。这些赤潮藻在本次调查中均被检出, 其中一些种类如中肋骨条藻、菱形海线藻、柔弱几内亚藻、具槽帕拉藻、梭甲藻等, 已在多个调查站位占据了优势地位, 成为优势类群。它们是赤潮爆发的生物基础, 一旦水域环境条件适宜, 就可能引起相应的赤潮。因此, 应积极开展各种赤潮形成机理和生态过程的调查研究工作, 对陆源污染控制应侧重生活污染源、面源污染控制, 对海域污染源监测则应加强海水养殖造成的富营养化防治, 同时健全信息网络, 整合科研和监测资料, 加强对海洋环境的监测监视, 促使赤潮危害降低到最小程度, 以达到防治赤潮的目的。

3 结论

(1) 冬季, 福建近海表层的浮游植物群落中, 种类数最多的硅藻类, 约占 86.6%, 从细胞丰度上看, 硅藻类占 93.9%, 硅藻类无论在种类数还是细胞丰度上均占据了主导地位。优势种以硅藻类为主, 对浮游植物群落种类组成的变化起着支配作用。

(2) 闽东和闽中近海的浮游植物种类组成在不同站位中变化明显, 东山海域浮游植物种类站位分布较为均匀。硅藻在调查海域各个站位均有分布, 甲藻主要分布在闽中近海与东山海域, 在闽东的连江

沿岸有零星分布。蓝藻类检出率降低,金藻类检出率相对增高。

(3) 浮游植物细胞丰度的分布情况为闽南高,闽中次之,闽东低的态势,闽南与闽中近海由近岸向远海逐渐升高,闽东近海除了闽江口高丰度区以外,近岸与远海差别不大。表层叶绿素 a 的分布与浮游植物丰度的分布总体态势一致,但在闽中、闽东近海存在近岸与远海分布的差异,与优势类群的水平分布也有异。

(4) 福建近海赤潮生物种类较多,是引发赤潮的潜在生物因素,一些赤潮生物已成为闽中近海与闽南的东山海域的优势种。

参考文献:

- [1] 金德祥. 台湾海峡硅藻类的特点[J]. 台湾海峡, 1982, II(1): 80-86.
- [2] 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.
- [3] Huang R. Phytoplankton distribution off the southwestern coast of Taiwan[J]. Acta Oceanogr Taiwanica, 1986, 16: 103-106.
- [4] 杨清良. 台湾海峡西侧浮游硅藻类的种类组成与分布[J]. 海洋学报, 1995, 17(2): 99-107.
- [5] 黄加祺, 李少菁, 俞瑶. 台湾海峡南部漂浮植物[J]. 海洋学报, 2000, 22(4): 67-73.
- [6] 黄邦钦, 洪华生, 林学举, 等. 台湾海峡微小型浮游植物的生态研究 I. 时空分布及其调控机制[J]. 海洋学报, 2003, 25(4): 72-82.
- [7] 李少菁, 黄加祺, 郭东晖, 等. 台湾海峡浮游生物生态学研究[J]. 厦门大学学报(自然科学版), 2006, 45(sup.2): 24-31.
- [8] 谢文玲, 陈长平, 高亚辉. 台湾海峡中北部至南麂列岛海域 2005 年冬季硅藻群落结构特征[J]. 台湾海峡, 2007, 26(3): 370-379.
- [9] 林更铭, 杨清良. 台湾海峡小型浮游植物的物种多样性和分布特征[J]. 生物多样性, 2007, 15(1): 31-45.
- [10] 阎启仑, 黄加祺, 李少菁. 闽南-台湾浅滩渔场浮游生物调查研究 I: 漂浮生物的种类组成[A]. 洪华生. 闽南-台湾浅滩渔场上升流区生态系研究[C]. 北京: 科学出版社, 1991.366-378.
- [11] 阎启仑, 黄加祺, 李少菁. 闽南-台湾浅滩渔场浮游生物调查研究 II: 漂浮生物数量分布及其与环境因子的关系[A]. 洪华生. 闽南-台湾浅滩渔场上升流区生态系研究[C]. 北京: 科学出版社, 1991.379-387.
- [12] 洪华生, 邱书院, 阮五崎, 等. 闽南-台湾浅滩上升流区生态系研究概述[A]. 洪华生. 闽南-台湾浅滩渔场上升流区生态系研究[C]. 北京: 科学出版社, 1991. 1-18.
- [13] 冯季芳. 闽南-台湾浅滩渔场浮游植物种类组成和数量分布[A]. 洪华生. 闽南-台湾浅滩渔场上升流区生态系研究[C]. 北京: 科学出版社, 1991. 388-406.
- [14] 杨清良. 厦门港海洋环境综合调查报告[J]. 台湾海峡, 1988, 7(1): 1-10.
- [15] 李雅琴, 程兆第, 金德祥. 厦门港浮游硅藻的研究[J]. 厦门大学学报(自然科学版), 1990, 29(3): 358-360.
- [16] 林金美. 厦门西海域浮游植物的生态[J]. 台湾海峡, 1991, 10(4): 345-350.
- [17] 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, 12(6): 40-45.
- [18] 高亚辉, 金德祥, 程兆第. 厦门港微型浮游生物叶绿素的分布和作用[J]. 海洋与湖沼, 1994, 25(1): 87-93.
- [19] 杨清良, 林更铭, 蔡秉及. 厦门东侧海域浮游植物的种类组成与分布[J]. 台湾海峡, 2000, 19(3): 337-343.
- [20] 程兆第. 福建南部海区的浮游硅藻及其季节变化[J]. 厦门大学学报(自然科学版), 1997, 18(4): 112-117.
- [21] 林元烧, 曹文清. 福建沿岸中部和南部海岛周围水域夜光藻生态调查研究[J]. 厦门大学学报(自然科学版), 1994, 33(sup.): 62-65.
- [22] 张壮丽, 叶孙忠, 叶泉土. 福建海区浮游植物种类组成及数量分布特点[J]. 南方水产, 2006, 2(5): 45-50.
- [23] GB12763.6-91, 海洋调查规范[S].
- [24] 国家海洋局 908 专项办公室. 海洋生物生态调查技术规程[R]. 北京: 国家海洋局 908 专项办公室, 2006.
- [25] GB/T17108-2006, 海洋功能区划技术导则[S].
- [26] 杜琪, 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, 12(4): 32-37.
- [27] 黄毅坚, 杜琪, 王小奉. 近年福建沿海的赤潮灾害[J]. 自然灾害学报, 1993, 2(1): 44-47.
- [28] 许珠华, 侯建军. 福建沿岸海域赤潮发生特点及防治措施[J]. 台湾海峡, 2006, 25(1): 143-150.
- [29] 高亚辉, 刑小丽, 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.

Comparative study on the community structure of phytoplankton in winter in different oceanic function zones of Fujian seacoast

WANG Yu, LIN Mao, LIN Geng-ming

(The Third Institute of Oceanography, State Oceanic Administration, Xiamen 361005, China)

Received: Oct. ,10, 2008

Key words: Fujian seacoast; phytoplankton; community structure; red-tide species; horizontal distribution

Abstract: Based on a special campaign of oceanic research “908”, the community structure of phytoplankton of Fujian seacoast was investigated during December, 2006 to January, 2007 in order to compare phytoplankton distribution in different oceanic function zones. The result showed that 112 species belonging to 55 genus of phytoplankton in the study waters were identified, including variety, form and cyst. Among species compositions, diatoms contributed to 97 species of 48 genus, pyrrophyta contained 10 species of 5 genus, and others were lower. Diatom was dominant in phytoplankton community in terms of species and density. Pyrrophyta were mostly identified in middle seacoast and Dongshan island in the south of seacoast zones. Cyanophyta were rarely observed while Chrysophyta relatively increased compared with historical data. The average density of phytoplankton was $422.31 \times 10^2 \text{ ind/dm}^3$ with a higher distribution situation in the south and middle, lower in the east of seacoast zones. The horizontal distribution of chlorophyll a was generally the same, as the with phytoplankton density distribution, but was different in seacoast zones and far-off ocean in the east, middle and in dominant species' horizontal distribution. Red-tide species were in a large number. Some seacoast zones in south and middle areas were dominant by some red tide species. Compared with historical data, dominant species of diatoms varied obviously. Pyrrophyta increased was to grow in species number and density. The quantity of phytoplankton increased with little change in horizontal distribution.

(本文编辑: 张培新)

(上接第 3 页)

Biochemical composition and calorific value of *Sillago sihama* and *Prionobutis koilomatodon*

YAN Xi-zhu, QIAO Kun

(Fisheries College of Jimei University, Xiamen 361021, China)

Received: Sep. ,26, 2008

Key words: *Sillago sihama*; *Prionobutis koilomatodon*; biochemical composition; calorific value

Abstract: The whole biochemical composition and calorific value of *Sillago sihama* and *Prionobutis koilomatodon* caught in Xiamen sea area were measured. The results show that: except crude lipid content of *P. koilomatodon* ($P < 0.05$), the contents of crude protein, crude lipid, crude ash and calorific value of *Sillago sihama* and *P. koilomatodon* have significantly negative relationships with water ($P < 0.01$); except crude lipid content of *P. koilomatodon* ($P < 0.05$), the contents of water, crude protein, crude lipid and crude ash of *S. sihama* and *P. koilomatodon* have significantly relationships with calorific value ($P < 0.01$). Therefore, under the condition of no strict demand for the error, water content can be used to estimate the biochemical composition and calorific value of the two species, research fish bioenergetics, and make energy flow analysis of ecosystem.

(本文编辑: 谭雪静)