

青岛近海浒苔暴发期大型底栖动物群落的生态研究

王洪法, 李新正, 王金宝, 李宝泉

(中国科学院 海洋研究所, 山东 青岛 266071)

摘要: 利用 2008 年 7 月 3 日至 25 日在青岛附近海域浒苔 [*Enteromorpha prolifera* (Muell.) J. Ag] 暴发期间进行的大型底栖动物定量分析资料, 研究了该海域大型底栖动物群落在物种组成、生物量和丰度以及物种多样性方面的动态变化, 以了解浒苔暴发对大型底栖动物的生态学影响。结果表明, 本项目调查共采集到大型底栖动物 152 种, 其中优势类群是环节动物多毛类 78 种, 占 51.32%。在调查期间, 底栖动物的物种数量、平均栖息密度和生物量及物种多样性指数均发生较大的变化, 其中环节动物多毛类的变化尤其明显。ABC 曲线分析也表明, 胶州湾口附近取样站的底栖动物群落在当时已受到中等程度干扰, 其他某些站位在某次调查中也显示出一种大型底栖动物群落倾向于受到中等程度干扰的状况。

关键词: 青岛近海; 浒苔 [*Enteromorpha prolifera* (Muell.) J. Ag] 暴发; 大型底栖动物

中图分类号: Q94; S932 文献标识码: A 文章编号: 1000-3096(2011)05-0010-09

2008 年 6 月中下旬, 青岛近海海域发生了浒苔 [*Enteromorpha prolifera* (Muell.) J. Ag] 灾害, 对青岛近海海洋环境造成了很大影响。为了消除和降低这一灾害对环境和海洋生态造成的影响, 同时保障青岛奥帆赛的顺利举行, 国家相关部门和青岛市投入大批人力和物力进行浒苔清理和研究工作。作者根据 2008 年 7 月浒苔暴发期间在青岛胶州湾口附近海域设定的调查观测站所获得的大型底栖动物定量样品, 对大型底栖动物的种类组成、数量分布和物种多样性的动态变化特征进行了研究, 以进一步明确和掌握浒苔暴发对该海域底栖生物及其环境的影响, 为该海域消除和降低生态环境影响研究提供基础数据。

1 材料和方法

1.1 采样站位分布

调查时间分别为 2008 年 7 月 12 日(I 航次)、14 日(II 航次)、17 日(III 航次)、22 日(IV 航次)、25 日(V 航次)共 5 个航次; 每航次设 5 个调查站, 分别是 HT1(E120°17.552', N36°03.062')、HT2(E120°19.865', N36°02.677')、HT5(E120°22.807', N36°00.500')、HT6(E120°26.316', N36°00.371')、HT7(E120°25.500', N36°59.000')。详见图 1。

1.2 样品采集、处理

每站用取样面积为 0.1 m² 的抓斗式采泥器重复

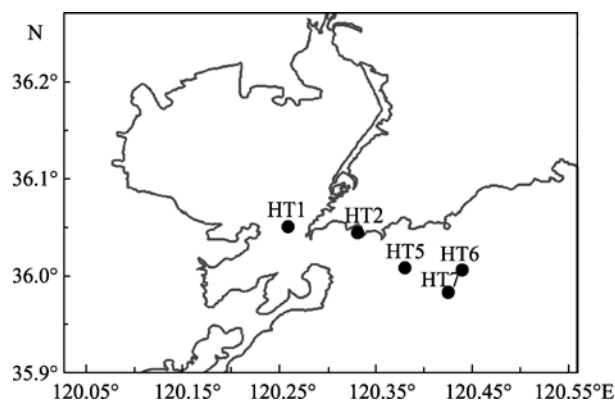


图 1 浒苔调查站位示意图

Fig. 1 The sampling stations around Qingdao

成功取样 2 次, 所采泥样用底层筛为 0.5 mm 网目套筛冲洗, 所获标本用 75%酒精固定保存带回实验室进行种类鉴定、个体计数、称质量(1/1000g 的电子称)、计算。

1.3 数据分析处理

1.3.1 生物多样性指数

物种多样性指数采用 Shannon-Wiener(1949)指

收稿日期: 2010-12-28; 修回日期: 2011-01-15

作者简介: 王洪法(1955-), 男, 山东费县人, 高级工程师, 主要研究方向为底栖生态, E-mail: hfwang@qdio.ac.cn, 电话: 0532-82898775; 李新正, 通信作者, 研究员, E-mail: lixzh@qdio.ac.cn

数(H'), 计算公式为: $H' = - \sum_{i=1}^s P_i \text{Log}_2 P_i$

物种丰富度指数(D)采用 Margalef(1968)的计算公式: $D = (s - 1) / \log_2 N$

物种均匀度指数(J') 采用 Pielou(1975)的计算公式: $J' = H' / \log_2 s$

式中 N 为采泥样品中所有种类的总个体数目, s 为采泥样品中的种类总数, P_i 为第 i 种的个体数与样品中总个数的比值(N_i/N)。

1.3.2 丰度/生物量比较曲线, 即 ABC 曲线 (Abundance/Biomass Curves)

ABC 曲线能够对任何物理性、生物性以及污染扰动引起的大型底栖动物群落变化做出灵敏的反应^[1]。根据 ABC 曲线中生物量和丰度的 K-优势度曲线的波动, 可以分析检测某一水域大型底栖动物群落受到污染和扰动情况。作者选取 3 个有代表性的站点 HT1、HT2、HT6 分析该海域的大型底栖动物是否受到环境污染和人为扰动。HT1 位于胶州湾湾口内; HT2 站位于青岛栈桥第六海水浴场前侧, 此处滩涂较短, 浒苔受水流的作用, 有明显的沉底现象; HT6 位于青岛奥帆基地西侧。

2 结果

2.1 生物群落物种组成及数量变化

2.1.1 物种组成及变化

本项目调查共采集到大型底栖动物 152 种(表 1), 其中优势类群是环节动物多毛类, 78 种, 占 51.32%; 其次为甲壳动物 45 种, 占 29.61%; 软体动物 17 种, 占 11.18%; 棘皮动物 4 种, 占 2.63%; 其他类群 9 种, 占 5.92%。

2.1.2 物种数量变化

在浒苔暴发期间进行的 5 个航次调查中发现, 胶州湾及附近海域底栖动物的物种数量发生一定的变化, 从暴发初期的 12 日至末期的 25 日, 有数量的波动情况, 但整体呈下降趋势(图 2)。不同类群物种数量的变化不同, 其中环节动物多毛类物种数量在 22 日之前上升, 之后则明显下降; 甲壳动物则相反, 但波动幅度小于多毛类; 软体动物、棘皮动物和其他小类群动物物种数量基本保持平稳。

2.2 栖息密度及其变化

图 3 为浒苔暴发期间 5 个航次底栖动物栖息密度的变化情况。可以看出, 栖息密度变化的整体趋势

为 17 日之前呈稳步上升, 之后则下降。各主要类群动物仍以环节动物多毛类波动最明显, 17 日之前上升明显, 17 日至 22 日上升缓慢, 之后急剧下降。其他类群中仅软体动物有较为明显的密度变化, 与所有底栖动物的整体变化趋势基本一致。

2.3 生物量及其变化

底栖动物平均生物量的变化与物种数量和平均栖息密度有较大差异(图 4), 整体趋势为 7 月 14 日之前生物量明显上升, 之后则一直呈下降状态, 14 日至 17 日期间下降尤其明显。各不同类群动物的平均生物量均波动明显, 没有明显的一致规律性, 其中 7 月 12 日至 7 月 14 日甲壳动物生物量急剧下降, 之后保持轻微波动。

2.4 物种多样性指数

利用 PRIMER 中的 DIVERSE 功能对各站位不同航次大型底栖动物群落进行物种多样性分析, 结果见表 2。可以看出, 相同调查站位在不同调查航次, 底栖动物的物种多样性指数有较大的差异。Shannon-Wiener 指数 H' 变化最大的为 HT5 站, 从 1.585 至 4.173。丰富度指数 D 在第一航次的 HT6 站出现最大值 4.138, 最低值为第五航次的 HT5 站, 仅为 0.74。均匀度指数 J' 变化相对较小, 仅 HT1 站出现较大的数量波动。

2.5 丰度/生物量比较曲线分析(ABC 曲线)

根据选定的 3 个代表性站 5 个航次所获得的底栖动物丰度和生物量资料作丰度/生物量曲线(ABC 曲线), 见图 5。

从曲线情况看, HT1 站在第二航次(14 日)和第四航次(22 日)均出现生物量曲线与丰度曲线交叉, 表明该站的底栖动物群落在当时已受到中等程度干扰。HT2 站在所有五个航次中, 生物量曲线始终位于丰度曲线之上, 表明大型底栖动物群落尚未受到干扰, 但第一(12 日)、第四(22 日)和第五航次(25 日)生物量曲线起点不高(即优势不是很明显), 且与丰度曲线相距较近, 显示出一种大型底栖动物受到中等程度干扰的状况。

HT6 站与 HT2 站的底栖动物群落 ABC 曲线相似, 表明大型底栖动物群落尚未受到干扰, 但在最后一个航次(25 日)也呈现出一种大型底栖动物受到中等程度干扰的状况。

表 1 底栖动物种类组成

Tab. 1 Composition of macrobenthic species at the sampling stations

| 类别 | 种中文名 | 种拉丁名 |
|----------|--------|---|
| 腔肠动物门 | 沙簪 | <i>Virgularia</i> sp. |
| 扁虫动物门 | 扁虫 | |
| 环节动物门多毛纲 | 中华内卷齿蚕 | <i>Aglaophamus sinensis</i> Fauvel |
| 环节动物门多毛纲 | 双栉虫 | <i>Ampharete acutifrons</i> (Grube) |
| 环节动物门多毛纲 | 扇栉虫 | <i>Amphicteis gunneri</i> (Sars) |
| 环节动物门多毛纲 | 中华半突虫 | <i>Anaitides chinensis</i> (Uschakov et Wu) |
| 环节动物门多毛纲 | 锥稚虫 | <i>Aonides oxycephala</i> (Sars) |
| 环节动物门多毛纲 | 巴西沙蠋 | <i>Arenicola brasiliensis</i> (Nonato) |
| 环节动物门多毛纲 | 管纓虫 | <i>Chone</i> sp. |
| 环节动物门多毛纲 | 细丝鳃虫 | <i>Cirratulus filiformis</i> Keferstein |
| 环节动物门多毛纲 | 毛须鳃虫 | <i>Cirriformia filigera</i> (Delle chiaje) |
| 环节动物门多毛纲 | 叉毛卷须虫 | <i>Cirrophorus furcatus</i> (Hatman) |
| 环节动物门多毛纲 | 足刺拟单指虫 | <i>Cossurella aciculata</i> (Wu et Chen) |
| 环节动物门多毛纲 | 拟单指虫 | <i>Cossurella dimorpha</i> Hartman |
| 环节动物门多毛纲 | 智利巢沙蚕 | <i>Diopatra chiliensis</i> Quatrefages |
| 环节动物门多毛纲 | 丝线沙蚕 | <i>Drilonereis filum</i> (Claparede) |
| 环节动物门多毛纲 | 长双须虫 | <i>Eteone longa</i> (Fabricius) |
| 环节动物门多毛纲 | 围巧言虫 | <i>Eumida sanguinea</i> (öersted) |
| 环节动物门多毛纲 | 矾沙蚕 | <i>Eunice</i> sp. |
| 环节动物门多毛纲 | 渤海格鳞虫 | <i>Gattyana pohainsis</i> Uschakov et Wu |
| 环节动物门多毛纲 | 长吻沙蚕 | <i>Glycera chirori</i> Izuka |
| 环节动物门多毛纲 | 锥唇吻沙蚕 | <i>Glycera onomichiensis</i> Izuka |
| 环节动物门多毛纲 | 寡节甘吻沙蚕 | <i>Glycinde gurjanovae</i> Uschakov et Wu |
| 环节动物门多毛纲 | 日本角吻沙蚕 | <i>Goniada japonica</i> Izuka |
| 环节动物门多毛纲 | 斑角吻沙蚕 | <i>Goniada maculata</i> öersted |
| 环节动物门多毛纲 | 南非英虫 | <i>Gyptis capensis</i> (Day) |
| 环节动物门多毛纲 | 长锥虫 | <i>Haploscoloplos elongatus</i> (Johuson) |
| 环节动物门多毛纲 | 复瓦哈鳞虫 | <i>Harmothoë imbricata</i> (Linnaeus) |
| 环节动物门多毛纲 | 网纹哈鳞虫 | <i>Harmothoë dictyophora</i> (Grabe) |
| 环节动物门多毛纲 | 丝异蚓虫 | <i>Heteromastus filiformis</i> (Claparede) |
| 环节动物门多毛纲 | 中华异稚虫 | <i>Heterospio sinica</i> Wu et Chen |
| 环节动物门多毛纲 | 沃氏节须虫 | <i>Isocirrus</i> cf. <i>watsoni</i> (Gravier) |
| 环节动物门多毛纲 | 后指虫 | <i>Laonice cirrata</i> (Sars) |
| 环节动物门多毛纲 | 扁蛭虫 | <i>Loimia medusa</i> (Savigny) |
| 环节动物门多毛纲 | 双唇索沙蚕 | <i>Lumbrineris cruzensis</i> Hartman |
| 环节动物门多毛纲 | 异足索沙蚕 | <i>Lumbrineris heteropoda</i> Marenzeller |
| 环节动物门多毛纲 | 圆头索沙蚕 | <i>Lumbrineris inflata</i> (Moore) |
| 环节动物门多毛纲 | 索沙蚕 | <i>Lumbrineris latreilli</i> Aud. et M.-Edw. |
| 环节动物门多毛纲 | 长叶索沙蚕 | <i>Lumbrineris longiforlia</i> Imajima et Hartman |
| 环节动物门多毛纲 | 索沙蚕 | <i>Lumbrineris</i> sp. |
| 环节动物门多毛纲 | 锥毛似帚虫 | <i>Lygdamis giardi</i> (McIntosh) |
| 环节动物门多毛纲 | 尖叶长手虫 | <i>Magelona cincta</i> Ehlers |
| 环节动物门多毛纲 | 萨氏竹节虫 | <i>Maldane sarsi</i> Malmgren |
| 环节动物门多毛纲 | 竹节虫 | <i>Maldane</i> sp. |

| 类别 | 种中文名 | 种拉丁名 |
|----------|--------|---|
| 环节动物门多毛纲 | 岩虫 | <i>Marphysa sanguinea</i> (Montagu) |
| 环节动物门多毛纲 | 中蚓虫 | <i>Mediomastus californiensis</i> Hartman |
| 环节动物门多毛纲 | 球须小齿吻蚕 | <i>Microneptyys sphaerocirrata</i> Wesenberg - Lung |
| 环节动物门多毛纲 | 寡鳃齿吻沙蚕 | <i>Nephtys oligobranchia</i> Southern |
| 环节动物门多毛纲 | 长须沙蚕 | <i>Nereis longior</i> Chlebovitsch et Wu |
| 环节动物门多毛纲 | 背毛背蚓虫 | <i>Notomastus aberans</i> Day |
| 环节动物门多毛纲 | 背蚓虫 | <i>Notomastus latericeus</i> Sars |
| 环节动物门多毛纲 | 角海蛹 | <i>Ophelina acuminata</i> ørsted |
| 环节动物门多毛纲 | 拟特须虫 | <i>Paralacydonia paradoxa</i> Fauvel |
| 环节动物门多毛纲 | 沙蚕 | <i>Paraleonnates</i> sp. |
| 环节动物门多毛纲 | 羽鳃奇稚齿虫 | <i>Paraprionospio pinnata</i> Ehlers |
| 环节动物门多毛纲 | 独齿围沙蚕 | <i>Perinereis culrifera</i> Grube |
| 环节动物门多毛纲 | 孟加拉海扇虫 | <i>Pherusa bengalensis</i> Fauvel |
| 环节动物门多毛纲 | 丛生树蛭虫 | <i>Pista fasciata</i> (Cirube) |
| 环节动物门多毛纲 | 蛇形杂毛虫 | <i>Poecilochaetus serpens</i> Allen |
| 环节动物门多毛纲 | 拟节虫 | <i>Praxillella praetermissa</i> (Malmgren) |
| 环节动物门多毛纲 | 日本稚齿虫 | <i>Prionospio japonicus</i> Okuda |
| 环节动物门多毛纲 | 平衡囊尖锥虫 | <i>Scoloplos acmeceps</i> Chamberlin |
| 环节动物门多毛纲 | 尖锥虫 | <i>Scoloplos armiger</i> (Müller) |
| 环节动物门多毛纲 | 红刺尖锥虫 | <i>Scoloplos rubra</i> (Webster) |
| 环节动物门多毛纲 | 花冈钩毛虫 | <i>Sigambra hanaokai</i> Kintamoni |
| 环节动物门多毛纲 | 稚虫 | <i>Spiophanes</i> sp. |
| 环节动物门多毛纲 | 不倒翁虫 | <i>Sternaspis scutata</i> (Ranzani) |
| 环节动物门多毛纲 | 梯毛虫 | <i>Tauberia gracilis</i> (Tauber) |
| 环节动物门多毛纲 | 多丝独毛虫 | <i>Tharyx multifilis</i> Moore |
| 环节动物门多毛纲 | 日本臭海蛹 | <i>Travisia japonica</i> Fujiwara |
| 纽虫动物门 | 纽虫 | |
| 软体动物门 | 甲虫螺 | <i>Cantharus cecillei</i> (Philippi) |
| 软体动物门 | 津知圆蛤 | <i>Cycladicama tsuchi</i> Yamamoto et Habe |
| 软体动物门 | 日本镜蛤 | <i>Dosinia (Phacosoma) japonica</i> (Reeve) |
| 软体动物门 | 圆筒原核螺 | <i>Eocylichna cylindrella</i> (A. Adams) |
| 软体动物门 | 东方缝栖蛤 | <i>Hiatella orientalis</i> (Yokoyama) |
| 软体动物门 | 彩虹明樱蛤 | <i>Moerella iridescens</i> (Benson) |
| 软体动物门 | 江户明樱蛤 | <i>Moerella jedoensis</i> (Lischke) |
| 软体动物门 | 贻贝 | <i>Mytilus edulis</i> Linnaeus |
| 软体动物门 | 红带织纹螺 | <i>Nassarius succinctus</i> (A. Adams) |
| 软体动物门 | 小亮樱蛤 | <i>Nitidotellina minuta</i> (Lischke) |
| 软体动物门 | 豆形胡桃蛤 | <i>Nucula faba</i> Xu |
| 软体动物门 | 壳蛞蝓 | <i>Philine</i> sp. |
| 软体动物门 | 秀丽波纹蛤 | <i>Raetellops pulchella</i> (Adams et Reeve) |
| 软体动物门 | 短竹蛭 | <i>Solen dunkerianus</i> Clessin |
| 软体动物门 | 理蛤 | <i>Theora lata</i> Hinds |
| 软体动物门 | 薄云母蛤 | <i>Yoldia similis</i> Kuroda et Habe |
| 甲壳动物亚门 | 鼓虾 | <i>Alpheus</i> sp. |
| 甲壳动物亚门 | 鲜明鼓虾 | <i>Alpheus heterocarpus</i> Yu |
| 甲壳动物亚门 | 刺螯鼓虾 | <i>Alpheus hoplocheles</i> Coutiere |
| 甲壳动物亚门 | 博士双眼钩虾 | <i>Ampelisca bocki</i> Dahl |

| 类别 | 种中文名 | 种拉丁名 |
|---------|---------|--|
| 甲壳动物亚门 | 短角双眼钩虾 | <i>Ampelisca brevicornis</i> (Costa) |
| 甲壳动物亚门 | 轮双眼钩虾 | <i>Ampelisca cyclops</i> Walker |
| 甲壳动物亚门 | 美原双眼钩虾 | <i>Ampelisca miharaensis</i> Nagata |
| 甲壳动物亚门 | 强壮藻钩虾 | <i>Amphithoe valita</i> Smith |
| 甲壳动物亚门 | 长尾虫 | <i>Aspeudes</i> sp. |
| 甲壳动物亚门 | 角鼓虾 | <i>Athanas</i> sp. |
| 甲壳动物亚门 | 日本沙钩虾 | <i>Byblis japonicus</i> Dahl |
| 甲壳动物亚门 | 日本美人虾 | <i>Callianassa japonica</i> Ortmann |
| 甲壳动物亚门 | 美人虾 | <i>Callianassa</i> sp. |
| 甲壳动物亚门 | 大螺赢蜚 | <i>Corophium major</i> Ren |
| 甲壳动物亚门 | 中华螺赢蜚 | <i>Corophium sinensis</i> Zhang |
| 甲壳动物亚门 | 螺赢蜚 | <i>Corophium</i> sp. |
| 甲壳动物亚门 | 塞切尔泥钩虾 | <i>Eriopisella sechellensis</i> (Chevreux) |
| 甲壳动物亚门 | 隆线强蟹 | <i>Eucrate crenata</i> de Haan |
| 甲壳动物亚门 | 刘氏拟钩虾 | <i>Gammaropsis liuruiyui</i> Ren |
| 甲壳动物亚门 | 拟钩虾 | <i>Gammaropsis</i> sp. |
| 甲壳动物亚门 | 滩拟猛钩虾 | <i>Harpiniopsis vadicalus</i> Hirayama |
| 甲壳动物亚门 | 疣背宽额虾 | <i>Latreutes planirostris</i> (de Haan) |
| 甲壳动物亚门 | 细螯虾 | <i>Leptochela gracilis</i> Stimpson |
| 甲壳动物亚门 | 锯齿利尔钩虾 | <i>Liljeborgia serata</i> Nagata |
| 甲壳动物亚门 | 弯指铲钩虾 | <i>Listriella curvidactyla</i> (Nagata) |
| 甲壳动物亚门 | 权位蟹 | <i>Medaeops</i> sp. |
| 甲壳动物亚门 | 马尔他钩虾 | <i>Melita</i> sp. |
| 甲壳动物亚门 | 斜方五角蟹 | <i>Nursia rhomboidalis</i> (Miers) |
| 甲壳动物亚门 | 东方长眼虾 | <i>Ogyrides orientalis</i> (Stimpson) |
| 甲壳动物亚门 | 口虾蛄 | <i>Oratosquilla oratoria</i> de Haan |
| 甲壳动物亚门 | 寄居蟹 | <i>Pagurus</i> sp. |
| 甲壳动物亚门 | 日本拟背水虱 | <i>Paranthura japonica</i> Richardson |
| 甲壳动物亚门 | 贪精武蟹 | <i>Parapanope euagora</i> de Man |
| 甲壳动物亚门 | 岩瓷蟹 | <i>Petrotisthes</i> sp. |
| 甲壳动物亚门 | 团岛毛刺蟹 | <i>Pilumnus tuantaoensis</i> Shen |
| 甲壳动物亚门 | 绒毛细足蟹 | <i>Raphidopus ciliatus</i> Stimpson |
| 甲壳动物亚门 | 仿盲蟹 | <i>Typhlocarcinops</i> sp. |
| 甲壳动物亚门 | 裸盲蟹 | <i>Typhlocarcinus</i> sp. |
| 甲壳动物亚门 | 伍氏螯蛄虾 | <i>Upogebia wuhsienweni</i> Yu |
| 甲壳动物亚门 | 豆形短眼蟹 | <i>Xenophthalmus pinnotheroides</i> White |
| 甲壳动物亚门 | 钩虾 1 | |
| 甲壳动物亚门 | 钩虾 2 | |
| 甲壳动物亚门 | 茗荷儿 | |
| 棘皮动物门 | 日本倍棘蛇尾 | <i>Amphioplus japonicus</i> (Matsumoto) |
| 棘皮动物门 | 中华倍棘蛇尾 | <i>Amphioplus sinicus</i> Liao |
| 棘皮动物门 | 棘刺锚参 | <i>Protankyra bidentata</i> (Woodward et Barrett) |
| 棘皮动物门 | 哈氏刻肋海胆 | <i>Temnopleurus hardwickii</i> (Gray) |
| 半索动物门 | 青岛粗吻虫 | <i>Glandiceps qingdaoensis</i> An & Li |
| 头索动物亚门 | 青岛文昌鱼 | <i>Branchiostoma belcheri tsingtauense</i> Tchang et Koo |
| 脊索动物门鱼纲 | 中华栉孔虾虎鱼 | <i>Ctenoprypauchen chinensis</i> Steindachener |
| 脊索动物门鱼纲 | 小头栉孔虾虎鱼 | <i>Ctenopryponchen microcephalus</i> (Bleeker) |
| 脊索动物门鱼纲 | 红狼牙虾虎鱼 | <i>Odontamblyopus rubicundus</i> (Hamilton) |

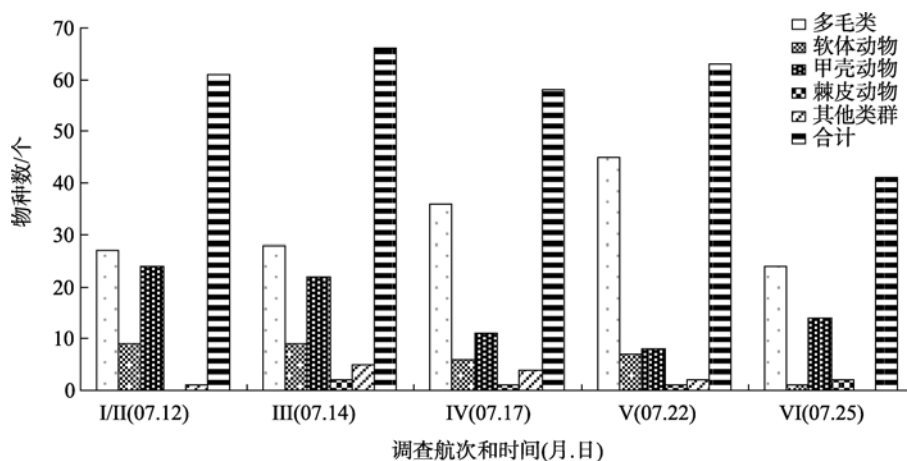


图 2 不同调查航次各类群动物物种数量的动态变化

Fig. 2 The macrobenthic species numbers of different animal groups by different cruises

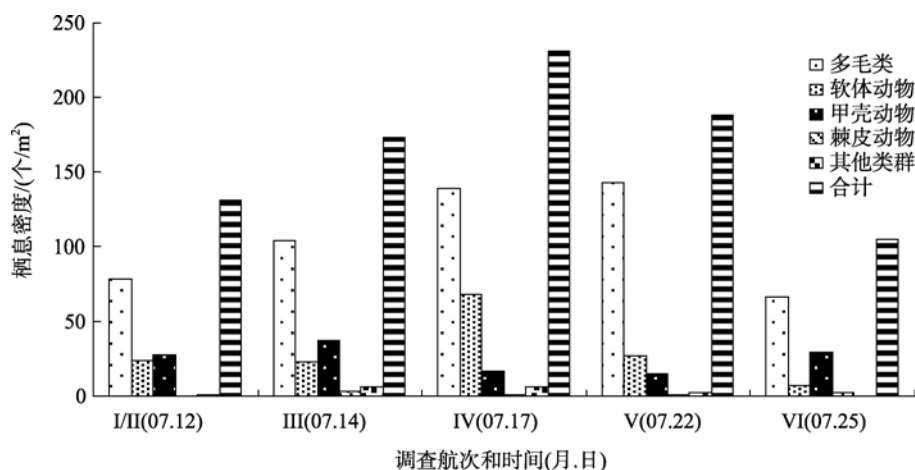


图 3 不同调查航次各类群动物平均栖息密度的动态变化

Fig. 3 The mean abundances of different macrobenthic groups by different cruises

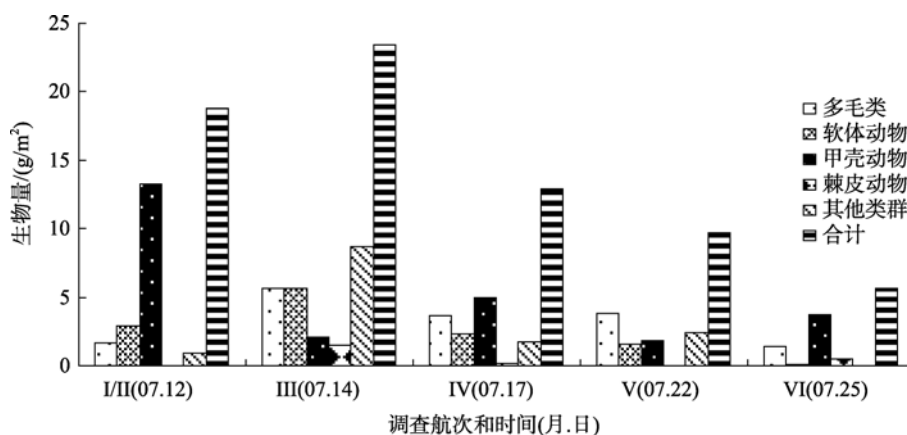


图 4 不同调查航次各类群动物平均生物量的动态变化

Fig. 4 The mean biomasses of different macrobenthic groups by different cruises

表 2 不同站位各航次大型底栖动物群落物种多样性

Tab. 2 Shannon-Wiener indexes (H'), species richness indexes (D) and Pielou's evenness indexes (J') of macrobenthos at different stations and by different cruises

| 站位 | 航次 | Shannon-Wiener 指数 H' | 丰富度指数 D | 均匀度指数 J' |
|-----|-----|------------------------|-----------|------------|
| HT1 | I | 3.091 | 2.158 | 0.8353 |
| | II | 3.039 | 2.195 | 0.8477 |
| | III | 2.922 | 2.060 | 0.7673 |
| | IV | 2.838 | 2.338 | 0.7455 |
| | V | 3.777 | 3.114 | 0.9058 |
| HT2 | I | 3.111 | 2.196 | 0.8992 |
| | II | 3.635 | 3.107 | 0.9088 |
| | III | 3.590 | 3.020 | 0.8784 |
| | IV | 4.080 | 3.945 | 0.915 |
| | V | 2.646 | 1.534 | 0.9427 |
| HT5 | I | 3.810 | 3.058 | 0.9525 |
| | II | 3.278 | 2.246 | 0.9867 |
| | III | 3.722 | 3.382 | 0.8761 |
| | IV | 4.173 | 3.851 | 0.9502 |
| | V | 1.585 | 0.739 | 1.0000 |
| HT6 | I | 4.313 | 4.138 | 0.9671 |
| | II | 4.467 | 4.614 | 0.9395 |
| | III | 3.910 | 3.440 | 0.9377 |
| | IV | 3.619 | 2.692 | 0.9507 |
| | V | 3.308 | 2.668 | 0.8468 |
| HT7 | I | 2.322 | 1.243 | 1.0000 |
| | II | 2.715 | 1.328 | 0.9049 |
| | III | 2.750 | 1.627 | 0.9796 |
| | IV | 3.948 | 3.393 | 0.9469 |
| | V | 2.807 | 1.688 | 1.0000 |

3 讨论

3.1 群落结构和数量特征的变化

胶州湾大型底栖动物群落的生态学研究始于 20 世纪 50 年代, 其后进行过多次系统的连续观测和生态综合调查工作, 有丰富的研究资料积累^[2-8]。由于本次浒苔暴发为突发事件, 从 7 月 12 日至 25 日进行五次连续综合生态观测, 这种高密度的底栖动物调查频次是首次进行。研究资料表明, 胶州湾底栖动物群落结构均有明显季节变化, 但在半个月内地栖动物群落在物种组成数量、生物量和栖息密度和多样性指数方面均发生明显的变化, 说明群落受到较大的扰动。

3.2 浒苔暴发对底栖动物群落的生态影响

蔡立哲等^[9]根据底栖动物的物种多样性指数评价污染程度, 建议将多样性指数污染评价范围分为 5 级, 即无底栖动物为严重污染; H' 值小于 1, 重度污染; H' 值在 1~2 之间, 中度污染; H' 值在 2~3 之间, 轻度污染; H' 值大于 3, 清洁。

本次调查结果表明, 相同调查站在不同调查航次, 底栖动物的物种多样性指数有较大的变化。除 HT6 站外, 其余 4 站均有 H' 值发生波动, 降低至小于 3 的情况发生。同时说明丰度/生物量曲线(ABC 曲线)分析也表明特定调查站的底栖动物群落在一定时间范围内已受到中等程度干扰或倾向于受到中等程度干扰的状况。这些表明浒苔的暴发对青岛近海的底栖动物在特定时

间和地点造成一定程度的干扰,对底栖动物群落的稳定性、生物量、栖息密度产生负面影响。

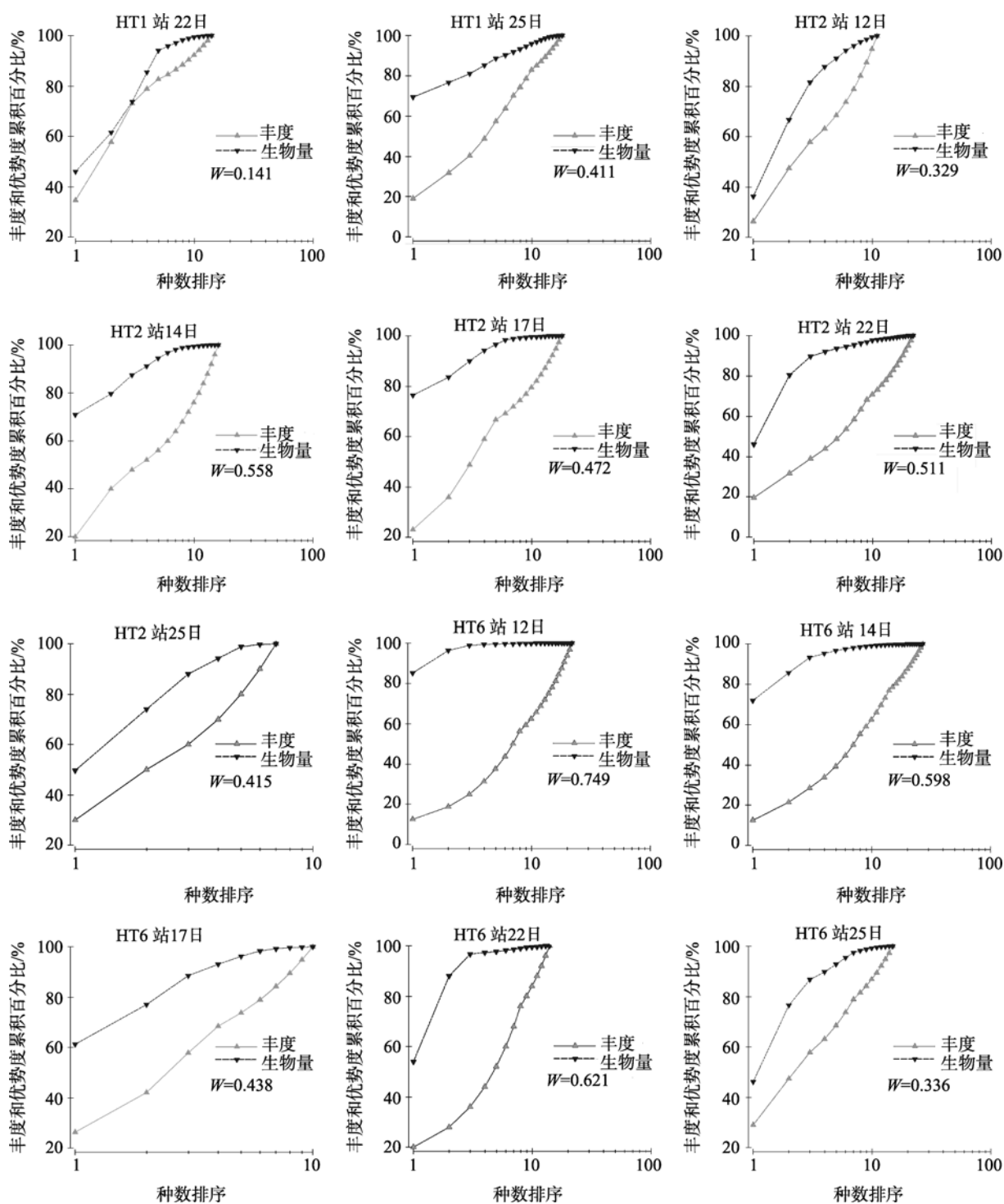


图 5 3 个取样站(HT1、HT2、HT6 号站)不同航次大型底栖动物 ABC 曲线

Fig. 5 ABC plots of macrobenthos at Stations HT1, HT2, HT6 by different cruises

致谢: 本研究受到孙松研究员的大力支持, 本课题组张宝琳、韩庆喜、董超、马林、董栋、蔡文倩、王晓晨等参加了海上调查和样品处理工作, 中国科

学院胶州湾生态站和其他参加浒苔调查的课题组对海上调查给予了协助, 中国科学院海洋生物标本馆对实验室样品处理给予大力帮助, 在此一并表示衷心感谢。

参考文献:

- [1] 田胜艳, 于子山, 刘晓收, 等. 丰度/生物量比较曲线法监测大型底栖动物群落受污染扰动的研究[J]. 海洋通报, 2006, 25(1): 92-96.
- [2] 毕洪生, 冯卫. 胶州湾底栖生物多样性初探[J]. 海洋科学, 1996, 6: 58-62.
- [3] 毕洪生, 孙松, 孙道元. 胶州湾大型底栖生物群落的变化[J]. 海洋与湖沼, 2001, 32(2): 132-138.
- [4] 李宝泉, 李新正, 于海燕, 等. 胶州湾底栖软体动物与环境因子的关系[J]. 海洋与湖沼, 2005, 36(3): 193-198.
- [5] 李新正, 于海燕, 王永强等. 胶州湾大型底栖动物的物种多样性现状[J]. 生物多样性, 2001, 9 (1): 80-84.
- [6] 李新正, 于海燕, 王永强, 等. 胶州湾大型底栖动物数量动态的研究[C]. 海洋科学集刊, 2002, 44: 66-73.
- [7] 刘瑞玉, 徐凤山, 崔玉珩. 胶州湾生态学和生物资源[M]. 北京: 科学出版社, 1992: 220-229.
- [8] 孙滨, 刘瑞玉, 崔玉珩. 软体动物数量的季节变化. 见: 胶州湾生态学和生物资源[J]. 科学出版社, 1992, 238-256.
- [9] 蔡立哲, 马丽, 高阳, 等. 海洋底栖动物多样性指数污染程度评价标准的分析[J]. 厦门大学学报(自然科学版), 2002, 41(5): 641-646.

The ecological research of the macrobenthic community from sea areas around Qingdao during the upsurge of green seaweed *Enteromorpha prolifera* in summer of 2008

WANG Hong-fa, LI Xin-zheng, WANG Jin-bao, LI Bao-quan
(Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China)

Received: Dec., 28, 2010

Key words: Qingdao; algae mass; *Enteromorpha prolifera*; benthos; community

Abstract: Based on the material collected by five cruises from five sampling stations in the sea areas around Qingdao in July, 2008, we studied the ecological characteristics of the macrobenthic community during the upsurge of green seaweed *Enteromorpha prolifera*. The results showed that 152 macrobenthic species in total were found during the research, in which Polychaeta was the most abundant group with 78 species, amounting to 51.32% of all the species. The ABC analysis showed that the macrobenthic community at the inner side of the mouth of Jiaozhou Bay had been affected by the upsurge, and the macrobenthic communities out of the bay were also disturbed by the upsurge.

(本文编辑: 梁德海)