

文章编号: 1004-7271(2006)01-0059-06

2003年夏季浙江沿岸大型底栖生物 生态分布特征

余方平, 王伟定, 金海卫, 徐汉祥, 潘国良, 钟志

(浙江省海洋水产研究所, 浙江舟山 316100)

摘要 根据2003年夏季在浙江沿岸休闲生态型人工鱼礁拟投海域开展的综合调查所获的大型底栖生物等资料, 共鉴定出大型底栖生物118种, 其中多毛类、甲壳动物和软体动物分别占总种数的41%、29%和20%。浙江沿岸总平均生物量和栖息密度分别为 11.04 g/m^2 和 230 ind/m^2 。通过种类相似性聚类和优势度等分析, 将浙江沿岸大型底栖生物划分为4个群落。同时, 用种内个体对数-正态分布法对各调查站位大型底栖生物群落结构受扰动的程度进行了分析, 结果有60%的站位底栖生物群落已受到中度的扰动。

关键词 浙江沿岸; 大型底栖生物; 生态学

中图分类号 S 932.2 文献标识码: A

Ecological characteristics of macrobenthos along the coast of Zhejiang during the summer of 2003

YU Fang-ping, WANG Wei-ding, JIN Hai-wei, XU Han-xiang, PAN Guo-liang, ZHONG Zhi
(Marine Fisheries Research Institute of Zhejiang Province, Zhoushan 316100, China)

Abstract The data from the investigation of macrobenthos along the coast of Zhejiang where the artificial reef would be put in summer of 2003 are analyzed. 118 species have been identified. According to the findings, the number of filose, mollusk and crustacean oocut for 41%, 29% and 20% of the total species, respectively. The average biomass is 11.04 g/m^2 and the average inhabited density is 230 ind/m^2 . Four communities are divided by using the methods of species similar clustering and dominance analysis. At the same time the disturbance of the community structure of macrobenthos in each station has been analysed by using the log-normal distribution of individuals among species, and the result shows that about 60% stations have been disturbed.

Key words coast of Zhejiang; macrobenthos; ecology

底栖生物资源在整个海洋生物资源中占有重要的位置。许多大个体底栖生物可被人类直接食用, 其它不能直接食用的底栖生物, 能把大量的有机碎屑等转化成可以被那些捕捞对象所直接利用的饵料。随着人类对海洋认识的提高, 一些底栖生物以其食用、药用和工业价值而被重新认识。因此底栖生物资源调查, 对渔业生产、水产增殖及新资源的开发利用都有重要意义。在浙江省海域范围, 浙江省海岸带资源综合调查队曾对浙江海岸带底栖生物资源进行过调查^[1], 浙江省海岛海洋生物资源综合调查组曾对浙江省海岛底栖生物资源进行过调查^[2]。近年来, 高爱根等对象山港湾内底栖生物进行了调

收稿日期 2005-03-09

基金项目 浙江省科技厅科研项目(2003C33065)

作者简介 余方平(1971-), 男, 浙江临海人, 工程师, 主要从事海洋生物学和水产养殖学方面的研究。E-mail: yufp@mx.zjou.net.cn

查^[3,4]。本次浙江沿岸大型底栖生物调查,是2003年浙江沿岸休闲生态型人工鱼礁规划调查的内容之一,旨在初步查清浙江沿岸夏季底栖生物的种类组成、分布数量、分布规律及其生态环境现状,为人工鱼礁建设提供参考依据,也为投礁后对浙江沿岸生态环境影响评价提供基础依据。

1 材料与方法

2003年7-9月对浙江沿岸休闲生态型人工鱼礁拟投放海域进行了大型底栖生物等方面的调查,共设13个调查站位,P1-P13(图1)。各站位在大、小潮汛分别采样一次,共采集大型底栖生物样品26个。大型底栖生物采样使用25 cm×20 cm方型采泥器,每次采泥面积为0.05 m²,连续采泥4次,泥样经0.5 mm套筛冲洗,检出样品装入瓶内,用5%甲醛溶液固定,带回实验室称重(湿重)分析鉴定。沉积物低温保存带回实验室分析。采样和室内分析均按《海洋监测规范》^[5]的有关规定标准进行。

优势度(D)参照文献^[6]中相应的有关公式进行计算,本文以 $D > 0.01$ 的种类定为优势种。

种类相似性指数(CC)计算公式^[6]:

$$CC = \frac{2c}{a+b} \times 100\%$$

式中 a 、 b 分别为两个站位底栖生物的总种数, c 为两个站位相同种类的数量。根据各站位间的种类相似性指数,得到一个相似性矩阵,通过这个矩阵编制出表示各站位之间种类相似性的聚类图。

群落结构稳定性采用种内个体对数-正态分布分析^[7],此方法在时间和空间上不依赖对照样品,就能反映出大型底栖生物群落结构的稳定性^[8-10]。将每个种的个体数以几何级数(采用乘2级数)作为 X 轴,以种数累积百分比为 Y 轴作图,即为种内个体对数-正态分布图。对于未受扰动的群落,种内个体对数-正态分布图形表现为斜率较大的直线,且包含的个体几何级数少;群落受中度扰动时,种内个体对数-正态分布图形出现弯折;群落受严重扰动时,种内个体对数-正态分布图形为斜率很小的直线,且包含的个体几何级数较多。

2 结果与分析

2.1 种类组成与分布

根据13个调查站位的26个样品,初步鉴定出大型底栖生物种类118种。其中多毛类48种,占41%;甲壳动物34种,占29%;软体动物24种,占20%;棘皮动物4种;其它类动物8种,分别为鱼类3种、腔肠动物2种、蛭虫类2种和扁形动物1种。前3类底栖生物占总种数的90%,构成了浙江沿岸大型底栖生物的主要类群。

调查表明,底栖生物种类分布最多的是P1站,有41种;其次是P13站,有36种;种类最少的站位为P7站,仅6种;各站平均种类为20种。各站位种类分布主要以沿岸广温、广盐种为主。根据各种类在整个浙江沿岸分布的优势度大小,可以认定浙江沿岸底栖生物优势种为不倒翁虫(*Sternaspis sculata*),优势度0.154;背引虫(*Notomastus latericeus*),优势度0.081;西方拟蛭虫(*Amatea occidentalis*),优势度0.045;双鳃内卷齿蚕(*Aglaophamus dibranchi*),优势度0.039;西格织纹螺(*N. siquinjorensis*),优势度0.035;变化柄锚参(*Oestergrenia variabilis*),优势度0.012;薄云母蛤(*Yoldia similis*),优势度0.012;金毛丝

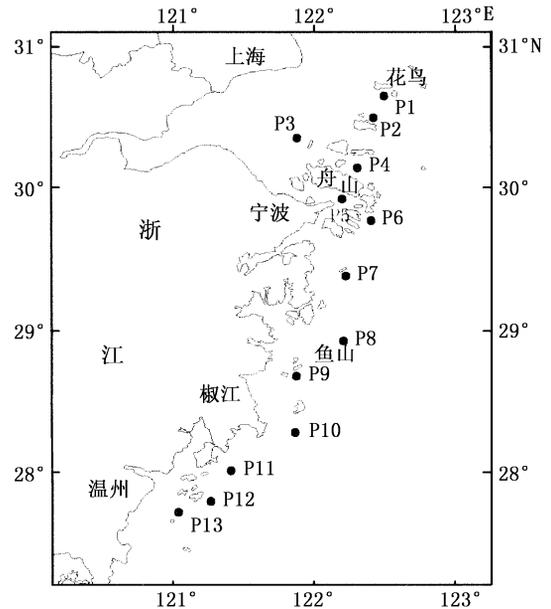


图1 浙江沿岸大型底栖生物调查站位

Fig.1 Sampling stations along coast of Zhejiang

鳃虫 (*Cirratulus chrysotherma*), 优势度 0.012。

2.2 数量组成与分布

2003 年夏季浙江沿岸大型底栖生物总平均生物量为 11.04 g/m², 总平均栖息密度为 230 ind/m²。底栖生物各类群数量组成见表 1。从表 1 看出, 多毛类的平均生物量最高, 其次为棘皮动物, 两者合计占总生物量的 58%, 甲壳动物的平均生物量最低; 多毛类的平均栖息密度居首位, 占总平均栖息密度的 63%, 其次为软体动物, 占 15%, 其它类动物的栖息密度为最低。

表 1 2003 年夏季浙江沿岸底栖生物数量组成

Tab.1 Composition of macrobenthos biomass along coast of Zhejiang in summer 2003

项目	多毛类	软体动物	甲壳动物	棘皮动物	其它类	合计
总平均生物量 (g/m ²)	3.24	2.40	0.47	3.16	1.77	11.04
总平均栖息密度 (ind/m ²)	146	35	22	24	3	230

2003 年夏季浙江沿岸底栖生物数量分布见图 2。生物量分布最高值在 P1 站, 达 57.23 g/m², 构成该站生物量的主要种类是变化柄锚参; 其次是 P8 站, 为 28.28 g/m²; 生物量最低分布于 P4 站, 仅 0.23 g/m²; 高于总平均生物量的站位有 4 个, 为 P1、P2、P8 和 P13 站。底栖生物栖息密度分布趋势与生物量基本相似, 高密度区位于 P1 站, 高达 873 ind/m², 主要分布种为背蚓虫 (320 ind/m²)、变化柄锚参 (188 ind/m²) 和不倒翁虫 (123 ind/m²); 最低的仅 35 ind/m², 在 P4 站。可见, 浙江沿岸底栖生物的生物量和栖息密度分布差异很大。

2.3 群落的划分及生态特征

根据本次各站位底栖生物调查资料, 进行 Bray-Curtis 种类相似性聚类分析 (图 3), 可将 2003 年夏季浙江沿岸大型底栖生物划分为 4 个群落:

I 为背蚓虫 - 变化柄锚参群落。群落 I 的优势种为背蚓虫和变化柄锚参, 优势度为 0.58。其中变化柄锚参在群落 III 中也为优势种, 而在群落 II 和 IV 中则没有分布, 背蚓虫在其它 3 个群落中均有分布, 且数量分布较大, 属广温、广盐种。本群落分布范围仅 P1 站, 位于舟山群岛北部的花鸟岛附近海域。该海域水深 25 m ~ 60 m, 潮流相对较弱, 最大流速一般在 70 cm/s ~ 100 cm/s 之间, 底质以粉砂质粘土为主。

在夏季, 受长江径流等水系影响, 该海域平均盐度为 25.89, 最低盐度为 19.65, 平均水温为 24.9℃。群落 I 的种类组成和栖息密度分布均以多毛类为主, 分别占 61% 和 67%。棘皮动物种类较少, 但在生物量分布上占优势, 为 49%。群落 I 的平均生物量和平均栖息密度在 4 个群落中均居首位。

II 为不倒翁虫 - 西方拟蛭虫群落。群落 II 的优势种为不倒翁虫和西方拟蛭虫, 优势度为 0.62。这两种底栖生物在本次调查中约 90% 以上的站位均有分布, 且数量分布较大, 均属广温、广盐种。本群落分布范围包括 P2、P3、P4、P5 和 P6 站, 位于舟山群岛海域。该海域水深 10 m ~ 35 m, 岛屿密集、水道纵横交错, 是全省流速最大的海域, 最大流速一般在 200 cm/s ~ 300 cm/s 之间。在夏季, 受长江径流等水系

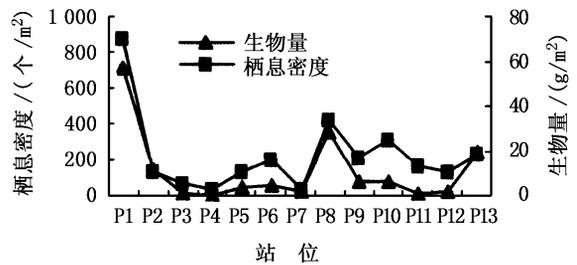


图 2 2003 年夏季浙江沿岸底栖生物数量分布

Fig.2 Distribution of macrobenthos biomass along coast of Zhejiang in summer 2003

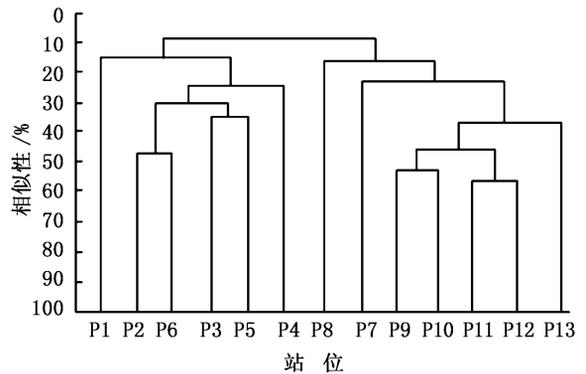


图 3 各站位种类相似性聚类分析

Fig.3 Similar clustering analysis of species in each station

影响,该海域平均盐度为 24.71,最低盐度为 18.58,平均水温为 26.2℃。该海域底质类型复杂,主要以粘土质粉砂为主,个别站位底质以粉砂质和砂砾质为主。群落Ⅱ的种类组成、平均生物量和平均栖息密度分布均以多毛类为主,分别占 59%、63%和 86%。群落Ⅱ的平均生物量和平均栖息密度在 4 个群落中均最低,这与该群落所处海域海流较急和底质类型复杂等因素有关。

Ⅲ为薄云母蛤-变化柄锚参-双鳃内卷齿蚕群落。群落Ⅲ的优势种为薄云母蛤、变化柄锚参和双鳃内卷齿蚕,优势度为 0.48。薄云母蛤是本群落的特征种,其它 3 个群落中没有分布;双鳃内卷齿蚕为近岸暖水种,也是群落Ⅳ的优势种,在群落Ⅱ中有少量分布,在群落Ⅰ中则没有分布。本群落分布范围仅 P8 站,位于鱼山列岛附近海域。该海域水深 15 m~40 m,潮流较弱,最大流速一般在 30 cm/s~90 cm/s 之间,底质以粘土质粉砂为主。在夏季,受台湾暖流等水系影响,该海域平均盐度为 31.74,最低盐度为 27.53,平均水温为 27.9℃。群落Ⅲ的种类组成以多毛类为主,占 49%;平均生物量分布以棘皮动物最高,占 30%;平均栖息密度分布以软体动物最高,占 37%。群落Ⅲ的平均生物量和平均栖息密度在 4 个群落中均居第二。

Ⅳ为西格织纹螺-背蚓虫-不倒翁虫-双鳃内卷齿蚕群落。群落Ⅳ的优势种为西格织纹螺、背蚓虫、不倒翁虫和双鳃内卷齿蚕,优势度为 0.50。其中西格织纹螺为近岸暖水种,在其它 3 个群落中分布量很小,而且越处在北部的群落其数量分布越小。本群落分布范围包括 P7、P9、P10、P11、P12 和 P13 站,位于台州列岛、东矾列岛和洞头附近海域。该海域水深 10 m~30 m,潮流较弱,最大流速一般在 50 cm/s~100 cm/s 之间,底质以粘土质粉砂和粉砂质粘土为主。在夏季,受台湾暖流等水系影响,该海域平均盐度为 32.75,最低盐度为 28.96,平均水温为 26.7℃。群落Ⅳ的种类组成以多毛类和甲壳动物为主,分别占 39%和 38%;平均栖息密度分布以多毛类为主,占 63%;各类群的平均生物量差异不明显。

2.4 生物量与沉积物中有机碳和硫化物的关系

2003 年夏季浙江沿岸各调查站位沉积物中有机碳含量在 0.43%~0.64% 之间,均未超出海洋沉积物质量标准^[11],各站位大型底栖生物生物量与有机碳的关系见图 4。图中显示,各站位有机碳含量与生物量的关系不明显,没有一定的规律可寻。可见,沉积物中有机碳含量并非影响 2003 年夏季浙江沿岸大型底栖生物分布的主要因素。

各站位沉积物中硫化物含量在 1.5×10^{-5} mg/kg~ 4.0×10^{-5} mg/kg 之间,其中 P6 站硫化物含量最高(4.0×10^{-5} mg/kg),但也未超出海洋沉积物质量标准。图 5 为浙江沿岸各调查站位大型底栖生物生物量与沉积物中硫化物含量的关系。图中显示,P5 和 P6 站沉积物中硫化物含量比其它站稍高,而其生物量并非最低或最高;P1 站沉积物中硫化物含量与 P4 站几乎相同,但两站的生物量相差很大,P1 站生物量最高,P4 站生物量则最低。因此很难反映两者的关系。可见,沉积物中硫化物含量也非影响 2003 年夏季浙江沿岸大型底栖生物分布的主要因素。

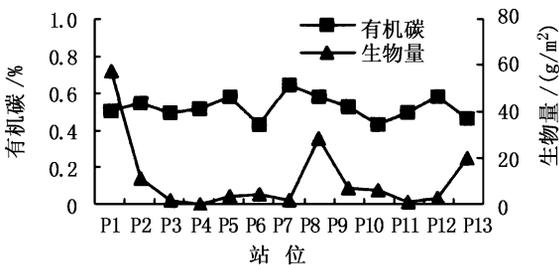


图 4 生物量与有机碳关系

Fig.4 The correlation of biomass and organic carbon

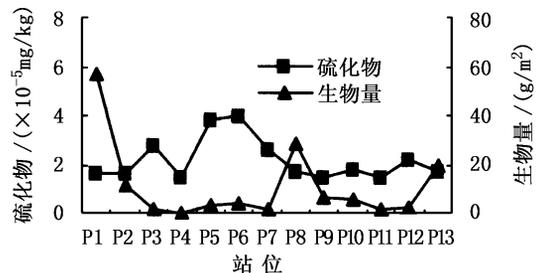


图 5 生物量与硫化物关系

Fig.5 The correlation of biomass and sulfide

2.5 群落结构的稳定性分析

图 6 是根据 2003 年夏季浙江沿岸各调查站位大型底栖生物资料绘制的种内个体对数-正态分布

图。图 (a) 显示 ,P8、P9、P10、P11 和 P12 站的种内个体对数 - 正态分布图形成直线 ,斜率较大 ,个体几何级数少。说明这 5 个站位的底栖生物群落结构未受到明显的扰动 ,群落结构保持平衡状态。图 6 (b)(c) 显示 ,有 8 个调查站位的种内个体对数 - 正态分布图形出现弯折。反映了这些站位底栖生物群落的种类组成不稳定^[12] ,个别小个体生活周期短的沉积食性和有机碎屑食性的种类在个体数上占优势。如 ,西方拟蛭虫在 P2 和 P3 站各占其总栖息密度的 55% 和 57% ,不倒翁虫在 P4、P5 和 P6 站各占其总栖息密度的 50%、48% 和 68%。可以认定 ,P1、P2、P3、P4、P5、P6、P7 和 P13 站底栖生物群落已受到中度的扰动 ,使得底栖生物群落结构失去平衡。可见 ,在 2003 年夏季浙江沿岸底栖生物调查站位中 ,约 60% 的站位底栖生物群落已受到中度的扰动。

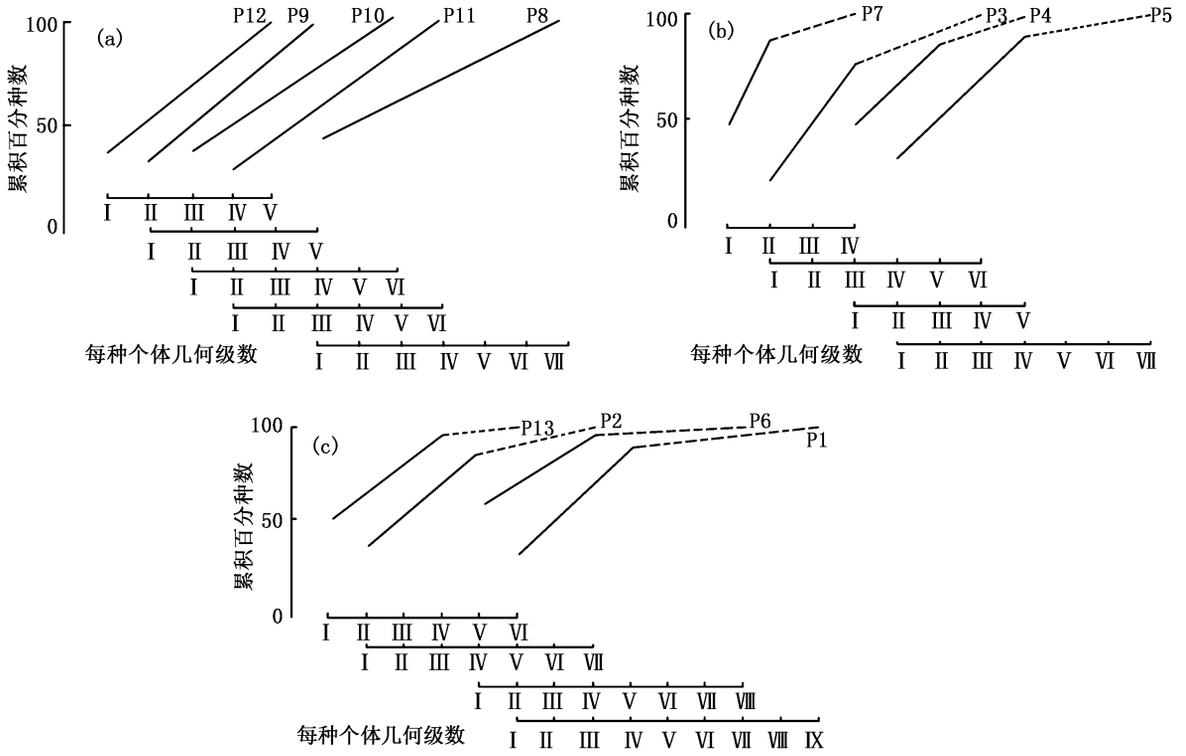


图 6 各调查站位种内个体对数 - 正态分布(几何等级为乘 2)

Fig.6 The log-normal distribution of individuals among species in each station

3 讨论

3.1 与历史资料比较

将本次调查结果与 1990 年浙江省海岛底栖生物调查资料^[2]进行比较可知 ,1990 年总平均生物量为 21.39 g/m² ,总平均栖息密度为 326 ind/m² ,本次调查结果均比 1990 年低 ;另外 1990 年曾是优势种的圆筒原盒螺 (*Eocylichna cylindrella*) 和薄唇棘蛇尾 (*Amphioplus parestans*) 在本次调查中没有发现 ,其余优势种 (背蚓虫、双鳃内卷齿蚕、不倒翁虫及薄云母蛤) 在本次调查中仍保持优势种地位。与 2000 年夏季象山港底栖生物调查资料^[3]比较 ,总平均生物量比象山港 (64.99 g/m²) 低近六倍 ,而总平均栖息密度比象山港 (110 ind/m²) 高出一倍多 ,说明浙江沿岸和象山港湾的底栖生物群落结构差异较大 ,沿岸群落以数量密集的小个体底栖生物分布为主 ,而港湾群落中大个体底栖生物所占比例较高 ,其主要原因是港湾内大量残饵和养殖生物代谢产物等有机营养物沉积海底 ,为港湾内大个体底栖生物提供了丰富的食物 ,也为

他们的生长和繁衍创造了良好的发展空间^[13]。

3.2 底栖生物分布与水文环境的关系

浙江沿岸各底栖生物群落同时受台湾暖流、长江径流及浙江沿岸水系的影响。在夏季,因台湾暖流从南向北势力较强,削弱了各径流特别是长江径流对浙江沿岸的影响,使得群落Ⅰ和Ⅱ处在长江径流、浙江沿岸水系和台湾暖流的交汇区,而群落Ⅲ和Ⅳ主要受台湾暖流的影响,受浙江沿岸水系的影响较弱。表现出群落Ⅰ和Ⅱ区的温、盐度低而梯度大,群落中底栖生物以广温、广盐的近岸种和河口种组成为主,而群落Ⅲ和Ⅳ中个别近岸暖水种成为优势种,呈现出亚热带分布特征。浙江沿岸各调查站位底栖生物种类分布的相似性较高,有些种类几乎在调查各站均有分布,且数量分布较大,如不倒翁虫等,这与浙江沿岸夏季水文主要受台湾暖流的影响有关。

3.3 底栖生物分布与沉积物的关系

沉积环境对底栖生物群落结构特点的影响比较复杂,主要表现在沉积物类型、沉积速率和沉积物营养等方面。根据本次调查资料显示,沉积物类型除 P2 和 P7 站以粉砂质为主及 P5 站以砂砾质为主,其余站位均为粘土质粉砂和粉砂质粘土的混合型。结果 P2、P5 和 P7 站的底栖生物分布表现出种类贫乏、生物量和栖息密度极低的特点。说明沉积物类型对底栖生物分布有明显的影响。

根据同步调查资料可知,浙江沿岸各站位悬浮物的粒径相近,沉积速率主要与海流的速度有关。群落Ⅱ所处海域的海流最急,在 4 个群落中其平均生物量和平均栖息密度均为最低。说明沉积速率对底栖生物分布也有明显的影响。

随着浙江沿岸养殖面积不断扩大和周边经济迅速发展,养殖用水、工业废水以及生活污水的注入,会给附近海域增添大量有机营养成分,其中部分沉积海底而被底栖生物利用。本次调查表明,沉积物中有机碳和硫化物与底栖生物分布的关系不明显,说明沉积物营养对浙江沿岸底栖生物群落结构没有造成明显的影响。可见,2003 年夏季浙江沿岸底栖生物分布与沉积物关系,主要表现在沉积物类型和沉积速率两方面。

参考文献:

- [1] 浙江省海岸带和海涂资源综合调查报告编写委员会. 浙江省海岸带和海涂资源综合调查报告[M]. 北京:海洋出版社,1988.
- [2] 浙江省海岛资源综合调查领导小组等编. 浙江省海岛资源综合调查与研究[M]. 杭州:浙江科学技术出版社,1995.
- [3] 高爱根,杨俊毅,宁修仁,等. 底栖生物栖息密度、生物量分布及群落结构[A]. 象山港养殖生态和网箱养鱼的养殖容量研究与评价[M]. 北京:海洋出版社,2002. 77-84.
- [4] 高爱根,杨俊毅,胡锡钢,等. 2002 年冬季象山港大型底栖生物生态分布特征[J]. 东海海洋,2004,22(2):28-34.
- [5] GB17378-1998,海洋监测规范[S].
- [6] Holme N A, McIntyre A D. Methods for the study of marine benthos[M]. Oxford:Blackwell sci Publ,1984.
- [7] Gray J S. The ecology of marine sediments[M]. Cambridge:Cambridge University Press,1981.
- [8] Gray J S, Mirza F B. A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities[J]. Mar Poll Bull, 1979, 10:142-146.
- [9] Gray J S. Detecting pollution-induced changes in communities using the log-normal distribution of individuals among species[J]. Mar Poll Bull, 1981, 12:173-176.
- [10] Bonsdorff E, Koivisto V. The use of the log-normal distribution of individuals among species in monitoring zoobenthos in the Northern Baltic Archipelago[J]. Mar Poll Bull, 1982, 13(9):324-327.
- [11] GB18668-2002,海洋沉积物质量[S].
- [12] 李荣冠,江锦祥. 应用丰度生物量比较法监测海洋污染对底栖生物群落的影响[J]. 海洋学报,1992,14(1):108-114.
- [13] 高爱根,杨俊毅,陈全震,等. 象山港养殖区和非养殖区大型底栖生物生态比较研究[J]. 水产学报,2003,27(1):25-31.