

2007 年秋季珠江三角洲典型滨海湿地大型底栖动物群落现状

王 迪¹, 林昭进², 彭艳超³, 李团结¹, 马 玉¹

(1. 国家海洋局 南海工程勘察中心, 广东 广州 510300; 2. 中国水产科学研究院 南海水产研究所, 广东 广州 510300; 3. 国家海洋局 珠海海洋监测中心, 广东 珠海 519015)

摘要: 通过 2007 年 11 月在珠江三角洲进行的大型底栖动物调查, 共获大型底栖动物 4 门 16 目 32 科 43 种, 其中甲壳类最多, 其次为多毛类和软体动物; 各断面种类组成磨刀门最多, 其次为淇澳岛和福田红树林, 最少为香洲口。以优势度指数 $Y > 0.02$ 为判别标准, 调查区优势种主要出现在甲壳类, 分别为钩虾、中国双眼钩虾和日本大眼蟹。调查海区底栖生物平均总密度和平均总生物量分别为 4035 个/m² 和 198.56g/m², 各站位湿地生物的生物量差异较大。底栖动物群落的 Shannon-Wiener 多样性指数(H')和均匀度指数(J')平均值分别为 1.270 和 0.52, 水平不高。用 SPSS 软件将各站大型底栖动物的种类数、密度、生物量、多样性指数、均匀度指数等生态特征值与水深等理化因子进行了 Pearson 相关分析, 结果表明多毛类密度与部分环境因子的相关性较好, 其中与总 Cr%、粉砂、黏土含量和平均粒径在 0.01 水平上显著负相关, 与 pH 和 K% 0.05 水平上显著正相关, 与 Cu%、Zn% 和 As% 在 0.05 水平上显著负相关。软体动物密度也表现出与砂含量的显著正相关($P < 0.05$), 以及与粉砂、黏土含量和平均粒径的显著负相关($P < 0.05$)。另外文中还应用了丰度/生物量比较法对珠江三角洲典型滨海湿地底栖动物群落结构状态进行了评价。

关键词: 珠江三角洲; 滨海湿地; 底栖动物; 群落现状

中图分类号: Q178.53 文献标识码: A 文章编号: 1000-3096(2015)01-0070-09

doi: 10.11759/hyxx20120608001

广东地处华南沿海地区, 属热带-亚热带气候, 海岸线长达 430km, 水资源丰富, 从而形成了面积广大、类型丰富的滨海湿地, 珠江口为广东省滨海湿地的主要分布位置之一, 据 2008 年遥感影像资料, 珠江口自 0 m 等深线至海岸线向陆 5 km 的范围内的滨海湿地面积约 1 410.92 km², 其中包括滨海湿地类型多达 10 种, 具有丰富的湿地资源和重要的生态服务功能。

近年来, 由于对湿地的不合理开发利用和日益突出的污染问题导致湿地退化消失, 生态功能与生物多样性下降甚至丧失, 使湿地及其效益面临严重威胁。如何保护湿地, 使湿地实现可持续发展, 促进人与自然的和谐相处, 已成为生态系统领域的一项重要课题。

底栖动物作为滨海湿地中生存的一种主要的生物类型, 对湿地的生态环境具有重要的指示作用^[1]。对底栖动物群落的研究, 能够使我们了解潮滩湿地的许多重要生态过程。目前对于珠江三角洲滨海湿地的底栖生物现状已有过研究报道^[2-6], 主要集中在深圳福田红树林保护区的相关研究, 其他地点则少

有涉及。为了解珠江三角洲地区滨海湿地底栖动物的资源特征及典型滨海湿地生境现状, 为进一步分析其滨海湿地的退化原因奠定基础, 于 2007 年 11 月在珠江三角洲进行了 6 个断面(图 1)的大型底栖动物及相关环境因子调查。

1 材料和方法

根据各断面生境和纵深长度, 自高潮至低潮带崖门口(YMK)、磨刀门(MDM)、香洲口(XZ)、大铲湾(DCW)和福田(FT)均布设 3 个站点, 淇澳岛(QA)布设 6 个站点, 各采样点环境概况见表 1。样方面积为 0.3 m×0.3 m, 采样深度 0.3 m, 现场取样方法为先迅速拣出计数框内泥面上的动物, 再挖底质至深, 用 1.0 mm 网孔过筛器分离出其中的全部埋栖生物,

收稿日期: 2014-01-17; 修回日期: 2014-06-11

基金项目: 中国近海海洋综合调查与评价项目(908-01-ZH2 专项; GD908-01-1 专项); 国家海洋局南海分局海洋科学技术局长基金资助项目(1201)

作者简介: 王迪(1980-), 女, 河南邓州人, 工程师, 硕士, 主要从事海洋生态研究, 电话: 13822278964, E-mail: afdcha@163.com

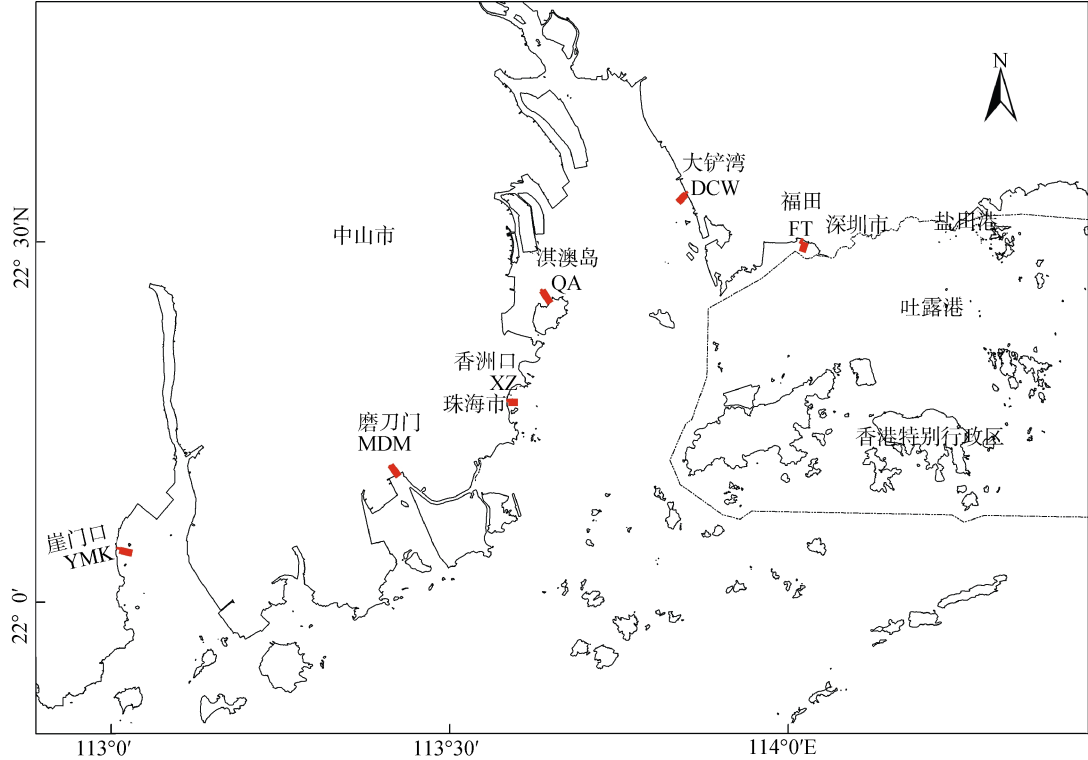


图 1 珠江口滨海湿地大型底栖动物监测断面位置示意图

Fig.1 Sketch map of sampling sections for collection of macrobenthos from the Pearl River Delta coastal wetland

表 1 各采样站环境概况

Tab.1 The ecological environment of all stations

站号(潮区)	经纬度	底质特征			生境描述
		类型	颜色	pH	
MDM -1(高)	22°12.078'N, 113°24.079'E	砂质粉砂	浅灰	6.48	松树林
MDM-3(中)		粉砂	浅灰	7.07	松树林和草滩交界
MDM-5(低)		砂质粉砂	浅灰	7.5	泥滩区, 部分位置有芦苇等其他植被生长
XZ-1(高)	22°17.606'N, 113°34.429'E	砂	黑	8.02	沙滩, 无植被
XZ-3(中)		砂	黑	8.29	沙滩, 无植被
XZ-5(低)		粉砂质砂	黑	8.35	沙滩, 无植被
YMK-1(高)	22°04.508'N, 113°00.581'E	黏土质粉砂	灰黄	7.5	草滩
YMK-3(中)		黏土质粉砂	灰黄	7.15	草滩和泥滩交界处
YMK-5(低)		黏土质粉砂	灰黄	7.54	泥滩, 无植被
DCW-1(高)	22°35.147'N, 113°49.910'E	黏土质粉砂	灰黄	7.68	被破坏红树林区
DCW-3(中)		粉砂	灰黄	7.71	牡蛎养殖滩涂, 无植被
DCW-5(低)		粉砂	灰黄	7.88	平均低潮线位置, 无植被
FT-1(高)	22°31.585'N, 114°00.447'E	黏土质粉砂	黑	7.35	红树林(福田保护区内)
FT-3(中)		黏土质粉砂	灰	7.5	红树林与光滩交界处
FT-5(低)		黏土质粉砂	灰黄	7.59	淤泥滩, 无植被
QA-1(高)	22°26.734'N, 113°37.410'E	黏土质粉砂	灰黄	7.3	原生红树林
QA-2		黏土质粉砂	灰黄	7.3	种植红树林
QA-3(中)		黏土质粉砂	灰黄	7.29	红树林和泥滩交界, 有护花米草等植被生长
QA-4		黏土质粉砂	灰黄	6.81	淤泥滩, 无植被
QA-5		黏土质粉砂	灰黄	7.16	淤泥滩, 无植被
QA-6(低)		黏土质粉砂	灰黄	6.87	淤泥滩, 无植被

样品用 5% 中性甲醛溶液固定, 带回实验室分析鉴定和计数。

本研究采用了以下公式对调查海域底栖动物群落的有关参数进行了统计分析:

Jaccard 种类相似性系数计算式为:

$$J_s = \frac{c}{a+b-c} \times 100\%$$

式中, a 为样品 A 的生物种类数(或属数); b 为样品 B 的生物种类数(或属数); c 为样品 A 和 B 的共有种数(或属数)。

Margalef 丰富度指数: $D=(S-1)/\log N$;

Shannon-Weaner 多样性指数: $H' = -\sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$;

Pielou 均匀度指数: $J = H'/\log_2 S$

式中, S 为样品中的种类总数, N 为总个体数 P_i 为第 i 种的个体数与总个体数的比值。

优势度指数: $Y = \frac{n_i}{N} f_i$

式中, n_i 为第 i 种的个体数; f_i 是该种在各站中出现的频率; N 为所有站每个种出现的总个体数。

另外采用生物量丰度优势度曲线(ABC 曲线)法对各断面的生态群落状况进行评价^[7], 为减少机会种对群落结构的干扰, 本研究删除在总体中相对丰度小于 1% 的种, 但保留其中在任一站位相对丰度大于 3% 的种^[8], 然后利用 PRIMER 软件绘出各断面的生物量丰度优势度曲线。相关生态特征值与环境因子的相关分析用 SPSS3.0 软件进行。

2 结果与分析

2.1 底栖动物的种类组成及分布

本次的定量和定性调查, 共鉴定出湿地生物 4 门 16 目 32 科 43 种, 见表 2。其中甲壳类最多(12 科 17 种), 占种类总数的 39.53%; 其次为多毛类(8 科 11 种)和软体动物(9 科 11 种), 均占种类总数的 25.58%; 其他鱼类 3 科 4 种, 占种类总数的 9.30%。各断面种类组成情况见图 2, 磨刀门最多, 淇澳岛和福田红树林为其次, 最少为香洲口。

2.2 优势种和优势度

以 Y 大于 0.02 为标准, 珠江三角洲滨海湿地优势种有 3 种, 主要出现在甲壳类。钩虾(*Gammarus* sp.) 在 8 个站位出现, 且数量极大, 为第一优势种, 优势度为 0.135, 主要分布在福田红树林; 中国双眼钩虾(*Ampelisca chinensis*) 出现 6 次, 数量也较多, 成为第

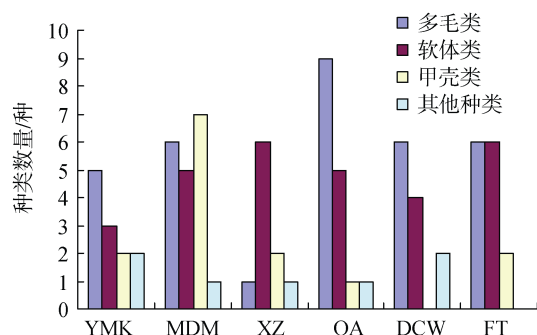


图2 各断面种类组成示意图

Fig.2 Composition of species of macrobenthos in different sections

二优势种, 优势度为 0.074, 主要分布在崖门口; 日本大眼蟹(*Macrophthalmus (Mareotis) japonicus* de Haan) 为第三优势种, 优势度为 0.048, 主要分布在淇澳岛红树林。本次调查中各断面优势种见表 3。

2.3 生物量和栖息密度组成及分布

本次调查珠江三角洲滨海湿地生物的总平均生物量为 198.56 g/m²。组成以软体动物和甲壳类为主, 生物量分别为 86.85 g/m² 和 90.46 g/m², 占总生物量的 43.74% 和 90.46%; 多毛类生物量为 18.37 g/m², 其他种类生物量为 2.38 g/m²。

调查区海域内各站位湿地生物的生物量差异较大, 最高生物量出现在福田红树林低潮带, 其生物量为 1192 g/m², 起主要贡献的为钩虾; 其次为福田红树林高潮带、磨刀门低潮带和磨刀门中潮带, 生物量分别 532.56 g/m²、479.55 g/m² 和 405.55 g/m², 福田红树林高潮带生物量起主要贡献的为个体和重量都较大的紫房石蛤, 磨刀门低潮带生物量主要贡献者为数量众多的河蚬; 较低生物量出现在淇澳岛红树林高潮带、大铲湾高潮带和大铲湾低潮带, 出现种类均为多毛类和幼体甲壳类, 生物量分别为 9.89、6.77 和 3.77 g/m²。最高生物量是最低生物量的 316 倍。

总平均栖息密度为 4 035 个/m², 栖息密度的组成则以甲壳类为主, 为 3 358 个/m², 占总栖息密度的百分比为 76.93 %; 其次为软体类, 为 834 个/m², 占总栖息密度的百分比均为 19.11%, 多毛类栖息密度为 167 个/m², 其他类为 5.82 个/m²。

水平分布方面, 最高则出现在福田红树林低潮带, 栖息密度均为 1 192 个/m², 其次为崖门口高潮带, 栖息密度均为 966.67 尾/m², 以淇澳岛高中潮带为最低, 栖息密度均为 133.33 个/m²。

各调查断面平均生物量和密度及变化趋势大致一致, 分别见图 3。

表 2 大型底栖动物名录
Tab.2 Species category of macrobenthos

物种	物种
环节动物 Annelida	节肢动物 ARTHROPODA
沙蚕科 Nereidae	对虾科 Penaeidae
独齿围沙蚕 <i>Perinereis cultrifera</i> Grube	刀额新对虾 <i>Metapenaeus ensis</i> (De Haan)
双齿围沙蚕 <i>Perinereis aibuhitensis</i> Grube	细巧仿对虾 <i>Parapenaeopsis tenella</i> (Bate)
杂色伪沙蚕 <i>Pseudonereis variegata</i> (Grube)	鼓虾科 Alpheidae
吻沙蚕科 Glyceridae	脆甲鼓虾 <i>Alpheus chiragricus</i> H. Milne-Edwards
头吻沙蚕 <i>Glycera capitata</i> Oersted	长臂虾科 Palaemonidae
索沙蚕科 Lumbrineriidae	脊尾白虾 <i>Exopalaemon carinicauda</i> (Holthuis)
异足索沙蚕 <i>Lumbrineris heteropoda</i> (Marenzeller)	日本沼虾 <i>Macrobrachium nipponense</i> (De Haan)
白毛虫科 Pilargiidae	梭子蟹科 Portunidae
白合甲虫 <i>Ancistrosyllis bassi</i>	三疣梭子蟹 <i>Portunus trituberculatus</i> (Miers)
太平洋白毛虫 <i>Pilargis verrucosa pacific</i> Uschakov	方蟹科 Grapsidae
小头虫科 Capitellidae	宇纹弓蟹 <i>Varuna litterata</i> (Fabricius)
背蚓虫 <i>Notomastus latericeus</i> Sars	四齿大额蟹 <i>Metopograpsus quadridentatus</i> Stimpson
锥头虫科 Orbiniidae	沙蟹科 Ocypodidae
红刺尖锥虫 <i>Scoloplos (Leodamas) rubra</i> (Webster)	六齿猴面蟹 <i>Camptandrium sexdentatum</i> Stimpson
缨鳃虫科 Sabellidae	日本大眼蟹 <i>Macrophthalmus (Mareotis) japonicus</i> de Haan
斑鳍缨虫 <i>Branchiomma cingulata</i> (Grube)	弧边招潮 <i>Uca (Deltuca) arcuata</i> (de Haan)
海蛹科 Opheliidae	豆蟹科 Pinnotheridae
紫臭海蛹 <i>Travisia pupa</i> Moore	三强蟹属 <i>Tritodynamia</i> Ortmann
软体动物 MOLLUSCA	中型三强蟹 <i>Tritodynamia intermedia</i> Shen
拟沼螺科 Assimineidae	钩虾科 Gammaridae
绯拟沼螺 <i>Assiminea latericea</i> H. et A. Adams	钩虾 <i>Gammarus</i> sp.
黑螺科 Melaniidae	多眼钩虾科 Ampeliscidae
放逸短沟蜷 <i>Semisulcospira libertina</i> (Gould)	中国双眼钩虾 <i>Ampelisca chinensis</i> Imbach
汇螺科 Potamodidae	螺赢蜚科 Corophiidae
纵带滩栖螺 <i>Batillaria zonalis</i> (Bruguere)	中华螺赢蜚 <i>Corophium sinense</i>
织纹螺科 Nassariidae	盖鳃水虱科 Idotheoidae
纵肋织纹螺 <i>Nassarius (Varicinassa) variciferus</i> (A. Adams)	凹盖鳃水虱 <i>Idotea ochotensis</i> Brandt
贻贝科 Mytilidae	藤壶科 Balanidae
翡翠贻贝 <i>Perna viridis</i> (Linnaeus)	网纹藤壶 <i>Balanus reticulatus</i> Utinomi
蚌科 Unionidae	脊索动物 CHORDATA
球形无齿蚌 <i>Anodonta globosula</i> (Heude)	鰕虎鱼科 Gobiidae
帘蛤科 Veneridae	钟馗鰕虎鱼 <i>Triaenopogon barbatus</i> (Günther)
等边浅蛤 <i>Gomphina (Macridiscus) veneriformis</i> (Lamarck)	弹涂鱼科 Periophthalmidae
紫石房蛤 <i>Saxidomus purpuratus</i> (Sowerby)	大弹涂鱼 <i>Boleophthalmus pectinirostris</i> (Linnaeus)
蚶科 Corbiculidae	鳗鰕虎鱼科 Taenioididae
河蚶 <i>Corbicula fluminea</i> (Müller)	红狼牙鰕虎鱼 <i>Odontamblyopus rubicundus</i> (Hamilton)
闪蚶 <i>Corbicula nitens</i> (Philippi)	孔鰕虎鱼 <i>Trypauchen vagina</i> (Bloch et Schneider)
蓝蛤科 Corbulidae	
光滑河蓝蛤 <i>Potamocorbula laevis</i>	

表 3 调查各断面大型底栖生物优势种
Tab.3 Dominant species of macrobenthic in different sections

项目	YMK	MDM	XZ	QA	DCW	FT
甲壳类	钩虾	—	0.02	—	0.09	—
	弧边招潮蟹	—	—	—	0.02	—
	日本大眼蟹	—	—	0.73	—	0.03
	四齿大额蟹	—	—	—	0.22	—
	细巧仿对虾	—	—	—	0.10	—
	中国双眼钩虾	0.65	—	—	0.09	—
软体类	放逸短沟蜷	—	0.08	—	—	—
	绯拟沼螺	—	0.03	—	—	—
	河蚬	—	0.22	—	—	—
	纵带滩栖螺	—	0.26	—	—	—
	纵肋纹织螺	—	—	0.22	—	0.03
	凹盖鳃水虱	—	0.02	—	—	—
多毛类	斑鳍缨虫	—	—	0.1	—	—
	背蚓虫	—	—	—	0.06	—
	双齿围沙蚕	—	—	—	0.03	—
	异足索沙蚕	—	0.03	—	0.04	—
其他鱼类	大弹涂鱼	—	—	—	0.02	—

表 4 底栖生物多样性指数及均匀度
Tab. 4 Diversity indices of macrobenthos in different sections

项目	MDM	XZ	YMK	DCW	FT	QA
多样性指数 H'	2.0967	0.7237	0.9277	2.1467	0.7700	1.1115
均匀度 J	0.655	0.3303	0.3267	0.856	0.2843	0.5267

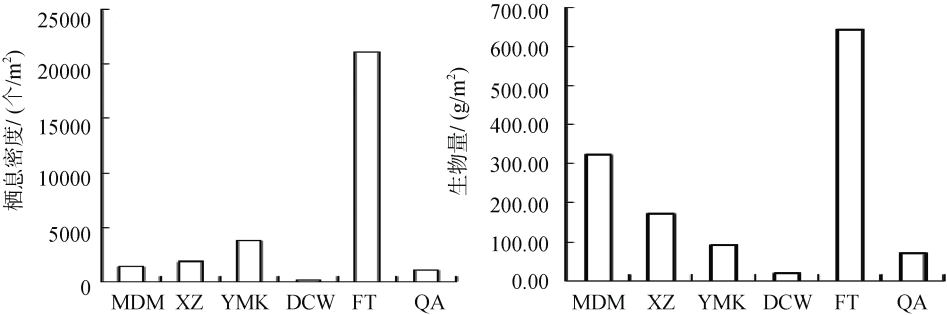


图 3 各断面平均栖息密度和生物量变化
Fig.3 Variation of density and biomass in different sections

2.4 生物多样性指数及均匀度

本海区湿地生物多样性指数变化为 0.062~2.653, 平均为 1.270; 均匀度为 0.034~0.933, 平均值为 0.518。本海区湿地生物多样性不高, 均匀度也一般。6 个断面中磨刀门和大铲湾的多样性指数和均匀度指数较高, 其他都较低。

2.5 ABC 曲线

丰度生物量比较法(ABC)由英国人 Warwick 提

出^[8], 如果底栖生物群落结构近似平衡, 生物量曲线位于丰度曲线上方; 当群落受到中度污染时, 生物量曲线与丰度曲线相互交叉, 或者重叠在一起; 当严重污染时, 丰度曲线整条位于生物量曲线上方。根据图 4, 磨刀门和大铲湾断面生物量曲线位于丰度曲线之上, 说明这两个断面底栖生物群落近似平衡, 大铲湾断面的生物量曲线和丰度曲线在起点处相聚较近, 说明受到了轻度干扰; 香洲口和淇澳岛断面两条曲线相互交叉在一起, 并有丰度曲线超过生物

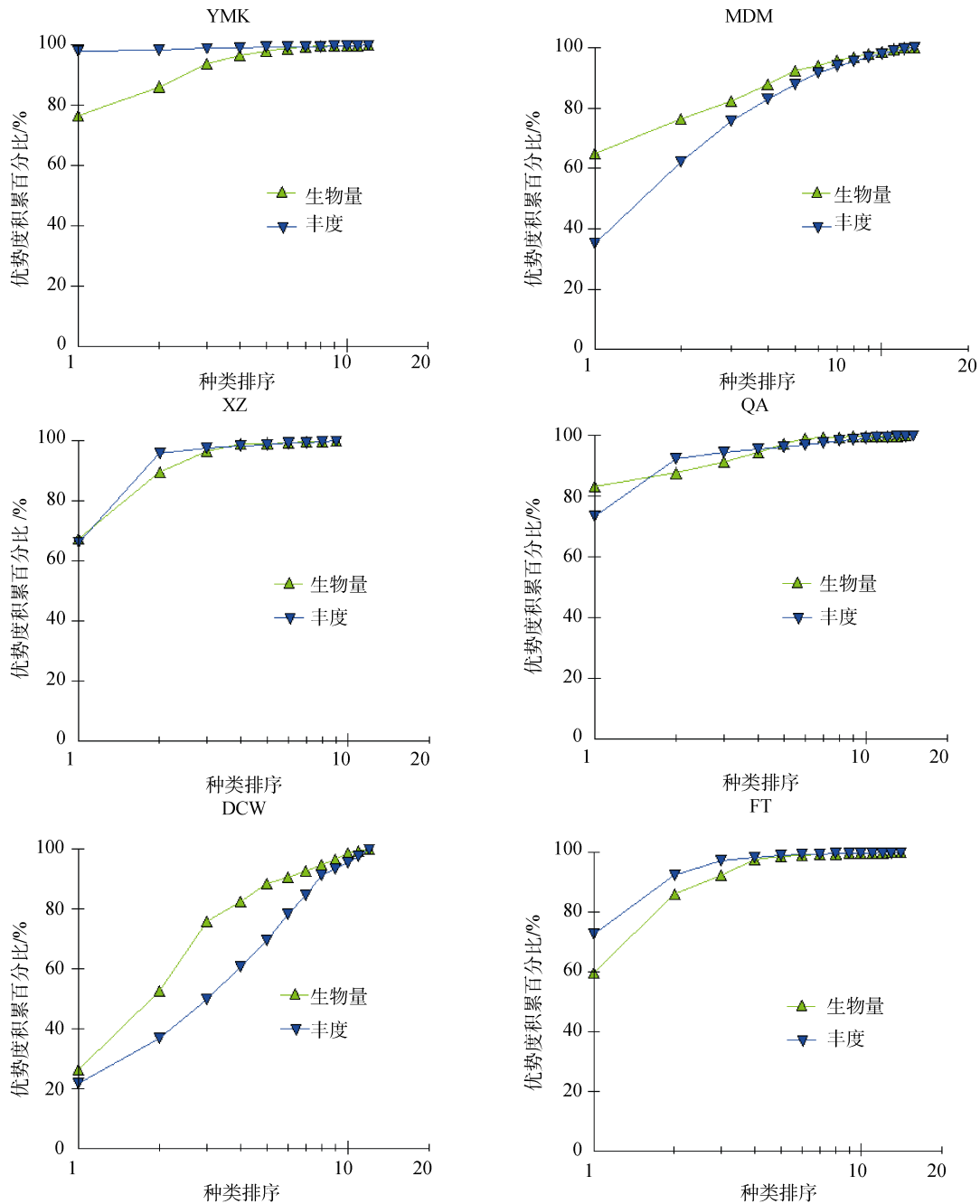


图4 大型底栖生物群落 ABC 曲线

Fig.4 ABC curves of macrobenthic communities

量曲线的趋势,说明这两个断面的底栖生物群落已经受到了中度干扰;而崖门口和福田红树林两个断面的丰度曲线完全位于生物量曲线之上,说明这两条断面的底栖生物群落已受到了严重的干扰。

2.6 生物多样性与环境的关系

大型底栖生物种类数、密度、生物量、多样性指数、均匀度指数及各项沉积物环境因子的相关分

析结果见表5。多毛类密度与部分环境因子的相关性较好,其中与总Cr%、粉砂、黏土含量和平均粒径在0.01水平上显著负相关,与pH、K%和砂含量在0.05水平上显著正相关,与Cu%、Zn%和As%在0.05水平上显著负相关。软体动物密度也表现出与砂含量的显著正相关($P < 0.05$),以及与粉砂、黏土含量和平均粒径的显著负相关($P < 0.05$)。甲壳类的种类、平均生物量、密度及多样性指数则与环境要素的相关不明显。

表 5 生物多样性指数与环境因子相关性(Pearson 相关)

Tab.5 Pearson correlation between diversity indices of macrobenthos and environmental factors

项目	种类数	多样性	均匀度	生物量	密度	多毛类 生物量	多毛类 密度	软体类 生物量	软体类 密度	甲壳类 生物量	甲壳类 密度
pH	-0.205	-0.117	-0.115	0.025	0.100	0.197	0.435*	0.031	0.166	-0.145	0.021
TN	0.301	0.149	0.118	0.242	-0.100	-0.254	-0.350	0.212	-0.149	0.236	-0.033
TP	0.117	0.011	0.003	0.048	0.114	-0.195	-0.305	-0.043	-0.106	0.341	0.163
K	-0.403	-0.293	-0.234	-0.114	0.015	0.112	0.532*	-0.081	0.221	-0.128	-0.082
Oil	-0.025	-0.109	-0.112	0.241	0.179	-0.101	0.237	0.143	-0.090	0.299	0.176
Cu	0.040	0.256	0.370	-0.300	-0.097	-0.340	-0.446*	-0.288	-0.393	0.168	0.034
Pb	0.065	0.047	0.148	-0.140	-0.010	-0.191	-0.274	-0.202	-0.397	0.287	0.107
Zn	0.186	0.068	0.124	0.040	0.037	-0.324	-0.491*	-0.033	-0.278	0.387	0.143
Cd	0.386	0.196	0.163	0.284	-0.184	-0.241	-0.109	0.309	0.238	0.108	-0.226
Hg	0.442*	0.350	0.281	0.090	0.024	-0.105	-0.288	0.069	-0.011	0.107	0.050
Cr	0.209	0.356	0.427	-0.254	-0.193	-0.451	-0.604**	-0.214	-0.287	0.199	-0.070
As	-0.144	-0.050	0.016	-0.343	-0.079	0.122	-0.445*	-0.330	-0.429	-0.116	0.061
硫化物(S ²⁻)	0.128	0.160	0.129	0.089	-0.114	-0.176	-0.088	0.140	0.230	-0.006	-0.158
砂	-0.215	-0.189	-0.206	0.159	-0.086	0.106	0.631**	0.241	0.470*	-0.240	-0.248
粉砂	0.280	0.263	0.271	-0.170	0.048	-0.162	-0.640**	-0.245	-0.438*	0.258	0.204
黏土	0.052	0.016	0.051	-0.114	0.158	0.027	-0.550**	-0.199	-0.494*	0.168	0.317
MZ	0.207	0.177	0.195	-0.129	0.095	-0.087	-0.648**	-0.207	-0.465*	0.218	0.257

注: * $P<0.05$; ** $P<0.01$

3 讨论

(1) 与在本研究中福田断面附近的已有报道^[2-6]相比,本次调查获取种类与之前有所不同,可能是由于取样位置和取样方法的差别,除余日清等^[5]外,其他几篇报道的取样方法均为试管法,而试管法取样较多的是多毛类及小型甲壳类,而本项目用得是样方取样法;而余日清等虽与本项目取样方法相同,且断面位置相近,但其取样时间为1991~1993年,年代相差14年之久,调查区的环境生态已经发生了很大变化,这些因素都造成了本次调查与之前获取种类和数量的不同。这也说明了潮间带特别是湿地底栖生物调查中存在很多偶然因素和复杂性,而且经过十几年的变迁,调查区底栖生物种类已经发生了较大变化。

(2) 相关分析表明,多毛类密度与粉砂、黏土含量和平均粒径在0.01水平上显著负相关,与砂含量在0.05水平上显著正相关;软体动物密度也表现出与砂含量的显著正相关($P<0.05$),以及与粉砂、黏土含量和平均粒径的显著负相关($P<0.05$)。已有研究^[9]表明,在粒径小、弱还原性的底质环境中密度较低,

在粒径较大、弱氧化底质环境中密度相对较高,这与本研究结论是一致的。

(3) 由于底栖生物活动能力较弱,其生态学特征与生境状态密切相关,而根据相关分析结果,各站底栖生物种类数与 shannon-weaner 多样性指数和均匀度指数均在0.01水平上显著相关,这些指数及ABC曲线所指示出的群落状态都是与各断面生境现状特征一致的。

磨刀门多为重新利用的人工池塘,植被种类较多,高潮区为人工种植水杉林,中潮带有芦苇和三菱草沼泽,低潮带为淤泥沼泽,因距离城市生活区较远排污少,且因其存在沟渠和淤泥滩较多,不便通行,人为破坏较少,生物多样性相对较高,shannon-weaner 多样性指数在6个断面中仅次于大铲湾,优势种达7种,在ABC曲线上也表现出生物量曲线位于丰度曲线之上,表明此断面生态环境基本保持平衡,与此断面现状吻合。

淇澳岛和福田红树林为6个调查断面中红树林生长较好的两个断面,生境由高潮至低潮均为红树林-互花米草-光滩,种类数也相差不大,这两个断面的 shannon-weaner 多样性指数和均匀度指数都不高,

淇澳岛比福田稍高,从两断面各站多样性指数来看,低潮带光滩多样性指数和均匀度指数都大大低于高潮带,淇澳岛高潮带红树林和芦苇伴生多样性达2.5,福田红树林在红树林与光滩交界的中潮带也达到了1.7^[10-12]。调查时淇澳岛红树林比福田红树林更茂密,种类更多,且红树林内有芦苇生长,福田红树林内有城市排污口通过,中潮带调查时有油污和生活垃圾出现,除红树林外基本无其他植被生长。而根据ABC曲线的指示结果,淇澳岛断面的底栖生物群落已经受到了中度干扰,而福田红树林断面的底栖生物群落已受到了严重的干扰。说明底栖生物多样性与植被盖度和密度以及生境受干扰程度是密切相关的,和ABC曲线的结果也是一致的。

崖门口处多为光滩,泥沼深处超过1 m以上,在高中潮带也有三棱草和护花米草生长,但是盖度都较少,仅有一种优势种类中国钩虾,在高潮和中潮带密度较大,低潮带出现种类较多,但密度都很小。ABC曲线表明此断面生态环境受到严重干扰,原因可能与附近村子的生活污水大量排放有关。

大铲湾在6个断面中多样性指数和均匀度指数都是最高的,虽然共有种类12种,在6个断面中不算高,但各站种类数相对来说较多,且差别不大,故平均指数大于其他断面,各种类密度不大,但是分布也较均匀,这也造成了此断面优势种类较多,达到8种。调查时断面高潮带有少量红树林,且部分红树已经处于枯死状态,向低潮带方向底质均为混有大量牡蛎壳的泥沼,旁边正在修建大堤,但是大堤周围生态环境受干扰程度不大。ABC曲线表现出生物量曲线都位于丰度曲线之上,是一致的。

香洲口位于珠海市区边,距离排污口较近,无植被生长,从底质来看,受污染较严重^[13-18],pH和油类含量都是6个断面中最高的,低潮带最为严重,表层为砂质,下面为黑色污泥。此断面生物种类最少,多样性指数和均匀度指数也都较低,优势种主要为纵肋织纹螺和斑鳍纓虫,斑鳍纓虫为一种耐污种类,在中潮带大量出现。ABC曲线也表现出受到中度偏上干扰,丰度曲线大部分位于生物量曲线之上。这些生物学特征都是与采样区的生境特点是相吻合的。

以上说明珠江三角洲滨海湿地底栖生物多样性与植被盖度和密度以及生境受干扰程度是密切相关的,而ABC曲线的指示结果与各断面生境现状也是一致的。越是距离居民生活区近、多非生态开发活动的滨海湿地受干扰程度越大。目前此海区的滨

海湿地已经受到干扰比较严重^[19-20],进一步寻找退化原因及其恢复研究将是下一步面临的重要方向。

参考文献:

- [1] 沈国英,施并章.海洋生态学(第二版)[M].北京:科学出版社,2002.
- [2] 蔡立哲,林鹏,刘俊杰.深圳河口泥滩三种大型多毛类的数量动态及其环境分析[J].海洋学报,2000,22(3): 97-103.
- [3] 蔡立哲,厉红梅,刘俊杰,等.深圳河口泥滩三种多毛类的数量季节变化及污染影响[J].生态学报,2001,21(10): 1 648-1 653.
- [4] 杨丽,蔡立哲,董玉贵,等.深圳湾福田潮滩重金属含量及对大型底栖动物的影响[J].台湾海峡,2005,24(2): 157-164.
- [5] 余日清,陈桂林,黄玉山,等.深圳福田红树林区底栖大型动物群落的空间分带及灌污的可能影响[J].生态学报,1996,16(3): 283-288.
- [6] 高阳,蔡立哲,马丽,等.深圳湾福田红树林潮滩大型底栖动物的垂直分布[J].台湾海峡,2004,23(1): 77-81.
- [7] 周红,张志南.大型多元统计软件PRIMER的方法原理及其在底栖群落生态学中的应用[J].青岛海洋大学学报,2003,33(1): 58-64.
- [8] Warwick R M. A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities[J]. Marine Biology, 1986, 92: 557-562.
- [9] 郭育廷,何惠真.台湾海峡西部海域表层沉积物氧化-还原环境探讨[J].海洋与湖沼,1992,23(4): 396-406.
- [10] 王树功,黎夏,周永章,等.珠江口淇澳岛红树林湿地变化及调控对策研究[J].湿地科学,2005,3(1): 13-20.
- [11] 王树功,黎夏,刘凯,等.近20年来淇澳岛红树林湿地景观格局分析[J].地理与地理信息科学,2005,21(2): 53-57.
- [12] 张弛,王树功,朱远辉,等.红树林湿地沉积物中AVS-SEM与重金属分布特征——以珠江口淇澳岛为例[J].环境科学学报,2011,31(4): 805-815.
- [13] 李婧,王爱军,李团结.近20年来珠江三角洲滨海湿地景观的变化特征[J].海洋科学进展,2011,29(2): 170-178.
- [14] 张敬怀,高阳,方宏达,等.珠江口大型底栖生物群

- 落生态特征[J].生态学报, 2009, 29(6): 2989-2999.
- [15] 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.
- [16] 张高生, 李克勤, 战立伟. 现代黄河三角洲湿地动态变化及保护对策[J]. 生态环境学报, 2009, 18(1): 394-398.
- [17] 王宪礼, 李秀珍. 湿地国内外研究进展[J]. 生态学报, 1997, 16(1): 58-62.
- [18] 张晓龙, 李培英, 李萍, 等. 中国滨海湿地研究现状及展望[J]. 海洋科学进展, 2005, 23(1): 87-95.
- [19] 袁兴中, 陆健健. 长江口潮滩湿地大型底栖动物群落的生态学特征[J]. 长江流域资源与环境, 2002, 11(5): 415-420.
- [20] 袁兴中, 陆健健. 长江口岛屿湿地的底栖动物资源研究[J]. 自然资源学报, 2001, 16(1): 37-41.

Macrobenthos community status of the Pearl River Delta coastal wetland in autumn 2007

WANG Di¹, LIN Zhao-jin², PENG Yan-chao³, LI Tuan-jie¹, MA Yu¹

(1. South China Sea Marine Engineering Surveying Center, State Oceanic Administration, Guangzhou 510300, China; 2. South China Sea Fisheries Institute, CAFS, Guangzhou 510300, China; 3. Zhuhai Marine Environment Monitoring Station, State Oceanic Administration, Zhuhai 519015, China)

Received: Jan., 17, 2014

Key words: The Pearl River Delta; coastal wetland; macrobenthos; community status

Abstract: Examining the benthic ecosystem is one way to monitor the changing environmental conditions. Ecological surveys of the macrobenthos in the Pearl River Delta coastal wetland were conducted in 2007. A total of 43 macrobenthic species were identified, including 17 species of crustacean, 11 species of polychaete, and 11 species of mollusk, as well as four other species. The greatest number of species was found in the Mo-DaoMen section, followed by QiAo Island and the FuTian section. Crustaceans were the dominant benthic group, while *Gammarus* sp., *Ampelisca chinensis* Imbach and *Macrophthalmus (Mareotis) japonicus* were the most abundant species. The average total density and average total biomass of macrobenthos were 4035 ind./m² and 198.56 g/m², respectively. The average abundance and biomass values showed a similar trend: both have highest values in the FuTian section. The diversity index was 1.27 (H') and the evenness index was 0.52(J'), which are relatively low values. The Polychaete density was negatively correlated with Cr%, silt%, clay%, Mz%, Cu%, Zn% and As%, and was positively correlated with pH and K% ($P=0.05$). The Molluscan density was negatively correlated with silt%, clay% and Mz%, and was positively correlated with sand%. An abundance/biomass comparison curve was used to determine the levels of disturbance in the macrobenthic communities.

(本文编辑: 梁德海)