

## 深圳湾浮游生物和底栖动物现状调查研究\*

吴振斌<sup>1</sup> 贺 锋<sup>1\*</sup> 付贵萍<sup>1</sup> 况琪军<sup>1</sup> 雷志洪<sup>2</sup>( <sup>1</sup> 中国科学院水生生物研究所 淡水生态与生物技术国家重点实验室 武汉 430072)( <sup>2</sup> 深圳市环境科学研究所 518031)

**摘要** 对深圳湾浮游植物、浮游动物和底栖动物的种类、数量及分布现状进行了研究。结果表明,淡水种类占绝对优势,藻类5门32属45种,其中硅藻12属18种,绿藻1属15种,蓝藻7属10种,裸藻、金藻各1属1种;浮游动物共计37种,其中原生动物9种,轮虫14种,枝角类2种,桡足类8种,浮游幼虫及其它4种;底栖动物20种,分别为环节动物的多毛类7种,寡毛类2种,软体动物8种,甲壳动物2种,鱼类1种。

浮游生物和底栖动物数量和分布的特征是:藻类细胞密度为 $2.4 \times 10^6 \sim 1.4 \times 10^7$ 个/L,平均 $6.43 \times 10^6$ 个/L。浮游动物为514.0~8049.2个/L,平均1690.8个/L。底栖动物个体数为180~8860个/m<sup>2</sup>,平均为2364个/m<sup>2</sup>。这三类生物的种类和数量分布与距深圳河河口的距离有密切关系。因此,三类生物多样性指数湾内段与湾口段差异明显,且平均值偏低,说明深圳湾水体有一定程度的污染。

**关键词** 深圳湾,浮游生物,底栖动物,种类和数量分布

深圳湾是深圳市的三大海湾之一。位于珠江口内伶仃水道的东侧,湾内纵深约14 km,平均宽度约7.5 km,水域面积为90 km<sup>2</sup>。是咸淡汇合之处,也是淡水生物与海洋生物混杂的水域,因而具有海湾与河口的双重特性。由于深圳特区经济快速发展和香港回归之后,对深圳湾及其附近海域的港口、交通建设等提出了新的要求,深圳市拟在深圳湾深圳市管辖区域内有大面积的填海造陆工程。该项目的实施,必然会对深圳湾的海岸线、水动力条件、水质、水生生物、水域生态环境乃至城市的水、气、声环境等诸多方面产生影响。为此,我们对深圳湾的浮游生物、底栖动物的现状进行了调查研究,为了解湾区水生生物的变化特征、评价填海工程对生态环境的影响提供科学依据。

## 1 材料和方法

在深圳湾中部东西轴线以北和潮间带,接近岸、远岸和河口等部位,共设置了15个采样点(图1),经纬度分别为:样点1(22°20'N, 113°57'E),样点2(22°20.6'N, 113°59'E),样点3(22°30.5'N, 114°1'E),样点4(22°22'N, 114°2'E),样点5(22°30'N, 114°3'E),样点6

(22°31'N, 114°2.5'E),样点7(22°31.5'N, 114°1.5'E),样点8(22°31'N, 113°59.5'E),样点9(22°30.8'N, 113°57.8'E),样点10(22°32'N, 113°57.5'E),样点11(22°30.9'N, 113°56.5'E),样点12(22°25'N, 113°56.6'E),样点13(22°19'N, 113°56'E),样点14(22°13'N, 113°54'E),样点15(22°18.5'N, 113°55'E)。于1998年7月

\* 中国科学院知识创新工程重要方向项目

KSCX2-SW102-07号;国家杰出青年科学基金39925007号;湖北省重点项目;欧洲联盟重大国际科技合作项目等;武汉市晨光计划20025001035号。

第一作者:吴振斌,出生于1956年,博士,研究员,博导。目前承担国家杰出青年基金、欧盟国际科技合作等重大项目10余项。通讯地址:武昌珞珈山中国科学院水生生物研究所, Fax:027-87647675, E-mail:wuzb@ihb.ac.cn

\*\* 通讯作者

参加工作的还有邓家齐、刘保元、庄德辉、夏宜璋、陈辉蓉等,在此一并致谢!

收稿日期:2001-06-04;修回日期:2001-10-10

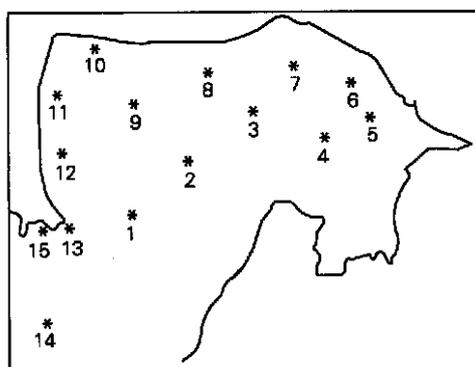


图1 深圳湾采样布点图

Fig.1 Sampling sites in Shenzhen Bay

15~20日进行实地现场采样。样品均按常规方法和程序进行处理、计数和鉴定,并按 Margalef 公式计算各采样点的生物多样性指数。

## 2 结果

### 2.1 种类组成和分布

2.1.1 浮游植物 15个采样点,共鉴定出藻类5门32属45种,其中硅藻12属18种,绿藻11属15种,蓝藻7属10种,裸藻和金藻各1属1种(表1)。

浮游植物种类分布特征是:1~9号采样点发现多种淡水藻类,多为绿球藻目的种类。另外,各点淡水藻类的多少依从河口向湾口逐渐递减。靠近河口的5号点淡水藻类最多,有18种,占该点全部藻类的72%,而距河口最远的13,14,15三个点,淡水种类几乎为0。

深圳湾浮游植物的优势种类总体看比较单一,种间差别较明显。从出现频率和数量分布来看,硅藻门的湖沼圆筛藻、具星小环藻和直链藻是居首位的优势种类。而硅藻门的中心圆筛藻和变异直链藻,绿藻门的一种丝藻、蓝藻门的巨颤藻和弱细颤藻以及一种裸藻是次优势种类,分别出现在半数或半数以上的采样点中,且数量分布上亦占相当比例。

2.1.2 浮游动物 由深圳河带入的淡水浮游动物成为深圳湾浮游动物组成的主要种类。特别是靠近河口的4,5,6,7等采样点,几乎全是淡水种类。其优势种类有:萼花臂尾轮虫、角突臂尾轮虫、跃进三肢轮虫、多刺裸腹蚤等。而在深圳湾西边的1,2,13,14,

15等采样点,离深圳河口较远,几乎全是海洋种类,优势种类为纺锤水蚤、异水蚤和蔓足类幼虫等。从出现的种类类群看,淡水以轮虫种类最多,海水以桡足类种类占优势。桡足类的桡足幼体和无节幼体在各个采样点均能见到,且数量不少(表2)。

在种类分布方面,深圳湾东边靠近深圳河口口的3,4,5,6,7,8,9等采样点种类最多,达13~20种之多。而西边靠近蛇口一带的11,12,13,14,15等采样点,则仅为6~12种,种类偏少。其余各点种类介于以上两者之间(表2)。

2.1.3 底栖动物 在深圳湾15个采样点中,5号采样点因位于深圳河口处,底质为灰褐色的细砂,没有发现动物标本。其余14个采样点共有20种底栖动物,分别隶属于环节动物的多毛类7种、寡毛类2种;软体动物8种;甲壳动物2种;鱼类1种(表3)。

软体动物的光滑蓝蛤分布最广,在大多数采样点出现,其中3,4,10,11采样点数量较多。10号点的密度达8240个/m<sup>2</sup>,成为优势种。在4,6,7,8,9,10等采样点还分别出现两种淡水寡毛类霍甫水丝蚓和克拉泊水丝蚓。

### 2.2 数量分布特征

2.2.1 对藻类细胞密度的测算结果表明,各采样点浮游植物的密度波动范围在 $2.4 \times 10^6 \sim 1.4 \times 10^7$ 个/L,平均 $6.43 \times 10^6$ 个/L。临近深圳河口口的5号点,细胞密度最大,达 $1.4 \times 10^7$ 个/L。其次是3号点和2号点,分别为 $1.16 \times 10^7$ 个/L和 $9.30 \times 10^6$ 个/L。11号的细胞密度最小,仅为 $2.4 \times 10^6$ 个/L。分别只及5,3,2三点的17.1%,20.7%和25.8%。另外,以深圳湾中部的2,9,10三点纵断面为界,湾口段的1和10~15号7个采样点,藻类平均密度为 $4.28 \times 10^6$ 个/L,仅及总平均值的66.6%。而临近深圳河2~9号8个采样点,藻类细胞平均密度为830万个/L,为总平均值的1.3倍(图2)。

2.2.2 浮游动物数量分布情况,大体在深圳河口附近,即4,5,6采样点数量偏多。在2005.1~80499.2个/L之间。而深圳湾西边靠近蛇口一带的11,12,13,14,15等采样点,则数量较少,约514.0~1516.4个/L。距离岸边较远的1,2,14各点,数量最少,在514~568.0个/L之间(图3)。

2.2.3 底栖动物此次采集的种类较少,而生物

表 1 深圳湾浮游植物种类组成

Tab.1 Species composition of phytoplankton in Shenzhen Bay

硅藻门 (Bacillar-iophyta)	绿藻门 (Chloro-phyta)	蓝藻门 (Cyano-phyta)	裸藻门 (Eugleno-phyta)	金藻门 (Chryso-phyta)
海德曲壳藻 ( <i>Achnanthes heideni</i> )	纤维藻 ( <i>Ankistrodes-mus</i> sp.)	多变鱼腥藻( <i>Ana- baena variabilis</i> )	裸藻 ( <i>Euglena</i> sp.)	金楠藻 ( <i>Chrysoco- ccus</i> sp.)
四棘藻 ( <i>Attheya</i> sp.)	衣藻( <i>Chlamydom- onas</i> sp.)	小形色球藻 ( <i>Chroococcus minor</i> )		
中心圆筛藻( <i>Coscinodis- cus centralis</i> )	小球藻( <i>Chlorella</i> sp.)	蓝纤维藻( <i>Dacty- lococc-opsis</i> sp.)		
湖沼圆筛藻 ( <i>C. Lacustris</i> )	新月藻 ( <i>Closterium</i> sp.)	银灰平裂藻 ( <i>Merismope-dia glauca</i> )		
辐射圆筛藻 ( <i>Cosradiatus</i> )	胶球藻( <i>Coccomyxa</i> sp.)	水华微囊藻 ( <i>Microcystis flosaquae</i> )		
扭曲小环藻 ( <i>Cyclotella comta</i> )	十字藻 ( <i>Crucigenia apiculata</i> )	湖生颤藻( <i>Oscilla- toria lacustris</i> )		
具星小环藻 ( <i>C. stelli-gera</i> )	双射盘星藻 ( <i>Pediastrum iradiatum</i> )	巨颤藻 ( <i>O. Princeps</i> )		
肋缝硅藻 ( <i>Frustulia</i> sp.)	单角盘星藻 ( <i>P. simplex</i> )	弱细颤藻 ( <i>O. Tenuis</i> )		
布纹藻 ( <i>Gyrosigma</i> sp.)	四角盘星藻 ( <i>P. Tetras</i> )	极大螺旋藻 ( <i>Spirulina maxima</i> )		
变异直链藻 ( <i>Melosira varians</i> )	双尾栅藻 ( <i>Scenedesmus bicaudatus</i> )	螺旋藻( <i>Spi</i> sp.)		
直链藻 ( <i>M.</i> sp.)	两形栅藻 ( <i>S. dimorphus</i> )			
新月菱形藻 ( <i>Nitzschia closterium</i> )	斜生栅藻 ( <i>S. obliquus</i> )			
双头舟形藻 ( <i>N. dicephala</i> )	弓形藻 ( <i>Schroederia setigera</i> )			
中缝菱形藻 ( <i>N. dissipata</i> )	非州团藻 ( <i>Volvox africanus</i> )			
弯菱形藻 ( <i>N. Sigma</i> )	丝藻( <i>Ulothrix</i> sp.)			
冠盘藻 ( <i>Stephanopy-zis</i> sp.)				
近缘针杆藻 ( <i>Synedra affinis</i> )				
卵形双菱藻 ( <i>Surirella ovata</i> )				

表 2 深圳湾浮游动物的种类及其分布

Tab.2 Species composition of zooplankton in Shenzhen Bay

原生动物 (Protozoa)	轮虫 (Rotifera)	枝角类 (Cladocera)	桡足类 (Copepoda)	浮游幼虫和其他 (Planktonic and other)
等棘虫 ( <i>Acanthometron</i> )	晶囊轮虫 ( <i>Asplanchna</i> )	短尾秀体蚤( <i>Diaphanosoma brachyurum</i> )	纺锤水蚤 ( <i>Acartia</i> )	歪尾类幼虫 ( <i>Anomura larva</i> )
表壳虫 ( <i>Arcella</i> )	角突臂尾轮虫 ( <i>Brachionus angularis</i> )	多刺裸腹蚤 ( <i>Moina macrocopa</i> )	异水蚤 ( <i>Acartiella</i> )	短尾类幼虫 ( <i>Brachyura larva</i> )
匣壳虫 ( <i>Centropycxis</i> )	蒲达臂尾轮虫 ( <i>B. budapestiensis</i> )		拟哲水蚤 ( <i>Paracalanus</i> )	蔓足类幼虫 ( <i>Cirriordia larva</i> )
砂壳虫 ( <i>Diffugia</i> )	蓴花臂尾轮虫 ( <i>B. calyciflorus</i> )		许水蚤 ( <i>Schmackeria</i> )	翼足类 ( <i>Pteropoda</i> )
累枝虫 ( <i>Epistylis</i> )	某种臂尾轮虫 ( <i>B. caudatus</i> )		宽水蚤 ( <i>Temora</i> )	
麻铃虫 ( <i>Leprotintinnus</i> )	镰状臂尾轮虫 ( <i>B. falcatus</i> )		温剑水蚤 ( <i>Thermocyclops</i> )	
似铃壳虫 ( <i>Tintinnopsis</i> )	壶状臂尾轮虫 ( <i>B. urceus</i> )		桡足幼体 (Copepodid stage)	
钟形虫 ( <i>Vorticella</i> )	跃进三肢轮虫 ( <i>Filinia passa</i> )		无节幼体 ( <i>Nauplius</i> )	
其他纤毛虫 (Other Ciliata)	曲腿龟甲轮虫 ( <i>Keratella vaiga</i> )			
	腔轮虫 ( <i>Lecane</i> )			
	巨腕轮虫 ( <i>Pedalia</i> )			
	旋轮虫 ( <i>Philodina</i> )			
	蛭态轮虫 ( <i>Bdelloidea</i> )			
	其他轮虫 (Other Rotifer)			

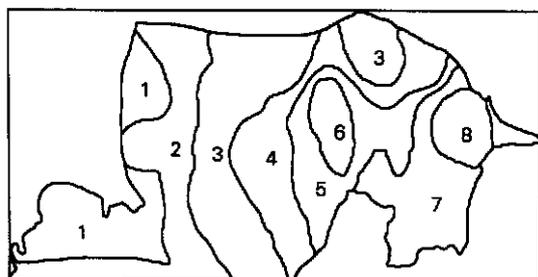


图 2 深圳湾浮游植物细胞密度分布图

1: 241.4~391.4; 2: 391.4~541.4; 3: 541.4~691.4; 4: 691.4~841.4; 5: 841.4~991.4; 6: 991.4~1141.4; 7: 1141.4~1291.1; 8: >1291.4(单位:万个/L)

Fig.2 Distribution of phytoplankton cell density in Shenzhen Bay

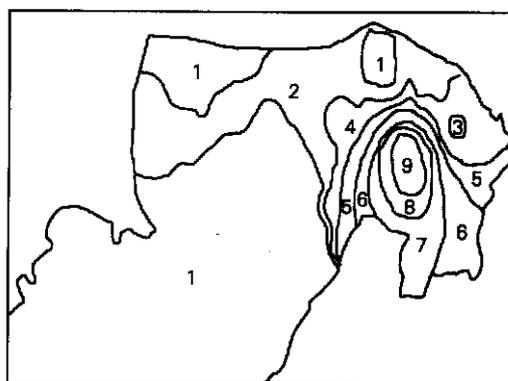


图 3 深圳湾浮游动物数量分布图

1: 511.2~1361.2; 2: 1361.2~2211.2; 3: 2211.2~3061.2; 4: 3061.2~3911.2; 5: 3911.2~4761.2; 6: 4761.2~5611.2; 7: 5611.2~6461.2; 8: 6461.2~7311.2; 9: >7311.2(单位:个/L)

Fig.3 Distribution of zooplankton number in Shenzhen Bay

表 3 深圳海底栖动物种类名录

Tab.3 Species of zoobenthos in Shenzhen Bay

环节动物 (Annelid)	软体动物 (Mollusca)	甲壳动物 (Crustacea)	鱼类 (Pisces)
胶衣虫 ( <i>Myxicola infundibulum</i> Montagu)	光滑蓝蛤 ( <i>Aloidis laevis</i> (Hinds))	虾蛄 ( <i>Oratosquilla</i>	弹涂鱼 ( <i>Periophthalmus</i>
拟节虫 ( <i>Prazilrella gracillis</i> Sars)	红齿蓝蛤 ( <i>Aloidis erythron</i> (Lanaeck))	<i>oratoria</i> (de Haan))	<i>cantonensis</i> (Osbeck))
枝裂虫 ( <i>Syllis fasciata</i> Malmgren)	透明樱蛤 ( <i>Tellina diaphana</i> (Deshayes))	长腕和尚蟹 ( <i>Mictyris lingicapus</i>	
长吻沙蚕 ( <i>Glycera chirori</i> izuka)	中国绿螂 ( <i>Glaucomya chinensis</i> Guay)	(Sowerby))	
多齿围沙蚕 ( <i>Perinereis nuntia</i> (Savigny))	刻缘短齿蛤 ( <i>Brachydontes emarginatus</i>		
异足素沙蚕 ( <i>Lumbriconereis heteropoda</i>	(Benson))		
Marenzeller)	黄蛹螺 ( <i>Pupina flava</i> Moellendorff)		
银蚕 ( <i>Nephtys caeca</i> Fabricius)	尖高旋螺 ( <i>Acrilla acuminata</i> (Sowerby))		
克拉泊水丝蚓 ( <i>Limnodrilus claparedianus</i> Ratz)	锥笋螺 ( <i>Terebra subulata</i> (Linnaeus))		
霍雨水丝蚓 ( <i>Limnodrilus hiffmeisteri</i> (Claperede))			

表 4 深圳海底栖动物现存量

Tab.4 Density and biomass of zoobenthos in Shenzhen Bay

采样点	密度 (个/m <sup>2</sup> )				总现存量	生物量 (g/m <sup>2</sup> )				总现存量
	环节动物	软体动物	甲壳动物	鱼类		环节动物	软体动物	甲壳动物	鱼类	
1	60	440	0	0	500	5.80	78.36	0	0	84.16
2	40	340	0	0	380	2.08	147.14	0	0	149.22
3	200	7 640	0	0	7 840	4.90	403.16	0	0	408.06
4	400	1 960	0	0	2 360	5.44	230.84	0	0	236.28
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	5 400	1 200	40	0	6 640	59.74	6.33	0.52	0	66.59
7	320	280	0	0	600	1.68	39.64	0	0	41.32
8	180	100	0	0	280	1.28	2.64	0	0	3.92
9	80	100	0	0	180	1.04	24.48	0	0	25.52
10	100	8 760	0	0	8 860	4.68	1 322.5	0	0	1 327.2
11	100	5 640	0	0	5 740	2.76	643.24	0	0	646.00
12	100	100	0	0	200	2.50	7.56	0	0	10.06
13	0	320	0	0	320	0	38.24	0	0	38.24
14	80	1 280	60	0	1 420	2.28	120.88	26.32	0	149.48
15	0	140	0	60	200	0	14.68	0	7.96	22.64

的现存量却较多。在第 3, 4, 6, 10, 11, 14 等采样点, 底栖动物的密度都在 1 000 个/m<sup>2</sup> 以上, 除 6 号采样点外, 生物量均超过 100 g/m<sup>2</sup>。总平均密度为 2 364 个/m<sup>2</sup>, 总平均生物量 213.38 g/m<sup>2</sup>。生物量的组

表 5 深圳湾各采样点生物多样性指数

Tab.5 Biological diversity index at each sampling point in Shenzhen Bay

采样点	生物多样性指数		
	浮游植物	浮游动物	底栖动物
1	0.89	1.92	1.24
2	1.07	1.58	0.71
3	1.29	2.17	0.67
4	1.50	2.82	1.05
5	1.46	1.97	
6	1.14	2.50	1.60
7	1.09	1.73	1.76
8	0.90	2.05	1.14
9	1.03	2.18	1.82
10	0.65	0.96	0.66
11	0.75	1.23	0.71
12	0.39	1.50	1.30
13	0.46	0.96	0.72
14	0.59	0.80	0.89
15	0.47	0.87	0.87

成以软体动物占绝对优势,平均 205.31 g/m<sup>2</sup>,占总平均生物量的 96%,个体密度占总平均密度的 80%。环节动物在 6 号采样点较丰富,密度为 5 400 个/m<sup>2</sup>,生物量为 59.74 g/m<sup>2</sup>。深圳湾底栖动物密度和生物量分布见表 4。

### 2.3 生物多样性指数

根据 Margalef 多样性指数公式:  $d = (S-1) \ln N$  计算结果表明,深圳湾浮游生物和底栖生物的生物多样性指数较低。如以 2,9,10 号采样点为界进行分析,湾内段和湾口段的藻类生物多样性指数差异明显。湾内段各采样点的指数均不足 1,平均 0.69,而湾内各点均大于 1,平均 1.19。浮游动物多样性指数变化与浮游植物的大体一致。底栖动物在 7,9 两个采样点的指数较高外,其余各点普遍较低(表 5)。

## 3 讨论

### 3.1 对深圳湾浮游植物、浮游动物和底栖动

物种类与数量的调查结果表明,这三类生物均较 1996 年中国水产科学研究院南海研究所的调查结果有明显变化。据 1996 年南海所的调查资料,浮游植物计硅藻 13 属 22 种,蓝藻 1 种。优势种为角毛藻属和圆筛藻属。而我们本次调查结果中计硅藻 12 属、绿藻 11 属、蓝藻 7 属、裸藻和金藻各 1 属,共 32 属 45 种。优势种为湖沼圆筛藻、具星小环藻和直链藻。数量上 1996 年的资料平均  $11.36 \times 10^6$  个/m<sup>3</sup>,而本次调查为  $6.43 \times 10^9$  个/m<sup>3</sup>,增加三个数量级。浮游动物种类 1996 年 29 种,现为 37 种,其数量级波动在 514.0~8 949.2 个/L 之间,平均 1 690.8 个/L,增加也明显。而底栖动物种类则较 1996 年平均减少 41%,但个体数量却大大增加,按平均生物量计 (g/m<sup>2</sup>),1996 年为 7.23,1998 年则升至 213.38,增加了近 30 倍。上述变化,可能与深圳湾的生态环境变化有关。近年来深圳湾周围社会发展迅速,排入深圳湾的河水污染也较严重,无疑会对深圳湾的生态环境造成一定的影响。据 1996 年南海水产所的调查报告,深圳湾的海水质量、沉积物质量均有明显变化,海水中无机氮和无机磷含量分别高出水质评价标准的 13 倍和 9.4 倍。这为藻类的繁殖提供了丰富的营养源,从而也为浮游动物和底栖动物的繁殖创造了条件。

3.2 由海湾藻类和浮游生物种类和数量分布的等值线可以看出,它们的变化与水质河口的距离有关,即愈靠近河口,浮游动物的种类和数量愈多。这种随距河口距离增加三类生物逐渐减少的现象与深圳湾系淡、海水汇合处,生物组成和数量变化均受淡水的影响逐渐减弱有关。

3.3 根据海湾三类生物的生物多样性指数总的偏低,湾口段较湾内段显得更低且差异明显的事实说明,淡水种类在湾口段各站点逐渐减少甚至完全消失是其主要原因。

### 参考文献

- 1 王家辑.中国淡水轮虫志.北京:科学出版社,1961。
- 2 厦门水产学院.海洋浮游生物学.北京:农业出版社,1988。
- 3 张玺,齐钟彦.南海的双壳类软体动物.北京:科学出版社,1960。

# INVESTIGATION OF PLANKTON AND BENTHOS IN SHENZHEN BAY

WU Zhen-bin<sup>1</sup> HE Feng<sup>1</sup> FU Gui-ping<sup>1</sup> KUANG Qun-jun<sup>1</sup> LEI Zhi-hong<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> State Key Laboratory of Freshwater Ecology and Biotechnology, Institute of Hydrobiology, The Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072)

(<sup>2</sup> Shenzhen Institute of Environmental Sciences, 518031)

Received: Jun., 4, 2001

**Key Words:** Shenzhen Bay, Plankton, Zoobenthos, Species and amounts distribution

## Abstract

In this paper, the species, amounts and distribution situation of phytoplankton, zooplankton and zoobenthos in Shenzhen Bay are studied. The results showed that the freshwater species were predominant, and 45 species of algal (5 phylums, 32 genera), in which 18 species of Bacillariophyta belong to 12 genera, 15 species of Chlorophyta one genus, 10 species of Cyanophyta 7 genera, and one specie of Euglenophyta and Chrysophyta; 37 species of zooplankton, in which 9 species of Protzoa, 14 species of Rotifera, 2 species of Euglenophyta, 8 species of Copepoda, 4 species of zooplankton laevae *et al*; 20 species of zoobenthos in which 7 species of Plochaeta in Annelida, 2 species of Oligochaeta, 8 species of Mollusca, 2 species of Crustacea and one specie of fish were found in the bay.

The distribution and amount characteristic of plankton and benthos are: the number of algal cells ranged from 2.4 to  $14 \times 10^6$  cell/L, average  $6.43 \times 10^6$  cell/L; the number of zooplankton cells ranged from 514 to 8 049.2 ind/L, average 1 690.8 ind/L; the number of zoobenthos cells ranged from 180 to 8 860 ind/m<sup>2</sup>, average 2 364 ind/m<sup>2</sup>. The amount of these three kinds of organisms are closely related to the distance from the stream outlet of Shenzhen River. The diversity indices differed obviously between inside and outside of the bay, and are at low average level.