

深圳福田红树林保护区浮游植物群落的季节变化及其生态学研究

陈长平, 高亚辉, 林 鹏

(厦门大学生命科学院, 福建 厦门 361005)

摘要: 对深圳福田红树林保护区浮游植物群落结构和季节变化进行研究. 共鉴定到浮游植物 5 门 25 属 75 种, 其中硅藻门 21 属 68 种, 蓝藻门 1 属 1 种, 甲藻门 1 属 1 种, 绿藻门 1 属 3 种, 裸藻门 1 属 3 种. 密度的季节变化范围为 $1.0 \times 10^6 \sim 5.0 \times 10^6$ 个/L, 平均密度为 2.7×10^6 个/L. 赤潮藻和耐污染特征的种类如威氏海链藻和微小环藻等是浮游植物的主要成分. 底栖性、附着性和淡水性的种类在浮游植物中经常出现. 与以前的研究比较, 福田红树林区水体浮游植物群落朝着种类个体变小、种类数减少、密度增加、耐污染种类增加的方向变化, 这反映了该红树林区水体富营养化程度高, 水质持续恶化.

关键词: 福田红树林保护区; 浮游植物; 硅藻; 底栖

中图分类号: Q 948.8

文献标识码: A

文章编号: 0438-0479(2005)Sup 001 F 05

红树林区的浮游植物是红树林生态系统中除红树植物、底栖藻类外的又一重要生产者, 是海洋动物尤其是海洋动物幼虫和幼体的直接饵料^[1]. 一些浮游植物如骨条藻等可作为“三废指标”的指示种, 也是海水富营养化、发生赤潮的主要生物之一^[2-4]. 浮游植物的大量繁殖与红树林区某些浮游动物的大量爆发有着密切关系^[5]. 研究红树林中的浮游植物群落结构可以更好地说明红树林生态系统的独特生态功能及在河口海岸中的重要性, 而且可以指示红树林区水体质量. 目前对我国红树林区浮游植物的研究比较缺乏, 特别是在浮游植物群落结构的季节变化方面^[6,7]. 本文通过对深圳福田红树林区浮游植物群落结构和生态学的研究, 了解浮游植物在红树林内的分布和生态作用, 对红树林生态系统基础资料的补充和在监测保护红树林环境方面具有重要的意义.

1 材料与方法

1.1 取样地点

深圳湾东北岸的福田红树林鸟类自然保护区位于北纬 $22^{\circ}32'$, 东经 $114^{\circ}03' \sim 114^{\circ}05'$ 之间, 该保护区东起深圳河口皇岗, 西至车公庙, 北到广深高速公路, 南达海滩外 5.1 km 处, 保护面积 304 hm², 其中红树林面积 66.7 hm², 以深圳河为界, 与香港米埔红树林自

然保护区隔水相望. 年均温 22.5℃, 最热月均温(7月) 28.7℃, 最冷月均温(1月) 15.0℃, 年均降水量 1 926.80 mm, 年均相对湿度 79%. 红树林生长在水陆交界的潮间带, 林外是广阔平坦的滩涂湿地, 淤泥的平均厚度达 3 m, 海岸线曲折, 小河或排水沟通过红树林并在滩涂上形成潮沟. 深圳湾的潮汐属不规则的半日潮, 由低低潮上涨至低高潮的涨潮差约 1 m, 由高低潮到高高潮的涨潮差约 2 m.

1.2 研究方法

于 2001 年 4 月到 2003 年 1 月对深圳福田红树林区水体浮游植物群落的变化进行研究, 分别于 1 月(冬)、4 月(春)、7 月(夏)、10 月(秋) 现场采样. 高潮时在林内外和林缘采集表层海水共 3 L, 用 Lugol's solution 固定, 静置, 沉淀, 逐步浓缩到 50 mL. 取 0.1 mL 于显微镜下用浮游植物计数框进行种类鉴定和计数^[8].

2 结果与讨论

2.1 浮游植物的种类组成

深圳福田红树林保护区鉴定到浮游植物 5 门 25 属 75 种, 其中硅藻门 21 属 68 种, 占总种类数的 90.7%, 蓝藻门 1 属 1 种, 甲藻门 1 属 1 种, 绿藻门 1 属 3 种, 裸藻门 1 属 3 种(表 1).

收稿日期: 2005-04-05

基金项目: 福建省自然科学基金(D0210003), 厦门大学科技创新项目(XDKJCX20041018)资助

作者简介: 陈长平(1979-), 男, 博士.

表 1 深圳福田红树林水体浮游植物群落的种类组成和密度

Tab.1 Composition and density of phytoplankton community in water under mangrove forest in Futian of ShenZhen City, China

门类	种类	2001 年			2002 年			2003 年	
		4	7	10	1	4	7	10	1
硅藻门	短柄曲壳藻				0.8				
	咖啡形双眉藻	2.7	2.7	0.6					
	具槽直链藻	53.3							
	尤氏直链藻					0.6		0.2	
	念珠直链藻								0.5
	奇异棍形藻		1.3	0.1	0.8			0.1	0.1
	美壁藻未知种 1					0.2			
	卵形藻未知种 1					0.6			
	弓束圆筛藻			0.1					
	琼氏圆筛藻					0.1			
	线形圆筛藻						4.0	0.1	0.1
	辐射圆筛藻		1.3	0.1	0.1				
	圆筛藻未知种 1					0.1			
	极微小环藻		1133.3	315.0					
	微小环藻		1200.0	135.0			2880.0		
	梅里小环藻	2.7			2.4				
	条纹小环藻		1.3					2.0	14.0
	条纹小环藻双斑点变种		222.2						
	柱状小环藻	2.7		0.1	0.1				
	小环藻未知种 1					0.3			0.5
	新月细柱藻			0.6					
	细柱藻未知种 1			0.1				0.5	
	地中海指管藻								0.5
	史密斯双壁藻					0.1		0.1	
	尖布纹藻								3.0
	波罗的海布纹藻中华变种					0.1			
	簇生布纹藻薄喙变种						4.0		
	刀形布纹藻		5.3			0.2	8.0	0.1	
	布纹藻未知种 1					0.3			
	布纹藻未知种 2						4.0		
	斯氏布纹藻					0.4			
	丹麦细柱藻			0.1					
	内实舟形藻					0.1			
	截端舟形藻					2.4			
	缝舟形舟形藻			0.1	2.4			0.1	0.1
	喙头舟形藻			0.3					
	柔弱舟形藻		269.4	165.0	1.6		4.0		
	舟形藻未知种 1	2.7		0.4		0.8	4.0	0.5	3.0
	舟形藻未知种 2	29.3	2.7		0.8				
	尖锥菱形藻		2.7						
新月菱形藻					0.1				

表 1(续)

门类	种类	2001 年			2002 年			2003 年	
		4	7	10	1	4	7	10	1
硅藻门	簇生菱形藻	10.7	2.7		8.0	0.2	4.0		0.1
	碎片菱形藻	45.3	10.7	2.2	101.6		780.0	0.1	43.0
	颗粒菱形藻					0.2			
	长菱形藻				0.8				2.0
	洛氏菱形藻	2.7			4.0			0.5	3.0
	较大菱形藻线形变种					0.3		0.5	
	钝头菱形藻					0.3			
	钝头菱形藻刀形变种	2.7			1.6			0.5	
	琴式菱形藻	5.3		0.3	1.6	2.1			0.1
	琴式菱形藻小型变种		2.7						
	弯菱形藻	26.7		0.3	0.1	1.2	4.0		
	纤细菱形藻	2.7				3.8			
	菱形藻未知种 1		5.3	0.1		0.1	4.0		5.0
	菱形藻未知种 2			0.5					
	伊氏斜纹藻				0.8	1.0		0.5	
	美丽斜纹藻	2.7	2.7			0.3			0.5
	海洋斜纹藻	5.3				2.1			
	斜纹藻未知种 1					0.3	8.0		
	斯氏根管藻								22.0
	中肋骨条藻	24.0		4.0	9.6			53.5	3211.5
芽形双菱藻	2.7				0.1		0.1		
华丽针杆藻					0.1				
针杆藻未知种 1					0.1			0.5	
菱形海线藻	2.7	10.7	0.2		0.2		0.5	0.1	
太平洋海链藻								0.5	
威氏海链藻	613.3	133.0	402.2	1395.0	1720.0	8.0	3690.0	1483.0	
硅藻未知种 1					0.1				
蓝藻门	颤藻未知种 1	320.0			120.0	240.0			
甲藻门	裸甲藻未知种 1	18.7							
绿藻门	被甲栅藻		10.7						
	二形栅藻						8.0		
裸藻门	静裸藻	8.0							
	密盘裸藻	2.7							
	裸藻未知种 1				5.6	0.1	0.5	182.0	
	种类数(种)	24	19	22	21	34	14	19	23
	总密度	1189.6	3020.7	1027.4	1660.1	1976.6	3724	3750.4	4975.1

2.2 浮游植物密度的季节变化

深圳福田红树林水体浮游植物密度的变化范围为 $1.0 \times 10^6 \sim 5.0 \times 10^6$ 个/L, 平均密度为 2.7×10^6 个/L(图 1)。2001~2002 年 4 个季节中夏季密度最高, 为 3.0×10^6 个/L, 2002~2003 年个季节中冬季密度最高, 为 5.0×10^6 个/L。每个季度浮游植物密度均已达

到富营养化的水平(10^6 个/L), 2002~2003 年平均密度比 2001~2002 年平均密度高出近二倍, 说明水体富营养化加剧, 水质趋向恶化。

2.3 浮游植物优势种和种类数的季节变化

深圳福田红树林保护区水体浮游植物的优势种见表 2。微型硅藻和耐污染种类在浮游植物群落中占有

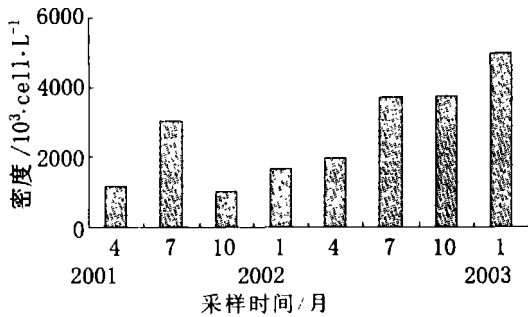


图1 福田红树林区水体浮游植物密度的季节变化

Fig. 1 Seasonal changes of phytoplankton community density at water of mangroves in Futian of Shenzhen City, China

优势地位. 威氏海链藻和小环藻是浮游植物的主要种类, 中肋骨条藻在 2003 年冬季成为优势种类. 有污染特征的蓝藻门种类颤藻在 2001 年夏季也是主要种类之一.

浮游植物种类数较低, 变化范围为 14~ 24 种, 平

表2 深圳福田红树林水体浮游植物的优势种及其占总密度的百分比

Fig. 2 Dominant species and their percentage in phytoplankton in water of mangroves in Futian of Shenzhen City, China

年份	月份	优势种	百分比/ % *
2001 年	4	威氏海链藻	51.6
		颤藻未知种 1	26.9
	7	微小环藻	39.7
	10	极微小环藻	37.5
		威氏海链藻	39.2
	1	极微小环藻	30.7
		威氏海链藻	80.0
2002 年	4	威氏海链藻	87.0
	7	微小环藻	77.3
	10	威氏海链藻	98.4
		1	中肋骨条藻

* 占总密度的百分率(%), 其它非优势种之和未列出.

均种类数为 22 种, 春季种类数较高, 达 24 种, 夏季种类数较低, 仅为 14 种.

2.4 浮游植物群落结构分析

深圳福田红树林水体浮游植物群落多样性指数变化范围为 0.134~ 2.244, 平均多样性指数为 1.268, 均匀度变化范围为 0.031~ 0.496, 平均均匀度为 0.289, 优势度变化范围为 0.290~ 0.968, 平均优势度为 0.569. 每个季节浮游植物的多样性指数均小于 3, 而且多样性指数和均匀度逐渐减小, 优势度逐渐增加(表 3), 说明水体环境恶化.

2.5 福田红树林保护区浮游植物的生态作用和特征

1) 浮游植物以硅藻门种类为主, 分别占总种类数和密度的 90.7% 和 95.7%. 同时出现多种绿藻、裸藻等. 有污染特征性的蓝藻门种类(颤藻)、裸藻门种类在水中经常出现, 并且颤藻密度较高, 最高可达 3.2×10^5 个/L.

2) 底栖性和附着性的硅藻在浮游植物中大量存在, 约占总种类数的 40% 和 10%. 由于在红树林阻挡下, 林前冲刷的潮汐和风浪的影响, 底栖硅藻极易悬浮于水体中, 起到丰富浮游植物的作用.

3) 淡水性的种类在浮游植物群落中经常出现, 如颤藻、裸藻等种类, 说明水质属咸淡水性质.

4) 赤潮藻和耐污染特征的种类是浮游植物的主要成分. 赤潮藻如威氏海链藻、中肋骨条藻等在多个季节成为绝对优势种, 耐污染的藻类如微小环藻、极微小环藻、颤藻、裸藻等在浮游植物中大量存在. 浮游植物的密度在每个季度均达到富营养化的水平, 并且有继续增加的趋势. 有毒的赤潮藻如裸甲藻等也偶然出现.

5) 与以前的研究比较^[7], 福田红树林区水体浮游植物群落朝着种类个体变小、种类数减少、密度增加、耐污染种类增加的方向变化, 这反映了该红树林区水体富营养化程度高, 水质持续恶化.

2.6 小结

深圳福田红树林保护区浮游植物以硅藻门种类为

表3 深圳福田红树林水体浮游植物集群结构分析

Tab. 3 Structure of phytoplankton assemblages in waters of mangroves in Futian of Shenzhen City, China

	2001 年			2002 年				2003 年
	4	7	10	1	4	7	10	1
优势度	0.344	0.314	0.290	0.715	0.772	0.642	0.968	0.507
多样性指数	2.244	2.033	1.957	0.959	0.635	0.920	0.134	1.264
均匀度	0.496	0.479	0.439	0.218	0.125	0.242	0.031	0.279

主,并有多种绿藻、裸藻等。大量的底栖和附着硅藻以及淡水性藻类是该红树林区浮游植物组成的特点。赤潮藻和耐污染的藻类在浮游植物群落中占有优势地位。浮游植物的组成和结构反映了该红树林区水体富营养化程度高,水质趋向恶化。

参考文献:

- [1] 林鹏. 红树林[M]. 北京: 海洋出版社, 1984. 1- 102.
- [2] 李少菁. 厦门港几种海洋浮游桡足类的食性与饵料成分的初步研究[J]. 厦门大学学报(自然科学版), 1964, 11(3): 93- 109.
- [3] 郑重, 张松踪, 李松. 中国海洋浮游桡足类(上卷)[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1965. 144- 156.
- [4] Vicente H J. Monthly population density fluctuation and vertical distribution of meiofauna community in tropical muddy substrate[J]. Asian Fisheries Forum, Tokyo (Japan), 1989, (4): 17- 22.
- [5] Nicholas W L, Stewart A C, Marples T G. Field and laboratory studies of *Desmodora cazca* Gerlach, 1956 (*Desmodoridae*: Nematoda) from mangrove mud flats[J]. Nematologica 1988, 34(3): 331- 349.
- [6] 陈坚, 范航清, 陈成英. 广西英罗湾红树林区水体浮游植物种类组成和数量分布的初步研究[J]. 广西科学院学报, 1993, 9(2): 31- 33.
- [7] 刘玉, 陈桂珠. 深圳福田红树林区藻类群落结构和生态学研究[J]. 中山大学学报(自然科学版), 1997, 36(1): 102- 106.
- [8] 金德祥, 陈金环, 黄凯歌. 中国海洋浮游硅藻类[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1965. 1- 230.

Study on the Seasonal Changes of Phytoplankton Community and Its Ecology in Futian Mangrove Reserve of Shenzhen, China

CHEN Chang ping, GAO Ya hui, LIN Peng

(School of Life Sciences, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract: Seasonal changes and ecology of phytoplankton in mangrove reserves in Futian, Shenzhen were studied. Totally 75 species belonging to 25 genera in 5 phyta were identified, among which 68 taxa in 21 genera belonged to Bacillariophyta, 1 taxa in 1 genera for Cyanophyta and Pyrrophyta, and 3 taxa in 1 genera for Euglenophyta and Chlorophyta, respectively. Density varied from 1.0×10^6 to 5.0×10^6 ind./L, and average density was 2.7×10^6 ind./L. Redtide causive species and pollution tolerance species such as *Thalassiosira weissflogii* and *Cyclotella caspia* were dominant in phytoplankton. Benthic, epiphytic and freshwater species occurred frequently. Comparison with former study, phytoplankton community in mangrove reserves of Futian were characterized by smaller species, less species number, increasing density and more pollution tolerance species, showing eutrophic and deteriorated water.

Key words: mangrove reserves in Futian; phytoplankton; diatom; benthic