中山大学学报 (自然科学版)
第 36卷 第 1期 ACTA SCIENTIARUM NATURALIUM Vol. 36 No. 1
1997年 1月 UNIVERSITATIS SUNYATSENI Jan. 1997

深圳福田红树林区藻类群落结构和生态学研究[20]

刘 玉 陈桂珠
(中山大学环境科学研究所, 广州 510275)

摘 要 对深圳福田红树林 5个分布区的藻类种群、群落结构及生态学进行研究,得出其藻类种类数依次为 27, 37, 53, 32和 34, 藻类密度依次为 764 800, 224 000, 1 062 000, 374 400和 2 387 600个/L. 下沙中藻类出现种类最多; 保护区藻类密度最高, 达超富营养水平. 每区均以硅藻门藻类为绝对优势种类. 此外尚有裸藻门及蓝藻门、绿藻门、隐藻门、金藻门出现. 每个样区藻类的种群、群落构成有其特殊性, 和藻类本身特性及浮游动物有较大关系. 较高的藻类种群数量使红树林区具有极大的原初生产力而且有助于稳定红树林湿地的生态功能.

关键词 红树林, 藻类, 种群, 密度, 群落, 生态
分类号 Q 948. 1

我国红树林主要分布在东南沿海省区. 深圳福田红树林是国家级红树林自然保护区之一, 位于深圳湾东北部, 有多个区域分布[1]. 藻类是红树林生态系统中重要的一级. 由于红树林特殊的生境, 藻类不仅种类丰富, 多样性高, 对近岸水域次级生产有促进作用, 而且具多种生态功能. 研究红树林中的藻类种群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[2, 3]. 本文通过对深圳福田百亩试验区、上沙、下沙、沙嘴、保护区 5个红树林保护区的藻类种群和群落结构及其生态学的研究, 了解不同红树林区的藻类构成特征及藻类的生态功能, 为研究整个红树林生态系统的作用、功能提出科学的、基础的资料.

1 采样与分析方法

于 1994年 12月对百亩试验区、上沙、下沙、沙嘴、保护区 5个红树林区退潮后外滩海水采水样, 用 Lugol's solution固定, 固定水样 500 mL, 全部浓缩至 80 mL. 藻类种类及密度采用显微镜镜检、分类、计数统计方法对藻类的种类和密度进行分析. 藻类种类鉴定依据淡水、咸淡水、浮游、底栖藻类分类等多种方法进行[4-7].

2 结果与讨论

2.1 红树林区藻类的种群结构

藻类在不同红树林区种类及密度组成不同, 5个采样区藻类组成见表 1.

[20] 收稿日期: 1995-12-18 刘玉, 女, 32岁, 副教授

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://w

表 1 5 个红树林区藻类种类及密度组成

Tab. 1 Species compositions and densities of algae in 5 mangrove areas / (10^3个·L^{-1})

藻类	百亩试验区	上沙	下沙	沙嘴	保护区
双头菱形藻 (*Nitzschia amphibia*)	252.8		3.2		928.0
碎片菱形藻 (*Nit. frustulum*)	204.8	32.0	384.0	128.0	832.0
丝形菱形藻 *Nit. filiformis*)	3.2				224.0
舟形菱形藻 (*Nit. navicularis*)	3.2				
菱形藻 (*Nit. spectabilis*)	128.0		112.0		156.8
中缝菱形藻 (*Nit dissipata*)		3.2			
菱形藻 (*Nit. delicatissima*)		3.2			
颗粒菱形藻 (*Nit. granulata*)		3.2			
海洋菱形藻 (*Nit. marina*)		3.2	22.4	3.2	
钝头菱形藻 (*Nit. obtusa*)		6.4			
钝头菱形藻刀形变种 (*Nit obtusa* var. *scalpelliformis*)			3.2		35.2
琴式菱形藻 (*Nit. panduriformis*)		3.2			38.4
毕氏菱形藻 (*Nit. petitiana*)		6.4			
弯菱形藻 (*Nit. sigma*)		6.4	32.0		
拟螺旋菱形藻 (*Nit. sigmoidea*)		3.2		6.4	
小伪菱表藻 (*Pseudo-Nit. sicula*)			89.6		
小伪菱形藻漂白变种 (*Pseudo-Nit. sicula* var. *bicuneata*)		3.2			32.0
尖锥菱形藻 (*Nit. acuminata*)			16.0		
新月菱形藻 (*Nit. closterium*)			3.2		
卵形菱形藻 (*Nit. cocconeiformis*)			3.2		
长菱形藻 (*Nit. longissima* (Breb.) Ralfs)			22.4		
长菱形藻 (*Nit. longissima* var. *reversa*)			6.4		
匈牙利菱形藻 (*Nit. hungarica*)				3.2	
披针菱形藻 (*Nit. lanceolata*)				22.4	300.8
纤细菱形藻 (*Nit. subtilis*)				6.4	54.4
拟弯曲菱形藻 (*Nit. sigmoidea*)					
透明菱形藻 (*Nit. vitrea*)				3.2	3.2
杂种菱形藻 (*Nit. hybrida*)					22.4
双头舟形藻 (*Navicula dicephala*)			3.2	6.4	3.2
远距舟形藻 (*Nav. distans*)	80.0	3.2	22.4		
膜状舟形藻 (*Nav. membranacea*)	22.4	6.4	32.0	9.6	
最小舟形藻 (*Nav. minima*)			28.8	41.6	
羽状舟形藻 (*Nav. pinna*)	3.2		9.6	3.2	
纤细舟形藻 (*Nav. gracilis*)			3.2		
盐生舟形藻 (*Nav. salinarum*)			6.4		
直舟形藻 (*Nav. directa*)				9.6	
直舟形藻爪哇变种 (*Nav. directa* var. *javanica*)				9.6	
披针型圆环舟形藻 (*Nav. placentula fo. lanceolata*)				3.2	
微缘舟形藻斯来变种 (*Nav. viridula* var. *slesvicensis*)					44.8
磨石形羽纹藻 (*Pinnularia molaris*)	3.2	3.2		16.0	73.6
不等胸隔藻 (*Mastogloia inaequalis*)			32.0		80.0
矮小胸隔藻 (*Mas. pumila*)			137.6	89.6	406.4
微小胸隔藻亚头状变种 (*Mas. pusilla* var. *subcapitata*)			73.6	16.0	
华丽双壁藻 (*Diploneis splendica*)	6.4	9.6	9.6		
埃氏双壁藻 (*Dip. rutilans*)	22.4				
淡褐双壁藻海生变种 (*Dip. fusca* var. *pelagica*)			3.2	3.2	
脓泡双壁藻 (*Dip. papula*)				3.2	
线状双眉藻 (*Amphora lineolata*)	16.0	6.4			
线状双眉藻中国变种 (*Amp. lineolata* var. *chinensis*)					3.2
平滑双眉藻 (*Amp. laevis*)		3.2			
简单双眉藻 (*Amp. exigua*)			3.2		
短小曲壳藻 (*Achnanthes brevipes*)	9.6				
柯氏曲壳藻 (*Ach. Clevei*)			28.8	38.4	
短柄曲壳藻变狭变种 (*Ach. brevipes var. angustata*)			16.0		
纤细桥弯藻 (*Cymbella gracilis*)	3.2				

(接下页)

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://w

(续表 1)

藻　　类	百亩试验区	上沙	下沙	沙嘴	保护区
桥弯藻 (*Cym* spp.)					3. 2
透明等片藻 (*Diatoma hyalina*)	3. 2				
等片藻一变种 (*Dia. vulgare* var. *capitulata*)	3. 2				
流水双菱藻 (*Surirella fluminensis*)	3. 2				
斯氏布纹藻 (*Gyrosigma spencerii*)	9. 6			6. 4	
波罗的海布纹藻 (*Gyr. balticum*)			96. 0	9. 6	16. 0
簇生布纹藻 (*Gyr. fasciola*)			12. 8		
长尾布纹藻 (*Gyr. macrum*)			6. 4		
中型曲舟藻 (*Pleurosigma intermedium*)	25. 0	3. 2	28. 8	3. 2	3. 2
诺马斜纹藻 (*Pleu. normanni*)				3. 2	140. 8
斜纹藻 (*Pleu. rectum*)				3. 2	
近缘斜纹藻 (*Pleu. affine*)					3. 2
宽角斜纹藻 (*Pleu. angulatum*)					134. 4
舟形斜纹藻 (*Pleu. naviculaceum*)					176. 0
海洋斜纹藻 (*Pleu. pelagicum*)					144. 0
盐生斜纹藻 (*Pleu. salinatum*)					67. 2
掌状冠盖藻 (*Stephanopyxis palmeriana*)	35. 2				
中肋骨条藻 (*Skeletonema costatum*)	19. 2				
角毛藻 (*Chaetoceros* sp.)	3. 2				
鼓形伪短缝藻 (*Pseudo-Eunotia doliolus*)			3. 2		
襄凸三角藻 (*Triceratium gibbosum*)	6. 4	6. 4	9. 6		
钝头盒形藻 (*Biddulphia obtusa*)			6. 4		
翼茧形藻 (*Amphiprora alata*)		16. 0		12 8	9. 6
盾卵形藻易变变种 (*Cocconeis scutellum* var. *varians*)				3. 2	
星芒小环藻 (*Cyclotella stelligera*)		6. 4	6. 4		9. 6
疏辐同心扭曲小环藻 (*Cyc. comta* var. *oligactis*)	3. 2				
纤细细柱藻 (*Cylindrotheca gracilis*)					198. 4
贪食拟裸藻 (*Euglenopsis vorax*)			6. 4		
剑蚤柄裸藻 (*Colacium cyclopicola*)			6. 4		
长尾扁裸藻 (*Phacus longicauda*)	3. 2				
尖尾扁裸藻 (*Pha acuminatus*)			6. 4		
尾扁裸藻 (*Pha caudatus*)		3. 2			
扁裸藻 (*Pha.* spp.)			12. 8		
具尾裸藻 (*Euglena caudata*)			3. 2		
静裸藻 (*Eug. deses*)			9. 6		3. 2
细小裸藻 (*Eug. gracilis*)			22. 4		
易变裸藻 (*Eug. mutabilis*)			16. 0		
多形裸藻 (*Eug. polymorpha*)			6. 4		
绿色裸藻 (*Eug. viridis*)			16. 0		
变形裸藻 (*Eug. variabilis*)			3. 2		
带形裸藻 (*Eug. ehrenbergii*)					3. 2
弯曲裸藻 (*Eug. geniculata*)					3. 2
三星裸藻 (*Eug. tristella*)					3. 2
鱼形裸藻 (*Eug. pisciformis*)					6. 4
细丝藻 (*Ulothrix tenerrima*)	3. 2		3. 2	3. 2	
相似丝藻 (*Ulo. aequalis*)		3. 2			
栅藻 (*Scenedesmus* sp.)			3. 2		
弱细颤藻 (*Oscillatoria tenuis*)		6. 4			
湖生颤藻 (*Osci. lacustris*)		3. 2			
颤藻 (*Osci.* sp.)			3. 2	6. 4	
汉氏束毛藻 (*Trichodesmium hildebrantii*)			3. 2		
隐藻 (*Hemiselmis cyclopea*)		6. 4			
隐藻 (*Cryptomonas salinax*)		3. 2			
橄榄肾形藻 (*Nephroselmis olivacea*)			16. 0		
蓝绿原金藻 (*Protochrysis phaeophycearum*)			3. 2		
淡红金椰藻 (*Chrysococcus rufescens*)				3. 2	
长刺鱼鳞藻 (*Mallomonas longiseta*)				12 8	
未定名藻种	48. 0				

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://w

百亩试验区中藻类共出现 27个种类，17个属类，分属硅藻门、绿藻门和裸藻门 3个门类. 以硅藻门种类占绝对优势，出现 25种. 其中以菱形藻属、舟形藻属种类出现较多，分别都有 5个种类出现. 出现密度最高的是双头菱形藻，为 252 800个 /L. 此外，也发现有浮游动物中的一种枝角类出现. 藻类密度为 764 800个 /L.

在上沙中共出现 37种藻类，14个属类，分属硅藻门、蓝藻门、隐藻门、裸藻门和绿藻门 5个门类. 其中硅藻门种类占绝对优势，种类组成百分比为 62%. 单种密度最高碎片菱形藻为 32 000个 /L，另有轮虫类及桡角类出现. 藻类密度为 224 000个 /L.

在下沙红树林中，藻类种类出现最多，共 53种藻类，分属 22个属，5个门，即硅藻门、裸藻门、蓝藻门、绿藻门及隐藻门. 密度最高的矮小胸隔藻，单种密度为 137 600个 /L. 优势属类为菱形藻属、舟形藻属、布纹藻属、胸隔藻属、裸藻属等 5属. 分别有 12种菱形藻、7种舟形藻、3种布纹藻、3种胸隔藻及 7种裸藻属种类出现. 裸藻门出现种类次多，为 12个种类，余硅藻门种类为优势种类. 硅藻门种类出现百分比为 66%，裸藻门种类出现百分比为 22.6%. 无浮游动物类出现. 藻类密度为 1 062 000个 /L.

沙嘴红树林区中藻类种类、数量较丰富，共出现 32种藻类，分属 15个属，4个门，即硅藻门、蓝藻门、绿藻门和金藻门. 单种密度最高的矮小胸隔藻为 89 600个 /L. 余硅藻门种类为优势类群. 出现百分率为 87.5%. 此外，有一种原生动物出现. 藻类密度为 374 400个 /L.

保护区红树林藻类由 34种组成，分属 11个属，2个门类，即硅藻门、裸藻门. 单种密度最高为矮小胸隔藻，高达 406 400个 /L. 裸藻门出现 5个种类，余 29种硅藻门种类成为优势类群. 硅藻门种类出现百分率为 85%，裸藻门为 15%. 无浮游动物类出现. 保护区中藻类密度为 2 374 400个 /L，为 2×10^7 级，藻类密度已为超富营养水平.

从以上 5个红树林区的藻类调查结果来看，由于红树林生境的特性，生长在红树林中的藻类不仅种类丰富、多样性高，而且其密度也较大，说明其生物量高，由此对红树林整个生态系统的生产力起到较大作用.

2.2 红树林区藻类的群落学研究

2.2.1 百亩试验区藻类群落构成 ① 出现 2种纯咸淡水性浮游性藻类掌状冠盖藻和中肋骨条藻. ② 底栖性藻类较多，如双壁藻、双眉藻、曲壳藻、桥弯藻、双菱藻、及部分菱形藻和舟形藻种类等. ③ 出现斯氏布纹藻、中型曲舟藻两种咸淡水底栖性种类. 此外，该区藻类以中—大个体种类为主，较少极小个体或极大个体出现.

2.2.2 上沙藻类群落构成 极大地受到浮游动物的影响，由于该区浮游动物出现的种类较多，个体较大，而浮游动物是以摄食浮游藻类为主，故该区藻类群落构成特点为：① 极小和极大个体藻类出现相对较多，可能与它们不易被摄食有关；② 藻类细胞死壳多，和浮游动物摄食有关；③ 带鞭毛的小个体藻类出现较多，出现海洋性的两种隐藻，是可能发生赤潮的隐藻类；④ 无法定名的藻类较多，共出现 8种难以定名藻种；⑤ 菱形藻属出现种类较多.

2.2.3 下沙藻类群落构成 其明显特点是：① 藻类出现种类最多、密度也最高；② 极大个体和大个体藻类出现较多；③ 裸藻门中藻类出现的属类多、种类多且密度很高；④ 海洋性藻类出现较多，如长尾布纹藻和簇生布纹藻等；⑤ 有典型的海洋性蓝藻出现，如汉氏束毛藻；⑥ 菱形藻属和裸藻属出现种类最多，为优势类群.

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://w

2.2.4 沙嘴藻类群落构成　以中、大个体藻类为主; 有两种金藻门种类出现.

2.2.5 保护区藻类群落构成　① 极大个体和大个体藻类占绝对优势, 出现的种类多、密度也极高; ② 海洋性的斜纹藻属出现的种类多、密度大; ③ 海洋性的细柱藻大量出现; ④ 胸隔藻属出现的密度很高; ⑤ 裸藻门中仅裸藻属出现: 出现 5个裸藻属种类, 无其它属类出现; ⑥ 以生物量来计算, 由于该区藻类不仅密度大, 而且个体都非常大, 故该区藻类生物量为整个福田红树林 5区中藻类生物量之最.

2.3 红树林区藻类的生态现状及其生态作用

2.3.1 水域初级生产力　从 5个红树林区藻类研究结果来看, 虽然每个区藻类种类、数量构成上都有不同, 但总体来说, 水域中藻类种类组成较高、数量也较大. 以生物量来计, 保护区的藻类生物量最高, 即其初级生产力最大. 其次是下沙, 再次是百亩试验区、沙嘴, 最低是上沙. 作为基础饵料, 藻类初级生产力高, 相应对次级生产的贡献就大.

2.3.2 污染指示藻类　下沙中出现的典型污染藻类最多、密度也最大, 共出现 7种裸藻属种类, 2种扁裸藻及拟裸藻和柄裸藻各 1种; 保护区中也出现 5种裸藻类. 说明 5个红树林区中, 以下沙的水质状态最差, 其次是保护区之水质. 下沙中不仅有裸藻类出现, 而且也有污染特征性的蓝藻门种类—— 颤藻出现. 上沙中也有颤藻出现, 说明上沙水质也有污染趋势. 相对而言, 百亩试验区和沙嘴处的水质较好.

2.3.3 赤潮发生藻类　在 5个调查区中, 赤潮藻类 (Red-tide algae) 相对来说出现种类是较少的, 密度也较低, 如百亩试验区中的中肋骨条藻; 上沙的 2种隐藻; 下沙的汉氏束毛藻; 保护区的细柱藻等. 保护区的细柱藻密度最高, 生物量最大; 其次是百亩试验区的中肋骨条藻, 但均未达发生赤潮的程度. 裸藻也是可以发生赤潮的藻类, 但密度低时, 不造成影响.

2.3.4 咸淡水性指示性　各区都有淡水性藻类种类出现, 且有典型的咸淡水性藻类存在, 说明水质属咸淡水性水质.

2.3.5 光合放氧特性　由于藻类是光合自氧生物, 其可以进行光合作用放出氧气, 从而增加水中溶氧含量. 5个红树林区, 藻类的种类和密度均较高, 从而可以推断藻类光合放氧对增加水中溶氧的贡献是较大的, 有利于高层食物链上动物的呼吸耗氧.

参 考 文 献

1 陈桂珠, 李明顺, 蓝崇钰, 等. 深圳福田红树林的群落学研究. 生态科学, 1994 (2): 7~ 10

2 范航清, 梁士楚. 中国红树林研究与方法. 北京: 科学出版社, 1995. 35~ 208

3 Wong Yukshan, Tam Nora F Y. Asia-Pacific Symposium on Mangrove Ecosystems. Kluwer Academic Publishers. 193~ 202

4 日本生态学会环境问题专门委员会. 环境和指示生物 (水域分册). 北京: 中国环境科学出版社, 1987. 60~ 95, 244~ 251

5 金得祥, 陈金环, 黄凯歌. 中国海洋浮游硅藻类. 上海: 上海科学技术出版社, 1965. 10~ 228

6 小久保清治. 浮游硅藻类. 东京: 恒星社厚生阁, 昭和 35年. 42~ 330

7 山路勇. 日本海洋プランクトン图鉴. 大阪: 保育社, 1979. 210~ 503

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://w

Study on Community Structure and Ecology of Algae in Mangrove Areas in Futian, Shenzhen

Liu Yu[*] *Chen Guizhu*

Abstract The population, community structure and ecology of algae in five areas of Futian mangrove in Shenzhen are studied. It is found that there are 27, 37, 53, 32 and 34 species appeared in these five areas, respectively. The total density of algae in these five areas were 746 800, 224 000, 1 062 000, 374 400 and 2 387 600 individual/L, respectively. The highest species number was fonnd in Xiasha area; the highest total algae density was found in Baohuqu area and it reached the eutrophication level. Bacillariohyta was the absolutely dominant group in each area, followed by Euglenophyta. Cyanophyta, Chlorophyta, Chrysophyta and Cryptophyta were also appeared. Algae hare their special population and community structure in each area and these were related with its distinct specilities and zooplankton groups. Furthermore, algae have pollution-indicating and other ecological functions. Higher algal population density not only made the mangrove area having higher primary production but also made the ecosystem of the mangrove wetland more stable.

Keywords mangrove, algae, population, density, community, ecology

[*] Institute of Environmental Sciences, Zhongshan University, Guangzhou 510275

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://w