

## 红树林区硅藻研究进展

# PROGRESS IN THE STUDIES OF THE DIATOMS IN MANGROVE ENVIRONMENT

陈长平 高亚辉 林 鹏

(厦门大学生命科学院 361005)

红树林是热带海洋潮间带的木本植物群落。红树林植被郁闭, 生境复杂多样, 为各种各样的陆生和海生生物提供了适宜的生活环境。作为初级生产者的浮游植物是红树林生态系重要的食物链组成部分, 而硅藻在红树林区的浮游植物中处于优势地位<sup>[2]</sup>。由于潮汐和风浪的作用, 底栖硅藻也经常大量出现在水样中<sup>[2]</sup>。了解红树林区硅藻群落的种类组成、多样性、密度、优势度等, 有助于了解硅藻在红树林区物质循环和能量流动中的作用。

### 1 硅藻在红树林区所处的环境因子

#### 1.1 底质

红树林的底质一般为细质的冲积土, 土壤由粉粒和粘粒组成, 且含有大量的有机质<sup>[1]</sup>。但底质并不是影响红树林底栖硅藻的多样性和丰富度的主要因素, 大部分由沙粒组成的土壤的底栖硅藻的多样性和丰富度与红树林里富含有机质土壤的底栖硅藻的多样性和丰富度并没有显著的差别<sup>[3]</sup>。

#### 1.2 温度

红树林分布中心地区海水温度的年平均值为 24~27, 气温则在 20~30 范围内<sup>[1]</sup>。红树林区底栖硅藻的季节分布并不是呈现一定的规律, 每个季节都可能有的种类多样性和丰富度<sup>[3]</sup>, 这可能与红树林区的年气温变化不大有关。

#### 1.3 潮汐和风浪

潮汐和风浪对红树林区的硅藻有一定的影响, 潮汐和风浪可以把一些外来种带到红树林内, 同时也能把底栖硅藻大量地带到水体中, 从而影响到红树林浮游植物的组成<sup>[3]</sup>。

#### 1.4 盐度和 pH 值

一般红树林土壤是初生的土壤, 平均盐度为 20~25, 红树林的酸化作用对土壤 pH 值产生较大的影响, 红树林土壤的 pH 值普遍较低, 表层 pH 值一般为 3.3~6.9, 呈较强的酸性<sup>[1]</sup>。在较高的盐度下红树林底栖硅藻呈现出较低的丰富度<sup>[3]</sup>。

#### 1.5 营养盐

营养盐是硅藻生长、繁殖不可缺少的条件。在一般情况下, 水域中营养盐的含量对硅藻数量变动的的影响比光照更为重要, 这是因为营养盐如氮、磷、铁、锰、硅等在水域中含量很少。而目前由于对红树林的重要性的认识还不够等原因, 区边居民对红树林区盲目砍伐, 大片滩涂用于养殖, 使得红树林的环境富营养化, 从而改变了水域的氮磷比, 而高的氮、磷比可能会降低硅藻的竞争力, 使得甲藻比硅藻更占有优势, 进一步恶化环境<sup>[4]</sup>。

### 2 红树林硅藻分类研究

80 年代以前国际上关于红树林生境中硅藻的研究较少, 主要集中于新大陆区系的红树林硅藻研究,

澳大利亚也有开展少量这方面的工作。对红树林硅藻的分类研究见表 1。红树林区硅藻较高的多样性和丰富度表明红树林较少受到人为的干扰, 处于一种原始的环境中<sup>[3]</sup>。

### 3 硅藻是红树林区浮游植物的主要成份

红树林区的浮游植物是红树林生态系中除红树植物、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。对红树林区浮游植物的研究(见表 2)发现红树林区浮游植物的主要成分是硅藻, 还包括一些甲藻的种类。由于红树林的生长需要潮汐, 长期浸水和长期干旱都不利于红树林的生长<sup>[1]</sup>。而潮汐和风浪都将对红树林浮游硅藻产生一定的影响。浮游硅藻中含有大量的羽纹纲硅藻表明底栖硅藻大量参与到浮游的成分中, 而一些大洋种或淡水种的出现更表明红树林浮游硅藻的变化性很大。

### 4 硅藻在红树林中的生态作用

#### 4.1 硅藻是红树林区生物的食物来源

第一作者: 陈长平, 出生于 1979 年, 博士研究生, 主要从事红树林硅藻研究, Email: gaoyh@jingxian.xmu.edu.cn  
收稿日期: 2001-02-08;  
修回日期: 2001-04-20

www.cnki.net

红树林拥有丰富的饵料和适宜的环境,是许多海洋动物发育生长的重要场所,红树林藻类是红树林中许多海洋生物重要的食物来源。硅藻是海洋动物的重要饵料之一。无论底栖或浮游硅藻,都是红树林内一些鱼类的食物成分,同样地,软体动物和甲壳类动物一般也摄食硅藻。Gomes-de-Azevedo 1980 年研究了红树林区牡蛎 (*Crassostrea rhizophora*) 的食物成分,发现浮游植物是主要成分,而在浮游植物中,圆筛藻、直链藻等硅藻又是主要成分。Vicente 1989 年发现红树林区线虫种群数量出现高峰与低谷的时间和底栖硅藻密度出现高峰与低

谷的时间是一致的。Nichola 等 1988 年对红树林区的线虫 (*Desmodoracazca*) 喂以 14-甲基化葡萄糖标记的硅藻 (*Cylindrotheca* sp.), 发现这些硅藻是线虫的一种很好的食物。Leijar Tiistan 等 1988 年对红树林区的一种虾 (*Upogebia dawsoni*) 的胃解剖中同样发现有硅藻的存在。Leh 等 1986 年在马来西亚的红树林区相手蟹的食物中也发现有少量的硅藻。

#### 4.2 硅藻作为红树林环境的指示生物

硅藻中的骨条藻等可作为“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。

硅藻的大量繁殖与红树林区某些红树林硅藻分类研究浮游动物的大量爆发有着密切关系。因此在衡量红树林湿地环境污染、甚至作为处理生活污水的程度方面,硅藻能够起到一定的指示作用。刘玉等 1995 年研究了生活和工业综合污水排入红树林湿地后藻类(如硅藻、蓝藻等)组成,发现因红树林湿地的包围作用,污水藻类在组成和数量上都有变化。

硅藻在红树林浮游植物中通常占有优势<sup>[2]</sup>,因此通过对红树林浮游硅藻群落生物量的估算新加坡和马来西亚赤潮硅藻藻种的存在与否、数量多少,就可以大概了解红树林区水体

研究地点	样品出处
墨西哥红树林区	土壤中的底栖硅藻
美国 California 湾	海水中的浮游硅藻
美国 Louisiana 盐沼	亮叶白骨壤 ( <i>Sonneratia germinans</i> ) 气生根上的附着硅藻
新加坡红树林区	白骨壤的根、树皮、泥水、土壤、沙石、动物、岩石、流头 and 叶片上
马来西亚红树林区	土壤的底栖硅藻

表2 红树林区浮游植物的研究

研究地点	分析样品	鉴定种数、种类、常见种	参考文献
印度 Zanzibar 红树林区	海水中的浮游植物	主要由羽纹纲硅藻如舟形藻、菱形藻、双眉藻、双壁藻等组成	Lugomela 等 1995 年
Alexandra 岛和 Manjera 地区的红树林 (主要是正红树 <i>Rhizophora apiculata</i> ) 区	海水中的浮游植物	浮游植物主要是由中心纲硅藻如角毛藻、盒形藻、圆筛藻和甲藻的角藻属组成	Roy 1995 年
Andaman 南面 Chouldari 区域的红树林区	海水中的浮游植物	浮游植物主要由中心纲硅藻 (如盒形藻、圆筛藻)、斜纹藻、甲藻的角藻属、夜光虫属组成	Damroy 1995 年
广西英罗湾红树林区	海水中的浮游植物	硅藻无论在数量或种类上都是占有绝对的优势 (硅藻 92 种, 甲藻 3 种, 蓝藻 1 种)	陈坚等 1993 年
深圳福田 5 个红树林区域	海水中的浮游植物	每区均以硅藻门藻类为绝对优势的种, 硅藻最大出现率可达 87.5 %。	刘玉等 <sup>[2]</sup>

的富营养化程度, 从而监测、预报水体的质量。这种生物监测安全、无污染, 且可靠性高, 不会象化学监测那样引起“二次污染”。

#### 4.3 硅藻在红树林生态系统物质循环和能量流动中的作用

硅藻不仅是红树林生态系中重要的初级生产者, 而且有的种类为异养或兼养, 在红树林的有机物转换中起一定的作用。Cookey 等 1978 年利用两种硅藻 *Amphora coffeiformis* var. *perpusilla*, *A. coffeiformis* 来研究海滨湿地沉积物中可溶性有机碳的变化时发现在 6~9 月份即红树 *Rhizophora mangle* 落叶期间, 沉积物中含有促进两种硅藻异养和兼养生长的物质。Cookey 等 1976 年研究表明, 在实验室培养条件下沉积物中一些羽纹纲硅藻具有兼性的异养生长。红树林底栖硅藻对红树林泥沼营养元素循环起到一定的作用, 并且可能通过光合作用显著改变土壤的 pH 值和氧化还原电势, 菱形藻则具有吸收重金属的能力, 对土壤重金属具有脱毒功能。

#### 4.4 其他作用

硅藻是光合放氧生物, 可以进行光合作用放出氧气, 从而增加水中溶氧含量, 有利于高层食物链上动物的呼吸耗氧。对红树植物根上的附着硅藻的报道表明存在着丰富的硅藻群落, 而红树植物上硅藻的大量附着可能对红树植物的生长有一定的影响, 同时可能存在某种程度的寄生关系。Praksah 1971 年发现红树植物的滤出物中一些低分子量的有机物能够促进硅藻和甲藻 *Pyradinium bahamense* 的生长, 这些有机物可能会螯合离子并使之易于被藻类所吸收。

#### 5 结语

在许多热带和亚热带地区, 对红树林硅藻的研究仍很缺乏, 对红树林硅藻大量准确的分类研究有助于开展生物物理、生态、生态物理等方面的研究。以前的红树林硅藻研究大多集中于小型硅藻 (20~200  $\mu$ m), 然而目前人们发现海洋微型浮游生物 (小于 20  $\mu$ m) 在生态系统中占有相当重要的位置, 特别是在初级生产力中占有很重要的

比例, 微型食物网的特点是营养盐的快速更新, 能量的高速转换, 与碎屑紧密联系, 以及具有复杂的摄食类型, 包括吞噬营养。因此对红树林微型硅藻的研究是很有必要的。

同时硅藻与红树植物的关系, 包括硅藻的胞外分泌物对红树植物的影响、附着硅藻是否与红树植物存在着一定程度的寄生关系、红树植物的分泌物对硅藻的影响等等都是以后可以研究的一些方向。

#### 参考文献

- 1 李 博主编. 生态学. 北京: 高等教育出版社, 2000. 290~294
- 2 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, 中山大学学报 (自然科学版), 1997, 36 (1): 102~106
- 3 Beltrones DAS., Castrejon. EN. Structure of benthic diatom assemblages from a mangrove environment in a Mexican subtropical lagoon, *Biotropica*, 1999, 31(1): 48~70
- 4 Egge J K. Are diatoms poor competitors at low phosphate concentrations? *Journal of marine systems*, 1998, 16: 191~198

(本文编辑: 张培新)