

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

余日清 陈桂珠

黄玉山 ✓

(中山大学环境科学研究所, 广州, 510275) (香港科技大学生物系, 香港)

谭凤仪

S796.02

(香港城市理工学院应用科学系, 香港)

A

摘要 本文自1991年4月至1993年1月对深圳福田红树林中底栖大型动物的空间分带及灌污的可能影响进行了研究。结果表明, 该红树林湿地中主要出现的底栖动物为拟沼螺科, 黑螺科, 汇螺科, 沙蟹科, 方蟹科和弹涂鱼科种类。红树林区内底栖动物从高潮位到低潮位可分为3个群落分布带: 亮泽拟沼螺带; 拟黑螺-裙痕相手蟹带; 弧边招潮-印尼拟蟹守螺-刻纹拟沼螺带。群落的分带可能主要由潮位线, 食物适应性及底质结构因素决定。林前泥滩底栖动物种类多样性最大, 生物量最高; 林内动物群落则表现出低种类多样性, 高种群个体数的特点。群落总栖息密度的变化基本上由软体动物所主导。生活污水排灌对红树林中底栖大型动物的影响不明显, 仅在排污口端引起少数污水动物种类的出现及群落总生物量轻微的升高。

关键词: 空间分带、底栖大型动物、灌污影响、红树林。

SAPATIAL ZONATION OF BENTHIC MACROFAUNA AND POSSIBLE EFFECTS OF SEWAGE DISCHARGE ON IT IN FUTIAN MANGROVE SWAMP, SHENZHEN

Yu Riqing Chen Guizhu

(Institute of Environmental Science, Zhongshan University, Guangzhou, China, 510275)

Yuk Shan Wong

(Biology Department, Hong Kong University of Science & Technology, Hong Kong)

Nora F. Y. Tam

(Department of Applied Science, City Polytechnic of Hong Kong, Hong Kong)

Abstract From April 1991 to January 1993, spatial zonation of benthic macrofauna and possible effects of sewage discharge on it in Futian mangroves were studied. It showed that, the dominant species of fauna in this swamp were from the families of Assimineidae, Melanidae, Potamididae, Ocypodidae, Grapsidae and Periophthalmidae. Spatial distribution of the com-

* 香港科技大学科学基金资助项目, 广东省科学基金资助项目。
收稿日期: 1994 07 14, 修改稿收到日期: 1995 05 02。

munity along the mangrove swamp was characterized by three faunal zones: the *Assiminea nitida* zone, the *Melanoides* sp. - *Sesarma plicata* zone and the *Uca arcuata*-*Cerithidea djadjariensis*-*Assiminea sculpta* zone. The faunal zonation might be determined by tidal level, availability of food and sediment structure. Benthic fauna in the frontal mudflat of mangroves was most diverse and had the maximum values of biomass, but the fauna within mangroves displayed a characteristic of low species diversity and high population counts. The change tendency in total density of the community was dominated by molluscs. Impact on benthic macrofauna in mangrove swamp of discharge of municipal sewage discharge was not significant, although some saprobic species emerged and the total biomass in the area closed to the water front increased slightly.

Key words: spatial zonation, benthic macrofauna, effects of sewage discharge, mangroves.

红树林区内大型底栖动物群落的空间分带现象是明显的, Morton 认为动物群落的分带可能主要由底质结构, 盐度体系及潮汐模型所决定^[1]。底栖动物在澳大利亚和马来西亚热带红树林区的垂直分带特征已有报道^[2,3], 但在我国亚热带地区这方面的研究尚少。

动物群落空间分带的研究有利于更全面地理解红树林内底栖动物的生态分布规律及其与红树林系统的密切关系^[4]。深圳福田自然保护区是国家级红树林鸟类重点保护区之一, 其红树林植物群落的空间分布情况已见报道^[5]。但林下底栖大型动物的空间分带状况尚未作研究。本文在初步证实了福田区红树林动物种类组成的基础上, 对大型底栖动物在红树区中的种类空间分带特征、生物量、栖息密度以及多样性指数的垂直变化情况作了研究。最后还简要探讨了污灌对红树区中底栖动物的可能影响, 以便为红树林生态系统及其资源的保护和管理提供进一步的科学依据。

1 材料和方法

所有样品取自深圳福田红树林保护区沙嘴村段两块发育类似的红树林断面 A 和 B (见图 1)。A 和 B 断面均与岸边垂直, 彼此相距 150 m, 各自宽 10 m, 离岸长 180 m, 距岸 170 m 以内为林区, 以外为泥滩。每个断面共 6 个取样点, 沿与岸段垂直方向布设, 分别为 5 m、20 m、60 m、100 m、140 m、180 m, 取样时间分别为 1991 年 4 月, 1992 年 4、7、10 月, 1993 年 1 月, 共 5 次。

每次的野外取样时间选在退潮期间。样品采用 0.25 m² 的取样框进行采样, 每个站平行取样 2 次。取样方法为先计数框内泥面上的动物, 再挖底质至 30 cm 深, 用网孔最小为 1 mm 的复合式筛筛洗, 分离出其中的全部埋栖生物。样本用 75% 的酒精-海水液保存, 带回

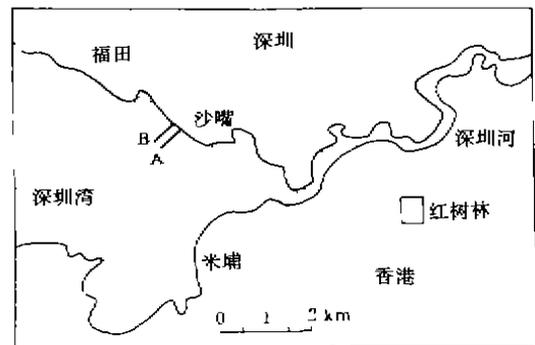


图 1 深圳福田红树林区底栖大型动物采样点的位置
Fig. 1 Location of the sampling sites of benthic macrofauna in Futian mangrove swamp, Shenzhen

实验室进行分类鉴定、计数和称重。同时,还对各样点底质的电导率、总有机碳、总磷、总凯氏氮、氨氮作了采样分析。详细的方法参照国家海洋局《海洋污染调查暂行规范》(1979)。

群落的种类丰度指数和 Shannon-Wiener 多样性指数的引用分别参照 Margalef^[6] 和 Shannon & Weaver^[7]。

2 结果

福田区红树林湿地共有大型底栖动物 84 种,隶属于 7 门 9 纲 46 科 65 属;红树林中主要出现了 31 种底栖动物(名录另文列出),优势种类为拟沼螺科,黑螺科,汇螺科,沙蟹科,方蟹科和弹涂鱼科的动物。研究区红树林底质的总有机碳、总磷、总凯氏氮和氨氮基本沿站位向海边的延伸而下降(表 1)。电导率除在 100~140 m 较高外,其总的变化趋势还是随断面向海边的延伸而下降。底质除 180 m 泥滩站位为泥沙质外,林内各点均为泥质或泥/磷屑类型。

表 1 福田红树林沼泽断面中底质类型与底质分析平均值 (1991.9~1992.11)
Table 1 Sediment type and the average values from September 1991 to November 1992
of Cond., TOC, TP, TKN and NH₄-N in the sediment along Futian mangrove swamp

距离 (m) Sediment along	断面 Section	底质类型 Sediment type	电导率 (μS/cm) Electrical conductivity	总碳 (%) TOC	总磷 mg/kg (TP)	总凯氏氮 (%) TKN	NH ₄ -N (mg/kg)
0~60	A	泥质	2050	4.31	0.143	0.240	25.37
	B	泥质	2150	3.78	0.139	0.206	21.11
100~140	A	泥/碎屑	2220	2.38	0.154	0.142	19.45
	B	泥/碎屑	2150	1.92	0.145	0.158	13.49
180	A	泥质	1320	0.59	0.061	0.053	11.75
	B	泥沙质	1530	1.01	0.087	0.078	12.70

红树林断面中丰度最大的底栖动物是拟黑螺 (*Melanoides* sp.), 其次为亮泽拟沼螺 (*Assiminea nitida*), 刻纹拟沼螺 (*Assiminea sculpta*), 印尼拟蟹守螺 (*Cerithidea djadjarjensis*), 褶痕相手蟹 (*Sesarma plicata*), 弧边招潮 (*Uca arcuata*) 等。动物种类在不同高程的潮间带内分带是明显的 (见图 2)。近海面端的林前滩涂主要分布有印尼拟蟹守螺, 刻纹拟沼螺, 弧边招潮蟹, 锯脚泥蟹 (*Ilyoplax dentimerosa*), 弹涂鱼 (*Periophthalmus cantonensis*), 青弹涂鱼 (*Scartelaos viridis*) 以及多毛类腺刺沙蚕 (*Nereis glandicincta*)。林带中间部分分布有拟黑螺, 紫游螺 (*Dostia violacea*), 光滑狭口螺 (*Stenothyra glabra*)。林带近岸段栖息的主要种类则是亮泽拟沼螺, 拟黑螺, 褶痕相手蟹和无齿相手蟹 (*Sesarma dehaani*)。有些种类如亮泽拟沼螺, 刻纹拟沼螺则为全断面分布的。

底栖动物的生物量在 180 m 样点出现最高值, 其中蟹类和其他类的增高是最明显的 (图 3)。从样点 5~100 m, 各类生物量有升高趋势, 但在样点 140 m 大多出现下降。动物栖息密度的垂直变化主要由软体动物中少数优势种类极端丰度的个体数的变化所主导的。由图 4 可见底栖动物总栖息密度值几乎与软体动物的密度值吻合, 随着优势种类拟黑螺、亮泽拟沼螺分布的个体数的减少, 近海端软体动物及总量栖息密度即显著下降, 但甲壳动物, 弹涂鱼, 多毛类等则上升。由表 1 及以上图还可知动物群落生物量、栖息密度的垂直变化与底质中 TOC、总磷、总凯氏氮没有明显的相关性。

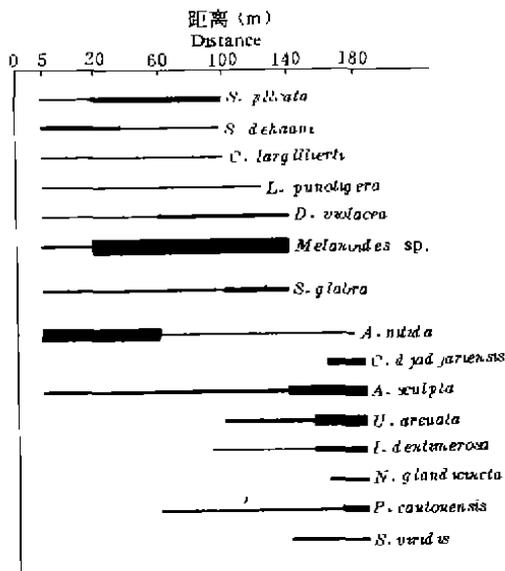


图 2 红树区大型底栖动物沿断面种类和丰度的空间分带
Fig. 2 Spatial zonation of benthic macrofauna in species and abundance along the section of mangrove swamp

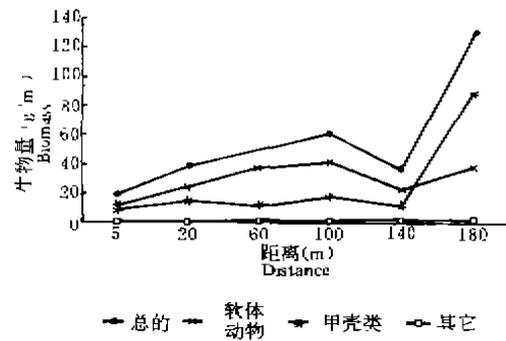


图 3 红树区大型底栖动物平均生物量沿断面的变化
Fig. 3 The changes in mean biomass of benthic macrofauna along the section of mangrove swamp

动物群落的 Shannon-Wiener 多样性指数基本沿断面高程下降而升高，尤其在林前样点 180 m 的增高是明显的(除软体动物外)(见图 5)，其他动物(弹涂鱼，多毛类等)则仅在 180 m 样点明显出现。甲壳动物、软体动物的多样性变化较为复杂。

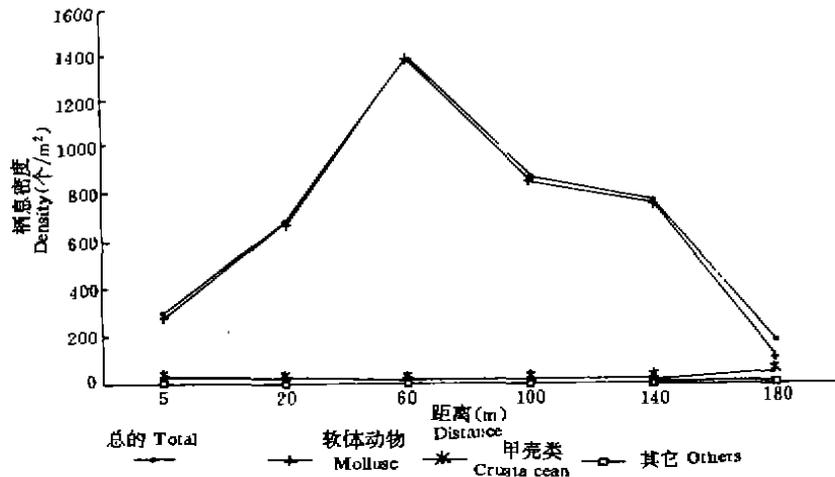


图 4 红树区大型底栖动物平均栖息密度沿断面的变化
Fig. 4 The changes in mean densities of benthic macrofauna along the section of mangrove swamp

动物群落的种类丰度指数经计算表明，其结果呈现出类似的变化趋势。

自 1991 年 10 月开始每周 60 m² 的生活污水(COD_{Cr} 122.46 mg/l, BOD₅ 55.99 mg/l)对断面 A 连续排灌 16 个月，结果表明生活污水对处理断面动物群落总的或各组分的生物量

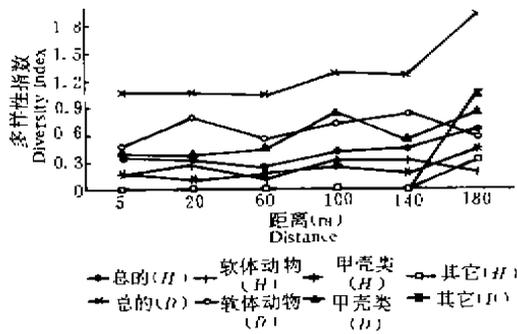


图5 红树区大型底栖动物多样性指数沿断面的变化

Fig. 5 The changes of diversity indexes of benthic fauna along the section of mangrove swamp

作用^[16]。福田区红树林断面从高潮位到低潮位动物种类的分带现象比较明显地反映出从淡水种类到海水种类的过渡,可能说明了这种影响。食物适应性和底质颗粒大小是另外两个决定底栖动物分带的主要因素^[4,11]。

研究区林内有机物质含量丰富(见表1),丰富的有机碎屑是许多底栖动物的食料,对一些适应性较强的优势种类如褶痕相手蟹,拟黑螺的分布来说可能成了决定性因素;因而,从另一方面来讲,作者认为底质有机物质含量也是决定红树林底栖动物分带的重要因素之一。而对于招潮蟹的分布,底质结构特点则起了主导限制作用^[1]。根据调查结果综合而论,本研究区红树林断面按优势种类和限制因素的特点,基本可划分为3个动物群落分布带:亮泽拟沼螺带,拟黑螺-褶痕相手蟹带,弧边招潮-印尼拟蟹守螺-刻纹拟沼螺带。

McCormick 发现林带前沿区具有最大的底栖动物多样性^[11],本研究在这方面表现出类似的结果,同时底栖动物生物量至此也达到最高。林前泥沙质底质较为疏松和易于钻洞,适宜于多毛类、双壳类^[4]以及某些蟹类、弹涂鱼的底质内(洞栖)生活。林内泥滩高有机碎屑含量和深厚的淤泥将引起底质缺氧、高浓度 H_2S ^[12]和氨的产生(表1)。这种环境严重地限制了底栖动物的生存,但一些适应于这种环境的优势种类如拟黑螺、亮泽拟沼螺的种群则得以极端的发展,最终使林内底栖动物群落表现出低种类多样性、高种群个体数的特点,这与九龙江口红树区的动物群落特点雷同^[12]。

McLusky 曾研究石化油类废水排放对泥滩大型底栖动物的影响,研究表明在排放口的最近处仅出现寡毛类和 *Hydrobia ulvae*^[13],而在中度污染带则表现出高的总生物量和动物种类丰度。生活污水对红树林断面的排灌引起了类似的轻微影响,但对整个断面的群落结构、生物量、栖息密度则无明显影响,这可能归因于高生产力、高能流的红树林生态系统对纯粹的生活污水具有较强的耐受性,以及生活污水对底栖动物的低毒性所造成的。

和栖息密度与对照(断面B)相比均未造成显著影响($P > 0.05$),基本群落结构也未发生变化^{*}。同时,对林内底栖动物的空间分带的影响也是不明显的。出现的轻微影响可能是:(1)在排污端(0—60 m)出现少量污水性动物种类,如颤蚓(*Tubifex* sp.),臭海蛹(*Tramisia* sp.);(2)生物量在这一样段稍有增高。

3 讨论

红树林中大型底栖动物的空间分带现象是长期生态适应的结果,其机理可能由几个主要因素所决定。潮位线与树栖动物种类垂直分带之间存在的相关关系已有报道证实^[8,9],同样潮位线对红树林下底栖动物的分带也具有限制

* 待发表资料

参 考 文 献

- 1 Morton B. The diurnal rhythm and the feeding responses of the southeast Asian mangrove bivalve *Geloina proxima* Prunie 1864 (Bivalvia: Corbivulacea). *Forma et function*, 1975, (3/4): 405~419
- 2 Wells F E and Slack-Smith S M. Zonation of molluscs in a mangrove swamp in the Kimberley, Western Australia. *Biological survey of Mitchell Plateau and Admiralty Gulf, Kimberley, Western Australia*, Perth: West Aust Museum, 1981. Part 9: 2665~2674
- 3 Sasekumar A. Distribution of macrofauna on a Malayan mangrove shore. *J Anim Ecol.*, 1974, (43): 51~69
- 4 Hutchings P and Saenger P. The fauna of mangroves. *Ecology of Mangroves*, University of Queensland Press, 1987, Part 5: 155~204
- 5 李明顺等. 深圳福田的红树林群落. *生态科学*, 1992, (1): 40~44
- 6 Margalef R. Diversidad de especies en las comunidades naturales. *Proceedings of the Institute of Applied Biology*, 1951, 9: 5~27
- 7 Shannon C E & Weaver W. *The Mathematical Theory of Communication*, Urbana: University of Illinois Press, 1949, 117
- 8 周时强, 李复雪. 福建九龙江口红树林上大型底栖动物的群落生态. *台湾海峡*, 1986, 5(1): 78~85
- 9 Macnae W. A general account of the fauna and flora of mangrove swamps and forests in the Indo-West Pacific region. *Adv Mar Biol.*, 1968, (6): 73~270
- 10 Macnae W. Zonation within mangroves associated with estuaries in North Queensland. Lauff G H ed., *Estuaries*, Amer Assoc Adv Sci Publ 83, 1967, 432~441
- 11 McCormick W A. *The ecology of benthic macrofauna in New South Wales mangrove swamps*. M. Sc. thesis, Univ New South Wales, 1978
- 12 高世和, 李复雪. 九龙江口红树区底栖大型底栖动物的群落生态. *台湾海峡*, 1985, 4(2): 179~191
- 13 McLusky D S. The impact of petrochemical effluent on the fauna of an intertidal estuarine mudflat. *Estuar Coast Shel Sci.*, 1982, (14): 489~499