

# 雷州半岛红树林海区底栖动物多样性的研究

刘劲科, 韩维栋, 何秀玲, 宣立强, 叶 宁

(湛江海洋大学, 广东 湛江 524025)

**摘要:** 2002年7~9月,对雷州半岛7个主要红树林区生物多样性进行了调查,采集到底栖动物共188种,其中软体动物有110种,节肢动物门48种,鱼类18种,星虫门3种,多毛类8种,腕足动物门1种。高潮区以甲壳类为优势种,中低潮区以软体动物为优势种类。总平均生物量和总平均栖息密度分别为106.8 g/m<sup>2</sup>和320个/m<sup>2</sup>;底栖动物的种类、生物量和栖息密度与底质和潮位线有密切的关系,与平均盐度呈正相关。并提出一批经济价值高和可开发利用的种类。

**关键词:** 红树林区;底栖动物;生物多样性;生物量;雷州半岛

中图分类号: S932.4 文献标识码: A 文章编号: 1000-3096(2006)10-0065-05

红树林是热带、亚热带沿海滩涂上特有的木本植物群落,具有防浪护堤,调节生态环境的重要作用。同时红树林区又是多种海洋生物,尤其是软体动物、甲壳动物和鱼类栖息繁衍的良好场所<sup>[1]</sup>。红树林的合理开发和保护,对当地生态资源保护和经济可持续性发展,具有重要意义。雷州半岛位于中国大陆最南端,20°13′~21°40′N,109°35′~112°19′E,海岸线长达1538 km,现有红树林面积7305.8 hm<sup>2</sup>,是中国指定保护的国际重要湿地之一。关于雷州半岛红树林植物分布、组成和群落,已有不少报道<sup>[2,3]</sup>,但对于该林区底栖生物多样性一直没有进行过系统的调查研究,为了掌握红树林生物组成,研究底栖生物多样性与环境因子以及红树林群落的关系,为红树林保护管理和今后开发利用提供依据,在2002年7~9月,作者对该海区进行了生物多样性调查,结果如下。

## 1 材料与方法

根据雷州半岛红树林分布资料,选取7个主要红树林区:高桥、海角、特呈、北平、附城、和安进行底栖动物调查,每个红树林区在垂直海岸方向布设3个断面,每个断面设3个取样点,取样点分别设在林内、向海林缘、林外(林缘外约20 m),每个取样点采3个样方,取样器为铁皮框:50 cm×50 cm×30 cm,取样深度为25 cm,样泥放入网目为1 mm的筛网进行筛选,

取出其中的生物,用5%~10%的福尔马林溶液处理,带回实验室进行分类和数据统计。同时用定性的方法在红树林区采集生物,以补充定量采集不到的生物。对底栖游泳动物调查,针对各种底栖游泳动物生活习性的不同,共采用了刺网类、陷阱类、笼壶类、敷网类、掩罩类、拖网类等12种渔具。记录采样地点名称、卫星定位仪(GPS)数值、盐度和红树林特征等。

用Shannon Weaver的多样性指数公式  $H' = -\sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$ , Pielou的均匀度指数公式  $J' = H' / \log_2 S$ , 分别计算底栖动物(不包括底栖游泳动物)的多样性指数和均匀度<sup>[4]</sup>,式中  $P_i = n_i / N$  是第*i*种个体数与总个体数的比例, $n_i$ 是第*i*种个体数, $N$ 是总个体数, $S$ 是物种数。

## 2 结果与讨论

### 2.1 红树林区的主要环境因子

通过调查和测试,雷州半岛和红树林区的主要环境因子数据列于表1。

收稿日期: 2004-04-12; 修回日期: 2004-10-28

基金项目: 中荷合作资助项目(IMMCP-01)

作者简介: 刘劲科(1969),男,工程师,从事海洋渔业与海洋生态研究, E-mail: bwg@zjou.edu.cn

表 1 雷州半岛各红树林区的主要环境因子测试数据

Tab. 1 Data tested main environmental factors of mangrove areas in the Leizhou Peninsula

区站	主要底质	盐度	pH 值	多样性指数 ( <i>H'</i> )	均匀度 ( <i>J'</i> )	林种	生长状况		
							<i>H</i>	<i>D</i>	<i>C</i>
高桥	泥、泥沙	20.65	6.9	2.86	0.52	白骨壤林	2.7	1	90
						木榄林	3.5	1	98
北潭	泥沙	19.63	7.6	2.46	0.56	白骨壤林	0.6	2.7	40
						红海榄林	2.2	1	95
特呈	泥沙	19.35	7.2	1.73	0.35	白骨壤林	2.4	0.2	80
附城	淤泥	17.56	7.6	1.6	0.53	无瓣海桑林	14.2	0.3	92
太平	淤泥	11.35	7.3	3.26	0.67	秋茄林	8.2	1	98
海角	泥沙	26.54	7.4	2.05	0.47	桐花树林	2.4	2	88
和安	淤泥	20.35	8	1.95	0.65	白骨壤林	0.85	1	70

注: *H* 表示平均树高(m); *D* 表示平均密度(棵/ m<sup>2</sup>); *C* 表示覆盖率(%)

## 2.2 底栖动物的种类组成与分布

经过调查,初步鉴定大型底栖动物共 188 种,其中软体动物最多,有 110 种<sup>[5]</sup>,占 58.5% 隶属 3 纲、6 亚纲、12 目、37 科、75 属;节肢动物门 48 种<sup>[6]</sup>,占 25.5%,隶属 2 纲、14 科;鱼类 18 种<sup>[7,8]</sup>,占 9.6%,隶属 2 纲、3 科;星虫门 3 种,占 1.6%,隶属 2 科;多毛类 8 种,占 4.3%;腕足动物门 1 种,占 0.5%。

底栖动物可在红树上栖息的种类相差不大,习见种类有:黑口滨螺(*Littoraria melanostoma* Gray)、粗糙滨螺(*L. articulata*)、波纹滨螺(*L. undulata*)、难解不等蛤(*Anomia aenigmatica* Holten)、团聚牡蛎(*Saccostrea glomerata*)、网纹藤壶(*Balanus reticulatus*)、白脊藤壶(*B. albicostatus*)、黑芥麦蛤(*Xenostrobus atrata*)等。其中黑口滨螺为优势种类,出现频率也最大,见表 2。

各红树林区的底表动物和底内动物种类存在明显的差异,如泥沙底质为主的红树林区,习见种为中国绿螂(*Glaucome chinensis*)、单齿螺(*Monodonta labio*)、索纹双带蛤(*Semele cordiformis*)、齿纹蛭螺

(*Nerita yoldi* Recluz)、奥莱彩螺(*Clithon oualanienensis*)、长圆蛤(*Cycladicama oblongata*)、亮樱蛤(*Nitidotellina nitidula*)、菲律宾蛤仔(*Ruditapes philippinarum*)等;泥底质为主的红树林区,习见种为弧边招潮蟹(*Uca arcuata*)、双齿相手蟹(*Sesarma bidentis*)、绒毛大眼蟹(*Macrophthalmus tomentosus*)、少疣长方蟹(*Metaplex takahashii*)、珠带拟蟹守螺(*Cerithideica cingulata*)、锐足全刺沙蚕(*Nectoneanthes oxypoda*)、泥蚶(*Tegillarca granosa*)等;太平由于处于通明河口处,盐度较低,习见种为斜肋齿蜷(*Sermyla riqueti*)、瘤拟黑螺(*Melanoides tuberculata*)、光滑篮蛤(*Potamocorbula laevis*)等淡水种。

由表 2 可知,底栖动物的分布具有垂直分带现象,这与潮位线有关<sup>[9,10]</sup>,潮位线具有一种界线作用。当超越这一界限时,暴露和干燥的时间会骤然成倍地增加,而相应的理化因子也必然随之引起较大的变化;红树林区底栖动物主要以甲壳类和软体动物为主,甲壳类耐暴露和干燥的能力较强,所以,在高潮区以甲壳类为主,在中低潮区以软体动物为主。

表 2 雷州半岛各红树林区底栖动物的优势种与分布

Tab. 2 The dominant species of benthic macrofauna of the mangrove areas in Leizhou Peninsula

区站	树栖		底栖	
	优势种	分布	优势种	分布
高桥	黑口滨螺、粗糙滨螺	高、中潮区	弧边招潮蟹、双齿相手蟹、绒毛大眼蟹、少疣长方蟹	高潮区
	难解不等蛤	中潮区	锐足全刺沙蚕	中潮区
	白脊藤壶	低潮区	长腕和尚蟹	低潮区
北潭	黑口滨螺、难解不等蛤	高、中潮区	弧边招潮蟹、屠氏招潮蟹 ( <i>Uca dussumieri dussumieri</i> )、褶痕相手蟹 ( <i>Sesarma plicata</i> )	高潮区
			麦氏偏顶蛤 ( <i>Modiolus metcalfei</i> )、尖齿灯塔蛭 ( <i>Pharella acutidens</i> )、泥蚶	低潮区
特呈	黑口滨螺、波纹滨螺	高、中潮区	中国绿螂	高潮区
	网纹藤壶	低潮区	单齿螺、索纹双带蛤、齿纹蜒螺 菲律宾蛤仔	中潮区 中、低潮区
附城	黑口滨螺	高潮区	弧边招潮蟹、屠氏招潮蟹	高潮区
			广口蜒螺 ( <i>Nerita violacea</i> )、可口革囊星虫 ( <i>Phascolosoma esculenta</i> )	中潮区
			秀丽织纹螺 ( <i>N. festivus</i> )	低潮区
太平	黑口滨螺	高、中潮区	清白招潮蟹 ( <i>U. lacteus</i> )	高潮区
			斜肋齿蛭、瘤拟黑螺	中潮区
			光滑蓝蛤	低潮区
海角	黑口滨螺、粗糙滨螺、鼬	高、中潮区	聪明关公蟹、奥莱彩螺	高潮区
	耳螺 ( <i>Cassidula nucleus</i> )、网纹藤壶	高、中潮区	红树蚬 ( <i>P. erosa</i> )、珠带拟蟹守螺、长圆蛤、索纹双带蛤、亮樱蛤	中、低潮区
和安	黑口滨螺	高、中潮区	清白招潮蟹 ( <i>U. lacteus</i> )	高潮区
			单齿螺、泥蚶	中、低潮区

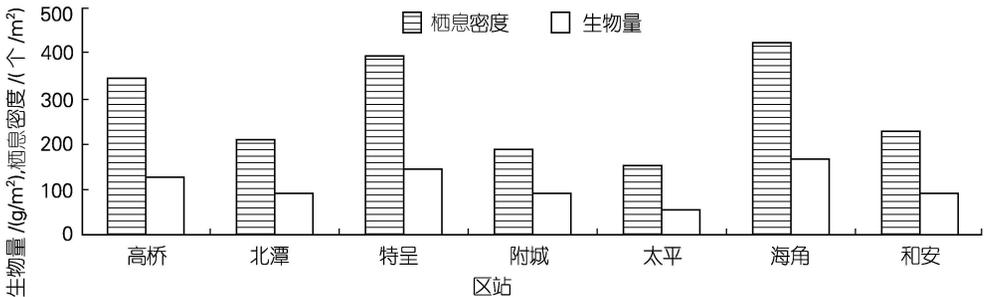


图 1 雷州半岛主要红树林区底栖动物平均生物量和栖息密度

Fig. 1 Biomass and density of benthic macrofauna at each mangrove area in the Leizhou Peninsula

### 2.3 生物量和栖息密度

雷州半岛红树林区底栖动物的总平均生物量和总栖息密度为  $106.8 \text{ g/m}^2$  和  $320 \text{ 个/m}^2$ 。底质为泥沙质和盐度较高的红树林区,其底栖动物的平均生物量和平均栖息密度较大,如特呈和海角,其中海角最高,达  $163.5 \text{ g/m}^2$  和  $426 \text{ 个/m}^2$ ,而底质为淤泥质和盐度较低的北潭、附城、太平和和安,其底栖动物的平均生物量和平均栖息密度也较低,两者最低是太平,为  $51.8 \text{ g/m}^2$  和  $153 \text{ 个/m}^2$ 。见表 1 和图 1。

如图 2 所示,在各红树林区,底栖动物林外的生物量普遍大于林内,垂直分带现象明显。各区站林缘的生物量差异较大,如底质为泥沙质,在向海林缘一带的生物量较高,如图 2,海角、高桥和特呈向海林缘的生物量较高,其中海角林缘的生物量在所有采样点最高,达  $210 \text{ g/m}^2$ ; 而如底质为淤泥质,则在向海林缘一带生物量较低,如图 2,太平林缘的生物量在所有采样点最低,只有  $39 \text{ g/m}^2$ 。值得一提的是太平通明港红树林林区外光滑篮蛤生物量很大,专捕光滑篮蛤的作业船,每船每天的产量达  $400 \text{ kg}$ ; 单个样

方最大生物量和栖息密度发生在特呈的林缘,达  $1438 \text{ g/m}^2$  和  $4684 \text{ 个/m}^2$ 。

### 2.4 底栖动物多样性

从表 1 可以看出,底栖动物多样性指数与底质、盐度关系密切,泥沙质底和相对高盐度红树林区的物种多样性要比淤泥质和较低盐度红树林区高。如海角泥沙质底,盐度为 26.54,多样性指数  $H'$  为 3.26,太平为淤泥底,盐度 11.35,  $H'$  仅为 1.73。由于太平林外光滑篮蛤和特呈中国绿螂的优势度很大,所以造成这两个林区底栖动物均匀度( $J$ )较小,分别为 0.35 和 0.47。

底栖动物种类的丰欠程度和盐度情况是相联系的,盐度的降低和变动,通常伴随着物种数目的减少。这是海洋动物区系在生态学上的重要特点,是以狭盐性变渗压种类为主的,尤其是无脊椎动物,这一点是与海水盐度和稳定性有关的<sup>[11]</sup>。因此,在盐度降低的条件下,就逐渐地减少了狭盐性种类,所以盐度高的林区,生物多样性系数相对较高。

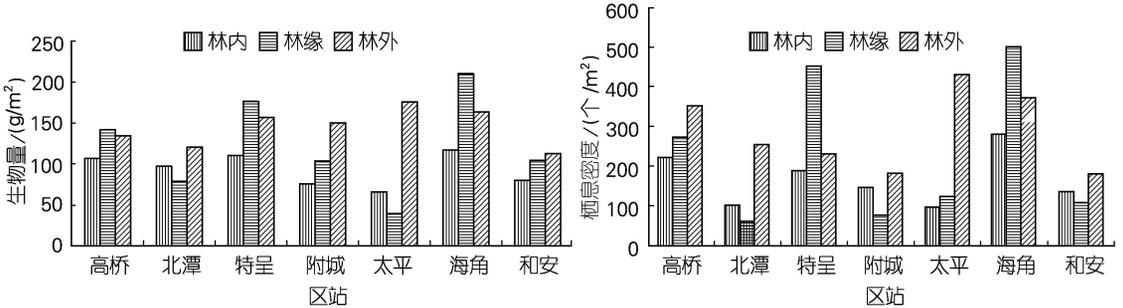


图 2 各区站底栖动物生物量和栖息密度

Fig. 2 Biomasses and density of the benthic macrofauna in inside, border and outside of each mangrove area

本次调查发现泥沙底质红树林区向海林缘一带表现出最大的底栖动物多样性,这与 McCormick<sup>[10]</sup>观点一致,在这一带出现大量的软体动物和藤壶科动物,分析其原因,由于林缘处于林区向外的过渡地带,光照、空气湿度及海浪的冲击程度等因子和红树植物起到的隐蔽作用,使得红树区的物理环境比非红树区温和<sup>[11]</sup>,而且营养饵料也较丰富;如果底质为泥沙质,该底质比较疏松,易钻洞,非常适合底内和底表动物的生存,因此许多底栖动物栖息在红树林向海的交汇处,如主要优势种类珠带拟蟹守螺、中国绿螂、白脊藤壶、网纹藤壶、索纹双带蛤、亮樱蛤、长圆蛤、奥莱彩螺等都是出现在林缘一带。

### 2.5 底栖动物与红树林的关系

本次调查发现底栖动物的平均生物量和栖息密度与红树林生长状况有一定的关系,从表 1 和图 1 可以看出,太平林区秋茄林、高桥的木榄林和北潭的红海榄林生长情况非常好,面积大,覆盖度分别达 98%、98% 和 95%,该林区的平均生物量和栖息密度较低;而特呈和海角的白骨壤林生长情况并不是很好,面积较小,林稀树小,有的地方仅存板状根块,但该林区的平均生物量和栖息密度却很高,出现这种现象,可能是因为红树林生长情况越好,凋谢物等代谢产物越多,这些物质起着造泥的作用,所以林区内淤泥积集程度越高,从而限制了许多底栖动物的生存。

另外由于覆盖度太高,林内光线太弱,也可能是造成这一现象的原因。底栖动物与红树林生长情况的关系尚有待进一步深入调查。

## 2.6 可开发利用和保护的经济种类

经调查认为雷州半岛红树林区可开发利用的经济种类:软体动物有泥蚶、翡翠贻贝、麦氏偏顶蛤、近江牡蛎、红树蚬、四角蛤蜊、缢蛏、青蛤、环沟格特蛤、菲律宾蛤仔、丝纹镜蛤、等边浅蛤、大瓶螺等 56 种;其中泥蚶、寻氏肌蛤、近江牡蛎、牡蛎、栉江珧、缢蛏、文蛤、青蛤、菲律宾蛤仔、石磺等,在国内均已开展增养殖<sup>[5]</sup>。鱼类:可成为人工养殖的经济鱼类有黄鳍鲷、花鲈、鲮鱼、尼罗罗非鱼、黄斑蓝子鱼、勒氏笛鲷、乌塘鳢、大弹涂鱼等 16 种<sup>[7]</sup>。甲壳类:经济价值较高的虾类有斑节对虾(*Penaeus monodon*)、中国明对虾(*Litopenaeus orientalis*)、墨吉对虾(*Penaeus merguensis*)、尖突鹰对虾(*Trachypenaeus sedili*)、刀额新对虾(*Metapenaeus ensis*)、长毛对虾(*Penaeus penicillatus*)、短沟对虾(*Penaeus semisulcatus*)等;口足类有口虾蛄(*Oratosquilla oratoria*)、黑斑口虾蛄(*Oratosquilla kempii*)、蝎形拟绿虾蛄(*Cloridopsis scorpilio*)等;经济蟹类有锯缘青蟹(*Scylla serrata*)、红星梭子蟹(*Portunus sanguinolentus*)、三疣梭子蟹(*Portunus trituberculatus*)、远海梭子蟹(*Portunus pelagicus*)、可用于观赏性的有红线黎明蟹(*Matuta planipes Fabricius*)、中华虎头蟹(*Orihyia sinica*)、聪明关公蟹(*Dorippe astuta*)等;其它经济种类有光裸星虫(*Spiunculus nudus*)、厥目革囊星虫(*Phascolosoma scolops*)、可口革囊星虫(*Phascolosoma esculenta*)等。具有开发利用且属于保护种类的有中国鲎(*Tachyplesus tridentatus*)、海豆芽(*Lingula anatine*)，这二种有活化石之称的保护动物在红树林区的数量很多。

## 3 结语

本次调查共采集到底栖动物共 188 种,其中软体动物有 110 种,节肢动物门 48 种,鱼类 18 种,星虫门 3 种,多毛类 8 种,腕足动物门 1 种。雷州半岛红树林区底栖动物的种类、生物量和生物多样性系数与红树林区的底质和盐度等环境因子有密切的关

系。红树林区是一个非常良好的鱼类繁殖、索饵和栖息场所,大量红树叶分解、淋溶产生的高含量有机质,对提高河口生态系统的营养盐含量、初级生产力和次级生产力,具有重要作用。同时,在调查中还发现一些破坏红树林生态的行为,如毁林造虾池、利用一些不合法的渔具在红树林区捕鱼等,这些行为都会对生态环境和渔业资源造成极大的破坏,应给予坚决制止。

致谢:蔡英亚教授和叶富良教授对本调查工作的指导和对本标本的鉴定工作,在此一并致谢。

## 参考文献:

- [1] 林鹏. 中国红树林生态学, 北京: 科学出版社, 1997. 115-144.
- [2] 张宏达, 张超常, 王伯荪. 雷州半岛的红树林群落[J]. 中山大学学报(自然科学版), 1957, 1: 122-145.
- [3] 韩维栋, 高秀梅, 卢昌义. 雷州半岛红树林植物的组成与群落生态[J]. 广西植物, 2003, 22(2): 127-132.
- [4] 马克平. 生物群落多样性的测度方法[A]. 中国科学院生物多样性委员会编. 生物多样性研究的原理与方法[C]. 北京: 中国科学技术出版社, 1994. 14-165.
- [5] 韩维栋, 蔡英亚, 刘劲科. 雷州半岛红树林海区的软体动物[J]. 湛江海洋大学学报, 2003, 23(1): 1-7.
- [6] 堵南山. 甲壳动物学(上、下)[M]. 北京: 科学出版社, 1987.
- [7] 何秀玲, 叶宁, 宣立强. 雷州半岛红树林海区的鱼类种类调查[J]. 湛江海洋大学学报, 2003, 23(3): 3-10.
- [8] 成庆泰, 郑保珊. 中国鱼类系统检索(上、下)[J]. 北京: 科学出版社, 1987.
- [9] Macnae W. Zonation with mangroves associated with estuaries in North Queensland[A]. Lauff G H. Estuaries [C]. Washington, DC: Amer Assoc Adv Sci, 1967. 432-441.
- [10] Macnae W. A general account of the fauna and flora of mangrove swamps and forests in the Indo West Pacific region[J]. *Adv Mar Bid*, 1968, 6: 263-270.
- [11] 沈国英, 施并章. 海洋生态学[M]. 厦门: 厦门大学出版社, 1990.

(下转第 74 页)

## Studies on the biodiversity of benthic macrofauna of mangrove area in the Leizhou Peninsula, China

LIU Jing-ke, HAN Weir-dong, HE Xiur-ling, XUAN Li-qiang, YE Ning  
(Zhanjiang Ocean University, Zhanjiang 524025, China)

**Received:** Apr. , 12, 2004

**Key words:** mangrove area; benthic macrofauna; biodiversity; biomass; Leizhou Peninsula

**Abstract:** Between July and September 2002, we made a survey on species diversity in 7 main mangrove areas of the Leizhou Peninsula. Totally 188 kinds of benthos were digged out, among them 110 kinds belong to Mollusk, 48 kinds to Arthropods, 18 kinds to Fish, 3 kinds to Sipunculan, 8 kinds to Polychaete, and 1 kind to Brachiopoda. Crustaceans as the dominant species grows in the high tide area, while Mollusks as the dominant species grows in mid low tide area. The average biomass and density are in turn  $106.8 \text{ g/m}^2$  and  $320 \text{ ind./m}^2$ . Species, biomass and density of benthos are closely correlated to the sediment type and tide level, further more positivey correlated to the average salinity. Finally, some species with high economic value and exploitation foreground are discussed in the paper.

( 本文编辑:张培新)