

896-901

(23)

第19卷第6期
1999年11月生态学报
ACTA ECOLOGICA SINICAVol. 19, No. 6
Nov., 1999

福建红树林区底栖生物生态研究

张雅芝, 陈灿忠, 王渊源, 陈品健, 杨瑞琼

(集美大学水产学院水产养殖系, 厦门集美 361021)

89123-16
89123-16

摘要: 分析了福建沿岸红树林区底栖生物的群落结构、区系特点及其与环境因子的关系, 从8个断面共采集到278种底栖生物, 其中藻类11种, 多毛类47种, 贝类72种, 甲壳类88种, 棘皮动物11种, 鱼类27种, 其他类22种。其优势种和习见种多为广温广布种和亚热带暖水性种类, 短尾类和贝类为优势类群, 平均总生物量为33.74g/m², 平均栖息密度为136个/m², 生物种类的丰度及群落的物种多样性与海水的平均盐度呈正相关, 与红树林的发育状况则呈负相关, 其栖息密度与红树林的发育状况成正比。

关键词: 红树林; 底栖生物; 群落结构; 区系特点

The ecology of benthos in Fujian mangrove swamps

ZHANG Ya-Zhi, CHEN Can-Zhong, WANG Yuan-Yuan, CHEN Pin-Jian, YANG Rui-Qiong
(Aquaculture Department, Fisheries College, Jimei University, Xiamen 361021, China)

Abstract: The paper describes the community structure, the characters of fauna and the relationship between the distribution and inhabiting environments of the benthic fauna in the mangrove regions along the coast of Fujian during October, 1984 and May, 1985. Among the total 278 species, we found algae with 11 species, Polychaeta with 47 species, Mollusca 72 species, Crustacea 88 species, Echinodermata 11 species, fishes 27 species, and other animal groups 22 species. The dominant and common species are mainly the eurythermic and eurytopic species and also the subtropical warmwater species. Brachyura crabs and Mollusca are major animal groups. The averages of the biomass and the densities of the benthic fauna in all 8 sections are 33.74g/m² and 136ind/m² respectively. the species abundance and polymorphism in the community are positively correlated to the mean salinity of the sea water, but are negatively interrelated to the development of mangrove. The density of the benthic animals are positively correlated to the development of the mangrove.

Key words: mangrove; benthos; community structure; fauna characters

文章编号: 1000-0933(1999)06-0896-06 中图分类号: S718.55 文献标识码: A

红树林生态系是热带、亚热带河口特有的生态类型, 也是世界上高生产力的生态系之一^[1]。关于红树林区底栖生物生态, 国外已见印度西太平洋区^[2]、马来亚^[3]、澳大利亚西部^[4]、昆士兰^[5]和新南威尔士^[6]等地的研究结果。国内对福建九龙江口^[7-9]、广东大亚湾^[10]及深圳福田湾^[11]等地红树林区底栖生物生态也已有报道, 但整个福建红树林区的底栖生物生态研究则未见报道。本文对福建沿岸河口8个红树林区的群落结构和特点及其与环境因子的关系等进行初步探讨, 以期为该生态类型的生态学研究、生物资源开发利用及红树林生态系的保护提供基础资料。

1 材料与方法

本文根据1984年10月和1985年5月福建省海岸带和海涂生物资源综合调查期间对福建省沿岸河口8个红树林区底栖生物生态调查资料整理而成, 取样断面布设见图1。定量样品用50cm×50cm的定量框采集, 每个断面设6~7个取样站, 每个取样站采2个样方。除定量样品外, 还分别采集定性样品, 以补充定量采集时采不到的种类。

收稿日期: 1997-06-28; 修订日期: 1999-05-20

标本用 7% 福尔马林溶液固定,环境因子的调查与生物取样同时进行。

潮区按瓦扬(Vaillant, 1891)的原则划分。

用 Shannon-Weaver 的多样性指数公式 $H' = -\sum p_i \cdot \log_2 p_i$; Margalet 的丰度指数公式 $d = \frac{s-1}{\log_2 s}$; piolou 的均匀度指数公式 $J' = \frac{H'}{\log_2 s}$; 和 McNaughton 的优势度公式 $D_2 = \frac{N_1 + N_2}{N}$ 分析群落的种类多样性。

用 Whittaker 和 Fairbanks 的群聚系数公式 $cc = \frac{c}{a+b+c}$ 分析群落的相似性。

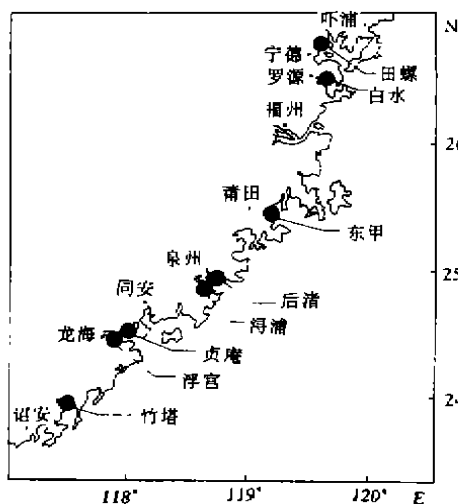


图 1 福建红树林区底栖生物取样断面分布

Fig. 1 Location of the sampling sites of benthos in the mangrove regions along coast of Fujian

2 结果与讨论

2.1 种类组成

从 8 个断面采集的标本,经鉴定共有底栖生物 278 种,鉴定到种的有 204 种。其中甲壳类种类最多,共 88 种,占 31.7%,以尤氏裸赢蜚(*Corophium uenoi*)、双陷鼓虾(*Alpheus bisincisus*)、模糊新短眼蟹(*Neoxenopthalmus obscurus*)、弧边招潮(*Uca arcuata*)、清白招潮(*U. lacteus*)、日本大眼蟹(*Macrophthalmus japonicus*)、宁波泥蟹(*Ilyoplax ningpuensis*)、淡水泥蟹(*I. tansuiensis*)、天津厚蟹(*Helice tientsinensis*)、长足长方蟹(*Metaplax longipes*)为主要优势种。软体动物居第 2 位,共 72 种,占 25.9%,主要优势种包括魁蛤(*Theora lata*)、缢蛏(*Sinonovacula constricta*)、河蚌(*Corbicula flumina*)、粗糙滨螺(*Littorina scabua*)、短拟沼螺(*Assiminea brevicula*)、珠带拟蟹守螺(*Cerithidea cingulata*)、西格织纹螺(*Nassarius siquijorensis*)等。多毛类居第 3 位,共 47 种,占 16.9%,以拟突齿沙蚕(*Paraleonnates uschakovi*)、双齿围沙蚕(*Perinereis*

aibuhitensis)、齿吻沙蚕(*Nephtys* sp.)、相似异须虫(*Heteromastus similis*)、不倒翁虫(*Sternaspis scutata*)等占优势。鱼类 27 种,占 9.7%,以弹涂鱼(*Periophthalmus cantanensis*)、短吻栉虾虎鱼(*Ctenogobius brevirostris*)数量较多。棘皮动物 11 种,占 3.9%,无明显优势的种类。藻类 13 种,占 4.7%。其他类 20 种,占 7.2%,可口革囊星虫(*Phascolosoma esculenta*)是主要优势种,优势类群的组成与九龙江口^[9]、深圳福田^[11]红树林区相似。各断面生物类群的种类数见表 1。

表 1 各断面底栖生物的种类组成(种类数)

Table 1 Composition of species of benthos at each section (Number of species)

断面	藻类	多毛类	软体动物	甲壳类	棘皮动物	鱼类	其他类	合计
Section	Algae	Polychaeta	Mollusca	Grustacea	Echinodermata	Fishes	Others	Total
田螺	5	12	14	22	—	4	5	62
白水	5	13	31	26	4	7	7	93
东甲	2	10	15	18	—	6	5	56
后渚	—	15	24	26	2	10	5	82
浔浦	—	16	28	31	—	5	3	83
贞庵	6	18	31	27	8	6	8	104
浮宫	—	6	8	19	—	6	3	42
竹塔	—	17	12	27	—	11	7	74

2.2 区系特征

福建红树林区底栖动物的区系具明显的亚热带性质,多数属于亚热带暖水性种类和广温性、广盐性种

类,在已鉴定到种的 204 种中,暖水性种类有 107 种,占 52.5%,但其中成为优势种的种类不多。广温性种类 76 种,占 37.3%。其中多数种类是福建红树林区的优势种和习见种。温带性种类仅 21 种,占 10.3%。其中除相似异须虫和集沙蚕等少数几种较常见,并有一定数量外,多数种类仅在个别断面出现,数量也很少。

2.3 数量组成及其分布

福建红树林区底栖生物的年总平均生物量为 33.74g/m²,平均栖息密度为 136 个/m²。生物量组成中,以甲壳类居首位,为 11.82g/m²,占 35.0%;软件动物其次,为 7.11g/m²,占 21.1%;多毛类最低,仅 3.19g/m²,占 9.4%。栖息密度仍以甲壳类最高,为 75 个/m²,占 55.2%,软件动物其次,为 25 个/m²,占 18.4%,棘皮动物最低,仅 0.6 个/m²,占 0.4%。见图 2。

8 个调查断面中,生物量以竹塔断面最高,达 69.1g/m²,后渚其次,为 51.3g/m²,浮宫最低,仅 7.48g/m²。栖息密度仍以竹塔最高,达 362 个/m²,白水其次,为 146 个/m²,东甲最低,仅 57 个/m²(图 3)。

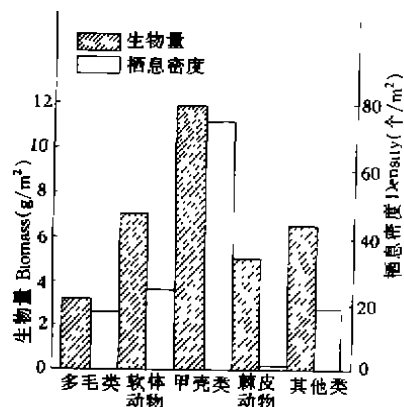


图 2 福建红树林区底栖生物各类群生物量和栖息密度
Fig. 2 Biomass and density of each group of the mangrove regions along coast of Fujian

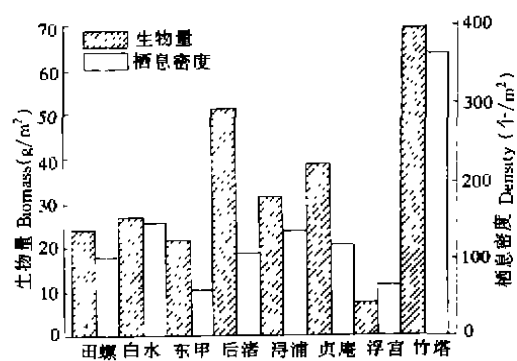


图 3 福建红树林区各断面底栖生物的生物量和栖息密度
Fig. 3 Biomass and density of the benthos at each section along Fujian mangrove swamp

潮区的平均生物量以低潮区最高,为 36.5g/m²,高潮区最低,为 29.17g/m²;平均栖息密度以中潮区最高,为 157 个/m²,高潮区最低,为 98 个/m²。各生物类群的平均生物量,高潮区以甲壳类最高,中潮区和低潮区分别以软件动物和棘皮动物为主,平均栖息密度则 3 个潮区均以甲壳类最高(表 2)。

表 2 福建红树林区底栖生物各类群生物量(g/m²)和栖息密度(ind/m²)的垂直分布

Table 2 vertical distribution of biomass and density of each group of benthos in the mangrove areas along coast of Fujian

潮区 Tidal	总生物量 Total biomass		总密度 Total density		多毛类 Polychaeta		软件动物 Mollusca		甲壳类 Crustacea		棘皮动物 Echinodermata		其他类 Others	
	Biomass	Density	Biomass	Density	Biomass	Density	Biomass	Density	Biomass	Density	Biomass	Density	Biomass	Density
高潮区	29.17	97.9	3.56	7.1	3.52	13.0	11.03	38.4	0	0	11.06	39.5		
中潮区	33.24	157.6	4.41	28.7	12.01	37.2	10.33	76.6	0.03	0.4	6.39	14.6		
低潮区	36.50	114.3	0.54	5.4	2.11	14.1	14.23	87.5	17.7	1.30	1.96	6.0		

福建红树林区底栖生物的生物量和栖息密度均低于同期调查福建全省软相潮间带底栖生物生物量和栖息密度的平均值,在全省各种类型的软相潮间带中也是最低的(见表 3)。红树林区沉积物 H₂S 含量较高,且伴随着缺氧、土壤酸化,很多在非红树林区的软相潮间带中能正常生活的种类,尤其是底内生活的种类不能生存于红树林区的底质中^[1],可能是造成红树林区底栖生物生物量较低的重要原因。

2.4 种类的垂直分布

高潮区 共出现 102 种,其中有 70 种向下可分布至中潮区。甲壳类种类最多,46 种,软体动物和多毛类分别有 32 种和 14 种,其余类群均在 5 种以下。没有出现棘皮动物。可口革囊星虫、宁波泥蟹、淡水泥蟹、弧边招潮、日本大眼蟹是高潮区的主要优势种,在福建红树林区广泛分布,往往决定着高潮区的群落性质。此外,光辉招潮在贞庵、珠带拟蟹守螺在白水、短拟沼螺在浔浦、双齿围沙蚕在东甲的高潮区也占有很大比例。

中潮区 种类明显增多,共出现 199 种,其中 98 种仅分布在该潮区,本区以软体动物和甲壳类种类最多,分别为 61 种和 60 种、多毛类 36 种、鱼类 18 种、藻类 9 种、棘皮动物 6 种,其余类群均不超过 3 种。上述在高潮区占优势的种类也是本潮区的主要优势种。

低潮区 共出现 92 种,其中 57 种向上可分布到中潮区,软体动物种类最多,28 种,甲壳类 20 种,多毛类 17 种,鱼类 10 种,棘皮动物 8 种。很少出现各断面共有的优势种,主要优势种有模糊新短眼蟹、匙蛤、孔虾虎鱼(竹塔断面)、不倒翁虫、淡水泥蟹、珠带拟蟹守螺(白水断面)、宁波泥蟹、尤氏裸赢蟹(田螺断面)、和彩拟蟹守螺(东甲断面)等。

2.5 底栖生物与环境因子的关系

2.5.1 种类分布与盐度的关系 盐度是影响红树林区底栖生物最主要的因子之一。根据 8 个调查断面的盐度分布情况,大体上可分为半咸水(盐度<16)、低盐水(17~25)和中盐水(>25)3 种类型(表 4)。

表 4 福建红树林区各断面主要环境特征

Table 4 Mainly characteristic of environments of mangrove regions along coast of Fujian

断面 Section	盐度		水温(℃)		底质类型 Sediment type	有机质含量 Content of organic matter	红树林发育状况 Evelopment of mangrove
	Salinity		Water temperature				
	春季 Spring	秋季 Autumn	春季 Spring	秋季 Autumn			
田螺	12.90	14.74	14.5	22.9	粘土质粉砂	1.94	中潮区有红树、较密
白水	23.97	24.36	14.7	14.2	粘土质粉砂	1.69	秋茄林发育好、面积大
东甲	19.75	24.30	22.0	24.5	粘土质粉砂	1.41	有零星红树
后渚	21.86	24.13	22.0	23.5	粘土质粉砂	1.33	红树稀疏、矮小
浔浦	19.71	17.29	22.5	23.5	粘土质粉砂	1.35	红树稀疏、矮小
贞庵	24.64	28.80	16.5	21.6	粘土质粉砂	1.54	红树矮小,有一定数量
浮宫	14.66	14.00	22.6	24.5	粘土质粉砂	2.18	有零星红树
竹塔	12.02	15.96	19.5	23.0	粘土质粉砂	2.64	红树高大、茂密

田螺、浮宫、竹塔 3 个断面盐度均低于 16,生物种类较少,且很多为典型的河口低盐种,如疣沙蚕(*Tylorhynchus heterochaetus*)、相似异须虫、刀明樱蛤、寡鳃齿吻沙蚕(*Nephtys oligobranchia*)、淡水泥蟹、台湾泥蟹(*Ilyoplax formosensis*)、双齿相手蟹等,未出现棘皮动物。白水、东甲、后渚和浔浦断面盐度较上述 3 断面高(17~25),其底栖生物种类组成也较上述 3 断面复杂,除了半咸水断面的一些种类仍能在此分布外,还出现一些广盐种,如卡氏无疣齿蚕(*Inermonephtys gallardi*)、中锐吻沙蚕(*Glycera rouxii*)、不倒翁虫、可口革囊星虫、匙蛤、缢蛏、短拟沼螺、珠带拟蟹守螺等。贞庵为中盐断面,平均盐度为 26.72,种类组成最复杂,共出现 104 种,众多近岸广盐种均能在此生息繁衍。最显著特点是出现了多种半咸水断面所没有的棘

皮动物,如滩栖阳遂足(*Amphiura vadicola*)洼膊棘蛇尾(*Amphioplus depressus*)和薄倍棘蛇尾(*A. praestans*)。

2.5.2 物种多样性与盐度的关系 从表 5 可以看出,福建省红树林区底栖生物群落的物种多样性指数、种类丰度、均匀度等参数与海水平均盐度大致呈正相关。贞庵断面盐度最高,平均为 26.72,多样性指数和种类丰度也最高,分别达 4.27 和 9.22,均匀度也较高,为 0.71;竹塔和浮宫 2 断面为半咸水性质,其多样性指数最低,分别仅为 2.37 和 2.00。贞庵断面与浮宫断面指数值相差 2.13 倍,变化幅度较大。浮宫的种类丰度和均匀度也是各断面中最低的。与此相反,种类优势度则与海水平均盐度大致呈负相关。贞庵断面种类优势度为 0.31,而浮宫可达 0.78,相差 2.25 倍。反映出随着盐度的降低,群落的物种多样性下降,种类优势度提高,群落结构趋向简单。

表 5 福建红树林区底栖生物群落的多样性指数

Table 5 Diversity index of benthic community in mangrove areas along coast of Fujian

断面 Section	贞庵 Zhenan	东甲 Dongjia	浔浦 Xunpu	后渚 Houzhuzhu	田螺 Tianluo	白水 Baishui	竹塔 Zhuta	浮宫 Fugong
H'	4.27	3.97	3.41	3.41	2.97	2.47	2.37	2.00
d	9.22	6.83	7.27	7.58	5.26	3.55	5.95	3.46
J'	0.71	0.74	0.60	0.59	0.65	0.52	0.45	0.42
D_2	0.31	0.28	0.55	0.52	0.48	0.69	0.73	0.78

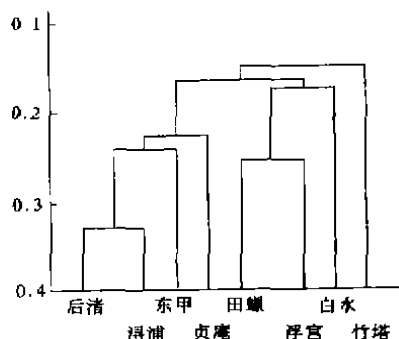


图 4 福建红树林区各断面生物的系统聚类

Fig. 4 Systematic group of benthos at each section along Fujian mangrove swamp

2.5.3 群落种类组成相似性与盐度的关系 由于同是红树林区,底质类型基本相同,各断面的群落相似性变化不大,多数断面群聚系数在 0.15~0.24 之间。其中,海水盐度值相近的断面其群落相似性提高,如田螺-浮宫同为半咸水断面,东甲-后渚及浔浦-东甲均为低盐水断面,其群聚系数均为 0.24,而浮宫-贞庵二断面,虽同在九龙江口,地理位置较靠近,但盐度差异较大,分别为 14.33 和 26.72,其群落相似性也不高,群聚系数仅 0.14。白水-浮宫断面盐度差别也较大,群聚系数仅 0.10。各断面群落相似性见图 4。

2.5.4 底栖生物栖息密度与红树林的关系 福建红树林区红树的发育和分布情况差异很大(表 4),这种差异与红树林区底栖生物的栖息密度关系密切,呈正相

关趋势。竹塔、白水二断面红树发育良好,树高林密,高、中潮区均有红树分布,其底质有机质含量丰富,底栖生物的栖息密度在 8 个断面中分别居第 1 和第 2 位,分别达 365 个/ m^2 和 146 个/ m^2 。而浮宫、东甲二断面红树林因人为因素,林稀树小,有的地方仅存板状根块,其底栖生物栖息密度最低,分别仅为 67 个/ m^2 和 57 个/ m^2 。其余 4 断面红树发育状况介于上述二者之间,其底栖生物栖息密度变动于 100~130 个/ m^2 之间。

2.5.5 物种多样性与红树林的关系 从表 4 和表 5 可以看出,福建红树林区群落的物种多样性与红树林的发育状况呈负相关。竹塔、白水两个红树发育良好的断面,其物种多样性明显低于除浮宫以外的其余各断面,种类丰度和均匀度也类似这种情况。而种类优势度相反,明显高于浮宫以外的其余断面。呈现出红树林茂密的断面高栖息密度低物种多样性的特点。

红树林群落是一种特殊类型的河口群落,是锯缘青蟹、可口革囊星虫、双齿围沙蚕、弹涂鱼等经济种类栖息繁衍的良好生境。同时,大量红树落叶分解、淋溶产生的高含量有机质,对提高河口生态系的营养盐含

量、初级生产力和次级生产力,具有重要作用。此外,红树林可以减缓海浪对海岸,尤其是堤岸的冲刷和侵蚀,加速泥沙沉积,起到护堤、造陆的作用^[12,13]。因此,应大力提倡保护和营造红树林,为人类造福。

参考文献

- [1] Sasekumar A. Distribution of macrofauna of a Malayan mangrove shore. *J Anim Ecol*, 1974, (43): 51~69.
- [2] 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.
- [3] Wells F E and Siack-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.
- [4] 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.
- [5] McCormick W A. The ecology of benthic macrofauna in New South Wales mangrove swamps. M. Sc. thesis, Univ New South Wales, 1978.
- [6] 何明海. 九龙江口红树林海岸潮间带多毛类生态研究. *海洋通报*, 1991, 10(3): 56~62.
- [7] 周时强, 李复雪. 九龙江口红树林上附着动物的生态. *台湾海峡*, 1993, 12(4): 325~341.
- [8] 周时强, 李复雪. 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] 高世和, 李复雪. 九龙江口红树林区底栖大型底栖动物的群落生态. *台湾海峡*, 1985, 4(2): 179~191.
- [10] 吴启泉, 等. 大亚湾红树林区底栖大型动物的群落. *台湾海峡*, 1992, 11(2): 161~166.
- [11] 余日清, 等. 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. *生态学报*, 1996, 16(3): 283~288.
- [12] 张乔民. 红树林防浪护岸机理和效益评价. 第七届全国海岸工程学术讨论会论文集(下). 北京, 海洋出版社, 1993. 853~861.
- [13] 张乔民. 红树林潮滩沉积速率测量与研究. *热带海洋*, 1996, 15(4): 57~62.