

学校编码: 10384

密级_____

学 号: 33320131151716

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

海南东寨港红树林生境异质性对
软体动物多样性的影响

The impacts of habitat heterogeneity of mangroves on
mollusks diversity at Dongzhaigang Bay, Hainan

章 慧

指导教师姓名: 王瑁副教授

专 业 名 称: 生 态 学

论文提交日期: 2016 年 5 月

论文答辩时间: 2016 年 5 月

2016年5月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文(包括纸质版和电子版)，允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

()1.经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，于
年 月 日解密，解密后适用上述授权。

()2.不保密，适用上述授权。

(请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。)

声明人(签名)：

年 月 日

目录

摘要.....	I
Abstract.....	III
第一章 前言.....	1
1.1 红树林.....	1
1.2 红树林与大型底栖动物的关系.....	1
1.2.1 大型底栖动物.....	1
1.2.2 红树林与大型底栖动物.....	2
1.3 红树林与软体动物的关系.....	4
1.3.1 红树林区软体动物的种类.....	4
1.3.2 软体动物在红树林生态系统中的功能.....	5
1.3.3 红树林生境异质性与软体动物的关系.....	6
1.3.4 红树林软体动物研究概况.....	8
1.4 本研究的意义.....	9
第二章 材料与方法.....	11
2.1 样地自然概况.....	11
2.2 实验方法.....	11
2.2.1 样地设置.....	11
2.2.2 软体动物调查.....	13
2.3 数据分析.....	14
2.3.1 生物多样性指数.....	14
2.3.2 种类相似性分析.....	14
2.3.3 优势种分析.....	15
第三章 结果与分析.....	17
3.1 东寨港软体动物种类组成与优势种.....	17
3.2 海南东寨港不同样地软体动物群落结构.....	19
3.2.1 不同样地软体动物群落结构变化.....	19

3.2.2 不同样地软体动物生物多样性多样性指数比较.....	22
3.2.3 不同样地软体动物生物多样性指数季节变化.....	23
3.2.4 后排白骨壤群落和塔市白骨壤群落软体动物群落结构比较.....	24
3.3 不同红树植物群落内软体动物分布特点.....	26
3.3.1 不同红树植物群落内软体动物种类丰度特点.....	26
3.3.2 红树植物群落对软体动物群落结构的影响.....	29
3.3.3 不同红树植物群落内软体动物生物多样性指数季节变化.....	31
3.3.4 后排白骨壤群落和角果木群落软体动物群落结构比较.....	32
3.4 各样地不同微生境软体动物群落结构.....	35
3.4.1 三江不同微生境软体动物群落结构.....	35
3.4.2 后排不同微生境软体动物群落结构.....	38
3.4.3 塔市不同微生境软体动物群落结构.....	41
第四章 讨论	46
4.1 东寨港红树林区软体动物的生物多样性.....	46
4.2 底质对软体动物分布的影响.....	47
4.3 东寨港红树林生境异质性与软体动物多样性的关系.....	48
4.3.1 红树植物群落生境异质性与软体动物分布的影响.....	48
4.3.2 各样地不同微生境异质性与软体动物分布的影响.....	49
4.4 无瓣海桑对软体动物的影响.....	49
第五章 结论和展望	51
5.1 主要结论.....	51
5.2 研究展望.....	52
参考文献	53
附录	63
攻读硕士学位期间发表的论文及参与的科研项目	74
致谢	75

Contents

Abstract(in Chinese).....	I
Abstract(in English)	III
Chapter 1 Preface.....	1
1.1 Mangrove	1
1.2 Relations between mangrove and macrobenthos	1
1.2.1 Macrobenthos	1
1.2.2 Mangrove and Macrobenthos	2
1.3 Relations between mangrove and mollusks	4
1.3.1 Mollusks in mangrove areas	4
1.3.2 Functions of mollusks in mangrove ecosystem.....	5
1.3.3 Relations between mangrove habitat heterogeneity and mollusks.....	6
1.3.4 Research work on mollusks in mangrove areas	8
1.4 Purpose and significance of this study.....	9
Chapter 2 Material and methods	11
2.1 Study area.....	11
2.2 Research methods	11
2.2.1 Sample setting	11
2.2.2 Research work on mollusks	13
2.3 Data analysis	14
2.3.1 Biodiversity index	14
2.3.2 Species similarity analysis	14
2.3.3 Dominant species analysis	15
Chapter 3 Results and Analysis.....	17
3.1 Species components and dominant species of mollusks at Dongzhaigang Bay	17
3.2 Community structure of mollusks at different sample sites at Dongzhaigang Bay	19

3.2.1	Changes of community structure of mollusks at different sample sites	19
3.2.2	Comparison of the biodiversity index of mollusks at different sample sites	22
3.2.3	Seasonal changes of biodiversity index of mollusks at different sample sites	23
3.2.4	Comparison of mollusks community structure in <i>Avicennia marina</i> communities at HP and TS.....	24
3.3	Distribution characteristics of mollusks in different mangrove communities	26
3.3.1	Mollusks species abundance in different mangrove communities.....	26
3.3.2	Effects of mangrove communities on the structure of mollusks.....	29
3.3.3	Seasonal changes of biodiversity index of mollusks in different mangrove communities	31
3.3.4	Comparison of mollusks community structure in <i>Avicennia marina</i> and <i>Ceriops tagal</i> communities at HP	32
3.4	The community structure of mollusks in each microhabitats at different sample sites	35
3.4.1	The community structure of mollusks in each microhabitats at SJ.....	35
3.4.2	The community structure of mollusks in each microhabitats at HP	38
3.4.3	The community structure of mollusks in each microhabitats at TS.....	41
Chapter 4 Discussions.....		46
4.1	The biodiversity of mollusks at Dongzhaigang Bay.....	46
4.2	Effects of sediment on the distribution of mollusks	47
4.3	Relations between mangrove habitat heterogeneity and mollusks diversity at Dongzhaigang Bay.....	48
4.3.1	Relations between mangrove habitat heterogeneity and mollusks diversity at Dongzhaigang Bay.....	48
4.3.2	Effects of different microhabitat heterogeneity on the distribution of mollusks at each sample sites	49
4.4	Effects of <i>Sonneratia apetala</i> on mollusks	49

Chapter 5 Conclusion and Perspective	51
5.1 Main conclusions	51
5.2 Research expectations	52
References.....	53
Appendix	63
Achievements and Research Project	74
Acknowledgements	75

厦门大学博硕士论文摘要库

摘要

包括软体动物在内的大型底栖动物是红树林生态系统的重要组成部分,几乎在所有的红树林生境类型中都能够发现它们的存在,其在红树林中占据了重要的生态位,通过穴居、取食等活动改变着红树林有机物循环的物理和化学过程,对红树林生态系统的结构和功能的维持具有非常重要的作用,是红树林生态系统中食物网的重要环节。本文选取了海南省东寨港国家级自然保护区内三个不同地点的红树林从空间尺度方面对其中的软体动物分布进行了研究。此外还比较了不同地点的红树植物群落内软体动物分布的特点。

选择了海南东寨港的湾口(塔市)、中部(后排)的白骨壤群落及湾底(三江)的无瓣海桑群落,对不同微生境(林外光滩、林缘和林内)的软体动物多样性、分布特点及其季节变化进行了调查研究。以9、12、3、6月分别代表秋、冬、春、夏四个季节,每季度调查一次,主要研究结果如下:

1.4个季度共调查记录软体动物30科53种,主要以汇螺科为主,主要的优势种有:珠带拟蟹守螺、小翼拟蟹守螺、红树拟蟹守螺、查加拟蟹守螺、印澳蛤、斯氏印澳蛤。这6个优势种的丰度占总数的86.67%,其中汇螺科70.77%,满月蛤科15.90%。

2.从整个海湾的位置来看,塔市处于湾口,是软体动物 *Margalef* 丰富度指数最高的样地,意味着软体动物种类最丰富,这主要是因为塔市位于入海口,是咸淡水交换的地方,更有利于维持软体动物的生物多样性。除秋季外,三江的 *Margalef* 丰富度指数一直处于最低水平,可能与外来物种无瓣海桑群落软体动物生物多样性低有关。

3.不同红树植物群落的软体动物分布有较大差异,位于三江的无瓣海桑群落的软体动物多样性处于较低水平,软体动物分布很不均匀,优势种的优势地位较突出。即使位于同一地点,两种红树植物群落内的软体动物分布也有较大差异。此外,单一的红树植物群落中软体动物多样性低于多种红树植物共存形成的群落。

4.在不同样地,即使是同一种红树植物群落,由于其所处的环境不同,周围生境异质性也有差别,其群落内的软体动物多样性也有较大差异。位于塔市的白骨壤群落软体动物种类较少,位于后排的白骨壤群落内软体动物种类最丰富。

5.同一样地的不同微生境，从光滩、林缘至林内，软体动物的种类、密度和生物量均有显著差别，光滩生境的软体动物种类多样性最高，密度和生物量也处于较高水平，林缘较林内软体动物的种类多样性，密度和生物量更高。

关键词：红树林；生境异质性；软体动物；生物多样性；东寨港

厦门大学博硕士论文摘要库

Abstract

Macrobenthos including mollusks are important components of mangrove ecosystem. Mollusks are found throughout most mangrove habitats, they occupy a number of niches and contribute to the physical and chemical processes of organic matter cycle by burrowing and feeding activities. They are crucial to the maintenance of structure and functions of mangrove ecosystem. They are also important parts of food web in the mangrove. Mangroves in Dongzhaigang National Nature Reserve were selected as research areas, mollusks at these three sites were studied from spatial scale. Besides, the distribution characteristics and seasonal changes of mollusks in different mangrove communities were also studied. At each sample site, mudflat, pneumatophore area and vegetated forests were studied separately to figure out the influence that microhabitats had on the distribution of mollusks.

Avicennia marina at upstream(TS), midstream(HP) and *Sonneratia apetala* at downstream(SJ) of Dongzhaigang Bay were chosen to study the distributions characteristics of mollusks. Sampling was conducted seasonally from September 2014, December 2014, March 2015 and June 2015. The mainly results were as follows:

1. A total of 7652 individuals, including 53 species belonged to 30 families were collected. Dominant species are as follows: *Cerithidea djadjariensis*, *Cerithidea cingulate*, *Cerithidea rhizophorarum*, *Cerithidea microptera*, *Indoaustriella plicifera*, *Indoaustriella scarlatoi*. They took up 86.67% of total species numbers. Species of Potamididae took up 70.77%, species of Lucinidae took up 15.90%.

2. From the entire gulf, Tashi is located at the baymouth, the *Margalef* index of mollusks were the maximum, which means mollusks at this site are the most abundant species, Tashi is located at the estuary, where saline-fresh water exchange frequently, this may be the reason to maintain high species diversity of mollusks. The *Margalef* index of mollusks at Sanjiang location had always been in a low level, may attribute to the exotic species of *Sonneratia apetala* with low biodiversity.

3. There are obvious differences in the distribution of mollusks in different

mangrove communities, The mollusks diversity in *Sonneratia apetala* communities at Sanjiang were at a low level, the *Simpson* index were the maximum, which means the dominance of dominant species is outstanding, the distribution of various classes is very uneven. Besides, mollusks diversity is higher in the coexistence of different mangrove species communities than the single mangrove species communities.

4. Due to the different environmental factors and the different habitat heterogeneity at distinguished sites, there were differences between the mollusks biodiversity, even though in the same mangrove communities, the mollusks species in *Avicennia marina* communities at Tashi were the lowest, the mollusks species in *Avicennia marina* communities at HP were the highest.

5. From mudflat to pneumatophore area and vegetated forests, the species, density and biomass of mollusks had significant differences among distinguished microhabitats at each sample site. Mollusks species diversity, density and biomass had been always at higher level than pneumatophore area and vegetated forests. Mollusks species, density and biomass had higher diversity in the transitional pneumatophore area than vegetated forests.

Key words: Mangrove; Habitat heterogeneity; Mollusks; Biodiversity; Dongzhaigang Bay

第一章 前言

1.1 红树林

红树林是在热带与亚热带地区海岸潮间带(即陆地和海洋的过渡地带)上生长的木本植物群落,通常生长在港湾河口地区的淤泥质滩涂上,是海滩上特有的森林类型。这些植物与生活在其周围的微生物、真菌、动物等和周围的非生物因子共同构成了红树林生态系统(Kathiresan and Bingham, 2001; 林鹏, 1997)。红树林是一种独特的生态系统,是众多物种的栖息地,其泥质或砂质的底质是底表栖息、底内栖息和小型底栖无脊椎动物生存的环境,红树林内形成众多小潮沟是浮游植物、浮游动物、鱼类的重要栖息地,红树林也是鱼类的育苗场(Kathiresan and Bingham, 2001)。与其它森林类型相比,红树林具有结构的复杂性、物种的多样性、生产力的高效性三大特点,具有独特的生态功能。红树林是河口海湾中初级生产力最高的生态系统(Mcluskay, 1981; Lee, 2008; 林鹏, 1997)。

红树林具有高度的空间异质性、复杂性和丰富的物种多样性(Manson et al., 2005),充分发挥了其作为鱼类、鸟类、甲壳类、贝类等的育苗场、饵料场、补给站和避难所等功能(Alongi, 2002; Ellison, 2008),为近岸鱼类种群的补充和渔业活动提供支持(Thayer et al., 1987; Crona and Rönnbäck, 2005; 林清贤等, 2007; 徐珊楠等, 2010)。红树林通过“消浪, 缓流, 促淤, 固土”功能在海岸形成一道密实的天然屏障,红树林明显的层次结构、密集多样化且深扎于淤泥质滩涂的树根在维护海岸生态平衡,防风减灾、护堤防浪方面具有重大作用(王文卿和王瑁, 2007)。

1.2 红树林与大型底栖动物的关系

1.2.1 大型底栖动物

“底栖生物”名词最早由德国的 Haeckel 于 1981 年提出。海洋底栖生物是指那些是指生活于海洋沉积物底内、底表以及水中物体为依托而栖息的生物生态类群,包括海洋底栖植物和海洋底栖动物(蔡立哲, 2006)。海洋底栖动物根据其通

过网筛的大小，可以分成大型底栖动物、小型底栖动物和微型底栖动物三大类。能通过孔径为 0.042 mm 筛网的底栖动物称之为微型底栖动物，能通过孔径为 0.3 mm 而不能通过 0.042 mm 网筛的底栖动物称之为小型底栖动物，不能够通过孔径为 0.3 mm 网筛的底栖动物动物称之为大型底栖动物，底栖动物生活在水体环境的“底栖区”(benthic)，生境高度复杂多样化，底栖生物的物种丰富度远高于水层区(Arntz et al., 1998)。

1.2.2 红树林与大型底栖动物

红树林大型底栖动物按分类学划分，主要有：甲壳动物、软体动物、多毛动物、寡毛动物、棘皮动物、腔肠动物和海鞘动物等，其中甲壳动物和软体动物是红树林大型底栖动物的主要类群(林鹏, 1997; 蔡立哲等, 1998; 陈光程等, 2013)。

1.2.2.1 红树林对大型底栖动物的作用

红树林植被对其生态系统的生境复杂性以及大型底栖动物的多样性和分布有重要作用(Lee, 1998; Roach and Lim, 2000; 叶勇等, 2006)。红树林植被对红树林生境复杂程度有重大影响，可以改变林内光照、减缓水分蒸发、提供凋落物和改变沉积物性质等，因此在改变红树林区大型底栖动物的多样性及其分布规律有潜在重要作用。大型底栖动物在红树林生境中的分布规律与其它类型生境有明显差别(Wells, 1983; Ellis et al., 2004)，红树林对大型底栖动物的作用主要体现在：
1)红树林凋落物是一些大型底栖动物的营养来源(Robertson, 1986; Slim et al., 1997; Fratini et al., 2001)，大型底栖动物是红树林生态系统内食物链的重要环节；
2)红树植物形态多变复杂的根系(气生根、支柱根、表面根和呼吸根等)与空气、滩涂、水体互相交叉渗透，构建了众多细化的微生境，为大型底栖动物提供栖息、觅食和繁殖生境，在红树林中，林带前缘区大型底栖动物的生物多样性高于红树林中心区域(McCormick, 1978; 余日清等, 1996; 高爱根等, 2005)；
3)红树林通过对土壤底质某些化学性质的改造作用(Kryger and Lee, 1995; Gleason et al., 2003; 何斌等, 2001)，以及改变林内物理结构和营养特点(Kwok and Lee, 1995; Lee and Shih, 2004)，进而影响大型底栖动物的分布。

1.2.2.2 大型底栖动物对红树林的作用

大型底栖动物是红树林生态系统中的重要组成部分,它是一个广泛的、具有不同形态的动物集合体,主要是各种无脊椎动物,构成了红树林生态系统内的底栖亚系统。它是一个非常重要的动态中心,而大型底栖动物群落在这个中心里占据着承上启下的关键位置,大型底栖动物大多在有氧和有机质丰富的沉积物表层生活,它们的次级生产量是水体生态系统中能流和物流的重要环节(Holme et al., 1984),决定着红树林生态系统的许多重要生态过程,是能量流动、物质循环中的主要消费者和转移者(Fondo et al., 1998; Kathiresan and Bingham, 2001; Macintosh and Ashton, 2002; 李荣冠等, 1995; 邹发生等, 1999b; 唐以杰和余世孝, 2007b; 徐凤山和张均龙, 2011)。在红树林中许多大型底栖动物以红树林凋落物为食,因此红树林凋落物中的能量通过大型底栖动物的摄食被转移(Robertson, 1986; Emmerson and McGwynne, 1992; Micheli, 1993)。红树林凋落叶是蟹类的主要食物来源,蟹类和软体动物种的腹足类是两类主要的摄食红树林凋落物的大型底栖动物(Micheli, 1993; Fratini et al., 2001; Nordhaus et al., 2006)。大型底栖动物在红树林生态系统食物链中,是初级消费者优势类群。它们在其一生中的全部或大部分时间都生活在红树林沉积物中,因此,其群落结构和功能与红树林的大多数物理、化学过程有关,如对污染物的代谢、转化和迁移。大型底栖动物多以穴居方式栖息在红树林沉积物中,通过生物扰动及沉降影响红树林沉积物移动和稳定性等,还可以协助有毒物质的缓冲过程,改变周围沉积物的氧化状态,底栖动物尤其是蟹类在红树林湿地沉积物中起增氧和松土作用(Valença et al., 2012)。大型底栖动物还影响着沉积物中有机质降解的时间和数量级(马骏等, 2010),它们对环境变化敏感、反应多样,促淤造陆、植被演替、环境污染、滩涂围垦、护岸工程自然或者人为因素,都有可能改变大型底栖动物的时空分布及其生态系统功能等,因此,大型底栖生物的多样性和丰富度可反映红树林生态功能和地位,对于红树林内的生境变化有着生物生态的指示作用(Lee, 1998; 叶勇等, 2006)。而且,大型底栖动物为林区更高营养级消费者包括鸟类和经济鱼类提供主要的食料(Smith, 1987; Smith et al., 1991; Nielsen, 2003)。

1.3 红树林与软体动物的关系

1.3.1 红树林区软体动物的种类

腹足纲是红树林软体动物的主要类群之一，它们有螺旋形的外壳，发达的头部，足位于躯干的腹面，常有一角质或石灰质的厣掩盖壳口。腹足类是红树林区主要的底上生活者，大部分种类在地表、红树植物茎秆基部、气生根表面营匍匐生活(Fratini et al., 2001)，如：拟沼螺科(Assimineidae)、汇螺科(Potamididae)和蜒螺科(Neritidae)的一些种类，多数大量集群生活，成为绝对优势种，而滨螺科(Littorinidae)的一些种类如粗糙滨螺(*Littoraria scabra*)、浅黄滨螺(*Littoraria pallescens*)等可攀附在红树植物的茎和叶上，成为主要的树栖型软体动物，黑口滨螺(*Littoraria melanostoma*)常栖息于红树植物的新枝和嫩叶上，栖息高度低于1.5 m(Lee and Williams, 2002; 陈光程等, 2006)。个别腹足纲种类如海蜗牛(*Janthina janthina*)营游泳生活；蛇螺科(Vermetidae)的覆瓦小蛇螺(*Serpulorbis imbricata*)则附着在石头或其它坚硬的固体表面。与潮间带光滩生境不同，红树林生境中植被林冠可以为一些大型底栖动物特别是腹足类动物提供适宜栖息环境(陈光程等, 2006)。

双壳纲是红树林软体动物中最主要的经济类群，多为底内栖息者，埋栖于红树林底质中，包括帘蛤科(Veneridae)、贻贝科(Mytilidae)、满月蛤科(Placunidae)等的种类；有些双壳类营固着生活，它们以石灰质外壳固着于礁石、红树植物树干或气生根表面，其中最典型的代表就是牡蛎科的种类；有些种类以足丝附着于红树植物树干、气生根或者礁石表面，如贻贝科的黑荞麦蛤(*Xenostrobus atrantus*)；而船蛆科的种类则在红树植物树干或根系中营钻孔生活。

头足纲种类如双喙耳乌贼(*Sepiolo birostrata*)具有发达的头部和眼，它们多随潮水进入红树林潮沟，或在红树林外的浅水水域活动(范航清等, 1998; 何斌源, 2002)。多板纲种类一般附着在红树林林缘礁石或者其它物体上，此调查中未发现，掘足纲种类有长圆锥形稍弯曲的管状贝壳，形似象牙，一般在红树林外的滩涂中营埋栖生活。

根据生活习性把红树林软体动物划分为以下几个类型：附着型(encrusting, en)，以其本身的足丝或肌肉附着在树干或其它固体上生活的软体动物；底上型

Degree papers are in the “[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)”.

Fulltexts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.