

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学号: 21220051302244

UDC

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

海南东寨港和清澜港红树植物分布与土壤
性质的关系

Relationship between mangrove distribution and soil
characters at Dongzhai Harbor and Qinglan Harbor, Hainan

刘美龄

指导教师姓名: 叶 勇 教授

专 业 名 称: 环境工程

论文提交日期: 2008 年 4 月 5 日

论文答辩时间: 2008 年 6 月 4 日

学位授予日期: 2008 年 月 日

答辩委员会主席: 卢昌义 教授

评 阅 人: 卢昌义 教授

张银龙 教授

2008 年 6 月

厦门大学学位论文原创性声明

兹提交的学位论文，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的其他个人或集体的研究成果，均在文中以明确方式标明。本人依法享有和承担由此论文产生的权利和责任。

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人完全了解厦门大学有关保留、使用学位论文的规定。厦门大学有权保留并向国家主管部门或其指定机构送交论文的纸质版和电子版，有权将学位论文用于非赢利目的的少量复制并允许论文进入学校图书馆被查阅，有权将学位论文的内容编入有关数据库进行检索，有权将学位论文的标题和摘要汇编出版。保密的学位论文在解密后适用本规定。

本学位论文属于

1、保密（ ），在 年解密后适用本授权书。

2、不保密（ ）

（请在以上相应括号内打“√”）

作者签名：

日期： 年 月 日

导师签名：

日期： 年 月 日

摘 要

以海南东寨港和清澜港红树林为研究对象，在东寨港演丰镇、三江镇和清澜港文昌的海岸从水缘至陆缘设置样带，于每样带按一定间距设置调查位点，在每位点记录物种出现情况，并分析部分样带土壤的理化性质和生化性质。比较东寨港和清澜港土壤底质、潮位等因素对红树林分带的影响。

研究表明，所调查的红树植物物种从低潮滩至高潮滩分布的序列为：白骨壤一般为先锋植物，但由于适应生境能力强，在不同滩位和潮带均可见；正红树、红海榄、杯萼海桑、海桑为前沿向海带；秋茄、桐花树、木榄、海莲、角果木、瓶花木、榄李位于中间林带；木果楝、老属筋、卤蕨为后缘靠陆带。

对土壤物理性质研究表明，清澜港红树林样地土壤砂石含量高，土壤质地类型都为多砾质，土壤分形维数较小 (< 2.300)，对水分的保蓄能力差，土壤含水量低，土壤容重较大，土壤可溶性离子含量低；而东寨港样地土壤粘粒含量较高，土壤质地类型介于粉土和壤土之间，土壤分析维数较大 (> 2.300)，水分的保蓄能力较好，含水量高达 90%，土壤容重较清澜港低，土壤可溶性离子含量较高，其中，样带五土壤含盐量达 12.573 g/kg；从陆到海清澜港各样带土壤含水量逐渐增大，而东寨港各样带土壤含水量变化规律不明显；物种中以最靠陆的榄李林下土壤含水量最低。各样带土壤容重随着深度增加逐渐增加；土壤容重、pH 呈现向海林带低于中间林带、向陆林带。双因素方差分析表明，物种对 pH、硫酸根离子、氯离子都有极显著影响 ($p < 0.01$)；土壤深度对 pH 有显著性影响 ($p < 0.05$)。

对土壤养分含量的研究表明，从各样带平均值来看，以东寨港样带五土壤总氮、全磷、有效磷、全硫、全铁、有机质含量最高，而氨氮含量最低，仅为 0.0859 g/kg，其中土壤有机质含量高达 116.0791 g/kg，清澜港各样带养分含量均值一般较东寨港低；从海到陆，土壤总氮含量以中间林带含量最高，向海林带和向陆林带含量偏低；而其它养分指标一般清澜港向海林带最大，东寨港以中间林带养分含量最高；随着深度的增加，全氮、全磷、有效磷、全铁、有机质随深度增加而减少。而氨氮、全硫含量随土壤深度的增大而增大；从群落演替类型变化上看，养分指标一般以演替后期的群落类型为最大，尤以海莲和木榄林下土壤养分水平较高。双因素方差分析表明，物种对全氮、全磷、有机质、

全铁都有极显著影响 ($p < 0.01$); 深度对全磷、有效磷有显著影响 ($p < 0.05$)。

对土壤生化性质的研究表明, 清澜港各样带, 脲酶和过氧化氢酶的活性, 从海到陆的变化规律均呈现向陆林带>中间林带>向海林带, 而东寨港各样带, 土壤脲酶和过氧化氢酶的活性向陆林带、中间林带>向海林带, 可见外滩由于长期淹水, 土壤酶活性较低; 群落变化规律则脲酶以木榄群落活性最大; 过氧化氢酶活性以海莲群落最大; 但不同红树植物群落土壤脲酶活性存在的差异不大; 从各层土壤脲酶的活性变化来看, 各样带土壤脲酶和过氧化氢酶的活性均为表层 (0-20cm) 略高于底层 (20-40cm)。双因素方差分析表明, 土壤深度对脲酶活性有显著影响 ($p < 0.05$)。

各红树植物对土壤理化生性状要求不同, 正红树, 红海榄一般生长于淤泥深厚的滩地, 白骨壤、角果木、榄李、卤蕨、老鼠簕等在沙质土上也能生长, 榄李林下, 土壤 SO_4^{2-} 浓度最高, 因此该物种下的立地酸性强, 而木榄林下土壤 SO_4^{2-} 浓度最低, 这表明该红树林植物根系有吸收、富集硫元素和分解释放 SO_4^{2-} 的作用。榄李和瓶花木各养分指标相对较低, 而木榄, 海莲盐分和各土壤养分指标也较高, 表明该物种需要较好的立地; 桐花树分布于林前缘附近的低潮带裸滩因含有大量的呼吸残体, 土壤可溶性盐分离子含量高, 且有机质及全氮, 全磷, 有效磷, 全硫, 有机质, 全铁含量高。

关键词: 红树林分布; 土壤性质

Abstract

Zonational distribution of mangroves and its relationships with soil characters were studied at Dongzhai Harbor and Qinglan Harbor, Hainan.

Avicennia marina has wide distribution in intertidal zone. *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora stylosa*, *Sonneratia alba* and *Sonneratia cylindrical* are species in seaward zones. *Kandelia candel*, *Aegiceras corniculatum*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *Bruguiera sexangula*, *Ceriops tagal*, *Scyphiphora hydrophyllacea* and *Lumnitzera racemosa* always occur in the middle flat. *Xylocarpus granatum* and *Acanthus ilicifolius* are landward species.

Results indicated that the fractal dimensions of mangrove soils, the water content and water soluble ion content at Qinglan Harbor were lower than those at Dongzhai Harbor, while the content of sand loam and soil volume weight at Qinglan Harbor were higher than those at Dongzhai Harbor. For example, the fractal dimensions of mangrove soils at Qinglan Harbor are less than 2.300. However, the fractal dimensions of mangrove soils at Dongzhai Harbor are more than 2.300. From seaward to landward, the water content of soil at Qinglan Harbor increased, while this tendency were not clear at Dongzhai Harbor. Soil volume weight increased with soil depth at each plot. Soil volume weight and pH are lowest at exterior forests. Species had remarkable effects on pH, the content of SO_4^{2-} and Cl^{-1} ($p < 0.01$), and the soil depth had remarkable effect on pH ($p < 0.05$).

We examined soil total nitrogen, total phosphorus, Total Sulphur, total iron and Available phosphorus, organic matter in relation to mangrove species distributions. The content of soil nutrients were highest at plot 5 at Dongzhai Harbor, but the content of Ammoniac nitrogen is lowest, only 0.0859 g/kg and the content of organic matter can reach to 116.0791 g/kg. The content of soil nutrients at Qinglan Harbor is highest at exterior flat, while at Dongzhai Harbor is highest at middle flat. Total nitrogen, total phosphorus total iron, organic matter decreased with soil depth, but others was in contrast. Generally the soil nutrient content of *Bruguiera gymnorrhiza* and *Bruguiera sexangula* is higher than other species. Species had remarkable effects on organic matter, total iron, total nitrogen, total phosphorus ($p < 0.01$) and the soil depth had remarkable effect on total phosphorus, available phosphorus ($p < 0.05$).

For soil biochemistry characters, urease and catalase activities at Qinglan Harbor increased

in the order of interior flat>middle flat>exterior flat and those at Dongzhai Harbor interior flat and middle flat were higher than exterior flat. Urease activity under the *Bruguiera gymnorhiza* is highest than other species. But Catalase under the *Bruguiera sexangula* is higher than other species. Urease and Catalase decreased with soil depth. The soil depth had remarkable effect on Urease activity ($p<0.05$).

Different mangroves require different condition of soil. *Rhizophora apiculata* and *Rhizophora stylosa* grow in the sludgy soils. *Avicennia marina*, *Ceriops tagal*, *Lumnitzera racemosa*, *Acrostichum aureum* and *Acanthus ilicifolius* can adapt well to sand soils. The content of SO_4^{2-} under *Lumnitzera racemosa* is the largest, but the lowest under *Bruguiera gymnorhiza*. The content of soil nutrients under *Lumnitzera racemosa* and *Scyphiphora hydrophyllacea* were lower than those under *Bruguiera gymnorhiza* and *Bruguiera sexangula*. However, *Aegiceras corniculatum* is distributed in the exterior flat where contains a lot of relict of mangroves, the content of salts and nutrients were high.

Key words: distribution of mangrove; physical and chemical characters and biochemical characters of soil.

图索引

图 4-1 海南各样带土壤含水量的剖面变化.....	26
图 4-2 海南各样带土壤容重的剖面变化.....	27
图 4-3 海南各样带土壤pH的剖面变化.....	28
图 4-4 海南各样带土壤含盐量的剖面变化.....	30
图 4-5 海南各样带土壤可溶性硫酸根离子的剖面变化.....	40
图 4-6 海南各样带土壤可溶性氯离子的剖面变化.....	41
图 4-7 海南各样带土壤可溶性钙离子的剖面变化.....	42
图 4-8 海南各样带土壤可溶性镁离子的剖面变化.....	43
图 4-9 海南各样带土壤水溶性 SO_4^{2-} 与 $\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+}$ 的关系	44
图 5-1 海南各样带土壤全氮含量的剖面变化.....	49
图 5-2 海南各样带土壤氨氮含量的剖面变化.....	50
图 5-3 海南各样带土壤全磷含量的剖面变化.....	51
图 5-4 海南各样带土壤全磷含量的剖面变化.....	52
图 5-5 海南各样带土壤有机质含量的剖面变化.....	53
图 5-6 海南各样带土壤全硫含量的剖面变化.....	54
图 5-7 海南各样带土壤全铁含量的剖面变化.....	55
图 6-1 海南各样带土壤过氧化氢酶活性的剖面变化.....	63
图 6-2 海南各样带土壤脲酶活性的剖面变化.....	64

Figure Index

Fig.4-1 Changes in soil water content with depth at Hainan plots.....	26
Fig.4-2 Changes in soil volume weight with depth at Hainan plots.....	27
Fig.4-3 Changes in soil pH with depth at Hainan plots.....	28
Fig.4-4 Changes in soil salinity with depth at Hainan plots.....	30
Fig.4-5 Changes in watersolube SO_4^{2-} in soil with depth in Hainan.....	40
Fig.4-6 Changes of watersolube Cl^- in soil with depth at Hainan plots	41
Fig.4-7 Changes in watersolube Ca^{2+} in soil with depth in Hainan.....	42
Fig.4-8 Changes in watersolube Mg^{2+} in mangrove soils with depth in Hainan	43
Fig.4-9 Relationship between watersolube SO_4^{2-} and $\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+}$ in soils	44
Fig.5-1 Changes in soil total nitrogen with depth at Hainan plots	49
Fig.5-2 Changes in soil ammonia nitrogen with depth at Hainan plots.....	50
Fig.5-3 Changes in soil total phosphorus with depth at Hainan plots.....	51
Fig.5-4 Changes in soil available phosphorus with depth at Hainan plots....	52
Fig.5-5 Changes in soil organic matter with depth at Hainan plots.....	53
Fig.5-6 Changes in soil total sulfur with depth at Hainan plots	54
Fig.5-7 Changes in soil total iron with depth at Hainan plots.....	55
Fig.6-1 Changes in catalase activity in soil with depth at Hainan plots.....	63
Fig.6-2 Changes in urease activity in soil with depth at Hainan plots	64

表索引

表 3-1 样带 1-5 各红树物种的分带值.....	17
表 3-2 样带 1-5 红树物种的分带值平均值.....	17
表 3-3 样带 6 红树物种的分带值.....	18
表 3-4 样带 7 红树物种的分带值.....	18
表 3-5 样带 8 红树物种的分带值.....	18
表 3-6 样带 9 红树物种的分带值.....	19
表 3-7 样带 10 红树物种的分带值.....	19
表 3-8 样带 11 红树物种的分带值.....	19
表 3-9 样带 12 红树物种的分带值.....	19
表 3-10 样带 13 红树物种的分带值.....	20
表 3-11 样带 14 红树物种的分带值.....	20
表 3-12 样带 15 红树物种的分带值.....	20
表 3-13 样带 16 红树物种的分带值.....	21
表 3-14 样带 17 红树物种的分带值.....	21
表 3-15 样带 18 红树物种的分带值.....	21
表 3-16 样带 19 红树物种的分带值.....	22
表 3-17 样带 20 红树物种的分带值.....	22
表 3-18 所有样带红树物种分带值的平均值.....	22
表 4-1 海南各样带土壤物理参数平均值.....	32
表 4-2 不同红树物种土壤物理参数平均值.....	32
表 4-3 海南红树物种 (S)、土壤深度 (D) 对土壤物理性质影响的方差分析	33
表 4-4 海南各样带红树林土壤的粒径分布及其分形维数.....	35
表 4-5 海南各样带土壤水溶性离子含量平均值.....	45
表 4-6 不同红树物种土壤物理参数平均值.....	45
表 4-7 红树物种 (S)、深度 (D) 对土壤水溶性离子组成影响的方差分析	45
表 5-1 海南各样带土壤养分含量平均值 (g/kg).....	56
表 5-2 不同红树物种土壤养分平均值 (g/kg).....	56
表 5-3 海南红树物种 (S)、土壤深度 (D) 对土壤养分含量影响的方差分析	60
表 6-1 海南各样带土壤生化指标的平均值.....	65
表 6-2 海南不同物种土壤生化指标的平均值.....	65
表 6-3 海南红树物种 (S)、土壤深度 (D) 对土壤生化性质影响的方差分析	66
表 6-4 各样带土壤理化和生化性质的线性相关系数.....	68

Table Index

Tab.3-1	Sequencing scores of mangroves at plot1-5.....	17
Tab.3-2	Mean values of sequencing scores of mangroves at plot1-5	17
Tab.3-3	Sequencing scores of mangroves at plot 6.....	18
Tab.3-4	Sequencing scores of mangroves at plot 7.....	18
Tab.3-5	Sequencing scores of mangroves at plot 8.....	18
Tab.3-6	Sequencing scores of mangroves at plot 9.....	19
Tab.3-7	Sequencing scores of mangroves at plot 10.....	19
Tab.3-8	Sequencing scores of mangroves at plot 11	19
Tab.3-9	Sequencing scores of mangroves at plot 12.....	19
Tab.3-10	Sequencing scores of mangroves at plot 13.....	20
Tab.3-11	Sequencing scores of mangroves at plot 14	20
Tab.3-12	Sequencing scores of mangroves at plot 15.....	20
Tab.3-13	Sequencing scores of mangroves at plot 16.....	21
Tab.3-14	Sequencing scores of mangroves at plot 17.....	21
Tab.3-15	Sequencing scores of mangroves at plot 18.....	21
Tab.3-16	Sequencing scores of mangroves at plot 19	22
Tab.3-17	Sequencing scores of mangroves at plot 20.....	22
Tab.3-18	Mean values of sequencing scores of mangroves at all plots.....	22
Tab.4-1	Mean values of soil physical parameters of mangroves in Hainan...32	
Tab.4-2	Mean values of soil physical parameters in different mangroves.....32	
Tab.4-3	Results of two-way ANOVA for effects of species and depth on soil physical character in Hainan mangroves	33
Tab.4-4	Particle size distributions of mangrove soils in Hainan and their fractal dimensions	35
Tab.4-5	Mean values of watersolube ions in mangrove soils in Hainan.....	45
Tab.4-6	Mean values of soil physical parameters of different mangroves.....	45
Tab.4-7	Results of two-way ANOVA for effects of species and depth on soil watersolube ions at Hainan mangroves.....	45
Tab.5-1	Mean values of soil nutrients in Hainan mangroves	56
Tab.5-2	Mean values of soil nutrients in different mangroves.....	56
Tab.5-3	Results of two-way ANOVA for effects of species and depth on soil nutrients in Hainan mangroves	60
Tab.6-1	Average value of soil biochemistry characters at Hainan mangroves	65
Tab.6-2	Average value of soil biochemistry characters about different species at Hainan mangrove.....	65
Tab.6-3	Results of two-way ANOVA for effects of species, soil depth on soil biochemistry characters at Hainan mangroves	66
Tab.6-4	Correlation among soil physics, chemistry and biochemistry characters in mangrove communities with plots.....	68

目录

摘 要.....	I
图索引.....	V
第一章 前言	1
1.1 国内外相关研究进展	2
1.1.1 红树林分带的相关研究.....	2
1.1.2 红树林生长分布与土壤理化性质的研究.....	7
1.2 红树林分布与土壤性质关系的研究内容和意义.....	12
第二章 实验材料与方法	14
2.1 样地概况和样带调查	14
2.2 土样采集与处理	15
2.3 测定方法和统计分析	15
第三章 红树植物分带调查	17
3.1 结果.....	17
3.2 讨论.....	23
第四章 红树植物分带与土壤物理性质及离子含量的关系.....	25
4.1 红树林分带与土壤物理性质	25
4.1.1 结果与分析	25
4.1.2 讨论	33
4.2 红树林分带与土壤可溶性盐离子组成	39
4.2.1 结果与分析	39
4.2.2 讨论	46
第五章 红树植物分带与土壤养分水平的关系	48
5.1 结果与分析	48
5.2 讨论	57
第六章 红树植物分带与土壤生化性质的关系	62

6.1 海南各样地土壤生化性质	62
6.1.1 结果与分析	62
6.1.2 讨论	62
6.2 生化性质与理化性质的相关性分析	65
第七章 结论	69
参考文献	71
附录	79
致 谢	80

Contents

Abstract	III
Figure Index	VI
Table Index	VIII
Chapter 1 Preface	1
1.1 Literature review	2
1.1.1 Review on mangrove zonation	2
1.1.2 Review on relationships between mangrove distribution and soil characters.....	7
1.2 Significance and contents of this study on effects of soil characters on mangrove distribution	12
Chapter 2 Materials and Methods	14
2.1 Study sites and plots	14
2.2 Soil samplings	15
2.3 Measurements and statistical analyses	15
Chapter 3 The investigation of mangrove distribution	17
3.1 Results	17
3.2 Discussion	23
Chapter 4 Mangrove distribution and soil physical characters and soluble ion contents	25
4.1 Mangrove distribution and soil physical characters.....	25
4.1.1 Results and analyses	25
4.1.2 Discussion	33
4.2 Mangrove distribution and contents of watersoluble ions in soil	39
4.2.1 Results and analyses	39
4.2.2 Discussion	46
Chapter 5 Mangrove distribution and soil nutrients	48
5.1 Results and analyses.....	48
5.2 Discussion	57
Chapter 6 Mangrove distribution and soil biochemical characters	62

6.1 Soil biochemical characters at Hainan plots	62
6.1.1 Results and analyses	62
6.1.2 Discussion	62
6.2 Correlation between soil parameters	65
Chapter 7 Conclusion	69
References	71
Appendix	79
Acknowledgements	80

厦门大学博硕士学位论文摘要库

第一章 前言

红树林是热带、亚热带隐蔽海岸潮间带的木本植物群落，兼具森林、湿地、防护林的功能。在维护和改善海湾、河口地区生态环境，抵御海潮、风浪、台风等自然灾害和防治近海海洋污染以及保护沿海湿地生物多样性等方面具有不可替代的作用(林鹏 & 傅勤, 1995; 杨忠兰, 2002)。

红树林重要生态学特点之一是垂直于海岸方向上的红树林树种通常形成分带现象，或称之为向海性的生态系列，其具体格局因地制宜。对物种分布模式的认识并探索其机理一直是群落生态学家的优先研究领域，长期以来，红树林的潮间带分带现象受到广泛关注，很多学者观察到红树林的明显分带现象(如 Wells, 1982; Chapman, 1944; Macnae, 1968; Peter et al., 2001; Snedaker, 1982; 林鹏, 1985; 郑德璋等, 1995)，并勾画了分带模式图(如 Wells, 1982; Chapman, 1976; 林鹏 1985; 郑德璋等, 1995)。红树林处于海陆交界的敏感带，自然和人为干扰均易改变其边界和功能(Twilley et al, 1999)。近年来沿海地区的开发造成对红树林严重的破坏，海岸湿地及其近海海域生物多样性减少，恢复红树林的工作受到广泛重视，而对红树林分带的充分认识是红树林湿地生态恢复的重要基础，因此有关红树林分带研究再度提到重要位置。

红树林以其茂密枝叶根系阻滞和衰减波浪和水流，捕获细颗粒泥沙，并以其丰富的凋落物产量，共同形成红树林特有的沉积物和土壤(张乔民, 1997, 1999)。土壤基质是影响红树植物群落的生态分布并得以维持的重要原因，有关土壤理化性质对不同红树植物分布和生长发育的影响，近年来已有不少报道(杨萍如等, 1987; 温肇穆, 1987; 张希然等, 1991; 蓝福生等, 1994)，对英罗港 5 种红树植物群落研究发现，土壤养分和盐分含量均存在明显差异，表现为木榄(*Bruguiera gymnorhiza*)群落>红海榄(*Rhizophora stylosa*)群落>秋茄(*Kandelia candel*)群落>桐花树(*Aegiceras corniculatum*)群落>白骨壤(*Avicennia marina*)群落，反映了不同红树植物对土壤养分和盐分的要求和适应性，表明不同红树植物群落成带状分布并得以维持与土壤条件有密切的关系(蓝福生等, 1994)。何斌等(2001; 2002)认为红树植物群落的演替过程，实际上也是红树植物对其生境土壤肥力的不断适应不断改造以及不同树种在不同肥力梯度下相互竞争和替代的过程，而随着群落的进展演替，红树植物群落土壤肥力也逐步得到提高，群落

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts 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.

厦门大学博硕士论文摘要库