

广西沿海不同演替阶段红树群落沉积物粒度分布特征

邢永泽¹, 周浩郎¹, 阎冰¹, 周如琼², 吴斌¹

(1. 广西红树林研究中心 广西红树林保护与利用重点实验室, 广西 北海 536000; 2. 北海市林业局, 广西北海 536000)

摘要: 沉积物粒度分布是影响红树群落演替的重要因素之一。本文对代表广西红树群落演替趋势的白骨壤(*Avicennia marina*)、秋茄(*Kandelia candel*)、木榄(*Bruguiera gymnorhiza*) 3 种红树群落沉积物进行了粒度分析。结果表明: 3 种红树群落沉积物类型均以砂和粉砂为主, 随着红树林群落保存状况的逐渐变差, 砂的含量逐渐上升, 粉砂和黏土含量逐渐下降; 沉积物粒径分布趋势均为砂>粉砂>黏土>砾。木榄和秋茄 2 个群落底床沉积物不同深度沉积物粒径分布规律一致, 但与白骨壤群落存在差异; 3 种红树群落的沉积物粒度频率曲线均呈现为双峰或多峰形态。

关键词: 红树群落; 粒径; 演替

中图分类号: Q 948; X142 文献标识码: A 文章编号: 1000-3096(2014)09-0053-06
doi: 10.11759/hyxx20130501002

红树林生态系统受到海陆的双重影响, 是一个脆弱敏感的生态系统。沉积物粒度是描述沉积环境的重要参数之一, 特定的沉积环境有特定的沉积物粒度参数特征及其组合^[1]。虽然潮间带红树植物的分布根本上是受到潮汐动力学的作用, 但在具体滩涂上, 红树植物的演替能否发生和维持与其自身的生物生态学特性以及潮滩的沉积物条件密切相关。红树林内潮水流动缓慢, 红树植物与沉积物之间相互作用明显, 沉积物条件影响红树植物的生长和分布, 而不同种类的红树植物也在逐渐改变沉积物的理化性状^[2]。目前, 对红树林沉积物粒度的研究, 大多针对单一红树植物群落或不同地域间红树林的沉积物粒径特征^[3-6], 少有研究红树群落的演替与沉积物粒度分布关系方面的报道。本文通过分析红树群落不同演替阶段代表性树种的沉积物粒度分布特征, 期望了解红树群落演替与沉积物粒度之间的关系, 为红树林的造林及恢复提供一定程度的指导意义。

1 研究地点与方法

1.1 研究地点概况

本试验选择大冠沙和北仑河口海洋自然保护区的红树林湿地作为研究对象。大冠沙位于广西北海市境内。该地区年平均气温 22.4 °C, 极端最低气温 0.5 °C。潮汐类型为全日潮, 平均潮差 2.36 m, 最大潮差 5.36 m。红树群落分布在砂砾质海岸, 以白骨壤

(*Avicennia marina*) 为建群树种。滩涂土壤主要为砂质盐土。北仑河口海洋自然保护区位于广西防城港市境内。该地区年均气温 22.3 °C, 极端最低气温 2.8 °C。潮汐类型为全日潮, 平均潮差 2.22 m, 最大潮差 5.64 m。红树群落分布在典型的溺谷湾海岸, 以秋茄(*Kandelia candel*)、木榄(*Bruguiera gymnorhiza*)、桐花树(*Aegiceras corniculatum*) 等为建群树种。滩涂土壤主要为沙质和壤质(沙泥质) 盐土。

1.2 样地设置

根据广西红树群落的种类组成、演替规律、沉积物条件, 选择北海大冠沙白骨壤群落 3 个样地, 防城港北仑河口海洋自然保护区秋茄、木榄群落各 3 个样地进行沉积物样品采集(图 1)。参考《红树林生态监测技术规程》^[7], 根据红树林郁闭度、株高、胸径等保存状况的差异, 将调查群落划分为好、中、差 3 个样地, 样地设置均在内滩(表 1)。

1.3 取样与测定

每个样地随机选 6 个采样点, 按照 0~10cm、

收稿日期: 2013-12-21; 修回日期: 2014-04-22

基金项目: 国家海洋公益性行业科研专项经费(201005012); 广西自然科学基金北部湾重大专项(2011GXNSFE018001); 广西红树林保护重点实验室开放基金课题(GKLMC201203)

作者简介: 邢永泽(1983-), 男, 河北省张家口人, 助理研究员, 硕士, 主要从事海洋生态学研究, E-mail: xingshitou@hotmail.com; 周如琼, 通信作者, 电话: 0779-6809981, E-mail: jsjs11@163.com

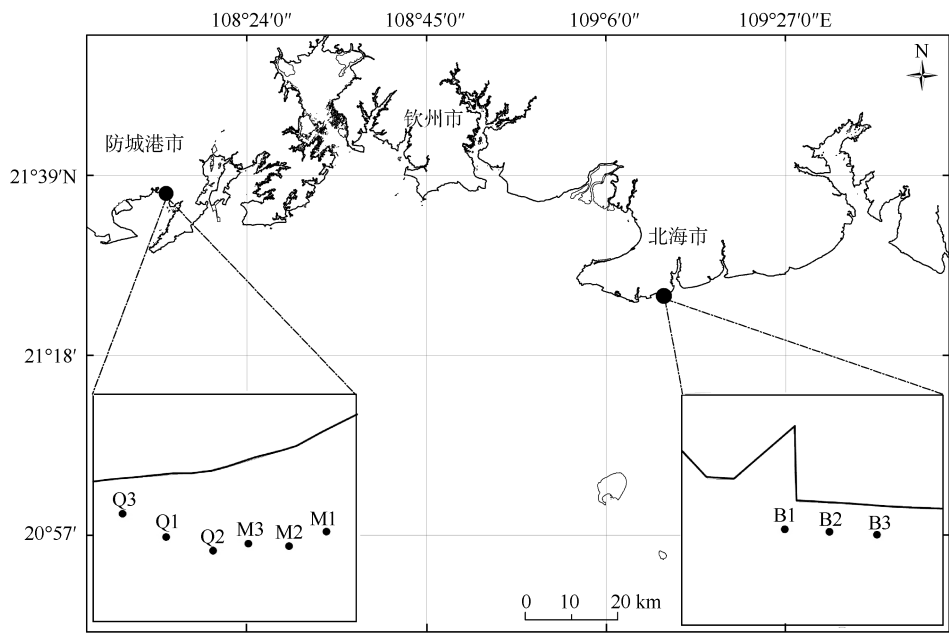


图 1 研究区位置及采样站位
Fig.1 Map of study area and sampling locations

表 1 白骨壤、秋茄、木榄群落的调查统计表
Tab.1 Survey on *Aegiceras corniculatum*, *Kandelia candel* and *Bruguiera gymnorrhiza* communities

站号	株数(株)	平均树高(m)	平均胸径(cm)	平均冠幅(m)	郁闭度	样地面积(m ²)	保存状况
B1(白骨壤群落 1)	144	1.9	9.7	2.1×2.1	0.9	20×20	好
B2(白骨壤群落 2)	144	1.7	7	1.8×1.8	0.9	20×20	中
B3(白骨壤群落 3)	77	1.3	5.9	1.8×1.8	0.4	20×20	差
Q1(秋茄群落 1)	72	2.4	14.4	1.9×2.0	0.9	20×20	好
Q2(秋茄群落 2)	88	1.6	11.5	1.5×1.5	0.5	20×20	中
Q3(秋茄群落 3)	85	1.3	10.6	1.5×1.6	0.5	20×20	差
M1(木榄群落 1)	113	3.3	8	3.3×3.3	0.9	20×20	好
M2(木榄群落 2)	50	2.9	9.9	3.4×3.1	0.4	40×40	中
M3(木榄群落 3)	15	3	9.2	2.8×2.7	0.2	60×60	差

20~30 cm、40~50 cm、60~70 cm 4 个土层深度分别进行采样。取 1kg 左右的沉积物作为测试样品。对小于 2 mm 的样品, 直接用 Mastersizer2000 激光粒度分析仪测定, 同时对于粒径大于 2 mm 的样品, 用传统筛法分析。粒级标准和粒度参数计算参照《海洋调查规范》^[8]。

2 数据处理方法

采用 SPSS 软件进行方差分析, $P<0.05$ 表示显著性差异; $P<0.01$ 表示极显著差异。

3 结果

3.1 不同保存状况下沉积物的粒度组成

对 3 个红树群落不同保存状况下的沉积物粒度

分别进行方差分析, 所得结果均为 $P<0.01$, 说明每个红树群落 3 种不同保存状况的沉积物粒度之间存在极显著的差异。

从图 2 可以看出, 3 种红树群落沉积物中粉砂和砂的含量在粒度组成中均占有很大比重。在保存状况好的样地, 粉砂和砂的含量基本呈现 1 : 1 的比例。随着样地的保存状况逐渐变差, 砂的含量逐渐上升, 粉砂含量逐渐下降, 其中白骨壤样地变化最明显, 秋茄样地变化幅度次之, 木榄样地虽然也呈现上述趋势, 但是粉砂和砂的比例更均衡。3 种红树群落沉积物的黏土含量也随着样地的保存状况逐渐变差而逐渐减少, 其中白骨壤样地变化最为明显, 秋茄、木榄样地变化程度较低。

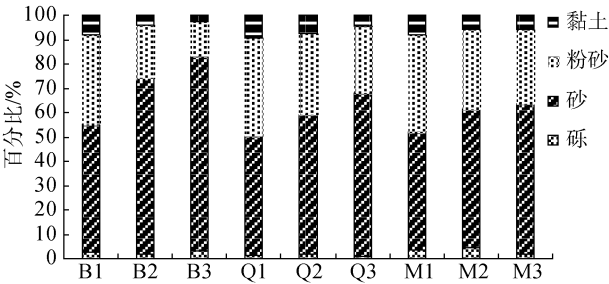


图 2 红树群落不同保存状况的沉积物粒度组成

Fig.2 Grain size compositions of Sediment under different growth conditions of mangrove community

3.2 3 种红树群落底床沉积物不同深度粒径分布特征

由图 3 可知，白骨壤群落底床沉积物不同深度的沉积物粒度组成均以极粗砂为主，细砂和极细砂次之。从沉积物表面到深度为 70cm 的断面上，粗砂、中砂、细砂、极细砂的含量逐渐增多，而粗粉砂、中粉砂、细粉砂、极细粉砂的含量逐渐减少。秋茄群

落底床沉积物不同深度的沉积物粒度组成均以极细砂为主，细砂、粗粉砂次之。从沉积物表面到深度为 70cm 的断面上，细砾的含量逐渐减少，其他粒度组成成分并没有出现随着土层深度增加而逐渐变化的趋势。木榄群落底床沉积物不同深度的沉积物粒度组成也是以极细砂为主，细砂、粗粉砂次之。沉积物从表层到 70cm 深度的断面上，粗砂的含量逐渐减少，粗黏土和细黏土含量逐渐增加。

由表 2 可知，白骨壤群落的平均粒径随深度变化规律为由表层向底层逐渐增大，秋茄群落的平均粒径出现在第 3 层(40~50cm)，木榄群落的最大平均粒径随深度变化规律为由表层向底层逐渐减少。3 种红树群落的平均粒径的大小依次为白骨壤>木榄>秋茄。偏态值的大小依次为白骨壤>木榄>秋茄，偏态上皆呈正偏态。分选系数的大小依次为白骨壤>木榄>秋茄，3 种红树群落的沉积物分选系数均小于 0.3。就土壤质地类型来说，白骨壤群落表层的沉积物为轻壤土，其余 3 层均为砂壤土；秋茄群落表层和

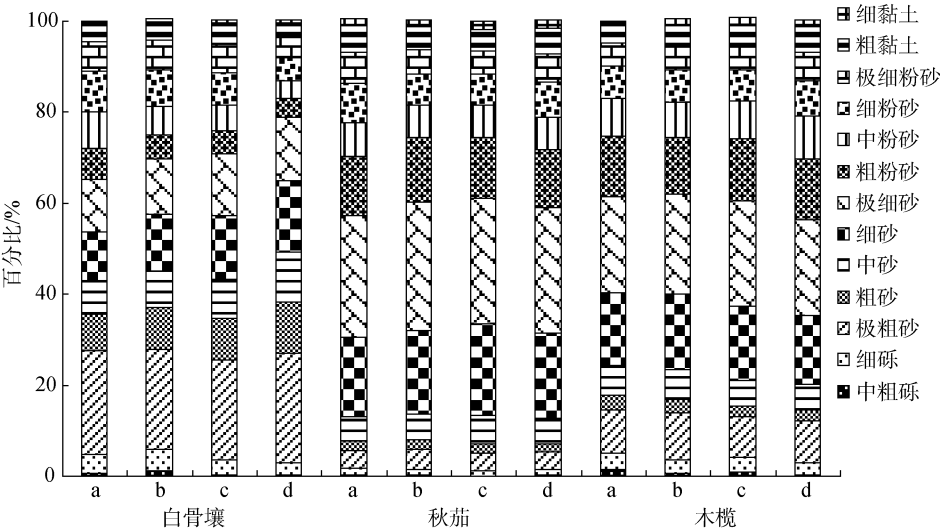


图 3 3 种红树群落底床沉积物不同深度的机械组成

Fig.3 Mechanical compositions of sediment vertical distributions in the three mangrove communities

a、b、c、d 分别代表沉积物不同深度 0~10 cm、20~30 cm、40~50 cm、60~70 cm
a、b、c、d. sediment vertical distributions 0~10 cm、20~30 cm、40~50 cm、60~70 cm

表 2 3 种红树群落底床沉积物不同深度的粒度参数

Tab. 2 Grain size parameters of sediment vertical distributions in the three mangrove communities

样 号	白骨壤 a	白骨壤 b	白骨壤 c	白骨壤 d	秋茄 a	秋茄 b	秋茄 c	秋茄 d	木榄 a	木榄 b	木榄 c	木榄 d
平均粒径	0.190	0.205	0.221	0.255	0.083	0.089	0.093	0.088	0.099	0.098	0.089	0.083
偏态	0.61	0.54	0.60	0.61	0.43	0.42	0.39	0.43	0.55	0.51	0.47	0.51
分选系数	0.22	0.23	0.26	0.29	0.09	0.09	0.09	0.09	0.12	0.11	0.10	0.10
质地类型	轻壤土	砂壤土	砂壤土	砂壤土	轻壤土	砂壤土	砂壤土	轻壤土	砂壤土	砂壤土	砂壤土	轻壤土

注：a、b、c、d 分别代表沉积物不同深度 0~10 cm、20~30 cm、40~50 cm、60~70cm

第4层的沉积物为轻壤土,第2层和第3层为砂壤土;木榄群落前3层的沉积物为砂壤土,第4层为轻壤土。

从3种红树群落沉积物粒度频率曲线(图4)可以看出,同一红树群落底床沉积物不同深度的粒径分布规律一致,曲线几乎重叠。白骨壤沉积物频率曲线

的粒度峰值主要集中在 $-2\sim 0\Phi$ 和 $2\sim 4\Phi$ 以及 $4\sim 8\Phi$,呈现为三峰型;秋茄沉积物频率曲线的粒度峰值主要集中在 $0\sim 5\Phi$,此外在大约 $-2\sim 0\Phi$ 和 $5\sim 8\Phi$ 处存在两个不明显的峰,呈现为三峰型;木榄沉积物频率曲线的粒度峰值主要集中在 $0\sim 5\Phi$,此外 $-2\sim 0\Phi$ 处存在一个较明显的峰,呈现为双峰型。

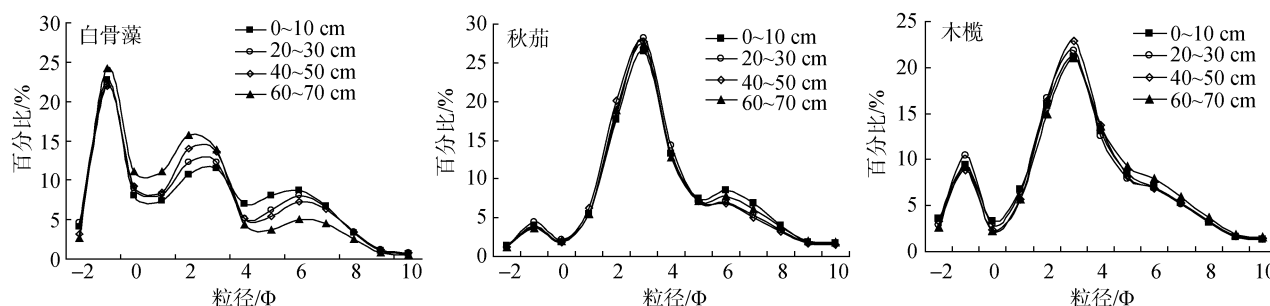


图4 3种红树群落沉积物粒度频率曲线

Fig.4 Frequency curves of grain size in the sediments of the three mangrove communities

4 讨论

4.1 红树群落保存状况与沉积物粒径分布的关系

本研究中的3种红树群落的沉积物粒径分布趋势为砂>粉砂>黏土>砾,说明大冠沙和北仑河口保护区属于粗颗粒原地沉积,水动力作用较强。这与刘金玲等^[6]对大冠沙和北仑河口保护区沉积物粒径分布趋势的研究一致。不同保存状况的3种红树群落,沉积物粒度组成均为砂、粉砂占优势,黏土、砾含量相对较少。保存状况好的样地中沉积物砂含量相对少于保存状况中等和较差的样地,而粉砂和黏土含量则呈现相反的趋势。表明红树林不同保存状况对沉积物粒度组成影响明显。由于红树林发达的根系及树枝的阻挡,使得水动力作用较弱,只有悬浮细颗粒物得以进入^[9-10]。当水流进入红树林后,由于保存状况好的样地密集的根、茎的缓冲作用,能量急剧减小,少量的粗颗粒物质和大量的细颗粒物质在保存状况好的样地沉积下来。随着保存状况的变差,水动力作用增强,仅粗颗粒物质能在样地维持稳定,细颗粒物质发生再悬浮被向岸运输。

4.2 红树林沉积物粒径垂直分布特征

3种红树群落沉积物垂直分布规律表明广西大冠沙所处的海岸滩涂为砂砾质滩涂,北仑河口的海岸滩涂为淤泥质滩涂。白骨壤群落的沉积物环境较

为恶劣,在垂直断面上每层的粗砂和极粗砂含量占据很大比重,在这种较为贫瘠的砂质滩涂上,只有作为先锋树种的白骨壤适宜生存;秋茄和木榄群落的沉积物垂直断面上每层都是细砂和极细砂占很大比重,在这种细颗粒物多的淤泥质滩涂上适合秋茄、木榄等植物的生长。有研究表明,在除了命名为砾、砂、粉砂、黏土之外的其他沉积物类型上,都发现有红树植物生长分布,在适宜红树林生长的沉积物中既要有适量的细颗粒物质,也要有适量的粗颗粒物质存在^[9, 11]。

本文中同一个红树群落底床沉积物不同深度的粒度频率曲线几乎重叠,表明同一红树群落底床沉积物不同深度的粒径分布规律相似。3种红树群落的沉积物粒度频率曲线表现为双峰或多峰形态,表明3种红树群落所在地的原地沉积受改造程度低。3种红树群落沉积物的分选系数均小于0.3,分选性都很差,这与沉积物粒度频率曲线都是双峰或多峰型吻合。

4.3 群落演替的粒度变化特征

广西红树群落演替的主要途径之一是白骨壤群落—秋茄群落—木榄群落。红树群落与沉积物相互作用的结果,反映出了滩涂的生态演替进程^[12-13]。3种红树群落沉积物中的细砾含量大小为白骨壤>木榄>秋茄,粗黏土和细黏土含量大小均为秋茄>木榄>白骨壤。由于白骨壤为演替先锋树种,最先占据裸滩,故而砾的含量较高,粗黏土和细黏土的含量较低;

而秋茄为演替中期的树种,生长在淤泥含量高的沉积物上,砾的含量逐渐减少,粗黏土和细黏土含量增高;木榄作为演替后期的树种,生活在半硬化淤泥上,粗黏土和细黏土含量较高,但受陆源性影响,砾的含量也开始增多。从白骨壤群落到秋茄群落最后演替到木榄群落,发育时间越来越长。红树植物发育时间越长,水动力作用越弱,越有利于枯枝落叶的堆积和淋溶分解,这也是 3 种红树群落表现出不同的沉积物特征的因素之一。

5 结论

通过对广西沿海不同演替阶段红树群落沉积物柱状沉积物样品的粒度分析和讨论,得到以下几点结论。

(1) 虽然不同红树林群落均具有较强的捕获细颗粒沉积物的能力,但红树林群落保存状况与捕获沉积物能力呈正相关。其中白骨壤群落的沉积物组成受保存状况影响明显,秋茄、木榄群落沉积物受保存状况影响较小。

(2) 红树林改变水动力条件后,红树林潮滩上细颗粒物含量增加,使 3 种红树群落底床沉积物分选性都很差。

(3) 在较为贫瘠的砂质潮滩上,适宜先锋树种白骨壤生存;秋茄和木榄群落适宜在细颗粒物多的淤泥质潮滩上生长。随着红树群落的演替,沉积物中砂和粉砂的比例逐渐趋于平衡,砾含量先降后升,黏土含量逐渐升高,预示混合滩比沙滩和泥滩可能更适合红树植物生长。

参考文献:

[1] 黄财宾,陈建宁,王爱军.福建洛阳江河口湿地沉积物粒度特征及其沉积环境意义[J].台湾海峡,2009,28(3): 411-416.

- [2] 蓝福生,李瑞棠,陈平,等.广西海滩红树林与土壤的关系[J].广西植物,1994,14(1): 54-59.
- [3] 刘美龄,叶勇,曹长青,等.海南东寨港红树林土壤粒径分布的分形特征及其影响因素[J].生态学杂志,2008,27(9): 1557-1561.
- [4] 梁士楚,董鸣,王伯荪,等.英罗港红树林土壤粒径分布的分形特征[J].应用生态学报,2003,14(1): 11-14.
- [5] 梁士楚,王伯荪.广西英罗港红树林区木榄群落土壤粒径分布的分形特征[J].热带海洋学报,2003,22(1): 17-22.
- [6] 刘金玲,李柳强,林慧娜,等.中国主要红树林区沉积物粒度分布特征[J].厦门大学学报(自然科学版),2008,47(6): 891-893.
- [7] 国家海洋局. HY/T081-2005,红树林生态监测技术规范[S].北京:国家标准出版社,2005.
- [8] 国家海洋局. GB/T 12763.8-2007,海洋调查规范第 8 部分:海洋地质地球物理调查[S].北京:国家标准出版社,2007.
- [9] 隋淑珍,张乔民.华南沿海红树林海岸沉积物特征分析[J].热带海洋,1999,18(4): 17-23.
- [10] 梁文,李智,范航清,等.防城港湾红树林表层沉积物粒度分形特征及与环境因子的相关性[J].应用海洋学报,2013,32(5): 188-189.
- [11] 许艳,王拓夫.湛江红树林保护区现代沉积物粒度特征及其对风暴事件的响应[J].台湾海峡,2011,30(2): 269-273.
- [12] 梁士楚.广西英罗湾红树植物群落的研究[J].植物生态学报,1996,20(4): 310-321.
- [13] 范航清,尹毅,黄向东,等.广西沙生红树植物-土壤相互作用及群落演替的研究[J].广西科学院学报,1993,9(2): 2-6.

Characteristics of sediment grain size distribution of mangrove communities at different successional stages along the Coast of Guangxi

XING Yong-ze¹, ZHOU Hao-lang¹, YAN Bing¹, ZHOU Ru-qiong², WU Bin¹

(1. Guangxi Mangrove Research Center, Guangxi Key Lab of Mangrove Conservation and Utilization, Beihai 536000, China; 2. Beihai Forestry Bureau, Beihai 536000, China)

Received: Dec., 21, 2013

Key words: mangrove community; grain size; succession

Abstract: Grain size of sediment plays a critical role in mangrove community succession. In this paper, the grain sizes of sediment of mangrove communities at three typical main successional stages (*Avicennia marina*, *Kandelia candel*, *Bruguiera gymnorrhiza*) along the coast of Guangxi were analyzed. The results showed that the sediment of the three mangrove communities was mainly composed of sand and silt. The content of sand increased and the content of silt and clay decreased gradually in the sediments of mangroves with growth condition getting worse. The content of grains in the sediment was as follows: sand > silt > clay > gravel. *K. candel* and *B. gymnorrhiza* communities had the same characteristics in vertical distributions of sediment grains, but differing from *A. marina* community. The frequencies of grain size in the sediments of the three mangrove communities were plotted and presented a bimodal or multimodal curve.

(本文编辑: 梁德海)