

北仑河口的红树林及其生态恢复原则*

The Mangroves and Their Ecological Restoration Principles of Beilun Estuary, Guangxi, China

范航清

何斌源

Fan Hangqing

He Bingyuan

(广西红树林研究中心 北海市长青东路92号 536000)

(Guangxi Mangrove Research Center, 92 East Changqinglu, Beihai, Guangxi, 536000, China)

摘要 以东兴河桥为起点, 1 km为单位尺度, 将北仑河口岸线划分为12个岸段, 其中第1岸段长为2 km在各岸段进行优势群落样方调查, 同一群落选3个样方, 每样方面积16 m²。用取土器钻取各群落20 cm~ 40 cm土层土壤3份, 用于测定土壤含水量、全N和全P。广西北仑河口的红树林由7种红树植物和6种群落类型组成。与广西其它海岸相比, 老鼠簕和卤蕨群落在该河口发育良好。严重的滩涂侵蚀、红树林生境的破碎和土壤养分的明显缺乏是北仑河口次生红树林自然恢复困难的主要原因。不同的红树植物生长在不同的岸段是对盐度响应的结果。北仑河口13 km长的岸线可大体上划分为内河(2 km)、河口(5 km)、近海河口(2 km)、近海(3 km)4个生态区间。应用工程的方法提高滩涂的高程, 引入红树林新品种是北仑河口红树林生态恢复的关键。

关键词 红树林 生长与生境 恢复原则 北仑河口

中图法分类号 Q 948.885.3

Abstract The coastline of Beilun Estuary, Guangxi, China was divided into 12 sections starting from Dongxing Bridge in field survey. Each section is 1 km except that Section 12 is 2 km. Three sampling spots were selected in each dominant community, and each spot is 16 m². Three duplicates of soil samples were collected at the soil of 20 cm to 40 cm depth in each dominant community for determining water content, whole N and whole P of the soil. Seven mangrove species with six types of communities were identified for the mangroves along coasts of Beilun Estuary. The communities of *Acanthus illicifolius* and *Acrostichum aureum* develop better in this estuary than the other coasts of Guangxi. The severe erosion of intertidal lands, fragmentation of habitats and the obvious deficiency in soil nutrients are responsible for difficultly natural restoration of the secondary mangroves. The growth patterns of mangroves in the coastal sections are sensitive to salinity. The 13 km long coastline could be roughly divided into four ecological intervals of freshwater (2 km), estuary (5 km), inshore estuary (2 km) and inshore (3 km). To more protect the remaining mangroves, the increase of elevation of eroded intertidal lands by engineering means and the introduction of new mangrove species would be critical for the ecological restoration of Beilun mangroves.

Key words mangroves, growth and habitats, restoration principles, Beilun Estuary

北仑河口是我国大陆海岸最西南端的界河, 是中越两国的沿海接壤地。北仑河口我方滩涂曾生长着茂密的红树林, 然而不合理的开发活动已导致红树林面积的锐减, 残存的红树林严重次生化^[1]。红树林的衰退直接加剧了水流对我方滩涂的侵蚀。保护和恢复北仑河口的红树林已成为当地海岸生态安全建设的重要内容之一。长期以来, 由于地理位置偏僻、交通不便, 再加上战争和其它复杂原因, 我国对北仑河

口红树林的认识近乎空白。本文首次较详细地报道了该河口红树林的生长分布规律及其与环境的关系, 提出北仑河口红树林生态恢复的科学原则。

1 地理位置和自然条件

北仑河口我方区域(21°28'~ 21°36'N, 107°57'~ 108°08'E)隶属广西东兴市(图1), 其主航道中心线为中越两国的分界线。北仑河口背靠十万大山, 南濒北部湾, 西北面以低山丘陵为主。河口口门宽约6 km, 纵长约11 km。滩涂土壤沙质、沙泥质、淤泥质和风化岩石滩夹杂并存。

2001-06-14收稿

* 国家自然科学基金(49866001)、桂科配(9912013)和广西“十百千人才工程”专项资金(桂人函[1998]354)资助项目。

北仑河口地区的年均气温 22.5℃; 年均降雨量 2220.5 mm, 年均蒸发量 1005 mm, 年均相对湿度 82%, 是广西沿海降雨量和相对湿度较高的地区。北仑河口海区属全日潮型, 最大潮差 4.64 m, 平均潮差 2.04 m。落潮时的水流冲刷力大于涨潮^[2]。据国家海洋局第二海洋研究所 1996 年的测定, 口门红沙头外盐度为 27.87, 竹山港附近为 14.62, 独墩为 7.43, 东兴市北仑桥处约为 1。

2 群落调查和土壤养分测试方法

本研究以东兴河桥为起点, 1 km 为单位尺度, 将调查的岸线划分为 12 个岸段, 由上游到出海口的岸段统一编号是岸段 1~12 (图 1), 其中第 1 岸段长为 2 km。在各岸段对优势群落进行样方调查, 同一群落类型选取 3 个样方, 样方面积 16 m²。

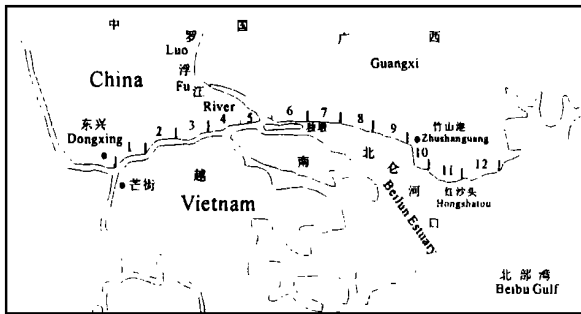


图 1 北仑河口调查岸线的划分

Fig. 1 Division of coastline of Beilun Estuary in the field surveys

用取土器钻取群落 20 cm~40 cm 土层土壤 3 份, 充分混合, 剔除植物根系后风干, 研磨过筛, 测试指标和方法如下: 含水量: 烘干法, 全 N: 硫酸消煮-半微量凯氏定氮法, 全 P: 高氯酸-硫酸消煮-钼锑抗比色法, 全 K: 氢氧化钠碱熔-火焰光度法^[3]。

3 结果和讨论

3.1 北仑河口红树植物的种类和分布

北仑河口的红树植物有 6 科 7 种 (表 1): 红树科的表 1 北仑河口各岸段红树植物的分布

Table 1 Distribution of mangrove species along various coastal sections of Beilun Estuary

种类 Species	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
木榄 <i>Bruguiera gymnorhiza</i>						+						
白骨壤 <i>Avicennia marina</i>						+	+	+	+	+	+	+
秋茄 <i>Kandelia candel</i>				+	+	+	+	+	+	+	+	+
海漆 <i>Excoecaria agallocha</i>				+	+	+	+	+	+	+	+	+
桐花树 <i>Aegiceras corniculatum</i>				+	+	+	+	+	+	+	+	+
老鼠 <i>Acanthus illicifolius</i>			+	+	+	+	+	+				
卤蕨 <i>Acrostichum aureum</i>			+	+	+	+	+	+				

数值为岸段号, + 表现有分布 The figure stands for coastal section, + for existence.

木榄、秋茄, 马鞭草科的白骨壤, 紫金牛科的桐花树, 爵床科的老鼠, 大戟科的海漆和卤蕨科的卤蕨。

从表 1 看出, 岸段 1 岸段 2 几乎无红树植物, 从岸段 3 开始红树植物种类和数量明显增加。老鼠和卤蕨一般生长在有淡水调节、风浪小的漫滩生境, 是河口滩涂的重要标志种。在北仑河口它们绝大部分分布在岸段 3~岸段 8, 说明这段滩涂具有明显的河口滩涂性质。白骨壤耐贫瘠, 抗逆性强, 是广西海岸的先锋红树植物。岸段 1~岸段 5 无白骨壤出现, 岸段 6~岸段 8 白骨壤散失, 少见, 岸段 9 以后白骨壤显著增多。桐花树和秋茄对生境的要求较相近, 适应性较强, 但在有淡水调节的生境下生长得更好。桐花树出现在岸段 4 以后的所有岸线, 大量出现在岸段 6~岸段 8。秋茄在岸段 4 以后的所有岸线虽都有出现, 可数量不多, 一般散生于桐花树群落中。海漆生长于堤围边和坚实的滩涂上, 从岸段 4 开始各岸段都有海漆生长, 高者可达 4 m。考察中只在岸段 6 发现 1 株木榄幼树, 高 0.9 m。

3.2 北仑河口红树群落的主要类型

北仑河口的红树林植物群落可分为如下 6 种主要类型。

3.2.1 桐花树群落

该群落在北仑河口分布最普遍, 面积最大。

北仑河口的桐花树群落一般分布在滩涂外缘和低洼淤泥较深厚的滩涂, 硬相岩石底质上也有稀林生长。河口上游的桐花树群落多伴生有老鼠, 下游的多伴生有白骨壤, 也有少量的卤蕨。岸段 7 上游滩涂的桐花树群落的林冠层攀附有大量的藤本植物鱼藤 (*Derris trifoliata*), 这在广西红树林中是较罕见的。

北仑河口的桐花树群落平均高度相差很大, 在 0.8 m~2.7 m 之间。覆盖度不均匀, 可在 50%~100%。群落丛生密度 2 株/m²~3 株/m², 构件数 1 株/m²~18 株/m²。植株高、覆盖度大的群落丛生密度和构件数反而较小, 说明人为砍伐促进桐花树茎的丛

生, 却降低了群落的高度。岸段 7 的角硬基 200 m~500 m 弯曲段外的桐花树群落是北仑河口现存的生长最好的桐花树林, 连片面积可达约 1.67 hm², 群落平均高度 2.7 m, 最高植株可达 3.0 m

3.2.2 白骨壤群落

本群落只在岸段 8 的下游开始出现, 并随滩涂海岸特征的增强而增多。在岸段 11~12 的竹山沙寥村外海滩上形成成片的白骨壤纯林。白骨壤群落结构极简单, 一般仅一层, 少量与桐花树结合而呈两层结构。因林龄较短或生境较恶劣, 北仑河口的白骨壤群落高度在 0.8 m~1.5 m 之间, 多数在 1 m 左右。郁密度 80%~90%。植株周围密生细笋状呼吸根。以沙寥村外海滩白骨壤群落为例, 白骨壤群落高 1.02 m, 密度 1.5 株/米²; 幼树平均高度 0.74 m, 密度 1.5 株/米²; 林下幼苗多, 平均高度 0.31 m, 密度 7.3 株/米²。

3.2.3 老鼠簕群落

北仑河口的老鼠簕林发育良好, 在广西少见。北仑河口中游, 老鼠簕一般混生在桐花树群落中; 在地势较高的低洼小生境也可形成单优群落。老鼠簕群落结构简单, 一般为一层。低洼滩涂的老鼠簕群落往往伴生有桐花树, 地势较高的滩涂的老鼠簕群落则伴生有卤蕨和海漆。独墩生长有老鼠簕纯林, 外貌较平整, 灰绿色, 丛生, 受潮水严重冲刷的植株根系外露。群落高度 1.1 m, 最高植株高可达 1.8 m, 群落密度约 2 丛/米², 构件数平均 6.4 秆/株。

3.2.4 卤蕨群落

该群落在独墩中段滩涂上出现。生境土壤较硬实。群落外貌因叶片处于不同时期而呈绿、褐色相杂。丛生, 构件多。群落密度 3.5 丛/米², 群落高度 0.95 m, 最高植株可达 1.2 m, 郁密度约 70%。常有低矮的老鼠簕及沟叶结缕草混生。该群落属演替后期阶段类型。

3.2.5 海漆稀桐花树群落

北仑河口的海漆呈稀树或小乔木状, 常与下层桐花树组成二层群落结构。群落外貌平整的灌木林呈黄绿色, 灌林内有少量的乔木, 层相明显。灌木层 1.5 m 左右, 乔木 3 m 左右。郁密度 80%。密不通车, 常伴生少量的老鼠簕。

3.2.6 海漆-桐花树+ 老鼠簕+ 卤蕨群落

该群落主要分布在北仑河口中游的孤立心滩上, 或沿岸高地势滩涂上。生境一般在高潮可及之处, 土壤硬实, 生境因人为破坏破碎严重。群落外貌参差不齐, 绿、褐色斑块杂乱, 一般呈 2 层, 即海漆乔木层 (2 m~4 m 高)、桐花树、老鼠簕、卤蕨灌混生灌木层。群落郁密度常在 85% 左右。

3.3 北仑河口红树植物群落的演替特征

由低潮带到高潮带, 北仑河口红树植物的分布序列是: 桐花树 (白骨壤)、秋茄、老鼠簕、卤蕨、海漆等 (半红树植物)、露兜树 (*Pandanus tectorius*) 等 (海岸刺灌丛植物)。这一分布规律在地势起伏的滩涂上亦表现得很明显。

北仑河口红树植物的演替序列具有典型的河口特征, 在 3 个方面跟广西海岸红树林的总体演替格局有所区别 (表 2):

1) 北仑河口红树林的先锋红树植物在盐度较低的上游海岸是桐花树, 在盐度较高的下游海岸是白骨壤。桐花树常沿着河岸形成密集的林带, 为其它红树植物的生长提供了庇护和缓冲林带。岸段 10~ 岸段 12 河口特性不明显, 于是白骨壤替代桐花树成为该海岸的先锋植物。

2) 广西沿海河口少, 河口规模小, 绝大部分红树林为海湾红树林, 林中难见甚至不见老鼠簕和卤蕨。故而以往在论及广西海岸红树林的演替规律中很少提到老鼠簕和卤蕨^[4, 5]。而在北仑河口, 老鼠簕和卤蕨是红树林重要的组成种类, 可形成相当面积的群落。

3) 对岸越南的红树林中有少量的木榄种源林。由于我方自然海岸地貌的人为隔断 (海堤人工海岸), 适合木榄生长的生境几乎散失殆尽, 木榄只见 1 株, 而且是生长在海堤的石缝中 (在高程上相当于中高潮带位置)。可见, 严重的海岸侵蚀引发的滩涂高程降低, 使得自然扩散的木榄胚轴很难在我方退化的生境中固着和生长, 进而简化了北仑河口红树林自然演替后期的某些群落类型。

表 2 北仑河口与广西总体海岸红树林演替序列的比较

Table 2 Comparison of the mangrove successions between Beilun Estuary and general coasts of Guangxi

演替方向 Succession direction	北仑河口 Beilun Estuary	广西总体海岸 General coasts of Guangxi
低潮带 Low tide zone	桐花树 <i>Aegiceras corniculatum</i>	白骨壤 <i>Avicennia marina</i>
	白骨壤 <i>A. marina</i>	秋茄 <i>Kandelia candel</i>
	秋茄 <i>K. candel</i>	桐花树 <i>A. corniculatum</i>
	老鼠簕 <i>Acanthus illicifolius</i>	红海榄 <i>Rhizophora stylosa</i>
	卤蕨 <i>Acrostichum aureum</i>	木榄 <i>Bruguiera gymnorhiza</i>
	高潮带 High tide zone	半红树植物 Semi-mangroves

3.4 北仑河口红树植物群落的土壤养分特征

表 3 为北仑河口主要红树植物群落土壤养分状况。结果表明,北仑河口红树植物群落对土壤肥力的要求表现为:白骨壤 < 桐花树 < 老鼠簕 < 卤蕨。白骨壤最抗贫瘠,桐花树对土壤养分的要求居中,老鼠簕和卤蕨对土壤养分的要求最高。显然,演替前期的白骨壤和桐花树对土壤肥力的生物

改良为演替后期的老鼠簕和卤蕨的繁盛创造了条件。

北仑河口红树林滩涂土壤的养分平均值(表 3)明显小于广西沿海红树林土壤养分的平均值:有机质 29.2 g/kg 全 N 0.87 g/kg 全 P 0.59 g/kg^[6],说明北仑河口红树林滩涂较为贫瘠,这跟北仑河口滩涂土壤被严重侵蚀有关。比较结果还表明:N、P 的相对缺乏很可能是制约北仑河口红树林恢复生长的一个重要因素。

表 3 北仑河口主要红树植物群落的土壤养分

Table 3 The soil nutrients of the major mangrove communities in Beilun Estuary

群落 Community	pH值 pH value	有机质 Organic matter (g/kg)	全 N Total N (g/kg)	全 P Total P (g/kg)	全 K Total K (g/kg)
白骨壤 <i>Avicennia marina</i>	4.00	10.56	0.39	0.22	10.78
桐花树 <i>Aegiceras corniculatum</i>	3.90	14.33	0.51	0.27	24.25
老鼠簕 <i>Acanthus illicifolius</i>	4.00	20.04	0.70	0.38	27.40
卤蕨 <i>Acrostichum aureum</i>	4.00	31.10	1.00	0.42	28.40
平均 Mean	3.98	19.01	0.65	0.32	22.71

3.5 滩涂地形破碎对北仑河口红树植物幼苗生长的影响

北仑河口原始的红树林滩涂地形平坦且连续。由于历史上的人为破坏及其引发的海岸侵蚀,北仑河口现有红树林滩涂不仅狭窄(几米到 200 多米宽),而且林地滩涂遍布不规则的侵蚀沟和侵蚀坑(比平滩低 0.2 m~ 1.2 m),生境破碎十分严重,均匀性极差(图 2)。

20 世纪 90 年代初期广西水利部门在沿岸海堤的基础上,与沿岸海堤成一定角度每隔约 400 m 修建一条丁字坝。丁字坝的建设在一定程度上造就了小规模

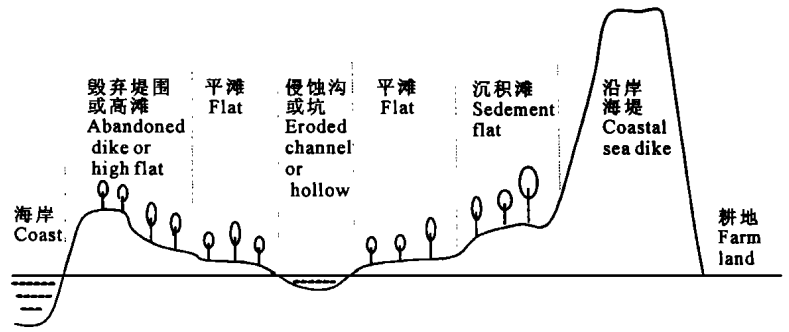


图 2 北仑河口红树林滩涂地形破碎的典型剖面示意图

Fig. 2 The typical profile illustration for the fragmented mangrove intertidal landform along Beilun Estuary

的人工泻湖地形:上下游两端的丁字坝和海岸上废弃的堤围和高滩(比平滩高 0.3 m~ 1.0 m,土壤较坚实),将内侧的红树林滩涂与海区相对隔离,减弱了涨退潮时林地滩涂上水体的波浪作用,促进了土壤在丁字坝与沿岸海堤交汇处的沉积(比平滩高 0.15 m~ 0.8 m,淤泥土壤)。

调查结果(表 4)表明:1)侵蚀沟和侵蚀坑中几乎无红树植物生长,其边缘 3 m 以内的平滩上的桐花树幼苗密度和高度随地势的升高而明显提高。2)桐花树幼苗高度在废弃海堤和高滩、平滩、沉积滩间存在极显著性差异:废弃海堤和高滩上桐花树幼苗的平均高是 37.6 cm,平滩 42.2 cm,沉积滩 60.9 cm。可见,北仑河口的侵蚀和低势地形制约着红树林的生长,滩涂土壤的沉积和地势的升高可显著地促进红树林的生长和恢复。丁字坝的建设明显有利于红树林的恢复生长。

表 4 废弃堤围或高滩(A)、平坦(B)和沉积滩(C)不同生境间桐花树幼苗高度(cm)的方差分析

Table 4 Analysis of variance for *Aegiceras corniculatum* seedling heights (cm) at different habitats of abandoned dike or high flat (A), flat (B) and sediment flat (C)

生境 Habitat	统计株数 No. of individual	高度合计 Sum of height	平均株高 Mean of height	方差 MS		
A	48	1 805	37.6	93.22		
B	30	1 265	42.2	72.90		
C	30	1 827	60.9	227.20		
差异源 Source	SS	df	MS	F	$F_{0.01}$	
生境间 Between	10 437.98	2	5218.99	41.88	4.81	
生境内 Within	13 084.35	105	124.61			
总 Whole	23 522.32	107				

3.6 北仑河口岸线的生态区间划分

北仑河口沿岸变化最明显的环境因子是盐度。红树植物是盐生植物,必须在有海水影响的土壤才有自

然分布^[7]。例如,从岸段 3 开始红树植物才明确出现,说明岸段 3 是海水可经常影响到的上游极限。从植物生态学观点看,从岸段 3 开始的下游才具有河口特征。根据不同红树植物对盐度的响应和不同岸段各种红树植物的相对多度,可将北仑河口沿岸细分为 4 个生态区间(表 5):内河区间长 2 km,河口区间长 5 km,近海河口区间长 2 km,近海区间长 3 km。不同的生态区间有不同的优势种类。

表 5 北仑河口岸线的生态区间划分

Table 5 Division of ecological intervals for Beilun Estuarine coastline

生态区间 Ecological interval	位置 Location	优势种 Dominant species
内河 Fresh water	岸段 Section 1-2	极少红树林 A few mangroves
河口 Estuary	岸段 Section 3-7	桐花树 <i>Aegiceras corniculatum</i> 老鼠簕 <i>Acanthus illicifolius</i> 卤蕨 <i>Acrostichum aureum</i>
近海河口 Inshore estuary	岸段 Section 8-9	桐花树 <i>A. corniculatum</i> 秋茄 <i>Kandelia candel</i>
近海 Inshore	岸段 Section 10-12	白骨壤 <i>Avicennia marina</i>

3.7 北仑河口红树林生态恢复的科学原则

北仑河口红树林的恢复造林不是普通的海上造林,而是在生境明显退化的逆境中进行的生态重建造林。

滩涂土壤的严重侵蚀,滩涂高程的普遍下降和大量侵蚀沟和侵蚀坑的存在,破碎了北仑河口红树林原始生境的完整性。这些沟和坑是加速滩涂水土流失的“催化剂”。红树林只能生长在平均海平面以上的滩涂上^[8-9]。北仑河口有的侵蚀沟底和侵蚀坑底的地势甚至低于平均海平面,无法直接种植红树林。严重的侵蚀还降低了土壤肥力,不利于目前残存的次生红树林的生长和恢复。为了尽快阻止水土的进一步流失,重建红树林生长的基本地貌,必须对这些侵蚀生境进行拦坝、堵口、回填、人造小泻湖、土壤肥力的局部工程改造。

造林先锋树种的选择应符合北仑河口岸线不同

生态区间的种类特征;具体生境造林树种的选择应符合北仑河口红树群落的演替规律。除了当地种外,还可考虑在近海河口和河口引种红海榄 (*Rhizophora stylosa*),在河口区引种海桑 (*Sonneratia*),以改造目前低矮的桐花树林和秋茄林。笔者初步的野外实验表明:红海榄可以在北仑河口条件较好的小生境中生长;海桑可以在广西低盐度、相对隐蔽的淤泥滩涂上生长。

现有的红树林,尤其是岸边较密集的桐花树林带可明显地消弱波浪、保护土壤,是滩涂、幼苗和幼林的庇护和缓冲带。破坏现有的红树林将极大增加造林的难度,甚至可能永久地失去红树林再恢复的机会。因此,对现有红树林的有效保护和对幼林的细心抚育是北仑河口红树林生态恢复必备的前提条件。

参考文献

- 1 范航清,张振日.我国大陆西南端海岸红树林衰退的原因和后果研究.见:何其锐.南海资源开发研究.广州:广东经济出版社,1998.1068~1077.
- 2 中国海湾志编纂委员会.中国海湾志第十二分册(广西海湾).北京:海洋出版社,1993.268~285.
- 3 中国土壤学会农业化学专业委员会.土壤农业化学常规分析方法.北京:科学出版社,1983.
- 4 李信贤等.广西红树林类型及生态.广西农学院学报,1991,10(4):70~81.
- 5 范航清.广西海岸红树林现状及人为干扰.见:范航清等.中国红树林研究与管理.北京:科学出版社,1995.189~202.
- 6 蓝福生等.广西海滩红树林与土壤的关系.广西植物,1994,14(1):54~59.
- 7 Karen L M. Soil physicochemical patterns and mangrove species distribution-reciprocal effects? Journal of Ecology, 1993, 81: 477~487.
- 8 张乔民等.红树林生长带与潮汐水位关系的研究.生态学报,1997,17(3):258~265.
- 9 范航清.红树林 海岸环保卫士.南宁:广西科学技术出版社,2000.32~37.

(责任编辑:蒋汉明)