

# 广西海岸沙滩红树林的生态研究 I 海岸沙丘移动及其对白骨壤的危害\*

## Ecological Studies on Sandy Mangroves along Guangxi Coast I the Movement of Coastal Sand Dune and Its Damages to *Avicennia marina* (Forsk) vierh.

范航清

Fan Hangqing

(广西红树林研究中心 北海市南珠路 536000)

(Guangxi Mangrove Research Centre, Nanzhu Road, Beihai, Guangxi, 536000)

**摘要** 广西北海大冠沙红树林为开阔沙滩白骨壤林。为了解沙丘移动的规律及其对红树林的危害,从1992年4月到1995年7月对一处于发育初期的活跃沙丘进行实地观测。结果表明,30多年前沙丘才开始在林内发育和移动。沙丘高可达88 cm,每年移动12.64 m,在4~7月大潮期移动尤其迅速。沙丘在3.25年面积扩大了2.44倍。研究样地白骨壤植株高49.5~67.9 cm,86%的植株因被沙丘埋没而死亡。在埋没过程中存活下来的植株继续受侵蚀、呼吸根上的固着动物和人为活动的危害。沙丘的移动引起白骨壤林的明显退失和生境的分化。

**关键词** 海岸沙丘 移动 危害 红树林

**Abstract** The mangrove at Daguansha, Beihai, Guangxi is an *Avicennia marina* forest growing at open sand beach. From 1992 to 1995, field observations were conducted on a junior active sand dune to understand its movement laws and the damages to mangroves. It was indicated that some 30 years ago, sand dune began to develop and move within the forest. The sand dune could reach 88 cm high and moved 12.64 m annually, and being more rapid from April to July when the spring tides undergo. The area of sand dune enlarged 2.44 times in period of 3.25 years. 86% of plant individuals died of the sand bury because of *Avicennia* tree height frequently rangig from 49.5 to 67.9 cm. The individuals that survived from the bury went on by further damages of erosion, fauna encrusting on the pneumatophores and human interventions. As results of the movement of sand dune, the forest considerably retreated and the habitats were differentiated.

**Key words** coastal sand dune, movement, damage, mangrove

沙滩红树林是红树林的一种特殊类型<sup>[1,2]</sup>,它在广西有相当的数量,并有林内沙丘发育和移动现象,是研究海岸演变对红树林影响的重要场所。广西沙滩红树林都是白骨壤(*Avicennia marina*)林,它的果实(俗称榄钱)广为广西沿海群众食用。因此白骨壤林不仅是一种海岸防护林,而且是一种海岸经济林。探讨海岸白骨壤林内沙丘移动规律及其对红树林的危害,对了解沙滩红树林群落特征的形成历史,群落演替与海岸演变的关系,制定生态对策等有着重要的

理论和现实意义。本文报道广西北海大冠沙沙滩红树林内沙丘的移动规律,沙丘移动对白骨壤植株的危害机理,为广西海上绿色长城的建设和管理积累科学资料。

### 1 研究地点概况

研究基地为广西北海市大冠沙白骨壤林(21°26' N, 109°14' E)。该地白骨壤群落林带宽150~400 m,总长约2 km,总面积约67 hm<sup>2</sup>,沿着东西走向的海岸成狭长分布。海区潮汐为全日潮,平均潮差2.36 m,最大潮差5.36 m。白骨壤陆岸林缘滩涂高程与向海林缘高程相差0.7~1.0 m。高潮时林地滩涂

平均水深可达 2.5 m 林地滩涂 100 cm 以上土层中 1 ~ 10 mm 的砂粒重占土壤总重的 22.9% ~ 61.7%, 砂粒 (1.00~ 0.05 mm) 的含量达 54.4% ~ 91.0% [2], 群落林地背景黄白色, 明显沙化。整个群落平均林龄 32 a, 树高 1.4 m, 密度 0.68 株 / m<sup>2</sup>[3], 高潮时林冠完全淹没。

本文的研究样地为大冠沙东端林带。样地林带宽 150~ 250 m, 长约 0.45 km, 林地沙化尤为典型, 有大小 4 个沙丘活动。沙丘沿着大体垂直于海岸的方向侵入白骨壤林内 50~ 130 m

## 2 材料与方法

从 1992 年 4 月到 1993 年 7 月以固定木桩定标, 定时观测 4 个沙丘中处于发育初期、活动最为频繁的第 4 号沙丘的移动及其对白骨壤林的危害效应。为了了解沙丘移动的速率和方向, 分别在沙丘的东侧、正前方 (中部) 和西侧定标, 定时观测。用平行于海岸的线条, 每隔 10 m 切割沙丘, 量取切线宽度, 并采用方格法描绘沙丘的形状, 估算沙丘的面积, 统计沙丘上白骨壤植株的生长情况。

## 3 结果与讨论

### 3.1 沙丘移动

#### 3.1.1 沙丘在海岸白骨壤林内的移动速率

表 1 为 1992 年 5 月至 1993 年 5 月沙丘每月的移动距离。数据显示, 一年内沙丘东侧、中部和西侧分别推进

进了 8.29 m、17.12 m 和 12.5 m, 整个沙丘平均推进 12.64 m。潮水进入白骨榄林地后, 波浪沿海岸偏西折射, 从而使沙丘朝西方向发展 (图 1)。从时间上看, 4~ 7 月沙丘移动的速率在 5.57 cm/d 至 9.20 cm/d 之间, 明显大于其它月份 (1.30~ 2.84 cm/d), 全年平均速率为 3.46 cm/d。4~ 7 月为广西沿海的天文大潮期, 大潮期的潮水会比一般潮期的潮水向林地输入更多的沙, 同时有更大的能量推动沙丘深入林内。

1992 年 4 月和 1993 年 7 月沙丘的形状和位置见图 1。海向林缘的宽度分别是 1992 年 4 月 58.4 m、1993 年 7 月 95.0 m, 扩大速率为 11.26 m/a; 沙丘中部深入林内的距离分别是 1992 年 4 月 50.8 m、1993 年 7 月 92.3 m, 推进速率为 12.77 m/a。3.25 年间沙丘中部的推进速率小于表 1 中 1992 年 5 月到 1993 年 5 月之间的中部推进速率 (17.12 a/m), 说明沙丘在白骨壤林内的推进速率随时间的推移而下降。1993 年 7 月沙丘的面积是 5220 m<sup>2</sup>, 为 1992 年 4 月 (2140 m<sup>2</sup>) 的 2.44 倍。上述结果说明沙丘在红树林内滩涂的移动十分迅速。

#### 3.1.2 大冠沙白骨壤林内沙丘的发育历史

大冠沙沙滩白骨壤群落植株的平均年龄为 32 年 (至 1993 年), 根系以下 40 cm 的土壤仍是沙质 [2,3]。大冠沙沙滩白骨壤群落的绝大部分林子林相整齐, 无沙丘移动遗留下的滩涂生境破碎遗迹, 沙丘的发育和移动只发生于东端样地林带。在研究样地的最东端有

Table 1 The velocity of a sand dune moved within the *A. marina* forest at Daguansha, Guangxi

日期 Date	间隔时间 Interval (d)	移动距离 Moved distances (m)						平均速率 Mean velocity (cm/d)
		东侧 East side	中部 Centre	西侧 West side	平均 Mean			
1992-05-06	0	0	0	0	0	0		
1992-06-07	32	1.32	2.52	1.51	1.78	5.57		
1992-07-05	28	1.53	2.68	2.14	2.12	7.56		
1992-08-17	43	0.05	0.90	0.90	0.62	1.43		
1992-10-12	56	2.24	0.90	0.10	1.08	1.93		
1992-11-25	44	0.65	1.30	0.90	0.95	2.16		
1992-12-21	26	0.20	0.75	0.20	0.38	1.47		
1993-01-18	34	0.35	0.50	0.48	0.44	1.30		
1993-02-20	27	0.45	0.55	0.57	0.52	1.94		
1993-03-26	34	0.55	1.60	0.75	0.97	2.84		
1993-05-07	41	0.95	5.42	4.95	3.77	9.20		
合计 Total	365	8.29	17.12	12.5	12.64	3.46		

已是沙质海岸,但群落内沙丘发育和移动却是近30多年里才出现的现象,而非早已有之

大冠沙沙滩白骨壤林内沙丘从无到有的发育形成原因尚不清楚。沙丘的形成除了跟局部水动力条件改变有直接关系外,也可能跟海平面的上升有一定联系。据报道,北海平均海平面在28年内上升了4.98 cm;海平面上升在海岸带主要表现为沙质海滩的侵蚀和海岸沙坝向岸移位,波浪中的沙质沉积物由波浪自下岸坡海底掀带搬运至岸带上部堆积<sup>[4]</sup>

### 3.2 沙丘移动危害白骨壤的机理

#### 3.2.1 埋没危害

样方调查结果表明,研究样地内未遭沙丘破坏的正常白骨壤群落的平均密度是0.48株/m<sup>2</sup>,93%的植株的高度在49.48~67.92 cm之间。沙丘前沿主体部分A1 A2 B1 C1 D和E的沙层高度在52~88 cm之间(图1,表2),高于绝大部分植株。因此,在沙丘推进时,植株会被沙丘埋没,只有少量植株在沙丘表面上露出5~30 cm的林冠。据观察,这些被埋没只露林冠的植株中,有的植株可从枝条上萌发新的呼吸根。在沙丘移动中能存活下来的白骨壤植株主要是这部分较高的植株。那些完全被埋没的植株存活概率极小,因为植株完全不能进行光合作用,呼吸根不能吸收足够的氧气。

图1 1992年4月和1995年7月广西大冠沙白骨壤林内沙丘的位置(打点的为1995年7月沙丘,未打点的为1992年4月沙丘)

Fig.1 The positions of a sand dune within the *A. marina* forest floor in April 1992 and July 1995 at Daguansha, Guangxi (The dotted is for July 1995, the undotted for April 1992)

长约250 m 宽50~100 m的沙丘活动过的光滩,光滩上裸露有大量褐黑色,腐解的白骨壤根系。可见,这片光滩在不久以前还生长着白骨壤林。上述事实说明:至少在现有的白骨壤群落发育之前大冠沙海滩就

表2 1992年4月广西大冠沙活动沙丘不同部位上白骨壤植株的生长情况

Table 2 The growth situations of *A. marina* trees at different parts of a moving sand dune at Daguansha of Guangxi in April 1992

区号 Subzone	沙丘 Sand dune		植株数 Number of individuals				
	宽度 Width (m)	高度 Height above forest floor (cm)	正常生长 Growing	病株 Ill-growing	死株 Dead	合计 Total	死亡率 Mortality (%)
A1	14.8	88	5	0	0	5	0.00
A2	18.6	60	17	5	21	43	48.84
B1	18.1	75	15	1	4	20	20.00
B2	22.9	40	10	8	39	57	68.42
C1	21.1	57	7	0	12	19	63.16
C2	28.4	36	7	15	17	39	43.59
D1	15.6	54	13	0	4	17	23.53
D2	28.4	20	7	5	31	43	72.09
E1	29.7	52	15	2	16	33	48.48
E2	28.7	20	7	1	7	15	46.67
合计 Total	\	\	103	37	151	291	51.89

从表的死亡率可看出,在沙层薄的沙丘部位死亡植株的比例较大,而在沙层厚的沙丘部位死亡植株的比例反而较小。这是因为许多低矮的死亡植株被埋在厚沙堆内无法计数。另一方面,在立地观察到的植株残体数量只是实际死亡植株数量的一小部分,因为大部分死亡植株的残体已腐败消失。因此,表2中的“死亡率”仅是“现存”死亡率,而非实际死亡率。已知研究样地内未遭沙丘破坏的正常白骨壤群落的平均密度是0.48株/m<sup>2</sup>,1992年4月沙丘的面积为2140m<sup>2</sup>,则沙丘所在滩涂原有白骨壤的植株数应为1027株。1992年4月沙丘残留活植株(包括正常生长植株和病株)是140株(表2),于是可估算出白骨壤的实际死亡率是86.37%。可见沙丘移动时的埋没过程是白骨壤林灾难性的毁灭过程。

### 3.2.2 侵蚀危害

随着沙丘向林内的移动,1992年4月沙丘所在滩涂上的沙土被潮水推向更深的林内(图1),原所在滩涂高程在1995年反而比附近的正常滩涂高程低5~20cm,于是白骨壤指状呼吸根的地下部、地下榄状根和营养细根暴露。每条暴露的呼吸根上(包括原地下部分)的固着危害动物平均可达72.6个,动物干重比呼吸根干重大2.08倍(表3)。固着动物覆盖了87.6%的呼吸根表面,伤害了根表皮,暴露的营养细根枯干死亡。这些因素使植株生长严重不良,弱小植株死亡。这种沙丘主体过后的侵蚀作用主要发生于海向林带,是危害红树植物的又一重要方面。

侵蚀作用直接引起的白骨壤植株的死亡率虽然小于埋没作用,但侵蚀作用会导致白骨壤林的最终萎缩。侵蚀林地林子稀疏,潮浪大,固着动物危害严重,再加上人为挖掘方格星虫(*Sipunculus nudus*)时的经济活动频繁地伤害了植株根系,使那些在沙丘埋没过程中劫后余生的病株最后死亡。在研究样地可看到,近3年来整个林带宽度已萎缩3~10m。林子退失的滩面上常无沙土覆盖,裸露出褐黑色、质地坚实的原白骨壤群落根系腐解形成的土壤底质。

### 3.2.3 沙丘移动对沙滩白骨壤群落生境的影响

沙丘在白骨壤林内的移动缩小了林子面积,破碎了原先条件较一致的群落生境,产生了在地势上可直接辨别的平滩、埋没滩、过渡滩、侵蚀滩和光滩生境类型(图2)。埋没滩和侵蚀滩是沙丘直接毁坏红树林的发生滩涂。当沙丘活动进入后期,各类

生境趋于相对稳定时,白骨壤群落结构和滩涂上的大型底栖动物群落亦发生了相应的变化。笔者将在另文中探讨沙丘移动对植物群落和动物群落结构的影响问题。

本文的结果显示,海岸变化对大冠沙白骨壤林的影响相当迅速和显著。类似的情况国外也有报道。例

表3 广西大冠沙白骨壤典型侵蚀立地呼吸根上的危害动物固着状况

Table 3 The situations of fouling fauna encrusting on *A. marina* pneumatophores at typical crossed standing site in Daguansha of Guangxi

项目 Item	均值 Mean	SD	df
呼吸根高 Height of pneumatophores (cm)	21.9	4.2	14
附着面积 Encrusting area (%)	87.6	6.5	14
呼吸根干重 Dry weight of pneumatophores (g)	1.80	0.51	14
藤壶数量 No. of <i>Balanus</i>	17.0	10.0	14
黑乔麦蛤数量 No. of <i>Vignadula atrata</i>	26.2	26.9	14
牡蛎数量 No. of <i>Ostrea</i>	29.2	17.9	14
动物干重 Dry weight of the fauna (g)	3.75	1.71	14
动物干重/呼吸根干重 Dry weight ratio of fauna to pneumatophores	2.08		

图2 广西大冠沙白骨壤林内沙丘移动引起的生境分化示意图

Fig. 2 The schematics of the differentiation of habitats resulted from the movement of sand dune within *A. marina* forest at Daguansha of Guangxi

如 1958到 1989年的 31年中,莫桑比克的 Portuguese 岛因海岸侵蚀岛屿面积由 3.027 km<sup>2</sup>缩小为 2.161 km<sup>2</sup>,红树林面积从 11.01 hm<sup>2</sup>减到 2.62 hm<sup>2</sup>[5]。总体上看,红树林对稳定海岸虽有着重要意义[6,7],但在像大冠沙这样变化十分剧烈的海岸,潮水中又无足够的有机物可供红树林沉积时,红树林的护岸功能只能限于延缓海岸侵蚀的速率,而不可能抵御或阻止海岸侵蚀。实际上,气候和海岸变化过程中红树林是增多还是减少是一个相当复杂的问题,应根据不同地区的海岸类型、地形地貌、红树林群落和其它有关的诸多因素才能作出粗略的判断[8,9]。

#### 致谢

广西红树林研究中心的陈坚、韦受庆、何斌源、梁士楚和莫竹承等同志先后协助了本文有关内容的野外观测工作,特此致谢。

#### 参考文献

- 1 林 鹏.中国红树林种类分布和林相类型.见:李振基主编.环境与生态论丛.厦门:厦门大学出版社,1993.74-79.
- 2 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.广西科学院学报,1993,9(3): 1

~ 7.

- 3 范航清,尹 毅,苏相杰.广西海岸白骨壤红树植物地上部生物量的相关分析.广西科学院学报,1993,9(2): 25-30.
- 4 莫永杰,廖思明,葛文标等.现代海平面上升对广西沿海影响的初步分析.广西科学,1995,2(1): 38-41.
- 5 Couto A L, Hatton J C. The effect of coastline changes on mangrove community structure, Portuguese Island, Mozambique. Hydrobiologia, 1992, 247: 47-57.
- 6 Lu C Y, Lin P. Economic value of mangrove communities in China. In: Mangrove ecosystem of Asia and Pacific. The Australian Institute of Marine Science Press, 1987. 143-149.
- 7 卢昌义,林 鹏,叶 勇等.红树林抵御温室效益负影响的生态功能.见:范航清,梁士楚主编.中国红树林研究和管 理.北京:科学出版社,1995.33-38.
- 8 Snedaker S C, Meeder J F, Ross M S et al. Mangrove ecosystem collapse during predicted sea-level rise: Holocene analogues and implications. Journal of coastal research, 1994, 10(2): 497-498.
- 9 Bacon P R. Template for evaluation of impacts of sea level rise on Caribbean coastal wetlands. Ecological Engineering, 1994, 3: 171-186.

(责任编辑 蒋汉明 邓大玉)