

文章编号: 1001-1498(2003)03-0306-06

红树植物海桑天然更新的初步研究

陈玉军¹, 郑松发¹, 廖宝文¹, 郑德璋¹, 宋湘豫¹, 咎启杰²

(1. 中国林业科学研究院热带林业研究所, 广东 广州 510520;

2. 深圳福田内伶仃国家级自然保护区, 广东 深圳 518048)

摘要: 海桑自 1994 年引种到深圳湾, 1999 年出现天然更新, 在海桑林、天然林和裸滩上均有分布, 更新频度达 45.0%, 幼苗密度最多达 $69 \text{ 株} \cdot \text{m}^{-2}$, 幼苗的扩散距离至少达 90 m。充足的种源和温暖的气候条件是海桑出现天然更新的前提条件, 冬季的低温是决定海桑更新能否成功的关键因素。海桑更新的状况与所接受的光照、种子散播地的隐蔽程度、潮水淹没深度、潮汐动力作用、人为活动的影响、水禽的取食活动及边缘效应等存在相关关系。海桑幼苗扩散的数量随着距人工海桑林距离的增加而减少, 二者符合相关模型: $y = 58.866 - 25.741 \log_{10} 1.717x$ 。

关键词: 红树植物; 海桑; 天然更新

中图分类号: S727.26 文献标识码: A

海桑 (*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.) 是天然分布于我国海南岛的红树植物种类, 1994 年首次在广东深圳湾引种试种并取得成功^[1], 1996 年始开花结果, 1999 年出现自然更新现象。海桑属前沿裸滩定居的先锋红树植物种类, 由于它树体高大, 生长迅速, 结实率高, 并且具有容易成活, 耐水深等特点, 成为一种很有发展前景的红树林造林树种。在深圳湾沿海已成林, 且长势良好。目前, 对其育苗和造林技术研究较多^[1~4], 但尚不清楚其天然更新情况及其对引种地红树植物的生态影响等。因此, 有必要通过一定的试验调查, 对其天然更新情况进行研究分析, 掌握其天然更新的规律和对当地红树植物的影响, 对于充分发挥红树林的功能效益, 保护和发展当地红树林的生物多样性及其持续合理利用等具有重要意义。

1 研究区概况

试验地设在广东深圳市福田国家级红树林自然保护区内 ($22^{\circ} 32' \text{ N}$, $114^{\circ} 03' \text{ E}$), 位于珠江入海口深圳湾的东北岸, 属南亚热带季风气候, 年均气温 22.0° C , 最冷月平均气温 14.1° C (1 月), 极端最低气温 0.2° C (2 月), 极端最高气温 38.7° C (7 月), 年降水量 1926.7 mm ^[5]。保护区东西长 11.0 km, 面积约 304 hm^2 , 其中红树林占地面积约 111 hm^2 , 沿海岸带分布, 宽 50~200 m, 覆盖率 80% 以上^[6]。该区天然分布的红树林植被占 90% 以上, 以秋茄 (*Kandelia candel* (L.) Druce)、白骨壤 (*Avicennia marina* (Forsk.) Vierh.)、桐花树 (*Aegiceras corniculatum* (L.) Blanco) 3 个树种占绝对优势, 高度一般为 4~6 m, 还有木榄 (*Bruguiera gymnorhiza* (L.)

收稿日期: 2002-04-01

基金项目: 国家“九五”攻关项目“沿海红树林恢复和发展技术研究” (96-007-03-04), 深圳市科技局项目 (99-F33), 广东省自然科学基金项目 (021582)

作者简介: 陈玉军 (1972-), 男, 河南信阳人, 助理研究员, 硕士。

Lam.)、老鼠勒(*Acanthaceae ilicifolius* L.)、海漆(*Excoecaria agallocha* L.)等树种。此外, 1993 年以来保护区从海南引进了海桑、无瓣海桑(*S. apetala* Buch.-Ham.)、海莲(*Bruguiera sexangula* (Lour.) Poiret)、红海榄(*Rhizophora stylosa* Griff.)等树种^[1], 目前, 海桑和无瓣海桑已有成片分布且郁闭, 树高达 5~10 m。海桑和无瓣海桑对深圳湾红树林的恢复和发展具有重要的意义。

2 研究方法

采用样方法对试验地进行调查, 将样方按一定间隔均匀布设在观鸟亭附近的两片海桑林(6年生和3年生)及其周围的海滩和天然林中。共系统布设固定样方 80 个, 样方面积为 4 m²。沿一定线路布设的样方, 在红树林内样方间隔为 10 m, 在裸滩上为 15 m 或 20 m。

在样方内调查更新地环境状况和幼苗更新情况。环境状况包括土壤质地、光照情况、周围红树林的分布情况等。幼苗更新情况包括幼苗种类、数量、高度、地径、生长状况等。

本文主要是在 1999 年 10 月调查数据的基础上对海桑天然更新情况进行分析研究。

3 结果与分析

3.1 海桑幼苗基本生长情况和分布格局

深圳湾海桑天然更新的初步调查结果如表 1 所示。

表 1 海桑天然更新基本情况

样方总数 块	更新样方数/ 块	更新频度/ %	分布范围	幼苗高度/ cm	扩散距离/m	
					天然林中	裸滩上
80	36	45.0	人工海桑林, 天然红树林, 裸滩	5~50	90	105

更新的海桑幼苗生长良好, 高度一般为 5~50 cm, 未出现异常现象。在所有被调查的样方中, 海桑幼苗出现的频度为 45.0%, 表明天然更新现象普遍发生。

海桑幼苗主要分布在海桑人工林与天然红树林之间的林间空地或林窗下。在 6 年生的海桑人工林内及其周围的秋茄和白骨壤天然林内和前缘裸滩上, 均有少量海桑幼苗分布, 在其附近的一条污水河边裸滩上, 有大量幼苗分布。在 3 年生的海桑人工林后缘(靠海岸一侧)的秋茄天然林中, 也有一些海桑幼苗分布。随着样方位置的不同, 海桑幼苗的密度差异很大, 密度范围为 0~69 株·m⁻²。在海桑人工林和天然秋茄林之间的林隙中, 海桑幼苗分布最多, 而在红树林内和裸滩上, 海桑幼苗分布较少。

在天然红树林内, 距海桑人工林 90 m 的范围内均有海桑幼苗分布, 并有进一步向较远处扩散的趋势。在前缘(靠海一侧)裸滩上, 距海桑人工林 105 m 的地方, 也有个别海桑幼苗出现, 说明海桑幼苗向前缘裸滩能扩散至很远的地方, 同时也说明海桑是一种前缘耐水浸红树植物。

3.2 海桑更新的前提和条件

从 1994 年在深圳引种海桑以来, 1999 年初次出现海桑大量更新的现象, 幼苗出现的频度为 45.0%, 说明其幼苗的出现并不是偶然的。海桑的天然更新是在一定的前提条件下产生的。

3.2.1 种源保障 深圳保护区最早的海桑是于 1994 年从海南引种的。由于海桑是速生树种, 再加上保护区适宜的气候条件, 因此种植后生长发育迅速, 于 1996 年(第 3 年)就开花结

果。1997年种植的海桑,也于1999年开花结果。

据观测,海桑结实无明显的大小年现象。海桑的种子微小,千粒质量为5.21g,易于随潮水流动,而结实率又很高,每个果实含有1300~1900粒种子,因此在每年结实季节,有大量海桑种子产生和传播,为海桑的更新提供了前提条件。

3.2.2 气温 深圳海桑出现的天然更新现象是受温暖气候条件的影响而产生的。海桑是嗜热窄布种,低温则不利于幼苗的生存和天然更新。在种源地海南,自然条件下能正常繁殖更新。引种到深圳后,比种源地海南琼山增加了2.5个纬度带,年均气温降低1.8℃,极端低温降低2.6℃,改变了其原有的环境条件(表2),因此其天然更新受到影响。在满足海滩上有大量种子的条件下,潮水高度、海水盐度、土质状况在不同年份基本上保持不变,只有气温条件变动较大。可见,气温是限制海桑更新的主要原因之一。

表2 引种地和原产地环境条件概况

地点	气候带	($^{\circ}$)N	年均温 度/ $^{\circ}$ C	极端低 温/ $^{\circ}$ C	年均降水 量/mm	年均日 照/h	潮带	土壤 质地	潮汐 类型	海水 盐度	pH值
海南琼山(种源地)	热带季风气候	19 56	23.8	2.8	1 685	2 240	中高	粘壤土	半日潮	21.9	5.96
广东深圳(引种地)	南亚热带气候	22 32	22.0	0.2	1 927	2 209	中高	粉粘土	半日潮	< 15	5.60

试验表明,海桑种子适宜发芽温度为30~40℃,最适温为35℃。海南省东寨港自然保护区在海桑大田育苗过程中测得苗床地温高于28℃时,种子才能萌发^[3]。因此,相对的高温条件有利于促进海桑种子的萌发。根据物候观测,海桑几乎全年有果,主要集中在6—8月份,因此,6—8月份的气温条件对海桑种子的萌发很重要。根据深圳的气象资料(表3),调查当年(1999年)6、7月份的平均气温在各年份中均很高,且高温天气持续的时间长,是导致海桑种子萌发的重要原因。

表3 1996—1999年深圳月平均气温

年份	月份												年均
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1996	16.8	13.7	19.5	20.2	25.2	28.7	29.4	28.9	27.6	26.0	22.8	17.8	23.1
1997	15.9	15.3	20.1	23.1	26.3	27.4	28.0	28.5	26.3	25.7	22.5	17.7	23.1
1998	15.3	16.7	19.5	25.1	26.8	28.2	29.4	29.6	28.0	26.2	22.8	18.3	23.8
1999	16.6	18.4	20.0	24.4	24.9	29.0	29.4	28.5	27.8	26.3	21.8	15.9	23.6

更新幼苗能否继续保存并定居下来,主要取决于冬季的气温条件。海桑苗期忌冻害,抗寒性差。如海南东寨港1994年7月播种的海桑苗,1995年2月10日深夜气温从傍晚的21℃骤降至14℃,使苗木全部落叶;1987年12月寒潮袭击东寨港,夜间气温骤降至9℃,3000多株半年生海桑苗木全部死亡^[4];1995年深圳保护区在苗床培育的海桑,由于冬季持续低温时间长全部冻死;1997年种植的海桑,苗高达1.0m,年底由于冻害全部枯顶。可见低温限制海桑的天然更新。

2000年4月对深圳湾海桑更新的补充调查表明,在经受冬季逐渐降温的锻炼,不断提高自身抗寒性的基础上,部分天然更新的海桑幼苗在受到冬季冷空气侵袭后(1999年12月21—26日和2000年1月26日至2月1日两次持续3~6℃低温)能够保存下来。

3.3 影响海桑更新数量和格局的因素

3.3.1 光照 海桑是喜光树种, 光照是影响其具体更新地点的主要原因之一。调查发现, 海桑大量更新的地方是在林窗、林间空地或河边裸滩上。在阴蔽的树冠下, 海桑无法更新或更新很少(表 4)。

回归分析表明幼苗更新的数量是与所接受的光照成正相关的, 二者的关系可用关系式 $y = 40.104 - 0.475x$ 表示。

其中 y 表示幼苗数量, x 表示所接受的光照, 方差分析表明线性关系显著(表 5)。

3.3.2 种子散播地的隐蔽程度 周围有无林木庇护, 对海桑的天然更新也很重要。研究表明, 海桑大量更新出现在海桑人工林靠岸一边的林缘空隙中以及海桑林中间的一条空带上, 而靠海的一边则几乎没有更新。原因是在大量更新的地方, 周围有海桑大树或天然林, 削弱了潮水的冲击力, 再加地上有幼树、灌木、呼吸根等的阻隔作用, 使海桑种子容易滞留, 生根萌发。而在海桑人工林靠海一面为裸滩, 无大树庇护, 海桑种子不易滞留, 因此很难产生更新。由此可见, 海桑的更新要其周围高大林木的庇护, 为其更新创造无风浪干扰的环境。

3.3.3 潮水深度 海水深度是限制红树林生长与分布的主要因子之一。在低潮滩, 人工种植海桑很难成功, 据测定, 在深圳天然红树林前沿裸滩 70 m 处, 人工种植的海桑很难成活。可见, 海桑的天然更新也会受到海水深度的限制。调查研究表明, 在海桑人工林靠海一侧的林缘上, 天然更新很难产生, 原因之一是潮水较上部深。

3.3.4 水流的作用 潮水的涨落直接影响海桑种子的散布和传播, 从而影响海桑的更新状况。在结实期, 海桑人工林内有许多海桑种子, 会不断随潮水向四周散布和传播。一般情况下, 涨潮时水流急, 大量种子向岸边扩散, 退潮时, 水流较缓, 种子向深水区的扩散较少。这也是在人工海桑林靠岸一边海桑更新多的原因之一。

在河流入海口海桑幼苗的出现, 也证明了水流的作用对海桑天然更新的影响。研究表明, 在天然海桑林东侧的污水河边的裸露滩涂上, 有大量更新幼苗, 而此处却离海桑人工林较远。原因是海桑种子很小, 在退潮时, 顺着水流从岸边向海洋扩散到很远的地方。由于河边有许多细小沙砾堆积, 从而海桑种子易于滞留下来, 加上河边的泥质肥沃, 促使种子逐渐生根发芽, 形成这种更新的格局。

表 4 海桑幼苗数量与更新地郁闭度的关系

样方号	郁闭度/%	幼苗数/株	样方号	郁闭度/%	幼苗数/株	样方号	郁闭度/%	幼苗数/株	样方号	郁闭度/%	幼苗数/株
12	0	0	11	20	0	79	55	2	38	70	0
25	0	0	32	20	6	80	55	20	43	70	0
26	0	0	44	20	0	5	60	0	78	70	2
27	0	0	76	20	4	53	60	2	2	80	0
28	0	55	34	25	200	70	60	17	39	80	0
35	0	40	7	30	1	73	60	0	41	80	0
36	0	0	69	30	33	30	60	0	42	80	0
37	0	0	66	35	38	51	65	12	33	85	0
45	5	0	52	40	100	72	65	0	6	90	0
31	10	70	74	45	0	1	70	0	33	95	0
65	10	35	29	50	0	3	70	0	33	95	0
67	10	275	30	50	8	4	70	0			
68	10	40	71	50	55	9	70	0			
8	20	1	75	50	0	10	70	0			

表 5 幼苗数量与更新地郁闭度相关性方差分析

差异来源	差方和	自由度	均方	均方比 F	$F_{0.05}(1, 51)$
回归	10 725 109	1	10 725. 109	4 786	4. 03
剩余	114 294 363	51	2 241. 07		
(总和)	125 019 472	52			

3.3.5 人为活动的影响 人为活动对海桑的天然更新有一定的影响。由于试验地点较靠近居民区,渔民在海滩上从事捕捞活动,因此海桑天然更新不能在完全自然的情况下进行。另一方面,人为活动有时也能促进种子传播而促进天然更新。在3年生海桑人工林上方的天然秋茄和桐花林中,苗圃场的工人经常采收海桑果实由此经过,形成了一条林隙通道,有一些海桑果实或种子散落到这里,并且这里有直射的阳光,因此造成这条人为形成的通道上有许多海桑幼苗出现。

3.3.6 水禽对海桑更新的影响 在调查中,发现部分更新幼苗的叶部由于鸟类食叶造成残缺现象。幼苗的生长高度不同,叶部出现残缺的情况也不一样,20 cm以下刚萌发的幼苗叶部基本上很完整,高度超过50 cm的幼苗,叶部出现的残缺很严重。分析其原因,首先是较大的幼苗叶片面积大,容易引起水鸭食叶,其次是海滩具有潮涨潮落的动态规律,海桑幼苗受到海水周期性淹没,较高的幼苗受海水的淹没时间短,茎叶暴露于海面上的时间长,因此受到水鸭啄食更严重。

3.3.7 边缘效应对海桑更新的影响 两个或多个不同性质的群落交错区中,通常表现出明显的与所相邻的群落有所不同的特性,称为边缘效应现象^[12]。无瓣海桑人工林与天然林及裸滩之间能够产生一定的边缘效应,有利于乡土红树植物胚轴在无瓣海桑与天然林间的裸滩及林缘定居生长。

3.4 海桑幼苗的扩散定居模型

海桑幼苗更新的数量与种子的扩散距离具有一定的相关关系。调查中发现,在海桑林外,随着距海桑人工林(结实区)距离的增加,样方内海桑幼苗的数量有逐渐减少的趋势(表6),这说明距人工海桑林越远,种子扩散的数量越少,萌发也少。

经回归分析,幼苗数量与扩散距离符合模型: $y = 58.866 - 25.741 \log_{10} 1.717x$

其中 y 表示幼苗数量, x 表示种子扩散距离, 相关系数 $r = 0.6181 > r_{0.05}(f = 30) = 0.3494$, 在可靠性为0.95的水平上回归关系显著。

表6 幼苗数量与扩散距离的关系

样方号	扩散距离/m	幼苗数/株	样方号	扩散距离/m	幼苗数/株	样方号	扩散距离/m	幼苗数/株
65	5	35	47	30	18	49	65	0
51	10	12	53	30	2	75	65	0
68	10	40	72	35	0	79	70	2
33 1	10	0	80	40	20	58	75	0
30 1	10	0	48	45	50	63	75	2
46	15	0	56	45	19	59	90	1
71	15	55	73	45	0	78	90	2
52	20	100	74	55	0	61	90	2
69	20	33	76	55	4	64	90	1
33 2	20	0	57	60	0	60	105	1
70	25	17	62	60	0			

4 结论

充足的种源和温暖适宜的气候条件是海桑进行天然更新的前提条件,冬季的低温是影响海桑更新能否成功的关键因素。海桑更新的状况与所接受的光照、周围林木的庇护、潮浸深度、潮汐动力、人为活动的影响及水禽的取食活动等紧密相关:海桑更新幼苗的数量与所接受的光照成正相关;周围有高大红树林木的庇护有利于海桑的更新和生长;随着潮水淹没深度的增加,海桑的更新逐渐受到限制;潮水水流的作用和人为活动能够促进海桑的更新;水鸭的取食活动对海桑的更新有一定的限制作用;海桑的更新还受边缘效应的影响。

海桑种子扩散的数量随着距人工海桑林距离的增加而减少,二者符合相关模型:

$$y = 58.866 - 25.741 \log_{10} 1.717x \quad (y \text{ 表示幼苗数量, } x \text{ 表示种子扩散距离}).$$

参考文献:

- [1] 李云, 郑德璋, 廖宝文, 等. 几种红树植物引种驯化初报[J]. 林业科学研究, 1998, 11(6): 652~ 655
- [2] 郑德璋, 李云, 廖宝文, 等. 红树树种适宜温度条件的研究[A]. 见: 郑德璋, 廖宝文, 郑松发, 等. 红树林主要树种造林与经营技术研究[M]. 北京: 科技出版社, 1999. 221~ 228
- [3] 廖宝文, 郑德璋, 郑松发, 等. 红树植物海桑种子发芽条件的研究[J]. 中南林学院学报, 1997, 17(1): 25~ 37
- [4] 廖宝文, 郑德璋, 郑松发, 等. 海桑育苗技术及其幼苗生长规律的研究[J]. 林业科学研究, 1997, 10(3): 296~ 302
- [5] 广东省海岸带和海涂资源综合调查大队及领导小组办公室. 广东省海岸带和海涂资源综合调查报告[M]. 北京: 海洋出版社, 1987. 16~ 23
- [6] 张宏达, 陈桂珠, 刘治平, 等. 深圳福田红树林湿地生态系统研究[M]. 广州: 广东科技出版社, 1998. 1~ 3

Study on the Natural Regeneration of Mangrove Species *Sonneratia caseolaris*

CHEN Yujun¹, ZHENG Songfa¹, LIAO Baowen¹, ZHENG Dezhang¹,
SONG Xiangyu¹, ZAN Qijie²

(1. Research Institute of Tropical Forestry, CAF, Guangzhou 510520, Guangdong, China;

2. Shenzhen Futian neilingding Natural Reserve, Shenzhen 518048, Guangdong, China)

Abstract: *Sonneratia caseolaris* is one of the mangrove species distributed originally in Hainan Island. It was introduced to Shenzhen Bay in 1994, and regeneration appeared in 1999. The research showed that there appeared seedlings within both *sonneratia caseolaris* plantation and natural mangrove forests, and on exposed tidal flat as well. Of all the sampling plots, the regeneration frequency was up to 45.0%, the density of seedlings was 69 per square meter at most, and the dispersal distance of seedlings amounted to 90 meters at least. Plenty of seeds and warm climate were the premise of regeneration of *sonneratia caseolaris*, and the temperature of winter was the key factor to determine the success of regeneration. The concrete settlement sites and numbers of regenerated seedlings were closely related to the received light, closeness of sites where seeds were dispersed, deepness of tidal water, tidal hydrodynamics, human activities, feeding activities of water birds and edge effect as well. The number of the regenerated seedlings at the settlement sites became less as the distance to the *sonneratia caseolaris* plantation (seed producing sites) became increased, and the former and the latter accorded with the relation model: $y = 58.866 - 25.741 \log_{10} 1.717x$.

Key words: mangrove species; *Sonneratia caseolaris*; natural regeneration