

广州市南沙红树植物无瓣海桑、木榄人工林生物量的研究

朱可峰^{1,2}, 廖宝文^{1*}, 章家恩³

(1. 中国林业科学研究院热带林业研究所, 广东 广州 510520; 2. 广东工业大学, 广东 广州 510520;
3. 华南农业大学, 广东 广州 510642)

关键词: 无瓣海桑; 木榄; 生物量; 生产力; 红树林
中图分类号: S718.55 文献标识码: A

Studies on the Biomass of Mangrove Plantation of *Sonneratia apetala* and *Bruguiera gymnorrhiza* in the Wetland of Nansha in Guangzhou City

ZHU Ke-feng^{1,2}, LIAO Bao-wen¹, ZHANG Jia-en³

(1. Research Institute of Tropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Guangzhou 510520, Guangdong, China; 2. Guangdong University of Technology, Guangzhou 510520, Guangdong, China; 3. South China Agricultural University, Guangzhou 510642, Guangdong, China)

Abstract: The biomass of six-year-old *Sonneratia apetala* Buch-Ham. and *Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk. pure plantation in Nansha were surveyed with both the correlative growth method and the mean sample tree method. The result showed that the biomass of *S. apetala* was $1\ 146.08\ \text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$, in which the aerial part was $869.17\ \text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$ and the underground part was $276.91\ \text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$; the biomass of the trunk was $473.79\ \text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$, which was accumulated as the highest biomass and took up 41.3% of the total. The biomass distribution among organs was in the order of trunk > branch > root > bark > flower and fruit > leaf. The biomass of *B. gymnorrhiza* was $55.51\ \text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$, in which $40.62\ \text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$ for the aerial part and $14.89\ \text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$ for the underground part, and the biomass distribution among organs was in the order of trunk > root > branch > leaf. The average net productivity of *S. apetala* was $191.02\ \text{t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ and the average net productivity of *B. gymnorrhiza* was $9.26\ \text{t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$. As the population age and initial density of plantation are taken into consideration, both the biomass and productivity of six-year old *S. apetala* were higher.

Key words: *Sonneratia apetala*; *Bruguiera gymnorrhiza*; biomass; productivity; mangroves

红树林是热带、亚热带海岸潮间带的木本植物群落,它是海湾河口地区生态系统最重要的生产者,对保护海湾河口地区的生态平衡起着十分重要的作用。湿地植物生物量是衡量湿地生态系统健康状况的重要标志。红树林生物量的研究,对于了解红树林生态系统的生产规律,提高森林生态系统的生产力,具有十分重要的意义。国内外对人工无

瓣海桑(*Sonneratia Apetala* Buch-ham.)红树林沼泽植被的成带现象和红树植物的生理做了较多研究^[1-5],然而,对其生物量的研究相对较少。因此,作者对南沙湿地游览区中的人工无瓣海桑与木榄(*Bruguiera gymnorrhiza*(L.)Lamk.)林生物量进行了测定,为合理经营和利用无瓣海桑、木榄林提供科学依据。

收稿日期: 2008-10-30

基金项目: 广州市林业局项目“广州市南沙湿地环境效应监测”;国家科技支撑计划专题项目(项目编号 2009BADB2B0401);广东省科技重大专项(项目编号:2005A30402003; 2006A36702003);海南东寨港红树林生态站项目

作者简介: 朱可峰(1981—),男,硕士,助教,E-mail: kfzhu@gdut.edu.cn

* 通讯作者: 廖宝文(1963—),博士,研究员,E-mail: mangro@pub.guangzhou.gd.cn

1 研究地概况

试验地设在广州市南沙区万顷沙镇南沙湿地游览区内,中心坐标为 113°35' E, 22°36' N, 地处伶仃洋之滨,珠江口之畔,三面环海,属南亚热带海洋性季风气候带;南濒浩瀚的南海,气温受偏南季风的影响,冬无严寒,夏无酷暑,雨量充沛,年平均降水量 1 635.6 mm,降雨集中于夏季;全年平均气温 21.8 °C,最冷 1 月平均气温为 13.3 °C,而 7 月份平均气温为 29 °C;光照充足,年日照时间达 19 456.5 h,年均日照时数 2 000 h。无瓣海桑样地与木榄样地均位于南沙湿地游览区内,立地条件相似。

2 材料与方

2.1 样地选择与调查

无瓣海桑纯林于 2000 年冬季造林,2006 年调查时的林龄为 6 年,种植规格为 2 m × 1.5 m,样地面积为 20 m × 20 m。在样地内先丈量每木胸径和株高。用游标卡尺测定树干离地面 1.3 m 处胸径(D),用测树器测量树高(H)。

木榄纯林于 2000 年冬季造林,调查时的林龄约为 6 年,种植规格为 0.4 m × 0.4 m,设置 5 个 2 m × 2 m 样方进行调查,在样地内进行每木调查。由于试验地种植的木榄在离地面 1.3 m 以下很多分枝,因此,测定 0.6 m 处直径(D)代替胸径作数据分析,带刻度标杆测量树高(H)。

2.2 生物量测定方法

利用样地调查的数据,在样地外按平均径阶选取无瓣海桑标准木 6 株,木榄标准木 10 株。将伐倒木从地表根颈处锯断,测定伐倒木的胸径与树高。

2.2.1 地上部生物量测定 地上部生物量参照 Monsi^[6]、木村允^[7]的“分层切割法”测定。按 2 m 为一层锯断,分别将树枝锯下,将树叶和花果全部摘下,直接测定每一伐倒木的树干、树枝、树叶和

花果的鲜质量,并立即从各组中抽取小样品,称质量;然后将样品放在 105 °C 恒温下烘至恒质量,求出各组的干鲜比,再把各组的鲜质量换算成干质量,最后按 $W = a(D^2H)^b$ 回归方程推算出立木的生物量。

2.2.2 地下部生物量测定 地下部生物量采用全掘法测定。将根系(含呼吸根)及泥土一起挖起,放入纱网在水中冲洗,捡取根系。根系按直径大小分级:粗根(直径 $d \geq 2$ cm),中根($1 \text{ cm} \leq d < 2 \text{ cm}$),细根($d < 1 \text{ cm}$),称量各级根鲜质量。粗、中、细根分别取样 5 ~ 10 g(3 个重复),将样品置于 105 °C 烘箱内烘至恒质量,求出根系的含水量及根系的干质量生物量。

对无瓣海桑、木榄的地上、地下 4 个生物量回归模型(对数回归、二次曲线回归、直线回归、幂回归)计算分析得知,幂回归最好,其数学模型为:

$$W = a(D^2H)^b \text{ 或 } \lg W = \lg a + b \lg(D^2H)$$

上式中: W 为生物量(g); a 、 b 为需要求出的常数; D 为胸径(cm); H 为树高(cm)。

用上述回归数学模型,把测得的群落种群各植株的胸径和树高代入模型,计算各径级单株、单位面积各器官生物量。

3 结果与分析

3.1 两种红树植物纯林胸径与树高的生长

无瓣海桑、木榄纯林样地调查数据见表 1。无瓣海桑原始种植规格为 2 m × 1.5 m,实际测量密度为 3 200 株 · hm⁻²;木榄原始种植规格为 0.4 m × 0.4 m,实际测量密度为 38 000 株 · hm⁻²。无瓣海桑和木榄均属乔木植物。从表 1 可以看出:人工种植的无瓣海桑比木榄更快形成乔木树林景观。无瓣海桑平均胸径和树高分别为 8.5 cm 和 7.9 m,均显著高于木榄的平均胸径(2.8 cm)和树高(2.1 m)。

表 1 无瓣海桑、木榄纯林主要测树学因子

林龄/a	树种	面积/hm ²	平均胸径/cm	平均树高/m	实测密度/(株 · hm ⁻²)
6	无瓣海桑	53.3	8.5 ± 0.300a	7.9 ± 0.180a	3 200
6	木榄	0.9	2.8 ± 0.128b	2.1 ± 0.074b	38 000

注:木榄胸径测量为离地面 0.6 m 处;表中同列不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。

3.2 生物量相关生长关系

自从 Kittredge 用胸径估计树木的叶量以来,相关生长关系在定量生态学中得到了普遍应用^[8-9]。测定无瓣海桑和木榄纯林生物量时,可采用相关生

长关系建立无瓣海桑、木榄各器官之间的回归方程。按径阶伐倒标准木,测定胸径、树高和各部分干质量,建立相关关系矩阵(表 2、3)。

表2 无瓣海桑胸径、树高及各部分干质量相关矩阵

	根系	树叶	花果	树皮	树枝	树干	胸径($D_{1.3}$)	树高(H)
根系	1							
树叶	0.910 *	1						
花果	0.916 *	0.903 *	1					
树皮	0.927 *	0.918 *	0.990 **	1				
树枝	0.949 *	0.984 **	0.907 *	0.938 *	1			
树干	0.992 **	0.891 *	0.949 *	0.952 *	0.930 *	1		
胸径($D_{1.3}$)	0.951 *	0.990 **	0.930 *	0.934 *	0.980 **	0.938 *	1	
树高(H)	0.926 *	0.925 *	0.997 **	0.986 **	0.922 *	0.952 *	0.951 *	1

注: * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$ 。

表3 木榄胸径、树高及各部分干质量相关矩阵

	根系	根桩	树叶	树枝	树干	胸径($D_{0.6}$)	树高(H)
根系	1						
根桩	0.993 **	1					
树叶	0.981 **	0.980 **	1				
树枝	0.951 **	0.934 **	0.933 **	1			
树干	0.956 **	0.966 **	0.968 **	0.958 **	1		
胸径($D_{0.6}$)	0.958 **	0.984 **	0.940 **	0.875 **	0.941 **	1	
树高(H)	0.948 **	0.976 **	0.934 **	0.853 **	0.916 **	0.992 **	1

注: * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$ 。

由表2可见:无瓣海桑胸径($D_{1.3}$)与树叶、树枝的质量之间的相关系数均在0.95以上,最高达0.990,呈极显著相关($P < 0.01$),与根系、花果、树皮、树干的质量之间的相关系数均在0.93以上,呈

显著相关($P < 0.05$);树高(H)与花果、树皮的质量之间的相关系数均在0.95以上,呈极显著相关($P < 0.01$),与根系、树叶、树干、树枝的质量之间的相关系数均在0.90以上,呈显著相关($P < 0.05$)。

表4 无瓣海桑、木榄各器官生物量与 D^2H 的回归方程

种群	器官	回归方程	相关系数	标准误	胸径(D)幅度/cm	树高(H)幅度/m
无瓣海桑	树干	$\lg W_{St} = 1.038 \lg(D_{1.3}^2 H) + 1.186$	0.926 *	0.166	4.81 ~ 13.12	5.43 ~ 11.81
	树皮	$\lg W_{Ba} = 0.900 \lg(D_{1.3}^2 H) + 0.475$	0.999 **	0.041	4.81 ~ 13.12	5.43 ~ 11.81
	树枝	$\lg W_{Br} = 1.115 \lg(D_{1.3}^2 H) + 0.761$	0.949 *	0.158	4.81 ~ 13.12	5.43 ~ 11.81
	树叶	$\lg W_{Lf} = 0.283 \lg(D_{1.3}^2 H) + 1.886$	0.927 *	0.024	4.81 ~ 13.12	5.43 ~ 11.81
	花果	$\lg W_{Fr} = 0.823 \lg(D_{1.3}^2 H) + 0.532$	0.988 **	0.086	4.81 ~ 13.12	5.43 ~ 11.81
	树根	$\lg W_{Rt} = 1.077 \lg(D_{1.3}^2 H) + 0.818$	0.941 *	0.157	4.81 ~ 13.12	5.43 ~ 11.81
	全树	$\lg W_T = 1.038 \lg(D_{1.3}^2 H) + 1.563$	0.958 *	0.131	4.81 ~ 13.12	5.43 ~ 11.81
	树高	$1/H = 0.673(1/D) + 0.047$	0.951 *	0.012	4.81 ~ 13.12	5.43 ~ 11.81
木榄	树干	$\lg W_{St} = 0.833 \lg(D_{0.6}^2 H) + 1.610$	0.952 **	0.085	4.81 ~ 13.12	5.43 ~ 11.81
	树枝	$\lg W_{Br} = 0.957 \lg(D_{0.6}^2 H) + 1.242$	0.879 **	0.167	1.16 ~ 4.28	1.24 ~ 2.78
	树叶	$\lg W_{Lf} = 0.940 \lg(D_{0.6}^2 H) + 1.247$	0.916 **	0.145	1.16 ~ 4.28	1.24 ~ 2.78
	树根	$\lg W_{Rt} = 0.912 \lg(D_{0.6}^2 H) + 1.416$	0.945 **	0.112	1.16 ~ 4.28	1.24 ~ 2.78
	全树	$\lg W_T = 0.889 \lg(D_{0.6}^2 H) + 2.022$	0.941 **	0.088	1.16 ~ 4.28	1.24 ~ 2.78
	树高	$1/H = 0.712(1/D) + 0.196$	0.992 **	0.008	1.16 ~ 4.28	1.24 ~ 2.78

注: * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$; w 单位为 g, D 单位为 cm, H 单位为 m。 W_{St} : 树干质量; W_{Ba} : 树皮质量; W_{Br} : 树枝质量; W_{Lf} : 树叶质量; W_{Fr} : 花果质量; W_{Rt} : 树根质量; W_T : 全树质量。

由表3可见:木榄胸径($D_{0.6}$)与根系、根桩、树叶、树干的质量及与树高间的相关系数均在0.90以上,呈极显著相关($P < 0.01$);树高(H)与根系、根

桩、树叶、树干的质量之间的相关系数均在0.9以上,呈极显著相关($P < 0.01$)。

因此,应用 D 和 H 作为自变量的2个因子,各

部分器官生物量为因变量,得到各部分器官生物量的回归方程。根据前人研究经验以及对各种回归模型的客观检验^[10],可以用胸径的平方和树高乘积(D^2H)作为自变量来估算林木干质量。

利用生物量幂回归模型,对无瓣海桑和木榄各器官进行分析,结果(表4)表明:无瓣海桑胸径平方和树高之积($D_{1.3}^2H$)与树干、树皮、树枝、树叶、花果、根质量的对数回归关系都很密切,木榄0.6 m处直径平方和树高之积($D_{0.6}^2H$)与树干、树叶、根桩、根系质量的对数回归关系也很密切,且呈极显著相关。

无瓣海桑、木榄的树高和胸径的拟合方程中,结果较好的表达式为: $1/H = b/D^a + c$

3.3 无瓣海桑、木榄生物量及器官分配

无瓣海桑总生物量为 $1\ 146.08\ \text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$,其中,树干所占比重最大,占总生物量的41.3%,而树叶所占比重最小,仅占总生物量的1.3%(表5);各器官生物量排序为:树干 > 树枝 > 根系 > 树皮 > 花果 > 树叶。除11径阶外,无瓣海桑各径阶的生物量随着径阶的增大而增加(图1)。经计算,南沙湿地游览区内无瓣海桑林分总生物量为 $63\ 378.78\ \text{t}$,平均净生产力为 $191.02\ \text{t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 。

表5 无瓣海桑、木榄各器官生物量及所占百分比

树种	树干		树皮		树枝		树叶		花果		根系		合计	
	生物量/ ($\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$)	百分比/ %	生物量/ ($\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$)	百分比/ %	生物量/ ($\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$)	百分比/ %	生物量/ ($\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$)	百分比/ %	生物量/ ($\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$)	百分比/ %	生物量/ ($\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$)	百分比/ %	生物量/ ($\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$)	百分比/ %
无瓣海桑	473.79	41.3	36.33	3.2	320.16	27.9	14.64	1.3	24.25	2.1	276.91	24.2	1 146.08	100
木榄	17.95	32.3	—	—	11.59	20.9	11.08	20.0	—	—	14.89	26.8	55.51	100

3.4 无瓣海桑、木榄地下部各器官生物量分布

由表6可见:无瓣海桑地下部各器官生物量排序为:根桩 > 粗根 > 中根 > 呼吸根 > 细根,其中,根桩生物量超过了地下总生物量的一半,占总生物量59.07%;粗、中、细根分别占总生物量的13.09%,10.17%,8.41%,可见,粗、中、细根生物量相对较小。无瓣海桑具笋状呼吸根,占根系总生物量的9.27%。总根量主要分布在0~60 cm土层中,占90.75%,其中,20~40 cm土层的根系量占总根量

表6 无瓣海桑、木榄地下部各器官生物量及所占百分比

树种	根桩		粗根		中根		细根		呼吸根		合计	
	生物量/ ($\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$)	百分比/ %	生物量/ ($\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$)	百分比/ %	生物量/ ($\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$)	百分比/ %	生物量/ ($\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$)	百分比/ %	生物量/ ($\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$)	百分比/ %	生物量/ ($\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$)	百分比/ %
无瓣海桑	163.56	59.07	36.24	13.09	28.15	10.17	23.30	8.41	25.66	9.27	276.91	100
木榄	2.23	15.90	7.08	50.60	3.41	24.40	1.28	9.10	—	—	14.00	100

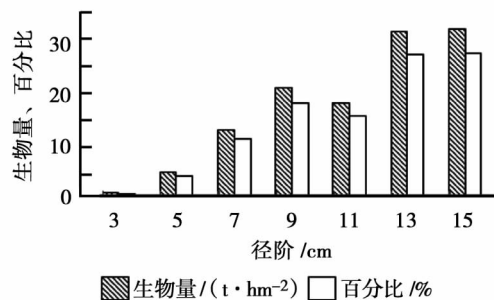


图1 无瓣海桑不同径阶生物量分布

木榄总生物量为 $55.51\ \text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$,树干占总生物量的32.3%,树叶占总生物量的20.0%(表5)。各器官生物量排序为:树干 > 树枝 > 树叶。经计算,湿地游览区内木榄纯林总生物量为 $49.96\ \text{t}$,平均净生产力为 $9.26\ \text{t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 。

从表5还看出:无瓣海桑树枝占总生物量的百分比较木榄大7%,说明无瓣海桑在树枝上积累的生物量较木榄大,这可能是由于无瓣海桑叶片较小,需要尽可能向上扩展,支持更多的叶子,最大限度的扩大叶片的光合叶面积,以获取积累生物量的能量。

的一半,达51.96%^[11];根桩占地下部生物量的比重很大,地上部质量主要靠根桩支撑,粗、中、细根不发达。可以推测,无瓣海桑扎根深度有限,从而削弱了无瓣海桑的防风能力。

木榄地下部各器官生物量排序为:粗根 > 中根 > 根桩 > 细根,其中,粗根占地下部生物量的50.6%。从表6可看出:在地下部生物量的分配上,木榄与无瓣海桑有着明显的区别。

3.5 不同地区红树植物生物量的比较

由表7可知:南沙无瓣海桑纯林的平均净生产力为 $191.02 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$, 木榄纯林的平均净生产力仅为 $9.26 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 。

无瓣海桑粗、中、细根仅占地下部生物量的31.67%, 地上与地下生物量的比值为3.1。相比之下, 木榄地上与地下生物量的比值为2.7, 而且粗、

中、细根分配比例较好, 占地下部生物量84.1%, 表明木榄根系较无瓣海桑的强; 另外, 木榄林树高较无瓣海桑林的低, 受大风影响程度较低, 且木榄林的地下部生物量比重较大, 扎根能力比较强。综合这两方面原因, 台风侵袭林地时, 无瓣海桑较木榄林易出现倒伏现象, 这在2006年8月实地观测时得到证明。

表7 不同红树群落地上部和地下部生物量的比较

红树植物群落	地点	年龄/a	树高/m	生物量					地下部/地上部	平均净生产力/ ($\text{t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$)	文献来源
				地上部/ ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$)	百分比/ %	地下部/ ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$)	百分比/ %	总量/ ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$)			
白骨壤	福建厦门	30	—	1.98	45.59	2.36	54.41	4.35	1.192	1.45	[12]
秋茄	福建龙海	—	5.0	9.33	57.41	6.93	42.59	16.26	0.743	—	[13]
大红树	巴拿马	天然林	—	62.85	55.71	49.97	44.29	11.28	0.795	—	[14]
海莲	海南东寨港	56	14.0	24.85	59.12	17.18	40.88	42.03	0.691	7.51	[15]
红海榄	广西英罗湾	70	6.0	19.62	67.29	9.54	32.71	29.16	0.486	4.17	[16]
无瓣海桑	广东雷州	6.5	13.0	116.91	84.77	21.01	15.23	137.92	0.180	212.19	[11]
无瓣海桑	广东广州(南沙)	6	7.9	86.92	76.84	27.69	24.16	114.61	0.319	191.02	本文
木榄	广东广州(南沙)	6	2.1	4.16	74.93	1.39	25.07	5.55	0.334	9.26	本文

注:白骨壤(*Avicennia marina* L.), 秋茄(*Kandelia candel* (L.) Druce), 大红树(*Rhizophora mangle* L.), 海莲(*Bruguiera sexangula* (Lour.) Poir.), 红海榄(*Rhizophora stylosa* Griff.)。

红树林广泛分布于热带、亚热带海滩, 因其种类及分布地理位置的不同, 它们的植物生物量有很大的差异。一般而言, 纬度越低越适于红树植物生长, 因而现存量越大, 但也与树种和环境条件有关。英罗湾红海榄群落是生长于隐蔽海湾淤泥上的成熟林, 地理环境较好, 且长期受到人为保护, 林相整齐, 发育良好, 其林龄达70年, 高度大于6m, 因而生物量较大。福建龙海的秋茄群落虽然所处的地理位置偏北, 但为人工种植的纯林, 且受到较好保护, 高达5m, 其生物量也比较大。广东南沙处于亚热带, 无瓣海桑红树群落所处的水体又相对较为稳定, 没有受到潮汐太大影响, 每年大量的凋落物滞留在湿地游览区内, 流失较少, 由地上部与地下部生物量的比值可知, 地上部生长迅速; 同时, 人为干扰较少, 尽管林龄才6年, 其生长较快, 无瓣海桑群落的生物量较大。

从无瓣海桑生物量的分配来看, 本文所测得无瓣海桑地下部与地上部的比值为0.319, 大于黄月琼等^[11]对广东湛江雷州半岛附城镇6.5龄无瓣海桑的研究结果(0.180), 这可能是广东南沙湿地游览区位于珠江口, 肥力较好, 无瓣海桑根系较粗壮密集。雷州半岛无瓣海桑长势较高, 地上部生物量相对较大。本文所测无瓣海桑地下部与地上部的比值

较低, 这可能是由于无瓣海桑群落位于人工湿地内, 湿地与海边有一道高坝相隔, 生长受巨大海风的影响小, 红树群落用于抗风的能量较少, 可以有更多能量向地上部输送有关。

净生产量生物量是指在一定面积上所有活生物体干物质现存的质量, 它是有机物质多年累积的数量指标。衡量林分生产力高低, 不应以总生物量多少, 而应以净生产量的多少为准。净生产量是绿色植物在单位时间除去呼吸消耗外所生产的有机物质。广州南沙6龄无瓣海桑平均净生产力为 $191.02 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$, 比黄月琼等^[11]研究的6.5龄无瓣海桑平均净生产力($212.19 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$)小, 这与无瓣海桑生长时间长短有关, 从侧面说明了在6.5龄内无瓣海桑的平均净生产力随着年龄的增长而增长。本文6年生木榄纯林的总生物量为 $55.51 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$, 平均净生产力为 $9.26 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$, 比廖宝文等^[17]研究的海南文昌平均20年的木榄林分平均净生产力($4.6 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$)大一倍多。种群和群落的生物量主要受种植密度、成活率、人为干扰、郁闭度、年龄、入侵物种的影响。温远光^[18]认为, 即使同一地点同一树种(红海榄)生物量调查结果差异也很大, 这与调查群落的具体地点和方法有关。从海滩红树林群落的演替规律可知, 同一树种, 越是处

在外滩,演替时间越短,群落的年龄也越小。本文所调查的木榄纯林所处地理环境较好,林相整齐均匀,发育良好,受到良好保护,故生物量较高,其中,根系占总生物量的 26.8%,与廖宝文等^[17]测得木榄根系占其总生物量的 29.36%、缪绅裕等^[19]测得木榄根系占其总生物量的 29.85% 相比较小,说明木榄生长的地理位置和气候条件对其根系占其总生物量的比例有一定影响。木榄所处的环境比滩外稳定,受潮汐影响小,每年大量的凋落物归还到游览区内,流失较少,加快了湿地游览区内生态系统的物质循环和能量流动,使木榄将大量的物质和能量向上输送,促进地上部迅速生长。

4 小 结

(1)无瓣海桑和木榄均属于乔木植物,从平均胸径和树高可以看出,人工种植的无瓣海桑比木榄更快形成乔木树林景观。

(2)尽管种植时木榄较密,但无瓣海桑林生物量及平均净生产力远大于木榄。无瓣海桑生物量为 $1\ 146.08\ \text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$,平均净生产力为 $191.02\ \text{t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$,木榄的生物量为 $55.51\ \text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$,平均净生产力为 $9.26\ \text{t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$,说明无瓣海桑光合作用、积累生物量的能力比木榄强。

(3)木榄的根系配比优于无瓣海桑,树体也相对矮小,可以牢固地生长于常受风浪袭击的沿海滩涂,不易倒伏;无瓣海桑却树体高大、枝条发达,防风消浪效果好。鉴于木榄有一定的耐荫性,可以考虑 2 个树种复层混交种植,提高红树林带的防护功能。

参 考 文 献:

[1] 廖 岩,陈桂珠. 三种红树植物对盐胁迫的生理适应[J]. 生态学报,2007,27(6):2208-2214

- [2] 曾启杰,王勇军,王伯荪,等. 深圳福田红树林无瓣海桑+海桑群落钙镁钠的累积和循环[J]. 福建林业科技,2002,29(1):1-5
- [3] 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,1998:38-40
- [4] 陈玉军,廖宝文,彭耀强,等. 红树植物无瓣海桑北移引种的研究[J]. 广东林业科技,2003,19(2):9-12
- [5] 廖宝文,郑松发,陈玉军,等. 外来红树植物无瓣海桑生物学特性与生态环境适应性分析[J]. 生态学杂志,2004,23(1):10-15
- [6] Monsi M. 植物群落学的数学模型[M]. 李文华译. 植物生态学译丛(第一集). 北京:科学出版社,1974:123-144
- [7] 木村允. 陆地植物群落生物量的测定法[M]. 姜 恕译. 北京:科学出版社,1981:59-105
- [8] 陈存根. 秦岭松林生产力的研究[J]. 西北林学院学报,1984(1):1-17
- [9] 佐藤大七郎,堤利夫. 陆地植物群落到物质生产[M]. 聂绍荃,丁宝永译. 北京:科学出版社,1986:1-18
- [10] 廖宝文,郑德璋,郑松发. 海桑林生物量的研究[J]. 林业科学研究,1990,3(1):47-54
- [11] 黄月琼,吴小风,韩维栋,等. 无瓣海桑林根系分布规律的研究[J]. 西南农业大学学报,2002,24(3):275-277
- [12] 林 鹏. 红树林研究论文集(1980-1989)[C]. 厦门:厦门大学出版社,1990:23-30
- [13] Lugo A F, Snedaker S C. The ecology of mangroves[C]. Ann Rev Ecol System,1974,5:39-74
- [14] Gupta S K. Energy structure of standing crop in certain grasslands at Gyanpur[J]. Trop Ecol,1972,43(1):9-91
- [15] 林 鹏. 海南东寨港海莲群落生物量和生产力[J]. 厦门大学学报:自然科学版,1990,29(2):209-213
- [16] 林 鹏,尹 毅,卢昌义. 广西红海榄的生物量和生产力[J]. 厦门大学学报:自然科版,1992,31(2):198-202
- [17] 廖宝文,郑德璋,郑松发. 木榄林生物量与生产力的研究[J]. 林业科学研究,1991,4(1):22-29
- [18] 温远光. 广西英罗港 5 种红树植物群落的生物量和生产力[J]. 广西科学,1999,6(2):142-147
- [19] 缪绅裕,陈桂珠,陈正桃,等. 广东湛江保护区红树林种群的生物量及其分布格局[J]. 广西植物,1998,18(1):19-23