

广东湛江保护区红树林种群的生物量及其分布格局

缪绅裕

(广州师范学院生物系, 广州 510400)

陈桂珠

(中山大学环科所, 广州 510275)

陈正桃

(广东湛江红树林自然保护区, 廉江 524448)

吴中亨

(湛江市林业局, 湛江 524033)

摘要 本文研究了广东湛江红树林自然保护区高桥镇红寨村及德耀村海滩红树植物的种群分布格局与生物量。结果表明: 5年生桐花树群落、白骨壤群落、秋茄群落、10年生木榄群落、30年生红海榄群落的总生物量分别为 554.75 g/m^2 、 $1\,637.01 \text{ g/m}^2$ 、 $6\,264.48 \text{ g/m}^2$ 、 $4\,138.43 \text{ g/m}^2$ 、 $9\,610.20 \text{ g/m}^2$; 其中地下部分生物量占总生物量的比例依次为 32.28%、45.45%、41.31%、29.85% 和 28.29%。计算得 Shannon-Wiener 物种多样性指数为 2.232。种群的分布格局中桐花树、白骨壤、红海榄和秋茄种群为集群分布, 而木榄种群为随机分布。

关键词 红树林; 生物量; 种群; 分布格局; 湛江; 自然保护区

Biomasses and distributive patterns of mangrove populations in Zhanjiang Nature Reserves, Guangdong, China

Miao Shenyu

(Guangzhou Teachers' College, Guangzhou 510400)

Chen Guizhu

(Zhongshan University, Guangzhou 510275)

Chen Zhengtao

(Zhanjiang Mangrove Nature Reserve, Lianjiang 524448)

Wu Zhongheng

(Forestry Bureau of Zhanjiang, Zhanjiang 524033)

Abstract This paper deals with distributive patterns and biomasses of mangrove populations growing within tidal zones of Hongzhai and Deyao village at Ganqiao town in Zhanjiang Nature Reserve, Guangdong, China. The results show that the biomasses of 5 year-old *Aegiceras corniculatum*, *Avicennia marina* and *Kandelia candel*, 10 year-old *Bruguiera gymnorhiza* and 30 year-old *Rhizophora stylosa* are 554.75 g/m^2 , $1\,637.01 \text{ g/m}^2$, $6\,264.48 \text{ g/m}^2$, $4\,138.43 \text{ g/m}^2$ and $9\,610.20 \text{ g/m}^2$, respectively. In their turns, the ratios of underground part to total biomasses are 32.28%, 45.45%, 41.31%, 29.85% and 28.29%. The species diversity of Shannon-Wiener index is 2.232 in the mangrove community. The populations of *Aegiceras corniculatum*, *Avicennia marina*, *Rhizophora stylosa* and *Kandelia candel* are clumpy distributed

while the population of *Bruguiera gymnorrhiza* shows the distribution of poisson

Key words Mangrove; biomass; population; distributive pattern; Zhangjiang; nature reserve

广东湛江红树林省级自然保护区于 1991 年 10 月经广东省人民政府批准, 在廉江市高桥镇成立。1995 年, 由省政府向国务院申请扩大原省级自然保护区范围, 即建议把整个雷州半岛的红树林及部分宜林地滩涂划为自然保护区, 并升级建立广东湛江红树林鸟类国家级自然保护区。迄今为止, 未见有关湛江省级自然保护区红树林的生物量及种群分布格局方面的研究报道。因此, 本文旨在为本区红树林的保护与发展提供基础资料。

1 研究地点与自然条件概况

湛江红树林自然保护区位于 $21^{\circ}30'N$, $109^{\circ}41'E$, 在广东省的最西端即北部湾英罗港内, 与广西英罗港红树林区 ($21^{\circ}28'N$, $109^{\circ}43'E$) 隔湾相望。地处北亚热带与南亚热带过渡区, 年均气温 $22.4^{\circ}C$, 极端最高气温 $37.4^{\circ}C$, 极端最低气温 $-0.8^{\circ}C$, 年均降雨量 1 816 mm, 集中在 5~9 月。年平均湿度 81.8%, 潮汐为混合全日潮, 平均潮差 2.53 m, 最大潮差 6.25 m, 高潮时水深可达 2.5 m。

保护区总面积 2 470 hm^2 , 其中有林面积 1 250 hm^2 , 林中空地、水域及滩涂 1 220 hm^2 , 堤长 27 km, 林带平均宽 500 m。保护区地处洗米河、江背河、高桥河和卖绰河 4 条淡水河的汇合处。土壤多为沉积粘质海滩潮泽土, 潮沟纵横交错构成复杂的生境, 为红树林及其它海洋生物的生长发育提供了良好的条件。

植物种群平均高度白骨壤 (*Avicennia marina*) 0.9 m, 秋茄 (*Kandelia candel*) 2.7 m, 红海榄 (*Rhizophora stylosa*) 4.4 m, 木榄 (*Bruguiera gymnorrhiza*) 2.2 m, 桐花树 (*Aegiceras corniculatum*) 1.0 m (每丛平均 4.35 株)。各种群的覆盖度依次为 0.60、0.85、0.95、0.90、0.95, 密度依次为 44 株/100 m^2 、39 株/100 m^2 、19 株/100 m^2 、28 株/100 m^2 、46 丛/200 株/100 m^2 。各种群的平均年龄白骨壤、秋茄、桐花树为 5 a, 木榄为 10 a, 红海榄为 30 a。

2 材料与方 法

生物量的测定采用平均标准木法。现存生物量测定的野外工作于 1996 年 1 月进行。在样地中设立 5 个 5 m \times 5 m 的样方, 计算其数量, 并逐个测定冠幅和株高。根据测定的结果, 每种植物分别选择 10 株具代表性的个体作为标准木伐倒, 地上部分从基部向上每 30 cm 为一层, 分别测定树干、枝、叶的鲜重 (其中红海榄的支柱根、秋茄的幼苗及胚轴单独收集测定); 地下部分以树桩为中心设直径为 1.2 m 的样圆, 以 30 cm 为一层, 连土挖出, 分别筛洗出大根 (直径 $>$ 2 cm, 包括板根)、中根 (直径 2~1 cm 之间)、小根 (直径 $<$ 1 cm), 木榄的膝状呼吸根另计。所有样品随机取样于 105 $^{\circ}C$ 下烘干至恒重测定含水量以便换算成干重。

以树干圆盘进行树干解析, 求出标准木的材积, 由此求得平均形数。由标准木材积与样方总材积的比值, 求出群落的现存生物量。

物种多样性的 Shannon-Wiener 指数按下列公式计算:

$$H = 3.3219 \left(\lg N - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n n_i \lg n_i \right)$$

式中: N 为全部样方中各个种的个体数之和, n_i 为第 i 个种的个体数, S 为样方中出现的植物种数。

种群分布格局研究大体上依据保护区内各优势种群分布的面积大小, 选择具代表性的地段作相应的样方数 (共 14 个), 每个样方面积 $5 \text{ m} \times 5 \text{ m}$, 计算其中每种植物的数量, 野外工作分别于 1996 年 1 月和 1997 年 4 月进行。样方中偶见老鼠勒 (*Acanthus ilicifolius*)。采用 V/m 比率法, 原理是一个 Poisson 分布的总体有方差 V 和平均值 m 相等的性质, 即有 $V/m = 1$ 的特性; 然后进行 t 检验^[1]。

3 结果与讨论

3.1 红树植物种群的生物量

5 种红树植物种群生物量的测定结果见表 1。

表 1 红树植物种群的生物量

Table 1 Biomasses of the mangrove plant populations (g/m^2)

植物种类 Plant species 项目 Item	白骨壤 <i>A. marina</i>		红海榄 <i>R. stylosa</i>		木榄 <i>B. gymnorhiza</i>		秋茄 <i>K. candel</i>		桐花树 <i>A. corniculatum</i>	
	生物量 Biomass	%	生物量 Biomass	%	生物量 Biomass	%	生物量 Biomass	%	生物量 Biomass	%
叶片 Leaf	316.47	19.33	2162.61	22.50	1011.02	24.43	492.39	7.86	28.46	5.13
枝条 Twig	206.50	12.61	807.81	8.41	816.07	19.72	513.61	8.20	64.42	11.61
茎干 Stem	370.05	22.61	2019.51	21.01	1075.61	25.99	2530.93	40.40	260.61	46.98
	支柱根 Stilt-root		1897.05	19.74	幼苗 seedling		135.94	2.17		
					果 (胚轴) Fruit (Hypocotyl)		3.76	0.06		
地上部 Above-ground	893.02	54.55	5816.98	71.66	2902.70	70.14	3676.63	58.69	353.49	63.72
大根 Big root	282.13	17.23	820.51	8.53	645.58	15.60	1626.99	25.97	96.42	17.38
中根 Mid-root	136.93	8.37	567.13	5.90	232.55	5.62	560.04	8.94	45.27	8.16
小根 Small root	324.94	19.85	1331.09	13.85	254.55	6.15	400.93	6.40	59.57	10.74
地下部 Under-ground			膝状根 Pneumatophores		102.64	2.49				
	744.00	45.45	2718.73	28.29	1235.32	29.86	2587.86	41.31	201.26	36.28
总生物量 Total-biomass	1637.01		9610.20		4138.42		6264.48		554.75	

表 1 中显示红海榄种群的生物量为最大, 其次是秋茄、木榄、白骨壤, 最小的是桐花树, 这与红树植物生长的年龄及生长速度有关。本区红树植物种群生物量与其它地区的相应种群比较, 生物量均偏低, 可能是因为本保护区成立的时间较短, 种群年龄偏小, 大部分种群处于初始发育阶段。叶片的生物量占总量的比例相对较高, 表明这些植物具有较大的光合作用面积, 有利于它们的个体发育, 如木榄和红海榄。

广西北海大冠沙 30 年生白骨壤种群 (密度 68 株/ 100 m^2 , 平均高 1.4 m), 其地上部分生物量为 $2690.2 \text{ g}/\text{m}^2$, 地下部分为 $2582.0 \text{ g}/\text{m}^2$; 各部分的生物量占总量的比例依次为: 枝条

27.4%、茎干 16.3%、粗根 15.1%、树桩 12.5%、细根 10.2%、叶片 7.3%^[2]。而本区白骨壤种群生物量的分配顺序是茎 22.61%、小根 19.85%、叶片 19.33%、大根 17.23%、枝条 12.61%、中根 8.37%。这种差异与白骨壤的生境有关。

广西山口英罗湾 70 年生红海榄种群 (密度 74 株/100 m², 平均高 6.0 m), 其地上部分生物量为 19 621.2 g/m², 地下部分为 9 536.8 g/m²; 各部分的生物量占总量的比例依次为: 地下根 32.71%、地上支柱根 25.58%、茎干 23.81%、枝条 15.51%、叶 2.35%、果 0.05%、花 0.01%。^[3] 本研究的结果是叶片 22.50%、茎干 21.01%、支柱根 19.74%、小根 13.85%、大根 8.53%、枝条 8.41%、中根 5.62%, 与同处于一个海湾的广西红海榄种群基本一致。主要差异在于本区红海榄的叶片生物量较大。

海南文昌县 20 年生木榄种群 (密度 20 株/100 m², 平均高 4.4 m), 其地上部分生物量为 6 076.9 g/m², 地下部分为 2 526.6 g/m²; 各部分的生物量占总量的比例依次为: 茎 29.67%、根系 29.36%、枝条 29.27%、叶片 8.61%、树皮 2.34%、花果 0.66%^[4]。本研究结果为根系 (含大中小根) 27.37%、茎干 25.99%、叶片 24.43%、枝条 19.72%、膝状根 2.49%, 主要差别也在于本区木榄的叶片生物量较大。

福建九龙江口 20 年生秋茄种群 (密度 208 株/100 m², 平均高 5.0 m), 其地上部分生物量为 9 337.0 g/m², 地下部分为 6 926.0 g/m²; 各部分的生物量占总量的百分比依次为: 茎干 43.51%、根 42.59%、枝条 10.03%、叶片 3.61%、果实 0.16%、幼苗 0.10%^[5]。本区秋茄种群的研究结果为茎干 40.40%、大根 25.97%、中根 8.94%、枝条 8.20%、叶片 7.86%、小根 6.40%、幼苗 2.17%、果 (胚轴) 0.06%, 与福建九龙江口的基本一致。

广西龙门岛红树林 5 年生桐花树种群 (密度 2 200 株/100 m², 平均高 1.4 m), 地上部分生物量为 3 743.5 g/m², 其地上各部分的生物量占总生物量的比例依次为: 茎干 68.08%、枝条 18.43%、叶 13.48%^[6]。若按地上部分生物量比较, 则本区的结果为茎干 73.73%、枝条 18.22%、叶片 8.05%, 与龙门岛桐花树林的情况相当吻合。

5 种红树植物中以白骨壤地下部分所占比例为最高, 这与白骨壤为先锋植物主要分布在外滩的生活习性有关; 其次, 秋茄的地下部分所占比例也较高, 是因为其中包括了部分板状根; 而红海榄地下部分所占比例最低, 是因为它的支柱根计入了地上部分, 而这部分占生物量的 19.74%。

3.2 Shannon—Wiener 物种多样性指数

对 14 个样方内植物个体数 (表 2) 进行统计分析, 可计算出群落的物种多样性

表 2 14 个样方内的植物种类及其个体数

Table 2 Species and their numbers of individuals in 14 plots

植物种类 Plant species	样方号 Pbt No.														小计 Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
桐花树 <i>A. corniculatum</i>	46	27	78	6	0	3	0	21	17	10	34	0	4	0	246
秋茄 <i>K. candel</i>	0	39	0	0	0	2	0	5	0	14	25	0	0	0	85
白骨壤 <i>A. marina</i>	0	0	0	44	0	13	0	9	0	37	0	0	0	0	103
木榄 <i>B. gymnorhiza</i>	0	0	28	0	4	0	6	0	9	0	1	0	16	5	69
红海榄 <i>R. stylosa</i>	0	0	1	0	19	4	12	0	3	0	0	23	7	18	87
老鼠勒 <i>A. ilicifolius</i>	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	14

Shannon—Wiener 指数为 2.232。该数值稍高于广东澳头红树林群落的同一指数的 1.904^[7] 和广西英罗湾的 0.1578~1.6533^[6], 但却明显低于南亚热带常绿阔叶林的 4~5^[8]。红树植物群落的物种多样性偏低与潮滩生境条件的限制、种类组成较少、各个种的多度分布不均匀有关, 同

时反映出红树植物群落的结构简单, 组织水平较低。

3.3 红树植物种群的分布格局

对本区 5 个主要红树植物种群的分布格局进行分析, 结果表明其中的桐花树、白骨壤、秋茄和红海榄种群为集群分布, 只有木榄种群为随机分布 (表 3)。与同处于英罗湾的广西红树林上述 5 种红树植物种群全部为随机分布的情况^[7]有明显差异, 同时表明湛江保护区的红树林发育处于较早阶段, 因为随着年龄的增长, 种群的分布格局将从集群分布趋向随机分布, 例如英罗湾的红海榄种群幼苗群落、小树群和老树群在其发展过程中分布格局的动态变化相应为集群分布→集群分布→随机分布^[8]。

表 3 红树植物种群的分布格局及强度

Table 3 Distributive patterns and intensities of mangrove plant populations

种类 Species	白骨壤 <i>A. marina</i>	秋茄 <i>K. candel</i>	木榄 <i>B. gymnorhiza</i>	红海榄 <i>R. stylosa</i>	桐花树 <i>A. corniculatum</i>
V/m 值 Value	6.388	3.124	1.192	3.429	73.371
T 值 Value	14.616 * *	5.415 * *	0.490	6.193 * *	184.511 * *
格局 Pattern	集群	集群	随机	集群	集群

$$T_{0.01} = 3.012, df = 13; * * p < 0.01$$

表 3 中可见, 分布格局强度依次为桐花树> 白骨壤> 红海榄> 秋茄> 木榄。结合本区红树植物种群的年龄可以看到, 由于白骨壤、秋茄、桐花树 (均为 5 年生)、木榄和红海榄都是胎生植物, 它们的种子在离开母体前萌发, 胚轴成熟后掉落在母体四周, 从而造成了它们在幼苗或幼树群落的分布格局趋于集群分布的这种状况, 而随着群落的形成和发展, 种内和种间对环境资源竞争引起种群密度下降, 分布格局也从集群分布趋向于随机分布。由于广西英罗湾红树植物群落演替有如下的趋势^[7]: 白骨壤群落→白骨壤+桐花树群落或秋茄+白骨壤群落→红海榄+秋茄群落→红海榄群落→木榄+红海榄群落→木榄群落, 而本区实际上与其处于同一海湾, 生境有一定的相似性, 故本文参照上述演替序列, 讨论各种群的分布格局。尽管白骨壤、桐花树和秋茄的种群年龄一致, 但所处的演替序列中的位置不同, 分布格局的强度白骨壤> 秋茄, 桐花树因为丛生而具有最大的集群分布强度。木榄种群的年龄 (10 年生) 虽小于红海榄 (30 年生), 但木榄群落却是该保护区内红树群落演替的高级阶段, 其种群趋向随机分布也可能与演替所处的阶段有关。保护区内的木榄种群和红海榄种群几乎未发现幼苗生长, 且木榄+红海榄群落在保护区内的分布面积最大, 处于较稳定的阶段, 若不注意加强保护, 这类成熟群落一旦被破坏, 将直接回复到海滩无林阶段。

参考文献

- 1 陈桂珠, 缪绅裕. 广东澳头红树植物群落的物种多样性与种群分布格局研究. 生态学杂志, 1994, 13 (2): 34~35
- 2 尹毅, 范航清, 苏相洁. 广西白骨壤群落的生物量研究. 广西科学院学报, 1993, 9 (2): 19~24
- 3 林鹏, 尹毅, 卢昌义. 广西江海榄群落的生物量和生产力. 厦门大学学报自然科学版, 1992, 3 (2): 200~202
- 4 廖宝文, 郑德璋, 郑松发. 木榄林生物量和生产力研究. 林业科学研究, 1991, 4 (1): 22~29
- 5 林鹏, 卢昌义, 林光辉. 九龙江口红树林研究 I. 秋茄群落的生物量和生产力. 厦门大学学报自然科学版, 1985, 24 (4): 508~514
- 6 宁世江, 蒋运生, 邓泽龙等. 广西龙门群岛桐花树天然林生物量初步研究. 植物生态学报, 1996, 20 (1): 57~64
- 7 梁士楚. 广西英罗湾红树植物群落的研究. 植物生态学报, 1996, 20 (4): 310~321
- 8 梁士楚. 广西红树群落的数量分类. 广西科学院学报, 1993, 9 (2): 8~12