

# 深圳福田红树林生态学研究\*

陈桂珠 缪绅裕\*\* 章金鸿

(中山大学环境科学研究所, 广州 510275)

**摘要** 在全面调查整个福田红树林带的生态现状的基础上, 分别论述了红树林湿地生态系统的生态环境、植物区系组成、群落结构外貌、种群分布、群落类型、生态系列、群落演替、生物量和红树林生态变化及其原因, 阐明了保护红树林湿地生态系统的整体的重要性和迫切性。

**关键词** 红树林, 生态学, 研究

深圳福田红树林鸟类自然保护区是全国唯一位于市区边缘、面积最小的国家级保护区。总面积  $304\text{hm}^2$ 。它在全球鸟类生态系统中占有极其重要的地位, 是东半球 100 多种候鸟从西伯利亚至澳大利亚南迁北徙的“歇脚地”和“加油站”。每年经过深圳湾的水鸟多达 10 万只, 最多时有 40 万只, 其中一、二级珍稀保护鸟类 23 种。但由于城市发展用地的蚕食, 保护区面积不断缩小, 红树林不断受到破坏, 鸟类生态也受到影响。因此研究、保护和发展湿地主体红树林极为重要。在前人对某段红树林群落研究工作基础上<sup>[1-4]</sup>, 本文旨在全面研究整个红树林带的生态及其变化, 为保护发展红树林提供依据。

## 1 福田红树林带的生态环境

深圳湾是个较平静的内湾。潮汐不规则半日潮, 最大潮差 2.8m。区内海岸曲折, 滩涂面积开阔。淤泥平均深度 3m, 最深不超过 6m。土壤基质为花岗岩及砂页岩, 地带性土壤为砖红壤性红壤, 但红树林发育的土壤淤泥深厚, 无一定结构。林内植物稠密, 枯枝落叶多, 腐殖质含量可达 3% ~ 5%。红树林土壤中 N, P, K 和 TOC 的平均含量分别为 0.169%, 1.64%, 0.154% 和 3.05%。由岸边到外海营养元素呈下降趋势, 尤其 N, TOC 下降明显, P 下降缓慢。

本区属南亚热带季风气候。年平均气温  $22.5^{\circ}\text{C}$ , 最高月均温 7 月为  $28.7^{\circ}\text{C}$ , 最低月均温为  $15.0^{\circ}\text{C}$ , 极端最高气温  $38.7^{\circ}\text{C}$  (7 月), 极端最低气温  $0.2^{\circ}\text{C}$  (12 月)。本区热量

收稿日期: 1995-07-03

\* 国家自然科学基金资助项目和广东省科学基金资助项目

\*\* 现在广州师范学院生物系工作

十分丰富, 全年日照时数 2208.6h, 太阳总辐射能为 5404.9J/m<sup>2</sup>. 年平均降水量为 1794.14mm. 雨量多集于 5-9月. 全年平均相对湿度 79%. 全年主导风向为东南风和北东风, 年平均风速 2.6m/s, 7, 8级台风年平均有 7.3天. 但在本区的东南方向有香港大雾山阻挡, 减弱了台风的袭击, 所以成为鸟类活动的理想地方.

## 2 红树林植物的区系组成

据调查及有关的研究资料表明, 在福田红树林鸟类自然保护区自然分布生长的真红树植物有 4科 5属 5种, 半红树植物有 5科 5属 5种 (表 1). 另外, 保护区从海南引种了真红树植物 2科 3属 3种、半红树植物 4科 4属 4种, 它们分别是: 真红树植物海桑科的海桑 (*Sonneratia caeseolaria*)、海南海桑 (*S. hainansis*) 和卵叶海桑 (*S. ovata*), 红树科的海莲 (*Bruguiera sexangula*)、尖瓣海莲 (*B. sexangula* var. *rhynchopetala*), 红树 (*Rhizophora apiculata*) 及红海榄 (*R. stylosa*); 半红树植物玉蕊科的玉蕊 (*Barringtonia racemosa*), 楝科的木果楝 (*Xylocarpus granatum*), 夹竹桃科的海芒果 (*Cerbera manghas*), 棕榈科的水椰 (*Nipa fruticans*).

因地处北回归线以南, 保护区内水热条件好, 适于红树林生长, 但相对于典型的热带季风气候, 地理位置偏北, 温度的年较差大, 低温季节较长, 红树林在此分布几达北界, 区内嗜热窄布种的分布生长, 缺乏嗜热性的角果木 (*Ceriops tagal*)、红茄冬 (*Rhizophora mucronata*) 等; 嗜热广布种仅有木榄、海漆、银叶树和卤蕨; 抗低温广布种见到秋茄、白骨壤和桐花树, 从植物区系上分析应是亚热带性质, 其泛热带区系性质已明显减弱.

表 1 福田红树林植物的主要组成种类

Tab. 1 Compose of mangroves main species in Futian, Shenzhen

| 科名   | 种名   | 类型  | 生活型    | 高度 (m) |
|------|--|-----|--------|--------|
| 卤蕨科  | 卤蕨 <i>Acrostichum aureum</i> L.                | 半红树 | 木质草本蕨类 | 1.2    |
| 红树科  | 木榄 <i>Bruguiera gymnorhiza</i> (L.) Lank.      | 真红树 | 小乔木    | 3.5    |
| 红树科  | 秋茄 <i>Kandelia candel</i> (L.) Druce           | 真红树 | 小乔木    | 6.0    |
| 梧桐科  | 银叶树 <i>Heritiera littoralis</i> (Drgand.) Ait. | 半红树 | 小乔木    | 4.5    |
| 锦葵科  | 黄槿 <i>Hibiscus tiliaceus</i> L.                | 半红树 | 小乔木    | 4.0    |
| 锦葵科  | 杨叶肖槿 <i>Thespesia populrea</i> (L.) Soland.    | 半红树 | 小乔木    | 4.0    |
| 大戟科  | 海漆 <i>Excoecaria agallocha</i> L.              | 半红树 | 小乔木    | 4.5    |
| 紫金牛科 | 桐花树 <i>Aegiceras corniculatum</i> (L.) Blanco  | 真红树 | 灌木     | 4.5    |
| 爵床科  | 老鼠勒 <i>Acanthus ilicifolius</i> L.             | 真红树 | 灌木     | 1.2    |
| 马鞭草科 | 白骨壤 <i>Avicennia marina</i> (Forsk.)           | 真红树 | 灌木     | 5.5    |
| 马鞭草科 | 假荆莉 <i>Clerodendrum inerme</i> (L.) Gsertn.    | 半红树 | 灌木     | 1.2    |

## 3 红树林群落

### 3.1 布点及研究方法

在福田红树林鸟类自然保护区的百亩试验基地、车公庙观鸟亭东侧桥头、下沙、上沙及沙嘴村地段,分别选择具代表性的植物群落,按海岸内陆朝海域方向,以样带形式作1~3个样方,每个样方面积统一为 $10\text{m} \times 10\text{m}$ ,对样方内胸径 $\geq 1.5\text{cm}$ 的植物进行每木调查,记录其种类、胸径、树高及冠幅大小。

### 3.2 红树林的外貌结构及种群分布

福田保护区的红树林基本成带状分布,群落外貌简单,呈黄绿色,为灌木或小乔木林,林冠较整齐,一般高4m,最高地段可达6m,有的地方群落可分为2层,覆盖度通常90%或更大。区内红树植物较矮小,且种类贫乏(参见表1)。

群落的种类组成中,白骨壤、秋茄和桐花树三者共同占绝对优势,它们一起构成了本区内最典型的植物群落。白骨壤从车公庙至沙嘴近9km的连片红树林中呈带状分布,茎干粗大,枝条弯曲斜上,分枝稀疏,叶片腹面绿色,叶背披灰色柔毛,远观呈灰绿色。林下有許多突出地面的指状呼吸根,每平方米80~300条不等。秋茄具明显的板状根,树干最高达,叶色深绿。花白色而且数量多,从车公庙至沙咀红树林范围内都有分布,生长发育状况良好,延伸至低潮线的前沿,外缘以幼苗居多。桐花树则在局部地方可构成绿林,数量极多,生态势良好,但在所调查的数个样方中均发现为数不少的死亡个体,而在有些样方中有幼苗生长。

零星分布于海潮淹没不到的海滩或群落内缘的红树植物有木榄和海漆。木榄和海漆只分布于凤坑河口以西至车公庙。生长在淤泥深厚处的木榄,以数量众多的膝状根适庆缺氧的生境。老鼠勒分布于河口出处或离海较远的堤岸及较高的地段,小片集中或星散分布,一般高1.2m;卤蕨则生长于内缘高地或河口出处堤岸,呈丛状;鱼藤常攀援于秋茄、桐花树的树冠上,构成连片的冠层,其它几种半红树植物如银叶树、黄槿、杨叶肖槿、假茉莉等亦只分布于红树林带内缘,呈伴生状,数量也不大多。

### 3.3 红树林群落的类型

从调查及有关研究资料分析,区内红树林植物做了9个样方,群落大致可分为以下6个主要类型。

① 幼苗群落:位于主体群落红树林带的外侧,主要分布有秋茄和桐花树的幼苗,也是红树林向外滩自然发展的先锋群落。红树林带外滩还有人工插植的约 $50000\text{m}^2$ 的秋茄幼苗带,和一定面积的木榄、白骨壤幼苗库。例如在百亩示范区所做的2个样方中分别有秋茄幼苗54株(离内岸10~20m)和12株(离岸20~30m),平均高度1.0m或1.2m。

② 秋茄+桐花树+白骨壤群落(*Kandelia candel*+*Aegiceras corniculatum*+*Avicennia marina* community)保护区内大多数地段具此群落类型,如车公庙的观鸟亭东侧桥头附近、下沙和上沙等处。该群落发育比较成熟,树龄较老,人为干扰相对较小,群落内的各种植物生长发育良好。

秋茄在不同地段的树高不等,约3.5~5.2m,但均处于群落的上层,有的样方中有幼苗生长。白骨壤树高2.4~3.2m,居群落的第2层,但其树冠的覆盖率最大,桐花树平均

高为 2.4~4.5m, 和白骨壤一起处于群落的次层, 呈丛生状, 但个体区分明显, 大多数样方中有幼苗生长或存在死亡之个体 (表 2).

表 2 红树林各群落的重要值 (10m×10m)

Tab. 2 The importance of mangroves communities

| 地点         | 群落类型                      | 种类  | 株数  | 平均高度<br>(m) | 平均胸径<br>(cm) | 冠幅<br>(m×m) | 重要值   | 总郁闭度 (%) | 距内岸<br>(m)          |
|------------|---------------------------|-----|-----|-------------|--------------|-------------|-------|----------|---------------------|
| 观鸟亭<br>东侧  | 秋茄+<br>桐花树+<br>白骨壤        | 秋茄  | 155 | 3.5         | 5.1          | 0.8×0.9     | 73.13 | 100      | 5~15                |
|            |                           | 桐花树 | 16  | 2.5         | 2.1          | 1.1×1.2     | 14.97 |          |                     |
|            |                           | 白骨壤 | 2   | 3.0         | 5.3          | 1.8×1.8     | 11.90 |          |                     |
|            |                           | 老鼠勒 | 3   | 1.5         |              |             |       |          |                     |
|            |                           | 秋茄苗 | 5   | 1.0         |              |             |       |          |                     |
|            |                           | 桐花苗 | 18  | 1.7         |              |             |       |          |                     |
| 观鸟亭<br>东侧  | 白骨壤+<br>秋茄+<br>桐花树        | 白骨壤 | 14  | 3.2         | 11.7         | 3.3×3.5     | 40.27 | 90       | 10~20               |
|            |                           | 秋茄  | 19  | 4.2         | 8.8          | 2.1×2.0     | 40.17 |          |                     |
|            |                           | 桐花树 | 9   | 2.7         | 3.8          | 1.2×1.3     | 19.56 |          |                     |
|            |                           | 桐花苗 | 42  | 1.4         |              |             |       |          |                     |
|            |                           | 秋茄苗 | 5   | 1.0         |              |             |       |          |                     |
| 下沙岗<br>亭两侧 | 秋茄+<br>白骨壤+<br>桐花树+<br>海漆 | 秋茄  | 42  | 3.8         | 6.2          | 2.1×1.9     | 58.72 | 100      | 0~10<br>实际宽度<br>8.5 |
|            |                           | 白骨壤 | 9   | 2.4         | 7.1          | 3.9×3.8     | 20.60 |          |                     |
|            |                           | 桐花树 | 3   | 2.4         | 4.1          | 1.3×1.1     | 10.85 |          |                     |
|            |                           | 海漆  | 1   | 2.4         | 8.3          | 4.0×4.0     | 9.83  |          |                     |
|            |                           | 老鼠勒 | 2   | 0.8         |              |             |       |          |                     |
|            |                           | 桐花苗 | 40  | 1.6         |              |             |       |          |                     |
| 观鸟亭<br>东侧  | 白骨壤+<br>秋茄                | 白骨壤 | 19  | 2.6         | 6.8          | 3.1×2.9     | 71.18 | 55       | 20~30               |
|            |                           | 秋茄  | 8   | 1.8         | 3.2          | 0.5×0.5     | 28.87 |          |                     |
| 沙嘴         | 桐花树+<br>秋茄                | 桐花树 | 90  | 3.9         | 4.2          | 0.9×0.8     | 60.77 | 95       | 50~60               |
|            |                           | 秋茄  | 11  | 6.3         | 12.6         | 2.3×2.3     | 39.23 |          |                     |
|            |                           | 桐花树 | 251 | 4.3         | 5.0          | 1.0×0.9     | 79.33 |          |                     |
|            |                           | 秋茄  | 5   | 4.8         | 11.6         | 2.8×3.1     | 20.67 |          |                     |
| 沙嘴         | 桐花树+<br>白骨壤               | 桐花树 | 115 | 4.6         | 5.4          | 1.0×1.0     | 75.57 | 95       | 10~20               |
|            |                           | 白骨壤 | 5   | 5.4         | 11.9         | 3.1×2.9     | 24.43 |          |                     |

③秋茄+白骨壤群落 (*Kandelia candel+ Avicennia marina* community) 本群落类型, 分布于车公庙百亩试验地和观鸟亭东侧桥头的近外缘. 群落的平均高度较小, 种植物几乎处于同一水平 (表 2), 总郁闭度也较小.

④ 桐花树+ 秋茄群落 (*Aegiceras corniculatum*+ *Kandelia candel* community) 本群落类型主要分布于沙嘴地段. 桐花树以其个体数量占据较大优势, 秋茄则表现出个体胸径较大, 树高, 生长大, 群落郁闭度大 (表 2).

⑤ 桐花树+ 白骨壤群落 (*Aegiceras corniculatum*+ *Avicennia marina* community) 本群落分布于沙嘴地段的红树林带内缘. 桐花树数量较多, 而白骨壤胸径和树高较大, 群落的总郁闭度也较大 (表 2).

⑥ 桐花树群落 (*Aegiceras corniculatum* community) 本群落位于沙嘴地段, 在生态序列中处于中间的位置, 面积较大, 生长良好, 基本为纯林, 树高约 5.0m, 平均胸径 5cm, 郁闭度可达 90%, 外貌呈现黄绿色, 无明显的垂直分层.

### 3.4 红树林的生态序列与群落的演替

从海岸到海滩的不同位置, 其生境条件不同, 盐度和土壤质地各异是红树林成带现象的主导因素. 不同的红树植物种类由于对生境的要求和适应性不同, 按照各自的特性生长和生活在海滩的一定位置上排列成带. 这条带从外向内依次连接起来就形成一条与海岸线垂直的生态序列.

保护区内红树林的成带现象十分明显, 通常在海滩最前缘接近低潮的地方, 主要植物种类是白骨壤, 紧接着白骨壤的是秋茄及桐花树, 再向内分别有木榄、海漆和卤蕨等, 老鼠勒则在阳光充足的地方长势相当好, 在堤岸边可见一些伴生植物如银叶树、黄槿、杨叶肖槿、假茉莉等.

这种典型的生态序列目前并非分布于整个保护区的范围内, 且会因为植物群落的演替而改变. 例如秋茄在沙嘴、观鸟亭桥头附近有不少幼苗分布于群落最外缘, 即海滩前沿的低潮线附近, 而这些地方并未见有白骨壤幼苗生长.

福田红树植物群落的生态序列, 实际上反映了它的演替系列, 这些红树种类中, 白骨壤应是先锋树种, 继而是桐花和秋茄. 保护区内现今的代表类群是秋茄+ 桐花树+ 白骨壤共优群落, 在不同的地段各种植物的优势明显不同, 整体上可以说白骨壤已逐渐被桐花树或秋茄所代替, 现今正处于演替的中间阶段. 部分地段如沙嘴, 已出现大面积的桐花树单优群落, 其中的死亡个体数量较多, 幼苗少, 更新呈现不良状态. 秋茄植株的生态势好, 分布极广, 在群落中占据上层, 有逐渐取代桐花或白骨壤之趋势, 因此可以说秋茄群落是本区红树植物群落演替至后期的类型, 若继续排除人为干扰, 秋茄肯定会在区内发展出单优群落.

### 3.5 红树植物群落的生物量

各种红树植物的生物量 (白骨壤除外) 的计算可根据植株的胸径 ( $D$ )、树高 ( $H$ ) 和生物量 ( $W$ ) 之间存在下相关关系:

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

用实测的标准木数据代入上式求出回归式, 即求出各植物不同器官生长关系中的  $a, b$  值. 再根据群落学调查中的胸径和树高值求出每木的生物量, 累加后得出红树群落的现存量 (表 3).

根据表 3 可计算出各地段每 100m<sup>2</sup> 植物群落的总生物量. 从中可见上沙红树林生物最高, 百亩试验区最低.

表 3 福田红树植物群落生物量 (kg/100m<sup>2</sup>)

Tab. 3 Mangroves community biomass in Futian

| 样方地点  | 植物种类 | 茎     | 树     | 叶     | 根     | 小计     | 总生物量<br>t/hm <sup>2</sup> |
|-------|------|-------|-------|-------|-------|--------|---------------------------|
| 百亩试验地 | 秋 茄  | 140.2 | 128.2 | 23.0  | 143.1 | 434.5  | 69.82                     |
|       | 白骨壤  | 174.3 | (茎枝)  | 22.2  | 67.2  | 263.7  |                           |
| 观鸟亭东侧 | 秋 茄  | 746.2 | 734.1 | 115.3 | 703.7 | 2299.3 | 295.19                    |
|       | 白骨壤  | 339.5 | (茎枝)  | 43.2  | 130.7 | 513.4  |                           |
|       | 桐花树  | 54.2  | 30.0  | 13.3  | 41.7  | 139.2  |                           |
| 下 沙   | 秋 茄  | 516.6 | 508.2 | 79.8  | 487.2 | 1591.8 | 2116.8                    |
|       | 白骨壤  | 261.4 | (茎枝)  | 33.3  | 100.8 | 395.5  |                           |
|       | 桐花树  | 39.0  | 21.6  | 9.6   | 30.0  | 100.2  |                           |
|       | 海 漆  | 9.4   | 7.9   | 2.2   | 9.8   | 29.8   |                           |
| 上 沙   | 秋 茄  | 799.5 | 786.5 | 123.7 | 754.0 | 2463.7 | 3541.9                    |
|       | 白骨壤  | 116.4 | (茎枝)  | 14.8  | 44.8  | 176.0  |                           |
|       | 桐花树  | 351.0 | 194.4 | 86.5  | 280.3 | 902.2  |                           |
| 沙 嘴   | 秋 茄  | 65.6  | 64.5  | 10.1  | 61.9  | 202.1  | 2813.9                    |
|       | 白骨壤  | 48.5  | (茎枝)  | 6.2   | 18.7  | 73.4   |                           |
|       | 桐花树  | 988.0 | 547.2 | 243.2 | 760.0 | 2538.4 |                           |

## 4 红树林的生态变化及其原因

在现代化建设的前沿阵地深圳特区的城市腹地保留着 11km 长、宽 100~ 300 多 m 的红树林绿带,确实是深圳人的福气,也是深圳人的骄傲。但近年来福田红树林带的变化较大。

### 4.1 红树林面积的变化

福田红树林鸟类自然保护区红树林带总面积为 111.13hm<sup>2</sup>, 占总面积的 36.5%。但自 1991 年以来,城市建设占用福田红树林鸟类自然保护区范围的土地和毁林现象严重。福田保税区、新洲河排洪工程、高速公路、市水产公司、广播电视发射台、凤塘河排洪工程等,共毁林 36.13hm<sup>2</sup>,占红树林总面积的 32.5%;共占地 148.33hm<sup>2</sup>,占保护区总面积的 48.68%。

### 4.2 红树林生态变化

由于福田保护区陆地乔木林地受破坏 8.43hm<sup>2</sup>、灌林草丛地被占用、基围鱼塘洼地及其灌草丛被占用 84.2hm<sup>2</sup>,减少 51.7%,在这些地方栖息或觅食的鸟类受到影响,种类和数量都在减少。如靠吃昆虫而栖息陆地树林的雀形目鸟类共 1 科 4 种,近年减少 4 科 19 种,特别是画眉科和鹛科;杜鹃科共 7 种减少 4 种,使原来平衡的红树林湿地生态系统变成了不

平衡,害虫特别是鳞翅目的昆虫缺少天敌,使这一专食红树林植物白骨壤的害虫近年来大量发生,每年在6月份白骨壤的叶子被吃光,199年还出现成片白骨壤枯死的现象.还有半翅目也是大部分为害虫,其中美盾蝽为典型的热带昆虫,在广东只有福田红树林区发现此类昆虫,是危害海漆的害虫.由此说明:要保护福田红树林湿地生态系统,就得保护系统的每一部分,即整个生态系统,不能随便割裂.只要破坏了其中的一部分,就会牵一发而动全局,濒危的红树林就保不住,反过来又影响在其中栖息、繁殖的珍稀水禽.

### 参 考 文 献

- 1 黄庆昌,曾沛,粟舜英.生态科学,1985,(1):12~18
- 2 李明顺,蓝崇钰,陈桂珠.生态科学,1992,(1):40~44
- 3 李明顺,蓝崇钰,陈桂珠.生态科学,1994,(1):82~86
- 4 陈桂珠,李明顺,蓝崇钰.生态科学,1994,(2):7~10

## Ecologic Study on the Mangrove Forest in Futian Nature Reserve, Shenzhen, China

*Chen Guizhu<sup>\*</sup> Miao Shenyu Zhang Jinhong*

**Abstract** After investigating the present ecologic situation of the whole mangrove forest belt, the ecologic environment, the flora compose, the population distribution, the structure and physiognomy of community, community-type, ecological series, succession of community, biomass, and ecologic change of mangrove and its cause were discussed in this paper. And the importance and urgency for protecting the whole of mangrove wetland ecosystem were expound.

**Keywords** mangrove, ecology, research

\* Institute of Environmental Science, Zhongshan University, Guangzhou 510275.