

海南岛清澜港红树林垂直结构 与演变动态规律*

郑德璋 廖宝文 郑松发 许达桂 韩 智

摘要 清澜港的红树林在保护较好的条件下具有乔灌两层,乔木层高4~8 m,灌木层高0.4~1.2 m。上层立木地上部分生物量垂直分布随树体部位增高而减少,0~2 m占50%,2~4 m占40.3%,4 m以上占9.7%。乔木群落被破坏后,面积锐减,27 a减少1 611 hm²,且形成仅有单层结构的灌丛,其生物量和生产力很低,分别为9.6~14.3 t/hm²和1.1~2.0 t/(hm²·a)。本项研究测定了木榄林的生物量和净生产量分别为91.5 t/hm²和4.7 t/(hm²·a),预测以后第6年的生物量和年净生产量将是350.7 t/hm²和13.5 t/(hm²·a),为红树林造林和经营提供了理论依据。

关键词 海南岛、红树林、垂直结构、演变

红树林的垂直结构状况与其生物量及生产力关系很大,在红树林的经营上必须通过执行各种管理措施,建立起合理的垂直结构关系。清澜港现存的红树林是漫长历史时期的自然环境条件及植被自然演替加上人类干预的产物。从它们本身的变化动态与人类干预影响的时空变化现象中,探索其变化规律,掌握这些规律,对于制订合理的经营策略和管理措施,具有重要的意义。

自然概况见参考文献[1]。

1 研究方法

1.1 垂直结构研究

(1)利用不同群落的组成和结构调查资料,分析群落的垂直空间结构状况。

(2)生物量垂直空间分布测定:选择有代表性的林段设样地,进行每木检尺,按径分级后,每级选取1株平均木,连根挖起,按Monsi分层切割法分级,测定各段(分为树根、树干、树枝、树叶、花果等5个组)的鲜重和干重,最后按 $W=aD^b$ 或 $W=a(D^2H)^b$ 和 $W=N\bar{W}$ 等回归方程式求算立木生物量及其垂直分配量、单位面积生物量和林分生产力。灌木层和凋落物生物量的测定采用随机样地收获法。

1.2 时间动态研究

(1)对木榄群落的不同径阶立木进行树干解析,取得木榄树木的树高和胸径连年及平均生长量,掌握木榄树木生长过程。

(2)利用生物量测量和树干解析木资料,编排出各年阶器官生物量序列,应用灰色系统数学理论GM(1,1)模型及非线性回归预测方程进行生长预测。

1994—04—20收稿。

郑德璋副研究员,廖宝文,郑松发(中国林业科学研究院热带林业研究所 广州 510520);许达桂,韩智(海南省清澜港省级自然保护区)。

*本文为广东省林业厅1987~1990年资助项目“红树林研究”的部分内容,海南省东寨港国家自然保护处的陈焕雄工程师、王恭礼参加部分调查工作。

(3)在海桑、海莲、木榄等三个群落中设固定标地,定期观测加号树生长量(树高和胸径),林下幼苗数量、灌木层变化状况。

(4)埋设水泥标桩,观测红树林的前缘及林内泥沙淤积和冲刷状况。

(5)采访、收集保护红树林的乡规民约碑文历史资料,了解在人类干扰下的红树林长期演变过程。

2 结果与分析

2.1 清澜港的红树林垂直结构

红树林按其定义系指热带海岸潮间带的常绿木本植物群落。至今,多数红树林科学家都认为红树植物不包括草本和藤木植物,因这些植物既生长于红树林中也生长于陆地或湿地植物群落中。但在红树林群落中确实存在大量的藤本和附生等层间植物,如在清澜港的红树植物乔木林中普遍见到三叶鱼藤(*Darris trifoliata* Lour.)、眼树莲(*Dischidia chinensis* Champ. ex Bant.)、球兰[*Hoga carnosus* (Lin. f)R. Br.],讨论群落垂直结构时值得一提。

由于清澜港地处热带北缘及红树林受反复破坏,现存最高林分仅 10 多米,保护较好的林分有中乔木层(高 8 m 以上)、小乔木层(高 2~8 m)、灌木层(高 0.3~2 m)和庞大的地面根系层。这类群落见于靠近村边的海滩上,如霞场村至松马村一带的海莲—老鼠簕+卤蕨群落,在局部地段还有拟海桑—海莲—老鼠簕+卤蕨小(植物)群落,拟海桑高 10~12 m,海莲高 6~8 m,老鼠簕和卤蕨高 0.4~0.8 m,地上密布膝状呼吸根和笋状呼吸根,林中有许多附生和藤本植物。调查资料表明:清澜港的红树乔木林一般为两层结构,如海桑—桐花树群落,平均高 4.7 m,平均胸径 5.4 cm,平均树龄 5 a,每公顷 2 750 株。下层以桐花树占优势,伴生少量老鼠簕、海莲、正红树及海桑幼树,平均高 1.2 m,郁闭度 0.9^[2];木榄群落,乔木层以木榄占绝对优势,伴生极少量木果楝和正红树,平均胸径 9.0 cm(变动范围 3~19 cm),平均树高 4.4 m,平均年龄 20 a,密度 1 967 株/hm²,郁闭度 0.8。灌木层有尖叶卤蕨、角果木、老鼠簕和木榄、木果楝及正红树的幼树,平均高 40~120 cm,盖度 0.05。还有少量层间植物^[3];灌木林一般仅有单层结构,如榄李群落,高度 0.4~2.3 m,地径 1.5~5.9 cm,呈萌生团状分布,伴生一些卤蕨、正红树和海莲幼树,盖度 0.6;角果木群落,高度 0.3~1.2 m,地径 1.2~4.2 cm,植株成丛状,伴生少量桐花树和榄李,盖度 0.45;白骨壤群落,高度 0.6~1.0 m,地径 1.0~5.3 cm,伴生一些杯萼海桑幼树,盖度 0.65^[4]。

现存的灌木林是过去的乔木林遭受反复破坏后演替形成的,若能长期保护,也能演替恢复成为多层结构的乔木林。各种林分的生物量列于表 1 和表 2。

表 1 2 个乔木群落各组分的生物量 (单位:t/hm²)

组 分	乔 木 层					灌 木 层		合计
	树干	树枝	树叶	花果	根系	地上	地下	
海桑—桐花树	9.499	5.335	0.788	0.074	3.665	17.076	10.473	46.91
	49.06%	27.55%	4.07%	0.38%	18.94%	61.98%	38.02%	100%
木 榄	29.031	25.885	7.804	0.567	26.83	0.803	0.617	91.537
	32.61%	28.72%	8.66%	0.65%	29.78%	56.55%	43.45%	100%

表 2 3个灌木群落各组分的生物量 (单位:t/hm²)

群落	茎	枝	叶	果	根系	合计
椴 李	2.688	5.702	1.750		4.156	14.296
	18.8%	39.9%	12.2%		29.1%	100%
角 果 木	1.480	2.057	3.386	0.793	3.897	11.613
	12.7%	17.7%	29.2%	6.8%	33.6%	100%
白 骨 壤	1.432	2.857	1.989		3.329	9.604
	14.9%	29.7%	20.7%		34.7%	100%

从表中数据可以看出,单层结构的灌木林的生物量比两层结构的乔木林小得多,需要把它们改造为多层结构的乔木林才能提高林分生产力;海桑—桐花树群落的灌木层生物量比乔木层的大,林分的生物量结构不合理,其原因是乔木层林冠太稀疏,下层阳光充足(相对照度为46.7%),使灌木层的桐花树大量繁殖生长。为了增加乔木层的生物量,必须疏伐一些桐花树,扩大乔木的营养空间,促进乔木层的海桑林冠郁闭,提高其生产力;木椴群落的灌木及幼树层生物量仅有1.420 t/hm²,远小于乔木层生物量(90.117 t/hm²),而乔木层的树干与树枝的生物量几乎相等,反映出分枝过密,林内透光太少,不利于天然更新幼树和灌木生长,而且乔木层植株过密,不利于培养大径木,需及时间伐。

各类林木的生物量垂直分布结构不同,图1以林木各高度段的生物量占总量比值(百分率)展示海桑和木椴2个群落中不同层次的林木生物量垂直分布结构状况。

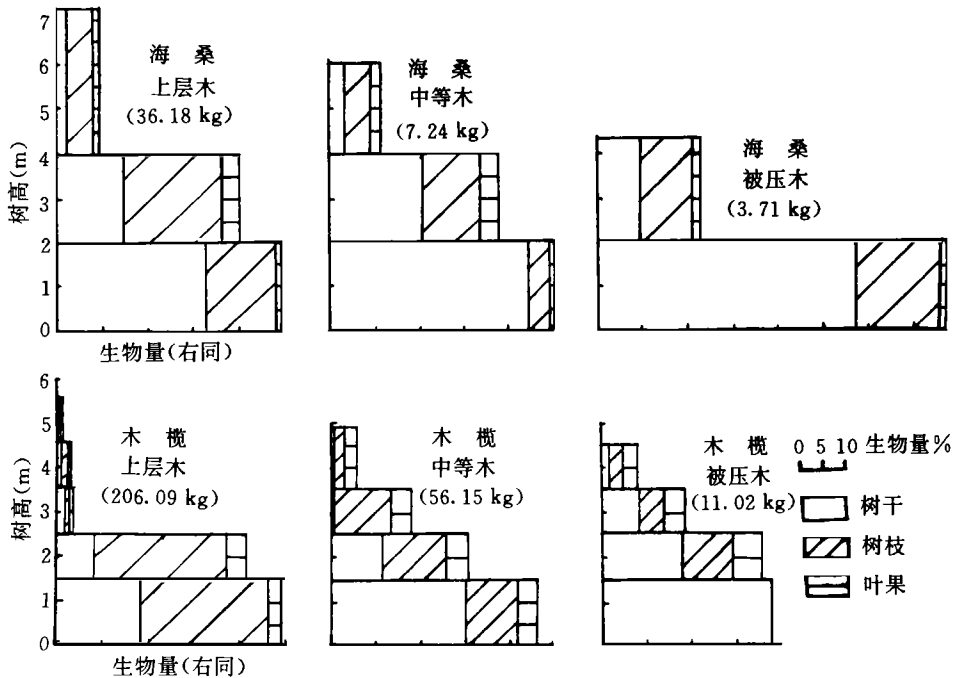


图 1 海桑和木椴群落各层次林木生物量垂直结构

从图上可以看出下列特点:(1)生物量主要集中在树体下部,并随树体部位的升高而递减,上层木递减快,被压木递减慢。(2)上层木、中等木的枝叶生物量比树干生物量多,并且主要集

中于树体中下部,表明红树植物枝叶繁茂,适于作为防潮防浪林树种。(3)被压木的枝叶生物量主要集中在树体中上部,这是被压木生长适应性表现。鉴于木榄群落林木密度大,可以考虑对上层木进行修枝,促进向高生长,或抚育间伐被压木,改善林木养分状况,培育大径木^[5]。

2.2 时间动态规律

各类森林群落的生长变化自然规律不同,根据 5 个群落的生物量及林木平均年龄测定资料,计算获得各个群落的年平均净生产量(见表 3)。比较可知,海桑—桐花群落的年净生产量高于其它群落,值得推选为防潮防浪林类型。

表 3 5 个群落的平均净生产量

群 落	年 龄 (a)	生物量 (t/hm ²)	净生物量 [t/(hm ² ·a)]
海桑—桐花树	5	46.9	9.4
木 榄	20	91.5	4.5
榄 李	7	14.3	2.0
角 果 木	7	11.6	1.7
白 骨 壤	9	9.6	1.1

对木榄树干作解析,获得近 20 年生(1971~1989 年)的木榄树高、胸径及材积的连年生长和平均生长量资料(如表 4)表明:1~3 年生时树高生长较快,以后逐渐下降而趋于平缓,胸径连年生长量在 18 年生时最大,材积生长前期缓慢,16~20 年生期间增大较快,说明木榄林正处于生长旺盛期^[5]。

表 4 木榄树干 1971~1989 年生长过程

年 阶 (a)	树 高(m)			胸 径(cm)			材 积(cm ³)		
	树高	平均生长	连年生长	胸径	平均生长	连年生长	材积	平均生长	连年生长
1971	1.0	0.500	0.500				181	91	91
1973	1.3	0.325	0.150	1.30	0.325	0.325	573	143	196
1975	1.7	0.283	0.200	1.95	0.325	0.325	1 592	265	510
1977	2.2	0.275	0.250	2.85	0.356	0.450	2 523	315	466
1979	2.7	0.270	0.250	3.85	0.385	0.500	3 988	399	733
1981	3.1	0.258	0.200	4.65	0.388	0.400	5 535	461	774
1983	3.5	0.252	0.200	5.75	0.411	0.550	7 578	541	1 022
1985	3.8	0.238	0.150	6.45	0.403	0.350	9 654	603	1 038
1987	4.1	0.228	0.150	7.80	0.433	0.675	12 192	677	1 269
1989(去皮)	4.5	0.225	0.200	9.00	0.450	0.600	17 566	878	2 687
1989(带皮)	4.5			9.60	0.480	0.900	20 792	1 039	4 300

在天然生的海桑—桐花树、海莲—老鼠簕+卤蕨、木榄等 3 个群落中铺设标地,进行连续 3 年观测,获得主要树种的林木树高和胸径年平均生长量为:海桑(109 株)0.23 m 和 0.3 cm,海莲(130 株)0.16 m 和 0.21 cm,海漆(54 株)0.22 m 和 0.25 cm,木榄(157 株)0.14 m 和 0.17 cm,木果楝(43 株)0.13 m 和 0.32 cm。由于观测了标地中所有的林木,其中有些为受压木,所以平均生长量偏低。

在海桑—桐花树群落标地中设 8 块 2 m×2 m 样地,观测到林下幼树减少 3 株,灌木层盖度增加 0.02~0.08。海莲—老鼠簕群落标地中设 24 块 2 m×2 m 样地,观测天然更新幼树增加 10 株,灌木层盖增加 0.03~0.04。上述群落中,前者因灌木层盖度过大,不利于天然更新,后者因群落中存在一些林窗,利于天然更新和幼树生长。

选取两株木榄平均木的树干解析年轮序列的 D (胸径)值,按照回归方程式 $\log W = a \log D + b$ 算得各器官生物量生长序列^[6]。根据林分调查资料,木榄平均年龄 20 a,密度 1 967 株/hm²,可求得木榄林分生物量序列(见表 5)。

表5 木榄林各器官生物量年龄序列 (单位:t/hm²)

年份	树干	树枝	叶果	根系	合计
1975	0.834	0.161	0.118	2.608	3.721
1977	1.937	0.531	0.325	4.705	7.498
1979	3.812	1.359	0.726	7.510	13.407
1981	5.846	2.453	1.202	10.069	19.570
1983	8.381	4.766	2.122	14.007	29.276
1985	11.003	6.872	2.888	16.745	37.508
1987	19.078	12.368	4.801	22.501	58.748
1989	30.784	23.679	8.370	31.069	93.902

以表5的年阶数和总生物量计算得到木榄林分的年平均净生产量和连年净生产量(表6),从数据中可以看出该木榄林分的平均和连年净生产量都呈现上升势头,说明木榄林仍处于生长旺盛期。连年增长量在1983~1985年期间出现一个低谷,经查询,是当地群众为获取薪柴进行强度修枝所致。

表6 木榄林的平均和连年净生产量 [单位:t/(hm²·a)]

年份	1975	1977	1979	1981	1983	1985	1987	1989
平均	0.620	0.937	1.341	1.631	2.091	2.344	3.264	4.695
连年		1.889	2.955	3.082	4.853	4.116	10.62	17.577

利用表5的生物量年龄序列资料,按照灰色数学系统中的GM(1,1)模型进行木榄各器官生物量预测,并与非线性回归预测方程作模型精度比较,结果表明GM(1,1)模型精度比较理想,可以对近期生物量进行预测,经计算而获得表7的生物量预测资料。

表7 木榄林生物量预测值 (单位:t/hm²)

年份	树干	树枝	叶果	根系	合计
1991	42.705	40.732	11.778	39.389	134.604
1993	65.070	77.619	19.147	52.263	214.201
1995	99.264	150.647	31.128	69.612	350.651

预测结果表明:木榄林分的树枝生物量变动较大。1991年树枝总生物量与树干、根系生物量相差甚小,1993年以后则树枝总生物量逐渐超过树干和根系的生物量,1995年的超过量更大。预测生物量时也预测叶面积指数,发现两者关系十分紧密,叶面积指数由7.5上升到18.4,净生产量由6.118 t/(hm²·a)提高到13.486 t/(hm²·a)。

埋设水泥标志柱观测泥沙淤积状况,测得低潮滩海桑群落外缘呼吸根处,每年泥沙淤积升高1.5 cm,距外缘20 m的海桑林内每年淤积升高0.25 cm,在中高滩的海莲林内,每年淤积升高0.1 cm,而近陆地处几乎没有淤积升高。据此可知,在红树植物促淤作用下,低潮滩淤升为中潮滩所需的时间要比中潮滩淤升为高潮滩的时间短,在中潮滩扩展较快和高度相对稳定的情况下,有利于红树林的生长和逐步演替发展。

各类红树群落按本身的自然规律生长、发展和演替时受人类活动干扰严重,1888年清澜港民众在石碑上刻文记载了当时当地红树林被破坏的史实:“迄今数十余年,人心日变,户口日繁,而偷取无不日甚……”,在长期干扰和破坏下,红树林面积缩小,质量降低(据资料,1956年

海南岛有红树林 10 008 hm²,清澜港(包括白延一带)有 3 611 hm²,1983 年海南岛仅存 4 841 hm²,而清澜港仅存 2 000 hm²)。当时居住于清澜港的民众也认识红树林防风消浪保护农田村庄的重要作用,并在石碑上刻着民约,这些民约对保护红树林具有一定作用,红树林生长得高大且茂盛。1940 年前后,西阁一带红树林很茂盛,人进林看不到天,有二人抱不住树干的海漆树,胸径达 40~50 cm 的树木很多,海莲树主干达 12 m 以上,伐后可分割成 3 段做民舍房屋的桁条。40 年代后期至 50 年代初期,红树林保护不严,破坏加剧,这片红树林被迅速毁灭,60~70 年代尚有许多人在迹地中挖取大树头当燃料,现在这片地已演变为 0.6~1.0 m 高的榄李、角果木灌丛。近 30 多年则由于不合理开发利用,如砍树烧炭炼铁、滥伐薪柴烧砖瓦、围海造田、围池养殖海产品等,使红树林受到严重破坏,更新演替受干扰,资源减少^[7]。

红树林自然生长、演替、发展是缓慢的,人为干扰却迅速地改变红树林,这包括:(1)彻底消灭原有红树林,把林地改做它用(如农田、养殖池、盐场、建港口城市等)。(2)超生长量地反复伐取木材和薪柴,使林分质量逐渐降低,立地环境随之恶化,红树林逐渐消亡。(3)在红树林中进行其它生产活动(如捕鱼、捞虾、挖蟹),干扰和破坏天然更新,也影响林木生长。(4)筑堤围造池塘,进行海水养殖或阻滞潮水拦捉回游入池的海产品。因提高池内水位,控制改变潮水流动节律,围池 1~3 a 便出现白骨壤、杯萼海桑、桐花树等死亡,正红树、红海榄、拟海桑、角果木等生势比较正常,其它树种则出现叶变黄、落叶、枯顶等现象,这决定于植物被潮水淹浸的高度及其时间长短,以及植物适应淹浸的器官发育程度,在人类长期破坏干扰下,林木矮化,多层变单层,树种多样性减少,优势度增加,森林向着灌木林、卤蕨灌丛、盐碱性草类群丛演变,甚至沦为裸滩。这类演变使红树林生产力显著下降,生物效能减少,生态功能降低,林地逐渐失去生产力^[7]。

3 结 语

(1)红树林垂直结构特征如庞大的地面根系和茂盛的枝叶成分表明它具有防潮防浪、促进悬泥淤积等重要功能,是我国东南沿海防护林的特殊类型。对海桑—桐花树和木榄两个群落林木垂直结构的深入研究,找出了它们结构的不合理现象,提出抚育间伐海桑—桐花树群落的灌木层和对木榄群落上层乔木修枝及间伐下层乔木,促进红树林生长和发展。

(2)红树林时间动态规律由红树林自然演替和人类干预下的演变两方面所决定。红树林自然演替受环境因子及红树植物生长发育规律所制约。红树林植物群落在水平空间的分布及其演替,红树林垂直空间组成及生物量分配,红树林随时间推移的生长变化状况等都体现了红树林从量变至质变的自然演替规律,掌握这些规律就能够进行合理经营和科学造林。

人类活动对红树林的演替具有巨大的作用,破坏性的干扰已经导致红树林濒临毁灭。强化管理措施,消除人为破坏干扰因素,对现存红树林进行认真保护,使之逐渐繁衍和恢复。

(3)根据清澜港红树林的发展动态,需要加强改造次生林和进行人工造林,才能提高原有林的质量和扩大红树林面积。红树林与林业、水产、旅游等关系密切,建议林业、海洋、环保、旅游等部门把沿海滩涂的红树林建设作为一个项重要任务来抓,投入足够的经费,使我国热带和亚热带海岸红树林迅速发展^[8]。

参 考 文 献

- 1 郑德璋,廖宝文,郑松发,等.海南岛清澜港红树树种适应生境能力与水平分布.林业科学研究,1995,8(1):67~72.
- 2 廖宝文,郑德璋,郑松发.海桑林生物量的研究.林业科学研究,1990,3(1):47~54.
- 3 廖宝文,郑德璋,郑松发.木榄林生物量和生产力的研究.林业科学研究,1991,4(1):22~29.
- 4 廖宝文,郑德璋,郑松发.海南岛清澜港红树林次生灌丛生物量与叶面积指数的测定.林业科学研究,1993,6(6):80~85.
- 5 廖宝文,郑德璋,郑松发.木榄生长过程的分析.广东林业科技,1991,(3):28~30.
- 6 廖宝文,郑德璋,郑松发.木榄林生物量的灰色动态预测.林业科学研究,1991,4(4):360~367.
- 7 郑德璋,廖宝文,郑松发.居民在红树林区活动对其演替的影响.世界林业研究,1993,6(增刊):57~62.
- 8 郑德璋,郑松发,廖宝文.沿海滩涂林业建设刍议.滴翠,1992,(5):24~25,(6):15~16.

The Law for Vertical Structure and Succession Dynamics of Mangrove in Qinglan Harbour, Hainan Island

Zheng Dezhang Liao Baowen Zheng Songfa Xu Dagui Han Zhi

Abstract Under better condition of protection the mangrove communities in Qinglan Harbour present two-layer structures of tree and shrub, in which tree layer is 4~8 m and shrub layer is 0.4~1.2 m in height. The biomass of standing trees above ground decreases with the increase of tree height i. e. 50% in 0~2 m, 40.3% in 2~4 m, 9.7% in beyond 4 m. It was known from the investigation that after the mangrove communities were destroyed and interfered by human beings, they are decreased by 1 611 hm², in the period of 27 years, and turned into brushes with only one layer structure, which is lower in biomass and productivity—only 9.6~14.3 t/hm² and 1.1~2.0 t/(hm²·a) respectively. The study indicated that the biomass and net productivity of *Bruguiera gymnorhiza* stand were 91.5 t/hm², and 4.7 t/(hm²·a), and they will increase to 350.7 t/hm² and 13.5 t/(hm²·a) in the end of the coming six years.

Key words Hainan Island, mangrove, vertical structure, succession

Zheng Dezhang, Associate Professor, Liao Baowen, Zheng Songfa (The Research Institute of Tropical Forestry, CAF Guangzhou 510520); Xu Dagui, Han Zhi (Qinglan Harbour Province Class Nature Reserve, Hainan Province).