

红树植物桐花树上污损动物群落研究*

Marine Fouling Fauna Attaching to the Mangrove Plant *Aegiceras corniculatum*

何斌源 赖廷和
He Binyuan Lai Tinghe

(广西红树林研究中心 北海市长青东路 92号 536007)

(Guangxi Mangrove Research Center, 92 East Changqinglu, Beihai, Guangxi, 536007, China)

摘要 1999年10月调查广西英罗港红树林向海林带不同树龄桐花树 (*Aegiceras corniculatum*) 茎上污损动物群落。结果表明: (1) 英罗港向海林带桐花树茎上有污损动物 9种, 其中白条地藤壶 (*Euraphia withersi*)、潮间藤壶 (*Balanus littoralis*)、黑芥麦蛤 (*Xenostrobus atratus*) 和团聚牡蛎 (*Ostrea glomerata*) 为主要种。(2) 污损动物在茎上的附着高度 (h) 随树龄和树高 (H) 增大而增大, 在最大树龄 17 龄植株上平均达 182 cm, h/H 以 5 龄树最大, 达 91.9%。(3) 不同树龄植株上的污损动物种群和动物总量的密度均以 4 龄树最大。潮间藤壶在 1 龄和 2 龄树上为密度的优势种, 白条地藤壶在 3 龄后占优势。动物总生物量以 2 龄树最大。除 1 龄树外, 生物量均以潮间藤壶最大。(4) 不同树层的污损动物个体密度分布表现为先随树层增高逐渐升高, 达到最大密度后又下降的过程。整层密度以 100 cm~120 cm 层为最大。除 0 cm~20 cm 层外, 其余树层上各种群密度大小均表现为: 白条地藤壶 > 潮间藤壶 > 黑芥麦蛤 > 团聚牡蛎。不同树层的污损动物生物量以 20 cm~40 cm 最大, 其后则随树高增大而递减, 潮间藤壶是低树层的生物量优势种, 白条地藤壶则是高树层的优势种。

关键词 污损动物 种类 附着高度 密度 生物量 茎 桐花树

中图法分类号 Q 178.53

Abstract The investigation on the marine fouling fauna community attaching to the stems of different-aged *Aegiceras corniculatum* trees in the seaward forest zone of Yingluo Bay mangrove area in Guangxi was carried out in October 1999. There were 9 species in the fouling fauna community. *Euraphia withersi*, *Balanus littoralis*, *Xenostrobus atratus* and *Ostrea glomerata* were the major species. The attachment height (h) increased with the tree ages and the tree height (H). The attachment height of 17-year-old trees (the oldest ones) reached 182 cm. The h/H ratio of 5-year-old tree has the biggest value 91.9%. The individual density of 4-year-old trees was the biggest in both different populations of the community and the total among the different-aged trees. *B. littoralis* was the dominant species in individual density on 1 and 2-year-old trees, and so was *E. withers* on the 3-year-old and above trees. The biomass of the fouling community on the 2-year-old trees was the biggest among different-aged trees. And the biomass of *B. littoralis* on the different-aged trees was the biggest in all populations except on the 13-year-old. As to the different tree layers, the individual densities increased with the tree height firstly and then decreased after the biggest individual density. The individual density of the 100 cm to 120 cm tree layer was the biggest in all layers. Except for the 0 cm to 20 cm tree layer, the order in the individual density of different populations on the other tree layers was *E. withers* > *B. littoralis* > *X. atratus* > *O. glomerata*. The biomass of the community on the 20 cm to 40 cm tree layer was the biggest in different tree layers. And the biomass on the others above this layer decreased with the tree height. *B. littoralis* was the dominant specie in the biomass on the lower tree layers, and so was *E. withers* on the higher.

Key words fouling fauna, species, attachment height, density, biomass, stem, *Aegiceras corniculatum*

桐花树 (*Aegiceras corniculatum*) 是广西英罗港

(109°43'E, 21°28'N) 红树林群落向海林带林缘和潮沟两岸的优势种, 在一定程度上桐花树决定红树林整体的扩展或衰退。桐花树茎表皮黑褐色, 密布微凸的皮孔, 最易被污损动物附着, 其受危害程度往往远高

2000-05-16收稿, 2000-06-26修回。

* 广西科学院科技资金项目(桂科院研 9907)和广西“十百千”人才工程专项基金资助(桂人函(1998)354号)

于同一林带的其它树种^[1-3]。英罗港红树林群落外缘的桐花树的茎上可形成厚度达 3 cm~ 4 cm 的污损动物附着层,覆盖面积达 100%^[1]。作者观察到,由于污损动物大量附着使得桐花树植株枝叶稀少,一些植株不堪重负而倒伏甚至死亡。本文对英罗港红树林区向海林缘桐花树茎上的污损动物群落进行研究,以期为现有红树林和造林的污损动物防治提供科学依据。

1 生境特征

广西英罗港是国家级山口红树林自然保护区的核心区,属北热带季风区。年平均气温 22.4℃,极端最低气温 - 0.8℃。年降水量 1 816.5 mm,年均相对湿度 81.8%。英罗港海区的潮汐为不规则全日潮,平均潮差 2.35 m,最大潮差 6.25 m,年平均海水盐度 29‰。红树林面积 80 hm²,群落宽度约 700 m,长约 1 400 m,为港湾红海榄 (*Rhizophora stylosa*) 群落。林区内潮沟发达,条主潮沟南北方向贯穿红树林区,长约 800 m,最大宽度达 90 m,最高潮时潮沟水深可达 4 m。群落外缘和潮沟两岸混生桐花树、白骨壤 (*Avicennia marina*) 和秋茄 (*Kandelia candel*)。

2 材料与方法

桐花树茎上污损动物调查于 1999 年 10 月在广西英罗港红树林区的向海林带进行。在平行和垂直 (即潮沟的纵向) 潮流方向各设一条深入树林 2 m,长 50 m 的样带,两样带滩面高程基本一致,为潮高约 330 cm (潮高基准面在平均海面下 359 cm,下同) 的海水浸及。首先以不同基径为标准,每个样带砍伐约 10 株桐花树,两样带的桐花树混合后用基盘测定年轮确定其树龄。经测定这些桐花树最大树龄为 17 龄。从 1 龄到 17 龄各选取 5 株,共 85 株。测量各植株的株高 (H) 和茎上污损动物的附着高度 (h),以 20 cm 为单位把植株从茎基部开始向上分层,直至没有污损动物出现。测量各树层的表面积 (m^2) 和污损动物各种的个体数、鲜重、动物密度 (个 m^2) 和生物量 (克鲜重 m^2) 以加权平均数给出。同时在桐花树茎上随机采集污损动物标本,放入标本瓶中用 10% 福尔马林溶液保存,带回实验室分类鉴定。

3 结果与分析

3.1 英罗港向海林缘桐花树茎上污损动物种类组成

调查结果表明,英罗港向海林带桐花树茎上污损动物共有 9 种。其中,蔓足类甲壳动物有潮间藤壶 (*Balanus littoralis*)、网纹藤壶 (*B. reticulatus*) 和白条地藤壶 (*Euraphia withersi*); 软体动物有黑荞麦蛤

(*Xenostrobus atratus*)、难解不等蛤 (*Enigmonia aenigmatica*)、覆瓦牡蛎 (*Parahyotissa imbricata*)、褶牡蛎 (*Alectryonella plicatula*)、团聚牡蛎 (*Ostrea glomerata*) 和棘刺牡蛎 (*Saccostrea echinata*)。白条地藤壶、潮间藤壶、黑荞麦蛤和团聚牡蛎为常见种。污损动物以各种方式附着在红树植株上,藤壶以衣盘附着,牡蛎以石灰质外壳附着,黑荞麦蛤以足丝附着。

3.2 污损动物在茎上垂直分布情况

表 1 列出不同树龄桐花树的树高 (H) 和茎上的污损动物附着高度 (h) 及 h/H 值。可以看出,污损动物在茎上的附着高度随树龄和树高增大而增大。在最大树龄 17 龄植株上平均达 182 cm, h/H 值则以 5 龄树为最大,达树高的 91.9%。 h/H 值从 1 龄树递增至 5 龄树达到最大,其后则递减,而且在 1 龄之后相差较小 (77.4%~79.8%)。本文观察到 17 龄之后的桐花树被白条地藤壶大量附着,但植株高层的枝叶众多,生长相对旺盛。

表 1 不同树龄桐花树的树高 (H) 和污损动物附着高度 (h) 及其比值

Table 1 Tree heights of different-aged *A. corniculatum* and the attachment heights of the fouling fauna and their ratios

树龄 Tree age (a)	H (cm)	h (cm)	h/H (%)
1	13.1	11.0	83.8
2	24.2	20.7	85.7
3	66.0	58.3	88.5
4	80.1	71.9	90.6
5	100.4	92.4	91.9
6	116.9	104.1	89.3
7	124.5	107.0	85.7
8	133.6	114.6	85.6
9	148.7	126.1	85.1
10	160.1	134.4	83.9
11	172.9	141.3	82.8
12	188.7	151.3	79.8
13	202.5	158.7	78.4
14	206.8	161.3	78.2
15	220.0	170.3	77.6
16	228.0	176.6	77.5
17	235.6	182.0	77.4

3.3 不同树龄桐花树茎上污损动物数量组成

定量研究表明,白条地藤壶、潮间藤壶、黑荞麦蛤和团聚牡蛎在密度和生物量上都占优势,其他种类仅为偶见。下面着重讨论这 4 个种在群落中的数量组成。

3.3.1 不同树龄桐花树整株茎上污损动物密度组成

潮间藤壶密度在 1 龄和 2 龄树上远高于其他种类,3 龄以后的树上则大大低于白条地藤壶 (表 2)。白条地

藤壶从 3 龄后占据优势。黑荞麦蛤则变化幅度较小。团聚牡蛎的密度一直是 4 个主要种中最低的。它们各自占整株密度的比例亦如此。在 1 龄和 2 龄树上，潮间藤壶占动物总量比率均达 80% 以上。白条地藤壶在 1 龄树上达 88.9%。

污损动物各种群和整株密度均以 4 龄树为最大。在 4 龄之前表现为递增，其后则虽然有高低变化，但最终表现为下降。

表 2 不同树龄桐花树茎上污损动物密度 (D , 个/米²) 及其占动物总量比例 (P , %)

Table 2 Individual densities (D , Ind./m²) of the fouling fauna populations on the stems of different-aged *A. corniculatum* and their proportion (P , %) to the total

树龄 Tree age (a)	白条地藤壶 <i>E. withers</i>		潮间藤壶 <i>B. littoralis</i>		黑荞麦蛤 <i>X. atratus</i>		团聚牡蛎 <i>O. glomerata</i>		动物 总量 Total D
	<i>D</i>	<i>P</i>	<i>D</i>	<i>P</i>	<i>D</i>	<i>P</i>	<i>D</i>	<i>P</i>	
	1	814	5.0	13496	83.5	1513	9.4	233	
2	1992	9.5	16885	80.3	2042	9.7	100	0.5	21019
3	18078	69.7	5992	23.1	1028	4.0	413	1.6	25934
4	23085	50.7	17871	39.2	4017	8.8	557	1.2	45547
5	15580	70.0	4254	19.1	2022	9.1	411	1.8	22267
6	18682	82.4	3004	13.2	786	3.5	230	1.0	22685
7	19987	84.9	2214	9.4	1058	4.5	284	1.2	23546
8	14764	70.2	3136	14.9	2813	13.4	302	1.4	21019
9	15447	76.7	2929	14.5	1511	7.5	228	1.1	20136
10	15168	82.6	1603	8.7	1312	7.1	270	1.5	18363
11	16552	82.3	1429	7.1	1966	9.8	164	0.8	20111
12	14858	73.6	1698	8.4	3457	17.1	173	0.9	20187
13	16702	87.5	1075	5.6	1194	6.3	105	0.6	19079
14	15639	87.6	1240	6.9	865	4.8	112	0.6	17856
15	15484	85.6	1153	6.4	1281	7.1	156	0.9	18080
16	15667	87.1	1213	6.7	951	5.3	151	0.8	17986
17	15539	88.9	1007	5.8	784	4.5	148	0.8	17479

3.3.2 不同树龄桐花树茎上污损动物生物量组成

不同树龄桐花树茎上污损动物的生物量组成相差很大 (表 3)。动物总量以 2 龄树最大，达 5114.2 g/m²。除 1 龄树外，生物量一般为潮间藤壶占优势，尤其在 1~4 龄树优势更为明显，其占总量的比例为 47.9%~95.7%。2 龄树上潮间藤壶的生物量最大，总量也以 2 龄树最大。团聚牡蛎虽然密度是最低的，但在生物量上往往占据一定份额，在 1 龄、3 龄、4 龄、8 龄和 10 龄还超过白条地藤壶。黑荞麦蛤在 4 龄和 8 龄树仅次于潮间藤壶，其后则低于其他种。白条地藤壶密度虽然很大，但个体平均鲜重极低，生物量一般不大，其占总量的比例最高仅有 38.1%。

3.4 不同树层上污损动物数量组成

3.4.1 不同树层污损动物密度组成

不同树层的污损动物密度分布表现为树层增高逐渐升高，达到最大密度后又下降的过程 (表 4)。整层密度以 100 cm~120 cm 树层最大。白条地藤壶可

以分布到 180 cm~200 cm 树层，以 100 cm~120 cm 树层为最大；潮间藤壶分布到 140 cm~160 cm，以 40 cm~60 cm 最大；黑荞麦蛤和团聚牡蛎仅分布到 100 cm~120 cm 树层，均以 20 cm~40 cm 树层最大。除了 0 cm~20 cm 树层外，其余树层各动物种群均表现为：白条地藤壶 > 潮间藤壶 > 黑荞麦蛤 > 团聚牡蛎。其占整层总量比例亦如此，潮间藤壶占总量的比例最高为 30.1%，白条地藤壶的比例则高达 99.9%。

表 3 不同树龄桐花树茎上污损动物生物量 (B , g/m²) 及其占动物总量比例 (P , %)

Table 3 Biomass (B , g/m²) of the fouling fauna populations on the stems of different-aged *A. corniculatum* and their proportion (P , %) to the total

树龄 Tree age (a)	白条地藤壶 <i>E. withers</i>		潮间藤壶 <i>B. littoralis</i>		黑荞麦蛤 <i>X. atratus</i>		团聚牡蛎 <i>O. glomerata</i>		动物 总量 Total B
	<i>B</i>	<i>P</i>	<i>B</i>	<i>P</i>	<i>B</i>	<i>P</i>	<i>B</i>	<i>P</i>	
	1	11.1	0.6	1574.2	87.9	91.9	5.1	88.4	
2	42.6	0.8	4896.7	95.7	133.0	2.6	41.9	0.8	5114.2
3	363.6	10.1	2397.4	66.5	122.2	3.4	1054.0	29.2	3607.4
4	514.2	11.6	3082.3	69.4	188.3	4.2	649.8	14.6	4439.2
5	263.7	14.5	1034.5	57.0	134.4	7.4	382.5	21.1	1815.1
6	556.4	30.6	871.2	47.9	82.6	4.5	310.3	17.0	1820.5
7	624.8	33.7	667.1	36.0	90.4	4.9	469.9	25.4	1852.2
8	477.1	19.2	1146.4	46.1	305.3	12.3	560.2	22.5	2488.9
9	491.6	22.8	1048.2	48.6	148.9	6.9	462.9	21.4	2159.0
10	505.0	27.7	619.1	33.9	122.9	6.7	576.0	31.6	1824.4
11	542.8	31.2	703.0	40.4	202.7	11.7	289.8	16.7	1738.3
12	509.7	22.1	1100.3	47.8	463.6	20.1	228.5	9.9	2303.2
13	560.8	38.1	511.7	34.8	134.0	9.1	263.3	17.9	1470.3
14	488.8	34.7	554.0	39.3	105.9	7.5	260.4	18.5	1409.3
15	488.0	30.1	580.7	35.8	129.4	8.0	419.4	25.9	1621.1
16	498.3	29.4	594.6	35.0	100.0	5.9	390.9	23.0	1697.6
17	479.3	32.9	481.4	33.1	78.9	5.4	416.5	28.6	1456.1

表 4 不同树层上污损动物密度 (D , 个/米²) 及其占整层总量比例 (P , %)

Table 4 Individual densities (D , Ind./m²) of the fouling fauna populations on the different tree layers of *A. corniculatum* and their proportion (P , %) to the total

树层 Tree layer (cm)	白条地藤壶 <i>E. withers</i>		潮间藤壶 <i>B. littoralis</i>		黑荞麦蛤 <i>X. atratus</i>		团聚牡蛎 <i>O. glomerata</i>		动物 总量 Total D
	<i>D</i>	<i>P</i>	<i>D</i>	<i>P</i>	<i>D</i>	<i>P</i>	<i>D</i>	<i>P</i>	
	0~20	1313	25.4	1559	30.1	2054	39.7	245	
20~40	4684	43.7	2896	27.0	2843	26.5	275	2.6	10722
40~60	11470	67.8	3346	19.8	1840	10.9	228	1.3	16912
60~80	22571	84.5	2670	10.0	1232	4.6	217	0.8	26698
80~100	28786	94.3	1215	4.0	434	1.4	93	0.3	30537
100~120	40691	98.8	342	0.8	95	0.2	29	0.1	41167
120~140	38486	99.8	66	0.2	17	0.0	3	0.0	38571
140~160	28657	99.9	44	0.2					28684
160~180	18547	99.9							18566
180~200	18164	99.5							18255

3.4.2 不同树层污损动物生物量组成

不同树层上污损动物各种的最大生物量所在的树层与最大密度的一致 (表 5)。白条地藤壶、潮间藤

壶和团聚牡蛎在不同树层上的生物量大小顺序与密度的一致,黑芥麦蛤的则略有不同。不同树层的整层污损动物总生物量分布与密度不同,表现为 20 cm~40 cm 树层最大,其以后的则随树高增大而递减。在 0 cm~80 cm 茎上,潮间藤壶为最大优势种,其占动物总量的 40.9%~54.7%。在 80 cm 以上,其余种密度剧减时,白条地藤壶在生物量上占优势,占动物总量的 99.1% (160 cm~180 cm 层)。

表 5 不同树层上污损动物生物量 (B , g/m^2) 及其占整层总量比例 (P ,%)

Table 5 Biomass (B , g/m^2) of the fouling fauna populations on the different tree layers of *A. corniculatum* and their proportion (P ,%) to the total

树层 Tree layer (cm)	白条地藤壶 <i>E. withers</i>		潮间藤壶 <i>B. littoralis</i>		黑芥麦蛤 <i>X. atratus</i>		团聚牡蛎 <i>O.</i> <i>glomerata</i>		动物 总量 Total B
	B	P	B	P	B	P	B	P	
0~20	45.5	3.0	671.5	44.5	217.4	14.4	575.5	38.1	1510.0
20~40	170.6	6.7	1386.9	54.7	331.4	13.1	636.1	25.1	2534.3
40~60	408.1	17.2	1288.3	54.4	199.6	8.4	470.3	19.9	2367.3
60~80	770.7	35.1	898.6	40.9	120.3	5.5	308.0	14.0	2198.0
80~100	949.6	67.9	311.6	22.3	36.3	2.6	85.7	6.1	1398.5
100~120	1265.9	94.4	53.3	4.0	6.9	0.5	18.6	1.4	1341.1
120~140	1071.8	98.3	13.7	1.3	1.0	0.1	1.4	0.1	1090.2
140~160	676.1	98.9	1.8	0.3					683.5
160~180	378.4	99.1							381.8
180~200	335.3	97.1							345.3

4 讨论

在广西英罗港的向海林带,污损动物在 1 龄桐花树茎上最高分布平均可达 182 cm。此高度为潮高约 512 cm 以上的潮水方能浸及,以小时为计量单位,粗略推算 1 年中将近有 90% 的时间暴露在空气中。污损动物最适宜附着和生长的树层为 100 cm~120 cm 层。浸及此层的海水潮高为 430 cm~450 cm。Colman, B. A. 和 Doty, M. S. 认为,某一潮线具有一种界限作用。当超越这一界限时,暴露和干燥的时间会骤然成倍地增加,相应的理化因子随之引起较大的变化^[4,5]。污损动物附着高度随树龄增长而逐渐升高,但增长速度最终表现为降低。由于高程增高导致摄取食物条件恶化和超出其耐受干旱能力,使得污损动物在茎上的附着和生长受到抑制,不可能无限度地向上发展。

污损动物新出现的附着空间有 4 个来源: (1) 茎加粗; (2) 茎加长; (3) 在原有污损动物上多层附着; (4) 原有污损动物死亡。当树龄增大时,茎加粗和加长,茎的表面积增大。对于污损动物,虽然附着高度增大,但增速减慢;表面积较大的低树层逐渐为褐藻

占据;污损动物间多层附着现象在英罗港红树林区并不多见,只有黑芥麦蛤在茎枝交叉处重叠附着;占据附着空间较大的牡蛎和潮间藤壶死亡后的残体长时间不脱落,其上污损动物极少。总体而言,污损动物在表面积较大的低树层逐渐稀疏,向高树层发展缓慢而且受干旱和摄食条件限制,导致污损动物有效附着空间在高树龄时实际上增加有限。所以,在不同的树层,低树层污损动物密度比高树层的小;比较不同树龄的植株,除 1 龄外不同树龄的整株污损动物的密度变化不大。

生物量的分布规律一般不同于密度,是由于不同种类个体平均鲜重悬殊导致的。不同树龄上污损动物各种的个体平均鲜重(克/个,下同),白条地藤壶为 0.01~0.04,平均 0.03,潮间藤壶为 0.12~0.65,平均 0.38,黑芥麦蛤为 0.06~0.13,平均 0.10,团聚牡蛎为 0.38~2.81,平均 1.79。在同一树龄,各种的个体平均鲜重均为:团聚牡蛎>潮间藤壶>黑芥麦蛤>白条地藤壶。在不同树层,污损动物各种群的个体平均重,白条地藤壶为 0.02~0.04,平均 0.03,潮间藤壶为 0.04~0.48,平均 0.29,黑芥麦蛤为 0.06~0.12,平均 0.09,团聚牡蛎为 0.47~2.35,平均 1.45。在同一树层也均表现为:团聚牡蛎>潮间藤壶>黑芥麦蛤>白条地藤壶。虽然白条地藤壶的数量巨大,但个体平均鲜重太小,所以生物量优势度大大低于密度上优势度。个体数和平均个体鲜重均适中的潮间藤壶在生物量上占较大优势,尤其是在低树层。

参考文献

- 1 范航清,陈坚,黎建玲. 广西红树林上大型固着污损动物的种类组成及分布. 广西科学院学报, 1992, 9(2): 58~62.
- 2 陈坚,范航清,黎建玲. 广西北海大冠沙白骨壤树上大型固着动物的数量及其分布. 广西科学院学报, 1992, 9(2): 67~72.
- 3 李云,郑德璋,郑松发等. 人工红树林藤壶为害及其防治的研究. 见: 郑德璋,廖宝文,郑松发等编. 红树林主要树种造林与经营技术研究. 北京: 科学出版社, 1999. 238~245.
- 4 Colman B A. The nature of the intertidal zonation of plants and animals. J Mar Biol, Assoc U K, 1993, 18(2): 435~476.
- 5 Doty M S. Critical tide factor that are correlated with the vertical distribution of marine algal and other organisms along the pacific coast. Ecol, 1946, 24(4): 135~328.

(责任编辑: 邓大玉)