

GUANGXI HONGSHULIN HAICHONG
SHENGWU SHENGTAI TEXING YU ZONGHE FANGZHI JISHU

广西红树林害虫 生物生态特性与综合防治技术研究

范航清 刘文爱 曹庆先 著





广西红树林害虫 生物生态特性与综合防治技术研究

范航清 刘文爱 曹庆先 著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书研究记录危害广西红树林的害虫及害螨共 32 种,摸清主要害虫,如广州小斑螟、毛颚小卷蛾等 10 余种主要害虫在广西的发生、分布、生物学和生态学特性。研究和总结多种广西红树林害虫天敌,并对部分天敌的形态特征、生物学特性进行观察和研究。本书分别从室内毒力测定、林间施药、灯光诱捕、机械与物理措施、虫霉菌治理等方面开展虫害的防治研究;在此基础上提出红树林害虫的综合防治方法。本书建立广州小斑螟等 8 种主要害虫的监测技术和预报方法、广西红树林害虫 GIS 信息系统。此外,书中还探讨异常气候、降雨、水淹、树高、红树林土壤、植物次生物质、天敌、植物叶片解剖结构、海岸景观、人为活动、红树林群落的复杂度、外来红树林树种、外来滨海陆生树种等因素对红树林虫害的可能影响,讨论红树林虫害对红树林繁衍、生长和生产力的影响。

本书可作为红树林、森林保护、林业、生态学等专业技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

广西红树林害虫生物生态学特性与综合防治技术研究/范航清,刘文爱,曹庆先著. —北京:科学出版社,2012

ISBN 978-7-03-033809-9

I. 广… II. ①范…②刘…③曹… III. ①红树林-森林害虫-生物生态学-广西②红树林-森林虫害-综合防治-广西 IV. S763.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 041541 号

责任编辑:田慎鹏 李小汀 孙 青/责任校对:张怡君

责任印制:钱玉芬/封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012 年 7 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2012 年 7 月第一次印刷 印张:17 1/2

字数:410 000

定价:90.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

资助项目

- 广西国土资源厅（海洋局）“广西红树林虫害防治专项研究”（桂国土资涵〔2007〕20号）
- “十一五”林业科技支撑计划专题“红树林主要病虫害防控技术研究”（2009BADB2B02-02）
- 广西北部湾基础研究重大专项“广西北部湾经济区海洋、陆地生态系统监测及评价”（2010GXNSFE013002）
- 国家自然科学基金“人为干扰下广西白骨壤湿地退化的过程与机理研究”（40676050）
- 广西红树林保护重点实验室主任基金
- 广西科技厅“基于遥感影像的广西红树林虫害监测技术研究”（桂科攻 1140002-2-3）
- 广西科技厅“红树林主要害虫自然调控的关键技术”（桂科攻 1298007-2）

前 言

为了落实温家宝总理 2004 年对广西红树林虫害防治工作的指示，经过项目组的前期调研，2006 年广西国土资源厅（原广西海洋局）的“广西红树林虫害防治专项研究”立项，随后来自不同资助的几个课题也从不同角度资助了此项目的部分研究工作。作为项目的一部分成果，《广西红树林害虫及其天敌》已于 2009 年 11 月由广西科技出版社出版，本书是前者的姐妹篇。

《广西红树林害虫及其天敌》以彩色图谱描述了红树林主要害虫及其天敌的形态特征，而本书则侧重阐述害虫在广西沿海红树林区的分布、发生与危害情况，各种害虫的生物学与生态学特征，害虫与红树植物的相互影响，虫害的防治方法，虫害的生态监测技术，虫害数据库构建与信息管理系统等。两本专著不仅构成了较完整的成果，也是项目组成员艰辛付出和汗水的结晶。值得庆幸的是，“广西红树林害虫综合防治技术及其应用研究”成果已入选 2011 年广西科技进步二等奖，评审结果在笔者起草本书前言之际正在公示中。

红树林虫害是滨海陆地天然植被破坏、海岸景观破碎、陆源和海上污染加剧、生物多样性散失、红树群落结构简化、气候异常等因素综合作用的集中表现。通过多年的研究与呼吁，红树林虫害作为表征我国东南沿海滨海湿地与环境健康状态的一项重要指标已受到越来越多的关注，如今相关的业务化生态监测与评价方法正在研究、验证和优化中。

从 2004 年开始关注红树林虫害至今一晃七年。七年来项目组虽然取得了一些成绩，但在许多问题上只有肤浅的认识，如何在潮起潮落的滩涂环境中更加有效地防治红树林虫害有待进一步试验与研究。虫害研究对广西红树林研究中心而言是一个新的方向，理论与经验均不足，恳请专家学者对本书不妥之处进行批评指正。

在本书即将出版之际，衷心感谢多年来给予项目支持的领导、专家和项目组成员，并期望有更多的昆虫和植保专家从陆地走向海洋，推动我国海陆过渡带生态系统的保护与修复。

广西科学院广西红树林研究中心 研究员

广西大学林学院 特聘教授

广西红树林保护重点实验室 主任

范航清 博士

2011 年 11 月 4 日

目 录

前言

第 1 章 国内外红树林害虫研究现状与项目研究区域概况	1
1.1 国内外研究现状	1
1.1.1 国内研究情况	1
1.1.2 国外研究情况	6
1.2 研究目的和意义	13
1.3 研究区域概况	13
1.3.1 广西海岸自然条件	13
1.3.2 广西红树林区的底栖动物	15
1.3.3 广西海岸带植被基本情况	17
1.3.4 山口保护区概况	18
1.3.5 北仑河口自然保护区概况	19
1.3.6 钦州湾的红树林概况	20
1.3.7 廉州湾及北海市的红树林概况	21
第 2 章 广西红树林害虫主要种类分布和发生情况	22
2.1 广西红树林害虫种类	22
2.2 发生和分布情况	24
2.2.1 广州小斑螟的分布	27
2.2.2 桐花树毛颚小卷蛾	28
2.2.3 小袋蛾的分布	29
2.2.4 蜡彩袋蛾的分布	30
2.2.5 褐袋蛾的分布	31
2.2.6 白囊袋蛾的分布	31
2.2.7 白骨壤蛀果螟的发生和分布	32
2.2.8 木麻黄枯叶蛾的主要分布	33
2.2.9 绿黄枯叶蛾的主要分布	34
2.2.10 无瓣海桑白钩蛾的主要分布	34
第 3 章 广西红树林害虫主要种类生物学和生态学研究	36
3.1 白骨壤主要害虫广州小斑螟的研究	36
3.1.1 材料与方法	36
3.1.2 广州小斑螟生物学特性	46
3.1.3 广州小斑螟生态学特性	50
3.1.4 广州小斑螟的林间寄生率调查	55
3.1.5 广州小斑螟的淹水试验	56
3.1.6 广州小斑螟的取食量试验	57
3.1.7 酸性硫酸盐土与红树林虫害的关系	57
3.1.8 潮汐与虫害的关系	60

3.1.9	海水水温与虫害的关系	60
3.1.10	人为干扰对红树林虫害的影响	61
3.1.11	广州小斑螟虫灾与异常气候的关系分析	65
3.2	桐花树主要害虫毛颚小卷蛾研究	66
3.2.1	材料和方法	66
3.2.2	生物学特性研究	66
3.2.3	毛颚小卷蛾生态学特性	70
3.2.4	野外寄生情况调查	72
3.3	秋茄主要害虫蜡彩袋蛾的研究	73
3.3.1	材料和方法	73
3.3.2	结果和分析	77
3.4	小袋蛾的研究	83
3.4.1	生物学特性	83
3.4.2	生态学特性	85
3.5	白囊袋蛾的研究	92
3.5.1	生物学特性	93
3.5.2	白囊袋蛾空间分布的研究	94
3.5.3	低温寒害对无瓣海桑白囊袋蛾的影响	95
3.6	褐袋蛾的研究	96
3.6.1	研究样地基本情况	96
3.6.2	材料和方法	96
3.6.3	结果和分析	96
3.7	三斑广翅蜡蝉的研究	101
3.7.1	材料和方法	101
3.7.2	结果和分析	102
3.8	无瓣海桑白钩蛾	104
3.8.1	材料和方法	104
3.8.2	形态特征	104
3.8.3	生物学特性	106
3.9	木麻黄枯叶蛾	107
3.9.1	形态特征	107
3.9.2	生物学特性	108
3.9.3	不同滩位木麻黄枯叶蛾的分布情况	108
3.10	绿黄枯叶蛾	109
3.10.1	形态特征	109
3.10.2	生活习性	110
3.10.3	不同滩位绿黄枯叶蛾的分布情况	111
3.11	棉古毒蛾	111
3.11.1	形态特征	111
3.11.2	生活史	111
3.12	白骨壤蛀果螟	113

3.13 危害秋茄的 4 种盾蚧	114
3.13.1 矢尖盾蚧	114
3.13.2 椰圆盾蚧	114
3.13.3 考氏白盾蚧	115
3.13.4 黑褐圆盾蚧	116
3.14 其他害虫	116
3.14.1 海桑豹尺蛾	116
3.14.2 叉带棉红蜻	116
3.14.3 黄槿瘿螨	117
3.14.4 红树林扁刺蛾	117
3.14.5 白骨壤潜叶蛾	118
3.14.6 蓝绿象	118
3.14.7 紫蓝丽盾蜻	119
3.14.8 黄蟋蟀	119
3.14.9 伯瑞象蜡蝉	119
3.14.10 双叶拟缘蝽	120
3.14.11 白骨壤瘿螨	120
3.14.12 大袋蛾	121
3.14.13 吹棉蚧	121
3.14.14 黛袋蛾	122
3.14.15 丽绿刺蛾	122
3.14.16 茶袋蛾	123
第 4 章 广西红树林主要害虫天敌	124
4.1 材料和方法	125
4.1.1 捕食性天敌昆虫的调查方法	125
4.1.2 寄生性天敌昆虫的调查方法	126
4.1.3 蜘蛛类天敌的调查方法	126
4.1.4 虫霉菌的调查处理方法	127
4.2 结果和分析	131
4.2.1 寄生蜂类	131
4.2.2 捕食性天敌	136
4.2.3 寄生蝇类	155
4.2.4 蜘蛛类	156
4.2.5 虫霉菌	161
第 5 章 害虫与红树植物的相互影响的研究	163
5.1 与害虫有关的红树植物的某些重要特征	163
5.1.1 叶片寿命	163
5.1.2 叶片的形态学和解剖学特征	165
5.1.3 盐分调节机制	166
5.1.4 生物化学	166
5.1.5 授粉生物学	167

5.2 害虫对红树林的危害方式	168
5.3 不同地区白骨壤次生物质与害虫发生的关系	168
5.3.1 叶片上的内含物与广州小斑螟虫口密度的关系	171
5.3.2 枝条上内含物与广州小斑螟的虫口密度的关系	172
5.4 红树植物叶片的理化特性与虫害的关系	174
5.4.1 红树植物叶子理化特性的测定	174
5.4.2 测定结果和分析	178
5.5 蜡彩袋蛾取食不同红树植物后体内纤维素酶活力的测定	181
5.5.1 试虫处理方法	181
5.5.2 纤维素酶活力的测定	181
5.5.3 葡萄糖含量的测定	181
5.5.4 酶蛋白含量的测定	182
5.5.5 结果和分析	182
第6章 广西红树林虫害发生的成因评估	183
6.1 生物灾变机制分析	183
6.2 红树林虫害的影响因素分析	183
6.2.1 红树林自身的生物学原因	183
6.2.2 异常气候影响	183
6.2.3 酸性硫酸盐土酸害的暴发	184
6.2.4 人为活动的影响	184
6.2.5 外来树种的大面积引种	186
第7章 广西红树林虫害防治的研究	187
7.1 广州小斑螟防治试验	187
7.1.1 广州小斑螟室内农药药效试验	187
7.1.2 生物农药对红树林底栖动物影响的检测	190
7.1.3 广州小斑螟的野外防治试验	193
7.1.4 广州小斑螟灯诱试验	195
7.1.5 高压水枪喷打、喷洒石灰和灯光诱捕防治广州小斑螟	196
7.1.6 广州小斑螟幼虫虫霉菌试验	197
7.2 蜡彩袋蛾防治试验	198
7.2.1 蜡彩袋蛾农药防治试验	198
7.2.2 蜡彩袋蛾药物试验	199
7.2.3 蜡彩袋蛾野外药物试验	201
7.2.4 蜡彩袋蛾低龄幼虫的室内防治试验	201
7.2.5 蜡彩袋蛾低龄幼虫的室内防治试验	202
7.2.6 蜡彩袋蛾幼虫虫霉菌试验	203
7.3 褐袋蛾防治试验	203
7.3.1 褐袋蛾农药防治试验	203
7.3.2 褐袋蛾老熟幼虫室内防治试验	204
7.3.3 褐袋蛾低龄幼虫的室内防治试验	206
7.3.4 褐袋蛾低龄幼虫的室内防治试验	206

7.3.5 褐袋蛾野外烟剂熏蒸防治试验	207
7.4 木麻黄枯叶蛾和绿黄枯叶蛾防治试验	208
7.4.1 木麻黄枯叶蛾和绿黄枯叶蛾老熟幼虫室内防治试验	208
7.4.2 木麻黄枯叶蛾幼虫霉菌试验	209
7.4.3 绿黄枯叶蛾幼虫霉菌试验	210
7.5 小袋蛾防治试验	210
7.5.1 材料与方法	210
7.5.2 结果与分析	210
7.6 海漆粗提液防治蜡彩袋蛾、小袋蛾、褐袋蛾低龄幼虫试验	211
7.6.1 材料与方法	211
7.6.2 结果与分析	211
7.7 讨论	212
第8章 广西红树林虫害的综合防治途径与建议	214
8.1 广西红树林虫害监测的研究	214
8.1.1 广州小斑螟的监测	214
8.1.2 毛颚小卷蛾的监测	216
8.1.3 小袋蛾和褐袋蛾的监测	219
8.1.4 蜡彩袋蛾和白囊袋蛾的监测	223
8.1.5 绿黄枯叶蛾和木麻黄枯叶蛾的监测	226
8.2 基于 GIS 的广西红树林病虫害信息管理系统	229
8.2.1 系统分析	229
8.2.2 系统功能设计	231
8.2.3 数据库设计	238
8.2.4 系统的实现	241
8.2.5 总结与展望	242
8.3 红树林害虫的危险性评价	243
8.4 构建综合防治体系	246
8.4.1 红树林害虫防治的综合防治措施	246
8.4.2 红树林滨海景观的保护与管理	249
8.4.3 加强科学研究、监测与能力建设	252
参考文献	253

第1章 国内外红树林害虫研究现状与项目研究区域概况

1.1 国内外研究现状

1.1.1 国内研究情况

吴寿德首次报道福建云霄县彰江口红树林省级自然保护区危害白骨壤的食叶害虫螟蛾，后经鉴定，该虫系螟蛾科斑螟亚科蜂斑螟属的广州小斑螟 (*Oligochroa cantonella*)。2005年5月下旬，在广西山口保护区靠近合浦县山口镇永安、新村两地，暴发了40年来最严重的广州小斑螟危害白骨壤的灾情，有的受灾树95%的叶子成为枯叶，远观呈火烧状。虫害蔓延速度惊人，仅仅两周时间，山口红树林自然保护区内的虫害面积就从最初发现的几公顷，迅速蔓延到近20 hm²。灾情不断扩延，防城港及广东廉江的红树林也发现了类似的灾情。广西林业部门调查表明，这次灾情涉及1600 km海岸线的整个北部湾红树林，面积达650多公顷，其中以山口红树林自然保护区内永安村的40 hm²最为严重。

李云报道在海南和深圳等地调查发现红树林豹蠹蛾 (*Zeuzera* sp.)、棉古毒蛾 (*Orgyia postica*) 及介壳虫等5种害虫危害海桑、红海榄和秋茄等红树林植物。据记载古毒蛾分布于广东、广西、海南、福建、台湾等省(自治区)，幼虫孵化后群栖于寄主植物上危害，后再分散，猖獗时可将寄主叶子全部吃光。蒋国芳对山口红树林保护区昆虫的4次调查，结果表明昆虫物种组成较丰富，1年内共有194种(含亚种)昆虫在该地区出现，同时其季节变化也很明显。春季、夏季、秋季和冬季的昆虫物种数分别为69种、166种、94种和33种。春季的昆虫以双齿多刺蚁 (*Polyhachis diws*)、淡紫异色粉蝶 (*Cepora nadina*) 等占优势，夏季以黄猢蚁 (*Oecophylla smaragdina*)、竹木蜂 (*Xylocopa nasalis*) 等占优势，秋季以黄猢蚁、白带黛眼蝶中泰亚种 (*Letheconfusa apara*) 等占优势，冬季则以小红瓢虫 (*Rodolia punilla*)、花胫绿纹蝗 (*Aiolopus tamutus*) 等占优势。1995~1996年蒋国芳在广西英罗港红树林区调查昆虫群落及其多样性，结果表明，英罗港红树林昆虫种类有195种，主要优势种为黑褐举腹蚁 (*Cremastogaster rogenhoferi*)、东京弓背蚁 (*Camponotus tokioensis*) 和三种螟蛾。此后，蒋国芳又对钦州港红树林昆虫群落及生物多样性进行研究，调查发现的昆虫种类为7目16科19属20种，优势种为黑褐圆盾蚧 (*Chrysomphalus aonidum*)、白囊袋蛾 (*Chalioides kondonis*) 和海滨伊蚊 (*Aedes togoi*)。在秋季，卷蛾科一种发生猖獗，造成大面积桐花树受害，经鉴定，这种卷蛾为桐花树毛颚小卷蛾 (*Lasiognatha cellifera*)。丁珽报道近年来该虫在福建省云霄县漳江口国家级、龙海和惠安洛阳江省级红树林自然保护区发生日趋严重，造成红树林顶端叶片枯黄脱落、长势衰弱。丁珽通过调查

福建省云霄县漳江口红树林国家级自然保护区和龙海市九龙江口省级红树林自然保护区节肢动物群落,在漳江口采集到昆虫纲分属 12 目 72 科 88 种,蜘蛛纲 13 种,蜚蠊目 2 种,九龙江口采集到昆虫纲分属 10 目 42 科 52 种,蜘蛛纲 5 种,蜚蠊目 1 种。云霄县以膜翅目的物种数最多,占该类群总物种数的 27.27%,其次是鳞翅目、鞘翅目、同翅目、双翅目,这 5 个目累计物种数占类群总物种数的 84.09%;龙海市也以膜翅目物种最多,占该类群总物种数的 29.09%,其次是鳞翅目、双翅目、同翅目、鞘翅目,这 5 个目累计物种数占类群总物种数的 88.46%。不同红树林分的优势昆虫种类也不相同,混交林昆虫群落的稳定性高于纯林,均匀性趋势与多样性指数呈正相关,潮汐和风暴是决定红树林昆虫群落结构水平的重要因素。徐家雄等从广东省及香港特别行政区红树林采集到害虫种类 26 种,其中 15 种为首次报道的危害红树林的害虫,并对白骨壤、桐花树和木榄造成严重危害的广州小斑螟、柑橘长卷蛾 (*Homona coffearia*)、桐花树毛颚小卷蛾、荔枝异形小卷蛾 (*Cryptophlebia ombrodelta*) 和白缘蛀果斑螟 (*Assara albicostalis*) 5 种主要害虫的林间发生规律进行了研究。

贾凤龙于 1994 年和 1999 年的春夏两季,对深圳福田红树林害虫展开调查研究。1994 年调查发现危害红树林的害虫有 3 种,其中主要危害白骨壤的害虫 2 种,危害秋茄和桐花树的 1 种;至 1999 年发现,在短短的 5 年内,红树林的害虫种类增加了 4 种。深圳红树林引种区 1995 年秋冬季至 1996 年 4 月发现红树林无瓣海桑遭豹蠹蛾危害,危害株率达 12.9%。2004 年范航清报道危害北部湾白骨壤的主要害虫是广州小斑螟幼虫、双纹白草螟 (*Pseudocatharylla duplicella*) 幼虫和广翅蜡蝉 (*Euricania* sp.) 成虫。庞林对广西英罗湾红树林国家级生态保护区的病虫害进行调查研究,认为海桑毛虫将有大面积成灾、严重危害广西区红树林的可能。

张锦新等对红树植物病虫害的观测结果表明,幼龄时期红树植物抗逆性较差,易受到病虫害的威胁,尤其是害虫会影响植株的生长和存活。其中危害性最大的害虫是发生在桐花树的毛颚小卷蛾及发生在秋茄的棉古毒蛾,红树林植物混种有利于减低害虫蔓延速度,提高抵抗能力;而海桑较少发生病虫害,较之秋茄、桐花树具有更好的抗逆性。从害虫发生情况看,一种害虫一般只发生在一个品种的红树林植物,与其相邻的其他品种红树林植物却没有发生或危害不大。丁铎研究云霄县红树林昆虫群落发现,除了飞虱在各种红树植物上均有栖息和危害外,多数优势种对寄主植物具有高度选择性。例如,有种蚂蚁只在桐花树和秋茄的树冠层上筑巢栖息,并与盾蚧生活在一起;毛颚小卷蛾取食桐花树;丽绿刺蛾 (*Latoia lepida*) 仅危害高潮位的秋茄和桐花树;海榄雌瘤斑螟仅取食危害白骨壤。

丁铎研究了桐花树毛颚小卷蛾生物学特性及发生规律,表明温度的变化与桐花树毛颚小卷蛾各虫态发生历期有一定关系;林间调查发现桐花树毛颚小卷蛾在最前沿入海口高潮水位的桐花树危害率达 100%,而在靠近岸边低潮水位的桐花树上分布较少,危害率仅 8% 左右。2006 年张飞萍在福建厦门首次发现考氏白盾蚧 (*Pseudaulacaspis cockerelli*) 危害红树植物秋茄,在林分中具有极高的种群密度,造成严重危害,在对考氏白盾蚧的海水浸泡试验中,表明海水浸泡时数对考氏白盾蚧种群存活无显著影响,可能说明考氏白盾蚧具有极强的耐受高渗透压、低氧和高盐度的能力;同时发现,经过海水

浸泡后考氏白盾蚧的介壳内基本没有海水进入，证明介壳能够抵御海水对考氏白盾蚧的直接侵入。丁珽首次记载丽绿刺蛾在福建以红树植物为寄主，危害秋茄和桐树，并对丽绿刺蛾进行海水浸泡的抗逆性研究，结果表明其浸泡在海水中 4 h 后仍有较高的存活率，说明该虫对海水具有较强的抗逆性，是丽绿刺蛾在高潮位的红树林上大发生的主要原因（表 1.1）。

表 1.1 国内已报道的红树林害虫种类
Tab. 1.1 Mangrove pests speices recorded in China

编号	种类	学名	地点	取食习性	红树植物寄主	参考出处
鳞翅目						
螟蛾科						
1	广州小斑螟	<i>Oligochroa cantonella</i>	广东、广西、福建	嫩芽、叶片、果实	白骨壤 (<i>Avicennia marina</i>)	范航清(2004);贾凤龙等(2001);徐家雄等(2008b);丁珽(2007)
2	双纹白草螟	<i>Pseudocatharylla duplicella</i>	深圳、广西	叶	白骨壤	贾凤龙等(2001);范航清(2004);徐家雄等(2008b)
3	螟蛾	<i>Nephopteriz syntaractis</i>	深圳	叶	白骨壤	李云和郑德璋(1997)
4	白缘蛀果斑螟	<i>Assara albicostalis</i>	广东湛江	钻蛀花萼、胚轴	木榄(<i>Brugiera gymnorrhiza</i>)	徐家雄等(2008b)
5	甜菜白带野螟	<i>Hymenia recurvalis</i>	廉江	叶	白骨壤	徐家雄等(2008b)
卷蛾科						
6	毛颚小卷蛾	<i>Lasiognatha cellifera</i>	广东、香港、福建	嫩芽、叶片、果实	桐花树 (<i>Aegiceras corniculatum</i>)	张锦新等(2006);徐家雄等(2008b);丁珽(2007)
7	柑橘长卷蛾	<i>Homona coffearia</i>	廉江	嫩芽、叶片、果实	桐花树	徐家雄等(2008b)
8	栎双色小卷蛾	<i>Pelataea bicolor</i>	廉江	嫩芽	桐花树	徐家雄等(2008b)
9	荔枝异形小卷蛾	<i>Cryptophlebia ombrodelta</i>	广东湛江	钻蛀花萼、胚轴	木榄	徐家雄等(2008b)
毒蛾科						
10	棉古毒蛾	<i>Orgyia postica</i>	海南、深圳、廉江	叶	秋茄(<i>Kandelia candel</i>)、无瓣海桑	李云和郑德璋(1997);张锦新等(2006);徐家雄等(2008b)

续表

编号	种类	学名	地点	取食习性	红树植物寄主	参考出处
豹蠹蛾科						
11	红树林豹蠹蛾	<i>Zeuzera</i> sp.	深圳	枝干	无瓣海桑	李云和郑德璋(1997)
12	咖啡豹蠹蛾	<i>Zeuzera coffeae</i>	深圳	蛀干、叶	秋茄	贾凤龙等(2001); 徐家雄等(2008b)
木蠹蛾科						
13	木蠹蛾	待定	深圳	枝干上钻蛀	海桑	张锦新等(2006)
袋蛾科						
14	蓑蛾	待定	深圳	叶片	桐花树、秋茄	张锦新等(2006)
15	丝脉袋蛾	<i>Amatissa</i> sp.	深圳福田	叶片	桐花树、秋茄	贾凤龙等(2001)
16	丝脉蓑蛾	<i>Amatissa snelleni</i>	广东	叶	白骨壤、桐花树、秋茄	徐家雄等(2008b)
17	白囊袋蛾	<i>Chalioides kondonis</i>	台山、香港西贡	叶	桐花树、秋茄	徐家雄等(2008b)
18	大袋蛾	<i>Eumeta variegata</i>	香港西贡	叶	桐花树	徐家雄等(2008b)
枯叶蛾科						
19	海桑毛虫	<i>Suana</i> sp.	广东湛江	叶	海桑	徐家雄等(2008b)
20	栗黄枯叶蛾	<i>Trabala vishnou</i>	广东湛江	叶	无瓣海桑	徐家雄等(2008b)
尺蛾科						
21	豹尺蠖	<i>Dysphania militaris</i>	广东、香港	叶	木榄、秋茄	徐家雄等(2008b)
刺蛾科						
22	黄刺蛾	<i>Cnidocampa flavescens</i>	台山	叶	秋茄	徐家雄等(2008b)
23	丽绿刺蛾	<i>Latoia lepida</i>	福建云霄	叶片	桐花树	丁瑜(2007)
潜蛾科						
24	潜蛾	<i>Leucoptera</i> sp.	廉江、东海岛、惠东	叶	白骨壤	徐家雄等(2008b)
25	潜蛾科一种	待定	深圳福田		白骨壤	贾凤龙等(2001)
同翅目						
盾蚧科						
26	秋茄牡蛎盾蚧	<i>Mytilaspis</i> sp.	广东湛江	叶	秋茄	徐家雄等(2008b)
27	考氏白盾蚧	<i>Pseudaulacaspis cockerelli</i>	福建厦门	叶片	秋茄	张飞萍(2007)

续表

编号	种类	学名	地点	取食习性	红树植物寄主	参考出处
绵蚧科						
28	吹绵蚧	<i>Icerya</i> sp.	深圳福田		白骨壤	贾凤龙等(2001)
29	吹绵蚧	<i>Icerya purchasi</i>	廉江、台山、深圳	枝叶	桐花树、木榄、白骨壤	徐家雄等(2008b)
蚧科						
30	日本蜡蚧	<i>Ceroplastes japonicus</i>	惠东	枝干	白骨壤	徐家雄等(2008b)
31	介壳虫	待定	海南	叶	红海榄(<i>Rhizophora stylosa</i>)	李云和郑德璋(1997)
广翅蜡蝉科						
32	广翅蜡蝉	<i>Euricania</i> sp.	广西山口		白骨壤	范航清(2004)
33	柿广翅蜡蝉	<i>Ricania sublimbata</i>	香港、湛江	枝干叶	白骨壤	徐家雄等(2008b)
34	眼斑宽广蜡蝉	<i>Pochazia discreta</i>	香港	枝干叶	白骨壤	徐家雄等(2008b)
蛾蜡蝉科						
35	紫络蛾蜡蝉	<i>Laxana imitate</i>	惠东	枝干	白骨壤	徐家雄等(2008b)
叶蝉科						
36	黑颜单突叶蝉	<i>Lodiana brevis</i>	惠东	枝干	白骨壤	徐家雄等(2008b)
鞘翅目						
天牛科						
37	咖啡脊虎天牛	<i>Xylotrechus grayii</i>	廉江	枝干	桐花树	徐家雄等(2008b)
38	胸斑星天牛	<i>Anoplophora malasiaca</i>	湛江、福田	叶、枝	桐花树、秋茄、白骨壤	徐家雄等(2008b); 贾凤龙等(2001)
象甲科						
39	小象甲	<i>Curculio</i> sp.	惠东	枝干	白骨壤	徐家雄等(2008b)
40	胚轴害虫	待定	深圳、海南、湛江	胚轴	红树科植物	李云和郑德璋(1997)

灰霉病的防治技术是红树林海桑属植物育苗成败的关键，钟才荣等结合多年的育苗实践经验，研究报道了在海桑属植物育苗中灰霉病的发生、症状、传播途径、发病规律以及防治技术等。其传播途径主要有：雨水传播、气流传播、海水涨退潮传播、螃蟹等动物活动传播、苗木之间直接接触传播等。灰霉病病菌主要以分生孢子、菌丝体或菌核

在病株残体、枯枝落叶、土壤中越冬，次年遇到适合的环境条件时，菌核便产生分生孢子梗及分生孢子。

李云在秋茄上用对鱼类低毒的乐果、敌敌畏、马拉硫磷和贝螺杀对藤壶进行了化学药剂防治试验，防治效果不明显，但将农药加入到油漆中涂在黏有藤壶的树干上，半个月后藤壶死亡率达 100%，防治效果极好。但这种方法只适宜于将油漆涂在树干和枝上，涂在叶片上有碍光合作用，而且费时费力；油漆成本较高，难以大规模的应用。

吴寿德探讨了利用苏云金杆菌、白僵菌等不同生物防治技术对螟蛾进行室内浸染力测定和林间防治试验，结果表明室内外适宜条件下应用苏云金杆菌和阿维菌素复配而成的蔬丹防治效果最理想，室内可达 100%，林间达 98.1%，采用白僵菌效果较差，室内外均在 70% 左右，从环境保护和海产养殖等多方面综合考虑应选择苏云金杆菌等生物防治措施控制螟蛾的发生和蔓延。李罡等在林间用 8~10 IU/mL 的苏云金杆菌微生物杀虫剂 Bt 稀释液喷雾对广州小斑螟进行防治实验，平均防治效果为 90.61%。贾凤龙应用灭幼脲Ⅲ号、苏云金杆菌防治广州小斑螟药效试验，表明林间叶背喷洒 100 mg/L 的灭幼脲Ⅲ号，5 d 后广州小斑螟幼虫校正死亡率为 92.7%，杀灭效果相当理想；苏云金杆菌对广州小斑螟的防治效果不很理想，斜纹夜蛾核型多角体病毒和线虫对防治广州小斑螟无效。丁秘采用苏云金杆菌、白僵菌对螟蛾进行室内生物测定，结果显示，在适宜条件下苏云金杆菌防治效果很理想，可达 100%，白僵菌侵染效果在最高浓度（10 亿孢子/ml）时，仅为 73.33%，需进一步分离提纯防治螟蛾的白僵菌菌株，同时林间采用生物防治和化学农药防治对比试验，结果显示应用蔬丹、菜农 2 号等苏云金杆菌类生物制剂的防治效果可达 98.1% 和 92.78%。

范航清等通过室内培养发现广大腿小蜂（*Brachymeria* sp.）、啮小蜂（*Tetrastichus* sp.）可寄生于广州小斑螟的蛹，终止其羽化过程。张飞萍通过室内饲养收集到考氏白盾蚧寄生蜂 2 种，均属于小蜂总科；捕食性天敌 3 种，其中 2 种属于鞘翅目瓢虫科，1 种属于蟊蛄目盲走蛄科，而被寄生是考氏白盾蚧种群最重要的死亡原因。丁秘通过对桐花树毛颚小卷蛾的室内饲养和林间观察发现，幼虫期寄生性天敌，以寄生蜂、自然感染的绿僵菌为主，寄生率高达 20%（第 3 代），此外，还有捕食性天敌，如蚂蚁、鸟类等，它们能捕食卷叶中的幼虫和静伏的成虫。

1.1.2 国外研究情况

全球的红树林区系被划分为两种生物地理区，即印度尼西亚-西太平洋和大西洋-东太平洋（Duke, 1992）。前者包括从非洲东海岸到亚洲、澳大利亚、西太平洋岛屿；后者包括美洲东海岸和非洲西海岸。印度尼西亚-西太平洋地区由于植物多样性丰富，而被认为其昆虫多样性高于大西洋-东太平洋，然而在某种程度上可以说，后者昆虫种类的缺乏反映的不是昆虫多样性低，而是我们在这方面知识的空白（Macintosh and Ashton, 2002）。大体上说，印度尼西亚-西太平洋红树林昆虫的研究相对较多。国外关于红树林的研究，滨海红树林湿地以北美洲研究成果较多，主要涉及生境特点和效率、生产力、生物多样性、湿地植被、开发利用等；欧洲在湿地生态系统、微量元素迁移、环境净化功能等方面研究较多。关于红树林病虫害的研究，主要集中在澳大利亚、美国、

德国、日本、泰国、印度尼西亚、新加坡及中国香港等国家和地区。通过整理和查阅近年有关红树林的外文资料,分昆虫、害虫、防治技术、有害生物、真菌等方面对国外研究现状进行概述。

红树林昆虫区系方面研究,针对昆虫群落的研究比较少,仅见印度(Veenakumari, 1997)安达曼和尼科巴海岛的红树林植食性昆虫及其天敌调查,结果发现共有197种植食性昆虫,43种膜翅类的寄生性天敌和36种肉食性天敌;非洲(Marshall, 2001)东南部红树林呼吸根的节肢动物群落结构研究。其余主要是对某些昆虫类群的调查研究,如调查表明澳大利亚北部杯萼海桑(*Sonneratia alba* J. Smith)蚁科区系有10种,主要有*Camponotus* sp.、*Crematogaster* sp.、*Tetraponera punctulata* Smith和*Tapinouma* spp. (Nielsen, 2000);印度红树林两个伊蚊属的新记录种(*Aedes fumi-dus*和*A. amesii*) (Rajavel et al., 2004)。

关于红树林昆虫的其他研究,如澳大利亚红树林中发现会游泳的蚂蚁(*Polyrhachis sokolova* Forel),并测定蚂蚁巢的二氧化碳浓度(Nielsen et al., 2003); Cogni等(2003)专家分析生长在沙地和红树林中锦葵植物花外蜜腺上蚂蚁的行为差异;美国加勒比海的红树林中的白蚁(*Nasutitermes costalis*)和甲虫危害,致使红树林(*R. mangle* L.)溃疡病(*Cytospora rhizophorae*)更严重地发生,经研究表明,其原因是白蚁为致病真菌提供养分(Wier, 2004)。

红树林害虫方面的研究表明,红树植物的不同部位,如繁殖胚、幼苗、叶和树干均受到不同种类昆虫的危害,但虫害发生集中在红树植物幼苗、幼树或树势衰退(受恶劣环境因素,如飓风、台风等影响)的时期。印度尼西亚种植红树林发现白轮盾介壳虫(*Aulacaspis marina* Takagi and Williams)取食3种红树植物幼苗(红茄苳*Rhizophora mucronata* Lamk.、红树*R. apiculata* Bl.和木榄*Bruguiera gymnorhiza*) (Ozaki et al., 1999)。中美洲的加勒比海岸红树林发现蛀干害虫甲虫(*Elaphidion mimeticum*)、小蠹(*Coccotrypes rhizophorae*)危害红树植物(大红树*R. mangle*、黑皮红树*Avicennia germinans*),影响红树林的造林和自然更新(Feller, 1999, 2002; Sousa, 2003)。鞘翅目、鳞翅目、双翅目的食叶害虫危害红树林,泰国红树林主要害虫是叶甲(*Rhyparida wallacei*) (Ng and Sivasothi, 1999; Offenbergh, 2000; Offenbergh et al., 2004);哥伦比亚红树林恢复重建,营造海榄雌属(黑皮红树)红树植物时,受到眼蛱蝶(*Junonia evarete*)幼虫危害(Elster, 1999),拉丁美洲的瓜德罗普岛红树林在飓风(Hugo, 1989; Luis and Marilyn, 1995)过后,遭到食叶害虫眼蛱蝶[*J. evarete* (Stoll) (Nymphalidae)]和白佩蛾[*Hyblaea purea* (Cramer) (Hyblaeidae)]危害(Saur, 1999);巴西的黑皮红树受到双翅目的瘦蚊(*Cecidomyia avicenniae*)侵害,被害叶片形成虫瘿。澳大利亚蛀果昆虫优阜实蝇属的果蝇(*Euphranta marina*),羽蛾(*Cenoloba oblitalis*)等幼虫取食红树植物白骨壤(*A. marina*)的果实、繁殖胚、幼苗的子叶(Minchinton and Dalby-ball, 2001)(表1.2、表1.3)。