

QiLianShanSenLinKunChong

祁连山森林昆虫

主 编 汪有奎 杨全生



甘肃科学技术出版

社名题词：李政道

责任编辑：刘 钊

封面设计：刘建泉



ISBN 978-7-5424-1154-9



9 787542 411549 >

定价：72.00元

甘肃省跨世纪学术技术带头人和
创新人才工程科研经费资助出版

祁连山森林昆虫

FOREST INSECTS IN THE QILIAN MOUNTAIN AREA

主 编 汪有奎 杨全生

Editors in Chief: Wang Youkui, Yang Quansheng

甘肃科学技术出版社
Gansu Science and Technology Press

图书在版编目 (C I P) 数据

祁连山森林昆虫 / 汪有奎, 杨全生主编. —兰州: 甘肃科学技术出版社, 2008. 8
ISBN 978-7-5424-1154-9

I. 祁… II. ①汪…②杨… III. 祁连山—森林昆虫学
IV. S718.7

中国版本图书馆CIP数据核字 (2008) 第106573号

责任编辑 刘 钊(0931-8773274 13919356432 LZ928@sina.com)
封面设计 刘建泉(0936-6916734)
出版发行 甘肃科学技术出版社(兰州市南滨河东路 520 号 0931-8773237)
印 刷 甘肃三合印刷机械有限责任公司
开 本 889mm×1194mm 1/16
印 张 21 插页 4
字 数 650 千
版 次 2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷
印 数 1~1 000
书 号 ISBN 978-7-5424-1154-9
定 价 72.00 元

《祁连山森林昆虫》编委会

主 编 汪有奎 杨全生

副主编 马金宝 李进军 罗永寿 孙小霞

编 委 (按姓氏笔画排序)

马金宝 (甘肃祁连山国家级自然保护区乌鞘岭保护站, 高级工程师)

尹承陇 (甘肃省林业厅三北防护林建设局, 正高级工程师)

王积春 (甘肃祁连山国家级自然保护区龙首山保护站, 工程师)

白志强 (甘肃祁连山国家级自然保护区管理局, 高级工程师)

刘建泉 (甘肃祁连山国家级自然保护区管理局, 高级工程师)

孙小霞 (甘肃祁连山国家级自然保护区管理局, 高级工程师)

齐多德 (甘肃祁连山国家级自然保护区昌岭山保护站, 高级工程师)

李进军 (甘肃民勤连古城国家级自然保护区管理局, 高级工程师)

杨全生 (甘肃祁连山国家级自然保护区管理局, 高级工程师)

汪有奎 (甘肃祁连山国家级自然保护区管理局, 正高级工程师)

罗永寿 (甘肃祁连山国家级自然保护区哈溪保护站, 工程师)

倪自银 (甘肃祁连山国家级自然保护区东大山保护站, 高级工程师)

袁 虹 (甘肃省张掖市林业调查规划院, 工程师)

崇玉林 (甘肃祁连山国家级自然保护区古城保护站, 工程师)

FOREST INSECTS IN THE QILIAN MOUNTAIN AREA

Editorial Committee

Editors in Chief: Wang Youkui, Yang Quansheng

Deputy Editors: Ma Jinbao, Li Jinjun, Luo Yongshou, Sun Xiaoxia

Members of the Committee:

Ma Jinbao (Wushaoling Protection Station in Qilian Mountain for Nature Reserve, Senior Engineer)

Yin Chenglong (Three North Protective Forest Construct Bureau of Gansu Forestry Department, Senior Engineer)

Wang Jichun (Longshoushan Protection Station in Qilian Mountain for Nature Reserve, Engineer)

Bai Zhiqing (Management Bureau in Qilian Mountain for Nature Reserve, Senior Engineer)

Liu Jianquan (Management Bureau in Qilian Mountain for Nature Reserve, Senior Engineer)

Sun Xiaoxia (Management Bureau in Qilian Mountain for Nature Reserve, Senior Engineer)

Qi Duode (Changlingshan Protection Station in Qilian Mountain for Nature Reserve, Senior Engineer)

Li Jinjun (Management Bureau in minqin liangucheng for Nature Reserve, Senior Engineer)

Yang Quansheng (Management Bureau in Qilian Mountain for Nature Reserve, Senior Engineer)

Wang Youkui (Management Bureau in Qilian Mountain for Nature Reserve, Senior Engineer)

Luo Yongshou (Haxi Protection Station in Qilian Mountain for Nature Reserve, Engineer)

Ni Ziyin (Dongdashan Protection Station in Qilian Mountain for Nature Reserve, Senior Engineer)

Yuan Hong (Survey and Project Academy in Zhangye City, Engineer)

Chong Yulin (Gucheng Protection Station in Qilian Mountain for Nature Reserve, Senior Engineer)

内 容 提 要

本书系统总结了1949年以来,特别是祁连山国家级自然保护区建立以来祁连山森林昆虫研究成果,记述了已查明的祁连山林区昆虫种类、区系概况和祁连山森林昆虫的分布特征;描述了祁连山林区分布的9个主要目的昆虫生态学特征,4个新种、104种蛾类新纪录的成虫形态特征;分析了昆虫多样性概况、森林虫害的发生动态、危害损失及发生成因,提出了祁连山森林害虫可持续控制、森林健康保护恢复策略及森林害虫监测预报办法;系统总结了祁连山主要森林害虫发生规律、危害状况及防治对策与技术;调查了危险性森林害虫和外来林业有害昆虫种类、分布、发生危害情况,提出了外来林业有害昆虫入侵的防治对策;记述了50种主要森林害虫的生物学特性和防治措施;探讨了天敌昆虫、资源昆虫的保护和开发利用措施,整理了祁连山林区昆虫名录。可作为林业和自然保护区技术人员培训教材和技术推广之用,亦可供广大林业、森林保护工作者和农林大专院校昆虫学教学参考。

Abstract

This book systematically summarizes the research results on the forest insects in the Qilian Mountain areas since the foundation of the PRC. It records and narrates the insect species, the general situations and the forest insects' horizontal and vertical zonal existence in the Qilian Mountain area. It also analyses general situations of the diversity of the forest insect and the dynamic states and causes of the forest insect pests.

This book further describes the ecological characteristics of 9 orders of insects, the adult morphological characteristics of 4 new insect species and 104 new record of Moths', and the biological characteristics of the 50 major pests, which have been identified in the Qilian Mountains. And the investigation on the insect species, the distribution, the occurrence and the damage situation of the dangerous forest pests and the invasive forest pest, the control measures of the invasive forest pest were also given in the book.

The book also systematically studies the occurring frequencies of the major forest insects in the Qilian Mountain area, describes their endangering situations and provides preventive and remedial measures as well as techniques accordingly. It proposes strategies on the sustainable control of the forest pests and the restoration of the forest health protection, which should be applied currently in the above mentioned area.

The book presents preliminary discussions on the protection and utilization of the insects' natural enemies, exploration and utilization of economic insects. The book also compiles a list of the forest insects in the Qilian Mountain area.

This book can be used as teaching manual for the technical staff working in forest and nature preservation zones for the purpose of training and technique generalization. It can also be provided as a reference book on entomology to a great number of workers in the field of forestry and forest protection, teachers and researchers in colleges and universities of agriculture and forestry.

前 言

祁连山森林不仅是中国重要的水源涵养林,而且是西北地区主要的物种遗传基因库和生物多样性保护基地。祁连山森林中分布着大量的昆虫,在森林生态系统的物质循环、能量流动及信息传输过程中都发挥着不可替代的作用。长期以来,祁连山森林由于受干旱胁迫和人为干扰破坏,林分长势不良,虫害大面积发生,严重影响了森林生态系统健康。

为了提高祁连山森林害虫防治水平,由祁连山自然保护区管理局和甘肃省内有关单位从事祁连山森林昆虫工作的科技人员组成编委会,总结1949年以来祁连山森林昆虫研究成果,编写成《祁连山森林昆虫》一书,记述了祁连山林区分布的昆虫种类、区系概况和祁连山森林昆虫的水平和垂直地带性分布特征,分析了昆虫多样性概况及森林虫害的发生动态及成因,描述了祁连山分布的9个主要目的昆虫种类、生态学特征及50种主要害虫的生物学特性,系统总结了祁连山主要森林害虫发生规律、危害状况及防治对策与技术,提出了当前祁连山森林害虫可持续控制与森林健康保育策略,并对昆虫天敌资源的保护利用、经济昆虫及开发利用作了初步探讨,汇编了祁连山林区昆虫名录。

本书主要特点是对已有祁连山森林昆虫研究资料搜集较为齐全,反映了祁连山森林害虫的特色。编写人员均为长期从事祁连山森林保护和病虫害防治的工程技术人员,编写资料尽量来自原始研究报告,理论与实践结合紧密。

各章主要编写人员:绪论为汪有奎,1. 为杨全生、刘建泉、白志强、王积春,2. 为汪有奎、齐多德、杨全生、罗永寿、马金宝,3. 为李进军、罗永寿、袁虹、崇玉林、王积春,4. 为杨全生、崇玉林、倪自银、袁虹、罗永寿,5. 为马金宝、崇玉林、罗永寿、李进军,6. 为杨全生、马金宝、王积春、白志强、刘建泉,7. 为孙小霞、马金宝、罗永寿、崇玉林、汪有奎,8. 为袁虹、倪自银、齐多德、马金宝,9. 为罗永寿、孙小霞、齐多德、杨全生、马金宝,10. 为崇玉林、罗永寿、马金宝、汪有奎,11. 为倪自银、汪有奎、郝虎、齐多德、罗永寿,12. 为白志强、汪有奎、尹承院、李进军、袁虹,13. 为汪有奎、白志强、孙小霞、袁虹。全文由汪有奎统稿。

本书编写过程中得到了甘肃省人事厅、甘肃省林业厅的大力支持与资助,还得到了中国林科院研究员萧刚柔、杨忠岐先生,北京林业大学教授李镇宇先生,中国科学院动物研究所研究员孙洪国、汪兴鉴、周勤、史永善、康乐、刘友樵、侯陶谦、李鸿兴、章有为、蒲富基、王书永、谭娟杰、虞佩玉、张晓春、殷惠芬、白九维、宋士美、薛大勇、方承莱、陈一心、王淑芬、张润志先生,南开大学教授郑乐怡、卜文俊先生,江西农业大学教授章士美先生,甘肃农业大学林学院教授刘复玳、蒋志荣先生,甘肃省农科院植物保护研究所研究员王长政、罗进仓先生,武威地区森林病虫害防治站的高级工程师余吉河先生,陕西省林科所研究员李宽胜先生,甘肃省张掖祁连山水源林研究所的高级工程师傅辉恩、研究员刘贤德先生,甘肃白水江国家级自然保护区管理局研究员王洪建先生,甘肃省森林病虫害防治检疫站站长、教授级高级工程师寇明君先生,甘肃省林业科学研究院教授级高级工程师程同浩、郅积才先生等专家的指导、鉴定标本、惠赠资料等。甘肃祁连山国家级自然保护区管理局、各保护站以及天祝县、肃南县林业局等单位的各位领导和职工,多年来为祁连山森林昆虫的调查观测、防治试验和标本采集等提供了多方面的帮助,甘肃祁连山国家级自然保护区管理局的金敏艳、刘志银、邸华、郭晓丽、车宗彩等同志作了大量的文字输入。文中还引用了多位专家和科技人员的有关研究成果,由于篇幅所限,不能一一列举,谨此一并致谢!

由于我们经验不足,水平有限,错误和遗漏在所难免,敬请读者随时提出,以便日后更正和补充。

编 者

2007年10月1日

甘肃·张掖

PREFACE

The forests in the Qilian Mountain area are not only important water conservation forests in China, but also the gene bank of the major species and the base of biodiversity conservation in the Northwest of China.

There are a large number of forest insects in the Qilian Mountain area, which play irreplaceable roles during the processes of material recycling, energy flowing and information transmission in the forest ecosystem. For a long period of time, the forests have grown badly and been attacked severely by insect pests as the result of the drought stress, factitious interference and destruction, which have seriously affected the health of the forest ecosystems in Qilian Mountain area.

In order to improve the level of the control over forest pests in the Qilian Mountain area, a special editorial committee was founded, including the Qilian Mountains Nature Reserve Authority and sci-technological personnel in the relevant units, within Gansu Province, who have been engaged in the study of forest insects in the Qilian Mountain area. The members of the committee summarized the research results on the forest insect of the Qilian mountains since the foundation of the PRC, and compiled the book *Techniques and Strategies on Comprehensive Control of Forest Pests in the Qilian Mountains*.

The main feature of this book is that it collects almost complete data of the research on the forest insects, and reflects the characteristics of the forest pests in the Qilian Mountain area. All of the writers are engineering and technical personnel who have been long engaged in forest protection and pest control in the area, the materials of the book are taken from the original study as much as possible, combining theory and practice closely.

During the compiling process of the book, we got great support and financial assistance from Gansu Provincial Personnel Office and Gansu Provincial Forestry Office, We also got the help, guidance, identification of specimens as well as information from the following units and persons:

the late Xiao Gangrou, and Yang Zhongqi, Researchers from Chinese Forestry Academy; Li Zhenyu, a Professor from Beijing Forestry University; Sun Hongguo, Wang Xingjian, Zhou Qin, Shi Yongshan, Kang Le, Liu Youqiao, Hou Taoqian, Li Hongxing, Zhang Youwei, Pu Fuji, Wang Shuyong, Tan Juanjie, Yu Peiyu, Zhang Xiaochun, Yin Huifen, Bai Jiuwei, Song Shimei, Xue Dayong, Fang Chenglai, Chen Yixin, Wang Shufen, and Zhang Runzhi researchers from the Animal Research Institute of Chinese Sciences Academy; Zheng Leyi, Pu Wenjun, Professors from Nankai University; Zhang Shimei, a Professor from Jiangxi Agricultural University, Liu Fudai, and Jiang Zhirong, Professors from the Forestry College of Gansu Agricultural University; Wang Changzheng and Luo Jincang, researchers from the Institute of Plant Protection, Gansu Provincial Agricultural Sciences Academy; Yu Jihe, a senior Engineer from the Station of Forest Pests Control of Wuwei, Gansu; Li Kuansheng, a researcher from the institute of Shaanxi Provincial forestry science; Fu Huien, and Liu Xiande, senior Engineer from the Institute of Qilian Mountain's Water Conversation Zhangye, Gansu Province; Wang Hongjian, a researcher from Gansu Baishuijiang National Nature Reserve Authority; Kou Mingjun, a senior engineer, and the Station Master of Forest Quarantine Station; Cheng Tonghao, and Bing, Jicai Senior Engineers from Forestry Science Institution in Gansu Province; the Leaders and staff from the National Nature Reserve Authority of the Qilian Mountains, Gansu province and its subordinate stations and the FDAs in the counties of Tianzhu and Sunan respectively.

Due to the limit of our experience and ability, there might be some errors and omissions, we welcome views from readers at any time so that we can amend accordingly in the future.

目 录

0 绪 论	
0.1 昆虫及其生态学意义	(1)
0.2 森林昆虫的涵义	(2)
0.3 森林昆虫研究历史	(2)
0.4 中国对森林昆虫的研究与贡献	(3)
0.5 祁连山森林昆虫研究和害虫防治概况	(3)
1 祁连山自然保护区概况	(6)
1.1 自然地理概况	(6)
1.2 森林资源概况	(9)
2 祁连山森林昆虫区系及多样性概况	(15)
2.1 昆虫概述	(15)
2.2 祁连山森林昆虫种类	(16)
2.3 祁连山森林昆虫区系分析	(17)
3 祁连山区森林昆虫分布特征	(22)
3.1 祁连山保护区森林昆虫的水平地理分布	(22)
3.2 森林昆虫的垂直地带性分布	(23)
4 祁连山森林昆虫多样性概况	(28)
4.1 祁连山森林昆虫多样性特点	(28)
4.2 昆虫多样性受威胁状况和有益昆虫的保护和利用	(39)
5 祁连山林区主要森林昆虫目、科特征	(40)
5.1 蜻蜓目	(40)
5.2 鞘翅目	(40)
5.3 鳞翅目	(45)
5.4 直翅目	(69)
5.5 同翅目	(71)
5.6 半翅目	(74)
5.7 脉翅目	(77)
5.8 膜翅目	(79)
5.9 双翅目	(82)
6 祁连山森林虫害发生动态及防治策略	(86)
6.1 森林害虫种类及发生动态分析	(86)
6.2 森林虫害危害损失	(87)
6.3 森林虫害发生危害原因分析	(89)
6.4 森林有害昆虫防治策略	(91)
6.5 药剂药效测定及合理使用农药	(95)

7 森林害虫监测预报	(99)
7.1 森林害虫监测预报调查的种类	(99)
7.2 虫情监测基本方法	(101)
7.3 预测预报的基本方法	(112)
7.4 森林害虫种群抽样估计	(114)
7.5 具体测报对象监测测报办法	(117)
8 主要森林类型害虫发生危害状况及防治	(121)
8.1 云杉林虫害及防治	(121)
8.2 油松林虫害及防治	(150)
8.3 落叶松叶部害虫及防治	(153)
8.4 祁连圆柏虫害及防治	(157)
8.5 桦木林害虫及防治	(160)
8.6 山杨林害虫及防治	(165)
8.7 灌木林及草本植物害虫及防治	(171)
9 危险性森林害虫	(173)
9.1 危险性森林害虫种类	(173)
9.2 森林害虫风险性分析概念与方法	(174)
9.3 检疫性有害生物风险分析	(177)
9.4 非检疫性限定有害生物风险分析	(177)
9.5 祁连山林区检疫性森林害虫	(178)
9.6 外来林业有害昆虫	(179)
10 主要森林害虫防治技术	(182)
10.1 嫩梢叶部害虫及防治	(182)
10.2 枝梢和嫩皮害虫及防治	(214)
10.3 蛀干害虫及防治	(223)
10.4 种实害虫及防治	(233)
10.5 苗圃地下害虫及防治	(236)
11 资源昆虫及开发利用	(243)
11.1 药用昆虫	(243)
11.2 食用昆虫	(248)
11.3 观赏昆虫	(249)
11.4 昆虫的其它价值	(251)
12 害虫天敌资源及保护利用	(253)
12.1 天敌昆虫	(253)
12.2 食虫鸟兽	(259)
12.3 食虫蜘蛛类	(262)
12.4 昆虫病原微生物	(262)
13 祁连山森林昆虫名录	(264)
参考文献	(320)

0 绪 论

0.1 昆虫及其生态学意义

昆虫是一类种类多、数量大、分布广的节肢动物，昆虫纲是动物界最大的纲。全世界已知的动物已经超过了150万种，其中昆虫就占到100万种以上，而植物的种类为33.5万种，也只有昆虫种类的1/3，要知道确切的昆虫种类是很困难的，因为分类学家们还在不断的描述新的种类。昆虫繁殖能力强，同种的个体数量也是十分惊人的。整个蚂蚁的数量可能超过全部其他昆虫种类的总数。一棵树拥有10万的蚜虫个体。在阔叶林里每平方米的土壤中可有10万头弹尾目昆虫。昆虫适应能力强，不同种类之间个体大小差异大，分布范围广令人惊奇。除辽阔的海洋以外，从热带到两极，乃至高山之巅，地球上任何角落都有昆虫栖息。昆虫生活在地面上和土壤内，植物表面和植物体内，水中、冰雪、洞穴、房屋和矿山中，仓库和一切有机物质中，动植物尸体和排泄物上，而且还能寄生在人和动物体内。总之，自然界中几乎没有无昆虫的空间。

昆虫在地球上出现的年代非常久远；最早的昆虫化石发现于古生代地层的泥盆纪，距今约3.5亿年（见表0-1）。昆虫与其取食的生物从远古起就有因生境和物候的一致而生活在一起的类群，它们为了营养、繁殖、保卫、扩散等需要而发生了密切的关系，双方在所建立的关系中相互作用、彼此影响，再加上其他的内外因素的活动，因之有的衰败淘汰，有的继续延绵，有的繁荣昌盛。特别是通过变异和特化而彼此适应，在广阔的陆地上成为形形色色的生态系统中的重要组成部分。因此，昆虫是既古老，又年轻，而且在不断发展的生物类群。

表0-1 生物产生与进化的地质年表

地质年代	距现在 (亿年)	地球演化史及生物进化历程		
		特 征	重要事件	昆虫的产生与发展历史
上古代	39~43	出现海洋		
太古代	18~35	原始藻类诞生		
元古代	6~18	动植物分界		
古生代	2.8~5.70	陆生孢子植物、鱼类及海生无脊椎动物和两栖动物诞生	三叶虫产生并灭绝	无翅化石昆虫见于4.4亿年前、有翅昆虫见于3.5亿年前
中生代	2.3~1.35	裸子植物及爬行羊膜动物产生并发展	恐龙产生并灭绝	昆虫继续分化和发育，有翅类昆虫均产生
新生代	0.65~0.06	被子植物、哺乳动物兴起，300万年前产生人类祖先	百万年前人类诞生	有翅及后生无翅类昆虫进一步发展

昆虫与任何自然生态系统和人工生态系统都发生相互作用，任何生态系统的演变都离不开昆虫的参与，它们的存在必然影响到所有的生物，同时也直接或间接地与人类发生密切的关系。根据目前的调查发现，占总种类48.2%的昆虫为植食性，约17.3%的种类为腐食性，约28.0%的为捕食性，约2.4%为寄生性。大部分昆虫参与了生态系统的演替，维持了自然界生态系统内物质循环的平衡。许多昆虫为植物传播花粉，为人类和其他动物产生食品、药品，一些昆虫是其他有害生物的天敌。昆虫的活动，可以提高土壤肥力，以及为人类的美育和教育实践做出贡献。大多数昆虫与人类的关系，不是直接的或间接的有益，就是既无害又无益。对自然生态系统及人类本身造成危害的种类约占总种类

的1.0%。有极少数的昆虫种类,因直接寄生于人体或传播人类疾病,如虱、蚊、蝇、蚤和蟑螂等重大卫生害虫,严重威胁人体健康,成为人类重点消灭的害虫。对农林牧生产造成损害的害虫的发生,其主要是人类对自然生态系统的过度干扰或地球环境的重大变化。

在生物界中,昆虫种类如此繁多,有其内在原因:①在无脊椎动物中唯有昆虫有翅,是地球第一节会飞翔的动物,翅的起源、进化、发展,是昆虫种类繁多的重要原因之一;②在胚后发育过程中发生变态,使昆虫对环境的适应性更加完美;③体小的昆虫所需的食物少和栖息地小,更有利于其生存;④口器的分化促进了食性的分化,又进一步促进了物种的多样性;⑤惊人的繁殖力,有利于种群的繁荣,物种的延续。

0.2 森林昆虫的涵义

森林是地球上规模最庞大、物种最繁多、结构最复杂,而且环境变量极多,具有多种效益的大生态系统。森林是巨大的绿色宝库,是全球维护生态平衡的主体和人类赖以生存的重要自然资源。对调节生物圈、地圈和大气圈平衡具有重要的不可替代的作用。科学研究表明,森林作为大气CO₂的“汇”和氧的“源”,它的大面积破坏、减少和消失是全球气温变暖,物种濒危和灭绝,生物多样性丧失,生态平衡被破坏等方面的重要原因。最终给人类未来的物质生活基础带来难以挽回的损失,从而危及人类自身的生存。加强森林生态系统的保护和恢复已成为国土整治、环境建设的一项最基本的任务。

森林生态系统由不同的森林生物群落及其所在的物理环境两大部分组成,这两方面紧密相关。每个森林群落都有一定的组分、构造、动态变化及生物量、能流和营养物质循环的格局,即森林群落结构。森林群落结构是森林生物群落长期适应生存环境的结果,它决定了森林群落的功能、演替、分类及对环境的影响。森林昆虫是指生活在森林中与森林有直接或间接关系的昆虫,是森林生态系统的重要组成部分,对它们在森林生态系统中发挥的作用及其自身演变规律,已经有世界各国的生态学者、昆虫学家、林业工作者等做过不少研究,为我们正确认识昆虫的生态学作用提供了许多有价值的资料。

按照昆虫与森林的关系,可将森林昆虫大致分为三类。一类是森林益虫,这类昆虫有捕食或寄生性天敌昆虫、与树木共生互惠的昆虫以及一些腐食性昆虫;天敌昆虫通过寄生或捕食各种森林害虫,使害虫不致猖獗危害,从而有益于森林的健康发育;植物花朵中的花蜜或花粉为各种昆虫提供美味的食物,而昆虫则在觅食的过程中为植物授粉,这是生物界的一种互惠关系。生长在热带雨林里的一种小灌木萝芙木(*Rauwolfia yunnanensis*),它含利血平,是治高血压的药物,其管状花小,花冠管喉内壁有绒毛,仅宜一种小蚂蚁爬进,为之授粉。在热带雨林中,各种榕树与榕小蜂的关系则是相依为命的专性互惠关系。有许多腐食性昆虫,它们专以林木的枯枝败叶和动物粪便为食,有的将尸体埋入土中,成为地球上最大的“清洁工”,由于它们的活动,加速了微生物对生物残核的分解,在森林的能量循环中起着十分重要的作用。另一类森林害虫,这类昆虫取食树木的各种器官,影响林木的生长发育和林产品的产量。如中国每年受松毛虫严重危害的松林达200万公顷,蛀干害虫成灾100万公顷、毁林1万公顷。据估算全世界每年因虫害造成的林木损失达20亿美元。第三类是利害参半的森林昆虫和特用森林昆虫,前者如白蚁、蚂蚁等;后者如紫胶虫、白蜡虫、五倍子蚜虫、虫茶虫、马桑蚕等。

0.3 森林昆虫研究历史

0.3.1 早期阶段

对森林昆虫观察研究较早的是以德国为中心的西欧国家。1804~1805年,德国医学教授J. C.

Gmelin 先后出版了《危害森林的昆虫的完整的自然史》，Bechstein 在《森林和狩猎百科全书》撰写了第一本森林昆虫教科书。1840~1841 年，Juliu Thender Cgriten Ratzeburg 出版了至今仍被奉为森林昆虫学的经典著作《森林昆虫或普鲁士及临近州森林已知有害或有益昆虫图说或描述》。

0.3.2 快速发展的种群研究阶段

从 20 世纪开始，森林害虫问题受到了多数欧美国家的重视，各国均出版了至今仍有影响的森林昆虫学专著，著名的为德国的 K. Escherich 于 1914~1942 年在美国出版的《Die Forest Insekten Mitteleuropas》，对中国森林昆虫学发展最有影响的是 1949 年苏联 M. H. 里姆斯基等的《森林昆虫学》。

0.3.3 以生态学为基础的近代研究阶段

这一时期的主要特点是以生态学为基础，注重多学科理论和技术在森林昆虫学研究中的应用，主要进行森林昆虫的种群动态规律、防治策略及其控制技术的研究。

0.4 中国对森林昆虫的研究与贡献

0.4.1 清朝以前

中国在 1000 年以前就已开始饲养家蚕、利用丝绸，公元前 40~20 年的汉代就开始饲养柞蚕，是世界最先利用捕食性昆虫的国家，在医用昆虫及无机和植物性杀虫剂的利用等方面都曾有过不少的发明和创造。早在明嘉靖 9 年（1530）浙江已有了松毛虫灾害的记载，万历 17 年（1599）江苏常熟县志的记载形象而确切：锯梢食叶、嗖嗖有声，树尽凋谢，俗呼松蚕。

0.4.2 现代森林昆虫学的发展

1960 年以前的早期阶段：1950 年中国政府就重视了如松毛虫、竹蝗等森林害虫的研究和治理，1953 年忻介六出版了中国第一部《森林昆虫学》，1959 年原北京林学院主编出版《森林昆虫学》。

1960~1980 年：重视于重要虫种的生物学及防治方法等研究。1979 年实施了全国林木病虫害的普查；1983 年由蔡邦华和萧刚柔教授组织编写出版了《中国森林昆虫》。

1980 年后：中国森林昆虫也步入了以生态学为基础的研究时期。1983 年开始“马尾松毛虫、油松毛虫等综合防治技术研究”被列入“六五”计划，“七五”、“八五”、“九五”、“十五”先后将松毛虫、小蠹虫、杨树蛀干害虫、林鼠、松材线虫、美国白蛾确定为重点治理对象。目前，中国已建立了相当完整的森林害虫防治工作的方针、政策和法令，研究与技术推广机构，人才培养体系也日益完善。

0.5 祁连山森林昆虫研究和害虫防治概况

祁连山地处欧亚大陆中心，位于青藏、蒙新、黄土三大高原交汇地带，是中国十二大著名山系之一。祁连山森林植被主要分布于石羊河、黑河、疏勒河三大内陆河流的上游集水区，是山区水流的贮蓄中心，对涵养水源、调节径流的作用很大，使山区降水和冰雪融水源源不断地、均衡地供应下游绿洲平川，在河西地区社会经济发展中起着举足轻重的作用。发源于祁连山林区的三大河历年径流量 72.61 亿 m^3 ，灌溉着河西几十万顷良田，养育着河西 480 多万勤劳智慧的人民。同时，祁连山自然保护区森林现贮藏活立木总蓄积 250 多万 m^3 ，林木蓄积每年净生长量 58.9 万 m^3 ，具有巨大的直接经济效益。林区内还栖息着多种珍稀野生动物，仅属国家一、二级保护的动物就有 40 多种。林木生长过程中每年向大气释放氧气 145 856t。林区奇峰叠起、白雪皑皑、树木葱郁、溪水叮咚、环境优美，是良好的生态旅游场所。据测算，祁连山森林生态系统间接经济价值为 103 668.85 万元，直接经济价值 822 480 万元，总经济价值 926 148.85 万元。祁连山水源供给河西地区发展工农业生产每年产生的社会经济价值 217 022.5 万元。可以说，没有祁连山水源涵养林，就没有“美丽富饶”赛江南的河西地区。因此，保护好祁连山自然保护区的森林，就是保护河西走廊的命根子。

祁连山地域宽广,高差悬殊,气候多变,地形复杂,森林生态系统蕴藏着丰富的动植物资源,森林内植物种类多,生境复杂,为多种昆虫的生存提供了适宜的条件,孕育了祁连山森林丰富的昆虫多样性,促进了森林生态系统的物质循环、能量流动及信息传输。

森林生态系统中,在不同的生境内,由于气候、地理、群落形成的历史条件等的不同,昆虫群落组成、各个种群间的相互关系及其数量变化、群落演替的方式等方面,也就各有特点。多年来祁连山森林有害生物危害严重,一直是威胁祁连山森林资源安全的突出问题。由于特殊的地理环境和气候条件,以青海云杉为主体的祁连山森林生态系统比较脆弱,虫害严重,特别是嫩梢食叶害虫呈迅猛扩散趋势,每年发生2万公顷,年直接经济损失达3000万元,近1万公顷林分连年受灾,林相残败,林木长势衰弱,林分天然更新差,水源涵养能力下降,森林生态系统演替受到严重不利影响。

1949年以来,有不少专家和基层林业技术人员对祁连山森林害虫做了积极的调查和观测,掌握了部分种类的生物学和生态学特性,并进行了许多防治试验。最早的调查工作始于1958年,林业部第三森林经理调查大队在祁连山进行森林经理调查时,对祁连山林区的主要森林虫害作了概况调查。1959~1960年甘肃省林业局病虫害防治站又作过调查。1980~1982年分别由张掖、武威地区林业局分区作了较详细普查,基本查清了当时一些主要森林虫害种类、分布及危害状况。自1980年以来,有关单位和科技人员组织开展了多方面的研究工作,主要集中在青海云杉小蠹类(傅辉恩等,1982)、灰拟花尺蛾(孟锋等,1988)、云杉阿扁叶蜂(常桂君等,1988)、云杉嫩梢小蛾类(余吉河等,1990)、祁连圆柏大痣小蜂(米占山等,1990)等方面进行了观测和研究。

防治工作起始于20世纪60年代,1965年哈溪、乌鞘岭、夏玛、古城、上房寺、昌岭山等地用“621”烟雾剂防治云杉梢斑螟,但由于受当时条件所限,效果不太理想。1966~1967年乌鞘岭林场(现乌鞘岭和夏玛保护站)用“621”烟雾剂防治桦尺蛾,效果较好,基本上控制了该虫危害。1981~1982年,古城、乌鞘岭两站用“621”烟剂防治桦尺蛾1666公顷。20世纪70年代末寺大隆林场对1067公顷云杉林地采取择伐措施,清理林内病弱木,有效控制了云杉小囊虫的危害。1985年以来,大黄山保护站在云杉阿扁叶蜂的5个发生年(两年1代)采取施放烟雾剂、喷雾、人工挖捉等多种措施,累计防治1630公顷(次),平均杀虫率达到80%以上,有效保护了虫灾区的中幼龄林。但是由于防治技术落后,虫口密度大,增殖率高,虽经多次防治,仍未能有效控制其发生与蔓延。

保护区管理局成立以来,高度重视森林有害生物防治工作,于1992年设立了祁连山保护区森林病虫害防治检疫站,具体负责森林病虫害鼠害的监测、检疫和防治指导工作。经过多年的努力,保护区森防站的能力建设已有一定基础,2001年被国家森防总站确立为国家级森林病虫害中心测报点,同年按照标准站建设标准及国家级中心测报点管理要求,组织完成了森防标准站建设任务,被国家林业局确立为森林病虫害防治检疫标准站。管理局每年都将森林病虫害防治工作纳入局机关年度考核工作责任制,同时把全区森防工作纳入总体管理目标和重点林业工程目标责任制,加强了对基层测报点的管理,促进了全区森林害虫防治工作的发展。

为了科学指导森林害虫防治工作,管理局于1991~1994年组织完成了祁连山保护区建立以来的第一次全区森林病虫害鼠害普查,较为全面系统地摸清了祁连山保护区森林虫害种类、危害及分布状况,分析了森林害虫发生特点及发生原因,提出了开展森林害虫防治的策略措施,很好地指导了森林害虫的防治工作。2003年6月~2005年1月,保护区管理局又组织完成了全区有害生物普查,进一步掌握了祁连山森林有害昆虫的种类、分布及危害情况,建立健全了保护区林业有害昆虫数据库,为指导祁连山森林害虫防治、制定林业有害生物预警方案和防控对策提供了科学依据。多年来,管理局还积极与有关科研院所、地县林业主管部门及保护站联合攻关,深入开展了桦三节叶蜂防治(李培荣等,1993)、云杉阿扁叶蜂防治(汪有奎,刘贤德等,1995、1996、1998)、森林昆虫区系(汪有奎,1995)、森林害虫分布特点及防治对策(刘建泉,汪有奎,宋秉明等,1996)、青海云杉种实害虫防治(汪有奎,尹承陇等,2000)、灾害性林木清理(白志强,裴雯等,2002)、森林健康保育(汪有奎,蒋学财等,2003)、森林昆虫多样性及害虫综合治理(汪有奎,倪自银,杨全生等,2004)、青

海云杉嫩梢害虫工程治理(汪有奎,杨全生等,2005)、森林病虫鼠害损失评估(崇玉林,汪有奎,杨全生等,2005)、森林害虫可持续控制(杨全生,汪有奎等,2006)、森林有害生物监测预警技术(杨全生、刘兴明等,2005)等方面的研究。

防治工作上,应用森林有害生物综合防治策略、可持续控制策略及森林健康保育策略,对发生危害严重的云杉嫩梢害虫、云杉阿扁叶蜂、桦树食叶害虫等展开了单项防治试验和区域防治。1995年对大黄山林区云杉阿扁叶蜂进行了大面积航空喷洒仿生制剂灭幼脲3号防治,全面控制了该虫害的发生;至今种群控制在很低的水平。1993~2004年,数次对祁连山北坡林区因雪折、风倒的灾害木进行适度清理,累计作业面积2万多公顷,使这部分林分避免了蛀干害虫的发生危害,使灾害木得到了有效利用。对祁连山东段333.5hm²青海云杉林进行的抚育间伐试验,使林分郁闭度由疏伐前的0.8~1.0下降到合理的0.7,增加了林分结构多样性,林木生长力增强,抑制了虫害的发生,增加了林木生长量。1995~2000年,在天祝县的哈溪、夏玛、山丹县的大黄山、肃南县的西水、张掖的龙渠种子园等地,开展了青海云杉种实害虫防治研究,对母树林、采种林抚育改造及针叶、嫩梢害虫的大面积防治,防治区母树林、采种林单位面积产种量由132kg/hm²增加到296kg/hm²,种子虫蛀平均损失率由20.7%下降到2.86%,种子品质等级由平均三级提升为一级。1997年开始,每年发布虫害发生趋势预报,提出防治预案,组织进行了区域防治,指导虫害发生区开展合理防治。多年来,一些保护站还通过对云杉嫩梢小蛾类、云杉叶锈病、云杉多露象甲、丹巴腮扁叶蜂、桦尺蛾类、桦三节叶蜂等病虫害的防治试验,为今后的生产防治积累了大量的经验。

进入21世纪以来,通过实施天然林保护工程、退耕还林还草工程、生态公益林建设工程,全面停止天然林采伐,加大森林资源管护力度,逐步遏制了人为不合理的开发对森林生态系统的干扰和破坏;通过大力开展封山育林,减轻过度放牧,促进了退化林地的逐步恢复;积极开展了林分综合培育,改善了林分结构,增强了树势和对害虫的抗性;及时适度地进行了林内灾害性林木的清理,消除了害虫发生源;加大了野生动物保护力度,增加了虫害天敌生物种群数量;应用良种壮苗造林,对部分退化林地进行了人工促进更新;积极开展虫害的科学预防和控制,减轻了虫害对林木的严重损伤,初步控制了祁连山自然保护区森林虫害猖獗危害的局面,取得了较好的社会、生态、经济效益。

但是,祁连山森林生态系统脆弱,林分树种单一,结构不合理,浅山区干旱少雨,林地坡度大,立地条件差,树木生长不良,抵抗虫害的能力弱,多种森林害虫大面积发生危害,因经费缺乏未加以防治,虫害蔓延发生的主、客观条件仍然存在,虫害大面积发生危害的形势依然严峻。保护区森林昆虫的研究赶不上森林保护工作的需要,区内主要害虫的生物学、生态学特性尚未全面观察研究清楚,一些主要害虫的发生防治规律研究还不深入系统,协调运用综合防治策略的能力不强;全区森防基本建设还很薄弱,专业人员不足,科研设备缺乏;基层保护站缺乏基本的测报、防治器具和交通工具,信息化程度低等。这些问题都严重影响着祁连山森林害虫的防治。因此,还应加大投资,加深研究,掌握森林昆虫群落和主要森林害虫生物学、生态学,开展及时的监测预报,以生态学原理为指导,以预防为主,营林技术措施为基础,生态调控为主导,经济地采用生物、物理、化学等相辅相成的方法,把害虫种群密度降低到受害允许的经济或生态阈值之下,使森林虫害得到全面控制,维持祁连山森林健康演替,为河西走廊经济社会的可持续发展提供良好的生态环境。