

文章编号: 1001-1498 (2006) 04-0431-05

## 青海云杉林昆虫群落垂直结构研究<sup>\*</sup>

汪有奎<sup>1</sup>, 杨全生<sup>1</sup>, 倪自银<sup>2</sup>, 蒋志成<sup>1</sup>, 刘勋才<sup>3</sup>, 王 零<sup>1</sup>

(1. 甘肃祁连山国家级自然保护区管理局, 甘肃 张掖 734000; 2. 甘肃省甘州区东大山自然保护区管理站, 甘肃 张掖 734000;

3. 甘肃祁连山国家级自然保护区祁连山保护站, 甘肃 天祝 733200)

**摘要:**采取以线路调查为主, 踏查与详查、人工采集与灯诱相结合的方法, 对祁连山自然保护区青海云杉林中不同林层的昆虫分别进行了采集调查分析。结果表明祁连山区青海云杉林中植食性昆虫具有明显的垂直分层结构, 根据林分的垂直结构和昆虫寄生、取食树木组织部位可划分为 6 个群落, 其种类由多到少依次为灌木和草本层昆虫群落 (928 种), 土壤与根部昆虫群落 (约 780 种), 嫩梢与针叶昆虫群落 (117 种), 树干韧皮部与木质部昆虫群落 (66 种), 枝梢与嫩皮昆虫群落 (38 种), 花与种实昆虫群落 (14 种)。危害程度由重到轻依次为嫩梢与针叶昆虫群落、树干韧皮部与木质部昆虫群落、花与种实昆虫群落、枝梢与嫩皮昆虫群落、灌木和草本层昆虫群落、土壤与根部昆虫群落。在青海云杉寄生或取食的昆虫多数种类为单食性或寡食性, 少数种类为多食性, 取食或寄生于林下灌木层和草本层的昆虫大多数为多食性, 少数种类为寡食性, 较少为单食性。多数种类的取食部位较为固定, 但也有许多种类可以在几个部位取食。

**关键词:**青海云杉林; 植食性昆虫; 垂直结构; 祁连山

中图分类号: S718.7

文献标识码: A

## Investigation of Vertical Structure of Insect Community in *Picea crassifolia* Forest

WANG You-kui<sup>1</sup>, YANG Quan-sheng<sup>1</sup>, NI Zi-yin<sup>2</sup>, JIANG Zhi-cheng<sup>1</sup>, LIU Xun-cai<sup>3</sup>, WANG Ling<sup>1</sup>

(1. Gansu Management Bureau of the Nature Reserve of Qilian Mountain, Zhangye 734000, Gansu, China;

2. Management Station in Dongda Mountain Nature Reserve of Ganzhou District, Gansu Province, Zhangye 734000, Gansu, China;

3. Qilian Protection Station in Nature Reserve of Qilian Mountain, Tianzhu 733200, Gansu, China)

**Abstract:** The insects in different layers of the spruce (*Picea crassifolia*) forest in different latitude area in Qilian Mountains Nature Reserve were investigated and analysed, using connection survey as the main method combining with tread survey and sift survey and with manpower collection and light collection. The results showed that the phytophagous insects in the spruce forest in Qilian Mountains exhibited obvious vertical stratification structure. According to the amount of species of each structure, it could be divided into 6 insect communities, namely the insects community of the shrub and herbage (928 species), of the soil and root (780 species), of the tender end and needle (117 species), of the stem phloem and xylem (66 species), of the branch thin end twig skin (38 species), of the blossom and seed and fruit (14 species). According to the degree of infestation, from heavy to light, the insect communities followed the order of the tender end and tender needle, the stem phloem and xylem, the soil and root. The majority of the insects feeding on or parasitizing in *Picea crassifolia* were monophagous or oligophagous; the minority of them were polyphagous. The insects feeding on or

收稿日期: 2004-12-06

基金项目: 国家林业局《甘肃祁连山国家自然保护区水源涵养林及生物多样性保护工程》科技支撑项目 (编号: 林计发 [1999] 241 号)

作者简介: 汪有奎 (1964—), 男, 甘肃民勤人, 高级工程师, 主要从事自然保护区管理、森林保护等方面的研究。

\* 承蒙中国林科院森林生态环境与保护研究所 萧刚柔 先生和甘肃省张掖祁连山水源林研究院傅辉恩先生指导, 谨此致谢。

parasitizing in the bush layer and grass layer were largely polyphagous, a few were oligophagous, the oligophagous insects were very few. The feeding parts on the tree of the majority of the insects were relatively fixed, but there were many insects feeding on several parts of trees

**Key words:** *Picea crassifolia*; herbivorous insect; vertical structure; Qilian Mountains

森林昆虫的群落结构包括垂直结构和水平结构。森林群落植被高大,物种组成复杂,垂直分层现象明显,一般分为枯枝落叶层、草本层、灌木层和乔木层等。相应地生活在林分中的昆虫由于对取食环境和生活环境选择等的差异而呈现分层现象<sup>[1]</sup>。昆虫群落的垂直结构与森林植物的层次结构密切相关<sup>[2]</sup>。昆虫成层现象的生态意义在于通过分层利用食物资源,减少对食物和生存场所的竞争,从而扩大群落对资源的利用范围<sup>[3,4]</sup>。因此,成层现象越复杂,对环境利用越充分,群落成层性是评估生态环境质量的一种指标,也是认识昆虫群落与环境的关系,开展害虫防治的重要决策依据<sup>[5]</sup>。为此,笔者于近年来对祁连山林区主要森林类型青海云杉林昆虫群落的垂直结构进行了初步调查,现将调查结果报道如下。

## 1 调查研究方法

调查采取线路调查为主,踏查与详查、现场采集与灯诱相结合的方法,对祁连山保护区青海云杉 (*Picea crassifolia* (Franch) Kom.) 林中不同林层的昆虫分别进行采集调查。调查时对主林层的乔木,在每个样点随机选出有代表性的标准树 10~15 株,每株树分别在花与果实、嫩梢与针叶、枝梢与嫩皮、主干、根部及林地土壤中选取样枝、样皮和样地,调查其中的昆虫种类,观察不同昆虫的取食对象。灌木层、草本层及地衣层则设置一定数量的样方,观察采集其中植物上寄生或取食的昆虫,或通过黑光灯诱捕有趋光性的昆虫<sup>[6]</sup>。现场不能确定寄主的种类则根据有关文献资料查明其寄主;无资料记载,现场也未观测到其寄主的,取食对象记为不详。标本采集做到具有代表性,色泽鲜艳,完整无缺,并及时制作保存。保存标本以成虫最主,采得其它虫态时通过饲养羽化出成虫。标本经初步分类后,送请国内有关昆虫分类专家鉴定种名。

## 2 结果与分析

### 2.1 花与种实昆虫群落种类组成

据调查采集标本鉴定和有关资料介绍,直接危害青海云杉花与种实的害虫有 14 种(祁连山区),其中以云杉球果小卷蛾 [*Pesudotomoides strobilellus* (Linnaeus)] 为优势种,另外云杉梢斑螟 (*Dioryctria schuetzeella*

Fuchs)、云杉超小卷蛾 [*Pammene ochsenheimeriana* (Zeller)]、球果长尾小蜂 (*Torymus* sp.) 3 种具有一定虫口,可构成轻微或中等危害,其它种类的种群数量很少,危害甚微<sup>[7]</sup>。另外在冬季,悬挂在树上的球果还是缨蚊类小型昆虫和多种小型蜘蛛的越冬场所。

青海云杉种实害虫危害的总体特征是虫种多、分布广、虫体小、生活隐蔽、危害严重、虫口稳定、连年成灾,结实大年全部发生,结实小年部分滞育,给防治工作带来较大困难。优势种为云杉球果小卷蛾,主要发生于天然林及母树林,虫株率一般均在 100%。发生规律表现为低海拔林分重于高海拔林,老母树林重于新母树林,纯林、疏林重于混交林和郁闭林分。在同一山坡上依坡位升高虫害减轻,平缓林分重于陡坡林分,不同坡向间无明显差异,干燥林分重于湿润林分。虫害果较健康果相比,出种率下降 2.4%,健饱种数下降 18.3%,虫蛀种率达 16.2%~50%。

### 2.2 嫩梢、针叶昆虫群落种类组成

经鉴定调查采集的标本,已查到祁连山区危害青海云杉当年生嫩梢和针叶的昆虫有 7 目 39 科 117 种。其中,同翅目 (Homoptera) 3 科 7 种、半翅目 (Hemiptera) 7 科 16 种、鞘翅目 (Coleoptera) 11 科 41 种、鳞翅目 (Lepidoptera) 14 科 45 种、膜翅目 (Hymenoptera) 2 科 6 种、双翅目 (Diptera) 1 科 1 种、蜱螨目 (Acarina) 1 科 1 种,以鳃角金龟科 (Melolonthidae) (11 种)、象甲科 (Curculionidae) (16 种)、小卷蛾科 (Olethreutidae) (13 种)、卷蛾科 (Tortricidae) (10 种)、尺蛾科 (Geometridae) (10 种) 种类较多<sup>[8]</sup>。鳃角金龟类除取食青海云杉幼苗嫩叶外,还取食多种树木的幼苗,属于广食性昆虫,其它大部分种类的食性均较单一,只取食青海云杉或限于松科 (Pinaceae)、柏科 (Cupressaceae) 植物。

不同地域嫩梢针叶昆虫群落的种类组成及优势种不尽相同。位于保护区东端的古城保护站,大部分取食青海云杉嫩梢针叶的昆虫种均有分布,但大部分没有大面积发生成灾的记载。该站青海云杉针叶上普遍有半翅目蝽类吸食时留下的点状刺点,每枚针叶上有 6~8 个,优势昆虫种主要有中黑盲蝽 (*Adelphocoris saturalis* Jakovlev)、长喙真蝽 (*Pentatom a longirostrata* Hsiao et Cheng)、松盲蝽 (*Pinalitus* sp.)。降水量较少的干旱年份,祁连小爪螨 (*Oligonychus qilianensis* Ma et Yan) 常在局部林分中发生轻到中等程度的危害,10 cm 长的当

年生小枝上虫口密度可达 8~15 只,最长达 33 只。

在天祝县乌鞘岭以西的大部分保护站,青海云杉嫩梢叶部昆虫的优势种主要为一些小蛾类,已查明的种类有 32 种 [小卷蛾 (*Olethreutidae*) 13 种、卷蛾 (*Tortricidae*) 10 种、麦蛾 (*Gelechiidae*) 3 种、螟蛾 (*Pyralidae*) 2 种、尖蛾 (*Cosmopterygidae*) 1 种、织蛾 (*Oecophoridae*) 1 种、银蛾 (*Argyresthiidae*) 1 种、菜蛾 (*Plutellidae*) 1 种], 其中,以云杉梢斑螟 (*Dioryctria schuetzeella* Fuchs)、松点卷蛾 [*Lozotaenia coniferana* (Issiki)], 异色卷蛾 [*Choristoneura diversana* (Hübner)] 3 种的种群数量大,分布广泛,危害最重,常两三种或与其它小蛾混合发生。地处荒漠边缘的昌岭山、祁连、东大河、东大山、祁丰、大黄山等林区的 2 000  $\text{hm}^2$  多青海云杉林,多年来遭受云杉梢斑螟、松点卷蛾、异色卷蛾 3 种食叶小蛾的混合危害,被害株率达 100%,嫩梢、新叶被害率达 80% 以上<sup>[9]</sup>。其中昌岭山、夏玛、乌鞘岭、哈溪、祁连、西营河、东大河、大黄山等靠东段的林分中优势种为云杉梢斑螟。大河口、西水、康乐、隆畅河、祁丰等靠西段的林分中自上世纪 90 年代末期以来,以异色卷蛾为优势种的嫩梢害虫种群数量大幅度上升,不断蔓延危害,发生面积、危害程度逐年加大。处于河西走廊北部荒漠地段龙首山主峰的东大山、龙首山保护站林分中的优势种为松点卷蛾,常年严重发生危害,使本已处于荒漠环境中长势极度衰弱的林分濒临死亡。

在天祝县的夏玛、乌鞘岭、哈溪保护站,1992—1993 年间,部分林分中有 4~5 种云杉多露象甲 (*Polydrosus* spp.) 曾成为优势种群,发生轻到中等程度危害。此类害虫的发生受气候变化影响很大,种群数量很不稳定,降水量大、气候湿润的年份,发生量小。降水量小,气候干旱的年份,虫口密度高,发生量大,被害株率平均达 50% 以上,严重区针叶被食 70% 以上,30 cm 长的样枝上平均虫口 50 头。

在中部山丹县境内的大黄山林区,云杉阿扁叶蜂 (*Acantholyda piceicola* Xiao et Zhou) 于 1983 年首次发生,2 a 发生 1 次,发生区被害株率达 100%,严重区单株树有虫卵 32 000 粒,3 龄幼虫达 15 000 头,全株树针叶均被吃光<sup>[10]</sup>。在天祝藏族自治县境内的哈溪、乌鞘岭、华隆保护站林区,丹巴腮扁叶蜂 (*C. danbaica* Xiao) 于 1989 年以来发生 500  $\text{hm}^2$  左右,其生活史、习性和危害特点与云杉阿扁叶蜂相似。

上世纪 90 年代中期,云杉尺蛾 (*Erannis yunshanuora* Yang) 曾在夏玛、乌鞘岭保护站有大面积轻微发生危害,伴生的种类还有落叶松尺蛾 (*Erannis defoliaria gigantea* Inoue)、斜带尺蛾 [*Pseudaspilates obliquizonata* (Inoue)], 畸庶尺蛾 (*Seniothisa anamata* Alphraky)

等,多在树势衰弱的林分发生。

在武威市境内的上房寺保护站、肃南裕固族自治县境内的祁丰保护站,1995 年粗绿彩丽金龟 (*Mimela holosericea* Fabricius) 有小面积发生,以成虫取食针叶造成危害。上房寺保护站标准地调查,被害株率 20%,针叶被食 20% 以上。在一些苗圃地大云鳃金龟 (*Polyphylla laticollis* Lewis) 常有小面积发生,取食云杉嫩叶,被害株率达 80%,针叶被食 30% 以上,有时幼苗针叶被食达 50% 以上。

在哈溪、西营河等保护站,部分中幼林在天气干旱的年份小面积发生黑云杉蚜 (*Cinara piceae* Panzer), 此类蚜虫具有群集性,常密集于针叶和嫩枝上吸食树液,发生区每枚针叶上平均有若蚜 12 头,每 10 cm 长样枝上有蚜虫 34 只。

### 2.3 枝梢与嫩皮部昆虫群落种类组成

枝梢与嫩皮部系指青海云杉 2 年生以上小枝条和树干的幼嫩树皮。取食这类部位的昆虫种类较少,目前查到的有 2 纲 7 目 19 科 38 种,其中:昆虫纲 (INSECTA) 6 目 18 科 37 种 [弹尾目 (Collembola) 1 科 1 种、同翅目 (Homoptera) 3 科 6 种、半翅目 (Hemiptera) 6 科 12 种、缨翅目 (Thysanoptera) 1 科 1 种、鞘翅目 (Coleoptera) 6 科 16 种、鳞翅目 (Lepidoptera) 1 科 1 种], 蛛形纲 (ARACHNIDA) 1 目 1 科 1 种。

主要为同翅目、半翅目、鞘翅目的种类。同翅目与半翅目昆虫由于具有刺吸式口器,可以刺吸树液而在枝条和嫩皮部位获取营养。鞘翅目的种类主要是小蠹虫和小形天牛,经过树皮裂缝蛀入枝条韧皮部和木质部取食。同翅目、半翅目的种类大部分兼食嫩梢、针叶,鞘翅目的一部分同时在主干也有分布。这类昆虫的食性大部分也较单一,只在云杉上寄生,有少部分是寡食性,个别为多食性。

枝梢与嫩皮部位的昆虫在枝梢与嫩皮部位上的种群数量较低,很少有大发生的种类。大蚜科 (Lachnidae) 的黑云杉蚜 (*Cinara piceae* Panzer)、毛角大蚜 [*C. pilicomis* (Hartig)], 松长足大蚜 (*C. pinea* Mordvilko) 等在干旱年份或生长衰弱的陡坡林分中有较高的虫口,它们的若虫在针叶和 1 年生嫩枝上取食,3~4 龄以后则移居 2~3(4) 年生枝条嫩皮上刺吸树液。常有单株、零星或小面积轻、中度发生危害。发生区 30 cm 长的样枝上有虫达 10~30 头,多者达 50 余头,受害树木树叶发黄早落。血翅枞天牛 [*Nivellia sanguinosa* (Gyllenhal)] 在寺大隆保护站原始林区陡坡成过熟林分中的种群数量较高,有轻微危害。齿小蠹科 (Scolytidae) 的中重齿小蠹 (*Ips mansfeldi* Wachtl)、光臀八齿小蠹 (*I. nitidus* Eggers)、云杉八齿小蠹 (*I. typographus* L.) 等在寺

大隆、大黄山、西水等受食叶害虫严重危害或分布在山脊、陡坡部位而生长衰弱的林分中也有较大的种群数量,有多处小片林分发生中、重度危害。祁连小爪螨 (*Oligonychus qilianensis* Ma et Yan) 则在前山区的林分中均有较高虫口,在古城、东大河、上房寺等保护站生长不良的林分中有轻度发生危害。

#### 2.4 树干韧皮部与木质部昆虫群落种类组成

属于韧皮部和木质部的昆虫类群,在它们生活史的某一阶段,都要利用其寄主树皮内层韧皮部或木质部作食料及居住场所。祁连山保护区已经查到寄生于青海云杉树干韧皮部或木质部的昆虫有 66 种,分属于缨翅目 (Thysanoptera)、鞘翅目 (Coleoptera) 和膜翅目 (Hymenoptera),其中:缨翅目 1 科 1 种、鞘翅目 6 科 58 种、膜翅目 2 科 7 种。这一类昆虫的食性也较多为单食性和寡食性的,少数为多食性的。

这类昆虫大多数属鞘翅目的天牛科 (Cerambycidae) (24 种)、齿小蠹科 (Ipidae) (20 种)、吉丁虫科 (Buprestidae) (10 种)。膜翅目的树蜂科 (Siricidae) 有 6 种。它们都是以成虫产卵于寄主植物,幼虫孵化后蛀入树皮取食。天牛、吉丁、树蜂这 3 类昆虫以幼虫在寄主植物韧皮部、木质部取食,成虫羽化后离开寄主,有的取食寄主组织或其它植物的叶、花等作为补充营养。齿小蠹等的幼虫、成虫均在寄主的韧皮部、木质部取食。蚁科 (Formicidae) 蚁属的一种蚁 (*Formia* sp.) 只是在朽干中挖洞作巢,并不取食树木组织。大部分小蠹虫一生都在韧皮部和浅层木质部取食,大多数韧皮部、木质部害虫为次期性害虫,多选择衰弱木、新伐倒的湿材和抚育不久的枝条上寄生,因而在陡坡、山脊等立地条件差的地块上生长衰弱的林木,成过熟林中发生尤多;当它们种群数量较大时也会侵袭健康立木。

#### 2.5 土壤和根部昆虫群落种类组成

土壤是昆虫的重要居住场所。祁连山林区现已知在土壤中完成全部生活史或部分虫态在土壤中的昆虫约 63 科 780 种。除原尾目 (Protura)、弹尾目 (Collembola)、蜈蚣和伪步行虫等昆虫的生活史各阶段几乎全在土壤中完成外,许多昆虫在个体发育的某一阶段或在一定的季节内生活在土壤中。步行虫科 (Carabidae)、隐翅虫科 (Staphylinidae)、叩头虫科 (Elateridae)、金龟科 (Scarabaeidae) 等的幼虫生活在土壤中,蝗虫的卵在土壤中。鳞翅目夜蛾科 (Noctuidae) 和膜翅目中的很多昆虫是在土壤中发育的,如地老虎等是在土壤表面或植物上产卵,幼虫从卵孵出后钻入土中。天蛾科 (Sphingidae)、夜蛾科、尺蠖科 (Geometridae) 以及膜翅目叶蜂科 (Tenthredinidae) 有些种类的幼虫是在土壤外取食而后钻入土中,其预蛹和蛹都栖息在土壤中。很

多昆虫在寒冷时则在土壤中越冬,部分昆虫则在高温季节转入土壤中活动或滞育。昆虫及其它节肢动物在土壤中的活动不但开凿大量穴道,增加土壤空隙度,而且将土壤物质充分掺和,有的还把体内肠道中的有机物质带到土壤深层,并且使水分和空气也容易渗透到下层土壤中,大大地改变了土壤的物理性状。在森林凋落物开始分解时,常因昆虫等节肢动物摄取食物,使残体细胞汁外流,为各种微生物的进一步分解创造了条件<sup>[11]</sup>。有些昆虫的取食也会对植物的根系或幼苗造成危害。

现查到寄生或取食青海云杉根部的昆虫有 3 目 16 科 88 种,其中半翅目 1 科 1 种、鞘翅目 14 科 56 种、鳞翅目 1 科 31 种。种类较多的有夜蛾科 31 种、鳃角金龟科 14 种、叩头虫科 9 种、拟步甲科 (Tenebrionidae) 9 种、齿小蠹科 6 种。大部分种类如夜蛾、金龟甲、叩头虫、拟步甲科等均以幼虫或成虫咬食青海云杉和其它树木的幼苗根部幼嫩组织,多数为苗圃地害虫。而部分吉丁虫、天牛、齿小蠹等在裸露的粗根上能够象在树干上一样取食,对大树的根部构成危害。

#### 2.6 灌木和草本层昆虫群落种类组成

青海云杉林下和林间伴生着大量的灌木和草本植物,所以以这些植物为食的昆虫种类繁多。已采集鉴定的有昆虫纲、蛛形纲 8 目 99 科 928 种,其中,直翅目 (Orthoptera) 8 科 59 种、同翅目 10 科 36 种、半翅目 9 科 40 种、鞘翅目 25 科 192 种、鳞翅目 33 科 551 种、膜翅目 9 科 43 种、双翅目 4 科 4 种、蜱螨目 (Acarina) 1 科 3 种。其中,以夜蛾科、尺蠖科种类最多,螟蛾科、丝角蝗科 (Oedipodidae)、叶甲科 (Chrysomelidae)、象甲科 (Curculionidae)、芫菁科、蛱蝶科 (Nymphalidae)、眼蝶科 (Satyridae)、粉蝶科 (Pieridae)、蝽科 (Pentatomidae)、熊蜂科 (Bombidae)、叶蝉科 (Cicadellidae)、鳃角金龟科等科也有较多的种类。

取食灌木、草本的昆虫除了少数寄生或取食分布广泛、集中连片的灌木 (或草本植物) 的建群种类外,多为多食性或寡食性,较少单食性种类,主要是因为灌木、草本种类繁多,分布分散混杂,能获得充足的食物和生存空间。近年来局部发生危害的优势种有柳雪盾蚧 [*Chionaspis salicis* (L.)]、柳蚜盾蚧 (*Lepidosaphes salicina* Borchs)、祁连冠网蝽 (*Stephanitis qilianensis* Bu)、大云斑鳃金龟 (*Polyphylla laticollis* Lewis)、杨柳小卷蛾 (*Gypsonoma minutana* Hübner)、小檗绢粉蝶 (*Aporia hippia* Bremer) 等,大多数种类种群数量较低,不构成危害。

### 3 结论与讨论

祁连山区青海云杉林中植食性昆虫具有明显的垂

直分层结构,根据林分的垂直结构和昆虫取食树木组织部位划分,按昆虫种类由多到少依次为:灌木和草本层昆虫群落(928种),土壤与根部昆虫群落(约780种),嫩梢与针叶昆虫群落(119种),树干韧皮部与木质部昆虫群落(66种)、枝梢与嫩皮部昆虫群落(38种)、花与种实昆虫群落(14种)。危害最严重的是嫩梢与针叶昆虫群落,其次为树干韧皮部与木质部昆虫群落;花与种实昆虫群落中云杉球果小卷蛾对种实的危害普遍而严重,但因云杉结实量很大,对一般林分的天然更新影响不大,只是在母树林和采种林中的损失较大。枝梢与嫩皮部昆虫在部分林分中危害轻微。灌木和草本层昆虫群落多数种类为有虫而不成灾。土壤与根部昆虫只在苗圃地对幼苗有一定危害。

植食性昆虫的垂直分层现象是昆虫与寄主植物间长期协同进化的结果。昆虫对植物的利用最重要的是对营养成分的获得、对其它有用成分的获得、适宜小生境和居住场所的获得、利用植物隐伏及拟态以躲避天敌,而植物对昆虫的反应和依赖主要表现为生长上的损失或增加、化学驱拒和抗生、以昆虫作为食物、依赖昆虫传授花粉和散布种子、依赖和利用昆虫的保护作用等。二者在长期的演化过程中,形成了相互抵御又相互适应的对立统一关系<sup>[12]</sup>。但演化道路是复杂的,在内外因素的作用下,植食性和非植食性的昆虫可互为演化。昆虫对植物种类和取食部分均有选择性,按其严格的程度可区分为单食性、寡食性和多食性。昆虫对于食物的选择决定于感觉系统的机能,这种机能因条件化和个体差异可使食性和取食部位发生一定改变,为演化造成内在条件。

寄生或取食青海云杉的昆虫多数种类为单食性或寡食性,少数种类为多食性。取食或寄生于林下灌木层和草本层的昆虫大多数为多食性,少数种类为寡食性,较少为单食性。多数种类的取食部位较为固定,但也有许多种类可以在几个部位取食。完全变态的一些种类在成虫和幼虫期的取食部位甚至取食对象可以完全不同。如蝶、蛾类的幼虫取食植物的茎、叶等组织,而成虫则取食花蜜;芜菁的幼虫捕食昆虫,成虫取食豆科(Leguminosae)植物叶。

随着气候的旱化和人为干扰的增加,祁连山区森林虫害日益加剧,许多昆虫的种群数量不断增加,对林木造成的危害加重<sup>[13]</sup>。应进一步加强植食性昆虫种群和林木抗性相互变动的的原因、机理的研究,采取适宜的对策措施,增强林木对害虫的防御能力,利用天敌资源控制害虫种群增殖<sup>[14]</sup>,有效保护祁连山森林健康生长。

#### 参考文献:

- [1] 李德成. 森林昆虫学 [M]. 北京:中国林业出版社, 2003: 108 ~ 109
- [2] 萧刚柔. 中国森林昆虫 (第 2 版) [M]. 中国林业出版社, 1992: 54 ~ 59
- [3] 宋永昌. 植被生态学 [M]. 上海:华东师范大学出版社, 2001: 90 ~ 142
- [4] Coulson R N, Witter J A. 森林昆虫学 [M]. 黄竟芳, 张执中, 陈树椿, 译. 北京:中国林业出版社, 1991: 427 ~ 462
- [5] 孙儒泳. 动物生态学 [M]. 北京:北京师范大学出版社, 2001: 385 ~ 394
- [6] 汪有奎, 李晓明, 白志强. 甘肃祁连山国家级自然保护区森林病虫害普查成果汇编 [R]. 张掖:甘肃祁连山国家级自然保护区管理局, 1996: 1 ~ 122
- [7] 尹承陇, 汪有奎, 张耀荣, 等. 青海云杉种实害虫可持续控制策略与措施的研究 [J]. 林业科技通讯, 2000: 5 ~ 8
- [8] 余吉河, 何长年, 韩登俊, 等. 青海云杉嫩梢害虫防治技术研究课题技术报告 [R]. 武威:武威市林木病虫害防治检疫站, 1992: 3 ~ 35
- [9] 刘兴聪. 青海云杉 [M]. 兰州:兰州大学出版社, 1992: 350 ~ 387
- [10] 汪有奎, 傅辉恩, 胥明肃, 等. 云杉阿扁叶蜂发生规律及综合治理研究 [J]. 北京林业大学学报, 1998, 19 (2): 74 ~ 78
- [11] 北京林学院. 土壤学 (上册) [M]. 北京:中国林业出版社, 1985: 75 ~ 79
- [12] 钦俊德. 昆虫与植物的关系 [M]. 北京:科学出版社, 1987: 1 ~ 204
- [13] 汪有奎, 袁虹. 祁连山森林健康的保护与恢复策略技术研究 [J]. 北华大学学报 (自然科学版), 2003, 4 (2): 159 ~ 165
- [14] 汪有奎, 尹承陇, 白志强, 等. 青海云杉母树林害虫天敌资源保护利用 [J]. 林业科学研究, 2000, 13 (4): 416 ~ 422