

祥云新松叶蜂种群动态研究*

张真 周淑芷 王鸿斌

摘要 1992~1995年对祥云新松叶蜂的种群动态进行了研究,结果分析表明,影响种群动态的主导因子是茧期死亡率,茧期死亡主要由天敌引起。由于祥云新松叶蜂幼虫具有驱赶天敌的利己激素,捕食性天敌昆虫对幼虫不能产生明显的控制作用。影响幼虫期死亡率的主要因子是温度。通常死亡率低海拔大于高海拔,同一海拔阴坡大于阳坡。由于祥云新松叶蜂危害云南松老叶,且对天敌抵抗力强,具有持续数年危害的特点。

关键词 祥云新松叶蜂、种群动态、生态因子

祥云新松叶蜂(*Neodiprion xiangyunicus* Xiao et Zhou)是云南松(*Pinus yunnanensis* Franch.)的重要害虫,分布于云南及四川西昌地区,通常危害海拔1700 m以上的云南松林,从幼林到大树均能危害,严重时将针叶全部食光。郭亨孝等^[1,2]曾对祥云新松叶蜂的生物学、空间分布、抽样技术及发生期预测预报进行过研究,对祥云新松叶蜂的种群动态还未见报道。

为了更好地掌握祥云新松叶蜂的发生规律,进行预测预报,更有效地防治该种害虫,进行优化管理,于1992~1995年对祥云新松叶蜂的种群动态进行了研究,现报道如下。

1 研究方法

1.1 样地设置

研究基地设在四川省西昌市琅环乡的云南松飞播林内,海拔1900~2300 m,树龄5~30 a,根据不同海拔、坡向等设样地8块。

1.2 发生阶段的划分及调查方法

祥云新松叶蜂一年1代,发育历期长,且发育很不整齐,为此,根据不同的发育阶段将其划分为如下几个虫期:卵及初孵幼虫、小幼虫(3~4龄)、大幼虫(7~8龄)、茧(预蛹及蛹)、成虫。

每年于各虫期的高峰期定量定点进行抽样调查,调查方法如下:

卵期、小幼虫及大幼虫期:采取高枝剪套袋剪枝法进行抽样调查,每样地剪取40 cm左右的枝条30枝以上,分别统计叶蜂、天敌数量及其它害虫的数量。

茧期:每样地抽取1 m²的样方10块,将其带回室内保湿,待天敌、叶蜂羽化后,将未羽化茧进行解剖,统计各种天敌的致死率、叶蜂性比、羽化率。在了解各种天敌及叶蜂的羽化孔的基础上,待叶蜂羽化后再进行调查,更符合野外自然状态的寄生和羽化情况。

1995—12—25 收稿。

张真助理研究员,周淑芷,王鸿斌(中国林业科学研究院森林保护研究所 北京 100091)。

* 本文为国家“八五”攻关项目“松叶蜂生物学、生态学防治方法研究”中“祥云新松叶蜂预测预报”课题的部分内容。

2 结果与分析

2.1 祥云新松叶蜂的存活曲线

图1表明,祥云新松叶蜂卵到小幼虫期死亡率大,随时间增加死亡率降低。曲线呈下拱形,根据 Odum 的分类方法,为C型曲线^[3]。

2.2 祥云新松叶蜂各虫期死亡原因及死亡率变动程度分析

根据各年份不同样地林间调查结果,祥云新松叶蜂各虫期的平均死亡率、标准差及死亡原因列入表1。显示出祥云新松叶蜂从3~4龄发育到7~8龄期间死亡率相对较低。

表1 祥云新松叶蜂自然种群各虫期死亡率及死亡原因分析

虫 期	死亡率(%)		主要死亡原因
	平均值	标准差	
卵及初孵幼虫	64.30	23.80	气象因子、捕食蜂、蜘蛛、蚂蚁
小幼虫	57.52	21.80	气象因子、病毒、捕食蜂、蜘蛛、蚂蚁
大幼虫	78.12	13.61	病毒、鸟类、气象因子、下地结茧环境、蚂蚁
蛹 期	83.88	12.29	小型捕食动物、姬蜂、寄蝇、小蜂、真菌、病毒

注:每行中死亡原因按相对重要性依次排列。

2.3 天敌对祥云新松叶蜂种群动态的影响

对卵及幼虫期死亡率与天敌数量的关系分析结果(表2,3)表明:祥云新松叶蜂卵及幼虫

表2 卵及幼虫期死亡率与天敌数量的相关系数

项 目	卵及初孵幼虫期	小幼虫期	大幼虫期
天敌总数	-0.011 8	-0.392 4	-0.083 5
蚂 蚁	0.197 0	-0.124 5	0.165 7
蜘 蛛	-0.621 0	0.197 9	0.243 7
捕 食 蜂	0.647 3	-0.904 4	-0.534 9

表3 祥云新松叶蜂虫口密度与天敌数量的相关系数

项 目	卵及初孵幼虫期	小幼虫期	大幼虫期
天敌总数	0.192 3	-0.795 4	-0.603 2
蚂 蚁	-0.360 0	0.224 5	-0.197 7
蜘 蛛	-0.089 8	-0.448 6	-0.372 1
捕 食 蜂	0.281 0	-0.564 9	-0.581 9

期的天敌昆虫除捕食蜂类对卵期及初孵幼虫的死亡率有一定作用外,其它天敌及其它虫期对祥云新松叶蜂的死亡率均无明显作用。这是因为祥云新松叶蜂幼虫具有较强的抵抗天敌的能力,与其它大多数松叶蜂一样,祥云新松叶蜂具有抵抗天敌的利己激素,贮存于前肠的支囊中^[4],遇到干扰时,幼虫昂头,吐出这种激素,在口器处形成一个乳白色的液珠,具有驱赶天敌的作用,叶蜂虫口密度越大,抵抗天敌的作用越强,这就是祥云新松叶蜂虫口密度与天敌数量成负相关的原因。

茧期这种抵抗作用大大降低,所以茧期祥云新松叶蜂的天敌较多,天敌是主要的致死因子。祥云新松叶蜂茧期天敌中三种寄生性天敌和捕食天敌为逆密度制约,真菌和病毒的寄生为密度制约,主导因子(b值最大的因子)为捕食作用。详细数据见参考文献[5]。

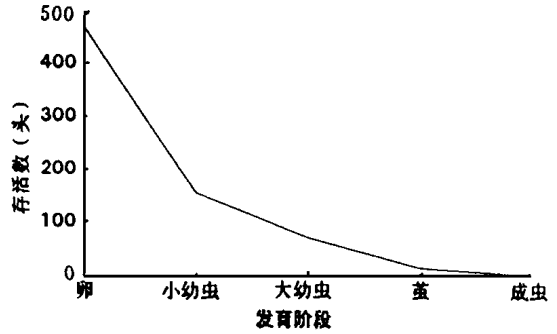


图1 祥云新松叶蜂存活曲线

2.4 气候因子对祥云新松叶蜂种群动态的影响

对各年份各时期平均死亡率与相应时期的月均气温、月均湿度及月降水量进行相关分析, 结果见表 4。从以上结果可见月平均气温与各虫期死亡率均呈明显的正相关, 说明高温是重要的致死因子。而卵及初孵幼虫期死亡率与月均相对湿度和月降水量为负相关, 湿度及降水量越大, 死亡率越低, 表明该时期祥云新松叶蜂需要一定的湿度; 而其它几个虫期死亡率与相对湿度和降水量为正相关。总之温度是影响祥云新松叶蜂种群动态的主要因子。

2.5 立地因子对祥云新松叶蜂种群动态的影响

对不同坡向及海拔高度条件下祥云新松叶蜂各虫期平均死亡率及总平均死亡率的差异性进行了分析, 结果见表 5、6。

表 5 不同坡向祥云新松叶蜂各虫期死亡率分析

项 目	卵及初孵幼虫期	小幼虫期	大幼虫期	茧 期	卵至成虫期
阴 坡	60.965	60.858	88.112	90.398	99.849
阳 坡	67.060	56.990	70.473	78.117	99.686
相 差	6.095	3.868	17.638	12.281	0.163
t	0.476 1	0.315 8	2.646 5*	2.510 9*	2.320 1*
P	> 0.05	> 0.05	< 0.05	< 0.10	< 0.10

注: $t_{0.05} = 2.576$ $t_{0.1} = 2.015$ 。

表 6 不同海拔祥云新松叶蜂各虫期死亡率差异性分析

项 目	卵及初孵幼虫期	小幼虫期	大幼虫期	茧 期	卵至成虫期
海拔 2 300	58.785	56.090	71.210	79.340	99.610
(m) 2 080 ~ 2 150	65.694	60.443	84.292	87.452	99.811*
相差	6.709	4.353	13.082	8.112	0.201
t	0.478 5	0.324 5	1.351 0	1.127 8	3.903 5
P	> 0.05	> 0.05	> 0.05	> 0.05	< 0.05

注: $t_{0.05} = 2.576$ $t_{0.1} = 2.015$ 。

从以上分析结果来看除卵及初孵幼虫期以外, 其它虫期平均死亡率及总平均死亡率均为阴坡大于阳坡, 而且大幼虫期和茧期平均死亡率不同坡向差异显著。低海拔各虫期平均死亡率均大于高海拔, 虽各虫期平均死亡率之间差异不显著, 但总死亡率之间差异显著。所以, 不同坡向及不同海拔高度对叶蜂的种群动态有明显的影晌。通常林间虫口密度高海拔大于低海拔, 而同海拔高度上, 阳坡大于阴坡。

2.6 影响祥云新松叶蜂种群动态的主导因子分析

根据种群数量调查结果, 以各样地平均数量变动值计算各虫期的亚死亡率 k 值, 即死亡率作用前虫口数的对数值与死亡率作用后的对数值之差, 世代总死亡率 $K = k_1 + k_2 + \dots + k_n$ 。用 Podoler 的相关回归分析法^[6]对祥云新

表 4 祥云新松叶蜂死亡率与气候因子的相关系数

项 目	卵及初孵幼虫期	小幼虫期	茧 期
月均气温	0.965 1*	0.999 98**	0.998 9*
月均相对湿度	- 0.668 7	0.697 0	0.747 9
月降水量	- 0.566 5	0.360 3	0.750 8

* 相关关系显著, 可靠性 95%, ** 相关关系显著, 可靠性 99.9%。

表 7 祥云新松叶蜂各虫期死亡率 k 与总死亡率 K 回归分析

项 目	k_e	k_{11}	k_{12}	k_p
b	- 0.355 7	- 0.012 0	0.462 2	0.895 2
r	- 0.825 7	- 0.072 3	0.806 4	0.886 3

松叶蜂种群动态的主导因子进行分析,结果见表7。

相关系数分析结果茧期(k_{11}) b 值最大,其次是大幼虫期(k_{12}),而前两个时期死亡率与总死亡率成负相关,所以茧期的死亡是影响祥云新松叶蜂种群动态的主导因子。

2.7 祥云新松叶蜂种群动态特点

通过以往的资料及近年的调查,祥云新松叶蜂生活史的特点决定了其种群动态的特点。祥云新松叶蜂产卵盛期为7月,幼虫危害从8月持续到次年3月,大量取食为11~12月,下树结茧后经过一段时间的滞育,到6月下旬才化蛹,然后羽化。而云南松针叶的生长期为3月至8月,生长最快的时间为5、6月,到8月底基本停止生长。这就是说祥云新松叶蜂避过了云南松针叶生长时间,大量危害时云南松已接近休眠期,由此产生的结果是虽然失叶率很高,但对松树的影响相对较小,第二年松叶的质量下降不多,松叶蜂仍能保持较高的数量,另一方面,由于取食时针叶已经变老,树脂酸含量较高,叶蜂用于抵抗天敌的利己激素主要来源于树脂酸,新针叶树脂酸含量较低^[7]。由于取食老针叶,抵抗天敌的能力较强,也使其具备了长期保持高密度的能力。

以上原因导致祥云新松叶蜂种群动态波动幅度不大,不象松毛虫等暴发性害虫那样,数量迅速上升,针叶食尽后又很快下降。这就导致了祥云新松叶蜂一旦暴发,将持续数年。

3 结论与讨论

通过以上研究,可得到如下几个结论:

(1) 祥云新松叶蜂由于能够通过口吐液,即利己激素抵抗天敌,加上聚集危害特性,所以对天敌的抵抗能力非常强,幼虫期天敌不能对该叶蜂种群形成有效的控制作用,但茧期是相对薄弱的环节,各种天敌较多,寄生率和捕食率都较高,是影响种群动态的主导因子。

(2) 各种气候因子对祥云新松叶蜂种群动态影响的分析表明,温度是影响祥云新松叶蜂种群动态的主要气候因子,祥云新松叶蜂是一种高海拔分布类型,长期适应较低的温度环境,高温将增加其死亡率。

(3) 通常祥云新松叶蜂在高海拔危害重于低海拔,原因之一是由于低海拔温度高于高海拔,导致叶蜂死亡率较高。同一海拔高度上,阳坡重于阴坡,主要是因为阴坡植被较丰富,有利于茧期天敌,使阴坡死亡率大于阳坡。

(4) 对种群动态主导因子的分析说明,影响祥云新松叶蜂种群动态的主导因子是茧期死亡率,而茧期的死亡主要是由天敌引起的,气象因子及立地条件主要是通过影响天敌间接地影响祥云新松叶蜂。

(5) 由于祥云新松叶蜂生活史的特点,使得其种群波动强度和幅度都不大,一旦暴发,将持续数年。

(6) 祥云新松叶蜂在发生过程中死亡率虽然较高,但由于虫口基数大,产卵量高,抵抗天敌的能力强,种群密度仍可达到较高水平,而且影响种群动态的主导因子茧期天敌死亡率为逆密度制约,虫口密度超过一定界限,天敌控制不住叶蜂的发生。分析各虫期的死亡情况,小幼虫到大幼虫期间由于能有效地抵抗天敌,死亡率相对较低,如果在3~4龄期间用化学农药或高致病力的病菌进行有效的防治,使虫口密度降低到水平,剩余的虫口可以由茧期天敌加以控制,这样就可以有效地防治该种叶蜂。另外还可利用茧期天敌进行防治,所以今后应加强对叶蜂茧

期天敌及其利用方法的研究。

参 考 文 献

- 1 郭亨孝. 祥云新松叶蜂 *Neodiprion xiangyunicus* Xiao et Zhou. 见: 萧刚柔主编. 中国森林昆虫. 北京: 中国林业出版社, 1992, 1176 ~ 1178.
- 2 Hengxiao Guo. Spatial distribution of the early larvae and cocoons of the pine sawfly *Neodiprion xiangyunicus* (Xiao & Zhou) (Hym., Diprionidae) in China, and determination of an optimal population sampling programme. J. Appl. Ent., 1993, 115: 277 ~ 283.
- 3 南京农学院主编. 昆虫生态及预测预报. 北京: 农业出版社, 1985, 169 ~ 170.
- 4 Sylvio G Codella, Kenneth F Raffa. Defense strategies of folivorous sawflies. Chapter 10 in Sawfly Life History Adaptions to Woody Plants. London Sydney, Tokyo, Toronto. Academic Press Inc., 1992, 270 ~ 277.
- 5 张真, 周淑芷, 黄孝运, 等. 祥云新松叶蜂茧期天敌研究. 林业科学研究, 1995, 8(专刊): 58 ~ 62.
- 6 丁岩钦. 昆虫数学生态学. 北京: 科学出版社, 1994, 205 ~ 206.
- 7 Larsson S, Bjorkman C, Kidd N A C. Outbreaks in diprionid sawflies; why some species and not others? Chapter 17 in Sawfly Life History Adaptions to Woody Plants. London, Sydney, Tokyo, Toronto: Academic Press Inc., 1992. 453 ~ 483.

Study on Population Dynamics of *Neodiprion xiangyunensis*

Zhang Zhen Zhou Shuzhi Wang Hongbin

Abstract Studies in 1992 ~ 1995 show that the key factor influencing the population dynamics of *Neodiprion xiangyunensis* is its mortality in pupal stage, i. e. the function of natural enemies. The larvae can give off a substance called "altruism hormone" to prevent themselves from preying by predators, so there is scarcely any influence of predation on its population. The main factor influence the motality of larvae is temperature. Usually the higher the altitude, the higher the mortality, but when at the same altitude, the motality in sunny orientation is greater than that in shady orientation. Due to its feeding habits and high resistance to the natural enemies, the pest can cause great damages within several years once occurred.

Key words *Neodiprion xiangyunensis*, population dynamics, ecology factor

Zhang Zhen, Assistant Professor, Zhou Shuzhi, Wang Hongbin (The Research Institute of Forest Protection, CAF Beijing 100091).