

柳筒天牛幼虫为害特性与空间格局研究

孙鹏举, 骆有庆, 宗世祥*

(北京林业大学林木有害生物防治北京市重点实验室, 北京 100083)

摘要 柳筒天牛是为害沙柳根茎部的一种钻蛀性害虫,严重影响沙柳的生长。本文应用地统计学的方法分析了柳筒天牛幼虫的为害特性和空间格局。通过调查分析可知:柳筒天牛幼虫在单一蛀道内为害沙柳,其为害主要集中在沙柳基部,蛀道分布在地面以上10 cm处至地面以下5 cm处。柳筒天牛幼虫主要为害地径0.7~1.0 cm的沙柳,且多分布在沙丘底部和迎风沙丘。分析沙丘顶部和沙丘底部2块样地柳筒天牛幼虫的数量可知,柳筒天牛在沙丘底部为害率要高于沙丘顶部,幼虫出口密度分别达到(2.53±0.27)头/丛和(1.84±0.20)头/丛,且差异显著。柳筒天牛幼虫在沙丘顶部呈现聚集分布,在沙丘底部呈现随机分布。不同立地条件下的空间分布类型差异较为明显,但在两块样地内都呈现在某一特定区域内呈现大量聚集的现象。

关键词 柳筒天牛; 为害特性; 空间格局; 地统计学

中图分类号: S 433.5 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.0529-1542.2016.03.027

Damage characteristics and spatial distribution of *Oberea oculata* larvae

Sun Pengju, Luo Youqing, Zong Shixiang

(Beijing Key Laboratory for Forest Pest Control, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract *Oberea oculata* is a boring pest of *Salix gordejvii* roots, which seriously affects the growth of *S. gordejvii*. This study analyzed the damage characteristics and spatial distribution of *O. oculata* by using geostatistics method. Based on data analysis, *O. oculata* larvae focused on the base of *S. gordejvii* in a single tunnel, and the tunnels were distributed 10 cm above the ground and 5 cm underground. The damaged *S. gordejvii* diameter at ground was mainly 0.7–1.0 cm, which distributed at the bottom and top of the dune. By analyzing the quantity of *O. oculata* larvae in two woodlands, the damage percentage of *S. gordejvii* at the bottom of the dune was higher than at the top of the dune, and the *O. oculata* larval numbers at the bottom and top of the dune were (2.53±0.27) and (1.84±0.20) individuals per crowd, respectively, which was significantly different. *O. oculata* larvae at the top of the dune were aggregated distribution, while were random distribution at the bottom of the dune. Under different site conditions, the difference of spatial distribution in the two woodlands was obvious, but the aggregation points were observed in particular areas in the two woodlands.

Key words *Oberea oculata*; damage characteristic; spatial distribution; geostatistics

柳筒天牛[*Oberea oculata* (Linnaeus)]属鞘翅目(Coleoptera)天牛科(Cerambycidae)沟胫天牛亚科(Lamiinae),别名灰翅筒天牛、柳红颈天牛,异名*Cerambyx oculata* Linnaeus。在我国境内主要分布在黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、新疆和陕西等省份,国外主要分布在日本、朝鲜、蒙古、西伯利亚、中亚、欧洲等,寄主植物主要为杨柳科植物^[1]。该虫2年1代,对沙柳(也称黄柳)(*Salix gordejvii*)的危害主要以幼虫钻蛀沙柳枝干的基部进而根部,老熟化蛹前将沙柳从枝干基部咬断,每年10月到早春常造成林

地沙柳东倒西歪,严重影响沙柳的生长^[2]。至今为止,国内对柳筒天牛的研究主要集中在生物学方面^[2],国外的研究主要是针对柳筒天牛的分子生物学、与寄主植物的关系等^[3-4],有关其为害和生物生态学方面还未见报道,作者通过野外的系统调查,对柳筒天牛的为害特性及空间分布进行了系统的研究。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

样地位于毛乌素沙地南缘,在陕西省榆林市榆

收稿日期: 2015-05-06 修订日期: 2015-12-18

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划(2012BAD9B07)

* 通信作者 E-mail: zongsx@126.com

阳区境内(37°49′~38°58′N,108°58′~110°24′E),属于鄂尔多斯高原向黄土高原的过渡地区,植被类型属于从干草原向荒漠的过渡带。该区防风固沙的植物主要是沙柳。间有沙蒿、柠条等沙生植物。地形主要为起伏的沙地,土壤主要为风沙土。

1.2 研究方法

于2014年6月10日至7月10日在榆阳区马家兔村开展野外调查,在柳筒天牛为害较重的区域,选取沙丘顶部和沙丘底部(相差高度为5 m)2块20 m×30 m的标准样地,样地呈东西走向,样地内沙柳抚育方式一致,地形以起伏的沙丘为主,样地距离在100 m以上,并在每个样地设置3组重复。采取全面调查的方法,调查所有的沙柳,并将每丛受害沙柳位置记录在坐标纸上,对受害沙柳植株做好标记,带回实验室内进行解剖处理(共63株),详细记录柳筒天牛的数量、虫态及为害位置。

1.3 分析方法

半方差函数是研究区域化变量的主要工具,它被定义为变量 $Z(x_i)$ 和 $Z(x_i+h)$ 增量平方的数学期望,即区域化变量增量的方差^[5]。其计算公式为:

$$\gamma(h) = 1/2 N(h) \sum_{i=1,2}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i+h)]^2$$

式中, $\gamma(h)$ 为相对距离(h)的半方差函数值, $N(h)$ 是被 h 分割的数据对(x_i, x_i+h)的对数, $Z(x_i)$ 和 $Z(x_i+h)$ 分别是点 x_i 和 x_i+h 处样本的测量值, h 为两样点间的距离。本研究中的变量值为柳筒天牛幼虫密度(头/丛)。

半变异函数曲线图就是以 $\gamma(h)$ 对间隔距离(h)作的曲线图,然后,再用不同的模型进行拟合。通过3个参数来反映所研究对象的变异程度,其中,块金常数(C_0)是间隔距离为零时的截距,反映了变量内部随机性的可能程度;基台值(C_0+C)是达到平衡时的半变异函数值,反映变量的变化幅度;变程(A)是半变异函数值达到平衡时的间隔距离,反映了变量的影响范围。

GS+软件提供半方差分析功能,并将所得到的

函数值用一定的模型进行拟合,主要有球状模型、线性模型、指数模型、高斯模型等4种。在模拟过程中,不能忽视基本的生态学原理,以及物种所在的生境情况。在选取最佳拟合模型时,要考虑决定系数(R^2)、残差平方和(RSS)、空间变异比 $[C_0/(C_0+C)]$ 和变程(Range)的大小^[6],一般情况下,选择决定系数最大,残差平方和最小的模型作为拟合模型。

本文基于Surfer软件的克里格插值法来生成分布图,该图可以反映调查样点之间区域化变量的分布状况。克里格插值法是将任一个点的估计值通过该点影响范围内的 n 个有效样本值的线性组合得到。设 $Z(v)$ 为待估点的值,在该点附近有 n 个已知点 x_i ,其对应的观察值为 $Z(x_i)$,当获得了空间变量的半方差函数模型后,可通过它计算各 x_i 的权重 L_i ,用以表示各样点值 $Z(x_i)$ 对估计值 $Z(v)$ 的贡献,从而使变量的估计值在点 v 处的期望方差最小。待估点的值 $Z(v)$ 可由下面公式计算^[7]:

$$Z(v) = \sum_{i=1,2}^n L_i Z(x_i)$$

1.4 数据分析

基础数据统计用Excel(2013)软件完成,在初步统计的基础上,依据相关统计学原理,用SPSS 20.0软件做单因素方差分析。

2 结果与分析

2.1 柳筒天牛为害特性

柳筒天牛主要以幼虫钻蛀沙柳枝干的基部和根部进行为害,对其中63株受害沙柳进行解剖表明,单一蛀道内只有1头幼虫进行蛀食为害。通过对沙丘顶部和沙丘底部两个样地的调查结果(表1),沙丘顶部每丛沙柳最多有5个枝条受到为害,受害率为88.57%;沙丘底部每丛沙柳最多有6个枝条受到为害,受害率为92.11%,其中2年生沙柳占36.51%,多年生沙柳占63.49%。方差分析结果表明:柳筒天牛幼虫在沙丘顶部和沙丘底部沙柳上为害差异显著。

表1 柳筒天牛幼虫描述性统计分析结果¹⁾

Table 1 Descriptive statistical results of *Oberea oculata* larvae

样地 Plot	受害枝条数量/个 No. of injured branches				受害率/% Morbidity	F
	最大值 Maximum	最小值 Minimum	均值 Mean	标准差 SD		
沙丘顶部 Top of the dune	5	0	1.84	0.20	88.57	0.685 *
沙丘底部 Bottom of the dune	6	0	2.53	0.27	92.11	

1) * 表示在0.05水平差异显著。

* indicates significant difference at 0.05 level.

调查结果表明(图 1):柳筒天牛幼虫为害的沙柳主要分布在迎风沙丘、沙丘顶部和沙丘底部,分别占为害数的 32%、25%和 40%,背风沙坡为害数最低,占 3%。

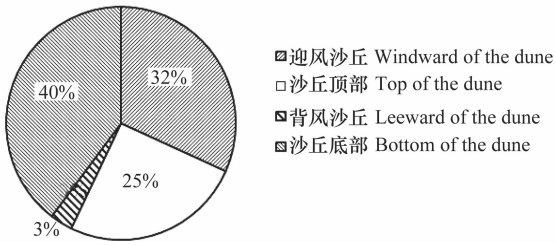


图 1 不同立地条件下受害沙柳百分率

Fig. 1 The percentage of damaged *Salix gordejvii* under different site conditions

2.2 柳筒天牛幼虫在沙柳上的分布

柳筒天牛幼虫主要分布在沙柳枝干基部和根部,多集中在枝干基部距地面 10 cm 和根部距地面 5 cm 范围内。通过解剖可知(图 2):蛀道最长为 23 cm,最短为 10 cm,各占 3.17%;蛀道长多为 15 cm,占 23.81%。成虫将卵多产在距地面 10~15 cm 处枝干上,产卵处的枝皮逐渐变黑干缩;幼虫孵化后,在韧皮部与木质部之间取食,排出红棕色粪便和木丝排到地表,据此很容易发现被害沙柳。

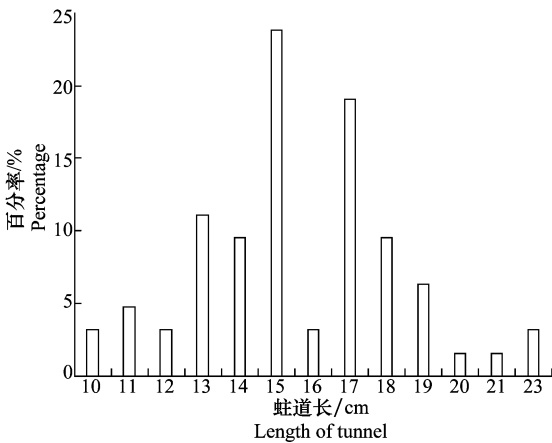


图 2 柳筒天牛幼虫不同蛀道长度分布百分率

Fig. 2 The percentage of *Oberea oculata* tunnel length

调查发现:柳筒天牛幼虫主要为害地径在 0.7~1.0 cm 的沙柳(图 3),占 63.49%。结合实地调查,这一阶段的沙柳长势较好,且多为平茬后 3 年生的沙柳枝条。

2.3 柳筒天牛幼虫的空间格局

2.3.1 沙丘顶部

将调查数据导入 GS+ 软件,分别选取指数模型、球状模型、高斯模型和线性模型对柳筒天牛幼虫的实际变异函数曲线图进行拟合,结果表明:指数模

型的残差值最小,决定系数最大;因此选择指数模型作为柳筒天牛幼虫变异函数的最佳拟合模型。

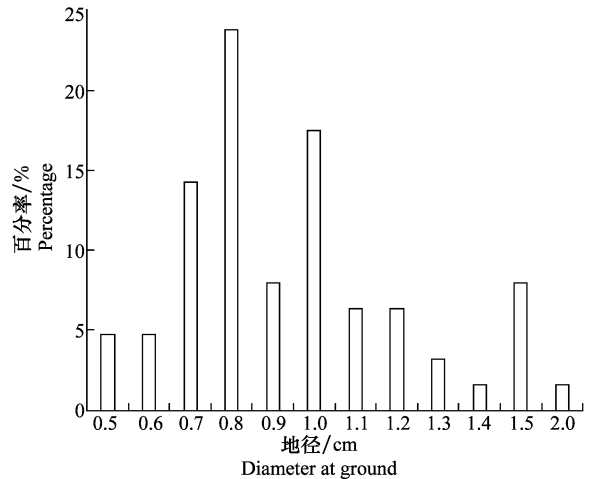


图 3 受害沙柳地径频率分布图

Fig. 3 Frequency distribution of damaged *Salix gordejvii* diameter at ground

指数模型的拟合结果(图 4)表明:柳筒天牛幼虫的空间依赖范围为 5.49 m,即在此距离范围内任意 2 个调查样点间的幼虫都具有一定的相关关系,表明柳筒天牛幼虫在空间上的分布具有连续性,其强度随着距离的增加而减小。变异函数图中拱高所占的比例为 0.828,表明总空间变异中有 82.8% 是由空间自相关现象产生的。

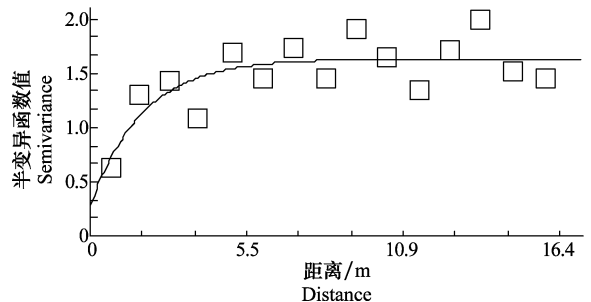


图 4 柳筒天牛幼虫的半变异函数曲线图

Fig. 4 Variogram of *Oberea oculata* larvae

从柳筒天牛幼虫分布的等值线与矢量叠加图(图 5)可知:柳筒天牛幼虫的空间分布具有较强的聚集性,其聚集中心主要分布在调查样地的不同区域,并由此向其他地方扩散。

2.3.2 沙丘底部

将调查数据导入 GS+ 软件,分别选取指数模型、球状模型、高斯模型和线性模型对柳筒天牛幼虫的实际变异函数曲线图进行拟合,结果表明:线性模型的残差值最小,决定系数最大;因此选择线性模型作为

柳筒天牛幼虫变异函数的最佳拟合模型。

线性模型代表的是随机分布,结合沙丘底部柳筒天牛幼虫分布的等值线与矢量叠加图(图 6)可知:在沙丘底部沙柳样地内柳筒天牛幼虫的空间分布主要集中在样地的西南区域,样地内其他地方有零星分布,这体现了柳筒天牛幼虫在沙丘底部样地内的随机分布特征。

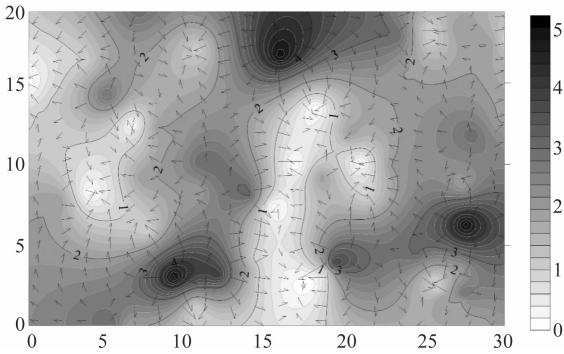


图 5 沙丘顶部柳筒天牛幼虫数量的等值线与矢量叠加图

Fig. 5 Overlay map of isoline and vector for *Oberea oculata* larvae at the top of the dune

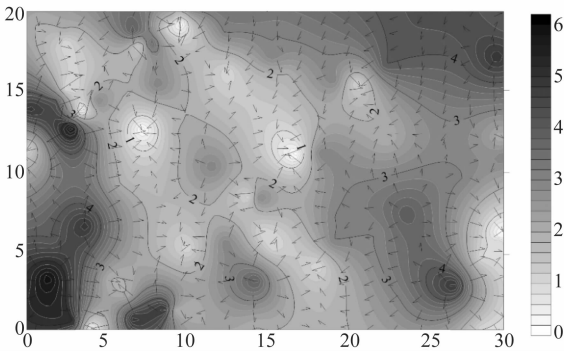


图 6 沙丘底部柳筒天牛幼虫数量的等值线与矢量叠加图

Fig. 6 Overlay map of isoline and vector for *Oberea oculata* larvae at the bottom of the dune

3 小结与讨论

柳筒天牛主要以幼虫蛀食为害沙柳,在单一枝条内,只有单一幼虫为害,其为害主要集中在沙柳基部,蛀道分布在地表以上 10 cm 至地表以下 5 cm 处。柳筒天牛幼虫主要为害地径 0.7~1.0 cm 的沙柳,且多分布在沙丘底部和迎风沙丘,这与沙柳生长年份有一定关系。从沙丘顶部和沙丘底部两块样地调查分析柳筒天牛幼虫的数量,沙丘底部柳筒天牛幼虫为害率高于沙丘顶部,且差异显著。柳筒天牛幼虫在不同立地条件下的空间分布差异较为明显,但在两块样地内都存在某一特定区域内大量聚集的现象。

在空间格局分析中,地统计学作为一种统计分析工具,其分析结果必须与害虫的生物学特性相符合,

否则分析无任何意义^[8]。本文结合不同立地条件分析了柳筒天牛幼虫的空间分布格局,可为调查和田间防治柳筒天牛幼虫提供理论依据。虽然在研究中我们发现柳筒天牛为害与沙柳的地径大小和分布位置有一定的关系,但是这种关系的具体情况还需要在下一步工作中深入研究。

柳筒天牛幼虫在样地内主要呈聚集分布,且在特定的区域内集中,这与沙柳的分布和长势有一定关系。块金值的产生主要是由于调查样地内沙柳受到牲畜破坏较严重,且人工抚育较差,很多沙柳已经枯死,造成生境破碎化。在分布规则的人工林中,用 GS+软件模型拟合效果较好,本试验中所得的最佳函数模型中, R^2 较小,这与样地内沙柳的不规则分布有直接关系。由于调查年限较短,调查样本数量有限,在接下来的研究中,要扩大调查范围,深入了解种群的时空动态,为有效预测和防治柳筒天牛提供有效帮助。

研究表明,柳筒天牛具有聚集为害的特性,为害发生时,造成沙柳枝条大面积枯死,严重影响了沙柳的生长,进而破坏了沙漠地区的生态环境。在防治上,鉴于沙柳复壮更新能力较强,且柳筒天牛主要以幼虫蛀蚀沙柳根部为害,并在特定范围内呈现聚集分布,所以每年秋季采取低平茬技术对沙柳进行平茬更新,可以有效地破坏柳筒天牛的越冬场所。

参考文献

- [1] 王直诚. 原色中国东北天牛志[M]. 长春:吉林科学技术出版社,2003.
- [2] 胡忠朗,陈孝达,王兆玺. 沙柳五种害虫的鉴别与记述[J]. 陕西林业科技,1982(1):82-86.
- [3] Georgiev G, Sakalian V, Ivanov K, et al. Insects reared from stems and branches of goat willow (*Salix caprea* L.) in Bulgaria [J]. Journal of Pest Science, 2004, 77(3):151-153.
- [4] Rožek M, Lachowska D, Petitpierre E, et al. C-bands on chromosomes of 32 beetle species (Coleoptera: Elateridae, Cantharidae, Oedemeridae, Cerambycidae, Anthicidae, Chrysomelidae, Attelabidae and Curculionidae)[J]. Hereditas, 2004, 140(3):161-170.
- [5] 王正军,李典谟,商晗武,等. 地统计学理论与方法及其在昆虫生态学中的应用[J]. 昆虫知识,2002,39(6):405-411.
- [6] 李海滨,王政权,王庆成. 空间异质性定量研究理论与方法[J]. 应用生态学报,1998,9(6):93-99.
- [7] 潘杰,王涛,宗世祥,等. 红脂大小蠹种群空间格局地统计学分析及抽样技术[J]. 生态学报,2011,31(1):195-202.
- [8] 宗世祥,骆有庆,许志春,等. 沙棘木蠹蛾卵和幼虫空间分布的地统计学分析[J]. 生态学报,2005,25(4):831-836.

(责任编辑:杨明丽)