

栎树林分因子与栗山天牛危害程度的风险分析

唐艳龙¹, 姜 静¹, 杨忠岐^{1*}, 王小艺¹, 孙光翼², 吕 军³

(1. 中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所; 国家林业局森林保护学重点实验室, 北京 100091;
2. 吉林省磐石市取柴河林场, 吉林 磐石 132303; 3. 辽宁宽甸县森林病虫害防治站, 辽宁 宽甸 118200)

摘要:研究了13个与栗山天牛危害程度有关的林分因子,并对这些林分因子与栗山天牛危害林地有虫株率进行逐步回归分析,从中筛选出林地坡位、栎树胸径和主林层郁闭度3个关键因子。结果表明:栗山天牛危害林地有虫株率(y)与坡位(x_1)和胸径(x_6)呈显著正相关关系,与主林层郁闭度(x_4)呈显著负相关关系,依此建立多元回归模型: $y = 0.0712 + 0.6918x_1 - 0.5074x_4 + 0.5613x_6$,经检验,平均差异程度为0.1742。因此,可用该模型对栗山天牛危害程度进行风险评估。

关键词:栎属; 栗山天牛; 林分因子; 风险评估

中图分类号: S763 文献标识码: A

Oak Stand Description Factors and Risk Assessment of Harm Extent of *Massicus raddei* (Coleoptera: Cerambycidae)

TANG Yan-long¹, JIANG Jing¹, YANG Zhong-qi¹, WANG Xiao-yi¹, SUN Guang-yi², LV Jun³

(1. Research Institute of Forest Ecology, Environment and Protection, Chinese Academy of Forestry; Key Laboratory of Forest protection of State Forestry Administration, Beijing 100091, China; 2. Quchaihe Forestry Center, Panshi 132303, Jilin, China;
3. Kuandian Forest Pest & Disease Control Station, Kuandian 118200, Liaoning, China)

Abstract: Thirteen stand description factors affecting the harm extent of *Massicus raddei* was studied, and by stepwise regression analysis, three key factors, slope position, DBH and crown density, were selected. The results showed that there was a significant negative correlation between the crown density and the ratio of infected oaks, and a significant positive correlation existed between the other two key factors and the ratio of infected oaks. Using these three key factors, a multiple regression model was established for risk analysis of the harm extent of *Massicus raddei*. The average difference degree was 0.1742, so the model is suitable for risk assessment of the harm extent of the pest.

Key words: *Massicus raddei* (Blessig); Stand description factors; Regression analysis

栗山天牛(*Massicus raddei* (Blessig))以幼虫在栎类树木的韧皮部和木质部钻蛀危害,轻者导致树势衰弱,重者造成木材丧失工艺价值,只能作为劣质薪碳材^[1]。近十多年来,栗山天牛在我国东北林区爆发成灾,造成东北林区大面积以辽东栎(*Quercus*

liaotungensis Koidz)、蒙古栎(*Q. mongolica* Fischer)为主的天然栎树林严重受害,大大降低了该林区的生态效益和社会效益。栗山天牛国外分布于日本、朝鲜和俄罗斯等^[1]。在我国大多数省份均有分布,目前以吉林、辽宁和内蒙(赤峰市)危害最甚^[2],已

收稿日期: 2010-10-08

基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划项目(2006BAD08A12); 科技部公益研究项目(2004DIB4J166)

作者简介: 唐艳龙(1982—),男,湖北长阳人,博士研究生,研究方向为森林昆虫生态与害虫生物防治. E-mail: woniu1127@yahoo.com.cn.

* 通讯作者: 教授,博导. E-mail: yzhqi@caf.ac.cn.

成为东北林区栎树的头号森林害虫^[3]。

近年来,栗山天牛的发生和危害一直呈逐渐加重的趋势,东北大部分林地受害严重^[2],虽然采取了一些防治措施,但其种群数量仍在增加^[2]。究其原因,除了栗山天牛自身有强大的增殖潜能外,还与林分的树种组成、气候条件、地势、地形、地被物和天敌等森林生物群落状况及人为因素密切相关^[4]。关于栗山天牛发生与环境的关系,赫传杰等^[5]、谢振东等^[6]、孙家礼等^[7]研究指出,其主要危害山脊、上坡和阳坡的栎树。为了了解栗山天牛发生和危害程度与环境的关系,找出影响其发生危害的主要林分因子。作者对多个林区及多个林分因子进行了调查及分析,从中筛选出几个主要影响栗山天牛危害程度的关键因子。

1 研究方法

1.1 样地选择

2010年5—7月,根据栗山天牛发生和危害的不同情况,在辽宁省宽甸县大西岔镇(40°44.838' N,125°11.616' E,海拔461 m)和步达远镇(40°54.162' N,125°22.184' E,海拔395 m)、辽宁省凤城市边门镇(40°17.598' N,124°04.477' E,海拔228 m)、吉林省磐石市取柴河林场(43°26.918' N,126°15.366' E,海拔436 m)、吉林省梅河口市鸡冠山林场(42°11.583' N,125°30.183' E,海拔476 m)和内蒙古宁城县坤头河林场(41°39.555' N,118°44.666' E,海拔1 041 m),选择栗山天牛不同危害程度的栎树林设立调查样地,每个样地面积为0.067 hm²,其

中,辽宁宽甸大西岔镇选择7个,步达远镇选择6个,其余地点各选择8个,共计45个样地^[8-9]。前5个调查林区均属于温带半湿润季风气候区,年均降水量800~1 000 mm,只有宁城县调查林区属于温带半干旱季风气候区,年均降水量约500 mm。辽宁省的3个调查地区主要树种是辽东栎,吉林2个调查林区主要树种是蒙古栎,宁城县调查林区为混交林,主要是蒙古栎和落叶松混交。

1.2 调查方法

在林分踏查的基础上,进行详查。调查时,详细记载坡位、坡向、坡度、主林层郁闭度、林龄、土层厚度、林下植被盖度(灌木和草本层的总盖度)、杂灌高度、每公顷株数和枯腐层厚度(枯枝落叶层和腐殖质层)等因子^[8-11]。在每个样地内,采用对角线抽样法,随机抽取10株栎树,分别测其树高、胸径和冠幅,取其均值,并调查这10棵树上的排粪孔数(中上部用望远镜观察),计算出有虫株率^[8-9]。

1.3 数据量化与处理

各林分因子及其代号见表1。对于定性记载的环境因子: X_1 和 X_2 ,采用等级数量化处理,如坡位,取“山脊”=4,“上坡位”=3,“中坡位”=2,“下坡位”=1;坡向,取“阳坡”=3,“半阴半阳坡”=2,“阴坡”=1^[8-9]。用公式: $x = \frac{x_i^a}{x_{i\max}}$ ($i = 1, 2 \dots 13; a = 1, 2 \dots 45$)对数据进行无量纲化处理,即每一列的数据除以该列中的最大值^[12-13]。采用SPSS11.5统计分析软件进行逐步回归和方差分析。

表1 林分因子、代号及均值

代号	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}	Y
林分因子	坡位	坡向	坡度/ (°)	主林层 郁闭度	平均树 高/m	平均胸 径/cm	平均冠 幅/m	林龄/ a	林下植被 盖度/%	土壤厚 度/cm	林分密度/ (株·hm ⁻²)	枯腐层 厚度/cm	平均杂 灌高/m	有虫株 率/%
均值	2.3	2.1	18.5	0.7	12.2	24.4	5.2	63.4	59.5	122.0	633	6.0	50.5	49.1

2 结果与分析

2.1 根据各变量的偏相关系数确定关键因子

将各变量与栗山天牛危害林地有虫株率进行逐

步回归分析,计算出各自变量的偏相关系数,并进行t检验,结果见表2^[8-9,13]。

偏相关系数最大的林分因子是 X_1 ,即坡位,其偏相关系数为0.510,其次是 X_4 和 X_6 ,即主林层郁

表2 各自变量的偏相关系数及t检验结果

项目	变量												
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}
偏相关系数	0.510	0.156	0.249	-0.448	-0.356	0.487	-0.055	0.197	0.023	-0.195	0.160	0.250	0.048
P值	0.002	0.387	0.162	0.009	0.052	0.004	0.761	0.273	0.900	0.278	0.373	0.161	0.793

闭度和平均胸径,偏相关系数为 -0.448 和 0.487 ,其中,坡位和平均胸径与有虫株率呈正相关关系,主林层郁闭度与有虫株率呈负相关关系。 t 检验结果表明:这3个因子与有虫株率的关系均达到了显著水平。因此,选择这3个因子做为风险评估的关键因子^[9-10]。

2.2 栗山天牛危害程度与关键因子的分析

2.2.1 栗山天牛有虫株率与被害林地坡位的关系

经计算得出的栗山天牛有虫株率(y)与被害林地坡位(x)的回归方程式为: $y = 26.235x - 11.522$ 。对方程进行 F 检验,结果表明:相关性达到了极显著水平($F = 75.76$, $df = 1, 44$, $P = 0.0001$),即山脊和上坡位的栎树受害更重,而下坡位的栎树受害较轻(图1)。在调查的45个样地中,有虫株率大于80%的13个样地全部位于上坡位或山脊,中坡位受害最重的有虫株率约70%;而位于下坡位的13个样地,平均有虫株率只有13.1%,受害最重的有虫株率只有30%,其中5个样地有虫株率为0。

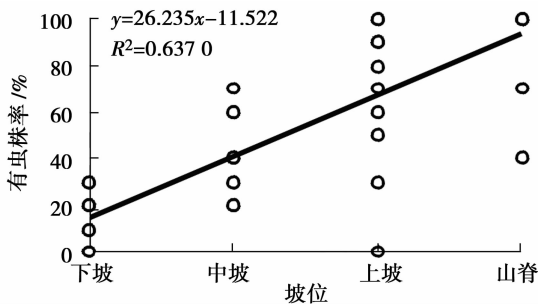


图1 栗山天牛有虫株率与被害林地坡位的关系

2.2.2 栗山天牛有虫株率与被害林地主林层郁闭度的关系

经计算得出的栗山天牛有虫株率(y)与被害林地主林层郁闭度(x)的回归方程式为: $y = -145.4x + 151.05$ 。对方程进行 F 检验,结果表明:相关性达到了极显著水平($F = 68.61$, $df = 1, 44$; $P = 0.0001$),即主林层郁闭度越大的栎树林受害越轻(图2)。在调查的45个样地中,有虫株率大于80%

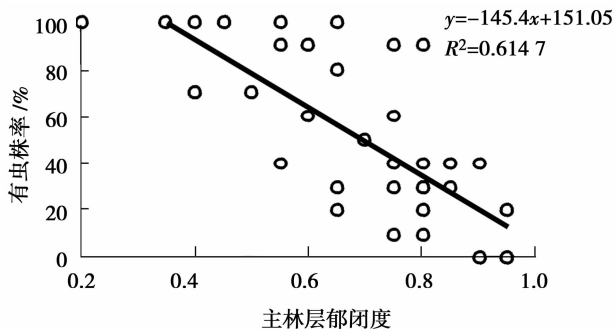


图2 栗山天牛有虫株率与被害林地主林层郁闭度的关系

的13个样地中,平均主林层郁闭度只有0.54,其中有5个样地郁闭度小于0.5,最小的仅0.2;而有虫株率小于30%的19个样地中,平均主林层郁闭度为0.84,其中,最小的约0.65,最大的接近1。

2.2.3 栗山天牛有虫株率与被害林地栎树平均胸径的关系

经计算得出的栗山天牛有虫株率(y)与被害林地栎树平均胸径(x)的回归方程式为: $y = 3.5167x - 36.699$ 。对方程进行 F 检验,结果表明:相关性达极显著水平($F = 24.77$, $df = 1, 44$; $P = 0.0001$),即平均胸径越大的栎树林受害越重(图3)。在调查的45个样地中,有虫株率大于80%的13个样地中,平均胸径为29.44 cm,其中有5个样地平均胸径大于30 cm,最小的亦有21.3 cm;而有虫株率小于30%的19个样地中,平均胸径只有21.33 cm。

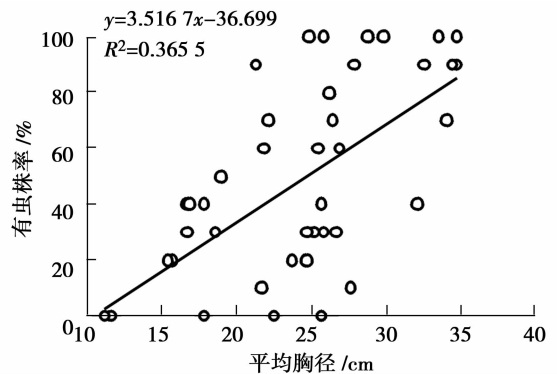


图3 栗山天牛有虫株率与被害林地栎树平均胸径的关系

2.3 建立多元线性回归模型

应用坡位(x_1)、主林层郁闭度(x_4)和平均胸径(x_6)3个关键因子建立与栗山天牛危害林地有虫株率(y)的回归模型为: $y = 0.0712 + 0.6918x_1 - 0.5074x_4 + 0.5613x_6$ 。经 F 检验,该预测模型达极显著水平($F = 59.98$, $df = 3, 41$; $P = 0.0001$)。因此,应用该模型对栗山天牛的发生进行风险评估是可靠的^[9-10]。

2.4 风险评估

利用45个样地的调查资料,对多元线性回归模型 $y = 0.0712 + 0.6918x_1 - 0.5074x_4 + 0.5613x_6$ 的预测效果进行检验,即将调查数据代入回归模型,得出栗山天牛危害林地有虫株率预测值,计算出差异程度(表3)^[9]。

表3表明:大多数样地的预测值差异程度小于0.2,平均差异程度为0.1742,表明预测值的准确性较高。对栗山天牛危害林地有虫株率的实测值与方程的预测值进行方差分析,发现二者之间差异值极

小($F=0, df=1, 89; P=0.9999$), 因此, 可以用该模型对栗山天牛发生和危害程度进行预测和风险评估。在实际工作中, 可以根据模型中所要求的3个

主要林分因子进行实地调查, 将调查的数据作为参数, 代入该模型, 对林分的栗山天牛危害程度进行风险评估。

表3 栗山天牛危害林地有虫株率实测值、预测值及差异程度

样地号	有虫株率 实测值/%	有虫株率 预测值/%	差异 程度	样地号	有虫株率 实测值/%	有虫株率 预测值/%	差异 程度	样地号	有虫株率 实测值/%	有虫株率 预测值/%	差异 程度
1	100	109.06	0.091	16	40	45.56	0.139	31	50	52.19	0.044
2	100	86.97	0.130	17	0	15.08	-	32	20	38.77	0.939
3	0	-7.58	-	18	90	74.91	0.168	33	10	29.00	1.900
4	0	29.02	-	19	30	39.58	0.319	34	30	46.36	0.545
5	70	85.23	0.218	20	0	17.92	-	35	20	45.33	1.267
6	60	50.85	0.153	21	90	82.44	0.084	36	10	16.63	0.663
7	30	32.74	0.091	22	100	98.69	0.013	37	0	5.14	-
8	70	63.14	0.098	23	100	77.83	0.222	38	100	81.69	0.183
9	0	10.13	-	24	40	25.99	0.350	39	90	61.24	0.320
10	30	26.02	0.133	25	20	-0.93	1.047	40	60	45.00	0.250
11	100	107.23	0.072	26	90	61.41	0.318	41	30	21.64	0.279
12	40	53.84	0.346	27	40	23.48	0.413	42	80	66.67	0.167
13	70	92.62	0.323	28	20	-1.42	1.071	43	40	43.06	0.077
14	100	108.39	0.084	29	30	23.32	0.223	44	20	21.64	0.082
15	90	82.20	0.089	30	40	59.69	0.492	45	60	62.22	0.037

注: 差异程度 = |实测值 - 预测值| / 实测值。

3 小结与讨论

害虫的发生与环境因子关系密切, 栗山天牛亦不例外^[14]。本研究表明: 栗山天牛危害林地有虫株率与坡位、栎树胸径及主林层郁闭度均有显著的相关性。虽然单个因子并不能决定害虫的发生, 但在这些因子的综合作用下, 给栗山天牛的发生和危害提供了有利的环境条件^[14]。栗山天牛大多数发生最为严重的林地均分布在山脊或上坡位, 而且栎树的胸径普遍较大(26 cm左右)。树龄较大的植株一般树势趋于衰弱, 出现较多的侧枝枯死^[7], 同时由于土壤和水分的影响, 其它树种在这些环境条件下生长困难, 几乎为栎树纯林, 导致林间郁闭度较低, 这些因素的综合作用, 使栗山天牛虫口数量增大, 往往爆发成灾; 而在下坡位和山谷, 栎树长势很好, 抗性较强, 同时伴生有大量其它的阔叶树种, 如核桃楸(*Juglans mandshurica* Maxim)等, 林间郁闭度很高, 这些林地的栎树几乎不受害或者受害较轻, 没有死树的情况发生, 即使是在同一林区亦是如此。

调查发现: 位于中下坡的栗山天牛, 在同一发育时期, 幼虫个体比上坡位的小, 这极有可能是上坡位和山脊的林地郁闭度小, 阳光比较充足, 导致温度较高, 因此, 春季, 上坡位的天牛比中下坡位的更早开

始取食, 而秋季更晚进入越冬, 导致个体相对更大, 而这无疑将在成虫期的竞争中占有优势; 而中下坡位更大的郁闭度也间接导致了更高的湿度, 这也增加了害虫感染病菌的几率^[2,7]。不过, 这只是作者在调查过程中的一种感性认识, 因此, 栗山天牛的发生和小气候的关系是今后需要进一步研究的问题。

害虫具有很强的适应能力^[8]。调查中发现: 有一些林区上坡位和山脊的栎树死亡率很高, 有的甚至高达90%, 导致栗山天牛的危害出现下移趋势, 山坡中部的栎树受害也开始严重起来, 但虫口密度呈下降趋势; 而在一些大树基本被砍伐或死亡的林区, 胸径较小的栎树也开始受害, 在内蒙古城县就发现有栗山天牛危害胸径在12~15 cm的栎树, 但种群密度较低。这进一步说明, 只有环境因子最适合栗山天牛发生的林区, 才会导致害虫的大爆发, 而不利于栗山天牛生存的林区, 虽然害虫仍然存在, 但不会造成害虫的爆发成灾。对适合栗山天牛发生的林区进行改造, 例如伐除山脊或上坡位受害较重的栎树, 让小树自然或人工更新, 或营造混交林, 增加林间郁闭度和湿度等, 将大大降低害虫的种群数量。

另外, 对天牛这类营隐蔽生活的害虫, 进行以生物防治为主的综合治理已成为最重要的控制方法之一^[3]。栗山天牛的生物防治, 应根据其发生特点来

释放天敌。在释放天敌的时候,应在天牛发生较严重的林地内重点释放,以发挥天敌的可持续控制作用。

参考文献:

- [1] 孙永平. 栗山天牛防治技术[M]. 沈阳:辽宁科学技术出版社,2001
- [2] 唐艳龙,杨忠岐,魏建荣,等. 栗山天牛研究进展[J]. 中国森林病虫, 2010,29(3):12-17
- [3] 杨忠岐. 利用天敌昆虫控制我国重大林木害虫研究进展[J]. 中国生物防治, 2004,20(4):221-227
- [4] 张执中. 森林昆虫学[M]. 北京:中国林业出版社,1997
- [5] 赫传杰,牟智慧,杨金铭,等. 栗山天牛发生与林分因子的关系研究[J]. 中国森林病虫,2008,27(5):11-12
- [6] 谢振东,张绪成,张佩勇,等. 栗山天牛生物学特性的研究[J]. 吉林林业科技, 1999,41(4):1-3
- [7] 孙家礼,孙光冀,董小宁,等. 栗山天牛的生物学特性及生物防治技术[J]. 辽宁林业科技, 2010(4):5-7, 11
- [8] 彭龙慧,许永青,唐艳龙,等. 林分因子与萧氏松茎象危害程度的关系[J]. 江西农业大学学报, 2009,29(5):746-750
- [9] 陈华盛,马茂林,张国林,等. 林分结构与松毛虫种群动态相关研究[J]. 林业科学研究, 1995,8(专刊):78-81
- [10] 丛秀玉. 油松林下植物与松毛虫危害程度相关性的研究[D]. 北京:北京林业大学,1998
- [11] 张忠和,谢开力,曹葵光,等. 华山松木蠹象发生与环境的关系研究[J]. 林业科学, 1999,35(3):71-75
- [12] 张孝羲. 昆虫生态及预测预报[M]. 北京:农业出版社,1985
- [13] 贾乃光. 数理统计[M]. 2版. 北京:中国林业出版社,1993
- [14] 孙儒泳. 动物生态学原理[M]. 北京:北京师范大学出版社,1992