

立地和林分因子对舞毒蛾虫口密度的影响

程立超,迟德富^{*}

(东北林业大学 林学院,黑龙江 哈尔滨 150040)

摘要:调查 2011—2013 年中国黑河地区舞毒蛾监测样地的立地和林分因子,分析立地和林分因子及生物多样性指数对舞毒蛾平均虫口密度的影响。结果表明,舞毒蛾平均虫口密度以下坡位立地条件下的显著高于上坡位的;阴坡的显著高于其他的;平坡的显著高于缓坡、斜坡的;海拔 301~400 m 显著高于 401~500 m;林分郁闭度 0.5、0.6 和 0.7 显著高于郁闭度 0.8;蒙古栎的所占比例 >60% 的最高,0~29% 次之,30%~59% 最低。上坡位、阳坡、斜坡、海拔 401~500 m、郁闭度 0.8,蒙古栎所占比例 30%~59% 条件下,舞毒蛾平均虫口密度最小。坡位、坡向对舞毒蛾的平均虫口密度呈正向影响,坡度、海拔、郁闭度、蒙古栎所占比例、Simpson 指数、Shannon-Wiener 指数对舞毒蛾的平均虫口密度呈负向影响。

关键词:舞毒蛾;立地因子;林分因子;生物多样性;平均虫口密度

中图分类号:S763.42 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-7461(2017)06-0224-04

Effects of Site and Stand Factors on the Average Population Density of *Lymantria dispar*

CHENG Li-chao, CHI De-fu^{*}

(Department of Forestry, Northeast Forestry University, Harbin, Heilongjiang 150040, China)

Abstract: Site and stand factors in monitored sample plots of *Lymantria dispar* occurring in Heihe area of northern China were investigated from 2011 to 2013. Effects of these factors and the biodiversity index on average population density (APD) of *L. dispar* were analyzed. One-way analysis of variance (ANOVA) and Turkey tests were adopted for the analysis. The results showed that the APD in down segment of hill slope was significantly higher than that in up segment; significantly higher in shady aspect than in other aspects; significantly higher in flat slope than gentle slope; significantly higher in the elevation of 301—400 m than in above 401—500 m; significantly higher in the forests with canopy densities of 0.5, 0.6 and 0.7 than of 0.8. For *Quercus mongolica* forest, the APD was the highest in the forest in which the proportion of *Q. mongolica* was 60%, followed by the proportion of 0—29%, and lowest for 30%—59%. The APD was the lowest in upper slope, sunny aspect, steep slope, elevation 401—500 m, canopy density 0.8, and *Q. mongolica* forest with the proportion of 30%—59%. Slope position and aspect demonstrated positive impact on APD, while gradient, elevation, canopy density, proportion of *Q. mongolica*, Simpson index and Shannon-Wiener index demonstrated negative impact.

Key words:*Lymantria dispar*; site factor; stand factor; biodiversity index; average population density

舞毒蛾(*Lymantria dispar*)属鳞翅目(Lepidoptera)毒蛾科(Lymantridae)昆虫,分布于我国东北、内蒙古、陕西、青海、新疆、山东、湖北、江苏、台湾

等大部分地区,国外分布于日本、朝鲜、欧洲及美洲^[1]。有关欧洲型舞毒蛾气味受体、林分因子与舞毒蛾危害程度的风险评估、舞毒蛾触角感器超微结

收稿日期:2017-01-23 修回日期:2017-05-25

基金项目:国家自然科学基金(31370649);黑龙江省科技攻关项目(GA09B201-05)。

作者简介:程立超,女,在读博士,研究方向:昆虫化学生态。E-mail:chenglichao345@163.com

* 通信作者:迟德富,男,教授,研究方向:昆虫化学生态。E-mail:chidefu@126.com

构、几丁质酶基因对舞毒蛾蜕皮的影响等方面已有相关报道^[2-5]。黑龙江黑河地区舞毒蛾最早发现于1983年,1996年至1997年大发生,单株虫口密度上千头,树叶全部被吃光。2011—2013年调查该害虫林分内的立地和林分因子,计算生物多样性指数,分析其对舞毒蛾平均虫口密度的影响,为调控舞毒蛾种群密度提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

研究区位于黑龙江黑河市,地处大兴安岭东部,小兴安岭北部。属中高纬度,寒温带大陆性季节气候。黑河境内林木种类繁多,以柞(*Xylosma*)、桦(*Betula*)、杨(*Populus*)、落叶松(*Larix gmelinii*)等为主,1949年前,无暴发性林业有害生物造成灾害的历史,但孕育着林业有害生物灾害的隐患。1949年后,营造了落叶松、杨树等大面积人工纯林和针阔、针叶人工混交林,给林业有害生物的发生发展创造了有利生境。

1.2 研究方法

1.2.1 标准地的设置和立地因子及林分因子调查方法 样地布设在黑河市舞毒蛾发生固定监测处,样地22个。2011—2013年,舞毒蛾幼虫期调查样地的立地因子、林分因子及舞毒蛾虫口密度。

标准地设置及坡位、坡度、海拔、郁闭度、蒙古栎所占比例测量参照程立超^[6]等方法;坡向参照魏雅玲^[7]等的方法进行测量。将海拔划分201~300(含300)m、300~400(含400)m、400~500(含500)m进行分析;将郁闭度0.36~0.45记作0.4,0.46~0.55记作0.5,0.56~0.65记作0.6,0.66~0.75记作0.7,0.76~0.85记作0.8进行分析。

1.2.2 虫口密度的调查 虫口密度调查参照程立超^[8]等方法。以2011年、2012年、2013年虫口密度平均值±标准差记舞毒蛾幼虫虫口密度。

1.2.3 数据统计分析 计算木本植物生物多样性 Simpson指数和 Shannon-Wiener 指数^[9-11]。采用 Microsoft Excel 2007 记录和整理外业调查数据,SPSS(SPSS19.0 for Windows)对内业数据进行显著性和相关性分析。单因素方差分析结合 Tukey 检验对舞毒蛾平均虫口密度进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 立地因子对舞毒蛾平均虫口密度的影响

不同立地因子即坡位、坡向、坡度、海拔高度对舞毒蛾的平均虫口密度影响显著($P<0.05$,图1),

其中,下坡位的虫口密度显著高于上坡位,下坡位和中坡位的虫口密度间差异不显著,上坡位和中坡位之间差异不显著;阴坡林分内舞毒蛾的平均虫口密度显著地高于其他坡向;平坡(坡度 $<5^\circ$)林分内舞毒蛾的平均虫口密度显著地高于缓坡($5^\circ \leqslant$ 坡度 $<15^\circ$)和斜坡($15^\circ \leqslant$ 坡度 $<25^\circ$),缓坡和斜坡之间差异不显著;300~400 m 海拔高度的林分内舞毒蛾的平均虫口密度显著高于 400~500 m 海拔;200~300 m 海拔高度和 300~400 m 海拔高度之间的差异不显著,200~300 m 海拔高度和 400~500 m 海拔高度之间的差异不显著。

2.2 林分因子对舞毒蛾平均虫口密度的影响

不同林分因子即郁闭度和蒙古栎所占比例对舞毒蛾的平均虫口密度影响显著($P<0.05$,图2)。其中,舞毒蛾的平均虫口密度在郁闭度0.5、0.6和0.7的林分内显著地高于郁闭度0.8的林分,郁闭度0.4和郁闭度0.7的林分内舞毒蛾的平均虫口密度无显著性差异,郁闭度0.4和郁闭度0.8的林内舞毒蛾的平均虫口密度也无显著差异;舞毒蛾的平均虫口密度,蒙古栎所占比例60%以上的林分显著高于蒙古栎所占比例0~29%和30%~59%的林分,蒙古栎所占比例0~29%的林分舞毒蛾平均虫口密度显著地高于蒙古栎所占比例30%~59%的林分。

2.3 立地因子和林分因子及生物多样性指数与舞毒蛾平均虫口密度的相关性

立地和林分因子对舞毒蛾平均虫口密度影响不显著($P>0.05$,表1)。各因子单独存在时,均非影响舞毒蛾平均虫口密度的主要因素。

对坡位、坡向、坡度、海拔、郁闭度、蒙古栎所占比例, Simpson 指数、Shannon-Wiener 指数对舞毒蛾平均虫口密度影响的主成分分析显示(表2),8个主成分的特征值,最大2.381,最小0.133,前5个主成分累计含有原始8个变量近88.655%的信息量,取5个主成分,SPSS 进行计算,得出主成分因子得分与特征值。将8个变量作为自变量,将得到的主成分因子得分与特征值的计算结果作为因变量,作最小二乘回归,得到主成分回归方程: $Y=87.583+5.886X_1+0.964X_2-4.704X_3-8.908X_4-6.157X_5-0.617X_6-8.082X_7-0.643X_8$ 。

坡位、坡向对舞毒蛾的平均虫口密度呈正向影响,坡度、海拔、郁闭度、蒙古栎所占比例、Simpson 指数、Shannon 指数对舞毒蛾的平均虫口密度呈负向影响。海拔和生物多样性 Simpson 指数的相对系数较大,是8个单一因子同时存在时对舞毒蛾平均虫口密度影响最大的因子。

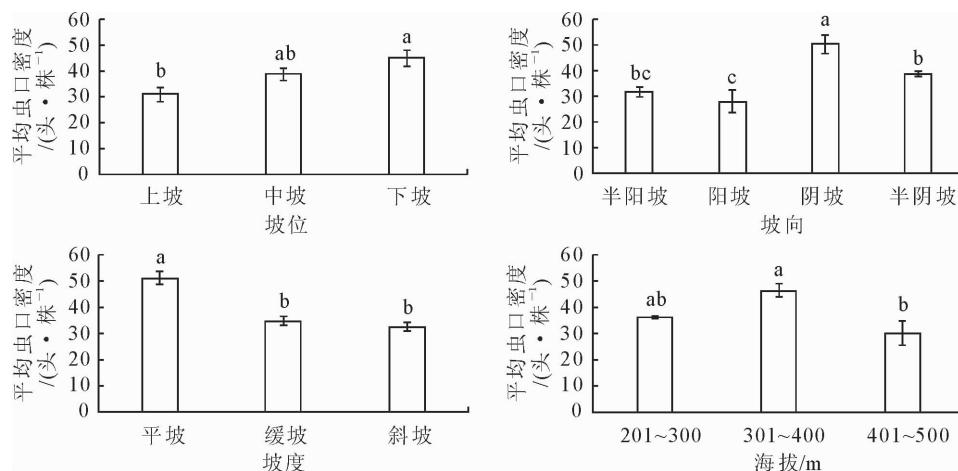


图 1 不同立地因子舞毒蛾平均虫口密度

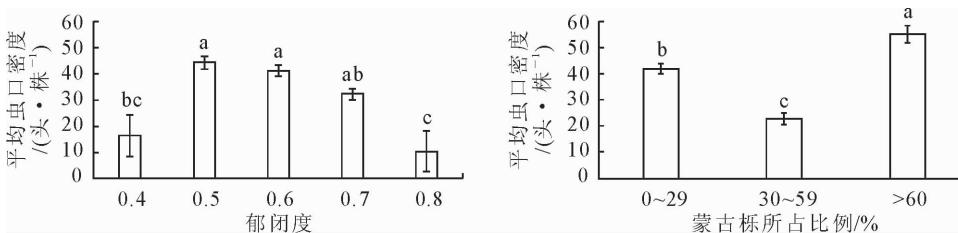
Fig. 1 Influence of different site factors on the average population density of *Lymantria dispar*

图 2 不同林分因子舞毒蛾平均虫口密度

Fig. 2 Influence of different stand characteristics on the average population density of *L. dispar*

表 1 单一变量与舞毒蛾平均虫口密度的相关性

Table 1 Correlation analysis of single variable and *L. dispar* average population density

模型	系数	T 值	P 值	模型	系数	T 值	P 值
常数	24.315	1.733	0.099	常数	49.478	2.861	0.010
坡位 X_1	7.111	1.053	0.305	郁闭度 X_5	-3.872	-0.678	0.505
常数	28.265	2.554	0.019	常数	42.890	8.270	0.000
坡向 X_2	3.979	0.996	0.331	蒙古栎所占比例 X_6	-1.409	-1.846	0.080
常数	58.218	3.698	0.001	常数	55.535	3.376	0.003
坡度 X_3	-10.479	-1.331	0.198	Simpson 指数 X_7	-7.472	-1.100	0.284
常数	55.364	3.915	0.001	常数	40.925	7.494	0.000
海拔 X_4	-12.578	-1.286	0.213	Shannon-Wiener 指数 X_8	-0.755	-1.022	0.319

** 常数指自变量系数。

表 2 舞毒蛾的主成分分析变量

Table 2 Explanation table for principal component variables of *L. dispar*

主成分	特征值	贡献率/%	累计贡献率/%
坡位 X_1	2.381	29.762	29.762
坡向 X_2	1.616	20.195	49.957
坡度 X_3	1.467	18.332	68.289
海拔 X_4	1.067	13.334	81.623
郁闭度 X_5	0.563	7.032	88.655
蒙古栎所占比例 X_6	0.471	5.888	94.543
Simpson 指数 X_7	0.304	3.794	98.337
Shannon-Wiener 指数 X_8	0.133	1.663	100.000

3 结论与讨论

生物多样性与生态系统功能关系的研究是当前生态学研究领域热点问题之一^[12-14]。采取增加生物

多样性的方法稳定和提高毛竹(*Phyllostachys pubescens*)林分中的捕食性的竹盲走螨(*Typhlodromus bambusae*)的种群数量,进而有效地控制竹裂爪螨(*Stigmaeopsis nanjingensis*)的危害^[15]。对于比较简单的生态系统可以通过生境管理的方式来增加生态系统的复杂性,为天敌提供更多的栖息地和替代食物,从而增加天敌的控制能力,进而缓解入侵节肢动物的危害^[16]。在苹果、梨和桃园中采用增加植物多样性的方法来控制有害生物种群,在统计 30 个案例中,有 16 个案例取得了良好效果^[17]。在欧洲赤松(*Pinus sylvestris*)纯林中引入山毛榉(*Fagus sylvatica*)和无梗栎(*Quercus petraea*)会显著地提高植食性害虫的寄生性天敌的种类和种群数量,进而提高天敌对害虫的控制能力^[18]。

阴坡林分舞毒蛾平均虫口密度显著高于其他坡向,按照林业有害生物发生及成灾标准 LY/T1681-2006 属于中度发生,分析原因可能是舞毒蛾喜欢在树干等处的阴面产卵,调查幼虫平均虫口密度时幼虫还未分散。海拔和郁闭度对舞毒蛾平均虫口密度的影响均没有明显的规律性。舞毒蛾平均虫口密度在蒙古栎比例 60%以上林分内最高,且不同蒙古栎比例对舞毒蛾平均虫口密度有显著影响,说明寄主在混交林中的比例越大,越易于舞毒蛾的发生。舞毒蛾是一种食叶害虫,幼虫主要危害叶片,寄主以阔叶树为主,黑河地区主要以幼虫危害蒙古栎,在实际工作造林绿化的地块选择中,选择坡度稍大的地块造林,是预防舞毒蛾发生和危害的最有效方法之一。

参考文献:

- [1] 萧刚柔.中国森林昆虫[M].北京:中国林业出版社,1992.
- [2] 秦浩,于艳雪,马菲,等.欧洲型舞毒蛾气味受体基因 OrCo 的克隆及序列分析[J].应用昆虫学报,2014,51(1):146-155.
QIN H, YU Y X, MA F, et al. Molecular cloning and sequence analysis of the odorant receptor gene OrCo in *Lymantria dispar* (European gypsy moth)[J]. Chinese Journal of Applied Entomology, 2014, 51(1): 146-155. (in Chinese)
- [3] 石娟,同国增,关玲,等.林分因子与舞毒蛾危害程度的风险评估[J].林业科学,2004,40(1):106-109.
SHI J, YAN G Z, GUAN L, et al. Stand description factors and risk analysis of harm extent of the gypsy moth[J]. Scientia silvae sinicae, 2004, 40(1): 106-109. (in Chinese)
- [4] 马菲,于艳雪,陈乃中,等.舞毒蛾触角传感器的超微结构观察[J].植物保护,2013,39(3):120-123.
MA F, YU Y X, CHEN N Z, et al. Observation on the ultra-structure of the antennal sensilla in *Lymantria dispar* [J]. Plant Protection, 2013, 39(3): 120-123. (in Chinese)
- [5] 刘建红,张常,赵秋勇,等.舞毒蛾 *Ldcht10* 基因序列的克隆及其功能分析[J].应用昆虫学报,2015,52(5):1195-1202.
LIU J H, ZHANG C, ZHAO Q Y, et al. Cloning and functional analysis of the *Ldcht10* gene sequence in *Lymantria dispar* larvae[J]. Chinese Journal of Applied Entomology, 2015, 52 (5): 1195-1202. (in Chinese)
- [6] 程立超,迟德富,王文帆.立地因子和林分因子对兴安落叶松鞘蛾的影响[J].湖南农业大学学报:自然科学版,2015,41(6):636-640.
CHENG L C, CHI D F, WANG W F. Effect of site factors and stand factors on *Coleophora obducta* Meyrick[J]. Journal of Hunan Agricultural University: Natural Sciences, 2015, 41(6): 636-640. (in Chinese)
- [7] 魏雅玲,秦富仓,胡静波.华北土石山区流域森林植被与地形因素耦合关系研究[J].内蒙古林业科技,2009,35(2):1-5.
WEI Y L, QIN F C, HU J B. The coupling relationship between forest vegetation and terrain of watershed in earth-rocky mountainous area in north China[J]. Journal of Inner Mongolia Forestry Science and Technology, 2009, 35(2): 1-5. (in Chinese)
- [8] 程立超,迟德富.立地因子和林分因子对黄褐天幕毛虫的影响[J].湖南农业大学学报:自然科学版,2016,42(2):177-181.
CHENG L C, CHI D F. Effect of site factors and stand factors on *Malacosoma neustria testacea* Motschulsky[J]. Journal of Hunan Agricultural University: Natural Sciences, 2016, 42(2): 177-181. (in Chinese)
- [9] 刘彤,胡丹,魏晓雪,等.红松人工林林下植物物种多样性分析[J].东北林业大学学报,2010,38(5):28-29,53.
LIU T, HU D, WEI X X, et al. Species diversity of understory vegetation in korean pine plantations[J]. Journal of Northeast Forestry University, 2010, 38(5): 28-29, 53. (in Chinese)
- [10] 赵建生,杨新兵,田超.华北落叶松人工林林分密度对林内草本多样性的影响[J].河北林果研究,2012,27(4):385-388.
ZHAO J S, YANG X B, TIAN C. Effects of forest density on forest herbs diversity in *Larix principis-rupprechtii* plantation[J]. Hebei Journal of Forestry and Orchard Research, 2012, 27(4): 385-388. (in Chinese)
- [11] 韩国君,孙学刚,韩庆杰.不同测度指标对莲花山森林植物群落 α 多样性指数的影响[J].甘肃农业大学学报,2004,39(1):66-71.
HAN G J, XUN X G, HAN Q J. Effects of different measurement criteria on α -diversity indexes of forest plant communities in the Lianhua Mountains[J]. Journal of Gansu Agricultural University, 2004, 39(1): 66-71. (in Chinese)
- [12] 段勘,马履一,贾忠奎,等.抚育强度对侧柏人工林林下植物生长的影响[J].西北林学院学报,2010,25(5):128-135.
DUAN J, MA L Y, JIA Z K, et al. Effects of thinning Intensity on the undergrowth vegetations under *Platycladus orientalis* young plantation[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2010, 25(5): 128-135. (in Chinese)
- [13] 曹瑞致,周自云,靳鹏博,等.黄土丘陵区不同立地条件下人工杜仲林土壤水分变化和生长规律研究[J].西北林学院学报,2017,32(1):12-18.
CAO R Z, ZHOU Z Y, JIN P B, et al. Dynamic regularities of soil water and growth in artificial *Eucommia ulmoides* plantations with different site conditions in Loess Gullied-hilly Regions[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2017, 32 (1): 12-18. (in Chinese)
- [14] HECTOR A, BAGCHI R. Biodiversity and ecosystem multifunctionality[J]. Nature, 2007, 448(7150): 188-190.
- [15] TSUJI N, CHITTENDEN A R, OGAWA T, et al. The possibility of sustainable pest management by introducing bio-diversity: simulations of pest mite outbreak and regulation[J], Sustainability Science, 2011, 6(1): 97-107.
- [16] JONSSON M, WRATTEN S D, LANDIS D A, et al. Habitat manipulation to mitigate the impacts of invasive arthropod pests[J]. Biological Invasions, 2010, 12(9): 2933-2945.
- [17] SIMON S, BOUVIER J C, DEBRAS J F, et al. Biodiversity and pest management in orchard systems. a review[J]. Agronomy for Sustainable Development, 2010, 30(1): 139-152.
- [18] JAKEL A, ROTH M. Conversion of single-layered Scots pine monocultures into close-to-nature mixed hardwood forests; effects on parasitoid wasps as pest antagonists[J]. European Journal of Forest Research, 2004, 123(3): 203-212.