

立地因子和林分因子对兴安落叶松鞘蛾的影响

程立超, 迟德富*, 王文帆

(东北林业大学林学院, 黑龙江 哈尔滨 150040)

摘要: 于2011年至2013年, 调查黑龙江黑河地区110块标准地(22个小班)兴安落叶松林立地因子、林分因子, 分析立地因子和林分因子及生物多样性指数对兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度的影响。单因素方差分析与Tukey检验表明, 立地因子坡位、坡向、坡度、海拔高度对兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度有显著影响($P < 0.05$); 林分因子郁闭度、林型对兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度有显著影响($P < 0.05$), 林龄对兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度无显著影响($P > 0.05$); 下坡位、中坡位、阴坡、斜坡立地条件下兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度较低, 郁闭度较大以及珍珠梅兴安落叶松林型的林分兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度较小, 海拔和林龄对兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度的影响无明显规律性。主成分分析及多元回归结果表明, 坡向和林型对兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度呈正影响, 而坡位、坡度、海拔、郁闭度、林龄、木本植物 Simpson 指数和 Shannon-Wiener 指数对兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度呈负影响。

关键词: 兴安落叶松鞘蛾; 立地因子; 林分因子; 生物多样性指数; 平均虫口密度; 黑河地区

中图分类号: S763.38

文献标志码: A

文章编号: 1007-1032(2015)06-0636-05

Effect of site factors and stand factors on *Coleophora obducta* Meyrick

Cheng Lichao, Chi Defu*, Wang Wenfan

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

Abstract: In Heihe area of Heilongjiang, the site factors and the stands factors of 110 sample plots (22 sub-compartment) in *Larix gmelinii* Kuzenova forest were investigated from 2011 to 2013, the biodiversity index were calculated to analysis the effects of these factors on the average population density of *Coleophora obducta* Meyrick (*C. obducta* Meyrick). One-way Analysis of Variance (ANOVA) and Tukey tests showed that the average population density of *C. obducta* Meyrick was significantly influenced by site factors such as slope position, slope aspect, gradient of slope and site elevation ($P < 0.05$). Canopy density and forest types showed significant influence on the average population of *C. obducta* Meyrick ($P < 0.05$). However, the age of stands showed no significant influence on the average population of *C. obducta* Meyrick ($P > 0.05$). The average population density of *C. obducta* Meyrick in those stands situated at down segment of hillslope, middle segment of hillslope, shady slope, steep hill was comparatively low. Stands with larger canopy density or stands mixed mainly by *Sorbaria sorbifolia* (L.) A. Br. and *Larix gmelinii* (Rupr.) Kuzen. have a low average population density of *C. obducta* Meyrick as well. Site elevation and age of stands both showed no regular influence on the average population density of *C. obducta* Meyrick. The results of principal component analysis and multiple regression indicated that slope aspect and forest type demonstrated a positive impact on the average population density of *C. obducta* Meyrick, but slope position, gradient of slope, site elevation, canopy density, age of forest, Simpson index and Shannon-Wiener index of woody plant demonstrated a negative impact.

Keywords: *Coleophora obducta* Meyrick; site factors; stand factors; biodiversity index; average population density of larva; Heihe area

兴安落叶松鞘蛾(*Coleophora obducta* Meyrick)集中分布于中国黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、河北、河南等省,在日本、朝鲜、俄罗斯(远东)分布较少^[1-5],寄主为兴安落叶松(*Larix gmelinii* (Rupr.)),日本落叶松(*Larix kaempferi* (Lamb.) [= *Larix leptolepis* (Sieb. et Zucc.)])、华北落叶松(*Larix principis-rupprechtii* Mayr.)和黄花落叶松(*Larix olgensis* Henry)。兴安落叶松鞘蛾幼虫潜叶取食,以老熟幼虫危害最大,每头老熟幼虫平均每天能蛀食 4 枚针叶。由于虫口密度很大,被害树木似火烧状,严重影响树木的生长和发育。

为了解立地因子、林分因子对兴安落叶松鞘蛾虫口密度的影响,笔者于 2011 年至 2013 年间对黑河地区 110 个标准地(22 个小班)的坡位、坡向、坡度、海拔 4 个立地因子和郁闭度、林龄、林型 3 个林分因子进行了调查,分析 Simpson 和 Shannon-Wiener 2 个生物多样性指数与兴安落叶松鞘蛾虫口密度的相互关系,以期为兴安落叶松鞘蛾的防治提供依据。

1 研究区概况

黑龙江省黑河市位于北纬 47°42'~51°03',东经 124°45'~129°18',海拔 300~800 m 属寒温带大陆性季风气候,年均气温 -1.3~0.4 °C,年均降水量 491~540 mm,日照时数 2 562~2 677 h,无霜期 90~120 d。

2 研究方法

样地布设在黑河市兴安落叶松鞘蛾发生情况固定监测处,涵盖 5 个林场,22 个样地(小班)。于 2011 年至 2013 年,调查兴安落叶松鞘蛾虫口密度及样地的立地因子、林分因子,计算 Simpson 指数和 Shannon-Wiener 指数。

2.1 标准地的设置和立地因子及林分因子调查方法

测出每个小班东西和南北 2 条中线以及小班的中心点(A),分别在小班东西中线上测出距东或西林缘 20 m 的点,分别记为 B 和 C。再在南北中线上,测出距南或北林缘各 20 m 的位置,记为 D 和 E 点。分别以 A、B、C、D 和 E 点为中心设置 20 m×20 m 的标准地(标准地的其中 2 条边与临近的林缘平行,另 2 条边与林缘垂直),分别记录为 A、B、C、D

和 E 标准地。

坡位根据标准地中心点所在山坡的位置确定,分上坡(山坡上 1/3)、中坡(山坡中部 1/3)、下坡(山坡下部 1/3);坡向和坡度参照文献[6]的方法进行测量;海拔高度采用全球定位系统(GPS,集思宝 G330)实测;郁闭度采用样点法测定;林龄根据树龄进行判断;林型采用黑龙江省林业调查规划部门根据乔木层和灌木层各种木本植物的多度,对该小班进行的命名。每个小班中设置 5 个标准地,在 20 m×20 m 的标准地中调查胸径 5 cm 的乔木树种的种类和株数,在每个标准地的 4 个角布设 4 个 5 m×5 m 的样方,调查记录灌木种类和株数,以及胸径<5 cm 的乔木树种的种类和株数,用于计算生物多样性指数^[7]。

调查样地(小班)22 个,其立地因子和林分因子列于表 1。每个小班设置 5 块标准地,计 110 块标准地。

表 1 样地的立地因子和林分因子

样地号	坡位	坡向	坡度/(°)	海拔/m	郁闭度	林龄/年	林型
1	下坡	南向	6	380	0.5	41	LL
2	中坡	南向	8	400	0.8	43	LL
3	上坡	东北	12	430	0.7	44	CL
4	中坡	东北	5	410	0.7	25	LL
5	中坡	西北	5	380	0.8	31	L
6	中坡	西北	5	400	0.8	31	L
7	下坡	南向	5	220	0.6	32	LL
8	上坡	东南	8	420	0.8	28	LL
9	下坡	南向	7	340	0.7	37	L
10	中坡	东南	3	340	0.7	27	LL
11	中坡	西向	10	460	0.9	45	RL
12	下坡	西向	10	510	0.8	42	RL
13	下坡	南向	3	490	0.7	41	CL
14	中坡	西南	16	510	0.7	43	SL
15	下坡	北向	3	510	0.6	43	L
16	下坡	西南	5	430	0.8	41	LL
17	下坡	东向	2	430	0.4	39	RL
18	中坡	西北	15	470	0.6	37	LL
19	上坡	东南	24	430	0.7	34	RL
20	下坡	西南	4	430	0.7	32	LL
21	下坡	南向	5	480	0.8	35	LL
22	下坡	南向	6	490	0.8	35	LL

LL 胡枝子兴安落叶松林型;CL 平榛兴安落叶松林型;L 兴安杜鹃兴安落叶松林型;RL 刺玫兴安落叶松林型;SL 珍珠梅兴安落叶松林型。

2.2 虫口密度的调查

标准地中,沿 2 条对角线和东西及南北 2 条中线,采用隔 1 株抽 1 株的随机方式各选取 5 株标准

树。沿对角线调查方向为东北往西南、西北往东南；沿中线调查方向为东向西、南向北。在标准株上进行标准枝调查。每个标准株树冠下部约 1/3 处，按东西南北各选取 10 cm 长延长枝，调查记录虫口密度(以每 10 cm 延长枝计)。

2.3 数据统计分析

外业调查数据采用 Microsoft Excel2007 软件记录，并对调查数据进行整理。内业数据分析采用 SPSS(SPSS19.0 for Windows)软件进行显著性、相关性和主成分分析。

立地因子和林分因子对兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度影响的差异显著性分析，采用单因素方差

分析结合 Tukey 检验的方法进行。

3 结果与分析

3.1 立地因子对兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度的影响

不同立地因子条件下的兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度如图 1 所示。

图 1 显示，上坡兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度最大，中坡最小，不同坡位对兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度的影响显著($P < 0.05$)。

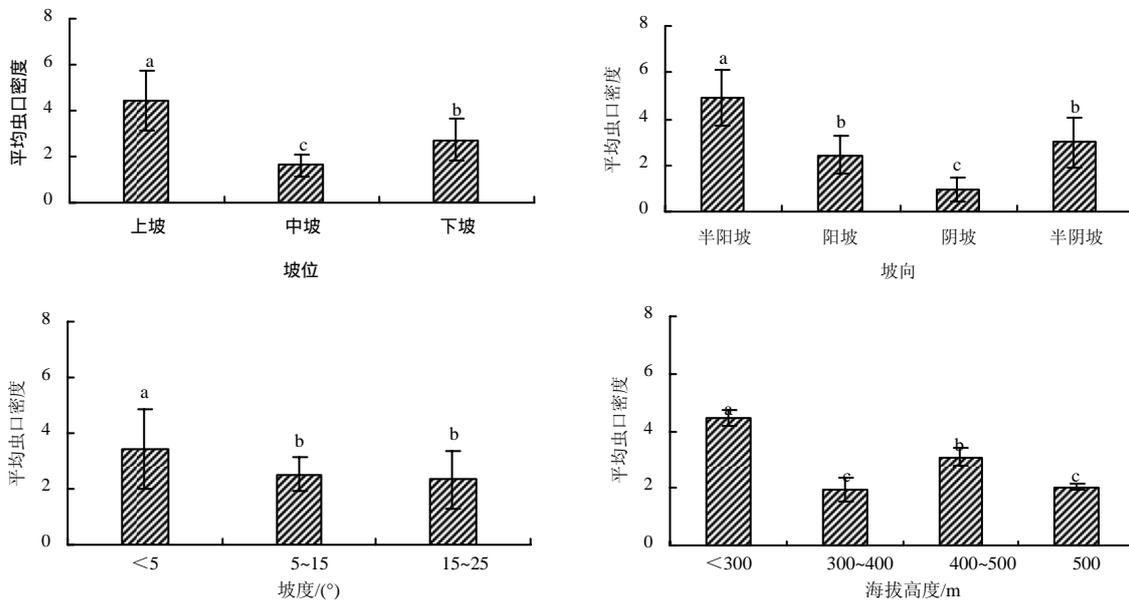


图 1 不同立地因子的兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度

Fig.1 Influence of different site factors on average population density of *C. obducta* Meyrick

半阳坡兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度最高，阴坡最低。不同坡向对兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度的影响显著($P < 0.05$)，半阳坡兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度显著地高于阳坡、阴坡、半阴坡；阳坡和半阴坡兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度之间差异不显著，但也显著高于阴坡兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度。

从平坡至缓坡至斜坡，兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度逐渐下降，不同坡度对兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度影响显著($P < 0.05$)，其中缓坡和斜坡兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度之间差异不显著，但是均显著低于平坡兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度。

海拔高度对兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度的影响没有明显规律性。海拔 300 m 以下兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度显著高于海拔 > 300~400 m、> 400~500 m 以及 500 m 以上兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度；海拔 > 400~500 m 兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度显著高于海拔 > 300~400 m 和 500 m 以上兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度，但是后 2 个海拔高度兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度之间没有显著差异。

3.2 林分因子对落叶松鞘蛾平均虫口密度的影响

不同林分因子下兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度如图 2 所示。

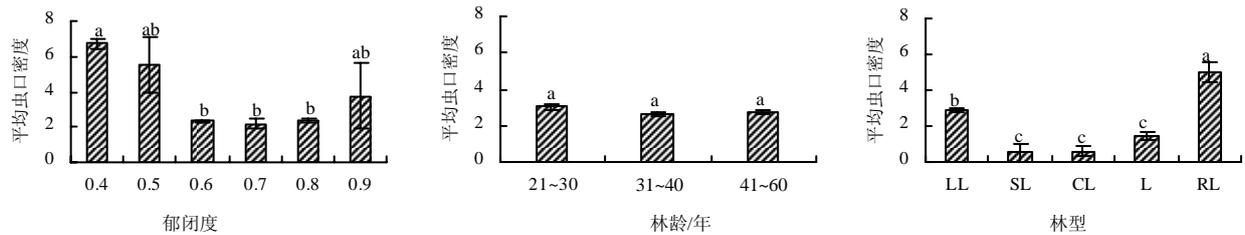


图 2 不同林分因子的兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度

Fig.2 Influence of different stand characteristics on average population density of *C. Obducta* Meyrick

随着兴安落叶松林郁闭度的增大，兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度呈逐渐减少的趋势，不同郁闭度对兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度影响显著 ($P < 0.05$)。郁闭度 0.4 的兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度显著高于郁闭度 0.6~0.8 的兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度。

样地内落叶松林林龄为 25~45，中龄林兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度最大，近熟林的最小，不同林龄对兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度影响不显著 ($P > 0.05$)。

不同林型对兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度的影响不同，其中刺玫兴安落叶松(RL)兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度显著高于其他 4 种林型的兴安落叶

松鞘蛾平均虫口密度；胡枝子兴安落叶松(LL)的兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度显著高于珍珠梅兴安落叶松(SL)、平榛兴安落叶松(CL)和兴安杜鹃兴安落叶松(L)的兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度。

3.3 调查样地的生物多样性指数

兴安落叶松鞘蛾危害的林分 Simpson 指数为 $(0.0956 \pm 0.2440) \sim (0.6934 \pm 0.0038)$ ，8 号样地的 Simpson 指数值最小，5 号样地的最大；Shannon-Wiener 指数为 $(0.2504 \pm 0.0045) \sim (1.4406 \pm 0.0799)$ ，1 号样地的 Shannon-Wiener 指数最小，5 号样地的最大，见表 2。

表 2 样地的生物多样性指数

Table 2 The biodiversity index of plots

样地号	Simpson 指数	Shannon-Wiener 指数	样地号	Simpson 指数	Shannon-Wiener 指数
1	0.1011±0.0036	0.2504±0.0045	12	0.2174±0.0043	0.4814±0.0220
2	0.3450±0.0165	0.6450±0.0036	13	0.2082±0.0051	0.4735±0.0323
3	0.3132±0.0055	0.4895±0.0043	14	0.4237±0.0089	0.8503±0.0159
4	0.2051±0.0056	0.3465±0.0014	15	0.1008±0.0029	0.3274±0.0528
5	0.6934±0.0038	1.4406±0.0799	16	0.3083±0.0045	0.6186±0.0418
6	0.5854±0.0091	1.1745±0.0179	17	0.1580±0.0133	0.3476±0.0119
7	0.4940±0.0025	1.0860±0.0154	18	0.4319±0.0660	1.1917±0.0741
8	0.0956±0.2440	0.7223±0.2558	19	0.4657±0.0349	0.7584±0.0094
9	0.3127±0.0036	0.4799±0.0166	20	0.2901±0.0098	0.5940±0.0398
10	0.4904±0.0454	0.6195±0.2059	21	0.3905±0.0102	0.7528±0.0172
11	0.4914±0.0104	1.3693±0.0079	22	0.2108±0.0046	0.6284±0.0246

3.4 立地因子和林分因子及生物多样性指数与兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度的相关性

对立地因子坡位(X_1)、坡向(X_2)、坡度(X_3)、海拔(X_4)，林分因子郁闭度(X_5)、林龄(X_6)、林型(X_7)，生物多样性 Simpson 指数(X_8)和 Shannon-Wiener 指

数(X_9)9 个单一变量与兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度进行相关性分析，结果(表 3)显示，9 个单一变量对兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度均无显著影响 ($P > 0.05$)。

表 3 单一变量与兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度的相关性

Table 3 Correlation between single variable and *C. Obducta* Meyrick average population density

模型	B	t	Sig.	模型	B	t	Sig.
常数	2.639	1.417	0.172	常数	4.168	2.288	0.033
X_1	0.028	0.037	0.971	X_6	-0.644	-0.840	0.411
常数	2.576	2.340	0.030	常数	2.232	2.310	0.032

表 3(续)

模型	B	t	Sig.	模型	B	t	Sig.
X ₂	0.061	0.134	0.895	X ₇	0.189	0.584	0.566
常数	3.835	2.157	0.043	常数	3.848	2.447	0.024
X ₃	-0.592	-0.667	0.513	X ₈	-0.514	-0.772	0.449
常数	3.279	1.570	0.132	常数	2.828	1.884	0.074
X ₄	-0.207	-0.285	0.779	X ₉	-0.057	-0.088	0.931
常数	6.619	2.462	0.023				
X ₅	-5.592	-1.483	0.154				

3.5 立地因子和林分因子及生物多样性指数与兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度的主成分分析

坡位、坡向、坡度、海拔,郁闭度、林龄、林型, Simpson 指数、Shannon-Wiener 指数对兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度的影响的主成分分析结果见表 4。

表 4 兴安落叶松鞘蛾的主成分分析变量

Table 4 Explanation table for principal component variables of

C. obducta Meyrick			
主成分	特征值	贡献率/%	累计贡献率/%
坡位	2.859	31.771	31.771
坡向	1.810	20.114	51.885
坡度	1.265	14.055	65.940
海拔	1.044	11.600	77.540
郁闭度	0.820	9.111	86.651
林龄	0.437	4.854	91.505
林型	0.365	4.060	95.565
Simpson 指数	0.261	2.895	98.460
Shannon-Wiener 指数	0.139	1.540	100.000

表 4 显示, 9 个主成分的特征值, 最大 2.859, 最小 0.139, 前 5 个主成分累计含有原始 9 个变量近 86.650% 的信息量。取前 5 个主成分, 运用 SPSS 计算得出主成分因子得分与特征值。将 9 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, 最终得到主成分回归方程: $Y=8.193-0.114X_1+0.161X_2-0.260X_3-0.475X_4-4.171X_5-0.384X_6+0.180X_7-0.013X_8-0.169X_9$ 。

从主成分回归方程可以看出, 坡向和林型对兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度呈正影响, 坡位、坡度、海拔、郁闭度、林龄、Simpson 指数、Shannon-Wiener 指数对兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度呈负影响。

4 讨论

采用 3 种方式分析了立地因子、林分因子和生物多样性指数对兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度的影响。尽管 3 种分析方法获得了不完全吻合的结论, 但从标准地调查的兴安落叶松鞘蛾平均虫口密度可以看出, 同一立地因子和林分因子条件下, 平均虫口密度连续 3 年基本保持稳定(标准差比较小),

根据林业有害生物发生及成灾标准^[8], 可以认为, 不同立地因子和林分因子的标准地中平均虫口密度有差异, 采用单因素方差分析结合 Tukey 检验方法以及采用主成分分析并建立回归模型的方法, 获得的结果更适合描述兴安落叶松鞘蛾种群数量与立地因子、林分因子及多样性的关系。

影响森林害虫种群密度的因素除立地因子、林分因子和群落中木本植物多样性水平外, 还有气候条件、土壤条件、害虫天敌和病原微生物种群密度等^[9-10]。立地因子、林分因子和木本植物多样性指数对林业有害生物种群的影响机理, 还有待于进一步研究。

参考文献:

- [1] 李后魂. 华北落叶松鞘蛾和兴安落叶松鞘蛾形态学研究及再描述(鳞翅目: 鞘蛾科)[J]. 昆虫分类学报, 2003, 25(4): 295-302.
- [2] 杨立铭. 落叶松鞘蛾一新种[J]. 林业科学(昆虫专辑), 1983, 19(zj): 107-108.
- [3] 杨立铭. 关于我国落叶松鞘蛾种名的订正并对有关问题的讨论[J]. 林业科学, 1984, 20(2): 160-164.
- [4] Moriuti S. Two new economically important species of Microlepidoptera infesting larch in Japan (Lepidoptera: Coleophoridae and Titrtrididae)[J]. Kontyu, 1972, 40: 254-262.
- [5] Ermolaev I V. Ecological consequences of transient outbreaks of Siberian larch casebearer, *Coleophora sibiricella* Flkv., in the Udmurt Republic[J]. Russian Journal of Ecology, 2004, 35(4): 254-258.
- [6] 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.
- [7] 迟德富, 孙凡, 严善春. 保护生物学[M]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 2005.
- [8] LY/T 1681—2006 中华人民共和国林业行业标准[S].
- [9] 王娟, 姬兰柱. 黑龙江大兴安岭地区森林害虫发生面积与气象因子的关系[J]. 生态学杂志, 2007, 26(5): 673-677.
- [10] 陈学新. 21 世纪我国害虫生物防治研究的进展、问题与展望[J]. 昆虫知识, 2010, 47(4): 615-625.

责任编辑: 罗慧敏

英文编辑: 罗维