

刚竹毒蛾聚集分布原因及密度估计方法

兰斯文 叶小瑜 李天生 吕水泉 杨子旺 卢美珠

关键词 刚竹毒蛾、聚集分布、密度估计、毛竹

毛竹 (*Phyllostachys pubescens* Marel ex H. de Lehaie) 是闽北山区重要的森林资源,南平地区现有毛竹林面积约 $2.6 \times 10^6 \text{ hm}^2$, 占全省竹林面积的42%, 全国的9.2%。近年来,刚竹毒蛾 (*Pantana phyllostachysae* Chao) 对竹林的危害日益严重, 平均每年被害面积达 $5\,000 \text{ hm}^2$ 。危害严重的竹林状如火烧, 竹叶被食光, 竹节积水, 竹干腐烂枯死, 造成巨大的经济损失。为了有效地控制刚竹毒蛾的发生及危害, 1983~1991年研究了刚竹毒蛾的空间分布型及其聚集分布的原因, 并进一步探讨了林间密度估计方法, 为刚竹毒蛾虫情调查提供有效的手段。

调查方法: 在福建省建瓯县主要调查越冬代刚竹毒蛾的卵和幼虫。间隔调查6a, 每年调查面积约 118.1 hm^2 。调查以单株进行, 20株为一样方统计, 包括最大和平均虫口密度、竹高、郁闭度、植被、有虫株率。

1 刚竹毒蛾的空间分布型为聚集分布

检定某种昆虫种群的空间分布型有许多方法^[1], 本文采用扩散系数 $C = S^2/\bar{x}$ 作为检验标准。 $C=1$ 时为随机分布, $C<1$ 时为均匀分布, $C>1$ 时为聚集分布。当 n 较大时, C 在随机分布假设下近似正态分布, 均值为1, 方差为 $2n/(n-1)^2$, 因此 $C=1$ 的95%置信区间近似为 $1 + 2\sqrt{2n/(n-1)^2}$ 。即当样本估计 $C > 1 + \sqrt{2n/(n-1)^2}$ 时可确定为聚集分布。

同时根据6a调查的结果, 对总体分布使用了Taylor 幂法则 $S^2 = am^b$ 检验分布型。亦即 $\log S^2 = \log a + b \cdot \log m$ 。当 $\log a = 0, b = 1$ 时, 种群在一切密度下随机分布。当 $\log a > 0, b = 1$ 时, 种群在一切密度下均是聚集的, 但不具密度依赖性。当 $\log a > 0, b > 1$, 种群在一切密度下均是聚集的, 且具密度依赖性。当 $\log a < 0, b < 1$, 密度越高, 种群分布越均匀^[2]。

扩散系数的计算结果见图1。从图1中 C 值看, 刚竹毒蛾越冬代幼虫和卵的分布均为聚集分布(幼虫最小的 C 值为15.95)。

应用 Taylor 幂法则检验结果如下:

$\log S^2 = 0.6393 + 1.8070 \log m$, 或 $S^2 = 4.3580 m^{1.8070}$, 即 $\log a > 0, b > 1$, 幼虫在一切密度下均是聚集分布, 且具密度依赖性(随着密度增加, 聚集度增大)。同样方法计算表明,

1992-12-15收稿。

兰斯文高级工程师, 叶小瑜(福建省南平地区森林病虫害防治检疫站 福建南平 353000); 李天生(中国林业科学研究院林业研究所); 吕水泉, 杨子旺, 卢美珠(福建省建瓯县森林病虫害防治检疫站)。

卵的分布也是具密度依赖的。

2 聚集原因分析及竹林立地因子对密度的影响

对刚竹毒蛾聚集原因的分析采用种群聚集均数指标 $\lambda = \bar{x}/2k \cdot \gamma$ ，当 $\lambda < 2$ ，聚集由环境条件引起；当 $\lambda \geq 2$ ，聚集由昆虫本身行为或环境条件引起^[1,3]。计算结果见图2。可见每年的 λ 值远大于2。比较虫口密度和 λ 值的变化发现， λ 值呈周期性变化，周期

大约为7a，这与刚竹毒蛾的发生周期基本吻合。由 $\lambda > 2$ 的结果可见，在福建闽北地区刚竹毒蛾聚集分布的原因是自身行为特性与环境异质性共同作用的结果。

另一方面用相关分析法分析竹高、植被、郁闭度及有虫株率与虫口密度的关系得到的结果

看(表1)，竹高对幼虫密度影响不显著，植被与幼虫密度无关，与卵密度呈正相关；郁闭度越高幼虫和卵密度就越低，这可能由于郁闭度高，竹林内光线少、温度低的缘故。有虫(卵)株率与幼虫和卵密度呈正相关。

表1 各因素与虫口(卵)密度的相关性

相关系数	有虫(卵)株率	竹高	郁闭度	植被
虫口密度	0.44	0.08	-0.21	0
卵密度	0.39	-0.10	-0.28	0.25

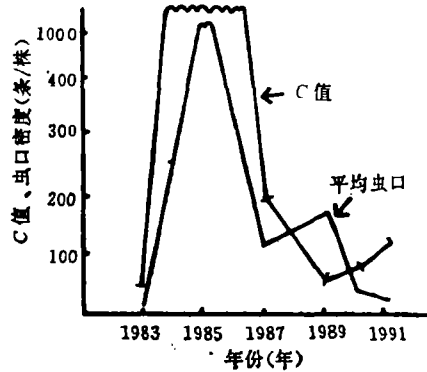


图1 历年虫口密度及C值

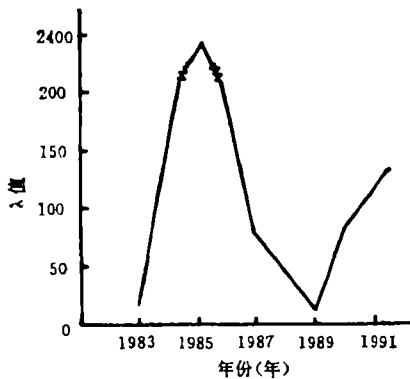


图2 历年的lambda值

3 刚竹毒蛾密度的简易估计方法

3.1 应用有虫株率对密度进行估计

刚竹毒蛾主要以卵越冬，这一阶段死亡率较高，因此主要考虑幼虫密度的估计。由于毛竹较高，对虫口的直接调查比较困难，故需建立有虫株率与平均虫口密度的关系式，以简化抽样过程。以刚竹毒蛾平均虫口密度 m 为横座标，有虫株率 P 为纵座标作图3。由图3拟合作图4。图中实测点非常接近文献[4]中 $P = 1 - e^{-am^b}$ 关系式。虚线及相应的竖线段给出了密度估计的95%置信区间。除去虫口极低的特殊情况，总体平均结果基本上反映实际情况。总体平均计算所得的结果见表2。因此可用此结果调查有虫株率估计虫口密度(直接使用表3即可)。

3.2 应用有虫株率估计虫口密度方法的初步检验

应用建瓯县新近的调查资料，根据有虫株率查表3，得出估计密度，与实测密度相比较

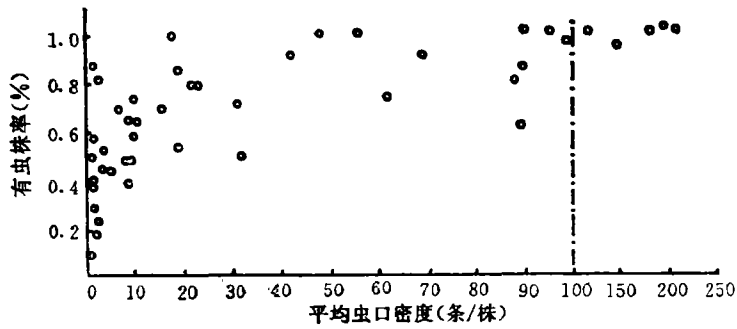


图3 虫口密度及有虫株率实测值

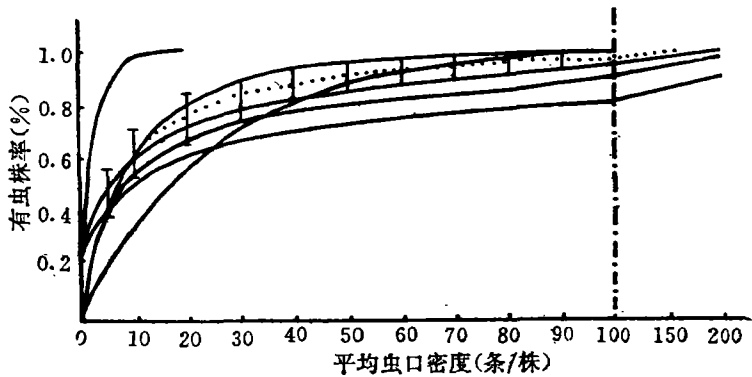


图4 拟合的P-m关系图象及总式置信区间(90%)

表2 总体平均计算所得 $p = 1 - e^{-am^b}$ 结果

年 份	参 数 a	参 数 b	线性相关 系 数	残 差 平 方 和
1983	0.696 6	0.776 6	0.921 4	0.208 8
1985	0.352 3	0.339 3	0.830 0	0.392 6
1987	0.185 8	0.751 3	0.798 3	0.170 3
1989	0.044 0	0.973 1	0.884 3	0.071 1
1990	0.302 1	0.480 3	0.828 5	0.139 6
1991	0.302 8	0.461 7	0.724 8	0.080 0
总体平均估计	0.261 8	0.564 9	0.931 8	0.114 3
90%上限	0.337 0	0.564 9	—	—
90%下限	0.203 5	0.564 9	—	—

表3 总体平均的有虫株率(%)与虫口密度(条/株)对应表

有虫株率	虫口密度上限	估计虫口密度	虫口密度下限
0.10	0.311 9	0.199 6	0.127 7
0.20	1.177 4	0.753 7	0.482 1
0.30	2.700 8	1.728 8	1.105 9
0.40	5.100 9	3.265 1	2.088 7
0.50	8.755 8	5.604 7	3.585 2
0.60	14.350 3	9.185 8	5.876 0
0.70	23.269 2	14.894 8	9.528 0
0.80	38.898 4	24.899 1	15.927 7
0.90	73.328 9	46.938 3	30.025 9
0.95	116.839 4	74.789 7	47.842 1
0.99	250.130 1	160.110 0	102.420 4

(见表4), 结果表明, 应用有虫株率对平均虫口密度作一粗略估计是可行的。这样大大减少了人力和物力, 提高了调查速度。

3.3 最适抽样数

简单的随机抽样方法可由 Taylor 幂法则得到抽样数 $Q = (t/D)^2 am^b$, 其中 D 是允许误差, a, b 是幂法则的系数。刚竹毒蛾的均数 $m = 42.573 3$, t 取 2, 允许误差 D 取 0.2, 则 Q

为22。即取22个样方调查可估计均数。

表4 有虫株率(%)估计虫口密度(条/株)方法的检验

有虫株率	估计虫口密度	实测虫口密度	误差(%)	有虫株率	估计虫口密度	实测虫口密度	误差(%)
0.45	4.4	4.2	4.0	0.60	9.2	11.0	16.0
0.40	3.3	2.8	18.0	0.75	20.0	23.7	15.0
0.20	0.8	1.0	20.0	0.50	5.6	7.9	29.0
0.20	0.8	1.0	20.0	0.60	9.2	12.0	23.0
0.30	1.7	2.7	37.0	0.25	1.2	1.4	14.0

参 考 文 献

- 1 Southwood T R E, (罗河潜, 周昌潜, 刘复生译). 生态学研究方法. 北京: 科学出版社, 1984. 27~49.
- 2 徐汝梅编著. 昆虫种群生态学. 北京: 北京师范大学出版社, 1987. 15~16.
- 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. 148~149.
- 4 李天生, 张旭, 周国法. 马尾松毛虫卵块、幼虫简易调查及序贯抽样检定防治指标方法. 森林病虫害通讯, 1988, (1), 29~32.

*Type of Distribution and Method of Density Estimation for *Pantana phyllostachysae**

Lan Siwen Ye Xiaoyu Li Tiansheng Lu Shuiquan
Yang Ziwang Lu Meizhu

Abstract In northern Fujian, the type of distribution of overwintering larvae and egg masses belongs to aggregation distribution, which is resulted from its biological characteristics and environmental heterogeneity. The relationship between site condition and pest density was studied. The results showed that its egg density was affected by the vegetation in the forest. And the density of egg and larvae decreases with the increase of crown density. The percentage of trees infested is positively related to the larvae and/or egg density. The formula is fitted for the expression of relation between pest density and percentage of trees infested. However, attention should be paid to the selection of appropriate high or low limits for the estimation of its population density.

Key words *Pantana phyllostachysae*, aggregation distribution, density estimation, *Phyllostachys pubescens*

Lan Siwen, Senior Engineer, Ye Xiaoyu (Forest Pest Control and Quarantine Station of Nanping, Fujian Province Nanping, Fujian 353000), Li Tiansheng (The Research Institute of Forestry, CAF), Lu Shuiquan, Yang Ziwang, Lu Meizhu (Forest Pest Control and Quarantine Station of Jianou County, Fujian Province).