

马尾松林天敌昆虫群落对马尾松毛虫控制作用的研究*

李天生¹ 周国法² 汪国华³ 干中南⁴ 华正媛⁴

1 (中国林业科学院森林保护研究所, 北京 100091)

2 (北京大学分校数学系, 北京 100083)

3 (浙江省龙游县森林病虫害防治站, 龙游 324400)

4 (浙江省衢州市森林病虫害防治站, 衢州市 324002)

摘要 本文通过对马尾松林松毛虫天敌昆虫群落优势种的选择及功能表述、用典型相关分析选择关键林分因子进行林地分类,研究了表示天敌昆虫群落对松毛虫控制作用的途径。结果表明,用天敌昆虫群落功能指标选择的重要林分因子为郁闭度、灌木层高度及盖度、草木层高度及总盖度。用这些林分因子可以把常灾区林地划分为4种类型,且这4类林地在天敌昆虫群落多样性、种数、个体数及松毛虫密度上都存在明显差异。最后分别建立了4类林地松毛虫密度变化率与多样性等功能指标及郁闭度等林分因子间的回归模型,回归相关性进一步表明用林分因子代替天敌昆虫的作用是合适的,这样代替的结果克服了生产应用时数据调查的困难,增加了实用性。

关键词 昆虫群落,松毛虫,多样性,林分因子

Evaluating the impact of insect community on pine caterpillar density in different stand conditions/ LI Tian Sheng¹, ZHOU Guo Fa², WANG Guo Hua³, GAN Zhong Nan⁴, HUA Zheng Yuan⁴

Abstract This paper attempts to use some forest stand factors to substitute the effect of natural enemies. Through the studies from more than 200 stand plots with different stand conditions in Qu County, Changshan County and Longyou County of Zhejiang Province, 16 predominant species groups from insect community were selected, and the canonical correlation coefficient between the diversity index, species number, individual number of predominant species and the stand factors was analyzed. The results indicated that the canopy density and ground vegetation were the key stand factors for characterizing the function of insect community. The forest area was divided into four types according to the variation of canopy and vegetation conditions by using cluster analysis, there were significant differences in diversity index, species number, individual number of insect community and population density of pine caterpillar among four types of forests. The regression models between the rate of variation of pine caterpillar density and the forest factors including canopy density, vegetation coverages were developed in each type of forests, the results indicated that the classification of the forest stands is reasonable, and the stand factors can characterize the effect of natural enemies in practice.

Key words insect community, stand conditions, pine caterpillar

Author's address 1) Institute of Forest Protection, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091

2) Department of Mathematics, Branch School of Peking University, Beijing 100083

3) Forest Pest Control Station of Longyou county, Zhejiang Province, Longyou 324400

4) Forest Pest Control Station of Quzhou City, Zhejiang Province, Quzhou 324002

马尾松林植物群落及动物群落的稳定性是抑制马尾松毛虫暴发的最重要的条件。关于马尾松林昆虫群落多样性及稳定性的研究已有一些报道^[1,2],但是过去的研究至少存在以下

收稿日期:1997-12-19;接受日期:1998-03-05

* 本文为“八·五”国家科技攻关项目“松毛虫虫情监测、预测预报及系统管理技术研究”(85-018-03-01)中的部分内容

问题:一、关于松林昆虫群落多样性的研究极少涉及群落多样性与马尾松毛虫种群动态的关系;二、由于天敌群落对马尾松毛虫的作用过程复杂,而天敌群落的调查又相当困难,因此一些预测预报模型^[3,4]从假设出发,以松林立地环境条件代替天敌的作用,预测效果不错,但没有其它证据支持上述假设;三、过去的研究大多把马尾松林昆虫群落(包括马尾松毛虫的天敌)单独研究,把林地条件与马尾松毛虫的关系、立地条件与昆虫群落的关系当作重点研究对象,而没有系统研究立地环境条件、天敌昆虫群落和马尾松毛虫种群动态三者之间的相互作用^[5]。因此有必要进一步研究马尾松林立地环境条件、松林天敌昆虫群落的多样性与稳定性和马尾松毛虫种群动态之间的关系,为马尾松毛虫预测和综合防治提供重要参数。

1 试验方法与数据

本文的试验分别是1992年和1993年在浙江省有关县市进行的。1992年在浙江省衢县、龙游县、常山县共设立198块样地,作不同立地环境及相应的昆虫群落调查,一年3次,共594块次。其中寄性天敌考察茧4390只,卵143800粒,幼虫7120条;昆虫群落套网19500只,隶属19目77科,蜘蛛4482只隶属15科。1993年9月又在龙游县设4块样地,调查的昆虫及蜘蛛近万只。对于一些优势天敌统计到种。

调查的林分因子包括:树种组成(纯林或混交林)、树龄(中、幼、成林)、树高、郁闭度、树木密度、海拔高度、坡向(8个方向)、坡度、小地形(中坡、山脊、山谷)、灌木层高度及盖度、草木层高度及盖度、综合盖度及平均盖度共15个因子。

在每个样地每次调查也包括了马尾松毛虫的密度。因此每个样地都同时调查了昆虫群落、林分因子和松毛虫密度。

需要说明的是,所有上述调查都是在常灾区进行的,所调查林地均为水土保持林。由于常灾区都是低海拔地区(30~150 m),这些地区海拔变化不大,因此分析中没有考虑海拔的作用。

2 数据分析及结果

数据分析采用下述步骤进行:首先是找出优势种并确定昆虫种群作用的表达方式,然后由这些表达条件确定林分因子中对昆虫群落最重要的一些因子,再由重要林分因子对林地进行分类,考察每类林地分类相当于对常灾区的划分。上述分析可简单表述为:

昆虫群落 优势种 种群表达 林分因子 林地分类 松毛虫密度 种群动态。

2.1 昆虫群落优势种的确定

由于我们的目的是为了研究昆虫种群对马尾松毛虫的作用,因此一是主要考虑天敌昆虫,二是在样方中个体数量比较多的昆虫,个体总数在5个以上;三是单科(种)的数量变化和总体昆虫种群数量变化的相关系数绝对值 R 较大, $|R|$ 越大的科(种)越重要。

根据以上三个条件,共选择优势天敌昆虫16科,主要有蜡类、姬蜂、小蜂、茧蜂、瓢甲、蜘蛛、食蚜、蚁科和草蛉等。

2.2 优势种作用的表达

优势种的作用并没有统一的表达方式,这里采用个体数 N 、科(种)数 S 和多样性指数 H 三个指标。其中多样性指数 H 采用Gini-Simpson方法:

$$H = 1 - \sum (p_i)^2$$

其中 $p_i = N_i / N$, N_i 是一个样地中第 i 种的数量, $N = \sum N_i$ 。对每个样地都计算相应的 N 、 S 、

H 值。

以县为单位分析不同地区不同年份的 N、S、H 值与马尾松毛虫种群密度 D 有相关性,得到表 1 的结果。

表 1 中 Min、Max 是不同地区(或年份)的 N、S、H 与 D 的最小及最大绝对值相关系数值,5%显著水平的相关系数临界值为 0.25。从表 1 可以看出,N、S、H 都和 D 具有很强的相关性,因此可以认为用 N、S、H 描述天敌昆虫对马尾松毛虫种群动态的作用是合适的。

表 1 N、S、H 与 D 的相关系数

Table 1 Correlation coefficient between N, S, H and D

相关系数	最小值	最大值	平均值
R	Min	Max	Mean
N	0.32	0.83	0.51
S	0.23	0.63	0.43
H	0.28	0.69	0.45

2.3 重要林分因子的选择

林分因子及林地环境因子的选择是通过各因子与 N、S、H 的典型相关分析进行的。典型相关分析是剔除因子间相关性后研究各因子与 N、S、H 相关性的方法,它比较真实地反映了单一因子的作用。典型相关分析中选择立地因子的标准,是与 N、S、H 都具有较强的相关性。

选择结果为:

衢县:郁闭度,灌木层盖度,草木层高度及总盖度;

龙游县:郁闭度,草木层高度及总盖度;

常山县:郁闭度,灌木层盖度及灌木层高度。

因此最终选择的林分因子为郁闭度(ybd)、灌木层高度(gh)、灌木层盖度(gc)、草木层高度(ch)及总盖度(zc)。

虽然以上是用昆虫群落指标选择林分因子,结果选中的重要林分因子也正是对马尾松毛虫密度影响较大的因子。盖度对天敌数量影响较大,一般盖度低时,天敌昆虫数量较少。

2.4 林地分类及其合理性分析

林地分类是按上面选出的重要林分因子进行的。分类的结果如下图(图 1),图 2 是分类部分结果的二维显示。

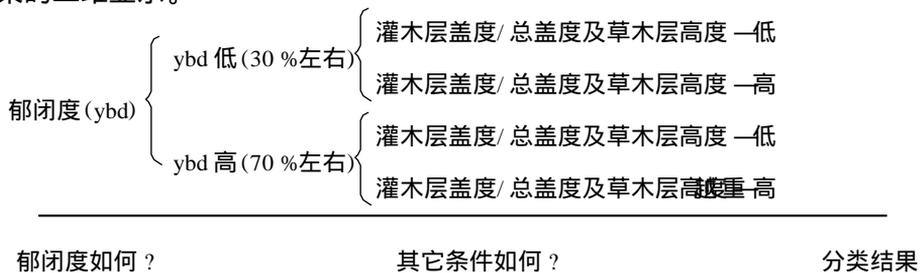


图 1 林地分类的方法

Fig. 1 Classification of stand plots

由图 1 看出 4 个分类的结果已很好了,而且在 3 个县的 4 类分类基本是一致的。问题是上述 4 类是否有显著不同?

下面把 3 个县数据放在一起,对 4 类样地作总体比较,以确定上述分类的合理性。比较因子包括 N、S、H、D。表 2 是 、 类与 、 类的比较结果,这是说明第一步分类合理性的比较。

从表 2 可以看出,根据郁闭度划分的两大类(、 和 、)在 N、S、H、D 上都存在显著

差异,因此这种分类是比较合理的。

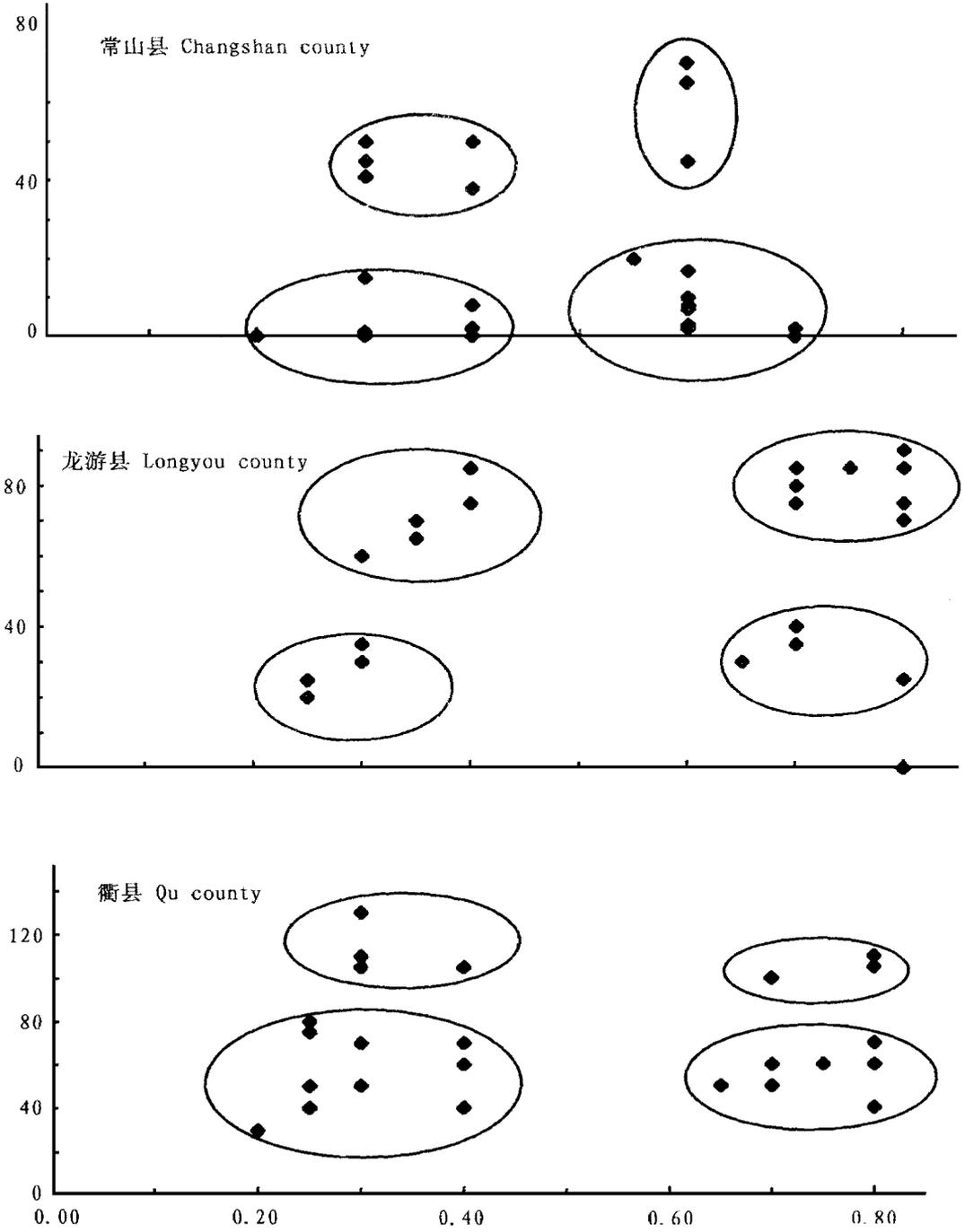


图2 样本数据分类的二维示意图

Fig. 2 Two dimensional diagram of data classification

注: 横轴均为郁闭度,常山县和龙游县纵轴为草木层高度;衢县纵轴为灌木层高度。图中的一个点可能包含多个样本点

Abscissa: canopy density; Ordinate: vegetation conditions; One point in the figure may contain many samples

在第一步比较的基础上,下面比较 、 类及 、 类的差异。表3 是比较的结果。从表

3 可以看出,除了多样性在 90 %水平有显著差异外,其余 3 项在 、 类及 、 类中都存在 95 %显著差异。因此可以认为对林地的 4 类划分是合理的,所划分的 4 类样地对马尾松毛虫的控制作用是不同的。

表 2 、 类与 、 类的比较

Table 2 Comparison between type and type

指标 Index	N		S		H		D	
林地类型 Forest type								
平均值 Mean	9.22	6.90	2.50	2.00	1.52	0.74	13.97	0.60
样本数 Number of samples	78	78	78	78	79	79	66	71
样本计算 t 值 t values	14.492		3.123		4.907		19.760	
显著性* Significant (p)	p < 0.01							

* 5 %显著水平的临界值为 1.96 The critical value of 5 % significance level is 1.96

表 3.a 、 类样地的比较

Table 3.a Comparison between type and

指标 Index	N		S		H		D	
林地类型 Forest type								
平均值 Mean	9.92	8.59	2.33	2.61	1.83	1.47	15.93	12.20
样本数 Number of samples	37	41	36	41	37	41	31	35
样本计算 t 值 t values	5.881		- 1.655		7.251		14.960	

表 3.b 、 类样地的比较

Table 3.b Comparison between type III and type IV

指标 Index	N		S		H		D	
林地类型 Forest type								
平均值 Mean	6.33	7.38	1.81	2.17	0.61	0.87	12.14	9.25
样本数 Number of samples	36	42	36	42	36	42	33	38
样本计算 t 值 t values	- 4.612		- 1.591		- 1.245		12.140	

* 注:10 %的临界值为 1.221 The critical value of 10 % significance level is 1.221

2.5 4 类样地对马尾松毛虫的控制作用

4 类样地天敌昆虫种群对马尾松毛虫的控制作用可以用前后两个时期马尾松毛虫密度的改变情况来表示。如果用 $y(t)$ 表示变化率即:

$$y(t) = D(t+1) / D(t)$$

则 $y(t)$ 是 Nt 、 St 及 Ht 的函数。这其中最简单的是线性函数,即线性回归形式。

对 4 类样地的回归方程如下:

林地类型 : $y(t) = 5.356 - 1.589 Nt + 2.280 St - 5.457 Ht, \quad R = 0.701$

林地类型 : $y(t) = - 3.968 + 1.407 Nt - 4.446 St + 22.225 Ht, \quad R = 0.981$

林地类型 : $y(t) = 2.992 - 0.155 Nt - 0.385 St + 1.375 Ht, \quad R = 0.771$

林地类型 : $y(t) = 4.092 + 0.021 Nt - 0.493 St + 2.261 Ht, \quad R = 0.962$

从上述回归式可以看出,对于不同类型的林地, N 、 S 、 H 的作用也不同,除了系数大小不同外,还有系数符号的不同,说明了不是所有样地都表现出天敌越多或多样性越高就有松毛虫密度越低或向低变化。

实际上,上述指标 N 、 S 、 H 是不容易调查的。既然我们已经发现可以用林分条件表示天敌昆虫种群的作用,我们就可以用林分条件研究天敌昆虫对马尾松毛虫的控制作用,即可以把 $y(t)$ 表示为林分条件的函数:

$$y(t) = f(\text{林分条件}) = f(ybd, gh, gc, ch, zc)$$

下面是逐步回归得到的回归结果:

林地类型 :

$$y(t) = 3.620 + 7.933 ybd - 0.091 gh - 0.021 gc + 0.020 ch + 0.159 zc - 0.134 D(t) \quad R = 0.961$$

林地类型 :

$$y(t) = -29.148 + 0.346 gh + 63.011 ybd - 0.677 ch + 0.567 zc \quad R = 0.924$$

林地类型 :

$$y(t) = 2.318 + 2.171 ybd + 0.006 ch - 0.089 D(t) \quad R = 0.964$$

林地类型 :

$$y(t) = 4.199 - 0.128 ybd - 0.097 D(t) \quad R = 0.957$$

很明显,和 $y(t)$ 对 N 、 S 、 H 的回归相比,相关系数都很大。说明林分条件描述不同类型林地(或天敌昆虫群落)对马尾松毛虫的控制作用比直接用多样性指数等指标的效果更好。它的另一重要意义在于,实际应用时减少了对天敌昆虫群落的大量调查及多样性的繁琐计算,因此后者回归更具实用性。但要注意的是用林分条件的回归包括了上一时期的虫口密度项。这说明林分条件的差异对天敌群落作用不同,进而对松毛虫的控制作用也不同。如在同样林分条件下,松毛虫种群变化与前期虫口密度有关。

3 结果与讨论

本文研究了马尾松林天敌昆虫群落对马尾松毛虫的控制作用,主要是通过群落多样性等指标选择与天敌昆虫功能关系密切的林分因子,然后用林分因子把常灾区林地划分为4种类型,最后以4类林地对松毛虫的不同控制作用来表示昆虫群落的作用。这种研究的重要意义在于在生产实际中,天敌昆虫群落的调查十分复杂,而林分条件的调查则容易得多,因此用林分因子代替天敌昆虫大大减少实际调查的困难;在松毛虫种群动态预测预报中的成功^[3,4]更支持这种代替的合理性。

参 考 文 献

- 1 任立宗. 马尾松林昆虫群落及其对空结构的研究. 林业科学研究, 1988, 1(4): 397 ~ 404
- 2 查光济. 马尾松主要食叶害虫与天敌种间关系的研究. 林业科学研究, 1988, 1(6): 641 ~ 649
- 3 陈昌洁. 松毛虫综合管理. 1990, 中国林业出版社, 111 ~ 213
- 4 马小明, 叶文虎, 李天生等. 马尾松毛虫计算机预测预报系统 FIMS - 1. 林业科技通讯, 1990(11): 20 ~ 30
- 5 李天生. 松毛虫综合管理系统研究概况. 林业科学研究, 1993, 6(专刊): 83 ~ 88