

文章编号: 1000-5692(2006)05-0565-05

毛竹林林分因子与节肢动物群落的关系

陈清林

(福建省三明市三元区林业局, 福建 三明 365000)

摘要: 对福建三明 14 块毛竹 *Phyllostachys pubescens* 林试验标准地节肢动物群落及林分因子进行系统调查, 采用典型相关性分析了二者之间的关系。结果表明: 新竹眉径与竹冠层节肢动物类群均匀度呈正相关, 旧竹眉径与林下层节肢动物类群个体数呈正相关; 较高的坡度有利于害螨种群的发生; 较高的坡度和林下植被盖度有利于蠕须盾蚧 *Kuwanaspis vermiformis* 种群的发生; 较高的坡度、旧竹林高、立竹密度和低海拔有利于刚竹毒蛾 *Pantana phyllostachysae* 种群的发生。在此基础上, 提出了有关毛竹叶部害虫控制的林分因子调节措施。表 8 参 12

关键词: 森林保护学; 毛竹; 节肢动物; 动物群落; 林分因子; 典型相关分析

中图分类号: S763 文献标识码: A

毛竹 *Phyllostachys pubescens* 林是中国南方最重要的森林资源之一, 在增加地方竹农经济收入和维持良好森林生态环境中起着重要作用。近些年多种叶部害虫如毛竹害螨和刚竹毒蛾 *Pantana phyllostachysae* 等的不间断暴发, 对我国南方竹产业的持续发展构成了巨大威胁^[1]。对于这些害虫的预防与控制, 已有不少研究报道, 并广泛地应用于生产上, 取得了良好的经济和生态效益^[2-6]。但现状表明, 目前的措施尚未能实现害虫的持续控制。作者认为, 主要的原因在于未能深入揭示害虫的暴发机理。一些研究认为是生境恶化的结果, 但缺乏生境条件与害虫暴发之间关系的报道^[7]。林分因子是竹林生境的重要组成, 对害虫及其天敌的分布、生长、发育、存活和繁殖产生重要影响, 从而影响竹林生物群落的组成、结构、功能及其对害虫的自然控制。文章在对毛竹林节肢动物群落系统研究的基础上^[8], 结合林分因子调查资料, 进一步分析主要林分因子与毛竹林节肢动物群落及主要叶部害虫种群的关系, 可为揭示害虫的成灾机理和寻求害虫的生境调控措施提供基础依据。

1 材料与方法

1.1 试验标准地概况

在野外调查和竹农家访的基础上, 根据生境多样化的原则, 于 2001 年 8 月在福建三明中村设立 14 块毛竹林节肢动物群落试验标准地, 面积均约 0.667 hm², 分别为笋竹两用林和纯林。各标准地的林分因子基本概况见表 1。其中坡度采用坡度仪测定; 新旧竹比例采用隔行隔株法每标准地随机统计 50 株计算; 立竹密度采用样圆法估计; 眉径采用测径尺随机各抽取 20 株实测, 计算平均值; 株高采用目测法(先实测参照株高度), 每标准地随机测定 20 株, 计算平均值; 林下植物盖度采用目测法估

收稿日期: 2005-10-14; 修回日期: 2005-12-23

基金项目: 福建省教育厅资助项目(JA03061); 福建省三明市科技局重点资助项目(2002105)

作者简介: 陈清林, 高级工程师, 从事森林害虫综合治理研究与技术推广工作。E-mail: qnlinchen@163.com

计, 每地以5点取样法随机抽取5个半径为2 m的小样方测定, 计算平均值。

1.2 群落调查及功能集团的划分

与参考文献[8]相同。

1.3 分析方法

群落分析采用物种丰富度 S , 个体数量 N , Shannon-Wiener 多样性指数 H , Pielou 均匀度指数 J , 和 Simpson 优势集中性指数 C 等。林分因子与群落的关系采用典型相关性分析, 林分因子与主要叶部害虫(螨)的关系采用 Pearson 相关性分析。所有数据处理由 DPS 软件完成^[9~12]。

表1 试验标准地概况

Table 1 General situation of selected sampling places

标准地号	坡度/ (°)	小大年 竹比例	新竹眉径/ cm	新竹株高/ m	旧竹眉径/ cm	旧竹株高/ m	海拔高度/ m	立竹密度/ (株·hm ⁻²)	林下植物 盖度
1	25	0.28	9.61	13.25	9.32	17.70	520	2.130	0.60
2	25	0.23	10.95	15.15	11.19	14.05	530	2.550	0.50
3	26	0.15	9.47	13.20	9.60	13.95	500	1.560	0.80
4	29	0.18	10.33	14.50	9.55	14.70	520	1.920	0.95
5	24	0.10	8.38	13.25	7.72	11.25	650	1.800	0.85
6	23	0.20	8.40	12.68	8.00	11.23	700	1.920	0.90
7	28	0.08	8.73	10.93	8.26	11.48	700	1.800	0.90
8	12	0.15	9.01	13.00	7.82	10.20	680	1.950	0.90
9	32	0.13	10.48	13.70	9.17	13.55	530	2.100	0.90
10	16	0.03	9.65	12.40	8.85	12.33	760	1.620	0.70
11	15	0.20	10.01	13.35	9.07	13.00	720	1.800	0.60
12	31	0.28	9.55	13.30	9.00	13.28	520	1.860	0.95
13	14	0.18	10.15	13.68	9.77	13.68	820	1.890	0.70
14	15	0.10	9.90	13.83	8.02	11.00	550	1.800	0.50

2 结果分析

2.1 林分因子与竹冠层类群的关系

林分因子可影响群落物种的分布、生长、发育和繁殖, 进而影响到群落的组成与结构。利用对14块空间标准地群落系统调查的数据, 结合林分因子调查资料(表1), 通过典型相关分析, 考察林分因子与竹冠层类群的关系。

设第1组变量为林分因子(x), 包括: 坡度(x_1)、小大年竹比例(x_2)、新竹眉径(cm, x_3)、新竹高度(m, x_4)、旧竹眉径(cm, x_5)、旧竹高度(m, x_6)、海拔高度(m, x_7)、立竹密度(株·hm⁻², x_8)、林下植物盖度(x_9)等因子, 以此为林分因子组; 设第2组变量(y)为竹冠层类群的组成与结构, 包括丰富度 $S(y_1)$ 、个体数量 $N(y_2)$, Shannon-Wiener 多样性指数 $H(y_3)$, Pielou 均匀度指数 $J(y_4)$, 和 Simpson 优势集中性指数 $C(y_5)$, 以此为竹冠层类群组。典型相关分析结果见表2, 表3和表4。

从表2可知, 只有第1个典型相关系数达到显著水平, 且 $\lambda_1 = 0.9997$, $P < 0.05$ 。可见林分因子与竹冠层类群存在密切关系。由于第3个以后的典型相关系数均未达到显著水平, 故只对第1对典型变量作进一步分析。从表3和表4可知, 第1对典型变量中, 林分因子组以新竹眉径(x_3)载荷最高, 为

表2 竹冠层类群与林分因子典型相关系数及其显著性检验

Table 2 Canonical correlation coefficients between arthropods in canopy and stand factors and their tests of notability

典型相关系数	卡方值	自由度	显著水平
0.9997	67.8853	45	0.0153
0.9737	22.5894	32	0.8908
0.8845	7.2196	21	0.9977
0.5546	1.3446	12	0.9999

0.711 8; 竹冠层类群组以 Pielou 均匀度指数 $J(y_4)$ 载荷最高, 为 0.703 3, 其余均较低; 可见林分因子与竹冠层类群的关系主要表现为新竹眉径与竹冠层类群均匀度的相互促进, 表现为当年生长好的竹林(新竹眉径是衡量当年竹林生长状况的重要指标), 竹冠层类群均匀度高。

2.2 林分因子与林下层类群的关系

以同 2.1 的方法设置第 1 组(林分因子组)变量, 设第 2 组变量(y)为林下层类群的组成与结构, 包括丰富度 $S(y_1)$, 个体数量 $N(y_2)$, Shannon-Wiener 多样性指数 $H(y_3)$, Pielou 均匀度指数 $J(y_4)$ 和 Simpson 优势集中性指数 $C(y_5)$, 以此为林下层类群组。典型相关分析结果见表 5~7。

从表 5 可知, 仅仅第 1 个典型相关系数达到显著水平, 且 $\lambda_1 = 0.999 7, P < 0.05$, 可见林分因子与林下层类群之间也存在着密切关系。进一步分析第 1 对典型变量, 由表 6 和表 7 可知, 第 1 对典型变量林分因子组集中反映的是旧竹眉径(x_5), 载荷为 -0.719 6, 林下层类群组集中反映的是个体数量, 载荷为 -0.820 9, 可见林分因子与林下层类群的关系主要表现为旧竹眉径与林下层类群个体数量的相互促进, 表现为往年生长好的竹林, 林下层类群个体数量丰富。

2.3 林分因子与叶部主要害虫的关系

群落的优势害虫(螨)主要有竹刺瘿螨 *Aculus bambusae*, 竹缺爪螨 *Aponychys corpuzae*, 南京裂爪螨 *Schizotetranychus nanjingensis*, 刚竹毒蛾和蠕须盾蚧 *Kuwanaspis vermiformis*, 均为毛竹叶部重要害虫。由于各种害螨的危害与生活习性相近, 均于毛竹叶背刺吸危害, 年发生代数多, 世代重叠严重^[1], 将 4 种害螨视作一个混合种群一并分析。以空间标准地为重复序列, 分别计算各林分因子与毛竹害螨、蠕须盾蚧和刚竹毒蛾种群数量的 Pearson 相关系数(表 8)。

表 3 林分因子组标准化典型系数

Table 3 Standardized canonical coefficients for the stand factors group

变量	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5
x_1	0.433 1	-0.052 9	-0.162 6	0.551 0	-0.028 0
x_2	0.071 0	-0.217 5	-0.132 1	-0.218 1	0.341 9
x_3	0.711 8	-0.697 1	-0.426 8	0.089 7	-0.117 1
x_4	0.081 1	-0.049 4	0.573 3	0.295 0	-0.278 4
x_5	-0.485 2	0.554 6	0.475 7	-0.128 0	0.707 2
x_6	-0.008 5	0.139 1	0.130 9	0.110 5	-0.426 5
x_7	-0.029 3	-0.091 9	0.022 7	0.692 5	-0.203 9
x_8	-0.023 4	0.234 0	-0.401 3	0.082 1	0.074 4
x_9	0.239 3	0.267 3	0.200 7	-0.197 2	-0.249 1

说明: U 指林分因子组典型变量, 表 6 与此同。

表 4 竹冠层类群组标准化典型系数

Table 4 Standardized canonical coefficients for arthropods group in canopy

变量	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5
S	0.139 2	-0.116 5	0.078 5	-0.146 8	-0.163 1
N	0.057 9	0.000 2	-0.270 7	0.007 1	0.000 7
H	-0.392 8	0.744 1	0.446 7	0.739 7	0.674 2
J	0.703 3	-0.657 1	-0.824 9	-0.655 1	-0.714 5
C	0.052 8	0.081 3	-0.201 3	0.045 5	-0.090 7

说明: V 指竹冠层或林下层类群组典型变量, 表 7 与此同。

表 5 林下层类群与林分因子典型相关系数及其显著性检验

Table 5 Canonical correlation coefficients between arthropods in underlayer and stand factors and their tests of notability

典型相关系数	卡方值	自由度	显著水平
0.999 7	68.469 8	45	0.013 6
0.970 5	23.074 6	32	0.875 9
0.867 3	7.993 5	21	0.995 2
0.628 3	2.222 1	12	0.999 0

表 6 林分因子组标准化典型系数

Table 6 Standardized canonical coefficients for the stand factors group variables

变量	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5
x_1	0.245 7	0.280 9	-0.512 7	-0.146 4	-0.362 8
x_2	-0.289 1	-0.243 1	-0.368 3	-0.396 2	-0.252 1
x_3	0.249 5	-0.632 6	-0.541 8	0.122 4	-0.007 1
x_4	0.409 5	0.567 2	0.270 4	0.223 1	-0.425 9
x_5	-0.719 6	0.194 5	0.308 8	0.559 5	0.006 9
x_6	0.074 7	0.228 7	0.227 2	0.585 5	0.165 5
x_7	-0.073 4	0.019 7	-0.130 1	0.247 1	-0.258 8
x_8	0.110 3	-0.013 8	0.121 6	0.175 4	0.663 1
x_9	-0.291 8	0.222 2	0.237 0	0.096 0	0.298 8

从表8可知,对于毛竹害螨,仅坡度与之呈显著正相关,说明较高的坡度有利于害螨种群的暴发。对于蠕须盾蚧,坡度和林下植物盖度均与之呈显著正相关,说明较高的坡度和林下植物盖度有利于蠕须盾蚧种群的暴发。对于刚竹毒蛾,坡度、旧竹高度和立竹密度均与之呈极显著正相关,说明较高的坡度、旧竹高度和立竹密度有利于刚竹毒蛾种群的暴发;海拔高度则与之呈极显著负相关,说明高海拔不利于刚竹毒蛾种群的暴发。

3 讨论

随着工业用材和人们日常生活需求的增加,毛竹林的经济效益日渐显著。为了追求林分更高的产出,人们的经营管理措施愈加细腻。将混交林改造为纯林,对林下土壤进行垦复和施肥等已是极为常

见和频繁的管理措施。同时,为便于集约经营,多数竹农将传统的花年经营制度转变为大小年经营制度。竹林生境因此发生了巨大的变化,主要表现为林分地理条件、立竹密度、林下植被、年龄组成和林分长势等的变化。近些年多种毛竹叶部害虫的频繁暴发与此不无关系^[1]。探讨竹林生境变化与节肢动物群落及害虫种群的关系具有重要的理论和实践意义。

对9个林分因子与主要叶部害虫种群数量的相关分析结果表明:坡度与毛竹害螨、蠕须盾蚧和刚竹毒蛾种群均存在显著或极显著正相关,可见坡度是影响害虫种群的重要因素;在发展毛竹林时应尽量选择在地势平缓的地带造林;在叶部害虫的综合管理中,应对坡度较陡的竹林进行重点预防与控制。此外,在对蠕须盾蚧的控制中,应注重对林下植被的管理,适当降低林下植物盖度;在对刚竹毒蛾的控制中,可适当降低竹林立竹密度,并加强对低海拔竹林的监测和管理工作。

典型相关分析表明,林分因子与群落的关系集中表现为新竹眉径与竹冠层类群均匀度以及旧竹眉径与林下层类群个体数的正相关,新竹和旧竹眉径均为衡量竹林生长状况的重要指标,总体上说明生长好的竹林冠层节肢动物物种分布较为均匀,优势种的优势性较低,害虫危害相对较轻(竹冠层的优势种均为毛竹叶部重要害虫^[8]),同时林下层具有较丰富的节肢动物个体数;但Pearson相关性分析表明,上述2个因子与毛竹叶部3种(类)重要害虫均未达显著相关,说明这2个因子与群落的关系极其复杂,并非简单地通过对群落优势种群的影响而实现对群落物种分布格局的影响,这种复杂的关系与生境和群落本身的复杂性有关。

参考文献:

- [1] 张飞萍,陈清林,侯有明,等.毛竹主要食叶害虫研究进展[J].竹子研究汇刊,2002,21(3):55-60.
- [2] 罗群荣.刚竹毒蛾复合微生物杀虫剂的初步研究[J].南京林业大学学报:自然科学版,2000,24(3):38-42.
- [3] 林毓银.蠕须盾蚧的观察[J].竹子研究汇刊,1990,9(2):72-77.
- [4] 蔡国贵.刚竹毒蛾白僵菌优良菌株筛选及生产应用研究[J].林业科学,2003,39(2):102-108.
- [5] 张飞萍,蔡秋锦,卢凤美,等.光照和温度对竹缺爪螨的影响[J].浙江林学院学报,2001,18(1):66-68.

表7 林下层类群标准化典型系数

Table 7 Standardized canonical coefficients for arthropods in underlayer groups

变量	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5
S	0.085 1	0.350 5	-0.553 7	-0.582 3	-0.645 5
N	-0.820 9	0.091 9	0.733 6	0.711 1	0.585 0
H	0.265 1	0.439 1	0.225 4	0.186 8	0.155 0
J	0.471 3	0.370 5	-0.085 8	-0.341 9	-0.356 6
C	-0.162 7	0.733 9	0.311 4	0.058 6	-0.299 8

表8 林分因子与主要叶部害虫种群的相关性

Table 8 Correlation between stand factors and the main pest populations on bamboo leaves

林分因子	毛竹害螨	蠕须盾蚧	刚竹毒蛾
x_1	0.583 5 *	0.802 1 **	0.747 7 **
x_2	0.302 8	0.022 5	0.521 0
x_3	0.394 7	-0.181 4	0.379 4
x_4	0.269 7	-0.028 5	0.340 5
x_5	0.240 4	-0.054 7	0.528 3
x_6	0.229 0	0.060 1	0.572 4 *
x_7	-0.444 7	-0.489 0	-0.695 3 **
x_8	0.187 5	-0.057 2	0.625 7 **
x_9	0.349 3	0.729 4 **	0.123 2

- [6] 张飞萍, 蔡秋锦, 卢凤美, 等. 竹缺爪螨种群空间格局及时序动态[J]. 浙江林学院学报, 2001, 18 (2): 169—172.
- [7] 张飞萍, 陈清林, 侯有明, 等. 毛竹林经营干扰、林下植被及冠层螨类的关系[J]. 林业科学, 2004, 40 (5): 143—150.
- [8] 张飞萍, 陈清林, 吴庆锥, 等. 毛竹林节肢动物群落的组成与结构[J]. 生态学报, 2005, 25 (10): 2 273—2 283.
- [9] 马克平, 刘玉明. 生物多样性的测度(I) α 多样性的测度[J]. 中国生物多样性, 1994, 2 (4): 231—239.
- [10] 丁岩钦. 昆虫数学生态学[M]. 北京: 科学出版社, 1991: 450—454.
- [11] 唐启义, 冯明光. 实用统计分析及 DPS 数据处理系统[M]. 北京: 科学出版社, 2002: 223—225.
- [12] 李春喜, 王志和, 王文林. 生物统计学[M]. 北京: 科学出版社, 2001: 251—254.

Correlation between stand factors and arthropod community in *Phyllostachys pubescens* forest

CHEN Qing-lin

(Forest Enterprise of Sanyuan District, Sanming City, Sanming 365000, Fujian, China)

Abstract: Through systematic surveys in 14 selected sampling *Phyllostachys pubescens* forests in Sanming, Fujian from 2001 to 2002, the canonical correlativity between stand factors and arthropod community was analyzed. The results indicated that the correlation between the diameter of new bamboo and evenness of the arthropods in the canopy was positive and significant, so was the correlation between the diameter of old bamboo and individuals of the arthropods in underlayer. Moreover, the forest stand factor of high gradient benefited the development of the phytophagous mites population, and high gradient and covering degree off undergrowths benefited the development of *Kuwanaspis vermiformis* population, and high gradient, height of old bamboo and low altitude benefited the development of *Pantana phyllostachysae* population. Based on the study results, the measures of regulating stand factors were put forward to control the pest on the bamboo leaves. [Ch, 8 tab. 12 ref.]

Key words: forest protection; *Phyllostachys pubescens*; arthropod; animal community; stand factor; canonical correlativity analysis