

# 不同防治措施对皖南春季马尾松林节肢动物 和虫生真菌群落的影响\*

韩宝瑜<sup>1)</sup> 崔林<sup>1)</sup> 查光济<sup>2)</sup>

(1) 安徽农业大学茶业系, 230036, 合肥; 2) 安徽省东至县金寺山林场, 247200, 安徽东至; 第一作者 35 岁, 男, 副教授)

**摘要** 在皖南春季越冬代马尾松毛虫防治时期, 于安徽长江以南采用不同治虫策略的 5 个林场, 选立地条件和林分状况类似的马尾松纯林, 对节肢动物和虫生真菌群落的调查表明, 常年释放白僵菌的林场和长期监测虫情、准确挑治虫源地的林场害虫种数约占群落总种数的 50%, 个体数约占 70%, 益害物种数比( $N_s/P_s$ ) 为 0.72 ~ 0.83, 个体数比( $N_n/P_n$ ) 为 0.44 ~ 0.45, 多样性指数( $H'$ ) 波动小, 松毛虫虫口 2.0 条·株<sup>-1</sup>。交替放菌和施药的林场, 滥用农药、尤其不治虫的林场, 害虫种数约占群落总种数的 60% 左右, 个体数 > 74%,  $N_s/P_s$  0.46 ~ 0.54,  $N_n/P_n$  0.23 ~ 0.34,  $H'$  波动大, 松毛虫虫口 6.0 ~ 10.0 条·株<sup>-1</sup>, 超过防治指标(5 条·株<sup>-1</sup>)。长期的放菌或及时施药挑治利于优化群落结构, 增大多样性指数, 强化生态控制的力度。

**关键词** 马尾松纯林; 节肢动物; 虫生真菌; 群落组成; 生物多样性; 马尾松毛虫

**分类号** S763.42; S718.5

马尾松(*Pinus massoniana* Lamb.) 纯林系皖南林区的主要组分, 也是松林中的大害虫马尾松毛虫(*Dendrolimus punctatus* Walker) 二、三代发生区。每年 3 月中、下旬至 4 月上、中旬, 许多林场都要进行大规模的防治。长江南岸, 从西向东, 各林场的立地条件类似, 由于多年以来的治虫方式不同, 致使马尾松毛虫种群数量的差异显著。安徽省东至县金寺山林场严格地根据防治指标(平均虫口 > 5 条·株<sup>-1</sup>), 防治虫源地(小于总林分面积的 5%), 保护和利用各类天敌资源, 20 多年来松毛虫等重要害虫从未大发生, 逐渐形成了人工扶持下的群落自我调控的良性循环<sup>[1-2]</sup>。南陵县戴公山林场常年以球孢白僵菌(*Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin) 防治松毛虫, 松毛虫虫口密度极低, 林相好, 针叶完整率 > 98%。宣州市麻姑山林场交替地大面积释放白僵菌粉剂和施用农药, 高立洪林场滥用农药都造成了松毛虫种群的大起大落。芜湖县境的农垦九连山茶林场不采取治虫措施, 松毛虫严重发生。治虫策略还必然影响着群落的结构和多样性, 而群落的组成和多样性与群落对害虫的自然控制力度与松毛虫虫口有着内在的相关性。因此, 在春季防治越冬代松毛虫的重要时节, 探究几类典型松林群落的组成和多样性的变化, 对于马尾松纯林中生物多样性的保护和松毛虫的持续控制均具有重要意义。

## 1 材料与方 法

### 1.1 供试林场的林分状况

在皖南沿长江南岸从西向东选择: (1) 长期监测虫情, 小面积挑治虫源地的东至县金寺山

\* 1997 ~ 1999 年国家自然科学基金课题“白僵菌及其组配对松林群落多样性影响与松毛虫持续控制”内容之一。  
1998-03-04 收稿。

林场; (2) 常年放球孢白僵菌防虫的南陵县戴公山林场; (3) 交替地淹没式放菌和大规模施药的宣州市麻姑山林场; (4) 治虫工作粗放、滥用农药的宣州市高立洪林场; (5) 不治虫的芜湖县境的农垦九连山茶林场。各林场皆设相隔 500 m 以外的样地 2 块。10 块样地都是林分状况相似的马尾松纯林, 面积各为 25 m × 25 m, 林龄 13 ~ 15 a, 郁闭度 0.75, 平均树高 2.8 m, 平均胸径 8 cm。林下植被(下木)盖度 0.90, 以灌丛为主, 由黄檀(*Dalbergia hupeana* Hance)、映山红(*Rhododendron simsii* Planch)、白茅(*Imperata cylindrica* (L.) Beauv. var. *major* (Nees) C. E. Hubb) 和蕨(*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn var. *latiusculum* (Desv.) Underw.) 等组成。

## 1.2 调查方法

(1) 从 1997 年 3 月 25 日至 5 月 15 日, 每 10 d 1 次在 5 个林场同时查每块样地松树和林下植被上昆虫、蜘蛛、虫生真菌、捕食螨和其它无脊椎动物的种数和个体数。以罹病虫尸数为虫生真菌的种群数量<sup>[3]</sup>。个体较小的植食性螨类除外。

(2) 另在各林场选松毛虫常发生林分, 林龄 20 ~ 25 a, 郁闭度 0.75, 目测着生 4 万株的范围, 据李天生等<sup>[4]</sup>的单对角线 16/10 000 的抽样方法, 每次随机抽取 16/10 000 × 40 000 = 64 株, 按照李天生等<sup>[5]</sup>的振落法, 振落这 64 株松树上的松毛虫, 求得虫株率再转换为平均每株虫口/条 · 株<sup>-1</sup>。

## 1.3 群落的分析方法

(1) 调查的生物鉴定至目、科、种, 再据食性分为植食性昆虫、捕食性昆虫、寄生性昆虫、蜘蛛、虫生真菌、捕食螨和其它无脊椎动物类群。

(2) 以  $H = -\sum p_i \lg p_i$ ,  $R = H / \lg S$  和  $D = (S - 1) N_{\max} / (N - N_{\max})$  分别计算群落的多样性指数  $H$ 、均匀度指数  $R$  和优势度指数  $D$ <sup>[2,6]</sup>, 以上公式中,  $p_i$  是第  $i$  物种的个体数占总个体数的百分率;  $S$  是群落的物种数;  $N_{\max}$  是群落中个体数最大的物种的个体数;  $N$  为总个体数。绘出各林场  $H$  和松毛虫虫口的动态图, 比较林场间的差异。

# 2 结果与分析

## 2.1 5 个林场节肢动物和虫生真菌群落的基本组成及差异

2.1.1 5 类群落中各个目的组成及差异 如表 1, 由于林分相似, 5 类群落的优势类群相同, 即为鳞翅目、直翅目、膜翅目、双翅目、蜘蛛目和鞘翅目, 并且, 各个目中的科数相等或相近。它们代表着二、三代马尾松毛虫发生区松林群落的基本构成。

因受长期以来的治虫措施的影响, 群落组成的差异明显。戴公山林场物种最多, 个体数较少。金寺山林场物种数次之, 个体数稍多。麻姑山和高立洪林场物种数更少, 个体数又稍多。九连山茶林场的物种数和个体数最少。

2.1.2 5 类群落的各种指数及差异 如表 2, 戴公山林场多样性指数  $H$  和均匀度指数  $R$  最大, 优势度指数  $D$  最小, 益害物种数比( $N_s/P_s$ )和益害个体数比( $N_n/P_n$ )都最大。金寺山林场的  $H$  和  $R$  次之,  $D$  稍大,  $N_s/P_s$  和  $N_n/P_n$  次之。麻姑山林场的  $H$  和  $R$  分别与高立洪林场的  $H$  和  $R$  相近, 两者的  $H$  和  $R$  又分别小于金寺山林场的  $H$  和  $R$ , 两者的  $D$  都比金寺山林场的  $D$  大, 表明群落组成的均匀性较差, 两者的  $N_s/P_s$  和  $N_n/P_n$  又分别小于金寺山林场的  $N_s/P_s$  和  $N_n/P_n$ 。九连山茶林场的  $H$  和  $R$  最小,  $D$  最大,  $N_s/P_s$  和  $N_n/P_n$  最小。

表 1 皖南春季 5 个林场节肢动物和虫生真菌群落各个目的基本组成 个

项 目		金寺山	戴公山	麻姑山	高立洪	九连山茶	项 目	金寺山	戴公山	麻姑山	高立洪	九连山茶	
1. 鳞翅目	科数	9	11	10	11	8	8. 蜻蜓目	个体数	7	9	4	11	5
(Lepidoptera)	种数	16	20	18	21	14	(Odonata)	科数	2	1	2	1	2
	个体数	50	56	73	47	41		个体数	5	7	3	1	2
2. 直翅目	科数	2	2	2	2	2	9. 半翅目	科数	1	1			1
(Orthoptera)	种数	14	13	12	13	12	(Hemiptera)	种数	1	1			1
	个体数	166	168	180	198	171		个体数	2	2			1
3. 膜翅目	科数	4	3	3	3	3	10. 捕食螨	科数	2	2	1	1	1
(Hymenoptera)	种数	6	5	4	5	7		种数	2	2	1	2	2
	个体数	55	51	64	36	34		个体数	2	4	1	2	2
4. 双翅目	科数	3	3	3	2	3	11. 虫生真菌	科数	2	3	2	1	1
(Diptera)	种数	6	5	4	4	4		种数	2	5	2	2	1
	个体数	73	46	44	58	61		个体数	4	10	4	3	1
5. 蜘蛛目	科数	5	6	4	6	4	12. 其它无脊	科数	2	2	1	1	
(Araneida)	种数	10	13	7	11	7	椎动物	种数	2	3	1	1	
	个体数	14	20	14	12	11		个体数	2	3	1	1	
6. 鞘翅目	科数	3	2	3	2	2	合 计	科数	36	37	32	31	28
(Coleoptera)	种数	3	3	4	2	2		种数	67	75	57	54	54
	个体数	13	6	11	15	14		个体数	393	382	399	384	343
7. 脉翅目	科数	1	1	1	1	1							
(Neuroptera)	种数	2	3	1	2	2							

表 2 皖南春季 5 个林场节肢动物和虫生真菌群落的 5 种指数及差异

指 数	金寺山林场	戴公山林场	麻姑山林场	高立洪林场	九连山茶林场
多样性指数 $H$	1.474 4	1.543 3	1.391 1	1.389 0	1.378 0
均匀度指数 $R$	0.807 4	0.823 1	0.792 3	0.801 8	0.795 4
优势度指数 $D$	9.182 6	8.414 0	10.698 5	9.672 7	11.464 5
益害物种数比 $N_s/P_s$	0.72	0.83	0.50	0.54	0.46
益害个体数比 $N_n/P_n$	0.44	0.45	0.24	0.34	0.23

## 2.2 5 个林场节肢动物和虫生真菌群落中各亚群落的种数、个体数及比率

如表 3, 各种群落均以植食性昆虫为最大的亚群落, 种数 > 50%, 个体数 69%。捕食性昆虫种数百分率 (11% ~ 20%) 大于寄生性昆虫种数百分率 (4% ~ 7%)。蜘蛛是一类重要的天敌, 种数百分率是 12% ~ 16%, 个体数百分率是 3% ~ 4%, 各林场间的差别不大。各场都发现有虫生真菌, 以白僵菌为优势种。

但是, 戴公山和金寺山 2 个林场植食性昆虫种数百分率 (50% 左右) 和个体数百分率 (69%) 皆分别明显地小于其它 3 个林场的种数百分率 (60% 左右) 和个体数百分率 (> 74%)。两林场捕食性、寄生性昆虫以及蜘蛛的种数和个体数也都显著地大。在戴公山林场发现球孢白僵菌、3 种拟青霉 (*Paecilomyces* spp.) 和莱氏野村菌 (*Nomurea rileyi* Farlow) (侵染一种夜蛾 (*Argyrogramma* sp.) 的幼虫)。金寺山和高立洪林场发现球孢白僵菌和拟青霉各一种。麻姑山林场除了球孢白僵菌, 还有胶孢虫瘿霉 (*Furia gloeospora* (Vuill.) Z. Z. Li, B. Huang et M. Z. Fan Comb, nov.) 侵染一种毛蠨 (*Culicoides* sp.)。九连山茶林场只见到球孢白僵菌。

表 3 皖南春季 5 个林场节肢动物和虫生真菌群落的各亚群落物种数、个体数

亚群落	金寺山林场		戴公山林场		麻姑山林场		高立洪林场		九连山茶林场		
	个	%	个	%	个	%	个	%	个	%	
植食性昆虫	种数	35	52.24	38	50.67	36	63.16	33	61.11	32	59.26
	个体数	272	69.21	266	69.63	320	80.20	285	74.22	257	74.93
捕食性昆虫	种数	13	19.40	11	14.67	7	12.28	6	11.11	8	14.81
	个体数	89	22.65	68	17.80	49	12.28	75	19.53	63	18.37
寄生性昆虫	种数	4	5.97	4	5.33	3	5.26	2	3.70	4	7.41
	个体数	10	2.54	14	3.66	10	2.51	6	1.56	9	2.62
蜘蛛	种数	9	13.43	12	16.00	7	12.28	8	14.81	7	12.96
	个体数	14	3.56	17	4.45	14	3.51	12	3.13	11	3.21
虫生真菌	种数	2	2.99	5	6.67	2	3.51	2	3.70	1	1.85
	个体数	4	1.02	10	2.62	4	1.00	3	0.78	1	0.29
捕食螨	种数	2	2.99	2	2.67	1	1.75	2	3.70	2	3.70
	个体数	2	0.51	4	1.05	1	0.25	2	0.52	2	0.58
其它无脊椎动物	种数	2	2.99	3	4.00	1	1.75	1	1.85		
	个体数	2	0.51	3	0.79	1	0.25	1	0.26		

### 2.3 5 个林场节肢动物和虫生真菌群落多样性指数与松毛虫虫口的动态关系

如图 1, 戴公山林场群落多样性指数的平衡位置最高, 波动最小。金寺山林场的  $H'$  平均值次之, 波动较小。麻姑山和高立洪林场的  $H'$  明显地小, 波动却较大。九连山茶林场的  $H'$  平均值最小, 波动最大。

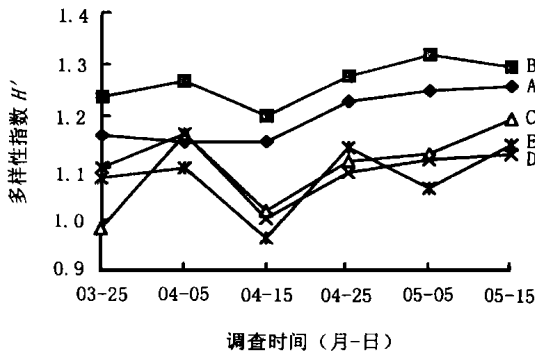


图 1 各群落的多样性指数  $H'$  动态(1997 年)  
A. 金寺山林场; B. 戴公山林场; C. 麻姑山林场;  
D. 高立洪林场; E. 九连山茶林场(图 2 同)

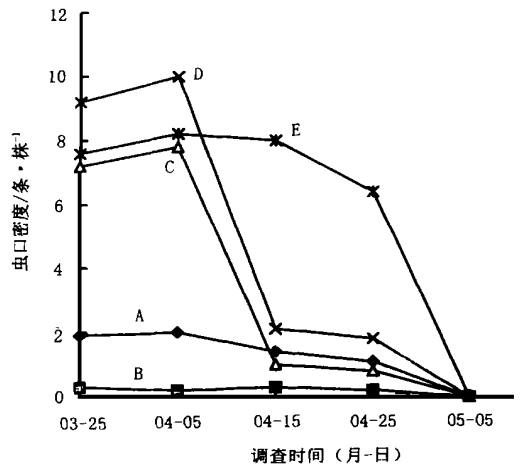


图 2 各群落马尾松毛虫虫口动态(1997 年)

如图 2, 戴公山林场松毛虫虫口密度极低, 金寺山林场的也较低。其它 3 个林场的都在防治指标以上(5 条 · 株<sup>-1</sup>)。麻姑山和高立洪林场各在 4 月之后采取了防治措施, 虫口很快下降, 但多样性指数  $H'$  也降低, 至 5 月 5 日而回升。至 5 月 5 日松毛虫已全部羽化。

### 3 小结与讨论

5 个林场均位于长江南岸, 距江边 10~20 km, 地理纬度一致。对马尾松的抚育间伐等营林措施相同, 只是长期以来对马尾松毛虫的防治方法不同而导致了松林群落组成、多样性的显著差异。戴公山林场坚持以白僵菌治虫, 优化了群落的结构, 增强了群落的稳定性, 即群落的自

我调节力和抗衡外界的干扰力很强,故松毛虫虫口极小。金寺山林场持续地监测虫情,准确及时地在小范围的林分中施药,既控制了虫患,也避免了大量地杀伤天敌,久而久之,也可丰富群落的多样性。麻姑山和高立洪林场无明确有效的治虫措施,害虫时有大发生。九连山茶林场的松林处于自然状态,害虫经常发生,针叶完整率小于80%。因此,丘陵地区的马尾松纯林多样性和稳定性小,对马尾松毛虫的自然控制力弱,在春季越冬代时期必须人工治虫。

### 参 考 文 献

- 1 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.
- 2 韩宝瑜, 李增智, 王成树, 等. 合理化防的马尾松林动物和昆虫真菌群落的数量时空格局. 应用生态学报, 1997, 8(1): 65 ~ 69.
- 3 Galaini-Wraight S, Wraight S P, Carruthers R I, et al. Description in a *Zoopthora radicans* (Zygomycetes: Entomophthoraceae) epizootic in a population of *Empoasca kraemeri* (Homoptera: Cicadellidae) on beans in Central Brazil. Journal of Invertebrate Pathology, 1991, 58: 311 ~ 326.
- 4 李天生, 陈建寅, 卢崇飞, 等. 马尾松毛虫幼虫抽样方法及个体群面积的研究. 森林病虫通讯, 1986, (3): 1 ~ 4.
- 5 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. 森林病虫通讯, 1988(1): 29 ~ 32.
- 6 韩宝瑜. 茶园昆虫群落时空格局及多样性稳定性. 茶叶科学, 1997, 17(1): 27 ~ 32.

## The Effect of Different Control Measure on Arthropoda and Entomogenous Fungi Communities in Masson's Pine Stand in Southern Part of Anhui Province

Han Baoyu<sup>1)</sup> Cui Lin<sup>1)</sup> Cha Guangji<sup>2)</sup>

(1) Tea Science Department, Anhui Agricultural University, 230036, Hefei, China;

(2) Jinsishan Forest Farm of Dongzhi County, Anhui Province, 247200, Dongzhi, Anhui, China)

**Abstract** During the period of controlling the overwintering generation *Dendrolimus punctatus* in similar stands in 5 forestry farms with the different control strategy along the southern shore of Changjiang River, arthropoda and entomogenous fungi communities were surveyed. The result showed that comparing the communities of the forestry farms with *Beauveria bassiana* releasing every year with that in the forestry farm controlled by insecticides, the species number of pests were around 50%, the individuals were 70% or so, the ratio of natural enemy to pest species number ( $Ns/Ps$ ) was 0.72 ~ 0.83, the ratio of natural enemy to pest individuals number ( $Nn/Pn$ ) was 0.44 ~ 0.45, indexes of diversity ( $H$ ) fluctuated little, and population densities of *D. punctatus* 2.0 heads/tree. Within the forestry farms with alternated releasing of *B. bassiana* and applying insecticides, overflowed applying insecticides, and non-controlling forestry farms, the pest species number was around 60%, individual number was 70% or so,  $Ns/Ps$  was 0.46 ~ 0.54,  $Nn/Pn$  0.23 ~ 0.34,  $H$  fluctuated greatly, and the population densities of *D. punctatus* was 6.0 ~ 10.0 heads/tree, which was over the control threshold (5 heads/tree). A long time releasing *B. bassiana* formulation and selecting appropriate suppression were beneficial to optimizing community structure.

**Key words** masson pure pine; arthropoda; entomogenous fungi; community structure; biodiversity; *Dendrolimus punctatus*