

皖南冬季马尾松林昆虫、蜘蛛和虫生真菌群落结构和动态研究*

韩宝瑜 李增智

摘要 冬季对皖南马尾松林昆虫、蜘蛛和虫生真菌群落垂直分层的系统调查表明,物种数依次为植食类、蜘蛛类、寄生类、捕食类、虫生真菌类,个体数依次为植食类、寄生类、蜘蛛类、捕食类、罹病虫尸数。植食类占总物种数 46.15%, 占总个体数 83.65%。益、害生物种数之比为 1.1667 : 1, 个体数之比为 0.1954 : 1。乔木层中物种数及个体数最大,个体数占总个体数 52.1%。土壤层中物种数及个体数均居第二,其中个体数占总个体数 41.6%。枯枝落叶层和灌木草本层中物种及个体数均较少。虫生真菌主要分布在枯枝落叶层、乔木层和土壤层。总个体数在 11 月份较大,12 月份最少,元月份最大。使马尾松毛虫种群带菌越冬有益于提高越冬期的罹病率。

关键词 马尾松林、昆虫、蜘蛛、虫生真菌、群落结构和动态

马尾松是皖南林区主要造林树种,其基于生态学原理的害虫治理的重要途径之一,在于发挥并强化天敌对害虫的自然控制作用。除了天敌昆虫和蜘蛛之外,昆虫病原微生物也是一类重要天敌。通常昆虫病原细菌和昆虫病毒致死的虫尸在林间极少见,而球孢白僵菌 *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuilemin 等虫生真菌在适宜温、湿度条件下易于高密度的寄主害虫中造成流行病而在短期内摧毁害虫种群。冬季草木枯萎,昆虫和蜘蛛冬眠,虫生真菌大都宿存于寄主体上,便于林间实施生物群落的调查。而且冬季也是害虫生活史中的薄弱环节,应研究主要种群乃至群落的动态而裨益于采用适用的防治策略。一旦害虫出蛰后即觅偶生育,繁殖大量新个体。因此,掌握林内各类生物越冬基数,害虫、天敌昆虫和蜘蛛等种类的种群动态;分析昆虫、蜘蛛和虫生真菌群落的时间和空间格局,探讨白僵菌等虫生真菌宿存和越冬机制,则是预测预报翌年真菌病流行及虫情的重要依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

1992 年 12 月~1993 年 1 月每月下旬在皖南宣州市麻姑山林场和南陵县戴公山林场马尾松纯林内选样地 7 块,面积均为 15 m × 15 m,林龄 15~17 a,郁闭度 0.80,平均树高 3.2 m,平均胸径 12 cm。林下植被盖度 0.90,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

1995—10—16 收稿。

韩宝瑜讲师,李增智(安徽农业大学 合肥 230036)。

* 国家“八五”攻关项目 85—18—02—03 子专题“白僵菌在马尾松毛虫综合管理中应用配套技术研究”的部分内容。

Pteridium aquilinum (L.) Kuhn var. *latiusculum* (Desv.) Underw. 等小灌木和草本植物组成。

1.2 调查方法

每月 1 次对 7 块样地的调查均在 3 d 内完成。将松林群落垂直地分为如下 4 层, 并按以下的顺序调查各层的物种及个体数量。其中虫生真菌的个体数以罹病虫尸数量表示^[1]。

(1) 灌木草本层 在样地内以双对角线法取 1 m 宽地带, 统计带内植物上各物种及个体数量。再沿双对角线随机扫网 30 次。网口直径 30 cm, 深 50 cm, 以白细布制成。

(2) 枯枝落叶层 在每样地内 5 点取样, 每样点为 1 m²。

(3) 土壤层 在样地内取样 5 点, 样点大小均为 1.0 m × 1.0 m × 0.10 m。

(4) 乔木层 在每样地选择有代表性的样木 12 株, 逐一标号调查。

1.3 昆虫、蜘蛛和虫生真菌群落的分析方法

(1) 将各类生物据食性分为植食、捕食、寄生、蜘蛛和虫生真菌类群^[2,3]。统计查得的总共 21 块样地内各类群的物种数(丰富度)、个体数及相互比率。

(2) 再鉴定各类生物至目、科、种, 列出 21 块样地的乔木层、灌木草本层、枯枝落叶层和土壤层中实际查得的生物所属的目, 以及科数、种数及个体数量。从而明确冬季松林内物种的多寡及个体数量的大小。

(3) 将乔木层各类生物种数、个体数按照 12 株样木的地面投影面积, 灌木草本层内的则依据带状面积分别换算成 5 m² 面积内的种数及个体数。再与枯枝落叶层 5 个样方共 5 m² 的种数、个体数, 以及土壤层 5 个样方共 5 m² × 0.1 m = 0.5 m³ 容积内的种数、个体数相比较。以查明冬季林间各个层次间物种及个体数的相对比率、生物主要的越冬场所。

(4) 群落多样性指数 $H = -\sum P_i \lg P_i$, 其中 H 是群落的多样性指数, P_i 为第 i 物种的个体数量占总个体数量的百分率。均匀度指数 $R = H / \lg S$, H 是群落多样性指数, S 为群落的物种数。优势度指数 $D = (S - 1) N_{\max} / (N - N_{\max})$, 式中: S 为群落的物种数, N_{\max} 是群落中个体数最大的物种的个体数, N 为总个体数^[4]。

2 结果和分析

2.1 昆虫、蜘蛛和虫生真菌群落的基本组成

所查的 21 块样地内各类生物的种数及个体数量如表 1。植食类为初级消费者, 拥有较大的物种数和个体数。越冬期间植食类的丰富度(s) 几乎仍占总物种数的一半(46.15%), 个体数 > 80%。群落多样性指数(H) 综合地表达了物种的多寡及种间个体数分布的均匀程度。林间蜘蛛的种类较多, 并且种间个体数量组成较均匀, 故亚群落的多样性指数最大, 均匀度也最大。而植食类的物种数量大, 其多样性指数也较大, 居于第二。由于植食类亚群落中种间数量差异很大, 有的物种个体数量高达数百, 有的种类个数只有 1, 故其均匀度指数最小, 而优势度指数最大。捕食类的物种数和个体数均较小。虫生真菌共发现 6 种, 除球孢白僵菌外, 还有几种拟青霉 *Paecilomyces* spp. 和莱氏野村菌 *Nomuraea rileyi* Farlow。

从益、害比可以看出害虫的种类少于天敌的种类。天敌的种类较多, 其作用方式有捕食、寄生及致病等多种, 而且天敌的活动性大于害虫。这是林间开展生物防治的物质基础。

表1 冬季松林内昆虫、蜘蛛和虫生真菌群落中各亚群落的基本特征

(皖南麻姑山林场和戴公山林场, 1992- 11~1993- 01)

项 目	植食类亚群落	捕食类亚群落	寄生类亚群落	蜘蛛类亚群落	虫生真菌亚群落	合 计
丰富度 <i>s</i>	数量	66	12	22	37	143
	百分率(%)	46.15	8.39	15.38	25.87	4.20
个体数 <i>N</i>	数量	1 709	42	146	118	2 043
	百分率(%)	83.65	2.06	7.15	5.78	1.37
多样性指数	<i>H</i>	0.935 3	0.823 8	0.857 5	1.259 9	0.462 3
均匀度指数	<i>R</i>	0.514 0	0.763 4	0.638 8	0.803 4	0.594 1
优势度指数	<i>D</i>	31.763 9	6.111 1	13.449 5	18.461 5	11.000 0
害虫种类		天敌种类= 1 1.166 7		害虫个体数		天敌个体数= 1 0.195 4

2.2 昆虫、蜘蛛和虫生真菌群落的空间格局

2.2.1 林间各层实际查得各类群种数及个体数 乔木层中优势类群为膜翅目、同翅目、蜘蛛目、鳞翅目和双翅目。调查时发现有2种蚂蚁在树干上的数量较大。8~10种绒茧蜂 *Apanteles* spp. 和松大蚜 *Cinara pinea* Mordwiko 在树上的数量也很可观。灌木草本层中优势类群是膜翅目、同翅目和双翅目等。枯枝落叶层中蜘蛛和虫生真菌较多。土壤中的优势种为土栖黑翅大白蚁 *Odontotermes formosamus* (Sniraki) (表2)。

表2 皖南冬季马尾松林各层次实际查得的各类群的种及个体数量

(麻姑山林场和戴公山林场, 1992- 11~1993- 01)

层次	目	科		物种		个体		层次	目	科		物种		个体	
		数量	(%)	数量	(%)	数量	(%)			数量	(%)	数量	(%)	数量	(%)
乔木层	1. 膜翅目	3	6.82	10	13.89	814	62.62	灌木草 本层	9. 鳞翅目	3	8.82	4	6.15	4	1.41
	2. 同翅目	9	20.45	9	12.50	198	15.23		10. 鞘翅目	2	5.88	3	4.62	3	1.06
	3. 蜘蛛目	12	27.27	29	40.28	136	10.46		11. 蜚蠊目	1	2.94	1	1.54	1	0.35
	4. 鳞翅目	5	11.36	7	9.72	33	2.54		合 计	34		65		284	
	5. 双翅目	5	11.36	6	8.33	62	4.77	枯枝落 叶层	1. 蜘蛛目	6	54.55	9	50.00	10	35.71
	6. 积翅目	1	2.27	1	1.39	16	1.23		2. 虫生真菌	2	18.18	4	22.22	11	39.29
	7. 虫生真菌	2	4.55	2	2.78	10	0.77		3. 蜚蠊目	1	9.09	2	11.11	4	14.29
	8. 脉翅目	1	2.27	2	2.78	14	1.08		4. 膜翅目	1	9.09	2	11.11	2	7.14
	9. 蜚蠊目	1	2.27	1	1.39	10	0.77		5. 鞘翅目	1	9.09	1	5.56	1	3.57
	10. 鞘翅目	4	9.09	4	5.56	6	0.46		合 计	11		18		28	
	11. 啮虫目	1	2.27	1	1.39	1	0.08		土壤层	1. 鞘翅目	6	35.29	7	31.82	13
合 计	44		72		1300		2. 虫生真菌	2		11.76	5	22.73	6	1.38	
灌木草 本层	1. 膜翅目	7	20.59	17	26.15	48	16.90	3. 鳞翅目		3	17.65	3	13.64	6	1.38
	2. 同翅目	5	14.71	9	13.85	44	15.49	4. 蜘蛛目		2	11.76	2	9.09	2	0.46
	3. 双翅目	5	14.71	7	10.77	122	42.96	5. 膜翅目		1	5.88	2	9.09	3	0.69
	4. 直翅目	2	5.88	11	16.92	23	8.10	6. 等翅目		1	5.88	1	4.55	402	92.41
	5. 脉翅目	1	2.94	2	3.08	17	5.99	7. 蜚蠊目		1	5.88	1	4.55	2	0.46
	6. 蜘蛛目	6	17.65	9	13.85	10	3.52	8. 直翅目		1	5.88	1	4.55	1	0.23
	7. 蜉蝣目	1	2.94	1	1.54	7	2.46	合 计	17		22		435		
	8. 虫生真菌	1	2.94	1	1.54	5	1.76								

2.2.2 林间各层各类群物种及个体的数量比较 所调查的21块样地皆散布于数千公顷大面积连片的马尾松纯林之中, 每个样地 15 m × 15 m 的面积与整个林场比则是微小的, 可以认为各类生物在此小范围内的分布是比较均匀的。因此可将各层次的物种和个体数除以某个系数

而转换为单位面积上的物种及个体数。具体做法如下: 枯枝落叶层和土壤层的数值不变。乔木层中 12 株样木树冠在地面投影面积为 12 m^2 , 如将该层查得的各类群的种及个体数量转化为 5 m^2 面积上相应的种及个体数, 则原数据必须除以系数 2.4 (即 $12 \text{ m}^2 \div 5 \text{ m}^2 = 2.4$)。由于物种及个体都是实实在在存在的生物, 表 2 中物种及个体数凡是大于 2.4 的, 除以 2.4 所得商的小数四舍五入。有些类群的个体数只为 1, 这在统计生态学上称为稀有物种^[5], 即该种被发现的个体数量较稀少。若将它们剔除则将影响所调查得到的数据对群落的代表性。而且本研究中这样的类群还有几个。故表 2 中乔木层小于 2.4 的物种数及个体数均记为 1。灌木草本层中双对角线实测样带面积为 40 m^2 , 表 2 中原数据皆除以 8 ($40 \text{ m}^2 \div 5 \text{ m}^2 = 8$)。原数据中凡小于 8 的一律记为 1 (表 3)。

表 3 冬季马尾松林各层次间物种及个体数量的差异

层次	目	种数	个体数	层次	目	种数	个体数	
乔木层	膜翅目	4	339	灌木草本层	鳞翅目	1	1	
	同翅目	4	83		鞘翅目	1	1	
	蜘蛛目	12	57		蜚蠊目	1	1	
	鳞翅目	3	14		合计	12	38	
	双翅目	3	26	枯枝落叶层	蜘蛛目	9	10	
	积翅目	1	7		虫生真菌	4	11	
	虫生真菌	1	4		蜚蠊目	2	4	
	脉翅目	1	6	膜翅目	2	2		
	蜚蠊目	1	4	鞘翅目	1	1		
	鞘翅目	2	3	合计	18	28		
	啮虫目	1	1	土壤层	鞘翅目	7	13	
	合计	33	544		虫生真菌	5	6	
	灌木草本层	膜翅目	2		6	鳞翅目	3	6
		同翅目	1		6	蜘蛛目	2	2
双翅目		1	15		膜翅目	2	3	
直翅目		1	3		等翅目	1	402	
脉翅目		1	2		蜚蠊目	1	2	
蜘蛛目		1	1	直翅目	1	1		
蜉蝣目		1	1	合计	22	435		
虫生真菌		1	1					

表 3 中各层之间种及个体数就具有一定的可比性。乔木层中物种数和个体数最大, 土壤层中种及个体数第二, 灌木草本层和枯枝落叶层中物种和个体数均较少。蜘蛛类的种类数及个体数均依次为乔木层、枯枝落叶层、土壤层、灌木草本层。虫生真菌主要存在于枯枝落叶层、土壤层和乔木层。罹病寄主主要为马尾松毛虫 *Dendrolimus p unctatus* Walker、黄守瓜 *A ulacophora femoralis* (Montschulsky)、螺纹蓑蛾 *Clania crameri* West 和一种蛾类的蛹等。

2.3 昆虫、蜘蛛和虫生真菌群落的时间动态

11 月下旬少数昆虫已进入冬眠, 许多昆虫和蜘蛛正在寻觅越冬场所, 查得的物种较少。12 月份气温低, 为冬眠期, 各种生物稳定下来, 所得物种稍多。1 月底气温稍升高, 有些种类已开始活动, 此时的种数和个体数就稍增多。每月所调查的 7 块样地群落 5 种特征的平均值及标准差如表 4。

表 4 马尾松冬季昆虫、蜘蛛和虫生真菌群落的特征及动态

(皖南麻姑山林场和戴公山林场)

日期 (年—月)	S	N	H	R	D
1992- 11	19.00 ± 1.99	156.50 ± 128.93	1.38 ± 0.72	1.08 ± 0.51	28.56 ± 21.94
1992- 12	23.00 ± 4.30	93.50 ± 56.70	1.58 ± 0.51	1.14 ± 0.34	15.25 ± 8.35
1993- 01	27.00 ± 3.11	298.25 ± 177.98	1.29 ± 0.91	0.90 ± 0.62	72.18 ± 64.38

注:表中的数据为平均值 ± 标准差。

3 结语与建议

(1) 皖南丘陵冬季马尾松林内各类群生物物种的多寡依次为植食性昆虫类、蜘蛛类、寄生性昆虫类、捕食性昆虫类和虫生真菌类,个体数大小顺序是植食性昆虫类、寄生性昆虫类、蜘蛛类、捕食性昆虫类和罹病虫尸数量。其中植食类占总物种数的 46.13%, 占总个体数 83.65%。益、害物种数之比为 1.1667 : 1, 个体数之比为 0.1954 : 1。

乔木层为主要的越冬场所,其中的物种最多,个体数最大(占总个体数 52.1%)。土壤层中物种及个体数次之,个体数占总个体数 41.6%。共发现 6 种虫生真菌,主要分布在枯枝落叶层、土壤层和乔木层。

(2) 本试验共发现罹病虫尸 28 只, 占总调查个体数的 1.37%(表 1), 在乔木层中采到的 10 只中只有 7 只是白僵菌致死的马尾松毛虫虫尸, 即群落中虫生真菌总量小, 而且仅有 25% ($7 \div 28 \times 100\% = 25\%$) 的虫生真菌菌量宿存在这种目标害虫体上。因此, 通常情况下翌年春季不易在其越冬代中造成白僵菌流行病。因此这 2 个林场在 3 月中旬 ~ 4 月常进行化学防治或放菌防治越冬代松毛虫。

(3) 皖南为二、三代马尾松毛虫发生区, 马尾松毛虫幼虫 11 月中、下旬陆续从树冠下移, 集聚在 2 m 以下树干的缝隙中越冬, 来年 3 月随着气温的回升而逐渐上行到树冠层。如果于 10 月中、下旬在松林内点状或带状释放高孢白僵菌菌粉, 让部分虫口罹病致松毛虫种群带菌越冬, 那么冬眠期间马尾松毛虫种群质^[6]低, 抗病力弱, 在越冬幼虫下移和成簇拥挤在一起的过程中, 病虫与健康幼虫相互接触、摩擦势必增大许多健康幼虫感病机会, 从而提高冬季的侵染率。第二年春季松毛虫上树前后及时调查罹病率, 据罹病率大小而决定补充放菌的剂量, 累积菌量达到越冬代中发生白僵菌流行病所需的阈值^[6], 造成流行病。

(4) 常年也可对局部虫口较高的虫源区域集中地施药防治。逢松毛虫大发生时可以用化学农药做为应急措施。

参 考 文 献

- 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.
- 韩宝瑜, 张汉鹤. 黑刺粉虱与其蜂寄生蛹数量动态和三维空间格局研究. *生物数学学报*, 1994, 9(4): 189 ~ 200.
- 韩宝瑜, 李增智. 虫生真菌和寄生蜂对黑刺粉虱的联合控制效应. 见: 中国菌物学会虫生真菌专业委员会主编. *中国虫生真菌研究与应用* (第 3 卷). 北京: 中国农业出版社, 1993, 216 ~ 221.

- 4 赵志模, 刘映红, 张昌伦. 重庆市郊不同种植制度菜地昆虫群落结构研究. 植物保护学报, 1994, 21(1): 39 ~ 45.
- 5 Jhon A. 拉德维格, James F. 蓝诺兹(李育中等译, 刘仲龄校). 统计生态学: 呼和浩特: 内蒙古大学出版社, 1990, 42 ~ 200.
- 6 James R Fura, Yoshineri Tanada(王丽英等译, 吕鸿声审校). 昆虫疾病流行病学. 北京: 北京农业大学出版社, 1992, 380 ~ 398.

Study on Community Structure and Dynamics of Insects, Spiders and Entomogenous Fungi in Masson s Pine Stands in Winter in the Southern Part of Anhui Province

H an Baoyu Li Zengzhi

Abstract During winter, the community structure and the dynamics of insects spiders and entomogenous fungi were investigated vertically from November, 1992 to January, 1993. The results showed that species numbers were in order: phytophagous group > spider group > parasitic group > predatory group > entomogenous fungi. The individual numbers were in the order: phytophagous group > parasitic group > spiders > predatory group > infected insect cadavers. The species number of phytophagous group accounted for 46.35% of the total species number. The individual number of phytophagous group accounted for 83.65% of the total individual number. The ratio of beneficial to pest organism species numbers was 1.1667, and the ratio of the beneficial to pest individual number was 0.1954. Within the tree layer, species numbers were the highest. The individual number in this layer accounted for 52.1% of the total individual number. In the soil layer, species number and individual number were respectively the second, and the individual number accounted for 41.6% of the total individual number. The species and the individual number were all scarce in the dead soil covering layer, the shrub and herb layer. The entomogenous fungi were mainly distributed in the dead soil covering layer, tree layer and soil layer. The total individual number in November was bigger, that in December was the smallest and that in January was the biggest. It is helpful to enhance the overwintering incidence of the disease for the population of *Dendrolimus punctatus*.

Key words Masson s pine, insect, spider, entomogenous fungi, community structure and dynamics