

浙江东明山森林公园毛竹林节肢动物的组成和多样性

舒金平¹, 刘立伟^{1,2}, 黄照岗³, 宋洋¹, 徐天森¹, 王浩杰^{1*}

(1. 中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400; 2. 浙江自然博物馆, 浙江 杭州 310000;
3. 浙江省杭州市余杭区林业水利局, 浙江 杭州 311100)

摘要:节肢动物群落结构及其多样性是反映森林生态系统稳定性的重要指标。2005—2007 年对浙江东明山森林公园毛竹林节肢动物群落进行了系统调查,共采集到 42 439 号标本,隶属于 17 目,126 科,511 种。结果表明:无论是从种类还是个体数上,均以鳞翅目最为丰富,其次为鞘翅目。毛竹林节肢动物群落多样性呈现明显的季节性变化,在冬季和夏季,相对丰度、Shannon-Wiener 多样性指数及 Simpson 优势集中性指数等指标均有所下降,总体随着季节变化呈现双峰型的变化趋势,高峰期分别出现在每年的 6 月和 9 月;从功能集团角度分析,植食性集团无论在物种的种类及个体数上均占有明显优势,其次是天敌集团,中性集团最少。植食性集团中昆虫种类多,但优势物种不突出;中性集团中华按蚊及伊蚊等优势种地位明显;天敌集团中捕食性天敌(蜘蛛和捕食性昆虫)占主导地位。

关键词:毛竹;节肢动物群落;多样性;功能集团

中图分类号:S763

文献标识码:A

Composition and Diversity of Arthropod Community in *Phyllostachys edulis* Forest in Doming Mountain Forest Park of Zhejiang Province

SHU Jin-ping¹, LIU Li-wei^{1,2}, HUANG Zhao-gang³, SONG Yang¹, XU Tian-sen¹, WANG Hao-jie¹

(1. Research Institute of Subtropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Fuyang 311400, Zhejiang, China;

2. Zhejiang Museum of Natural History, Hangzhou 310000, Zhejiang, China;

3. Forest and Water Conservancy Bureau of Yuhang District, Hangzhou City, Hangzhou 311100, Zhejiang, China)

Abstract: The structure and diversity are the important indexes of forestry ecosystem stability. During a systematic investigation in bamboo forest ecosystem from 2005 to 2007, 42 439 arthropod samples were obtained, which includes 511 species from 126 families of 17 orders. Lepidoptera insects occupied the largest number of species in the community, followed by Coleoptera and Diptera. The result indicated that, the community diversity of arthropod followed a obvious seasonal change pattern. The parameters of community composition, diversity and dominant concentration decreased in winter and summer when temperature was not suitable, representing double peaks with the season change. The peaks were in June and September separately. Based on the analysis of the functional groups, phytophagous group was predominant with species and population, followed by the natural enemy group, and neutral group was the least. In phytophagous group, the predominant species were not clear, and mosquitoes, *Anopheles sinensis* and *Aedes* spp. were predominant significantly in neutral group. In the group of natural enemies, predators including spiders and predacious insects were dominant.

Key words: *Phyllostachys edulis*; arthropod community; diversity; functional group

收稿日期:2010-06-17

基金项目:国家林业公益性行业科研专项(201004008);“十一五”国家科技支撑计划项目专题(2006BAD19B0106)

作者简介:舒金平(1979—),男,湖北武汉人,助理研究员,博士,主要从事行为生态学和害虫综合治理研究。

* 通讯作者。E-mail:haojie_wang@163.com

毛竹 (*Phyllostachys edulis* (Carr.) H. de Lehaie) 是我国南方重要的森林资源, 随着毛竹林经营模式的改变及人为干扰强度的增大, 近年来毛竹林害虫在局部地区暴发成灾, 造成了重大经济损失。如何实现毛竹林害虫的可持续控制是当前竹产业健康发展过程中亟待解决的问题^[1]。

当前有记录的竹子害虫有 1 000 多种^[1-2], 其中我国已报道 683 种^[1, 3], 印度发现 180 多种^[4-5], 日本有 80 多种^[6], 其它国家也零星报道过一些竹子害虫。国内外学者很早就开始了对竹林害虫的研究, 但多关注于对单一虫种的生物学特性及防治技术的研究。近年来, 部分学者才开始从昆虫群落学的角度研究竹林昆虫的结构及动态, 如张飞萍等^[7-9]、方妙辉等^[10]及刘怀等^[11]先后对福建和四川地区的毛竹林节肢动物群落开展了研究, 报道了各地区毛竹林内昆虫的种类及构成; 而对于浙江地区毛竹林节肢动物多样性研究尚未见报道。生态系统中节肢动物群落结构及动态是生态系统稳定性的重要指标, 对于揭示害虫的暴发机制有着重要意义^[12]。本文通过对浙江东明山不同经营方式毛竹林内节肢动物

多样性的系统调查, 分析了毛竹林节肢动物群落结构及多样性指标变化的时序动态, 旨在揭示浙江地区不同经营干扰下毛竹林内节肢动物群落的变化规律, 为毛竹林害虫的有效防控提供理论依据。

1 试验地概况

调查地点选择在浙江省杭州市余杭区东明山森林公园, 地理位置 119°57'59"~120°0'13" E, 30°25'33"~30°26'54" N, 为低山丘陵地貌, 属北亚热带南缘季风气候。森林公园内的平均气温 14.8~15.7℃, 最热月份 7 月的平均气温 25.8℃, 最冷月份 1 月平均气温 2.5℃。年平均降水日为 132~145 d, 年平均降水量 1 427.9 mm。该森林公园是当地重要的毛竹种植基地。毛竹林地主要以精细经营为主, 每年进行劈草、垦覆、挖笋和伐竹等, 极少进行病虫害防治。

本研究基于经营模式、耕作方式、病虫害发生情况的差异在森林公园内选择了 5 块毛竹林地作为标准地, 进行定期系统调查, 每块标准地间相距约 1.5 km, 面积约为 0.25 hm²。标准地概况见表 1。

表 1 毛竹林标准地概况

样地编号	立竹密度/(株·m ⁻²)	盖度	坡向	坡度/(°)	海拔高度/m	林分结构	经营类型	管理措施
1	0.43	0.98	阳坡	<5	457.7	混交林	撂荒	无人管理, 常规砍竹
2	0.49	0.87	平地	—	440.4	毛竹纯林	劈草、施肥	大年竹林, 粗放式管理, 每年清除灌木, 并适量劈草, 常规伐竹挖笋
3	0.40	0.82	平地	—	450.8	毛竹纯林	劈草、施肥	小年竹林, 粗放式管理, 每年清除灌木, 并适量劈草, 常规伐竹挖笋
4	0.42	0.41	平地	—	447.4	毛竹纯林	复垦、施肥	大年竹林, 精细管理, 基本无地被物, 常规砍竹挖笋
5	0.45	0.36	阳坡	18	461.3	毛竹纯林	复垦、施肥	小年竹林, 精细管理, 基本无地被物, 常规砍竹挖笋

注: 混交林指毛竹与青冈栎 (*Cyclobalanopsis glauca* (Thunb.))、石栎 (*Lithocarpus glabra* Rehd.) 及香樟 (*Cinnamomum camphora* (L.) Presl) 等阔叶树的混交林, 其它乔木的混交度约为 0.14, 林下还有铁芒萁 (*Dicranopteris dichotoma* (Thunb.))、金缕梅 (*Hamamelis mollis* Oliver)、接骨木 (*Sambucus williamsii* Hance) 等灌木。施用肥料为商业复合肥。竹林大小年指调查时的林分状况。

2 材料与方 法

2.1 竹冠层节肢动物系统调查^[8, 12]

2.1.1 网捕法 用铁丝将铝合金套筒式捕虫网(网口直径 30 cm, 网深 70 cm)固定在长 8 m 的竹竿上, 制成竹冠层捕虫网。网捕前, 先目视目标竹冠, 记录在竹冠周围飞行的大型昆虫, 然后用捕虫网在样株东、西、南、北 4 个方位于竹冠层中随机套住一枝条, 向下连续抖动 5 次, 在抖动过程中逐渐将捕虫网退出, 并迅速地在竹冠层各个方位分别扫网 2 次, 以捕捉由于惊扰而飞出的节肢动物。随后将捕虫网末段塞入毒瓶中, 杀死捕捉到的节肢动物。最后将捕获的节肢动物连同枝叶一同装袋后带回实验室内, 整

理、鉴定和统计所捕获的节肢动物。

在每样地内均以“S”型路线取样, 每次随机调查 20 株毛竹。调查时间为 2006、2007 年的 3—11 月, 收集频率为每月 3 次(每月上、中、下旬各 1 次)。

2.1.2 剪枝法 由于扫网调查可能无法收集到如介壳虫等固定在竹枝叶上的昆虫, 因此在进行竹冠网捕调查的同时进行剪枝调查。在每样株网捕调查结束后, 用高枝剪于同一样株的竹冠层按东、西、南、北 4 个不同方位随机取 1 枝毛竹枝条, 做好标记记录后, 另外装袋, 带回室内进行镜检, 鉴定和记录节肢动物种类和数量。

2.2 竹林地面节肢动物调查

按五点取样法选择扫网点, 用捕虫网在各个点

内贴近地面随机扫网 60 次,每 20 网毒杀收集到的节肢动物 1 次。以标准地和时间为单位将毒杀的节肢动物分别装袋,带回实验室进行相应处理以备鉴定。在笋期,在调查样地内对于危害新笋的害虫采用人工捕捉的方法获取标本和数据。

2.3 竹秆节肢动物调查

在调查样地内,利用望远镜随机抽查 30 株毛竹的竹秆,检查范围为地表以上 4 m 的竹秆,收集和统计停留在竹秆上的节肢动物,带回室内鉴定其种类,并统计记录数量。

2.4 标本鉴定

每次收集的标本均以时间、样地、方位及层次为单位记录,分类保存。依据分类参考书等文献及与中国林科院亚热带林业研究所昆虫标本室馆藏标本比对完成部分标本的鉴定。对于可立即鉴定的标本及时鉴定记录,而暂时不能鉴定的标本,编号记录,妥善保存,寄送有关专家鉴定。标本尽力鉴定到种,对不能确定属或种的标本,鉴定到科。

2.5 评价指标与数据分析

利用物种丰富度 (S)^[13]、物种个体数 (N)^[13]、相对丰度 (P_i)^[13]、Shannon-Wiener 多样性指数 (H)^[14]、Pielou 均匀度指数 (J)^[15] 及 Simpson 优势集中性指数 (C)^[16] 6 个指标进行统计评价。计算公式如下:

$$\text{相对丰度 } P_i = N_i / N$$

Shannon-Wiener 多样性指数:

$$H = - \sum P_i \times \log P_i$$

$$\text{Pielou 均匀度指数: } J = \{1 - \sum P_i^2\} / (1 - 1/S)$$

$$\text{Simpson 优势集中性指数: } C = \sum P_i^2$$

式中: N_i 为第 i 种昆虫的个体数, N 为物种个体数。

数据分析及作图通过 Excel 2000、DPS 8.05 及 SPSS 10.0 软件完成。

3 结果与分析

3.1 毛竹林节肢动物物种组成

在 5 块毛竹林标准地内共采集到节肢动物(昆虫和蜘蛛)标本 42 439 号,隶属于 17 目,126 科,511 种,其分类地位、数量分布特征及各目优势集中性指数见表 2。所捕获的 17 个目昆虫中,以鳞翅目(Lepidoptera)科数最多(31 科),约占总科数的 1/4;其次是鞘翅目(Coleoptera)(23 科),占总科数的 18.25%;科数最少的是蜉蝣目(Ephemeroptera)、等翅目(Isoptera)、毛翅目(Trichoptera)及螳螂目(Mantodea)等,均只有 1 个科。在各科中,种数较多的分别为夜蛾科(Noctuidae)62 种,螟蛾科(Pyralidae)42 种,尺蛾科(Geometridae)29 种,舟蛾科(Notodontidae)17 种,灯蛾科(Arctiidae)14 种,叶甲科(Chrysomelidae)14 种,蛱蝶科(Nymphalidae)10 种,腮金龟科(Melolonthidae)8 种,丽金龟科(Rutelidae)8 种,缘蝽科(Coreidae)7 种,蝽科(Pentatomidae)7 种,凤蝶科(Papilionidae)7 种,天蛾科(Sphingidae)7 种。

表 2 毛竹林节肢动物群落种类、分布特征及优势集中性指数

目	科数	P_F	种数	P_S	个体数	P_N	C
鳞翅目(Lepidoptera)	31	0.246 0	242	0.473 6	19 345	0.455 8	0.015 7
直翅目(Orthoptera)	11	0.087 3	23	0.045 0	2 327	0.054 8	0.049 2
半翅目(Hemiptera)	8	0.063 5	24	0.047 0	1 549	0.036 5	0.051 6
同翅目(Homoptera)	6	0.047 6	13	0.025 4	3 223	0.075 9	0.211 3
双翅目(Diptera)	15	0.119 0	35	0.068 5	3 964	0.093 4	0.063 6
膜翅目(Hymenoptera)	13	0.103 2	33	0.064 6	2 638	0.062 2	0.067 4
鞘翅目(Coleoptera)	23	0.182 5	84	0.164 4	4 850	0.114 3	0.015 2
蜘蛛目(Araneida)	5	0.039 7	32	0.062 6	2 696	0.063 5	0.041 6
其它	14	0.111 1	25	0.048 9	1 847	0.043 5	0.064 7
合计	126	1.000 0	511	1.000 0	42 439	1.000 0	—

注: P_F 指各目(类群)科数占群落总科数比例, P_S 指各目(类群)种类数占群落总种数比例, P_N 指各目(类群)个体数占群落总个体数比例, C 指各目(类群)的优势集中性指数,下同。其它包含蜻蜓目(Odonata)、脉翅目(Neuroptera)、广翅目(Megaloptera)、蜉蝣目(Ephemeroptera)、蜚蠊目(Blattaria)、等翅目(Isoptera)、革翅目(Dermoptera)、毛翅目(Trichoptera)及螳螂目(Mantodea)9 个目。

17 个目中的物种数及个体数存在明显差异。鳞翅目种类及个体数均最多,分别约占整体的 50%,其次是鞘翅目(表 2)。脉翅目、广翅目、螳螂目等其它 9 个目昆虫的种类及个体数相对较少,表

明这 9 个目的昆虫绝大多数为稀有种和偶见种。不同的种类,个体数差异显著,以竹螟及叶蝉类昆虫个体数量为多(表 3),可见此类昆虫是调查毛竹林内的主要植食性昆虫。

表 3 毛竹林主要物种组成及其相对丰度

物种	相对丰度	物种	相对丰度
竹织叶野螟(<i>Algedonia coclesalis</i> Walker)	0.037 7	黑尾叶蝉(<i>Nephotettix bipunctatus</i> (Fabricius))	0.013 9
大青叶蝉(<i>Cicadella viridis</i> (L.))	0.028 0	刚竹毒蛾(<i>Pantana phyllostachysae</i> Chao)	0.011 7
竹金黄镰翅野螟(<i>Circobotys aurealis</i> (Leech))	0.017 6	斜纹夜蛾(<i>Prodenia litura</i> Fabricius)	0.011 2
竹蝉(<i>Platylomia pieli</i> Kato)	0.017 4	中华按蚊(<i>Anopheles sinensis</i> Wiedemann)	0.008 1
蠕须盾蚧(<i>Kuwanaspis vermiformis</i> (Takahashi))	0.011 7	伊蚊(<i>Aedes</i> spp.)	0.008 9
竹卵圆蝽(<i>Hippotiscus dorsalis</i> (Stal.))	0.017 0	大草蛉(<i>Chrysopa pallens</i> Rambur)	0.007 7
江苏泉蝇(<i>Pegomya kiangsuensis</i> Fan)	0.016 7	绒茧蜂(<i>Apanteles</i> spp.)	0.010 4
毛笋泉蝇(<i>Pegomya. phyllostachys</i> Fan)	0.016 1	狼蛛(Lycosidae)(未鉴定到属)	0.007 2
笋绒茎蝇(<i>Chyliza bambusae</i> Yang et Wang)	0.015 5	圆蛛(Araneidae)(未鉴定到属)	0.005 1

注:相对丰度指各种的个体数占群落总个体数的比例。

从各目的优势集中性指数看,同翅目最高(0.211 3),其后依次为膜翅目(0.067 4)、其它目(0.064 7) > 双翅目(0.063 6) > 半翅目(0.051 6) > 直翅目(0.049 2) > 蜘蛛目(0.041 6) > 鳞翅目(0.015 7) > 鞘翅目(0.015 2)(表 2)。这一结果说明,同翅目昆虫种类虽少(13 种),但各物种个体数分布明显不均衡,大青叶蝉、竹蝉等优势物种发生期集中,个体数量大,优势地位明显。鳞翅目昆虫种类最为丰富,但优势集中性指数较低,竹螟、毒蛾等主要食

叶类种群种类多、世代重叠,优势物种地位不突出。

3.2 毛竹林节肢动物功能群组成

根据物种的食性和取食行为可将毛竹林内的节肢动物类群划分为植食性集团(以植物作为取食对象的节肢动物)、中性集团(对植物不造成危害、或危害极轻微、或腐食性的节肢动物)及天敌集团(包括蜘蛛、寄生性天敌及捕食性昆虫等)3 个功能集团。毛竹林内各物种按功能集团划分的分布特征如表 4。

表 4 毛竹林节肢动物类群功能集团组成及结构特征

功能集团	科数	P_F	种数	P_S	个体数	P_N	C
植食性集团	80	0.634 9	380	0.743 6	31 874	0.751 1	0.064 5
天敌集团	34	0.269 8	104	0.203 5	7 297	0.171 9	0.083 6
中性集团	12	0.095 2	27	0.052 8	3 268	0.077 0	0.163 8
合计	126	1.000 0	511	1.000 0	42 439	1.000 0	—

无论从科、种的分布,还是从个体数量上分析,在毛竹林内的节肢动物群落以植食性集团为主,其科数、物种数及个体数均显著高于天敌集团和中性集团,中性集团物种数及个体数最少。在毛竹林内 3 个功能集团中,中性集团的物种优势集中性指数最高,其次为天敌集团,最低的是植食性集团。可见,中性集团种类少,中华按蚊及伊蚊等物种优势明显;而植食性集团种类多,但各物种个体数相对均衡,无明显优势种。毛竹林内的天敌集团中以捕食性天敌为主,为 29 科 91 种,其中蜘蛛 5 科 32 种,捕食性昆虫 24 科 58 种;寄生性天敌 5 科 13 种。

植食性集团中占优势的物种为鳞翅目的竹绒野螟、竹织叶野螟、竹金黄镰翅野螟、白钩雕蛾(*Glyphipterix semiflavana* Lssiki),同翅目中的竹蝉、大青叶

蝉、黑尾叶蝉,双翅目的江苏泉蝇、毛笋泉蝇、笋绒茎蝇;中性集团中占优势的物种为双翅目中的中华按蚊和伊蚊;天敌集团中占优势的物种为脉翅目的大草蛉,膜翅目的绒茧蜂和姬蜂以及蜘蛛目的狼蛛和圆蛛(表 3)。

3.3 毛竹林节肢动物多样性的时序动态

毛竹林节肢动物群落物种丰富度(S)、物种个体数(N)、Shannon-Wiener 多样性指数(H)、Pielou 均匀度指数(J)及 Simpson 优势集中性指数(C)各指标变化的时序动态见图 1~5。从图 1、2 可见:群落物种丰富度和物种个体数随季节变化均呈现明显的双峰变化格局。3 月份气温回升,节肢动物从越冬期进入活动期,部分节肢动物开始活动;4 月份随着气温的逐渐升高,竹笋开始萌发,物种丰富度、物

种个体数均开始上升;到6月份,毛竹林内气候适宜,植被丰富,林内植物多样性增大,群落物种丰富度和物种个体数均达最高值;7、8月份,随着高温期的到来,物种丰富度、物种个体数略有下降;9月气温有所下降,环境再次恢复到节肢动物适宜活动的时期,因此群落物种丰富度、物种个体数又开始增加,但峰值低于6月份;进入10月后,气温下降,部分节肢动物进入越冬期,物种丰富度及物种个体数开始进入冬季低谷期。

节肢动物群落物种 Shannon-Wiener 多样性指数的时序动态规律与物种丰富度和物种个体数的时序动态规律基本一致,也呈现双峰型(图3)。4—6月为 Shannon-Wiener 多样性指数的提升期,7、8月开始下降,9月份 Shannon-Wiener 多样性指数升高至最高值,10—11月份开始下降;而 Pielou 均匀度指数在3月份后迅速上升,且维持在一个较高的水平(图4)。这表明调查样地内未出现单一虫种群爆发性增长的情况,各物种种群维持在一个较稳定的水平。

从图5中可知:节肢动物群落物种 Simpson 优势集中性指数3月份最高,随后大幅降低,到7月份又回升到一个小的峰值,随后又逐渐减少。3月份气温较低,大部分节肢动物尚处于越冬状态,物种种类比较少,且个体数量也较少,但此时毛竹林正值毛竹尖蛾(*Cosmopterix phyllostachysea* Kuroko)及竹瘿广肩小蜂(*Aiolomorpha rhopaloides* Walker)的危害及羽化期,数量大且相对较集中,因此节肢动物群落物种优势集中度较高;而后随着气温逐渐升高,林内物种逐渐丰富, Simpson 优势集中性指数开始降低。7月份为竹螟及筛胸梳爪叩甲(*Melanotus cribricollis* (Faldermann))等昆虫成虫发生期,因而 Simpson 优势集中性指数提高。

4 结论与讨论

节肢动物群落结构及动态是反应生态系统稳定性的重要指标^[17]。本研究调查了不同经营方式下毛竹林内节肢动物的种类、群落结构及季节动态,结果共采集昆虫及蜘蛛 511 种,所有物种中鳞翅目昆虫物种丰富度最高,物种个体数最多,其次是鞘翅目昆虫。毛竹林节肢动物群落物种 Shannon-Wiener 多样性指数、Pielou 均匀度指数、物种丰富度等指标随季节变化呈现双峰型的变化规律。刘怀^[11]对四川长宁“蜀南竹海”的研究表明,毛竹林节肢动物以同翅目昆虫所占比例最大;而张飞萍等^[8]对福建地区

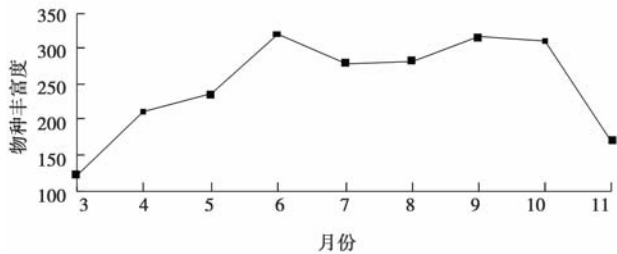


图1 毛竹林节肢动物群落物种丰富度的时序变化

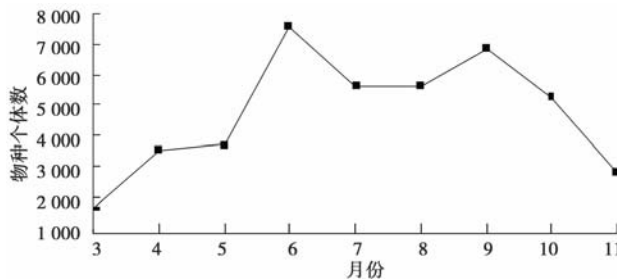


图2 毛竹林节肢动物群落物种个体数的时序变化

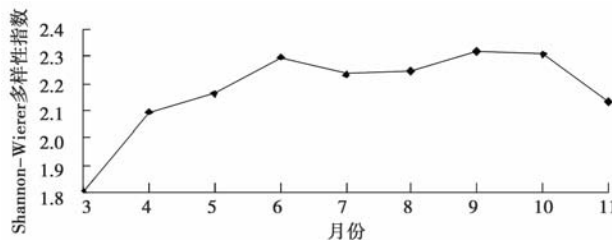


图3 毛竹林节肢动物群落物种 Shannon-Wiener 多样性指数的时序变化

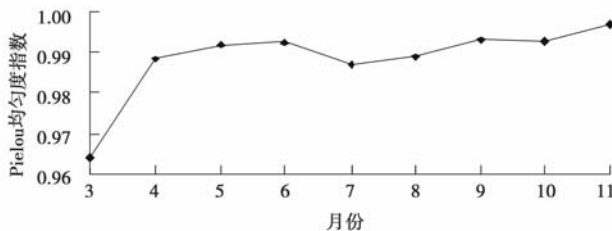


图4 毛竹林节肢动物群落物种 Pielou 均匀度指数的时序变化

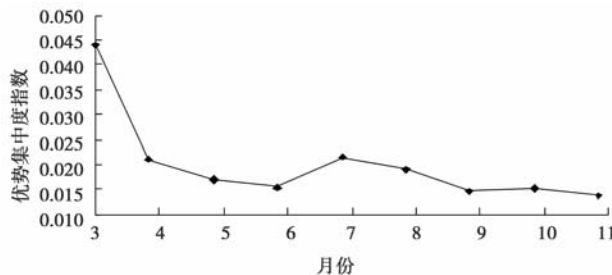


图5 毛竹林节肢动物群落物种 Simpson 优势集中性指数的时序变化

的研究结果则表明,毛竹林林冠和林下种类最为丰富的是膜翅目、鞘翅目昆虫。可见,不同地区毛竹林

节肢动物组成及结构有所差异,这与空间地理条件的差异有关。张飞萍等^[8]、刘怀^[11]的调查样地主要分布的海拔高度均在 500 m 以上,且在 $>15^\circ$ 的坡地上,而本研究的调查样地分布区海拔高度在 450 m 左右,且坡度低(5 块样地中有 3 块近乎平地),另外,福建三明市、四川长宁市的气候条件与浙江杭州市的气候条件有较大差异,这些差异也许是造成毛竹林节肢动物研究结果不同的主要原因。

群落结构是由多个功能集团组成的,功能集团的结构反应了生态系统中各功能群体的数量及地位分布,是评价生态系统稳定性的重要指标之一。从功能集团角度分析,毛竹林内的植食性集团无论在科数上还是在种类及个体数上均占有很大的比例,其次是天敌集团,中性集团最少。在植食性集团中以竹螟类昆虫最为丰富,这一结果与当前浙江地区竹螟严重危害的情况相一致。天敌集团中,蜘蛛占有重要的地位。本研究采集到的蜘蛛共 5 科 32 种,相对丰度达 0.063 5,其在种类和个体数量上均高于其它捕食性昆虫。另外,毛竹林中植食性集团与天敌集团个体数量比约为 4:1,毛竹林内天敌对于抑制植食性昆虫的爆发及维持毛竹林生态系统稳定发挥着重要作用。因此,保护蜘蛛及其它天敌有利于保护群落的多样性和增强生态系统对植食性昆虫的自然控制作用。系统中中性物种作为天敌的部分食物来源,在维持群落的结构和功能中起着重要作用^[12-13]。本研究共收集到 12 科 27 种中性昆虫,个体数量最多的是按蚊和伊蚊,其在系统中的具体功能和作用有待进一步研究。

毛竹林节肢动物群落的时序动态规律呈现明显的季节性。在浙江杭州东明山森林公园 Shannon-Wiener 多样性指数、物种丰富度及物种个体数等指标呈现双峰型结构,在 6、9 月出现 2 个高峰,这与刘怀^[11]及张飞萍等^[18]的研究结果基本一致。刘怀^[11]研究表明,2 个高峰期分别出现在 5 月下旬和 9 月下旬,而张飞萍的研究结果则表明高峰期出现在 6 月和 10 月等^[18]。

随着毛竹林经济效益的日益提高,人们对毛竹林经营干扰的程度也随之加深,管理更加精细。挖笋、除草及垦复等周期性高强度的经营活动使毛竹林内的生境发生巨大变化,植物结构的单一化势必直接影响着林内节肢动物群落的组成及结构发生重大变化。研究表明,干扰较小的粗放式管理的毛竹林内节肢动物 Shannon-Wiener 多样性指数、Pielou 均匀度指数等指标均高于精细式管理的毛竹林,且

节肢动物的 Simpson 优势集中性指数更低。这说明生境的异质程度对群落多样性和稳定性有着重要影响,结构复杂、异质程度高的生境群落稳定性明显高于单一生境。因此,在毛竹林高效经营的过程中必须充分考虑生境干扰对生态系统稳定性的影响。另外,群落动态研究是一个长期的监测过程,本研究通过近 3 a 的调查,研究结果虽能初步反应毛竹林内昆虫群落组成及多样性变化,但要更为准确地揭示毛竹林内节肢动物群落结构动态规律,仍需进一步开展研究。

参考文献:

- [1] 徐天森,王浩杰. 中国竹子主要害虫[M]. 北京:中国林业出版社,2004
- [2] Wang H J, Varna R V, Xu T S. Insect pests of bamboos in Asia [R]. Beijing: International Network for Bamboo and Rattan,1998
- [3] 徐天森,王浩杰,吕若清. 中国竹子害虫修订名录[J]. 浙江森林病虫,1993(4):4-34
- [4] Singh P. Current status of pests of bamboos in India [M]// Rao I V R, Gnanaharan R, Sastry C B. Bamboos Current Research. Canada: Kerala Forest Research Institute, Peechi and International Development Research Centre, 1990: 190-194
- [5] Agarwala B K. Note on some aphids affecting economically important plants in Sikkim [J]. Indian Journal of Agricultural Sciences, 1981, 51(9):690-692
- [6] Nakahara J, Kobayashi F. Taxonomy and biology of bamboo leaf rollers (Pyraustinae) [J]. Bulletin of Forestry Experiment Station, 1963, 151: 45-52
- [7] 张飞萍,陈清林,侯有明,等. 毛竹林冠层与林下层节肢动物类群的关系[J]. 生态学报,2005,25(10):2623-2628
- [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(9):2272-2283
- [9] 张飞萍,尤民生. 不同林分类型毛竹林节肢动物群落的多样性与稳定性[J]. 昆虫学报,2007,50(1):31-37
- [10] 方妙辉. 毛竹林节肢动物群落时间格局及其 Fisher 分类[J]. 竹子研究汇刊,2006,25(3):15-18,27
- [11] 刘 怀. 毛竹竹冠节肢动物群落及竹裂介螨、竹盲走螨生物学生态学[D]. 重庆:西南农业大学,2001
- [12] 王海香,聂肖艳,师光禄. 枣园节肢动物天敌群落时空结构和优势度分析[J]. 林业科学,2010,46(8):168-173
- [13] 宋延龄,杨亲二,黄永青. 物种多样性研究与保护[M]. 杭州:浙江科学技术出版社,1998
- [14] Shannon C E, Wiener W. The mathematical theory of communication [M]. Urbana: University of Illinois Press, 1963
- [15] Pielou E C. Ecological diversity [M]. New York: John Wiley & Sons, 1975
- [16] Simpson E H. Measurement of diversity[J]. Nature, 1949, 163: 688-688
- [17] Chesson P. Mechanisms of maintenance of species diversity[J]. Annual review of ecology and systematics, 2000, 31: 343-366
- [18] 张飞萍,尤民生. 不同管理措施毛竹林节肢动物群落的时序动态[J]. 福建林学院学报,2007,27(1):7-10