

文章编号: 1001-1498(2007)06-0841-06

毛竹林竹冠节肢动物群落结构与多样性研究^{*}

刘怀¹, 赵志模¹, 徐学勤², 李映平²

(1. 西南大学植物保护学院, 重庆市昆虫学及害虫控制工程重点实验室, 重庆 400716;

2 四川省森林病虫害防治检疫总站, 四川 成都 610061)

摘要:以套网振落法在“蜀南竹海”毛竹林竹冠采到昆虫 113 种(类), 隶属于 13 目, 54 科。整个节肢动物群落组成中优势度最明显的为同翅目类群, 在 4 个调查样地林区内, 其相对多度为 30% ~ 51%, 其次是蜘蛛类, 相对多度为 19% ~ 43%。昆虫亚群落的优势物种为同翅目的一种小绿叶蝉 (*Empoasca* sp.), 且该亚群落的物种丰富度在 4 个调查样地林区之间存在一定差异, 其趋势为 1 号样地林区 > 2 号样地林区 > 3 号样地林区 > 4 号样地林区; 而优势集中性指数则为 1 号样地林区 > 2 号样地林区 > 3 号样地林区 > 4 号样地林区, 表明 1 号样地林区由于环境条件和林相特点致使害虫大发生的可能性较其他林区大。群落多样性指数 (H) 的季节动态表现为低—高—低—高的变化趋势, 两个高峰分别出现在 5—6 月和 8—9 月。以竹冠节肢动物群落内主要类群的物种数和多度为变量, 对不同样地林区 4—10 月的 7 次调查样本进行群落季节格局的最优分割分析, 结果表明最适分割数为 5, 该分割将群落的季节动态区分为 5 个时期, 该划分基本反映出竹冠主要害虫的发生、消长与气候的年变化和竹林季相的关系, 对于指导毛竹害虫综合治理有重要意义。

关键词:毛竹; 节肢动物; 群落结构; 多样性; 动态

中图分类号: S795.7

文献标识码: A

Studies on the Composition and Diversity of the Canopy Arthropod Community of Moso Bamboo Forest

LIU Hua¹, ZHAO Zhimó¹, XU Xue-qin², LI Ying-ping²

(1. Key Laboratory of Entomology and Pest Engineering of Chongqing, College of Plant Protection, Southwest University, Chongqing 400716, China;

2 General Station of Forest Plant Quarantine and Pest Control of Sichuan Province, Chengdu 610081, Sichuan, China)

Abstract: The survey of canopy arthropod community was conducted by netting from April to October in 1999 in Changning Bamboo Area, Yibing, Sichuan. The results indicated that there were 113 species (groups) of canopy insects, which belonged to 13 orders and 54 families method. All spiders were considered as one group because of similar ecological functions. Homoptera and spiders constituted the dominant groups in arthropod communities in the four investigation areas. The relative abundance ranged from 30% to 51% for Homoptera and from 19% to 43% for spiders, respectively. Dominant concentration index of Simpson was in the order of Area 1 > Area 2 > Area 3 > Area 4. *Empoasca* sp. (Homoptera: Cicadellidae) was the a dominant species in four Areas. At present, it had already become one of the most important bamboo pests in China. The indices of dominant concentration and diversity were used to analyze and compare the seasonal dynamics of arthropod community. The dynamics of dominant concentration started highly, then decreased to a low level, but finally increased to a relatively high level. The change tendencies of the dynamics of diversity (H) were from low to high, then to low, and to high again, and to low finally. This trend was closely related to bionomics of arthropod and seasonal change, but there was difference in the

收稿日期: 2006-10-16

基金项目: 四川省林业重点科研资助项目 (19980012), 重庆市科技创新能力资助项目 (CSTC2005CA11102)

作者简介: 刘怀 (1967—), 男, 重庆万州人, 教授, 博士, 从事昆虫生态与害虫综合治理研究。

four areas. The dynamics of the diversity in Area II was an exception as a result of the obvious dominance of *Empoasca* sp. in May. Its change tendency was from high to low, then to high, and to low again, and to high again, and to low finally. The seasonal pattern of bamboo canopy arthropod community within investigation period could be divided into five stages by the optimal sorting. The five stages were before early April, from mid April to early June, from mid June to early September, from mid September to mid October, and after mid October, respectively. The second stage forming the first peak was the most important and optimum time to monitor dynamics and control pests because most pests appeared at this stage. At the third stage, the pests declined because of high temperature and occasional strong wind. At the fourth stage, temperature declined to a relatively suitable range. The second peak of some insect pests appeared and spider population also increased. Biological control should be emphasized at this stage. The arthropod overwintered between late October and next early April. Forest management should be emphasized to control the overwintering pest populations.

Key words: *Phyllostachys edulis*; arthropod; canopy community; diversity; dynamics

群落的结构及组成是研究群落的性质与功能、种间关系、发展与演替以及多样性与稳定性等的基础^[1]。研究群落动态是进一步探讨群落及其组分的数量在时间序列上发生、发展的变化过程,为充分地利用自然资源、进行有害生物的综合治理(IPM)和提高生态系统生产力提供依据。节肢动物群落各种静态和动态特征与其生境植物群落的状态、结构的复杂性、地理位置等各种因子有着密切的关系,为此许多生态学家和动物学家从不同的角度进行了大量而有益的探索和研究^[2~4]。出于有害生物综合治理的需要,近年来,研究不同生境节肢动物群落组成、动态与 IPM 关系成为生态学研究热点之一^[5~14]。中国是世界竹类资源最丰富的国家,竹子种类、竹林面积和蓄积量均居世界之冠,素有“竹子王国”之美称。我国现有竹林面积约 700 万 hm^2 ,纯竹林面积约 400 万 hm^2 (其中毛竹面积约 300 万 hm^2)^[15~17],由于竹类植物根系发达,纵横交错,在生态环境建设方面具有独特作用,因此,竹类植物被林业部门定为退耕还林、保护环境、促进经济的主要森林树种^[18]。毛竹 [*Phyllostachys edulis* (Carr.) H. de Lehaie] 是多年生常绿植物,由于时间上的连续性和空间上的异质性,导致害虫种类繁多,而每种害虫又有与之相联系的天敌,害虫与天敌之间通过捕食与被捕食、寄生与被寄生,构成了一个相互联系、相互制约的复杂网络。因此,调查研究毛竹林冠层节肢动物群落的组成结构与动态,对于制定合理的毛竹害虫综合治理措施具有指导作用。

1 研究地区与研究方法

1.1 研究地区自然概况

研究地区位于四川省宜宾市长宁县,为久负盛

名的国家级风景名胜区“蜀南竹海”。该地区毛竹林面积 1.2 万 hm^2 ,地理坐标为 104°55'~105°04'E, 28°27'~28°31'N。地处四川盆地南部,南邻云贵高原,全区由海拔 400~1 000 m 的小山环绕而成,大部分地区地势平缓,土壤为白垩纪灰纯厚层砖红砂岩酸性土。具典型的亚热带季风性气候,四季分明,夏季炎热多雨,海拔较高的地区冬季有霜雪,气温随海拔变化而有差异。年均气温 18.4℃,1 月份均温 8.4℃,7 月份均温 27.5℃,全年大于 10℃ 的积温为 5 993℃,年降水量 1 105.5 mm,73% 的雨量集中在 5—9 月份。

1.2 试验地的基本情况与设置

试验地设在“蜀南竹海”的农林和小桥林区,两大林区成片相近,海拔 500~900 m 之间,设置 4 个调查样地。1 号样地海拔 515 m,位于墨溪河谷两岸,气候阴湿,林缘有杂竹林,林下存在一定量的草灌丛,林相较好。2 号样地海拔 630 m,位于火连田山中上部,地被植物相对较少,土壤瘠薄,林相较差。

3 号样地海拔 755 m,位于天候官山中上部,地势较为平坦,林下植被较为丰富,除蕨类植物、草本、灌木外,还有少量的乔木。4 号样地海拔 900 m,位于翡翠长廊山顶,地势平坦,1996 年曾出现大面积竹叶枯黄,造成大量不正常落叶,地被植物稀少。该林区是主要的风景区,人为干扰强度大。

1.3 抽样方法

毛竹林竹冠层节肢动物调查采用网捕法,每次在各样地随机选 20 株竹,用直径为 60 cm、深 1.2 m 的捕虫网套在竹株中下部的一级枝条上,用力振动,使枝叶上的害虫和天敌落入网中,收集、带回室内鉴定,并记录种类和数量。调查时间为 1999 年 4—10 月,每月进行一次抽样,具体时间为: t1 (4 月上旬)、

t2(5月中旬)、t3(6月中旬)、t4(7月中旬)、t5(8月中旬)、t6(9月中旬)、t7(10月下旬)。

1.4 分析方法

采用 Simpson 优势集中性指数揭示不同样地间群落结构的组成特点。优势集中性指数 C 的表达式

$$C = \sum_{j=1}^S (N_i/N)^2$$

式中 S 为群落物种数 (或类群数), N_i 为不同类群的个体数量, N 为全部类群的总个体数。 C 值高则表明群落存在少数优势种或优势种的优势度明显, 相反则表明群落的优势度为各个种 (或类群) 分承。

群落多样性指数的计算, 采用 Shannon-Winner 的多样性指数 (diversity index) 公式: $H = - \sum P_i \cdot \ln(P_i)$, 式中 P_i 为群落中物种 (类群) i 的个体数占总个体数的比例, 分析群落季节格局常用的方法是最优分割法^[1]。

2 结果与分析

2.1 竹冠节肢动物群落结构

根据初步鉴定与统计, 全年从“蜀南竹海”毛竹林竹冠采集到昆虫 113 种 (类), 隶属于 13 目 54 科; 由于调查时发现蜘蛛类许多个体为幼若蛛, 无法确

定种类, 同时鉴于在群落中蜘蛛的生态功能相同, 在统计分析时仅将蜘蛛作为一类, 此外部分昆虫也仅鉴定到科或属, 因此, 本文均以生态种类统计群落结构的相关指标。

从表 1 可见, 四川长宁“蜀南竹海”毛竹林竹冠节肢动物群落组成结构总的趋势是同翅目的物种丰富度和多度明显高于其它类群, 尤其是多度表现得更为突出, 几乎占整个昆虫类群组成的 39% ~ 64%, 占整个节肢动物的 30% ~ 51%; 其次是蜘蛛类, 其多度占整个节肢动物类群的 19% ~ 43%; 鳞翅目相对较少, 虽然种数在部分样林高于其它类群, 但其总个体数仅占昆虫总个体数的 1.9% ~ 8.9%。从表 1 还可以看出, 节肢动物群落科、种丰富度及种多度在不同样地之间因环境小气候的不同而存在一定的差异。号样地由于林下植被比较丰富, 林冠层有少许高大乔木树种, 因此其昆虫亚群落物种 (类) 较其它 3 个样地丰富。个体数反而较其他 3 个样地少。4 个样地总的变化趋势为, 昆虫亚群落物种丰富度 号样地 > 号样地 > 号样地 > 号样地, 节肢动物群落总个体数表现为 号样地 > 号样地 > 号样地 > 号样地。

表 1 毛竹林竹冠节肢主要节肢动物群落组成

主要节肢动物类群	号样地			号样地			号样地			号样地			
	科数	种数	个体数	科数	种数	个体数	科数	种数	个体数	科数	种数	个体数	
昆虫纲	32	51	381	26	56	461	29	58	368	25	46	428	
同翅目	N	4	8	149	4	12	295	4	9	166	4	7	192
	Pq*	0.125 0	0.156 9	0.391 1	0.153 8	0.214 3	0.639 9	0.137 9	0.155 2	0.451 1	0.160 0	0.152 2	0.448 6
	Pt*	0.121 2	0.153 8	0.296 8	0.148 1	0.210 5	0.493 3	0.133 3	0.152 5	0.259 0	0.153 8	0.148 9	0.362 3
半翅目	N	2	7	28	2	9	33	2	6	22	2	6	56
	Pq	0.625 0	0.137 3	0.073 5	0.076 9	0.160 7	0.071 6	0.068 9	0.103 4	0.059 8	0.080 0	0.130 4	0.130 8
	Pt	0.060 6	0.134 6	0.055 8	0.074 1	0.157 9	0.055 2	0.066 7	0.101 7	0.034 3	0.076 9	0.127 7	0.160 7
鞘翅目	N	6	7	52	3	5	18	4	11	26	4	10	46
	Pq	0.187 5	0.137 3	0.136 5	0.115 4	0.089 3	0.039 0	0.137 9	0.189 7	0.070 7	0.160 0	0.217 4	0.107 5
	Pt	0.181 8	0.134 6	0.130 6	0.111 1	0.087 7	0.030 1	0.133 3	0.186 4	0.040 6	0.153 9	0.212 7	0.086 8
直翅目	N	2	3	39	2	3	14	2	5	48	2	2	23
	Pq	0.062 5	0.058 8	0.102 4	0.076 9	0.053 6	0.030 4	0.068 9	0.086 2	0.130 4	0.080 0	0.043 5	0.053 7
	Pt	0.060 6	0.057 7	0.077 7	0.074 1	0.052 6	0.023 4	0.066 9	0.084 7	0.074 9	0.076 9	0.042 6	0.043 4
膜翅目	N	4	6	32	3	3	24	4	4	45	2	2	35
	Pq	0.125 0	0.117 7	0.083 9	0.115 4	0.053 6	0.052 1	0.137 9	0.068 9	0.122 3	0.080 0	0.043 5	0.081 8
	Pt	0.121 2	0.115 4	0.063 7	0.111 1	0.052 6	0.040 1	0.133 3	0.067 8	0.070 2	0.076 9	0.042 6	0.066 0
脉翅目	N	2	3	14	2	5	18	2	4	12	2	3	18
	Pq	0.062 5	0.058 8	0.036 7	0.076 5	0.089 3	0.039 0	0.068 9	0.068 9	0.032 6	0.080 0	0.065 2	0.042 1
	Pt	0.060 6	0.057 7	0.027 9	0.074 1	0.087 7	0.030 1	0.066 7	0.067 8	0.018 7	0.076 9	0.063 8	0.033 9

续表 1

主要节肢动物类群	号样地			号样地			号样地			号样地			
	科数	种数	个体数	科数	种数	个体数	科数	种数	个体数	科数	种数	个体数	
鳞翅目	N	4	4	11	3	5	14	2	2	7	3	3	16
	Pq	0.125 0	0.078 4	0.028 9	0.115 4	0.089 3	0.030 4	0.068 9	0.034 5	0.019 0	0.120 0	0.065 2	0.037 4
	Pt	0.121 2	0.076 9	0.021 9	0.011 1	0.087 7	0.023 4	0.066 7	0.033 9	0.010 9	0.115 4	0.063 8	0.030 2
其他目	N	8	13	56	7	12	45	9	17	42	6	13	42
	Pq	0.250 0	0.254 9	0.147 6	0.269 2	0.211 3	0.097 6	0.310 3	0.293 1	0.114 1	0.240 0	0.282 6	0.098 1
	Pt	0.242 4	0.250 0	0.111 5	0.259 3	0.210 5	0.075 3	0.300 0	0.288 1	0.065 5	0.230 8	0.276 6	0.079 2
蜘蛛类	N	1	1	121	1	1	137	1	1	273	1	1	102
	Pt	0.031 2	0.019 6	0.241 0	0.037 0	0.017 5	0.229 1	0.030 3	0.016 9	0.425 8	0.038 5	0.021 3	0.192 4
(合计)		33	52	502	27	57	598	30	59	641	26	57	530

*注: N表示在不同阶元(或等级)上各主要类群的数量, Pq表示在不同阶元(或等级)上各主要类群占昆虫亚群落总体的比例, Pt则表示在不同阶元上各主要类群占节肢动物群落总体的比例。同翅目 Homoptera, 半翅目 Hemiptera, 鞘翅目 Coleoptera, 直翅目 Orthoptera, 膜翅目 Hymenoptera, 脉翅目 Neuroptera, 鳞翅目 Lepidoptera, 蜘蛛类 arachnid。

2.2 不同样地林区竹冠节肢动物群落生态优势集中性季节动态

根据毛竹林竹冠节肢动物主要类群的个体数量季节变动资料,测定毛竹竹冠节肢动物群落和昆虫亚群落各季节的优势集中性,其结果见图 1、图 2。在 I、II、III 号样地林区内,4月初节肢动物群落优势集中性指数较高,分别为 0.425 9、0.404 3 和 0.326 4,表明这一时期由于气温刚开始回升,仅有少数种类解除越冬休眠进入活动期。此后,随着气温进一步上升,越来越多物种开始出蛰、活动、繁殖并扩大自身种群数。组成群落的物种逐渐增多,表现为优势度被多个种群(或类群)分承,优势集中性指数逐渐下降,到 6月中旬达到一个较低的水平。通常情况下,7月份左右存在高温干旱的持续天气,对一些种类的生长发育繁殖不利,群落可见物种数呈现减少的趋势,此阶段优势集中性指数略有升高。8—9月上旬气候适宜,群落物种增加,优势集中性指数又有一个低谷;9—10月下旬,一些种类逐渐进入休眠,优势集中性指数又呈逐渐升高趋势。

号样地林区节肢动物群落优势集中性指数的季节动态与前 3 个样地林区存在一定的差异,主要表现在该林区在 5月中旬的优势集中性指数最高达 0.400 3,其原因是该林区在这一季节小绿叶蝉的优势度特别明显,占整个节肢动物群落个体数量的 59.82%,这与该林区林相条件有利于叶蝉类害虫发生和近年来毛竹枯死成灾的现象基本符合。5月份以后,群落的优势集中性指数变化规律与其他 3 个样地林区基本一致。

竹冠昆虫亚群落的优势集中性指数季节动态规律与整个节肢动物群落的优势集中性指数季节动态

相似,但变化幅度较大(见图 2)。

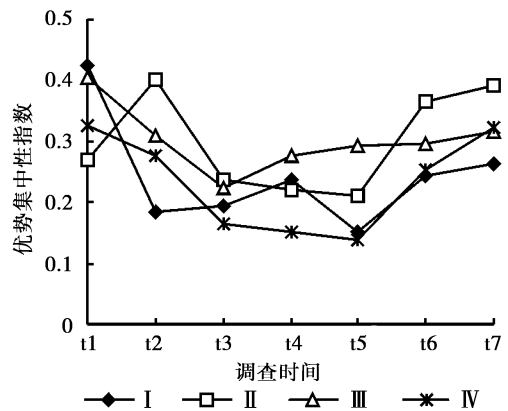


图 1 竹冠节肢动物群落优势集中性指数季节动态

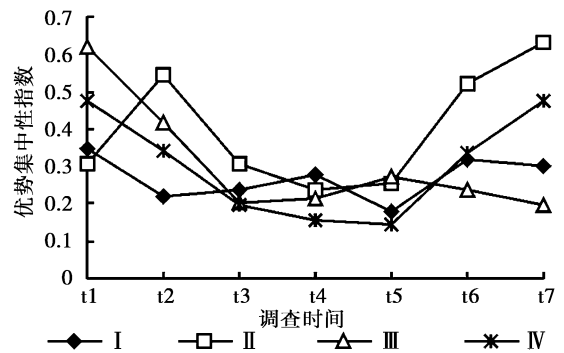


图 2 竹冠昆虫亚群落优势集中性指数季节动态

2.3 节肢动物群落及主要组成类群的多样性指数(H)季节动态

节肢动物群落和昆虫亚群落多样性指数的季节变化基本一致(图 3和图 4)。在调查的季节范围内(4月初—10月末),H 在 4 个调查样地林区均表现为低—高—低—高—低的变化趋势,两个高峰期分别出现在 5—6 月和 8—9 月。同翅目、半翅目是毛

竹的主要害虫类群,其季节动态直接影响毛竹竹冠节肢动物群落季节动态。从图 5 可以看出,同翅目、半翅目类群的多样性动态同昆虫亚群落的动态基本一致,但变化幅度更大,表明该亚群落受环境的影响,尤其受气候变化与森林季相的影响更为明显。此外,在 4 个样地林区中,第 样地林区的多样性在各时间段间的波动最小,这与该林区的林相特点有一定关系,即在林冠层存在一些高大乔木树种,相互间的节肢动物种类可能存在迁入、迁出或成为中间栖息地,使之变化趋于平稳。

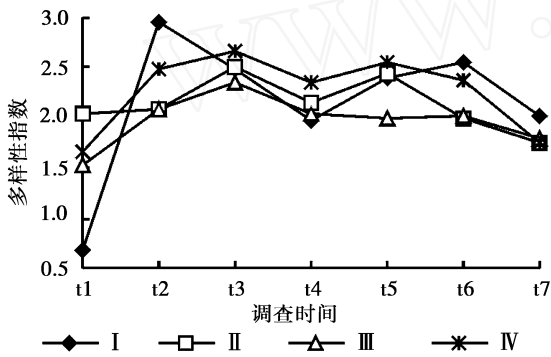


图 3 竹冠节肢动物群落多样性指数季节动态

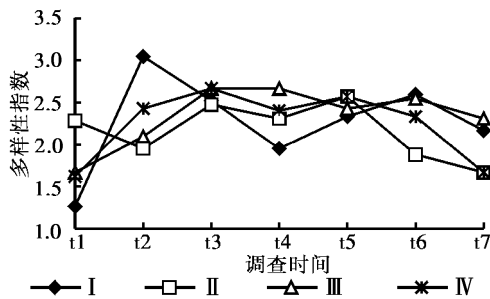


图 4 竹冠昆虫亚群落物种多样性指数季节动态

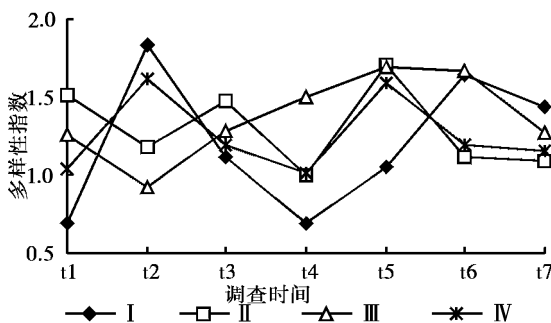


图 5 竹冠同翅目、半翅目亚群落物种多样性指数季节动态

2.4 群落季节格局最优分割

以竹冠节肢动物各主要类群的物种数和多度为变量,各样地从 4—10 月的 7 次调查结果作为样本进行最优分割分析,其结果见表 2。由该表可见,不同样地林区竹冠节肢动物群落季节格局的最优分割虽

存在一定差异,但结合主要类群的季节消长、研究地区气候因素的年变化,将其分为 5 个时段较为适宜。第 1 个时段均为 4 月上旬以前,节肢动物群落内只有少数种类出蛰,竹林季相处于老竹掉叶和新笋孕育期;第 2 个时段均为 4 月中旬至 6 月上旬,此期气温逐渐回升,老竹抽出新叶,新竹上林,因气候适宜、食料丰富,叶螨、叶蝉、蜡类等多种害虫种群数量增加,出现第一高峰,是监测、控制害虫的关键时期;第 3 个时段、样地为 6 月中旬至 9 月上旬,此期气温较高,前期雨量多,湿度大,并间或有暴风雨过程,多数害虫种群受到抑制,表现为群落内物种和个体数均处于较低的水平,而号样地由于植被丰富,受不同植物上的节肢动物互相迁入迁出的影响,使得 6—8 月物种与个体数波动较小,因此该样地第 3 时段为 6 月中旬至 8 月上旬;第 4 个时段、样地为 9 月中至 10 月中旬,样地为 8 月中旬至 10 月中旬,气温适宜,害虫种群数量回升,应对重点林区加强监测,发生严重的应采取措施控制;第 5 个时段均为 10 月下旬以后,气温逐渐下降,节肢动物开始进入休眠阶段,到下一年 4 月(即第 1 个时段)应是进行营林措施抚育竹林和控制害虫发生基数的时期。

表 2 竹冠节肢动物群落季节格局最优分割

样地	分类数	总变差	最优分割结果
2	12	140.3	t1-t1, t2-t7
3	8	172.0	t1-t1, t2-t2, t3-t7
4	5	998.6	t1-t1, t2-t2, t3-t6, t7-t7
5	2	981.0	t1-t1, t2-t2, t3-t5, t6-t6, t7-t7
2	12	296.2	t1-t6, t7-t7
3	7	088.2	t1-t1, t2-t2, t3-t7
4	4	434.7	t1-t1, t2-t2, t3-t6, t7-t7
5	2	981.0	t1-t1, t2-t2, t3-t5, t6-t6, t7-t7
2	12	324.3	t1-t1, t2-t7
3	7	853.2	t1-t1, t2-t4, t5-t7
4	5	099.2	t1-t1, t2-t4, t5-t6, t7-t7
5	2	767.4	t1-t1, t2-t2, t3-t4, t5-t6, t7-t7
2	13	338.6	t1-t6, t7-t7
3	9	583.6	t1-t1, t2-t6, t7-t7
4	6	316.9	t1-t1, t2-t2, t3-t5, t7-t7
5	3	213.9	t1-t1, t2-t2, t3-t5, t6-t6, t7-t7

3 讨论

本调查研究根据“蜀南竹海”地理特点、植被情况以及近年来毛竹枯死成灾的分布状况等选择了 4 个调查样地林区。调查结果表明毛竹竹冠节肢动物

群落的物种丰富度表现为 号样地林区 > 号样地林区 > I号样地林区 > 号样地林区;而优势集中性表现为 号 > 号 > 号 > I号。号样地林区植被丰富;竹冠节肢动物群落受高大乔木冠层的影响而表现为物种丰富。号样地林区土壤瘠薄、毛竹长势弱,林冠层无乔木,昆虫亚群落的优势集中性高,近几年毛竹枯死特别严重。I号、号林区分别处于阴湿的沟谷和海拔接近最高的林区,物种丰富度与优势度均低于 号与 号。同时 4 个调查样地均表现为同翅目和蜘蛛是群落中优势类群,这与张飞萍^[19,20]的研究结果一致。

“蜀南竹海”毛竹林竹冠节肢动物主要类群的优势集中性指数季节动态基本表现为先高 平衡 再高的趋势。从调查结果可看出,号样地林区优势集中性指数在 5 月中旬最高,这主要是由于小绿叶蝉 (*Empoasca* sp.) 优势度特别明显,并与毛竹生长发育关键时期相吻合。

群落多样性指数 (H) 是测定群落结构与稳定性的一个重要综合性指标^[14]。“蜀南竹海”毛竹林竹冠节肢动物群落多样性指数的季节动态在 4 个调查样地林区均表现为低 高 低 高 低的变化趋势,两个高峰期分别出现在 5—6 月和 8—9 月,这种变化符合节肢动物的生物生态学特性和气候因素以及毛竹林季相变化的规律。即 4 月份以前气温较低,毛竹自身处于换叶的季节,因此仅有少数物种出蛰开始活动,表现为多样性指数低;5—6 月份气温适宜,毛竹林大量新竹上林,老竹发新梢、新叶,为植食性节肢动物提供丰富的食料,使之迅速繁殖扩大种群,此期节肢动物种类和个体数量上均达到高峰,因而其多样性指数通常在全年表现为最高。此后的动态主要受季节性气候变化影响,7 月份气温偏高,多样性指数下降;8—9 月的适宜气候条件有利于节肢动物的生长发育,多样性指数逐渐升高,10 月末节肢动物逐渐转入休眠,而多样性指数又开始下降。采用逐步回归分析表明,影响竹冠节肢动物群落多样性指数 (H) 季节变化的主要变异来源为物种丰富度与均匀度。

竹冠节肢动物的季节格局最优分割结果为实施毛竹害虫综合治理提供了依据。将“蜀南竹海”竹冠节肢动物的季节演替划分为 5 个时段,基本反映出主要害虫的发生、消长与气候的年变化和竹林季相的关系。

影响竹冠节肢动物群落多样性季节动态的因素较多。对这样一个自我更新能力较强的次生森林系统,如何改善林相结构、实施合理采伐,在保证该系统达到最佳生产力的基础上,控制害虫的暴发还需进一步加强研究。

参考文献:

- [1] 赵志模,郭依泉. 群落生态学原理与方法 [M]. 重庆:科学技术文献出版社重庆分社,1990: 85 ~ 153
- [2] 高宝嘉,申曙光,王正文,等. 园林昆虫群落时间结构及动态研究 [J]. 生态学报,1998,18(2): 193 ~ 197
- [3] 高宝嘉,张执中,李镇宇. 封山育林对昆虫群落结构及多样性、稳定性影响的研究 [J]. 生态学报,1992,12(1): 1 ~ 7
- [4] 戈峰,丁岩钦. 棉田生态系统中害虫、天敌群落结构与功能关系的研究 [J]. 生态学报,1996,16(5): 535 ~ 540
- [5] Bach C E. Effects of plant density and diversity on the population dynamics of specialist herbivore, the striped cucumber beetle *Acanthymia vittata* (Fab) [J]. Ecology, 1980, 61: 1 515 ~ 1 530
- [6] 戈峰,丁岩钦. 多样化的棉田生态系统控系保益功能特征研究 [J]. 应用生态学报,1997,8(7): 295 ~ 298
- [7] Le Kang. Dynamics of grasshopper communities under different grazing intensities in Inner Monqolia Steppes [J]. Entomologia Sinica, 1995, 2(3): 265 ~ 281
- [8] 郭依泉,朱文炳,赵志模. 桔园昆虫群落空间结构研究 [J]. 西南农业大学学报, 1988, 34(2): 140 ~ 144
- [9] 郝树广,张孝羲,程遐年. 稻田节肢动物群落营养层及优势功能集团的组成与多样性动态 [J]. 昆虫学报,1998,41(3): 343 ~ 352
- [10] 金翠霞,吴亚,王冬兰. 稻田节肢动物群落的多样性 [J]. 昆虫学报,1990,33(3): 287 ~ 295
- [11] 谭济才. 不同类型茶园昆虫蜘蛛群落结构分析 [J]. 生态学报,1998,18(3): 289 ~ 299
- [12] 尤民生,吴中孚. 福州郊区稻田节肢动物群落的结构和动态 [J]. 福建农学院学报, 1992, 1(1): 56 ~ 62
- [13] 张永强. 农田蜘蛛群落结构及其多样性研究 [J]. 生态学报,1989,9(2): 157 ~ 162
- [14] 赵志模,朱文炳,郭依泉. 桔园昆虫群落演替的初步研究 [J]. 西南农学院学报,1985,32(3): 135 ~ 143
- [15] 李世东,许俊德. 中国竹业发展历程与 21 世纪发展战略 [J]. 竹子研究汇刊,1998,17(1): 1 ~ 5
- [16] 马林珍. 我国竹类资源及其开发利用 [J]. 自然资源, 1994(9): 68 ~ 72
- [17] 周芳纯. 竹林培育和利用 [J]. 竹类研究,1998(58, 59): 1 ~ 297
- [18] 农业部. 中国农业年鉴. 北京: 中国农业出版社 [M], 1998: 1 ~ 200
- [19] 张飞萍,陈清林,施友文,等. 毛竹林林下植被、竹叶化学成分与节肢动物群落的关系 [J]. 林业科学,2006,42(8): 51 ~ 57
- [20] 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): 2 272 ~ 2 283