

毛竹林冠层与林下层节肢动物类群的关系

张飞萍¹, 陈清林², 侯有明¹, 尤民生^{1*}

(1. 福建农林大学, 福州 350002; 2. 福建省三明市三元区林业局, 三明 365000)

摘要:根据生境的异质程度将毛竹林节肢动物群落划分为竹冠层和林下层类群。通过大面积系统调查, 结果表明: 竹冠层与林下层类群物种组成相似性高, 两类群的共有种为 258 种, 其中植食性、蜘蛛类、寄生性、捕食性昆虫和螨类、中性物种分别有 88、53、41、38 种和 38 种, 主要隶属于蜘蛛目、膜翅目、双翅目和鞘翅目, 天敌总共有种为 132 种, 占共有种总数的 51.16%。物种在二类群间可相互交流, 林下层类群物种更替比竹冠层类群更为频繁, 中性物种交流比其它类物种更为频繁, 一年中 3~7 月份和 10~11 月份的物种交流多。竹冠层类群在林下层类群的重建和瓦解中起着物种“源”和“库”的作用。典型相关分析表明, 二类群的关系主要表现为林下层类群丰富度和物种多样性与竹冠层类群物种多样性、均匀度、丰富度之间的关系, 保护林下层天敌和物种多样性有利于保护竹冠层天敌和物种多样性。

关键词:毛竹; 节肢动物群落; 林下层; 竹冠层; 物种多样性

文章编号:1000-0933(2005)10-2623-06 **中图分类号:**Q145, S718.7, S719 **文献标识码:**A

Relationships between the arthropods in the canopy and the underlayer of *Phyllostachys heterocykla* cv. *pubescens* forest

ZHANG Fei-Ping¹, CHEN Qing-Lin², HOU You-Ming¹, YOU Min-Sheng^{1*} (1. Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China; 2. Forestry Bureau of Shanyuan, Shangming 365000, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2005, 25(10): 2623~2628.

Abstract: The arthropod community in *Phyllostachys heterocykla* cv. *pubescens* forest was divided into two groups of canopy and underlayer according to the heterogeneity of their habitats. The relationships between the arthropods in the canopy and the underlayer were studied in 23 selected sampling places of *P. heterocykla* cv. *pubescens* forest in Sanming and Saxian of Fujian Province, P R China from 2001 to 2002. The results showed that there were 258 common species between the canopy and the underlayer in the community, including 38 species of neutrals, 88 species of herbivores, 53 species of spiders, 38 species of predatory insects and mites and 41 species of parasitoids. They belonged mainly to the orders of Arancida, Hymenoptera, Dipetera and Coleoptera. There were 132 common species of natural enemies which accounted for 51.16% of the total common species. The measurement of community similarity showed a high similarity of species composition between the canopy and the underlayer. The common species moved between the two groups. Greater movements of species and individuals were observed from March to July and from October to November than any other time of the year. The species in the underlayer transferred more than that in the canopy. The neutral species transferred more than other functional groups. The canopy played an important roles as species resources and pool, in the reestablishment and collapse of the arthropod group in the underlayer led by the seasonal management actions. Through the analysis of the canonical correlation between the two groups, the richness and species diversity in the underlayer seemed to significantly affect each other regarding the richness, species diversity and evenness in the canopy. Thus, conservation of natural enemies and species diversity in the underlayer could benefit the

基金项目:福建省教育厅科技资助项目(JA03061)

收稿日期:2004-09-27; **修订日期:**2005-03-20

作者简介:张飞萍(1971~), 男, 福建人, 博士, 副教授, 主要从事昆虫生态与森林害虫综合治理研究. E-mail: fpzhang1@163.com

*** 通讯作者** Author for correspondence. E-mail: msyou@fjau.edu.cn

Foundation item: Science and Technology Item of Education Committee, Fujian Province(No. JA03061)

Received date: 2004-09-27; **Accepted date:** 2005-03-20

Biography: ZHANG Fei-Ping, Ph. D., Associate professor, mainly engaged in insect ecology and IPM of forest pest. E-mail: fpzhang1@163.com

conservation of natural enemies and species diversity in the canopy.

Key words: *Phyllostachys heterocycla* cv. *pubescens*; arthropod community; canopy; underlayer; species diversity

非作物生境与作物生境的关系及其在作物生境群落调节和害虫控制中的作用等是当前研究的热点。已有的研究表明,非作物生境可作为作物生境的物种“源”和迁移“库”,可吸引作物生境的害虫从而减轻危害,或作为害虫避难场所、生活史某一阶段栖境,可为作物生境天敌提供食物源、寄主,或作为天敌的栖境、越冬场所等^[1~6]。科学调节、配置非作物生境是害虫控制的重要内容,一些研究已在生产上得到应用,如在桔园种植杂草藿香菊(*Ageratum conyzoides*),在荔枝园种植牧草旋扭山绿豆(*Desmodium intortum*)等,均能有效改善果园的生态环境,增加天敌资源和促进群落的多样性、稳定性,增强群落对害虫的自然控制^[7, 8]。

以森林为对象的类似研究极少。毛竹林是中国南方典型的人工经营森林,随着经营措施的日趋精细,林分空间层次出现明显分化,表现为竹冠层和林下层的植物组成、空间距离和小气候等的明显不同^[9]。结合多数竹林大面积成片分布的特点,林下层可谓毛竹林唯一的非“作物”生境。而长期对林下层周期性的垦复、劈草和挖笋等林事作业,使林下植被矮小、稀疏,并具有周期性的丧失和逐渐恢复的过程,从而导致以其为栖境的林下节肢动物类群相应出现周期性的崩溃、重建和发展的过程。因此,与一般的农田生态系统不同,这一非“作物”生境是短期的,而“作物”生境是长期的,研究短期非“作物”生境对长期“作物”生境的影响及二者之间的关系有着重要理论意义。

毛竹林刚竹毒蛾(*Pantana phyllostachysae*)、蠕须盾蚧(*Kuwanaspis vermiformis*)、南京裂爪螨(*Schizotetranychus nanjingensis*)和竹缺爪螨(*Aponychus corpuzae*)等多种叶部害虫的危害,是近些年阻碍我国南方竹产业发展的重大障碍,目前有关这些害虫的控制措施基本上均局限于对竹冠层的处理,如施放烟剂、竹腔注射、施放白僵菌、苏云金杆菌等^[10],忽视了对林下生境的调节控制。揭示毛竹林节肢动物群落竹冠层和林下层类群之间的关系,寻求科学调控林下层这一非“作物”生境的措施,达到改善竹林生态环境,增强群落对害虫自然控制的目的,具有重要的实践意义。

1 材料与方法

(1)群落竹冠层和林下层类群的划分及其调查,与参考文献 9 相同^[9]。

(2)分析方法 采用 Jaccard 相似系数 S_J 、Czekanowski 相似系数 C_s 、Sokal 相似系数 C_1 、Baroni-Urbani 和 Buser 相似系数 S_b 和 Watson 等相似系数 S_W 等进行群落相似性分析^[11, 12]。采用典型相关性分析林下层与竹冠层类群的关系^[13, 14]。

2 结果与分析

2.1 物种组成的关系

2.1.1 共有种 对福建三明 23 块毛竹林试验标准地 1a 的群落系统调查发现,竹冠层和林下层类群的共有种为 258 种,分别占各类群总物种数的 77.71%和 73.93%(其中竹冠层和林下层类群分别有 6,146 和 4,482 号标本未鉴定到种);其中数量较多、经济意义较大的植食性昆虫有黄脊竹蝗(*Ceracris kiangsu*)、青脊竹蝗(*Ceracris nigricornis*)、稻蛛缘蝽(*Leptocoris variconis*)、黑尾大叶蝉(*Bothrogomia ferruginea*)、毛竹尖胸 蝉(*Aphrophora notabilis*)和竹蚜(*Oregma bambusicola*)等,捕食性昆虫和螨类有竹盲走螨(*Typhlodromus bambusae*)、长角短胫管蓟马(*Veerabahuthrips longicornis*)、中华草蛉(*Chrysopa sinica*)、广腹螳螂(*Hierodula patellifera*)、大刀螳螂(*Tenmodera aridifolia*)、齿缘刺猎蝽(*Scloimina erinacea*)、云南刻眼瓢虫(*Orthlia yunnanensis*)、二斑隐腔瓢虫(*Aspidimerus matsumurai*)、四斑广盾瓢虫(*Platynaspis maculosa*)、台湾小瓢虫(*Scymnus sodalis*)、红头芫菁(*Epicanta* sp.)和食蚜蝇(*Episyrphus* sp.)等,寄生性昆虫有细脊潜蝇茧蜂(*Eupopius gracilicornis*)、细蛾绒茧蜂(*Apanteles leptoura*)、小卷蛾绒茧蜂(*Apanteles aristaeus*)和菱室姬蜂(*Mesochorus* sp.)等,蜘蛛类有花蟹蛛(*Misumenops* sp.)、鳃蛤蟆蛛(*Harmochirus brachiatus*)、吉蚁蛛(*Myrmarachne gisti*)和条纹绿蟹蛛(*Oxytate striatips*)等。

2.1.2 共有种目分布特征 林下层与竹冠层类群共有种各主要目分布情况见表 1。由表 1 可知,各目中以蜘蛛目的共有种最多,分别占竹冠层和林下层类群总种数的 15.96%和 15.19%,然后依次是膜翅目、双翅目、鞘翅目、半翅目、同翅目、鳞翅目、直翅目和蜚蠊目,其它目均少于 3 种。竹冠层类群中,直翅目的共有种占本目物种数比例最高,为 100%,其次是蜘蛛目(96.36%)、双翅目(88.00%)和半翅目(86.36%),这几目的物种绝大多数为共有种,但直翅目和半翅目占类群总种数的比例均较低;林下层类群中,以蜚蠊目的共有种占本目总物种数比例最高,为 100%,其次是蜘蛛目(92.98%)和半翅目(86.36%),这几目的物种也基本均为共有种,但蜚蠊目和半翅目占类群总种数的比例也均较低。

2.1.3 共有种功能集团分布特征 根据物种取食习性,将群落划分为寄生性、植食性、捕食性和中性功能集团,并进一步将捕食性集团划分为捕食性昆虫、螨类和蜘蛛类群。竹冠层和林下层类群各功能集团的共有种及其分布情况见表 2。由表 2 可知,各功能集团中以捕食性集团的共有种最多,占共有种总数的 35.27%,然后依次是植食性、寄生性和中性集团。中性和捕食性集团的共有种数占竹冠层和林下层类群相应集团总物种数的比例均高于 90%,可见两类群的中性和捕食性物种组成基本相同,这

与腐食性的中性物种不过度依赖于生境中的植物组成,而捕食性物种的食性相对较广、迁移能力相对较强(如蜘蛛、螳螂等)等有关。尽管植食性集团的共有种数仅次于捕食性集团,而其所占竹冠层和林下层类群该集团总物种数的比例均低于其余各集团,说明两类群植食性物种组成的差异最大,同时,由于植食性物种的组成主要依赖于群落生境的植物组成,因此这也说明竹冠层和林下层生境的分化对群落植食性物种组成的影响最大。捕食性集团中以蜘蛛类的共有种更多,占共有种总数的 20.54%,高于本集团的捕食性昆虫和螨类,也高于寄生性和中性集团,且分别占竹冠层和林下层类群蜘蛛总种数的 96.36%和 92.98%,因此两类群蜘蛛类的种类组成基本相同。从表 2 还可知,天敌类共有种为 132 种,分别占竹冠层和林下层类群总物种数的 39.76%和 37.83%,占共有种总数的 51.16%,均明显高于植食性集团共有种的比例,可见竹冠层和林下层类群的共有种多数为天敌,竹林下层生境对于群落天敌(尤其是捕食性天敌)的生存与繁衍起着重要作用。

表 1 竹冠层与林下层共有种目分布特征^①

Table 1 The order-based distribution of the common species between the arthropods in the canopy and the underlayer											
项目 Item	鞘翅目 Coleoptera	半翅目 Hemiptera	同翅目 Homoptera	鳞翅目 Lepidoptera	双翅目 Diptera	膜翅目 Hymenoptera	蜘蛛目 Arancida	直翅目 Orthoptera	蛛螨目 Acarina	其它目 Other orders	合计 Total
共有种数 ^②	35	19	19	10	44	47	53	8	4	19	258
占总共有种数的比例(%) ^③	13.57	7.36	7.36	3.88	17.05	18.22	20.54	3.10	1.55	7.36	—
占竹冠层本目总种数比例(%) ^④	62.50	86.36	73.08	76.92	88.00	72.31	96.39	100	26.67	86.36	—
占林下层本目总种数比例(%) ^⑤	62.50	86.36	76.00	47.62	78.57	67.14	92.98	61.54	100	76.00	—
占竹冠层总物种数比例(%) ^⑥	10.54	5.72	5.72	3.01	13.25	14.16	15.96	2.41	1.20	6.02	77.71
占林下层总物种数比例(%) ^⑦	10.03	5.44	5.44	2.87	12.61	13.47	15.19	2.29	1.15	5.73	73.93

①竹冠层和林下层类群分别有 6, 146 和 4, 482 号标本未确定种名 The number of the unidentified common species individual in the canopy and underlayer are 6,146 and 4,482 respectively; ②The common species number; ③Ratio of the common species number in this order to the total of the common species; ④Ratio of the common species number to the total in this order in the canopy; ⑤Ratio of the common species number to the total in this order in the underlayer; ⑥Ratio of the common species number to the total in the canopy; ⑦Ratio of the common species to total in the underlayer

表 2 竹冠层与林下层共有种功能集团分布特征^①

Table 2 Distribution of the common species between the functional groups in the canopy and the underlayer							
功能集团 The functional groups	寄生性 Parasitoids	植食性 Herbivores	中性 Neutrals	捕食性 Predators	捕食性昆虫和螨类 Predatory insects and mites	蜘蛛类 Spiders	合计 The total
共有种数 ^②	41	88	38	91	38	53	258
占总共有种数的比例(%) ^③	15.89	34.11	14.73	35.27	14.73	20.54	—
占竹冠层本集团总种数比例(%) ^④	74.55	64.23	97.44	90.10	82.61	96.36	—
占林下层本集团总种数比例(%) ^⑤	64.06	60.27	90.48	93.81	95.00	92.98	—
占竹冠层总物种数比例(%) ^⑥	12.35	26.51	11.45	27.41	11.45	15.96	77.71
占林下层总物种数比例(%) ^⑦	11.75	25.21	10.89	26.08	10.89	15.19	73.93

①竹冠层类群中性、植食性、寄生性、蜘蛛类、捕食性昆虫和螨类集团分别有 863、1,744、484、2,975 和 80 号共有种标本未确定种名,林下层类群中性、植食性、寄生性、蜘蛛类、捕食性昆虫和螨类集团分别有 1,725、733、351、1,501 和 172 号标本未确定种名 The unidentified common species individual number of neutrals, herbivores, parasitoids, spiders, predatory insects and mites in the canopy are 863, 1,744, 484, 2,975 and 80, and those in the underlayer are 1,725, 733, 351, 1,501 and 172 respectively;②~⑦同表 1 ②~⑦ are the same as table 1

2. 1. 4 群落相似性 采用群落相似性指数 S_j 、 C_s 、 C_1 、 S_b 和 S_w 测定竹冠层与林下层类群的相似性,各指数分别为 0.6703、0.6317、0.7613、0.6146 和 0.7636,均大于 0.6,说明竹冠层与林下层类群在物种的组成上具有较高的相似性。

2. 1. 5 共有种时序动态 竹冠层和林下层类群各功能集团共有种数及其个体数时序动态分别见图 1、图 2。从图 1 可知,对于寄生性、植食性集团和捕食性集团中的蜘蛛类、捕食性昆虫和螨类乃至类群总体,竹冠层类群这些功能集团大多数时期的共有种数均高于林下层类群,且年周期中波动均明显较小,而一年中两类群的总共有种数相同,说明林下层类群上述功能集团乃至类群总体的共有种组成在年周期中变化大。结合林下层生境受人为干扰大,下层植被常由于 8、9 月份的垦复、劈草等经营活动而丧失,因此共有种的迁入迁出行为更为频繁,从而导致林下层类群一年中多数阶段的共有种少,而在时序上的变化大。竹冠层类群一年中的共有种组成更为稳定,且各阶段的共有种数比林下层类群多,结合竹冠层生境受人为干扰少,植物组成变化小,林下层又是唯一的毗邻生境,因此在两类群的物种交流中,竹冠层主要作为林下层类群物种迁入的来源和迁出的场所。从图 1 还可知,两类群中性集团一年中各阶段的共有种数及其变化趋势更为相近,而其它集团的差异大,说明中性集团之间物种的相互交流较其它集团更为频繁。此外,二类群各功能集团及类群总体均在 10~11 月份和 3~7 月份的共有种较多,说明这些时期是物种种类交流较频繁的时期,而 8~9 月份和 12~翌年 2 月份是两类群共有种数低谷期,说明这些时期两类群相互之间的物种种类交流少,这与 8~9 月份对林下生境的林事经营活动多,林下层类群处于瓦解和迁移阶段,而 12~翌年 2 月份多数物种进

入越冬休眠阶段,节肢动物活动少等有关,也与共有种的生物学、生态学特性有关。

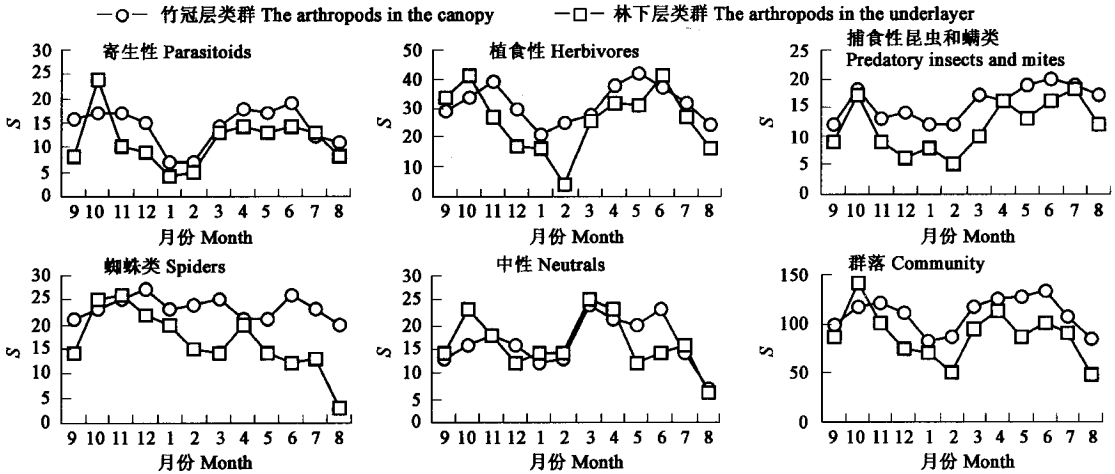


图 1 群落及其功能集团共有物种数时序动态

Fig. 1 Temporal dynamics of the common species number of the community and its functional groups

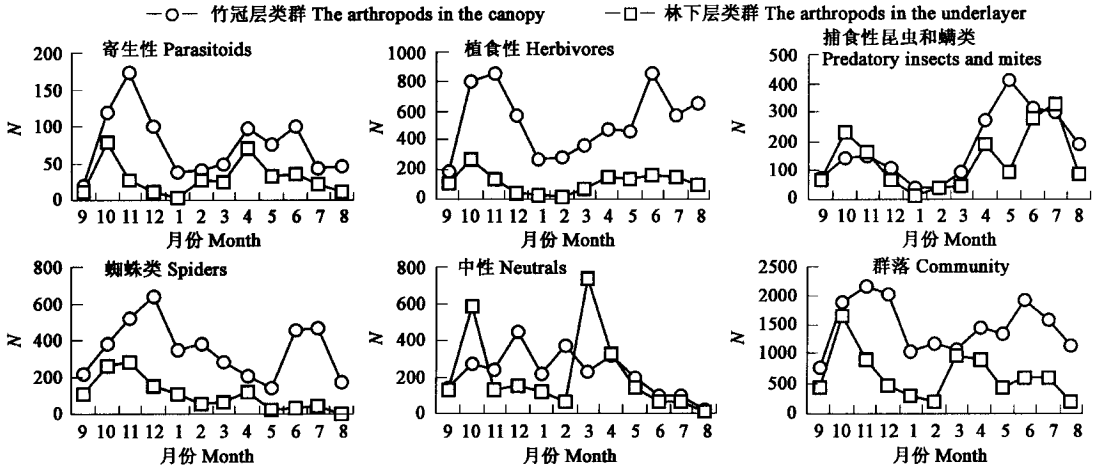


图 2 群落及其功能集团共有物种个体数时序动态

Fig. 2 Temporal dynamics of the individuals of the common species in the community and its functional groups

由于对竹冠层和林下层类群的抽样单位不同,所以不能分析比较二类群共有种各阶段的数量大小,但从共有种个体数量的变化情况看(图 2),两类群除中性集团外的各功能集团以及类群总体共有种个体数量在一年中的变动趋势均相近,共有种个体数量多在 10~11 月份和 3~7 月份较多,且具有 2 个数量高峰,说明这些时期两类群不仅在物种种类上交流多,而且在个体数量上的交流也多。林下层类群在 8~9 月份和 12~翌年 2 月份期间各功能集团及类群总体的共有种个体数量极低,竹冠层类群也相对较低,说明这些时期两类群相互之间物种交流的个体数量也少。对共有种个体数量动态的分析结果基本上与种类数动态的分析一致。

2.2 功能集团空间相关性

以 23 块标准地为空间重复序列,计算竹冠层和林下层类群相同功能集团之间的空间相关性(表 3)。从表 3 各对应群落参数之间的相关系数及其显著性检验可知,二类群植食性物种数在空间上存在显著相互促进的关系;寄生性集团、捕食性集团中的蜘蛛类和捕食性昆虫、螨类的丰富度、个体数之间均显著相互促进,寄生性集团的多样性之间也显著相互促进;中性集团之间的丰富度、个体数、物种多样性、均匀度和优势集中性均显著相互促进,可见二类群中性集团之间的关系在各集团中最为密切,这与“2.1.5”的结论一致,进一步说明中性物种在二类群之间的交流最为普遍。

2.3 典型相关性

同样以 23 块标准地群落调查数据为空间重复序列,选择 S 、 N 、 H' 、 J 、 C 等指数为考察指标,采用典型相关分析进一步探讨竹冠层与林下层类群的空间关系。设 2 组变量,第 1 组为 X ,包括竹冠层类群的 $S(X_1)$ 、 $N(X_2)$ 、 $H'(X_3)$ 、 $J(X_4)$ 、 $C(X_5)$,以此

为竹冠组;第2组为Y,包括林下层类群 $S(X_1)$ 、 $N(X_2)$ 、 $H'(X_3)$ 、 $J(X_4)$ 、 $C(X_5)$,以此为林下组,结果见表4、表5和表6。

表3 竹冠层与林下层类群对应功能集团之间相关性

Table 3 The correlations between the corresponding functional groups in the canopy and the underlayer					
相关指数 Relative indexes	植食性 Herbivores	中性 Neutrals	寄生性 Parasitoids	捕食性昆虫和螨类 Predatory insects and mites	蜘蛛类 Spiders
$S-S$	0.9022**	0.8029**	0.7755**	0.8065**	0.8709**
$N-N$	0.2810	0.8199**	0.6645**	0.6254**	0.6903**
$H'-H'$	0.3462	0.6062**	0.5638**	0.2925	0.3396
$J-J$	0.0064	0.6258**	0.0011	-0.1484	-0.2639
$C-C$	-0.0600	0.5873**	0.0566	-0.0998	-0.3682

从表4可知,仅第1个典型相关系数 $\lambda_1=0.9770$ 达极显著水平,且相关系数大,可见二类群间确实存在密切相关性。对第1对典型变量 U_1 和 V_1 作进一步分析,从表5可知,竹冠组第1典型变量主要反映的是物种多样性、均匀度和丰富度;从表6可知,林下组第1典型变量主要反映的是丰富度和物种多样性,可见二类群间的关系主要表现为林下层类群丰富度和物种多样性与竹冠层类群物种多样性、均匀度和丰富度之间的相互促进。

3 讨论

3.1 关于竹冠层和林下层类群的物种交流

从本文的分析可知,(1)竹冠层与林下层类群均有超过70%的物种为共有种,物种组成的相似性极高,而物种个体数量分布特征存在极大差异^[9],说明尽管竹冠层和林下层生境的差异导致二类群结构上的明显不同,但未能导致二类群物种组成的巨大差异,可见在毛竹林生态系统的长期演变和群落生境分化的进程中,空间上毗邻的竹冠层和林下层仍然具有可相互容纳对方的大多数物种的密切联系;(2)林下层类群1a中大多数阶段的共有种数明显少于竹冠层类群,且时序上的变化也更为复杂,结合二类群的绝大多数物种均为共有种,说明林下层类群在时序上的物种组成变化大,物种的迁入迁出行为频繁,而竹冠层作为唯一的毗邻生境,无疑是林下层类群物种迁入迁出的主要场所;(3)空间序列上竹冠层和林下层类群各相同功能集团的丰富度均显著相互促进,总体上二类群之间的关系主要表现为丰富度、多样性等之间的相互促进;(4)对林下植被的经营如垦复、劈草等导致林下层类群周期性地迁移、瓦解、重建和发展,具有明显的短期性。综合上述4点

可知,物种可在竹冠层和林下层类群之间相互交流,但林下层类群物种的迁入迁出更为频繁,竹冠层类群在林下层类群的重建和瓦解中起着物种“源”和“库”的作用。

3.2 关于叶部害虫的控制

竹冠层与林下层类群天敌类的共有种为132种,占共有种总数的51.16%,1a中各类天敌在二类群间频繁交流,且空间序列上二类群各天敌功能集团之间的物种数和个体数等均显著相互促进,这说明竹林冠层和林下生境可相互作为对方部分天敌的栖境,可互为这些天敌提供食物或作为对方的部分天敌来源,从而相互促进对方的天敌资源。由于林下层类群具有短期性,因此,对于毛竹叶部害虫的控制而言,保护林下层天敌,对于保护竹冠层天敌,增强群落对害虫的自然控制有着积极的意义。近些年大面积的垦复、劈草等常见的高强度经营活动无疑严重破坏了林下层天敌的栖境,减少了群落天敌的栖息场所和食物来源,从而不利于竹冠层天敌的保护,有利于叶部害虫的暴发。20世纪90年代初,闽浙一带多种在竹林普遍而长期存在的毛竹害螨的暴发就是一个典型的例子^[10]。在对林下植被的经营管理中,应将竹林丰产和害虫控制统筹兼顾,大面积劈草、垦复等经营措

表4 典型相关系数及其显著性检验

Table 4 The canonical correlation coefficients and their significant test				
序号 No.	典型相关系数 correlation index	卡方值 Value of Chi-square	自由度 <i>df</i>	显著水平 Sig.
1	0.977	70.5742	25	0.0001
2	0.7568	18.4045	16	0.3007
3	0.3841	4.8848	9	0.8442
4	0.3621	2.3933	4	0.6638
5	0.19	0.4595	1	0.4979

表5 竹冠组典型变量的标准化典型系数

Table 5 The standardized canonical coefficients for the canopy variables					
变量 Variables	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5
S	0.3741	-0.2843	0.1793	-0.2642	0.1066
N	-0.0245	0.2014	0.001	0.0884	0.0706
H'	0.6508	0.7306	-0.748	0.7673	-0.6436
J	0.6564	-0.5863	0.637	-0.577	0.7435
C	0.0708	0.0335	-0.0504	0.0287	0.129

表6 林下组典型变量的标准化典型系数

Table 6 The standardized canonical coefficients for the underlayer variables					
变量 Variables	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5
S	0.8669	0.1091	-0.7185	-0.2822	0.6273
N	-0.0433	0.2121	0.3893	-0.1898	-0.2294
H'	0.4655	-0.7208	0.5598	0.4524	-0.6609
J	-0.0782	-0.0861	-0.0524	-0.6902	0.3318
C	0.1543	-0.6451	0.1272	-0.4508	-0.084

施实施时,应在一定的单位面积内保留条状、带状或点状的小面积林下植被,或适当保留一些与重要天敌的保护密切相关的植物,可为群落天敌提供更多的栖息或避难场所,从而避免因对冠层叶部害虫实施化学防治和冠层天敌食物不足时引起群落天敌种群数量的急剧下降,但有关应用方面的研究尚需深入进行。

天敌共有种中,蜘蛛的种类最多,分别占竹冠层和林下层蜘蛛总种数的 96.36% 和 92.98%,可见二类群的蜘蛛种类组成基本相同。由于蜘蛛具有繁殖量大、迁移能力强以及食量大等特点,结合蜘蛛是竹冠层类群种群数量最大的天敌类群,对竹冠层植食性害虫的控制潜能也高于其它类天敌^[9],因此应进一步加强竹林蜘蛛的保护和利用研究。此外,竹盲走螨(*T. bambusae*)是毛竹叶部重要害螨南京裂爪螨(*S. nanjingensis*)最重要的天敌,在对害螨的自然控制中起着重要的作用,有关该螨的生物学和生态学已有了一些研究^[10, 15],作为竹冠层和林下层类群的共有种,能够在林下层生存和繁衍,可能对于南京裂爪螨的自然控制有着重要的意义,应进一步研究有关其在林下层的栖息场所、食物以及在二层次间的迁移规律等。典型相关分析中竹冠组以物种多样性指数和均匀度指数载荷最高,林下层组以丰富度和物种多样性指数载荷最高,可见物种多样性在它们的关系中最为重要,进一步计算二类群物种多样性之间的线性相关系数,为 0.6259,达极显著水平,这进一步说明二类群物种多样性之间在空间上显著相互促进,可见保护林下层类群的多样性也有利于保护竹冠层类群的多样性。

References:

- [1] Yu X P, Hu C. The effects of non-crop habitats on crop pests and their natural enemies. *Chinese Journal of Biological Control*, 1996, **12**(3): 130~133.
- [2] Zhang W Q, Gu D X, Zhang G R. The reestablishment of the arthropod community in short-term crop fields I. Concept and Characteristics of the community reestablishment. *Acta Ecologica Sinica*, 2000, **20**(6): 1107~1112.
- [3] Zhang W Q, Gu D X, Zhang G R. The reestablishment of the arthropod community in short-term crop fields II. Analysis and manipulation of the community reestablishment. *Acta Ecologica Sinica*, 2001, **21**(6): 1020~1024.
- [4] Zhang W Q, Gu D X, Zhang G R. The reestablishment of the arthropod community in short-term crop fields III. Community reestablishment and conservation and utilization of natural enemies. *Acta Ecologica Sinica*, 2001, **21**(11): 1927~1931.
- [5] Kemp J C, Barrett G W. Spatial patterning: impact of uncultivated corridors on arthropod populations within soybean agro-ecosystems *Ecology*, 1989, **70**(1): 114~128.
- [6] Ali A D, Reagan T E. Vegetation manipulation impact on predator and prey populations in Louisiana sugarcane ecosystems. *J. Eco. Entomol.*, 1985, **28**(6): 1409~1414.
- [7] Liang W G, Huang M D. Influence of citrus orchard ground cover plants on arthropod communities in China: a review. *Agriculture Ecosystem and Environment*, 1994, **50**: 29~37.
- [8] Liu D G, Xiong J J, Tan B L. Diversity and stability analyses of arthropod community in litchiherbage complex system. *Acta Ecologica Sinica*, 2001, **21**(10): 1596~1601.
- [9] Zhang F P, Chen Q L, Hou Y M, *et al.* Composition and structure of the arthropod community in *Phyllostachys heterocycla* cv. *pubescens* forest. *Acta Ecologica Sinica*, 2005, **25**(9): 2272~2283.
- [10] Zhang F P, Chen Q L, Chen S L, *et al.* Research advances on the pests that eat leaves of *Phyllostachys heterocycla* cv. *pubescens*. *Journal of Bamboo Research*, 2002, **21**(3): 55~60.
- [11] Ma K P, Liu Y M. Measure of biodiversity I. test of α diversity(second). *Chinese Biodiversity*, 1994, **2**(4): 231~239.
- [12] Ding Y Q. *Mathematics ecology of insect*. Beijing: Science Press, 1991. 450~454.
- [13] Tang Q Y, Fen M G. *DPS data processing system for practical statistics*. Beijing: Science Press, 2002. 223~225.
- [14] Li C X, Wan Z H, Wan W L. *Biological statistics*. Beijing: Science Press, 2001. 251~254.
- [15] Zhang Y X. Biology of *Typhlodromus bambusae* (Acari: Phytoseiidae), a predator of *Schizotetranychus nanjingensis* (Acari: Tetranychidae) injurious to bamboo in Fujian, China. *Systemtic & Applied Acarology*, 1999, (4): 57~62.

参考文献:

- [1] 俞晓平, 胡萃. 非作物生境对农田害虫及其天敌的影响. 中国生物防治, 1996, **12**(3): 130~133.
- [2] 张文庆, 古德祥, 张古忍. 论短期农作物生境中节肢动物群落的重建 I. 群落重建的概念及特性. 生态学报, 2000, **20**(6): 1107~1112.
- [3] 张文庆, 古德祥, 张古忍. 论短期农作物生境中节肢动物群落的重建 II. 群落重建的分析和调控. 生态学报, 2001, **21**(6): 1020~1024.
- [4] 张文庆, 古德祥, 张古忍. 论短期农作物生境中节肢动物群落的重建 III. 群落重建与天敌保护利用. 生态学报, 2001, **21**(11): 1927~1931.
- [8] 刘德广, 熊锦君, 谭炳林. 荔枝-牧草复合系统节肢动物群落多样性与稳定性分析. 生态学报, 2001, **21**(10): 1596~1601.
- [9] 张飞萍, 陈清林, 侯有明, 等. 毛竹林节肢动物群落的组成与结构. 生态学报, 2005, **25**(9): 2272~2283.
- [10] 张飞萍, 陈清林, 陈顺立, 等. 毛竹主要食叶害虫研究进展. 竹子研究汇刊, 2002, **21**(3): 55~60.
- [11] 马克平, 刘玉明. 生物群落多样性的测试方法 I 多样性的测度方法(下). 生物多样性, 1994, **2**(4): 231~239.
- [12] 丁岩钦. 昆虫数学生态学. 北京: 科学出版社, 1991. 450~454.
- [13] 唐启义, 冯明光. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统. 北京: 科学出版社, 2002. 223~225.
- [14] 李春喜, 王志和, 王文林. 生物统计学. 北京: 科学出版社, 2001. 251~254.