

文章编号:1001-7380(2018)01-0023-05

张家港市3种林型昆虫群落结构的研究

程颖怡¹, 谈家金¹, 甘祺锋², 郝德君^{1*}

(1.南京林业大学林学院,江苏 南京 210037;2.张家港林业站,江苏 苏州 215600)

摘要:为了解张家港市的林木昆虫种类和群落组成,于2015年7月至2016年7月对全市范围内的防护林、经济林和特种用途林3种林型的昆虫资源进行了调查研究,并运用物种丰富度、均匀度、优势集中度和多样性指数等分析了昆虫群落的结构和时序动态。共采集到昆虫标本7803号,经鉴定隶属于9目58科135种。研究表明:不同林分内昆虫种类的Shannon-Wiener多样性指数(H')、Pielou均匀度指数(J')和Margalef丰富度指数(D)均表现为特种用途林>经济林>防护林,而Simpson优势集中度指数(C)则表现为防护林<经济林<特种用途林;昆虫群落结构的时间动态研究显示,6—9月昆虫群落的目数、科数、种数、个体数及多样性指数最高,2月的均匀度指数最高,优势集中度指数则在1月最高。

关键词:生物多样性;特种用途林;经济林;防护林;群落结构;时间动态;张家港

中图分类号:S763.302

文献标志码:A

doi:10.3969/j.issn.1001-7380.2018.01.006

Research on the community structure of the insects in three stand types in Zhangjiagang City

CHENG Ying-yi¹, TAN Jia-jin¹, GAN Qi-feng², HAO De-jun^{1*}

(1. College of Forestry, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China;

2. Forestry Station of Zhangjiagang, Zhangjiagang 215600, China)

Abstract: In order to clarify the species and community structure of forest insects in Zhangjiagang City, 3 types of stand were investigated to analysis the structure and temporal dynamics of insect communities from July 2015 to July 2016 by using the richness, dominance, similarity index and diversity index. Totally 7803 insects were collected, belonging to 135 species, 58 families and 9 orders. By contrast, diversity index (H'), evenness index (J') and species index (D) were found all in such a decreasing order as special purpose forest>economic forest>shelter forest while Simpson dominance index (C) in such a order as shelter forest>economic forest>special purpose forest. The temporal dynamics of community structure of insect populations showed that the family number, species number, individual number and diversity were the highest from June to September, J' was highest in February and C was highest in January.

Key words: Biodiversity; Special purpose forest; Economic forest; Shelter forest; Community structure; Temporal dynamics; Zhangjiagang

昆虫是森林生态系统的重要组成部分,林型、植物群落和季节等因素均可影响昆虫多样性^[1]。研究发现,马尾松和湿地松2种松林内的昆虫种类和数量虽无显著差异,但是其混交林昆虫群落内的种类和数量较纯林多,且以捕食天敌的种类和数量更为明显。混交林内昆虫群落多样性指数波动较小,明显高于纯林^[2];樟子松人工混交林内的昆虫

物种数和个体数均高于纯林,但昆虫群落特征指数在不同林分类型之间并无显著差异^[3];在亚马逊流域热带雨林5种不同生态系统中,天然林的昆虫种类和丰度最高,农林生态系统其次,可可纯林和退化的草原昆虫多样性指数最低。不同植被带功能群的组成、多样性及时间变化特征存在一定差异,进而对昆虫多样性产生不同的影响^[4]。

收稿日期:2017-11-03;修回日期:2017-11-19

基金项目:江苏省高等优势学科建设工程资助项目(PAPD)

作者简介:程颖怡(1994-),女,江苏常熟人,硕士。研究方向:林木昆虫。E-mail:2205035535@qq.com。

* 通信作者:郝德君(1971-),男,内蒙古宁城人,教授,博士。从事森林昆虫学研究。E-mail:dejunhao@163.com。

为了解张家港市昆虫资源现状,掌握不同林地类型昆虫多样性及其群落结构,2015 年 7 月至 2016 年 7 月对 3 种典型林地类型的昆虫种类进行了系统调查,从物种组成、季节变化规律和群落多样性等方面进行了分析,以期为张家港市林木昆虫资源的保护和利用以及害虫的防治提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 研究区域自然概况

张家港地处长江下游东岸(120°21′57″—120°

52′E, 31°43′12″—32°02′N),属北亚热带南部湿润性气候区,气候温和,雨水充沛。年平均气温为 16.1℃,最冷月是 1 月,平均气温为 4.90℃,极端最低气温-9.10℃;年平均降水量1 200 mm以上,全年的降水量主要集中在 5—9 月,年日照时间在 1 600 h 以上,年无霜期在 230 d 左右。

1.2 样地选择

在张家港市选取防护林、经济林和特种用途林为代表的 3 种林型为调查地点,进行昆虫资源的普查(见表 1)。

表 1 张家港市各调查样地的基本情况

	主要树种	次要树种及灌木	地点
防护林	女贞、杨树、香樟等	无患子、紫薇、桂花树等	张家港疏港高速护路林、张家港凤恬路护路林等。
经济林	葡萄树、梨树、垂丝海棠等	香樟、枇杷树、杨树等	张家港澳洋苗圃、张家港利民果园等。
特种用途林	香樟树、杨树、柳树、红叶李等	含笑、木瓜树、栀子花、白玉兰等	张家港香山风景区、张家港凤凰山景区、张家港暨阳湖公园、张家港镜湖生态园等。

1.3 调查方法

根据昆虫的类群和行为习性采用网捕法、微小昆虫刷取法、诱集法相结合的方法。按照样地选择中划分的 3 种林型,于 2016 年 7 月至 2017 年 7 月进行连续采集。采用样线法,在上述 3 个林型区域内分别设置 2 条样线,每条样线长 10 km;每次调查对所有样线进行 1 次采集,每条样线有 4 人负责,每天完成 1 条样线;采用网捕法采集,将采集到的鳞翅目和蜻蜓目等大型昆虫存放在三角纸袋内,其他昆虫使用装有乙酸乙酯的毒瓶杀死后,转移至三角袋或大型塑料管中保存,并注明采集时间、地点及采集人,带回试验室内进行标本制作。对于体型微小的昆虫用毛笔蘸取直接放入装有 70%乙醇的塑料管中,标记后带回实验室。同时,分别于 3 种林型中各设置黑光灯 1 盏。每天 19:00 开灯,次日 7:00 关灯,收集所诱集的昆虫,每次调查连续诱集 3 晚。

1.4 标本制作与鉴定

采回的成虫整姿展翅,于 40℃烘箱中烘干,放入标本盒中待鉴定,幼虫用 75%酒精浸泡。通过观察昆虫的形态特征,结合《周尧昆虫图集》^[5]、《中国昆虫生态大图鉴》^[6]和《昆虫百科全书》^[7]等书籍以及求助相关专家对标本进行鉴定。

1.5 数据处理及分析

昆虫群落特征指数计算方法参考^[8-11]:

- (1) Margalef 丰富度指数: $D_m = (S - 1) / \ln N$
- (2) Shannon-Wiener 多样性指数: $H' = - \sum$

$P_i \ln P_i$

(3) Pielou 均匀度指数: $J' = (- \sum P_i \ln P_i) / \ln S$

(4) Simpson 优势集中度指数: $C = \sum P_i^2$

式中, S 为总种数, P_i 为种 i 的个体数占总个体数的比例, N 为所有种的个体总数, N_i 为种 i 的个体数。

2 结果与分析

2.1 3 种林型中调查所获昆虫所属目、科及其种、个体的数量

通过对张家港市防护林、经济林、特种用途林 3 种林地的昆虫群落调查,共采集昆虫标本 7 803 个,隶属 9 目 8 科 135 种(见表 2)。其中,鳞翅目昆虫有 20 科 62 种,占群落种类总数的 45.93%,鞘翅目昆虫有 10 科 26 种,占种类总数的 19.26%。采集到的昆虫隶属 58 科,平均每科有 2.33 种。优势种包括柳蓝叶甲 [*Plagiodera versicolora* (Laicharting)] 和星天牛 (*Anoplophora chinensis* Forster),个体数量分别为 26 和 18,占群落个体总数的 0.33% 和 0.23%;玉带凤蝶 (*Papilio polytes* Linnaeus) 和麻皮蝽 [*Ertesia fullo* (Thunberg)] 的个体数量均为 16,均占群落个体总数的 0.21%。

2.2 3 种不同林型昆虫群落的数量特征

2.2.1 3 种不同林型昆虫群落组成的数量特征 如表 3 所示,3 种不同林型昆虫群落组成的数量特征存在差异。防护林昆虫群落中,鳞翅目的个体数量

表 2 3 种林型昆虫群落组成					
目名	科数	种数	比例/%	个体数	比例/%
蜻蜓目	3	7	5.19	112	1.44
螳螂目	1	2	1.48	24	0.31
直翅目	8	12	8.89	958	12.28
蜚蠊目	1	1	0.74	21	0.27
半翅目	9	19	14.07	1 534	19.66
脉翅目	1	1	0.74	17	0.22
鳞翅目	20	62	45.93	3438	44.06
鞘翅目	10	26	19.26	1 324	16.97
膜翅目	5	5	3.70	375	4.81
总计	58	135	100	7 803	100

最大,占该林型昆虫群落个体总数的 42.74%,其次是半翅目,占 21.71%;经济林中,鳞翅目个体数量亦很大,占 40.03%,鞘翅目与半翅目的个体数量相近,分别占个体总数的 19%和 21.08%;特种用途林中,鳞翅目个体数量所占比例最大。

表 3 3 种不同林型昆虫群落各目的个体数量			
目名	防护林	经济林	特种用途林
蜻蜓目	11	38	63
螳螂目	4	9	11
直翅目	289	246	423
蜚蠊目	0	9	12
半翅目	507	424	603
脉翅目	0	0	17
鳞翅目	998	805	1 637
鞘翅目	345	382	597
膜翅目	181	98	96
总个体数	2 335	2 011	3 457

在 3 种林型中,蜚蠊目和脉翅目的个体数量较少,脉翅目仅存在于特种用途林中。螳螂目的个体数量在 3 种林型中均较少,蜻蜓目的个体数量也较少尤其是在防护林中,直翅目在 3 种林型中比例相近,均为 12%左右。其他目在各个林型中数量差异也相对较大,可能是由于各个林型中寄主植物种类多样性和人为活动干预所致。

2.2.2 3 种不同林型昆虫群落数量特征的时间动态

由表 4 所示,3 种林型中昆虫的目、科和种的多度在 12 个月基本符合正态分布,6—9 月最大,向前和向后依次减小。这是因为 6—7 月气温相对较高,降

雨丰富,植被群落结构相对复杂,是全年中最适宜昆虫繁衍的时间。

3 种林型昆虫比较得出,目、科和种的多度在各个月均呈现特种用途林>经济林>防护林,说明了特种用途林和经济林地比防护林植被群落结构更为复杂,在其中生活的昆虫种类相对更多。

2.3 3 种不同林型昆虫群落多样性

如表 5 所示,3 种林型昆虫多样性指数呈现特种用途林>经济林>防护林。防护林的昆虫种类多样性指数明显少于其他 2 种林地,这是道路旁除了植物资源相对较少,其受人为干扰的因素也相对最大,大大降低其多样性。而特种用途林以临近河滨的湿地和以植物为主体的景观拥有更加丰富的植物资源,植物多样性多,也为昆虫提供了更多资源,昆虫多样性自然也高。群落的多样性水平高,则此群落越趋于稳定,对于环境的变化或是来自群落内部种群波动的缓冲作用越强。

经济林和特种用途林均匀度指数相差不大,可见 2 种林地的群落结构因生境、分布等而差异不大,而防护林相较于上述 2 种林地更加容易发生变化。

防护林昆虫群落优势集中度指数(*C*)要远高于其他 2 种林型,这是由于防护林的黄刺蛾(幼虫)[*Cnidocampa flavescens*(Walker)]、麻皮蝽和黄杨绢野螟[*Diaphania perspectalis*(Walker)]的数量要远远大于其他种群。

2.4 3 种不同林型昆虫群落多样性特征的时间动态

2.4.1 丰富度指数变化 如图 1 可知,丰富度指数的变化趋势是 6,7,8 月和 9 月最大,其他月较低,1,2 月和 12 月最低。主要是因为这几个月气温较低,昆虫基本处于越冬状态。防护林的丰富度指数远远低于特种用途林的丰富度指数,这与其植被种类过于单一有关。

2.4.2 多样性指数变化 不同月 Shannon-Wiener 多样性指数的变化趋势是 6,8 月和 9 月最大,其他月较低,1,2,11 月和 12 月最低(见图 2),这主要是因为这 3 个月气温较低,昆虫种类较少。

Shannon-Wiener 多样性指数的变化趋势大致是特种用途林大于经济林大于防护林,然而在 4 月到 5 月的时候,防护林的黄杨绢野螟、国槐尺蛾[*Semiothisa cinerearia*(Bremer et Grey)],桃粉大尾蚜[*Hyalopterus amygdali* Blanchard]等进入爆发期。

2.4.3 均匀度指数变化 从图 3 可以看出,Pielou 均匀度指数的变化趋势是 2 月最大,其他月较低,12

表 4 不同林型内昆虫目、科、种多度的月变化

月份	目多度			科多度			种多度		
	防护林	经济林	特种用途林	防护林	经济林	特种用途林	防护林	经济林	特种用途林
1 月	2	2	2	3	4	5	8	11	12
2 月	2	2	3	5	7	7	17	17	21
3 月	4	3	5	7	9	12	24	21	38
4 月	5	5	5	20	26	34	31	45	97
5 月	6	8	8	30	32	42	54	95	102
6 月	7	8	8	36	40	50	69	99	116
7 月	7	8	9	38	43	52	71	101	123
8 月	7	8	9	36	42	51	70	100	120
9 月	7	8	8	36	48	48	68	97	117
10 月	6	5	6	21	30	30	34	62	89
11 月	5	4	4	7	10	11	28	43	53
12 月	3	4	4	7	11	10	20	21	22

表 5 3 种林型多样性指数比较

多样性分析	防护林	经济林	特种用途林
物种数(S)	73	103	125
个体总数(N)	2 335	2 011	3 457
丰富度(D)	9.283 4	13.409 8	15.218 1
多样性指数(H')	3.571 0	4.264 8	4.412 9
均匀度指数(J')	0.832 3	0.920 2	0.914 0
优势集中度指数(C)	0.027 2	0.019 6	0.019 0

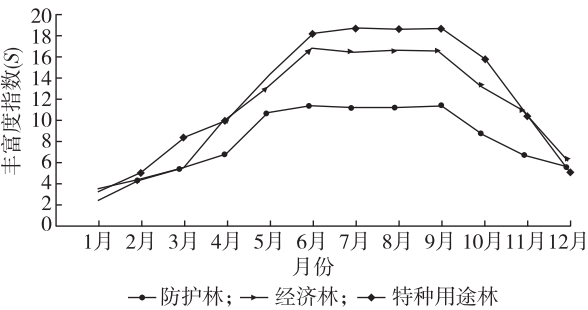


图 1 丰富度指数(D)的月变化

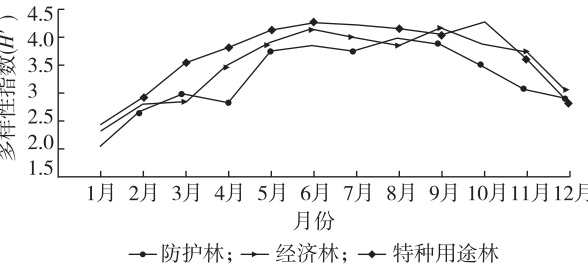


图 2 多样性指数(H')的月变化

月最低。这主要是因为 2 月采集到几种昆虫的个体

数量差异不大;而 12 月,则是由于采集到的种类较少所致。

特种用途林均匀度指数在 3—9 月有下降的趋势,主要是因为天气条件比较适宜,去公园风景区的人数增加,相关单位及景区部门就会积极进行病虫害防治,10 月之后游客人数会减少,昆虫数量会回升到原来自然不干预情况下的均匀度指数。经济林会定期有一批果树或者其他经济作物需要被采摘利用,昆虫会受到食物的影响也呈现一定的波动。对防护林一般只在特定的昆虫爆发期或者之前去治理,并不会长期关注治理,所以会像经济林一样呈现波动,但只是原因不同。

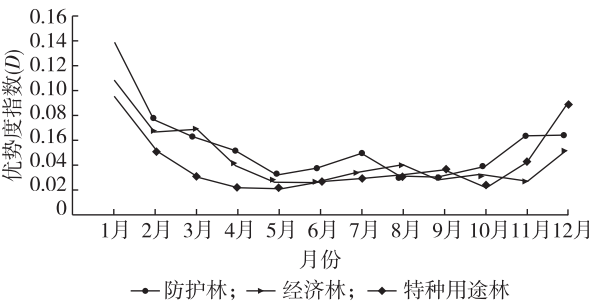


图 3 均匀度指数(J')的月份变化

2.4.4 优势集中度指数变化 3 种典型林地的昆虫群落物种优势集中度指数在不同月的计算结果见图 4,可得不同月 Simpson 优势集中度指数(C)的变化趋势是 4—9 月较低,向前和向后逐渐增大,1 月和 12 月最高。这主要是因为 1 月和 12 月的昆虫种类较少。

Simpson 优势集中度指数(C)的主要变化趋势

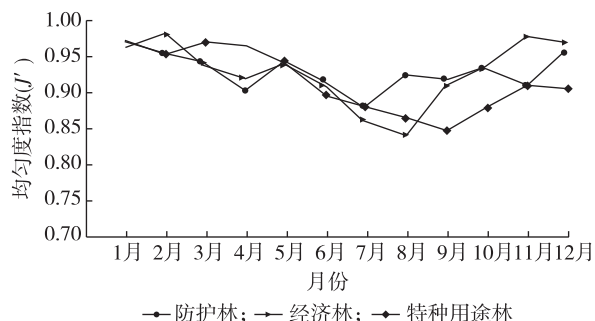


图4 优势集中度指数(C)的月份变化

是防护林>经济林>特种用途林,但在8月呈现经济林 Simpson 优势集中度指数(C)大于防护林和特种用途林的现象,主要是由于在8月经济林有大批的水果正值成熟期,给昆虫提供了大量的食物,采摘之后,食物减少,优势集中度指数随之下降。在9月呈现特种用途林 Simpson 优势集中度指数(C)大于防护林和经济林的现象,主要是此时游客减少,防治频率减少,而且特种用途林土壤肥沃,树种丰富,又有河湖分布,便于昆虫的大量繁殖,此时发现大量的芳香木蠹蛾(*Cossus cossus orientalis* Gaede)和日本龟蜡蚧(*Ceroplastes japonicus*)等。

3 结论与讨论

本研究是首次对张家港市进行系统的昆虫资源调查,选取了3种不同林地类型进行昆虫群落结构的研究,共采集和鉴定出的昆虫隶属9目58科153种,其中防护林由于植物种类相对丰富、群落结构相对复杂,因此具有最丰富的昆虫种类和丰度。植物群落决定着昆虫群落的组成及变化,同时也会对昆虫群落的时间结构产生深刻的影响^[12]。Haddad等^[13]研究发现植食性昆虫物种数量与植物物种丰富度相关,即植物物种丰富度决定昆虫物种丰富度。同时随着植物物种多样性增加,植食性昆虫的数量也随着增加。

昆虫群落的时间结构是群落的重要特征之一,反映着群落在时间过程中的变化及植物与昆虫群落相互作用的效应^[14]。张家港市3种林地类型中的昆虫,其中6—9月昆虫的目数、科数、种数、个体数、多样性最高。优势集中度指数则在冬季11月至次年1月最高。可以看出,昆虫受到不同季节气候的影响,其群落结构也随之发生变化。对于同一季节昆虫在不同生境中的情况,昆虫群落结构变化与

其生境内植被的构成密切相关,植被结构越丰富的生境其昆虫群落结构也越丰富。

本研究中,由于不同林型中特殊的植物种类、群落结构及人为影响等原因,昆虫种类和群落结构不同,时间上的动态有所不同。防护林由于植物类型相对单一,昆虫群落构成相对简单,Shannon-Wiener 多样性指数(H')、Pielou 均匀度指数(J')和 Margalef 丰富度指数(D)均低于多种用途林和经济林,但是 Simpson 优势集中度指数(C)则与此相反。从不同植物类型对昆虫群落时间结构的影响角度分析,可以认为复杂的植物群落可以引起昆虫群落时间动态的分化,关于昆虫群落及其优势类群在时间过程中变化特点以及内在原因有待进一步研究。

参考文献:

- [1] WEISSER W W, SIEMANN E. The Various Effects of Insects on Ecosystem Functioning[J]. Ecological Studies, 2004(73):3-8.
- [2] 王国红,刘兴平,戈峰,等.不同松林内马尾松毛虫种群动态的特征[J].生态学杂志,2005,24(4):355-359.
- [3] 吴龙飞,姜文虎,袁胜亮,等.塞罕坝自然保护区樟子松不同林分类型对昆虫群落多样性的影响[J].应用生态学报,2017,28(1):308-314.
- [4] BORGES P A V, BROWN V K. Phytophagous insects and web-building spiders in relation to pasture vegetation complexity[J]. Ecography, 2001, 24(1):68-82.
- [5] 周尧.周尧昆虫图集[M].郑州:河南科学技术出版社,2001.
- [6] 张巍巍,李元胜.中国昆虫生态大图鉴[M].重庆:重庆大学出版社,2011.
- [7] 奥图尔.昆虫百科全书[M].哈尔滨:黑龙江科学技术出版社,2008.
- [8] 卜志国.城市绿地昆虫群落结构及主要害虫防治对策研究[D].保定:河北农业大学,2005.
- [9] KVALSETH T O. Note on Biological Diversity, Evenness, and Homogeneity Measures[J]. Oikos, 1991, 62(1):123-127.
- [10] PICLOU E C. Ecological diversity[M]. New York: John Wiley, 1975:16-51.
- [11] SIMPSON E H. Measurement of diversity[J]. Nature, 1949, 163(4148):688.
- [12] 朱慧,彭媛媛,王德利.植物对昆虫多样性的影响[J].生态学杂志,2008,27(12):2215-2221.
- [13] HADDAD N M, TILMAN D, HAARSTAD J. Contrasting effects of plant richness and composition insect communities: A field experiment[J]. The American Naturalist, 2001, 158(1):17-35.
- [14] 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):194-197.