

多样化松林中昆虫群落多样性特征

刘兴平^{1,2}, 刘向辉¹, 王国红³, 韩瑞东¹, 戈 峰^{1*}

(1. 中国科学院动物研究所 农业虫害综合治理国家重点实验室, 北京 100080; 2. 江西农业大学园林与艺术学院, 南昌 330045;
3. 福建师范大学生物工程学院, 福州 350007)

摘要: 马尾松和湿地松是我国南方的 2 种主要松树。通过对 6 种不同林分结构下的马尾松林和湿地松林内昆虫群落调查与多样性指数分析, 表明 2 种松树内的昆虫种类和数量无显著差异, 混交林中的昆虫群落的种类和数量比纯林多, 尤其以捕食天敌类群的种类和数量更为明显。整个昆虫群落和植食类群多样性指数以湿地松林内较大, 而天敌(捕食类群和寄生类群)多样性指数则以马尾松林较高。从不同林分结构下昆虫多样性的比较来看, 混交林内昆虫群落多样性指数波动较小, 明显地高于纯林。但不同林分结构下昆虫多样性随水平分布和垂直分层格局而变化, 松树北面和东面各样地之间的昆虫群落多样性指数差异显著, 而南、西面之间差异较小; 树冠层各样地之间的差异达极显著水平, 而枯枝落叶层和树干层之间差异不显著。由此, 还进一步讨论了混交林中昆虫群落稳定性问题。

关键词: 多样性; 稳定性; 昆虫群落; 混交松林

文章编号: 1000-0933(2005)11-2976-07 中图分类号: Q 968 文献标识码: A

Insect community diversity and abundance in diversified pine forests

LIU Xing-Ping^{1,2}, LIU Xiang-Hui¹, WANG Guo-Hong³, HAN Rui-Dong¹, GE Feng^{1*} (1. State Key Laboratory of Integrated Management of Pest Insects and Rodents, Institute of Zoology, Chinese Academy of Science, Beijing 100080, China; 2. College of Gardening and Art Designing, Jiangxi Agriculture University, Nanchang, Jiangxi 330045; China; 3. College of Biological Engineering, Fujian Normal University, Fuzhou, Fujian 350007, China). Acta Ecologica Sinica, 2005, 25(11): 2976~2982

Abstract Masson pine, *Pinus massoniana* Lamb, and slash pine, *Pinus elliottii* Engelm, are the main pines in southern China. The insect species composition and community diversity index were examined in six types of pines forests at 15 d interval. The pine forests include: pure pine forest; mixed pine forest with cogon grass, *Imperata cylindrical* (L.); mixed pine forest with Chinese fir, *Cunninghamia lanceolata* (Lamb) Hook; mixed pine forest with tea-oil camellia, *Camellia oleifera* Abel; mixed pine forest with camphor tree, *Cinnamomum camphora* (L.) Presl and Formosan sweetgum, *Liquidambar formosana* Hance; and mixed pine forest with *C. oleifera* and *L. formosana* from masson pine forest and slash pine forest. Our results show that there were no significant difference in insect species and abundance between the masson pine forest and the slash pine forest. However, significantly higher community diversity index of total insects and phytophagous group and lower community diversity index of predatory and parasitic natural enemies were observed in slash pine forest. Insect species and abundance, especially the predatory natural enemies, from the mixed forests are significant higher than those from the pure forests. The community diversity indices of total insects, predatory and parasitic natural enemies in the mixed forests were relatively stable during the year, and were significantly higher than those in the pure forests. However, the insect community diversity indices varied among locations and vertical layers of the trees. Significant differences in diversity index of insect community were observed in the direction of the northern and eastern parts of the canopy of the pine trees, but no such differences in the southern and western parts of the tree canopy. Similarly, significant difference in diversity index of insect community occurred

基金项目: 国家自然科学基金重点资助项目(30330490)

收稿日期: 2004-04-13; **修订日期:** 2005-05-10

作者简介: 刘兴平(1975~), 男, 江西万安人, 硕士, 主要从事昆虫生态学研究 E-mail: liuxp88@eyou.com

* **通讯作者** Author for correspondence E-mail: Gef@panda.iz.ac.cn

Foundation item: Supported by Key Program of the National Natural Science Foundation of China (No. 30330490)

Received date: 2004-04-13; **Accepted date:** 2005-05-10

Biography: LIU Xing-Ping, Master, mainly engaged in insect ecology. E-mail: liuxp88@eyou.com

on trunk but not on canopy and litter layer of trees The stability of insect community in the mixed pine forest was discussed

Key words: diversity; stability; insect community; mixed pine forests

昆虫与植物的关系是昆虫生态学领域研究的热点问题, 其中, 植物的多样性对害虫种群动态的影响在近年来受到广泛关注。在农田生态系统中, 关于植物多样性与害虫种群数量动态已有较多的研究, 结果表明, 多样化的种植系统可减少寄主植物上的植食性昆虫的数量, 甚至影响特定的害虫种类。同时多样化的农田生态系统比单作系统具有更为丰富和多样的害虫天敌, 因而具有更强的控害能力^[1~3]。

由于森林生态系统比农田生态系统植被相对较稳定和复杂, 因而有关不同植被组成的森林昆虫群落的组成及多样化变化已有一些报道。莫建初对丘陵区湿地松林昆虫的群落结构研究表明, 纯林内昆虫群落结构简单, 大多处于不稳定状态且控害能力差, 因此通过封山育林、营造湿交林可促进昆虫群落稳定^[4]。高宝嘉等进一步研究了封山育林对昆虫群落结构及多样性稳定性的影响, 认为封山育林可以使林内昆虫群落的种类和数量尤其是天敌类群的显著增加^[5]。张真等对马尾松林昆虫群落动态及稳定性研究, 说明了森林内昆虫群落的多样性与稳定性的关系^[6, 15]。从已有的研究报道来看, 主要是研究某一种松林(马尾松抑或湿地松)内的昆虫群落特征, 考虑的也只是某一种混交状态下的昆虫群落特征, 而对多种不同松树及不同的混交状态下昆虫群落的多样性特征分析较少。

本文通过对马尾松与湿地松 2 种类型松树, 纯林、草本林、针叶林、灌木林、阔叶林以及针阔灌等 6 种混交类型松林内的昆虫多样性研究, 分析和比较不同生境松林下的昆虫群落结构、时空动态及昆虫多样性与稳定性的关系, 从生态学的角度出发, 以探讨植物多样性与昆虫群落间的生态关系, 为科学营林和森林害虫的自然生态调控提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地设在江西省高安市相城垦殖场的自然或人工林区。2002 年 5~10 月, 在试验地选择具有代表性的由不同植物种类组成的混交松林作为试验样地。各样地的林分结构、树龄、树高、林下植被、坡度、坡向等基本情况如表 1 所示。

表 1 试验地概况

Table 1 The situation of experimental field					
样地类型 Plots	林相 Forest type	林分组成* Species composition	坡度(°) Gradient	坡向 Direction	松树树龄(a) Age of forest
(一) 马尾松林	1. 纯林 Pure pine forest	马尾松	15	东南	10
	2. 草本林 Mixed pine forest with cogon grass	马尾松、白茅	15	北	8
	3. 针叶林 Mixed pine forest with Chinese fir	马尾松、杉树	15	东南	12
	4. 灌木林 Mixed pine forest with tea-oil camellia	马尾松、油茶	25	东	14
	5. 阔叶林 Mixed pine forest with camphor tree	马尾松、枫、木荷	20	西北	11
	6. 针阔灌混交林 Mixed pine forest with C. oleifera and L. fomesana	马尾松、油茶、枫、樟、木荷等	15	东西	11
(二) 湿地松林	7. 纯林 Pure pine forest	湿地松	5	西	7
	8. 草本林 Mixed pine forest with cogon grass	湿地松、茅草	5	北	13
	9. 针叶林 Mixed pine forest with Chinese fir	湿地松、杉木	15	东	11
	10. 灌木林 Mixed pine forest with tea-oil camellia	湿地松、油茶	5	东南	10
	11. 阔叶林 Mixed pine forest with camphor tree	湿地松、枫香、樟树	5	东南	8
	12. 针阔灌混交林 Mixed pine forest with C. oleifera and L. fomesana	湿地松、油茶、枫香、樟、木荷等	30	北	8

* 纯林 pure pine forest; 混交林 mixed pine forest; 马尾松 *Pinus massoniana* Lamb; 湿地松 *Pinus elliottii* Engelm; 杉木 *Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook; 樟树 *Cinnamomum camphora* (L.) Presl; 油茶 *Camellia oleifera* Abel; 枫香 *Liquidambar fomesana*; 白茅 *Imperata cylindrica* var. *major*; 木荷 *Schinus superba* Ggarden et Champ

1.2 调查方法

在 12 个不同林型的林地中, 每一样地面积设置为 10×13m² 的标准地, 重复 3 次。以单株松树为取样单位采用棋盘式取样, 每样地调查 10 株, 分别调查样地内林冠层、树干层、枯枝落叶层昆虫的种类和数量, 自 5 月 15 日开始, 每 15d 调查 1 次, 共调查 10 次。各样地、样株的调查参照莫建初等^[4, 14]的方法进行调查。

1.2.1 昆虫群落的水平结构 在各样地、样株上采用高枝套袋剪枝的方法进行调查。套袋规格为 35cm (袋口直径)×55cm (袋深), 每样株在树冠层分东、南、西、北 4 个方位, 各抽查 2 个样枝, 记载其中各种昆虫的种类和数量。

1.2.2 昆虫群落的空间结构

- (1) 林冠层昆虫调查 在样地、样株上采用上述方法进行抽样调查。每样株分上、下两层,记载其中各种昆虫及蜘蛛的种类和数量。
- (2) 树干层昆虫调查 在样树中,用工具刀削取离地 0.5~1.5m 高度处的树干的半边表皮,然后统计收集到的昆虫种类和数量。
- (3) 落叶层昆虫调查 在样地中土均匀设置 $0.5\times0.5\text{m}^2$ 的样点,采集样点内枯枝落叶及地表上的所有昆虫,并统计其种类和数量。

1.3 数据统计及分析方法^[1~13]

由于测定群落结构的指数较多,本文仅采用 Shannon-Wiener 的多样性指数公式进行群落多样性测定,即:

$$H' = - \sum P_i \ln P_i$$

式中, H' 为多样性指数, S 为群落的物种数, P_i 为第 i 个种的数目与群落内昆虫总数的比。同时,按照其营养阶层,分别计算群落中的植食性昆虫(H'_1)、捕食性昆虫(H'_2)和寄生性昆虫(H'_3)的多样性指数。

群落相对稳定性测定采用群落的种数与总个体数之比(S/N)和天敌类群种数与植食性昆虫种数之比(n_s/n_p)表示群落的相对稳定程度。利用物种数与个体数之比(S_t/S_i)及天敌类群种数与植食类群种数之比(S_n/S_p)可表示群落的相对稳定程度, S_t/S_i 主要反映种类间数量上的制约作用, S_n/S_p 则反映内部食物网络关系的复杂程度和相互制约程度^[6]。

统计方法用 DPS 数据处理软件来进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 昆虫群落组成的变化

通过对 6 种不同林分结构下的马尾松林和湿地松林内的昆虫进行的系统调查,共查明各样地昆虫(包括蜘蛛类群,下同)13 目 74 科 97 种昆虫。从表 2 中各类型林分昆虫群落种类组成比较可以看出,无论是在种群数量还是在类群构成上,不同类型林分内的昆虫群落出现明显差异。从昆虫类群来看,各样地植食性类群的种类和数量占绝对优势,其次是捕食类群;从各样地内各类群数量来看,依次为植食类群> 捕食类群> 寄生类群。其中,蜘蛛在森林生态系统中是一个重要的类群,其种类和数量占相当大的比例。

表 2 各类型林分昆虫群落种类、数量组成百分比(%)

Table 2 The comparison of the number and species composition of insect community in various forest stands(%)

林分类型 Type of stands	植食类群 Phytophagous group		捕食类群 Predatory group		寄生类群 Parasitic group		蜘蛛类群 Spider group		其它类群 Else group	
	种类 NS	数量 NI	种类 NS	数量 NI	种类 NS	数量 NI	种类 NS	数量 NI	种类 NS	数量 NI
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
1	64.29	52.24	8.04	9.41	13.39	4	8.04	32.47	6.25	1.88
2	64.84	51.54	11.72	22.37	10.16	1.67	10.94	24.04	2.34	0.39
3	66.42	69.56	12.69	17.74	10.45	2.01	5.87	9.84	4.48	0.75
4	67.86	64.09	12.14	19.01	9.29	1.77	7.86	14.59	3.86	0.55
5	67.24	60.43	10.92	16.64	13.79	10.53	4.02	12.15	1.72	0.35
6	63.25	56.70	15.97	18.96	15.38	10.84	8.97	15.16	3.42	1.54
7	49.04	49.33	8.65	14.83	23.08	9.16	8.65	23.72	10.58	2.97
8	52.81	48.09	12.36	25.16	12.66	5.73	8.99	15.61	13.48	5.41
9	64.49	51.96	12.15	17.17	8.41	2.39	5.16	18.48	9.35	3.04
10	60.58	51.81	9.62	17.83	10.58	3.13	0.96	22.65	12.50	4.58
11	63.11	55.36	10.66	15.02	9.84	6.23	6.56	18.72	9.84	4.57
12	56.79	57.29	11.11	13.61	15.43	11.00	6.17	13.96	10.49	4.14

就马尾松林与湿地松林相比较可知,马尾松林内的昆虫种类与湿地松相比无明显差异,但在数量上略多于湿地松林。其中,植食类群在马尾松林内的数量占总群落的 59.09%,而在湿地松林内只占 52.31%;天敌群落即捕食类群、寄生类群以及部分蜘蛛的数量也有类似的结果,经 F 测定表明,两松林内昆虫种类和数量上无差异($F=46.475, p=0.4237$)。从不同混交类型松林中昆虫和数量的比较来看,混交林中的昆虫群落的种类和数量一般要比纯林多,其中天敌类群特别是捕食类群的种类和数量更为明显。在混交马尾松林中,捕食类群的种类和数量分别是纯林的 1.57 倍和 2.01 倍;在纯湿地松林中,其种类和数量只有混交湿地松林的 77.37% 和 83.51%。

2.2 昆虫群落多样性变化

各样地昆虫群落的多样性指数比较(表 3)可以看出, 马尾松林内的昆虫群落多样性指数平均为 2.8211, 而在湿地松林内的多样性指数平均值为 3.0851, 是前者的 1.09 倍, 两者之间差异显著($F=18.849, p=0.0015$)。不同的林分类型对昆虫群落的多样性指数也有影响。在马尾松林中, 样地 1(纯林)中的昆虫多样性指数为 2.3529, 而样地 6(针阔灌混交林)中的昆虫多样性指数为 3.6513, 两者相差 1.55 倍; 在湿地松林中的样地 7(纯林)和样地 12(针阔灌混交林)也相差 1.36 倍。同时, 不同树种的混交也影响群落的多样性, 其多样性指数大小依次呈现出纯林< 草本林< 针叶林< 灌木林< 阔叶林< 针阔灌混交林的趋势。

表 3 各样地昆虫群落的多样性指数比较

Table 3 The diversity index of insect communities in different plots					
样地 Plots	总群落 Total community	植食类群 Phytophagous group	捕食类群 Predatory group	寄生类群 Parasitic group	蜘蛛类群 Spider group
1	2.3529±0.6008c	1.1021±0.1228bcde	0.9652±0.3019b	1.1762±0.5672abcd	1.6382±0.5402ab
2	2.5547±0.6512c	0.6389±0.2254f	0.9915±0.6191b	1.2143±0.3442abcd	1.8462±0.156ab
3	2.7296±0.3894bc	1.1267±0.3289bcde	1.4517±0.503ab	1.1654±0.2707abcd	1.456±0.9145ab
4	2.8839±0.9714bc	0.9016±0.5512def	1.2895±0.5492b	1.4303±0.2509abc	1.7887±0.4381ab
5	2.7542±0.3061bc	0.9857±0.246cdef	1.2317±0.2675b	1.5872±0.0928ab	1.2793±0.3641b
6	3.6513±0.6978a	0.7918±0.2533ef	1.9361±0.1167a	1.6847±0.2068a	2.2306±0.4325a
7	2.5049±0.8704c	1.2808±0.3825abcd	0.9833±0.7004b	0.8835±0.2507d	1.5121±0.866ab
8	2.6621±0.7326c	1.4801±0.1953ab	1.1025±0.3942b	1.2101±0.3557abcd	1.8033±0.2227ab
9	3.1437±0.614ab	1.3172±0.2979abc	1.2381±0.4293b	1.0791±0.4115bcd	1.3223±0.5079b
10	3.1175±0.4475ab	1.5739±0.0874a	1.103±0.3868b	1.0287±0.6102cd	1.8085±0.5138ab
11	3.6735±0.6548a	1.3721±0.0719abc	0.8903±0.2636b	1.1183±0.4162bcd	1.9044±0.1762ab
12	3.4088±0.5757a	1.2612±0.2749abcd	1.3741±0.2129ab	1.5825±0.1825ab	1.4749±0.8368ab

* 表中数据为平均值±标准误(M±SE), 数据后不同字母者表示差异显著($p<0.05$, Duncan's 新复极差法检验), 下同 The data in the table are mean±SE, means followed by the same letter within a column were not significantly different ($p<0.05$, Duncan's multiple range test), the same below

从各昆虫类群之间的比较来看, 植食类群多样性指数在马尾松林内平均为 0.9245, 仅为湿地松林内的群落多样性指数的 66.95%, 两者差异极显著($F=24.854, p=0.0005$); 在各林型样地之间, 马尾松林内多样性指数大小依次为草本林< 针阔灌混交林< 灌木林< 阔叶林< 纯林< 针叶林的趋势。而湿地松林内多样性指数大小依次呈现出针阔灌混交林< 纯林< 针叶林< 阔叶林< 草本林< 灌木林的趋势。两种林地中的天敌(捕食类群和寄生类群)多样性指数比较得出, 马尾松林内的天敌类群的多样性指数明显大于湿地松林, 其中两林地内的捕食类群多样性指数平均为 1.3109 和 1.1152, 两者相差 1.18 倍, 寄生类群的多样性指数分别平均为 1.3764 和 1.1504, 两者相差 1.20 倍。蜘蛛是森林中的一个较大群落, 在各样地间的多样性指数均较高, 但也有一定的差异, 其中马尾松林内的多样性指数较湿地松林内大 1.04 倍; 在马尾松林中以样地 6 的多样性指数最大, 样地 3 最小, 两者相差 1.53 倍; 湿地松林中以样地 11 的多样性指数最大, 样地 9 最小, 相差 1.44 倍。其多样性指数大小依次呈现出针叶林< 针阔灌混交林< 纯林< 草本林< 灌木林< 阔叶林的趋势。

2.3 昆虫群落多样性的空间格局

2.3.1 昆虫群落多样性的水平分布格局 不同方位对昆虫的种类和数量也有一定的影响, 表 4 列出了不同样地中 4 个方位上的昆虫多样性指数。结果表明, 在马尾松林各样地中昆虫群落的多样性指数平均大小依次为南> 东> 北> 西, 而在湿地松林中的大小依次为北> 东> 西> 南。在不同林分样地上其排列有所不同, 在纯林(样地 1 和 7)中, 由于通风透光条件较好, 各个方位上的昆虫群落多样性指数差异较小, 而以朝北方位的多样性指数居多, 朝东方位的多样性指数最小。在马尾松纯林中北向的多样性指数是东向的 1.26 倍; 湿地松纯林中北向的多样性指数是东向的 1.87 倍。在林分结构较为复杂的样地 6 和样地 12 中则相反, 以朝东的昆虫多样性指数为高, 且与最小值差异较大。样地 6 中东向的多样性指数是南向的 1.15 倍, 样地 12 中东向的多样性指数是南向的 1.91 倍。其它林型中各方位的差异程度不一。可能是不同的林型结构中, 由于光照条件不一致以及小生境中温湿度的差异, 造成各方位上的昆虫多样性指数的差异。各样地类型中不同方位的昆虫群落多样性指数的差异如表 4 所示, 只有北面各样地的差异较显著($F=2.923, p=0.0039$), 其次是东向各样地之间的差异($F=2.306, p=0.0204$), 南、西向差异水平不大。

2.3.2 昆虫群落多样性的垂直分层格局 在地上部, 昆虫群落不同层次间的种类和数量各不相同, 但各样地间都表现为树

冠层的昆虫种类和数量居多, 其次为枯枝落叶层, 树干层的昆虫种类和数量最少。其多样性指数的差异在同一样地间, 大都表现为树冠层> 枯枝落叶层> 树干层。就各层次而言, 在树冠层中, 纯林中的昆虫多样性指数最小, 混交林中以针阔混交林中的昆虫多样性指数最大, 其中样地 6 的多样性指数是样地 1 的 2.39 倍, 样地 7 是样地 12 的 75.99%。枯枝落叶层和树干层的昆虫群落多样性也以混交林中最大, 纯林中的多样性指数最小。从各层次之间的差异来看, 树冠层各样地之间的差异达极显著水平($F = 2.845, p = 0.0156$); 枯枝落叶层和树干层之间差异不显著($F = 1.833, p = 0.1039; F = 1.713, p = 0.1306$)。同时, 不同树种的混交也影响不同层次上的昆虫群落多样性, 特别是在马尾松林的树冠层中, 其多样性指数大小依次呈现出纯林< 针叶林< 草本林< 灌木林< 阔叶林< 针阔混交林的趋势。在湿地松林树冠层中的多样性指数排列也基本相似, 仅草本林和灌木林的位置对换。

表 4 不同方位上昆虫群落多样性指数分析
Table 4 Insect community diversity index in different direction

样地 Plots	东 East	南 South	西 West	北 North
1	2 1777±0 7158bc	2 5718±0 5139a	2 6093±0 4529ab	2 7495±0 5414a
2	2 0733±0 5649bc	1 9378±0 5889ab	1 8895±0 6944b	1 755±0 5653c
3	2 2632±0 1444ab	2 2386±0 7433ab	2 0831±0 9055ab	1 7361±0 6028c
4	1 9731±0 6994bc	2 3786±0 7588ab	2 2539±0 8194ab	2 4478±0 5423abc
5	2 1319±0 3495bc	2 1459±0 5035ab	2 047±0 4574ab	1 7203±0 4154c
6	2 3829±0 6546ab	2 3423±0 44ab	2 1551±0 579ab	2 0791±0 6902abc
7	1 3936±0 6645c	2 5909±0 9786a	2 4212±0 3787ab	2 6047±0 6447a
8	2 3751±0 2133ab	2 4217±0 5828ab	2 7445±0 4395a	2 5464±0 6553ab
9	2 3501±0 7215ab	2 0384±0 5363ab	2 0735±0 7668ab	2 3185±0 4703abc
10	2 7814±0 6752ab	2 7583±0 5775a	2 3818±0 3514ab	2 649±0 5133a
11	2 3958±0 8961ab	2 4021±0 8714ab	2 7533±0 2707a	2 462±0 483abc
12	3 0488±0 5123a	1 5983±0 4478b	2 1096±0 7784ab	1 801±0 5828bc

表 5 不同层次昆虫群落多样性指数分析
Table 5 Insect community diversity analysis in different layer

样地 Plots	树冠层 Canopy layer	树干层 Trunk layer	枯枝落叶层 Litter layer
1	1 5173±0 6338c	0 6122±0 1359ab	0 7966±0 3626bc
2	2 3756±0 6496abc	0 6591±0 0852ab	1 1922±0 3339abc
3	1 8695±0 5628bc	0 7514±0 2709ab	0 8061±0 2427bc
4	2 3965±0 1615abc	0 7567±0 4482ab	0 7296±0 7496bc
5	3 289±0 5189ab	0 7074±0 2649ab	0 9529±0 3573abc
6	3 6301±0 4663a	1 3458±0 077a	1 1653±0 3811abc
7	2 7193±0 9386abc	0 3871±0 0371b	0 5804±0 1305c
8	3 072±0 8618abc	0 5552±0 179ab	1 8527±1 101a
9	2 5702±0 3574abc	1 1427±1 0247ab	0 6337±0 3452c
10	2 699±0 6197abc	0 767±0 0341ab	1 6602±0 7813ab
11	3 4169±0 3612ab	0 8576±0 028ab	1 3692±0 2213abc

2.4 昆虫群落多样性的时间格局

两种不同的松林各群落的多样性指数时间动态变化见图 1 和图 2。从图 1 可知, 各类型的马尾松林昆虫群落的多样性指数随时间的变化而变化。从各样地的变化情况来看, 样地 6 中的昆虫群落多样性指数各个时间段均高于其它各林地, 而且随时间的变化波动不大, 多样性指数较稳定; 样地 1 即纯林中的多样性指数随时间波动较大, 分别在 5 月下旬、6 月下旬以及 8 月下旬有 3 个高峰期, 在 6 月、8 月的中旬和 9 月下旬其多样性指数均较其它各样地低。各样地之间多样性指数的波动情况分析, 从大到小分别为样地 1> 样地 2> 样地 3> 样地 4> 样地 5> 样地 6。其差异情况均达到显著水平($F = 11.587, p = 0$)。各类型湿地松林中昆虫群落多样性指数变化与马尾松林相似(图 2), 其中样地 12 的多样性指数波动最小, 样地 7 的多样性指数波动最大, 其它各样地之间的差异均达到显著水平($F = 14.351, p = 0$)。

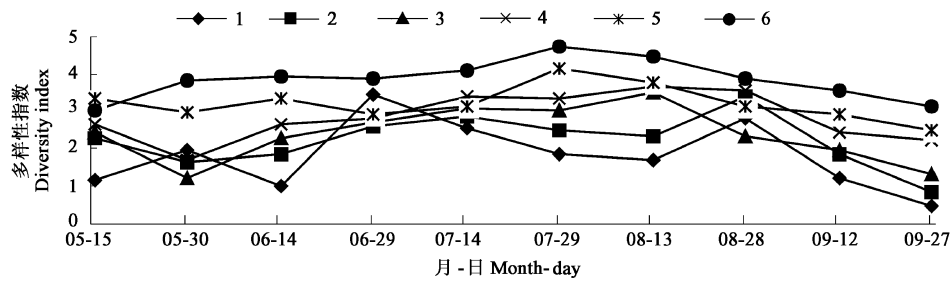


图 1 各类型马尾松林昆虫群落多样性指数时间动态变化

Fig 1 The change of insect community diversity index with the measuring date in different masson pine forest stands

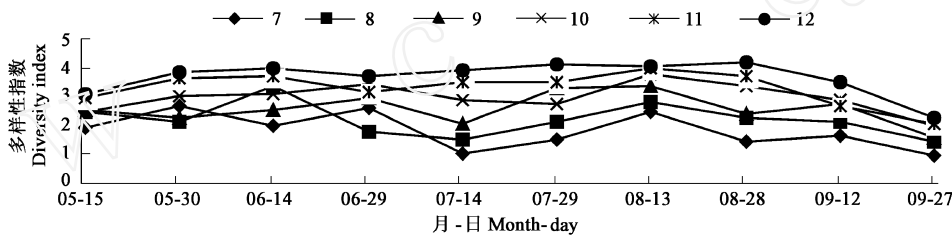


图 2 各类型湿地松林昆虫群落多样性指数时间动态变化

Fig 2 The change of insect community diversity index with the measuring date in different slash pine forest stands

3 讨论

生物多样性一直是生态研究的热点。而且,大量的研究也表明,多样化的植被中昆虫的多样性也增加^[8]。从本文研究来看,不同林分类型的两种松林中,纯林内的昆虫种类和数量明显少于混交林,而且随着林分结构的不同,昆虫的种类和数量也不同,从各类群的组成比例来分析,纯林中的植食性类群与混交林无差异,而天敌类群的组成比混交林小。由此可见,混交林内的植食类群所占比例并不高于纯林,而天敌类群所占比例则明显高于纯林,这表明混交林对昆虫群落组成的影响主要是使天敌类群的种类和数量增加了,亦即使天敌类群更丰富了。

群落中的物种是与许多自然环境条件如光照、温湿度等相互适应和协同进化的,群落内各物种在长期的自然选择过程中,在其生理和生态习性上便与周围环境相适应而产生在时间序列上的周期性季节节律。群落结构在长期的自然适应与选择过程中,表现出在空间、时间及水平格局上的分化,形成在一定环境条件下固有的时空结构,在各方位的结构特征及在时间序列上的季节变化^[7]。本文结果表明,林分结构也影响昆虫群落多样性的时空动态变化;纯林中的多样性指数较混交林低,混交结构复杂性增加,使多样性指数逐渐提高,混交林中的昆虫群落多样性指数沿时间梯度的波动较纯林小。这些均说明混交林特别是针阔灌混交林具有较强的抗逆性能和维持群落内的种间平衡能力。

表 6 不同样地间昆虫群落相对稳定性比较

Table 6 The relative stability values of insect communities in different pine forest stands

项目 Item	马尾松林 Masson pine forest						湿地松林 Slash pine forest					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
样地 Plots	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
S_t/S_i	0.1314	0.1738	0.1227	0.2734	0.2872	0.3928	0.096	0.1053	0.1469	0.253	0.2557	0.2628
平均 Average	0.2302						0.1866					
S_n/S_p	1.4723	1.4933	1.3039	1.7568	2.0625	2.4031	1.1287	1.2011	1.0421	1.4174	1.7519	2.1134
平均 Average	1.7487						1.4424					

为了更好地分析昆虫群落的特征,本文用高嘉宝提出的昆虫群落相对稳定性指标(S/N 和 n_i/n_p) 来分析昆虫群落的相对稳定程度^[6]。由计算结果(表 6)可知,各林地中昆虫群落的相对稳定性存在一定的差异。马尾松林的 S_t/S_i 和 S_n/S_p 值要高于湿地松林,分别高出 23.37% 和 21.24%。不同的林分结构对昆虫群落的相对稳定性也有一定的影响,纯林中的 S_t/S_i 和 S_n/S_p 值较小,而混交林特别是针、阔、灌混交松林中两者的值较大。在马尾松林中,样地 6 的 S_t/S_i 和 S_n/S_p 值分别比样地 1 增加了 198.93% 和

63.42%;但从表6中可以看出,在马尾松林中,样地3(针叶林)的 S_t/S_i 和 S_n/S_p 值最小,其相对稳定性大小依次为针叶林<纯林<草本林<灌木林<阔叶林<针阔混交林;在湿地松林中,样地12的 S_t/S_i 和 S_n/S_p 值分别比样地7增加了173.75%和87.24%。各样地中昆虫群落相对稳定性值有如下趋势:纯林<草本林<针叶林<灌木林<阔叶林<针阔混交林。这说明纯林中昆虫群落的物种数少,优势种突出,群落的自控能力差,使群落处于不稳定的状态;而混交松林中的昆虫种类较多而个体数量相对较少,天敌类群所占的比例增加,从而使得群落增加了对外界扰动的缓冲能力,有可能使群落稳定性增强。

References

- [1] Altire M A. Vegetation Designs for Insect-Habitat Management. *Calif. Agric*, 1983, 7(1): 3~7.
- [2] Andow D A. Plant Diversity and Insect Population: Interaction among beans, weed and insects. Cornell University, Ithaca, New York, 1983. 201.
- [3] Perrin R M. Pest Management on Multiple Cropping Systems. *Agroecosystems*, 1977, 3: 83~188.
- [4] Mo J C. Community Structure of Insects in *Pinus elliottii* Plantations in the Hilly Lands. *Journal of central-south forestry college*, 1993, 13(2): 203~208.
- [5] Zhang Z, Wu D L, Wang S F. Community Dynamics and Stability of Insects in Masson Pine Forests. *Scientia Silvae Sinicae*, 1998, 34(1): 65~72.
- [6] Gao B J, Zhang Z Z, Li Z Y. Studies on the Influence of the Closed Forest on the Structure, Diversity and Stability of Insect Community. *Acta Ecologica Sinica*, 1992, 12(1): 1~7.
- [7] Liu D G, Liang W G, Ding Y, et al. Studies on Dynamics of Arthropod Community in Two kinds of Litchi Orchard Habitats. *Acta Ecologica Sinica*, 1999, 19(6): 885~889.
- [8] Tan B L. Ecological Studies on Arthropod Community in Pinus Ecosystem — The Structure of Arthropod Community in Closed Forest. *Acta Ecologica Sinica*, 1995, 15(sup. A): 165~170.
- [9] Wang C S, Chen S R. Studies on the Diversity and Correlation between the Communities of Vegetable Insect Pests and Their Natural Enemies. *Biodiversity Science*, 1999, 7(2): 106~111.
- [10] Li J R, Shi W C, Liu X. Studies on the Structure of Insect Community and Diversity in Apple Orchard. In: Plant Protection Society of China eds. *Progress of Plant Protection*. Beijing: Chinese Scientific & Technological Press, 1995. 163~168.
- [11] Han B Y. Time and Spatial Patterns, Diversity and Stability of Insect community in Tea Gardens. *Journal of Tea science*, 1997, 17(1): 27~32.
- [12] Ren L Z. The Compositions and Cluter Analysis of the Spider community in the Stands of *pinus massoniana*. *Forest Research*, 1992, 5(4): 417~422.
- [13] Wang S F, Lei G C. Preliminary Study on Structure and Succession of Canopy Insect Community in Masson Pine Forest. *Journal of Central South Forestry College*, 1986, 6(1): 1~11.
- [14] Mo J C, Wang W X, Liao F Y, et al. A Sampling Technique for the Study of Insect Community Diversity in *Pinus massoniana* Stand. *Journal of Central South Forestry University*, 1997, 17(3): 18~21.
- [15] Han B Y. Composition and diversity of Arthropod Community in Masson Pine Stands. *Biodiversity Science*, 2001, 9(1): 62~67.

参考文献:

- [4] 莫建初. 丘陵区湿地松林昆虫群落结构的初步研究. *中南林学院学报*, 1993, 13(2): 203~208.
- [5] 张真, 吴东亮, 王淑芬. 马尾松林昆虫群落动态及稳定性研究. *林业科学*, 1998, 34(1): 65~72.
- [6] 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. *生态学报*, 1992, 12(1): 1~7.
- [7] 刘德广, 梁伟光, 丁勇, 等. 复合荔枝园节肢动物群落动态的研究. *生态学报*, 1999, 19(6): 885~889.
- [8] 谭炳林. 松林生态系统节肢动物群落生态研究——混交林节肢动物群落的结构. *生态学报*, 1995, 15(增刊): 165~170.
- [9] 王成树, 陈树仁. 蔬菜害虫及其天敌昆虫群落多样性和相关性研究. *生物多样性*, 1999, 7(2): 106~111.
- [10] 李建荣, 石万成, 刘旭. 苹果园昆虫群落结构分析及其多样性研究. *植物保护研究进展*. 中国植物保护学会编. 北京: 中国科学技术出版社, 1995. 163~168.
- [11] 韩宝瑜. 茶园昆虫群落时空格局及多样性稳定性. *茶叶科学*, 1997, 17(1): 27~32.
- [12] 任立宗. 马尾松林蜘蛛群落组成及其聚类分析. *林业科学研究*, 1992, 5(4): 417~422.
- [13] 王淑芬, 雷光春. 马尾松林冠层昆虫群落结构及演替研究初报. *中南林学院学报*, 1986, 6(1): 1~11.
- [14] 莫建初, 王问学, 廖飞勇等. 马尾松林昆虫群落多样性调查中抽样技术的研究. *中南林学院学报*, 1997, 17(3): 18~21.
- [15] 韩宝瑜. 马尾松林节肢动物群落的组成及多样性. *生物多样性*, 2001, 9(1): 62~67.