

南亚热带退化生态系统恢复中昆虫群落的研究^{*}

刘桂林, 庞虹, 周昌清

(中山大学昆虫学研究所 // 生物防治国家重点实验室, 广东 广州 510275)

摘要: 报道了广东省鹤山市南亚热带丘陵四种人工林的昆虫群落特征, 在四种昆虫群落中, 只有针叶混交林昆虫群落的种—多度曲线符合 Fisher 的对数级数模型, 其他三种昆虫群落的种—多度曲线基本符合 Preston 的对数正态分布。四种昆虫群落的优势类群较为一致, 均为鳞翅目 Lepidoptera 昆虫, 且优势科均为螟蛾科 Pyraloidae; 但各昆虫群落的优势种却明显不同, 针叶混交林昆虫群落的优势种十分明显, 为松突圆盾蚧 *Hemiberlesia pitysophila*, 其优势度指数高达 0.1995; 纯松林、乡土树种混交林和豆科植物混交林的优势种则分别为湘土苔蛾 *Eilema humanica*、新角条麦蛾 *Anarsia novitricornis* 和李条麦蛾 *Anarsia patulella*, 其优势度指数分别为 0.0755、0.0836 和 0.0690。四种昆虫群落的多样性指数 H' 、种间相遇几率 PIE 和均匀度指数 J' 均比较高, 反映出这四种昆虫群落的稳定性均比较强。

关键词: 南亚热带; 人工林; 昆虫群落; 多样性

中图分类号: Q968.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2003) 05-0082-05

鹤山丘陵综合实验站是中国科学院华南植物研究所于 1984 年建立的, 地处广东省鹤山市中部, 东经 $112^{\circ}54'$, 北纬 $22^{\circ}41'$ 。试验区为低丘陵地势, 气候温暖多雨, 年均气温 21.7°C , 其中最高月均温 29.2°C , 最低月均温 12.6°C 。年降雨量为 1801 mm, 但分布不均, 有明显的干湿季, 地带性土壤为赤红壤, 土壤有机质含量为 $0.56\% \sim 1.64\%$, 地带性植被为南亚热带季风常绿阔叶林^[1]。实验站建立十几年来, 退化生态系统得到了很好地恢复, 植被状况良好, 在该实验站生态系统恢复的初期, 曾对该生态系统中的昆虫群落进行过研究^[2-9], 为了更全面地反映目前该生态系统中昆虫群落的状况, 更客观的评价该生态系统的功能, 2002 年对该生态系统中的昆虫群落进行了全面系统的调查, 本文对其中的部分内容进行了总结。

1 研究方法

1.1 研究地点

选择中国科学院华南植物研究所鹤山丘陵综合实验站的针叶混交林、乡土树种混交林、豆科阔叶混交林和纯松林 4 种林相进行取样调查。

1.2 取样时间

取样时间为 2002 年 10 月。

1.3 取样方法

1.3.1 人工调查 灌丛取样每个样点扫 10 网, 每个样地扫 30 网; 地表层取 4 个 $50\text{ cm} \times 50\text{ cm}$ 的小样方进行调查; 对针叶混交林和纯松林 2 个样地每样地随机选取 5 株松树, 每株取 2 个长约 30 cm 枝条, 每枝条随机选取 10 支松针, 调查统计百针昆虫种类和数量。抽样取得的样本, 按不同植被类型、不同抽样时间、不同生境分别保存, 以便进行标本的鉴定与分析^[7]。

1.3.2 诱捕器诱捕法 主要用于天牛等钻蛀性害虫的调查。

在 4 个调查点分别设置 2 台诱捕器, 引诱剂选用广东省林业科学研究院生产的 PE 引诱剂, 每台诱捕器的距离为 100 m, 顺山坡分不同高度设置, 连续诱集 2 d。调查时收集所诱集成虫, 将收集成虫存入专用纸袋, 注明日期、地点和设置点 (诱捕器编号)。

1.3.3 灯光诱捕法 分别于针叶混交林、乡土树种混交林、豆科阔叶混交林和纯松林 4 个区各设置黑光灯一盏 (佳多频振式杀虫灯 PS-15 II, 河南汤阴佳多科工贸有限责任公司)。于每天天黑时开灯, 第 2 天天明关灯, 收集所诱昆虫, 连续诱集 2 个晚上。

^{*} 收稿日期: 2003-01-08

基金项目: 国家“973”资助项目 (G2000046803); 高等学校博士学科点专项科研基金资助项目 (332004111705); 中国科学院鹤山丘陵试验站开放基金资助项目 (200193904)

作者简介: 刘桂林 (1962 年生), 男, 博士, 山东农业大学植保学院副教授; 通讯联系人: 周昌清; E-mail: ls01@zsu.edu.cn

1.4 统计分析

将收集整理的数据应用下列群落生态学的模型进行统计分析，总结比较 4 种林相中昆虫群落的特征。主要的统计内容为^[8-10]：

1.4.1 多样性指数 采用 Shannon-Wiener (1949) 的信息论测度指数 H'

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

H' 为多样性指数； P_i 为第 i 种物种的个体占群落个体总数的比例。

1.4.2 种间相遇几率 采用 Hurlbert (1971) 提出的模型：

$$PIE = \sum \frac{N_i}{N} \cdot \frac{N - N_i}{N - 1}$$

PIE 为种间相遇几率； N_i 为第 i 种的个体数； N 为群落中总的个体数。

1.4.3 均匀度指数 采用 Pielou (1969) 均匀度指数模型：

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

J' 为均匀度指数； H' 为实测多样性指数； H'_{max} 为最大多样性指数，即 $H'_{max} = \ln S$ (S 为物种数)。

1.4.4 丰富度 即为物种数 S 。

1.4.5 优势度指数 对群落优势种的评估采用 Berger Parker (1970) 的优势度指数进行分析

$$d = \frac{N}{N_i}$$

d 为优势度指数； N 为优势种的种群数量； N_i 为群落全部物种的种群数量。

2 结果与分析

2.1 昆虫群落的种—多度关系比较

本研究共采集到昆虫标本 1570 号，经过鉴定、统计，整理出鹤山 4 种人工林的昆虫群落中种一个体数量的分布情况，如表 1。

按 Preston 的倍程分组方法，绘出广东鹤山南亚热带丘陵退化生态系统恢复中 4 种林相昆虫群落的种—多度关系，图 1—4。

从 4 种人工林中昆虫群落的种—多度分析结果可以看出，针叶混交林昆虫群落的种—多度比较接近对数级数模型，而其他三种昆虫群落的种—多度则比较接近 Preston 的对数正态分布。这一结果说明针叶混交林昆虫群落所处的植被环境比较单一，群落的优势种比较突出；相比之下其余三种林相中昆虫群落的环境条件较好，物种丰富而分布也比较均匀。理论上纯松林的植被状况应该比针叶混交林更为单一，但具体到鹤山纯松林的情况则较为特

殊，由于松林中松树密度较低，矮灌木和杂草丛生，地面覆盖度较大，生态环境趋于复杂化。

表 1 广东鹤山南亚热带丘陵人工林不同林相的昆虫群落中含不同个体数量的种数

Tab 1 Species numbers of various individual amounts in insect communities of 4 artificial forests in Heshan

种数	针叶混交林	乡土混交林	豆科混交林	纯松林
1	83	80	102	86
2	33	40	37	24
3	10	9	6	17
4	6	5	7	3
5	6	5	10	6
6	1	2	3	3
7	3	3	2	1
8	3	0	0	3
9	2	1	1	0
10	0	0	0	1
11	0	0	2	0
13	0	0	1	1
14	1	0	2	1
15	0	1	1	0
16	0	0	0	1
18	0	1	0	0
26	0	0	0	1
28	0	1	0	0
29	1	0	1	1
86	1	0	0	0
合计	150	148	175	149

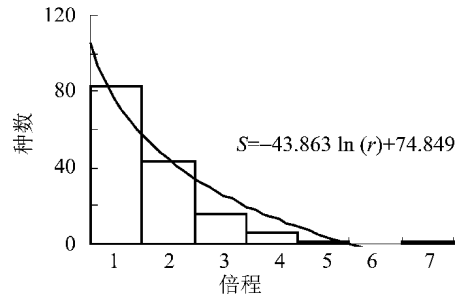


图 1 针叶混交林昆虫群落种—多度曲线
Fig. 1 The curve of species abundance for insect community of coniferous mixed forest

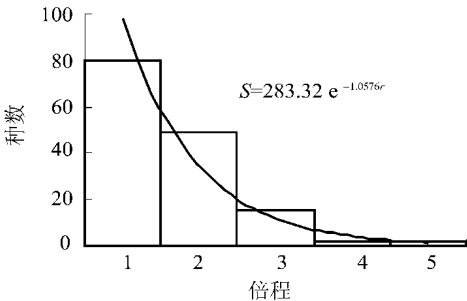


图 2 乡土树种混交林昆虫群落种—多度曲线
Fig. 2 The curve of species abundance for insect community of native species mixed forest

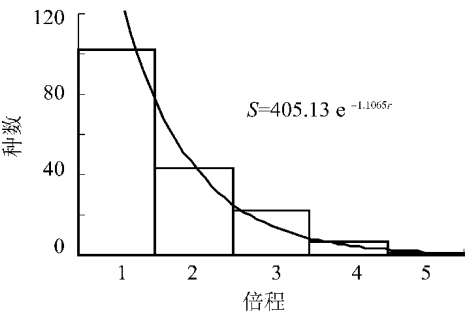


图 3 豆科植物混交林昆虫群落种—多度曲线
Fig. 3 The curve of species-abundance for insect community of leguminous mixed forest

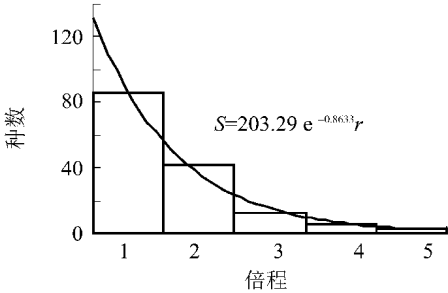


图 4 纯松林昆虫群落种—多度曲线
Fig. 4 The curve of species-abundance for insect community of pine forest

2.2 昆虫群落的优势类群及优势种比较

将鹤山退化生态系统恢复中 4 种人工林相昆虫群落中物种数最多的前 3 个科列于表 2，优势度指数最高的前 3 种物种列于表 3。

由表 2、3 反映出，广东鹤山亚热带丘陵 4 种人工林昆虫群落的优势类群较为一致，均为鳞翅目 Lepidoptera 昆虫，并且 4 种人工林中昆虫群落的

第 1 和第 3 优势科均为螟蛾科 Pyraloidae 和尺蛾科 Geometridae，只有乡土树种混交林昆虫群落的第 2 优势科为卷蛾科 Tortricidae，其余 3 种林相昆虫群落的第 2 优势科均为夜蛾科 Noctuidae。但是各林相昆虫群落的优势种却明显不同，针叶混交林昆虫群落的优势种十分明显，为松突圆盾蚧 *Hamiblerlesia pitysochila* (Takagi)，其优势度指数高达 0.199，其次是条毒蛾 *Lymantria dissolute* Swinhoe，优势度指数为 0.067 3，这两种昆虫均为害松树等针叶植物，第 3 为黄纹苔蛾 *Tigrioides fulvæola* (Hampson)，优势度指数为 0.032 5；纯松林的优势种为湘土苔蛾 *Eilema hunanica* Daniel 以及松突圆盾蚧 *Hamiblerlesia pitysochila* (Takagi)，其优势度指数分别为 0.075 5 和 0.067 7，第 3 是为害松针的一种瘿蚊，其优势度指数为 0.041 7。乡土树种混交林和豆科植物混交林的优势种比较相似，分别为麦蛾科的新角条麦蛾 *Anarsia novitricornis* Li et Zheng 和李条麦蛾 *Anarsia patulella* (Walker.)，其优势度指数分别为 0.083 6 和 0.069 0，第 2 和第 3 优势种则不同，乡土树种混交林分别为黄纹苔蛾 *Tigrioides fulvæola* (Hampson) 和李黑痔小卷蛾 *Rhopobota latipennis* (Walsingham)，优势度指数分别为 0.053 7 和 0.044 8，豆科植物混交林分别为湘土苔蛾 *Eilema hunanica* Daniel 和黄纹苔蛾 *Tigrioides fulvæola* (Hampson)，优势度指数均为 0.035 7。这一结果也基本上反应了各林相植被状况的差异。

2.3 昆虫群落的数量特征比较

将调查结果按照有关模型对鹤山 4 种人工林昆虫群落数量特征进行统计，汇于表 4。

表 2 四种林相昆虫群落中物种数最多的优势科¹⁾
Tab. 2 Dominant families of insect communities of 4 artificial forests in Heshan

林相	目	优势科	物种数	p	总个体数
针叶混交林	鳞翅目 Lepidoptera	螟蛾科 Pyraloidae	28	0.1867	45
		夜蛾科 Noctuidae	28	0.1867	49
		尺蛾科 Geometridae	25	0.1667	62
乡土混交林	鳞翅目 Lepidoptera	螟蛾科 Pyraloidae	26	0.1757	43
		卷蛾科 Tortricidae	20	0.1351	52
		尺蛾科 Geometridae	20	0.1351	44
豆科混交林	鳞翅目 Lepidoptera	螟蛾科 Pyraloidae	44	0.2514	91
		夜蛾科 Noctuidae	20	0.1143	33
		尺蛾科 Geometridae	17	0.0971	42
纯松林	鳞翅目 Lepidoptera	螟蛾科 Pyraloidae	30	0.2013	58
		夜蛾科 Noctuidae	30	0.2013	48
		尺蛾科 Geometridae	22	0.1477	42

1) 广东鹤山，2002 年 10 月

表 3 四种林相昆虫群落中的优势种
Tal 3 Dominant species of insect communities of 4 artificial forests in Heshan

林相	目	科	优势种	个体数	优势度指数
针叶混交林	同翅目 Homoptera	盾蚧科 Diaspididae	松突圆盾蚧 <i>Hemiberlesia pitysophila</i> (Takagi)	86	0.1995
	鳞翅目 Lepidoptera	毒蛾科 Lymantriidae	条毒蛾 <i>Lymantria dissolute</i> Swinhoe	29	0.0673
		灯蛾科 Arctiidae	黄纹苔蛾 <i>Tigrioides fulveola</i> (Hampson)	14	0.0325
乡土混交林	鳞翅目 Lepidoptera	麦蛾科 Gelechiidae	新角条麦蛾 <i>Anarsia novitricornis</i> Li et Zheng	28	0.0836
		灯蛾科 Arctiidae	黄纹苔蛾 <i>Tigrioides fulveola</i> (Hampson)	18	0.0537
		卷蛾科 Tortricidae	李黑痔小卷蛾 <i>Rhopobota latipennis</i> (Walsingham.)	15	0.0448
豆科混交林	鳞翅目 Lepidoptera	麦蛾科 Gelechiidae	李条麦蛾 <i>Anarsia patulella</i> (Walker.)	29	0.0690
		灯蛾科 Arctiidae	湘土苔蛾 <i>Eilema hunanica</i> Daniel	15	0.0357
			黄纹苔蛾 <i>Tigrioides fulveola</i> (Hampson)	15	0.0357
纯松林	鳞翅目 Lepidoptera	灯蛾科 Arctiidae	湘土苔蛾 <i>Eilema hunanica</i> Daniel	29	0.0755
	同翅目 Homoptera	盾蚧科 Diaspididae	松突圆盾蚧 <i>Hemiberlesia pitysophila</i> (Takagi)	26	0.0677
		瘿蚊科 Cecidomyiidae	一未知种 sp.	16	0.0417

1)广东鹤山, 2002 年 10 月

表 4 广东鹤山南亚热带丘陵人工林不同林相中昆虫群落的数量特征
Tab 4 Quantitative characteristics of insect communities of 4 artificial forests in Heshan

林相	目数	科数	种数	个体数	多样性指数 H'	种间相遇几率 PIE	均匀度指数 J'
针叶混交林	10	41	150	431	4.1545	0.9506	0.8291
乡土混交林	9	37	148	335	4.5706	0.9851	0.9146
豆科混交林	10	42	175	420	4.7054	0.9873	0.9205
纯松林	10	40	149	384	4.4608	0.9809	0.8915

在所有 4 种林相的昆虫群落中, 每个群落的多样性指数 H' 、种间相遇几率 PIE 和均匀度指数 J' 的大小顺序均一致, $H' > \text{PIE} > J'$ 。3 种指数的大小顺序为: 豆科植物混交林昆虫群落、乡土树种混交林昆虫群落、纯松林昆虫群落和针叶混交林昆虫群落。3 种指数最低的针叶混交林也分别达到 4.154 5、0.950 6 和 0.829 1, 说明这 4 种昆虫群落的多样性均比较高, 因此, 群落均具有较高的稳定性。

3 结论与讨论

在广东省鹤山市南亚热带丘陵 4 种人工林的昆虫群落中, 只有针叶混交林昆虫群落的种—多度曲线符合 Fisher 的对数级数模型, 其他 3 种林相的昆虫群落的种—多度曲线基本符合 Preston 的对数正态分布, 并且 4 种林相中昆虫群落的多样性指数 H' 、种间相遇几率 PIE 和均匀度指数 J' 均比较高, 反映出这些昆虫群落的稳定性均比较高, 4 种昆虫群落所处的生态环境比较良好, 鹤山退化生态系统基本上恢复到一个比较稳定的状态。

4 种昆虫群落的优势类群较为一致, 均为鳞翅目 Lepidoptera 昆虫, 且优势科均为螟蛾科 Pyralidae; 但各个昆虫群落的优势种却明显不同,

针叶混交林昆虫群落的优势种十分明显, 为松突圆盾蚧 *Hemiberlesia pitysophila*, 其优势度指数高达 0.199 5; 纯松林、乡土树种混交林和豆科植物混交林的优势种则分别为湘土苔蛾 *Eilema hunanica*、新角条麦蛾 *Anarsia novitricornis* 和李条麦蛾 *Anarsia patulella*, 其优势度指数分别为 0.075 5、0.083 6 和 0.069 0。

本研究在取样方法上采用了人工样方调查、诱捕器和黑光灯诱集结合的方法, 使采集的标本量增加, 对群落丰富度的调查结果更接近实际, 但各种取样方法的统计单位如何统一尚需进一步探讨。

致谢: 温瑞贞、陈海东、谢委才、杨广球等老师帮助采集标本, 小蛾类标本由南开大学生命科学院李后魂教授鉴定, 贾凤龙博士鉴定直翅目等标本, 特此致谢!

参考文献:

[1] 任海, 彭少麟, 余作丘, 等. 鹤山乡土混交林的能量特征及光能利用率[J]. 中国科学院研究生院学报, 1996, 13(1): 54—60.

[2] 谭炳林, 丁勇, 黄明度, 等. 松林节肢动物群落结构相似性分析[J]. 应用生态学报, 1997, 8(4): 387—390.

[3] 谭炳林, 丁勇, 黄明度, 等. 松林生态系统节肢动物群落生态研究(I.)—混交林节肢动物群落的结构[J]. 生

态学报, 1995, 15(增刊 A 辑): 165—170.

[4] 谭炳林, 丁勇, 黄明度, 等. 松林生态系统节肢动物群落生态研究(II)—混交林节肢动物群落的多样性与稳定性分析[J]. 生态学报, 1995, 15(增刊 A 辑): 171—177.

[5] 谭炳林, 丁勇, 黄明度, 等. 松林生态系统节肢动物群落生态研究(III)—植被多样性对节肢动物群落结构的生态效应分析[J]. 生态学报, 1995, 15(增刊 A 辑): 178—182.

[6] 李健雄, 廖崇惠, 林少明, 等. 不同类型人工林土壤动物群落结构与功能研究 I. 群落的早期演替动向[J]. 生态学报, 1995, 15(增刊 A 辑): 183—189.

[7] 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[J]. 中南林学院学报, 1997, 17(3): 18—21.

[8] 庞雄飞, 尤民生. 昆虫群落生态学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1996: 77—93.

[9] 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: 123—172.

[10] 马克平. 生物群落多样性的测度方法//中国科学院生物多样性委员会. 生物多样性研究的原理与方法[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1994: 141—165.

A Study of Insect Communities in the Restoration of Low Subtropical Degraded Ecosystem

LIU Gui lin, PANG Hong, ZHOU Chang qing
(State Key Laboratory for Biological Control //Institute of Entomology,
Sun Yat sen University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: The characteristics of insect communities are investigated in coniferous mixed forest, leguminous mixed forest, native species mixed forest and pine forest of subtropical hilly land in Heshan, Guangdong Province. The results showed that the curve of the species abundance of insect community in coniferous mixed forest was fitted to the Log series distribution, and those of other three were fitted to Log normal distribution. The dominant order and family of insect communities in four types of forest stands were Lepidoptera, Pyraloidae, but the dominant species the insect community in coniferous mixed forest was *Hemiberlesia pitysohila* ($d=0.199\ 5$), and *Anarsia novitricomis* ($d=0.083\ 6$), *Anarsia patulella* ($d=0.069\ 0$) and *Eilema hunanica* ($d=0.075\ 5$) in the native species mixed forest, leguminous mixed forest and pine forest, respectively. All of diversity index (H'), probability of interspecific encounter (PIE) and evenness index (J') were high in the communities. These indicated that the insect communities were stable in the four forest stands.

Key words: low subtropical degraded ecosystem; insect community; diversity; artificial forest