

松林节肢动物群落结构相似性分析*

谭炳林 丁 勇 黄明度 (广东省昆虫研究所, 广州 510260)
李伟强 (广东省鹤山市林业科学研究所, 鹤山 529725)

【摘要】 应用系统聚类、模糊聚类和主成分分析法, 研究湿地松纯林、湿地松-木荷混交林和湿地松-大叶相思混交林节肢动物群落结构的相似性. 结果表明, 2种混交林节肢动物群落结构比较相似, 而纯林与混交林相异; 林冠层亚群落与灌木-草本层亚群落的结构也不相同. 分析结果能较好地反映不同林分 and 不同层次的节肢动物群落结构的差异性与连续性. 模糊聚类的分析方法优于系统聚类.

关键词 松林 节肢动物群落 结构相似性 聚类 排序

Structural similarity analysis on arthropod communities in pine forests. Tan Binglin, Ding Yong and Huang Mingdu (Guangdong Entomological Institute, Guangzhou 510260). -Chin. J. Appl. Ecol., 1997, 8(4): 387~390.

The comparative study on the structural similarity of arthropod communities in pure *Pinus elliottii* forest (P), mixed *Pinus elliottii* and *Schima superba* forest (M_1) and mixed *Pinus elliottii* and *Acacia auriculaeformis* forest (M_2) shows that M_1 and M_2 have the similar arthropod communities, but different from P. The structures of their canopy and shrub-herb layer are also dissimilar. The analysis methods used in this study can better reflect the structural similarity, dissimilarity and continuity of the arthropod communities in different habitats, and fuzzy clustering is more effective than systematic clustering.

Key words Pine forest, Arthropod community, Structure similarity, Cluster, Ordination.

1 引 言

群落结构相似性是反映群落组织水平和发展阶段的重要属性, 广泛应用于研究不同群落之间异同关系, 以及群落沿生境、环境或时间梯度的连续或间断的变化规律等. 目前应用较多的是测定群落的相似性系数或通过数量分类-聚类 and 排序, 将数值较为相近的实体归并, 以实现客观分类的目的^[1~3, 5, 7, 8]. 本文利用野外调查获得的资料和数据, 应用系统聚类、模糊聚类和主成分分析法, 对湿地松 (*Pinus elliottii*) 纯林 (P)、湿地松-木荷 (*Schima superba*) 混交林 (M_1) 和湿地松-大叶相思 (*Acacia auriculaeformis*) 混交林 (M_2) 3种不同林分的

节肢动物群落进行分析, 以反映不同群落之间结构的异同性, 从而揭示群落与生境条件的本质关系, 为以营林措施为主的害虫的综合治理策略提供理论依据.

2 群落概况与研究方法

2.1 群落概况

试验在中国科学院鹤山丘陵综合试验站进行. 该站的地带植被为亚热带季风常绿阔叶林, 由于人类活动的影响已不复存在, 现状植被为灌丛草坡和马尾松疏林. 1984年以来, 营造了多种类型的人工林群落, 其中包括纯林和混交林.

松树-木荷混交林是在每行湿地松树之间插种1行木荷, 松树-相思混交林是在每隔2行松树

* 广东省自然科学基金资助项目(920587).

1995年4月26日收稿, 1996年10月25日接受.

间播种 1 行大叶相思. 本试验的人工林林龄为 10 a. 湿地松的树高约为 6~8 m, 大叶相思比湿地松稍高, 约 6~9 m, 木荷的高度为 1.5~6 m, 从外观上看, 混交林中松树长势优于纯林. 整个混交林群落的植被种类组成较为复杂, 具有较高的多样性. 各个体的大小分化明显, 群落垂直结构复杂而没有明显的分层. 纯林的灌木-草本层的优势种是旱生和中生的芒箕 (*Dicranopteris linearis*) 和岗松 (*Bardenia frutescens*), 混交林的灌木草本层旱生和中生性生物数量减少, 而阴生植物如地毡 (*Melastoma dodecendrum*)、鬼灯笼 (*Clerodendron fortunatum*) 和铁扇蕨 (*Adiantum flabellulatum*) 等数量增加. 湿地松-木荷混交林和湿地松-大叶相思混交林植物群落种类为 14 种, 而纯湿地松为 10 种.

2.2 调查方法

2.2.1 林冠层亚群落 梅花状设置 10 个调查点,

表 1 不同林分松林节肢动物群落的数值指标

Table 1 Numerical index of arthropod communities in different stands

群落类型* Community type	数值指标 Parameters				
	S	N	H'	PIE	E
P 树冠层 Canopy layer of tree	103	9804	1.06319	0.35965	0.22940
灌木-草本层 Shrub-herb layer	115	1205	3.51161	0.92182	0.74007
总群落 Total community	161	10009	1.612	0.490	0.317
M ₁ 树冠层 Canopy layer of tree	135	3602	0.26170	0.69304	0.46108
灌木-草本层 Shrub-herb layer	182	1735	4.07147	0.96297	0.78237
总群落 Total community	219	5337	3.260	0.854	0.605
M ₂ 树冠层 Canopy layer of tree	144	5004	2.17554	0.67134	0.78237
灌木-草本层 Shrub-herb layer	162	1925	3.55699	0.91441	0.69915
总群落 Total community	227	6929	3.066	0.828	0.566

P: 湿地松林 Pure *Pinus elliottii* forest; M₁: 湿地松-木荷混交林 Mixed *P. elliottii* and *Schima superba* forest; M₂: 湿地松-大叶相思混交林 Mixed *P. elliottii* and *Acacia aunculaeformis* forest.

3 结果与分析

3.1 系统聚类

对 6 个层次亚群落进行聚类, 计算各实体的欧氏距离:

$$D(i, j) = \sqrt{\sum_{k=1}^q (X_{ik} - X_{jk})^2}$$

($i, j = 1, 2, \dots, P$)

(P 为实体数, q 为属性数). 然后用最近邻法聚类:

$$D_{pq} = \text{Min } D_{jk} \{djk, j \in p, k \in q\}$$

每调查点 8 株松树, 用捕虫网扫捕 10 网 (1 个来回计 1 网). 每试验区共 100 网. 同时, 棋盘式取样 30 株松树, 每株随机选 1 个当年生枝梢, 用捕虫网套住后即用高枝剪剪下, 装入自粘保鲜袋内.

2.2.2 灌木-草本层亚群落 梅花状设置 10 个调查点, 用捕虫网扫捕灌木和草本植物上的节肢动物. 每点扫 10 网. 每试验区共 100 网. 将标本用三氯甲烷毒杀后分别装瓶, 统计数量. 每隔 20~30 d 调查 1 次, 全年共进行 16 次调查, 标本送有关专家鉴定.

2.3 数据整理

在系统调查的基础上, 计算各种林分的林冠层亚群落 (C) 和灌木-草本层亚群落 (SH-H) 及总群落 (W) 的节肢动物种类 (S)、个体数量 (N)、Shannon-Wiener 指数 (H')、种间相遇机率 (PIE) 和均匀度 (E), 为进一步分析提供基础数据 (表 1).

经 5 次迭代后聚类结束 (图 1a).

从系统聚类的过程可见, 混交林的灌木-草本层亚群落首先聚类, 然后与纯林的灌木-草本层亚群落并类. 混交林 M₁ 和 M₂ 之间的乔木树冠层亚群落聚类后再与 3 个林分区的灌木-草本层亚群落 (已并为一类) 合并, 而纯林的乔木树冠层亚群落独立为一类, 直至最后与其他实体聚合. 很显然, 聚类结果表明混交林 M₁ 和 M₂ 的乔木树冠层亚群落之间, 以及灌木-草本层亚群落之间结构与功能是相似的. 值得注意的

是,3个林分区的灌木-草本层亚群落在第1、2步已经归并,然后才与其他群落聚类,表明松林节肢动物群落具有空间分布格局的异质性,即2个层次亚群落之间的结果与功能相异。

对P、 M_1 和 M_2 3个实体的总群落进行系统聚类,以反映它们结构的相似(异)性。聚类结果(图1b)表明,混交林 M_1 与 M_2 之间的节肢动物群落结构与功能相似,而混交林 M_1 和 M_2 与纯林P相异。

3.2 模糊聚类

模糊聚类是建立在模糊等价关系上的分类方法。因此,特别适用于处理具有边界“模糊性”的生态学问题^[1,4,6]。

模糊聚类的过程为:1)对原始数据矩阵标准化;2)由夹角余弦求相关矩阵;3)根据最小传递闭包定理,求模糊等价关系矩阵;4)逐步选取聚类水平 λ 进行聚类。

微机运算结果表明,聚类水平有5个代表值,区间为[0.842266, 0.999091]。依由大至小顺序经5次聚类后,完成模糊聚类分析。聚类结果见图1c。模糊聚类的结果表明,不同林分松林节肢动物群落,以及亚群落之间具有一定的相似性和相异性。从聚类过程看,当进行第3步(即 λ 取0.988816时),混交林 M_1 和 M_2 已聚为一类,纯林P的2个层次亚群落只能在最后2步聚类中归并。很明显,这一聚类已蕴含

着混交林 M_1 与 M_2 的节肢动物群落结构相似,而纯林P与混交林 M_1 和 M_2 之间结构相异。与系统聚类比较,模糊聚类能较好地反映不同林分的节肢动物群落的结构和功能。

3.3 主成分分析

与聚类方法相同,选择种类数S、个体数N、Shannon-Wiener指数 H' 、种间相遇机率PIE和均匀度指数E作为基本数据,对6个层次亚群落进行分析,以反映不同林分松林节肢动物群落的连续性和差异性。分析过程为:1)对原始数据矩阵中心化,得中心化矩阵X;2)求内积矩阵 $S = X \times X^T$ (X^T 为X的转置矩阵);3)计算内积矩阵S的特征根和特征向量;4)求实体的排序坐标。

表2 S的特征根及累计贡献率(%)

Table 2 Roots' Values and accumulated contribution rates of matrix S

	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5
A	4.40649	0.51282	0.07883	0.00184	0.00002
B	88.13000	98.38612	99.96268	99.99953	100.00000

A: 特征值 Values, B: 累计贡献率 Accumulated contribution rates(%)。

由表2可见,第一主分量(对应于 λ_1)和第二主分量(对应于 λ_2)的累计贡献率为98.4%。因此,只需选二维平面坐标系就可以反映各层次亚群落结构的相似(异)性。求得实体在新的二维坐标系的坐标值为:

$$Y = \begin{bmatrix} -4431.11 & -505.69 & -1591.91 & -731.22 & -2227.82 & -817.07 \\ 2862.81 & 445.69 & 1114.67 & 662.12 & 1445.22 & 692.31 \end{bmatrix}$$

实体: P(C) P(SH-H) M_1 (C) M_1 (SH-H) M_2 (C) M_2 (SH-H)

据此画出6个层次亚群落在二维坐标的排序图(图2a)。进一步对纯林P、混交林 M_1 和 M_2 的节肢动物总群落进行主成分分析,得:

$$Y_{(\text{总群落})} = \begin{bmatrix} 4779.68 & 2364.17 & 3044.63 \\ 7966.96 & 3975.95 & 5249.44 \end{bmatrix}$$

实体: P M_1 M_2

从图 2a 和 b 的结果可见,主成分分析的排序结果与系统聚类、模糊聚类的结果基本一致.从层次亚群落的排序看,几种生境(林分)的灌木-草本层节肢动物亚群落

构成一个点集,混交林 M_1 和 M_2 的乔木树冠层节肢动物亚群落构成另一个点集.而纯林 P 的乔木树冠层节肢动物亚群落则远离其它亚群落,成为独立的点集.从总群落

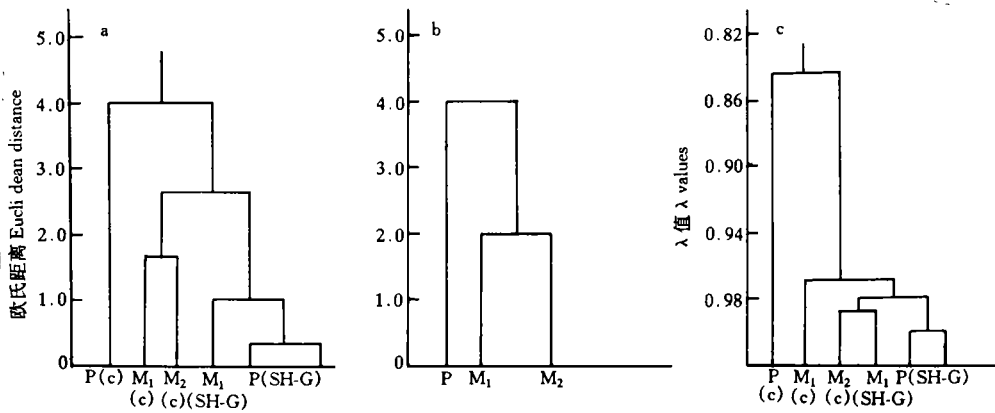


图 1 层次亚群落、总群落聚类图

Fig. 1 Cluster graph of sub-communities and total communities.

a. 层次亚群落系统聚类 Systematic cluster of sub-communities, b. 总群落系统聚类 Systematic cluster of total-communities, c. 模糊聚类 Fuzzy cluster.

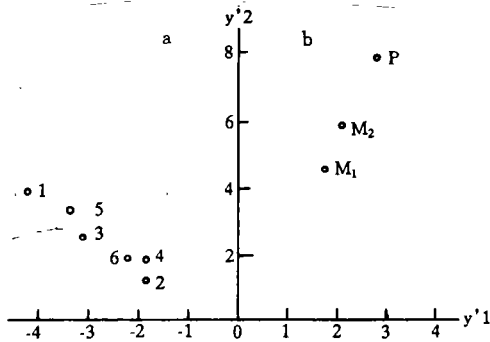


图 2 层次亚群落、总群落排序图

Fig. 2 Ordination graph of sub-communities and total communities.

a. 层次亚群落排序 PCA of sub-communities, b. 总群落排序 PCA of total communities. 1. P(S), 2. P(SH-G), 3. M_1 (S), 4. M_1 (SH-G), 5. M_2 (S), 6. M_2 (SH-G).

的排序来看,混交林 M_1 和 M_2 较接近,成

为一类;纯林 P 独自成为另一类.这些结果反映了松林节肢动物群落因所处的生境与层次不同,其群落结构和功能也不同.

参考文献

- 1 尤民生等.1992.稻田节肢动物群落的聚类分析.青年生态学者论丛(1),(2):233~237.
- 2 华元瑜等.1982.主成分分析方法在鲢鱼种生长体征指标分析中的应用.生态学报,2(3):267~278.
- 3 阳含熙、卢泽恩.1981.植物生态学的数量分析方法.北京:科学出版社.
- 4 周新远.1982.模糊数学在生态学中的应用研究 I.桔全爪螨种群动态中的模糊聚类分析.生态学报,2(2):159~169.
- 5 张金屯.1985.模糊聚类在荆条灌丛分类中的应用.植物生态学与地植物学丛刊,9(4):306~313.
- 6 赵志模.1982.稻田寄生蜂类群一种多度关系及群落排序的探讨.西南农学院学报,3:13~32.
- 7 Bray, J. R. and Curits, J. T. 1957. An ordination of the upland forest communities of south Wisconsin. *Ecol. Monog.*, 27:325~349.