

柑桔树冠昆虫群落立体结构分析*

李 鑫 刘绍友

(植保系)

摘 要 将柑桔树冠置于24个分区的立体空间,考察各区之间昆虫群落的亲疏关系。结果表明:昆虫群落组成在树冠上、中、下部及内、外层间差异大,而在东、南、西、北、4方位差异小。通过聚类分析,将树冠昆虫群落划分为3个亚层,即阳性群落亚层、中性群落亚层和阴性群落亚层。结果认为在进行树冠昆虫群落取样调查时,宜选取树冠西南方偏上,东南方、西北方和东北方偏下的4点中层,从而说明以往4方位取样代表性较差。3亚层的划分为昆虫群落的管理提供了重要理论依据。

关键词 柑桔,昆虫群落,聚类分析,立体结构,抽样

中国分类号 S436.661.2

柑桔是常绿果树,以柑桔为中心而构成的柑桔园,昆虫群落既复杂又相对稳定。由于长期的协同进化和竞争,使各种昆虫(包括蜘蛛类)在环境、营养和自身机制各种因素的综合制约下,各自占据树冠一定的空间位置。昆虫种类不同,在树冠上的分布位置及数量也不同,这就使得树冠不同部位昆虫群落结构和组成有差异。弄清树冠立体结构上昆虫群落组成及其之间的亲疏关系,对群落的进一步研究及其管理均有重要的意义。日本中尾瞬一(1962)曾就柑桔主要害虫在园内及树冠内分布做过探讨^[1,2],但缺乏普遍意义,更谈不上应用于群落管理。郭依泉等(1988)对柑桔园昆虫群落空间结构作过较详细的研究^[3],但与陕南柑桔种植的北缘地带园内昆虫群落相比,仍有显著不同。本文拟从立体结构上探讨柑桔树冠昆虫群落的结构特点,搞清陕南柑桔树冠昆虫群落结构,为昆虫群落研究和害虫管理提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 调查方法

1989年3~6月,在陕南汉中市武乡区王庄村选取有代表性的定植15年的温州密柑桔园两个,每园挂牌固定有代表性桔树5株,分别于树冠的东、南、西、北4方位上,分上、中、下3个部位,于每个部位的内、外层分别取10片叶、30 cm长枝条,调查记载其上昆虫(包括螨类及蜘蛛)的种类和数量,这样,便把树冠置于有24个分区的立体空间中。每周调查1次,共计11次。所得数据按东、南、西、北、上、中、下、内、外9个部位整理,以供分析之用。

文稿收到日期:1990-05-14。

* 85级侯有朋同学参加调查工作。

1.2 处理方法

运用 Bray-curtis 相似(异)性系数计算树冠 9 个分区上两两之间的距离,以表示分区之间昆虫群落亲疏关系,公式为:

$$B_{p,q} = \frac{\sum_{j=1}^n |X_{pj} - X_{qj}|}{\sum_{j=1}^n (X_{pj} + X_{qj})} \quad (1)$$

式中 X_{pj} , X_{qj} 分别代表 p , q 分区上第 j 种昆虫的数量。

采取如下方法对 24 个分区昆虫群落资料进行聚类分析。

样本间距离:

$$(1) \text{ 欧氏距离 } d_{ij} = \left[\sum_{k=1}^m (X_{ik} - X_{jk})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

$$(2) \text{ 绝对距离 } d_{ij} = \sum_{k=1}^m |X_{ik} - X_{jk}| \quad (3)$$

聚类方法:

$$(1) \text{ 最短距离法 } D_{pq} = \min_{\substack{i \in G_p \\ j \in G_q}} d_{ij} \quad (4)$$

式中 G_p , G_q 表示类, D_{pq} 为两类中所有样本间最小距离。

$$(2) \text{ 类平均法 } D_{1,2}^2 = \frac{n_p}{n} D_{p,1}^2 + \frac{n_q}{n} D_{q,1}^2 \quad (5)$$

其中 n_p , n_q 代表 p 类、 q 类的样本数。

$$n = n_p + n_q$$

由于树冠 24 个分区之间昆虫群落变化是连续的,尤其相邻分区之间群落的联系界限更不清楚,为了如实地反映这种关系并使群落结构变得更为清晰,运用模糊聚类方法(Fuzzy clustering analysis method)进行树冠昆虫群落结构分析,步骤如下:

1° 将原始数据(X)用标准差法标准化

$$X_{ij} = (X_{ij} - \bar{X}_j) / S_j \quad (i=1, 2, \dots, N, j=1, 2, \dots, M) \quad (6)$$

2° 利用夹角余弦法建立模糊相似矩阵

$$R = (r_{ij}) = \frac{\sum_{k=1}^m X_{ik} X_{jk}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m X_{ik}^2} \sqrt{\sum_{k=1}^m X_{jk}^2}} \quad (i, j \text{ 代表两个样本, } k=1, 2, \dots, m) \quad (7)$$

3° 根据最小传递闭包定理, 化模糊相似关系矩阵为模糊等价矩阵 ($\widetilde{R}^*$) :

$$\widetilde{R}^1 = \widetilde{R}^{2^1} = \widetilde{R}^* \quad (k \text{ 为正整数}) \quad (8)$$

4° 利用水平集原理进行分区间的动态聚类分析。

2 结果与分析

2.1 树冠昆虫群落组成

调查表明, 组成树冠昆虫群落物种有矢尖蚧 (*Unaspis yanonensis* Kuwana)、褐园蚧 (*Chrysomphalus aonidum* (L.))、吹绵蚧 (*Icerya purchasi* Maskell)、糠片蚧 (*Parlatoria rergandii* Comstock)、黑刺粉虱 (*Aleurocanthus spinifer* Quaintance)、桔全爪螨 (*Panonychus citri* McGregor)、桔绵蜡蚧 (*Pulvinaria citricola* Kuwana)、柑桔粉虱 (*Dialeurodes citrifolii* Morgan)、日本方头蚋 (*Cybocephala nipponicus* Encero)、红点唇瓢虫 (*Chilocorus kuwanae* Sil.), 还有异色瓢虫、凤蝶类、草蛉类、蜘蛛类、寄生蜂类、捕食螨类及其它粉虱类等。

2.2 主要害虫、天敌种群在树冠上的分布

调查统计结果表明, 在数量上, 害虫优势种有矢尖蚧、桔全爪螨、黑刺粉虱、桔绵蜡蚧, 天敌优势种 (类) 有蜘蛛类、瓢虫类、草蛉类和日本方头蚋。分别将其数量列于表1。各优势种在树冠上的分布量为矢尖蚧: 东>南>西>北, 下>中>上, 内>外; 桔全爪螨: 东>南>西>北, 上>中>下, 外>内; 黑刺粉虱: 东>南>西>北, 下>中>上, 内>外; 桔绵蜡蚧: 西>南>东>北, 中>下>上, 内>外。可见, 矢尖蚧主要分布在树冠内侧偏东方向, 桔全爪螨则以东南上方为中心于树冠外层扩展开来, 形成偏带帽状, 中心处虫口密度最大, 向冠内分布亦最深。黑刺粉虱主要分布于树冠内稍偏东南, 桔绵蜡蚧在冠内中下部偏西南方居多。由此看出, 不同害虫种在树冠上所占居的位置是对各自适宜环境的最佳选择。矢尖蚧主要性喜郁蔽、耐阴, 桔全爪螨则喜光、趋嫩, 在较干燥和较高气温时生命活动最旺盛。故前者分布于冠内, 后者分布于冠外, 各自的分布中心即为最佳的空间位置。其它害虫亦是如此。

表1 柑桔树冠不同方位害虫、天敌优势种数量

(头)

方 位	矢尖蚧	桔绵蜡蚧	黑刺粉虱	桔全爪螨	瓢虫类	蜘蛛类	日本方头蚋	草蛉类	天敌类合计
东	4 389	307	425	1 335	28	117	20	19	216
南	3 171	339	408	1 097	17	150	38	29	294
西	2 901	424	387	811	14	157	33	29	313
北	2 341	222	277	686	26	122	32	34	269
上	2 029	262	429	2 310	21	196	49	35	365
中	3 822	588	462	1 381	31	152	25	33	294
下	6 951	442	606	238	33	198	49	43	433
内	8 931	805	1 115	1 657	54	431	69	60	762
外	3 871	487	382	2 272	31	115	54	51	330
合 计	12 802	1 292	1 497	3 929	85	546	123	111	1 092

4种主要天敌分布势态为,蜘蛛类:西>南>北>东,下>上>中,内>外;瓢虫类:东>北>南>西,下>中>上,内>外;日本方头蚱:南>西>北>东,上=下>中,内>外;草蛉类:北>西=南>东,下>上>中,内>外,并将各方位天敌总数量列于表2。可见,天敌类群在树冠的中、外部及东方数量分布相对较少,下部和内层相对较多,形成空心球状分布势态,见示图1。这可能是由于树冠内部大多空堂,使害虫相对较少,其次冠外迁入的天敌到达冠内有一定障碍。天敌分布的总势态与害虫在树冠的分布主要区域相吻合。

表2 柑桔树冠不同方位上昆虫天敌群落

方位	上部			中部			下部			合计		总计
	内层	外层	合计	内层	外层	合计	内层	外层	合计	内层	外层	
东	50	44	94	30	9	39	61	15	76	141	68	209
南	56	26	82	46	32	78	71	38	109	173	96	269
西	64	23	87	46	20	66	47	31	78	157	74	231
北	64	20	84	43	36	79	67	27	94	174	83	257
合计			347			262			357	645	321	966

2.3 树冠不同部位昆虫群落亲疏关系比较

将原始数据以东、南、西、北、上、中、下、内、外统计,按(1)式处理(表3)。可见,东、南、西、北4方位昆虫群落相似性依次递减,并且相距越远,差异越大。相邻方位上南、西两方位相距最近(0.072 864),东、北方距离最远(0.255 94);上、中、下3个不同高度群落相似值依次递减,且差异梯度明显见陡,差值均大于0.235;4方位均与中部相距最近;树冠内、外层间群落差异最明显(0.348 7);无论是不同方位还是不同高度,与内外层间的距离均表现外层比内层近,中部与外层相距最近(0.088 48);下部内外层间差异很小(0.077 1)。

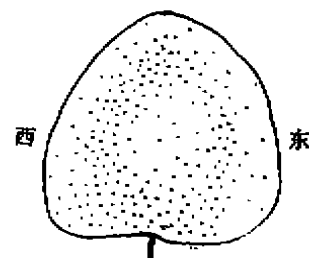


图1 柑桔树冠昆虫天敌分布图

表3 柑桔树冠不同方位昆虫群落亲疏关系

方位	东	南	西	北	上	中	下	内	外
东	0								
南	0.142 41	0							
西	0.192 92	0.072 864	0						
北	0.255 94	0.188 37	0.143 70	0					
上	0.273 75	0.232 57	0.255 47	0.228 76	0				
中	0.097 193	0.120 22	0.166 95	0.257 99	0.235 36	0			
下	0.262 50	0.328 69	0.339 38	0.420 64	0.474 64	0.284 03	0		
内	0.351 51	0.430 16	0.465 03	0.540 53	0.465 43	0.330 64	0.235 53	0	
外	0.133 14	0.174 55	0.213 58	0.291 11	0.161 62	0.088 48	0.313 70	0.348 65	0

以上结果说明,树冠昆虫群落按关系亲疏程度可划分为3个区,即冠内和下部区,冠外以西南方中部偏下、东北方中部偏上为中截面而分为上、下两区,以便更清晰探讨群

落结构, 进行聚类分析。

2.4 树冠昆虫群落结构聚类分析

将资料整理, 分别按(3)、(4)和(2)、(5)式进行系统聚类, 并按(6)、(7)、(8)式进行模糊聚类分析, 结果见图2。

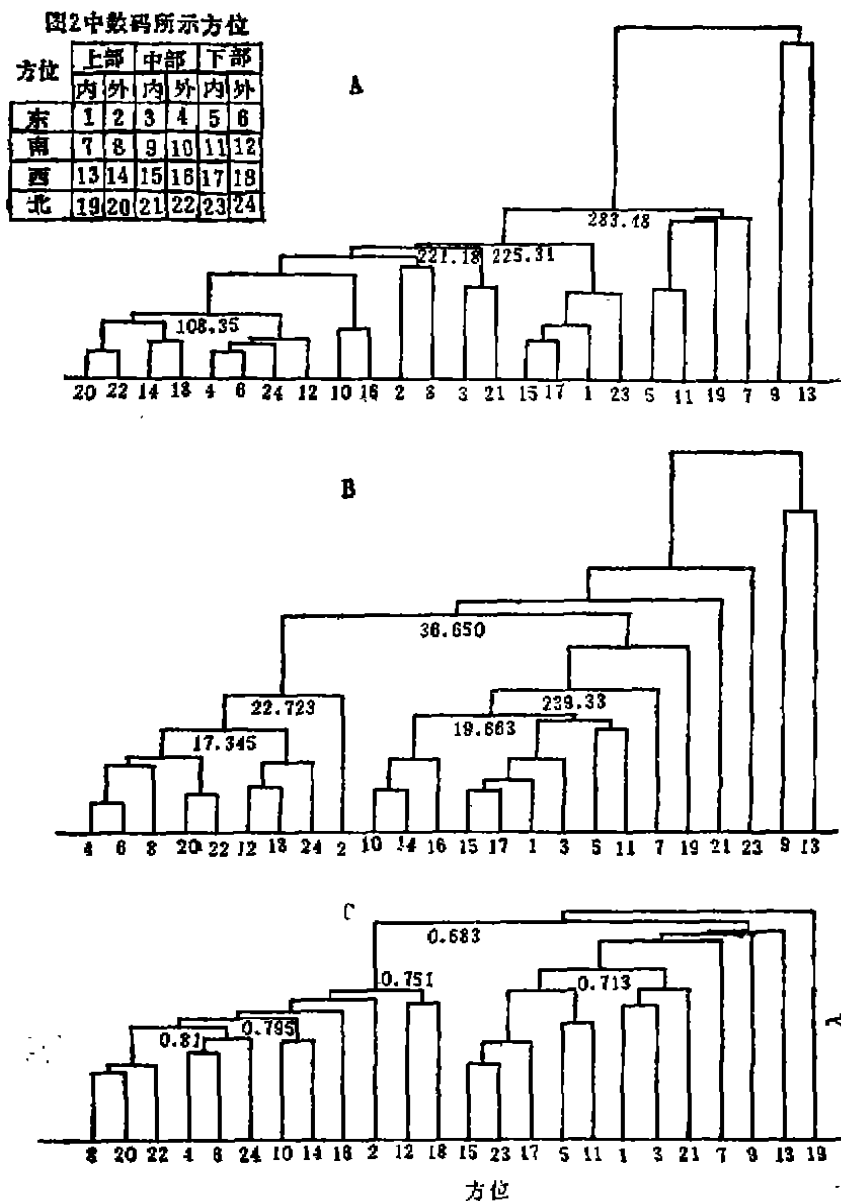


图2 系统聚类(A, B)、模糊聚类动态(C)图

样本间距离: A为绝对距离, B为欧氏距离

聚类方法: A为最短距离, B为类平均法

由图2显见: ①树冠不同方位的外层昆虫群落迅速聚合为一类(图2-A中221 <

$D_{max} < 221.18$, 图2-C中 $\lambda = 0.751$), 而内层则变化复杂, 不易聚合。②当 $\lambda = 0.81$ 时(图2-C), 24方位的12个外层分为6类; 首先是南中部与西上部合为一类, 其次南上与北下、北中及东中、东下、北下并为一类, 其余自成一类。当 $\lambda = 0.795$ 时, 上述第一类归入第二类, 形成5类。当 $\lambda = 0.751$ 时, 合并为一类。以外层归类总趋势看, 由树冠的东北方开始, 渐向西南方聚合。③当 $\lambda = 0.713$ 时, 24方位中12个内层归为5类, 即西中、北下、西下、东下、南下以及东上、东中、北中合为一类, 其余自成一类; 当 $\lambda = 0.638$ 时, 除北上外, 均并一类, 再参照图2-A, B, 可看出树冠内南中、西上、北上、南上变化最大, 迟迟不能聚合。相反, 北下、西中、西下、东下、东中却很快聚合。显见, 冠内层以东北方下部至西南方上部在群落相似性上的差异递增。

由此可见, 在24方位上, 无论是内层还是外层, 距东北方愈近者, 其间相似性愈大, 西南方各方位间差异大, 内层尤其如此。造成这种变化总趋势的主要环境因素可能是光照, 而造成内、外较大差异以及内层各方位间差异的原因则比较复杂, 除光照外, 还可能与营养, 冠内小枝分布的均匀性, 各方位的小气候差异以及易动天敌群落的随机影响等有关。

为了主线条分析更明显, 将资料归并为东、南、西、北、上、中、下、内、外9组, 并进行模糊聚类得动态聚类图3。可见, 当 $0.595 < \lambda < 0.626$ 时, 群落归为3类, 即冠内层与下部, 冠外层与上部, 其余为一类。这与2.3分析及2.4总趋势相一致, 因而依此可将树冠昆虫群落分划为三亚层, 暂称为阳性群落亚层(I), 以西南方上部为该层中心; 中性群落亚层(II), 中心位于树冠东方中部偏下; 阴性群落亚层, 树冠中央为其中心(见图4)。

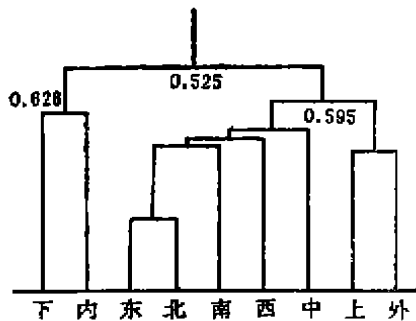


图3 模糊动态聚类图
图中数字为 λ 值

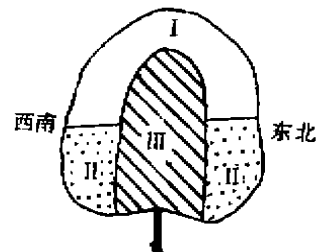


图4 柑桔树冠昆虫亚群落分区图

3 结论与讨论

3.1 传统的树冠4方位群落调查代表性差

以往在柑桔园进行昆虫群落调查均采取在树冠的东、南、西、北4方位取一定量叶片和一定长度枝条统计其上昆虫数量, 该方法易行, 省事。但是, 通过对树冠昆虫群落立体结构分析可以看出, 4方位调查方法仅仅代表树冠外层中部的群落变化情况(一般地调查都取各方位中部外层), 对上部、下部以及变化较大的内层几乎未涉及, 况且外层变

化相对内层为小,各层内不同方位又有差异。显见,4方位调查取样很难反映树冠昆虫群落全貌。

3.2 5点取样较全面反映了树冠昆虫群落结构

通过24方位群落聚类分析,昆虫群落在树冠上具一定相似性变化分布规律性,即球形树冠的西南偏上半球内变化大,东北偏下半球内变化小,内层比外层变化大。故在群落调查时,取样应在各部位的中层,变化大处多取样,差异小处少取样。亦即西南偏上部比东北偏下部取样应多些。若仍为4点取样,选取西南方偏上、东南方和西北方并稍近西南方以及东北方偏下各位点的中部,其代表性要比原来4点取样高得多;如果采取5点样,即取西南方中部、上部及东南方、西北方、东北方偏下的各部位中层,代表性更高。然而该代表性的定量描述及更确切的抽样部位和抽样量,有待以后进一步探讨。

3.3 树冠昆虫群落3个亚层的划分反映了昆虫与环境的密切联系

3个亚层的划分,表明了树冠不同部位所处环境条件的差异性。亚层Ⅰ光照充足、枝叶幼嫩、营养丰富,是喜光、趋嫩性强的害虫类(如柑桔红蜘蛛)生活的场所。亚层Ⅱ光照次之,枝叶多为1~2年生,环境湿度较大,是多数蚧类适宜的场所(如矢尖蚧)。亚层Ⅲ受光最弱,较郁蔽,叶多为2~3年生且稀少,因而该区昆虫群落组成数量相对较少,但仍是某些蚧类、粉虱类这些喜阴性害虫发生为害的场所。

3.4 树冠昆虫群落结构的明晰为害虫管理提供可靠依据

通过比较与分析,对柑桔树冠昆虫群落的立体结构及主要害虫优势种群在树冠上的分布势态有了较明确的认识,并且明确了树冠昆虫天敌群落的分布呈空心球状(图1),这就为柑桔园害虫管理方案的制订,应用农药防治主要害虫对象以及天敌的保护利用提供了依据。如农药防治柑桔红蜘蛛,应以树冠外围东南方偏上为重点,偏带帽状施药,效果可能更好;防治蚧类若采用内吸剂涂干并结合重虫枝修剪,会对天敌更有利。

本文承蒙汪世泽教授审阅,并提出修改意见,在此谨表谢意。

参 考 文 献

- 1 中尾舜一。柑桔主要害虫の园内分布(柑桔园昆虫群集の生态学的研究,第3报)。昆虫,1962,30:30~34
- 2 中尾舜一。柑桔主要害虫の树冠内分布(柑桔园昆虫群集の生态学的研究,第2报)。昆虫,1962,30:127~131
- 3 郭依泉,朱文炳,赵志模。桔园昆虫群落空间结构研究。西南农业大学学报,1988,10(2):144~149
- 4 庄西卿。稻田田埂昆虫群落与田埂杂草关系的研究。生态学报,1989,9(1):35~40
- 5 楼世博,孙章,陈化成。模糊数学。北京:科学出版社,1987.103~116
- 6 阳含熙,卢泽恩。植物生态学的数量分类方法。北京:科学出版社,1981

An Analysis of Community Stereoscopic Structure on Citrus Canopy

Li Xin Liu Shaoyou

(*Department of Plant Protection, Northwestern Agricultural University*)

Abstract Citrus canopy was divided into 24 parts in stereoscopic space in this paper. The relationship of insect community in each part was studied. The results showed that the differences from the upper, middle and lower, inner and outer of citrus canopy were larger than those among the insect community from all directions (E/S/W/N) of the canopy. Through cluster analysis, the insect communities in canopy were classified into three sub-layers: positive, neuter and negative sub-communities. The results showed that when sampling survey of insect communities of canopy was carried out, it was suitable to select the middle layer of southwest, southeast, northwest and northeast, showing the poor typicality of sampling from four directions. Three sub-community division will provide an important scientific basis for the pest management.

Key words citrus, insect community, cluster analysis, stereoscopic structure, sampling