

葛藤主要节肢动物类群种间关联的研究

李建丰^{1,2}, 田明义¹, 古德就¹, 孙江华³

(1 华南农业大学 昆虫生态研究室, 广东 广州 510642; 2 广东省植物保护总站, 广东 广州 510500;

3 中国科学院 动物研究所, 北京 100080)

摘要:研究了葛藤节肢动物中 10 个主要类群的相互关系. 结果表明, 10 个类群呈总体正关联, 由 10 个类群组成的 45 个种对中, 有 26 个种对为正关联, 其中 14 个种对存在有显著关联, 其中蚂蚁类和豆突眼长蝽种对关联最强, 其 χ^2 值为 23.96, 相应的关联指数 OI、DI、JI 和 YI 分别为 0.292 5、0.985 5、0.971 4 和 0.171 6; 有 19 个种对呈负关联趋势, 但均未达到显著水平.

关键词:节肢动物类群; 种间关联; 葛藤; χ^2 检验

中图分类号: Q968.1

文献标识码: A

文章编号: 1001-411X(2004)02-0048-04

Interspecific association among dominant species groups of arthropods on *Pueraria lobata*

LI Jian-feng^{1,2}, TIAN Ming-yi¹, GU De-jiu¹, SUN Jiang-hua³

(1 Laboratory of Insect Ecology, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China;

2 Guangdong Plant Protection General Station, Guangzhou 510500, China;

3 Institute of Zoology, Academia Sinica, Beijing 100080, China)

Abstract: Relationships among ten main species groups of arthropods on Kudzu *Pueraria lobata* Ohwi, were analyzed. The results revealed that 45 couplets combined from 10 specie groups of arthropod were analyzed by correlation analysis. Fourteen couplets of them showed a positive correlation significantly, of which ants-Chauliops fallax species groups couplet showed the strongest positive correlation, and the χ^2 -value was 23.96. Indexes of Ochiai, Dice, Jaccard and Yule were 0.292 5, 0.985 5, 0.971 4 and 0.171 6 respectively. Nineteen couplets of them showed a negative correlation.

Key words: arthropod; interspecific association; *Pueraria lobata*; χ^2 test

生物群落是多种种群的耦合体, 是一个具有一定结构和功能的系统. 种群作为组成群落的基本单位之一, 在群落中发挥着特定的作用, 具有无法替代的功能^[1]. 种群间的相互关系是各个种群在不同环境中相互影响相互作用形成的, 其中每一物种同生境中的其他物种相互作用、相互影响, 物种间不同的相互作用形成了生物群落中的种间关联, 种间联接反映了种群能否共存的几率^[1], 并表现为某种种间关系, 如竞争、共生、寄生、捕食等, 根据生物群落内

物种对生境的选择和对环境因子要求上的异同以及相互排斥或吸引的状况, 可将种间关联归结为正关联、负关联和不相关 3 种^[2,3]. 种间关联是由于两物种都选择或避免相同的生境或生境因子, 它们对一般非生物的或生物的环境具有相同的需求, 1 个种或 2 个种对其他种都有吸引或者排斥的亲 and 性. 种间关联是生物群落的重要特征之一, 不同物种间的相互作用对群落水平格局、种群进化和群落演替动态具有重要的意义, 因此探讨组成群落的种群关联具

有明显的生态学意义. 种间关联的研究涉及2个不同的内容,一是在预定的概率水平上对2个种有无关联的假设进行统计检验;二是对关联程度和强度的测定,该分析反映出群落格局组成的脉网系统^[4,5]. 本文对葛藤节肢动物主要类群的相互关联进行测定,从而剖析节肢动物不同类群间的关系及其相互作用的机理.

1 材料与方法

1.1 系统调查方法

采用葛藤节肢动物动态全年系统调查资料,所选择的样地是葛藤自然生长田块,位于广州市郊的简箕窝,东经113°23',北纬23°13',海拔60~70 m. 每次调查30个点(样方)^[6,7],采用扫网法,记录各主要类群[豆突眼长螨、筛豆龟螨、其他龟螨类(主要为异龟螨类,部分豆龟螨类,不含筛豆龟螨)、叶甲类、叶蝉类、蜂类、蛾类、蜘蛛类、蚂蚁类和隐翅虫类(主要为青翅蚁形隐翅虫和黑足蚁形隐翅虫)等共10个类群]及其数量. 所用资料为1999年8月至2000年8月共37次调查资料.

1.2 节肢动物物种间关联分析与测定方法

自Fisher等^[8]首次应用 χ^2 检验测定植物群落中种的关联性以来,先后设计出一系列的以不同种群共存与否的有无数据为基础的测定种间关联的技术和方法;Kershaw^[9]提出的互变量分析法,通过将不同种对的邻接格子频度数据合并后,对其均方区组曲线的变化情况进行考察来判断种间的相关性,从而把种间关系与种群分布格局联系在一起;Pielou^[10]曾设计了同时测定 $S(S \geq 2)$ 个种间关联的 $S \times N$ 联列表,后经Schluter^[11]改进,并提出了反映多种间关联性的方差比值法,为测定多种间的复合相关性提供了新的途径,物种联接性用成对物种在取样中存在与不存在的定性数据来分析. 本文采用这些方法对葛藤节肢动物主要类群关联性进行分析.

将葛藤10个主要节肢动物类群的原始数据整理成物种的定性数据(种的有无)列入 $S \times N$ 联列表,计算出 a 、 b 、 c 、 d 值,再对其进行 χ^2 及Yates^[12]修正 χ^2 显著性检验,以测定种间联接性.

$$\chi^2 = \frac{n(ad - bc)^2}{(a+b)(b+d)(c+d)(a+c)}, \quad (1)$$

Yates的修正公式:

$$\chi^2_y = \frac{(|ad - bc| - n/2)^2 \times n}{(a+b)(b+d)(c+d)(a+c)}, \quad (2)$$

式中 a 为含有2个种(类)的样方数; b 为只含有种

(类) B 的样方数; c 为只含有种(类) A 的样方数; d 为2种(类)均无的样方数; n 为总取样数,下同. 在 $\chi^2 > 3.84$ 时, A 物种和 B 物种间存在有显著关联($P = 0.05$),且当 $a > E_a = [(a+c)(a+b)]/n$ 时,即 A 、 B 物种(类)对同时出现的次数(a)比各自独立情况下期望出现的次数(E_a)更多时,则为正关联,反之则为负关联.

采用以下几个指数测定种间关联程度:

$$(1) \text{Ochiai 指数 (OI): } OI = a / [(a+b)^{1/2}(a+c)^{1/2}], \quad (3)$$

$$(2) \text{Dice 指数 (DI): } DI = 2a / (2a + b + c), \quad (4)$$

$$(3) \text{Jaccard 指数 (JI): } JI = a / (a + b + c), \quad (5)$$

$$(4) \text{Yule 的概率指数 (YI): } YI = (\chi^2/n)^{1/2}, \quad (6)$$

多种间复合相关性测定是将所有的各种群在各级样方中的有无数据整理成 $S \times N$ 联列表,然后应用方差比值法测定 S 种间的复合相关系数(VR)^[11].

$$VR = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (T_j - t)^2 / \sum_{i=1}^S p_i(1 - p_i). \quad (7)$$

式中 T_j 为 j 样方中的物种数, t 为各样方中物种的平均数, $p_i = n_i/N$, n_i 为物种 i 出现的样方数, N 为总样方数, S 为物种数. $VR = 1$ 、 > 1 、 < 1 分别表示复合相关系数是独立、正相关、负相关. 为检验相关系数的显著性,采用检验偏离1是否显著的统计量 W , $W = N \times VR$ 进行 χ^2 检验,如种间独立, $\chi^2_{0.05,N} < W < \chi^2_{0.95,N}$;否则,种间关联.

2 结果与分析

根据对葛藤不同生长发育期进行的节肢动物动态调查数据,对10个葛藤节肢动物优势类群或数量较大的常见种类进行种间关系分析,所分析的类群包括豆突眼长螨(种1)、筛豆龟螨(种2)、其他龟螨类(种3)、叶甲类(种4)、叶蝉类(种5)、蜂类(种6)、蛾类(种7)、蜘蛛类(种8)、蚂蚁类(种9)和隐翅虫类(种10),结果见表1.

葛藤节肢动物群落中的10个类群间的复相关系数 $VR = 2.577$,且 $W = 95.13$,落在 $(\chi^2_{0.05,37}, \chi^2_{0.95,37})$ 即(52.1923, 24.0749)之外,说明10个类群间存在有总体正关联,这与长期演化的自然生物群落物种间多呈总体正关联的结论一致^[1].

对10个物种组成的45个种对间的比较分析表明,共有26个种对呈正关联,19个种对呈负关联. 经 χ^2 检验,14个种对存在有显著正关联($P < 0.05$),其中蚂蚁类和豆突眼长螨种对关联最强,其 χ^2 值

表1 葛藤节肢动物群落主要种群间关联和检验统计量¹⁾

(广州 199906 - 200006)

Tab. 1 Parameters of interspecific association among 10 species groups of arthropods on kudzu Guangzhou

种对 ²⁾ species groups	共同出现 occurrence together		类型 type	χ^2 值 χ^2 -value	Yates χ^2_y 值 Yates χ^2_y -value	关联指数 parameters of association			
	期望值 expected value	实测值 observed value				OI	DI	JI	YI
couplet									
sg1-sg2	28.49	31	+	16.87*	10.82*	0.266 7	0.953 8	0.911 8	0.146 3
sg1-sg3	25.73	26	+	0.14	0.10	0.223 7	0.838 7	0.722 2	0.001 4
sg1-sg4	33.08	34	+	11.65*	2.42	0.292 5	0.971 4	0.944 4	0.032 7
sg1-sg5	32.16	32	-	0.19	0.81	0.203 2	0.927 5	0.864 9	0.010 9
sg1-sg6	33.08	34	+	11.65*	2.42	0.292 5	0.971 4	0.944 4	0.032 7
sg1-sg7	25.73	26	+	0.14	0.10	0.223 7	0.838 7	0.722 2	0.001 4
sg1-sg8	33.08	34	+	11.65*	2.42	0.292 5	0.971 4	0.944 4	0.032 7
sg1-sg9	32.16	34	+	23.96*	12.7*	0.292 5	0.985 5	0.971 4	0.171 6
sg1-sg10	16.54	16	-	0.42	0.00	0.101 6	0.615 4	0.444 4	0.000 0
sg2-sg3	23.46	26	+	6.98*	4.50*	0.223 7	0.881 4	0.787 9	0.060 8
sg2-sg4	30.16	31	+	5.31*	0.86	0.266 7	0.925 4	0.861 1	0.011 7
sg2-sg5	29.32	29	-	0.41	0.12	0.184 1	0.878 8	0.783 8	0.001 6
sg2-sg6	30.16	31	+	5.31*	0.86	0.266 7	0.925 4	0.861 1	0.011 7
sg2-sg7	23.46	24	+	0.32	0.00	0.152 4	0.813 6	0.685 7	0.015 8
sg2-sg8	30.16	31	+	5.31*	0.86	0.266 7	0.925 4	0.861 1	0.011 7
sg2-sg9	29.32	31	+	10.92*	5.38*	0.266 7	0.939 4	0.885 7	0.072 7
sg2-sg10	15.08	16	+	0.67	0.14	0.137 6	0.653 1	0.484 8	0.001 9
sg3-sg4	26.27	26	+	0.38	0.28	0.165 1	0.825 4	0.702 7	0.003 7
sg3-sg5	25.34	26	+	0.57	0.00	0.223 7	0.838 7	0.722 2	0.000 1
sg3-sg6	26.27	27	+	2.78	0.28	0.232 3	0.857 1	0.750 0	0.003 7
sg3-sg7	20.43	26	-	0.14	0.00	0.127 0	0.727 3	0.571 4	0.000 0
sg3-sg8	26.27	20	-	0.38	0.28	0.165 1	0.825 4	0.702 7	0.003 7
sg3-sg9	25.54	26	+	0.57	0.00	0.223 7	0.838 7	0.722 2	0.000 1
sg3-sg10	13.14	16	+	4.50*	3.07	0.137 6	0.711 1	0.151 7	0.041 4
sg4-sg5	34.05	34	-	0.06	4.00*	0.215 9	0.957 7	0.918 9	0.054 0
sg4-sg6	35.03	35	-	0.03	8.74*	0.222 2	0.972 2	0.945 9	0.118 1
sg4-sg7	27.24	27	-	0.33	0.37	0.171 4	0.843 8	0.729 7	0.005 0
sg4-sg8	35.03	35	-	0.03	8.74*	0.222 2	0.972 2	0.945 9	0.118 1
sg4-sg9	34.05	35	+	17.99*	4.00*	0.301 1	0.985 9	0.972 2	0.054 0
sg4-sg10	17.51	18	+	0.97	0.00	0.154 8	0.666 7	0.500 0	0.000 0
sg5-sg6	34.05	34	-	0.33	4.00*	0.215 9	0.957 7	0.918 9	0.054 0
sg5-sg7	26.49	28	+	6.58*	2.95	0.240 9	0.888 9	0.800 0	0.039 9
sg5-sg8	34.05	34	-	0.03	4.00*	0.215 9	0.957 7	0.918 9	0.054 0
sg5-sg9	33.11	33	-	0.06	1.59	0.205 9	0.942 9	0.891 9	0.021 5
sg5-sg10	17.97	19	+	2.23	0.59	0.163 4	0.703 7	0.542 9	0.007 9
sg6-sg7	27.24	27	-	0.06	0.37	0.171 4	0.843 8	0.729 7	0.005 0
sg6-sg8	35.03	35	-	0.12	8.74*	0.222 2	0.972 2	0.945 9	0.118 1
sg6-sg9	34.05	35	+	17.99*	4.00*	0.301 1	0.985 9	0.972 2	0.054 0
sg6-sg10	17.51	17	-	1.08	0.00	0.107 9	0.929 6	0.495 9	0.000 0
sg7-sg8	27.24	28	+	3.20	0.37	0.240 9	0.875 0	0.777 8	0.005 0
sg7-sg9	26.49	26	-	0.68	0.00	0.165 1	0.825 4	0.702 7	0.000 0
sg7-sg10	12.57	14	+	1.69	0.72	0.120 4	0.608 7	0.437 5	0.009 7
sg8-sg9	34.05	34	-	0.06	4.00*	0.215 9	0.957 7	0.918 9	0.054 0
sg8-sg10	17.51	17	-	1.08	0.00	0.107 9	0.629 6	0.459 5	0.000 0
sg9-sg10	17.03	17	-	0.00	0.47	0.107 9	0.641 5	0.472 2	0.006 4

1) $\chi^2_{1,0.05} = 3.84$; 2) sg: species group; sg1: 豆突眼长蝽 *Chauliops fallax* (种 1); sg2: 筛豆龟蝽 *Megacopta crabraria* (种 2); sg3: 其他龟蝽类 *Aponisla* spp. and *Megacopta* spp. (种 3); sg4: 叶甲类 Leaf beetles (种 4); sg5: 叶蝉类 Leafhoppers (种 5); sg6: 蜂类 Wasps (种 6); sg7: 蛾类 Moths (种 7); sg8: 蜘蛛类 Spiders (种 8); sg9: 蚂蚁类 Ants (种 9); sg10: 隐翅虫类 Rove beetles (种 10)

为23.96,相应的关联指数OI、DI、JI和YI分别为0.2925、0.9855、0.9714和0.1716,均在同类指数中处于最高的水平,其次是叶甲类和蚂蚁类种对及蜂类和蚂蚁类种对, χ^2 值为17.99.另外种1和种2、种4、种6、种8、种2和种3、种4、种6、种8、种9、种3和种10、种4和种9、种5和种7、种6和种9等种对间也存在显著的正关联.经 χ^2_y 检验,6个种对存在显著正关联($P < 0.05$),其中蚂蚁类和豆突眼长蝽种对最强;7个种对呈显著负关联($P < 0.05$),其中叶甲类和蜂类种对、叶甲类和蜘蛛类种对以及蜂类和蜘蛛类种对的 χ^2_y 最大,均为8.74,种对间表现为某种捕食或竞争关系.

衡量关联程度较为重要的YI指数,其中,大于0.1的仅有4个种对,绝大多数种对YI值在-0.1~0.1之间,占91.11%,表明种群主要为松散的独立分布,关联并不紧密,种间的独立性较强,主要是由于群落在长期的演化过程中,各主要种群均占据一定的生态位,相互间的竞争作用弱化,各个种群趋向于独立出现.

3 讨论

在葛藤45个种对中,仅有14个种对的关联性的 χ^2 检验达到显著水平($P < 0.05$),13个种对关联性的 χ^2_y 检验达到显著水平($P < 0.05$),另外关联度指数YI的绝对值也偏低,说明绝大多数类群间表现为较强的相互独立分布,在自然生物群落中各种群经过长期的演化形成了一种较为稳定的关系,各个类群都具有较为独立自主的生态位,类群间依赖性大为降低,联结较为松散.葛藤节肢动物类群呈总体正关联,表现的是各类群对生境的选择性和依赖性,总体关联与种对关联特性没有必然的联系.

不同类群空间关联程度的测定对研究2个类群的相互作用和群落的组成和动态是有重要意义的^[14].正的关联可以指示类群间相互作用的存在对一方或双方是有利的,负的关联表明类群之间不利于一方或双方的相互作用机制,在异质环境中,负的关联可以反映不同类群对环境条件不同部分的适应和反应^[14].蚂蚁和豆突眼长蝽之间显著的正关联反映了两者之间的相互作用对双方(或一方)有利,可以解释为猎物(豆突眼长蝽)密度上升,天敌(蚂蚁)密度也会相应的上升,表现为天敌对猎物的捕食关系.豆突眼长蝽和筛豆龟蚧虽然生态位相同(叶部),但表现出显著的正关联,主要可能是由于种群在长

期的演化过程中形成了一种对双方有利的关系.蜘蛛类和蜂类表现出明显的负关联,可能与捕食同一生境中相同猎物的竞争关系有关.当然,对于不同类群间表现的某种关联的生物学意义是需要更深入的研究的.

参考文献:

- [1] 陈建忠. 闽北天然针阔混交林优势乔木树种间协变研究[J]. 中南林学院学报, 1997, 17(4): 59-63.
- [2] 李凌号, 史世斌. 长芒草草原群落种间关联与种群联合格局的初步研究[J]. 生态学杂志, 1994, 13(3): 62-67.
- [3] HUBALEK I. Coefficients of association and similarity based on binary data: an evaluation[J]. Biological Reviews, 1982, 57: 669-689.
- [4] 侯有明. 菜田生物群落与叶菜类主要害虫生态控制研究[D]. 广州: 华南农业大学, 1999.
- [5] 施大钊, 裴喜春, 苏吉安. 内蒙古达茂旗啮齿动物的种间关联与群落聚类[J]. 内蒙古农牧学院学报, 1993, 14(4): 104-111.
- [6] 李德志, 王奎, 张洪涛, 等. 三个天然次生林群落中主要树木种群联结关系的研究[J]. 吉林林学院学报, 1994, 10(4): 242-248.
- [7] 王伯荪. 植物群落学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1987. 48-83.
- [8] FISHER R A, CORBET A S, WILLIAMS C B. The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population[J]. Journal Animal Ecology, 1943, 12: 42-58.
- [9] KERSHAW K A. The detection of pattern and association[J]. Journal Ecology, 1960, 48: 233-242.
- [10] PEILOU E C. An introduction to mathematical ecology[M]. New York: John Wiley & Sons, 1969. 286.
- [11] SCHLUTER D. A variance test for detecting species association with some example application[J]. Ecology, 1984, 65: 998-1005.
- [12] YATES F E. Integration of the whole organism——A foundation for a theoretical biology. 110-132 in Challenging biological problems: directions towards their solutions[M]. New York: Oxford Univ Press, 1972. 502.
- [13] 李德志, 秦艾丽, 杨茂林, 等. 天然次生林群落中主要树木种群联结关系的研究[J]. 植物生态学报, 1996, 20(3): 263-271.
- [14] 李建民, 谢芳, 陈存及, 等. 光皮桦天然林群落优势种群的种间联结性研究[J]. 应用生态学报, 2001, 12(2): 168-170.

【责任编辑 周志红】