维普资讯 http://www.cqvip.com

第11卷 第4期
1991年12月

生 态 学 报
ACTA ECOLOGICA SINICA

Vol.11,No.4
Dec., 1991

山楂叶螨、苹果全爪螨及其捕食性天敌生态位的研究Ⅰ*

—时间与空间生态位

秦玉川 蔡宁华 黄可训
(北京农业大学植保系)

摘 要

统计分析表明两种叶螨间生态位重叠值较大、各自生态位宽度较大。两种叶螨的时动空间生态位与各自种群消长曲线相一致,显示了它们对资源有相似要求以及"逐步扩散整树危害"的取食危害方式。它们的生态位分离表现在叶片正、反面及叶片反面的某些小"领域"上。苹果全爪螨更喜欢分布在树冠上层和外层。统计和模糊分析都表明草蛉和小花蝽与两种叶螨的时间同步和空间同域性较强;捕食螨与叶螨的时间生态位重叠较小,而空间生态位重叠较大。天敌与叶螨间的时空生态位重叠以及天敌食谱生态位宽度结合分析有助于合理评价天敌的控制作用。

关键词:山楂叶螨,苹果全爪螨,捕食性天敌,时空生态位。

前 言

多维生态位的量化概念[1-4]可概括为,在一定时间条件下,生物对必需资源系列利用的多维空间。在自然界,处于相似多维生态位的不同物种其演化是多样的,如产生竞争排斥,生态位的一维、多维分离或协同进化等。因而研究了物种多维生态位随着时间的演变有助于了解物种的进化和对其功能和地位的预测。在农业生态系统中,植保工作者若要实施IPM计划,首要的问题应是了解各有关种群的多维生态位,从而尽量"压缩"害虫的生态位和"扩张"天敌及其有关种群的生态位。时空生态位不仅是多维生态位的重要组分,又是多维生态位的特定反映形式,如种群在时间维上的分布比例就反映了随着季节变化和资源多维的动态依存关系[5];种群在空间位置的不同比例亦反映了空间多维资源的位置异质关系。这样,通过分析害虫及其天敌的时空生态位有助于进一步探明其各自的多维生态位空间。根据上述思想,探讨山楂叶螨和苹果全爪螨等的时空生态位以解释它们的为害方式,与其捕食性天敌的同步、同域关系从而为寻找其多维生态位空间提供必要信息。

一、材料与方法

1. 田间调查

1987—1989年的4—8月间,在北京四季青乡香山果树一队,每年选取红星苹果树13—24株(1987年为10年树龄)。在每树的东西南北各方分上、中、下及内外5个区层(如图1)。

* 本项研究是国家自然科学基金资助课题。昆虫系85级宣维健和历承钰同学,88级研究生杜相革和刘志奇帮助做了大量调查,在此一并致谢。
本文于1990年5月27日收到。

维普资讯 http://www.cqvip.com

每个区层设4样点，每7天调查一次。调查时随机抽取4片叶子，每树20个样点每次抽取80片叶子。各叶片记录山楂叶螨（*Tetranychus viennensis*）、苹果全爪螨（*Panonychus ulmi*）、绣线菊蚜（*Aphis citricola*）、草蛉（以*Chrysopa sinica*为主）、东亚小花蝽（*Orius sauteri*）、捕食螨（*Amblyseius pseudolongispinosus*）及其它捕食性天敌，包括塔六点蓟马（*Scolothrips takahashi*）和七星瓢虫（*Coccinella septempunctata*）等。

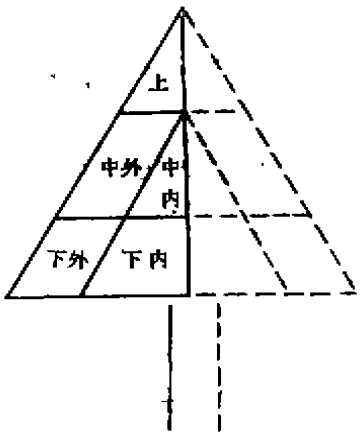

图1 树内方位示意图
Fig.1 The sketch map of sampling positions in the apple tree crown

2. 计算方法

（1）时间、空间及时间×空间维上各种群生态位宽度和生态位重叠计算方法

时间维指4—8月期间，以星期为单位所构成的“资源”序列；空间维指苹果树冠内所划分的20个方位序列及叶片正反面序列；时间×空间维指4—8月以星期为单位的总单位数乘以树冠空间20个方位数所构成的“两维资源”序列。

生态位宽度用Simpson(1949)提出的公式

$$B_i = \frac{1}{\sum_{i=1}^{s} p_i^2 \cdot (s)}$$

p_i指在一个资源集合中第i单位中该物种所占的比例，s指资源集合中的总单元数。$0 \leqslant B_i \leqslant 1$。

生态位重叠用Morista's[8](1959)提出的公式

$$C_1^* = \frac{2\sum_{i=1}^{s} p_{1i} \cdot p_{2i}}{\sum_{i=1}^{s} p_{1i} \frac{n_{1i}-1}{N_1-1} + \sum_{i=1}^{s} p_{2i} \frac{n_{2i}-1}{N_2-1}}$$

N_1、N_2分别指第一及第二种群的个体总数；n_{1i}及n_{2i}分别指在第i资源单位中各种群个体数；$p_{1i} = n_{1i}/N_1$，$p_{2i} = n_{2i}/N_2$；s指该资源集合的总单位数。$0 \leqslant C_1^* \leqslant 1$。

（2）动态空间生态位宽度模糊贴近度的计算

叶螨及其捕食性天敌种群的空间生态位宽度因时间而变化，若第i种群在时间j的生态位宽度为B_{ij}，可设定$\tilde{B}_{ij}$为以时间$\tilde{T} = \{T_1, T_2, \cdots T_n\}$为论域的模糊子集，并使$\mu_{\tilde{B}ij}(T_j) = B_{ij}$。这样可用模糊贴近度来比较各$\mu_{\tilde{B}ij}(T_j)$曲线的相近程度。叶螨之间贴近度大说明其对资源要求相似程度大；叶螨与天敌的贴近度大说明天敌对叶螨的跟随作用强。贴近度计算式为

$$\tau(B_i, B_{i-1}) \triangleq \frac{\sum_{j=1}^{n} \min[\mu_{\tilde{B}ij}(T_j), \mu_{\tilde{B}i+1j}(T_j)]}{\sum_{j=1}^{n} \max[\mu_{\tilde{B}ij}(T_j), \mu_{\tilde{B}i+1j}(T_j)]}$$

维普资讯 http://www.cqvip.com

这里，时间T_i以周计分为n个，$\mu_{B_i}(T_i)$及$\mu_{B_{i+1}}(T_i)$分别指第i种群和第$i+1$种群在T_i处的隶属度。

二、结果与分析

1. 叶螨及其捕食性天敌时空生态位总趋势

三年间两种叶螨及其天敌平均时间、空间及时间×空间生态位宽度和重叠见表1、2、3。由表中可看出，叶螨间时间×空间生态位宽度(B_i)相似。苹果全爪螨的空间B_i值大于山楂叶螨的，说明前者在树冠上扩散更均匀，而后者喜停留在叶片的一定位置，造成较大危害后才转移扩散。苹果全爪螨的时间B_i值小于山楂叶螨的，主要是因苹果全爪螨各时期的种群密度差异太大所引起(见图2)。3个表都表明，叶螨间的生态位重叠系数(C_{ij}^*)值较高，说明彼此对资源有相似要求。天敌中，草蛉的各B_i及叶螨的C_{ij}^*值最高，其次是小花蝽的，说明它们发生期长，活动范围广，对叶螨的跟随作用强。但这两种天敌与绣线菊蚜的C_{ij}^*值也较大，从而就消弱了其对叶螨的控制作用。比较捕食螨的各C_{ij}^*值，可知其对叶螨的捕食较专一，但其时间B_i小，在叶螨发生后期才起作用，故应与其它天敌配合使用。另外，进行生态位独立性分析可知，草蛉、小花蝽与叶螨间的C_{ij}^*值大，而这两种天敌间的C_{ij}^*值也较大，说明它们具有并发捕食效应；小花蝽、捕食螨与苹果全爪螨间的C_{ij}^*值都较大，但这两种天敌之间的C_{ij}^*值却很小，说明它们具有独立捕食效应。

以叶片正反面为资源维测定的B_i及C_{ij}^*显示，$B_i(P.u.)0.8790 > B_i(T.v.)0.6396$，仍说明苹果全爪螨活动范围更大些。观察发现山楂叶螨更喜在叶片反面活动和取食，如在叶片反面出现的频率$\bar{T}.v.$为0.8780，$P.u.$为0.6292。这两种螨在叶片反面还具有“领域”分

表1　两种叶螨及其天敌的时间生态位宽度(B_i)及重叠(C_{ij}^*)

Table 1　Time niche breadth and overlap of the two mites and their predatory enemies

种名	山楂叶螨 *T.v.*	苹果全爪螨 *P.u.*	绣线菊蚜 *A.c.*	草蛉 *C.s.*	小花蝽 *O.s.*	捕食螨 *A.p.*	其它天敌
山楂叶螨 *T.v.*	0.5163 ±0.1017	0.7843 ±0.1100	0.5536 ±0.09672	0.7689 ±0.03691	0.6889 ±0.02829	0.2372 —	0.2923 ±0.01735
苹果全爪螨 *P.u.*		0.4002 ±0.08732	0.6745 ±0.2364	0.8258 ±0.07814	0.6790 ±0.1809	0.2992 —	0.4369 ±0.03359
绣线菊蚜 *A.c.*			0.2956 ±0.04288	0.4347 ±0.1345	0.3293 ±0.07612	0.04203 —	0.3843 ±0.2491
草蛉 *C.s.*				0.4523 ±0.09668	0.7921 ±0.09158	0.2502 —	0.3193 ±0.1760
小花蝽 *O.s.*					0.3234 ±0.04223	0.2212 —	0.1374 ±0.07358
捕食螨 *A.p.*						0.2506 —	0.9099 —
其它天敌							0.2191 ±0.03398

注：对角线上数字为各种群的生态位宽度值(B_i)，其它数字为种群间生态位重叠值(C_{ij}^*)，以下同。

维普资讯 http://www.cqvip.com

表 2 两种叶螨及其天敌的空间生态位宽度(B_i)及重叠(C_{ij}^*)

Table 2 Space niche breadth and overlap of the two mites and their predatory enemies

种 名	山楂叶螨 *T.v.*	苹果全爪螨 *P.u.*	绣线菊蚜 *A.c.*	草 蛉 *C.s.*	小花蝽 *O.s.*	捕食螨 *A.p.*	其它天敌
山楂叶螨 *T.v.*	0.6229 ±0.1457	0.6652 ±0.09364	0.3789 ±0.09058	0.2965 ±0.1297	0.1356 ±0.01515	0.1304 —	0.1852 ±0.07085
苹果全爪螨 *P.u.*		0.7253 ±0.06729	0.4292 ±0.1249	0.2861 ±0.07748	0.1596 ±0.02982	0.2025 —	0.1715 ±0.05658
绣线菊蚜 *A.c.*			0.3583 ±0.07476	0.1881 ±0.07531	0.1149 ±0.02153	0.05704 —	0.1177 ±0.06048
草 蛉 *C.s.*				0.2201 ±0.09028	0.1041 ±0.005212	0.01258 —	0.1145 ±0.02941
小花蝽 *O.s.*					0.1375 ±0.02816	0.04702 —	0.09588 ±0.04863
捕食螨 *A.p.*						0.1047 —	0.001629 —
其它天敌							0.1194 ±0.04856

表 3 两种叶螨及其天敌的时间×空间二维生态位宽度(B_i)及重叠(C_{ij}^*)

Table 3 Time×Space niche breadth and overlap of the two mites and their predatory enemies

种 名	山楂叶螨 *T.v.*	苹果全爪螨 *P.u.*	绣线菊蚜 *A.c.*	草 蛉 *C.s.*	小花蝽 *O.s.*	捕食螨 *A.p.*	其它天敌
山楂叶螨 *T.v.*	0.3859 ±0.08867	0.5709 ±0.1447	0.3319 ±0.1086	0.3452 ±0.1372	0.1738 ±0.1198	0.1025 —	0.1177 ±0.06574
苹果全爪螨 *P.u.*		0.3431 ±0.05346	0.4854 ±0.1535	0.3967 ±0.07443	0.2523 ±0.09328	0.1912 —	0.1834 ±0.2041
绣线菊蚜 *A.c.*			0.2032 ±0.04304	0.2087 ±0.04162	0.1022 ±0.07009	0.01772 —	0.1237 ±0.1342
草 蛉 *C.s.*				0.1512 ±0.09528	0.1338 ±0.09320	0.09949 —	0.1272 ±0.1323
小花蝽 *O.s.*					0.07595 ±0.05092	0.01033 —	0.02381 ±0.009417
捕食螨 *A.p.*						0.1132 —	0.2039 —
其它天敌							0.07005 ±0.01964

离，山楂叶螨多集中在叶片主脉附近，而苹果全爪螨集中在靠叶缘的地带。

2. 两种叶螨的种群消长、叶螨及其捕食性天敌时间动态空间生态位 B_i 值的关系及应用模糊贴近度对各捕食性天敌的评价

由时间动态B_i值和各时期的种群密度N的比较可概括出害虫的3种危害类型：（1）B_i

维普资讯 http://www.cqvip.com

与N相一致时，易造成整株受害；（2）当 B_i 与N不一致时，易造成局部受害；（3）当B_i与N变动紊乱时，其受害情况复杂。两种叶螨的时动 B_i 与各自N的关系属于（1）型，见图2、3、4、5。两种叶螨的时动 B_i 均高于各天敌的，说明叶螨各时期的分布范围均高于天敌的，这种差异的主要原因是叶螨与天敌的种群密度相差太大所引起的。叶螨与天敌总的同域程度可通过模糊贴近度反映出来(见表4)。表4显示，草蛉与叶螨的贴近度最高，其次是小花蝽，这与表1、2、3结果基本一致。

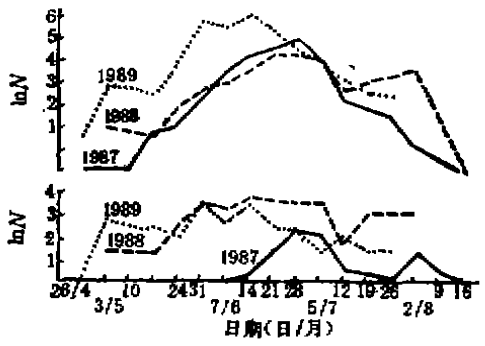

图 2　苹果全爪螨（上）和山楂叶螨（下）3年的种群消长曲线Ln N

Fig.2 The population dynamic curves of the two mites for three years. *P.ulmi* (uper), *T.viennensis*(lower)

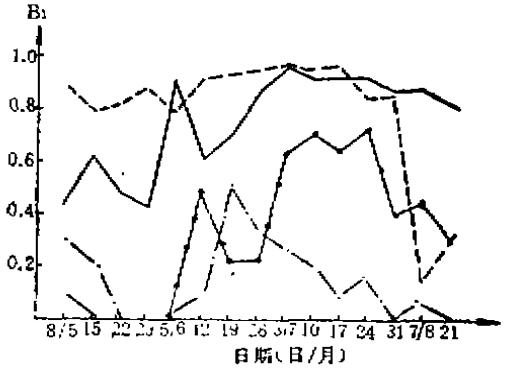

图 3　1987年叶螨及其捕食性天敌时动空间 B_i（注释见图4）

Fig.3 Time dynamic breadth curves of the two mites and their predatory enemies in 1987(explanatory notes see Fig.4)

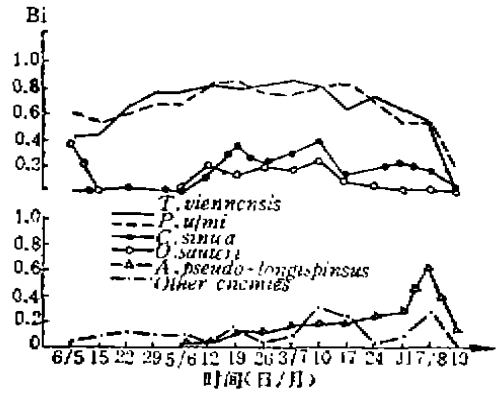

图 4　1988年叶螨及其捕食性天敌时动空间B_i

Fig.4 Time dynamic breadth curves of the two mites and their predatory enemies in 1988

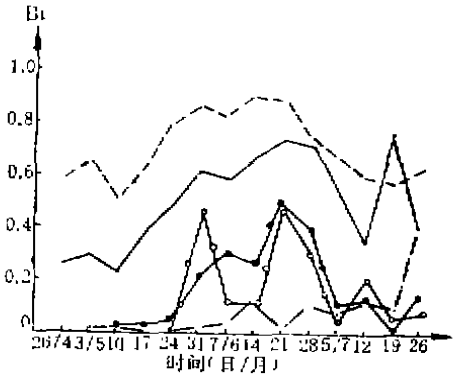

图 5　1989年叶螨及其捕食气性敌时动空间 B_i（注释见图4）

Fig.5 Time dynamic breadth curves of the two mites and their predatory enemies in 1989(explanatory notes see Fig.4)

3. 叶螨及其捕食性天敌的时间动态空间生态位重叠及其关系

计算结果表明，叶螨间的C_{ih}^{*}值高于叶螨与天敌的C_{ih}^{*}值。叶螨与草蛉的 C_{ih}^{*}值最高，其次是叶螨与小花蝽的C_{ih}^{*}。时间动态 C_{ih}^{*}与 B_i密切相关，当叶螨的 B_i低时，其剩余空间生态位多，叶螨与天敌的 C_{ih}^{*} 值亦低，此时天敌(如草蛉、小花蝽)捕食其它猎物去了(如蚜虫)；当

维普资讯 http://www.cqvip.com

表 4 叶螨与其捕食天敌模糊贴近度

Table 4 Fuzzy neartude($\tau(A,B)$)of the two mites and their predatory enemies

种 名	草 蛉 *C. s.*	小 花 蝽 *O. s.*	捕 食 螨 *A. p.*	其 它 天 敌
山楂叶螨 *T. v.*	0.3195 ±0.1025	0.2134 ±0.06513	0.2051 —	0.1856 ±0.02942
苹果全爪螨 *P. u.*	0.2820 ±0.1052	0.1743 ±0.01047	0.2046 —	0.1667 ±0.05310

叶螨的B_i高时，其剩余空间生态位少了，叶螨与天敌的C_{ij}^*值却增大，此时天敌与叶螨同域性增大或是其它可食猎物减少了(如当叶螨的B_i高时，蚜虫密度已大大下降了)。但当叶螨的B_i下降后，叶螨与捕食螨的C_{ij}^*值却增大，捕食螨的这种跟随效应可能与某些气象因素有关(如温度)。

4. 两种叶螨在苹果树冠上分布的层次性

由表 2 可看出两种叶螨的空间生态位重叠值较大，为0.6652＜1，说明仍存在着生态位分离。方差分析表明，它们在东西南北 4 个方位上种群密度均无显著差异。山楂叶螨在上、中、下、内外层次上种群密度亦无显著差异，而苹果全爪螨在这五个层次上种群密度差异显著，各年层次间差异显著性比较见表 5。从表 5 可看出，1987年和1989年结果类似，即上层

表 5 不同值次 *P. ulmi* 种群差异显著性比较

Table 5 Statistical significance tests between different parts of the crown for *P. ulmi* populations

处 理	差异显著性									
	1987年			1989年			1988年			
上 层	980.8	a	A	4737.2	a	A	外层	1251.4	a	A
中 层	880.5	a	AB	3524.0	b	B	下层	978.0	ab	AB
外 层	877.6	a	AB	3433.9	b	B	上层	945.6	bd	AB
内 层	604.0	b	B	3035.9	b	B	中层	923.9	bd	AB
下 层	593.1	b	B	2945.8	b	B	内层	650.4	cd	B

种群极显著地高于内、下层。1988年结果为外层与内层种群差异极显著。可初步看出，苹果全爪螨更喜停留在上、外层，但由于山楂叶螨对各层次无偏嗜性，故这两种叶螨在树冠内的层次上无明显生态位分离。

三、讨 论

1. 叶螨及其捕食性天敌沿时间和空间维的变化特点仅反映了叶螨间的竞争及天敌跟随作用的表观现象。这是因为时间、空间维本身对种群无控制作用，真正起作用的是其它多维，如气象的、营养的、生物的等等。

2. 秀线菊蚜喜分布在枝条嫩尖上，而我们的调查设计仅取枝条中部的叶片，因此所述天敌与秀线菊蚜的C_{ij}^*值及秀线菊蚜的B_i值未反映出该蚜在嫩尖上的状况。

3. 应用时间动态空间生态位宽度模糊贴近度的大小判断害虫与其天敌的同步同域效应

维普资讯 http://www.cqvip.com

尚为初步尝试。本文显示这种方法简便、直观，且与由生态位重叠系数所得结论基本一致。可在应用中进一步验证和改进。

参 考 文 献

〔1〕Herman Henry Shugart et al., 1972, Niche quantification and the concept of niche pattern systems and simulation in ecology 2:283—324

〔2〕Eric,R.Pianka,1981,Competition and niche theory,*Thearetical Ecology*:167—196

〔3〕Roger,H.Green,1974,Multivariate niche analysis with temporally varying environmental factors, *Ecology*.55,73—83.

〔4〕Green. 1971, A multivariate stati stical appoach to the Hutchinsonian niche; bivalue molluscs of control,Canade.*Ecology*.52:543—556

〔5〕王开洪等，1985，柑桔叶螨及其天敌生态位研究，西南农学院学报 3：70—84.

〔6〕Eric,P. Smith and Thomas M. Zart, 1982. Bias in estimating niche overlap, *Ecology* 63(55—56): 1248—1253.

STUDIES ON NICHES OF *TETRANYCHUS VIENNENSIS*, *PANONYCHUS ULMI* AND THEIR PREADATORY ENEMIES: (I). SPATIAL AND TEMPORAL NICHES

Qin Yu-Chuan　Cai Ning-Hua　Huang Ke-Xun

(Department of Plant protection, Beijing Agricultural University)

The results from statistical analysis show that both the title leaf mites have their own wide niche breadthes and a wide niche overlap. The time-dynamic spatial niches of the two leaf mites are positively correlative with their own population densities.These show that two mites have similar utilization of resources and that the mites are characterized by "gradual spread and then whole-tree damaged". The niche separation of the two mites is on upper and lower faces of leaf and on some small "area" of the lower faces of leaf.*P. ulmi* tends to stay in the top layer and outer layer of crown but *T.viennenses* has no spesfic preference in the crown.

Fuzzy and statistical analysis show that *Chrysopa sinica* and *Orius sauteri* have close sympatry and synchrony with the two leaf mites,but the wide niche breadthes of food recipes weaken their functions of predatoriness. Predatory mite has narrower temporal niche overlap,but has wider spatial-niche overlap with the two mites,and its niche breadth of food recipes narrow,so it can be utilized to control the mites with the other natural enemies.

Key words: *Tetranychus viennensis*, *Panonychus ulmi*, predatory enemies, spatial niche,temporal niche.