

综防区和化防区稻田害虫-天敌 群落组成及多样性的研究

万方浩 陈常铭

(湖南农学院)

摘 要

本文对长沙地区综合防治区和化学防治区稻田害虫-天敌群落特性进行了研究。

1. 综防区害虫类、寄生昆虫类、蜘蛛类的种类丰富度几乎为化防区的2倍,捕食昆虫类是化防区的3倍以上。

2. 利用双轴系统的二维排序表明:害虫-天敌群落的组成变化受它们所处环境和所处时间的影响,水稻品种对群落组成的影响并不重要。

3. 综防区、化防区害虫-天敌群落的优势种基本一致。综防区群落各营养层的优势集中性较化防区小。

4. 综防区群落的多样性高于化防区。早稻季内的多样性高于晚稻。杀虫药剂对群落多样性的影响是决定群落结构水平的重要因素,环境复杂程度主要影响群落中的稀有种类。综防区害虫-天敌群落的内部结构较化防区稳定,抗灾变能力和自动平衡的调节能力较化防区强。

5. 多样性是种类丰富度和均匀性的函数。早稻季内影响多样性的主要成分是种类丰富度(占多样性变异的81.7—87.4%);晚稻季内影响多样性的主要成分是均匀性(占多样性变异的70.7—75.9%)。

多样性是群落可测性特性之一,是研究群落结构水平的指标。50年代以来,生态学家陆续提出了各种多样性指数(Simpson, 1949; Hurlbert, 1971; Pielou, 1975, 1978)。广泛被使用的是Shannon-Weaver信息论指数以及Simpson指数。许多应用生态学家曾应用不同的指数对各种生物集合进行多样性格局分析,探讨多样性所能反映出的群落生态学特性(Heyer, 1973; Hurtubia, 1973; Wiegert, 1974; Schering, 1982; Pfadt, 1982; 吴亚等, 1980, 1982; 金翠霞等, 1981; 罗志义, 1982)。这些研究表明多样性取决于群落中的种类数和均匀性。它不仅反映群落中物种的富集度、变异程度,而且在不同程度上可反映不同的地理、自然环境条件与群落的发展情况。但对单一作物的农田昆虫群落、特别是稻田昆虫群落多样性的研究,以及对在不同管理对策(综防、化防)下多样性变化特性的研究,报道极少。

近十年来,被视为生态学法则的“多样性导致稳定性”的理论受到了怀疑和冲击(May, 1973; Goodman, 1975)。但Risch等(1983)对150篇有关文献进行总结时发现:在所涉及的198种食草动物中,有53%的种在更多样化的系统中丰盛度较低,仅18%的种丰盛度稍高。他们认为如果根据几个理论模式或野外资料就拒绝“多样性导致稳定性”的理论是不可取

* 本文系中国科学院科学基金会资助课题内容之一。承中国科学院动物所虞佩玉副研究员、湖南师范大学王家福副教授、本院宋慧英副教授、游兰韶讲师鉴定部分标本,均此致谢。

的。那么,使农田昆虫群落形成较为复杂或较为稳定的结构能否成为抑制害虫大发生的手段呢?

本文试图以整体观讨论不同管理对策(综防、化防)下稻田害虫-天敌群落的某些特性,并对其多样性的变化特性加以分析比较,以期为现代稻田害虫管理理论和实践提供一些依据。同时企图为系统分析和系统工程在农业生产中的应用和发展,提供害虫-天敌群落方面的某些信息。

一、研究设计及方法

野外调查在长沙县花桥村和中华村双季稻田进行。就整个稻区与外界其他环境的复杂性而言,花桥村整个环境系统较为复杂。花桥村为综合防治区,采用综合防治已有6年历史;中华村为化学防治区,主要依靠农药控制虫害。1983年在综防区和化防区分早、晚稻两季,选土壤类型、栽培管理、生育期(中熟品种)相近的稻田各两丘,1984年仅在综防区选不同成熟期的早稻田三丘进行系统调查,每丘面积均在1.5亩以上。所选田丘尽可能远离山丘和沟港,并以当地用药水平为准,不另行处理和指导用药。

取样方法:对蛀茎螟虫类采用平行跳跃式取样,对寄生类昆虫采用网捕法取样,对其他类害虫、捕食类昆虫、蜘蛛均采用棋盘式10点取样。(1)平行跳跃式取样:双行平行跳跃,每行取样10点,每点10丛,共计200丛;(2)棋盘式10点取样:每丘取样10点,每点20丛,共计200丛。先观测稻丛间活动的种类,然后观测水面上的种类,最后观测叶面和茎秆上的种类,并分别记载其数目。对卵、蛹、鳞翅目成虫等不予记数;(3)网捕法:用直径30厘米,网眼为32筛目的捕虫网,在晴天上午顺同一方向,每田随机网捕100网,于室内鉴定寄生性种类并记数。

早稻从5月中旬至7月底;晚稻从8月初至11月底;每隔10天调查一次,总计87丘次。

二、结果与分析

1. 稻田害虫-天敌群落的种类组成

据1983、1984年调查,长沙县路口乡稻区害虫有56种,分属于7目24科;寄生类昆虫有98种,分属于4目24科;捕食类昆虫62种,分属于5目16科;蜘蛛类49种,属1目10科,共计265种。

综防区与化防区的害虫-天敌群落种类组成存在较大差异(表1)。综防区各类种数几乎

表1 1983年综防区(I)、化防区(C)害虫、天敌类种数
table 1 the number of species of pests and natural enemies in IPM
area (I) and chemically controlled area (C), in 1983

区	类	害虫类	寄生类昆虫	捕食类昆虫	蜘蛛类	总种数
I		46	79	41	30	196
C		28	44	11	20	103

是化防区的 2 倍，捕食类昆虫是化防区的 3 倍多。但就主要类群的发生量占各自总发生量的相对丰盛度来比较（图 1），其差异远不如种类数比较的那样大。早稻季内两区各主要类群相对发生量差异最大的是狼蛛类（10.2%）；晚稻季内相对发生量差异最大的是飞虱类

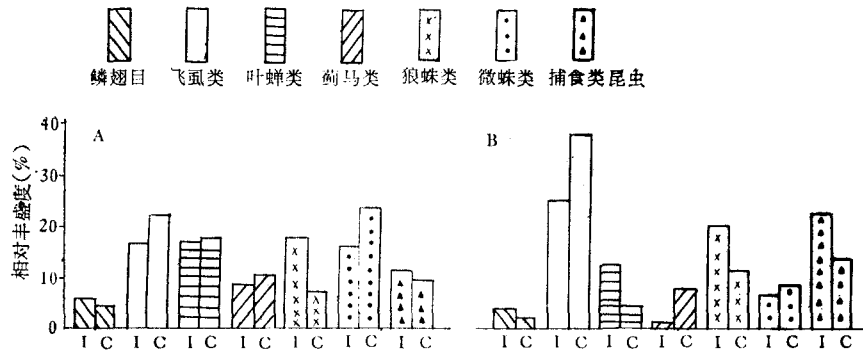


图 1 1983 年综防区 (I)、化防区 (C) 主要昆虫蜘蛛类群相对丰盛度

A: 早稻季 B: 晚稻季

fig. 1 the relative abundance of the major insect and spider groups in IPM area (I) and chemically controlled area (C)

A: early rice B: late rice

(14.1%)。从图 1 还可看出：两区早稻季内的各类相对丰盛度比晚稻季内的相对差异要小，综防区早、晚稻季内的相对差异分别为 9.1%、23%，化防区的分别为 19.2%、35.8%。

2. 不同实体集合的二维排序

利用排序技术是研究群落组成变化的途径之一。

本文将移栽后的水稻生育期分为三个阶段：分蘖期、孕穗抽穗期和灌浆成熟期。以不同稻型（即不同区、季中的品种）作为环境变量，以在这些环境变量中组成不同实体集合（群落）的种作为实体属性，对三个阶段分别进行排序。其目的在于了解各阶段内实体组成的变化和比较不同阶段实体组成的变化。

我们采用了计算较方便的极点排序法（阳含熙等，1983）。先确定成对实体间的相异程度，然后进行双轴系统的二维排序。以 X 轴示最大实体差异展开的方向，Y 轴示其他实体组合最大变异性展开的方向。对三个阶段分别进行排序，各阶段内作为组成群落属性的种的个体数取各次调查的算术平均数，并进行平方根转换。其实体在二维空间中的排序位置见图 2。

排序检验表明：排序基本上是成功的。尤以分蘖期、孕穗抽穗期的排序效果为最好，相关系数 r 分别为 0.94 ($p < 0.01$) 和 0.87 ($p < 0.01$)，实体间的不相似值与实体在二维空间中的欧氏距离的直线回归方程分别为： $\xi_1 = -7.7237 + 1.0345\eta_1$ 和 $\xi_2 = -19.836 + 0.8736\eta_2$ 。灌浆成熟期的排序效果稍差，相关系数 r 为 0.72 ($p < 0.01$)，回归方程为 $\xi_3 = -9.3558 + 0.9903\eta_3$ 。

由图 2 看出：不同实体集合在不同时期沿 X 轴和 Y 轴展开的顺序有所不同。考虑不同实体在二维空间中的位置并参考其重要值（括号内之数，为组成实体的种的个体数平方根之和），每个图中都可分割出四个点集（AB、CD、EF、GH）。由此可以认为：以双轴系统的排序所反映的是：在各个阶段，害虫-天敌实体集合的组成变化受不同区域和不同季节的影响，

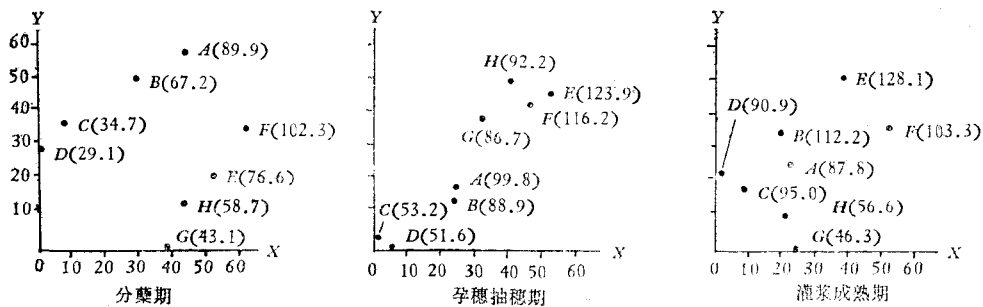


图2 不同实体集合的二维排序图

fig. 2 graph depicting the two-dimensional community ordination in different collections, 括号内数值为重要值 (个体数) 平方根之和。A和B、E和F分别为综防区早、晚稻田中的四个不同实体, 品种分别为78-1000, 79-1163, 余赤231-8, 威优6。C和D、G和H为化防区早晚稻田中的四个不同实体, 品种分别为威优98, 76-1163, 余赤231-8, 威优6。

即受它们所处的环境 (地理位置、环境复杂程度) 和所居时间的影响, 而不同稻型 (品种) 对实体组成的影响是不重要的。

同时, 各点集反映了实体组成的演变过程 and 变化速率。分蘖期: 无论早、晚稻, 都有一个害虫-天敌实体集合的建立过程。这时, 受地理环境和生态条件影响的种的迁入快慢、种类数目及每个种的相对丰盛度, 使得构成各点集的实体在种的组成上变化速率较大 (1.0345), 各点集在二维空间中分离零散。孕穗抽穗期: 实体集合已经建立。这时, 实体组成的变化主要表现在如何抗衡环境影响、瓜分有效资源、调节种间关系, 使结构稳定。因此, 其组成的变化速率势必减小 (0.8736), 各点集在二维空间中趋于集中。灌浆成熟期: 随着食料条件的恶化和前一时期的外界环境积累的影响, 内部结构趋于解体, 其组成的变化速率开始增大 (0.9903), 各点集又趋于分散。

3. 主要优势种及其季节变化

经用Berger-Parker优势度指数来测定各营养阶层中的优势种, 结果见表2。并以 Simpson优势集中性指数 (参阅 Odum, 1983) 测定各营养阶层的优势集中性, 结果见表3。

从表2看出: 捕食类昆虫的优势种为宽尾蝽 (*Microvelia* spp.)¹⁾、黑肩绿盲蝽 (*Cyrtorhinus lividipennis*)、重寄生类昆虫的优势种为稻苞虫金小蜂 (*Eupteromalus parnarae*)。蜘蛛类的优势种为拟水狼蛛 (*Pirata subpiraticus*) 和食虫瘤胸蛛 (*Oedothorax insecticeps*)。寄生蜂类昆虫的优势种为纵卷叶螟绒茧蜂 (*Apanteles cypris*)、螟蛉绒茧蜂 (*A. ruficrus*)。害虫类的优势种在季节上变化较大, 综防区早稻季内的优势种为黑尾叶蝉 (*Nephotettix cincticeps*) 和白背飞虱 (*Sogatella furcifera*); 晚稻季内是褐飞虱 (*Nilaparvata lugens*)。化防区早稻季内占优势的种为白背飞虱; 晚稻季内的优势种为褐飞虱、白背飞虱。

从表3的序列来看, 各营养阶层的优势集中性在各区、季基本上趋于一致, 尤以捕食类昆虫、蜘蛛类的优势集中性为高。综防区早稻季内的害虫集中性最小。以表3的横列比较, 化防区各营养层的优势集中性几乎总是大于综防区。

4. 群落多样性和均匀性

1) 多样性、均匀性的时间格局 群落多样性的测定采用Shannon-Weaver指数:

1) 包括两个种: 稻田宽尾蝽、尖钩宽尾蝽。

表 2 各营养层中主要种类的优势度¹⁾

table 2 the dominance of major species at different trophic levels

营 养 层	主要种类	综 防 区				化 防 区			
		早 稻 田		晚 稻 田		早 稻 田		晚 稻 田	
		指 标	序 列	指 标	序 列	指 标	序 列	指 标	序 列
害 虫 类	褐 飞 虱	0.1081	4	0.3961	1	0.1114	4	0.3826	1
	白 背 飞 虱	0.2294	2	0.1530	3	0.4944	1	0.3208	2
	黑 尾 叶 蝉	0.2521	1	0.1175	4	0.1547	3	0.0635	4
	蓟 马 ²⁾	0.1497	3			0.2275	2	0.1148	3
	白 翅 叶 蝉			0.2012	2				
蜘蛛类	拟 水 狼 蛛	0.4143	1	0.5442	1	0.1721	2	0.3250	1
	食 虫 瘤 胸 蛛	0.3850	2	0.1840	2	0.5522	1	0.2393	2
捕食类昆虫	宽 尾 蝽	0.5808	1	0.6156	1	0.7225	1	0.8074	1
	黑 肩 绿 盲 蝽	0.1142	2	0.3395	2	0.1059	2	0.1821	2
寄 生 类	纵卷叶螟绒茧蜂	0.0414	2	0.2855	1	0.0711	2	0.3877	1
	螟 蛉 绒 茧 蜂	0.3517	1	0.1001	3	0.2055	1	0.0993	∞
	拟螟蛉绒茧蜂	0.0276	3	0.1145	2	0.0514	3	0.1397	2
重寄生	稻苞虫金小蜂 ³⁾	0.1947	1	0.1273	1	0.4901	1	0.5510	1

1) Berger-Parker指数: $I = N_{max}/N_T$ 。 N_{max} ——优势种种群数量, N_T ——全部种的种群数量。

2) 未分到种。

3) 多为重寄生。

表 3 各营养层优势集中性测量¹⁾

table 3 the measurement of dominant concentration at different trophic levels

营 养 层	综 防 区				化 防 区			
	早 稻 田		晚 稻 田		早 稻 田		晚 稻 田	
	指 标	序 列	指 标	序 列	指 标	序 列	指 标	序 列
害 虫 类	0.1603	4	0.2382	3	0.3120	3	0.3025	3
捕食类昆虫	0.3632	1	0.4946	1	0.7417	1	0.6941	1
蜘蛛类	0.3272	2	0.3669	2	0.3521	2	0.3180	2
寄生类昆虫	0.1648	3	0.1259	4	0.1907	4	0.2926	4

1) 优势集中性指标: $C = \sum(n_i/N)^2$ 。 N_i ——每一个种的个体数, n ——总个体数。

$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$ 。其中 $P_i = n_i/N$, n_i 为第 i 个种的个体数, N 为总个体数, S 为种类数。均匀性指数 (J) 的测定采用下式: $J = H' / \ln S$ 。对各实体及其中的害虫类、寄生昆虫类、捕食类 (包括蜘蛛) 分别进行 H' 、 J 、 N 、 S 的统计。考虑到实体排序的结论, 将各区、季内不同实体联合为害虫-天敌群落、寄生类、捕食类亚群落进行格局分析。

在时间格局分析中, 只考虑不同季节和不同区域, 不考虑同区域中的不同类型田 (排序结果)。取群落各特性的平均数绘制成图 3。

从图 3 看出: 水稻生育前期, 多样性由低到高, 生育后期则有下降。各类群落的多样性受农药干扰都很敏感。每次施药后 (箭头示施药时间), 多样性都有降低, 对寄生类亚群落的影响尤为突出。就晚稻季节来看, 各多样性曲线在每次施药后下降幅度较大, 而回升幅度小 (如害虫-天敌群落、害虫亚群落)。就不同区域而言, 综防区早、晚稻各亚群落的多样性波动幅度和频率基本一致 (除害虫亚群落外), 多样性虽受到农药的影响, 但可回升或维持。化防区早、晚稻各亚群落的多样性趋势不一致, 晚稻季内各亚群落多样性均有几次低值。可见稻田用药对害虫-天敌群落有较大的破坏作用。按时间序列比较, 综防区各多样性的起始速度总是大于化防区, 且其 H' 值几乎总是高于化防区。两区各类型群落的多样性 (除早稻季捕食类亚群落外) 均有显著 ($p < 0.05$) 或极显著 ($p < 0.01$) 的差异 (表 4)。这些趋势表明: 杀虫药剂对多样性的影响是决定稻田害虫-天敌群落结构、变化的重要因素之一。

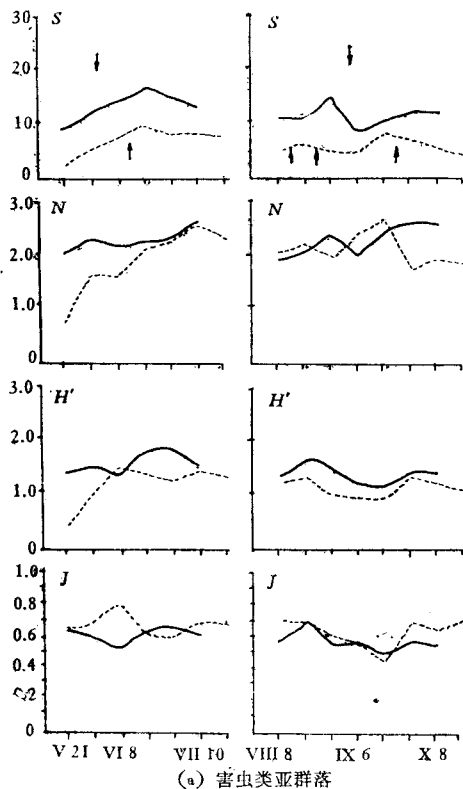


图 3(a)

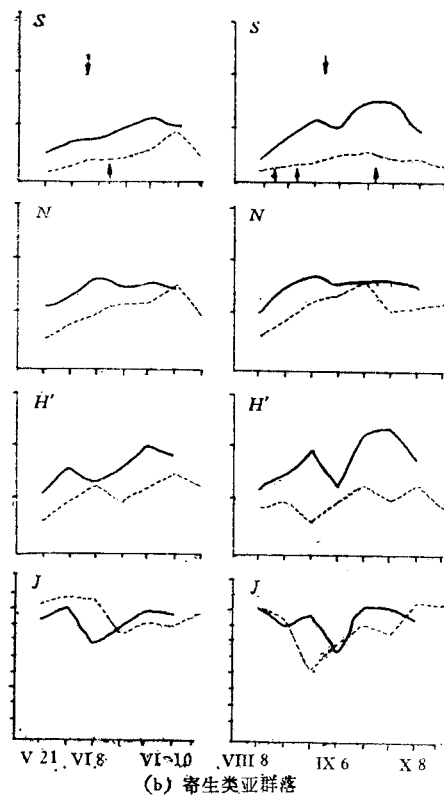


图 3(b)

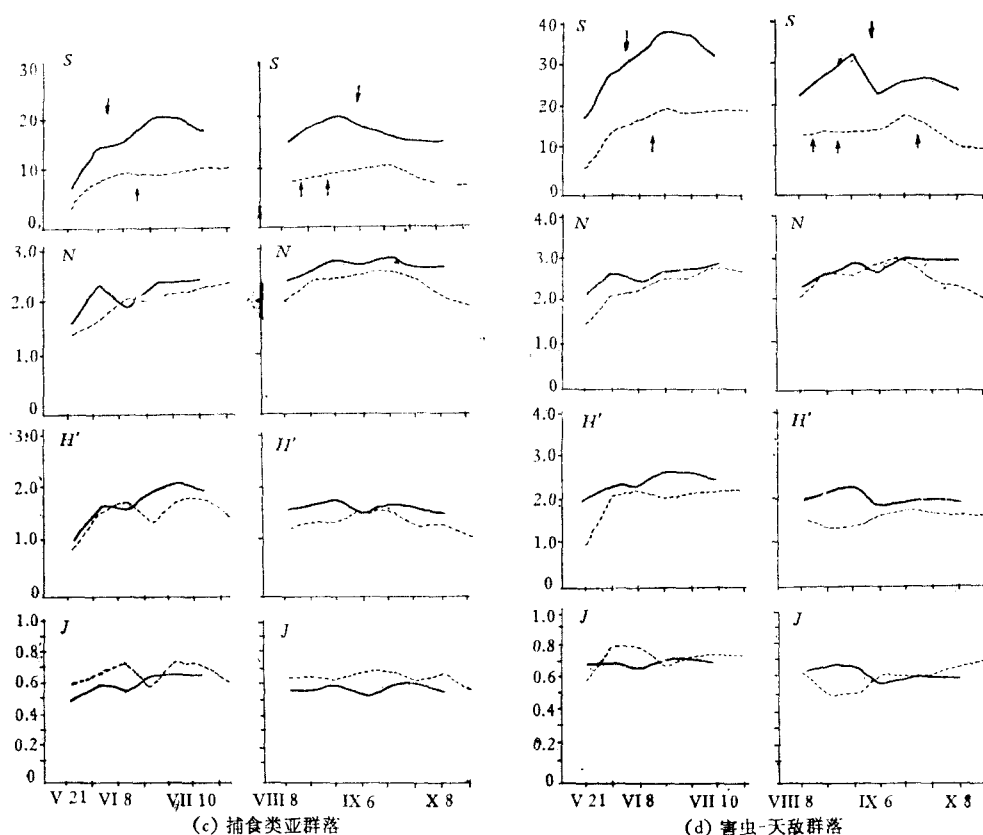


图3 群落种类丰富度 S 、个体数 N （取对数值）、多样性值 H' 、均匀性 J 的时间格局图
fig. 3 graph depicting time-pattern tendency of community species (S), individual numbers (N , log-values), species diversity (H') and evenness (J)

实线为综防区, 虚线为化防区。箭头示施药时间 (↓为综防区, ↑为化防区施药时间)。

均匀性的时间格局呈现与多样性时间格局相同的趋势。多样性高时或低时, 均匀性相应地高或低; 药剂对均匀性的影响也与对多样性的影响一致。化防区各群落的均匀性在多数情况下大于综防区, 但差异性检验仅表明捕食类亚群落的均匀性有显著 ($p < 0.05$) 差异, 其余的无显著差异。

种类丰富度在早、晚稻季内随时间序列而增加, 水稻生育后期则下降。药剂对种类丰富度的影响在晚稻季内较为突出。综防区各种类丰富度总是高于化防区, 表4方差分析表明: 除晚稻害虫-天敌群落种类丰富度差异显著外 ($p < 0.05$), 余皆极显著 ($p < 0.01$)。

总个体数在各类群落中总的趋势由低到高。综防区捕食类、寄生类亚群落的总个体数几乎总是大于化防区, 除了早稻季内的捕食类外, 其差异性显著 ($p < 0.05$) 或极显著 ($p < 0.01$)。总个体数曲线比化防区的要平稳。害虫类亚群落的总个体数曲线, 综防区呈较平稳的趋势, 而化防区呈急剧波动性上升或急剧下降趋势。

就同区不同季节的差异性比较来看, 害虫-天敌群落在多样性、均匀性间均有显著 ($p < 0.05$) 或极显著 ($p < 0.01$) 差异。但种类丰富度、总个体数无显著差异。这表明不同季节中群落组成所能维系的种类数以及所能容纳的“量”上基本上是一致的, 但在群落的结构、种

表 4 各类群落种类丰富度 S 、总个体数 $N^{1)}$ 、多样性 H' 、均匀性 J 的方差分析 (Duncan法)table 4 the analysis of variance of species richness (S), total individual numbers (N), diversity (H') and evenness (J) in different communities

群落类型	群落特性	比较类型 ²⁾			
		I早×C早	I晚×C晚	I早×I晚	C早×C晚
害虫-天敌群落	S	**	*	—	—
	N	—	—	—	—
	H'	*	**	*	*
	J	—	—	*	**
害虫亚群落	S	**	**	—	—
	N	—	—	—	—
	H'	**	*	—	—
	J	—	—	—	—
捕食类亚群落	S	**	**	—	—
	N	—	**	**	—
	H'	—	**	—	—
	J	*	*	—	—
寄生类亚群落	S	**	**	—	—
	N	*	*	—	—
	H'	*	**	—	—
	J	—	—	—	—

1) 经平方根转换后再统计。

2) 比较类型中: I早为综防区早稻, C早为化防区早稻, 余类推。

表中符号: ** 极显著, $p < 0.01$; * 显著, $p < 0.05$; — 不显著。

的个体数分布上是不一致的。

从表 4 可知, 害虫-天敌群落混淆了亚群落的差异。四类群落特性在同季不同区的比较中, 害虫-天敌群落的总个体数与均匀性均无显著差异, 而在捕食类亚群落中, 总个体数在晚稻季有极显著差异 ($p < 0.01$), 均匀性在早、晚稻季均有显著差异 ($p < 0.05$); 害虫亚群落的总个体数、均匀性与害虫-天敌群落的一致, 均无显著差异。由此可以认为群落所受到的干扰作用主要反应在捕食类亚群落上。害虫-天敌群落的多样性在同季不同区的比较类型中, 早稻有显著差异 ($p < 0.05$), 晚稻有极显著差异 ($p < 0.01$); 但在害虫亚群落中, 早稻季有极显著差异 ($p < 0.01$); 晚稻季有显著差异 ($p < 0.05$); 捕食类亚群落早稻季无显著差异, 晚稻季有极显著差异 ($p < 0.01$)。这说明多样性在受到干扰时, 反应在各类群上的影响是不同的, 并且在不同季所受影响程度也有所不同。因此, 在分析害虫-天敌群落特性的时间格局时, 要考虑到其中各类群所能反应出的效应。

就种类丰富度、总个体数的差异性来看, 种类丰富度在同季的类型比较中, 均有极显著或显著差异, 但总个体数仅晚稻季捕食类亚群落有极显著差异。结合考虑图 3 中各类群落的种类丰富度曲线可知, 造成这种现象的主要原因可能是由于两区地理环境复杂性不同所致。

综上所述, 稻田害虫-天敌群落的组成、结构、功能和变化, 主要取决于人为的干扰活动(农药施用)和环境的复杂程度。杀虫药剂对群落多样性的影响是决定群落结构水平的重要因素, 环境复杂程度主要影响群落中的稀有种类。天敌类群对杀虫药剂破坏作用的反应比害虫类群敏感。各类群落特性的趋势比较以及差异性检验表明: 综防区害虫-天敌群落内部结构较化防区稳定, 抗衡环境变化与自动平衡的调节能力较化防区强。

2) 多样性、均匀性的空间格局 图4示以害虫-天敌群落和亚群落为实体空间, 按平均多样性大小排列的格局。由图4a可知:

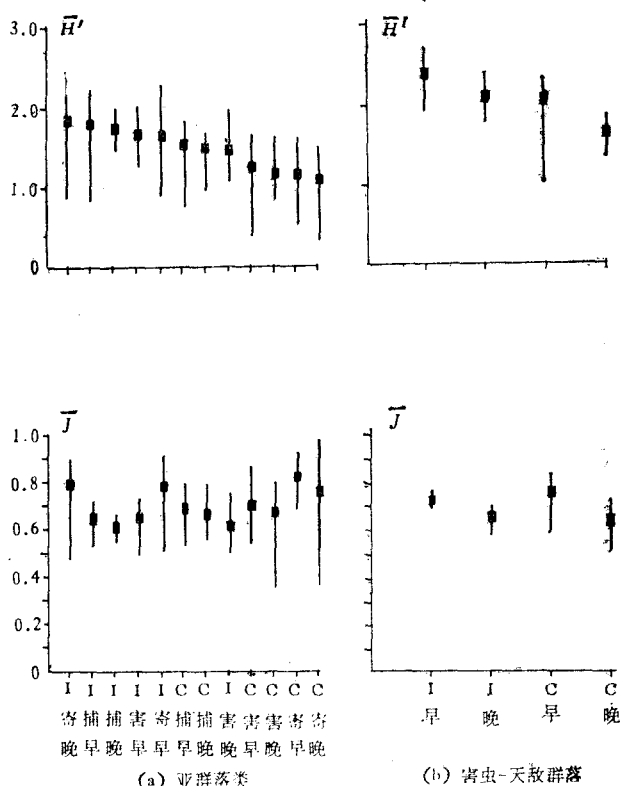


图4 平均多样性($\bar{H}'$)和平均均匀性($\bar{J}$)的空间格局
fig. 4 the space-pattern of average diversity ($\bar{H}'$) and average evenness ($\bar{J}$)

I₁: IPM area; C₁: chemical control area.

I₂: 综防区 C₂: 化防区

早、晚分别为早稻季、晚稻季

寄、捕、害分别代表寄生类、捕食类、害虫类

点代表平均值; 竖线示最大、最小值范围

可知: 综防区各亚群落的多样性均大于化防区相应亚群落的多样性。在同一区域内, 综防区天敌类亚群落(除早稻季外)的平均多样性均大于害虫类的; 化防区的平均多样性则按捕食类亚群落、害虫亚群落、寄生类亚群落大小排列。平均均匀性的格局与平均多样性的格局不一致。图4b示以害虫-天敌群落(不包括寄生类)平均多样性大小排列的格局。综防区早、晚稻季的平均多样性均大于化防区。两区晚稻季的平均多样性均小于相应的早稻季。化防区早、晚稻的平均均匀性均大于综防区。两区早稻季内的平均均匀性大于相应的晚稻季。

3) 多样性主要成分分析 综防区、化防区多样性与均匀性及种类丰富度的变化有一定的趋势, 但这种趋势的定量关系并未明确。经以种类丰富度(S)、均匀性(J)、和总个体数(N)作自变量, 以多样性(H')作因变量, 进行多元逐步回归分析(表5), 结果表明: 早稻季内、影响群落多样性的主要成分是种类丰富度。综防区多样性变化的87.4%受种类丰富度的影响; 化防区81.7%受种类丰富度的影响。

晚稻季内, 影响群落多样性的主要成分是均匀性, 综防区多样性变化的75.9%受均匀性的影响, 化防区70.7%受均匀性的影响。

影响群落多样性的主要成分随季节而改变。在稻田害虫-天敌群落中, 由于作物单一和季节性收割, 多样性年间积累比较困难。在以时间为序列的系统调查中, 早稻季内主要是种的逐渐迁入、定居和积累。此时, 影响多样性的主要成份是种类丰富度。晚稻季内, 在早稻季种类丰

表 5 以多样性 H' 作因变量, 种类丰富度 S 、均匀性 J 和总个体数 N 作自变量的多元逐步回归分析结果
table 5 results of stepwise multiple regression using diversity (H') as the dependent variable and richness (S), evenness (J) and total individual number (N) as the independent variables

群 落 类 型	回 归 步 骤	独 立 变 量	R^2 1)	占 H' 变异的 %
综防区早稻	1	S	0.87351	87.4
害虫-天敌群落	2	J	0.99220	11.8
化防区早稻	1	S	0.81722	81.7
害虫-天敌群落	2	J	0.99996	18.2
综防区晚稻	1	J	0.75904	75.9
害虫-天敌群落	2	S	0.99882	24.0
化防区晚稻	1	J	0.70698	70.7
害虫-天敌群落	2	S	0.98599	27.9

1) R^2 = 复相关系数平方 = 进入该步时, 所有自变量引起的 H' 总变异。

富度积累的前提下, 群落中组成的变化主要体现在每个种个体数分布的均匀程度上 (受群落容量和资源限制), 因而晚稻季内影响多样性的主要成分是均匀性。

三、讨 论

在由人工控制的农田群落中, 结构链锁单纯而易于瓦解, 致使群落稳定性较低。如果农田群落的组成结构形成十分复杂的食物链锁, 形成呈松散状态具有更多反馈回路的网络结构, 群落中的物种就会有更多的缓冲物、缓冲回路来对付环境的灾变, 保持群落结构的稳定性。最简单地是用群落的属性来定义稳定性: 数量稳定性、相对丰盛度格局稳定性、优势度稳定性、种的组成稳定性。正如图 3 所示: 化防区由于多次施药扰乱 (特别是晚稻季内的个体数曲线), 群落结构明显地比综防区不稳定。就这种粗略的比较来看, 高群落多样性导致高群落稳定性。同时高环境稳定性是高群落多样性的基础。因此有: 环境稳定性→群落多样性→群落稳定性。但是, 多样性只是群落稳定性的一个尺度, 不能等同于稳定性。

在稻田害虫-天敌群落中, 多样性作为一个重要特性至少与下列因素有关: (1) 组成群落所处的环境和时间, 初级生产者资源的多样化、质量和数量; (2) 群落与迁移者来源地的距离和迁移者所需时间的长短; (3) 作物-害虫、寄主-寄生物、猎物-捕食者共同发展所需的时间; (4) 各物种本身的特性: 繁殖对策、食性、活动能力与范围、资源限制性或非资源限制性; (5) 各物种对环境灾变的抵抗力 (尤其对农药); (6) 环境灾变程度与频次; (7) 稻田栽培管理措施; (8) 无意识的保护或破坏性活动。

参 考 文 献

- 阳含熙、卢泽恩 1983 植物生态学的数量分类方法。科学出版社。
- 吴亚、金翠霞 1982 高寒草甸土壤生态系统结构及昆虫群落的某些特征。生态学报 2 (2):151—159。
- 1980 草甸昆虫群落及其空间与时间结构。昆虫学报 23 (2):156—165。
- 金翠霞、吴亚 1981 群落多样性测定及其应用的探讨。昆虫学报 24 (1):28—33。
- 罗志义 1982 上海佘山地区棉田节肢动物群落多样性分析及杀虫剂对多样性的影响。生态学报 2 (3):255—266。
- Goodman, D. 1975 The theory of diversity-stability relationships in ecology. *The Quarterly Review of Biology* 50 (3):237—266.
- Heyer, W.R. et al. 1973 Species diversities of Herpetofaunal samples from similar microhabitats at two tropical sites. *Ecology* 54 (3):642—645.
- Hurlbert, S.H. 1971 The nonconcept of species diversity: A critique and alternative parameters. *Ecology* 52 (4):577—586.
- Hurtubia, J. 1973 Trophic diversity measurement in sympatric predatory species. *Ecology* 54 (4):885—890.
- May, M.R. 1973 Qualitative stability in model ecosystems. *Ecology* 54 (3):638—641.
- Odum, E.P. 1983 Basic Ecology. Saund, Col. Pub.
- Pfadt, R.E. 1982 Density and diversity of Grasshoppers (Orthoptera:Acrididae) in an outbreak on Arizona rangeland. *Environ. Entomol.* 11 (3):690—694.
- Pielou, E.C. 1978 (卢泽恩译) 数学生态学引论。科学出版社。
- 1975 Ecological diversity. John Wiley & Sons, New York.
- Risch, S.J. et al. 1983 Agrocystem diversity and pest control: data, tentative conclusions, and research directions. *Environ. Entomol.* 12:625—629.
- Schering, J.F. et al. 1979 Spatial and temporal patterns in Iowa shore fly diversity. *Environ. Entomol.* 8:879—882.
- Simpson, E.H. 1949 Measurement of diversity. *Nature* 163:688.
- Wiegert, R. G. 1974 Litterbag studies of microarthropod population in three south Carolina fields. *Ecology* 55 (1):94—102.

STUDIES ON THE STRUCTURE OF THE RICE PEST-NATURAL ENEMY COMMUNITY AND DIVERSITY UNDER IPM AREA AND CHEMICAL CONTROL AREA

Wan Fanghao Chen Changming

(Hunan Agricultural College)

In the paper, the characteristics of the pest-natural enemy communities in paddy fields were studied. in two areas in which different managerial measures were taken, i.e. integrated pest management and chemical control.

1. The species richness in the pest group, parasite group and spider group in the IPM area (IPMA) was almost twice as much as those in the chemical control area (CCA). The species richness of the predator group in the IPMA was 3 times more than that in the CCA.

2. By using a two-dimensional community ordination technique in the bi-axial co-ordination system, it was shown that the composition changes of the communities were affected by the temporal and spatial conditions which the communities occupied. Different varieties of rice were unimportant for the composition of the communities.

3. The dominant species in the pest-natural enemy communities in two areas were almost the same. Dominant concentration of each trophic level of the communities in the IPMA was smaller than that in the CCA.

4. The diversities in the IPMA were larger than in the CCA, and in the early rice than in the late rice. the influence of using chemicals on the community diversity was the important factor determining a community constitutional level. The environmental complexity mainly affected appearance of rare species in the communities. The tested and analyzed differences of community characteristics showed that the internal structure of the pest-natural enemy communities in the IPMA was more stable than in the CCA. The capability of the communities to resist environmental disasters and regulate the community self-balance in the IPMA was stronger than in the CCA.

5. The diversity was a function of species richness and evenness. The main component affecting diversity was species richness (accounted for 81.7—87.4% of the variation in diversity) in the early rice; and species evenness (accounted for 70.7—75.9% of the variation in diversity) in the late rice.