

沈阳地区稻田节肢动物群落结构及群落生态研究

郭玉人

(上海市农业技术推广服务中心, 上海 201103)

摘要:通过对沈阳地区稻田生态系统节肢动物群落结构及群落生态研究,共查得,属昆虫纲的有 10 个目 29 科 66 种,其中天敌昆虫种类有 7 目 20 科 51 种,属蜘蛛纲的有蜘蛛目 10 科 20 种。用空间及时间生态位分析了害虫与天敌两个营养阶层间的关系。稻田生态系统节肢动物的多样性指数、均匀度与优势度分析表明,各类群落受外界干扰都很敏感,且表现一致性。依据节肢动物群落的结构及规律,结合沈阳地区水稻生长、栽培条件,用最优分割方法将稻田群落分为 4 个阶段,并提出不同阶段害虫群落特点及害虫防治对策。

关键词:稻田;节肢动物;群落;生态位;多样性

The constructions and ecology of arthropod community of paddies in Shenyang

GUO Yu-Ren (Shanghai Extension and Service Center of Agricultural Technology, Shanghai 201103, China).

Acta Ecologica Sinica, 2001, 21(11): 1854~1862.

Abstract: Arthropod community is an important part of eco-system of paddy-field. Studies on its community are one of basic work on dynamics, forecast and optimum control of rice insect pests. The construction, alteration law, niche and diversity of arthropod community in paddy-fields were primarily conducted by the method of systematic survey in field combined with laboratory experiment, base on the data from the field investigation and experiment.

Through a systematic investigation, spot observation and indoor raising, the arthropods in rice fields including 10 orders, 29 families, 66 species of insect (included 7 orders, 20 families, 51 species of natural enemies) as well as 10 families, 20 species of Arachnoidea were found. The dominant species of insects in Nongda, Wangjia and Damiao experimental fields are *Naranga aeneascens*, *Delphacidae* (*Nilaparvata lugens* and *Sogatella furcifera*), *Oxya chinensis*, and these three pest species number to total species number in percentage was 81.71%, 97.08% and 80.18% respectively in Nongda, Wangjia and Damiao experimental field. The major insect natural enemies were *Ichneumonoidae*, *Nabis steniferus*, *Paederus fuscipes*, *Libellulidae* and *Coccinellidae*, and there seasonal abundance changes with the insect pest population dynamics. *Clubiona japonicola*, *Erigonidium graminicolum*, *Misumenops tricuspoidatus*, *Tetragnatha extensa* and *Argiops bruennichthata* were the dominant species of paddy spider sub-communities in three fields in order, amounted to 89.92% of the total ones, especially the first three species amounted to 75.53%.

沈阳农业大学黄峰教授,黑龙江省植检植保站李森研究员,南京农业大学张孝羲教授,沈阳农业大学王小奇教授、封洪强老师,对此项研究给与很大帮助,在此表示深深谢意!

收稿日期:2000-06-24;修订日期:2001-10-08

作者简介:郭玉人(1953~),女,哈尔滨人,高级农艺师,硕士。主要从事农作物病虫害预测预报与防治技术的研究。

The relationships between two trophic levels of pests and natural enemies were analysed by temporal and spacial niche. According to the temporal niche widths value $B(I)$, it could be seen that the time that *Oxya chinensis* harmed rice was longer than *Naranga aenescens*, *Delphacidae*. The occurrence period of *Coccinellidae*, *Itopectis narangae* was longer than the other natural enemies. *Clubiona japonicola*, *Erigonidium graminiculum* happened much longer among spiders. The time niche overlapping values showed the synchronous degree that insects and natural enemies occurred. In general, temporal niche overlapping value of insect pests and natural enemy was very high, about >0.9500 , perhaps this was a distinguishing feature between the northern paddy system and the southern one.

The analysis of community diversity, evenness and dominance showed that three paddy communities were all sensitive to outside interference, and appeared consistently. The results showed that H' value of paddy arthropod was low (<3.0) and this indicated that the stability of the community was poor. D value of pests was high and the dominance was large at the earlier stage of rice growth, then, D value of insect natural enemy increased and the d value of insects pests decreased with the growth of crops and the increase of the number of natural enemies. The number of insects and natural enemies was little and the E value was small and the evenness was poor at the initial stage of rice growth. But the E value inclined to 1 with the increase of the insects pests and the natural enemies population. It was time that the communities of the whole paddy system were evenest.

According to the construction and fluctuation of paddy Arthropod communities and the rice growth and the cultivated condition, the paddy communities were divided into four periods by using the optimal point analysis method. The characteristics and management strategies of pest communities in different periods were discussed. The characteristics in each period of Arthropod communities were seen according to the four periods combined with climate factors and the season change of main insects and natural enemies.

The early of May to the end of June, from rice transplanting rice seedlings to tiller stage, Arthropod communities of paddy system is at the beginning period. Only the first generation of *Naranga aenescens* was abundant at Nongda, Wangjia and Damiao at this period and the number of *Oxya chinensis* and *Delphacidae* was little. The insect natural enemies was most abundant, about 40% and the pests didn't harm the crops. The rice had good ability of compensation at this period. Therefore, comprehensive agriculture prevention should be stressed. The chemical prevention should not be adopted.

The early of July to the end of July, from rice jointing stage to earing stage, Arthropod communities of paddy system was at the developing period. Meanwhile it was time that rice grew and the second generation of *Naranga aenescens*, *Oxya chinensis*, *Chilo suppressalis*, *Delphacidae* harmed. The number of insect pests at the three fields amounted to 72.8%, 94.9% and 79.8% of the total number respectively at this time; The number of natural enemies only accounted for 29.1%, 5.08% and 20.1%. The number of insects exceeded the number of natural enemies. It was time to adopt chemical prevention. Selective pesticide should be chosen and wide-ranging pesticide should be restricted.

The early of August to the first ten days of August, the rice was in the milk, this time was very important to the output of rice and this time was that *Delphacidae* harmed. If the insects was rampant at this time, the output of rice would decrease. Hence, we should pay attention to control *Delphacidae*.

The middle of August to October, the rice was ripen. *Naranga aenescens* overwinter with the pupa. The densities of pests was decrease, but the natural enemies was more. In this period, the protection for insect natural enemies should be paid attention, and the pesticide should be used less.

Key words: constructions; ecology; arthropod community; paddy

文章编号:1000-0933(2001)11-1854-09 中图分类号:Q968.1 文献标识码:A

稻田节肢动物是稻田生态系统的重要组成部分,对其群落的研究是探讨水稻害虫的发生发展,进行害虫种群数量预测及优化控制的基础工作之一。以往的研究大多针对单一害虫和天敌,或仅涉及到稻田节肢动物群落的某些指标来分析,未从稻田整个节肢动物群落的变化规律来制定害虫综合治理的对策。而且这些研究都在南方稻田进行,至今尚无北方稻田节肢动物群落结构及消长规律研究的报导。

本研究综合运用系统生态学、经济学、计算机等新兴学科的理论和技术,采用田间系统调查与室内试验相结合的方法,在积累大量观察、试验数据基础上,对沈阳地区稻田节肢动物群落的组成、变化规律、生态位及多样性等进行了初步研究,藉以推进北方稻区害虫治理对策的研究。

1 材料和方法

1.1 调查方法

1996年在沈阳农业大学(农大)、大庙以及汪家3块不同类型稻田进行定点、不定点调查,时间从5月末水稻插秧到10月份收获为止,每7d调查1次,用平行跳跃式取样,采用网捕方式,网直径0.33m,摆幅1.5m左右,往返为一网,每次调查100网,及3个样点的定点调查。记录害虫及其天敌种类和数量,同时记载天气、田间管理、水稻生育期等。

1.2 生态位研究

1.2.1 时间生态位 依据系统调查资料,以7~10d为一个时间单元,将整个水稻生长期分为12个时间单元,统计分析稻田生态系统几种主要害虫和天敌的密度和分布频率,并计算时间生态位。

1.2.2 水平生态位 以其中一块稻田为代表,选择20个样点为单元统计几种主要物种的密度和分布,计算水平生态位。

1.3 数据处理与种群特征值计算

本文应用 Levins(1968)提出的生态位宽度测定公式: $B = 1/S \sum P_i^2$ 式中 $P_i = N_i/N$, N_i 为物种在第 i 个资源状态的数目, N 为物种在所有资源状态中的数目, S 为资源状态总数。生态位重叠的测定,应用 Schonener(1968)的公式: $P_{ij} = 1 - 1/2 \sum (P_{ik} - P_{jk})$ 式中 P_{ik} 和 P_{jk} 分别是种 i 和种 j 在第 k 个资源状态中出现的频度。

优势度测定采用 Berger-parker 的优势度指数 $d = N_{max}/N$; 均匀度采用 Hurlbert 和 Pielou 的均匀性指数 $E = H/H_{max} = H/\log_2 S$; 多样性采用 Shannon-Wiener 的多样性指数 $H' = - \sum P_i \log P_i$ 3 式中, P_i 为属于第 i 种的个体总数的概率, S 为总种数, H_{max} 为最大多样性指数, N_{max} 为群落中最多个体数, N 为所有种的个体总数。

用最优化分割法对调查系统资料进行分析。将系统调查资料整理成每次调查次数群落组成和数量,设 n 为调查次数, p 为物种(或

$$X_{p \times n} = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ X_{p1} & X_{p2} & \cdots & X_{pn} \end{bmatrix}$$

类)数,则原始矩阵表现为:

X_{ij} 为第 i 个物种在第 j 次调查的数量 ($i=1,2,\dots,p; j=1,2,\dots,n$)。

如将这 n 次调查按顺序(不破坏序列的连续性)进行分类,所有可能的分法将有: $C_n^1 + C_n^2 + \dots + C_n^{n-1} = 2^n - 1$ 种。最优分割就是在这 $2^n - 1$ 种分割法中,按段内样本间差异最小找出各种分段数的最优分割,并通过相互间的总变差值的比较,选出一最合适的分割法。

2 结果与分析

2.1 稻田节肢动物群落组成及优胜种

根据系统调查、点面观察和室内饲养鉴定,共查得沈阳稻田昆虫群落结构,属昆虫纲的有 10 个目 29 科 66 种,其中天敌昆虫种类属于 7 个目 20 科 51 种。蜘蛛种类属 10 个科 18 属 20 种。

2.1.1 稻田生态系统害虫种群的优势种及其数量结构 稻田生态系统害虫群落中各类群种类多,且各类群交替发生变化不一。从图 1 知,农大、汪家、大庙 3 块实验地都是以稻螟蛉、飞虱(包括白背飞虱和褐飞虱)、中华稻蝗在数量上处于优势而发生普遍为主要危害种群。其中这三种种群在农大、汪家、大庙这三块地所占的比例分别是 81.71%、97.08%、80.18%。

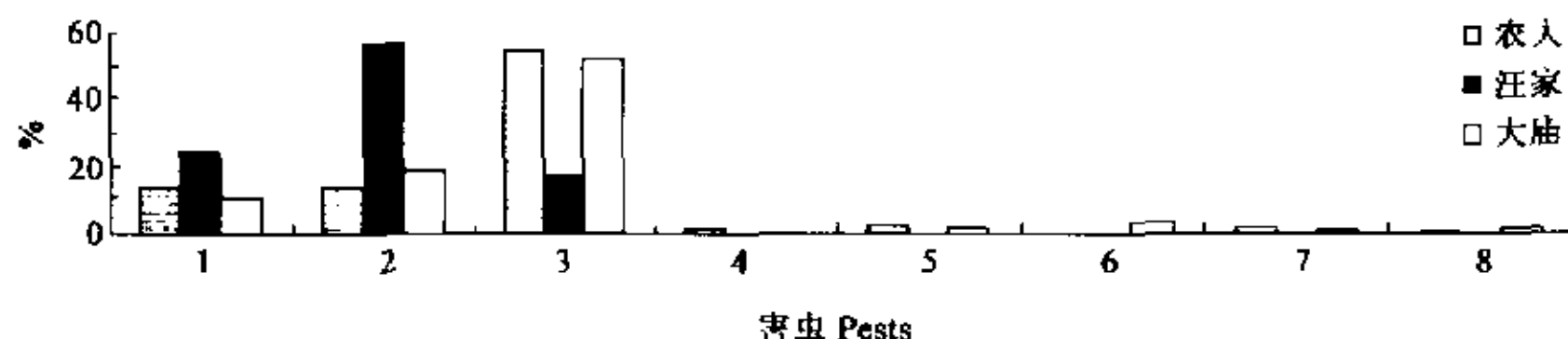


图 1 不同实验田害虫组成占总体的百分数

Fig. 1 Percentage of main pests in different paddy

1. 中华稻蝗 *Oxya chinensis* 2. 稻螟蛉 *Naranga aeneascens* 3. 稻飞虱 *Nilaparvata lugens* and *Sogatella furcifera* 4. 二化螟 *Chilo suppressalis* 5. 赤角盲蝽 *Megaloceraea ruficornis* 6. 稻象甲 *Echinocnemus squameus* 7. 负泥虫 *Oulema oryzae* 8. 其它 Others

2.1.2 稻田生态系统天敌种群的优势种及其数量结构 这 3 块实验地的昆虫天敌大多以姬蜂、窄姬猎蝽、隐翅虫、蜻蜓和瓢虫为主,其数量消长随着害虫数量消长而呈相应的变化。如在稻螟蛉发生初期,以螟蛉瘤姬蜂、黄抱缘姬蜂在数量上占优势,而在中期则隐翅虫、螟蛉悬茧姬蜂数量呈上升趋势,到 9 月份,螟黑纹茧蜂、窄姬猎蝽在田间占有很大比例(表 1)。

表 1 不同地块稻田系统昆虫天敌种群组成和数量结构(1996)

Table 1 The density and components of insect natural enemies in different paddy

种名 Species	各科种的数量百分率 Percentage of each species					
	农大 Nongda		汪家 Wangjia		大庙 Damiao	
	头数 Numbers	% Percent	头数 Numbers	% Percent	头数 Numbers	% Percent
1. 螟蛉瘤姬蜂	58	8.1	35	9.51	33	5.88
2. 螟黄抱缘姬蜂	7	0.97	4	1.08	5	0.89
3. 窄姬猎蝽	131	18.29	27	7.33	73	13.01
4. 小花蝽	50	6.98	24	6.52	44	7.84
5. 隐翅虫	80	11.17	64	17.39	50	8.91
6. 食蚜蝇	26	3.63	38	10.32	61	11.11
7. 螟蛉悬茧姬蜂	6	0.84	5	1.36	8	1.43
8. 粘虫绒茧蜂	1	0.13	6	1.63	3	0.53
9. 螟黑纹茧蜂	3	0.42	2	0.54	5	0.89
10. 蜻蜓	155	21.64	52	14.13	124	22.10
11. 草蛉	8	1.11	5	1.36	25	4.45
12. 龟纹瓢虫	106	14.80	75	20.38	93	16.58
13. 异色瓢虫	35	4.89	22	5.97	21	3.74
14. 其它	50	6.98	9	2.45	13	2.31
合计	716	100	368	100	561	100

1. *Itoplectis narangae* 2. *Temelucha biguttula* 3. *Nabis stenoserus* 4. *Orius minutus* 5. *Paederus fuscipes*
 6. *Paragus quadrifasciatus* 7. *Charops bicolor* 8. *Apanteles karyai* 9. *Bracon onuku* 10. *Libellulidae*
 11. *Chrysopa sinica* 12. *Propylaea japonica* 13. *Iris arvensis* 14. Others

3块稻田蜘蛛亚群落中优势种基本相同,依次是棕管巢蛛、草间小黑蛛、三突花蛛、直伸肖蛸和横纹金蛛这5种蜘蛛,共占稻田蜘蛛亚群落的89.92%,尤其是前3种占75.53%(图2)。

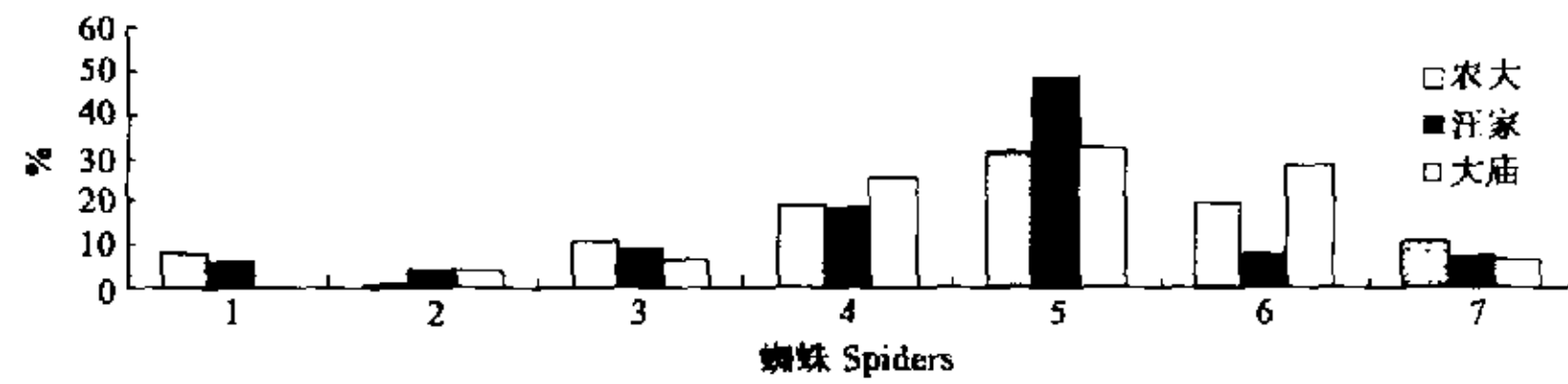


图2 不同实验田蜘蛛组成的百分数

Fig. 2 Percentage of spider species in different paddy

注 Note: 1. 横纹金蛛 *Argiops bruennichi* 2. 四斑锯螯蛛 *Dyschirtoagnatha quadrimaculata* 3. 直伸肖蛸 *Tetragnatha extensa* 4. 草间小黑蛛 *Erigonidium graminicolum* 5. 棕管巢蛛 *Clubiona japonicola* 6. 三突花蛛 *Misumenops tricuspidatus* 7. 其它 others

2.2 稻田生态系统常见害虫、天敌的数量消长

根据系统调查,农大实验地内的稻田蜘蛛量随着害虫的数量变化而变化(图3)。当田间稻螟蛉、飞虱、稻蝗达到一个高峰时(7月10日),田间蜘蛛量也随即达到一个高峰(7月17日),而7月25日因施用稻丰灵防治稻螟蛉时,田间害虫、天敌数量都有所下降。以后随着害虫的回升,田间蜘蛛量达到最高值(8月28日),对其中后期各种害虫起着很好的控制作用。从图4也能看到相似的动态,表明农大、汪家两块地的节肢动物群落的动态变化趋势非常类似。

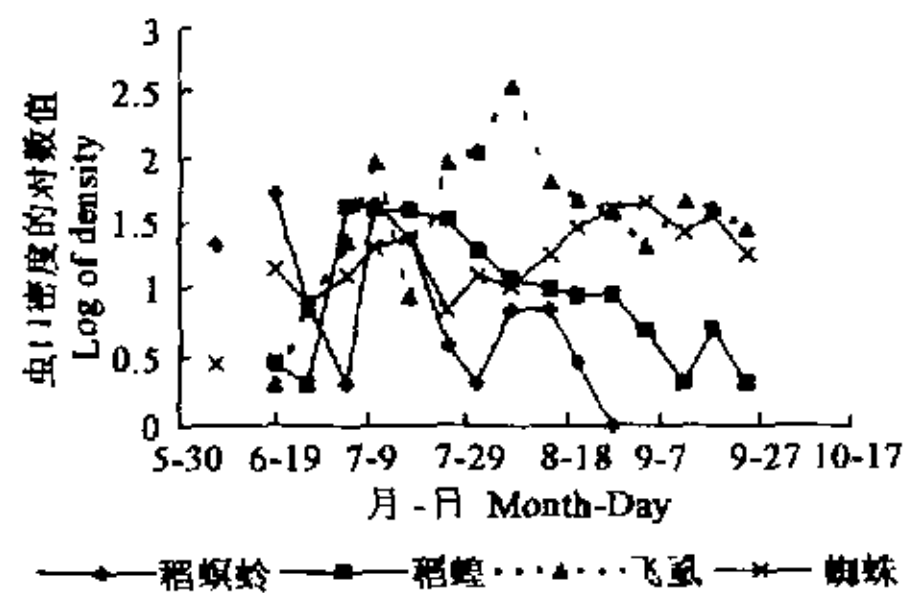


图3 农大实验地主要害虫、蜘蛛的数据消长动态

Fig. 3 Population fluctuations of main pests spiders in Nongda paddy

1. *Nongda aenescens* 2. *Oxya chinensis* 3. *Delphacidae* 4. *Arachnida*

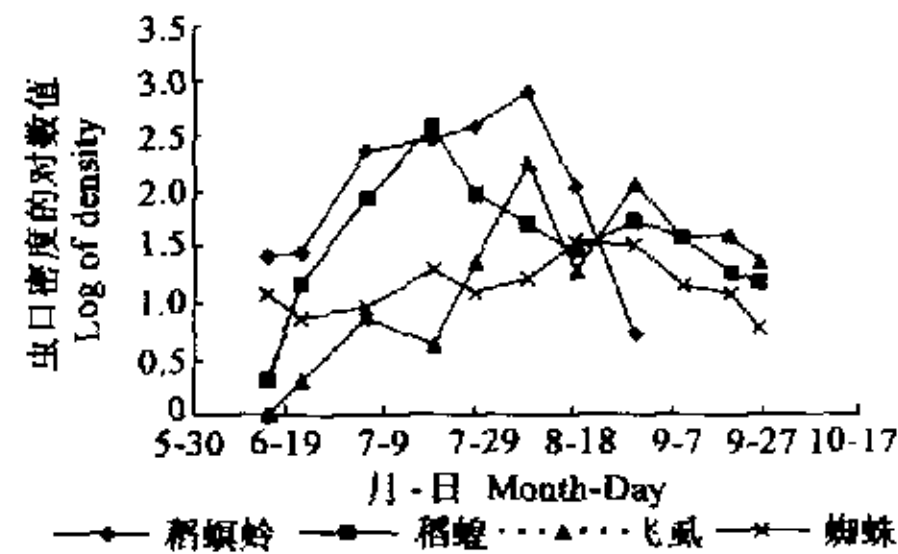


图4 汪家实验地主要害虫、蜘蛛的数量消长动态

Fig. 4 Population fluctuations of main pests spiders in Wangjia paddy

1. *Nongda aenescens* 2. *Oxya chinensis* 3. *Delphacidae* 4. *Arachnida*

2.3 稻田害虫、天敌群落中主要种的生态位分析

稻田害虫和天敌有不同的取食方式和习性,有相对稳定的栖息场所。据此对稻田主要害虫及天敌共11种的生态位进行了初步分析和探讨。

2.3.1 时间生态位 将1996年6月初至9月28日以7d为一个时段分为12个时间单元(资源状态),计算3种害虫、3种昆虫天敌和5种蜘蛛的生态位重叠和生态位宽度值,结果见表2。

稻田害虫和天敌在时间序列上的数量分布是不同的,在7月上旬至8月下旬分布频率相对较高,各种害虫和天敌种群开始出现的时期不同,高峰期也有差别。根据生态位理论,一般来说,生态位宽度值可以反映生物活动范围和强度,而生态位重叠值则可以表明两物种对资源利用的相似程度及一定程度上的竞争,而对于不同营养层次的物种,生态位重叠值可以反映它们之间取食与被食的强度。从表中时间生态位宽度

值 $B(1)$ 可以看出 3 种害虫以稻蝗为害水稻时间长于稻螟蛉、稻飞虱。天敌昆虫中,以瓢虫、螟蛉瘤姬蜂发生时间长。蜘蛛中以棕管巢蛛、草间小黑蛛发生时间长,活动范围程度最为突出。时间生态位重叠值的大小也反映这两个营养层次的物种在时间发生上的同步程度。重叠值愈大则反映该天敌对害虫的时间同步性好,其天敌作用也可能较大。当然,这种分析首先要建立在捕食者(寄生)与猎物的食性关系的基础上。从总的来看,害虫和天敌间的时间生态位重叠值相当高,一般均 >0.9500 ,这也可能就是生育期较短的北方稻田系统与南方不同的一个特点。另外可以看出,螟蛉瘤姬蜂对稻螟蛉的同步性好,横纹金蛛、三突花蛛、直伸肖蛸对飞虱的同步性比其它蜘蛛占优势,而草间小黑蛛、直伸肖蛸、棕管巢蛛对稻螟蛉的同步性优于其它蜘蛛。

表 2 11 个物种时间生态位宽度值 $B(I)$ 和生态位重叠值 P_i (农大 1996)Table 2 The temporal niche overlap P_i breath $B(I)$ of 11 species in Nongda paddy 1996

	1. 稻螟蛉	2. 稻蝗	3. 飞虱	4. 螟蛉瘤姬蜂	5. 瓢虫	6. 隐翅虫	7. 横纹金蛛	8. 直伸肖蛸	9. 草间小黑蛛	10. 棕管巢蛛	11. 三突花蛛
1. 稻螟蛉		0.9093	0.8891	0.9839	0.9496	0.9093	0.9516	0.9919	0.9960	0.9859	0.9859
2. 稻蝗			0.9936	0.9957	0.9085	0.9149	0.9119	0.9298	0.9574	0.9745	0.9787
3. 飞虱				0.9964	0.9876	0.9535	0.9953	0.9529	0.9436	0.8195	0.9659
4. 螟蛉瘤姬蜂					0.9569	0.9569	1	0.8707	0.9569	0.9828	1
5. 瓢虫						0.9803	0.9783	0.9843	1	0.9803	0.9823
6. 隐翅虫							0.9750	0.9937	1	0.9875	1
7. 横纹金蛛								1	0.9821	0.9643	0.9643
8. 直伸肖蛸									0.9412	1	1
9. 草间小黑蛛										1	0.9615
10. 棕管巢蛛											0.9630
$B(1)$	0.7478	0.8034	0.7626	0.7090	0.8846	0.6721	0.7578	0.7562	0.8371	0.9042	0.6680

1. *Naranga aeneascens* 2. *Oxya chinensis* 3. *Delphacidae* 4. *Itoplectis naranyae* 5. *Coccinellidae* 6. *Paederus fuscipes* 7. *Argiops bruennichii* 8. *Tetragnatha extensa* 9. *Erigonidium graminicolum* 10. *Clubiona japonicola* 11. *Misumenops tricuspidatus*

2.3.2 水平生态位 把农大实验地作为一个空间资源状,计算整个稻田系统水平位置生态位。

可知二化螟、飞虱的生态位宽度较大,说明在大多数样点均有出现。稻蝗、稻螟蛉 B 较小,并没有在大多数样点出现。在蜘蛛中,棕管巢蛛、直伸肖蛸生态位宽度较大,说明其分布均匀(表 3)。8 月 21 日的调查结果(表 4)与 7 月 25 日的结果不同,说明不同时间各个种在稻田的水平分布是不固定的。

表 3 20 个样点单元的水平生态位宽度 $B(I)$ 和重叠值(农大 7 月 25 日)Table 3 The spatial niche overlap P_i and breath $B(I)$ of species in 20 samples (Nongda 25th July)

	1. 二化螟	2. 白背飞虱	3. 棕管巢蛛	4. 直伸肖蛸	5. 稻螟蛉	6. 螟蛉瘤姬蜂	7. 稻蝗	8. 螟蛉忌茧姬蜂
1. 二化螟		0.9792	0.9896	0.9583	0.9792	0.9896	0.9688	0.9583
2. 白背飞虱			0.9487	1	0.9744	0.9872	0.9744	0.9487
3. 棕管巢蛛				1	1	1	1	0.9167
4. 直伸肖蛸					1	0.8333	1	1
5. 稻螟蛉						1	1	1
6. 螟蛉瘤姬蜂							1	1
7. 稻蝗								0.9375
$B(1)$	0.9233	0.8727	0.5981	0.3667	0.3660	0.2313	0.5784	0.2313

1. *Chilo suppressalis* 2. *Sogatella furcifera* 3. *Clubiona japonicola* 4. *Tetragnatha extensa* 5. *Naranga aeneascens* 6. *Itoplectis naranyae* 7. *Oxya chinensis* 8. *Charops bicolor*

2.4 群落多样性分析

对农大、大庙和汪家 3 块地调查按时间 7~10d 为一个时间单元依 1.3 中的公式计算 d 、 E 、 H' 值,可知

稻田节肢动物的 H' 值较低 (< 3), 表明群落的稳定性较差。在防治前, 害虫亚群落的 H' 值要高于天敌亚群落; 在天敌中, 蜘蛛亚群落值 H' 要高于昆虫天敌 (图 5)。此外, 各类群落的多样性受农药干扰都很敏感。

表 4 20 样点单元的水平生态位宽度 $B(I)$ 和重叠值 (农大 8 月 21 日)

Table 4 The spatial niche overlap P_s and breadth $B(I)$ of species in 20 samples (Nongda 21th Aug)

	1. 白背 飞虱	2. 稻 螟蛉	3. 三突 花蛛	4. 草间 小黑蛛	5. 直伸 肖蛸	6. 棕管 巢蛛	7. 瓢虫	8. 食 蚜蝇	9. 二 化螟	10. 稻 蝗
1. 白背飞虱		0.9500	1	0.9500	0.9500	1	1	1	1	0.9500
2. 稻螟蛉			1	1	0.8500	0.9500	0.9500	0.9833	0.8833	1
3. 三突花蛛				0.8333	1	1	1	1	1	1
4. 草间小黑蛛					1	0.5000	1	1	1	1
5. 直伸肖蛸						1	1	1	1	0.7500
6. 棕管巢蛛							1	1	1	1
7. 瓢虫								1	1	1
8. 食蚜蝇									0.8750	1
9. 二化螟										0.9114
$B(I)$	0.6760	0.6170	0.36670		0.2313	0.2313	0.2124	0.1627	0.4319	0.4446

1. *Sogatella furcifera* 2. *Naranga ornescens* 3. *Clubiona japonicola* 4. *Tetragnatha extensa* 5. *Tetragnatha extensa* 6. *Clubiona latreille* 7. *Propylaea japonica* 8. *Charops bicolor* 9. *Chilo suppressalis* 10. *Oxya chinensis*

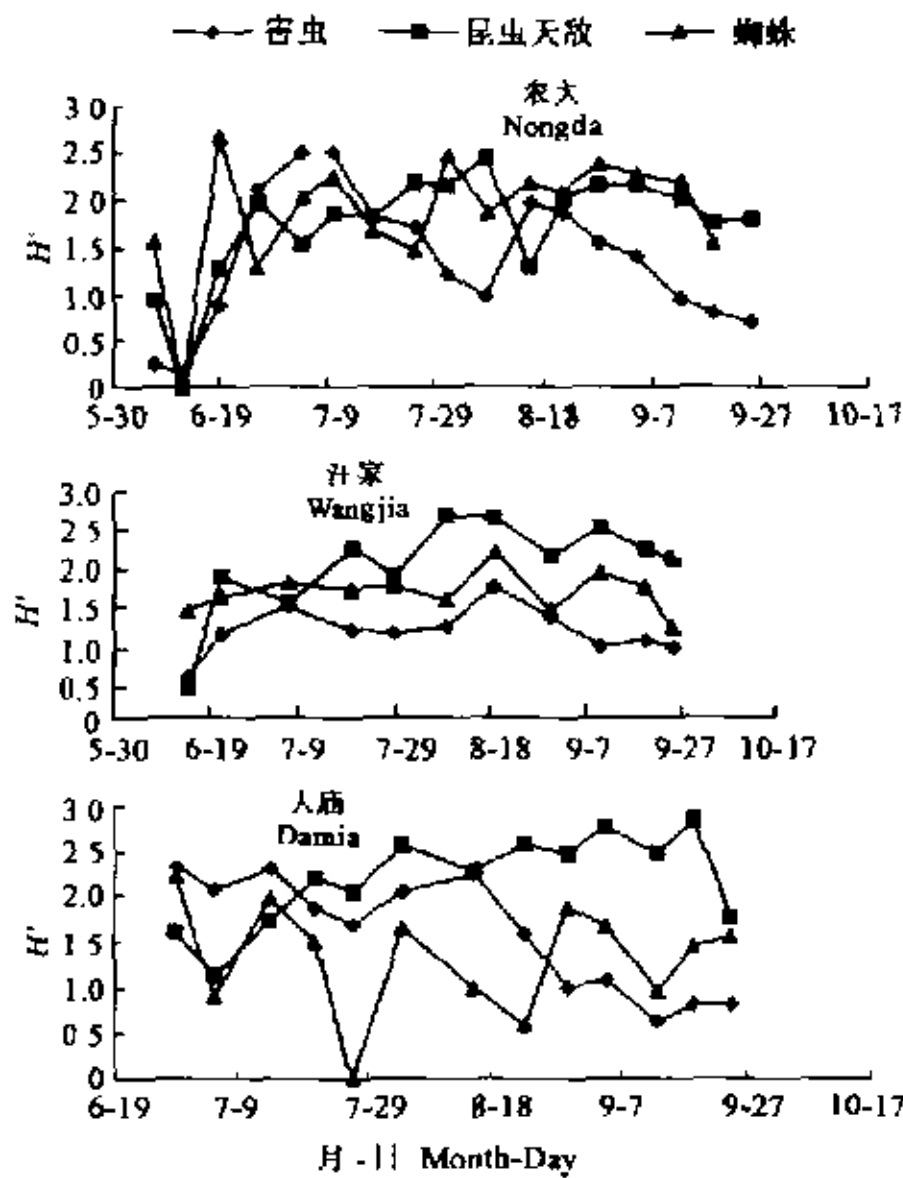


图 5 3 块实验田害虫、昆虫天敌、蜘蛛的 H' 变化图
Fig. 5 Shannon's H' of pest, insect natural enemy and spider in three paddy fields
1. pests 2. insect natural enemies 3. spiders

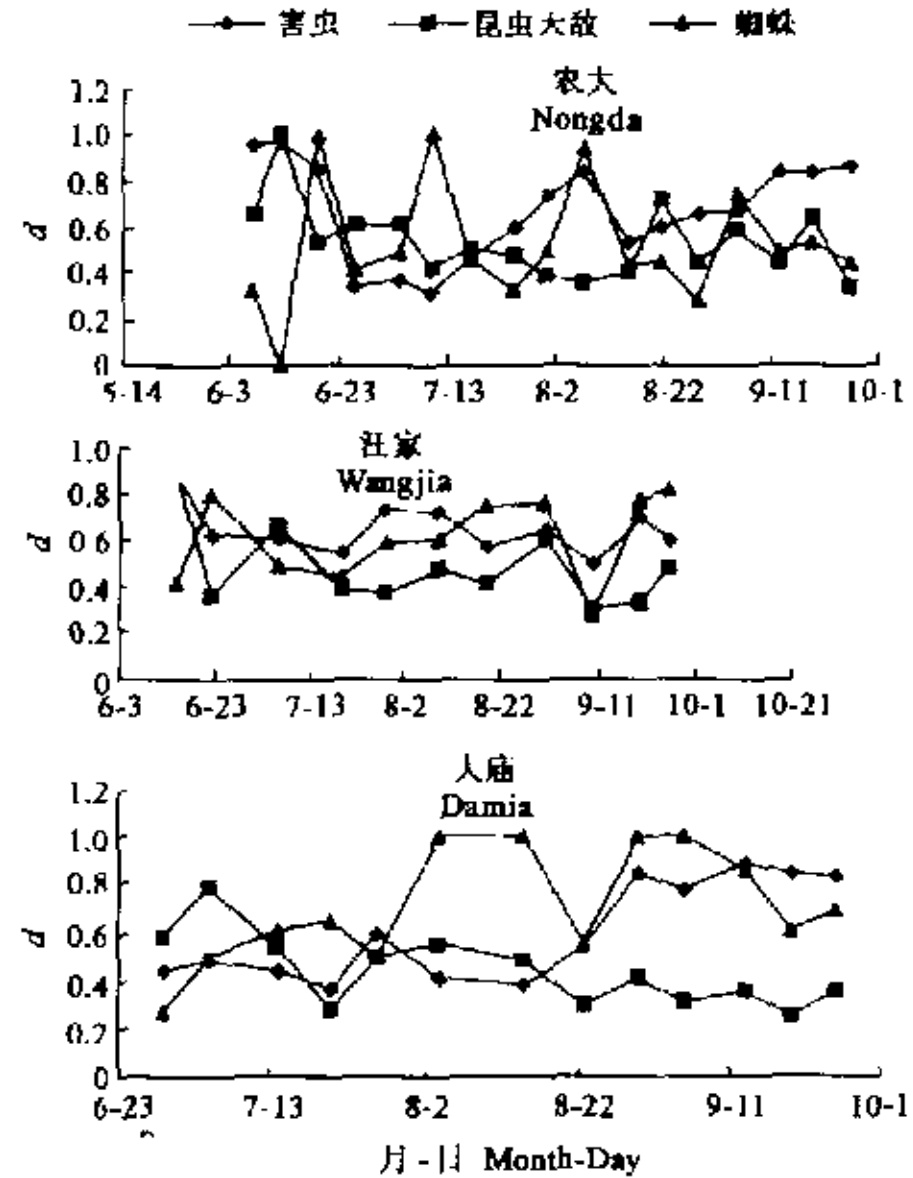


图 6 3 块实验田害虫、昆虫天敌、蜘蛛的 d 变化图
Fig. 6 Dominant degree of pest, insect natural enemy and spider three paddy fields
1. pests 2. insect natural enemies 3. spiders

在 7 月 25 日施药后, 多样性都有所降低, 对害虫和蜘蛛类亚群落的影响尤为突出。随后, 害虫、天敌亚群落的多样性波动幅度和频率基本一致, 多样性虽受农药影响, 但可回升或维持。大庙的情况同农大类似。在汪家 H' 图中, 可以看出天敌和蜘蛛的 H' 值要高于害虫 H' 值, 这可能是由于汪家乡对稻螟蛉一、二代都进行了药剂防治, 使得害虫亚群落 H' 一直比较低, 处于不稳定状态。

在水稻生育前期, 害虫的 d 值较大, 优势度大, 以后随着作物的生长, 天敌数量的增加, 使得天敌 d 值增加, 害虫 d 值下降 (图 6), 从 3 地比较, 大庙的蜘蛛天敌 d 值最高, 这可能与大庙池埂边种植大豆, 蜘蛛量高于其它地块有关。

从图 7 可见,在水稻生长初期,害虫,天敌数量较少, E 值都比较小,均匀度较差;而在水稻生育中期,随着害虫和天敌种类、数量的增加, E 值均趋向于 1,这时整个稻田系统种群最均匀。7 月份对二代稻螟蛉进行药剂防治后,害虫 E 值下降,如农大田均匀度下降到 0.38,同时对天敌的 E 值也有一定影响。在水稻生育后期,害虫数量逐渐减少, E 值减小,而天敌数量不少, E 值仍比较大。

2.5 不同月份害虫群落特点及害虫防治决策

将 6 月 7 日至 9 月 25 日 17 次调查数据的有序样本做最优分割(表 5),从表 5 可见,随着分割段数的增加离均差平方和单调下降,而在四段分割后,离均差平方和开始下降平缓,因而可以认为,沈阳地区稻田节肢动物群落季节性变化可分为 4 个阶段比较合适,即 5 月初~6 月末,7 月初~7 月末,8 月初~8 月上旬,8 月中旬~10 月份,这一结果与当地的生产实际也基本一致。这 4 个阶段虽然是根据群落的物种组成和数量信息划分的,但结合气候因素和主要害虫、天敌的季节消长,却可以看出每一阶段节肢动物群落的特点,据此制定相应的害虫防治对策。

5 月初~6 月末,水稻插秧到分蘖盛期,稻田系统节肢动物处于起始期,此期农大、汪家、大庙的害虫数量分别占当地种群数的 62.9%、52.6%、64.2%,天敌昆虫数量分别占 25%、37.8%、24.8%,蜘蛛占 11.9%、20%、11.3%。天敌总数量较多,约为 40%左右,而害虫中只有一代稻螟蛉数量较多,稻蝗、飞虱虫量较少,未形成危害,此期田间螟蛉瘤姬蜂、隐翅虫正呈上升趋势,蜘蛛占 11~20%之间。而水稻在此期有较强的补偿能力,建议此阶段应抓好农业综合防治,可不必采取化学防治。

如在汪家乡 6 月 12 日进行了第一代稻螟蛉防治,同时也杀死了大量天敌,昆虫天敌数量百分率由 37.8%降到 2.48%,蜘蛛由 20%降到 12.6%,第二代稻螟蛉危害仍十分严重,而农大、汪家实验地,采取综合管理方法,没有进行化学药物防治,保护了大量天敌,为害也不重。

7 月初~7 月末,水稻拔节到抽穗期,此期稻田系统节肢动物群落正处于发展期,同时也是水稻重要生育期和二代稻螟蛉、稻蝗、二化螟、粘虫、飞虱危害期,而多数天敌具有数量跟随和时间跟随现象,在害虫大发生之后才建立稳定种群。此时三地害虫数量占总虫量的百分数分别为 72.8%、94.9%、79.8%、天敌数量仅占 29.1%、5.08%、20.1%,害虫数量远高于天敌数量,是化学防治的有利时期。在防治技术上,可采用选择性农药,限制使用广谱性农药。

8 月初~8 月上旬,水稻为灌浆期,对水稻产量影响非常大,如果此时期害虫造成大猖獗,势必影响全年的产量,而此时期正是稻飞虱的危害盛期,应加强稻飞虱的监测和防治工作。

8 月中旬~10 月份,是水稻成熟期,稻螟蛉也化蛹越冬,田间虫量减少,但天敌数量却比较多,此时期在害虫防治上应加强天敌的保护作用,尽量减少农药施用。

3 总结与讨论

3.1 通过大量田间、室内调查,基本明确了沈阳地区稻田生态统害虫、天敌的群落组成及演变规律。沈阳地区稻田害虫主要为稻螟蛉、稻飞虱和稻蝗,主要天敌昆虫有姬蜂、窄姬猎蝽、隐翅虫、蜻蜓和瓢虫,主要蜘蛛有草间小黑蛛、三突花蛛和直伸肖蛸。在水稻的前期和后期,天敌数量较多,几乎占整个节肢动物数量近一半左右,应注意保护天敌,而在水稻的中期 7 月~8 月上旬,害虫数量猛增,天敌的追随作用较慢,此时害虫数量要占总体量的 70%~80%以上,也是防治的关键时间。如何根据害虫、天敌的变化,采取保护天敌和

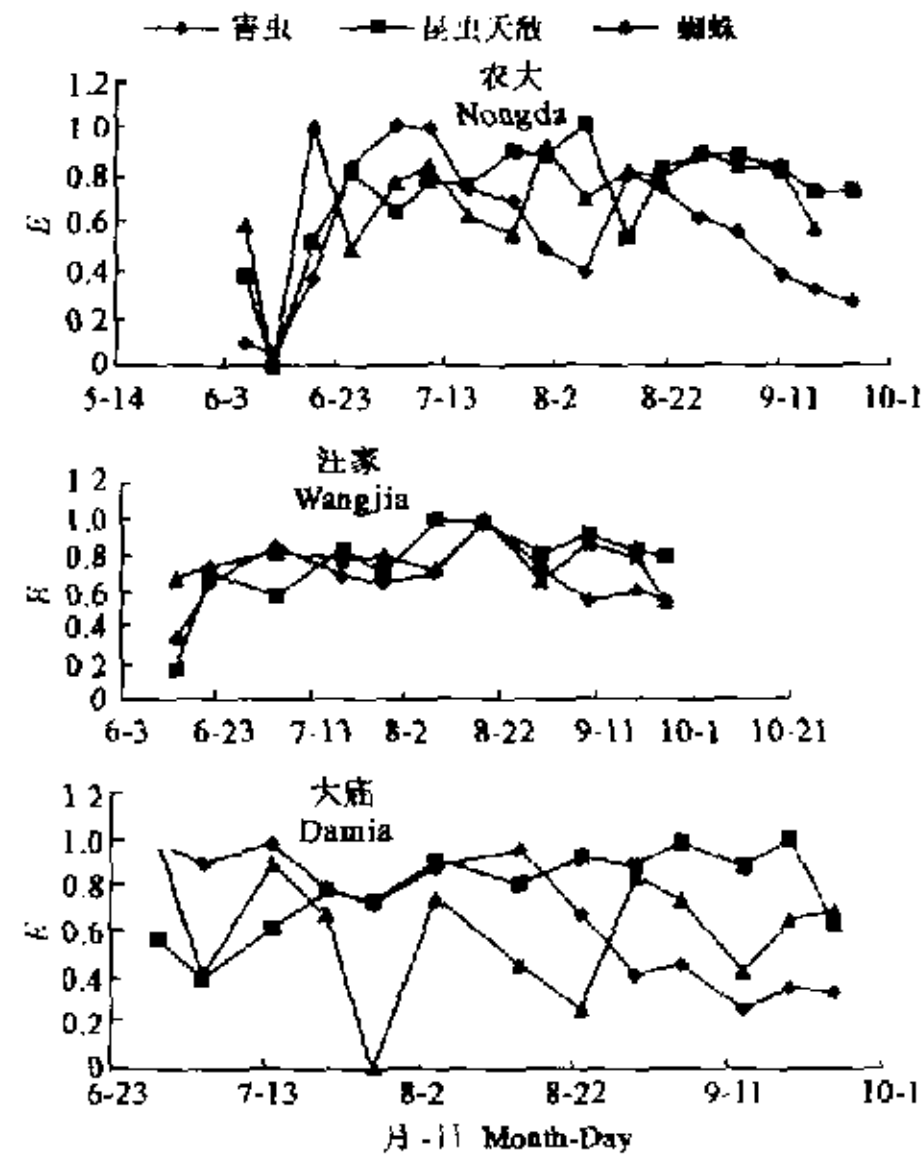


图 7 3 块实验田害虫、昆虫天敌、蜘蛛的 E 变化图
Fig. 7 Evenness of pest, insect natural enemy and spider in three paddy fields

1. pests 2. insect natural enemies 3. spider

消灭害虫的措施,还需进一步研究。

3.2 在大田调查采取的是网捕方法和定点定株方法,由于稻田生态系统,害虫、天敌种类繁多,生境复杂,所以在调查中难免有疏漏,如赤眼蜂,在调查中没有捕到,而一些天敌又可能是非水稻生境的,这样可能存在一些误差,需要在今后工作中改进。

3.3 田边野生植物和其它作物自然天敌十分丰富,不仅有许多捕食性天敌,而且还潜存着多种寄生性天敌,田边作物上的蜘蛛和水稻田的蜘蛛有很大相关性,稻田里一些中性昆虫可能是许多天敌的中间寄主,南方的研究已表明,除田埂杂草外,山边和沟边杂草上的节肢动物都是益多于害,在大庙实验田,由于田埂上种大豆,其稻田的蜘蛛量明显高于农大,但究竟其相关性多大,还有待于进一步探讨。

3.4 在害虫管理中使用的最优化方法很多,如运筹学方法、决策理论方法、连续时间的最优化方法等。本文采用的连续时间的最优控制理论是确立生态系统最优控制策略的合适工具。如果把某种或几种害虫的为害过程看作一个系统,就可能应用系统分析方法通过实验分析建立数字模型,以整体观念出发来构造一个模式系统,进而预测和决策控制系统可能发生的动态。

表 5 稻田节肢动物群落季节最优分割

Table 5 The optimum division of Arthropod community of paddy

分割段数 Piecwise division	二分割 Two devision	三分割 Three devision	四分割 Four devision	五分割 Five devision	六分割 Six devision
最优分割结果 ¹	7	9,10	4,9,10	4,7,9,10	4,7,9,10,12
离均差平方和 ²	110939.64	38468.65	24002.16	21906.63	19775.60

1) Best result of devision 2) Sum of squares

参考文献

- [1] 刘向东,张孝羲. 单季稻田的蜘蛛群落及其与褐飞虱的相关性的研究. 生态学报, 1999, 19(6): 876~881.
- [2] 郝树广,张孝羲. 稻田节肢动物群落营养层及优势功能集团的组成与多样性动态. 昆虫知识, 1999, 36(2): 67~73.
- [3] 吴进才,唐健. 稻田中性昆虫对群落食物网的控制作用. 生态学报, 1994, 14(4): 381~386.
- [3] 徐建祥,吴进才. 两种杀虫剂对稻田捕食性天敌集团捕食功能的影响. 生态学报, 2000, 20(1): 145~149.
- [1] 刘佳妹. 江西省宁红茶区害虫群落结构及种群数量消长初步研究. 湖北大学学报(自然科学), 1993, 15(2): 200~204.
- [5] 杨云峰. 稻田蜘蛛的空间生态位的初步研究. 昆虫天敌, 1990, 12(3): 108~112.