

# 水稻品种形态特征对稻虱缨小蜂 功能反应的影响\*

娄永根 程家安 (浙江农业大学植保系, 杭州 310029)

**【摘要】** 在室内研究了水稻品种形态特征对褐飞虱卵在稻株上的分布以及由此而对稻虱缨小蜂功能反应的影响. 结果表明, 在所有测试品种中, 褐飞虱卵在稻株上的垂直分布型可归为3类, 即上中部为主分布型、中下部为主分布型和均匀分布型. 稻株上、中、下各部位的褐飞虱卵量多少与其相应部位叶鞘鞘脊的相对高度呈极显著正相关. 稻虱缨小蜂对上中部为主分布型褐飞虱卵(在浙农大40上)的功能反应明显地强于对中下部为主分布型的褐飞虱卵(在浙852上).

**关键词** 水稻品种 褐飞虱 稻虱缨小蜂 功能反应

**Effect of morphological characters of rice varieties on functional response of *Anagrus nilaparvatae*.** Lou Yonggen and Cheng Jiaan (Zhejiang Agricultural University, Hangzhou 310029). -*Chin. J. Appl. Ecol.*, 1996, 7(1): 61~66.

A laboratory experiment is conducted to study the effect of morphological characters of rice varieties on distribution of *Nilaparvata lugens* eggs on rice plants and the functional response of *Anagrus nilaparvatae* to it. The results show that for all rice varieties tested, the vertical distribution of *N. lugens* eggs on the plants could be divided into three types: mainly on the upper and middle parts of rice plant, mainly on the middle and lower parts of rice plant, and uniform distribution. The number of *N. lugens* eggs on the upper, middle and lower parts of rice plant is very significantly positively correlated with the relative height of leaf sheath back at the corresponding parts of rice plant. The functional response of the parasitoid to *N. lugens* eggs mainly distributed on the upper and middle parts of rice plant ZND40 is obviously stronger than that mainly distributed on the middle and lower parts of rice plant Z852.

**Key words** Rice varieties, *Nilaparvata lugens*, *Anagrus nilaparvatae*, Functional response.

## 1 引 言

植物的形态特征能直接或间接地通过改变植食性昆虫的空间分布、躲避场所、行为等, 影响昆虫天敌对植食性昆虫的控制能力<sup>[8,9]</sup>. Lincoln等<sup>[5]</sup>发现, 在苞叶弯曲不能包住棉蕾的棉花品种上, 1~4龄美洲棉铃虫(*Heliothis zea*)幼虫的被捕食率比正常品种增加45%. 生长在强阳光下的柑桔属植物, 由于其厚的表皮, 使桔红潜叶甲(*Phyllocnistis citrella*)更易躲过寄生蜂<sup>[9]</sup>.

荷兰在温室内利用丽蚜小蜂(*Encarsia formosa*)控制温室白粉虱的研究表明, 丽蚜小蜂在无毛黄瓜品系上比在有毛的品系上运动快5倍, 对白粉虱的寄生率增加20%<sup>[7]</sup>. 鉴于此, 有必要在各个作物系统中深入研究作物形态特征对植食性昆虫与其天敌相互关系的影响, 从而为改进作物育种, 以使作物形态特征在对植食性昆虫不

\* 国家自然科学基金和浙江省自然科学基金资助项目.

1994年4月18日收到, 1995年6月18日改回.

利的条件下增强天敌作用提供理论指导。

本文以水稻主要害虫褐飞虱 (*Nilaparvata lugens*) 及其卵期重要天敌稻虱缨小蜂 (*Anagrus nilaparvatae*) 为研究对象, 就水稻形态特征对褐飞虱卵在稻株上分布部位的影响以及由此引起的稻虱缨小蜂对褐飞虱卵控制作用的改变进行了研究。

## 2 材料与方法

### 2.1 供试水稻品种

选用 10 个水稻品种, 分别为浙 852、浙农大 40、TN1、IR64、Mudgo、ASD7、广四、N22、秀水 620 和汕优 10。种子由中国水稻研究所、浙江省农科院和浙江农业大学农学系提供。试验用稻苗秧龄 45~50 d。

### 2.2 试验昆虫

褐飞虱虫源由中国水稻研究所提供, 以感性品种广四系统饲养, 稻虱缨小蜂从浙江农业大学实验农场稻田中诱得, 在  $26 \pm 0.5$  °C 光照培养箱内, 以广四稻苗上的褐飞虱卵繁殖; 羽化成蜂经群体交配后, 选用蜂龄 12 h 内的健壮雌蜂供试。

### 2.3 褐飞虱卵在各品种稻株上的分布

选择大小基本一致、生长正常的稻苗, 剔除基部黄叶后放入两端开口的玻璃管 ( $\varnothing 4 \times 35$  cm) 内, 1 管 1 苗。每管接入经交配且过产卵前期的褐飞虱雌成虫 1 头, 两端罩以 60 目尼龙纱, 然后将玻璃管竖放在盛有少量木村 B 水稻营养液的玻璃缸内。室温  $28 \pm 2$  °C 产卵 2 d 后, 解剖稻苗。以稻苗的最高叶鞘 (约 22~25 cm) 为总高度, 将稻苗均分为上、中、下 3 部分, 分别记载稻苗各部分叶片中脉上、叶鞘鞘脊内与非鞘脊内的褐飞虱卵量。各品种设置一定的重复数 (表 2), 上、中、下各部位卵量分布的差异显著性用 Fieldman Rank Sums (FRS) 法检验<sup>[3]</sup>。

### 2.4 各品种叶鞘鞘脊和叶片中脉的高、宽度及其维管束间距测定

用双面刀片对各品种上、中、下各部位叶鞘鞘脊和叶片中脉作横切片, 然后在光学显微镜下用测微尺测量鞘脊和中脉的高、宽度 (图 1) 及其维管束间距。各品种测量 24 组数据, 对同一品种不同部位间各指标进行方差分析和邓肯氏新复

极差法多重比较。

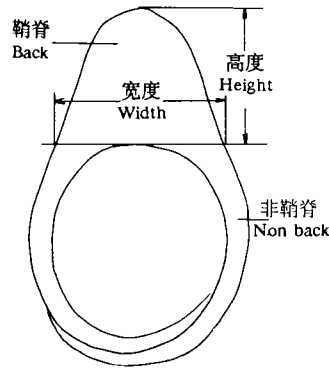


图 1 水稻叶鞘鞘脊 (叶片中脉) 高、宽度及叶鞘非鞘脊  
Fig. 1 Height and width of back (leaf middle vein) and non-back of rice leaf sheath.

### 2.5 褐飞虱产卵器和卵粒大小测定

取褐飞虱雌成虫及带有其卵 (1 日龄) 的广西稻苗, 分别用 40~50 °C 的热水杀死和用解剖针小心挑取, 在显微镜下用测微尺测量褐飞虱产卵器的长度、基部宽度和卵粒的长度、中部宽度。

### 2.6 稻虱缨小蜂功能反应的比较

选取褐飞虱卵垂直分布型不同的浙 852 和浙农大 40 (表 2) 为研究材料。在两端开口的玻璃管 ( $\varnothing 4 \times 35$  cm) 内放入带有一定褐飞虱卵量的稻苗 1 根, 接入稻虱缨小蜂雌蜂 1 头, 两端罩以 100 目尼龙纱, 然后将玻璃管竖放在盛有少量木村 B 水稻营养液的玻璃缸内, 放入  $26 \pm 0.5$  °C、L:D=12:12 的光照培养箱。24 h 后去除雌蜂, 5~6 d 后解剖稻苗, 记载稻株上、中、下各部位的褐飞虱总卵量和被寄生卵量。各品种设置相近的密度处理, 一定的重复数。功能反应结果用 Holling 圆盘方程, 以非线性的最小残差法拟合, 回归模型的显著性用  $F$  和  $R^2$  检验<sup>[6]</sup>。功能反应的比较用  $F$  检验<sup>[6]</sup>。

为解释稻虱缨小蜂在两品种上对褐飞虱卵功能反应的差异, 在同一品种内选择与上述垂直分布型不同的带褐飞虱卵稻苗, 即在浙 852 上选择褐飞虱卵主要分布上中部的稻苗, 在浙农大 40 上选择褐飞虱卵主要分布中下部的稻苗。处理方法同上, 最后记载稻虱缨小蜂在稻株各部位的寄生情况。各品种重复 6 次。

### 3 结 果

#### 3.1 水稻品种对褐飞虱卵在稻株上分布的影响

3.1.1 水稻品种叶鞘鞘脊和叶片中脉的高、宽度及其维管束间距 研究结果表明(表 1),在测试的所有品种中,稻株各部位维管束间距的变化呈一致趋势,即从下部叶鞘鞘脊→中部叶鞘鞘脊→上部叶鞘鞘脊→叶片中脉,维管束间距逐渐缩小,相互间的差异均达极显著水平( $p < 0.01$ ). 鞘脊与

中脉的宽度在所有品种中都以稻株下部叶鞘的鞘脊为最宽,而其它各部位间的差异则在各品种间不相一致.

大多品种以叶片中脉的高度为最高.而在稻株各部位的叶鞘鞘脊间则有 3 种情况:1)以上(中)部的叶鞘鞘脊为高,品种有浙农大 40 和广四;2)以(中)下部的叶鞘鞘脊为高,品种包括 Mudgo、ASD7、浙 852、IR64 和 TN1;3)上、中、下各部位的叶鞘鞘脊高度无显著差异,包括 N22、汕优 10 号和秀水 620.

表 1 水稻品种叶鞘鞘脊和叶片中脉的高、宽度及其维管束间距(mm)\*

Table 1 Height, width and vascular bundle gap of leaf sheath back and leaf middle vein for various rice varieties (Hangzhou, 1992)

品 种 Varieties	项 目 Item	叶鞘鞘脊 Leaf sheath back			叶片中脉 Leaf middle vein
		下 部 Lower	中 部 Middle	上 部 Upper	
广 四	高 度 Height	1.00±0.03cC	1.17±0.03bB	1.42±0.04aA	1.47±0.05aA
	宽 度 Width	1.65±0.05aA	1.21±0.05bcB	1.26±0.06bB	1.10±0.04cB
	维管束间距 Vascular bundle gap	0.27±0.006A	0.23±0.008B	0.18±0.008C	0.14±0.007D
浙农大 40	高 度 Height	1.20±0.01bB	1.18±0.01bB	1.33±0.03aA	1.40±0.05aA
	宽 度 Width	1.32±0.03aA	1.17±0.04bAB	1.23±0.04abAB	1.15±0.04bB
	维管束间距 Vascular bundle gap	0.26±0.010A	0.22±0.006B	0.19±0.006C	0.15±0.005D
浙 852	高 度 Height	0.98±0.03bA	0.82±0.02cB	0.75±0.03cB	1.07±0.03aA
	宽 度 Width	1.20±0.06aA	0.92±0.03bcBC	0.85±0.01cC	1.06±0.07abAB
	维管束间距 Vascular bundle gap	0.27±0.006A	0.20±0.006B	0.15±0.005C	0.12±0.004D
Mudgo	高 度 Height	1.60±0.04aA	1.38±0.05bB	1.19±0.05cC	1.49±0.03aAB
	宽 度 Width	1.74±0.07aA	1.65±0.06aA	1.58±0.05aA	1.24±0.05bB
	维管束间距 Vascular bundle gap	0.30±0.010A	0.27±0.009B	0.19±0.006C	0.16±0.007D
ASD7	高 度 Height	1.32±0.04aA	1.15±0.03bBC	0.98±0.05cC	1.30±0.04aAB
	宽 度 Width	1.23±0.011a	1.16±0.06a	1.21±0.09a	1.18±0.05a
	维管束间距 Vascular bundle gap	0.27±0.012A	0.23±0.007B	0.17±0.008C	0.13±0.006D
IR64	高 度 Height	1.20±0.03bB	1.07±0.03cBC	1.01±0.03cC	1.40±0.04aA
	宽 度 Width	1.33±0.05aA	1.13±0.05bB	1.07±0.05bB	1.19±0.06abAB
	维管束间距 Vascular bundle gap	0.27±0.006A	0.24±0.006B	0.19±0.005C	0.15±0.004D
TN1	高 度 Height	1.16±0.04bAB	1.06±0.04bcBC	0.99±0.02cC	1.30±0.04aA
	宽 度 Width	1.50±0.05aA	1.37±0.04aAB	1.19±0.05bBC	1.16±0.05bC
	维管束间距 Vascular bundle gap	0.25±0.008A	0.21±0.004B	0.18±0.005C	0.14±0.003D
N22	高 度 Height	1.13±0.02a	1.18±0.02a	1.12±0.03a	1.17±0.03a
	宽 度 Width	1.01±0.05aA	0.89±0.02bA	0.87±0.04bA	0.95±0.02abA
	维管束间距 Vascular bundle gap	0.25±0.006A	0.22±0.004B	0.19±0.004C	0.14±0.004D
秀水 620	高 度 Height	1.13±0.03abA	1.09±0.02bA	1.08±0.03bA	1.21±0.04aA
	宽 度 Width	1.26±0.04abAB	1.20±0.03bBC	1.05±0.04cC	1.37±0.05aA
	维管束间距 Vascular bundle gap	0.27±0.009A	0.23±0.008B	0.19±0.007C	0.14±0.006D
汕优 10	高 度 Height	1.30±0.04bAB	1.27±0.04bB	1.38±0.04abAB	1.50±0.08aA
	宽 度 Width	1.65±0.06 aAB	1.75±0.08aA	1.53±0.04abAB	1.39±0.10bB
	维管束间距 Vascular bundle gap	0.31±0.012A	0.31±0.009A	0.21±0.007B	0.15±0.005C

\* 同一行内字母相同者表示差异不显著(Duncan's 新复极差法,小写字母, $p < 0.05$ ;大写字母, $p < 0.01$ );表内数据:平均值±标准误(24),单位 mm. Within the same line, means (±se) labelled with the same letter are not significantly different (Duncan's new multiple range test, small letter,  $p < 0.05$ ; capital,  $p < 0.01$ ). Data in table: mean ± se(24), mm.

表 2 褐飞虱卵在各水稻品种稻株上的分布

Table 2 Distribution of *N. lugens* eggs on the rice plant of various rice varieties (Hangzhou, 1992)

品种 Varieties	重复数 No. of replication	稻株各部位卵量比例(%) Egg percentage on the different parts of rice plant			P	叶片中脉上卵量 Egg percentage on the leaf middle vein (%)	其中叶鞘非鞘脊内卵量(%) Egg percentage on the non-back of leaf sheath
		下部 Lower	中部 Middle	上部 Upper			
广四	5	9.86±5.22	36.32±11.64	53.81±11.77	0.024	0	0
浙农大 40	15	1.92±1.32	34.76±8.85	63.31±8.55	<0.005	13.80±5.30	0
浙 852	15	53.88±9.17	40.56±9.41	5.56±2.25	<0.005	5.50±4.85	0
Mudgo	6	72.55±17.37	17.05±11.04	10.41±6.60	<0.029	5.56±5.56	0
ASD7	5	100.00±0.00	0	0	<0.039	0	0
IR64	4	93.22±0.91	6.78±0.91	0	<0.01	0	0
TN1	4	40.20±17.86	56.23±18.33	3.46±1.68	0.042	0	0
N22	5	16.86±7.18	42.34±8.61	40.82±12.48	0.182	6.95±4.30	0
秀水 620	9	42.47±15.61	20.28±11.64	37.25±15.10	>0.814	7.32±7.32	0
汕优 10	5	19.69±6.53	58.35±7.87	22.00±6.57	>0.093	0	0

\* 稻株各部位卵量分布的差异显著性用 Friedman Rank Sums (FRS) 检验 The significance of difference among the brown planthopper egg percentages on different parts of rice plant is tested with FRS. ; 表内数据: 平均值±标准误差 Data in table; mean±se.

### 3.1.2 褐飞虱卵在各品种稻株上的分布

褐飞虱卵在各品种稻株上的垂直分布存在明显差异(表 2). 在浙农大 40 和广四上, 褐飞虱卵主要分布在稻株的上中部; 在 Mudgo、ASD7、浙 852、IR64 和 TN1 上, 主要分布在稻株的中下部; 而在 N22、汕优 10 号和秀水 620 上各部位间卵量的分布不存在明显差异. 同时, 在所有品种上, 褐飞虱卵主要分布在叶鞘鞘脊内, 而在叶片中脉和叶鞘非鞘脊内则很少(表 2).

3.1.3 褐飞虱产卵器和卵粒的大小 测定结果表明, 褐飞虱产卵器的长度和基部宽度分别为  $1.308 \pm 0.011$  mm (23)、 $0.087 \pm 0.001$  mm (23); 卵粒的长度和中部宽度分别为  $0.891 \pm 0.010$  mm (21)、 $0.177 \pm 0.005$  mm (21).

### 3.2 褐飞虱卵的垂直分布型对稻虱缨小蜂功能反应的影响

结果表明, 稻虱缨小蜂在 2 个品种上的功能反应均能用 Holling 圆盘方程很好拟合 ( $p < 0.01$ , 表 3), 但两者间存在明显差异 ( $F = 7.42, df = 2, 26, p < 0.005$ ). 在浙农大 40 上, 处理时间短 ( $0.0266$  d), 瞬时攻击率强 ( $0.4267 \cdot d^{-1}$ )、理论最大寄生

数高 ( $37.59$  粒  $\cdot d^{-1}$  雌); 而在浙 852 上, 处理时间延长 ( $0.0451$  d), 瞬时攻击率减弱 ( $0.2996 \cdot d^{-1}$ ), 理论最大寄生数降低 ( $22.17$  粒  $\cdot d^{-1}$  雌), 反映了稻虱缨小蜂在浙农大 40 上对褐飞虱卵的功能反应比在浙 852 上强(图 2).

表 4 表明, 稻虱缨小蜂易寄生稻株上

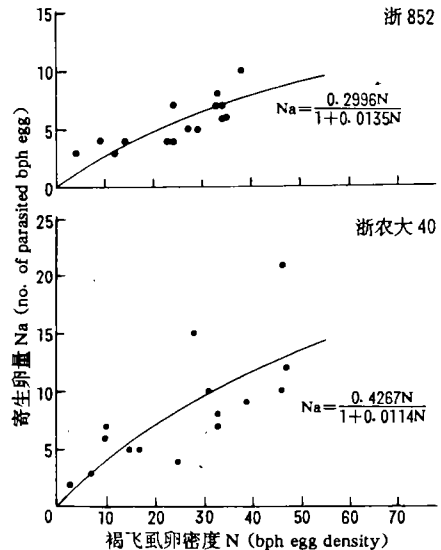


图 2 稻虱缨小蜂对 2 个水稻品种上褐飞虱卵功能反应  
Fig. 2 Functional response of *Anagrus nilaparvatae* to the brown planthopper eggs on two rice varieties.

表 3 稻虱缨小蜂对 2 个品种上褐飞虱卵功能反应的参数估计值

Table 3 Parameter estimates of the functional response for *A. nilaparvatae* to *N. lugens* eggs on two varieties (Hangzhou 1992).

品种 Varieties	a	Th	SSR	F	R <sup>2</sup>	P
浙农大 40	0.4267	0.0266	167.80	13.57	0.5107	<0.01
浙 852	0.2996	0.0451	24.41	16.69	0.5621	<0.01
合并	0.3038	0.0102	301.88	20.63	0.4242	<0.01

SSR: 回归残差 SSR is the residual sum of squares.

表 4 稻虱缨小蜂对两品种上两种垂直分布型褐飞虱卵的寄生情况 (%)

Table 4 Parasitism of *A. nilaparvatae* to *N. lugens* eggs of two types of vertical distribution on two rice varieties (Hangzhou, 1992)

稻株部位 Parts of rice plant	浙农大 40				浙 852			
	I		II		I		II	
	褐飞虱卵量 <i>N. lugens</i> eggs	寄生卵量 Parasitized	褐飞虱卵量 <i>N. lugens</i> eggs	寄生卵量 Parasitized	褐飞虱卵量 <i>N. lugens</i> eggs	寄生卵量 Parasitized	褐飞虱卵量 <i>N. lugens</i> eggs	寄生卵量 Parasitized
上部 Upper	62.55	38.11	3.69	75.00	68.83	42.75	6.67	68.00
中部 Middle	34.87	22.82	30.41	34.85	25.97	23.30	37.60	25.53
下部 Lower	2.58	10.45	65.90	12.59	5.20	0.00	55.73	13.88
总计 Total	100	32.07	100	21.66	100	35.48	100	21.88

I. 上中部为主分布型 The distribution type of *N. lugens* eggs mainly distributing on the upper and middle parts of rice plant; II. 中下部为主分布型 The distribution type of *N. lugens* eggs mainly distributing on the middle and lower parts of rice plant.

部的褐飞虱卵, 并由此而使稻虱缨小蜂在 2 个品种上都对上中部为主分布型 (I) 的褐飞虱卵的寄生率为高. 如在浙农大 40 上, 稻虱缨小蜂对上中部为主分布型 (I) 的褐飞虱卵的寄生率为 32.07%, 而对中下部为主分布型 (II) 的寄生率却只有 21.66%; 在浙 852 上, 亦有类似结果.

## 4 讨 论

### 4.1 水稻品种形态特征对褐飞虱卵在稻株上分布的影响

各品种稻株上、中、下各部位的褐飞虱卵量多少 (表 2) 与其相应部位叶鞘鞘脊的高度 (表 1) 有很大的正一致性, 而与叶鞘鞘脊的宽度和维管束间距似乎关系不明显. 若以稻株各部位叶鞘鞘脊的相对高度、相对宽度与其卵量比例, 对 10 个品种的数据作相关分析, 则稻株各部位卵量分布的多少与其相应部位叶鞘鞘脊的相对高度呈极显著正相关 ( $r = 0.7518, df = 28, p < 0.01$ ), 而与各部位叶鞘鞘脊的相对宽度 ( $r = 0.3155, df = 28, p > 0.05$ ) 相关不显著. 由此说明, 褐飞虱在稻株上具有选择高鞘

脊部位产卵的趋势; 而不同品种稻株各部位叶鞘鞘脊相对高度的变化, 则是引起水稻品种间褐飞虱卵垂直分布型不同的一个主要原因, 叶片中脉的维管束间距小 (表 1), 可能是中脉的高度虽比鞘脊高, 但褐飞虱卵量却很少的原因; 因为中脉的维管束间距小可能干扰褐飞虱产卵器和卵粒的插入 (见 3.1.3). 叶鞘非鞘脊内卵量分布少主要与非鞘脊的组织薄 (图 1) 有关, 这不仅可能在形态上限制褐飞虱产卵, 而且其不可能为褐飞虱卵提供较为稳定的环境.

植食性昆虫对寄主植物的产卵选择性受多种因子的影响, 包括寄主植物的他感化合物、营养物质、形态特征、植食性昆虫的生活方式、利它素、竞争者、共生者、环境条件以及处于第 3 营养级的植食性昆虫天敌等<sup>[10,11]</sup>. 本试验尽管不能排除其它因子在褐飞虱对稻株部位产卵选择性的作用, 但上述分析基本表明, 水稻的形态特征, 包括各部位的组织厚度及其维管束间距能影响褐飞虱对稻株各部位的产卵选择性. 具体地, 维管束间距主要是影响褐飞虱产卵器的插入, 一旦当维管束间距大到足以使

褐飞虱产卵器插入自如时,将不再起限制因素的作用;在这种情况下,褐飞虱将选择组织厚的部位产卵,如在整個稻株上选择高鞘脊部位产卵,而在非鞘脊与鞘脊间选择后者产卵,这可能与厚组织部位能深藏褐飞虱卵,从而为褐飞虱卵提供较为稳定的环境以及使其逃避天敌的进攻有重要关系. 试验发现,稻虱缨小蜂对叶鞘非鞘脊内褐飞虱卵的寄生率( $52.04 \pm 8.63(18)$ )极显著地高于对叶鞘鞘脊内褐飞虱卵的寄生率( $24.83 \pm 5.43(27)$ ) ( $t = 2.831, df = 43, p < 0.01$ ),从一个侧面证实了上面的推测. 另据林冠伦等、胡进生的田间调查结果表明,相对于叶鞘和主茎枝而言,稻虱缨小蜂更易寄生叶片和分蘖枝上的飞虱卵,而这与飞虱卵可探测性和稻株组织厚薄有关<sup>[1,2]</sup>.

#### 4.2 褐飞虱卵的垂直分布型对稻虱缨小蜂功能反应的影响

稻虱缨小蜂在浙农大 40 和浙 852 上功能反应的差异,主要是由 2 个品种上褐飞虱卵的垂直分布型不同所致(表 4),可能与稻虱缨小蜂在该实验条件下在水稻上的寻找行为模式有关. 在自然界,一种生物在一定条件下常有一定的寻找(取食)行为模式. Graham 等<sup>[5]</sup>报道,尽管苜蓿茎顶端 15 cm 以内的盲蝽卵(以豆荚盲蝽 *Lygus hesperus* 为主)占有总株卵量的 62.13%,但该部位卵被一种缨小蜂(*Anaphes ovi-jentatus*)的寄生率却只有其余部位(离顶端 15~45 cm 以上)的 1/4~1/5. 在田间,拟稻虱缨小蜂喜选择寄生稻株上中部叶位的褐飞虱卵<sup>[2]</sup>.

胡进生<sup>[2]</sup>在田间调查时发现,稻虱缨小蜂喜选择寄生稻株下部叶位组织内的灰飞虱(*Laodelphax striatellus*)和白背飞虱(*Sogatella furcifera*)卵,与本文报道的结果不相一致. 这可能与该蜂所处的环境条

件不同有关. 当一种生物所处的环境条件发生变化时,其寻找行为必将随之而发生改变,这不仅是由于来自非生物因素的制约发生了变化,而且还由于来自生物因素间的相互作用(竞争、寄生、捕食等)亦发生了改变. 因此,要了解该蜂在水稻上的寻找行为模式,尚需进一步深入研究.

**致谢** 本系学生吴永宏、张一阳参加部分工作,特此致谢.

#### 参考文献

- 1 林冠伦、胡进生. 1985. 稻虱缨小蜂的发生和消长. 昆虫天敌, 7(1): 1~4.
- 2 胡进生. 1992. 2 种稻虱缨小蜂空间寄生习性观察. 昆虫知识, 29(2): 107~109.
- 3 Daniel, W. W. (ed) 1983 Biostatistics; a foundation for analysis in the health sciences (the third edition). John Wiley & Sons.
- 4 Graham, H. M. and Jackson, C. G. 1982. Distribution of eggs and parasites of *Lygus* spp. (Hemiptera: Miridae), *Nabis* spp. (Hemiptera: Nabidae), and *Spissistilus festinus* (Say) (Homoptera: Membracidae) on plant stems. *Ann. Ent. Soc. Am.*, 75: 56~60.
- 5 Hogg, D. B. 1986. Interaction between crop phenology and natural enemies; evidence from a study of *Heliothis* population dynamics on cotton. In: D. J. Boethel & R. D. Eikenbary (eds), Interactions of plant resistance and parasitoids and predators of insects. Wiley, New York, 98-106.
- 6 Houck, M. A. and Strauss, R. E. 1985. The comparative study of functional responses; experiment design and statistical interpretation. *Can. Ent.*, 117: 617~629.
- 7 van Lenteren, J. C. et al. 1987. Leaf hairs, *Encarsia formosa* and biological control of whitefly on cucumber. *Bull. IOBC/WPRS* 1987/x/2: 92~96.
- 8 van Lenteren, J. C. and de Ponti, O. M. B. 1991. Plant leaf morphology, host plant resistance and biological control. In: A. Szentest & T. Jermy (eds), Insects-plants. Akademiai Kiado, Budapest, pp. 365~386.
- 9 Price, P. W. 1986 Ecological aspects of host plant resistance and biological control: Interaction among three trophic levels. In: D. J. Boethel & R. D. Eikenbary (eds), Interactions of plant resistance and parasitoids and predators of insects. Wiley, New York, pp. 11~27.
- 10 Thompson, J. N. 1988. Evolutionary ecology of the relationship between oviposition preference and performance of offspring in phytophagous insects. *Ent. Exp. Appl.*, 47: 3~14.
- 11 Thompson, J. N. and Pellmy, O. 1991. Evolution of oviposition behavior and host preference in *Lepidoptera*. *Ann. Rev. Ent.*, 36: 65~89.