

褐稻虱再猖獗原因的探讨*

高春先 顾秀慧 贝亚维 王仁民

(浙江农科院植保所, 杭州)

(嘉兴市农业局)

摘 要

近十几年来, 褐稻虱 (*Nilaparvata lugens*) (Stål), 大量杀虫剂用于褐稻虱的防治, 用药不当往往造成褐稻虱的再猖獗, 严重影响产量。本文报道了: (1) 浙江稻田天敌的控制作用: 缨小蜂对褐稻虱卵的寄生率约22%; 褐稻虱的成、若虫被螫蜂、线虫等的寄生率在1984年为29.4%, 在1983年为15.2%。黑肩绿盲蝽的功能反应为:

$$N_a = \frac{N}{8.294 + 0.058N}$$

(2) 杀虫剂对害虫——天敌(蜘蛛)的影响, 介绍了简单的杀虫剂内禀选择性测定方法:

a) 在室内, 内禀选择性指数

$$P = \frac{\text{天敌的 } LD_{50}}{\text{害虫的 } LD_{50}} - 1$$

b) 在田间, 某些杀虫剂对褐稻虱—蜘蛛的杀伤试验。

(3) 某些杀虫剂对褐稻虱生育力的影响。

本文认为引起褐稻虱再猖獗的因素是复杂的, 但是从害虫—天敌系统在种群动态, 生态学上可分二类: 一类是杀虫剂促进某种害虫的种群增加: 如刺激生育力, 另一类是破坏了天敌的自然控制作用如使用大量杀伤天敌的药剂、不适当的施药方式和施药时间等。

国内外昆虫学家, 植保工作者对杀虫剂使用后产生害虫再猖獗 (resurgence) 现象十分关注。早期的报道主要是DDT等氯化烃类杀虫剂对螨类的增殖作用 (Huffaker和Spizer 1950, Fleschnen 1952, Hueck 1953, Klostermyer and Rasmussen 1953等)。随后某些有机磷、合成拟除虫菊酯类等杀虫剂对一些害虫再猖獗现象的报道相继出现。有些研究者 (邱式邦 1984, Kinitani 1979等) 认为引起害虫再猖獗的原因可能是杀虫剂大量杀伤了害虫的天敌所致。而另一些学者认为, 可能是使用杀虫剂后对害虫生殖力刺激而引起再猖獗。

国际水稻研究所 (IRRI) 对褐稻虱 *Nilaparvata lugens* 种群再猖獗进行了广泛的研究。最初提出: 褐稻虱再猖獗的原因是杀伤了天敌或者是使植株生长茂盛引诱虫孳繁殖。经广泛的田间试验后, 认为某些杀虫剂对黑肩绿盲蝽, *Cyrtorrhinus lividipennis* (一种捕食稻虱卵和低龄若虫的天敌) 存在不良的影响, 这可能与再猖獗有关。Chelliah (1979) 对褐稻虱再猖獗一系列试验, 其中表明, 溴氰菊酯、甲基1605 (LD_{50}) 对褐稻虱具有显著的刺激生殖作用 (概率水准 $P=0.05$)。1980年IRRI年报报道了16种杀虫剂能引起褐稻虱再猖獗现象, 而提出了杀虫剂对捕食性天敌的杀伤并非是出现再猖獗的主要原因。

褐稻虱在我国南方各稻区, 自1968年开始普遍猖獗, 不少稻田出现虱烧, 严重影响稻谷

* 本试验承蒙赵善欢教授指导, 丁岩钦研究员对原文审阅并提出宝贵意见, 嘉兴市农科所许爱华、冯克强、朱晓峰同志参加部份工作, 一并致谢。

本文于1985年12月23日收到。

产量。我们于1980—1985年对褐稻虱再猖獗进行室内、田间小区试验以及大田观察。本文报道了：捕食性、寄生性天敌对褐稻虱自然控制作用；杀虫剂对褐稻虱及其主要天敌的种群影响；杀虫剂亚致死中量对褐稻虱生殖力刺激；再猖獗现象等，并提出褐稻虱再猖獗的原因分析和探讨，以供参考。

一、试验材料和方法

大田观察和小区试验：小区试验中处理区、对照区均设三次重复。稻虱〔褐稻虱 *Nilapavata lugens* (Stål)、白背稻虱 *Sogatella furcifera*、灰稻虱 *Laodelphax striatellus*〕及其捕食性天敌种群调查 7 天一次，每次取样本 60 丛；稻虱卵及其寄生作用调查，每次取样 ≥ 60 株；稻虱成、若虫寄生作用调查 7 天一次，每次抽取稻虱 200—300 头，在镜下解剖。三种稻虱（其中分卵、若虫、成虫）均分别记载。寄生、捕食作用的田间调查资料，均在不施杀虫剂的对照田取得。

室内试验：黑肩绿盲蝽、蜘蛛在不同褐稻虱虫、卵密度下捕食量试验。在 $18 \times 18 \times 40$ cm 虫笼，笼内盆栽水稻一丛，在试验时，接入褐稻虱的卵（对黑肩绿盲蝽）或成虫、若虫（对蜘蛛）。捕食性天敌评价方法详见丁岩钦 1984、Otake 1970、Krebs 1978、Southwood 1978（中译本 1984）等人的文章。

杀虫剂对褐稻虱—蜘蛛毒力测定。褐稻虱大田采集，饲养一代后供试，蜘蛛均采集田间雌成蛛，供试稻株无虫卵，未接触过任何农药，秧龄 30—40 天。致死中量 LD_{50} 。计算方法详见 Heinrichs 等 1981。

杀虫剂亚致死中量对褐稻虱生殖力影响材料和方法详见顾秀慧等 1984。

二、结果与分析

1. 稻虱主要天敌的自然控制作用

稻虱缨小蜂 *Anagrus* spp. 稻虱卵期主要寄生蜂。1983 年加兴新桥 8 月 30 日至 10 月 24 日连续调查结果表明：褐稻虱卵寄生率为 22.51%、白背稻虱为 21.67%、灰稻虱为 22.91%，三种稻虱卵的寄生率为 22.3%。1982 年稻虱发生季节连续调查结果，三种稻虱卵的寄生率为 22.5%。

螫蜂（其中以稻虱红螫蜂 *Haplogonatopus japonicus*，和黑腹螫蜂 *H. atratus* 为主）、线虫 *Agamermis* sp、稻虱附螋 (*Elenchinus japonicus*) 三种寄生物均能寄生稻虱。晚稻 稻虱发生季节连续调查结果表明：其中褐稻虱的寄生率 1983 年为 15.12%，1984 年为 29.46%。线虫 (*Agamermis* sp) 的寄生作用也很显著，对褐稻虱的寄生率 1983 年为 14.90%；1984 年为 23.21%。

黑肩绿盲蝽捕食褐稻虱卵的功能，我们用 Holling (1979) 的圆盘方程在 28℃ 下拟合为：

$$N_s = \frac{N}{8.294 + 0.058N} \quad (1)$$

式中 N_s ：被捕食的卵量； N ：褐稻虱卵的密度。当 $N \rightarrow \infty$ 时， $1/N_s = 0 + 0.058$ ，因此黑肩绿盲蝽的捕食量上限为 17.24（粒/米）。攻击率 = $1/8.294 = 0.12$ 。

稻田蜘蛛种类较多，浙江省初步调查已经明确的有 15 科 80 余种（何俊华等 1979）。其中

主要类群有狼蛛类(以拟环纹狼蛛 *Lycosa pseudoannulata* 为主), 微蛛类(以食虫瘤胸蛛 *Oedothorax insecticeps*、草间小黑蛛 *Erigonidium graminicola* 为主), 另外还有圆腹蟞蛸等。稻田蜘蛛在不施药的对照区与稻虱若虫数量的相关系数 $r = 0.874 (p_{0.01} = 0.8343)$, 可知吻合程度十分高。一般地讲, 害虫和天敌数量之间相关程度越高, 互相依赖程度也越高, 蜘蛛很可能是影响稻虱成、若虫数量的主要因素之一。

由于稻田蜘蛛种类较多, 大多数蜘蛛是多食性的, 食饵范围广, 互相干扰等原因, 要精确估计田间捕食量, 至今尚有很多困难。一般只能作粗略估计。我们根据三种主要的稻田蜘蛛所测定的捕食量和田间不同密度来计算每天捕食率见表 1。

表1 几种蜘蛛对褐稻虱的捕食率

Table 1 Predation rates of spiders to *Nilaparvata lugens*

稻虱密度	草间小黑蛛			拟环纹狼蛛			圆腹蟞蛸		
	田间密度	捕食量	捕食率 (%)	田间密度	捕食量	捕食率 (%)	田间密度	捕食量	捕食率 (%)
10	1.66	0.45	7.47	0.26	1.49	3.87	0.75		
20	1.99	0.81	8.06	0.31	4.39	6.80	0.81	0.60	2.40
30	2.18	1.11	8.07	0.33	7.04	7.74	0.85		
40	2.31	1.35	7.80	0.36	7.85	7.07	0.87		
50	2.42	1.45	7.02	0.37	9.27	6.86	0.89		

表 1 所示: 草间小黑蛛每天捕食率约 7—8%, 拟环纹狼蛛捕食率 7%, 圆腹蟞蛸捕食率 2.4%。

为了进一步考查天敌对褐稻虱的自然控制作用, 1985 年 8—10 月以网孔为 30 目大网罩 ($300 \times 110 \times 180 \text{cm}$), 隔离天敌; 除小型的如赤眼蜂等种类外, 对捕食性和寄生性天敌均能隔离。田间和网罩均不用任何杀虫剂。

(1) 以种群增长模型

$$N(t) = Ne^{rt} \quad (2)$$

求田间和网罩内的褐稻虱增长率 r 。式中 $N(t)$, 褐稻虱种群密度; t : 时间 (天)。

结果表明网罩褐稻虱增长率 $r_F = 0.147$; 而田间褐稻虱增长率 $r_F = 0.07$ 。隔离天敌后褐稻虱种群的增长速度是未隔离天敌的增长速率的二倍

(2) 抑制程度 (degree of depression)

$$q = \frac{N^*}{K} \quad (\text{Beddington 等 1978})$$

式中 K 代表隔离天敌后的环境负荷力 (carrying capacity), 以害虫平均丰度为计; N^* : 未隔离天敌的种群增长的平衡密度。 q 值在 0—1 之间, q 值越小, 抑制程度越大。若把此式换一下:

$$1 - q = 1 - \frac{N^*}{K} = \frac{K - N^*}{K} \quad (3)$$

十分清楚, $(K - N^*)/K$ 或 $1 - q$ 便是抑制率 (rate of depression), 试验结果: 网罩隔离 $K = 90.84$ (头/丛);

田间未隔离 $N^* = 33.63$ (头/丛)。那末

$$q = \frac{33.63}{90.84} = 0.37 \quad (4)$$

$$1 - q = \frac{90.84 - 33.63}{90.84} = 0.63 \quad (5)$$

表明稻田捕食性天敌和寄生性天敌对褐稻虱有较高的抑制力。褐稻虱是典型的 r 对策者和暴发型 (outbreak-type) 的害虫 (Kiritani 1979) 一旦失去天敌的自然控制, 出现再猖獗现象是完全可能的。

2. 杀虫剂对害虫—天敌系统的影响

大多数杀虫剂对寄生性、捕食性天敌具有不良的影响, 不少杀虫剂严重影响有益生物群落和区系。这并不是说大多数杀虫剂都有可能引起害虫再猖獗的。这要根据不同的杀虫剂品种、施药方式, 在具体的生态条件下, 对害虫—天敌系统的影响程度来确定的。

稻虱缨小蜂 *Anagruss* spp. 对杀虫剂较为敏感, 不论大田调查还是小区试验, 一般常用杀虫剂使用后, 缨小蜂对稻虱卵的寄生率迅速下降, 但是, 这类杀虫剂对稻茎内未孵化 (包括寄生) 卵的杀伤比雌、雄成蜂要小得多。缨小蜂繁殖一代约 9—10 天, 试验表明杀虫剂使用后约 10—12 天, 缨小蜂的寄生率又可回升。因此, 只要不盲目连续用药, 杀虫剂对缨小蜂的寄生作用虽有影响, 但短时间内尚可恢复。

黑肩绿盲蝽对杀虫剂极为敏感, 除少数杀虫剂, 例如像亚乐得 (Applaud), 那样的昆虫生长调节剂外 (高春先等 1986 年, 昆虫与植保), 一般常用和推广的杀虫剂使用后, 死亡率均在 90% 以上 (表 2)。1981 年在杭州市郊调查用甲胺磷 + DDT、甲六粉 + DDT + 乐果喷施后, 黑肩绿盲蝽成、若虫死亡率分别为 98.6% 和 100%。这些试验和观察与 Chiu 1979 年 22 种杀虫剂对黑肩绿盲蝽的试验结果相似。

表2 几种杀虫剂对黑肩绿盲蝽的影响

Table 2 Effects of several insecticides to *Cyrtorrhinus lividipennis*

杀虫剂名称	用量 (ai) (克/亩)	黑肩绿盲蝽数量 (60 丛)		
		施药前当天	施药后 72 小时	校正死亡率 (%)
复方喹硫磷	37.5	127	9	94
喹硫磷	37.5	98	0	100
甲胺磷	37.5	93	10	91.7
叶蝉散	37.5	120	1	99.3
对照		117	167	0

施药方式没浇, ai 代表有效成分。

黑肩绿盲蝽在浙江北部对稻虱虽有一定的捕食作用, 但对环境适应能力较差 (何俊华 1979), 稻田种群密度较低, 往往在稻虱卵高峰后黑肩绿盲蝽种群才上升。因此在浙北黑肩绿盲蝽不足以控制褐稻虱猖獗。如叶蝉散、甲胺磷等杀虫剂对黑肩绿盲蝽杀伤力很大, 但并未出现再猖獗现象。

近几年来, 我们对一些常用和推广的杀虫剂进行稻虱—蜘蛛测定, 来考查杀虫剂对害虫—天敌系统的影响。

(1) 选择性指数测定: 分别测定杀虫剂对天敌、害虫的致死中量 (LD_{50}), 计算杀虫

剂的选择性指数公式为

$$P = \frac{\text{天敌}LD_{50}}{\text{害虫}LD_{50}} - 1$$

若 $P = 0$, 该种杀虫剂无选择性; $P > 0$, 该种杀虫剂有选择性; $P < 0$, 该种杀虫剂是负选择性。测定结果见表 3。这里的所谓选择性对供试的天敌和害虫而言, 即内禀选择性 (intrinsic selectivity)。

表 3 几种杀虫剂对褐稻虱—蜘蛛选择性测定

Table 3 Test on intrinsic selectivity of several insecticides to brown planthopper—spiders

杀虫剂名称	褐稻虱	拟水狼蛛		食虫瘤胸蛛	
	LD_{50} *	LD_{50}	P	LD_{50}	P
甲胺磷	1.97	35.33	16.93	56.10	27.48
啶硫磷	3.63	6.32	0.74	—	—
杀灭菊酯	3.75	2.44	-0.35	7.9	1.11
速灭威	4.63	21.25	3.59	55.37	10.96
叶蝉散	3.43	19.31	4.65	32.36	8.44

* 为 $\mu\text{g/g}$

表 3 结果表明: 甲胺磷、速灭威、叶蝉散对褐稻虱—蜘蛛系统有较高的选择性; 而杀灭菊酯、啶硫磷无选择性。拟水狼蛛对杀虫剂比食虫瘤胸蛛较为敏感。

(2) 田间稻虱—蜘蛛双边测定: 室内毒力测定比较精确, 试验误差较小, 但是往往脱离田间生态条件。田间双边测定, 杀虫剂施入田间后同时调查稻虱、蜘蛛的死亡率, 用图解法 (图 1) 来确定杀虫剂对稻虱—蜘蛛的影响。图 1 0A 为等斜率线, 杀虫剂落在图上的斜率 (tga) 越小, 对稻虱—蜘蛛的选择性越大。图 1 可见, 选择性次序为速灭威、叶蝉散 $>$ 巴沙、甲胺磷 $>$ 甲六粉 (甲基 1605 + 六六六) $>$ 啶硫磷。从选择性指数和田间双边测定可知如啶硫磷、杀灭菊酯之类杀虫剂施入稻田很易引起褐稻虱再猖獗的, 速灭威、叶蝉散较为安全。田间双边测定十分简便, 但是对害虫—寄生性天敌的测定, 尚有不少困难。

3. 杀虫剂亚致死中量对褐稻虱生殖力刺激

四种杀虫剂速灭威、灵丹、啶硫磷、甲基 1605 对褐稻虱生殖力测定 (顾秀慧等 1984, 表 1、图 1), 结果表明: 速灭威处理后, 每雌平均产卵量与对照比, 略减少, 经统计分析差异不显著 ($p = 0.05$), 从而确定速灭威二个亚致死中浓度水平 (100ppm、50ppm) 对褐稻虱生殖力无刺激作用。啶硫磷处理后, 每雌平均产卵量比对照增加产卵量 71.2% ($p = 0.01$), 0.005 $\mu\text{g}/\text{虫}$ 剂量比对照增加产卵量 45.4% ($p = 0.10$), 从而确定啶硫磷二个亚致死中量水平对褐稻虱生殖力存在刺激作用。

350ppm 的灵丹处理褐稻虱 (五龄若虫) 后, 每雌平均产卵量比对照增加 23.05%, 150ppm 的灵丹处理后比对照增加 8.5%, 差异不显著 ($p = 0.05$)。因此尚不能确定灵丹对褐稻虱的刺激作用。甲基 1605 0.0045 $\mu\text{g}/\text{虫}$ (相当于 LD_{25}) 处理比对照增加产卵量 13.4% ($p = 0.10$), 因此甲基 1605 仅 LD_{25} 剂量对褐稻虱具有刺激作用这一点, 趋势与 Chelliah (1979) 的结果一致。

4. 褐稻虱再猖獗现象及分析

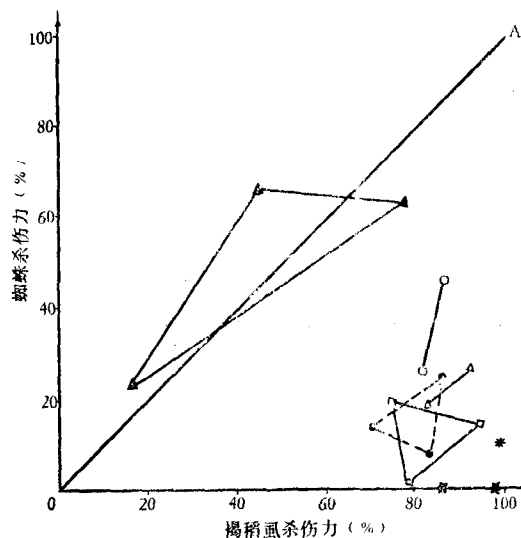


图 1 褐稻虱杀伤力 (%)

Fig. 1 Tests on effect of several insecticides to brown planthopper-spiders in rice fields.

□—□ 甲胺磷 ○—○ 复方啶硫磷 ▲—▲ 啶硫磷 ★—★ 速灭威
 • 叶蝉散 •-----• 甲六粉 (甲基1605+六六六) △—△ 巴沙

本文所讨论的再猖獗是指杀虫剂处理区的虫口密度显著地超过对照区,数值上用再猖獗率 (resurgence ratio) 或用平面坐标图 (如图 1) 来表达。表 4 为速灭威、啶硫磷处理后褐稻虱的再猖獗率。

$$\text{再猖獗率} = \frac{\text{处理区虫口数量 (或密度)}}{\text{对照区虫口数量 (或密度)}} \quad (\text{Heinrichs 1981})$$

速灭威一次、二次、三次施药小区的再猖獗率未显著 > 1 , 而啶硫磷一次、二次、三次施药小区再猖獗率均显著 > 1 , 从而说明啶硫磷, 稻田使用后会引引起褐稻虱再猖獗。

表 4 速灭威、啶硫磷对褐稻虱的再猖獗率

Table 4 Resurgence rates of *Nilaparvata lugens* applied by quinalphos and MTMC

处 理*	调 查 日 期 (月.日)					平 均
	10.11	0.14	0.17	0.24	0.31	
速灭威一次	0.86	0.99	0.97	1.25	1.19	1.05
速灭威二次	0.28	0.29	0.44	0.63	0.33	0.39
速灭威三次	0.45	0.30	0.39	0.59	0.53	0.45
啶硫磷一次	1.89	2.05	1.92	3.30	1.98	2.23
啶硫磷二次	1.43	1.80	2.04	3.37	2.38	2.20
啶硫磷三次	1.22	1.28	1.78	2.86	1.49	1.72

* 用药时间: 一次用药小区为 9 月 4 日

二次用药小区为 9 月 4 日、9 月 24 日

三次用药小区为 9 月 4 日、9 月 24 日、10 月 14 日

图 2 四种杀虫剂小区试验, 9 月 27 日施药, 10 月中旬开始啶硫磷、复方啶硫磷 (啶硫磷 + 稻瘟净) 小区的虫口密度均显著超过对照小区, 出现再猖獗现象, 甲胺磷、叶蝉散试验小区虫口密度始终比对照低。

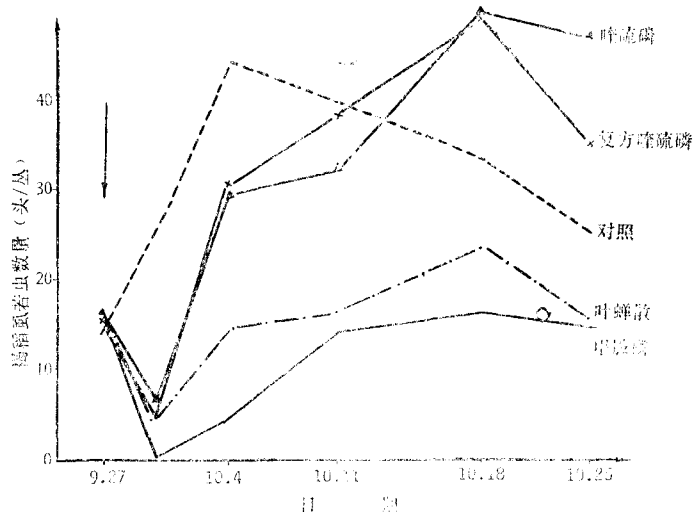


图 2 几种杀虫剂对褐稻虱种群的影响 (1982, 双桥)

Fig. 2 Effects of several insecticides on the brown planthopper population.

尽管杀虫剂使用后引起种群再猖獗的原因很复杂,但从害虫一天敌系统种群生态学来分析,再猖獗的原因大体可分二类:一类是杀虫剂使用后促进某种害虫种群增长如刺激害虫生殖力等;另一类是破坏了对害虫的自然控制如大量杀伤天敌、不适当的施药方式、施药时间等。

再猖獗现象只有一定的生态条件下才能呈现,并非存在某种再猖獗因素一定会出现再猖獗现象。例如杀伤自然界的天敌和非目标种,破坏了自然平衡,这是可成为引起害虫再猖獗的因素,是否会引起再猖獗,还要考虑到该种杀虫剂对害虫的杀伤程度(即防治效果),只要防治效果好,把害虫基数压低,像水稻那样的短周期作物,杀伤部分天敌不易产生再猖獗。即使某种杀虫剂对天敌毫无影响,如果该种药剂能控制害虫种群,那么在一段时间天敌数量也会自然跟着下降的。然而避免使用防效不佳而大量杀伤天敌的杀虫剂是理所当然的。因此在新杀虫剂防治某种害虫试验时,最好进行害虫一天敌选择性测定、田间双边测定以及施药后进行害虫一天敌动态观察(见表4、图2)。单凭小区试验用 Abbott公式计算一个“校正死亡率”来评价杀虫剂的防效是不全面的。

引起害虫再猖獗杀虫剂虽不多,但如高效低毒的拟除虫菊酯类(溴氰菊酯)出现刺激作用是令人瞩目的。刺激害虫生殖力很可能是杀虫剂引起害虫再猖獗的直接原因。

不适当的施药方式也是引起再猖獗的原因之一。根据IRRI(1977)报道:用呋喃丹叶面喷施或施入用水引起褐稻虱再猖獗。而我们在1982年加兴双桥进行呋喃丹深施试验中,并未出现再猖獗现象,稻虱种群数量始终在防治指标以下。呋喃丹试区蜘蛛密度低一些,因随着稻虱数量下降,蜘蛛密度也下降,维持自然平衡。呋喃丹为高效内吸广谱性杀虫剂,具有胃毒和触杀作用,对天敌是不安全的。据报道:呋喃丹对蜘蛛接触毒性很高,对拟环纹狼蛛校正死亡率为95%,食虫瘤胸蛛为35%(Chiu 1979),呋喃丹深施避免与捕食性和寄生性天敌的接触毒性由稻株内吸来达到较佳的防治效果。这也间接表明了杀伤大批天敌可引起褐稻虱再猖獗的。

三、讨 论

再猖獗因素的分析, 不仅为了避免再猖獗现象的出现。杀虫剂施入农田, 作为一种外界的输入因素, 无不影响组成农业生态系统中各个成员, 其中作物—害虫—天敌关系的变化尤为显著。单纯地把杀虫剂理解为“治虫的药”是不全面的。

杀虫剂对害虫种群生态、对捕食者(寄生者)—食饵(寄主)系统、对区系和群落结构影响的研究是有价值的。化学农药带来了《寂静的春天》, 还是“灿烂的明天”尚可争议和探索。但是当今世界还需要化学农药和各种化学制品。再猖獗因素的分析目的在于使杀虫剂扬长避短, 尽可能地减少用药量和用药次数, 保存有益生物和其它非目标种。与选用抗性品种及其它控制环境的农业措施配合, 可有效地压低害虫种群, 使生态系向良性循环发展。

参 考 文 献

- 丁岩钦 1984 天敌—害虫作用系统中数学模型及其主要参数估计: 一、捕食者—猎物系统中的捕食作用模型。昆虫知识(4): 187~235。
- 邱式邦 1984 让生物防治在综合防治中发挥更大的作用 中国生物防治的进展 第1—12页 农业出版社。
- 何俊华等 1979 浙江省水稻害虫天敌图册 第106—177页 浙江人民出版社。
- 顾秀慧、贝亚维、邹义扬 1984 几种杀虫剂亚致死中量对褐稻虱生殖力影响的初报。昆虫知识(6): 276—279。
- Bartlett, B.R. 1968 Outbreak of Two-spotted spider-mites and cotton aphids following pesticide treatment: I. Pest stimulation VS. natural enemy destruction as the cause of outbreaks *J. Entomol.* 61: 297—303.
- Chelliah, S. 1979 Insecticide application and Brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stål) resurgence in rice IRRI Philippines.
- Chiu Shui-chen 1979 Biological control of the Brown planthopper Brown planthopper-threat to rice production in Asia IRRI Philippines.
- Kiritani, K. 1979 Pest management in rice *Ann. Rev. Entomol.* 24: 279—312.
- Krebs, C.J. 1978 Ecology—the experimental analysis of distribution and abundance Harper & Row, Pub. 241—264.
- IRRI (International Rice Research Institute) 1977 Annual report Los Baños Philippines 204—207.
- IRRI 1979 Annual report Los Baños Philippines 129—234.
- IRRI 1980 Annual report Los Baños Philippines 180—189.
- Otake, A. 1970 Estimation WATERHOUSE (Hymenoptera, Mymaridae) *Entomophaga* 15(1): 83—92.

A STUDY ON THE CAUSE OF RESUGENCE OF BROWN PLANTHOPPER(BPH)

Gao Chunxian Gu Xiuhui Bei Yawei

(Institute of Plant Protection, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences)

Wang Renmin

(Agricultural Bureau of Jiaxing)

The brown planthopper (BPH), *Nilaparvata lugens* (Stål), has caused extensive damage to the rice crop in Southern China in recent decade years. Large quantities of insecticides are used in rice fields for chemical control of BPH. Resurgence of BPH by indiscriminate application of certain insecticides results in

great loss of rice yield. It is reported in this paper.

(1) The suppression of main natural enemies in rice fields in Zhejiang with ca. 22% of BPH eggs parasitized by *Anagrus spp.*, with 15.12% in 1983 and 29.4% in 1984 of BPH nymphs and adults parasitized by Dryinidae and Nematodes, etc, and with predation by *Cyrtorrhinus lividipennis* which functional reaction is:

$$Na = \frac{N}{8.294 + 0.058N}$$

(2) The measurements on the influence of insecticides on pests-natural enemies (spiders) with simple intrinsic selectivity.

a. Index of intrinsic selectivity in the laboratory

$$P = \frac{LD_{50} \text{ of spiders}}{LD_{50} \text{ of pests}} - 1$$

b. Tests on killing BPH-spiders by some insecticides in rice fields:

(3) The effects of sublethal dosage of some insecticides on the fecundity of BPH.

It is suggested that factors causing the resurgence of BPH are complex, but population dynamic in the pest-natural enemy system can be divided ecologically into two classes: (a) The population growth promoted by insecticides such as stimulated fecundity. (b) Regulation of natural enemies destoried by insecticides such as a number of natural enemies killed by some insecticides, their unsuitable methods and timing of application.