

早稻三化螟生命表及其分析

张 坚 庞雄飞

(昆虫生态研究室)

摘要 本文应用昆虫生命表方法研究三化螟的发生量预测及其数量控制问题。试验在广东省海陵岛进行,当地的主要为害世代为第二世代。根据这个特点,以当代实际卵量与前一世代的预期卵量的比率,即有效卵量概率,作为连续世代的连接点,组建自越冬幼虫至第二世代的连续生命表,应用排除作用控制指数^[1,2]评价重要因子和分析关键因子的作用。试验结果说明,越冬后幼虫至蛹的死亡,特别是第一世代有效卵量概率对第二世代数量的影响甚大,第一世代幼虫侵入后至第二世代期间,自然种群的发展过程比较稳定,根据第一世代卵量估计第二世代数量有可能获得较好的预测结果。

关键词 三化螟; 生命表; 害虫数量预测

三化螟是我国南方的重要水稻害虫之一。蔡邦华^[1]、赵善欢^[2,10]、祝汝佐^[3]、林郁^[7]、尹汝湛^[4]等以及南方各省的植保工作者和病虫测报站均进行了大量研究工作,积累了丰富的材料。在这些研究工作的基础上,本文采用生命表方法研究三化螟种群数量预测及其数量控制问题。

1 三化螟生命表的组建方法

尹汝湛^[2]提出了以卵块为单元的三化螟自然种群生命表的组建方法,以卵块作为基本单元,分别三化螟的各个关键虫期,统计生命表中各项参数。古德就等^[5]曾经采用以卵块为单元的生命表分析始兴县晚稻播种、插植期对三化螟种群数量发展趋势的影响。三化螟产卵成块,孵出的幼虫在附近稻株侵入为害而形成枯鞘、枯心或白穗的为害群。只要三化螟的密度不太大,为害群的边界是比较明显的。根据三化螟的为害特点,有可能建立相适应的简易方法,获得数据以建立自然种群生命表。

1.1 基本调查

本试验于1988~1990年上半年在广东省海陵岛白蒲圩附近的稻田内进行,试区内稻田连片约6 000亩,品种主要为特青。在试验期间的3年内,在越冬代三化螟成虫发生期间,稻区内仅有秧田,秧田面积约为稻田总面积的十分之一。采用如下方法调查三化螟自然种群生命表的基本数据。

1.1.1 越冬后幼虫密度的估计 每年2月下旬,选取各类型田块,以五点取样方式在一田块内挖取稻桩200棵,剥查其中虫数,并以不同类型田的密度加权平均估计越冬后幼虫密度。

1.1.2 越冬后幼虫至蛹期存活率估计 越冬后幼虫至蛹的存活率,主要与早春降雨,稻田灌溉、耕耘,以及天敌的作用有密切的关系。这一阶段的调查,除大田取样调查外,把稻桩

1991-11-15收稿

挖回水泥池中, 笼罩, 调查羽化的成虫数, 同时记录当地逐日灌水翻耕进度。成虫羽化结束后, 剥查稻桩, 以统计幼虫及蛹的死亡情况。

1.1.3 第一代预期卵量和有效卵量的调查 预期卵量通过起始虫数、各期存活率、雌性比率、标准卵量与达到标准卵量的概率估计。标准卵量指定为200粒/雌, 雌性比率、每雌产卵块数、每卵块平均卵粒数及寄生卵粒数根据取样调查结果。有效卵量即为产于水稻上的卵量。越冬代成虫羽化期间, 近年来只有秧田, 大量卵块产于水稻以外的其他场所。只有产于秧田的卵才有可能成为有效卵, 产于其他场所的卵孵出的幼虫将全部死亡。有效卵量调查采用分类型田定点调查, 每次调查把卵块摘除, 最后计算各点的卵块总数。并于盛孵始期, 采卵块一批(40块以上), 分别装入指头瓶内, 至全部卵块孵出幼虫后, 调查孵出的幼虫数; 并把孵化后的卵块用10% NaOH 溶液浸泡1天, 镜检统计被寄生卵粒数, 以统计每卵块平均卵粒数、卵粒寄生率和不孵率。

1.1.4 第一代幼虫至蛹期调查 第一代幼虫密度甚低, 且在秧田侵入的幼虫移栽后分散于本田, 带来密度调查的困难, 因而采用模拟试验统计幼虫期至蛹期的存活率。即在试验田块内, 相隔 8×8 行水稻放置同期产下的三化螟卵块, 以后按发育进度, 在各期的中期, 随机拔取20个以上的为害群, 把为害株拔回剥检, 3天后再回原来的为害群迹地重检, 把遗留的被害株拔回剥检, 统计每为害群的平均虫数, 计算该虫期的存活率。

第一代化蛹盛期, 将试验田块中留下的为害群的水稻连根拔回, 栽于水泥池中, 以纱罩保护, 待成虫羽化, 观察每群蛾量、雌性比率、每雌产卵块数。全部羽化后剥查被寄生及死亡情况。

在每次调查中, 均取为害群20个以上, 每一为害群均以一卵块作为基本单元, 因而可按卵块为单位统计各虫期的存活率, 组建一个世代自卵至成虫的生命表。

第一代的实际卵量与预期卵量的比率, 即有效卵量概率, 可以作为一个参数, 把越冬代的各项参数与第一代生命表联系在一起。

1.1.5 第二代预期卵量和实际卵量的调查 根据第一代生命表的数据可计算预期卵量。第二代实际卵量调查在稻田内进行。由于稻株较密, 螟卵容易遗漏, 可于为害群形成后进行调查校正。调查分类型田取20群以上, 加权平均计算。

每卵块的平均卵粒数、寄生卵粒数、不孵卵粒数和孵出幼虫数的调查方法与第一代的相同。

1.1.6 第二代幼虫至蛹期调查 方法与第一代的调查相似, 但可直接在稻田内取样, 以为害群为基本单元, 各期均取与20群以上, 与第一代的同样方法处理并计算各项参数。

第二代实际卵量与预期卵量的比值, 即有效卵量概率, 可以作为一个参数, 把第一代生命表与第二代生命表联系在一起。在第一代成虫发生期间, 全部稻田均有水稻, 有效卵量概率比较稳定, 根据试验期间及过去的调查, 接近0.95。因而以0.95计算。

1.2 早稻三化螟种群连续世代生命表

据调查结果, 组建自越冬后幼虫至第二世代的三化螟连续世代生命(表1)。按系统分析的基本要求, 表中以各期存活概率, 标准卵量、达标准卵量概率、雌性概率表示; 并以有效卵量概率(实际卵量/预期卵量)作为前、后两个世代的连接点, 把早稻三化螟种群连续世代生命表联系在一起。为了便于分析, 在末栏中计算平均生命表及排除作用控制指数(表1)

表1 早稻三化螟种群连续世代生命表
(广东、海陵, 1988~1990)

代 别	虫 期	作 用 因 子	各期存活率				控制指数 (EIPC)	
			1988	1989	1990	平 均		
		越冬后幼虫基数(头)/亩	1190	475	221.25	—	—	
越 冬 代	幼虫 至蛹	越冬后死亡	S_1	0.365	0.518	0.467	0.450	2.27
	成虫	雌比率	P_f	0.520	0.438	0.579	0.512	1.98
		标准卵量	F	200	200	200	200	—
		达标准卵量概率	P_F	0.540	0.540	0.664	0.581	1.74
有效卵量概率			S_{E1}	0.043	0.225	0.024	0.097	23.12
第 一 世 代	卵	寄生	S'_{11}	0.936	0.982	0.956	0.958	1.05
		不孵	S'_{12}	0.931	0.969	0.982	0.961	1.04
		蚊螟	侵入前死亡	S'_{13}	0.235	0.422	0.248	0.302
	2龄	转株死亡	S'_{14}	0.529	0.738	0.194	0.487	2.78
	3龄	转株死亡	S'_{15}	0.950	0.867	0.989	0.935	1.07
	至蛹	寄生	S'_{16}	0.826	0.882	1.000	0.903	1.15
	成虫	雌比率	P'_{1f}	0.570	0.534	0.517	0.540	1.85
		标准卵量	F'	200	200	200	200	—
		达标准卵量概率	P'_{1F}	0.791	0.813	0.813	0.806	1.24
	有效卵量概率			S_{E2}	0.950	0.950	0.950	0.950
第 二 世 代	卵	寄生	S'_{21}	0.944	0.933	0.946	0.941	1.06
		不孵	S'_{22}	0.967	0.946	0.983	0.966	1.03
		蚊螟	侵入前死亡	S'_{23}	0.304	0.291	0.329	0.308
	2龄	转株死亡	S'_{24}	0.904	0.717	0.713	0.778	1.30
		寄生	S'_{25}	0.846	0.990	0.981	0.939	1.07
	3龄	转株死亡	S'_{26}	0.876	0.942	0.687	0.835	1.22
	至蛹	寄生	S'_{27}	0.913	0.760	0.868	0.847	1.19
	成虫	雌比率	P'_{2f}	0.612	0.479	0.540	0.544	1.86
		标准卵量	F''	200	200	200	200	—
		达标准卵量概率	P'_{2F}	0.936	0.961	0.865	0.921	1.09
有效卵量概率			S_{E3}	0.929	0.973	0.978	0.960	1.04

2 作用于早稻三化螟的重要因子分析

庞雄飞等^[3,4,6]曾经提出重要因子的分析方法,应用排除作用控制指数分析生命表中各个因子或各类因子对种群数量发展趋势的作用.排除作用控制指数即为该作用因子相对应的存活率的倒数,相当于排除该因子的作用时种群趋势增长的倍数.因子的作用愈大,排除作用控制指数值愈大;因子的作用趋近于零,排除作用控制指数值接近于1^[6].在早稻三化螟种群连续世代生命表及其平均生命表中,各期存活率及雌性比率、达标准卵量概率、有效卵量概率均符合控制指数(乘法因子)的特点,同样可以排除作用控制指数表示各作用因子对种群趋势的作用程度.

据表1,第一世代有效卵量概率的排除作用控制指数值最大(23.12),如果没有这个因子,即越冬成虫全部卵产于水稻上,其种群趋势指数将为原来的23.12倍.与其他作用因子相比较,这个因子属于重要因子.分别各年份进行分析,1989年的排除作用控制指数值较小,为4.44;1990年的最大,为41.67.这个因子的作用年间变动甚大,可能成为作用于年间种群数量发展趋势的关键因子.这个因子值得进一步研究.

自第一世代卵期以后,连续至第二世代,蚊螟侵入前死亡和2龄后幼虫转株死亡的排除作用控制指数值也比较大,对种群趋势也起着一定的作用.但这类因子各年份的差异并不十分明显.这与幼虫侵入后环境变异较小有关.

3 试验结果及讨论

根据1988—1990年早稻三化螟连续世代生命表,可得出下面的试验结果及讨论性的结论。

3.1 早稻三化螟主害代的数量预测

广东的中、南部地区三化螟第二世代是主要为害的世代。第二代侵入幼虫的数量预测对防治决策具有一定的意义。在1988~1990年的早稻三化螟种群连续生命表中,第一代卵期以后,各期存活率及各项参数比较稳定,因而可以把第一代卵的密度(全部稻田加权平均密度)作为第二代侵入幼虫数量预测的起点。例如,根据1988~1989年早稻三化螟连续世代平均生命表数据,于第一世代卵期预测1990年早稻三化螟发生情况,得出图1的结果。从图1可见,预测值与实际调查值是比较吻合的(见图1)。在这试验的启发下,有可能通过3年或3年以上的三化螟第一代至第二代幼虫侵入期的连续世代平均生命表,建立当地的以第二代幼虫侵入期密度为目标的数量预测方案。

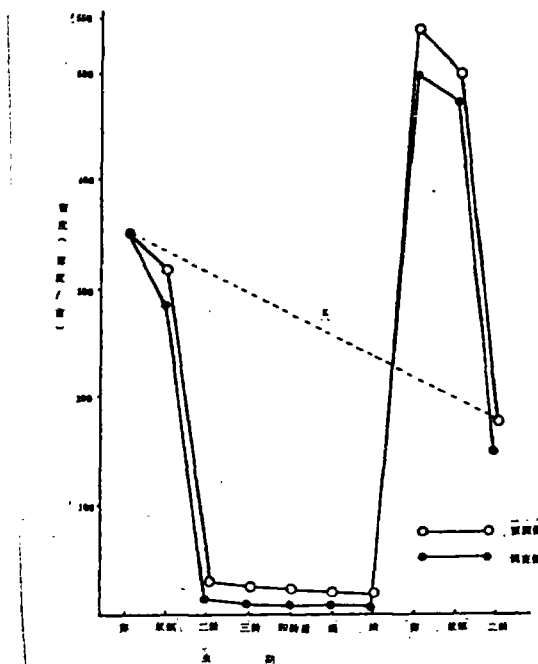


图1 早稻三化螟种群数量动态
预测及其验证(广东海陵, 1990)

3.2 早稻三化螟种群数量的控制问题

三化螟连续世代生命表,有助于研究三化螟种群数量控制的阶段决策。根据早稻三化螟种群数量的波动情况,可将越冬后幼虫至第二代划分为两个主要决策阶段。第一阶段自越冬后幼虫开始至第一代有效卵量概率,第二阶段自第一代卵至第二代幼虫侵入。第一阶段的排除作用控制指数较大,“幼虫至蛹的死亡”及“有效卵量概率”的排除作用控制指数之和达52.48,对种群数量发展趋势起着重要的作用。其中“有效卵量概率”的排除作用控制指数

年间变动甚大(4.44~41.67),引起变动的主要原因在于水稻播种期与越冬代成虫羽化期的吻合关系.1989年秧苗的三叶期与成虫羽化高峰期相吻合,成虫产卵于水稻上的比率较大;1988年及1990年秧苗进入三叶期时成虫羽化高峰期已过,在这以前羽化的成虫产卵于其他场所,产卵于水稻上的比率较低.因而适当地调整播种期,如果秧苗进入三叶期于成虫羽化高峰期之后,则有利于控制三化螟的数量.

在试点中曾经于1970年前后推广不适当的早播早植.早播难于避免春寒烂秧而补播,因而插植期常延长至1个月左右.越冬代三化螟羽化期,部分稻田为秧田,部分稻田已插植,部分稻田仍未灌水耕耘.这些年份三化螟的发生量甚大.1976年以后,当地推行综合防治方案,适当调整播种期,插植期缩短,一般年份秧苗进入三叶期时越冬三化螟羽化高峰期已过,三化螟的为害减轻.这是“越冬后幼虫”至“第一世代有效卵量概率”的第一阶段控制三化螟种群数量的有效决策.

自第一世代卵期至第二代的第二阶段,这段期间,三化螟侵入后的水稻,处于正常生长状态.对三化螟来说,环境比较稳定,如能降低第一代三化螟幼虫的侵入数量,对控制第二代(主害代)的数量将会收到明显的效果.在试点内,1991年春暖春旱,播种于三化螟越冬代成虫羽化高峰期之前,由于缺水,本田未能及时灌水耕耘,越冬后幼虫至蛹的死亡率下降,有效卵量概率增大,秧田卵密度达330块/亩,以秧田面积占全部稻田面积1/10加权平均计算,第一代卵量达33块/亩,以每卵块平均卵粒数53.1粒计算,如果不采取措施,按1988~1990年连续世代平均生命表参数计算,第二世代侵入幼虫将达 $(33)(53.1)(2.6468) = 4638$ 头/亩,明显超出防治指标,因而必需及时采取防治对策.三化螟侵入水稻后,可以人为控制的措施是采用药剂防治.1991年采取了第二阶段的决策,于秧田三化螟盛孵期施药,争取达到85%以上的防治效果.

如果第一世代卵量更大,或秧田施药防治未能达到预期效果,或第一世代卵产于本田,则要求进一步采取措施,如根区施药、第二代盛孵期采取“防破口”挑治部分田块,在更严重的情况下于第二化盛孵期全面施药防治等.

自1976年以来,试点及其邻近地区,由于采取了第一阶段的决策,取消了过早播植的田块,本田插植期一般于7~10天内完成;与此同时,早晚两造明显分开,取消了小面积的中稻,抑制了三化螟第三世代的数量,种群的积累数量下降,三化螟的种群数量比1970年前、后明显降低,未出现要求第二代盛孵期全面施药的情况.

关于药剂防治的问题将另文讨论.

参 考 文 献

- 1 尹汝湛.昆虫生命表的制作分析.植物保护,1980,6(1),31~38;6(2),31~37
- 2 古德就,尹汝湛,庞雄飞.始兴晚稻三化螟种群数量变动及其防治对策.广东农业科学,1984(3),31~33
- 3 庞雄飞.控制指数及其应用.植物保护学报,1990,17(1),11~16
- 4 庞雄飞,侯任环,梁广文等.稻纵卷叶螟防治策略的探讨(一).华南农学院学报,1981,2(4),71~83
- 5 庞雄飞,梁广文.昆虫种群系统的研究概述.生态学报,1990,10(4),373~378
- 6 庞雄飞,梁广文,曾玲.昆虫天敌作用的评价.生态学报,1984,4(1),46~56
- 7 林郁.水稻螟虫及其预测预报.北京:财经出版社,1956.1~151
- 8 祝汝佐.稻螟卵寄生蜂的研究.见:中国农业科学院植物保护研究所主编.中国植物保护科学.北京:科学出版社,1961.160~183

- 9 赵善欢. 我国主要水稻害虫的研究与防治. 见: 中国农业科学院植物保护研究所主编. 中国植物保护科学. 北京: 科学出版社. 1961. 110~117
- 10 赵善欢、尹汝湛, 黎国杰. 珠江三角洲沙田春季浸水治螟试验及调查报告. 农业学报, 1955, 6 (1), 77~80
- 11 蔡邦华. 三化螟猖獗实验 (一) 产卵孵化受温湿度之影响. 实业部中央农业实验所研究报告, 1935 (9), 273—317

STUDY ON THE LIFE TABLE AND ITS ANALYSIS OF PADDY STEM BORER ON THE EARLY RICE

Zhang Jian Pang Xiongfei
(Laboratory of Insect Ecology)

Abstract The successive life table of paddy stem borer, *Scirpophaga incertulas* (walker), on early rice in 1988—1990 were constructed in this paper, with the probability of effective eggs (=actual eggs/expected eggs), served as a linker of two generations. By means of exclusion analysis method and exclusion index of population control (EIPC) from the data of the successive life tables, the probability of effective eggs of the 1st generation was an important factor affecting the population. In addition, the mortality of the larvae and pupae in overwintering generation also played an important role on the population trend.

The overwintering adults laid the eggs on the rice seedlings or on other places. But, the hatched larvae of this monophagous insect developed only on the growing rice. The egg period of 1st generation and the planting times of the early rice played an important role coordinately on the probability of effective eggs. It is a useful method for controlling paddy stem borer on early rice to regulate the coordination of the rice planting time with the egg period of 1st generation.

The 1st—2nd generation of paddy stem borer developed in a relatively constant environment. By means of data in average successive life table, the effective egg density of the first generation may be used as the starting point to forecast the density of the 2nd generation of this insect.

Key words *Scirpophaga incertulas* (Walker); Life table; Rice pest monitoring