

白背飞虱自然种群生命表分析

黄寿山 丁克军

(华南农业大学植保系, 广州, 510642)

摘要 广东海陵岛白背飞虱不同世代种群均受到天敌捕食作用的显著控制, 成虫的迁出对处于早稻拔节期世代的种群控制作用较大。成虫迁移后的居留率与下代卵量概率, 对种群发展趋势的控制作用十分明显。但不同世代的成虫迁出比率差异较大。下代卵量概率既是重要因子, 又是关键因子。该因子的定量分析对于成虫期较长的昆虫种群动态描述是重要的。重要因子分析与关键因子分析相结合, 有助于明确对种群动态产生实际作用控制因子及其作用强度。

关键词 白背飞虱; 自然种群; 生命表; 重要因子; 关键因子

中图分类号 Q145; S435.112.3

种群系统(Population system)研究把作用于种群的各种生态因子看成是系统的空间边界。边界因子是多种多样的。那些对种群数量发展趋势起着重要作用的因子, 称为重要因子(Important factor)。重要因子分析与种群趋势指数 I 值直接发生关系。关键因子(Key factor)与种群数量的年间变动密切相关, 需要利用多年的历史资料和相应的方法进行分析。

本文分析了广东海陵岛白背飞虱不同世代的重要因子和 5 年来早稻拔节期世代的重要因子和关键因子。为白背飞虱种群系统控制提供参考。

1 重要因子分析

庞雄飞(1990)提出了种群趋势指数的控制指数(Index of population control, IPC)的概念。将控制指数(IPC)作为各个因子或各类因子控制作用的算子(Operator), 用于研究种群动态问题。提出了排除分析法, 添加作用分析法, 干扰作用分析法, 以适应不同类型因子作用信息的分析。其中, 排除作用分析法是以排除作用控制指数(Exclusion index of population control, EIPC)为指标, 对生命表参数进行重要因子分析的主要方法。根据控制指数的定义:

$$IPC = I'/I \quad \dots\dots\dots (1)$$

而 $EIPC = I'/I$

$$= \frac{S_1 \ S_2 \cdots 1 \cdots S_k \ F P_F \ P_{\bar{Q}} \ P_h \ \sum P_{fi} \ (S_{Aa})^i}{S_1 \ S_2 \cdots S_i \cdots S_k \ F P_F \ P_{\bar{Q}} \ P_h \ \sum P_{fi} (S_{Aa})^i}$$

$$= 1/S_i \quad \dots\dots\dots (2)$$

如果多个因子被排除, 其 EIPC 则以这些因子对应存活率的倒数的乘积。可见 EIPC 的最小值为 1, EIPC 值愈大, 反映该因子的作用愈强。因此, 根据 EIPC 数值的大小, 可以直观地比较各个因子或各类因子作用的大小。

1994-04-29 收稿

表 1 海陵岛水稻不同生育期白背飞虱自然种群生命表及其 EIPC 值的比较 (1991 年 4 ~ 11 月)

虫 期 x	作用因子 i		早稻分蘖期		早稻拔节期		晚稻拔节期	
			S_i	EIPC	S_i	EIPC	S_i	EIPC
(E) 1 ~ 2 龄 若虫 (S) 3 ~ 5 龄 若虫 (L) 成虫 (A)	捕食	S_1	0.881	1.135	0.896	1.120	0.870	1.149
	寄生	S_2	0.969	1.032	0.957	1.040	0.931	1.047
	不孵	S_3	0.916	1.091	0.902	1.110	0.859	1.164
	捕食	S_4	0.255	3.926	0.523	1.910	0.508	1.970
	抗性	S_5	0.962	1.039	0.914	1.090	0.940	1.064
	其他	S_6	0.890	1.124	0.742	1.350	0.681	1.469
	捕食	S_7	0.761	1.315	0.374	2.690	0.409	2.446
	寄生	S_8	0.854	1.172	0.839	1.190	0.717	1.395
	抗性	S_9	0.980	1.020	0.873	1.150	0.823	1.215
	其他	S_{10}	0.845	1.184	0.872	1.150	0.934	1.070
	居留率	P_h	0.627	1.571	0.153	6.540	0.686	1.459
	雌性比	P_f	0.710	—	0.593	—	0.770	—
	产卵量	FP_F	211.0	—	94.0	—	94.1	—
		(S_{A_A})	(0.756)	—	(0.819)	—	(0.750)	—
	下代卵量概率							
	$\sum P_{fi}(S_{A_A})^i$		0.268	3.731	0.118	8.470	0.108	9.251
种群趋势指数	I		2.345	—	0.066	—	0.294	—

海陵岛稻田白背飞虱不同世代自然种群生命表及其 EIPC 值见表 1。根据 EIPC 值的大小可以看出：

在 3 个不同世代的白背飞虱自然种群中，其 EIPC 的最大值都是对应世代的下代卵量概率因素，分别为：3.73,8.47,9.25。如果排除这一因子的作用，则种群将增长 3.73,8.47,9.25 倍。可见，对于成虫期长的害虫来说，成虫期参数对种群增长趋势的影响是十分明显的。这一参数反映的本质是成虫期非正常“死亡”，主要包含天敌对成虫的捕食以及其他因子的影响。

EIPC 具有同类合并的功能。将捕食，寄生，抗性，其他等作用因子的类别进行合并，可得到不同类型生态因子作用的 EIPC 值，如表 2。可见，在品种抗性基本一致的情况下，对于白背飞虱自然种群，天敌的捕食作用远大于其他生态因子。

本文采用了田间笼罩实验方法，调查了成虫的迁出比率。有助于分析处于不同时期的白背飞虱自然种群增长趋势变化的机制。早稻分蘖期，天敌对高龄飞虱若虫的捕食能力较低，成虫迁出量少，飞虱繁殖力高，种群增长快 ($I=2.345$)。早稻中后期，天敌捕食作用增强，成虫迁出量大，种群迅速衰退 ($I=0.066$)。晚稻中后期，成虫迁出量与早稻分蘖期相似，但繁殖力低，种群仍将衰退。

表 2 不同水稻生育期的生态因子对白背飞虱种群控制作用 (EIPC) 的比较

水稻生育期	捕 食	寄 生	抗 虫 性	其 他	迁 飞
早稻分蘖期	21.87	1.21	1.06	1.45	1.57
早稻拔节期	48.74	1.24	1.25	1.72	6.54
晚稻拔节期	51.23	1.50	1.29	1.83	1.46

2 关键因子分析

表 3 是连续 5 年同世代同地点的白背飞虱自然种群生命表参数。将表中 S_i 值按:
 $k=\ln(1/S_i), K=\ln(F/I)$ 式转换得表 4, r 为 K 与 k_i 的相关系数。从 r 的比较中可以看出, 下代
卵量概率与 K 的相关系数最大, 达 0.96, 这是一个关键因子。根据前面的分析, 该因子同时
也是重要因子。由此可见, 下代卵量概率不仅对种群趋势的发展起着重要作用, 同时也对白
背飞虱种群年度间数量的波动起着关键性的作用。卵期的“不孵”因子的相关系数也达到
0.915。然而, 该因子并不是重要因子, 其所起的作用是轻微的。若虫期的“捕食及其他”的

表 3 1988~1992 年白背飞虱第二世代自然种群生命表 (广东 海陵岛) ⁽¹⁾

虫 期 (x)	作用因子 (i)	各年度同期各因子作用下的存活率					5 年平均 S_i	EIPC (1/ S_i)
		1988	1989	1990	1991	1992		
卵期 (E)	捕 食 S_1	0.838	0.812	0.884	0.962	0.896	0.878	1.14
	寄生 S_2	0.878	0.840	0.989	0.889	0.957	0.911	1.10
	不孵 S_3	0.850	0.981	0.957	0.968	0.902	0.932	1.07
1~2 龄	捕食及							
若虫 (S)	其他 S_4	0.241	0.255	0.340	0.195	0.355	0.277	3.61
3~5 龄	捕食及							
若虫	其他 S_5	0.082	0.215	0.513	0.428	0.283	0.304	3.29
(L)	寄生 S_6	0.993	0.987	0.987	0.957	0.839	0.953	1.05
成虫	产卵量 FP_F	85.0	161.0	161.0	98.0	94.0	120.0	—
	雌性比 $P_{\frac{F}{\frac{F}{F}}}$	0.603	0.600	0.600	0.680	0.593	0.615	—
	$S_{A_{\frac{F}{F}}}$	(0.711)	(0.789)	(0.746)	(0.811)	(0.819)	(0.775)	—
(A)	下代卵量概率							
	$\sum P_{ri}(S_{A_{\frac{F}{F}}})_i$	0.029	0.145	0.135	0.152	0.118	0.116	8.64
种群趋势指数	I	0.006	0.137	0.323	0.181	0.066	0.122	—

(1) 前 3 年资料为华南农业大学昆虫生态室提供。

表 4 白背飞虱自然种群生命表各作用因子的 $k_i^{(1)}$ 值与 K 值 (资料来源于表 3)

虫 期	作用因子	1988 年	1989 年	1990 年	1991 年	1992 年	r
卵	捕食 k_1	0.178	0.208	0.124	0.039	0.110	0.395
	寄生 k_2	0.130	0.174	0.011	0.118	0.044	0.330
	不孵 k_3	0.163	0.019	0.044	0.033	0.103	0.917
	捕食及						
若 虫	其他 k_{4-5}	3.924	2.901	1.747	2.483	2.299	0.888
	寄生 k_6	0.007	0.013	0.013	0.044	0.176	-0.022
	FP_F k_7	2.465	1.824	1.824	2.323	2.363	0.698
成 虫	$P_{\frac{F}{\frac{F}{F}}}$ k_8	0.506	0.511	0.511	0.386	0.523	0.265
	$\sum P_{ri}(S_{A_{\frac{F}{F}}})_i$ k_{10}	3.540	1.931	2.002	1.884	2.137	0.960
	$K=\ln(F/I)$	12.024	8.893	8.037	8.619	9.633	—

(1): $k_i = \ln(1/S_i) = \ln(\text{EIPC}_i)$

$k_4 \sim 5$ 值与 K 值的相关系数为 0.888, 该因子属于重要因子, 对种群的年间变动也同样起着关键性的作用。关键因子分析与重要因子分析相结合, 有利于提高分析结论的可靠性。

3 结论与讨论

3.1 利用排除作用控制指数(EIPC), 对影响白背飞虱自然种群的主要生态因子, 分类别进行了分析。在不同世代, 天敌的捕食作用都是控制白背飞虱种群数量增长的最重要生态因子。表 2 数据表明, 当失去天敌的捕食控制, 飞虱种群将增长 21.87 ~ 51.23 倍。在水稻品种抗虫性基本一致为感虫(S)级条件下, 寄生性天敌及其他因子的控制作用较低。

3.2 采用田间笼罩实验种群调查的方法, 估计不同世代白背飞虱的迁出比率, 对分析田间自然种群消长机制是十分有益的。在早稻拔节期, 由于迁出比率高, 种群衰退明显。而早稻分蘖期和晚稻拔节期, 成虫迁出少, 种群消长受控于繁殖力和天敌捕食的作用较大。

3.3 利用历年同期地自然种群生命表参数, 通过 EIPC 和 $K-k_i$ 相关分析, 明确了下代卵量概率 $\sum P_{fi}(S_{A_d})$ 既是重要的又是关键的参数; 天敌对若虫期的捕食作用是重要因子, 又是关键因子。重要因子分析与关键因子相结合, 有助于明确对种群动态产生实际作用的控制因子及其作用强度。

参 考 文 献

尹汝湛. 1980. 昆虫生命表的制作与分析. 昆虫学报, 6(1):31 ~ 38

尹汝湛. 1980. 昆虫生命表的制作与分析. 昆虫学报, 6(2):31 ~ 37

庞雄飞. 1990. 昆虫种群系统的信息处理(一): 控制指数与种群系统的控制. 华南农业大学学报, 11(3):6 ~ 12

庞雄飞, 侯任环, 包华理. 1992. 褐稻虱自然种群生命表的组建与分析. 华南农业大学学报, 11(3):1 ~ 5

梁广文, 庞雄飞. 1988. 稻纵卷叶螟生命系统的模拟与控制. 系统科学在植物保护研究上的应用. 北京: 农业出版社, 207 ~ 250

ANALYSIS OF THE LIFE TABLE OF THE NATURAL POPULATION OF WHITEBACKED PLANTHOPPER

(WBPH) *Sogatella furoifera* (Horvath)

Huang Shoushan Ding Kejun

(Dept. Plant Protection, South China Agr. Univ., Guangzhou, 510642)

Abstract

This paper deals with the analysis of the life table for natural population of whitebacked planthopper (WBPH) in Hailing island, Guangdong province. The results showed that the populations of WBPH were obviously controlled by indigenous natural enemies. The adult emigration played an important role in the population of the generation in the jointing stage of early rice. The fecundity of the next generation and the residency rate after migration of the adults were important control effects for the population trend. The proportions of adults emigrating varied from different generations. The fecundity of next generation was an important factor as well as key factor. It is very important for the dynamics of the insect with long longevity to analyse the important factors and key factors.

Key words *Sogatella furoifera*; natural population; life table; important factor; key factor