

# 桔全爪螨自然种群生命表及其分析的改进

田明义 梁广文 庞雄飞

(华南农业大学昆虫生态研究室, 广州, 510642)

**摘要** 通过系统调查和室内观察,采用平均历期法,组建以作用因子组配的桔全爪螨自然种群生命表。组配自然种群生殖力表,以内禀增长率( $r_m$ )等作为判断桔全爪螨种群数量发展趋势的指标。分析结果表明,在春季天敌对桔全爪螨种群数量的控制作用是明显的,但天敌作用不足以控制桔全爪螨种群数量的增长,需辅以其他措施进行控制。

**关键词** 生命表;桔全爪螨;自然种群

**中图分类号** Q 968.1

桔全爪螨(*Panonychus citri* McGregor)是柑桔主要有害生物之一,定量分析各种因子对其种群数量的控制作用,在生产上具有重要的意义。我们采用种群系统研究方法(庞雄飞等,1990),对该螨种群动态的模拟和控制进行了研究,现将研究结果陆续整理发表。种群系统的研究,以生命表为基础,我们对桔全爪螨自然种群生命表组建及其分析方法进行了探讨。

## 1 调查方法

试验于1991~1992年4~8月在贵州省中八农场(位于贵州中部清镇县)科研所果园中进行。品种为温州蜜柑尾张品系,树龄为6年生。

自然种群调查:在柑桔园,随机选定长势一致的4株树,进行挂牌标记,每3天调查1次。每次沿树株东南西北4个方位和中部各随机摘取叶片5张,在手持扩大镜下计数桔全爪螨各螨态(卵、幼螨、若螨和成螨)的数量。每次共调查100张叶片。同时,选定与别的枝条不相接触的树枝,剔除所有的天敌并罩网,枝条基部涂抹凡士林以排除天敌的进入,定期(每隔2天1次)调查桔全爪螨各螨态的数量。

为了估计卵期死亡情况,在调查期间内,选定一批卵单个进行编号标记(用圆珠笔在卵周围叶片上划圈),逐日观察卵的孵化和死亡情况。观察卵数为167粒。

实验种群的观察:与自然种群调查同时进行,内容包括各螨态发育历期和雌螨的繁殖力。卵历期观察在室外柑桔叶片上进行,接成螨产卵后单个标记,逐日观察孵化情况。剪取柑桔一个小枝条(上带3~4叶),枝条基部用海绵和纱布缠紧,将枝条插入盛水中的玻璃瓶中,在叶片上接初孵幼螨,逐日观察各螨态的发育历期(各螨态的判断以见到蜕皮为准,枝条每3天更换1次)。同时,取初羽化成螨,以上述同样的方法,雌雄配对接入无螨的叶片上,逐日计数雌螨产卵数量,至成螨死亡为止。

1993-10-18 收稿

## 2 桔全爪螨自然种群生命表的组建方法

据观察,在贵州清镇,春季桔全爪螨从幼螨到成螨的平均发育历期为 18 天左右,其中卵期 9 天,幼螨期 3 天,若螨期 6 天。成螨历期以 20 天计,从羽化到中期的历期为 10 天。该螨发生世代重叠,同时可以发现各个发育阶段的个体。在生长发育过程中,因天敌、降水等原因而大量死亡。为将各作用因子作为独立的组份进行分析,参照庞雄飞等(1992)的方法,组建以作用因子组配自然种群生命表。同时,以成螨初期至中期的逐日存活率作为一个组份,表示成螨期由于天敌等造成的非正常死亡情况,由于柑桔全爪螨发生世代重叠,且各发育阶段的历期不同,因而每一螨态定期调查记录的累计数量与实际数的差异甚大,必须采用历期法(伊藤嘉昭,1975),按调查间距与发育历期进行换算估计,其估计值( $N'_t$ )与实际调查值( $N_x$ )、发育历期( $T_x$ )及调查间距( $\Delta x$ )的关系式为:

$$N'_t = \Delta x N_x / T_x \quad (1)$$

各螨初始数量(头)由下式求出:

$$N_0 = N_t / S^t \quad (2)$$

其中, $N_0$ 为各螨态初始数量, $N_t$ 为各螨态期中值, $S$ 为各螨态的逐日存活率, $t$ 为各螨态初期至中期的历期(天)。本文中成螨存活率均指逐日存活率。

按照以上原则,组建桔全爪螨自然种群生命表。现以 1992 年春季(4~5 月)试验数据示例如下。

卵期存活率的估计:对卵标记观察结果表明,在卵期因降雨、捕食和不孵所导致的死亡率分别为:0.053 9、0.170 9 和 0.091 6。相应的存活率分别为 0.946 1、0.829 1 和 0.908 4。整个卵期的存活率为  $S_e = 0.712 6$ 。

系统调查数据见表 1。根据系统调查数据、各螨态历期和卵期存活率,由式(1)和式

表 1 春季桔全爪螨种群数量系统调查数据(贵州清镇,1992)

日期(月·日)	卵	幼 螨	若 螨	成 螨
4.18	385	11	27	36
21	612	37	31	52
24	587	63	46	85
27	520	169	182	105
30	732	207	147	92
5. 3	518	107	123	43
6	773	204	218	164
9	788	282	219	101
12	929	176	248	130
15	1 038	293	313	128
合计( $N_x$ )	7 029	1 573	1 907	948
期中值( $N'_t$ )	2 403.7	1 573	953.6	94.8
初值( $N_0$ )	2 848.0	2 029.5	1 218.7	764.2
存活率( $S_x$ )	0.712 6	0.600 5	0.613 7	(0.811 6)

(2)分别推算出各发育阶段(螨态)的存活率。幼螨、若螨期存活率分别为 0.600 5, 0.613 7, 成螨期逐日存活率为 0.811 6。按同样的方法, 估算出排除天敌作用后桔全爪螨各螨态的存活率分别为: 幼螨 0.625 8, 若螨 0.712 0, 成螨(逐日存活率)0.822 7。

为便于直观地反映各种作用因子对桔全爪螨自然种群的作用, 需进一步分析各作用因子的影响, 组建以作用因子组配的生命表。本文将桔全爪螨自然种群的作用因子分为不孵、雨水、捕食和“其他”4 类。

根据降雨(中至大雨)前后桔全爪螨种群数量变化情况, 估算出降雨对各螨态的作用, 仍以存活率表示。在调查期间内幼螨、若螨和成螨期与降雨作用相对应的存活率分别为: 0.636 4, 0.717 6 和 0.974 0, 其中成螨数据为逐日存活率。

天敌对桔全爪螨起着重要的控制作用。在实验园中, 主要天敌有尼氏钝绥螨 (*Amblyseius nicholsi* Ehara)、深点食螨瓢虫 (*Stathorus punctillum* Weise) 和食螨隐翅虫 (*Quasimus* sp.) 等。根据排除天敌作用调查结果, 可推算出天敌的作用, 幼螨期与天敌作用相对应的存活率为:  $0.600\ 5/0.625\ 8=0.959\ 6$ ; 若螨期、成螨期与天敌作用相对应的存活率分别为: 0.862 2 和 0.986 5。

将雨水和天敌因素以外的死亡因子称为“其他”。在同一螨态各作用因子所导致的存活率之积相当于该螨态的存活率, 据此可分别计算出各螨态与因子“其他”相对应的存活率, 如在幼螨期为  $0.600\ 5/(0.636\ 4 \times 0.959\ 6)=0.983\ 3$ , 若螨期和成螨期分别为 0.989 6 和 0.844 7。

根据以上的计算结果, 组建以作用因子组配的桔全爪螨春季自然群种的生命表(见表2)。

表 2 春季桔全爪螨自然种群生命表(贵州清镇, 1992.4~5)

螨 态 ( <i>x</i> )	各期存活率 ( <i>S<sub>x</sub></i> )	组份 ( <i>i</i> )	死亡原因 ( <i>d<sub>x</sub>F</i> )	相应的存活率 ( <i>S<sub>i</sub></i> )
卵	<i>S<sub>E</sub></i> = 0.712 6	1	雨水	<i>S<sub>1</sub></i> = 0.946 1
		2	捕食	<i>S<sub>2</sub></i> = 0.829 1
		3	不孵	<i>S<sub>3</sub></i> = 0.908 4
幼 螨	<i>S<sub>L</sub></i> = 0.600 5	4	雨水	<i>S<sub>4</sub></i> = 0.636 4
		5	捕食	<i>S<sub>5</sub></i> = 0.959 6
		6	其他	<i>S<sub>6</sub></i> = 0.983 3
若 螨	<i>S<sub>N</sub></i> = 0.612 3	7	雨水	<i>S<sub>7</sub></i> = 0.717 6
		8	捕食	<i>S<sub>8</sub></i> = 0.862 2
		9	其他	<i>S<sub>9</sub></i> = 0.989 6
成 螨	<i>S<sub>aa</sub></i> = (0.811 6)	10	雨水	( <i>S<sub>11</sub></i> = 0.974 0)
		11	捕食	( <i>S<sub>11</sub></i> = 0.986 5)
		12	其他	( <i>S<sub>12</sub></i> = 0.844 7)

3 桔全爪螨自然种群生命表的分析

在表 2 中,仅列出各螨态的存活情况,而未将雌螨标准产卵量( $F$ )、达到标准产卵量的概率( $P_p$ )和雌性比率( $P_{\text{♀}}$ )等成螨期重要的参数列出。在生命表的分析时本文采用分析自然种群生殖力表的方法,以内禀增长率( $r_m$ )作为判断桔全爪螨自然种群数量发展趋势的指标,即当  $r_m > 0$  时,判断种群数量上升;当  $r_m = 0$  时,种群数量保持不变;而当  $r_m < 0$  时,种群数量下降。表 2 中的成螨存活率实为雌螨的存活率,这样的处理便于直接用雌螨产卵量来计算  $r_m$  值,而不必转换为“产雌数”。根据表 2 中各螨态的存活率,结合室内对成螨繁殖力的观察结果,组建桔全爪螨春季自然种群生殖力表(表 3)。

表 3 桔全爪螨春季自然种群的生殖力表

$x$	$l_x$	$m_x$	$l_x m_x$	$l_x m_x x$
1	1.000 0			
:	:	未	成	期
:	:			
18	0.212 6	0.0	0.000 0	0.000 0
19	0.186 2	0.0	0.000 0	0.000 0
20	0.151 1	1.0	0.151 1	3.022 0
21	0.123 0	1.7	0.209 1	4.391 1
22	0.099 5	2.6	0.258 7	5.691 4
23	0.081 5	3.1	0.251 1	5.775 3
24	0.066 8	3.0	0.198 0	4.752 0
25	0.054 8	4.0	0.216 0	5.400 0
26	0.043 2	4.2	0.181 4	4.717 4
27	0.035 5	4.1	0.145 6	3.930 0
28	0.028 5	3.5	0.099 7	2.793 0
29	0.023 1	2.3	0.053 1	1.540 8
30	0.018 1	2.1	0.038 0	1.140 3
31	0.015 2	1.0	0.015 2	0.471 2
32	0.012 3	0.8	0.009 8	0.314 9
33	0.010 0	0.5	0.005 0	0.165 0
34	0.008 0	0.3	0.002 4	0.081 6
35	0.006 4	0.2	0.001 3	0.044 8
36	0.005 5	0.3	0.001 7	0.059 0
37	0.004 2	0.0	0.000 0	0.000 0
$\Sigma$			1.837 3	44.290 1

按公式(3)~(7)计算出自然种群的净增殖率( $R_0$ )、平均世代历期( $T$ )、内禀增长率( $r_m$ )、周限增长率( $\lambda$ )和倍增时间( $t$ )等指标。同样,可计算排除天敌作用后各指标的变化情况(如表 4)。

净 增 殖 率  $(R_o) = \sum l_x m_x$  (3)

平均世代历期  $(T) = (\sum l_x m_x x) / R_o$  (4)

内禀增长率  $(r_m) = \ln(R_o) / T$  (5)

周限增长率  $(\lambda) = \exp(r_m)$  (6)

种群倍增时间  $(t) = \ln 2 / r_m$  (7)

从表 4 中可以看出,净增殖率( $R_o$ )>1,内禀增长率( $r_m$ )>0,说明春季桔全爪螨种群数量是上升的。在排除天敌的情况下,桔全爪螨自然种群的净增殖率和内禀增长率都明显增加,说明如果没有天敌的作用,桔全爪螨种群数量上升速度会更快。同样,在排除天敌的情况下,周限增长率增加,种群的倍增时间缩短。说明在春季天敌对桔全爪螨种群数量的控制作用是明显的,但单靠天敌的作用不能控制桔全爪螨种群数量的增长,需辅以其他措施进行防治。

表 4 桔全爪螨春季自然种群和排除天敌作用后种群的生殖力表参数

参 数	自然种群	排除天敌种群
净增殖率( $R_o$ )	1.837 3	3.375 3
平均世代历期( $T$ ,天)	24.2	24.2
内禀增长率( $r_m$ )	0.025 2	0.050 2
周限增长率( $\lambda$ )	1.026 5	1.051 5
种群倍增时间( $t$ ,天)	27.5	13.8

4 讨论

自然种群生命表在世代互不重叠的昆虫中应用较多,这与 Morris 等(1954)经典的云杉卷叶蛾自然种群生命表组建方法基本相同。但对世代重叠较为严重的昆虫或螨或螨类,组建自然种群生命表较为困难。庞雄飞等(1992)采用平均历期法组建了褐稻虱自然种群生命表,本文对此法作了一些修改,以公式  $N_o = N_i / S'$  估算各螨态初始数量,使得此法在应用上更为方便。

我们曾探讨过桔全爪螨自然种群生命表的组建和分析(田明义等,1992),本文在此基础上有所改进:(1)鉴于该螨受雨水影响较大,我们列出了降雨的作用。但必须指出,仅根据降雨前后种群数量的变化情况来估计降雨的作用是较为粗放的,因为降雨的影响可能是多方面的,如除直接冲刷外,雨水浸泡会对发育、繁殖和存活等带来影响。对雨水的作用有待深入研究。(2)本文采用自然种群生殖力表的内禀增长率( $r_m$ )等指标,对桔全爪螨种群数量变化进行分析和判断可直观地反映出该螨自然种群数量的变动情况,分析各作用因子对桔全爪螨种群数量的影响,也便于对其他作用因子(如气候、品种、杀虫剂等)的作用进行分析。

参 考 文 献

田明义,庞雄飞,梁广文.1992.桔全爪螨自然种群生命表的组建和分析.见:万方浩主编.昆虫生态学研究.北京:中国科学技术出版社,300~302

庞雄飞,梁广文.1990.昆虫种群系统的研究概述.生态学报,10(4):373~378

庞雄飞,包华理,侯任环.1992.褐稻虱自然种群生命表组建方法.华南农业大学学报,13(1):1~5

伊藤嘉昭.1975.动物生态学研究方法.邬祥光等译.北京:科学出版社,1~150

Morris R F, Miller C A. 1954. The development of life tables for the spruce budworm. Can J Zool, 32: 283~301

## IMPROVEMENT ON THE LIFE TABLE OF NATURAL POPULATION OF CITRUS RED MITE AND ITS ANALYSIS

Tian Mingyi Liang Guangwen Pang Xiongfei

(Lab. of Insect Ecology, South China Agr. Univ., Guangzhou, 510642)

### Abstract

Based on the characteristic of the serious overlapping generations of the citrus red mite, *Panonychus citri* McGregor, the life tables of natural population were constructed in spring season in citrus orchard in 1991 ~ 1992 in Qingzhen, Guizhou province. Combined with the fecundity of the mite observed in Laboratory, the intrinsic capacity of increase rate ( $r_m$ ) was used as parameter to indicate the trends of the population dynamics of the mite. The result showed that the population densities of the mite increased in spring because of lower density of the natural enemies. It was suggested that several active measures could be used to control the pest.

**Key words** life tables; natural population; *Panonychus citri* McGregor