

寄生蜂种群繁殖分布时间特征的研究

况荣平 唐业忠 (中国科学院昆明动物研究所, 昆明 650223)

【摘要】 运用 10 种寄生蜂的 23 张生殖力表资料, 分析比较了这些种群繁殖分布的特征。结果表明, 寄生蜂种群繁殖具有相似的分布特征, 种群繁殖集中分布在生殖头 d 天内, 在生殖头 $d/2$ 天内繁殖分布更为集中。在生殖头 d 天内种群繁殖对种群增长的贡献几乎均达到 100%, 其中大部分贡献是在生殖头 $d/2$ 天内实现的。这种繁殖分布特征对于寄生蜂种群内禀增长率的测定和掌握种群数量动态的时间特性十分重要。

关键词 寄生蜂 生殖力 繁殖分布 种群动态

Temporal characteristics of reproductive distribution of hymenopterous parasitoid population. Kuang Rongping and Tang Yezhong (*Kunming Institute of Zoology, Academia Sinica, Kunming 650223*). -*Chin. J. Appl. Ecol.*, 1994, 5(2): 159-162.

This paper deals with the characteristics of reproductive distribution of hymenopterous parasitoid population on the basis of 23 sets of fecundity data for 10 species of it. The results show that all of these species have a similar distribution of reproduction with time, which is concentrated in the first d days, and in first $d/2$ days in particular. The contribution of population reproduction to population growth in a reproductive period of d almost reaches to 100%, of which, most contribution is achieved in reproductive period of $d/2$. This characteristics of reproductive distribution is of importance to determining the intrinsic increase rate of parasitoid population and understanding its quantitative dynamics with time.

Key words Hymenopterous parasitoid, Fecundity, Reproductive distribution, Population dynamics.

1 引言

繁殖是自然种群的基本特征, 对种群数量动态有着深刻的影响。种群的繁殖总是在时间中发生的。种群繁殖对种群增长的影响不仅取决于繁殖总量, 而且取决于繁殖的时间及其在时间上的分布。研究种群繁殖分布的时间特性不仅有助于设计内禀增长率的简单测定方法^[4,10], 而且有助于把握种群增长过程的时间特性。不过, 过去的工作比较注重繁殖总量和平均世代时间的测定, 忽视繁殖时间分布的研究。虽然人们对昆虫种群的繁殖分布的时间特性有不少的经验认识, 但缺乏具体的比较研究和数量分析。本文运用生殖力表资料研究

寄生蜂种群繁殖分布的时间特性, 进而分析这种分布的生态学意义。

2 研究方法

本文采用了 10 种寄生蜂的 23 张生殖力表。根据这些生殖力表, 运用 Birch^[1]提出的方法可以计算出各种群的世代净繁殖率(R_0)和内禀增长率(r_m)。计算公式如下:

$$R_0 = \sum_{x=0}^N l_x m_x \quad (1)$$

$$\sum_{x=0}^{\infty} \exp(-r_m x) l_x m_x = 1 \quad (2)$$

式中 x 代表年龄(以天为单位), l_x 代表年龄为 x 时的存活率, m_x 代表年龄为 x 时的平均产雌率。

这些数据均来自生殖力表. 种群生长过程可分为生殖前期和生殖期. 生殖前期代表从出生到第一次生殖之间的时间, 用 d 来表示. 生殖期代表从第一次生殖到生殖结束之间的时间. 生殖期的时间划分可用生殖前期时间 d 作为参照指标. 根据生殖力表资料, 可以分别计算在生殖头一天, 生殖头 $d/2$ 天和生殖头 d 天内的净繁殖率, 并分别除以总的世代净繁殖率 (R_0), 从而得到 3 个生殖时期内的繁殖百分比, 以刻画种群繁殖分布的时间特性. 计算这 3 个生殖时间的净繁殖率仍用公式 (1), 但应把式 (1) 中的时间上限分别改变成 d , $d + (d/2) - 1$ 和 $2d - 1$.

在年龄为 X 时, 种群繁殖对种群增长的贡献在数值上等于 $\exp(-r_m x) l_x m_x$ [1]. 显然, 在特定生殖期内繁殖对种群增长的贡献 (C) 可以用下式加以定义.

$$C = \sum_{x=d}^N \exp(-r_m x) l_x m_x \quad (3)$$

式中 d 代表生殖前期时间, 因生殖力表起始时间计为 0, 故第 d 天即为第一次生殖时间. 根据式 (3), 可以分别计算生殖头一天, 生殖头 $d/2$ 天和生殖头 d 天内繁殖对种群增长的贡献, 其中 N 的取值分别为 d , $d + (d/2) - 1$ 和 $2d - 1$. 在整个生殖期, 繁殖对种群增长的总贡献为 1. 这 3 个生殖时间内的繁殖贡献均表示为繁殖总贡献的百分比.

3 结果分析

3.1 繁殖分布的集中特性

运用 IBM-PC 计算机分别计算种群的世代净繁殖率 (R_0) 和内禀增长率 (r_m), 结果列于表 1. 这些数据将分别用于计算种群繁殖在不同生殖时间内的分布比例及其对种群增长的贡献. 用生殖头 1 天、生殖头 $d/2$ 天和生殖头 d 天内的净繁殖率除以世代净繁殖率 (R_0) 便可得到这 3 个生殖时间内的净繁殖百分比 (表 2). 结果表明寄生蜂种群繁殖过程具有明显的集中分布特性. 这种特性表现在两个方面. 一是生殖期短于或等于生殖前期. 显然, 在这种情况下, 100% 的繁殖量均分布在生殖头 d 天

内, 表 2 中有 10 组数据属于这种情况; 另一种情况是生殖期长于生殖前期, 虽然如此, 繁殖仍集中分布在生殖头 d 天内, 大多数种群的繁殖百分比达到了 95% 以上的水平, 其中两个种群的繁殖百分比稍低一些 (88.9%). 只有 *G. emigratus* 种群是个

表 1 寄生蜂种群的净繁殖率 (R_0) 和内禀增长率 (r_m) [1,3,5-9]

Table 1 Intrinsic increase rates (r_m) and net reproduction (R_0) of parasitoid populations

生殖力表编号及种名 No. & species name	温度 Temp.	内禀增长率 r_m	净繁殖率 R_0
1. <i>Ehpedrus californicus</i> (SR=0.5, TF)	23	0.371	597.0
2. <i>Ehpedrus californicus</i> (SR=0.5, EF)	23	0.301	202.9
3. <i>Ehpedrus californicus</i> (SR=0.66, TF)	23	0.389	788.0
4. <i>Ehpedrus californicus</i> (SR=0.66, EF)	23	0.318	267.9
5. <i>Goniozus emigratus</i>	26.7	0.178	127.8
6. <i>Muscidifurax zaraptor</i>	—	0.195	163.6
7. <i>Nasonia vitripennis</i>	26.7	0.261	105.9
8. <i>Platygaster californica</i>	20-27	0.092	74.2
9. <i>Pseudeucoila</i> sp.	25	0.266	203.0
10. <i>Praon palitans</i> (SR=1, TF)	21	0.325	258.3
11. <i>P. palitans</i> (SR=1, EF)	21	0.288	153.3
12. <i>P. palitans</i> (SR=0.5, TF)	21	0.283	129.3
13. <i>P. palitans</i> (SR=0.5, EF)	21	0.246	76.5
14. <i>P. palitans</i> (SR=1, EF)	12.5	0.124	123.1
15. <i>P. palitans</i> (SR=1, EF)	12.5	0.117	95.7
16. <i>P. palitans</i> (SR=0.5, TF)	12.5	0.106	61.5
17. <i>P. palitans</i> (SR=0.5, EF)	12.5	0.099	47.9
18. <i>Tetrastichus</i> sp.	20-27	0.144	98.1
19. <i>Totrymus baccharicidis</i>	20-27	0.084	53.9
20. <i>Trichogramma minutum</i>	25	0.338	36.9
21. <i>T. minutum</i>	20	0.202	36.5
22. <i>T. minutum</i>	17	0.153	38.1
23. <i>T. minutum</i>	15	0.130	41.4

1) 1-4 张生殖表资料由加拿大 Frasser 大学动物系 M. Mackauer 教授直接提供; 2) SR 代表雌性比, EF 代表有效生殖, 即不考虑多寄生, 按 1 个寄主只容纳 1 个寄生生物计算; TF 代表总生殖, 即按实际产卵总量计算.

例外,在生殖头 d 天内繁殖比为 45.7%,这个种群的生殖期很长,为 62 天,而生殖前期仅 17 天,不到 62 天的 $1/3$,但在生殖头 17 天内的繁殖比例达到 45.7%。这同样体现了繁殖分布的集中特性。

表 2 寄生蜂种群繁殖分布特征

Table 2 Characteristics of reproductive distribution of hymenopterous parasitoid population

生殖力 表编号 No.	生殖前期 d 天 Prerepro- ductive preiod	生殖期 (天) Reprodu- ctive period	繁殖时间分布(%) Time distribution of reproduction		
			生殖 第 1 天 First day	生殖头 $d/2$ 天 First $d/2$ days	生殖头 d 天 First d days
1	13	18	2.0	60.6	95.1
2	13	18	4.8	50.7	88.9
3	13	18	2.0	60.6	95.1
4	13	18	4.8	50.8	88.9
5	17.0	62	0.8	25.6	45.7
6	20.5	33	4.6	62.9	96.1
7	14.5	17	5.7	79.7	99.9
8	46	11	55.2	100	100
9	18.5	13	14.6	99.6	100
10	14.5	21.5	15.8	80.1	98.8
11	14.5	21.5	12.7	76.3	98.2
12	14.5	21.5	15.8	80.0	98.8
13	14.5	21.5	12.6	76.3	98.2
14	33.5	33	7.6	95.8	100
15	33.5	33	7.5	95.1	100
16	33.5	33	7.6	95.8	100
17	33.5	33	7.5	95.1	100
18	27	31	22.9	79.2	99.6
19	38	35	12.6	82.4	100
20	9	18	35.1	89.3	96.1
21	16	12	36.9	99.1	100
22	21	21	19.8	97.4	100
23	26	17	13.9	99.7	100

上述分析表明寄生蜂种群繁殖集中分布在生殖头 d 天内。在此基础上,可以进一步分析在生殖头 d 天内种群繁殖分布的特性。从表 2 可见,在生殖头 1 天种群繁殖的比例远远大于这一天与生殖期之比。经过 $d/2$ 天的生殖后其繁殖比达到了很高水平,其中有 10 个种群的繁殖比接近或超过 90%,其余均超过了生殖头 d 天内繁殖量的一半以上。这说明寄生蜂繁殖分布生殖头 $d/2$ 天内更为集中。不过,由于种间差异

和实验条件的差异,种群在这一生殖期内繁殖分布的集中程度变异较大。相比之下,种群在生殖头 d 天内繁殖分布的集中程度变异较小。

3.2 繁殖贡献

综上所述,寄生蜂种群繁殖集中分布在生殖头 d 天内,尤其在生殖头 $d/2$ 天内。这表明这段时间对种群增长过程有深刻的影响。这种影响将表现在繁殖对种群增长的贡献中。从式(3)可知,种群在特定时间的繁殖对种群增长的贡献不仅取决于这个时间的净繁殖量($l_x m_x$),而且取决于种群所处的时间(X)。从理论上讲,在种群呈正增长情况下,较早产下的后代对种群增长的贡献大于晚产的后代。从表 1 可知,本文中提到的种群均呈正增长($r_m > 0, R_0 > 1$)。因此,在生殖早期的繁殖对种群增长将会有较大的贡献。不过,不同的物种或一个物种在不同条件下生长的种群繁殖对种群增长的贡献的时间分布却属未知。通过具体物种的比较分析方能获得这样的信息。为此,将生殖力表中的 l_x, m_x, X 以及表 1 中的 r_m 资料代入式(3),就可以分别计算出在生殖头 1 天、生殖头 $d/2$ 天和生殖头 d 天内的繁殖对种群增长的百分贡献(表 3)。由表 3 可知,在生殖头 d 天内的繁殖对种群增长的百分贡献几乎均为 100%。虽然 *G. emigratus* 种群在生殖头 d 天内的繁殖比为 45.7%,但对种群增长的贡献却达到了 95.8%。因此,在生殖头 d 天内的繁殖量决定了种群增长的能力。由表 3 还可以看到,生殖头 1 天的繁殖对种群增长的百分贡献也达到了较高水平,且均高于这一天相应的繁殖百分比(表 2)。经过 $d/2$ 天的生殖,繁殖对种群增长的百分贡献已等于或接近总贡献,最低值也达到了 82.04%。这说明寄生蜂种群在经过 $d/2$ 天生殖之后余下的繁殖量对种群增长的影响

可以忽略不计。

表 3 不同生殖期的繁殖量对种群增长率(r_m)的贡献
Table 3 Contribution of reproduction to the r_m in different reproductive period

生殖力 表编号 No.	对种群增长的贡献 Contribution to population growth (%)		
	生殖第 1 天 First day	生殖头 d/2 天 First d/2 days	生殖头 d 天 First d days
1	7.8	90.2	99.9
2	16.8	86.3	99.3
3	8.2	91.4	99.9
4	17.6	87.4	99.4
5	5.5	82.0	95.8
6	14.0	91.5	99.9
7	13.7	94.4	100
8	59.4	100	100
9	21.8	100	100
10	36.7	96.9	100
11	29.9	95.1	99.9
12	34.0	96.0	99.9
13	27.3	93.7	99.9
14	14.5	99.3	100
15	14.2	99.0	100
16	13.5	99.1	100
17	13.1	98.8	100
18	46.2	96.9	100
19	27.4	94.9	100
20	61.6	99.2	99.9
21	53.2	99.9	100
22	30.7	99.9	100
23	19.5	99.9	100

4 结 论

以上分析表明寄生蜂种群繁殖具有相似分布特征。种群繁殖集中分布在生殖头 d 天内,在生殖头 d/2 天内繁殖分布更为集中。在生殖头 d 天内种群繁殖对种群增长的百分贡献几乎达到了 100% 的水平,其中大部分贡献是在生殖头 d/2 天内实现的。这一结果说明生殖头 d 天,尤其是生殖头 d/2 天是决定种群增长能力的关键时期。搞清这一时期环境条件和生物因子

对寄生蜂种群的影响对于理解种群数量动态十分重要。此外,在估计内禀增长率(r_m)时,就可以根据寄生蜂这种繁殖分布特性来设计生殖力表的时间长度,从而简化内禀增长率(r_m)的测定工作。

参考文献

- [1] Birch, L. C. 1948. The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *J. Anim. Ecol.*, 17:15-26.
- [2] Chabora, P. C., Smolin, S. J. and Kopelamn, A. H. 1979. The life history of *Pseudeucoila* sp., a protelian parasite of *Drosophila*. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 72:495-499.
- [3] Coats, S. A. 1976. Life cycle and behavior of *Muscidifurax zaraptor* (Hymenoptera, Pteromalidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 69:772-780.
- [4] Deloach, C. J. 1974. Rate of increase of populations of cabbage, green peach, and turnip aphids at constant temperatures. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 67:332-340.
- [5] Force, D. C. 1970. Competition among four hymenopterous parasites of an endemic insect host. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 63:1675-1688.
- [6] Gordh, G. and Hawkins, B. 1981. *Goniozus emigratus* (Rohwer), a primary external parasite of *Paramyelois transiella* (Walker), and comments on bethylids attacking Lepidoptera (Hymenoptera; Bethyloidea; Lepidoptera; Pyralidae). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 54:787-803.
- [7] Messenger, P. S. 1964. Use of life tables in a bioclimatic study of an experimental aphid braconid wasp host-parasite system. *Ecology*, 45:119-131.
- [8] Nagel, W. P. and Pimentel, D. 1964. The intrinsic rate of natural increase of the pteromalid *Nasonia vitripennis* (Walk) on its muscoid host *Musca domestica* L. *Ecology*, 45(3):658-660.
- [9] Smith, S. M. 1984. Feasibility of using the egg parasitoid, *Trichogramma minutum* Riley, for biological control of the spruce budworm. Ph. D. Thesis (Appendix A10 - 11). Faculty of Forestry, University of Toronto, Canada.
- [10] Wyatt, I. J. and White, P. F. 1977. Simple estimation of intrinsic increase rates for aphids and tetranychid mites. *J. Appl. Ecol.*, 14:757-766.