

致倦库蚊 *Culex quinquefasciatus* 自然种群 动态与环境条件的关系

周昌清 陈海东
(昆虫学研究所)

摘要 在广州地区致倦库蚊 *Culex quinquefasciatus* 自然种群每年有 2 个密度高峰。第一个高峰出现在 1 月到 5 月, 最高密度在 3 月到 5 月中, 第二个高峰出现在 11 月到 12 月。本文分析了温度、相对湿度、降雨量、大气压等物理环境因素对各虫态数量动态的影响。结果表明, 上述各因素对种群动态起综合性影响, 但不同因素作用的强度不同, 即使是同一因素在不同时期影响的强度也有差异。在 1 月到 4 月, 各虫态的密度随着温度升高而增加, 5 月以后, 随着温度增加而下降, 以 1 月到 6 月收集的种群动态的资料与温度进行相关分析, 有的年份呈正关, 有的年份呈负相关, 在 7 月到 12 月, 种群的密度随温度下降而增加, 呈显著负相关。不同季节收集的卵的孵化率无明显差异。降雨量对幼虫、蛹的密度有很明显影响, 呈负相关。降雨对成虫数量呈负相关影响, 但未达显著水平。降雨对卵块数量影响不明显。成虫的数量与大气压成明显的正相关。

关键词 致倦库蚊, 密度季节变化, 环境因素

致倦库蚊 *Culex quinquefasciatus* 是班氏丝虫病的主要媒介^[1]。1981年在海南岛分离到登革热病毒, 怀疑有传播登革热的可能性^[1]。作者 1990 年对其数量的季节消长规律作了报导^[2]。本文着重研究分析物理环境因素如温度、相对湿度、降雨量、大气压等因素对自然卵块数量、幼虫、蛹、成虫的数量季节波动的影响, 分析其与环境因素的关系, 作为进一步了解致倦库蚊自然种群动态, 掌握发生规律, 指导大面积防治的依据。

1 研究方法

1.1 卵块密度的调查

1987、1988年在广州市中山大学校园内, 动物饲养场附近, 选一块面积为 2.7m² 的污水池的水面作为调查点, 每天早上 8:00 到 9:00 时收集浮在水面上的卵块数, 从中随机抽取 10 块卵块, 计算每块卵块的卵粒数, 孵化率。

本文 1991 年 4 月 15 日收到

* 国家自然科学基金资助项目

1) 陆宝麟, 柳忠婉主编. 卫生害虫及其防治教程. 全国爱国卫生运动委员会编印, 1988

1.2 幼虫、蛹密度的调查

调查地点在广州市中山大学周围的菜田、污水沟, 选择5个生境类型不同的生境, 作为抽样点, 相互间隔500~800m。每次采样用汤勺每点随机取5勺, 集中在一塑料桶中, 带回实验室倒在白色瓷盘中, 计算幼虫、蛹数。每周2次。

1.3 成虫密度的调查

1983年调查采用30×30×30cm黑箱引诱, 黑箱是由木箱内镶黑布而成, 一面留袖口。晚上放在居民区, 次日早上8:00时前收集, 经低温或乙醚麻醉后分别计数雌雄成虫数。每次放黑箱5个点, 每周1次。1987、1988年的调查是在居民区阴暗潮湿无人干扰的地方, 选3个点和1个地下防空洞, 在墙壁(或天花板)上划一正方形, 面积为1米², 早上8:00时前计数停在正方形面积内的成虫数。观察时借助手电筒光照, 动作要轻, 勿惊动成虫。每周1次。

本文所用气象资料由本研究小组观察记录, 部份来自广东省气象台服务部。资料经常规统计处理^[3]。

2 结果与分析

2.1 卵块密度季节消长与环境因素的关系

在调查时间内, 每天收集卵块, 计算每旬每天平均卵块数, 与相应的平均气温、降雨量对于取样时间作图, 绘制成卵块季节消长图(图1)。从图中可以看出, 卵的密度

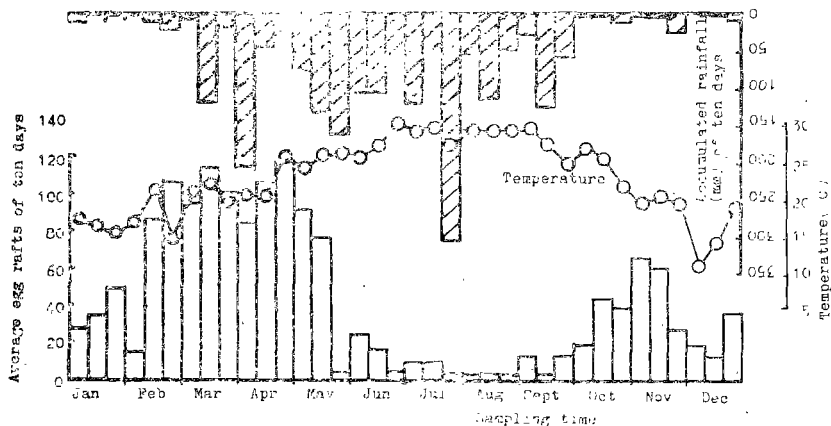


图1 广州地区致倦库蚊卵密度季节变化与环境因素的关系

Fig.1 Seasonal changes of egg density of *Culex quinquefasciatus* relation to the environmental factors in Guangzhou

一年出现2个高峰, 第一个高峰出现在上半年2~5月, 以3~4月密度最高, 5月下旬迅速下降, 7月下旬到8月底密度最低。第二个高峰出现在10~12月。1987年冬季日

平均温度 9.1°C 以上均有卵块出现, $7.5^{\circ}\text{C}\sim 7.9^{\circ}\text{C}$ (1987年11月29, 30, 日平均温度为 7.5°C , 7.9°C) 没有收集到卵块。广州月平均气温最低是1月份, 13°C 左右。冬春季日平均气温在 7.5°C 以下的天数不多, 可以说一年四季都有卵块出现。为分析卵块数量变化与环境因素的关系, 以5天为一单位, 计算日平均卵块数, 温度, 取抽样前一天的气温, 相对湿度也是取抽样前一天的相对湿度, 温、湿度均为5天的平均数, 降雨量为抽样前5天累积降雨量, 进行统计分析。结果列于表1。

从表1结果可以看出, 致倦库蚊自然卵块密度的变化与气温, 相对湿度、降雨量都有一定关系, 与温度关系较明显, 但不同月份相关的显著程度显然不一样。从1月到4月, 自然卵块数随着自然温度升高而增加, 相对湿度增加而增加, 成正相关($p < 0.01$)。如果从1月到6月的资料进行分析, 自然卵块数与气温、相对湿度、降雨量的关系成负相关, 未达显著程度($p > 0.05$)。7~12月, 自然卵块数随气温下降而增加, 成极显

表1 致倦库蚊自然卵块密度变化与环境因素的关系

Tab.1 Seasonal change of egg raft density of *Culex quinquefasciatus* relation to the environmental factors

| 调查时间 | 采样前1天气温 ($^{\circ}\text{C}$) | 采样前1天相对湿度 (RH%) | 采样前5天累积降雨量 (mm) |
|-------|-----------------------------------|--------------------|--------------------|
| 1987年 | | | |
| 1~4月 | $r = 0.6870^{**}$ | $r = 0.6908^{**}$ | $r = 0.323$ |
| | $R^{**} = 0.7569$ | | |
| 1~6月 | $r = -0.1528$ | $r = -0.3048$ | $r = -0.1078$ |
| 7~12月 | $r = -0.4678^{**}$ | $r = -0.2488$ | $r = -0.4112$ |

* * 相关极为显著 ($p < 0.01$)

* 相关显著 ($p < 0.05$)

著负相关 ($p < 0.01$), 与相对湿度、降雨量也成负相关, 但未达显著程度。以1986年12月, 1987年1月到12月, 1988年1月到6月所采集到的卵块与采样前一天日平均气温进行分析, 每日采集卵块数与气温成负相关($r^* = -0.2848$), 如果以旬平均卵块数与温度关系进行分析, 负相关也极为显著($r^{**} = -0.5147$)。说明低温季节自然卵块多, 高温季节自然卵块少, 低温季节每日卵块的多少差异较明显, 高温季节这种差异不明显。卵块的大小与温度也成负相关($r^{***} = -0.5624$) (图2)。低温季节卵块较大, 平均每块卵的卵粒为180~220粒, 高温季节卵块较小。不同季节卵的孵化率都在90~95%左右, 差异不明显。全年卵块消长趋势与Rayah(1983)的研究结果基本是一致的^[4]。

2.2 幼虫、蛹密度与环境因素的关系

致倦库蚊幼虫、蛹的自然种群密度在广州地区的动态如图3。每年有两个高峰, 第

一个高峰出现在1~5月, 最高密度在3~5月, 6月中旬后数量急剧下降, 7~9月密度最低, 第二个高峰出现在11~12月。第一个高峰的密度比第二个大, 且往往与第二年的第一个高峰连在一起(图3)。根据1982, 1983, 1984, 1988, 1989年田间调查的资料, 与当年的温度、降雨量进行分析, 相对湿度、大气压与幼虫、蛹的关系不予考虑, 结果列于表2。温度为抽样前一天温度, 雨量为5天累积降雨量。

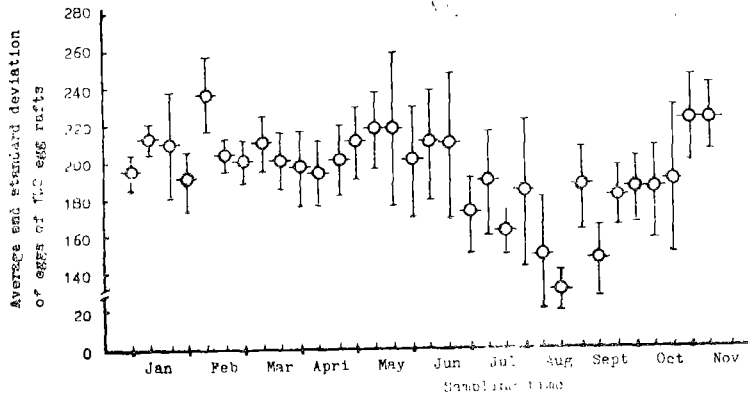


图2 广州地区致倦库蚊卵块大小的季节性变化

Fig.2 Seasonal change of egg raft size of *Culex quinquefasciatus* in Guangzhou

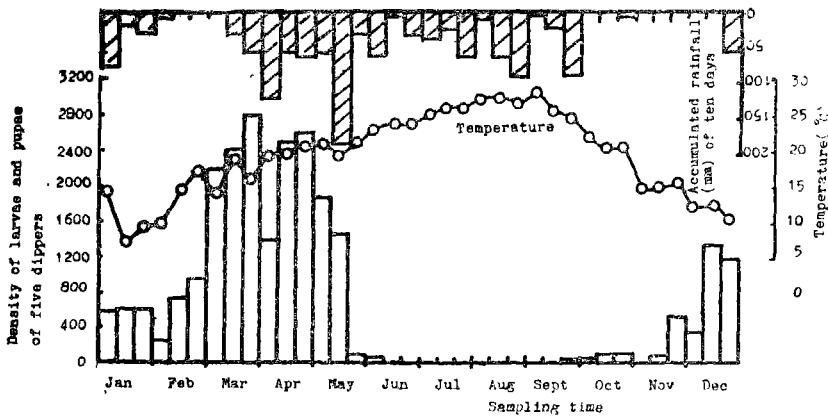


图3 在广州地区致倦库蚊幼虫和蛹密度的季节变化与环境因素的关系
Fig.3 Seasonal changes of larval and pupal density of *Culex quinquefasciatus* relation to the environmental factors in Guangzhou (1989)

表2 幼虫、蛹的密度动态与温度、降雨量关系
 Tab.2 Density change of larvae and pupae of *Culex quinquefasciatus*
 relation to temperature and rainfall

| 取样时间 | 温 度 (x_1) | 雨 量 (x_3) | |
|------|------------------|--|--|
| 1982 | 1~6月 | $r = -0.4273^{**}$ $r_{yx_1, x_3} = -0.4699^*$ | $r = -0.340^*$ |
| | 7~12月 | $r = -0.8438^{**}$ $r_{yx_1, x_3}^{**} = -0.8364$ | $r = -0.209$ |
| | | | |
| 1983 | 1~6月 | $r = 0.3322$ | $r = -0.0864$ |
| | 7~12月 | $r = -0.432^*$ | $r = -0.1574$ |
| 1984 | 1~6月18日 | $r = -0.6263^{**}$ $r_{yx_1, x_3}^{**} = -0.5424$ | $r = -0.3896^*$ $r_{yx_3, x_1} = -0.1232$ |
| | 7~12月 | / | / |
| 1988 | 1~6月9日 | $r = 0.5168^*$ | $r = -0.346^*$ |
| | 7~12月 | / | / |
| 1989 | 1月4日~5月14日 | $r = 0.5368^{**}$ | $r = 0.0926$ |
| | 9~12 | $r = -0.6184^{**}$ | $r = -0.0510$ |

表2、图3的结果表明,致倦库蚊自然种群幼虫、蛹的数量与环境因素关系比较复杂,温度、降雨对其数量变动都有明显影响,但不同季节、不同月份影响的显著程度都有差异,从几年调查的资料分析得知,上半年1到4月,幼虫、蛹的密度随着温度升高而增加,4到5月达到高峰,5月下旬、6月上旬后密度迅速下降.表2的结果中1982,1984年1到6月,幼虫、蛹的密度与温度成负相关,1983、1988、1989年1到6月则成正相关,这与当年大雨到来迟早的影响有关.1982、1984年早春的幼虫、蛹密度高,雨季来得早,4月中,5月上旬田间幼虫密度大量下降,到6月,幼虫、蛹的密度已很低,所以资料分析结果,幼虫、蛹密度与温度、降雨量都呈负相关,达到95%的显著水平.而1983、1988、1989年的情况是雨季来得迟,5月中、下旬幼虫、蛹的密度还很高,降雨的影响不明显,5、6月份的自然高温还不足以控制致倦库蚊自然种群的生殖力,只有温度上升到26~28.6℃,种群的平均产卵量才随温度升高而减少,抑制种群的消长.所以所得结果与温度成正相关.当然与分析时所用资料的开始和截止时间也有密切关系.下半年的情况,广州地区高温时间出现在7、8、9月,当时正是台风、暴雨都集中的时间,7、8、9月月平均气温分别为28.5℃、28.7℃和27.7℃,这个温区对成虫产卵非常不利,高温抑制成虫产卵,高温、台风、暴雨的作用,幼虫、蛹的密度降

到低谷, 10月后, 上述三个气候因素作用的强度逐渐减弱, 幼虫、蛹的数量逐渐增加, 11、12月形成当年的第二个密度高峰。从资料分析结果, 下半年的数量变动趋势与温度、降雨量呈负相关, 与温度的负相关尤为明显, 1982、1983、1989三年的资料分析结果都达到95%的显著水平。

2.3 成虫的数量动态与环境因素关系

致倦库蚊成虫自然种群数量季节波动动态与温度、降雨因子的关系如图4。从图4中可以看出, 成虫的季节动态与卵、幼虫、蛹的动态是一致的, 一年中有两个数量高峰, 第一个峰出现在3~5月, 第二个峰出现在10~12月。第一个峰出现的迟早与早春温度关系甚为密切, 早春暖和, 高峰期来得早, 出现在3月到4月, 早春温度较低, 高峰期稍为拖后, 出现在4月到5月中。密度开始下降的时间与雨季来临迟早有很大关系, 如大雨、尤其暴雨来得早, 5月下旬密度开始迅速下降, 否则拖后到6月上旬。表3列出调查的成虫数、调查前一天日平均气温、相对湿度、气压、调查前5天累积降雨量等(均以5天为一单位, 取其均数)进行分析所得的结果。上半年的数量动态前期(1~4月)随温度升高而数量增多, 5月中、下旬以后随温度升高而下降, 以1到6月总的数量动态与温度进行分析, 呈负相关。下半年总的温度趋势是逐渐下降, 而成虫的数量是逐渐增多, 因此也呈负相关, 达到极为显著的水平。成虫动态与相对湿度关系也是负相关, 但只有1983年7月到12月的相关系数达到95%显著水平。成虫数量与降雨量的关系也呈负相关, 但没有达到95%的显著水平。成虫数量与大气压也有关, 呈正相关, 1983年7月到12月, 1987年1~6月, 1988年1~6月的分析结果, 相关系数达到95%的显著水平。

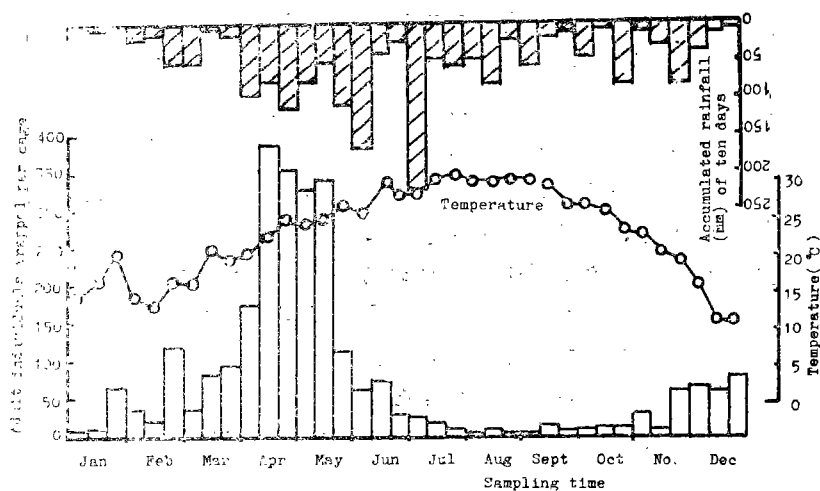


图4 在广州致倦库蚊成虫密度季节变化与环境因素的关系

Fig.4 Seasonal changes of adult density of *Culex quinquefasciatus* relation to the environmental factors in Guangzhou

表3 成虫的数量波动与环境因素的关系

Tab.3 Density fluctuation of adult of *Culex quinquefasciatus* relation to environmental factors

| 调查时间 | 温度(℃) | 相对湿度 | 降雨量 | 大气压 |
|-------|--------------------|-------------------|---------------|-------------------|
| 1983年 | | | | |
| 1~6月 | $r = 0.3414$ | $r = -0.0499$ | $r = -0.2315$ | $r = -0.2418$ |
| 7~12月 | $r = -0.7924^{**}$ | $r = -0.655^{**}$ | $r = -0.294$ | $r = 0.6335^{**}$ |
| 1987年 | | | | |
| 1~6月 | $r = -0.5871^{**}$ | $r = 0.1378$ | $r = -0.201$ | $r = 0.5423^{**}$ |
| 7~12月 | $r = -0.1391$ | $r = -0.2922$ | $r = -0.0861$ | $r = 0.1812$ |
| 1988年 | | | | |
| 1~6月 | $r = -0.4844^{**}$ | $r = 0.3759^*$ | $r = -0.1047$ | $r = 0.3503^*$ |
| 7~12月 | $r = -0.5739^{**}$ | $r = -0.2072$ | / | $r = -0.4192$ |

* * 相关极为显著 $P < 0.01$

* 相关显著 $P < 0.05$

3 讨 论

致倦库蚊自然种群的数量动态受诸多环境因素影响, 这些因素对其自然种群的影响是极为复杂的^[5,6]。各种因素既同时作用于种群但影响的强度不同, 即使是同一因素, 在不同月份影响的显著程度也有所差异。在资料分析中取舍时间跨度不同得出的结果也不同, 有时甚至相关符号完全相反。如1987年温度对自然卵块数的影响, 1到4月的资料分析, $r = 0.4824$ ($p < 0.05$), 如考虑温度对产卵影响的迟滞效应, 迟滞5天, 相关系数为0.6870 ($p < 0.01$), 1到3月, 迟滞5天, $r = 0.6683$ ($p < 0.01$)。相对湿度的影响也是如此, 1到3月, $r = 0.7517$ ($p < 0.01$), 1到4月, $r = 0.6908$ ($p < 0.01$)。但如果以1到6月的资料统计分析, 温、湿度对自然卵块数影响都不明显, 相关系数分别为 -0.1528 ($p > 0.05$)和 -0.3048 ($p > 0.05$)。很显然资料处理时跨越的时间长度不同, 所得结果相差很明显, 甚至相关符号全然相反。对幼虫、蛹和成虫的资料处理也同样如此。显然, 资料处理要依据季节波动动态图, 根据其生物学特征适当分段分析。为了方便, 本文简单的划分为上半年1到6月, 下半年7到12月, 分析所得结果简单而直观。另一方面, 自然种群抽样, 资料的收集很花费时间, 工作进行往往受一些不可预测因子的影响。为了掌握环境因子影响致倦库蚊自然种群消长的规律, 还必须在多年收集的资料基础上进行反复的比较分析, 然后进行动态模拟研究, 这尚待进一步的深入研究。

参 考 文 献

- 1 陆宝麟. 四川动物, 1984, 4: 35~39
- 2 周昌清, 陈海东, 张玉珍. 中山大学学报(自然科学版), 1990, 29(1): 55~62
- 3 丁岩钦. 昆虫种群数学生态学原理与应用. 北京: 科学出版社. 1980
- 4 Rayah el Amin el, Groun, Abu N A. International Journal of Biometeorology, 1983, 27(1):65~68
- 5 Hayes J. J Medical Entomology, 1975, 12(2). 167~178
- 6 Hayes J. J Medical Entomology, 12(3): 299~303

Seasonal Change of Population Density of *Culex quinquefasciatus* Relation to the Environmental Factors

Zhou Changqing* Chen Haidong

Abstract There are two density peaks annually for the field population of *Culex quinquefasciatus* in Guangzhou. The first density peak occurs in January to May, the highest density falls in March to med-May. The second peak occurs in November to December. The physical environmental factors such as temperature, relative humidity, rainfall and airpressure affecting the population fluctuation are analysed. The results show that above factors act comprehensively on population but different factor affects various with different acting intensity, even if one factor act at different periods the affecting intensity is different. In early spring, January to April, the population density of egg raft, larvae, pupae and adult increase with the increase of temperature, after May, they decrease with temperature increase, analyses of data taken from January to June show some year positive correlation some year negative correlation between the population density and temperature. In July to December, population density increase with temperautre decrease, negative correlation exists between the two. Negative correlation, $r = -0.5624$, $p < 0.01$, between egg raft size and temperature are also observed. No significant different for the hatch rate of egg rafts collected at different seasons is recorded.

For rainfall, negative correlation to the larval and pupal density and no significant correlation to the adult density and egg rafts are existed. Air pressure has obvious positive correlation to the adult density.

Keywords *Culex quinquefasciatus*, density seasonal change, environmental factors

* Research Institute of Entomology