

文章编号: 1003-4692(2009)06-0542-04

【论著】

# 降雨对红火蚁蚁群行为的影响

赵瑾<sup>1</sup>, 钟平生<sup>2</sup>, 黄檀<sup>1</sup>, 张颂声<sup>1</sup>

**【摘要】 目的** 研究红火蚁(*Solenopsis invicta* Buren)在雨前、雨中和雨后的行为习性以及雨季期间蚁巢消长情况,为防控红火蚁提供理论依据。**方法** 采用野外实地观察的方法进行研究。**结果** 红火蚁能够感知降雨的到来,在雨前采取加厚蚁丘表土层、加固蚁巢内部结构来防护蚁巢;雨中与雨后工蚁通过蚁巢出口孔向外搬运潮湿土粒、蒸发蚁巢内水分来修复蚁巢。大雨时红火蚁将未成年蚁集中搬运到地势较高的蚁丘表土层下,防止未成年蚁受到雨水的浸泡,而在短时暴雨时工蚁迅速聚集起来,用身体将蚁巢出口孔堵塞,阻止雨水灌入巢中。小雨和长时间大雨对工蚁觅食无明显的影响,而短时暴雨将严重抑制其觅食行为。此外,持续性强降雨可促进蚁群的迁巢、分巢,使蚁巢数量迅速增加。**结论** 红火蚁具有应对降雨的适应行为,这些行为使红火蚁能够在高强度和长时间的降雨中保持种群的生存和繁衍。每年的红火蚁防治应安排在雨季到来之前,此时采取措施压低红火蚁蚁巢密度,能够降低全年红火蚁防控的压力。

**【关键词】** 红火蚁; 降雨; 气候因素; 行为; 影响

中图分类号: R384.9

文献标识码: A

**Impact of precipitation on behavior of *Solenopsis invicta* Buren colony** ZHAO Jin<sup>\*</sup>, ZHONG Ping-sheng, HUANG Tan, ZHANG Song-sheng. <sup>\*</sup>Nantian Biotechnology Co. Ltd., Huizhou 516001, Guangdong Province, China

**【Abstract】 Objective** To study the behavior of fire ants(*Solenopsis invicta* Buren) colony before, middle and after the rain and the seasonal fluctuation of ant nest in rainy season, and to provide the theoretical evidence for the control of *S. invicta*. **Methods** The field observation was used in this study. **Results** *S. invicta* could perceive the coming of rain and reinforce the anthill by thickening the surface soil and strengthening inner structure ahead of rain. In rain and after rain, the worker ants restored anthill by carrying moist soil out of anthill and making the water in the anthill vaporize. In a heavy rain, the adult ants would convey immature individuals to the under of anthill's surface to avoid be dipped. In temporary rainstorm, worker ants would assemble together quickly and close the mound entrance with their bodies. Light rain and heavy rain had no obvious effect on the worker ants' searching food behavior, but temporary rainstorm could restrain it. Furthermore, long strong precipitation would accelerate the moving and cleavage of the mounds, which made the number of ants grow rapidly. **Conclusion** *S. invicta* has the behavior to respond to rain, and this behavior makes it keep population viability and breeding in the long and strong rain. So, the control optimum period of fire ants is before the rainy season.

**【Key words】** *Solenopsis invicta* Buren; Precipitation; Climatic factor; Behavior; Impact

红火蚁(*Solenopsis invicta* Buren, Red imported fire ant, RIFA)是一种亲代和子代相互合作、共同居住在一起营社会生活的昆虫。红火蚁原产于南美洲,20世纪上半叶入侵美国的阿拉巴马州,随后迅速扩散到美国东南部地区<sup>[1-3]</sup>。2001年澳大利亚和新西兰相继发现红火蚁,2003年传入到马来西亚,同年10月中国台湾地区发现红火蚁危害<sup>[4-7]</sup>。2004年9月,曾玲等<sup>[8]</sup>在广东省吴川县发现红火蚁,随后中国南部4省均发现红火蚁的危害<sup>[9-13]</sup>。红火蚁能够在世界各地和我国入侵、定殖并扩大种群,与其对环境尤其是气候因素具有较强适应能力是分不开的。在各种气候因素中,降雨是最具有发生时间、发生强度不确定性的一种因素,是

在稳定的温度变化和光照变化环境中最能影响红火蚁生物学行为的关键因素。本研究观察了红火蚁在雨前、雨中和雨后的行为以及雨季中蚁巢消长情况,以阐明降雨对红火蚁蚁群行为的影响,从而为红火蚁的防控提供理论依据。

## 1 试验场地与方法

**1.1 试验场地** 为惠州市某绿地。该地块长宽约为155 m×71 m,绿地内种植草皮和园林树木。

### 1.2 试验方法

**1.2.1 降雨过程中蚁群行为的观察方法** 选择3种典型的降雨——小雨、长时间大雨、短时暴雨,在雨前、雨中、雨后采用挖巢的方法对蚁巢结构的变化进行观察,并在蚁巢附近用火腿肠诱测30 min,记录诱集到的工蚁数量。每类型降雨各观察3个蚁巢。

**1.2.2 降雨前后蚁巢数量消长观察方法** 2008年6月1日在该试验场地内用全球卫星定位仪(GPS)对所有

**基金项目:** 国家自然科学基金(305712427); 广东省惠州市科技计划项目(2005G30, 2006I33)

**作者单位:** 1 惠州市南天生物科技有限公司(广东惠州 516001); 2 惠州学院生命科学系

**作者简介:** 赵瑾(1980-),女,硕士,研发部主管,农艺师,主要从事有害生物研究与防控工作。E-mail: zhaojin-1980@163.com

的有效蚁巢进行定位。7 月 14 日在持续 1 个多月的强降雨基本结束后,对区域内的有效蚁巢重新进行定位、记录蚁巢数量和位置,分析持续强降雨后该区域内蚁巢消长情况。

## 2 结果与分析

### 2.1 降雨前后蚁群的行为

**2.1.1 雨前红火蚁对蚁丘的防护行为** 从 2008 年 7 月 29 日晚至 7 月 30 日降雨前,天气持续的阴沉、闷热、无风。7 月 30 日 9:00—13:30,惠州市区普降小雨。降雨前观察结果表明,3 个蚁丘的表土层厚度平均为 31.67 mm,而在天气晴朗干燥时平均仅为 1.33 mm (表 1)。降雨前蚁丘表土层厚度明显厚于晴朗干燥天气。同时,蚁巢内部的蚁道也明显比天气晴朗干燥时粗大。由此表明红火蚁能够在雨前感知降雨的到来,提前加厚蚁丘表土层和蚁巢内部结构来防护蚁巢。加厚表土层的行为是在表土层下面进行,蚁丘表面未观察到工蚁。

表 1 2008 年 7 月 29—30 日雨前与天气晴朗干燥时  
蚁丘表土层厚度对比(单位:mm)

气候类型	蚁丘 1	蚁丘 2	蚁丘 3	平均值
雨前	30	40	25	31.67±4.41 <sup>a</sup>
晴朗干燥天气	1	1	2	1.33±0.33 <sup>b</sup>

注:蚁丘表土层厚度为用工具小心拨开表层土壤直到能够看到蚁道时的土层厚度。表中同列英文字母不同,表示在 0.01 的水平上差异有统计学意义。

**2.1.2 降雨强度对工蚁觅食行为的影响** 7 月 30 日 9:00—13:30 共降雨 4.5 h,降雨量约为 1 mm/h。由图 1A 可知,在所诱测的 3 个蚁巢中,2 个蚁巢在小雨雨前、雨中和雨后诱集数量没有明显变化,1 个蚁巢工蚁诱集数量在雨后明显增加。雨中仍可诱集到较高数量的工蚁,可见在小雨时红火蚁仍有活跃的觅食行为,表明小雨对工蚁觅食行为无影响。

图 1B 为大雨雨前、雨中、雨后工蚁诱集的数量。降雨开始于 7 月 7 日 9:00 左右,至 16:50 结束,全天降雨量约 42 mm。在雨中,3 个蚁巢仍然能诱集到大量的工蚁,其中蚁巢 1 和蚁巢 3 在雨中的工蚁诱集量与雨前、雨后相比没有明显的变化,而蚁巢 2 在雨中诱集数

量比雨前高。可见红火蚁在大雨中仍有较活跃的觅食行为,表明大雨对工蚁觅食行为无明显影响。

图 1C 为暴雨雨前、雨中、雨后的工蚁诱集的数量。8 月 11 日 16:30 左右开始降暴雨,至 16:50 结束,20 min 内降雨 8 mm。雨中对蚁巢进行诱测,蚁巢 1 和蚁巢 3 的工蚁诱集数量为 0,蚁巢 2 也仅诱集到 15 只工蚁,表明暴雨会严重抑制红火蚁的觅食行为。

**2.1.3 降雨过程中成年蚁对未成年蚁的保护行为** 红火蚁是典型的社会性昆虫。大雨蚁巢内部积水时,拨开蚁丘表土层即可发现大量的卵、幼蚁、蛹等未成年蚁聚集在一起,表明降雨过程中工蚁将未成年蚁搬运至较高处,防止其被雨水浸泡。而天气晴朗、小雨时未见这一现象。短时暴雨时未发现蚁丘表土层下未成年蚁聚集的现象,但可见工蚁用身体堵塞蚁巢出口来防止雨水灌入。

**2.1.4 雨中和雨后红火蚁对蚁巢的修复行为** 雨中,蚁丘表面会出现几个到几十个开口向上的小孔洞,即蚁巢出口孔。蚁巢出口的开口直径为 2~5 mm,圆形或椭圆形。天气晴朗时蚁巢出口孔被薄土层覆盖,从蚁丘表面看不到这些小孔。降雨过程中,由于雨水的物理冲刷作用,使覆盖在出口处的土层塌陷而显露出来,可见每个蚁巢出口孔有几只工蚁进进出出,向外搬运潮湿的土粒,不断修复巢穴内被损的蚁道。降雨结束后,工蚁迅速修复蚁巢。当蚁巢的修复工作完成,工蚁会重新在蚁巢出口孔上覆盖土层。

短时暴雨时,大部分蚁巢表面积水,蚁巢受损严重。在 8 月 11 日下暴雨时所观察的 5 个蚁巢中,有 3 个蚁巢的绝大多数蚁巢出口处都聚集了大量工蚁,将蚁巢出口孔堵塞。雨停后,堵塞在蚁巢出口孔的工蚁迅速散开,并开始修复蚁巢。笔者分析这一现象是工蚁对蚁巢的保护行为,可以防止雨水灌入蚁巢内部。

图 2 为 7 月 30 日小雨雨前、雨中、雨后被打开的蚁巢出口孔的数量。当天 9:00—13:30 共降雨 4.5 h,降雨强度约为 1 mm/h。在所观察的 3 个蚁巢中,雨前均没有蚁巢出口孔被打开,雨中只有蚁巢 1 打开 5 个蚁巢出口孔,蚁巢 2 和蚁巢 3 均未打开蚁巢出口孔,表明小雨不会对蚁巢产生明显的破坏。雨后 1 h,蚁巢 1 被打开的蚁巢出口由 5 个增加到 25 个,蚁巢 3 打开了 10 个

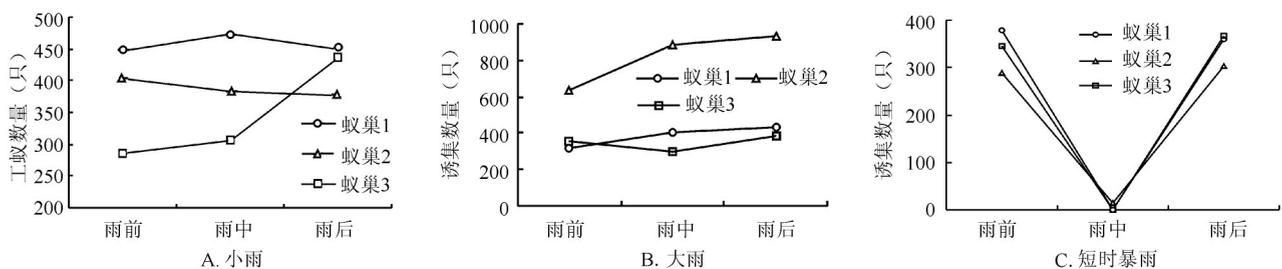


图 1 降雨强度对工蚁诱集数量的影响

蚁巢出口孔,表明雨后红火蚁会及时将蚁巢出口打开,修复蚁巢。雨后 2 h,蚁巢 1 和 3 打开的蚁巢出口有所减少。雨后 3 h,各蚁巢表面均看不到蚁巢出口孔,表明蚁巢的修复工作已经完成。

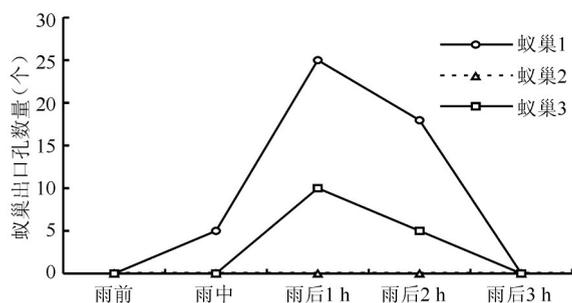


图2 小雨中蚁巢出口孔数量

**2.2 降雨对蚁巢消长的影响** 根据惠州市气象局的市区内逐日降雨量记录,2008年6月1日至7月14日的44 d内,有降雨记录的天数达35 d,累计降雨量达到967 mm,其中单日最大降雨量为6月13日的200.1 mm(大暴雨),单日降雨量介于50~99.9 mm(暴雨)、25~49.9 mm(大雨)、10.0~24.9 mm(中雨)、10.0 mm以下(小雨)的天数分别为6、4、12、12 d,降雨时间之长和降雨强度之大是历史上少见的。

降雨前后蚁巢的GPS定位图见图3。在155 m×71 m的绿地区域内,6月1日共发现15个蚁巢,7月14日上升为21个蚁巢。6月1日的15个蚁巢在7月14日有7个存活,8个死亡或者迁移,迁移或新增了14个蚁巢。可见,强烈的雨水渗透作用和物理冲刷作用不但未使该区域内的蚁巢数量减少,反而大大增加。可见降雨能够促进蚁群的迁巢、分巢等行为的发生,使蚁巢数量迅速增多。

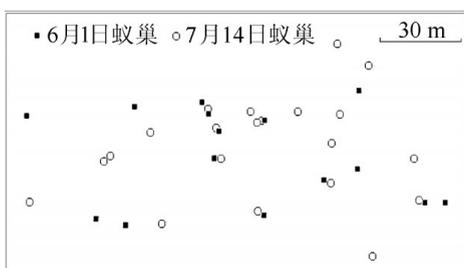


图3 持续降雨期前后蚁巢GPS定位图

### 3 结论与讨论

红火蚁是一种高度社会化的昆虫,具有极其复杂的巢穴,其生存和活动以蚁巢为基础,群体内分工明确。降雨是红火蚁的一个重要行为诱导因子。红火蚁能够在雨前感知降雨的到来,针对不同的降雨强度,采取不同的措施保护蚁巢。降雨到来之前加厚蚁丘表土层厚度和加强蚁巢内部结构的厚度。加固后的表土层厚度和蚁巢内蚁道的厚度可比天气晴朗时厚几十倍。

降雨来临后工蚁或搬运未成年蚁到地势较高处以免其被雨水浸泡,或通过蚁巢出口孔把蚁巢内潮湿的土粒搬到蚁巢表面,修复蚁巢。短时暴雨中,工蚁迅速聚集起来用身体堵塞蚁巢出口孔以阻止雨水灌入。雨后,红火蚁将其它未在雨中塌陷的蚁巢出口孔也打开,向外搬运潮湿的土粒,并加快蚁巢内水分的散发。待蚁巢修复好,工蚁会重新用土层覆盖出口孔。这些特有的行为习性使红火蚁在高强度的降雨后仍然可以保持种群的生存和繁衍,这是红火蚁在环境湿度胁迫下的适应策略,也是红火蚁具有较强的生存能力,能够在世界各地定殖和扩大种群的重要原因。

工蚁诱测结果表明,小雨及大雨对红火蚁的觅食行为无明显的影响,表明雨季或降雨过程中仍然可以用饵剂进行红火蚁的防控,只要把饵剂装入侧面开口的容器内,防止饵剂被雨水淋湿,红火蚁工蚁就可以爬入容器内取食或搬运饵剂。

一般来说,降雨,特别是大雨和暴雨常直接造成昆虫的大量死亡。对棉铃虫(*Heliothis armigera*)卵、湿地松粉蚧(*Oracella acuta* Lobdell)第1代初孵若虫、苹果蠹蛾(*Codling moth*)幼虫和蛹、胭脂虫(*Dactylopius confusus* Cockerell)和泡桐叶甲(*Basiprionota bisignata*)的研究表明,降雨强度越大,其死亡率越高<sup>[14-19]</sup>。然而,红火蚁以蚁巢为单位生存,有坚固的巢穴,使这个群体有足够的能力和智慧抵御雨水侵入的威胁。降雨不会降低红火蚁的发生程度,反而会诱导红火蚁迁巢、分巢等行为的发生,导致红火蚁蚁巢数量迅速增加。因此,每年的红火蚁重点防控时间应安排在雨季来临之前。此时采取措施压低红火蚁蚁巢的密度,可以降低全年红火蚁防控的压力。

从昆虫行为学的角度分析,红火蚁对降雨这一刺激产生的各种反应,可能是由于分布在红火蚁体表的感受器感受到环境湿度变化或雨水的物理冲击作用引起的。此外,关于降雨对蚁巢消长的影响仅进行了初步观察,何种降雨强度或雨期能够诱发红火蚁蚁巢的迁巢或分巢行为,具体的机制有待于进一步的研究。

### 参考文献

- [1] 曾玲,陆永跃,陈忠南. 红火蚁监测与防治[M]. 广州:广东科技出版社,2005:18-20.
- [2] Allen CR, Lutz RS, Demarais S. Red imported fire ant impacts on northern bobwhite population[J]. Ecol Appl, 1995, 5(3):632-638.
- [3] Vinson SB. Invasion of the red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae): spread, biology, and impact[J]. Amer Entomol, 1997, 43(1):23-39.
- [4] Nattress R, Vanderwoude C. Preliminary investigation of fire ants in Brisbane[J]. Ecol Managem Resto, 2001, 2:220-223.
- [5] Solley GO, Vanderwoude C, Knight GK. Anphylax is due to red

文章编号: 1003-4692(2009)06-0545-05

【论著】

## 中国绳蚋亚属5新种记述

(双翅目: 蚋科)

孙悦欣

【摘要】在整理采自湖南省和广西壮族自治区的蚋科标本中,发现绳蚋亚属5新种,有湖广绳蚋 [*Simulium (Gomphostilbia) huguangense* sp.nov.]、广西绳蚋 [*S.(G.) guangxiense* sp.nov.]、异枝绳蚋 [*S.(G.) heteropara* sp.nov.]、湘西绳蚋 [*S.(G.) xiangxiense* sp.nov.]和刺绳蚋 [*S.(G.) penis* sp.nov.],并对其形态特征进行描述。模式标本存放在辽宁省新宾满族自治县疾病预防控制中心。

【关键词】双翅目; 蚋科; 绳蚋亚属; 新种

中图分类号: R384.5

文献标识码: A

Description of five new species of *Simulium (Gomphostilbia)* Enderlein subgenus from China (Diptera: Simuliidae)

SUN Yue-xin. Xinbin County Center for Disease Control and Prevention, Xinbin 113200, Liaoning Province, China

【Abstract】Five new species were found in samples collected from Hunan and Guangxi. There were *Simulium (Gomphostilbia) huguangense* sp.nov., *S.(G.) guangxiense* sp.nov., *S.(G.) hunanense* sp.nov., *S.(G.) xiangxiense* sp.nov and *S.(G.) longshengense* sp.nov., respectively, which morphological features were distributed in this paper. All specimens were deposited in the Xinbin Center for Disease Control and Prevention, Liaoning province.

(1) *Simulium (Gomphostilbia) huguangense* sp.nov

This new species relates to *S.(G.) jianfengense* Long, An and Hao et al, 1994 and *S.(G.) siamense* Takaoka, 1984, but differs from them in the foot color of its female, sexes genitalia, pupae gill filamentsstem foked branch and larvae hypostomium teeth and mandibles teeth.

(2) *Simulium (Gomphostilbia) guangxiense* sp.nov

The new species relates to *S.(G.) miblosi* Takaoka, 1983 and *S.(G.) tenuistylum* Datta, 1973, but differs from them in sexes genitalia, pupae gill filaments stem foked branch and larvae mandibles teeth.

(3) *Simulium (Gomphostilbia) heteropara* sp.nov

The new species relates to *S.(G.) torautense* Takaoka, 1988 and *S.(G.) visayaense* Takaoka, 1983, but differs from them in the genital fork basal of female, male ventral plate, pupae gill filamentsstem foked branch, larvae hypostomium teeth and mandibles teeth.

(4) *Simulium (Gomphostilbia) xiangxiense* sp.nov

The new species relates to *S.(G.) tenuistylum* Datta, 1973, but differs from it in sexes genitalia, pupae gill filaments stem foked branch and larvae postgenal cleft.

(5) *Simulium (Gomphostilbia) penis* sp.nov

The new species relates to *S.(G.) jianfengense* Long, An and Hao, 1994 and *S.(G.) laoshanstum* Ren, An and Kang, 1998, but differs from them in pupae gill filaments stem foked branch, larvae postgenal cleft and ventral dorsal view spin.

【Key words】Diptera; Simuliidae; *Simulium (Gomphostilbia)*; New species

作者单位: 辽宁省新宾满族自治县疾病预防控制中心流行病科(新宾 113200)

作者简介: 孙悦欣(1959-),男,主管技师,从事媒介生物学、分类学及防治研究。E-mail: y.x.sun@126.com

- imported fire antsting[J]. Med J Austral, 2002, 176: 521-523.
- [6] Pascoe A. Turning up the heat on fire ants[J]. Biosecurity, 2001, 32: 6.
- [7] 张润志,任立,刘宁. 严防危险性害虫红火蚁入侵[J]. 昆虫知识, 2005, 42(1): 8-12.
- [8] 曾玲,陆永跃,何晓芳,等. 入侵中国大陆的红火蚁的鉴定及发生为害调查[J]. 昆虫知识, 2005, 42(2): 144-148, 封底.
- [9] 江娜. 中国红火蚁防控记[N]. 农民日报, 2006-3-22(7).
- [10] 许益鏖,陆永跃,曾玲,等. 红火蚁局域扩散规律研究[J]. 华南农业大学学报, 2006, 27(1): 34-36.
- [11] 陆永跃,梁广文,曾玲,等. 华南地区红火蚁局域和长距离扩散规律研究[J]. 中国农业科学, 2008, 41(4): 1053-1063.
- [12] 钟平生,赵瑾,张颂声,等. 惠州市红火蚁疫情调查[J]. 广东农业科学, 2007, (10): 54-56.
- [13] 杨朗,李伟丰,陈恩海,等. 外来有害生物红火蚁在广西蔓延的可能性及防控措施[J]. 广西农业科学, 2007, 38(4): 404-407.
- [14] 孟祥玲,张广学,任世珍. 棉铃虫的生物学进一步研究[J]. 昆虫学报, 1962, 11(1): 71-82.
- [15] 竺修高. 长江下游棉铃虫发生消长与气候的关系[J]. 中国棉花, 1979, (2): 37-40.
- [16] 汤才,黄德超. 降雨对湿地松粉蚧第1代低龄若虫的影响[J]. 仲恺农业技术学院学报, 2003, 16(4): 38-41.
- [17] 金瑞华,张家娴,白章红,等. 苹果蠹蛾分布与降雨关系研究初报[J]. 植物检疫, 1996, 10(3): 129-136, 141.
- [18] 张忠和,陈晓鸣,石雷,等. 基于生命表技术的胭脂虫适生性研究[J]. 林业科学研究, 2004, 17(4): 484-489.
- [19] 王平. 泡桐叶甲自然种群生命表的组建与分析(I) [J]. 西北林学院学报, 2006, 21(6): 133-135.

[收稿日期: 2009-06-25]