

蚁丘被破坏程度对红火蚁蚁群迁移的影响^{*}

王磊^{**} 曾玲 陆永跃^{***} 许益鏊

(华南农业大学红火蚁研究中心 广州 510642)

Effect of destructing mounds on the colony migration of red imported fire ant *Solenopsis invicta*. WANG Lei^{**}, ZENG Ling, LU Yong-Yue^{***}, XU Yi-Juan (Red Imported Fire Ant Research Center, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract The effect of destroying ant-mounds on the spread of the exotic red fire ant, *Solenopsis invicta* Buren was investigated. The results show that experimental destruction of mounds could cause colonies to migrate and bud, and that the rate of migration increased with the degree of mound destruction. 14.44% of colonies formed sub-colonies when 75% of the volume of their mounds was destroyed. When whole mounds were destroyed 16.27% of colonies migrated and 27.00% formed sub-colonies. The equation, $M = 4.3443 + 25.474D - 3.4857D^2$, describes the relationship between the degree of mound destruction (D) and the rate of colony migration (M). The mean distance of colony movement following mound destruction was 4.3 m and the direction of movement was random.

Key words *Solenopsis invicta*, mound, destruction, colony, migration

摘 要 本文调查研究了蚁丘被破坏的程度对红火蚁 *Solenopsis invicta* Buren 蚁群迁移的影响。结果表明,蚁巢地表部分被破坏可导致红火蚁蚁群发生分巢、搬巢等现象,蚁群的移巢比率随着蚁丘被破坏程度的增大而增大。当蚁丘体积被破坏 75% 时分巢比率最高,为 14.44%;被破坏 100% 时搬巢比率、移巢比率均最高,分别为 16.27%、27.00%。红火蚁蚁丘被破坏程度(D)与蚁群迁移比率(M)之间关系模型为 $M = 4.3443 + 25.474D - 3.4857D^2$ 。蚁丘受到破坏后,蚁群迁移距离平均为 4.3 m,迁移方向是随机的。

关键词 红火蚁,蚁丘,破坏,蚁群,迁移

蚁群迁移不仅是蚂蚁类群中存在的普遍现象,而且是红火蚁 *Solenopsis invicta* Buren 自然扩散的重要方面^[1]。据报道很多种蚂蚁包括红火蚁发生迁移是由于外界环境条件的不适宜,而促使蚁群寻找更适宜的地点建巢^[2]。造成这种情况出现的可能原因包括种群间竞争、食物丰富度、天敌影响、外界干扰、药剂防治、蚁巢上的覆盖物等^[2~8]。Briano 等调查了黑火蚁蚁群的迁移情况^[9],Kintz-Early 研究了草坪割草次数、蚁巢的振荡频率和遮盖物对红火蚁蚁群迁移的影响^[10]。国内很少见对蚂蚁移巢的研究,关于蚁丘被破坏程度与红火蚁蚁群迁移之间的关系尚未见报道。为此,本文采用人为模拟的方法对红火蚁蚁巢进行破坏,调查研究

蚁丘被破坏程度与蚁群迁移比率、迁移距离的关系,旨在揭示红火蚁蚁群空间扩散迁移规律和导致红火蚁迁移的诱因。

1 材料与方法

1.1 试验地点

试验在广州市海珠区龙潭果树公园内绿化区草坪进行。调查地点的红火蚁为多蚁后型,活动蚁巢密度平均为 0.3 个/100 m²。试验期

^{*} 资助项目:国家基础研究发展计划项目(2009CB119206)和广东省科技计划项目(2007B020710014)。

^{**} E-mail:wanglei_1107@stu.scau.edu.cn

^{***} 通讯作者, E-mail:luyongyue@scau.edu.cn

收稿日期:2009-10-28,修回日期:2010-07-11

间气温为 27 ~ 33℃, 空气相对湿度 41% ~ 84%。

1.2 蚁丘被破坏后蚁群迁移观察时间的确定

试验在晴天 9:00 ~ 12:00 和 15:00 ~ 18:00 进行, 并且在破坏后 7 d 内没有降水。在同一区域选择不同大小的 10 个活动蚁巢作对象, 以完全去除蚁丘(即蚁巢地表以上部分)的破坏强度对红火蚁蚁巢进行破坏。然后分别于破坏后 1、3、5、7 d 对受破坏蚁巢进行观察, 记录其死亡、迁移状况。用竹签插入到蚁巢内, 1 min 内少于 3 头工蚁出现的即判定为死亡蚁巢^[11]。试验重复 3 次。

1.3 蚁丘被破坏程度对蚁群迁移影响的研究

试验在晴天 9:00 ~ 12:00 和 15:00 ~ 18:00 进行, 并且在破坏后 3 d 内没有降水。采用人为破坏的方法模拟自然因子对蚁巢的破坏作用。将破坏强度设置为去除蚁丘体积的 100%、75%、50%、25% 和 0(CK) 5 个梯度。在试验小区内选取 20 个以上的红火蚁活动蚁巢, 蚁巢间距离较远, 范围分割清楚。测量各个蚁巢地上部分的长、宽、高, 然后用铲子按设置的强度对蚁巢地上部分进行破坏, 并用全球卫星定位仪(GPS)定位跟踪每个蚁巢。3 d 后观察、记录受破坏的蚁巢的大小、死亡及迁移情况。如果发生迁移, 则记录新的蚁巢与原来的蚁巢在空间的关系(迁移方向、迁移距离)以及新蚁巢的长、宽、高等数据。每个破坏强度重复 3 次。试验数据采用 SPSS Statistics 17.0 软件进行统计分析和 Excel 软件进行绘图。

1.4 评价指标

采用蚁群的分巢比率、搬巢比率、移巢比率、迁移距离、迁移方向等指标来表示蚁丘受到破坏后的迁移情况。各指标含义如下: 分巢比率是指蚁丘被破坏后, 在原来蚁巢仍然活跃的情况下分出了新的蚁巢的蚁巢数占调查的总蚁巢数的百分率; 搬巢比率是指蚁丘被破坏后, 在原来蚁巢死亡的情况下发生移动的蚁巢数占调查的总蚁巢数的百分率; 移巢比率是指蚁丘被

破坏后, 发生分巢和搬巢的蚁巢数占调查的总蚁巢数的百分率; 未移巢比率是指蚁丘被破坏后, 原来蚁巢仍然活跃且未发生分巢现象的蚁巢数占调查的总蚁巢数的百分率; 未搬巢比率是指蚁丘被破坏后, 原来蚁巢死亡且未出现新的蚁巢的蚁巢数占调查的总蚁巢数的百分率; 迁移距离是指蚁丘被破坏后, 迁移后形成的新蚁巢与原来蚁巢间的直线距离; 迁移方向是指迁移后形成的新巢在原来蚁巢的哪个方向上(分为东、西、南、北 4 个方向)。

2 结果与分析

2.1 蚁丘被破坏后红火蚁蚁巢变化情况观察时间

表 1 是红火蚁蚁丘受到破坏后 7 d 内的死亡、迁移状况。表 1 表明, 蚁丘受到破坏后, 原来蚁巢仍然活跃且未发生分巢现象的蚁巢数量破坏后 3 d 为 7 个, 明显低于破坏后 1 d 的 8.67 个; 原来蚁巢仍然活跃且又产生了新的蚁巢的的蚁巢数量破坏后 3 d 为 1.67 个, 明显高于破坏前的数量。受破坏后其他的情况如原来蚁巢死亡且未出现新的蚁巢、原来蚁巢死亡且出现了新的蚁巢等蚁巢数量与破坏前均无差异。研究结果表明, 受到破坏后蚁巢一般 1 d 即出现死亡、迁移等现象, 3 d 后达到高峰, 此后蚁巢变化较为稳定。因此在研究蚁巢受破坏后红火蚁的迁移情况时, 以破坏后 3 d 为观察记录蚁巢的死亡、迁移情况的时间。

2.2 蚁丘被破坏不同程度下红火蚁蚁群迁移情况

由表 2 可见, 当去除蚁丘体积 25% 时, 3 d 后蚁群未移巢比率为 84.61%, 与对照的 94.55% 差异不显著; 当去除蚁丘体积 50%、75%、100% 时, 未移巢比率分别为 72.47%、74.71%、69.97%, 均明显低于对照, 其中以去除 100% 蚁丘时未移巢比率最低。4 种破坏强度下蚁群未搬巢比率与对照差异均不显著。

表 1 红火蚁蚁丘受到破坏后不同时间蚁巢死亡和迁移情况

处理时间	蚁巢活跃且未迁移 的蚁巢(个)	蚁巢活跃且产生新 的蚁巢(个)	蚁巢死亡且未出现 新的蚁巢(个)	蚁巢死亡且出现新 的蚁巢(个)
破坏前	10.00 ± 0.00a	0.00 ± 0.00b	0.0 ± 0.0a	0.0 ± 0.0a
破坏后 1 d	8.67 ± 0.67a	0.67 ± 0.33ab	0.67 ± 0.33a	0.0 ± 0.0a
破坏后 3 d	7.00 ± 0.00b	1.67 ± 0.33a	0.33 ± 0.33a	1.00 ± 0.58a
破坏后 5 d	7.00 ± 0.00b	1.67 ± 0.33a	0.33 ± 0.33a	1.00 ± 0.58a
破坏后 7 d	7.00 ± 0.00b	1.67 ± 0.33a	0.33 ± 0.33a	1.00 ± 0.58a

注:表中同列数字后小写字母相同者表示经方差分析在 5% 水平上差异不显著。(下表同)

蚁群的移巢比率随蚁丘被破坏程度的增大而增大。当去除蚁丘体积的 75% 时,蚁群的分巢比率最高,为 14.44%,明显高于对照。而蚁群的搬巢比率则在完全去除蚁丘体积时最大,达到 16.27%。当完全去除红火蚁蚁丘时,蚁群的移巢比率达到最高,为 27.00%;去除蚁丘体积的 75% 移巢率与去除 50% 的差异不显著。

试验结果表明,蚁丘受破坏的蚁群的移巢程度明显高于未受破坏的,这说明对蚁丘的破坏是引起红火蚁蚁群迁移的一个重要因子。经分析,红火蚁蚁丘被破坏程度(D)与蚁群迁移比率(M)之间符合方程 $M = 4.3443 + 25.474D - 3.4857D^2$ ($R^2 = 0.9787$, $P = 0.01$)。

表 2 蚁丘被破坏程度对红火蚁蚁群迁移的影响

蚁丘体积被 破坏比率(%)	未移巢比率(%)	分巢比率(%)	未搬巢比率(%)	搬巢比率(%)	移巢比率(%)
100	69.97 ± 2.03c	10.72 ± 3.55ab	4.96 ± 1.52a	16.27 ± 3.82a	27.00 ± 0.80a
75	74.71 ± 2.72bc	14.44 ± 1.17a	3.04 ± 2.91a	5.18 ± 1.18ab	19.62 ± 0.19b
50	72.47 ± 3.69c	9.04 ± 2.62ab	9.72 ± 3.24a	8.77 ± 3.13ab	17.81 ± 0.62b
25	84.61 ± 0.23ab	8.53 ± 0.74ab	5.13 ± 0.08a	1.72 ± 0.87b	10.23 ± 0.14c
0	94.55 ± 1.00a	2.82 ± 1.44b	1.23 ± 1.23a	1.39 ± 1.39b	4.21 ± 0.31d

2.3 蚁丘被破坏后红火蚁蚁群迁移的距离与方向

以试验中蚁丘受到破坏后发生迁移的 68 个蚁巢的迁移距离和方向分析后作图,得到图 1 与图 2。从图 1 可看出,蚁群在蚁巢受破坏后平均迁移距离为 4.3 m,且绝大部分在 10 m 以内。结果表明人为破坏只能使蚁群作小范围转移,并不能导致红火蚁进行长距离扩散。

由图 2 可知,蚁群迁往向东、西、南、北方向的平均比例分别为 24.49%、25.64%、20.91%、28.95%。对数据进行 Duncan's 新复极差检验结果表明 4 个方向之间差异不显著。这说明遭到破坏后,红火蚁蚁群迁移的方向一般是随机的。

3 讨论

移巢是蚂蚁对多变外界环境变化的适应。

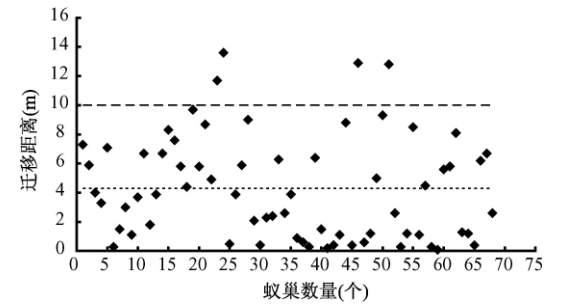


图 1 蚁丘被破坏后红火蚁蚁群的迁移距离

McGlynn 等认为 *Aphaenogaster araneoides* 搬巢是为了逃避天敌^[4],Drees 等在试验中也发现用于防治蚂蚁的线虫会导致红火蚁发生弃巢现象^[6],另外蚁巢的微气候的变化也可能会导致移巢发生^[4]。Brown 通过研究蚂蚁 *Messor andrei* 的移巢情况认为迁移会导致蚁群觅食时间减少,并且使其较多地暴露于天敌之下,且建造新的蚁巢要耗费大量能量,这对于蚁群是不

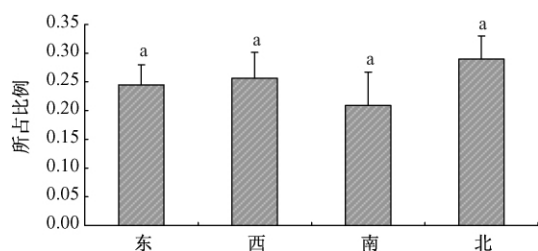


图2 蚁丘被破坏后红火蚁蚁群的迁移方向

注:图中上标的小写字母相同者表示经方差分析在5%水平上差异不显著。

利,所以蚁群在搬巢时需要衡量移巢的利弊^[3]。因此,红火蚁移巢也应该是多种原因共同作用的结果。

在本试验中,去除蚁巢地表体积的25%、50%、75%时的蚁群搬巢率与对照差异不显著,这可能是这三个破坏强度不足以使红火蚁放弃旧巢,另选新址建造蚁巢。当去除地表体积75%时蚁群分巢率才与对照差异显著,这说明破坏蚁巢使红火蚁先倾向于分巢而不是搬巢。这可能是相对于搬巢,分巢消耗的能量较少,且对蚁群的扩散也是有益的。关于红火蚁移巢行为的诱因及其迁移规律等还需要进一步研究,为深入了解红火蚁的行为学规律提供理论基础。

参 考 文 献

- 曾玲,陆永跃,陈忠南,等. 红火蚁监测与防治. 广州:广东科学技术出版社,2005. 18~26.
- Gibb H., Hochuli D. F. Nest relocation in the golden spiny ant, *Polyrhachis ammon*: environmental cues and temporal castes. *Insectes Sociaux*, 2003, **50**(4): 323~329.
- Brown M. J. F. Nest relocation and encounters between colonies of the seed-harvesting ant *Messor andrei*. *Insectes Sociaux*, 1999, **46**(1): 66~70.
- McGlynn T. P., Carr R. A., Carson J. H., et al. Frequent nest relocation in the ant *Aphaenogaster araneoides*: resources, competition, and natural enemies. *Oikos*, 2004, **106**(3): 611~621.
- McGlynn T. P., Shotell M. D., Kelly M. S. Responding to a variable environment: home range, foraging behavior, and nest relocation in the Costa Rican rainforest ant *Aphaenogaster araneoides*. *J. Insect Behav.*, 2003, **16**(5): 687~701.
- Drees B. M., Miller R. W., Vinson S. B., et al. Susceptibility and behavioral response of red imported fire ants (Hymenoptera: Formicidae) to selected entomogenous nematodes (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae). *J. Econ. Entomol.*, 1992, **85**(2): 365~370.
- Hays S. B., Horton P. M., Bass J. A., et al. Colony movement of imported fire ants. *J. G. Entomol. Soc.*, 1982, **17**(2): 266~274.
- Lemke L. A., Kissam J. B. Effect of colony disturbance on red imported fire ant control. *J. Agr. Entomol.*, 1988, **5**(1): 75~77.
- Briano J. A., Patterson R. S., Cordo H. A. Colony movement of the black fire ant (Hymenoptera: Formicidae) in the Argentina. *Environ. Entomol.*, 1995, **24**(5): 1131~1134.
- Kintz-Early J. Red imported fire ant *Solenopsis invicta* Buren, colony movement in response to applied stimuli. Doctoral dissertation. Clemson: Graduate school of Clemson University, 2003.
- 黄俊,陆永跃,梁广文,等. 四种毒饵对红火蚁的田间防治效果评价. 环境昆虫学报, 2008, **30**(2): 135~140.