

文章编号: 1000-5471(2007)02-0093-05

红火蚁入侵对本地蚂蚁多样性的影响^①

沈 鹏^{1,2}, 赵秀兰¹, 程登发², 郑永权², 林芙蓉²

1. 西南大学 资源与环境学院, 重庆 400716; 2. 中国农业科学院植物保护研究所, 北京 100094

摘要: 在广西北流地区, 采用饵诱法调查了红火蚁入侵对当地蚂蚁群落的影响. 对入侵区与未入侵区比较发现不同生境下, 红火蚁入侵使本地蚂蚁的个体数量明显降低, 丰富度、多样性和均匀性指数均下降, 优势度指数升高, 红火蚁成为优势种. 表明红火蚁入侵对本地蚂蚁群落造成了一定程度的影响. 必须加强红火蚁检疫和危害区的普查力度, 发现新蚁巢及时处理, 同时尽快研制出防治效果更好的药剂, 防止危害区域进一步扩大.

关键词: 红火蚁; 多样性; 本地蚂蚁

中图分类号: X835; Q969.54

文献标识码: A

红火蚁 *Solenopsis invicta* Buren 属于膜翅目 Hymenoptera、蚁科 Formicidae、切叶蚁亚科 Mymicinae、火蚁属 *Solenopsis*, 是一种入侵性很强的生物. 红火蚁原产于南美洲的巴拉圭和巴拿马运河一带^[1], 20 世纪 30 年代传入美国并建立种群^[2], 此后就以每年 $1.47 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 的速度扩散, 目前在美国和波多黎哥红火蚁建立种群的面积超过了 $1.14 \times 10^8 \text{ hm}^2$ ^[3]. 红火蚁在新西兰^[4]和澳大利亚^[5]也有分布. 2003 年我国首次在台湾发现红火蚁, 2004 年 9 月在广东、广西、湖南、福建等省以及港澳地区相继发现, 引起农业部高度重视, 2005 年 1 月 17 日正式将红火蚁列入《进境植物检疫性有害生物名录》和《全国植物检疫性有害生物名录》, 依法对红火蚁采取检疫封锁控制措施^[6-8].

国外有关红火蚁入侵导致本地蚂蚁的丰富度和多样性降低以及对其他节肢动物群落的影响已有报道^[9-14]. 我国相关的工作近 2 年才开始. 通过现场调查、CLIMEX 和 GARP 生态位模型法预测等手段, 指出红火蚁是入侵危害性最强的昆虫类群之一^[15,16], 在我国属于中等危险的有害生物^[17], 红火蚁入侵会造成农业经济损失、生态环境严重破坏、威胁公共安全等等^[18,19]. 目前红火蚁在我国的分布范围比较局限^[20], 主要发生在广东、广西两省, 且主要在较稳定的生态环境中, 如荒坡、草地、长满杂草的田埂等^[21], 但在东南部的广大地区均可能适生或造成危害^[22]. 研究红火蚁的发生及危害规律对控制和减轻红火蚁对我国的危害具有重要意义^[23]. 本研究以生境相似的并相邻的未入侵地区为对照, 比较了入侵地区红火蚁对本地蚂蚁群落多样性的影响, 为红火蚁发生区的生物多样性保护提供基础资料和科学依据.

1 材料与方法

1.1 调查区概况

调查区位于广西东南部北流市田心工业区, 其地理位置为东经 $110^{\circ}16'$, 北纬 $22^{\circ}42'$, 海拔 100 m 左右. 该工业区年平均气温 21°C , 年降雨量 1 582 mm, 属典型的亚热带季风气候, 土地利用类型主要为农田和果园, 主要的地带性土壤为红壤^[24]. 2005 年 8 月 16 日广西农业厅报告, 该工业区发现并鉴定有入侵性红火蚁, 其红火蚁发生危害的中心地带蚁巢数目最多达到 18 个/100 m^2 , 9 月 3 日广西北流植保站使用硫

① 收稿日期: 2006-12-20

作者简介: 沈 鹏(1981-), 男, 四川广元人, 西南大学硕士研究生, 从事环境生物技术研究.

通讯作者: 赵秀兰, 副教授.

氟磺酰胺毒饵对该工业区进行了防治工作, 整个防治区的面积约为 200 hm².

1.2 调查方法

本调查于 2005 年 9~10 月初进行. 研究样地选在红火蚁发生密度最高的北流市田心工业区的北流镇和西琅镇, 平均活动蚁巢为 4 个/100 m² (其中包括防治后新出现的蚁巢), 而未入侵地区选在距发生区临近的地区. 通过实地考察发现, 红火蚁多发生在开阔的荒地和草坪上, 在红火蚁入侵区和未入侵区选择荒地和草坪 2 种生境, 每种生境中随机挑选 3 块面积为 600 m² 的样地, 采用网格法布点、饵诱法取样调查样区内的蚂蚁系统^[9,25], 具体过程为: 将每块样地大致分为 6 个 100 m² 取样点, 在每个取样点按对角线放置 3 个装有面包屑的离心管(50 mL), 离心管口与地面水平, 并用铁丝固定, 以防被取走, 放置 3 h 后, 收集离心管中的蚂蚁, 将诱集到的蚂蚁于盛 75% 乙醇的小瓶中保存, 带回室内进行种类鉴定、数量统计. 本研究同时也使用人工采集蚂蚁的方法, 以使采集的蚂蚁种类更为丰富.

1.3 计算方法

Shannon-Wiener 多样性指:

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i = - \sum_{i=1}^S (N_i/N) \ln (N_i/N)$$

Simpson 优势度指数:

$$C = \sum_{i=1}^S (P_i)^2 = \sum_{i=1}^S (N_i/N)$$

Pielou 均匀度指数:

$$E = H' / \ln S$$

Margalef 丰富度指数:

$$R = (S - 1) / \ln N$$

群落相似性采用 Jaccard 指数:

$$q = c / (a + b - c)$$

式中: N_i 是第 i 个物种的个体数, N 是 S 物种的总个体数, H' 是 Shannon-Wiener 信息多样性指数, S 是物种的数目, a 为 A 群落物种数, b 为 B 群落物种数, c 为 A, B 两群落共有的物种数^[26].

2 结果与分析

2.1 蚁类科、属种变化情况

不同生境蚂蚁种类和个体数量组成见表 1. 红火蚁入侵后, 各生境蚂蚁种类和数量发生明显变化. 在红火蚁入侵区的荒地中采集到的蚂蚁隶属 2 亚科 4 属 5 种, 共 320 号, 而未入侵区的荒地采集到的蚂蚁隶属 3 个亚科 7 属 10 种, 共 6513 号, 即红火蚁入侵使蚂蚁减少了 1 个亚科, 3 个属和 5 种, 个体数量降低了 95.09%. 以各种蚂蚁数量大于各生境捕获量的 10% 作为优势种看^[27], 未入侵区荒地的黑头酸臭蚁、花居小家蚁分别占捕获量的 71.40% 和 13.57%, 有 2 种优势种, 而入侵区荒地的红火蚁占总捕获量的 82.81%, 优势种仅 1 种.

从红火蚁入侵区和未入侵区的草坪采集到的蚂蚁均隶属于 3 亚科 5 个属, 种类数量分别为 5 种和 8 种, 个体数量分别为 748 号和 12549 号, 表明红火蚁入侵使草坪生境下的蚂蚁种类和个体数量明显减少. 同样从各种蚂蚁的百分比看, 未入侵区草坪的蚂蚁中, 哀弓背蚁、黑头酸臭蚁、花居小家蚁为优势种, 分别占总捕获量的 51.80%, 25.05% 和 11.52%, 而侵入区草坪蚂蚁中, 仅红火蚁的个体数量占蚂蚁个体总数的 83.02%, 是唯一的优势种, 优势种数量减少.

上述结果表明, 红火蚁入侵使当地蚂蚁的种类明显减少, 红火蚁已成为入侵区的优势种, 入侵区的蚂蚁数量减少更为明显, 整个入侵区蚂蚁个体总数还不到未入侵区的 1/10, 其原因除与红火蚁入侵大大降低了本地蚂蚁的数量和种类^[28]外, 还与入侵区使用硫氟磺酰胺等毒饵有关.

表 1 红火蚁入侵区、未入侵区不同生境蚂蚁种类和个体数量组成

Table 1 Constitutes of the Species and Individuals of Ants in Different Eco-environment in the Imported Fire ant Invaded and Non-invaded Sites

	荒 地				草 坪			
	入侵区		未入侵区		入侵区		未入侵区	
	个体数	%	个体数	%	个体数	%	个体数	%
切叶蚁亚科 Myrmicinae								
火蚁属 <i>Solenopsis</i>								
红火蚁 <i>Solenopsis invicta</i> Buren	265	82.81			621	83.02		
大头蚁属 <i>Pheidole</i> Westwood								
伊大头蚁 <i>Pheidole yeensis</i> Forel	2 *	0.63	301	4.62	26	3.48	582	4.64
奇大头蚁 <i>Pheidole aphrasta</i> Zhou et Zheng			185	2.84			105	0.84
大头蚁 <i>Pheidole</i> sp.			45	0.69				
长节大头蚁 <i>Pheidole fervens</i> Smith							79	0.63
举腹蚁属 <i>Crematogaster</i> Lund								
比罗举腹蚁 <i>Crematogaaster biroi</i> Mayr			120	1.84				
小家蚁属 <i>Monomorium</i> Mayr								
花居小家蚁 <i>Monomorium floricola</i> (Jerdon)	17	5.31	884	13.57	5 *	0.67	1 446	11.52
迈氏小家蚁 <i>Monomorium mayri</i> Forel	13 *	4.06	180	2.76			678	5.40
铺道蚁属 <i>Tetramorium</i> Mayr								
克氏铺道 <i>Tetramorium kraepelini</i> Forel			64	0.98				
巨首蚁属 <i>Pheidologeton</i> Mayr								
全异巨首蚁 <i>Pheidologeton diversus</i> (Jerdon)			64	0.98			16 *	0.13
臭蚁亚科 Dolichoderinae								
酸臭蚁属 <i>Tapinoma</i> Foerster								
黑头酸臭蚁 <i>Tapinoma melanocephalum</i> (Fabricius)	23	7.19	4 650	71.40	40	5.35	3 143	25.05
蚁亚科 Formicinae								
弓背蚁属 <i>Camponotus</i>								
哀弓背蚁 <i>Camponotus dolendus</i> Forel			20 *	0.31	56	7.49	6 500	51.80
合 计	320	100	6 513	100	748	100	12 549	100

注: %表示占各生境蚂蚁总量的百分数;个体数右上角带有*标记的为人工采集。Notes: % of ant total of different environment; “*” indicates hand-collecting

2.2 生境蚂蚁多样性比较分析

根据不同生境采得的蚂蚁种类和个体数量,分别计算出优势度指数(C)、均匀度指数(E)、物种丰富度指数(R)和多样性指数(H')。结果见表 2。两种生境下,红火蚁入侵均使优势度指数上升,丰富度、多样性指数和均匀度指数降低,但两种生境的变化幅度不同。与未入侵区相比,红火蚁入侵区荒地的优势度指数升高了 30.64%,而丰富度、多样性指数和均匀度指数分别降低了 32.39%,31.47%,11.40%。红火蚁入侵区草坪的优势度指数升高了 49.93%,丰富度、多样性指数和均匀度指数分别降低了 18.60%,50.19%,35.55%。

表 2 红火蚁入侵地区和未入侵地区不同生境蚂蚁多样性指数比较

Table 2 Comparison of Biodiversity Indexes of Ants in the Imported Fire ant Invaded and Non-invaded Sites

样 区	荒 地		草 坪	
	入侵区	未入侵区	入侵区	未入侵区
优势度指数 C	0.695	0.532	0.699	0.350
丰富度指数 R	0.693	1.025	0.604	0.742
多样性指数 H'	0.663	1.071	0.656	1.317
均匀度指数 E	0.412	0.465	0.408	0.633

本研究发现红火蚁入侵区蚂蚁物种丰富度降低幅度为 18.60%~32.39%，而 Porter 和 Savignano 调查研究的成果是入侵地区蚂蚁物种丰富度下降了 50%，用诱饵法调查的结果是 94.5%^[9]。造成这种差异的原因可能是我国红火蚁发生范围或蚁巢密度与美国东南部相比都要小得多^[23]，施药造成红火蚁数量减少、密度降低^[29]及同时人为产生的干扰，如破坏蚁巢结构等。至于以上那方面影响更大，还需进一步长期调查。

2.3 物种相似性比

表 3 红火蚁入侵区和未入侵区蚂蚁物种相似性系数表

Table 3 Similarity Coefficient (q) of Ant Species in The Imported Fire Ant Invaded and Non-invaded Sites

样 区		荒 地		草 坪	
		入侵区	未入侵区	入侵区	未入侵区
荒 地	入侵区	1	0.36	0.67	0.44
	未入侵区		1	0.36	0.64
草 坪	入侵区			1	0.44
	未入侵区				1

根据 Jaccard 相似性系数的原理，当 q 为 0.00~0.25 时为极不相似， q 为 0.25~0.50 时为中等不相似， q 为 0.50~0.75 时为中等相似， q 为 0.75~1.00 时为极相似。不同生境之间的相似性系数列于表 3。荒地、草坪红火蚁入侵区与未入侵区蚂蚁的相似系数分别为 0.36, 0.44, 为中等不相似，进一步表明红火蚁入侵对本地蚂蚁多样性的不利影响。

3 结 论

1) 红火蚁入侵使荒地的蚂蚁隶属的亚科、属、种类和个体数量减少，使草坪的蚂蚁的种类和个体数量减少，但对草坪的蚂蚁隶属的亚科、属的影响不大。

2) 红火蚁入侵使荒地、草坪蚂蚁的物种丰富度指数、多样性指数和均匀度指数降低，优势度上升。

3) 红火蚁入侵区与未入侵区蚂蚁物种群的相似性系数介于 0.25~0.50，为中等不相似，说明红火蚁入侵对本地蚂蚁群落已产生了一定的影响。

4) 红火蚁对本地蚂蚁群落已造成了破坏性的影响，必须加强红火蚁检疫和发生危害区域普查力度，发现新蚁巢及时处理，同时尽快研制出防治效果更好的药剂，防止危害区域进一步扩大。

蚂蚁标本由广西师范大学周善义教授帮助鉴定，特此致谢！

参考文献：

- [1] Buren W F, Allen G E, Whitcomb W H, et al. Zoogeography of the imported fire ants. J N Y Entomol Soc, 1974: 82: 113-124.
- [2] Loffren C S. History of imported fire ants in the United States. Fire Ants and Leaf-cutting Ants, Westview Press, Boulder, Colorado, 1986: 36-47.
- [3] Callcott A-M A, Collins H I. Invasion and range expansion of imported fire ants (Hymenoptera: Formicidae) in North America from 1918-1995. Florida Entomol, 1996, 79: 240-251.
- [4] Pascoe A. Turning up the heat on fire ants[J]. Biosecurity, 2001, 32: 6.
- [5] Solley G O, Vabderwoude C, Knight G K. Anaphylaxis due to red imported fire ant sting. Medical Journal of Australia [J]. 2002, 176: 521-523.
- [6] 中国农业部. 中华人民共和国农业部公告, 第 453 号[EB/OL]. http://www.agri.gov.cn/ztlz/zwjy/t20050418_357929.htm. 2005.
- [7] 中国农业部. 中华人民共和国农业部公告, 第 499 号[EB/OL]. http://www.agri.gov.cn/blgg/t20050509_367513.htm. 2005.
- [8] 中国农业部. 中华人民共和国农业部公告, 第 574 号[EB/OL]. http://www.agri.gov.cn/blgg/t20051123_500719.htm. 2005.
- [9] Porter S D, Savignano D A. Invasion of polygyne fire ants decimates native ants and disrupts arthropod community[J]. Ecology, 1990, 71:2095-2106.
- [10] Allen C R, Epperson D M, Garmestani A S. Red imported fire ant impact on wildlife: A decade of research[J]. The A-

- merican Midland Naturalist, 2004, 152: 88 – 103.
- [11] Allen C R, Demaris S, Lutz R S. Red imported fire ant impact on wildlife: an overview[J]. Texas Journal of Science, 1994, 46: 51 – 59.
- [12] Allen C R, Lutz R S, Demaris S. Red imported fire ant impact on Northern Bobwhite population[J]. Ecological Applications, 1995, 5: 632 – 638.
- [13] Mack M, D'Antonio C. Impacts of biological invasions on disturbance regimes[J]. Trends in Ecology and Evolution, 1998, 13(5): 195 – 198.
- [14] Morrison L M. Long-term impacts of an arthropod-community invasion by the imported fire ant, *Solenopsis invicta* [J]. Ecology, 2002, 83(8): 2337 – 2345.
- [15] 张润志, 任立, 刘宁. 严防危害性害虫红火蚁入侵[J]. 昆虫知识, 2005, 42(1): 6 – 10.
- [16] 董慧, 杨定. 红火蚁入侵的种群生物学与行为遗传学[J]. 植物保护, 2005, 31(4): 18 – 23.
- [17] 郑华, 赵宇翔. 外来有害生物红火蚁风险分析及防控对策[J]. 林业科学研究, 2005, 18(4): 479 – 483.
- [18] 杨伟东, 余道坚, 陈志彝. 红火蚁对农业生态环境和社会、经济的影响[J]. 植物保护, 2005, 31(5): 75 – 78.
- [19] 王福祥, 林芙蓉, 朱景全. 红火蚁的检疫与控制[J]. 植物检疫, 2005, 19(3): 150 – 153.
- [20] 雷仲仁, 罗礼智, 郑永权, 等. 对危害性外来入侵生物红火蚁的考察[J]. 植物保护, 2005, 31(3): 64 – 66.
- [21] 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危害调查[J]. 昆虫知识, 2005, 42(2): 144 – 148.
- [22] 薛大勇, 李红梅, 韩红香, 等. 红火蚁在中国的分布区预测[J]. 昆虫知识, 2005, 42(1): 57 – 60.
- [23] 罗礼智. 基于控制我国红火蚁危害的几点思考[J]. 植物保护, 2005, 31(2): 5 – 8.
- [24] 北流县志编纂委员会编. 北流县志. 广西: 广西人民出版社, 1993, 108 – 114.
- [25] Eubanks M D. Estimates of the Direct and Indirect Effects of Red Imported Fire Ants on Biological Control in Field Crops [J]. BiologicalControl, 2001, 21: 35 – 43.
- [26] 马克平. 生物群落多样性的测度方法. 见: 中国科学院生物多样性委员会编, 生物多样性研究的原理与方法. 北京: 中国科学技术出版社, 1994, 1 – 237.
- [27] 王宗英, 路有成, 王慧芙. 九华山土壤螨类的生态分布[J]. 生态学报, 1996, 16(1): 58 – 60.
- [28] Gotelli N J, Arnett A E. Bio-geographic effects of red fire ant invasion[J]. Ecology Letters, 2000, 3: 257 – 261.
- [29] 罗礼智, 覃贵亮, 王曼波, 等. 应用硫氟磺酰胺毒饵防治红火蚁[J]. 植物保护, 2006, 32(1): 22 – 27.

Impacts of the Imported Fire Ant, *Solenopsis Invicta* Invasion on the Diversity of Native Ants

SHEN Peng^{1,2}, ZHAO Xiu-lan¹, CHENG Deng-fa²,
ZHENG Yong-quan², LIN Fu-rong²

¹. School of Resources and Environment, Southwest University, Chongqing 400716, China;

². Institute of Plant Protection, CAAS, Beijing 100094, China

Abstract: The effects of the invasion of the imported fire ant, *solenopsis invicta* on the communities of the native ants were investigated by bait methods in BeiLiu, GuangXi from Sept. to Oct., 2005. The results showed that R , J , H' index of ants in the invaded sites were lower, while S index of ant was higher than those in the non invaded sites, and the imported fire ant was the dominant species. The results implied that the invasion of the imported fire ant had serious influences on the native ant communities. Therefore, it is very important to inspect the imported fire ants, to survey the invaded areas and produce new pesticides as soon as possible in order to prevent their expansion further.

Key words: *Solenopsis invicta*; diversity; native ant