

红火蚁入侵草坪过程中蚂蚁类群变动趋势

宋侦东, 陆永跃, 许益鏊, 黄俊, 梁广文, 曾玲*

(华南农业大学红火蚁研究中心, 广州 510642)

摘要: 观察研究了红火蚁入侵草坪之后蚂蚁群落结构的变动趋势。对各处理区在不同时期的蚂蚁优势种进行了分析, 结果表明, 与对照区相比红火蚁入侵后各处理区的蚂蚁优势种发生了明显改变, 红火蚁替代了原来的优势蚂蚁种类, 并在数量上占主导地位, 而且各处理区的蚂蚁类群多样性、均匀度降低, 优势度明显增大。通过分析红火蚁入侵过程中各处理区的蚂蚁类群相似性, 表明轻度发生区与对照区的蚂蚁类群相似性系数 q 一直处在 0.25—0.50 之间, 为中等不相似; 中度发生区与对照区的蚂蚁类群相似性系数 q 一直处在 0.075—0.444 之间, 为中等不相似或极不相似; 重度发生区与对照区的蚂蚁类群相似性系数 q 一直处在 0.0—0.222 之间, 为极不相似, 这也说明了不同的红火蚁危害程度对本地蚂蚁类群结构的影响是不同的, 红火蚁种群数量越大, 对本地蚂蚁类群的影响也越大, 排挤或取代它们所需要的时间也越短。

关键词: 红火蚁; 入侵; 蚂蚁类群

Dynamic of native ants on the lawn with the invasion of *Solenopsis invicta* Buren

SONG Zhendong, LU Yongyue, XU Yijuan, HUANG Jun, LIANG Guangwen, ZENG Ling*

Red Imported Fire Ant Research Centre, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China

Abstract: After the red imported fire ant (RIFA), *Solenopsis invicta* Buren was introduced to the lawn, it could settle down and enlarge its population in a short time. RIFA could change the structure of ant community in this invasion area. Through the analyses of predominant ant species in every different invasion periods, the predominant ant species in treatment was different from that in CK. RIFA could substitute for former predominant ant species after its invasion, and had an absolute predominance in population. The results showed that when RIFA invaded the lawn, the ant community diversity index and evenness index declined, and the predominance index in this area was rising. Ant community similarities in each treatment were compared, and it was found that in the area where RIFA slightly invaded and the CK, the comparability coefficient (q) was between 0.25 to 0.50, which was not similar. The comparability coefficient (q) for the area with moderate RIFA and the CK, was between 0.075 and 0.444, which was a middling dissimilar or extraordinarily dissimilar; And that for the area which seriously invaded and CK, the comparability coefficient (q) was between 0.0 to 0.222, which was extraordinarily dissimilar. It was showed that different endangered districts had different effects on the native ant community. The bigger the population of RIFA was, the greater effect on native ant community it had, and the less time it took for the RIFA to substitute for native ant species.

Key Words: *Solenopsis invicta* Buren; native ant; dynamic; invasion; native ants

红火蚁 (*Solenopsis invicta* Buren) 是一种原产于南美洲巴拉那河流域一带的危险性害虫, 由于其食性复杂、习性凶猛、繁殖迅速、竞争力强, 对入侵区域人体健康、公共安全、农林业生产和生态环境均具有严重的危害性, 因此被列为世界上最危险的 100 种入侵有害生物之一^[1]。中国大陆于 2005 年初在广东吴川首次发现

基金项目: 国家“973”计划资助项目 (2010CB119200); 国家自然科学基金资助项目 (305712427); 广东省科技计划资助项目 (2007B020710014, 2006A20301005)

收稿日期: 2008-12-28; **修订日期:** 2009-05-18

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: zengling@scau.edu.cn

红火蚁。最近,经过疫情普查,已发现多个省、市均受到红火蚁的侵袭^[2]。红火蚁入侵对草坪上蚂蚁类群已造成了破坏性影响,会使草坪上蚂蚁的种类和个体数量减少,但对草坪上蚂蚁隶属的亚科、属的影响不大^[3]。不同生境中红火蚁入侵产生的作用是不同的,在较简单的生境中红火蚁的入侵可导致本地蚂蚁种类数减少,物种多样性指数、均匀度指数降低,优势度指数增大,草坪和荒草地红火蚁发生区域的蚂蚁物种数明显减少,且草坪中蚂蚁种类减少的程度大于荒草地。红火蚁入侵后生境中的蚂蚁优势种发生了明显改变,红火蚁替代了原来的优势蚂蚁种类,在数量上占据了主导地位,在荒草地和草坪这种优势种的改变更为明显^[4]。已有的研究主要针对红火蚁入侵后的较长期后果,但是在短期内对本地蚂蚁的影响效果还不清楚,而这方面的研究有助于理解红火蚁入侵初期与本地物种竞争替代以及红火蚁成功入侵的机理。本研究采用陷阱法和诱饵诱集法研究了深圳红火蚁发生区和未发生区草坪上蚂蚁类群的多样性和相似性,旨在探明红火蚁入侵过程中蚂蚁类群的变动趋势,为本地蚂蚁的保护提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验在深圳市龙岗区坑梓街道的草坪上进行,面积约为 3200m²。地表植被以台湾草(*Zoysia pacifica*)为主。试验前无红火蚁发生危害。

1.2 调查方法与步骤

1.2.1 试验小区设置

试验设 4 个处理,即轻度发生区、中度发生区、重度发生区 and 对照区,每个处理设 3 次重复。每个小区的面积约为 150—200m²。试验前进行一次蚂蚁种类和数量的基数调查,然后按红火蚁轻度发生区(1—4 个活动蚁巢)、中度发生区(5—8 个活动蚁巢)和重度发生区(10 个以上活动蚁巢)迁入直径约为 10—20cm 的蚁巢,待迁入蚁巢定殖后开始进行调查。

1.2.2 调查取样方法

试验采用掉落式陷阱法和诱饵诱集法进行取样,并调查、记录每个小区的活动蚁巢体积大小。从蚁巢迁入后每隔 10d 调查 1 次,连续调查 12 次。

(1) 掉落式陷阱法 将长为 15cm、直径为 3cm 的塑料离心管埋入地下,管口与地面齐平,管口四周用泥土填平,管中盛 1/3 的 45% 的酒精。每个小区设置 8 个陷阱,成平行线排列,每个陷阱间隔约 10m 左右。陷阱放置 24h 后回收,取出蚂蚁放入盛有 75% 酒精的小瓶分别标记保存,带回室内鉴定种类并记录数量。

(2) 诱饵诱集法 同样在上述生境中,每个小区随机放置 8 个诱饵。成平行线排列,每个诱饵相隔约 10m 左右。调查时将切好的 5mm 厚火腿肠薄片放入一个上端开口的 30mL 塑料广口瓶中,加上约 0.15mL 蜂蜜后把诱集瓶横放于地表^[5],让瓶口靠近地面,插上标志牌。30—60min 后收回,取出诱集瓶内的蚂蚁,记录种类和数量,然后鉴定。同时记录诱集当天的地表和大气温湿度情况。

1.2.3 标本收集、保存、鉴定

试验所取得的蚂蚁放入盛有 75% 酒精的小瓶,分别标记保存,带回室内鉴定种类。蚂蚁种类的鉴定主要参照《广西蚂蚁》^[6]和《中国蚂蚁》^[7]分类系统。

1.2.4 数据分析

(1) 物种多样性指数 采用 Shannon-Wiener 物种多样性公式计算物种多样性指数。式中 $P_i = N_i / N$, N_i 是第 i 个物种的个体数, N 是 S 个物种的个体总数:

$$H = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i \quad (2)$$

(2) 均匀度指数采用 Pielou 均匀度公式计算均匀度指数:

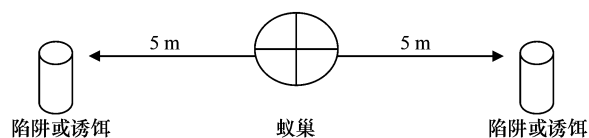


图 1 陷阱或诱饵放置方式

Fig. 1 Distribution pattern of traps or baits

$$E = H/\ln S$$

式中, H 是 Shannon-Wiener 物种多样性指数, S 是物种数目^[8]。

(3) 优势度指数采用 Simpson 优势度公式计算优势度指数:

$$C = \sum_{i=1}^s (Pi)^2 = \sum_{i=1}^s (Ni/N)^2 \quad (4)$$

式中, $Pi = Ni/N$, Ni 是第 i 个物种的个体数, N 是 S 个物种的个体总数^[9-11]。

(4) 红火蚁蚁巢体积的计算方法为:

$$V = 4/3\pi \cdot a/2 \cdot b/2 \cdot ht$$

式中, a 为蚁丘的长度, b 为蚁丘的宽度, ht 为蚁丘的高度。

(5) 群落相似性采用 Jaccard 指数:

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

式中, 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^[9]。

1.2.5 统计方法

用 Excel, DPS 软件进行数据统计分析。

2 结果与分析

2.1 红火蚁入侵动态

2.1.1 红火蚁数量变动趋势

由表 1 可知, 各处理区不同时期的红火蚁数量变化趋势为: 重度发生区 > 中度发生区 > 轻度发生区, 经方差分析差异极显著, 这说明迁入红火蚁蚁巢密度越大, 所诱集到的红火蚁数量就越多。

表 1 各处理区不同时期的红火蚁数量变化(诱饵诱集法)

Table 1 Number of RIFA in different period (baiting technique)

蚁巢迁入时间/d Settling time	轻度/(头/瓶) Lightly invaded area	中度/(头/瓶) Middle invaded area	重度/(头/瓶) Serious invaded area
10	1.83 ± 0.69a	3.33 ± 1.77 a	4.46 ± 1.38a
20	7.96 ± 1.94c	19.71 ± 1.94b	44.25 ± 4.87a
30	15.38 ± 1.50b	36.63 ± 4.75 b	108.79 ± 18.52a
40	19.92 ± 2.40c	112.08 ± 5.27b	216.21 ± 14.55a
50	43.50 ± 3.15b	85.00 ± 5.75b	196.67 ± 36.39a
60	26.38 ± 6.75c	63.13 ± 8.25b	137.29 ± 15.74a
70	33.96 ± 3.74c	63.58 ± 5.60b	113.67 ± 8.03a
80	33.46 ± 4.82c	83.17 ± 4.00b	153.75 ± 17.03a
90	33.29 ± 2.75c	83.50 ± 4.75b	113.54 ± 3.19a
100	22.67 ± 3.57c	62.88 ± 1.38b	109.42 ± 9.95a
110	23.33 ± 2.13c	50.42 ± 2.88b	70.42 ± 4.87a

表中同行数字后有相同英文字母者表示数据经方差分析(DMRT)在 5% 水平上差异不显著

2.1.2 红火蚁蚁巢体积的变化

由表 2 可知, 各处理区不同时期的蚁丘体积增长趋势是一致的。在迁入前期 0—40d 的增长较缓慢, 各处理区蚁巢的体积增长在 152.59—348.49cm³ 之间。在中期 60—90d 会有一次较大幅度的增长, 各处理区蚁巢体积增长在 318.97—993.51cm³ 之间。在后期 100d 以后增长趋势会减缓, 甚至出现负增长, 各处理区蚁巢体积增长在 -25.90—72.98cm³ 之间。

2.2 红火蚁入侵过程中蚂蚁群落丰富度

把各处理区的蚂蚁种类列表(表 3)。在 4 种处理区中发现蚂蚁共计 16 种, 分别隶属于 4 亚科、12 属。其中猛蚁亚科 3 属 3 种, 切叶蚁亚科 6 属 9 种, 臭蚁亚科 1 属 1 种, 蚁亚科 2 属 3 种。

表 2 各处理区不同时期的蚁巢体积变化

Table 2 Mound volume in different period

蚁巢迁入时间 Settling time/d	平均降水量 Average rainfall/(mm/d)	平均增长量 Average growth/cm ³		
		轻度 Lightly invaded area	中度 Middle invaded area	重度 Serious invaded area
20	3.99	317.12 ± 40.15d	282.87 ± 51.40ef	233.59 ± 49.60c
30	0.19	196.87 ± 42.60e	348.49 ± 46.06d	304.48 ± 72.60bc
40	0	241.90 ± 20.15de	318.18 ± 39.68def	268.02 ± 67.03c
50	0	152.59 ± 13.11e	261.60 ± 61.99f	237.69 ± 36.29c
60	0.12	483.16 ± 148.63c	334.26 ± 40.34de	383.00 ± 30.46b
70	17.34	945.71 ± 53.35a	867.50 ± 49.04a	982.91 ± 106.83a
80	14.09	987.13 ± 58.08a	804.51 ± 40.10b	993.51 ± 114.17a
90	1.4	614.23 ± 27.48b	446.56 ± 39.37c	318.97 ± 46.42bc
100	0	43.00 ± 8.95f	9.42 ± 11.10g	72.98 ± 43.62d
110	0	-25.90 ± 12.02f	-10.44 ± 6.40g	4.53 ± 1.89d

表中同列数字后有相同英文字母者表示数据经方差分析 (DMRT) 在 5% 水平上差异不显著

由表 3 可知,各处理区的蚂蚁种类数相差较大,蚂蚁种类丰富度大小顺序为:CK(15 种) > 轻度发生区(13 种) = 中度发生区(13 种) > 重度发生区(9 种)。红火蚁入侵后各生境中蚂蚁种类数会减少,而且减少的趋势为红火蚁发生越严重,蚂蚁种类数减少越多。在各处理区中,用陷阱法均采集到较多种类的蚂蚁,但数量较少;用诱饵诱集法采集到的蚂蚁种类较少,但其数量均较多。有些蚂蚁仅见于陷阱中,如猛蚁亚科中的花坪细猛蚁,其余的蚂蚁种类均可用两种采集方法采集到。说明陷阱法和诱饵法的结合能更准确地反映不同生境中蚂蚁群落的丰富度和优势度。

2.3 红火蚁入侵过程中草坪上蚂蚁优势种的变动

依据物种个体数占生境个体总数的比例大于 10% 确定为优势种。对各个处理区在不同时期的蚂蚁优势种进行了分析。结果表明,红火蚁入侵后各处理区中的蚂蚁优势种跟对照区相比发生了明显改变,红火蚁替代原来的优势蚂蚁种类,在数量上占主导地位。红火蚁入侵前各处理区的蚂蚁优势种数基本在同一水平,都是 3—4 种,全异巨首蚁为最大的优势种。红火蚁入侵以后,各处理区在不同时期因入侵程度不同呈现出较大的变化:在轻度发生区,红火蚁入侵 20d 后,优势种数下降为 2 种,黑头酸臭蚁为最大的优势种,占整个采集蚂蚁总数的 58.43%,但 30d 后,红火蚁逐渐成为最大的优势种;在中度发生区,红火蚁入侵 20d 后,优势种数也下降为 2 种,但此时红火蚁已成为最大的优势种,占整个采集蚂蚁总数的 80.22%,在此后的一段时期内,黑

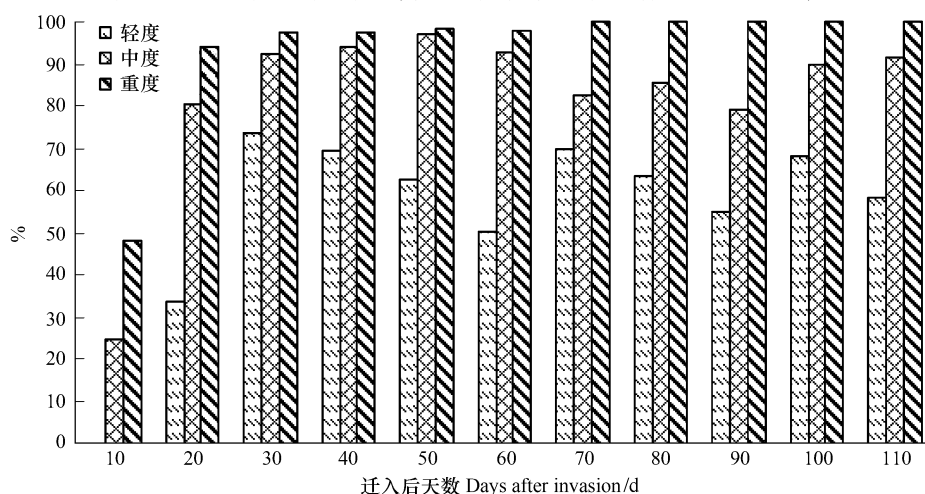


图 2 不同程度发生区红火蚁迁入后的红火蚁数量百分比变动趋势

Fig. 2 Percent dynamic of *S. invicta* after invasion in different damage degree area

表 3 各处理区中蚂蚁种类比较

Table 3 Ant species in different area

蚂蚁种类 Ant species	CK		轻度 Lightly invaded area		中度 Middle invaded area		重度 Serious invaded area	
	诱饵法 Baiting	陷阱法 Trapping	诱饵法 Baiting	陷阱法 Trapping	诱饵法 Baiting	陷阱法 Trapping	诱饵法 Baiting	陷阱法 Trapping
猛蚁亚科 Ponerinae								
齿猛蚁属 <i>Odontoponera</i> Mayr								
横纹齿猛蚁 <i>O. transversa</i> (Smith)	+	+	-	+	-	+	-	-
细猛蚁属 <i>Leptogenys</i> Roger								
花坪细猛蚁 <i>L. chinensis</i> (Mayr)	-	+	-	-	-	-	-	-
厚结蚁属 <i>Pachycondyla</i> F. Smith								
黄足厚结蚁 <i>P. luteipes</i> (Mayr)	+	+	-	+	+	+	+	-
切叶蚁亚科 <i>Myrmicinae</i>								
大头蚁属 <i>Pheidole</i> Westwood								
皮氏大头蚁 <i>P. pileri</i> Santschi	+	+	-	+	-	+	-	+
伊大头蚁 <i>P. yeensis</i> Forel	+	+	-	+	-	+	-	-
铺道蚁属 <i>Tetramorium</i> Mayr								
双隆骨铺道蚁 <i>T. bicarinatum</i> (Nylander)	+	+	-	-	+	-	-	-
史氏铺道蚁 <i>T. smithi</i> Mayr	+	+	+	+	+	+	+	+
巨首蚁属 <i>Pheidologeton</i> Mayr								
全异巨首蚁 <i>P. diversus</i> (Jerdon)	+	+	+	+	+	+	+	+
火蚁属 <i>Solenopsis</i> Westwood								
红火蚁 <i>S. invicta</i> Buren	-	-	+	+	+	+	+	+
小家蚁属 <i>Monomorium</i> Mayr								
同色小家蚁 <i>M.</i> (F. Smith)	+	+	+	+	+	+	+	+
东方小黄蚁 <i>M. orientale</i> Mayr	+	+	+	+	+	-	-	-
盾胸切叶蚁属 <i>Meranoplus</i> Smith								
二色盾胸切叶蚁 <i>M. bicolor</i> (Guerin-Meneville)	+	+	-	+	-	-	-	-
臭蚁亚科 <i>Dolichoderinae</i>								
酸臭蚁属 <i>Tapinoma</i> Foerster								
黑头酸臭蚁 <i>T. melanocephalum</i> (Fabricius)	+	+	+	+	+	+	+	+
斜结蚁属 <i>Plagiolepis</i> Mayr								
罗思尼氏斜结蚁 <i>P. rothneyi</i> Forel	+	+	-	-	-	-	-	-
立毛蚁属 <i>Paratrechina</i> Motschulsky								
黄立毛蚁 <i>P. flavipes</i> (Smith)	+	+	+	+	+	+	+	+
长角立毛蚁 <i>P. longicornis</i> (Latreille)	+	+	+	+	+	+	+	+
合计 Total	14	15	8	13	10	11	8	8

“+”表示有此种蚂蚁;“-”表示无此种蚂蚁

头酸臭蚁是抵御红火蚁入侵的主要竞争对手,与红火蚁长期共存;在重度发生区,红火蚁入侵 20d 后,红火蚁就已成为最大的优势种,在整个采集蚂蚁总数的比例达到 94.12%,70d 后,红火蚁独自占领了这个区域,其它蚂蚁已无法生存(表 4)。

2.4 红火蚁入侵过程中蚂蚁类群多样性

各处理区在不同时期的蚂蚁类群多样性指数(H)、均匀度指数(E)、优势度指数(C)见表 5。由表 5 可知,在红火蚁入侵前,各处理区的蚂蚁类群多样性指数、均匀度指数、优势度指数经方差分析无显著差异。红火蚁入侵以后,各处理区的蚂蚁类群多样性、均匀度降低,优势度明显增大。各处理小区在各个时期与对照相比蚂蚁群落特征指数呈现出一定的变化:轻度发生区跟对照区相比,在整个调查阶段无论是蚂蚁类群多样性、均匀度和优势度指数都无差异;这也说明了轻度发生区由于红火蚁种群数量比较小,其它蚂蚁对其扩张的生态阻力较大,在短时间内尚不能形成优势种群。而中度发生区和重度发生区在红火蚁入侵 20d 后,其蚂蚁类

表 5 各处理小区的蚂蚁类群特征指数(陷阱法)

Table 5 character coefficient of ant species in different area(trapping technique)

处理时间/d Treatment time	参数 Parameter	CK	轻度 Lightly invaded area	中度 Middle invaded area	重度 Serious invaded area
基数 Cardinal number	H	1.47 ± 0.12a	1.40 ± 0.10a	1.47 ± 0.12a	1.44 ± 0.66a
	E	0.82 ± 0.07a	0.84 ± 0.01a	0.82 ± 0.07a	0.78 ± 0.04a
	C	0.30 ± 0.06a	0.30 ± 0.03a	0.29 ± 0.06a	0.35 ± 0.08a
10	H	1.63 ± 0.08a	1.62 ± 0.16a	1.51 ± 0.12a	1.50 ± 0.26a
	E	0.88 ± 0.08a	0.86 ± 0.10a	0.87 ± 0.02a	0.84 ± 0.15a
	C	0.23 ± 0.04a	0.24 ± 0.05a	0.26 ± 0.03a	0.30 ± 0.13a
20	H	1.11 ± 0.03a	0.86 ± 0.14a	0.43 ± 0.17b	0.22 ± 0.12b
	E	0.78 ± 0.12a	0.59 ± 0.01ab	0.62 ± 0.25ab	0.32 ± 0.17b
	C	0.47 ± 0.02b	0.50 ± 0.09b	0.73 ± 0.14a	0.88 ± 0.08a
30	H	1.09 ± 0.18a	0.77 ± 0.10b	0.26 ± 0.14c	0.12 ± 0.04c
	E	0.65 ± 0.07a	0.65 ± 0.01a	0.38 ± 0.20b	0.18 ± 0.05b
	C	0.47 ± 0.08b	0.58 ± 0.03b	0.86 ± 0.10a	0.95 ± 0.02a
40	H	1.09 ± 0.27a	0.85 ± 0.22a	0.21 ± 0.07b	0.11 ± 0.03b
	E	0.66 ± 0.10a	0.63 ± 0.13a	0.31 ± 0.09b	0.16 ± 0.04b
	C	0.45 ± 0.12b	0.54 ± 0.12b	0.89 ± 0.04a	0.95 ± 0.02a
50	H	1.23 ± 0.35a	0.89 ± 0.03a	0.13 ± 0.06b	0.08 ± 0.01b
	E	0.81 ± 0.03a	0.67 ± 0.21a	0.18 ± 0.09b	0.12 ± 0.02b
	C	0.42 ± 0.18b	0.47 ± 0.01b	0.94 ± 0.03a	0.97 ± 0.01a
60	H	1.12 ± 0.06a	1.00 ± 0.09a	0.26 ± 0.14b	0.10 ± 0.04b
	E	0.72 ± 0.06a	0.59 ± 0.05ab	0.37 ± 0.21bc	0.14 ± 0.06c
	C	0.49 ± 0.02b	0.43 ± 0.05b	0.86 ± 0.10a	0.96 ± 0.02a
70	H	1.40 ± 0.32a	0.78 ± 0.13b	0.57 ± 0.11b	0c
	E	0.75 ± 0.15a	0.71 ± 0.12a	0.52 ± 0.10a	0b
	C	0.34 ± 0.15c	0.56 ± 0.09b	0.70 ± 0.08b	1.00 ± 0a
80	H	1.11 ± 0.16a	0.97 ± 0.10a	0.50 ± 0.05b	0c
	E	0.70 ± 0.08a	0.66 ± 0.06a	0.45 ± 0.04b	0c
	C	0.47 ± 0.08c	0.48 ± 0.08c	0.75 ± 0.04b	1.00 ± 0a
90	H	1.44 ± 0.09a	1.12 ± 0.08b	0.61 ± 0.11c	0d
	E	0.90 ± 0.06a	0.81 ± 0.06a	0.56 ± 0.10b	0c
	C	0.27 ± 0.05d	0.39 ± 0.05c	0.66 ± 0.09b	1.00 ± 0a
100	H	0.86 ± 0.09a	0.85 ± 0.25a	0.31 ± 0.08b	0c
	E	0.70 ± 0.14a	0.53 ± 0.06b	0.45 ± 0.12b	0c
	C	0.58 ± 0.05c	0.53 ± 0.15c	0.83 ± 0.06b	1.00 ± 0a
110	H	0.96 ± 0.04a	0.93 ± 0.21a	0.29 ± 0.06b	0c
	E	0.77 ± 0.10a	0.66 ± 0.04a	0.41 ± 0.08b	0c
	C	0.50 ± 0.01c	0.47 ± 0.12c	0.85 ± 0.04b	1.00 ± 0a

表中同行数字后有相同英文字母者表示数据经方差分析(DMRT)在 5% 水平上差异不显著;表中 H 、 E 、 C 分别表示均匀度指数、多样性指数和优势度指数

群多样性指数明显降低,与对照区相比差异显著。优势度指数大于对照。红火蚁入侵 70d 后,重度发生区的蚂蚁类群多样性指数和均匀度指数降低为 0,优势度指数变为 1,这说明红火蚁已独自占据了整个区域的资源,其它蚂蚁无法在这里生存下去。这也说明了只要入侵红火蚁的种群数量足够大,在短时间内它们就能捕食或排挤其它蚂蚁,占据整个区域的资源,形成唯一的优势种群。

2.5 红火蚁入侵过程中蚂蚁类群相似性

根据 Jaccard 相似性系数的原理,当 q 为 0.00—0.25 时,为极不相似;当 q 为 0.25—0.50 时,为中等不相似;当 q 为 0.50—0.75 时,为中等相似;当 q 为 0.75—1.00 时,为极相似^[9]。各处理区在各个调查时期的蚂蚁类群相似性系数计算结果见表 6。结果表明,红火蚁入侵 10d 后,重度发生区的蚂蚁群落结构就已经发生了变化,与对照区的蚂蚁类群相似性系数 q 为 0.400,为中等不相似;红火蚁入侵 20d 后,轻度发生区与对照区的蚂蚁类群相似性系数 q 为 0.364,为中等不相似,而中度发生区和重度发生区与对照区的蚂蚁类群相似性系数 q 都是 0.182,为极不相似;在以后的调查中,轻度发生区与对照区的蚂蚁类群相似性系数 q 一直都处在 0.25—0.50 之间,为中等不相似;中度发生区与对照区的蚂蚁类群相似性系数 q 一直都处在 0.075—0.444 之间,为中等不相似或极不相似;重度发生区与对照区相比蚂蚁类群相似性系数 q 一直都处在 0.0—0.222 之间,为极不相似。这说明了不同危害程度的红火蚁对本地蚂蚁群落结构的影响是不同的,红火蚁种群数量越大,对本地蚂蚁群落的影响也越大,排挤或取代它们所需要的时间也越短。

3 结论与讨论

红火蚁在其入侵的生态系统给生物多样性带来伤害,在入侵北美后也大大降低了本地蚂蚁的丰富度和多样性^[12-15]。入侵种在侵入未受过干扰的群落时往往因受到其他生物的抵抗而失败或建立种群的过程比较缓慢,因为入侵种所需的资源早已被已存在的生物所占有。就红火蚁而言,当地蚂蚁会与新建的红火蚁种群争夺资源,或者杀死红火蚁后,通过降低其成功建立种群比率来延缓其扩散^[12]。在无红火蚁发生的草坪迁入红火蚁蚁巢后,红火蚁可以成功定殖并逐渐扩大种群。各小区的红火蚁数量因迁入的蚁巢数量不同而呈现出一定的变化,变化的趋势为:重度发生区 > 中度发生区 > 轻度发生区,且差异显著。红火蚁蚁巢在迁入初期体积增长较慢,在中期增长较快,在后期增长会减缓或出现负增长,这可能是由于本地蚂蚁的抵御导致生态平衡的重新调整。

红火蚁入侵改变了该区域的蚂蚁类群结构。通过对各个处理区在不同时期的蚂蚁优势种进行分析后表明,红火蚁入侵发生后各处理区中的蚂蚁优势种跟对照区相比发生了明显改变,红火蚁替代了原来的优势蚂蚁种类,在数量上占主导地位,而在其它生境

表 6 各处理区蚂蚁类群相似性系数(q 值)

Table 6 comparability coefficient of ant species in different period (q)

处理时间/d Treatment time	样区 Area	轻度 Lightly invaded area	中度 Middle invaded area	重度 Serious invaded area
10	CK	0.667	0.769	0.400
	轻度		0.692	0.429
	中度			0.636
20	CK	0.364	0.182	0.182
	轻度		0.333	0.333
	中度			1.00
30	CK	0.333	0.333	0.222
	轻度		0.750	0.600
	中度			0.400
40	CK	0.273	0.111	0.100
	轻度		0.286	0.333
	中度			0.667
50	CK	0.250	0.075	0.075
	轻度		0.600	0.600
	中度			1.00
60	CK	0.273	0.083	0.083
	轻度		0.750	0.750
	中度			1.00
70	CK	0.400	0.300	0
	轻度		0.800	0.200
	中度			0.250
80	CK	0.444	0.444	0
	轻度		1.000	0.200
	中度			0.200
90	CK	0.300	0.300	0
	轻度		1.000	0.200
	中度			0.200
100	CK	0.500	0.250	0
	轻度		0.600	0.200
	中度			0.333
110	CK	0.375	0.286	0
	轻度		0.500	0.200
	中度			0.333

也会出现类似的效果^[4]。但各小区在替代过程中也有明显的差异,轻度发生区由于红火蚁种群数量较少,在入侵 30d 后红火蚁才成为优势种,而中度发生区和重度发生区由于红火蚁种群数量大,范围广,在入侵 20d 后就成为优势种群了。红火蚁并不是通过直接捕食来取代本地蚂蚁^[13,16],而本地蚂蚁对资源的竞争力较弱才是主要原因^[13,17]。本研究说明了入侵种和本地种之间在多样性和丰富度差异程度制约着红火蚁的入侵速度,本地蚂蚁相对丰富时表现出较强烈的抵抗性。此外,轻度发生区和中度发生区的红火蚁在中后期一直受到黑头酸臭蚁的顽强抵抗,而重度发生区在红火蚁入侵 70d 后,就完全占据了整个区域的资源,其它蚂蚁已无法生存。通过分析各处理区在不同时期的蚂蚁类群多样性指数、均匀度指数、优势度指数,我们可知红火蚁入侵以后,各处理区的蚂蚁类群多样性、均匀度降低,优势度明显增大。而通过分析红火蚁入侵过程中各处理区的蚂蚁类群相似性可知,轻度发生区与对照区的蚂蚁类群相似性系数 q 一直都处在 0.25—0.50 之间,为中等不相似;中度发生区与对照区的蚂蚁类群相似性系数 q 一直都处在 0.075—0.444 之间,为中等不相似或极不相似;重度发生区与对照区相比蚂蚁类群相似性系数 q 一直都处在 0.0—0.222 之间,为极不相似。这说明了不同危害程度的红火蚁对本地蚂蚁类群结构的影响是不同的,红火蚁种群数量越大,对本地蚂蚁类群的影响也越大,排挤或取代它们所需要的时间也越短。

此外,红火蚁蚁巢体积的增长与降水量有密切联系。研究发现,蚁巢迁入 60—70d 和 70—80d 的平均降水量分别为 17.34 mm/d 和 14.09 mm/d,远远高于其它时期的平均降水量。而这两个时期各处理区的蚁巢平均增长量在 804.51—993.51 cm³ 之间,也远远高于其它时期各处理区的蚁巢平均增长量。这可能是由于降水破坏了蚁巢结构,红火蚁需要重新修筑所致,也可能是降水补充了红火蚁生长和繁殖所需要的水分,促进了种群的增长。

蚂蚁入侵是一个严重的生态学问题^[18],已有大量研究证明了入侵蚂蚁会对土著蚂蚁和节肢动物区系造成影响^[19-21]。但是红火蚁被发现入侵中国大陆的时间还较短,目前已有的研究也仅是入侵后短时间内在某一方面影响,而短期的影响并不能准确代表可能带来的长期后果。

致谢:华南农业大学昆虫生态研究室张维球教授帮助鉴定蚂蚁种类,特此致谢。

References:

- [1] Zeng L, Lu Y Y, Chen Z N. Survey and control for red imported fire ant *Solenopsis invicta* Buren. Guangzhou: Guangdong Science and Technology Press, 2005: 5.
- [2] Zeng L, Lu Y Y, He X F, Zhang W Q, Liang G W. Identification of red imported fire ant *Solenopsis invicta* Buren to invade mainland China and infestation in Wuchuan, Guangdong, China. Entomological Knowledge, 2005, 42 (2): 44-48.
- [3] Shen P, Zhao X L, Cheng D F, Zhen Y Q, Lin F R. Impacts of the imported fire ant, *Solenopsis invicta* invasion on the diversity of native ants. Journal of Southwest China Normal University (Natural Science), 2007, 32 (2): 93-97.
- [4] Wu B Q, Lu Y Y, Zeng L, Liang G W. Influences of *Solenopsis invicta* Buren invasion on the native ant communities in different habitats in Guangdong. Chinese Journal of Applied Ecology, 2008, 19 (1): 151-156.
- [5] Song Z D, Lu Y Y, Wu B Q, Huang H G. Attraction Effect Comparison of Baits for Ants in Different Habitats of *Solenopsis invicta* in Guangdong Province. Journal of South China Agricultural University, 2007, 28 (4): 19-22.
- [6] Zhou S Y. The Ants of Guangxi. Guilin: Guangxi Normal University Press, 2001: 21-213.
- [7] Wu J, Wang C L. The Ants of China. Beijing: China Forestry Press, 1995: 1-214.
- [8] Zhang Zhi ying, Cao Min, Yang Xiao dong, Deng X B, Yu Y P. A study on species diversity of ant in fragments of seasonal rain forest of Xishuangbanna, China. Zoological Research, 2000, 21 (1): 70-75.
- [9] Ma K P, Qian Y Q. The Theory and Method of Research of Biodiversity. Beijing: China Science and Technology Press, 1994: 1-237.
- [10] Wang Z Y, Lu Y C, Wang H F. The ecological distribution of soil mites in jiu Hua mountains. Acta Ecologica Sinica, 1996. 16 (1): 58-64.
- [11] Xu Z H, Zeng G, Liu T Y, He Y F. A study on communities of formicidae ants in different subtypes of vegetation in Xishuangbanna district of China. Zoological Research, 1999, 20 (2): 118-125.
- [12] Porter S D, Van E B, Gilbert L E. Invasion of red imported fire ants (Hymenoptera: Formicidae): microgeography of competitive replacement. Annals of the Entomological Society of America, 1988, 81: 913-918.

- [13] Porter S D, Savignano DA. Invasion of polygyne fire ants decimates native ants and disrupts arthropod community. *Ecology*, 1990, 71: 2095-2106.
- [14] Mann C C. Fire ants parlay their queens into a threat to biodiversity. *Science*, 1994, 263: 60-61.
- [15] Pennisi E. When fire ants move in, others leave. *Science*, 2000, 289: 231.
- [16] Vinson S B. Invasion of the red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae): Spread, biology, and impact. *American Entomology*, 1997. 43:23-39.
- [17] Stiles J H, Jones R. H. Top-down control by the red imported fire ant (*Solenopsis invicta*). *American Midland Naturalist*, 2001, 146(1): 171-185.
- [18] Williams D F. *Exotic Ants: Biology, Impact, and Control of Introduced Species*. Westview Press, Boulder, Colorado, 1994.
- [19] Bolger D T, Suarez A V, Crooks KR, Morrison S A, Ted J C. Arthropods in urban habitat fragments in southern California: area, age, and edge effects. *Ecological Applications*, 2000, 10(4): 1230-1248.
- [20] Goteli N J and Arnett A E. Biogeographic effects of red fire ant invasion. *Ecology Letters*, 2000, 3: 257-261.
- [21] Vanderwoude C, Lobry B L A, House A P N. Response of an open-forest ant community to invasion by the introduced ant, *Pheidolemegacephala*. *Australia Ecology*, 2000, 25:253-259.

参考文献:

- [1] 曾玲,陆永跃,陈忠南. 红火蚁监测与防治. 广州:广东科学技术出版社, 2005: 5.
- [2] 曾玲, 陆永跃, 何晓芳, 张维球, 梁广文. 入侵中国大陆的红火蚁的鉴定及发生危害调查. *昆虫知识*, 2005, 42(2): 144-148.
- [3] 沈鹏, 赵秀兰, 程登发, 郑永权, 林芙蓉. 红火蚁入侵对本地蚂蚁多样性的影响. *西南师范大学学报*, 2007, 32(2): 93-97.
- [4] 吴碧球, 陆永跃, 曾玲, 梁广文. 红火蚁入侵对广东多种生境中蚂蚁类群的影响. *应用生态学报*, 2008, 19(1): 151-156.
- [5] 宋侦东, 陆永跃, 吴碧球, 黄焕光. 广东红火蚁多个生境中诱饵对蚂蚁诱集作用比较. *华南农业大学学报*, 2007, 28(4): 19-22.
- [6] 周善义. 广西蚂蚁. 桂林:广西师范大学出版社, 2001: 21-213.
- [7] 吴坚, 王常禄. 中国蚂蚁. 北京: 中国林业出版社, 1995: 1-214.
- [8] 张智英, 曹敏, 杨效东, 邓晓保, 余宇平. 西双版纳片断季节性雨林蚂蚁物种多样性研究. *动物学研究*, 2000, 21(1): 70-75.
- [9] 马克平. 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.
- [10] 王宗英, 路有成, 王慧芙. 九华山土壤螨类的生态分布. *生态学报*, 1996. 16(1): 58-64.
- [11] 徐正会, 曾光, 柳太勇, 何云峰. 西双版纳地区不同植被亚型蚁科昆虫群落研究. *动物学研究*, 1999, 20(2): 118-125.