

文章编号: 1000-5692(2005)05-0566-06

不同巢群台湾乳白蚁的格斗行为

滕立¹, 莫建初¹, 王艾青², 张良³, 刘显钧⁴, 胡天生⁵

- (1. 浙江大学 城市昆虫学研究中心, 浙江 杭州 310029; 2. 湖南省衡阳市白蚁防治研究所, 湖南 衡阳 421001;
3. 湖南省郴州市白蚁防治研究所, 湖南 郴州 423000; 4. 湖北省宜昌市白蚁防治研究所, 湖北 宜昌 443000;
5. 安徽省安庆市白蚁防治研究所, 安徽 安庆 246003)

摘要: 为探索控制台湾乳白蚁 *Coptotermes formosanus* 的新技术, 在室内观测了采自安徽安庆, 浙江诸暨、丽水, 湖北宜昌和湖南衡阳、郴州的 6 巢台湾乳白蚁工蚁、兵蚁及其群体间的格斗行为。结果表明, 台湾乳白蚁不同巢群个体间格斗与否, 与巢源的地理位置无关。供试巢中, 宜昌巢与郴州巢白蚁最具攻击性, 它们与其他巢白蚁均发生格斗, 但其攻击力较弱, 格斗后死亡率高。诸暨巢和衡阳巢白蚁的攻击性相对较弱, 但攻击力较强, 格斗后存活率高。研究发现, 台湾乳白蚁不同巢群体格斗行为与其兵蚁格斗行为相同, 说明可用兵蚁格斗代替群体格斗来测试不同巢台湾乳白蚁的格斗行为。另外, 格斗双方相处时间的长短, 对试验结果有一定影响。表 3 参 19

关键词: 台湾乳白蚁; 格斗行为; 工蚁; 兵蚁; 群体

中图分类号: Q969.29 **文献标识码:** A

白蚁是一类社会性昆虫。研究表明, 除异种个体相遇会发生格斗外^[1-6], 同种异巢个体相遇有时也会发生格斗^[1,5-11], 但同巢个体相遇则不会相互格斗^[9]。1991 年 Su 等^[9] 观测了采自美国佛罗里达和夏威夷的 12 巢台湾乳白蚁 *Coptotermes formosanus* 彼此间的格斗行为。结果发现, 采自佛罗里达的 6 巢白蚁彼此间无相互格斗现象, 但采自夏威夷的 6 巢白蚁中, 3 巢格斗 3 巢不格斗。同时, 夏威夷的 3 巢会与佛罗里达的 3 巢发生格斗, 有 3 个佛罗里达巢与其他 9 个巢白蚁均不发生格斗。据此, Su 等认为, 台湾乳白蚁不同巢群间的格斗行为与巢源地理位置无关^[9]。Shelton 等^[10] 研究了夏威夷 9 巢野外台湾乳白蚁与 12 巢在室内已饲养 10 a 以上的台湾乳白蚁的格斗情况。结果表明, 野外 9 巢中, 每巢至少会与其他 2 巢格斗, 但不会与所有巢格斗。同时, 饲养巢群间的格斗, 其死亡率无显著性差异。野外巢群与饲养巢群格斗, 会造成较高死亡率, 但与对照比差异不显著。他们认为, 白蚁巢群间的亲系识别可能与环境因素有关^[11]。近年来, 为了寻找防治白蚁的新技术新方法, 国内外许多研究人员做了大量工作^[12-16]。台湾乳白蚁起源于中国大陆^[17], 现分布于中国、美国、日本、斯里兰卡、南非、巴基斯坦和巴西等国, 是一种世界性害虫。目前, 分布在中国大陆各地的台湾乳白蚁, 彼此间是否存在相互格斗行为尚不清楚。为了探索控制台湾乳白蚁种群的新技术, 研究其异巢个体间的格斗

收稿日期: 2005-03-03; 修回日期: 2005-04-11

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30271088)

作者简介: 滕立, 硕士研究生, 从事城市昆虫学研究。E-mail: temite@zju.edu.cn. 通讯作者: 莫建初, 教授, 博士, 从事城市昆虫学研究。

行为无疑具有较大的意义。为此,我们以采自浙江、安徽、湖南和湖北的6巢台湾乳白蚁为对象,在室内研究了其异巢间的个体格斗行为。

1 材料与方 法

1.1 供试白蚁来源

供试的台湾乳白蚁巢分别采自安徽安庆(30°31'N, 117°02'E), 浙江诸暨(29°43'N, 120°14'E)和丽水(28°27'N, 119°55'E), 湖北宜昌(30°42'N, 111°17'E), 湖南衡阳(26°54'N, 112°37'E)和郴州(25°48'N, 113°00'E)。

1.2 供试白蚁处理

为区分用于格斗试验的异巢白蚁, 试验前参考苏南耀等^[8]的方法, 用中性红染料对其中一巢白蚁消化道标记染色。具体方法是, 取质量浓度为 $1\ 000\ \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 的中性红乙醇溶液1.5 mL, 均匀滴于2张直径为5 cm的滤纸上。室温干燥4 h后, 将滤纸置于直径5 cm的培养皿内。滴加1.5 mL蒸馏水湿润滤纸, 放入白蚁, 在 $(25\pm 1)^\circ\text{C}$ 的黑暗培养箱中饲养2 d。然后, 取染色较明显者用于格斗试验。预备试验结果表明, 中性红染料对台湾乳白蚁毒性较低, 白蚁取食上述经中性红染料处理滤纸6 d, 再用无染料滤纸饲养9 d, 其死亡率为0。同时, 白蚁以上述中性红染料处理滤纸为食, 对其格斗行为无影响。另外, 供试的6巢白蚁个体, 在垫有湿润滤纸的培养皿内, 于 $(25\pm 1)^\circ\text{C}$ 黑暗条件下饲养24 h, 其存活率为100%。据此, 试验中不再另设空白对照, 观测它们的存活率。

1.3 格斗试验

格斗试验分工蚁格斗、兵蚁格斗和群体格斗3种类型。工蚁格斗: 从已染色和未染色的2巢白蚁中, 各取1头龄期大致相同、健康的工蚁置于直径5 cm培养皿分开, 观测其格斗行为。观测20组, 每组观测30 min。观测结束后, 将用于格斗观测的2头工蚁分开。各组存活的同巢工蚁转移至同一个放有湿润滤纸的培养皿中, 在 $(25\pm 1)^\circ\text{C}$ 黑暗环境中继续饲养, 24 h后记录工蚁死亡数。重复3次。

当发生格斗的组数占总观测组数的比例小于20%时, 视该2巢工蚁相遇不会格斗, 记为“-”; 当20%格斗组比例大于等于20%且小于40%时, 被视为轻微格斗, 记为“+”; 格斗组数比例大于等于40%且小于60%时, 被视为较激烈格斗, 记为“++”; 格斗组数比例大于等于60%且小于80%时, 被视为激烈格斗, 记为“+++”; 格斗组数比例大于等于80%时, 被视为十分激烈格斗, 记为“++++”。

兵蚁格斗: 方法与工蚁格斗相同, 但供试白蚁为兵蚁, 且每个重复只观测15组。

群体格斗: 从已染色和未染色的2巢白蚁中, 分别取30头龄期大致相同、健康的白蚁(27头工蚁和3头兵蚁), 然后将其引入直径7 cm垫有湿润滤纸的培养皿内, 观测其格斗行为。重复3次。若供试的2巢白蚁有互相撕咬现象, 则视为彼此会发生格斗, 记为“+”, 否则视为不会发生格斗, 记为“-”。观测30 min后, 将培养皿放入 $(25\pm 1)^\circ\text{C}$ 的黑暗环境中, 24 h后记录双方白蚁的死亡数。

2 结果与分析

2.1 工蚁格斗行为

表1数据表明, 不同巢群工蚁的好斗性各不相同, 格斗后的存活率也差异明显。在研究的6巢台湾乳白蚁中, 无一巢工蚁与其他巢工蚁均格斗, 也无一巢工蚁与其他巢工蚁均不格斗。其中, 宜昌巢最好格斗, 安庆巢次之, 郴州巢居第三, 诸暨巢最不好格斗。

测试时发现, 宜昌巢工蚁最易对其他巢工蚁发起攻击。因此, 有宜昌巢参与的格斗配对(安庆巢除外)中, 其24 h后的死亡率(25.0%~51.7%)比被攻击者的(55.0%~71.7%)低。与其他无明显格斗的巢群配对相比, 宜昌巢工蚁与郴州巢工蚁配对虽在观测的30 min内也无明显格斗行为, 但两者的死亡率(宜昌巢的死亡率为6.7%, 郴州巢的死亡率为13.3%)比其他无明显格斗的(死亡率为0~3.3%)要高。

表1 台湾乳白蚁异巢工蚁相处 30 min 的格斗行为及其相处 24 h 后的死亡率

Table 1 Agonistic behavior among intercolonial individual workers of *Coptotermes formosanus* during 30 min after meet and their mortalities after 24 h

| 巢源 | 安徽安庆 | | 浙江诸暨 | | 浙江丽水 | | 湖北宜昌 | | 湖南衡阳 | | 湖南郴州 | |
|------|------|-----------|------|----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|
| | 格斗行为 | 死亡率/% | 格斗行为 | 死亡率/% | 格斗行为 | 死亡率/% | 格斗行为 | 死亡率/% | 格斗行为 | 死亡率/% | 格斗行为 | 死亡率/% |
| 安徽安庆 | | | - | 1.7±2.9 | + | 20.0±10.0 | ++++ | 75.0±5.0 | - | 1.7±2.9 | ++++ | 53.3±10.4 |
| 浙江诸暨 | - | 1.7±2.9 | | | - | 1.7±2.9 | ++ | 30±3.2 | - | 0.0±0.0 | - | 3.3±5.8 |
| 浙江丽水 | + | 26.7±16.1 | - | 3.3±5.8 | | | ++ | 51.7±12.6 | - | 0.0±0.0 | +++ | 43.3±15.3 |
| 湖北宜昌 | ++++ | 60.0±15.0 | ++ | 5.0±18.0 | ++ | 7.7±18.9 | | | ++ | 66.7±32.5 | - | 13.3±15.3 |
| 湖南衡阳 | - | 1.7±2.9 | - | 1.7±2.9 | - | 0.0±0.0 | ++ | 30.0±18.0 | | | ++ | 80.0±20.0 |
| 湖南郴州 | ++++ | 56.7±20.8 | - | 1.7±2.9 | +++ | 4.7±17.6 | - | 6.7±7.6 | ++ | 4.7±10.4 | | |

说明:表中数据为样本平均值±标准差。

除宜昌巢外,诸暨巢工蚁极少与其他巢工蚁格斗(与其他巢工蚁相处 30 min, 双方的死亡率均低于 3.3%)。与宜昌巢工蚁格斗时, 导致后者的死亡率也较低(仅为 25.0%)。

测试的 6 巢工蚁中, 格斗最为激烈的是安庆巢与宜昌巢工蚁, 其次是安庆巢与郴州巢工蚁。郴州巢与衡阳巢工蚁间的格斗虽处于较激烈水平, 但 24 h 后双方的死亡率均很高(前者死亡率为 80.0%, 后者为 41.7%)。衡阳巢工蚁与诸暨巢、丽水巢工蚁相处最融洽。观测的 30 min 内彼此间无任何攻击行为, 且 24 h 后衡阳巢工蚁的死亡率为 0, 诸暨巢和丽水巢工蚁的死亡率为 2.2%。格斗结果还表明, 24 h 后测试双方的死亡率与 30 min 内彼此的行为呈正相关, 即观测期间格斗越激烈, 24 h 后死亡率也越高。

2.2 兵蚁格斗行为

由表 2 可以看出, 异巢兵蚁相遇比异巢工蚁相遇更易引发格斗, 24 h 后死亡率也更高。在测试的 6 巢台湾乳白蚁中, 宜昌巢和郴州巢兵蚁与其他巢兵蚁相处, 30 min 内均会发生轻微至十分激烈的格斗, 可导致 33.3%~97.8%和 11.1%~100%的死亡率; 诸暨巢兵蚁与安庆巢、丽水巢和衡阳巢兵蚁相处 30 min, 不会发生格斗, 或只发生非常轻微的格斗(供试兵蚁死亡率为 0~20.0%)。其中诸暨巢分别与安庆巢、衡阳巢兵蚁相处 30 min, 24 h 后配对双方的 90 头兵蚁中只有 1 头死亡。衡阳巢与郴州巢兵蚁间格斗十分激烈, 24 h 后双方的死亡率分别达到了 88.9%和 100%。

表2 台湾乳白蚁异巢兵蚁相处 30 min 的格斗行为及其相处 24 h 后的死亡率

Table 2 Agonistic behavior among intercolonial individual soldiers of *Coptotermes formosanus* during 30 min after meet and their mortalities after 24 h

| 巢源 | 安徽安庆 | | 浙江诸暨 | | 浙江丽水 | | 湖北宜昌 | | 湖南衡阳 | | 湖南郴州 | |
|------|------|----------|------|----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|
| | 格斗行为 | 死亡率/% | 格斗行为 | 死亡率/% | 格斗行为 | 死亡率/% | 格斗行为 | 死亡率/% | 格斗行为 | 死亡率/% | 格斗行为 | 死亡率/% |
| 安徽安庆 | | | - | 0.0±0.0 | - | 8.9±10.2 | ++++ | 97.8±3.8 | - | 2.2±3.8 | ++++ | 91.1±10.2 |
| 浙江诸暨 | - | 2.2±3.8 | | | - | 6.7±6.7 | ++ | 62.2±16.8 | - | 2.2±3.8 | + | 53.3±13.3 |
| 浙江丽水 | - | 8.9±3.8 | - | 20.0±6.7 | | | ++ | 93.3±6.7 | - | 26.7±6.7 | +++ | 35.6±20.4 |
| 湖北宜昌 | ++++ | 8.9±3.8 | ++ | 7.1±20.4 | ++ | 13.3±6.7 | | | ++ | 20.0±13.3 | + | 11.1±10.2 |
| 湖南衡阳 | - | 13.3±6.7 | - | 0.0±0.0 | - | 35.6±10.2 | ++ | 48.9±16.8 | | | ++++ | 100±0.0 |
| 湖南郴州 | ++++ | 80.0±6.7 | + | 26.7±6.7 | +++ | 62.2±16.8 | + | 33.3±24.0 | ++++ | 88.9±10.2 | | |

说明:表中数据为样本平均值±标准差。

宜昌巢兵蚁与其他巢兵蚁配对相处时, 虽均会发生格斗, 但宜昌巢兵蚁的攻击力较弱, 除与诸暨巢配对的死亡率小于对方外, 其他配对中的死亡率(33.3%~97.8%)均高于对方(8.9%~71.1%)。然而, 最易与其他巢兵蚁发生格斗的郴州与宜昌巢兵蚁, 两者相处时却只有轻微的互攻行为, 24 h 后死亡率也很低, 分别只有 11.1%和 33.3%。为何会发生此种现象, 目前还不清楚。

2.3 群体格斗行为

表 3 数据显示, 不同巢群台湾乳白蚁群体相处的格斗行为表现与兵蚁相处时完全相同。说明兵蚁是台湾乳白蚁不同群体间格斗发生的挑动者。在测试的 6 巢台湾乳白蚁中, 宜昌巢与郴州巢白蚁最具攻击性, 它们与测试的其他巢白蚁均格斗, 但其攻击力均较弱, 除其相互格斗导致的死亡率低于 80% 外, 其余情况这 2 巢白蚁的死亡率均达到或接近 100%; 而与宜昌巢和郴州巢白蚁格斗的其他巢白蚁的死亡率, 则因巢群而异, 分别为 22.2%~86.7% 和 5.6%~94.4%。

表 3 台湾乳白蚁异巢群体相处 30 min 的格斗行为及其相处 24 h 后的死亡率

Table 3 Agonistic behavior among intercolonial mass termites of *Coptotermes formosanus* during 30 min after meet and their mortalities after 24 h

| 巢源 | 安徽安庆 | | 浙江诸暨 | | 浙江丽水 | | 湖北宜昌 | | 湖南衡阳 | | 湖南郴州 | |
|------|------|----------|------|-----------|------|-----------|------|---------|------|-----------|------|-----------|
| | 格斗行为 | 死亡率/ % | 格斗行为 | 死亡率/ % | 格斗行为 | 死亡率/ % | 格斗行为 | 死亡率/ % | 格斗行为 | 死亡率/ % | 格斗行为 | 死亡率/ % |
| 安徽安庆 | — | | — | 10.0±0.0 | — | 3.3±3.3 | + | 100±0.0 | — | 1.1±1.9 | + | 97.8±1.9 |
| 浙江诸暨 | — | 1.1±1.9 | — | | — | 70.0±18.6 | + | 100±0.0 | — | 0.0±0.0 | + | 100±0.0 |
| 浙江丽水 | — | 0.0±0.0 | — | 18.9±6.9 | | | + | 100±0.0 | — | 2.2±3.8 | + | 100±0.0 |
| 湖北宜昌 | + | 50.0±5.8 | + | 22.2±11.7 | + | 86.7±13.3 | | | + | 56.6±13.9 | + | 77.8±38.5 |
| 湖南衡阳 | — | 2.2±1.9 | — | 1.1±1.9 | — | 27.8±30.2 | + | 100±0.0 | | | + | 100±0.0 |
| 湖南郴州 | + | 94.4±5.1 | + | 17.8±5.1 | + | 44.4±35.3 | + | 5.6±6.9 | + | 15.6±11.7 | | |

说明: 表中数据为样本平均值±标准差。

另外, 丽水巢与诸暨巢白蚁在观测的 30 min 内虽无明显格斗现象, 但 24 h 后丽水巢白蚁的死亡率达到了 (70.0±18.6)%, 诸暨巢白蚁的死亡率也有 (18.9±6.9)%。说明 30 min 观测结束后, 在 24 h 相处的时间里, 这 2 巢白蚁间又发生了格斗。丽水巢与衡阳巢白蚁间也存在类似情况, 只是格斗的激烈程度不如前者。

3 结论与讨论

对安徽、浙江、湖北和湖南的 6 巢台湾乳白蚁所做的格斗行为观测结果显示, 诸暨巢与距离相对较近的丽水巢、安庆巢白蚁间不发生格斗, 与相距较远的宜昌巢、郴州巢发生格斗, 同时, 与距离较远的衡阳巢不格斗; 而衡阳巢与相距较近的郴州巢、宜昌巢白蚁间发生格斗, 但是与距离较远的安庆巢、诸暨巢和丽水巢都不格斗。这表明, 不同台湾乳白蚁巢群个体间是否会发生格斗, 与巢源地理位置相距远近无关。这一结论与 Su 等人^[9] 利用佛罗里达和夏威夷台湾乳白蚁所作观测试验结果相符。

测试的 6 巢白蚁中, 宜昌巢与郴州巢白蚁最具攻击性, 它们与测试的其他巢白蚁均格斗, 但其攻击性均较弱, 格斗后死亡率很高。诸暨巢和衡阳巢白蚁虽攻击性较弱, 但攻击力较强, 与宜昌巢和郴州巢等好斗性白蚁格斗后, 存活率均较高。

研究发现, 台湾乳白蚁不同巢群个体相遇的格斗行为反应, 与彼此兵蚁相遇的格斗行为反应相同。如兵蚁发生格斗, 则巢群中的工蚁也会参与格斗。在格斗双方个体数量相同的情况下, 巢群能否获胜, 完全取决于兵蚁的攻击能力。如丽水巢工蚁与宜昌巢工蚁格斗时, 由于攻击力弱, 24 h 后死亡率高于宜昌巢的; 但丽水巢兵蚁攻击力强, 因此兵蚁格斗和群体格斗时, 24 h 后的死亡率均低于宜昌巢的。

一些白蚁在短时间内虽不会发生格斗, 但相处较长时间后, 因某一头或某几头白蚁的挑衅行为, 导致整个群体发生了极为激烈的格斗^[19]。如丽水巢与诸暨巢白蚁在 30 min 观测期间, 彼此无明显格斗现象, 但 24 h 后 2 巢白蚁的死亡率分别达到了 (70.0±18.6)% 和 (18.9±6.9)%。说明格斗双方短时期的和平相处后, 若继续在狭小空间长时间相处, 有可能会重新挑起战事, 导致彼此间的激烈格斗, 进而影响试验的最终结果, 即观测期间无明显格斗现象, 而最终双方的死亡率较高。目前, 国外一些研究者在观察台湾乳白蚁不同巢群的格斗行为时, 通常让格斗双方相处 24 h, 然后统计双方的死亡

率。例如 Su 等^[9]从 2 巢台湾乳白蚁中各取 8 头(7 头工蚁和 1 头兵蚁), 让其在直径 5 cm 的培养皿内格斗, 24 h 后再检查试验结果。Shelton 等^[11]则从 2 巢台湾乳白蚁中各取 10 头(9 头工蚁, 1 头兵蚁), 在直径 9 cm 的培养皿让其格斗, 也于 24 h 后统计格斗结果。然而, 在自然条件下, 不同巢群白蚁各有其领地范围, 部分个体相遇时, 如相容, 则彼此会避让; 如不相容, 则会发生格斗。不同巢的白蚁不会在一起相处很长时间。因此, 研究短时间内不同巢群个体的格斗行为更具实际意义。Delphia 等^[19]将 2 巢散白蚁 *Reticulitermes* spp. 工蚁放在同一培养皿中, 记录其前 5 min 的格斗行为和 24 h 后的死亡情况。结果他认为, 为了减少试验对白蚁数量的需求, 可用单个白蚁格斗试验来代替群体试验。我们的研究结果则表明, 工蚁格斗结果与群体格斗结果并不完全一致, 只有兵蚁的格斗结果才能完全反映群体的格斗情况。因此, 试验时应用兵蚁格斗来代替群体格斗。

另外, 国内部分研究者对其他白蚁种类的群体格斗行为作了一些探讨。杨天赐等^[6]报道, 将 60 头黄翅大白蚁 *Macrotermes barneyi*, 凶土白蚁 *Odontotermes fontanellus*, 长泰乳白蚁 *Coptotermes changtaiensis* 和长翅散白蚁 *Reticulitermes longipensis*, 按一定比例在培养皿内, 进行不同种或同种异巢群体试验时, 发现异种白蚁相互排斥, 同种白蚁彼此间有的彼此相容有的互相排斥。李永忠等^[5]考察了 4 巢台湾乳白蚁和 1 巢黄胸散白蚁 *Reticulitermes flaviceps* 的相容性。在不同个体数量下, 台湾乳白蚁与黄胸散白蚁群体间, 其相容性均很低, 说明异种白蚁间的格斗是一种普遍现象, 但同种白蚁不同巢群个体间有的彼此相容有的互相排斥的原因, 仍有待进一步研究。

参考文献:

- [1] Nel J C. Aggressive behavior of the harvest termites *Hodotermes mossambicus* and *Trinervitermes trinervoides* [J]. *Ins Soc*, 1968, **15**: 145-156.
- [2] Springhetti A, Amorelli M. Competitive behavior between two species of Isoptera *Kaloterms flavicollis* (Kalotermitidae) and *Reticulitermes lucifugus* (Rhinotermitidae) [J]. *Sociobiology*, 1982, **7**: 155-164.
- [3] Clement J L. Open and closed society in *Reticulitermes*: geographic and seasonal variations [J]. *Sociobiology*, 1986, **11**: 311-323.
- [4] Bagnères A G, Killian A, Clement J, et al. Interspecific recognition among termites of the genus *Reticulitermes*: evidence for a role for the cuticular hydrocarbons [J]. *J Chem Ecol*, 1991, **17** (2): 239-240.
- [5] 李永忠, 李雄生, 王问学, 等. 白蚁种间及种内群体的相容性初步研究 [J]. 中南林学院学报, 1999, **19** (4): 41-44.
- [6] 杨天赐, 吴震, 陈锦尧. 几种白蚁种间竞争与种内相容性初步研究 [J]. 安徽农业大学学报, 2001, **28** (1): 86-91.
- [7] Howick C D, Creffield J W. Intraspecific antagonism in *Coptotermes acinaciformis* (Isoptera: Rhinotermitidae) [J]. *Bull Entomol Res*, 1980, **70** (1): 17-23.
- [8] Haverty M I, Thorne B L. Agonistic behavior correlated with hydrocarbon phenotype in dampwood termites *Zootermopsis* [J]. *J Insect Behav*, 1989, **2** (4): 523-543.
- [9] Su N Y, Haverty M I. Agonistic behavior among colonies of the Formosan subterranean termite, *Coptotermes formosanus* Shiraki (Isoptera: Rhinotermitidae), from Florida and Hawaii: lack of correlation with cuticular hydrocarbon composition [J]. *J Insect Behav*, 1991, **4**: 115-128.
- [10] Shelton T G, Grace J K. Review of agonistic behaviors in the Isoptera [J]. *Sociobiology*, 1996, **28**: 155-176.
- [11] Shelton T G, Grace J K. Suggestion of an environmental influence on intercolony agonism of Formosan subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae) [J]. *Environ Entomol*, 1997, **26**: 632-637.
- [12] 吴关尧, 宋晓钢, 阮冠华. 双氧威防治白蚁试验 [J]. 浙江林学院学报, 1999, **16** (2): 216-218.
- [13] 宋晓钢, 阮冠华, 林树青, 等. 白蚁防治新药剂对白蚁的药效研究 [J]. 浙江林学院学报, 2000, **17** (3): 244-247.
- [14] 黄必恒, 袁荣兰. 阿维菌素对台湾乳白蚁的毒力分析 [J]. 浙江林学院学报, 2002, **19** (2): 202-204.
- [15] 宋晓钢. 浙江等翅目昆虫(白蚁)考察 [J]. 浙江林学院学报, 2002, **19** (3): 288-291.
- [16] 徐一忠, 施必青, 王静儿, 等. 我国白蚁研究文献分析 [J]. 浙江林学院学报, 2003, **20** (2): 187-193.
- [17] Su N Y, Tamashiro M. 世界台湾家白蚁(等翅目: 鼻白蚁科)综述 [J]. 白蚁科技, 1992, **9** (2): 24-32.
- [18] 苏南耀, 鲍尔·M·本, 鲁道夫·H·谢夫汉. 家白蚁和欧美散白蚁种群研究中的 12 种染料标记物的评价 [J]. 白蚁科技, 1998, **15** (2): 25-32.
- [19] Delphia C M, Copren K A, Haverty M I. Agonistic behavior between individual worker termites from three cuticular hydrocarbon phenotypes of *Reticulitermes* (Isoptera: Rhinotermitidae) from northern California [J]. *Annals Entomol Soc Am*, 2003, **96** (4): 585-593.

Agonistic behavior among intercolony of *Coptotermes formosanus* (Isoptera: Rhinotermitidae)

TENG Li¹, MO Jian-chu¹, WANG Ai-qing², ZHANG Liang³, LIU Xian-jun⁴, HU Tian-sheng⁵

(1. Urban Entomology Research Center, Zhejiang University, Hangzhou 310029, Zhejiang, China; 2. Hengyang Institute of Termite Control, Hengyang 421001, Hunan, China; 3. Chenzhou Institute of Termite Control, Chenzhou 423000, Hunan, China; 4. Yichang Institute of Termite Control, Yichang 443000, Hubei, China; 5. Anqing Institute of Termite Control, Anqing 246003, Anhui, China)

Abstract: In order to explore the new technology for the control of *Coptotermes formosanus*, the agonistic behaviors of termite workers, soldiers and mass among six colonies from Anqing of Anhui, Lishui and Zhuji of Zhejiang, Yichang of Hubei and Hengyang and Chenzhou of Hunan were studied in the laboratory. The results indicated that there was no obvious correlation between the geographical distance and the intercolonial agonistic behavior in *C. formosanus*. Of the six colonies tested, the colonies from Yichang and Chenzhou showed the strongest aggressive behavior, they fought with all other colonies. But their fighting capacities were weaker, and consequently their mortalities were higher compared with other colonies tested. The colonies from Zhuji and Hengyang had no or weak aggressive behavior. However, they had strong attacking capacities, so consequently they had high survival probability. Meanwhile, it was found that the agonistic behavior of termite mass was the same as that of individual soldier in *C. formosanus*. We could use the individual soldier to replace the termite mass for the behavior bioassay of *C. formosanus*. In addition, the experimental duration would influence the final result of experiment sometimes. [Ch, 3 tab. 19 ref.]

Key words: *Coptotermes formosanus*; agonistic behavior; termite worker; termite soldier; termite mass

2006 年《中国造纸学报》征订启事

《中国造纸学报》是由中国造纸学会主办, 中国制浆造纸研究院承办的学术性期刊, 创刊于 1986 年。公开发行人。主要刊登造纸专业研究论文、学术报告及综合性学术评述, 反映我国造纸工业在原材料、制浆、造纸、废液综合利用及污染防治、机械设备、分析检验、工艺和质量控制自动化以及制浆造纸专业基础理论等方面的新进展和新成果, 是我国造纸行业理论性强、水平高的学术性期刊。

《中国造纸学报》连续多年入选全国中文核心期刊、是中国科技论文统计源期刊, 中国科学引文数据库来源期刊和中国科学文献评价数据来源期刊, 并已被 *EI*, *CA*, *ABIST* 等国外著名的期刊索引收录。

《中国造纸学报》为 A4 开本, ISSN 1000-6842, CN 11-2075/TS, 自办发行, 从 2006 年 1 月起由半年刊改为季刊, 每期发表论文 20 篇左右, 季末月出版。

《中国造纸学报》单价 20.00 元, 全年订价共计 80.00 元。编辑部地址: 100020 北京市朝阳区光华路 12 号。编辑部电话: 010-65831253, 65810022-2108; E-mail: tcpp@vip.163.com。

欢迎广大读者订阅。