

盐土防治白蚁效果研究

胡寅¹, 宋晓钢¹, 陈来华², 阮冠华¹, 周寅强¹

1 全国白蚁防治中心, 浙江 杭州 310011; 2 浙江省水利河口研究院

摘要: **目的** 研究能有效防治白蚁的盐土种类和浓度。**方法** 采用不同种类、不同浓度的盐土, 对白蚁进行阻杀、致死和抗穿越效果实验。**结果** 由粗盐、细盐和混合盐制成的盐土对白蚁均具有一定的阻杀效果, 其阻杀效果与实验浓度呈正相关趋势, 混合盐效果最差; 台湾乳白蚁和黑翅土白蚁在 0.4% 及以上浓度的盐土中 100% 死亡的平均时间分别在 25.33 d 和 5.67 d 以下; 台湾乳白蚁在浓度为 0.4% 的盐土中平均修筑了 28.47 cm 长的蚁路, 最终因接触盐土而死亡。**结论** 盐土对白蚁具有一定的阻杀、致死效果和抗穿越能力, 其中粗盐和细盐对白蚁的阻杀效果优于混合盐, 阻杀效果的好坏与土中盐的浓度有关, 0.4% 浓度的盐土对白蚁具有较好的致死效果和抗穿越能力。

关键词: 盐土; 防治; 白蚁; 阻杀; 致死; 抗穿越

中图分类号: S481⁺.9; R384.9 文献标志码: A 文章编号: 1003-4692(2014)02-0148-04

DOI: 10.11853/j.issn.1003.4692.2014.02.016

Effect of saline soil in controlling termites

HU Yin¹, SONG Xiao-gang¹, CHEN Lai-hua², RUAN Guan-hua¹, ZHOU Yin-qiang¹

1 National Termite Control Center of China, Hangzhou 310011, Zhejiang Province, China;

2 Zhejiang Institute of Hydraulics and Estuary

Supported by the Major Science and Technology Program of Zhejiang Province (No. 2011C13045)

Abstract: Objective To study the type and concentration of saline soil that can effectively control termites. **Methods** Experiments were performed to investigate the retarding, lethal, and anti-penetrating effects of different types and concentrations of saline soil on termites. **Results** The saline soils prepared from coarse salt, fine salt, and mixed salt retarded the invasion of termites, and the retarding effect was positively correlated with the concentration of salt in soil; among the three saline soils, what was prepared from mixed salt had the worst effect. In the saline soil with a concentration of at least 0.4%, all individuals of *Coptotermes formosanus* and *Odontotermes formosanus* died, on average, within 25.33 d and 5.67 d, respectively. In 0.4% saline soil, *C. formosanus* workers built an average 28.47 cm long tunnel and finally died from exposure to saline soil. **Conclusion** Saline soil has retarding, lethal, and anti-penetrating effects on termites. The saline soils prepared from coarse salt and fine salt have a better retarding effect on termites than that prepared from mixed salt, and the retarding effect is positively correlated with the concentration of salt in soil. Moreover, 0.4% saline soil has good lethal and anti-penetrating effects on termites.

Key words: Saline soil; Control; Termite; Retarding; Lethal; Anti-penetrating

我国属白蚁危害严重的国家之一, 每年因蚁害造成的经济损失达 20 多亿元以上^[1], 危害领域涉及房屋建筑、水库堤坝、文物古迹、风景名胜、通讯设施、仓储物资、林木资源及农作物等^[2]。堤坝白蚁危害广泛而严重, 南方省(自治区)一半以上的水利工程存在蚁害, 其中福建、江西、广东、广西、云南等省(自治区)蚁害率更是高达 90% 以上^[3]。盐土防治白蚁的研究, 重点着眼于堤坝蚁害控制技术的开发与应用。通过在堤坝工程建设、加固施工过程中合理设置盐土屏障, 防止白蚁

入侵堤坝, 减少化学药物的使用, 实现白蚁防治高效、环保和长效的目标^[4]。

近年来, 陈来华等^[5-6]利用食盐预防白蚁入侵堤坝进行了研究, 开发了相应的蚁害防治新技术, 并成功在生产实践中得到应用和示范。为进一步探求盐土防治白蚁的作用机制和应用效果, 本研究深入开展了盐土对白蚁阻杀、致死和抗穿越效果的室内研究, 筛选了一定种类和浓度的盐土来有效防治白蚁, 为堤坝白蚁防治新技术的开发应用提供理论依据。

基金项目: 浙江省重大科技专项计划项目(2011C13045)

作者简介: 胡寅, 男, 硕士, 工程师, 主要从事白蚁防治技术研究。

Email: luck_hu@sina.com

1 材料与方法

1.1 供试白蚁 黑翅土白蚁(*Odontotermes formosanus*)、

黄翅大白蚁 (*Macrotermes barneyi*) 和台湾乳白蚁 (*Coptotermes formosanus*)。其中黑翅土白蚁和黄翅大白蚁采自杭州、诸暨、德清等地,台湾乳白蚁采自温州市。3种白蚁均在室内饲养1周后用于测试。

1.2 实验材料 黄土,取自杭州市老和山山麓;粗盐(粒径 <1.0 mm),为自然日晒获得的海盐,购自浙江舟山某海盐生产企业;细盐,为不加碘的自然晶盐,购自浙江蓝海星盐制品有限公司;混合盐,为氯化钠、氯化钙和氯化镁的混合物,混合比例为氯化钠:氯化钙:氯化镁=99:0.5:0.5。氯化钠、氯化钙和氯化镁购自中国医药集团上海化学试剂公司。

1.3 方法

1.3.1 盐土对白蚁阻杀效果的测定 准确称取各种盐和黄土,在多功能搅拌器内充分混匀,将混匀后的盐土放入培养皿后,加入适量纯净水,充分搅拌均匀,制成含量分别为0.2%、0.4%、0.6%、0.8%、1.0%、1.2%、1.4%、1.6%、1.8%、2.0%、3.0%、4.0%、5.0%的盐土。将盐土分别装入 ϕ 3 cm、长25 cm且两端开口的玻璃管中,边装边压紧,形成10 cm长的土柱。在靠近玻璃管口的一端土壤表面,贴放一块同直径的琼脂块,另一端放入已在纯净水内浸泡5 h的枯枝作为引诱白蚁的食物,然后用保鲜膜将端口封住。在装有黑翅土白蚁或黄翅大白蚁巢群的塑料箱(箱底面垫有10 cm厚的湿沙和5 cm厚的湿黄土)四周壁上,按照10 cm的间距,用打孔器打 ϕ 3 cm的孔,然后将装有不同浓度盐土的玻璃管插入孔内。装有同一种盐不同浓度盐土的玻璃管插入同一个塑料箱。每天观察白蚁穿越盐土情况,共观察7 d。实验设3个重复,并设空白对照。以在相同环境条件下饲养的黑翅土白蚁巢或黄翅大白蚁巢作为对照,来判断实验巢的白蚁是死于盐土还是死于室内不利的饲养条件。实验过程中,在所有塑料箱内放置500 g以上白蚁喜食的枯枝作为白蚁的食物,供白蚁取食。

1.3.2 盐土对白蚁致死效果的测定 准确称取粗盐和黄土,在多功能搅拌器内充分混匀,将混匀后的盐土放入烧杯内,加入适量纯净水,充分搅拌均匀,配制成浓度分别为0.2%、0.4%、0.6%、0.8%和1.0%的盐土。在容积为500 ml的烧杯内,铺2 cm厚的湿细沙,然后在细沙表面填筑5 cm厚的盐土,对照烧杯内在细沙表面填筑5 cm厚的无盐黄土。盐土层筑好后,在盐土表面放1块马尾松木块(供台湾乳白蚁取食)或1根从野外采集的枯枝(供黑翅土白蚁取食)。最后,将台湾乳白蚁或黑翅土白蚁(工蚁200只+兵蚁20只)移入烧杯内,用黑色塑料薄膜将烧杯盖住,并将其放在温度 $(26\pm 1)^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $(65\pm 5)\%$ 的环境中,每天检查并

观察白蚁存活情况。检查过程中,如果发现盐土变干,则滴加适量纯净水于盐土中。当放有盐土的烧杯内白蚁全部死亡后,实验中止。若2个月后,放有盐土的烧杯内白蚁依然存活,则中止实验,统计各烧杯内白蚁的存活数量。每处理重复3次。

1.3.3 盐土抗白蚁穿越效果的测定 准确称取黄土和粗盐,在多功能搅拌器内充分混匀。将混匀后的盐土放在培养皿(ϕ 14 cm)内,按照100 g干土加20 ml水的比例在干盐土中加入纯净水,充分搅拌均匀,配制成浓度为0.4%的盐土。取5个容量为500 ml的塑料烧杯,用打孔器给其中1个烧杯等距打孔4个,另外4个烧杯每个打孔1个,孔 ϕ 1.5 cm,孔的下缘距烧杯底部1.5 cm。取1根外径为1.5 cm、长度为1.0 m的干净玻璃管,将一端用棉花封住,然后将配制好的盐土或黄土塞入管内,用工具砸实,形成约1.0 m长的盐土柱或黄土柱。在打好孔的烧杯底部加入湿细沙,细沙上表面与烧杯壁上的圆孔底部齐平。在周围4个烧杯内细沙表面中央放入1块边长为3 cm、厚度约为1 cm的马尾松木块。取1根装满盐土的管子和3根装满黄土的管子,将其一端与具有4个孔的烧杯相连,另一端与只有1个孔的烧杯相连。在中间烧杯中投入台湾乳白蚁1000只,用黑色塑料袋盖住,并置于温度 $(26\pm 1)^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $(65\pm 5)\%$ 的环境中。每天记录白蚁在每根玻璃管内修筑蚁路的长度,并观察白蚁的存活情况。供试白蚁全部死亡后,结束实验。实验以4根管均为装满黄土的柱为对照,重复3次。

2 结果

2.1 不同种类盐、不同盐量掺入土壤对白蚁的阻杀效果 黑翅土白蚁工蚁和黄翅大白蚁工蚁在7 d内均不能穿透含有2.0%浓度及以上粗盐、1.8%浓度及以上细盐、3.0%浓度及以上混合盐制成的盐土柱(表1、2)。说明由粗盐、细盐和混合盐制成的盐土对白蚁均具有一定的阻杀效果,而且其阻杀效果与实验浓度呈正相关趋势。同时,实验也发现,与不同浓度盐土柱接触后的供试黑翅土白蚁巢和黄翅大白蚁巢均在25~30 d时间内全部死亡。情况分析:①在本次实验设计的这种强迫环境下,巢内的黑翅土白蚁和黄翅大白蚁工蚁为了巢群的生存,会前赴后继地去搬运含一定浓度盐的泥土,从而在盐土中修筑一定长度的蚁路。但当盐浓度达到一定程度时,则表现出对白蚁有较好的阻杀效果。②从相同浓度盐土对黑翅土白蚁和黄翅大白蚁表现出相同阻杀效果的情况分析,2种白蚁对盐土的敏感性差异不明显。③粗盐、细盐对黑翅土白蚁和黄翅大白蚁产生较好阻杀效果的浓度差异不大,但混合盐

对白蚁产生较好阻杀效果的浓度较高,因此考虑到实际生产推广应用的可行性,应重点选择粗盐进行进一步的实验。④从供试白蚁整群死亡的现象提示,一定浓度的盐土可能具有杀死整巢黑翅土白蚁和黄翅大白蚁的能力。

表 1 黑翅土白蚁在不同种类盐、不同浓度盐土中 7 d 后穿越距离(cm)

Table 1 Penetrating distances (cm) of *O. formosanus* 7 d after being put in different types and concentrations of saline soil

盐浓度(%)	穿越距离(cm)		
	粗盐	细盐	混合盐
0.0	10.00±0.00	10.00±0.00	10.00±0.00
0.2	10.00±0.00	10.00±0.00	10.00±0.00
0.4	9.23±0.75	10.00±0.00	10.00±0.00
0.6	9.13±1.50	10.00±0.00	10.00±0.00
0.8	10.00±0.00	10.00±0.00	10.00±0.00
1.0	10.00±0.00	10.00±0.00	10.00±0.00
1.2	10.00±0.00	10.00±0.00	10.00±0.00
1.4	9.67±0.58	9.67±0.58	10.00±0.00
1.6	9.17±1.44	8.17±2.75	10.00±0.00
1.8	10.00±0.00	8.70±0.85	10.00±0.00
2.0	6.03±0.40	4.97±1.86	10.00±0.00
3.0	4.70±0.72	4.67±0.58	7.57±2.35
4.0	4.20±1.83	4.33±2.01	4.03±1.39
5.0	4.23±1.89	5.20±0.95	4.47±2.08

表 2 黄翅大白蚁在不同种类盐、不同浓度盐土中 7 d 后穿越距离(cm)

Table 2 Penetrating distances (cm) of *M. barneyi* 7 d after being put in different types and concentrations of saline soil

盐浓度(%)	穿越距离(cm)		
	粗盐	细盐	混合盐
0.0	10.00±0.00	10.00±0.00	10.00±0.00
0.2	10.00±0.00	10.00±0.00	10.00±0.00
0.4	10.00±0.00	10.00±0.00	10.00±0.00
0.6	10.00±0.00	10.00±0.00	10.00±0.00
0.8	10.00±0.00	10.00±0.00	10.00±0.00
1.0	10.00±0.00	10.00±0.00	10.00±0.00
1.2	10.00±0.00	10.00±0.00	10.00±0.00
1.4	10.00±0.00	10.00±0.00	10.00±0.00
1.6	10.00±0.00	10.00±0.00	10.00±0.00
1.8	9.30±0.62	7.23±1.48	10.00±0.00
2.0	7.87±0.46	6.40±0.40	8.30±2.14
3.0	5.67±0.47	6.17±0.42	8.21±1.86
4.0	3.97±0.57	4.07±1.72	5.37±0.25
5.0	3.27±0.58	4.20±0.36	4.60±0.20

表 4 台湾乳白蚁在 0.4% 盐土和黄土中修筑蚁路的长度(cm)

Table 4 Lengths (cm) of termite tunnels built by *C. formosanus* in 0.4% saline soil and loess

处理	处理时间(d)							
	1	4	7	10	13	16	19	20
0.4%盐土	4.90±1.01	14.23±3.16	21.03±4.46	27.65±1.20	27.77±1.82	28.27±1.68	28.37±1.62	28.47±1.60
黄土(对照)	2.14±1.20	18.88±9.21	41.63±12.03	72.07±14.98	95.94±5.19	99.64±1.07	100.00±0.00	100.00±0.00

2.2 盐土对白蚁的致死效果 实验过程中发现白蚁放入烧杯后,很快会在盐土或黄土中修筑蚁路,但经过一段时间后不论是黑翅土白蚁还是台湾乳白蚁均出现白蚁工蚁死亡的现象。台湾乳白蚁在 0.2% 浓度的盐土中 100% 死亡的平均时间为 32.00 d,在 0.4% 及以上浓度的盐土中 100% 死亡的平均时间均 ≤ 25.33 d;黑翅土白蚁在 0.2% 浓度的盐土中 100% 死亡的平均时间为 9.67 d,在 0.4% 及以上浓度的盐土中 100% 死亡的平均时间均 ≤ 5.67 d(表 3)。情况分析:①在强迫接触的环境条件下,盐土对黑翅土白蚁工蚁和台湾乳白蚁工蚁均具有慢性致死作用。②在相同的浓度条件下,黑翅土白蚁工蚁的死亡时间大大短于台湾乳白蚁,说明黑翅土白蚁工蚁对盐土的敏感性高于台湾乳白蚁工蚁,提示在以后的实验中可将台湾乳白蚁作为供试白蚁。③从白蚁死亡时间分析,0.4% 浓度的盐土比较适宜。

表 3 台湾乳白蚁和黑翅土白蚁在不同浓度盐土中全部死亡所需时间(d)

Table 3 100% lethal times (d) of *C. formosanus* and *O. formosanus* in different concentrations of saline soil

盐浓度(%)	台湾乳白蚁	黑翅土白蚁
0.0	-	-
0.2	32.00±0.00	9.67±0.58
0.4	25.33±1.15	5.67±0.58
0.6	24.67±1.15	6.00±0.00
0.8	22.67±2.31	5.33±0.58
1.0	21.67±4.04	5.00±1.00

2.3 盐土抗白蚁穿越效果 实验开始后供试白蚁迅速爬向盐土柱或黄土柱,不断将盐土柱和黄土柱内的泥土搬出,修筑通向另一端的蚁路。在供试白蚁全部死亡前,白蚁在浓度为 0.4% 的盐土中,修筑了平均为 28.47 cm 长的蚁路,在无盐黄土中修筑了 100 cm 长的蚁路(表 4)。实验中还发现,第 1 处理组供试白蚁在实验进行到第 20 天时全部死亡,第 2 处理组供试白蚁在实验进行到第 19 天时全部死亡,第 3 处理组供试白蚁在实验进行到第 24 天时全部死亡。同时,实验期间,对照组(盐土浓度为 0 的实验组)的白蚁依然存活。以上情况表明,白蚁虽然能在盐土中修筑一定长度的蚁路,但最终因接触盐土而死亡。说明一定厚度的 0.4% 盐土能够阻止白蚁的入侵。

3 讨论

近几年来,各地水利专家都非常重视白蚁对海塘(堤)的侵害问题,提出了白蚁综合治理思路^[7-11],其目的是在全面、长期、有效控制蚁害的基础上,尽可能地做到无公害、少污染。利用盐土主动预防白蚁入侵堤坝的新技术,具有不影响饮用水安全、不污染环境、经济实用、实施简便、不需要后续管理等优点,它的开发、推广与应用具有重要的现实意义和较好的实际应用价值^[5]。

本研究结果表明,不同浓度的盐土对白蚁均具有一定的阻杀效果,但阻杀效果好坏与土中盐的浓度有关。同时,粗盐和细盐对白蚁的阻杀效果优于混合盐,可能与粗盐、细盐中含有混合盐所不具有的其他微量成分有关,具体是何成分有待进一步研究。

一定浓度的盐土对白蚁具有较好的致死效果,其中以 0.4% 及以上浓度的盐土较佳。同时,实验结果还表明,黑翅土白蚁对盐土的敏感性大大高于台湾乳白蚁,可能与黑翅土白蚁个体体壁比台湾乳白蚁的更为柔弱有关。从白蚁的生物学特性分析,个体体壁柔弱的白蚁,容易在高浓度的盐环境下失去水分而致死,当然也可能部分因白蚁个体用口器搬运含盐的土粒后,出现类似取食硼酸盐后产生拒食而死亡的现象,但其体的作用机制还有待进一步研究探讨。

0.4% 浓度的盐土对台湾乳白蚁具有较好的抗穿越能力。有学者认为,在海塘内外坡表面下约 1.0 m 的深度铺垫盐碱土,可在 20 年或以上的时间内预防白蚁危害^[5-7]。本实验针对实际应用中盐土防护层厚度至少有 1.0 m 的情况^[5-6],采用长度为 1.0 m 的土柱进行盐土抗台湾乳白蚁穿越实验,结果表明白蚁在 0.4% 浓度的盐土柱中平均只修筑了 28.47 cm 的蚁路,而且供试白蚁均在 20 d 左右全部死亡。结合粗盐不同掺盐量土

壤对白蚁阻杀效果的实验结果分析,白蚁虽能够穿越较短的盐土柱,但不能穿越长度为 1.0 m 的盐土柱。说明在实际应用中,只要堤坝内部用于建造心墙结构的土壤含盐量达到 0.4% 的浓度,该堤坝就可在较长时间内有效防止白蚁入侵危害。

参考文献

- [1] 林树青,宋晓钢,高道蓉,等. 中国白蚁防治专业培训教程[M]. 北京:中国物价出版社,2004:379-452.
- [2] 黄复生,朱世模,平正明,等. 中国动物志. 昆虫纲. 等翅目[M]. 北京:科学出版社,2000:77-79.
- [3] 宋晓钢. 我国堤坝白蚁治理研究现状及展望[G]//程家安,莫建初,毛伟光. 城市害虫综合治理进展:全国第七届城市昆虫学术研讨会论文集. 杭州:浙江大学出版社,2005:3-11.
- [4] 夏润贤,刘恩杰,陈文江. 钱塘江北岸标准海塘海宁段白蚁危害现状及综合治理方案[J]. 浙江水利水电专科学校学报,2003,15(2):16-17.
- [5] 陈来华,徐有成. 盐碱土壤防治堤坝蚁害初探[J]. 科技通报,2003,19(6):502-504,508.
- [6] 陈来华,潘存鸿,陈森美,等. 利用食盐预防白蚁入侵堤坝的新技术[J]. 岩土工程学报,2011,33(1):140-144.
- [7] 陈来华. 钱塘江北岸海塘蚁患的原因及防治[J]. 浙江水利科技,2002(2):34-35.
- [8] 陈文江,胡寅. 钱塘江海塘白蚁综合治理措施及效果评价[J]. 浙江水利水电专科学校学报,2010,22(1):56-58.
- [9] 宋晓钢,王巨峰,石勇,等. 钱塘江海塘白蚁综合治理效果初探[J]. 中国媒介生物学及控制杂志,2004,15(6):479-481.
- [10] 贺海洪,宋晓钢,莫建初,等. 药物灌浆处理防治海塘白蚁的可行性探讨[J]. 中国媒介生物学及控制杂志,2008,19(3):227-230.
- [11] 宋晓钢,纪生花,阮冠华. 新建海塘白蚁综合治理的应用研究[J]. 中华卫生杀虫药械,2005,11(6):425-427.

收稿日期:2013-12-24

欢迎订阅 欢迎投稿 欢迎联系广告业务