应用昆虫学报 *Chinese Journal of Applied Entomology* 2014, 51(3): 802–807. DOI: 10.7679/j.issn.2095–1353.2014.096

氯化钠含量对黑翅土白蚁生存的影响*

陈来华** 潘存鸿 陈式华

（浙江省水利河口研究院，杭州 310020）

摘 要 **【目的】** 为摸清堤坝土埝中氯化钠对黑翅土白蚁 *Odontotermes formosanus* Shiraki 生存的影响，合理确定防治黑翅土白蚁危害堤坝的氯化钠含量值，确保堤坝工程安全运行。**【方法】** 选取有黑翅土白蚁生存和无黑翅土白蚁生存两类堤坝的土埝，进行土埝中氯化钠含量的测试。**【结果】** 有黑翅土白蚁生存的堤坝土埝氯化钠含量在 0.02%以下，无黑翅土白蚁生存的堤坝土埝氯化钠含量在 0.19%以上。**【结论】** 研究成果对黑翅土白蚁危害堤坝的防治具有很好的实用价值。

关键词 堤坝，黑翅土白蚁，氯化钠，防治，新材料

Experimental investigation of the effect of soil sodium chloride content on *Odontotermes formosanus* Shiraki

CHEN Lai-Hua** PAN Cun-Hong CHEN Shi-Hua

(Zhejiang Institute of Hydraulics and Estuary, Hangzhou 310020, China)

Abstract **[Objectives]** To determine the influence of sodium chloride in dam soil on the survival of *Odontotermes formosanus* Shiraki, and to determine the sodium chloride content required to protect dams from *O. formosanus* and thereby ensure their safe operation. **[Methods]** We selected two types of dam soil with and without *O. formosanus* to conduct tests of sodium chloride content. **[Results]** *O. formosanus* was found in soil with < 0.02% sodium chloride content, but not in soil with a sodium chloride content was > 0.19%. [**Conclusion]** The results have practical implications for preventing *O. formosanus* damage to dams.

Key words dam, *Odontotermes formosanus*, sodium chloride, prevention, new material

黑翅土白蚁 *Odontotermes formosanus* Shiraki 是破坏极大的世界性昆虫，彻底根治黑翅土白蚁对堤坝及房屋、交通地基等基础工程的危害，是一直未能解决的难题。我国南方地区白蚁危害严重，52%以上的河道堤防、水库大坝存在白蚁危害（宋晓纲，2005），近年来因白蚁危害而造成倒坝溃堤的事故时有发生，给人民的生命财产造成很大损失。

以往白蚁危害堤坝的防治，主要采用灌含药泥浆、投放白蚁诱饵剂、挖穴取巢、监测-控制系统等方法，由于这些方法存在有效期短，以及气候和白蚁繁殖周期规律的影响等因素，近年来，堤坝白蚁危害呈上升趋势，一些老堤坝的蚁害还没有得到及时有效的防治，而不少过去已基本消灭白蚁的堤坝上又重新发现蚁害隐患。更重要的是，药物虽然能杀死白蚁，但堤坝中的蚁巢、蚁道等工程隐患未能消除。因此，这就需要人们去寻找有效期长、绿色环保、不留工程隐患等的堤坝白蚁防治新材料。

长期以来，人们总认为沿海地区的海堤不存在白蚁危害。然而，在 2000 年钱塘江河口标准塘建设过程中发现一些古老海塘上有大量黑翅

* 资助项目：浙江省重大科技专项（2011C13045）

**E-mail: chenlaihua58@sohu.com

收稿日期：2013-12-07，接受日期：2014-01-15

土白蚁，引起了有关方面的高度重视。2001 年，对钱塘江河口堤坝白蚁危害进行了普查，在普查过程中，发现一些堤坝上有大量黑翅土白蚁，而另一些堤坝上没有黑翅土白蚁危害，这种情况的存在也属正常。但在其它条件相同，不同的只是解放后取用滩涂淤泥进行新建、加固的堤坝上根本没有黑翅土白蚁危害，这个现象引起了笔者的思考。在现场反复多次检查无误的前提下，确信这个现象不是偶然的，而是另有原因。基于此，对有黑翅土白蚁危害、无黑翅土白蚁生存的堤坝进行分析，得出土埝中含有一定量值氯化钠的堤坝不受黑翅土白蚁入侵。因此，提出了采用食盐防治白蚁危害水库大坝的新方法，而且宜在堤坝中未发现有白蚁危害之前就采取此项防治措施，以便防患于未然（陈来华，2002）。此后，对黑翅土白蚁、黄翅大白蚁 *Macrotermes barneyi* Light 在堤坝中的筑巢位置进行分析研究，并结合有严重白蚁危害的水库大坝掺入食盐应用，进一步提出了利用食盐预防白蚁入侵堤坝的新技术（陈来华等，2011）。但对堤坝现场土埝中黑翅土白蚁能否生存的氯化钠含量值，因没有从事过此类试验而不清楚。因此，为系统地分析研究土埝中氯化钠含量值与黑翅土白蚁生存影响的关系，选取堤坝中有黑翅土白蚁危害和无黑翅土白蚁生存的两类土埝，进行土埝中氯化钠含量值的测试。明确试验的结果，为定量使用氯化钠防治黑翅土白蚁危害堤坝奠定了科学依据，并为沿海地区取用滩涂含盐淤泥筑堤、加固后无黑翅土白蚁危害提供了理论解释。

1　材料与方法

1.1　测试土埝

为定量研究堤坝土埝中氯化钠含量对黑翅土白蚁生存的影响，必须选择堤坝中确实可靠的有黑翅土白蚁危害和无黑翅土白蚁生存的土埝。2012 年 7 月，经多次查勘和分析后确定，无黑翅土白蚁危害的测试土埝取自浙江省海盐县场前围堤的背水坡，该围堤建筑于 20 世纪 70 年代初，位置见图 1，共取 3 个土埝，深度分别为堤面以下 0.60、1.00、1.30 m。有黑翅土白蚁生存的土埝分别取自浙江省海宁市尖山古老海塘内坡，深度自堤面以下 1.00 m；浙江省诸暨市山下湖镇的枫桥江堤身背水坡中部，土埝的深度为堤面以下 1.00 m。

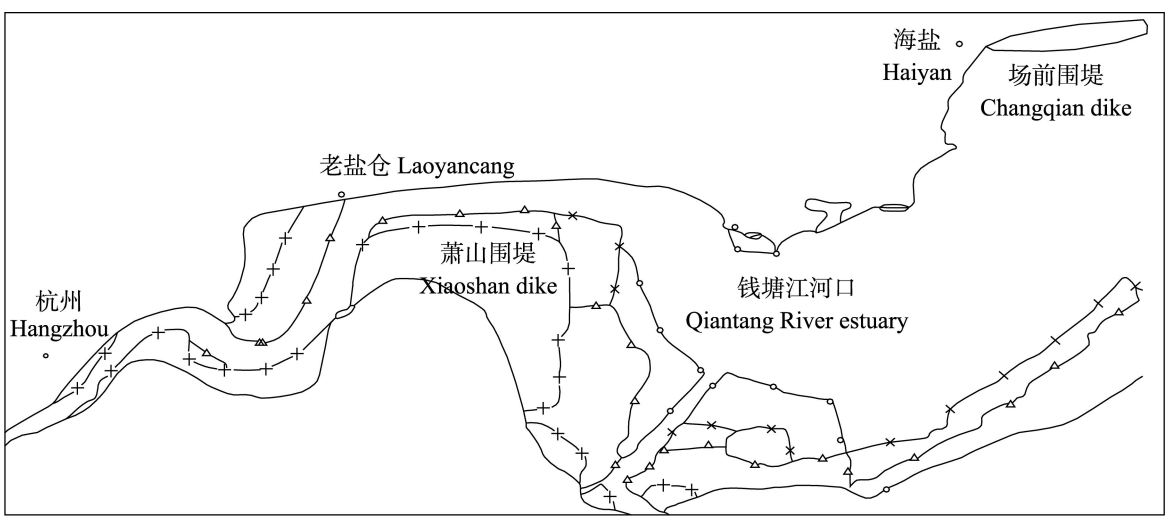

图 1　钱塘江河口堤坝位置图
Fig. 1　Location of dikes of Qiantang River estuary

1.2 测试方法

测试主要用 sp-1920 紫外线可见光分光光度计、6400A 火焰光度计、电动击实仪、渗透仪、全自动固结仪、四联直剪仪等仪器。测试按照土工试验方法标准（GB/T50123-1999）、土工试验规程（SL237-1999）的要求进行。测试时，首先对原土进行击实试验，确定该土埝的最大干密度和最优含水率，其次进行土粒组成、界限含水率、水溶盐、氯化钠含量的测试，然后根据击实测试的成果和压实 96%的控制，进行抗剪强度、固结试验指标的测试。

2 结果与分析

2.1 测试结果

原土的击实试验、土粒组成、界限含量水率试验结果见表 1。原土的水溶盐、氯化钠含量、抗剪强度、固结试验测试成果见表 2。由表 2 可知：通过试验，得到了不同土埝的氯化钠含量值，其中，两处有黑翅土白蚁危害的堤坝土埝氯化钠含量很低，浙江省诸暨市山下湖镇枫桥江堤身的土埝氯化钠含量为 0.02%，浙江省海宁市尖山古老海塘内坡的土埝氯化钠含量为 0.01%；而无黑翅土白蚁危害的浙江省海盐县场前围堤土埝氯化钠含量较高，堤面以下 0.60 m 深的土埝氯化钠含量为 0.19%、堤面以下 1.00 m 深的土埝氯化钠含量 0.44%、堤面以下 1.30 m 深的土埝氯化钠含量 0.56%，而且随着堤面深度的增加，氯化钠含量有所增加。

2.2 分析

针对上述有黑翅土白蚁危害和无黑翅土白蚁生存的两种堤坝情况，究其原因，浙江省诸暨市山下湖枫桥江河段，其水质为淡水，筑堤用的土埝不受海水影响，因此，土埝的氯化钠含量很低，而浙江省海宁尖山是钱塘江河口段，堤坝是唐朝末期前建筑的古老土堤，建成时间长，堤身的土埝属粉质粘土，抗渗强度不高，通过长时间的风吹雨淋，土埝中的氯化钠含量大多已随着雨水渗透流失，为黑翅土白蚁的生存创造了适宜的环境，故两处堤坝的土埝中有黑翅土白蚁生存。无黑翅土白蚁生存的主要是 20 世纪 60 年代后取用滩涂淤泥进行建筑的 200 余千米长的堤坝，如浙江省海盐县场前围堤、萧山围堤等，由于堤坝建成时间不长，堤坝的土埝中还含有一定量值的氯化钠，如海盐场前围堤土埝中的氯化钠含量明显较高。因此，不是沿海地区所有的堤坝都没有黑翅土白蚁危害，而是堤坝的土埝中具有一定量值的氯化钠是造成黑翅土白蚁不能在堤坝中筑巢生存的主要原因。

3 讨论

黑翅土白蚁不能脱离土壤而生存（广东省昆虫研究所，1979）。堤坝中的蚁巢，一般修筑在背水坡距堤坝面 1.5 m 以下，常水位浸润线以上（长江修防处白蚁研究组，1986）。黑翅土白蚁的蚁道长达数十米，使得每巢黑翅土白蚁的危害范围较大（文平等，2013）。黑翅土白蚁在堤坝内筑成巨大的蚁巢及纵横交错的蚁道，蚁巢的直径可达 1m 以上，蚁道从蚁巢向四面八方延伸，互相贯通，直至堤坝的内外坡，以致将堤坝内的局部区域掏空（严国璋和李俊辉，2001），破坏防渗体，当水位上涨时，水流便从堤坝临水面进入蚁道，流经蚁巢，再经过蚁道从背水面流出，形成一条贯穿堤坝的通道，在渗水作用下，导致蚁道不断扩大，最终造成管涌、滑坡和坝体溃决。由于以往的方法不能彻底防治黑翅土白蚁对堤坝的危害，这就需要人们去寻找新的技术来替代。

以往人们大多侧重于研究堤坝的兴修过程、修筑技术，以及堤坝修筑过程中所反映的社会问题，没有关注堤坝土埝中氯化钠含量与土栖白蚁之间的防护关系，更没有进行土埝中氯化钠含量的测试。通过本次试验，明确了沿海地区的堤坝，不能笼统地认为都没有黑翅土白蚁危害，而是土埝中含有一定氯化钠量值的堤坝没有黑翅土白蚁危害，研究得出土埝中掺入一定量值的氯化钠是一种有效防治黑翅土白蚁危害堤坝的新材料。

通过对堤坝土埝中有黑翅土白蚁危害和无黑翅土白蚁生存氯化钠含量的测试，得出试验范围内有黑翅土白蚁危害堤坝的土埝氯化钠含量在 0.02%以下，无黑翅土白蚁生存堤坝的土埝氯化钠含量在 0.19%以上。这一现象的存在，可能与黑翅土白蚁个体体壁柔弱有关，从黑翅土白蚁的生物学特性分析，因黑翅土白蚁个体体壁柔弱，容易在较高浓度的盐土环境下失去水分，通过土埝中掺入海盐的室内试验表明，黑翅土白蚁在 0.20%浓度的盐土中 100%死亡的平均时间为 9.67 d(胡寅等，2014)，这一结果，经初步分析，可能因黑翅土白蚁用口器搬运含盐土粒后，出现类似取食硼酸盐后产生拒食而造成，具体作用机制有待进一步研究探讨。另外，黑翅土白蚁喜食糖分的食料，但对苦、盐味等不喜食，因此，黑翅土白蚁不可能在氯化钠含量较高的土埝中生存。

参考文献 (References)

陈来华, 潘存鸿, 陈森美, 宋晓钢, 郑世宗, 陈式华, 2011. 利用食盐预防白蚁入侵堤坝的新技术. 岩土工程学报, 33(1): 140–144. [Chen LH, Pan CH, Chen SM, Song XG, Zheng SZ, Chen SH, 2011. New technology of using salt to prevent termites for dikes and dams. *Chinese Journal of Geotechnical Engineering*. 33(1): 140-144.]

陈来华, 2002. 钱塘江北岸海塘蚁患的原因及防治. 浙江水利科技, (2): 34–35.[Chen LH, 2002. The cause and control of ants in the north of Qian Tang River seawall. *Zhejiang Water Conservancy Technology*, (2): 34–35.]

广东省昆虫研究所, 1979. 白蚁及防治. 北京: 科学出版社. 67.[Guangdong Insect Research Institute, 1979. Termites and its prevention. Beijing: *Science Press*.67.]

胡寅, 宋晓纲, 陈来华, 阮冠华, 周寅强, 2014. 盐土防治白蚁效果研究. 中国媒介生物学及控制杂志, 25(2):148–151. [Hu Y, Song XG, Chen LH, Ruan GH, Zhou YQ, 2014. Effect of saline soil in controlling termites. *Chinese Journal of Vector Biology and Control*, 25(2):148-151.]

宋晓钢, 2005. 我国堤坝白蚁治理研究现状及展望//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. 11 – 13.[Song XG, 2005. Current status and prospect of the research on the dam termites in China// Proceedings of the Seventh Symposium on insect Symposium in China. Hang zhou: *Zhejiang University press*.11-13]

文平, 嵇保中, 刘曙雯, 冀仕琳, 刘佳佳, 2013. 黑翅土白蚁踪迹信息素组分数量的柱层分离和活性测定分析. 应用昆虫学报, 50(6): 1622–1627. [Wen P, Ji BZ, Liu SW, Ji SL, Liu JJ, 2013. Liquid chromatography and bioassay analysis of components in the trail pheromone of the black-wing subterranean termite odontotermes formosanus Shiraki. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 50(6): 1622-1627.]

严国璋, 李俊辉, 2001. 堤坝白蚁及防治. 武汉: 湖北科学技术出版社. 110 – 122.[Yan GZ, Li JH, 2001. Dam termites and its prevention. Wuhan: *Hubei Science and Technology Press*. 110–122.]

长江修防处白蚁研究组, 1986. 土栖白蚁生物学及防治研究介绍// 中国白蚁学论文选. 149 – 155.[Research Group on the termites in the Yangtze River repair department, 1986. Introduction of the research on biology and prevention of soil inhabiting termites.// *The selection of termites in China*. 149–155.]