

如何解決院區惱人的白蟻問題

楊若苓

國立故宮博物院位址依山傍水，林木蓊鬱，終年濕度偏高，相當適合白蟻生活。為維護院內珍藏之文化瑰寶，本院登錄保存處同仁一直以來都對此潛在威脅戰兢以對。本文將從可能為害院區文物之白蟻種類、生態習性及其可能的入侵方式談起，並提出因應之防治策略。

序言

黃梅時節，每見騎樓簷下燕子築巢，就知道白蟻分飛的時間也即將到來。白蟻族群其實終年存在，只是因為習性隱蔽，所以不易被人發現；只有每年到了繁殖季節的時候（恰好是梅雨季節前後），白蟻們為了拓展新的族群，有翅型個體離巢而出，人們才有機會見到這些平常隱藏極好的白蟻個體。也正因如此，往往在注意到住家內有白蟻時，損害已然造成。因此每每提到這惱人的小東西，大

家多半都會覺得頭皮發麻，尤其是喜愛收藏書籍字畫、古董木雕的人，更是避之唯恐不及，深怕牠毀損畢生珍藏。

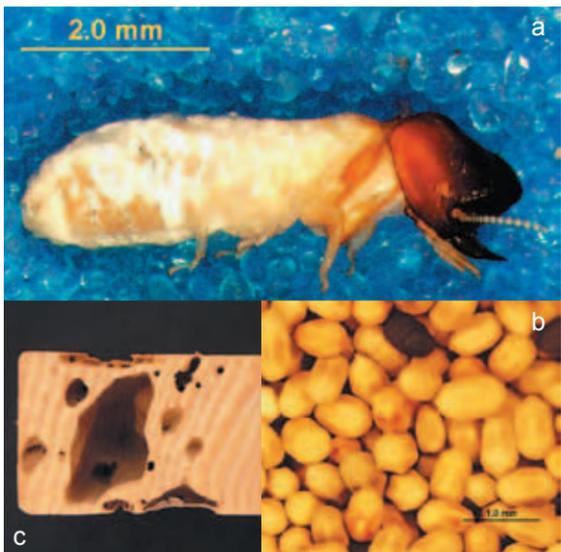
國立故宮博物院所在依山傍水，林木蓊鬱，終年濕度偏高，相當適合白蟻生活。為維護院內珍藏之文化瑰寶，本院登錄保存處保存科學科同仁一直以來都對此環境中潛在的威脅戰兢以對。除曾針對建築物周邊進行過預防性防蟻藥劑灌注外（註一），對於文物展存環境更是定期且持續的進

行巡視，並曾做過有翅型家白蟻對戶外常用路燈的驅光性研究，以作為改進院區戶外燈源之參考。筆者到院服務前，曾在美國佛羅里達大學羅德岱堡研究暨教育中心工作，該中心為美

國白蟻防治研究重鎮之一，在那裡的訓練讓筆者明白要想徹底防止白蟻為害，必須從其生態習性著手。因此，本文將從可能影響文物安全之白蟻種類及其生態習性談起，進而提出對應之防止處理策略，期能對文物保存有所助益。

對文物具潛在威脅之白蟻種類

大體上會危害歷史古蹟、人類家屋，及各式木質或有機材質藏品的白蟻依照其生態習性可分為乾木白蟻（drywood termites）和地下白蟻（subterranean termites）二大類，乾木白蟻是屬於木棲性白蟻，即族群直接住在木頭裡取食並造成為害；地下白蟻則主要為土棲性或土木棲，會由地底下向上建蟻道入侵建築物。由於這兩類白蟻的為害癥狀及入侵方式不同，因此以下將分別論述。



圖一 截頭堆砂白蟻 (a) 及其糞便 (b) 和被害木頭剖面 (c)。

在台灣，對木質收藏品及各式木造建築（歷史古蹟和寺廟）危害最大的乾木白蟻是截頭堆砂白蟻（*Cryptotermes domesticus* (Haviland)）（圖一，a），因為牠不需要太多水分，因此含水量少的木頭及其製品，例如：各式木質雕刻或收藏，畫框，木製串珠或飾品，及家具擺設等最易受害。一個成熟的木棲白蟻族群數量約數千隻，所有群體只會在一塊或緊鄰的木頭間活動，活動範圍有限。唯有當所有食物資源被耗盡時，大多數個體才會轉變成有翅型的個體離開，剩餘的個體則會死亡。因此其入侵來源多半是因為新添購的收藏品已感染蟲源，進而擴散危害到其他物件。

由於乾木白蟻取食時會保持木頭表面完整，即使內部已遭蛀空，表面上可能仍看不出任何異樣。因此要判斷文物或木質家具是否已遭受乾木白蟻危害時，最重要的便是要注意物體表面是否有小孔，且小孔下方的檯面或地面是否有出現砂粒狀的物質；如果有觀察到上述現象，表示藏品很可能已受到乾木白蟻的為害；這些顆粒

若放在顯微鏡下看呈六角柱狀，是乾木白蟻特有的糞便形式（圖一，b）。若有機會觀察被害木頭的剖面時，會發現其取食時並無偏好春材或夏材，為害孔道可跨越年輪，且隧道表面十分乾淨、光滑（圖一，c）。

然而地下白蟻不同，此類白蟻主巢多位於地下數十公分至數公尺深處，工蟻會挖掘隧道或建築泥道外出尋找食物及水源，搜尋距離可達一百公尺以上，另可建副巢於地面上安全不受擾動的空間，例如隔間牆內側。由於地下白蟻族群必須長期生活在潮濕的環境當中，因此倚賴穩定的水源以維持高濕度的生活環境。所以若建築物遭地下白蟻入侵，多半是因內部有漏水，或局部區域有長期積水的問題，像是管道間、浴廁、廚房等較易蓄積濕氣的地方或與其相鄰的房間，便是最常發現白蟻為害之處。在國內有台灣家白蟻（*Coptotermes formosanus* Shiraki）、格斯特家白蟻（*C. gestroi* (Wasmann)）、黃肢散白蟻（*Reticulitermes flaviceps* (Oshima)）及台灣土白蟻（*Odontotermes formosanus*



圖四 地下白蟻建巢於建築物的隔間牆內，由壁面油漆剝落情況可知該區域先前有漏水而造成局部潮濕問題。



圖三 地下白蟻所建之泥板(a)和泥道(b)；(c)為害之物件及隧道表面通常佈滿髒污；(d)偏好取食春材部位，留下較硬的夏材。



圖五 地下白蟻會循著建築物裂隙或現成的管道空間向上入侵建築物內部。

仍以民衆住家佔最高比例(約百分之七十六)。為何鋼筋混凝土建築仍會有白蟻入侵為害問題呢？在這裡必須

先澄清一個流傳已久的說法，那就是有關白蟻的兵蟻會分泌蟻酸溶蝕掉水泥的這個問題。事實上，白蟻的兵蟻雖會分泌乳白色的液體，經研究檢驗其成分確實是弱酸性，但其主要功能是在作爲抵抗敵人(其他白蟻或螞蟥)入侵其巢穴的防禦性物質，並無法溶蝕水泥；再者，真正負責挖掘隧道的其實是工蟻，不是兵蟻，且工蟻主要是靠口部的附器進行隧道挖掘的工作(註三)，並不會分泌腐蝕性化學物質，因此有關白蟻的兵蟻會分泌蟻酸溶蝕掉水泥這件事其實是個誤傳。但白蟻會入侵混凝土建築是事實，這又該如何解釋呢？其實白蟻是利用建築物現成的管道間，或是建築物經年累

月之後因結構開始老化、龜裂而產生的縫隙由下方土壤層侵入室內的(圖五)。所以在公寓大廈，或是現在時興的複合式社區住宅中，若發生白蟻問題，往往不會只有一家，而可能是多戶接連發生；這是因爲一旦一戶發生蟻害問題進行局部灌藥處理，未被完全消滅的白蟻族群便會循著管道間或縫隙改道而侵入別家。目前僅有少數案例被推測是由分飛的有翅型白蟻在建築物內直接建巢。但若室內沒有存在穩定的濕源，如局部漏水或經常潮濕的區域，地下白蟻族群即使入侵也無法長期存活。因此，要想預防地下白蟻爲害，最根本的作法還是要避免建築物出現漏、滲水問題。

害蟲(圖二)(註二)，其中又以台灣家白蟻及格斯特家白蟻所造成之危害最爲嚴重。在二〇〇八年針對防治業者所作的一份問卷調查顯示，在台灣



圖二 由右到左分別為台灣家白蟻、格斯特家白蟻、黃肢散白蟻及台灣土白蟻的有翅型個體。

有高達88%的建築物爲害案例是由這兩種家白蟻所造成(註二)。台灣土白蟻則是台灣最常見的白蟻種類，又稱黑翅土白蟻，是目前台灣發現有翅型白蟻中體型最大者，不論在市區和山區都可見到，但牠僅偶然會從戶外庭院入侵建築物，鮮少造成嚴重危害。黃肢散白蟻則爲分布於台灣北部及山區之白蟻種類，由於對環境溼度的需求比家白蟻更高，在木造房子數量減少，木料與地面直接接觸機會降低後，目前已較少見其造成危害。

地下白蟻最主要的爲害特徵是被害物體表面會出現泥道或泥板狀物質(圖三-a、b)，這是地下白蟻用以搜尋食物或飲水的通道。且被害物體及內部隧道表面往往髒污、不平整(圖三-c)，這是因爲地下白蟻會塗布由糞便、木屑和土壤混合的物質於挖掘的隧道表面，用以維持通道內的高溼度，因此受害物件往往很難清理回復原來的面貌。爲害木頭時，牠們通常偏好取食春材部位，而留下較硬的夏材(圖三-d)。相較於乾木

白蟻由於族群數量較小，活動範圍侷限，造成之損害較有限；地下白蟻所可能造成的損害則要嚴重許多，如美國每年因爲台灣家白蟻所造成之經濟損失可達數十億美金。會造成這樣的差異主要是因爲：一、地下白蟻成熟族群數量可達數百萬，因此一旦造成爲害，其爲害速率和面積相當可觀；二、地下白蟻入侵建築物時，多半沿著牆角，隱藏於踢腳板或隔板之後建立蟻道，甚至建立副巢於隔間牆之中(圖四)，外觀上根本看不出任何異狀，故當吾人注意到時，往往早已被入侵一段時間。一旦入侵，牠們可能危害建築物內任何木質地板、裝潢、家具櫥櫃、有機材質收藏品及擺設(含木質、紙質及皮革類製品)。

地下白蟻入侵建築物方式有二，一是從地底下往上侵入，另一則是由有翅型個體直接飛入建築物當中，遇適合地點便定殖下來。台灣地區由於地震及颱風頻繁，建築結構早已由舊時木造建築改爲鋼筋混凝土，按照白蟻僅取食纖維素的特性而言，理應不會造成危害，但據最新調查顯示(註二)，病媒防治業者每年處理案件中



圖六 在院區建築周邊間隔一定距離埋設調查用木樁（前頭及圓圈標示處），每個月進行檢查有無發現白蟻，以進行必要之處理。

因應之防止對策

由於上述白蟻種類均可能對院區文物安全造成威脅，唯有透過：一、加強及落實文物的檢疫制度；二、落實院區建築及其周邊環境的定期維護作業；三、進行院區環境地下白蟻族群的長期監測，才能有效的防止白蟻入侵為害。

文物檢疫作業是預防害蟲入侵博物館的第一道防線。由於乾木白蟻族群可生活在一小塊木頭當中，因此極可能會隨著木質收藏、飾品或擺設、畫框或木匣，甚至是木質包裝箱而被帶進館內，進而感染其他物件。因此，落實文物檢疫制度能防止乾木白蟻有機會入侵。舉凡新購藏、捐贈、亦或是借展的文物及其包裝箱，入館前都應先於預備室中進行初步檢視，預備室需具備獨立且隔離的特性，以便於作感染管控；如物件有受感染之疑慮（例如有發現可疑的碎屑或糞便顆粒），便應立即以雙層加厚之塑膠袋或封膜將之隔離觀察，必要時並應進行預防性處理（物理性處理如冷凍、加熱或低氧，化學性處理如局部藥劑注射或燻蒸，處理方式會依物件

的材質與特性及操作人員的專業經驗而定），確定安全無虞後方能入館或展出。

而過去在應付地下白蟻這類無法預測的敵人，主要是靠高壓灌注殺蟲藥劑在建築物周邊土壤及內部裝潢，形成一個化學阻隔帶將白蟻隔絕於外。白蟻個體其實相當脆弱敏感，接觸到任何殺蟲藥劑均可造成其死亡，其他個體也會因為環境中存在藥劑而避開轉往他處，所以施藥範圍的完整與否會直接影響其防治效果。但由於一個成熟的地下白蟻族群數量可達數百萬，且多數潛藏在地底下，負責生殖的個體更是藏於巢中深處，故在進行藥劑灌注時，僅能殺死少數白蟻（無法達成完全消滅），若是某處藥劑處理有漏洞；又或者時間久遠，藥效失去，目前市面上使用的殺蟲藥劑功效持續時間多不超過五年，而環境中若持續存在誘因（如：濕源），白蟻就有可能捲土重來。近年來，如何能對我們生活的環境更友善是持續受到關注的議題，採用藥劑灌注法平均每公頃要用掉三十九公斤的化學藥劑（註四），還有汙染土壤及地下水的潛

在問題，因此在規劃院區地下白蟻防治作業時不得不審慎考量。

為預防地下白蟻入侵，又要減少化學藥劑的使用量，筆者以為須從定期維護建築物及其周邊設施和對周邊地下白蟻族群進行長期監測著手。前面曾提及地下白蟻主要是循建築物裂隙及管道間入侵，且其要能在建築物內定殖的先決條件是要有穩定的水源。因此，定期檢視院區內建築物的狀態，及室內或排水系統是否有滲漏或局部潮濕現象，並及時將問題予以排除是首要工作；周邊環境亦應定期進行乾枯或廢棄木料、木製品的清理。另由於地下白蟻族群所在無法預測，族群活動距離又可達一百公尺以上，勢必得建立一套監測系統，才能即時獲知入侵訊息而加以處理。除室內環境應定期加以檢視外，針對建築物周邊環境將考慮引進目前較環保的「白蟻誘殺處理法（註四），以進行長期監控及必要之處理。其方式是在建築周邊地面間隔一定距離（土壤面間隔三公呎，硬鋪面間隔六公尺）埋設一餌站，透過擺放餌木誘捕（trapping）、藥劑處理（treat）、釋

放（release）（簡稱TTR）的過程，利用白蟻個體間有互相餵食、舐吮的行為，使藥劑在族群中自然傳播，最終達到消滅整個白蟻族群的目的。由於此防治方法的目的是要讓藥劑有機會散播至全巢，因此不能採用急毒性或是會讓白蟻產生忌避性的藥劑，目前以昆蟲生長調節劑（Insect Growth Regulator, IGR）是較佳的選擇，不但具較高專一性（對其他生物為低毒性），且只有當白蟻生長到某一階段時才會死亡；在這之前，工蟻可以持續的取食餌劑（bait）並餵食給巢中其

他個體，來達到傳播藥劑的目的；當巢中的工蟻逐漸死亡，其他個體（包括生殖個體）因為沒有工蟻的餵食，也會跟著死亡，因而能達到消滅整巢的目標。這些擺放餌木的餌站相當於小型監測站，需定期檢查有無白蟻入侵取食；一旦發現餌木有被白蟻取食，便可更換成藥劑進行防治作業。因為有發現才投藥，因此相較於藥劑灌注法（平均每公頃施藥量約三十九公斤），誘殺處理法可大幅減少化學藥劑的使用（餌劑施用量約每公頃六十五公克），對環境傷害性較低；而當防治完成後，又可置換成餌木作持續的監測，因此可擔任長期監控周邊環境的角色。

以院區所在位置及白蟻潛在威脅性來說，台灣家白蟻目前被列為首要防治目標，而許多研究及案例也已證明白蟻誘殺處理法對防治台灣家白蟻相當有效。但為避免其他種地下白蟻的可能威脅，在未引進餌站系統前，目前已先採用埋設木樁方式進行院區周邊環境地下白蟻種類之評估調查（圖六）。

結語

台灣氣候溫暖潮濕，極適合白蟻的繁殖與生長，故自古以來，舉凡家屋建築、農糧倉庫、鐵路枕木及電信設備等均屢傳白蟻為害。據學者估計，台灣目前每年花費在白蟻防治上的費用至少新台幣一億二千萬元，可見此問題不容小覷。本院身負守護文化瑰寶的重責大任，自然更不能鬆懈；透過落實文物檢疫作業，定期維護院區建築及相關設施，以及針對院區周圍環境進行長期性的白蟻監控作業，期能長保故宮文物周全，併及周圍之青山綠水。

註釋

1. 張琳，〈淺談故宮院區的白蟻防治計畫〉，《故宮文物月刊》，一九九七年十一月期，頁一一六—一一七。
2. Hou-Feng Li, Nan-Yao Su, Wen-Jer Wu, and Er-Lieh Hsu. 2011. Termite pests and their control in Taiwan. *Sociobiology* 57(3): 575-586.
3. http://rec.ifos.ufl.edu/ent_nemy_structural_entomology_su_videos.shtml
4. 台灣白蟻生物學及防治研討會暨研習會手冊，吳文哲、李後鋒主編，二〇一〇，頁五九。

作者任職於本院登錄保存處