倉庫害蟲之非農藥防治

姚美吉　李啟陽

稻米是國人主食，在儲藏階段因蟲害、鼠害等有害生物所造成損失，約佔儲藏量 1.5～5% (梁等, 1954; 謝等, 1978, 1980)，預估超過數億元。不只造成損失，更影響儲穀品質。以往防治主要偏重於藥劑防治，除造成害蟲對藥劑產生抗藥性外，更產生環境污染及人畜健康等衍生問題。因此針對倉庫儲藏之稻穀、雜糧或小包裝米之害蟲防治，使用非農藥防治技術是最佳選擇，不只可避免藥劑影響儲穀，更可延續田間有機生產技術，使最後產品能成為消費者安心食用的最佳食品。本文將針對在倉庫害蟲防治上，已在台灣倉庫被使用之非農藥防治技術，進行討論及評估，希望能成為倉庫管理者或防治人員在害蟲防治上之參考依據。

非農藥防治方法主要可歸類為物理防治及生物防治，其特色是非常環保，不會造成藥劑殘留問題，對人畜安全亦無顧慮。現針對倉庫中已經廣為應用之防治技術，簡述如下：

低溫防治技術

所有倉庫害蟲對溫度之反應，都有一個共同特性，當溫度愈低，他們生長發育時間就愈長，尤其以米象受溫度影響最顯著，據 Cotton(1950)報告指出，在 27.2℃時米象每世代需 25 天，在 17℃時需 92 天，在 13℃時成蟲幾乎呈現不活動狀態。而產卵數上，亦受溫度極大影響，在 25、21、17℃三種不同溫度下的產卵數分別為 268、100、43 個，如溫度降低到 9.5℃時，則停止產卵。

因此利用溫度對害蟲生理之抑制作用，應用在儲穀之害蟲防治上有極佳效果。如儲穀階段，以低溫圓筒倉(圖 1)儲藏，其倉內溫度最低可達 15℃，雖溫度會受外界溫度影響而逐漸升高，但一般溫度都控制在 18℃左右。經調查低溫圓筒倉之稻穀經六個月儲存後，其發生蟲數約僅太空包裝或袋裝儲藏環境之四分之一而已。

銷售階段的小包裝米(圖 2)，其環境溫度亦會影響害蟲之發生，調查在有空調的超市內儲存及放置於室溫之小包裝米，比較其害蟲發生狀況，結果顯示以米象發生最嚴重(圖 3)，在室溫環境下糙米袋內的溫度約較空調超市高出 3℃，相對濕度亦上升約 10%，在室溫下經三個月儲藏每公斤糙米中含 126 隻米象，而空調超市內則僅為 16 隻，米象發生數竟有 8 倍之差距(姚＆羅, 2001)。顯示在溫控環境下，不僅可減少蟲數，更可延緩米象的發生。若是將小包裝米置於 10℃之低溫冰箱，其防治效果更明顯，害蟲發生幾乎接近於零(姚等, 2003)。顯示低溫的儲藏環境，對降低害蟲的繁殖有明顯抑制效果。但利用低溫防治，必須投資設備外，且電費的開支，都將增加其防治成本，此法在推廣上，較適合於高單價之良質米。

脫氧劑防治技術

脫氧劑防治技術乃是應用鐵粉吸收氧氣的原理，利用含有鐵粉的脫氧劑添加於低透氣包裝的小包裝米中(圖 4)，以殺死原包埋於袋中之害蟲，達到防治效果。利用此技術，於小包裝米中進行對米象之防治測試，結果顯示添加後經 14 天後，其成蟲均完全死亡，對卵、幼蟲及蛹期亦可達 90%以上死亡率。經與產學合作配合廠商，進行商業銷售後，實際評估退貨率發現以低透氣包裝材質配合脫氧劑，其退貨率明顯降至 0.5%以下，且退貨包中無破損時均無害蟲發生。利用本技術應用於二公斤包裝之小包裝米，僅增加成本約 0.5 元(姚等, 2004)。因此脫氧劑之應用將是未來小包裝米防蟲極佳的新技術，且因脫氧劑是無毒無害，對環境之影響亦少，對訴求高品質良質米的害蟲防治問題上，是值得推廣的物理防治方法。



圖 1. 低溫圓筒倉。



圖 2. 超市的各式小包裝米。

燈光誘引防治技術

燈光誘引防治技術主要利用特殊波長的燈光再配合風扇及捕蟲網(圖 5)，以達到誘殺效果。實際於穀倉及蒜頭倉應用，結果顯示對穀倉中穀蠹、長首穀盜、角胸粉扁蟲有極佳誘殺效果，對蒜頭倉之煙甲蟲、米露尾蟲亦有極佳誘殺效果。在碾米倉誘殺粉斑螟蛾效果亦非常理想。利用此技術在兩週調查中最高可捕殺達 37 萬隻害蟲以上，是值得推廣的非農藥防治技術(姚等, 2005)。



圖 3. 小包裝米常見之米蟲(米象)。



圖 4. 脫氧劑防治技術。



圖 5. 燈光誘殺技術。

矽藻土防治技術

矽藻土防治技術主要利用矽藻土中含有高成分之二氧化矽，可吸著 4 倍重量之水，具有剝蝕和吸收作用，能使昆蟲在附著有粉劑之種子上爬行時，產生乾燥作用並使體表與粉膜摩擦導致機械傷害而死亡，因此利用此防治技術於穀倉害蟲防治(姚＆羅, 1999)。結果顯示 0.5%商品化矽藻土與稻穀混拌後可防治穀蠹及麥蛾達 6 個月，與糙米混拌後防治米象類亦可達 3 個月，並可有效抑制害蟲繁殖及降低穀物損失量(姚＆羅, 2001)。因矽藻土防治積穀害蟲具無殘毒、效果好等特色，且商品化矽藻土價格低，在未來積穀及小包裝米害蟲防治上有實際應用價值。

游離輻射防治技術

游離輻射防治技術主要利用輻射線照射害蟲，導致細胞內染色體核酸損壞而喪失分裂能力，害蟲因而死亡。胡燦等人曾針對此技術對倉庫害蟲之防治進行一系列研究，結果顯示照射量在 1.5kGy 時即可殺死各種倉庫害蟲，而對儲物如稻穀、豆類等不會造成損害，此劑量也遠低於國際原子能總署之安全標準 10kGy。而伽馬(γ)射線具有穿透性強之特點，能穿透包裝而殺死儲物中之害蟲，只要其包裝能防止害蟲再侵入，則可徹底防治倉庫害蟲再發生(胡等, 1992)。

其他非農藥防治技術

其他非農藥防治技術尚有填充氣體防治法，藉由填充 CO_2 或 N_2，使害蟲無法生存(彭, 2003)。費洛蒙誘殺技術，藉由專一或非專一的費洛蒙，可針對標的害蟲進行誘殺。黃色黏板誘殺法，藉由黃色對害蟲誘引效果，可防治部分害蟲發生。天敵防治法，藉由捕食性或寄生性昆蟲、蟎類或蜘蛛，控制害蟲族群發展。這些防治技術均有開發潛能，但因尚未普遍應用，無法瞭解實際防治效果，因此本文僅能概要論述。

非農藥防治技術之應用

害蟲防治效果好壞，除了防治方法優劣外，「人為」管理更為重要。倉儲管理人員對儲倉防治技術了解及用心規劃，將直接影響害蟲防治

成效。因此建立倉庫標準防蟲作業流程是倉庫管理上首要之務，亦屬非農藥防治範疇。確實做好基本防治流程後，再選擇適合防治方法，才能相得益彰(徐＆謝, 1981; 姚, 2005)。

倉庫標準防蟲作業流程架構及注意事項，主要以倉庫儲藏最大宗之稻穀為範本。其整個管理流程，可區分為稻穀進倉前、進倉後、碾米階段三個主要階段，建立檢驗表格，猶如田間日誌，其需要注意事項，簡述如下：

一、稻穀進倉前之檢驗處理要項

1. 運輸工具害蟲檢驗：穀物在運輸過程中，若運輸工具(如穀物輸送帶、卡車、火車等)已有害蟲生存，將藉由運輸時侵入。因此由人為檢查及清掃可阻絕害蟲之外侵。
2. 進倉前倉庫滅蟲：空倉環境滅蟲，是新穀入倉前必要防治動作。因儲倉常提供害蟲潛伏空間，如倉庫內壁、角落、樑柱、木板等縫隙間，經常有害蟲存在，待新穀入倉後繼續繁殖危害。此階段除清除雜物外，藉由燈光誘殺或費洛蒙誘殺均可降低環境內害蟲發生。
3. 裝填袋子或棧板等用具害蟲檢驗：穀物在裝袋時，使用未經處理的舊袋子，其中殘留害蟲又可持續危害。倉底預先鋪設穀殼、使用過之棧板或太空包，均是提供害蟲暫棲之所，若未經除蟲處理，再使用時害蟲即容易侵入危害(姚等, 1998)。
4. 相臨倉庫害蟲處理：預備儲藏倉庫附近相臨倉庫，若有儲藏其他稻穀時，必須先防治已發生害蟲，以免造成新穀受舊穀害蟲污染。
5. 進倉害蟲檢驗：若預備儲藏之稻穀，並非新穀，則需要先檢驗其害蟲狀況，若已發生蟲害，需先進行害蟲防治後才可進倉。

二、稻穀進倉後之檢驗處理要項

1. 避免混倉儲存：不論任何穀倉形式，稻穀或糙米儲放，盡量避免不同期別混合堆放，如存放二年之舊穀與剛進倉新穀一起堆放，則新穀必然易受污染危害。

2. 定期溫濕度監控：一般穀物含水量愈高，愈適合害蟲繁殖，蟲害問題愈嚴重，濕度過高時常造成腐食酪蠕及茶蛀蟲大量危害。因此倉庫最好有抽風設備，降低穀物含水量，將有助於穀物儲存。倉庫溫度控制在 18℃，且濕度控制在相對濕度 70% 以下，將能有效抑制害蟲之發生，但必須隨時監控其溫度變化，才能達到預期效果。

3. 定期害蟲監測：當稻穀進倉儲放後，除應定期檢查倉內穀溫、穀物含水量及米質外，定期害蟲監測更是重要。不只提供管理人員決定防治時機外，更由害蟲發生種類的變化，可了解對本土倉庫的影響程度，以提供未來進口稻穀的修正方向。

三、碾製環境之檢驗處理要項

1. 加工機械內部死角清理：加工機械內部隱藏許多死角，因一般不容易察覺，而常被忽略其對產品影響。其實在一般檢測中，機械內部常隱藏外米偽步行蟲及大穀盜等害蟲。

2. 加工機械外部環境清理：當稻穀進倉儲放後，經由加工流程製成小包裝米等成品，在碾製過程常有許多流程，會產生副產品或碎米等，且極容易遺留米粒在地面上，而造成害蟲繁殖或隱藏之處。常見害蟲有外米綴蛾、粉斑螟蛾等害蟲。此階段除利用人工清除雜物外，再藉由燈光誘殺或費洛蒙誘殺，對降低害蟲發生有極佳效果。

未來的展望

倉庫害蟲主要危害之穀物，均是民生用品，如小包裝米是每一家庭三餐之必需品，但常因放久後，米蟲就跑出來打招呼而困擾消費者。而米蟲問題更困擾米商，因為夏季受蟲害問題導致退貨率比率高達 10% 以上，全年平均在 5% 以上，造成米商在產銷中極大損失，預估約有數千萬元以上。為使消費者在飲食上，有絕對安全保障，利用非農藥防治技術，將是最佳選擇。在儲藏階段，利用低溫冷藏技術，不只可保持米質新鮮度，並可明顯降低害蟲發生。在碾製階段，除人工清掃外，以燈光誘殺或費洛蒙誘殺，將可避免害蟲再度侵入。在包裝及銷售階段，以低透氣包裝配合脫氧劑可顯著降低害蟲發生。若再配合

銷售方法的改變，藉由廣告宣導等努力，將「低溫冷藏米」塑造成「鮮乳」或「御飯團」相同意識產品，誘導消費者在購米後放置於冰箱中的基本動作，則米中無米蟲將指日可待。利用溫控不只使小包裝米的價值提升，也提供新定位，將徹底解決小包裝米嚴重害蟲問題。運用這一系列非農藥防治技術，再結合田間有機米履歷管理模式，將可建立完全有機生產環境，使所有消費者能享受既安全又健康的高品質良質米。

台灣地理環境，要完全避免倉庫害蟲發生是非常困難的，要如何選擇防治方法才能達到最佳效果又顧慮到健康問題，是需要付出心力的。除了慎選防治方法外，儲倉管理者用心程度，將決定防治效果之成敗。若能在儲倉管理能依循上述倉庫標準防蟲作業流程，如 ISO 作業流程監控一般，能逐項檢驗處理，並建立流程管理，使管理人員按表操課，依照實際害蟲發生，選擇適合該儲藏環境的防治方法，要達到預期防治效果，且建立優質生產流程，將是指日可待。

參考文獻

姚美吉。2005。積穀害蟲防治手冊。農業試驗所編印。

姚美吉、羅幹成。1999。數種礦物性殺蟲劑防治積穀害蟲之效益評估。中華昆蟲 19: 365-376.

姚美吉、羅幹成。2001。防治小包裝米害蟲方法之評估。植保會刊 43: 173-187。

姚美吉、楊敏宗、羅幹成。1998。稻穀不同儲存方式對積穀害蟲族群之影響。中華農業研究 47(4): 419-429.

姚美吉、羅幹成、萬一怒。2003。碾米與銷售環境對小包裝米害蟲發生之影響。植保會刊 45: 101-116。

姚美吉、李啟陽、陳肇浩。2004。脫氧劑對米象之防治效果。植保學會論文宣讀摘要手冊 34。

姚美吉、李啟陽、路光暉、楊恩誠。2005。燈光誘引技術應用於積穀害蟲之誘殺效果。植保學會論文宣讀摘要手冊 31。

胡燦、朱耀沂、彭武康。1992。游離輻射防治儲物害蟲技術。病蟲害非農藥防治技術研討會專刊 115-120。

徐士蘭、謝豐國。1981。臺灣各類型倉庫之蟲害問題及防治對策。臺灣農業 17: 59-65.

梁崇仁、陳德能、林欉。1954。台灣稻穀貯藏之現狀及積穀害蟲為害損失之調查。科學農業 2: 34-41.

彭武康。2003。改變空氣組成防治儲物害蟲。農業世界雜誌 243: 9-20。

謝豐國、洪麗梅、高穗生、徐士蘭。1980。倉儲米穀蟲害損失估計。植保會刊 22: 385-395.

謝豐國。1978。倉儲害蟲之發生與防治。昆蟲生態與防治研討會講稿集。中央研究院動物研究所第三號專刊 189-201。

Cotton, R. T. 1950. Insect pests of stored grain and grain products. p. 5-44.

行政院農業委員會農業試驗所 AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE 1895