

利用燈光誘捕器調查各類穀倉之積穀害蟲種類與族群變化

姚美吉¹、李啓陽¹、楊恩誠²、路光暉^{3*}

¹ 行政院農業委員會農業試驗所應用動物組 41362 台中縣霧峰鄉中正路 189 號

² 國立台灣大學昆蟲學系 10617 台北市羅斯福路四段 1 號

³ 國立中興大學昆蟲學系 40227 台中市國光路 250 號

摘要

常見積穀害蟲具善飛及趨光性，常隱藏於穀倉、碾米倉或空倉死角，於新穀入倉貯藏或防治後再度入侵危害。台灣對稻穀及進口糙米倉之積穀害蟲主要利用農藥進行防治，本試驗利用燈光誘捕方式，評估在穀物貯藏期、碾米環境及空倉環境誘捕善飛害蟲之可行性。由稻穀倉之害蟲調查結果顯示，穀袋內取樣共得 10 種害蟲種類，主要害蟲為穀蠹 (*Rhyzopertha dominica*) 及米象 (*Sitophilus oryzae*)；以燈光誘捕害蟲共調查得 12 種。進口糙米倉袋內採樣調查害蟲共得 12 種，以米象、粉斑螟蛾 (*Cadra cautella*)、背圓粉扁蟲 (*Ahasverus advena*) 及角胸粉扁蟲 (*Cryptolestes pusillus*) 發生最多；以燈光誘捕害蟲種類共得 15 種，碾米環境以燈光誘捕害蟲調查，害蟲種類更高達 20 種。在碾米環境的害蟲誘捕量甚至略高於鄰近進口糙米倉蟲數，且開放之碾米環境誘捕害蟲數遠高於封閉環境。當穀物清倉後，空倉內以燈光誘捕之害蟲數量明顯下降，但鄰近有稻穀倉時，誘捕害蟲量則會受稻穀倉害蟲族群影響而逐漸增高。由稻穀及進口糙米倉害蟲調查顯示，主要害蟲大部分為善飛害蟲，如穀蠹、麥蛾有極佳誘捕效果，但對米象及暹邏穀盜 (*Lophocateres pusillus*) 則效果不佳。因此，在稻穀倉、進口糙米倉、碾米環境及空倉環境適合以燈光誘捕方式降低害蟲密度，若應用於穀倉害蟲防治上，將可降低藥劑之使用頻率。

關鍵詞：積穀害蟲、稻穀、進口糙米、燈光誘捕器、碾米環境。

前言

為因應民生及戰備需求，政府每年均有

40~50 萬公噸之公糧進行長期貯藏。以往貯藏形式以含穎殼之稻穀為主，自 2002 年起我國加入世界貿易組織 (World Trade

*論文聯繫人

Corresponding email: khlu@dragon.nchu.edu.tw

Organization, WTO) 後, 每年從國外進口之糙米約 14.4 萬噸, 其中約 10 萬噸由政府倉庫或委託倉庫進行保管貯藏, 進口糙米經貯藏後, 經三個月後害蟲為害逐漸發生 (Yao *et al.*, 2009); 其中, 糙米因脫去穎殼保護, 則容易導致害蟲侵入及大量繁殖 (Ryoo and Cho, 1992)。且部分進口糙米倉常與國產稻穀倉在同一處農會倉庫不同棟間進行貯藏, 彼此害蟲相是否一致, 且其主要害蟲是否受彼此影響值得進一步探討。

公糧倉庫之害蟲防治, 以往以農藥防治為主。1971 年政府推薦使用馬拉松 (malathion) 防治積穀害蟲, 經十年後卻發現玉米象 (*Sitophilus zeamais* Motchulsky) 對馬拉松已產生 6 倍之抗性 (Wang *et al.*, 1982)。1979 年起推薦之巴賽松 (phoxim), 亦在多年使用後, 導致主要積穀害蟲穀蠹 (*Rhyzopertha dominica* (Fabricius)) 及麥蛾 (*Sitotroga cerealella* (Olivier)) 對巴賽松產生嚴重抗藥性現象 (Kao and Tzeng, 1992; Yao and Lo, 1994, 1995)。在 2002 年推薦以第滅寧 (deltamethrin) 與稻穀混拌進行害蟲防治 (Yao and Lo, 2000), 而公糧進口糙米倉則以磷化鋁 (aluminium phosphide) 之燻蒸方式進行害蟲防治。農藥防治雖有速效之特性, 但往往使害蟲發展出抗藥性, 或穀物有藥劑殘留之問題。磷化鋁燻蒸防治雖無藥劑殘留問題, 但從以往研究, 針對燻蒸效果評估顯示, 倉庫在燻蒸後 2~4 個月, 害蟲常有再發生現象, 導致需重複燻蒸的狀況持續發生 (Yao *et al.*, 2009)。在無法完全排除藥劑防治之條件下, 開發其他非農藥防治技術成為當務之急, 以減少藥劑之使用頻率, 並可改善藥劑殘留及延緩害蟲抗藥性發生。

在穀物倉儲之害蟲防治上, 常只針對貯穀倉進行, 其周遭緊鄰之碾米環境或清倉後之空

倉, 在防治上常是被忽略的一環。碾米環境是稻穀加工成品的主要製成區, 包含一系列礱穀設備及蒐集碎米的雜物袋, 若無定期清理礱穀區或排除碎米袋, 常導致碾米環境成為稻米產品或其他穀倉害蟲主要之蟲源。另外, 穀倉清倉後, 常遺有部分殘穀, 若未即時清理, 亦常成為未來新穀入倉後之主要蟲源。

燈光誘捕害蟲是非農藥防治技術, 以往含紫外光源之黑光燈就常被使用於進行害蟲防治或害蟲族群消長監測 (Howe, 1957; Fletcher and Long, 1973; Papadopoulos and Buchelos, 2002; Yao *et al.*, 2007)。稻穀倉最主要害蟲穀蠹及麥蛾均具有善飛及趨光性, Tzeng *et al.* (2006) 曾以黑光燈誘集稻穀倉庫之害蟲發生, 即發現對穀蠹有極佳誘集效果。因此開發以燈光誘捕方式進行長期害蟲防除, 以減少藥劑使用, 將是可行之道。本試驗主要評估新型燈光誘捕器在稻穀及進口糙米倉之誘捕效果外, 並針對碾米環境及空倉環境探討以燈光誘捕害蟲之可行性, 以提供糧倉管理者在糧食貯藏期害蟲防治擬定對策時之參考。

材料與方法

供試稻穀及進口糙米倉庫

- (一) 調查國產稻穀貯藏倉庫共二座, 其地點及貯藏狀況分別如下:
1. 草屯鎮農會南埔倉庫 5 號倉 (Caotun No. 5): 屬鋼筋水泥平倉, 貯藏 2004 年第 1 期硬稻。
 2. 南投市農會倉庫 5 號倉 (Nantou No. 5): 屬鋼筋水泥集中型穀倉, 貯藏 2004 年第 1 期硬稻。
- (二) 調查進口糙米貯藏倉庫共三座, 其地點及貯藏狀況分別如下:

1. 農糧署樹林政府倉 1 號倉 (Shulin No. 1)：屬鋼筋水泥平倉，貯藏 2004 年從美國進口之糙米。
2. 南投市農會倉庫 10 號倉 (Nantou No. 10)：屬鋼筋水泥集中型穀倉，貯藏 2004 年從美國進口之糙米。
3. 溪湖鎮農會倉庫 1 號倉 (Sihu No. 1)：屬鋼筋水泥集中型穀倉，貯藏 2004 年從美國進口之糙米。

(三) 調查碾米環境共三座，其地點分別如下：

1. 霧峰鄉農會碾米環境 (Wufeng)：密閉環境，離穀倉約 20 公尺。
2. 南投市農會碾米環境 (Nantou)：開放環境，離穀倉約 20 公尺。
3. 草屯鎮農會碾米環境 (Caotun)：開放環境，離穀倉約 15 公尺。

(三) 調查空倉環境共三座，其地點分別如下：

1. 溪湖鎮農會 1 號倉 (Sihu No. 1)：貯藏 2004 年進口糙米，於 2005 年 10 月 28 日進行清倉。
2. 南投市農會 10 號倉 (Nantou No. 10)：貯藏 2004 年進口糙米，於 2005 年 9 月 7 日燻蒸處理，於 2006 年 3 月 8 日進行清倉。
3. 南投市農會 5 號倉 (Nantou No. 5)：貯藏 2006 年第一期硬稻，於 2008 年 6 月 2 日進行清倉。

以取樣管方式調查各類穀倉之害蟲種類及密度

- (一) 國產稻穀袋內之害蟲發生調查：在草屯鎮農會南埔倉庫 5 號倉及南投市農會 5 號倉進行害蟲取樣，每月至倉庫四圍稻穀袋中以分格式取樣管 (Seedburo, Chicago, IL USA) 進行隨機取樣稻穀一公斤，放入塑膠袋，攜回室內利用不同網

目篩網處理以檢查稻穀袋內之積穀害蟲種類及蟲數，共三重複。

- (二) 進口糙米袋內之害蟲發生調查：在農糧署樹林政府倉 1 號倉、南投市農會倉庫 10 號倉及溪湖鎮農會倉庫 1 號倉進行害蟲取樣，於倉庫太空包袋最上層，打開封口以分格式取樣管進行隨機取樣進口糙米一公斤，放入塑膠袋，攜回室內先利用不同網目篩網處理，然後檢查糙米袋內之積穀害蟲種類及蟲數，共三重複。

以燈光誘捕方式調查各類穀倉之害蟲種類及密度

- (一) 國產稻穀倉以燈光誘捕器調查稻穀積穀害蟲之消長：分別在草屯鎮農會南埔倉庫 5 號倉及南投市農會 5 號倉，架設四具燈光誘捕器吊掛於貯藏倉庫進倉口左右端各二具，平均約 25 坪架設一個燈光誘捕器。採用裝有 FL10BL 捕蟲燈管之燈光誘捕器 (聖力儀器公司，台中縣大里市) 進行之。誘蟲燈管主要波長包含 320~380、435、545 nm 等特定波長；其下方接電力吸風扇 (直徑 28 cm)，風扇下方則套接雪紡紗車製之捕蟲網袋 (網目 < 0.12 mm)。每兩週將舊網袋取下，更換成新網袋，再將舊網袋帶回室內分析其內之害蟲。因誘捕蟲數過多，故將袋內蟲體取出，先置於 50℃ 烤箱中，烘烤 24 小時後，取出排除雜物後秤重，並隨機取出其中 0.1 g，檢查與記錄其中之害蟲種類及數量，再以原袋內重量換算誘得總蟲數，共三重複。

- (二) 進口糙米倉以燈光誘捕器調查稻穀積穀害蟲之消長：分別在農糧署樹林政府倉 1 號倉、南投市農會倉庫 10 號倉及溪湖鎮農會倉庫 1 號倉架設燈光誘捕器四具吊

表一 在穀袋內取樣方式調查草屯鎮農會與南投市農會二處稻穀倉庫在貯藏期之害蟲發生量
Table 1. Numbers of pests sampled from bagged rough rice stored in Caotun and Nantou

Species	Mean no. of insects/kg of rough rice ¹⁾	
	Caotun No. 5	Nantou No. 5
<i>Rhyzopertha dominica</i>	82.8 a	151.0 a
<i>Sitophilus oryzae</i>	82.4 a	42.4 b
<i>Tribolium castaneum</i>	6.8 b	1.7 de
<i>Lophocateres pusillus</i>	13.6 b	15.0 cd
<i>Latheticus oryzae</i>	0.3 b	0.2 e
<i>Cryptolestes pusillus</i>	10.9 b	16.8 c
<i>Oryzaeophilus surinamensis</i>	16.6 b	7.6 cde
<i>Sitotroga cerealella</i>	26.5 b	5.3 cde
<i>Liposcelis divinatorius</i>	1.1 b	0.3 e
<i>Tyrophagus putrescentiae</i>	0.5 b	3.7 de

¹⁾ Means within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Fisher's least significant difference test.

掛於貯藏倉庫進倉口左右端各二具，平均約 25 坪架設一個燈光誘捕器。每兩週將舊網袋取下，更換成新網袋，再將舊網袋帶回室內分析其內之害蟲。

(三) 以燈光誘捕方式調查碾米環境之害蟲族群消長：分別於霧峰農會、南投市農會及草屯農會之碾米環境吊掛四具燈光誘捕器，每兩週將舊網袋取下，更換成新網袋，再將舊網袋帶回室內分析其內之害蟲。

(四) 以燈光誘捕方式調查空倉環境之害蟲族群消長：分別於溪湖鎮農會 1 號倉、南投市農會 5 號倉及南投市農會 10 號倉於穀物清倉後，持續以燈光誘捕器繼續進行害蟲誘捕。每兩週將舊網袋取下，更換成新網袋，再將舊網袋帶回室內分析其內之害蟲。

統計分析

各處理各種害蟲數量間之差異性，係以最小顯著差異法 (Fisher's Least Significant Difference, LSD) 進行統計分析，顯著水準為

5%。

結 果

國產稻穀倉袋內稻穀害蟲及燈光誘捕害蟲調查

針對稻穀貯藏倉在貯藏期間之害蟲相及發生量，於稻穀進倉半年後開始進行調查，地點為草屯鎮農會 5 號倉及南投市農會 5 號倉，期間約一年，調查穀袋內之害蟲種類及平均蟲數，如表一。兩倉所調查到的害蟲種類相同，共有 10 種，分別為穀蠹、米象 (*Sitophilus oryzae* (L.))、麥蛾、擬穀盜 (*Tribolium castaneum* (Herbst))、暹羅穀盜 (*Lophocateres pusillus* Klug)、長首穀盜 (*Latheticus oryzae* Waterhouse)、角胸粉扁蟲 (*Cryptolestes pusillus* Schonherr)、鋸胸粉扁蟲 (*Oryzaeophilus surinamensis* (L.))、茶蛀蟲 (*Liposcelis divinatorius* Müller) 及腐食酪蠹 (*Tyrophagus putrescentiae* (Schrank))。在草屯鎮農會 5 號倉以穀蠹與米象數量最多，與其他害蟲在數量有顯著性差

表二 以燈光誘捕器方式調查草屯鎮農會與南投市農會二處稻穀倉庫在貯藏期之害蟲發生量

Table 2. Number of pests trapped by light traps in the rough rice stored in the warehouses of Caotun and Nantou

Species	Mean no. of insects/trap/two weeks ¹⁾	
	Caotun No. 5	Nantou No. 5
<i>Rhyzopertha dominica</i>	13,807.0 a	66,650.0 a
<i>Sitophilus oryzae</i>	53.0 c	328.0 b
<i>Tribolium castaneum</i>	169.0 c	65.0 b
<i>Latheticus oryzae</i>	822.0 bc	0.2 b
<i>Ahasverus advena</i>	2.0 c	0.4 b
<i>Cryptolestes pusillus</i>	880.0 bc	56.0 b
<i>Oryzaephilus surinamensis</i>	0.2 c	0.3 b
<i>Carpophilus dimidiatus</i>	0.2 c	0.1 b
<i>Araecerus fasciculatus</i>	0.3 c	0.1 b
<i>Cadra cautella</i>	151.0 c	638.0 b
<i>Sitotroga cerealella</i>	1,975.0 b	5,993.0 b
<i>Corcyra cephalonica</i>	76.0 c	2.0 b

¹⁾ Means within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Fisher's least significant difference test.

表三 在穀袋內取樣方式調查三處進口糙米倉庫在貯藏期之害蟲發生量

Table 3. Number of pests sampled from imported brown rice stored in three rice storage facilities

Species	Mean no. of insects/kg of imported brown rice ¹⁾		
	Shulin No. 1	Nantou No. 10	Sihu No. 1
<i>Rhyzopertha dominica</i>	0.4 c	3.3 b	1.4 c
<i>Sitophilus oryzae</i>	37.7 b	5.1 b	2.8 c
<i>Tribolium castaneum</i>	0.9 c	1.8 b	0.3 c
<i>Ahasverus advena</i>	5.8 bc	--	42.9 a
<i>Cryptolestes pusillus</i>	72.8 a	0.7 b	27.4 b
<i>Oryzaephilus surinamensis</i>	4.5 bc	1.0 b	2.2 c
<i>Lasioderma serricorne</i>	--	--	0.2 c
<i>Tyrophagus putrescentiae</i>	--	1.2 b	--
<i>Cadra cautella</i>	1.6 c	34.2 a	11.8 c
<i>Sitotroga cerealella</i>	0.7 c	5.6 b	0.1 c

¹⁾ Means within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Fisher's least significant difference test.

異，在南投市農會 5 號倉則以穀蠹數量最多，米象其次，而與其他害蟲亦有顯著性差異。

相同之稻穀倉環境同時架設燈光誘捕器，進行害蟲族群消長監測，兩穀倉害蟲發生種類及平均蟲數如表二，結果共調查到 12 種害蟲。害蟲種類與袋內取樣者相似，其中暹羅穀盜、茶蛀蟲及腐食酪蠹等 3 種害蟲未出現

於燈光誘捕器中，但新增 5 種害蟲，分別為粉斑螟蛾 (*Cadra cautella* (Walker))、外米綴蛾 (*Corcyra cephalonica* Stainton)、背圓粉扁蟲 (*Ahasverus advena* (Waltl))、米露尾蟲 (*Carpophilus dimidiatus* (Fabricius)) 及長角象鼻蟲 (*Araecerus fasciculatus* (De Geer))。二調查穀倉，燈光誘捕結果，均以穀

表四 以燈光誘捕器方式調查三處進口糙米倉庫在貯藏期之害蟲發生量

Table 4. Number of pests trapped by light traps in three warehouses storing imported brown rice

Species	Mean no. of insects/trap/two weeks ¹⁾		
	Shulin No. 1	Nantou No. 10	Sihu No. 1
<i>Rhyzopertha dominica</i>	2.2 b	2,343.0 a	261.0 b
<i>Sitophilus oryzae</i>	1.0 b	14.8.0 b	2.5 b
<i>Tribolium castaneum</i>	7.5 b	56.1 b	52.6 b
<i>Latheticus oryzae</i>	--	--	13.3 b
<i>Ahasverus advena</i>	215.0 b	1.1 b	10,508.0 a
<i>Cryptolestes pusillus</i>	20,984.0 a	32.1 b	1,622.0 b
<i>Carpophilus dimidiatus</i>	11.8 b	21.9 b	114.0 b
<i>Araecerus fasciculatus</i>	6.6 b	45.9 b	1.5 b
<i>Cadra cautella</i>	766.0 b	525.0 b	97.3 b
<i>Sitotroga cerealella</i>	0.9 b	477.0 b	29.1 b

¹⁾ Means within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Fisher's least significant difference test.

蠹誘捕數量最多，且與其他害蟲有顯著性差異；而袋內取樣調查主要危害之米象，以燈光誘到之數量卻相對為少。

進口糙米倉倉袋內稻穀害蟲及燈光誘捕害蟲調查

針對進口糙米倉在貯藏期間之害蟲相及發生量，於糙米進倉半年後開始進行調查，地點為樹林政府倉 1 號倉、南投市農會 10 號倉及溪湖鎮農會 1 號倉，期間約半年。在三倉中所調查到的害蟲種類類似，共有 12 種，分別為穀蠹、米象、擬穀盜、背圓粉扁蟲、角胸粉扁蟲、鋸胸粉扁蟲、茶蛀蟲、腐食酪蟻、煙甲蟲 (*Lasioderma serricorne* (Fabricius))、弧背標本蟲 (*Gibbium psyllodes* (Czenpinski))、麥蛾及粉斑螟蛾。三倉中所得進口糙米袋內害蟲種類及平均蟲數，如表三，樹林政府倉 1 號倉主要害蟲為角胸粉扁蟲，其次為米象。南投市農會 10 號倉主要以粉斑螟蛾最多，溪湖鎮農會 1 號倉則以背圓粉扁蟲數量最多，角胸粉扁蟲其次，與其他害蟲在數量上有顯著性差異。

進口糙米倉以燈光誘捕進行害蟲族群消長監測，共調查到 15 種害蟲。害蟲種類與袋內取樣調查相似，在燈光誘捕器未發現弧背標本蟲、茶蛀蟲及腐食酪蟻等 3 種害蟲，但新增 6 種害蟲，分別為長首穀盜、米露尾蟲、長角象鼻蟲、藥材甲蟲 (*Stegobium paniceum* L.)、外米偽步行蟲 (*Alphitobius diaperinus* L.) 及褐帶黑鯉節蟲 (*Attagenus gloriosae* (Fabricius))。進口米倉以燈光誘捕之害蟲種類及平均蟲數，如表四，在樹林政府倉 1 號倉以角胸粉扁蟲誘捕數量最多，南投市農會 10 號倉則以穀蠹數量最多，溪湖鎮農會 1 號倉以背圓粉扁蟲數量最多，均與其他害蟲在數量上有顯著性差異。

以燈光誘捕方式調查碾米環境之害蟲族群消長

針對碾米環境之害蟲相，以燈光誘捕進行害蟲族群消長監測，共調查到 20 種害蟲，分別為穀蠹、米象、擬穀盜、麥蛾、粉斑螟蛾、外米綴蛾、背圓粉扁蟲、角胸粉扁蟲、鋸胸粉扁蟲、長首穀盜、煙甲蟲、米露尾蟲、長角象

表五 以燈光誘捕器方式調查三處碾米環境之害蟲發生量
Table 5. Number of pests trapped by light traps in rice milling areas

Species	Mean no. of insects/trap/two weeks ¹⁾		
	Wufeng	Nantou	Caotun
<i>Rhyzopertha dominica</i>	8.8 c	2,609.0 a	152.0 bc
<i>Sitophilus oryzae</i>	0.1 c	1.4 b	2.6 c
<i>Tribolium castaneum</i>	6.0 c	21.0 b	71.6 bc
<i>Latheticus oryzae</i>	0.6 c	--	16.9 c
<i>Ahasverus advena</i>	58.8 a	--	0.5 c
<i>Cryptolestes pusillus</i>	29.4 b	23.5 b	7.9 c
<i>Carpophilus dimidiatus</i>	0.8 c	0.6 b	2.6 c
<i>Cadra cautella</i>	17.3 bc	5.6 b	213.0 b
<i>Sitotroga cerealella</i>	56.9 a	481.0 b	739.0 a
<i>Corcyra cephalonica</i>	7.8 c	10.6 b	65.2 bc

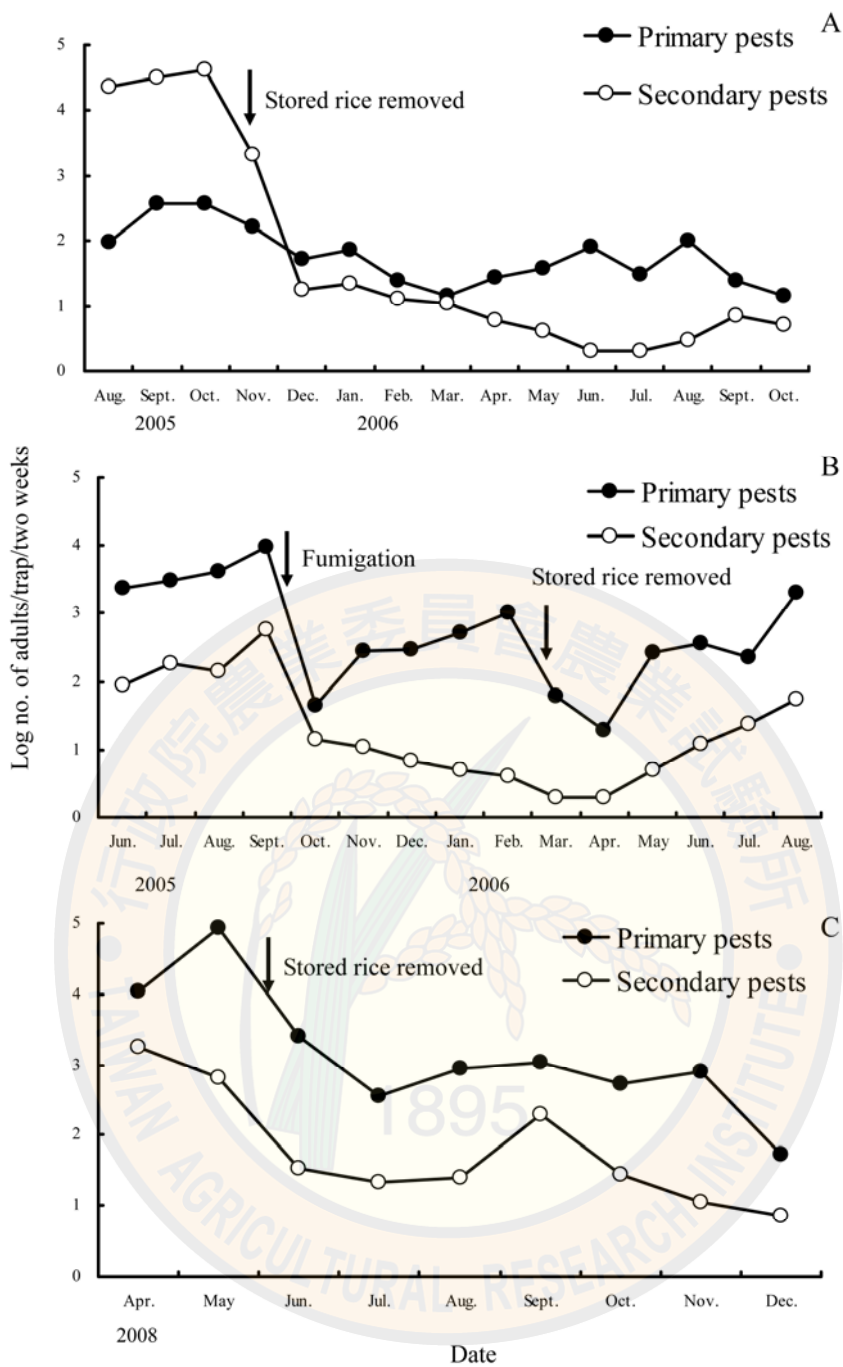
¹⁾ Means within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Fisher's least significant difference test.

鼻蟲、印度姬擬穀盜 (*Coleopalorus foveicollis* (Blair))、褐帶黑鯉節蟲、褐蕈甲蟲 (*Cryptophilus integer* (Heer))、黃色小蕈蟲 (*Typhaea stercorea* (L.))、波紋鯉節蟲 (*Dermestes undulatus* Brahm)、白帶圓鯉節蟲 (*Anthrenus oceanicus* F.) 及三星穀盜 (*Psammocus triguttatus* Reitter)。三處碾米環境之害蟲種類及平均蟲數如表五，霧峰鄉農會之碾米環境為封閉式，因此誘捕數量最少，其中以背圓粉扁蟲及麥蛾誘捕數量最多。南投市農會與草屯鎮農會之碾米環境均為開放式，誘捕數量相對較高，其中南投市農會碾米環境以穀蠹數量最多，所誘得之穀蠹數量甚至高於相鄰之進口糙米倉 10 號倉。草屯鎮農會碾米環境則以麥蛾數量最多，粉斑螟蛾其次。

以燈光誘捕方式調查空倉環境之害蟲族群消長

為瞭解穀倉於清倉後害蟲密度的變化，分別於溪湖鎮農會進口糙米 1 號倉、南投市農會進口糙米 10 號倉及南投市農會稻穀 5 號

倉持續以燈光誘捕方式進行害蟲監測，每月害蟲資料為兩次雙週誘捕量之平均值，整理如圖一。所調查之害蟲簡要依取食特性分為兩類，穀蠹、米象、擬穀盜、麥蛾、粉斑螟蛾及外米綴蛾歸類為初級害蟲，其餘害蟲歸類為次級害蟲。溪湖鎮農會進口糙米 1 號倉在 2005 年 10 月 28 日清倉後，大量發生之次級害蟲，即明顯降低，而少量發生之初級害蟲，數量亦未明顯變化。南投市農會進口糙米 10 號倉在 2005 年 9 月 7 日因初級害蟲大量發生而燻蒸，蟲數即明顯下降。但因倉庫緊鄰稻穀倉，尚貯藏 2004 年第 1 期硬稻，初級害蟲密度經兩個月後又逐漸增高，而次級害蟲並未同時增高。在 2006 年 3 月 8 日進行清倉，初級害蟲密度再次降低，但環境仍未改變，導致初級害蟲密度經三個月後再度逐漸增高，次級害蟲亦隨之增高。南投市農會稻穀 5 號倉於 2008 年 6 月 2 日進行清倉後，初級及次級害蟲即明顯下降，且周遭僅 3 號倉尚存少量稻穀，因此初級及次級害蟲密度經 6 個月均未有明顯增加趨勢。



圖一 稻穀或進口糙米三處穀倉在貯藏清倉後之初級害蟲與次級害蟲密度消長。A：溪湖鎮農會進口米倉；B：南投市農會進口米倉；C：南投市農會稻穀倉。

Fig. 1. Population fluctuations of stored-product insects in three storehouses infesting rough or imported brown rice. A: Sihu No.1 imported brown rice bin; B: Nantou No.10 imported brown rice bin; C: Nantou No.5 rough rice bin.

討 論

公糧稻穀之蟲害防治偏重於農藥防治，雖處理方便及價格便宜，但卻容易在長久施用後使害蟲產生抗藥性，現今主要防治藥劑第滅寧自 2002 年推薦使用後，未來亦可能發生抗藥性類似現象。另外，進口糙米自 2002 年開放進口後，當害蟲嚴重發生時，主要以磷化鋁進行燻蒸防治。燻蒸後持續監測貯藏倉之害蟲密度，發現部分倉庫最快在開倉後半個月即發現害蟲發生，比一般倉庫在燻蒸後約 2~3 個月陸續發現害蟲危害提早 (Yao *et al.*, 2009)。其原因可能為鄰近倉庫之蟲源侵入或倉體內原有害蟲於燻蒸時未完全滅絕或部分積穀害蟲對燻蒸劑已逐漸產生抗藥性 (Park *et al.*, 2008)。因此利用部分害蟲對燈光之趨性，開發燈光誘捕害蟲之防治技術，將可避免害蟲對不同類型藥劑產生抗藥性之難題，亦可降低藥劑之使用頻率。

由本次稻穀貯藏倉袋內之害蟲調查監測結果顯示，害蟲相與往年調查結果類似，仍以穀蠹為最優勢種，但比率上已從 1992 年佔總害蟲數之 74.9% 下降至 61.6%，而米象數量卻明顯增加，其中草屯鎮農會 5 號倉之米象佔總害蟲數甚至從以往之 4.8% 提升至 34.2% (Yao and Lo, 1992)。Hung and Peng (1985) 曾指出穀粒穎殼破損程度與米象的引誘性成正比關係。近年稻穀在收割後常以濕穀進倉，經穀物乾燥中心烘乾後再進行貯藏，因乾燥及輸送流程均透過螺旋運轉方式，常導致稻穀之破損率提升，可能是導致米象族群在稻穀倉明顯提升之原因。且米象之內在增殖力高且危害能力甚強 (Hsieh *et al.*, 1980)，未來針對米象的防治應特別留意。

稻穀貯藏倉以燈光誘捕器進行害蟲族群消長監測，其害蟲相與袋內結果大致類似，其

中穀蠹、麥蛾及角胸粉扁蟲誘捕數量大致與袋內取樣量之比例相似，均以穀蠹數量最多，可達 76.9% 以上，其次為鱗翅目之麥蛾。Peng (1984) 以燈光誘捕器在稻穀倉調查結果以長首穀盜數量最多，穀蠹其次，而麥蛾之數量則甚少。Tzeng *et al.* (2006) 以黑光燈調查穀倉害蟲，誘捕數量則以穀蠹最高 (99%)，其次為麥蛾、角胸粉扁蟲、擬穀盜。本次調查因袋內長首穀盜發生率甚低 (0.1%)，但以燈光誘捕數量卻可達 4.6%。由整體誘捕結果顯示燈光對穀蠹、麥蛾、角胸粉扁蟲及長首穀盜有極佳誘捕效果，但相對有部分害蟲可能因其生活習性關係，燈光誘捕效果則不佳，如草屯鎮農會 5 號倉，米象數量與穀蠹約佔 34.2%，但誘捕數量僅佔 0.3%。另外燈光亦無法誘捕到暹羅穀盜、茶蛀蟲及腐食酪蟻，這 3 種害蟲均喜於穀物表層活動，且均不善或無法飛行，導致燈光誘捕不佳。

在進口糙米倉袋內害蟲相部分，其結果與農糧署後送進行監測之結果類似 (Yao *et al.*, 2009)，均以米象、粉斑螟蛾、角胸粉扁蟲或背圓粉扁蟲為發生最嚴重之害蟲。其中粉斑螟蛾及背圓粉扁蟲並未在稻穀倉袋內發現，可能與其取食特性相關，因粉斑螟蛾主要取食稻穀之糊粉層部分，而背圓粉扁蟲則喜取食霉菌或粉屑，因此稻穀倉較不適合其繁殖生長。另外，在南投市農會進口糙米 10 號倉之弧背標本蟲，數量不多且成蟲行動遲緩，其他稻穀倉亦從未發現，因此推測此蟲應屬境外移入可能性較大。以燈光進行害蟲監測，其害蟲相亦大致與袋內取樣類似，誘捕效果亦以穀蠹、粉斑螟蛾、角胸粉扁蟲及背圓粉扁蟲效果較佳，對米象之誘捕仍然不佳。在南投市農會進口糙米 10 號倉之穀蠹誘捕量達 66.5%，但在袋內發生僅佔 6%，因此可能受緊鄰之稻穀倉穀蠹族群影響所致。而袋內發現之弧背標本蟲，可能

因其數量少且行動遲緩，導致在燈光誘捕調查中未發現。

在碾米環境以燈光誘捕方式監測害蟲的結果顯示，害蟲發生的種類高過稻穀倉及進口糙米倉，而害蟲數則與稻穀倉及進口糙米倉類似。其中霧峰鄉農會碾米環境為封閉式，在害蟲誘捕數量明顯較少。另外南投市農會及草屯鎮農會碾米環境屬開放環境，害蟲誘捕數量就明顯增多，甚至南投市農會碾米環境所誘得之穀蠹尚超過進口糙米倉，推測其主要蟲源應來自附近之稻穀倉。由三處農會碾米環境之誘捕結果，可發現大部分害蟲可暫棲於碾米環境，若不時常清理，可能影響其他穀倉，因此針對碾米環境之害蟲防除，應特別留意。

穀倉在清倉後之空倉環境，以往甚少留意或防治，由本次調查結果顯示，當空倉附近亦無其他貯藏穀倉時，害蟲誘捕數量在清倉後即明顯下降，如溪湖鎮農會 1 號進口糙米倉及南投市農會 5 號稻穀倉。但南投市農會 10 號進口糙米倉在貯藏期間因害蟲為害嚴重，進行燻蒸處理，但在燻蒸後二個月其主要害蟲即明顯增加，甚至在清倉後主要害蟲亦在三個月內快速增加，推測其主要害蟲快速增加可能受其鄰近之 5 號倉持續貯藏稻穀之影響。由三處之調查結果發現空倉內之害蟲量與周遭穀倉之貯藏有密切相關，且其倉體內因清倉後尚餘之殘穀，使害蟲仍有繁殖生存空間，可能成為未來新穀入倉時主要污染源。因此為避免新穀進倉後，害蟲快速繁殖而造成為害，進倉前之空倉害蟲防治，應一併納入規劃，才能真正提升穀倉之蟲害防治果效。

以往運用燈光誘捕器，主要作為害蟲種類調查或族群消長監測，本次以燈光誘捕方式作為防治技術，在各類型倉庫之害蟲調查結果，顯示大部分主要害蟲，穀蠹、粉斑螟蛾等確實易受燈光誘捕。然而未來利用燈光誘捕技術，

仍需探討單位面積與燈光誘捕器，最經濟的吊掛數量，並進一步探討各種害蟲之最佳誘捕光波，設計誘捕積穀害蟲專用之燈光誘捕器，將可提升稻穀倉及進口糙米在貯藏期害蟲防治效果，亦可減少藥劑使用量，不只提供更安全之防治選項。而針對燈光誘捕效果不彰之主要害蟲米象，亦需要研發其他防治方法，如費洛蒙誘引，以相輔相成達到最佳之綜合防治成效。

誌 謝

本研究進行期間承蒙農糧署各分署檢驗人員及各農會管倉人員協助取樣，以及本組李奇峰博士協助害蟲鑑定及李錦霞小姐協助調查；文成後，復承本所應用動物組陳健忠博士不吝撥冗斧正，謹此一併致謝。本研究受農業試驗所計畫 (96 農科-11.3.2-農-C1(2)) 及農糧署計畫經費 (95 農基金-1.1-糧-05) 補助。

引用文獻

- Fletcher, L. W., and J. S. Long. 1973. Evaluation of an electric grid light trap as a means of sampling populations of the cigarette beetle. *Tobacco Sci.* 17: 37-39.
- Hsieh, F. K., L. M. Hung, S. S. Kao, and S. L. Hus. 1980. Estimates of losses of stored rice caused by insects. *Plant Prot. Bull.* 22: 385-395. (in Chinese)
- Howe, R. W. 1965. A summary of estimates of optimal and minimal conditions for population increase of some stored products insects. *J. Stored Prod. Res.* 1: 177-184.

- Hung, C. C., and W. K. Peng.** 1985. The attractancy of rice kernels with different degrees of damage on husk to rice and maize weevil. *Chinese J. Entomol.* 5: 31-36. (in Chinese)
- Kao, S. S., and C. C. Tzeng.** 1992. A survey of the susceptibility of rice moth (*Corcyra cephalonica*) and angoumois moth (*Sitotroga cerealella*) to malathion and phoxim. *Chinese J. Entomol.* 12: 239-245. (in Chinese)
- Park, B. S., B. H. Lee, T. W. Kima, Y. L. Renc, and S. E. Lee.** 2008. Proteomic evaluation of adults of *Rhyzopertha dominica* resistant to phosphine. *Environ. Toxicol. Pharmacol.* 25: 121-126.
- Peng, W. K.** 1984. Population changes of stored-product insects in warehouses of bagged rice and the effect of phoxim treatment on the population suppression. *Phytopathol. Entomol. NTU* 11: 105-114. (in Chinese)
- Papadopoulou, S., and C. Buchelos.** 2002. Comparison of trapping efficacy for *Lasioderma serricorne* (F.) adults with electric, pheromone, food attractant and control-adhesive traps. *J. Stored Prod. Res.* 38: 375-383.
- Ryoo, M. I., and H. W. Cho.** 1992. Feeding and oviposition preferences and demography of rice weevil (Coleoptera: Curculionidae) reared on mixtures of brown, polished, and rough rice. *Environ. Entomol.* 21: 549-555.
- Tzeng, C. C., W. K. Peng, and S. S. Kao.** 2006. Survey of insect populations in stored rice with blacklight-blue fluorescent light trap. *Plant Prot. Bull.* 48: 297-309. (in Chinese)
- Wang, S. C., F. Sun, and T. Y. Ku.** 1982. Effect of insecticides on the resistance and the reproductive rate in maize weevil (*Sitophilus zeamais* Motschulsky). *Plant Prot. Bull.* 24: 143-151. (in Chinese)
- Yao, M. C., and K. C. Lo.** 1992. Insect species and population densities in stored japonica rice in Taiwan. *Chinese J. Entomol.* 12: 161-169. (in Chinese)
- Yao, M. C., and K. C. Lo.** 1994. Phoxim resistance in *Rhyzopertha dominica* Fabricius in Taiwan. *Chinese J. Entomol.* 14: 331-341. (in Chinese)
- Yao, M. C., and K. C. Lo.** 1995. Phoxim resistance in *Sitotroga cerealella* Olivier in Taiwan. *J. Agric. Res. China* 44: 166-173. (in Chinese)
- Yao, M. C., and K. C. Lo.** 2000. Evaluation of deltamethrin and phoxim dust mixed with bagged rough rice for control of storage insects. *Chinese J. Entomol.* 20: 255-266. (in Chinese)
- Yao, M. C., K. H. Lu, Y. T. Wang, and C. Y. Lee.** 2007. Population fluctuations of insect pests of garlic bulbs (*Allium sativum* L.) in storehouses monitored with light traps and yellow sticky cards. *Plant Prot. Bull.* 49: 171-185. (in Chinese)
- Yao, M. C., C. Y. Lee, and K. H. Lu.** 2009.

Survey and monitoring of insect and
mite pests in imported rice. J. Taiwan
Agric. Res. 58: 17-30. (in Chinese)

收件日期：2009年8月10日

接受日期：2009年9月26日



Varieties and Population Fluctuations of Stored-product Insects in Various Rice-Storage Facilities Monitored with Light Traps

Me-Chi Yao¹, Chi-Yang Lee¹, En-Cheng Yang², and Kuang-Hui Lu^{3*}

¹ Applied Zoology Division, Agricultural Research Institute, Council of Agriculture, Wufeng, Taichung County 41362, Taiwan

² Department of Entomology, National Taiwan University, Taipei City 10617, Taiwan

³ Department of Entomology, National Chung Hsing University, Taichung City 40227, Taiwan

ABSTRACT

Most stored-product insects excel at flight, are phototactic, and frequently hide in the dead spaces of storage facilities, rice-milling areas or vacant warehouses, which provide the possibility to reinvade new stored products. In Taiwan, stored-product insects in warehouses storing local rice and imported brown rice are usually controlled with the application of chemicals. The aim of this work was to survey the variety and the population fluctuation of stored-product insects using light traps in various rice storage facilities, rice-milling areas, and vacant warehouses. The survey results showed that in rice storage facilities, 10 species were found by direct sampling in the bagged rice, and *Rhyzopertha dominica* and *Sitophilus oryzae* were found to be the dominant species. At the same time, 12 species were captured by light traps. In the imported brown rice warehouses, 12 species were found by direct sampling in the bagged rice, and there the dominant species were *Cadra cautella*, *Ahasverus advena*, and *Cryptolestes pusillus*. At the same time, 15 species were captured by light traps. Except for *Sitophilus oryzae*, the light traps showed very high efficacy of trapping other key insects. In rice-milling areas, 20 species were trapped by light traps. The numbers of trapped insects in the rice-milling areas were higher than the numbers of insects trapped in the nearby imported brown rice warehouses. The numbers of insects trapped in the open rice-milling areas were significantly higher than those trapped in the closed rice-milling areas. In a vacant storehouse, the numbers of trapped insects decreased significantly and were correlated with the insect densities of nearby storehouses with stored products. In conclusion, it should be noted that most of these key pests can fly and are attracted to light. The trapping efficacy for *R. dominica* and *Sitotroga cerealella* was much higher than for *S. oryzae* and *Lophocateres pusillus*. These results suggest that a light trap could be an effective device to lower the densities of insect pests in all types of rice storage facilities and rice-milling areas. It is certainly worth to be applied to control stored-product insects in order to reduce the use of chemical insecticides.

Key words: stored-product insects, rough rice, imported rice, light trap, rice-milling area

* Corresponding email: khlu@dragon.nchu.edu.tw