

植物隱匿性害蟲入侵可能途徑與檢測之簡介

楊曼妙、楊正澤、楊恩誠

中興大學昆蟲學系

前言

多數昆蟲體型細小，很容易隱藏在輸出入的農產品裡，在檢疫過程中易被忽略。一般而言，在執行昆蟲防檢疫工作時，比較容易檢出大型易見之害蟲或具有明顯受害徵狀之農產品，對於體積較小或是隱匿性的害蟲則不易檢出，然而此類昆蟲可能造成的為害並不會因為體型的細小或潛藏不顯而減少。尤其現今世界各國農產品交易頻繁，在農業或相關經濟植物輸出入過程中，若有害蟲潛藏其中，即可能因此而散播、入侵，造成防疫檢疫上的漏洞。本文針對植物隱匿性害蟲入侵的可能途徑與檢測方法，作一簡介，希望能藉此提供相關資訊與引起注意，進一步有效提升檢疫害蟲的把關工作。

外來種的問題

所謂外來種指的是一個物種(species)、亞種(subspecies)或是更低階層的生物，出現在其自然分布與可擴散範圍以外的地區，對這些地區而言此生物即是外來種，而其生物體的部分或繁殖體可能存活及繁殖於此新區域(IUCN, 2000)。外來種生物的問題是近年來世界各國都極為關注的議題，目前更形成專門研究主題，而有“invasive biology”與“bioinvasion”等專有名詞的出現(Bright, 1998)，可見其受重視之程度。如此發展的原因，一方面來自於人們對於環境生態與生物多樣性保育問題的重視，另一方面確實是因為外來種已經造成許多地區的嚴重禍害，台灣地區的福壽螺問題是存在已久且經常被討論的例子，最近更因火蟻事件引起關注，媒體並以專題形式做系列的外來種入侵報導，堂堂列出“三十大外來種”(卓與汪, 2004)，從無脊椎動物的入侵紅火蟻、松材線蟲、中國梨木蝨、白輪盾介殼蟲、水稻象鼻蟲、福壽螺、美國鰲蝦、綠殼菜蛤；到脊椎動物的牛蛙、亞洲錦蛙、多線南蜥、巴西龜、鱧龜、沙氏變色蜥、眼鏡凱門鱷、埃及眼鏡蛇、鳳頭鸚鵡、八哥、大陸畫眉、琵琶鼠、食人魚、泰國鱧、珍珠石斑、緬甸小鼠；

乃至植物中的布袋蓮、小花蔓澤蘭、銀合歡、大花咸豐草、豬草；甚至微生物如 SARS 等等。

台灣屬於小型島嶼，所擁有的獨特生態系相對於大陸型國家是很敏感與脆弱的，很容易受到外來物種的衝擊而影響(顏，2000)。

外來種的引入，可能包含蓄意與非蓄意的原因(顏，2000)。蓄意的引入，包括合法與非合法之途徑，因為食物、娛樂、生物防治、科學研究、甚或偷渡等種種因素而促成。至於非蓄意引入則防不勝防，通常暗藏在合法的交通工具及輸入的生物或非生物商品中挾帶進入。

一般而言，外來種進入非自然分布地後，由於對於新環境的不適應，通常難以立足。然而，如果引入的新環境適合其存活，則往往造成嚴重的衝擊，這種衝擊的主要原因在於新環境中的各種生物與其關係未建立，沒有具抑制族群的天敵等因子，則原有的生態平衡遭到破壞。外來種帶來的影響包括掠食原生種、與原生種競爭造成排擠效應、傳染疾病或寄生生物、與原生種雜交、破壞原有生態系的結構，從而造成經濟損失。

由於外來種入侵所造成的衝擊無遠弗屆，一旦立足則後果不堪設想，防範於未然遠比亡羊補牢重要。因此加強此方面的認知與有效偵測是最重要的部分。

植物隱匿性害蟲的基本特性與可能之傳播途徑

貿易運輸的農產品中，植物佔絕大多數，可能是植物的全株(如青菜、苗木等)或部分(如水果、切花等)，而不論是新鮮活體或乾燥品都可能有蟲害發生。在此所謂植物隱匿性害蟲，泛指一般躲藏在植物內的害蟲，不易由表面發現。其躲藏方式可能是蟲體潛藏在植物組織內部，或是隱藏在組織之間的空隙中。其實將自己隱藏，不致被天敵發現，本身就是昆蟲的適應徵象，因此在防檢疫過程中，不論害蟲體型大小，都可能因為藏身得當，而未被發覺。如果再加上蟲體細小的因素，則更增加檢測的困難。

至於蟲體隱藏的時期，可能是生活史中各個時期，諸如卵期、幼蟲期、蛹期或成蟲期，隨各類昆蟲的習性而異。其中卵期特別細小透明，若隱藏於植物組織中或是受到其他物質包覆，則更難被查覺(楊與楊，2003)。例如多數木蝨、飛蝨、浮塵子之類的農作物害蟲的卵，幾乎都在 1 公厘以下，且經常部份或全部插入植物組織中(圖一)，具有固著以及吸收植物體水分的作用，則即使環境乾燥致使水分散失，卵仍得以吸收水分維持生存，此情

形將增加經卵傳播害蟲的存活機率。有些雙翅目昆蟲長形的卵一端具有呼吸管，雌蟲產卵時將卵插入水果內，僅留短短的呼吸管於外，作為卵與外界氣體交換之用(Hinton, 1970)，芒果上的果實蠅(*Anastrepha fraterculus*)卵即是一例(Murillo and Jirón, 1994)。

許多昆蟲幼期會生活在隱密的空間。以木蟲為例(圖一、二)，即使是自由生活的種類，可能會藏匿於葉組織或芽間，檢視時往往需要撥開萼片或外圍葉片才能看到蟲體，這幾年嚴重危害台灣梨園的中國梨木蟲，即可能是隱藏於走私的接穗間而傳入中部梨園。部份木蟲會形成蟲癭，將自己身體的一部份或全部隱入植物體中，因此由外表根本不易察覺有蟲體存在，例如取食象牙木的木蟲若蟲，體呈半圓形，腹部下突，背部平整貼入其刺激植物葉片所形成的凹穴中，若不仔細觀察，往往會忽略。而澀葉榕或大葉楠等植物上的造癭木蟲則完全包被於植物受其刺激所形成的蟲癭組織裡，由外觀完全看不到蟲體，然而若能累積經驗與建立基本資料，則可由形成的固定形狀蟲癭來判別昆蟲的存在。另外，去年底才開始發生的刺桐蟲癭(圖二)，如今已迅速蔓延全省及外島，多種刺桐樹遭受嚴重危害，造癭者為刺桐紬小蜂，是近年來於太平洋及印度洋發現的新種小蜂(Kim et al., 2004; Yang et al. 2004)，其幼蟲鑽入刺桐嫩芽上形成蟲癭，造成植物組織嚴重膨大變形，發育受損甚至死亡。雖然如何發生至今未明，但很可能是隨著進口的園藝苗木帶入。

成蟲期的昆蟲活動力較強，經常是自由生活的，但是有些種類生活於植物內，如蠹蟲於木頭中生活與築巢，若沒有仔細檢視到孔洞，幾乎無法從外觀察覺。

植物隱匿性害蟲之檢測

檢測隱匿性害蟲存在的最重要關鍵，莫過於瞭解待檢測昆蟲的生物學，瞭解其可能潛藏的植物部位、方式與時期，才能針對主要目標進行有效之檢測。

目前針對潛藏害蟲的檢測方式，並未有很完整的一套方法與流程，仍相當仰賴檢測者的經驗與細心查驗。首先可就一般害蟲檢測方式，先針對待檢物的外觀進行檢查，瞭解是否有目標害蟲之取食為害或相關跡象，再進一步依各種方法仔細檢驗是否有夾帶害蟲。歸納現有的害蟲檢測方法(劉, 2000; Semple, 1992)，可以簡單分為目視檢查、化學方法以及物理方法

三大項目。基本上這三大類檢測方法不一定能絕對的劃分，經常是配合使用，且藉由多種方法之綜合，較可達到正確有效的檢測目標。

1. 目視檢查

直接由產品外觀檢測是否有成熟期、幼期或任何發育階段的害蟲於其中，是檢測的第一首要步驟；間接的，也可由危害痕跡、糞便、羽化孔及皮蛻等判斷是否有害蟲潛藏的可能性；有時配合產品的剝切與振動拍打，可以有效檢測如薊馬等害蟲；對微小個體採取鏡檢確認是必要的措施。

農產品檢查對象除了產物本身，還應該涵蓋農產品包裝物、裝載容器、運載工具、墊鋪材料等，許多外來種入侵案例均是由這些相關物品中夾帶，不得不防。

穀類製品受害後密度降低，藉由將取樣的產品浸泡在液體中，或是藉由空氣的浮力，依比重原理可將之分離，因為穀粒受蟲害導致質量變輕，在承載介質中會浮起，挑出後可再做進一步檢視。

另外可以利用過篩檢驗法，根據不同的待檢測物，選用不同孔型與孔徑規格的篩子，針對一定量的抽樣品，以電動或人工迴旋轉動的方式過篩分離後，針對篩上物與篩下物進行檢測，此法主要應用於穀物、油料種子、乾果以及生藥材等所藏匿的害蟲、菌核、雜草種子等。

2. 化學性的方法

化學方法主要為染色檢驗法，直接利用化學藥劑染色，使得待檢測物體明顯易見，染色的對象可針對害蟲的表皮或排泄物，抑或將害蟲藏匿取食的作物進行透化，使得藏身其中的害蟲較易顯現。另有針對雌蟲黏著卵時所分泌的膠質所設計的染劑，可以偵測卵的存在。化學方法還包括溶解或萃取作物中所含之昆蟲物質如尿酸或肌球蛋白等，利用色層分析法及免疫方法來偵測。

舉例而言，穀物害蟲的檢測經常用染色檢驗法(劉，2000)，例如檢查糧穀中的穀象與米象時，可先將樣品浸泡 30°C 水中約 1 分鐘，然後以 1% 錳酸鉀(KMnO₄)染色一分鐘，再進一步以清水洗淨，於解剖顯微鏡下檢查，若有受害將呈現 0.5 mm 左右之黑斑。至於隱藏在豆類之豆象，則可將樣品以 1% 碘化鉀(KI)或 2% 的碘酒染色約 1 至 1.5 分鐘，再移至 0.5% 之氫氧化鈉(NaOH)或氫氧化鉀(KOH)溶液中約 20 至 30 秒，然後取出用清水洗淨，再於放大鏡或解剖顯微鏡下檢查，若豆子有豆象於內危害，將可藉由所呈現約 1~2 mm 直徑的黑色圓點挑出，再進一步作檢查確認。

3. 物理性的檢測方法

物理性的檢測方式包括多項儀器設備之發展與應用，如利用聲波、X 光照射、核磁共振、遠紅外線、二氧化碳代謝量偵測等方式。在此以聲波分析(楊, 1996)與 X 光照射(楊等, 2003)為例做說明。

聲音在許多類的昆蟲是傳遞訊息的重要方式，利用昆蟲發出的聲音來分辨種類、輔助形態分類的例子，在直翅目及同翅目尤多。通常這些聲音對昆蟲本身具有特殊的意義，如求偶、警戒、辨認同巢伙伴等。但昆蟲也可能發出一些沒有特殊意義的聲音，如咀嚼或行走所發出的噪音。這些聲音或許不容易應用於種類鑑定，但可能幫助我們達到偵測其存在的依據。

Webb 等人 (1988a, b) 在佛州的美國農部研究站即利用果實蠅幼蟲等取食所發出的聲音來判別是否有害蟲在水果等農產品中，以作為檢疫之判斷。他們依不同農產品形狀發展出可將其握住或承裝的偵測器材，稱作聲音連結器(acoustical coupler, 圖三)，只要將欲偵測的水果或穀物放置其上，若有害蟲取食，經過放大器即可將噪音傳遞至聲波分析儀及耳機。此法檢驗農產品中的害蟲，不僅免於剖開水果所造成的產品損失，且其敏感度高，甚至可以偵測出果實蠅的初齡幼蟲，這種微小而透明的蟲體通常不易於解剖顯微鏡下找出。

其後的發展包括以壓電感應器(piezoelectric sensor)替代麥克風，建立更敏感、更便宜的系統，並且連接電腦，可以自動偵測出包括穀物間及通常不易偵測到的穀物內害蟲，其所在位置及密度(Shuman et al., 1993)。此外，若將感應器裝置在穀物的儲藏處，可以作長期的自動偵測，而不需要自倉儲中取出穀物查視情形，對於配合市場需求的變動及瞭解穀物品質狀態，決定何者需儘早銷售或處理，有很大的幫助(Hagstrum et al., 1995; Hagstrum and Shuman, 1995)。

至於蛀木昆蟲發出的聲音也被應用於偵測其存在與否以及種類之判定，並且在多年前已商品化。美國科羅拉多州一家公司出品 Insecta-Scope 偵測器，猶如醫生用的聽筒般，將之貼到木屋牆壁等要偵測的木頭上，可由連接的耳機直接來監聽。

以 X 光進行檢疫工作，發展已久。但是應用仍侷限於行李中夾帶非法物質之檢測。至於針對昆蟲等小型生物或蛀食於水果中的害蟲之偵測，則少有再深入的應用。近年來拜科技進步之賜，軟性 X 光之發展增加了此方面應用的可行性。我們於過去一年多來的試驗結果顯示，以 X 光偵測配合影像處理分析確實可以有效地辨識健康與受害水果(楊等, 2003)。受到果實蠅危害的水果，可藉由 X 光影像分析所顯現不均質地果肉密度改變來進行

區辨。尤其梨子等類的水果，其初期受到果實蠅危害後不易經由外表改變而發現，經由 X 光影像分析時清楚地呈現了可供判讀的依據，更加顯現出 X 光偵測技術的優點。目前更進一步與台灣大學生物產業機電工程學系合作研發檢測機器，期能藉由 X 光的透視影像分析技術，發展有效的非破壞性檢測方法，提高檢測效率與減少損失，同時增加客觀性，以達到快速通關與檢疫的目的。

結語

植物隱匿性害蟲入侵的威脅不容忽視，近來入侵紅火蟻問題受到強烈關注，此蟲一旦入侵，所引起的困擾勢將與日俱增，後續的防治等問題相當困難，也將消耗大量的社會成本。如何嚴防害蟲入侵，在第一線即能發現移除，應是大家所期望的最直接有效方法。

參考文獻

- 卓亞雄、汪文豪。2004。外來種犯台實錄。自然生態保育協會與聯合報發行，農委會贊助。79 pp。
- 楊曼妙。1996。害蟲鑑定新技術：生化、電腦及聲波分析技術之應用。植物保護新科技研討會專刊。臺灣省農業試驗所特刊第 57 號。p. 11-22。
- 楊曼妙、楊正澤。2003。植物隱藏性害蟲入侵之可能途徑與檢測—可能經卵傳播之植物害蟲。pp. 121-127。植物重要防檢疫害蟲診斷鑑定研習會專刊（三）。行政院農業委員會動植物防疫檢疫局、國立中興大學昆蟲學系編印。144 頁。
- 楊曼妙、楊恩誠、廖玲秀、吳文彥、陳東明、范姜俊承、洪于善、陳聿泊。2003。X 光偵測植物檢疫害蟲技術之研發。中華植物保護學會民國九十二年年會。(Abstract)
- 劉元明主編。2000。植物檢疫手冊。湖北科學技術出版社。411 pp。
- 顏仁德。2000。外來種與放生問題。2000 生物多樣性保育展望會議，中華民國自然生態保育協會(SWAN)，<http://news.ngo.org.tw/issue/biotech/issuebiotech00111501.htm>。
- Bright, C. 1998. Life out of bounds: bioinvasion in a borderless world. Worldwatch Inst.

- Hagstrum, D. W., and D. Shuman. 1995. Automatic sample inspection and in-bin monitoring of stored-grain insects using acoustical sensors. pp. 207-209. *in* Krischik, V., G. Cuperus, and D. Galliard [ed.] Stored product management. Cooperative extension service, USDA and Oklahoma State University.
- Hagstrum, D. W., P. W. Flinn, and D. Shuman. 1995. Acoustical monitoring of stored-grain insects: an automated system. *in* Highley, E. *et al.* [ed.] Stored product protection. Proceedings of the 6th International Working Conference on Stored-product Protection. April 1994, Canberra, Australia.
- Hinton, H. E. 1970. Insect eggshells. pp. 22-29. *in* Eisner, T., and E. O. Wilson [eds.] The insects: readings from Scientific American. W. H. Freeman and Company. San Francisco.
- IUCN. 2000. IUCN guidelines for the prevention of biodiversity loss caused by alien invasive species. 51st Meeting of the IUCN Council, Gland, Switzerland, Feb. 2000.
- Kim, I. K., G. Delvare, and J. La Salle. 2004. A new species of *Quadrastichus* (Hymenoptera: Eulophidae): a gall-inducing pest on *Erythrina* (Fabaceae). *Journal of Hymenoptera Research*. (In press)
- Murillo, T. and L. F. Jirón. 1994. Egg morphology of *Anastrepha obliqua* and some comparative aspects with eggs of *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae). *Florida Entomologist*, 77: 324-348.
- Semple, R. L. 1992. Inspection and detection methods for storage insect pests (section 6). *in* Semple, R. L., P. A. Hicks, J. V. Lozare, and A. Castermans, [eds.] Towards integrated commodity and pest management in grain storage. (<http://www.fao.org/inpho/vibratory/x0048e/X0048E00.htm>)
- Shuman, D., J. A. Coffelt, and K. W. Vick. 1993. Quantitative acoustical detection of larvae feeding inside kernels of grain. *Journal of Economic Entomology*, 86: 933-938.
- Webb, J. C., C. A. Litzkow, and D. C. Slaughter. 1988a. A computerized acoustical larval detection system. *Applied Engineering in Agriculture*, 4: 268-274.
- Webb, J. C., D. C. Slaughter and C. A. Litzkow. 1988b. Acoustical system to detect larvae in infested commodities. *The Florida Entomologist*, 71:

492-504.

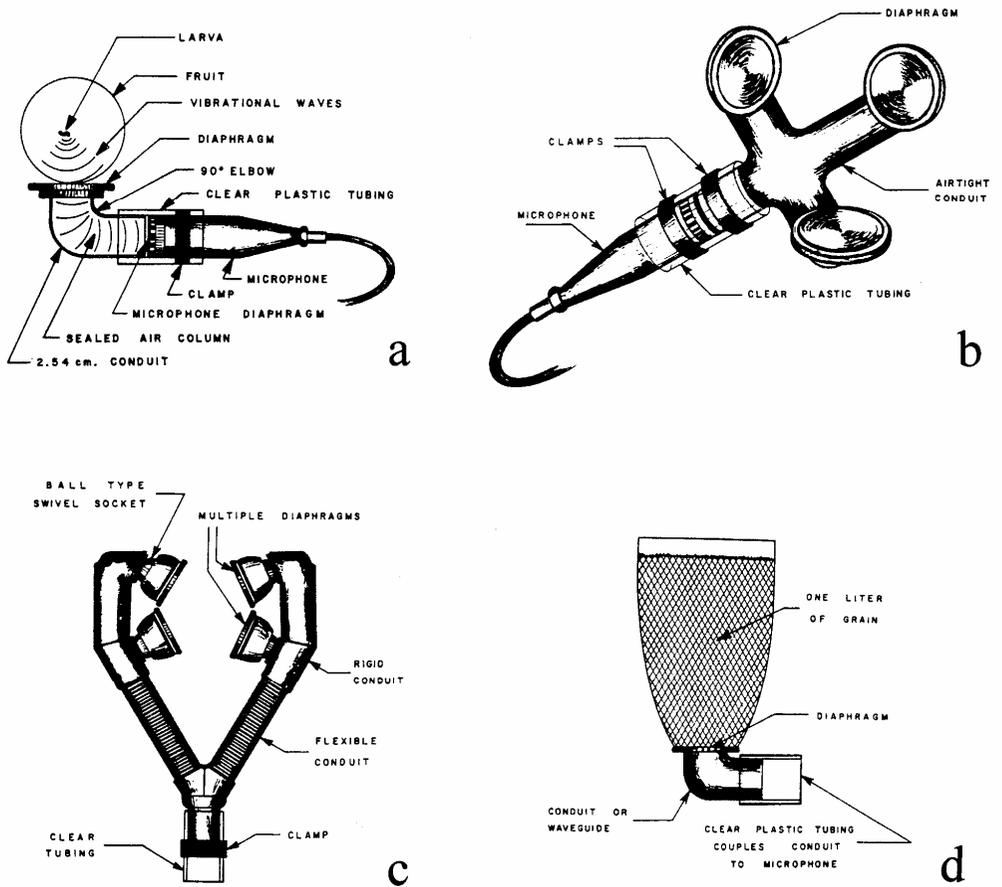
Yang, M. M., G. S. Tung, J. La Salle, and M. L. Wu. 2004. Outbreak of erythrina gall wasp on *Erythrina* spp. (Fabaceae) in Taiwan. *Plant Protection Bulletin* (accepted).



圖一、體型細小的昆蟲極易躲藏。上排左：布滿褐飛蝨若蟲、成蟲的稻苗(樓梅芳攝)；上排右：褐飛蝨產於稻株組織內的卵(樓梅芳攝)；中排左：銀合歡木蝨的卵附著於嫩芽上(吳韋廷攝)；中排右：尤加利木蝨的卵與各齡期若蟲潛藏於嫩芽中(楊曼妙攝)；下排左：梨木蝨若蟲藏身於芽苞內，撥開苞片芳可見其身影(楊曼妙攝)；下排右：梨木蝨卵附著於花苞萼片內側(楊曼妙攝)。



圖二、蟲癭由昆蟲刺激植物形成，造癭昆蟲幼期於其中完成發育。上圖：金氏榕葉片上的錐狀蟲癭(左)剖開後，可見木蠹若蟲於內(右)(楊曼妙攝)；中圖：大葉楠木蠹的若蟲在大葉楠上造的癭(左)及發育成熟後於癭內羽化的成蟲(右)(廖玲秀攝)；下圖：刺桐嫩枝與葉片上的蟲癭(左)，由刺桐釉小蜂所引起(右)(樓梅芳攝)。



圖三、四種聲音連結器(acoustic couplers)，依不同農產品形狀設計，以便將其握住或承裝的偵測器材：(a)用於圓形水果如葡萄柚單臂裝置；(b)用於圓形水果如柳橙的三臂裝置；(c)用於不規則形水果如木瓜及芒果等的設計；(d)用於承載測試的倉儲穀物之設計。(本圖由美國農部佛羅里達研究站 J. C. Webb 提供)