

植物檢疫作業程序標準化概念與害蟲診斷鑑定之關係

楊正澤 路光暉

中興大學昆蟲學系

前言

分類學（taxonomy）是將大量而繁雜的生物依法規命名，系統化，並依其形貌異同、親緣遠近及演化關係，彙同辨異，然後建立其分類系統。一個分類系統好像有條理的檔案櫃，如果給每個生物定命有如編號入櫃，便於溝通，將其建檔便於查尋，盡可能為其他生物學家提供簡便的檢索（key）方法，同時為其他研究領域，如群聚生態學、自然資源調查學等，鑑定物種、辨識分類群、描述形態等提供服務，更進一步利用分類系統之預測價值（predictive value），對相關同類生物之生理、行為及生活習性之研究作合理推論。

外國農產品進口所最要防範的，就是可能藏匿其中的有害生物（如昆蟲、螞蟻、線蟲或植物病原微生物等等）的入侵，進而危害本地的農業及生態環境。為確保我國農業自身的安全，避免有害生物的境外入侵，此一把關的重責大任即是由行政院農業委員會所屬的動植物防疫檢疫局擔負著。每當國外農產品運抵我國境內的港口或機場時，首先必須經過我國海關檢疫人員對此貨品進行抽樣檢驗，檢視是否有有害生物存在其中，經確認無虞的農產品，才能進入市場供消費者使用（圖一）。

近日發生之美國蘋果蠹蛾（*Cydia pomonella* L.）鑑定的實例確實發揮了雙重鑑定的功效，且使政府在檢疫工作上又添一成功案例，其後接連數件類似案例，送診斷鑑定之過程。某些對鑑定工作有用的訊息無法有效檢送，現行之植物檢疫標準作業程序，經檢討，有必要調整，雖然尚待日後配合現場模擬操作及控管演練，但為了確保能達快速又正確之目標，本文擬提出植物檢疫作業程序標準化之概念，改善檢疫過程之手續及判定準則與技巧俾與快速鑑定和診斷工作相得益彰。

檢疫作業程序標準化之考量要素

依劉元明（2000）農業植物檢疫範圍、作物別及加工方式，運載工具，倉儲場所，以及實際應用時如植物檢疫標準作業程序第一版（農委會，2003）之產地、起運地、途經地區、檢疫條件、數量均可列為檢疫查核實務考慮之內容。又依楊正澤（2001a）昆蟲與植物之關係密切，其生活史過程中利用的部位，除取食葉片之外，更常利用植物的各部位產卵、造癟、化蛹，甚至蛀食其中，因此昆蟲之生態特性包括棲所特性及行為特性，以其偏好性供判斷害蟲躲藏位置，利用生態特徵，如寄主植物專一者，能針對目標快速找出害蟲。因此檢查部位應包括種子、塊根、塊莖、球莖、鱗莖、接穗、砧木、試管苗、細胞繁殖體等繁殖材料，上述植物未經加工或者雖經加工但仍有可能傳播疫情的植物產品，以及可能受疫情污染的包裝材料，平常並應列入考量，建立此類特徵資料。因此作者認為應將包裝方式及作物之部位，加列為標準化作業程序之考量要素（表一）。

利用此要項決定偵測方法，偵測目標物（如蟲體、碎片、排泄物、分泌物），調查方法（檢查儀器、檢查手續、確認步驟及檢查樣品數量），甚至選用長期監測之資材均為標準化的一部分（表一）。當然也可依賈有茂（1997）動物檢疫原則（依法施行、尊重事實、尊重科學、貨暢其流、防患未然）選定項目，將偵測目標乃至調查方法之決定過程標準化以期對鑑定及診斷工作有實質幫助。

標本鑑定是檢疫作業標準流程之一

檢疫害蟲標本是由現場海關人員檢出之後逕送昆蟲分類學家，就蟲體進行鑑定，然而昆蟲分類所需的特徵除了形態之外更需有其他生物特徵，以現代分類學為基礎，將生物分類特徵歸為五大類：(1)形態特徵(內部外部的、微細的、細胞學的及發育的特徵)；(2)生理及化學特徵(次級代謝物、分泌物、蛋白質、胺基酸及DNA序列)；(3)行為特徵（趨觸性、趨地性、負趨光性）；(4)生態特徵(棲所、食物、寄主、寄生者、季節性)；(5)分布(動物地理區、海拔高度)。現代分類的重點強調生物學特徵，整體呈現，以達特徵公平公正之使用原則，這是生物系統分類的基礎，也正是檢疫害蟲鑑定時實際需要的資訊。以蘋果蠹蛾近緣種為例列出相

關特徵（表二），可用於判定及選擇供比對物種之參考，利用形態特徵可以針對傳統分類特徵明確之已發表分類群作出正確之鑑定。而檢疫檢出的害蟲經常是少數甚至單一標本，且不一定是已知的發育期，且形態描述資料齊全的昆蟲形態更不可期，因此挑戰性更高。然而理想上一個新種發表時指定模式標本，依動物命名法規條款第 73 條之規定，應具備有如下之各項數據資訊：(1) 體型大小、或器官、或部位大小。(2) 完整的地點、日期及其他標籤上所載的資料。(3) 性別（如果是兩性異體）。(4) 發育期（如成蟲、若蟲（幼蟲）齡期；(5) 採集者姓名。(6) 採集方法。(7) 寄生性者，附寄主種名。(8) 如為陸生 (extant terrestrial) 類群，其海拔高度應列出。(9) 如為水生 (extant aquatic) 類群，其水深度應列出。(10) 如為化石類群，其地質年代 (geological age) 及地層位置 (Stratigraphical position) 應列出，且盡可能以某一層明確地層之上或下公尺為單位記錄之。因此，這些項目在現場檢出後送時應同時提供，以便使檢疫害蟲之鑑定能順利快速完成。本文作者提供檢防疫害蟲鑑定模擬程序（圖三），而其中需要現場檢驗人員配合才能保留現場證據及相關的特性以便當鑑定工作觸礁時得以供研判之用。為了這些手續可以較完整，且列入管理流程，符合行政處理原則，可以追蹤存查之案件，累積案件經歷，透過分析或比對發揮檢疫工作之最大效果。

標本檢送鑑定服務中心也是標準程序之一環

植物檢疫病蟲害診斷及鑑定方法，無論傳統或現代方法也只是檢疫作業程序標準化的一環，但不應畫上等號，更不能只以標本製作標準化為目標，此次提出鑑定診斷工作應分工合作，分層負責，只在檢送樣品之作業過程標準化，以達法制化目標，建立公信力及專業形象。

檢疫害蟲鑑定常依案件狀況及所得標本而異，“中華民國植物檢疫限制輸入規定”總共列有 20 種檢疫害蟲（楊正澤，2001a），分布在各目與各科的種數懸殊，如象鼻蟲科 8 種之多（表三），國內尚無此分類群之專家，因此得透過合作或計費方式送請鑑定服務中心轉寄至國外專家或國外鑑定中心協助。鑑定服務網之組織架構及分工之內容依楊正澤（2001a）建議，儘可

能利用現有行政組織及教育機構配合組成各單元之角色，以便快速加入運作之列，解決目前困境。然而依個人專長建立一套基本資料，開始收集文獻及建立存證標本更是刻不容緩的工作，這一部分更需要由送檢的標本中累積資料，系統管理以便日後所用。

檢疫作業流程標準化以建立公信力

檢疫作業流程標準化應包括檢驗偵測判定準則系統化，送檢流程標準化，診斷鑑定專業化，因此分工合作建立專業及法制化團隊。

鑑定服務中心或協助鑑定之機構，在收件及送件或結果報告等建檔工作，因一般分類學研究方法及文獻收集和描述訂名等工作經常時日迭遷，為便於追蹤案件及鑑定品及存證與時效性，建立流程及登記建檔制度相當重要，本文提供中興大學昆蟲學系存證標本中心目前使用之表格，包括鑑定申請資料表及鑑定結果報告表請參酌楊正澤（2001a），為便於鑑定標本之處理及結果之遞送，務請配合使用上表並妥善填列。

以前美國進口之蘋果，油桃為例，每 10 貨櫃抽 3 櫃，一旦一櫃被檢出便會全數留置檢查，這提供一個標準，而進口商可能考量風險，故化整為零逐櫃申報，因此，只有被檢出的貨櫃留置，此時檢疫官不能因檢出一櫃而提高警覺，而採用另一套標準，增加各櫃的抽檢樣品數，開櫃後，取前三排各抽 6 箱檢查，也是一種標準，而檢驗人員因資歷深淺及背景專長之差異，檢驗詳細程度及對害蟲敏感度會有差異，這部分沒有一套判斷標準及檢查程序，恐因此被進口商質疑公平性與專業性，因而選擇進口港埠或視排班人員為運氣，心存僥倖而無法信服政府公信力，因此，建立標準程序，分層負責，並列明檢驗項目，依表填報，照相及取樣；依鑑定服務網之程序送二級及一級專家鑑定（表四）；一旦檢查鑑定確定之後，便能令進口商甚至進口國主管單位心服口服，以標準化法制化建立專業權威可因而免除無謂的爭端，甚至提供科學化、資訊化檔案管理及專業證據系統供存查之用，提高國家形象及政府效能，更能使專家之努力成果造福全民，為國家政策之後盾。

〈實例驗證〉蘋果蠹蛾幼蟲鑑定

防檢局高雄分局港口檢疫站於91年11月6日與11月12日前後兩次，分別自美國進口的蘋果中檢出有昆蟲蛀食其中，當時這兩件樣品送交國立中興大學昆蟲系進行種類鑑定時，即是依形態及分生兩種特徵進行雙重鑑定，在兩者的證據皆吻合的情況下，確定其為蘋果蠹蛾，而此兩批進口蘋果則在相關法定的規定下進行銷毀或退運，藉此得以阻絕蘋果蠹蛾入侵我國的機會。

傳統的形態鑑定—專業的機緣

所謂的「形態鑑定」即是依蟲體外部或內部構造上的特徵進行比對，藉由其中的異同判定昆蟲的種類。由於昆蟲生活史存在變態的現象，分別有卵、幼蟲、蛹和成蟲等各時期，而各時期的形態迥異，因此形態鑑定上是需要具備專門能力。檢疫害蟲在輸入水果中主要以卵及幼蟲階段為多。幼蟲檢出時不論死活，均以90-100°C 熱水浸泡，使蟲體膨脹，以利檢查體表特徵。幼蟲特徵主要在原足鈎及毛列，而此次因為由蘋果檢出，故優先考慮比對蘋果害蟲，而蘋果蠹蛾幼蟲特徵最為接近，因此根據劉元明(2000)之敘述，逐一比對形態特徵，簡要重述如圖二。然而研判的過程也需要近緣種及相關蘋果害蟲的資料（表二），以利鑑定過程輔助形態特徵之不足。形態鑑定的工作，牽涉許多分類特徵專有名詞，需經過特殊的專業訓練，否則很難區辨此等微細構造。目前台灣對此群分類尚未起步，單憑少數資訊以專業敏感度判定，但當時只有幼蟲，無生態學資訊（表三）可供研判，只能說幸運能想到此種，展開比對，否則大海撈針，恐無法快速完成，未來真是需要廣為蒐集文獻及存證標本最好建立成特徵比較表（表三）供作比對時之參考。

現代的DNA鑑定—另類機緣

應用DNA鑑定技術於檢疫害蟲的辨識工作上，主要在於尋求具有種專一性的DNA標誌，用以快速鑑定蟲種。就蘋果蠹蛾DNA標誌的開發而言，即在尋找對蘋果蠹蛾DNA增幅具專一性的引子，倘若設計所得之引子僅能增幅蘋果蠹蛾

DNA，對其他種類昆蟲不具增幅效果，則此等之引子即可用於鑑定蘋果蠹蛾之用（路光暉等，2003）。

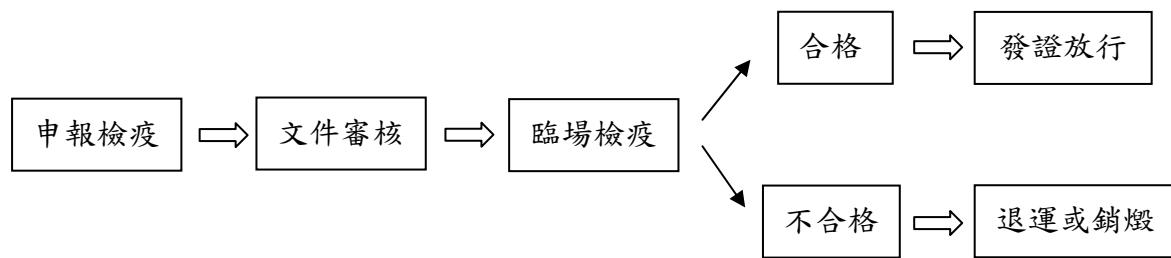
現場偵測—未知的機緣

目前各國偵測蘋果蠹蛾的方法有三種：1. 以發酵的糖蜜作食物誘引；2. 燈光誘集；3. 合成性費洛蒙誘集。而根據此三種均只能針對成蟲進行偵測，至於幼蟲等其他發育期則尚困難重重，尚待加強。

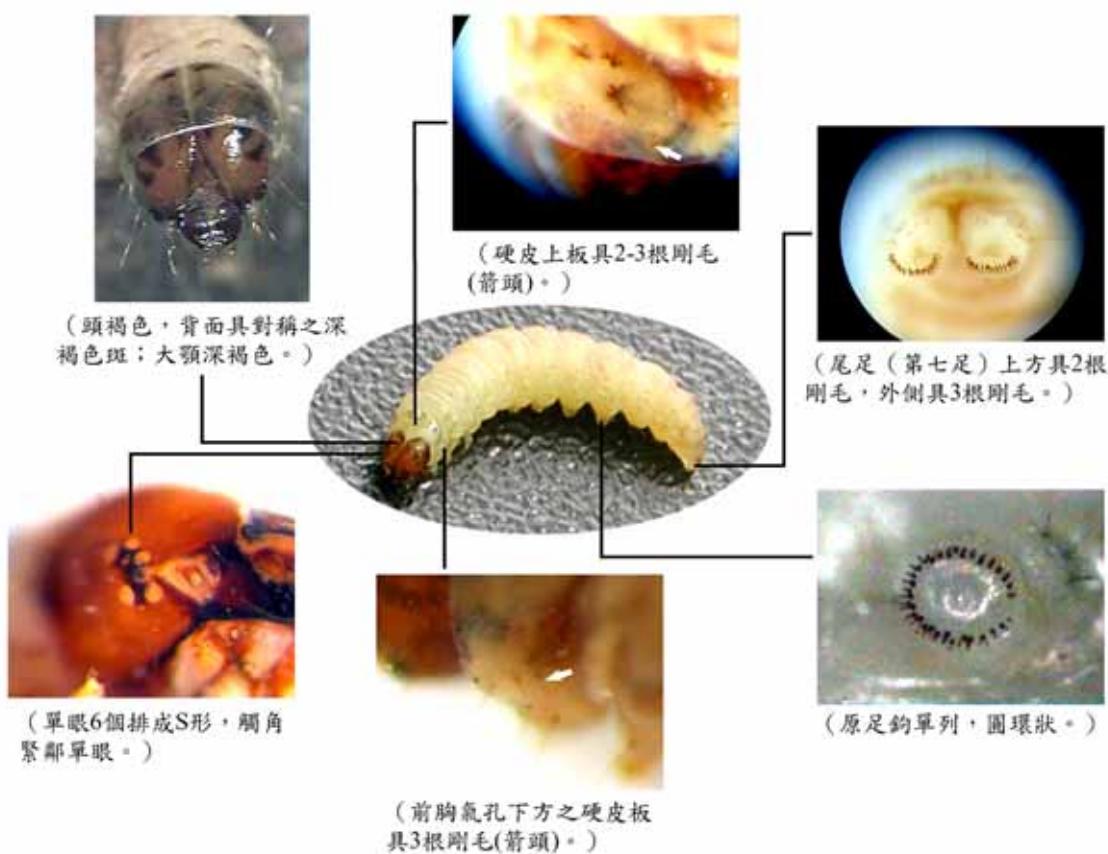
檢討近幾次的鑑定事例，單一標本且標本品質欠佳或條件不足，如腐敗或發育期尚無法鑑定或已死亡無法繼續等待鑑定，此時極需其他現場保留資訊及檢送過程的觀察紀錄，若有不足，常因而小有遺憾，所以，依圖四配合表二，實例練習可以了解檢疫作業流程標準化是快速正確鑑定的基礎。

參考文獻

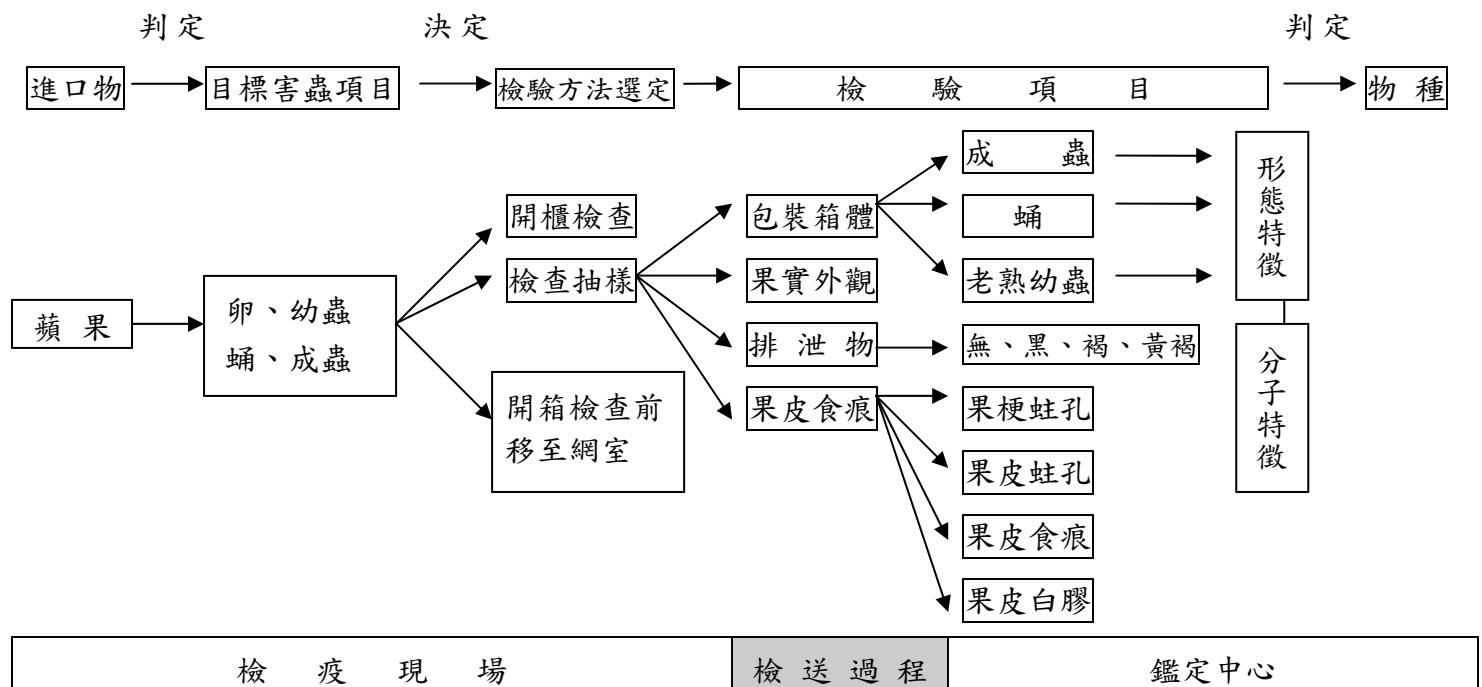
- 楊正澤。2001a。防檢疫害標本鑑定與分類之技術。植物重要防檢疫害蟲診斷鑑定研習會。
- 楊正澤。2001b。台灣昆蟲分類人力普查與鑑定服務網絡構築。跨世紀台灣昆蟲學研究之進展研討會。國立自然科學博物館印 pp.175-191。
- 賈有茂。1997。動物檢疫與管理。中國科技出版社。354 頁。
- 路光暉、楊正澤、張世忠、許昭元。2003。傳統與現代昆蟲鑑定技術的結合—以蘋果蠹蛾（鱗翅目：捲葉蛾科）的鑑定為例。（已投稿植保會刊）
- 農業委員會動植物防疫檢疫局。2003。「旅客攜帶入境植物檢疫作業」標準作業程序（第一版）。3 頁。
- 劉元明。2000。植物檢疫手冊。湖北科學技術出版社。411 頁。



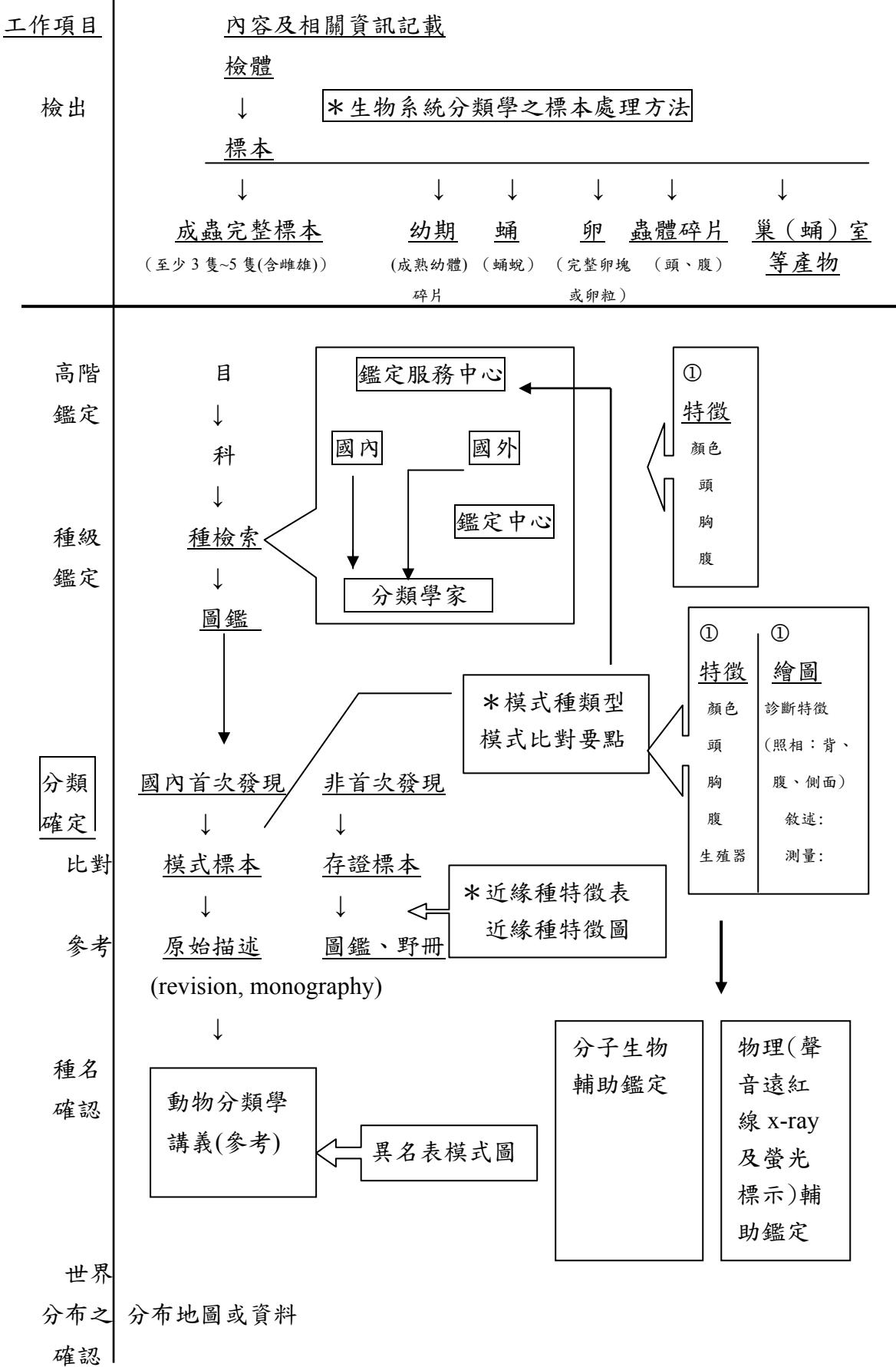
圖一、檢疫作業標準程序圖（農委會，2003）。



圖二、蘋果蠹蛾特徵圖（路光輝等，2003）。



圖三、蘋果蠹蛾相關害蟲鑑定過程判斷特徵及分工。



圖四、檢防疫害蟲鑑定（模擬）（程序）流程圖及應注意事項

※ 檢防疫害蟲鑑定注意事項：

- 1.送鑑定程序可標準化，而鑑定方法難以標準化。
- 2.檢體來源及運送過程之變化情形，均有助於鑑定時之參考，因此填具完整資料保留證據有其必要性。
- 3.標本變異應在種鑑定時列為考慮之項目，以示負責，因為檢體樣本通常只有少數個體，無法交叉比較特徵之變異程度，需要經驗診斷。
- 4.各發育期單獨鑑定上有其限制，不可冒進，過度依賴，失去可信度，極需輔助特徵之資訊。
- 5.高階分類群之鑑定是分案鑑定的重要工作，但不必太拘泥而延誤，因下游鑑定會再確認。
- 6.各階鑑定均應繪圖（照相）及描述特徵以供再確認時之依據。
- 7.種名確定應慎重查其有效名，必要時定期查 Zoological Record 雜誌，及其他網路資料。
- 8.分布紀錄涉及輸入地，應注意查考其小地名，或如菲律賓或印尼各島之分布情形以研判形勢。因此，原始描述及上網查詢及博物館標本檢查，當涉及重大案件時有檢查必要性。

表一、特定檢疫害蟲各發育期檢驗及檢疫程序標準化考量項目

檢疫工作程序考量項目

<u>作物別</u>	<u>棲所特性</u>	<u>取食行為</u>	<u>加工方式</u>	<u>運載工具</u>	<u>倉儲</u>
糧食作物	作物植株	咀嚼	風乾	陸	原裝
油料作物	作物殘株	刺吸	真空乾燥	海	分裝
嗜好作物	土壤	銑吸	低溫處理	空	併裝
佐料作物	雜草	潛食	高溫處理		
園藝作物		次級性	溫湯處理		
醫藥作物		聚集性			
飼料作物		排泄性			
肥料作物					

<u>檢疫原則</u>	<u>調查方法</u>	<u>監測資材</u>	<u>偵測目標物</u>
1.依法施行	全部	燈光誘集	蟲體
2.尊重事實	取樣	費洛蒙	碎片
3.尊重科學			排泄物
4.貨暢其流			分泌物
5.防患未然			

↓

鑑定方法：形態 表皮 碳氫化物 行為 分生DNA

診斷方法 單一比對 證實比對(圖鑑、種描述特徵) 排除比對(檢索表)

逐一比對(特徵表)

表二、蘋果蠹蛾相近種害蟲之各特徵比較表

害蟲名稱	桃小食心蟲	蘋小食心蟲	梨小食心蟲	蘋果蠹蛾
屬名	<i>Carposina</i>	<i>Cydia</i>	<i>Cydia</i>	<i>Cydia</i>
種名	<i>niponensis</i>	<i>inopinata</i>	<i>molesta</i>	<i>pomonella</i>
命名者	Walsingham	Heinrich	Busck	(L.)
危害樹種	蘋果、梨、海棠、山楂、桃、李、棗	蘋果、梨、沙果、海棠、花紅、山楂、山定子	梨、桃、蘋果、山楂、杏、李、木瓜、櫻桃、枇杷	蘋果、沙果、梨、桃、杏
危害部位	果實 (不食果皮，蛀入果內)	果實 (咬破果皮，蛀入果內)	嫩梢、果實 (蛀入果內)	果實 (蛀入果實，果皮下咬一小室；蛀入種子室(果心))
產卵狀況	1. 每雌蟲產卵 45-200 粒。 2. 90%的卵產在蘋果萼溝處。在棗上、棗吊、葉背面約占 84.6%，梗溝 11.6%。 3. 卵期 7-10 天。	1. 每雌蟲產卵 50 餘粒。 2. 多產於果實的光滑表面胞部。 3. 卵期 4-7 天。	1. 每雌蟲產卵 50-100 粒。 2. 產卵多在果實肩部，特別是兩果交接處，少處產在葉背和果梗上。	1. 每雌蟲產卵 40 粒左右，最多可達 140 餘粒。 2. 卵散生，產於果實和葉片的正反面，就樹種而論，主要產於蘋果、沙果樹上，而以中熟和晚熟品種上較多。 3. 卵期平均約 10 天。卵粒在果樹上的分佈，以上層果實及葉片上著卵最多，中層次之，下層較少。
卵	深紅色，橢圓形，卵殼上有橢圓形刻紋，端部 1/4 處生有 2-3 圈“Y”狀刺毛。	淡黃白色，半透明，扁橢圓形，長 0.7mm，中央略隆起。	淡黃白色，扁圓形 0.4X0.5mm，中央略隆起。	略呈橢圓形，極扁平。長徑 1.1-1.2mm。
幼蟲	幼蟲孵化多在早晨 4 時，多從萼溝蛀入，不食果皮，蛀果孔溢出果膠，乾後留下白色臘質物。	幼蟲孵化後先在果面爬行 1-7cm，然後咬破果皮蛀入果內，老熟幼蟲體長 7-9 毫米，頭淡黃褐色，體節背面各有兩條紅色環紋，腹足趾鉤全環單序，趾鉤 15-34 個，多數 20-29 個，臂梳 4-6 齒。蛹長 4-7 毫米，黃褐色，2-7 節各有兩排短刺，排列不整齊。腹末有八根鉤狀毛。	幼蟲孵化後少部份從萼溝蛀入果實，大部份從果面蛀入。	幼蟲蛀入沙果蘋果後，及在果皮下咬成一小室，並在此蛻第一次皮，隨即向種子室蛀食，偏嗜種子。幾頭幼蟲能同時蛀食一個果實。體乳白色，背面粉紅色，頭褐色，背面具對稱之深褐色斑，前胸硬皮板褐色，硬皮板上 2-3 根剛毛；原足鉤單列，圓環狀，尾足上方 2 根，內側 3 根剛毛。

蛹	脫果後大部份在地 面結長繭，發生第二 代，七月月中旬以後蛀 果的幼蟲，脫果後多 數入土結原繭過冬。	在樹皮裂縫處化蛹，繭 梭形褐色。	幼蟲老熟後，就在蛀道 或萼溝處結繭化蛹。多 數在枝桿、皮縫處化 蛹。	末齡幼蟲在裂開的老樹皮 下，樹幹的分支處及裂縫 處，樹洞及其他細縫處結 繭越冬。
成蟲		短波光尚有一定驅 性，多在傍晚活動交尾 產卵。	成蟲傍晚活動交尾。	日落前和日落時，有少數 交尾活動，但高峰是在日 落後。
糞學特徵	無果糞 (流果膠)	2-3 天蟲疤上有 2-3 個 排糞孔，3-4 天流出第 一次果膠。	受害果內無糞便或有 少量蟲糞，蟲道粗簡 單，入果孔周緣變褐 色。	蘋果和沙果被害後，蛀孔 外部逐漸有褐色蟲糞排 出；香梨被蛀後蟲糞為黑 色；杏子被蛀後所排出的 蟲糞為黃褐色。

表三、海峽兩岸重要植物檢疫害蟲各目科種數（據楊正澤，2001a）

目名	科名	種數
同翅目	粉蝨科	3
	介殼蟲科	1
	綿癭蚜科	1
	根瘤蚜科	2
	木蝨科	1
雙翅目	潛蠅科	2
	癭蚋科	1
	果實蠅科	14
鱗翅目	弄蝶科	1
	燈蛾科	1
	麥蛾科	1
	捲葉蛾科	1
鞘翅目	豆象科	2
	天牛科	1
	金花蟲科	4
	象鼻蟲科	8
	鰹節蟲科	1

表四、植物檢疫害蟲診斷（鑑定）標準程序之專業人員及分工（草案）

專業分級	鑑定目標				鑑定依據					追（確）認程序							
	S	G	F	O	A	B	C	D	E	1	2	3	4	5	6	7	8
一級分類學家（同科）	<input type="checkbox"/>									<input type="checkbox"/>							
二級分類學家（同目）		<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			
三級分類學家（同綱）			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							<input type="checkbox"/>						
應用昆蟲學家										<input type="checkbox"/>							
<u>要求鑑定目標</u>	<u>鑑定依據</u>																
S : species	A : 檢索表（圖索表）																
G : genus	B : 診斷特徵																
F : family	C : 分類群定義（描述）																
O : order	D : 存證標本																
	E : 模式標本																
<u>鑑定後之追認程序</u>																	
1. 同一部位（產物）	應用昆蟲學家																
2. 同一作物	三級分類學家																
3. 同一產地	三級分類學家																
4. 同一發育期	二級分類學家																
5. 不同發育期	一級分類學家																
6. 不同產地	一級分類學家																
7. 不同作物	一級分類學家																
8. 不同部位	一級分類學家																