

一、東方果實蠅生態及為害特性簡介

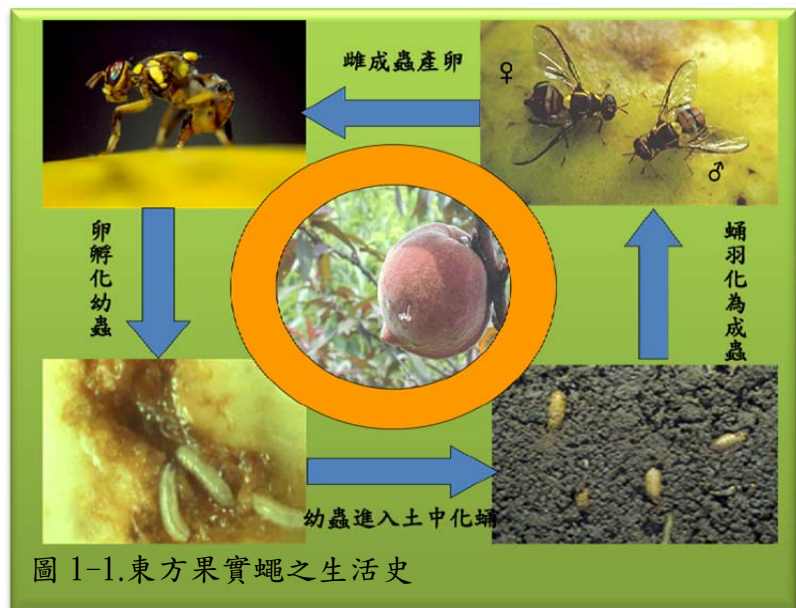
(一) 緒言：

東方果實蠅(Oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel)) 俗稱蜂仔或果實蠅，長久以來被視為危害經濟果樹最為嚴重之害蟲，此類果實蠅於適宜環境下具高繁殖能力，短期內族群能夠迅速增長，造成寄主果實落果及腐爛，失去商品價值。為害至少 150 種寄主植物 (White and Marlene, 1992)，大凡園藝作物如番石榴、楊桃、蓮霧、芒果、桃、梨及柑桔類等經濟作物皆深受其害，在台灣一年四季都可見其蹤跡。

(二) 生活史介紹

果實蠅之生活史中，卵、幼蟲、蛹及成蟲各階段分布於不同之生態環境 (圖 1-1)。成蟲前期之發育速率主要受到溫度影響，溫度愈高發育速率愈大，完成發育天數

愈短，最適宜溫度條件約為 25~27°C，最高發育限界約為 35~37°C，最低發育限界約為 9~10°C，在台灣一年約可發生 8~10 代。其他環境因子如光照、濕度或雨量，則會影響果實蠅每日活動、分布及交尾行為等(小泉清明，1934；徐與徐，1973)，另其生活史中幼期對極低溫(1°C)或極高溫(46°C)之忍受度，近年已應用於進出口水果



檢疫處理之依據(Hansen *et al.*, 1992; Armstrong *et al.*, 2009)。

成蟲具飛行能力，可作長距離分散，其日間活動約以凌晨 5~6 點開始，隨著日間氣溫變化逐漸進入果園活動，以覓食及果實產卵為主，傍晚時分(18:00~19:00)則為另一個活動高峰 (圖 1-2)，推測

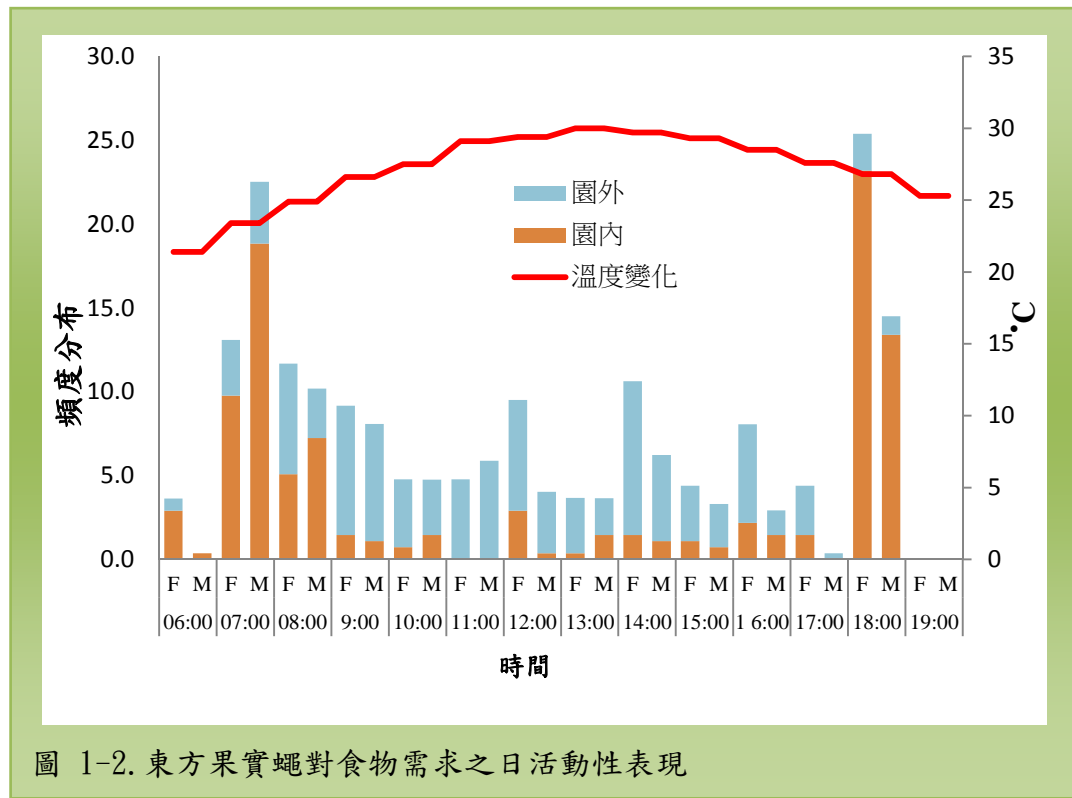


圖 1-2. 東方果實蠅對食物需求之日活動性表現

與雌雄交尾有關 (Arai, 1975; 1976)。有關其活動行為分述如下：

覓食：成蟲主要在早上開始取食，從鄰近植被或灌木類中尋找食物，並可能前往非寄主植物棲息取食。一般來說，成蟲若無取食，可能在三天之內會死亡（室內品系），為確保繁殖大量的後代產出通常雌蟲對食物需求量較大。如同其他果實蠅類，東方果實蠅喜歡尋找產卵沉積物 (Newell and Haramoto, 1968) 和成熟的鮮果。具高飛行力，據報導不育性雄蠅從他們的釋放點藉由風力氣流或自行飛翔可飛到 30 公里遠 (Steiner *et al.*, 1970)，然懷卵之雌蟲 (gravid) 較少有長距離移動。成蟲食物來源，有露水、樹葉受到同翅目害蟲刺吸口器所造成樹葉上之煤煙物、鳥類排泄物、葉表面之沈積物或花

蜜等 (圖 1-3)。由於成蟲飛行能力強，可飛行高度與氣流及寄主植物高度有關，若僅以 2-3 公尺高之遮網，不一定能阻絕果實蠅侵入危害。另據筆者調查全島果實蠅田間分布，在海拔高度 2,000~2,700 公尺之地區(南橫公路啞口路段及中橫塔塔加)，仍可誘集到東方果實蠅成蟲。



產卵：雌蟲卵巢內受精卵發育完成後，觸角上化學接收器受到寄主產卵物質之刺激，啟動產卵行為，經由定位(orientation)及視覺辨別果實顏色(Wu *et al.*, 2007)，選擇適合地



點著陸(landing)產卵(圖 1-4)，每次產卵量依果實大小及種類而定，約 1~10 個卵，每天最高產卵量可達 100 個以上。終其一生至少 3 個月之壽命，產卵量可達 1000 個或更高。

通常雌成蟲產卵於果皮與果肉之間(圖 1-5)，卵孵化成幼蟲，於果實內潛行蛀食。外觀



圖 1-5. 果實蠅產卵於果皮與果肉之間

可見果實軟化塌陷，幼蟲發育至三齡老熟期後，自原產卵孔鑽出，身體弓起彈開，進入土中，可彈離受害果至少 70 公分。老熟幼蟲鑽入土壤化蛹，最易受天敵如螞蟻攻擊或土壤環境變化影響(圖 1-6)，蛹期長短依溫度高低而定，若處於太潮濕環境，幼蟲會有短暫延遲生長之現象，羽化時間將隨之延後；太乾燥則易造成死亡。適合土壤深度約 4~10 公分，濕度約



圖 1-6. 幼蟲鑽入土壤化蛹，遭螞蟻攻擊

50~60% 最適合(李燕光，1985; Alyokhin *et al.*, 2001b)。國外研究指出將蛹埋於 46 公分以下，很難羽化成功

(Klungness *et al.*, 2005)。

羽化時間大多發生於

上午 6 時至 10 時，時

間可能會隨陰天、下雨

或過低的溫度而延後，但很少在中午後羽化（Christenson and Foote, 1960）。

交尾：約於每天下午 3~4 點時，達性成熟之雄成蟲振翅頻繁 (Vibrating wings)，並開始分泌性費洛蒙，吸引雌蟲前來交尾 (Kobayash *et al.*, 1978 ; Benelli *et al.*, 2012)。經由身體碰觸 (Touch)、媾合 (Mounting) 始完成交尾行為 (Arakaki *et al.*, 1984; Alyokhin *et al.*, 2001a)，且大都於黃昏後完成，為確保交尾時精子能夠順利傳遞成功，通常媾合動作可維持至少 2 小時或至隔日凌晨 (圖 1-6)。室內試驗顯示若晚上 8~10 點前沒有完成交尾，當天雄蟲就不會再進行交尾。雌蟲卵巢附近有一儲精囊，可儲存精子並保持精子數量及健康，故交尾一次即可終身受孕。為增加遺傳變異性，雌成蟲一生最多可交尾 2~3 次，交尾後約 2~3 天開始產卵。雄蟲則為多次交尾，次數依雄蟲壽命及雌雄相遇機會而定，室內試驗結果顯示測試一生當中平均交尾可達 50 次以上 (未發表資料)。

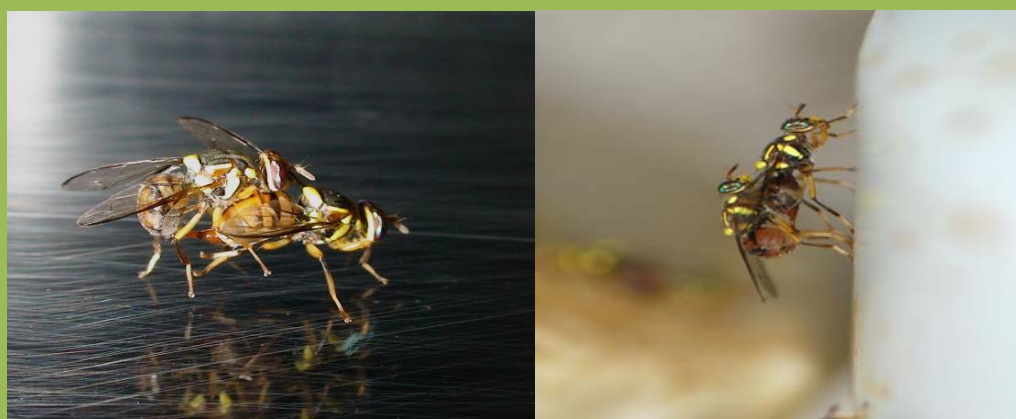


圖 1-6. 成蟲交尾情形 (雄蟲在上以陽具把握器與雌蟲生殖器結合)

(三)分散特性：

此蠅類成蟲定殖(Colonizing)於棲地後，在高繁殖力及良好飛行能力之特性下，分散到其它棲息地 (Habitats)繼續繁衍孳生。一般而言其棲息地可依其危害風險分成 4 種：

1. 高風險經濟水果栽培區：

依據農糧署 100 年農業統計年報指出，果品栽培面積約 15 萬公頃，其中 75% 為果實蠅危害之風險地區，分布上以中南部最大宗，疫災風險亦最高。對果實蠅防治工作來講，此區域最能反映出作物因果實蠅危害所造成之經濟損失。

2. 廢棄寄主水果果園：

殆因產品價格不敷生產成本或無暇管理而造成暫時性停止管理或長期性廢棄耕作之果園。其中前者之果園區最可能成為孳生源，為防治果實蠅最大死角。

3. 野生寄主：

在台灣果實蠅危害之常見寄主至少有 150 餘種，其中 30 餘種屬經濟性作物，其餘非經濟性栽培作物仍佔多數。此類作物之果實，雖較不具經濟價值，惟提供了果實蠅分散及棲息之庇護所(Refuge)，使果實蠅族群重新獲得補充，再度建立並入侵其他果樹栽培區，為果實蠅防治工作上最常被忽略之棲息地。

4. 零星栽培寄主：

大部份僅作為景觀、庭園觀賞或少量食用，甚少利用農業上之操管理措施及施用防治資材，缺乏專業蟲害管理之操作技術能力，此類棲息地常造成區域管理上的漏洞。

綜合來看，若沒有地理上之隔絕，果實蠅族群大量發生及食物供應季節性短缺，將促使族群輕易地往其他棲息地分散且

定居下來，往返於棲地中維持族群永續(圖 1-7)。



圖 1-7. 成蟲藉由飛行能力到寄主水果繁殖

(四)危害特徵：

果實蠅所造成嚴重經濟損失就是雌成蟲於成熟鮮果上產卵，造成果實腐爛或落果(小山重郎等，1981)，失去商品價值，其危害特性依寄主經濟重要性可分為：

1.經濟性栽培作物：

- (1) 番石榴(*Guava, Psidium guajava*)：全年性栽培，除泰國品種(目前已很少看到)為果實蠅較不偏好危害的品種外，大部分品種如珍珠、水晶、中山等品種成熟時均會嚴重被害，尤其以中山種危害風險最高。幼果期受害時常會造成畸形果，但



圖 1-9. 東方果實蠅危害番石榴之情形

卵不會孵化。另因栽培管理方式不一樣，某些地區如彰化社頭及溪州等地區農民為調節生產，常於農曆清明節氣進行強剪作業，此時期原先樹上果疏於蟲害管理，形成棄果，成為年度果實蠅孳生源頭之一(圖 1-9)。

(2) 椪果(*Mango, Mangifera indica*)：季節性栽培，正期果自 5 月至 9 月，依品種差異其被害情形分述如下：

① 本地種 (在來種) 椪果：

此品種樹勢較高，很少套袋防蟲，於中果期採收部份果實進行椪果青 (情人果) 加工，或俟樹上果實成熟後才採收販賣，採收期常受到果實蠅嚴重為害。果實蠅危害風險高，雌蟲產卵於果皮內，幼蟲大都喜於果皮與果肉間蛀食，可能與果皮厚及果肉纖維較多有關。本品種常用於一般公共造產的樹種，蟲害管理粗放，幾乎成果實蠅孳生源(圖 1-10)。



圖 1-10. 果皮下或果實裂縫產卵

② 愛文：

重要外銷品種，果實採全熟採收，皮薄肉多，果實蠅直接產卵於果皮內，幼蟲潛行蛀食果肉。一般幼果期較少被為害，果實蠅密度高時偶有發現畸形果或不良果 (單偽果)

被產卵，然卵無法孵化或幼蟲發育瘦小。此品種中果期病蟲害問題皆採套袋管理，避免成熟果被為害，一般外銷供果園則於 7~8 分熟度採收，故此品種被果實蠅危害風險低，然集貨場及分級包裝場的周圍環境管理是防檢疫死角，相關隔離裝置或防治措施不可輕忽。

③ 金煌：

較少全熟果採收，大都以 7~8 分熟果催熟，果實蠅田間危害風險低。果實皮薄肉多，常以雙層內襯黑色套袋保護，近果蒂部位易受果實蠅產卵為害。

④ 凱特：

屬晚熟品種，8~9 月仍常見，此品種長日照時甜度會較高，為避免果實蠅為害，常以雙層內襯黑色套袋保護。若套袋包裝不實，果蒂部位常受到果實蠅產卵。

⑤ 四季檸檬：

同一株樹會同時出現成熟果實及其它分枝不同時期開花，一年四季開花結果，皮薄肉多種子小為此品種之特色。冬季結果期可避開夏季果實蠅密度高峰期，危害風險較低。以透光紙袋保護果實，避免果實蠅直接為害

(3) 印度棗(*Jujube, Ziziphus mauritiana*)：季節性栽培，採收期約自 12 月至翌年 2 月，我國印度棗大都以網室設施栽培為主，因此成熟果採收前不易被果實蠅入侵為害。因屬新春年節應景水果，過完年後，需求漸少，價格偏低，農民開始進行掀網整園，未及採收之樹上果實大都任意廢棄，形成初春後第一波果實蠅孳生溫床，尤其南部栽培地區相當明顯；另紅棗類成熟鮮果同樣會遭受果實蠅危害，導致果實腐爛(圖 1-11)。



圖 1-11. 左:印度棗被果實蠅為害之外觀。右:紅棗同樣具有被危害之風險

- (4) 梅 (Japanese apricot, *Prunus mume*) : 季節性栽培，因果實較少鮮食，通常果實青綠脆梅期即採收較不易被為害，常用於醃製加工或製酒。田間殘餘果黃熟後才會吸引果實蠅產卵，造成果實腐爛 (圖 1-12)。



圖 1-12. 未達成熟之梅果會吸引雌蟲產卵，惟卵粒被分泌物包埋無法孵

- (5) 李 (Japanese plum, *Prunus salicina*) : 季節性栽培，除紅肉李外，幾種新興品種都採套袋管理，當果實開始轉色軟化後，易遭到果實蠅為害(圖 1-13.)，採收季節亦常見其天敵寄生蜂出現。



圖 1-13. 果實蠅危害成熟之李及其天敵幼蟲寄生蜂

- (6) 柿(*Persimmon, Diosyros spp.*): 季節性栽培，軟柿或牛心柿易受到果實蠅為害，因產品價值較低，果園常遭廢棄缺乏管理，會影響下一期柑橘類作物栽培。甜柿同樣會受到果實蠅為害，惟採收期已近冷季，危害壓力大為減輕(圖 1-14)。



圖 1-14. 最常被危害之水柿類成熟鮮果

- (7) 釋迦(番荔枝, *Sugar apple, Annona squamosa*): 季節性栽培，全島正期果一般採收期為 7~9 月，為果實蠅族群穩定增殖之時期，當果實開始軟化後，果香吸引雌成蟲於果目之縫隙產卵，因此集貨場地管制作業相當重要。在我國東部地區產期調節至 11 月，果實鱗目肥大甜美，為當季水果聖品，較少受到危害，然產季結束時正值隔年 3 月，春暖花開，殘餘果提供新生族群孳生之機會；鳳梨釋迦品種則因果香及甜度最易受到危害(圖 1-15)。



圖 1-15. 東方果實蠅於釋迦果目之縫隙產卵

- (8) **蓮霧(Wax apple, *Eugenia javanica*)**：季節性栽培，正期果採收期為 7~9 月，樹種較高，初生果結實期果實纍纍，產量高，經濟產值不高，蟲害管理不易，常遭棄園，為果實蠅孳生溫床，尤其以宜蘭地區最為嚴重。然經產期調節之品種，因均採用套袋保護幼果，被果實蠅為害機會大為降低。經由黑色罩網進行產期調節之植株約於 10 月開始盛產，已稍避開果實蠅大量繁殖期，受害機率較低 (圖 1-16)。



圖 1-16. 蓮霧被果實蠅為害之外觀

- (9) **梨(Pear, *Pyrus communis*)**：季節性栽培，最常發生疫病的品種為橫山梨，結果期若環境潮濕多雨，果實蠅為害部位常感染果實腐敗病。其他高接梨品種則因早期套袋，果實蠅危害機會稍低(圖 1-17)。



圖 1-17. 果實蠅為害後常引發果實其他病徵

(10) 柑橘類(*Orange, Citrus spp.*): 季節性栽培，品種眾多，各品種特性差異大，最易受害的品種為椪柑，椪柑鮮果多汁有料。惟因樹種不易進行套袋，於採收期最易被為害，產卵於果皮及果肉之間，造成果實腐爛，為解決產量過剩及年節應景需求，部分果實會進行藥劑處理儲藏至農曆年節，作為應景水果。其次為甜橙，桶柑及茂谷柑採收期已近冷季，被害風險變小，(圖 1-18)。



圖 1-18、柑橘類被果實蠅為害之外觀

(11) 文旦柚、蜜柚或其他白柚等品種 (*Pummelo, Citrus grandis*) :

屬季節性栽培，因樹種及果實大，套袋不易，結果期間正值台灣本島果實蠅全年最適合之環境條件，因此被害風險很高。雌蟲產卵管可深入於果皮與果肉之間產卵，幼蟲蛀食果肉為害，最後形成落果，失去商品價值(圖 1-19)。



圖 1-19. 柚子類果實被害初期果皮外觀常呈明顯產卵痕跡

(12) 楊桃 (*Star fruit, Averrhoa carambola*) : 全年性栽培，主要產

區分佈在台南市楠西、玉井、彰化縣員林、社頭及苗栗卓蘭。一般幼果會被蛀蛾(楊桃花姬捲葉蛾, *Eucosma notanthes* Meyrick) 危害，由幼蟲排出糞便可見其危害特徵；俟果實轉色成熟後，各品種均易被果實蠅為害，造成落果或腐爛 (圖 1-19)。



圖 1-19. 楊桃成熟轉色後最易被果實蠅為害

(13) 桃 (*Peach, Prunus persica*)：季節性栽培，國內桃品種多，隨著春季氣溫回升各品種依序成熟，自3月桃(醃製桃)結果期、5月甜桃及7月水蜜桃均受到果實蠅為害，由於此類寄主幼果期即會被產卵為害，有時卵會被桃果本身分泌乳汁包埋，雖卵不會孵化，然已失去商品價值或造成落果損害。(圖 1-20)



圖 1-20. 左：初期桃果就會被產卵 右：5月桃之果實被危害之外觀

(14) 紅龍果(*Pitaya or dragon fruit, Hylocereus undatus*)：季節性栽培，主要危害紅龍果果實期，一般在果實轉色後散發果實香味時，即會吸引雌成蟲產卵為害，卵產於果皮與果肉之間，卵孵化後之幼蟲沿著果皮與果肉間取食，造成果實腐爛或提早落果，影響果品品質甚鉅(圖 1-21)。

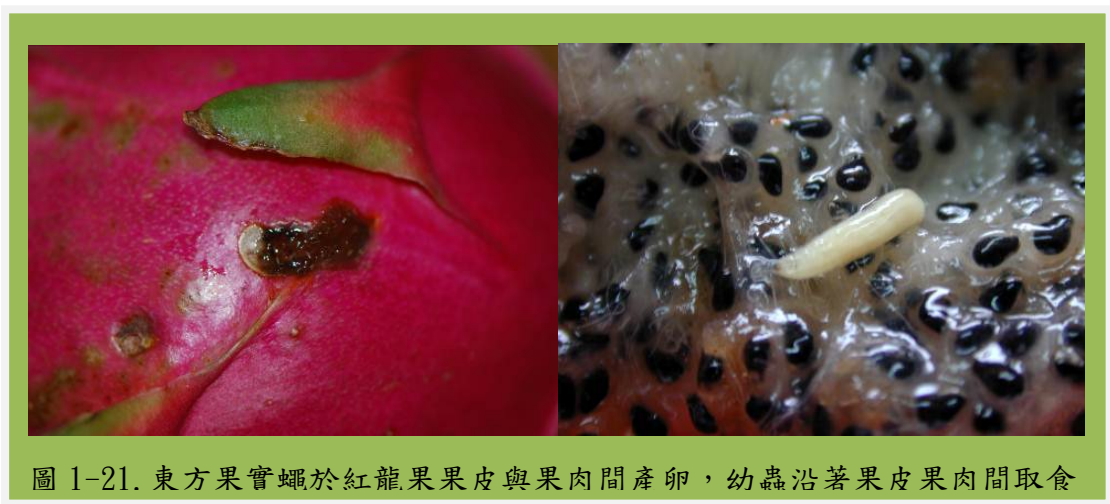


圖 1-21. 東方果實蠅於紅龍果果皮與果肉間產卵，幼蟲沿著果皮果肉間取食

(15)龍眼(Longan, *Euphoria longana*)及荔枝 (*Lychee, Litchi*

chinensis): 季節性栽培，龍眼果實過熟，果皮與果肉間隙加大，果實蠅易於後期於果腹部產卵為害，常見同一產卵孔內有數枚卵粒，基於幼蟲食物供應之限制，通常僅有一隻幼蟲能完成發育。由於樹種高且果實纍纍，若當年度產量過剩，價格低落，會遭致果園廢棄，果實蠅族群大量發生，成為當年度中果實蠅最為嚴重之時期。通常果實蠅對於黑葉種荔枝裂果時才會為害產卵，目前僅發現糯米及玉荷包品種熟果期間才直接為害(圖 1-22)。



(16) 青木瓜 (*Papaya,*

Carica papaya): 季節性栽培，一般果實稍由綠轉黃時期，即有機會被害，幾種在台灣盛行的品種如日昇等均會受害，果實蠅為害時常會造成果實流汁(圖 1-23)。



在台灣為避免感染木瓜輪點病毒，大都採網室栽培，果實蠅族群常被阻絕於網室外。一般田間管理果實長成一定大小時，即進行採收催熟以方便儲運，被害機會更為渺小。

- (17) 枇杷 (*Loquat, Eriobotrya japonica*)：季節性栽培，早生品種於初春季節就因環境溫度升高而較易被害，通常果實轉色期後易遭果實蠅為害，一般栽培管理操作時均於幼果期即開始套袋，避免被產卵(圖 1-24)。



- (18) 酪梨 (*Avocado, Persea americana*)：季節性栽培，東方果實蠅於酪梨幼果期即可產卵，然會刺激果肉增生細胞，包圍卵塊，形成腫瘤硬塊(圖 1-25)，使卵無法孵化繼續危害。惟若果實轉色成熟時期，成熟果易受果實蠅為害致果實腐爛。



- (19) 百香果(*Passion fruit, Yellow lilikoi*)：季節性栽培，於幼果期即開始受到果實蠅成蟲為害，因果實本身的防禦機制，刺激果實外觀形成腫瘤狀而失去商品價值(圖 1-26)。



圖 25. 百香果被果實蠅為害之外觀

- (20) 葡萄(*Grape, Vitis spp.*)：成熟果實會吸引雌蟲產卵，通常每個果實約有 2~4 個卵粒，被刺穿之果實汁液會吸引果蠅 (*Drosophila spp.*) 來取食及產卵，田間常見兩物種幼蟲競爭食物，惟僅有果實蠅幼蟲會完成發育(圖 1-27)。



圖 1-27. 左：成熟果吸引果實蠅前來產卵為害；右：果實內之幼蟲

- (21) 咖啡果(*Coffee, Coffea arabica*)：季節性栽培，果實轉為紅黃色，香氣及甜度夠時，即會被果實蠅產卵為害，然果肉本身可提供之食物供應量太少，其幼蟲發育大都不完全，且經評估幼

蟲取食對豆莢 (烘焙咖啡豆) 不會有影響(圖 1-28)。



圖 1-28. 咖啡果實被危害之外觀

(22) 蘋果(*Apple, Malus sylvestris*)：季節性栽培，我國蘋果栽培區大都集中於中部梨山地區，通常於結果期危害，因生長環境日夜溫差大之影響，果實蠅幼期發育較緩慢，不易在當地猖獗 (圖 1-29)。



圖 1-29. 蘋果果肉被果實蠅幼蟲蛀食之情形

(23) 鳳梨(Pineapple, *Ananas comosus*)：季節性栽培，在田間結果期，偶可看到成蟲受到果實香氣吸引接近果實，並伸出產卵管準備嘗試產卵，因果實本身膨壓問題終究無法刺穿果皮，然當鳳梨採摘存放於集貨場超過1天後，果實開始軟化，被果實蠅產卵機會大增。被為害之鳳梨果實表面因果實蠅產卵造成的傷口，易感染其他病害(圖 1-30)。危害風險較高之品種為牛奶及金鑽，其削去之果皮或加工後之果汁，可應用於田間做為誘引雌蟲之輔助資材。



圖 1-30. 鳳梨果實香氣極易吸引果實蠅前來，適合作為天然誘引資材

(24) 嘉寶果(又名樹葡萄, Jaboticaba, *Myrciana cauliflora*)：目前為台灣新興栽培果樹，其果實會吸引果實蠅前來產卵為害，並完成世代繁殖(圖 1-31)



圖 1-31. 嘉寶果果實期會吸引果實蠅前來危害

2.非經濟性栽培果樹:

- (1) 欖仁 (Tropical almond, *Terminalia catappa*): 景觀作物，果實成熟時，釋放香氣且具甜度，故吸引果實蠅前來產卵，尤其果實由綠轉為黃色時更加明顯，惟果核過大且果肉纖維太多，子代完成發育之機會不高(圖 1-32)。

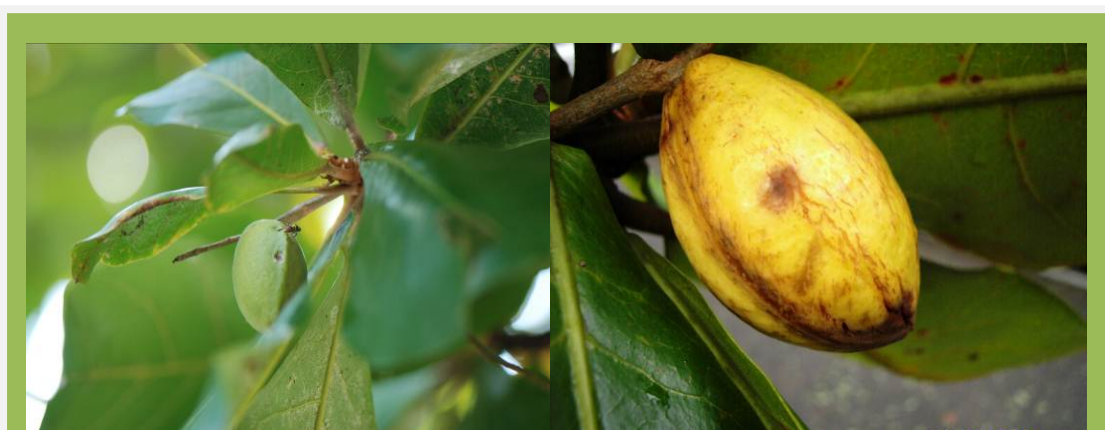


圖 1-32. 欖仁果於結果期被果實蠅為害之外觀

- (2) 蒲桃 (Rose Apple, *Syzygium jambos*): 與蓮霧同科，又稱香果，鮮果可食用具中醫藥理療效，果香逼人且果肉稍甜，可鮮食惟水分很少。同樣於初果期即會被果實蠅為害，果樹結實累累時可飼育出大量果實蠅子代 (圖 1-33)。

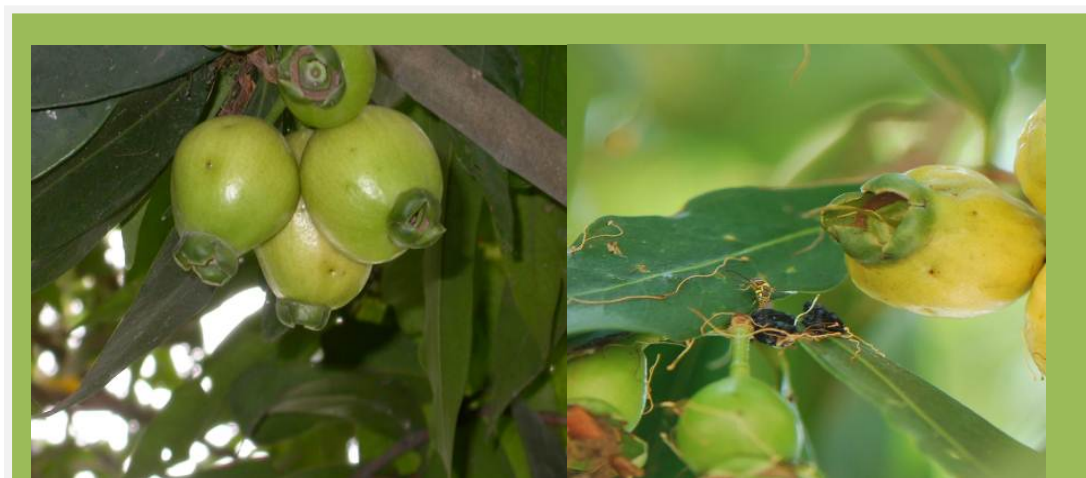


圖 1-33. 果實蠅為害蒲桃果實外觀

(3) 福木 (*Garcinia*, *Garcinia subelliptica*) :

景觀作物，果實轉為黃色時，外觀有如柑橘，但有毒不能食用。通常於結果後果實蠅才會為害，危害特徵與柑橘類非常相似 (圖 1-34)。



圖 1-34、福木果實會遭致果實蠅為害

(4) 橄欖 (*Caimitillo*, *Chrysophyllum oliviforme* :

鮮果常加工作為蜜餞或中醫食用藥材，少直接食用，果品於成熟軟化或落果後，果實蠅才產卵為害(圖 1-35)。



圖 1-35、落果果實軟化時可見危害

(5) 瓜哇鳳果 (*Mundu, Garcinia dulicis*)：果實酸甜，與山竹類似，目前調查果實時仍有被害痕跡，其葉片經萃取其物質後，經證實具誘引雌蟲產卵物質。其他如山刺番荔枝(*Annona muricata*)、黃皮果(*Clausena lansium*)、烏榕(*Ficus microcanpa*)、月橘(*Murraya paniculata*)等均為果實蠅常見野生寄主(圖 1-36)。



圖 1-36. 瓜哇鳳果、山刺番荔枝及黃皮果等果實成熟時會受到危害

結語

東方果實蠅屬雙翅目(Diptera)，果實蠅科(Tephritidae)，為亞太地區重要果樹害蟲，全球寄主植物多達 38 科 150 餘種，危害的經濟作物包括柑橘、桃、梨、番石榴、芒果、蓮霧、楊桃、印度棗等 30 餘種 (Metcalf and Metcalf, 1992)。此蠅向來為農民最感頭痛之果樹害蟲，危害後造成鮮果腐爛，影響果品價值甚鉅，嚴重威脅台灣地區水果生產和農民收益，並成為我國鮮果外銷之瓶頸。本章節收集果實蠅基礎生物學包括氣候環境因子對族群發生之影響，同時針對成蟲一生當中主要行為表現特性加以描述，俾利熟悉其基本生態資料及其危害特徵，有助防治技術之研發及資材施用之效能評估，可藉此同時掌握果實蠅之族群動態。