

行政院農業委員會所屬機關出國報告

(出國類別：經濟部國合處聯合技術協助訓練計劃)

「東方果實蠅非農藥防治生物技術防治方法」研習

服務機關：苗栗區農業改良場

出國人職稱：副研究員兼分場主任

姓名：陳吉同

出國地區：美國 夏威夷

出國日期：92年9月26日至10月24日

報告日期：92年12月5日

系統識別號:C09205001

公務出國報告提要

頁數: 13 含附件: 否

報告名稱:

東方果實蠅非農藥防治生物技術防治方法

主辦機關:

行政院農業委員會苗栗區農業改良場

聯絡人/電話:

鍾桂櫻/037-222111

出國人員:

陳吉同 行政院農業委員會苗栗區農業改良場 天敵繁殖分場 副研究員兼主任

出國類別: 實習

出國地區: 美國

出國期間: 民國 92 年 09 月 26 日 - 民國 92 年 10 月 24 日

報告日期: 民國 92 年 12 月 08 日

分類號/目: F0/綜合(農業類) F0/綜合(農業類)

關鍵詞: 東方果實蠅, 寄生蜂, 寄生蜂飼養, 生物防治

內容摘要: 自九月二十六日至十月十三日止, 均在檀香山美國農業部太平洋盆地農業研究中心之Manoa實驗站, 研習果實蠅寄生蜂大量飼養技術; 十月十四日至十六日前往夏威夷島Hilo市, 拜訪該中心內昆蟲學家之實驗室, 及至果實蠅區域防治計劃田間試驗區研習。十七日至二十二日又停留在Manoa實驗站及前往試驗果園, 了解果實蠅寄生蜂田間釋放之研究工作。在果園中, 卵寄生蜂*F. arisanus*族群已取代幼蟲寄生蜂*D. longicaudata*, 成為優勢種類, 能有效抑制東方果實蠅族群, 不致發生嚴重危害; 在咖啡園中, 該卵寄生蜂亦為地中海果實蠅之主要寄生蜂。但該卵寄生蜂之卵在瓜實蠅卵內無法成功發育, 其防治效果只因寄生蜂之產卵試探行為, 可殺死約1-2% 之瓜實蠅卵。可用產後四小時以內之東方果實蠅卵, 繁殖該卵寄生蜂。*P. fletcheri*為瓜實蠅主要之幼蟲寄生蜂, 可利用四天齡期之瓜實蠅幼蟲繁殖該寄生蜂。在果實蠅綜合防治策略中, 於使用滅雄及誘殺劑後, 再釋放寄生蜂時, 寄生蜂能有效抑制果實蠅族群於低密度, 延長防治效果。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網

摘要：自九月二十六日至十月十三日止，均在檀香山美國農業部太平洋盆地農業研究中心之 Manoa 實驗站，研習果實蠅寄生蜂大量飼養技術；十月十四日至十六日前往夏威夷島 Hilo 市，拜訪該中心內昆蟲學家之實驗室，及至果實蠅區域防治計劃田間試驗區研習。十七日至二十二日又停留在 Manoa 實驗站及前往試驗果園，了解果實蠅寄生蜂田間釋放之研究工作。在果園中，卵寄生蜂 *F. arisanus* 族群已取代幼蟲寄生蜂 *D. longicaudata*，成為優勢種類，能有效抑制東方果實蠅族群，不致發生嚴重危害；在咖啡園中，該卵寄生蜂亦為地中海果實蠅之主要寄生蜂。但該卵寄生蜂之卵在瓜實蠅卵內無法成功發育，其防治效果只因寄生蜂之產卵試探行為，可殺死約 1-2% 之瓜實蠅卵。可用產後四小時以內之東方果實蠅卵，繁殖該卵寄生蜂。*P. fletcheri* 為瓜實蠅主要之幼蟲寄生蜂，可利用四天齡期之瓜實蠅幼蟲繁殖該寄生蜂。在果實蠅綜合防治策略中，於使用滅雄及誘殺劑後，再釋放寄生蜂時，寄生蜂能有效抑制果實蠅族群於低密度，延長防治效果。

一、目的

研習主題為：1. 學習果實蠅寄生蜂大量飼養繁殖技術，利用寄生蜂做為國內綜合防治果實蠅非農藥防治技術中生物防治因素，以減少農業藥劑對環境永續性的負面衝擊，2. 觀摩區域性綜合防治果實蠅成果，學習採用環境友善之防治措施及研究評估方法，以提昇果實蠅防治效率。

二、過程

九月二十六日下午搭中華航空出國，在東京關西機場轉機，於夏威夷二十六日上午八點抵達檀香山機場，上午九時半抵達研習實驗站。該實驗站位於檀香山夏威夷大學 Manoa 校區旁之 Manoa valley 口，屬於美國農部太平洋盆地農業研究中心（Pacific Basin Agricultural Research Center）四個實驗站之一。研究中心行政總部及一實驗站位於夏威夷島（Hawaii）Hilo 市，歐胡島（Oahu）有兩站，分別位於 Aiea 高地及 Manoa 峽谷，卡帕島（Kapaa）有一站。該中心共有四個研究單位，分別為熱帶農產品後收穫研究、熱帶作物蟲害研究、熱帶作物基因種源管理及作物生理病害與生產研究等。

研習的實驗站有三位研究人員及一名博士後研究人員，主要研究主題為果實蠅非農藥防治及其大量飼養方法，有多名技術員負責大量繁殖東方果實蠅、瓜實蠅及兩者之寄生蜂。由於飼養人員住處距離實驗站有將近一小時車程，為避免上下班交通擁塞，上班時間調整為上午六點至下午兩點半，午餐時間半小時。因此每天研習時間必須符合飼養人員作息時間，早上自住宿之夏威夷大學東西方中心（East-West Center）Hele Manoa 宿舍步行約 20 分鐘抵實驗站上班，實際參與飼養寄生蜂的工作，由工作中學習養寄生蜂技巧。

自九月二十六日至十月十三日均留在歐胡島，致力於學習室內寄生蜂的繁殖技術，包括建立族群、飼給食餌、準備果實蠅適當齡期供寄生、篩選、品質管理及收集寄生蜂蛹等步驟，實驗站人員皆能細心說明注意細節。繁殖之寄生蜂共有七種及一種黑色品係，實際釋放應用者為東方果實蠅卵寄生蜂 *Fopius arisanus*

(Sonan)，及瓜實蠅幼齡幼蟲寄生蜂 *Psytalia fletcheri* (Silvestri)。寄生蜂分別送往 Hawaii、Maui 及 Kapaa 島做釋放防治研究。在此期間並參與果實蠅大量飼養工作，了解其配料、放置飼養盤及採果實蠅卵與分散果實蠅卵等步驟，參觀瓜實蠅以光學機器分開雌性白色蛹及正常雄性褐色蛹方法，用以輻射雄性瓜實蠅蛹之放射線室，使瓜實蠅雄性蟲變成不孕性後，釋放於田間。

十月十日上午開一小時半車程前往 Waimanalo，參觀加州政府設於該處之地中海果實蠅大量飼養中心，該處亦為 Manoa 實驗室之田間試驗田，所在地原亦是美國農部果實蠅及其寄生蜂飼養場所，但已停止飼養，預定改建建物，完成有系統流程之飼養中心。離開該地中海果實蠅飼養中心後，延歐胡島東岸濱海公路北上，了解果實蠅自然寄主植物及該地區之農業行為。因歐胡島北海岸無公路通往西海岸，到達北部海岸後，必須延南北縱貫本島之公路回到檀香山。中部地區經過夏威夷有名之鳳梨園，一望無際之紅土鳳梨園屬於美國果汁 Dole 公司農場，公路旁有該公司的展售中心。但十九世紀早期之甘蔗農場已不復存在，該兩項產業為早期移民工作寄託，因而在附近行成多種膚色人種之城市，其中文化與食物甚為多樣化，而具特色。下午回到實驗室已近三點。

十月十四日上午七點飛往夏威夷島，機場離農業研究中心約有三十分鐘車程，早上九點即抵 Hilo 中心總部，聽取昆蟲研究單位主管, Dr. Eric Jang, 說明果實蠅綜合防治計劃、果實蠅相關研究重點及目前與我國合作防治果實蠅計劃成果，同時亦希望未來能與本場有實質的合作計劃，共同研究生物防治工作。於此亦拜會兩位昆蟲研究人員, Drs. Roger Vargas and Peter Follett, Dr. Vargas 是資深科學家，具有豐富之果實蠅綜合防治研究經驗，為夏威夷區域性綜合防治果實蠅計劃召集人，Dr. Follett 研究甘藷及 Macdamia 豆害蟲，同時亦著力於調查引進之天敵對非標地害蟲之影響 (Nontarget effects of biological control)。當天下午即前往田間瞭解該島果實蠅分布情形；第二天博士後研究人員 Hanna Revis 載往區域性防治區 Waimea，實地學習田間果實蠅族群評估方法，及與社區合作防治系統。因 Hilo 中心距離實驗區有近兩小時車程，該中心在 Waimea 市有臨時租用之實驗站，做為區域防治計劃中，寄生蜂暫時飼養地點，及實驗人員與離時工作人員上班場所，由 Manoa 實驗站飼養之寄生蜂分送至該臨時站，做需要之羽化率估計。第二天整天在該島上各地區做田間試區巡視，花費很多時間在路程上，且由於貿易風(tradewind)與地形關係，在開車過程中，天氣變化很大，十分鐘內即因地形不同，由下雨變晴天。典型夏威夷島 Hilo 市氣候為多雨，但該島西南背風地區，卻甚為乾燥。回到中心時已下午四點半，下班時由主管帶至家中與其夫人共進豐盛晚餐。十月十六日上午十點搭 Aloha 班機離開 Hilo，十一點半回到歐胡島。

十月十七日回到 Manoa 實驗室，除繼續學習寄生蜂繁殖飼養步驟外，主要為進入研究人員實驗室，聽取研究人員說明果實蠅防治研究進度及未來可能之研究方向，學習果實蠅防治試驗工作，了解改進中之寄生蜂大量飼養方法。期間並討論我國果實蠅防治工作，目前區域性防治合作計劃，未來寄生蜂生物防治在我

國防治工作中應有的角色。二十二日驅車兩小時，抵達位於東北部玻利尼西亞文化中心附近之試驗區域，收集瓜實蠅自然寄主植物(ivy gourd)果實，做為室內野生族群來源，亦進入該區合作農民之木瓜園內，實地觀摩田間族群調查方法，目睹卵寄生蜂(*Fopius arisanus*)在黃熟木瓜上活動，每個黃熟木瓜上，皆可看到卵寄生蜂，卵寄生蜂於該區之族群已可抑制東方果實蠅嚴重危害。當天下午兩點回到實驗站，與 Dr. Eric Jang 做最後會議，討論我國果實蠅寄生蜂目前即可進行之調查工作，在大量飼養後，可以如何應用在綜合防治計劃中，及未來雙方可以進一步進行合作計劃，研究人員的互訪參與，經驗的交流，將有助於果實蠅防治工作的成功。

十月二十三日上午搭七點半之中華航空公司班機直飛回國，於二十四日中午抵達中正機場，圓滿結束為期一個月之研習計劃。

三、心得

夏威夷於原住民國王遜位後五年，在 1900 年成為美國的一州，惟法令仍規定地名或街道名稱需以夏威夷語文命名。該洲總土地面積約為我國九分之一，目前人口約一百四十萬人，三分之一為日本人後裔，每年預算約為四十九億美元，主要靠觀光業收入。夏威夷分別於 1895、1907 及 1945 發現瓜實蠅、地中海果實蠅及東方果實蠅，造成該州瓜、果因果實蠅檢疫問題，無法正常外銷，影響該州農業發展甚鉅。雖然早期鳳梨及甘蔗兩大產業不受影響，但至今鳳梨產業已萎縮，且完全無甘蔗產業，昔日糖廠轉成為觀光點。因進口大量水果，島上市場需求更形縮小，又果實蠅危害問題嚴重，企業家無心將昔日龐大甘蔗農場轉作其他經濟果樹，於歐胡島及夏威夷島上留下大面積荒廢農場。目前農業尋求多樣性發展，咖啡與可口是兩大主要推廣作物。咖啡主要產地在夏威夷島上之 Kona 地區，故稱為 Kona 咖啡，可口已獲州政府同意貸款，將於 Maui 島擴大栽培面積，在夏威夷本地加工做成巧克力，預期創造夏威夷巧克力品牌。大部分蔬菜及瓜果皆為較小面積生產，純為地區性消費生產規模，且因氣候溫和，全年隨時可栽種作物。Macdamia 豆則為夏威夷島歷史悠久之產業。

夏威夷自發生果實蠅之始，即以保護自然環境為首要，積極自國外引進寄生蜂進行自然防治。於 1949-50 年間，自台灣採集之果實蠅蛹，送回夏威夷羽化出之寄生蜂，目前其實驗室在飼養者為 *Fopius arisanus* and *Opius vandenboschi*，當時台灣也有瓜實蠅幼蟲寄生蜂 *Psytalia fletcheri*。可惜台灣自 1954 年開始，隨著柑桔外銷檢疫，果實蠅之防治方法一直倚賴引誘劑及殺蟲劑，如甲基丁香油加二氯松及蛋白質水解物，1970 年起，則以直昇機噴灑含二氯松之蛋白質水解物，可說是環境浩劫，也屠殺了扮演自然天敵之寄生蜂，至 1973 年採集之報告中，東方果實蠅自然被寄生率已低於 10%，僅有 *Opius formosanus* (= *Diachasmimorpha longicaudata*) 之寄生率尚有約 10%。自然寄生蜂族群迅速降低，1978 年僅能採集到個位數寄生蜂。1974 年曾自夏威夷引回 *O. oophilus* (= *F. arisanus*)，1976 年曾自番石榴果實中回收該寄生蜂。爾後亦曾引進東方果實蠅幼蟲寄生蜂 *Diachasmimorpha longicaudata* 及蛹寄生蜂 *Dirhinus giffardii*，目前僅

後者仍在本場室內大量繁殖釋放中。然至今 25 年來，台灣未再有相關果實蠅寄生蜂族群報告。我國每年花巨額防治費用，仍不如以自然生物相剋之生態觀念，建立久遠之自然防治機制，使果實蠅不至嚴重危害，相較於夏威夷投入果實蠅非農藥防治之努力，我國應該檢討學習綜合寄生蜂之防治方法。

研習的實驗站已研究果實蠅非農藥防治相關主題達 40 年以上，尚有一位已服務 40 年的元老級研究人員堅守崗位，果實蠅寄生蜂之大量飼養技術於 20 年前已建立完成，再逐漸修改繁殖技術及容器或釋放技術，目前研究人員仍尋求提高繁殖效率的方法。世界各國前往研習人員亦絡繹於途，在我國之前有義大利及海地人員，十月二十二日開始有兩位馬爾地夫研習人員。

由於夏威夷重視害蟲天敵之引進及果實蠅之防治工作，因此美國太平洋盆地農業研究中心內，以研究蟲害人員最多，共有六位，且以研究防治上述三種果實蠅為重要主題。美國農部金援之第一期區域性綜合防治計劃，將於明年到期，但農部最近又撥款加強對果實蠅非農藥防治工作，因研究結果已顯示使用誘引劑誘殺果實蠅後，只靠寄生蜂即可將果實蠅族群壓制在低密度情況下。

瓜實蠅是最早侵入夏威夷之果實蠅害蟲，夏威夷農民所種瓜類蔬果，長久受其危害之感受最深，危害作物有苦瓜、胡瓜、南瓜、香瓜、木瓜、蕃茄、番石榴、豌豆、花豆及長豆等，自然寄主為草莓番石榴 (strawberry guava)、酸香瓜 (bitter melon)、刺瓜 (spiny cucumber) 及藤瓜 (ivy gourd) 等，尤以草莓番石榴廣泛生長在廢棄農場或山丘地，是瓜果實蠅自然族群主要來源。東方果實蠅及地中海果實蠅在其他國家雖是嚴重害蟲，夏威夷當地之經濟性寄主較有限，因此該中心昆蟲研究人員選擇以瓜實蠅為主要防治對象，也較容易被農民接受及有防治成果。計劃採區域性綜合防治，將試驗區以一公里見方畫成格子，放置誘引劑估計果實蠅族群，配合衛星定位，將果實蠅族群標列於地圖上，以進一步了解族群之遷移情形。綜合防治中使用滅雄、蛋白質水解物誘殺成蟲，及在果實蠅棲息之自然植被上噴灑殺蟲劑，初步降低果實蠅族群後，再將寄生蜂釋放於田間及自然寄主植物區域，便能有效壓制果實蠅族群於低密度情況。

研究主題含應用新開發之瓜實蠅誘引劑，使用非有機磷劑之殺蟲劑，並探討新開發之誘引劑對寄生蜂之誘引效果，期能降低對寄生蜂之不利影響。對於果實蠅之遷移行為研究，發現瓜果實蠅於下午才飛入果園產卵，成蟲多數時間活動於果園周圍之植物上，吸取植物醣類分泌物，因此尋找果實蠅在離開果園後，喜歡棲息之植物種類，如篋麻樹葉基部有蜜腺，即為其偏好植物，未來可將此類植物栽植於作物周圍，吸引果實蠅棲息後，直接以殺蟲劑殺死成蟲。

東方果實蠅與地中海果實蠅侵入咖啡園危害熟果，可是寄生蜂亦在咖啡園中發揮防治效果，其中主要種類為卵寄生蜂 *F. arisanus*，佔發現寄生蜂數量之 54-88%，田間寄生率於春天約 40%，七月至十二月之寄生率 70-100%；次要為幼蟲寄生蜂 *D. longicaudata*，佔寄生蜂數量 10-16%，顯然此兩種寄生蜂是果實蠅田間重要之防治因子，該兩種寄生蜂亦為我國參考引進之主要種類。可是研究人員發現該卵寄生蜂之自然寄生率，因果園所在地形高度而有差異，其性比例之

差異性，也引起研究人員之重視，這在台灣果園地形歧異性高情況下，未來研究評估防治效果時，必須予以留意。研究人員亦發現 *D. longicaudata* 在室內飼養時，會寄生另一些防治雜草之果實蠅類天敵 *lantana gall fly* (*Eutreta xanthochaeta*)，降低天敵防治雜草之效果；同時會寄生不造成危害之本地種果實蠅，其中尚有可能被列為瀕臨絕種種類 (endangered species)，如 *Phaeogramma* 屬種類。

在開放之木瓜園中，因為果實蠅之危害，果農不採收黃熟之果實，以避免含有果實蠅幼蟲之果實流入市場。但在果園中，東方果實蠅卵寄生蜂隨處可見，在黃熟果實上，可同時發現果實蠅與卵寄生蜂存在，兩者在自然情況下，寄生蜂似乎已完全抑制了東方果實蠅之大量發生。藤瓜 (ivy gourd) 約長 10 公分、直徑 5 公分之果實是瓜實蠅主要自然寄主，而卵寄生蜂卵在瓜實蠅卵中會被包被 (encapsulation)，無法發育，但卵寄生蜂因為產卵之試探 (probing) 行為，可造成約 1% 瓜實蠅之死亡率。

四、果實蠅卵寄生蜂之繁殖

(一) 所需材料與設備：

1. 寄主：四小時以內之東方果實蠅或地中海果實蠅卵。
2. 產卵器：含 12-15 毫米厚洋菜膠容器，上面鋪一層衛生紙，再撒上寄主的卵。
3. 種源養殖箱：利用每公分有 13 線之紗網做成養殖箱。
4. 幼蟲飼養盤放置櫃：被寄生後之卵放置在果實蠅人工飼料上，卵孵化後，果實蠅幼蟲繼續在果實蠅人工飼料中生長，飼料盤需分層放在較大飼養櫃內。
5. 果實蠅化蛹櫃：幼蟲生長五天後，飼養盤必須移至化蛹櫃內，讓老熟幼蟲跳出至介質內化蛹。化蛹櫃為內部分層之較大箱子，箱底放置提供化蛹介質之容器。該櫃子可與幼蟲飼養櫃子為同一個，以減少移動幼蟲盤時間。
6. 果實蠅與雄性寄生蜂羽化箱：被寄生的蛹放在箱內，讓未被寄生之果實蠅成蟲羽化，雄寄生蜂成蟲也會先羽化。
7. 規格四號之細蛭石 (vermiculite)：做為化蛹介質。
8. 兩毫米孔目之果實蠅蛹篩子。
9. 果實蠅幼蟲飼料及飼養盤。
10. 盛水杯及果實蠅或寄生蜂羽化杯。
11. 洋菜粉 Gelcarin^R (GP812, FMC)。
12. 無香味之單層衛生紙。
13. 果實蠅蛹大小分離器。
14. 砂糖或攪拌之蜂蜜 (spun honey)。

(二) 飼養步驟及注意事項

1. 維持種源：將已被寄生之果實蠅蛹放入羽化杯內，以 12 目紗網做蓋

子，置入種源箱內，令寄生蜂羽化鑽出杯蓋，但果實蠅成蟲將無法鑽出紗網，死於杯子內，如此可以有純寄生蜂族群。雄蜂比雌蜂早 2 天羽化。以洋菜膠塊放在箱網上，做為寄生蜂成蟲水源，方糖放在箱子內，或將蜂蜜擦在箱外網子上，做為食物來源。洋菜為 90 公克加 11 公升水，隨時注意補充洋菜膠，做為寄生蜂水分來源，寄生蜂缺水三天，即可能死亡。卵寄生蜂極為趨光性，飼養箱周圍下面部分約五公分高，必須有遮光設施，否則寄生蜂成蟲趨光結果，互相踐踏造成死亡。飼養溫度為 25-26℃，溼度 50-60%，光照 12 小時，雌成蟲 10-11 天時，可開始寄生繁殖，每批雌成蟲可產卵 3-4 次，必須視族群活動力而定。

2. 寄生蜂產卵單位之製作：以 1：26 之洋菜與水比例製作寄生蜂產卵單位，洋菜粉需先以熱水攪拌均勻後，再加自來水至應有比例。洋菜溶液必須倒入預先準備之容器內，待乾燥成膠體後，上面鋪一層無香味衛生紙，衛生紙上撒果實蠅卵，才完成產卵單位。洋菜在容器內之厚度為 12-15 毫米，且該容器要使洋菜能方便取出為原則，如產卵單位需以直立方式放置，則容器必須以線網為底層，以吸附洋菜免於掉落。一毫升的果實蠅卵約有 22000 個卵。洋菜面積與果實蠅卵數量約為 100 平方公分放六千個卵，但卵數量因需要可予增加，以提高繁殖量。
3. 暴露寄生時間：做好之產卵單位暴露給寄生蜂寄生 20-21 小時後收取，寄生期間需有燈光。
4. 幼蟲飼養：暴露後之產卵單位，果實蠅卵和洋菜一併由容器上取下，放在果實蠅人工飼料上，飼料量與果實蠅卵數量必須留意均衡，避免幼蟲太過擁擠，飼料不足。幼蟲飼養盤分層放入較大飼養箱內，箱子縫隙需貼膠布，防止果蠅在飼料上產卵繁殖，在 26-27℃ 及 80-90 濕度下放置飼養五天。
5. 收集果實蠅蛹：在幼蟲飼養箱底層放置含有化蛹介質之容器，此時幼蟲盤飼料如果太乾，必須噴水。化蛹之容器需留意蛹數量不要太多，避免擁擠後溫度太高，造成死亡或發育不整齊。必要時，需換新化蛹容器。
6. 篩蛹：果實蠅化蛹後七天，以篩子篩出蛹，將同一批寄生之蛹放在一起。果實蠅羽化後三天內，不可攪動，避免提高不羽化率。
7. 果實蠅羽化：由於果實蠅及雄性寄生蜂先羽化，可將蛹放進羽化箱內，直至雄性寄生蜂開始羽化後第二天，取出盛蛹容器，將空蛹以吹風機去除。由於櫃子內會有果實蠅成蟲，可以誘殺劑誘集。
8. 選拔被寄生的蛹：經初步羽化及去除空蛹殼後之蛹，放在選別機上。雄性果實蠅之蛹最小，被雄性寄生蜂寄生的果實蠅蛹次之，隨後為雌性寄生蜂及雌性未被寄生之果實蠅蛹。因此以可持續選別蛹大小

之機器，即可選出適當之寄生蜂蛹，提高養殖效率。

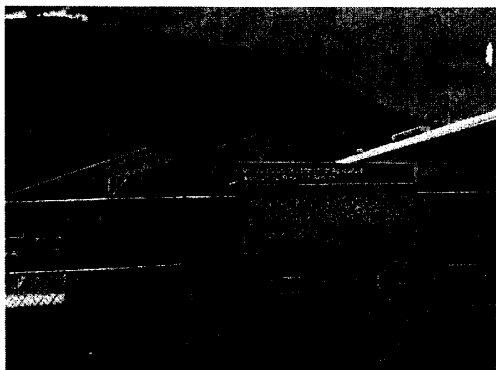
(三) 飼養品質管理

果實蠅卵寄生蜂族群之雌雄性比例並不穩定，室內繁殖之每批後代性比例可能不一，因此性比、寄生率及羽化率必須紀錄。稱取 5 公克的蛹放入杯子內，蓋好有紗網之蓋子，讓寄生蜂與果實蠅成蟲羽化，成蟲死亡後計算及紀錄數據。每公克蛹約有 100 個蛹。必須以紀錄簿記載寄生蜂種類、暴露寄生日期、寄生蜂羽化數量、性比等資料。

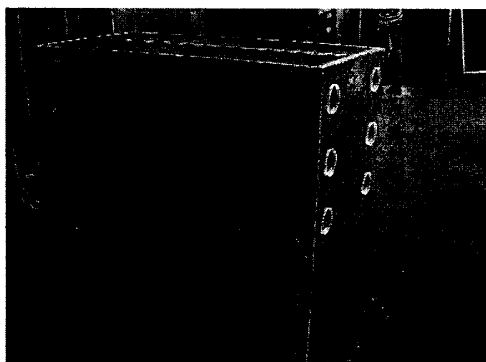
五、建議

1. 果實蠅之非經濟性寄主植物繁多，難予利用傳統滅雄或藥劑方法有效控制野生族群，因此我國對果實蠅之防治策略，必須考慮在自然生態區，重新評估及建立果實蠅寄生蜂族群，讓天敵發揮自然防治效果，抑制經濟性果園果實蠅之感染源族群。
2. 評估目前使用之果實蠅防治方法，對天敵寄生蜂族群之影響。
3. 在有高密度果實蠅之經濟性作物園區，應用傳統防治方法後，評估果實蠅族群密度，適時改以釋放寄生蜂，讓寄生蜂自然繁殖，以後只要適時給予補充釋放寄生蜂，不但可延長防治效果，且降低防治成本及維護產品安全。
4. 加強與夏威夷太平洋盆地農業研究中心合作，進行果實蠅寄生蜂生態與寄生行為之相關研究，並建立寄生蜂大量飼養繁殖設備，以因應田間釋放防治果實蠅之研究。

六、附件



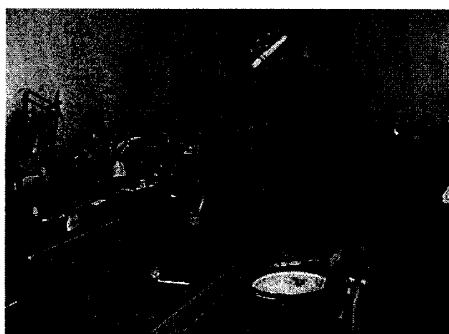
檀香山果實蠅寄生蜂研習實驗站



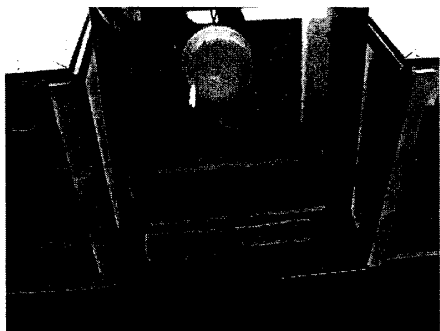
果實蠅成蟲大量飼養櫃



洋菜膠爲寄生蜂水分來源



以洋菜膠爲果實蠅卵載體製作寄生單位



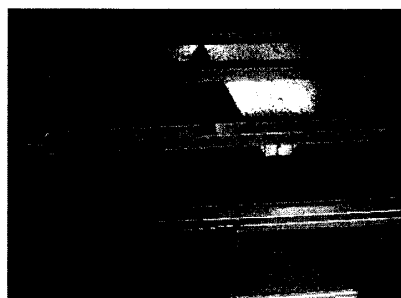
洋菜膠上之果實蠅卵供寄生蜂寄生



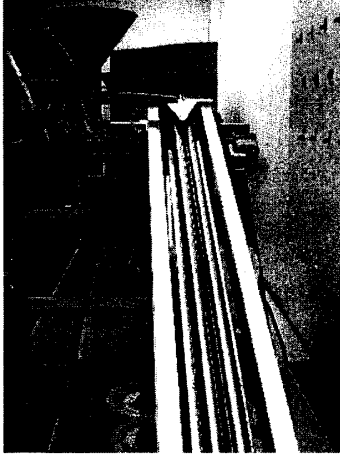
暴露寄生後之洋菜膠移至人工飼料上 (左)



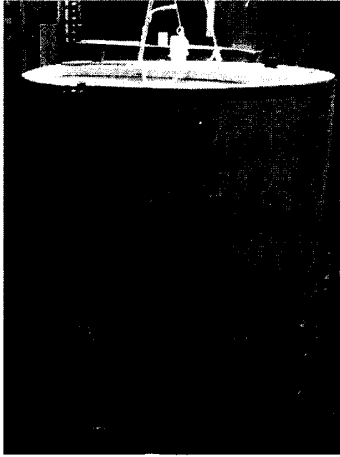
準備果實蠅幼蟲寄生蜂寄生單位 (幼蟲與飼料)



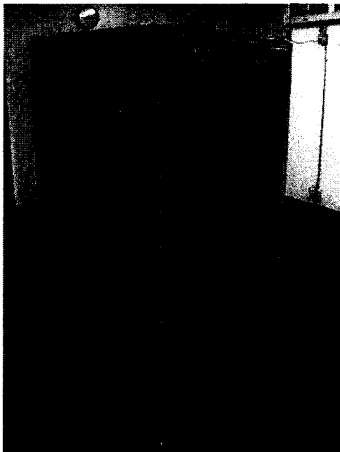
飼養被寄生果實蠅幼蟲櫃底層之蛹收集設計



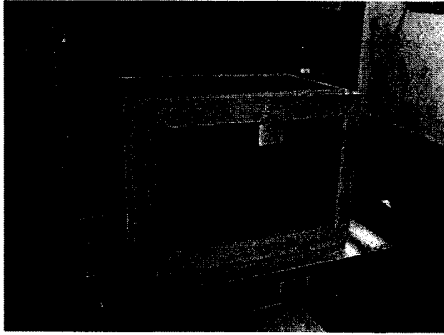
被寄生之果實蠅蛹滾輪式篩選機



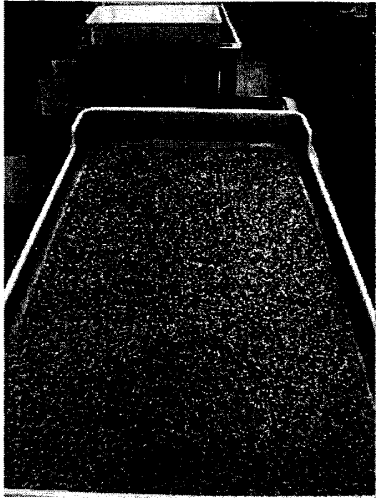
大型寄生蜂飼養圓筒（底層遮光）



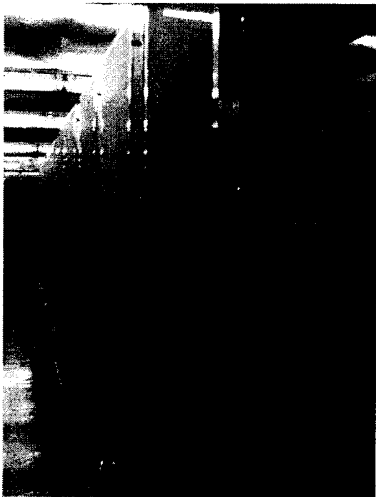
果實蠅與雄性寄生蜂羽化櫃



小型果實蠅與寄生蜂羽化箱



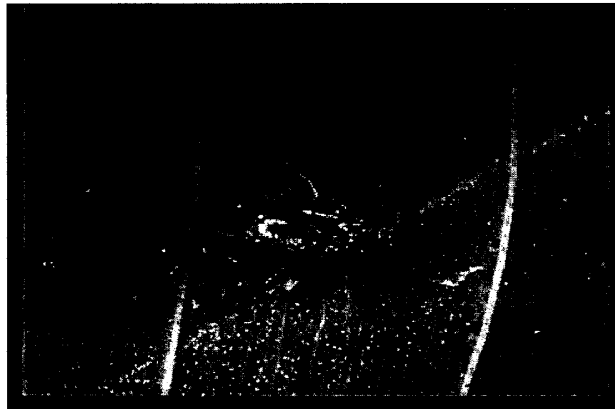
白色蛹殼之雌性地中海果實蠅



地中海果實蠅大量飼養



果實蠅卵寄生蜂 *Fopius (Biosteres) arisanus*



果實蠅幼蟲寄生蜂 *Diachasmimorpha longicaudata*



果實蠅幼蟲寄生蜂 *Diachasmimorpha tryoni*