

出國報告（出國類別：其他（參訪））

赴夏威夷參訪有益微生物應用於熱帶果樹果園病蟲害管理策略之研究

服務機關：行政院農委會高雄區農業改良場
姓名職稱：莊益源 助理研究員、周浩平 助理研究員
派赴國家：美國（夏威夷）
出國期間：99/05/05-99/05/12
報告日期：99/06/24

目次

摘要-----	3
本文-----	4
參訪目的-----	4
參訪過程-----	4
參訪心得與建議-----	7
附錄-----	9

摘要

本次赴夏威夷參訪有益微生物應用於熱帶果樹果園病蟲害管理策略之研究行程主要藉由參訪多個農業相關研究機關以獲取生物防治之相關技術以及了解其現況，主要之參訪機關主要以夏威夷大學（University of Hawaii Manoa）各研究機構為主，其位於美國夏威夷州歐胡島，是夏威夷地區農業相關學術之研究重鎮，其中植物與環境保護學系（Department of Plant and Environmental Protection Sciences）更是用以具體實踐有益微生物防治植物病害以及研究瓜果實蠅共同防治的中心，其於果實蠅防治技術、生物防治技術研發如病毒病害防治之 Gene Silencing 技術、以及應用 Cover crops 的方式防治線蟲病害，更是具有具體成果，此外夏威夷大學昆蟲博物館隸屬校內之研究機構，展示了許多自然天敵及作物害蟲等相關資訊，同時亦包括了當地特有種之昆蟲，另額外增加 Bishop Museum 之參訪行程，其昆蟲標本館藏規模維全美第三大，規模之大以及對昆蟲分類上之用心，值得國內學習。總結此次參訪行程，在參訪期間將所獲得之交流心得，將於日後應用規劃，做為本場開發生物製劑產品及非農藥病蟲害防治技術之借鏡。

本文

參訪目的

為有效執行本場九十八年度科發基金計畫「有益微生物應用於熱帶果園病蟲害管理策略之研究」，於九十九年五月五日至五月十二日間，赴夏威夷進行相關技術參訪，參訪機構主要以夏威夷大學各研究機構為主，利用此機會以期與國外接軌，交流更新穎及更有效率之防治技術，作為回國後續研究之參考與構想。

參訪過程

夏威夷氣候與台灣相去不遠，但島上相對濕度僅有 30%至 50%，較台灣乾燥許多，其栽培作物主要以香蕉、鳳梨、酪梨、柑橘等熱帶果樹為主，在八天的參訪過程中，皆為晴朗多雲的天氣。夏威夷大學，位於美國夏威夷州歐胡島馬諾瓦山谷中，天氣變化甚大，校區內雨水豐沛，降雨機率極高，與島上其他地方之氣候相差甚大。為夏威夷地區農業相關之研究重鎮，校內主要以海洋、社會科學以及植物與環境保護相關科系為主，成立於 1907 年，為夏威夷大學系統。學生和教職員工來自全世界各地，為一個非常成功之國際校園（International Campus）。本次參訪主要參訪機構為植物與環境保護學系，其為夏威夷地區具體實踐植物病蟲害防治以及瓜果實蠅共同防治之研究中心，此外，其於非農藥防治技術研發方面，亦具有相關豐碩之成果。以下為本次參訪夏威夷之詳細參訪行程（下表）。

日期	地點	行程	備註
5月5日	屏東、高雄、日本東京	本場—高雄小港國際機場—東京成田國際機場	
5月6日	日本東京、美國夏威夷(夏威夷大學UH)	東京成田國際機場---夏威夷檀香山國際機場、夏威夷大學(植物與環境保護學系，Department of Plant and Environmental Protection Sciences)、果實蠅專家 Dr. Mau 會面	宿夏威夷歐胡島
5月7日	美國夏威夷(夏威夷大學，UH)	夏威夷大學(基因轉植防治植物病害現況參訪)、植物病毒研究室、植物生理及採後處理研究室	宿夏威夷歐胡島
5月8日	美國夏威夷	參觀夏威夷果實蠅共同防治研究室	宿夏威夷歐胡島
5月9日	美國夏威夷	參訪夏威夷大學昆蟲博物館	宿夏威夷歐胡島

5月10日	美國夏威夷(夏威夷大學, UH)	夏威夷大學(植物病原線蟲 cover crops 防治、果樹非農藥病害防治技術與現況參訪)	宿夏威夷歐胡島
5月11日	美國夏威夷(夏威夷大學, UH)	參訪 Bishop Museum ---夏威夷檀香山國際機場	
5月12日	日本東京、高雄	夏威夷檀香山國際機場---日本東京成田機場 ---高雄小港國際機場	

夏威夷大學植物與環境保護學系，此次參訪研究室，主要有果實蠅共同防治研究室、植物生理及採後處理研究室、植物線蟲非農藥防治研究室、植物病毒研究室以及昆蟲博物館，其位於兩棟不同的建築物中，值得一提的是，植物與環境保護學系各實驗室皆會將歷年學生或老師所發表之科學論文懸吊於走廊之佈告欄中，有些較重要之研究甚至會放大成海報張貼於佈告欄中，此外，研究室中並會懸掛相關研究病原微生物之圖片及作用機制等流程圖。

(一) 蟲害防治研究室

在抵達夏威夷之第一天，隨即參觀蟲害防治研究室，其研究內容除果實蠅外，亦包括植物有害蟎類、白蟻、薊馬以及其他柑橘害蟲，如木蠹，我們並與著名果實蠅防治專家 Dr.Mau 進行會面與午餐，並探討果實蠅防治相關課題，Dr.Mau 指出果實蠅如需徹底根治，必須確實進行共同防治，此一方向與本場目前防治方向相同，加上夏威夷地區亦有地中海果實蠅，較東方果實蠅更具威脅性，故防治工作上較為艱困，但 Dr.Mau 仍堅持共同防治為果實蠅防治最重要之策略，隨後 Dr.Mau 並致贈我們果實蠅防治(HAW-FLYPM)紀念帽以及其最近幾年研究成果之光碟，本場植物保護研究室主持人莊益源博士並致贈 Dr.Mau 本場紀念品及簡介文宣，Dr.Mau 同時勉勵國內學者瓜果實蠅之共同防治，需要台灣地區各研究專家彼此配合及協助，相信未來有一天，東方果實蠅必能從台灣消失。

(二) 植物病毒研究室

植物病毒研究室為我們第二個參訪行程，研究室中的 Dr.Melzer 很熱心的向我們介紹研究室中的主要研究內容，其為美國農部(USDA)植物病毒專家 Dr.Gonsalves 之指導學生，植物病毒研究室研究主題相當多，亦有植物菌質體(Phytoplasma)之主題，包括了 Aster Yellows 菌質體在水芹菜上的病害與研究，此外亦應用 gene silencing 之究甚多，包括了引起柑橘、鳳梨、木瓜等病害之植物病毒，並已完成其基因解序，Dr.Melzer 並強調研究室除進行病毒病害防治外，近幾年之研究重心主要為柑橘立枯病(CTV)之相關研究，此外，他們在夏威夷地區發現了一種與 Pineapple mealybug wilt associated virus-1 與 PMWaV-3 不同的病毒，屬於新種病毒，大部分核酸區域皆相當類似，僅有傳播相關核酸區域不同，目前研究室仍在進行相關研究，Dr.Melzer 並提供了非常多關於植物病毒研究室於病毒病害防治之相關文獻給我們，並希望我們能將這些研究

技術帶回國進行技術交流。

(三) 植物生理及採後處理研究室

植物生理及採後處理研究室為我們第三個行程，本研究室之主持人為世界著名植物生理學專家Dr. Paul，由於參訪時Dr. Paul 外出至試驗田，所以我們委託實驗室中台灣學生吳秉芳小姐進行講解及介紹，研究室中主要的研究作物以鳳梨、木瓜以及酪梨為主，吳小姐詳盡的為我們介紹木瓜以及酪梨的採後處理以及乙烯分析相關研究，研究室中另外具備兩間定溫室，專門儲存實驗樣品用，與台灣傳統實驗室不同，其空間分配上更為妥善，且定溫室約有五坪大小，在試驗樣品儲存上更為有效率，值得國內各實驗室於設計規劃時來參考，吳小姐同時介紹其於研究室之研究主題，為乙烯相關分析試驗，並示範於操作儀器中注射乙烯之試驗，此行程為臨時外加，亦讓我們了解國外研究室於熱帶果樹採後處理研究上之研究現況。

(四) 植物與環境保護學系（昆蟲博物館）

第四個行程則為植物與環境保護學系之昆蟲博物館參訪，昆蟲博物館為其蟲害防治研究室之附屬機構，共有三位研究人員共同負責管理此昆蟲博物館，在此行程中，負責向我們解說的研究人員為Mr. Luc，他是一位來自加拿大的昆蟲學家，目前則在果實蠅專家Dr. Mau旗下工作，昆蟲博物館收藏了自1930年代著名昆蟲學家Dr. Hardy所整理之昆蟲標本，其中更不乏有檢疫害蟲如地中海果實蠅（Mediterranean fruit fly）等害蟲標本，亦收藏了一些稀有之昆蟲與型態特殊之昆蟲，以學術單位來說要有如此規模之收藏實屬不容易，且標本之保存環境與收藏方式，皆值得國內學術單位學習，在此行程中，Mr. Luc致贈了一本關於果實蠅分類與研究的文獻於本場莊益源博士，對於本場於東方果實蠅之共同防治研究上，相信非常有幫助，此外，Mr. Luc亦提供了一額外的行程，也就是後文會介紹之最後一個參訪行程--Bishop Museum，在此博物館中，亦有相當豐富之昆蟲標本展示，於後續會詳細介紹。

(五) 植物線蟲非農藥防治研究室

植物線蟲非農藥防治研究室，首先我們與此研究室之主持人Dr. Wang進行面談，Dr. Wang是來自馬來西亞的研究學者，曾就讀於國立台灣大學園藝系並取得學士學位，所以可以中文與其溝通，其目前之研究主要為利用生態和生物控制技術來抑制線蟲和其他有害生物。此外利用線蟲與有益微生物作為土壤生物指標，並設計相關管理策略。在面談過程中，本場莊益源博士也將本場轄區高屏地區之線蟲危害問題加以提出，以及線蟲防治上目前所遇到之瓶頸，Dr. Wang之研究室主要利用cover crops之方式來防治植物病原線蟲，cover crops意指覆土作物，將作物耕犁土中，避免土地受雨水沖刷，同時又可使土壤增加養分，故覆土作物與綠肥作物有時很難分別。此類作物主要目的是保護土壤，尤其在坡地及等高線上栽培具有防止土壤沖刷效，Dr. Wang以田菁為cover crops，並將其磨碎成稻桿狀，一起耕犁至土中，不但具綠肥之效果，亦能防治植物病原線蟲，Dr. Wang同時也對本場目前之有益微生物研究相當感興趣，亦提供研究室目前研究之參考

文獻與光碟，光碟相關內容可於Dr. Wang於夏威夷大學之個人網頁中

(<http://www.ctahr.hawaii.edu/sustainag/leaders/wang.html>) 找到，本場周浩平助理研究員亦與其討論微生物培養與應用之相關技術，從此得知，植物與環境保護學系進行放線菌研究領域的較少，經過了交流後，未來可能也會新增相關的研究內容，由國內外共同努力，一起為目前世界性(Worldwide)之病害，如細菌性青枯病、鐮胞菌引起之真菌性萎凋病、香蕉黃葉病等，找出有效之解決辦法，同時也能朝著安全、永續農業的腳步邁進，目前本場周浩平助理研究員與Dr. Wang仍保持聯繫，並與其交換心得與相關技術，在本次行程中應該能算是最大的收穫，隨時與國外學者專家交流、接軌，研討研究中之困難與心得，減少瓶頸產生，對國內知病蟲害防治技術之研發上，必定有相當大的助益。

(六) Bishop Museum

此次參訪的最後一個行程，即為前文所提到之Bishop Museum，此博物館一般是要收費的，其地位相當於國內之自然科學博物館，但我們因夏威夷大學之引見，得以利用換證之方式免費參觀其昆蟲標本保存室，Bishop Museum有著全美第三大之昆蟲館藏，收藏較夏威夷大學之昆蟲博物館更為豐富許多，亦以目(Order)之方式加以分門別類，我們主要以果實蠅類為參訪對象，包括前文所提到之東方果實蠅、地中海果實蠅等害蟲，在Bishop Museum中皆能一覽無遺，此行程中，為我們進行解說及介紹之研究學者為Mr. Myers，介紹過程中，Mr. Myers亦向我們展示了他自行拼裝而成之昆蟲，利用多種不同昆蟲、不同器官拼裝而成之新昆蟲，顯示出其創意十足，昆蟲標本保存館中，亦有多為研究人員同時進行分類及標本製作的工作，在人力資源充足的情況下，才能造就出一個規模如此龐大之標本館藏，不知未來的一天，國內能否有這樣一個完整的昆蟲標本展覽館，Mr. Myers同時也准許我們在館內拍照，甚至可將此一架構供國內相關研究單位參考。至此，我們也完成了所有的夏威夷參訪行程，不管於蟲害或病害非農藥防治技術上，都有相當大之收穫。此外此行所獲得之參考文獻，由於皆屬於國外學者專家之著作，有鑒於牽涉到智慧財產權之問題，故於後續將不附上，附錄部分僅附上參訪期間相關照片，以及植物線蟲專家Dr.Wang致贈之光碟，由於台灣地區無法播放，僅適用於美國地區之光碟機，故將不附於附錄中，其內容於其個人網頁即可觀看參考

(<http://www.ctahr.hawaii.edu/sustainag/leaders/wang.html>)。

參訪心得及建議

本次參訪夏威夷大學，主要目的為與國外學者專家進行熱帶果樹病蟲害之生物防治技術交流與心得交換，透過本次參訪，讓我們瞭解國外著名病蟲害研究專家研究室目前之研究現況，且藉由專家們所致贈之參考資料及文獻，亦能提供後續研究之構想，而研究室外所懸掛之科學論文、海報，亦能清楚表達實驗室之研究方向以及內容，重要的，它們代表了研究人員或學生的心血，為一種榮譽之表現，相信國內各農政單位及學術機關亦能參考進而效法之，一反出發前的擔心及

不安，此次參訪的國外學者專家皆非常友善，他們並不擔心技術及智慧財產會外洩，反而是希望我們能夠將心得與資訊帶回國內，一起為世界上仍無法解決之問題來努力，胸襟之大令人尊敬。

在各參訪行程中，每一個行程都值得令人一再回味，同時我也將所學提出與國外專家探討，意外中發現其實台灣地區亦有許多國外學者專家不了解之研究，如有益微生物方面，夏威夷地區大多利用已商品化之微生物成品來直接應用，較少有學者專家朝開發新菌種或產品方面來做為研究方向，此次參訪行程中，也認識了年輕的生物防治專家 Dr. Wang，他是一位和藹可親且細心的馬來西亞女科學家，尤其不吝提供其多年來之線蟲防治成果及技術，更是為台灣地區困擾已久之線蟲連作障害問題，提供了一個嶄新的方向，相信配合本場所研發之有益微生物，必能有效為轄區農民解決此一問題，目前與 Dr. Wang 以電子郵件方式仍有連絡，並隨時進行技術交流及相關建議，結合此次參訪所獲得之資訊及相關參考文獻、光碟，相信對未來的研究幫助必定甚大，同時也會減少研究所造成之瓶頸，有了這群國外學者相助，相信一切病蟲害問題慢慢將會獲得圓滿的解決。

在參訪過程中，非常感謝高雄師範大學王惠亮教務長與夏威夷大學台灣學生會的協助，包括地球科學系的葉一慶博士、植物與環境保護學系的王怡瑾小姐、吳秉芳小姐、人類學系的李惠玲小姐，此外還有我們在夏威夷認識的外國朋友，同時也是忘年之交--Mr. Luc，願未來的日子裡他們的研究一切順利，最後非常感謝行政院農委會高雄區農業改良場以及行政院國家科學委員會提供了這樣難得的機會讓我們出國參訪、學習，未來必定會將此行得到的心得及技術全新全力應用於永續農業發展，開發有益微生物進行熱帶果樹病蟲害防治，取代化學農藥之使用，有效防止或降低病害發生，進而應用於田間作為非農藥防治資材。

附錄



圖 1、此次的參訪地點：夏威夷大學馬諾瓦分校（University of Hawaii Manoa）



圖 2、夏威夷大學植物與環境保護學系（簡稱 PEPS），系辦公室前貼滿了個研究專家之簡歷。



圖 3、夏威夷大學之校內書店，販售有教科書以及關於學校之各式各樣紀念品。

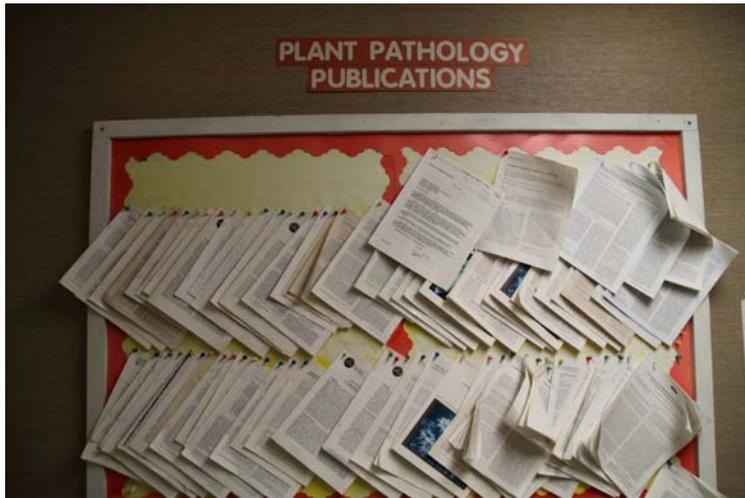


圖 4、植物與環境保護學系各實驗室皆會將歷年學生或老師所發表之科學論文懸吊於走廊之佈告欄中。

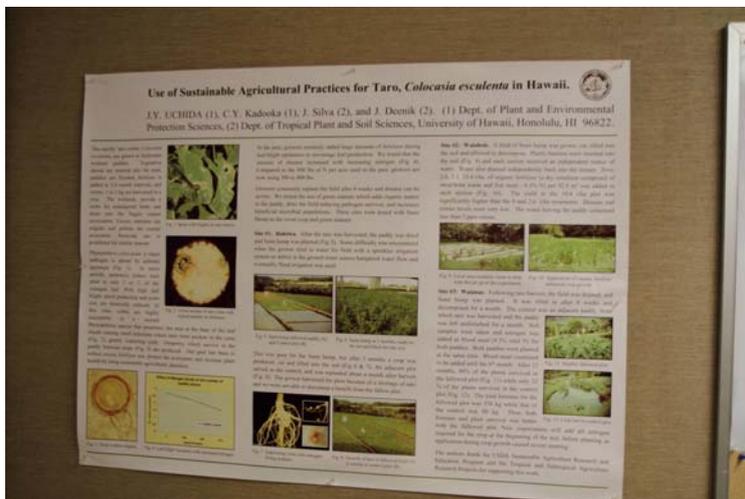


圖 5、植物與環境保護學系各實驗室皆會較重要之研究甚至會放大成海報張貼於佈告欄中。



圖 6、研究室中會懸掛相關研究病原微生物之圖片及作用機制等流程圖（線蟲）。

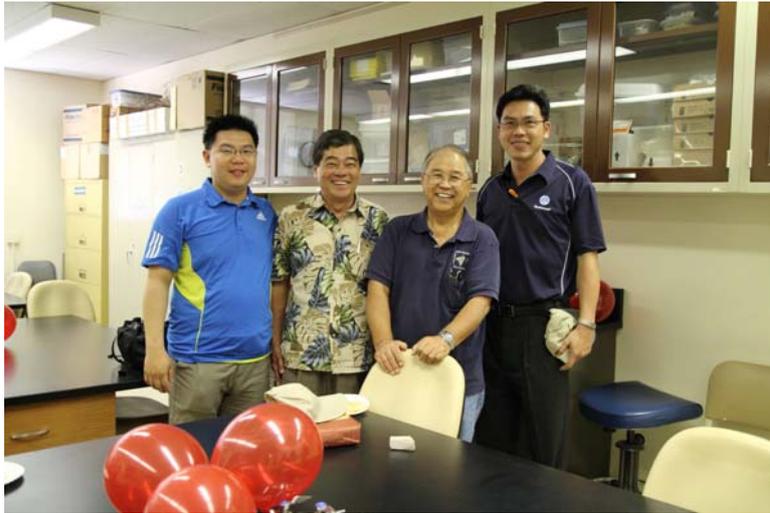


圖 7、在抵達夏威夷之第一天，隨即參觀蟲害防治研究室，並與著名果實蠅防治專家 Dr.Mau (右二) 進行會面與午餐，並探討果實蠅防治相關課題



圖 8-1

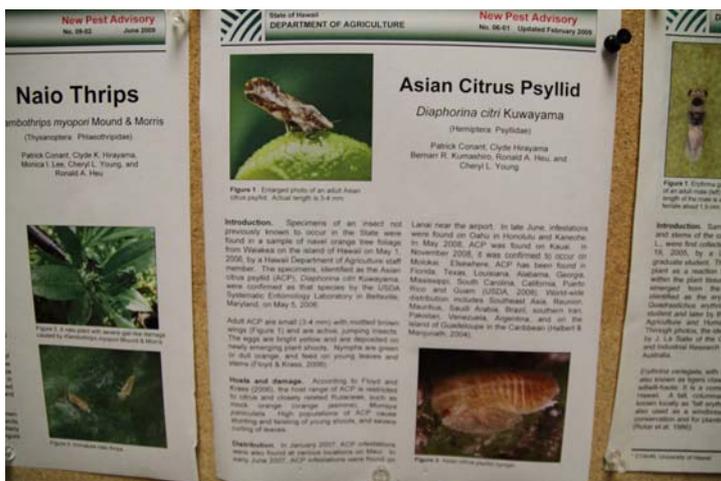


圖 8-2



圖 8-3

圖 8-1~8-3、蟲害防治研究室，其研究內容除果實蠅外，亦包括植物有害蹣類、白蟻、薊馬以及其他柑橘害蟲，如木蠹。



圖 9、植物病毒研究室為第二個參訪地點，圖為本場莊益源博士致贈 Dr.Melzer 本場紀念品。



圖 10-1



圖 10-2



圖 10-3

圖 10-1~10-3、與 Dr.Melzer 研討蘭花病毒病害及相關文獻



圖 11、Dr. Melzer 實驗期間亦參考台灣張清安博士等病毒專家之文獻。

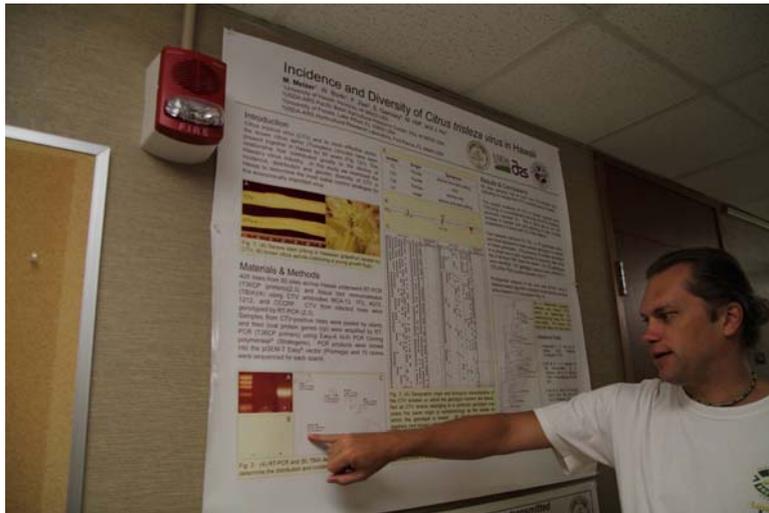


圖 12、Dr.Melzer 強調研究室除進行病毒病害防治外，近幾年之研究重心主要為柑橘立枯病（CTV）之相關研究。

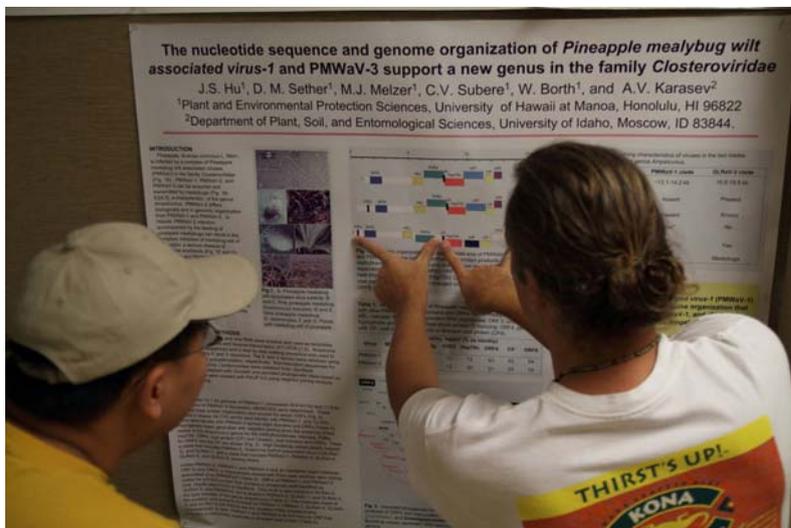


圖 13、Dr. Melzer 在夏威夷地區發現了一種與 Pineapple mealybug wilt associated virus-1 與 PMWaV-3 不同的病毒，屬於新種病毒，大部分核酸區域皆相當類似，僅有傳播相關核酸區域不同，目前研究室仍在進行相關研究。



圖 14、植物生理及採後處理研究室為當日附加之行程，由研究室台灣學生吳秉芳小姐進行講解及介紹研究室之相關研究。



圖 15、研究室中另外具備兩間定溫室，專門儲存實驗樣品用，約有五坪大小，在試驗樣品儲存上更為有效率。

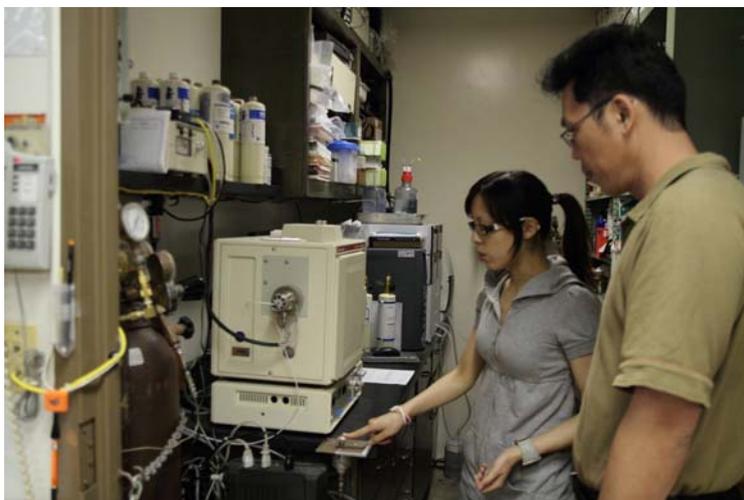


圖 16-1



圖 16-2

圖 16-1~16-2、吳小姐介紹乙烯相關分析試驗及儀器，並示範於操作儀器中注射乙炔之試驗。

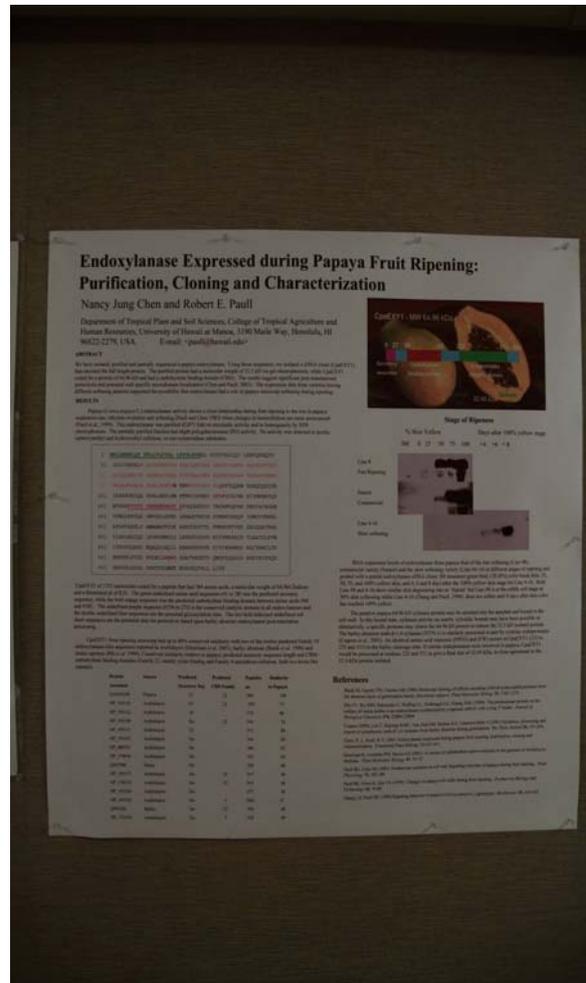
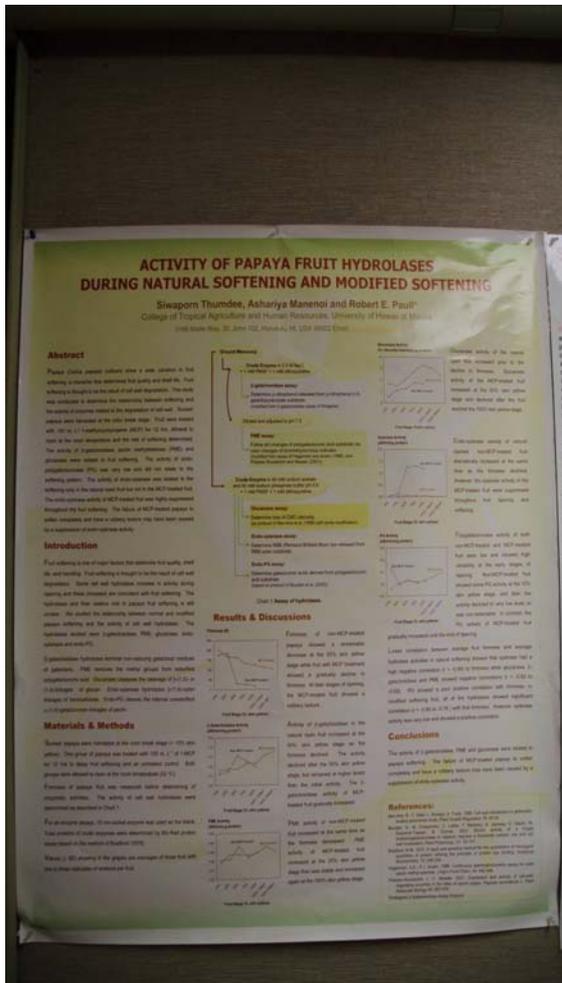


圖 17、植物生理及採後處理研究室進行許多熱帶果樹之採後處理以及生化代謝試驗。



圖 18、隸屬於植物與環境保護學系之昆蟲博物館，建築外有蝴蝶圖樣。



圖 19、昆蟲博物館內部，博物館旁即為蟲害防治研究室，部告欄中隨時張貼著最新的蟲害以及研究相關資訊。



圖 20、果實蠅專家 Dr. Mau 與研究團隊所設計之瓜實蠅防治流程。



圖 21、昆蟲博物館中 Mr. Luc 所設計之可配戴式瓜實蠅翅膀及複眼等構造，深具巧思與俏皮性。。



圖 22、本場莊益源博士與 Mr. Luc 研討果實蠅相關問題，Mr. Luc 並提供相關文獻予我們參考。

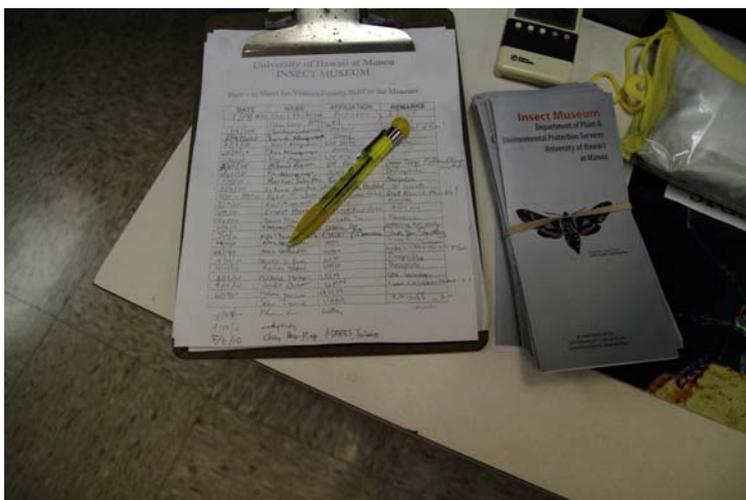


圖 23、昆蟲博物館參觀需進行登記，最下方即為我們的參觀紀錄。



圖 24、昆蟲博物館收藏豐富，莊益源博士則以果實蠅為主進行搜尋，標本皆以目（Order）做分類，並有收藏盒及玻璃保護，搭配完整之空調系統，實為相當專業之機構。



圖 25-1



圖 25-2

圖 25-1~25-2、博物館內亦收藏許多奇特、稀有甚至頻臨絕種之昆蟲標本，如蛾類以及體長超過 30 公分之竹節蟲（左一，於南美洲發現）。



圖 26、果實蠅標本可清楚見到產卵管。



圖 27、果實蠅標本即有上千種，排列的相當緊密，足見昆蟲博物館之收藏豐碩。



圖 28、植物線蟲非農藥防治研究室主持人 Dr. Wang 致贈線蟲生物防治參考文獻與光碟，莊益源博士亦致贈本場紀念品。



圖 29、莊益源博士將目前國內熱帶果樹所遭遇到之線蟲問題以及綠肥作物現況與 Dr. Wang 進行討論。

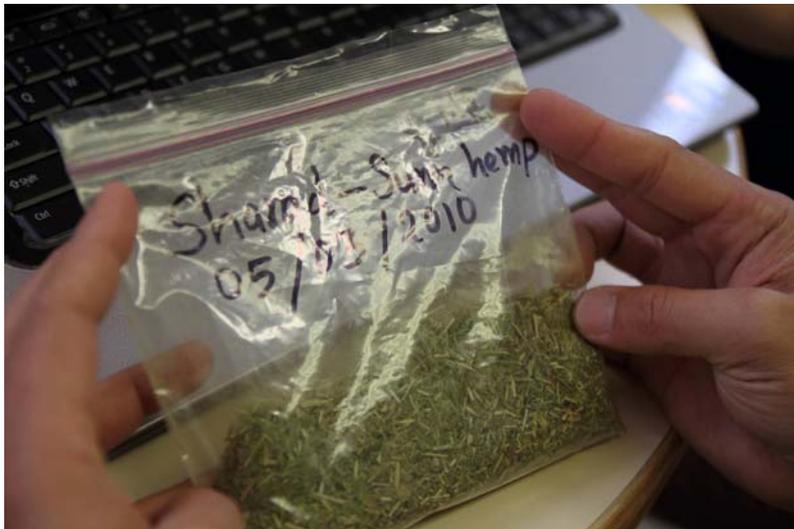


圖 30、Dr. Wang 以田菁為 cover crops，並將其磨碎成稻桿狀，一起耕犁至土中，不但具綠肥之效果，亦能防治植物病原線蟲。



圖 31、本場周浩平助理研究員亦與 Dr. Wang 討論土壤微生物培養與應用技術。



圖 32、Dr. Wang 請莊益源博士針對線蟲培養時容易遭受蟎類污染之問題予以協助，圖為莊博士針對污染之培養基進行鏡檢。



圖 33-1



圖 33-2

圖 33-1~33-2、Dr. Wang 向我們介紹其研究主要為利用生態和生物控制技術來抑制線蟲和其他有害生物，並強調土壤的重要性（土壤中亦有食物鏈之生態）。



圖 34、我們的最後一個行程，Bishop Museum，昆蟲標本保存館為右邊的建築。



圖 35、Bishop Museum 一般是要收費的，但我們因夏威夷大學之引見，得以利用換證之方式免費參觀其昆蟲標本保存館。



圖 36、進館後首先映入眼簾的即為上百種之蝶蛾類標本。



圖 37、Bishop Museum 有著全美第三大之昆蟲館藏，收藏較夏威夷大學之昆蟲博物館更為豐富許多，如此看來並非浪得虛名，圖為其中一展室列。



圖 38、此次參訪為我們詳細解說的 Mr. Myers，同時也是 Mr. Luc 之好友，對昆蟲學方面具有濃厚之興趣，圖為他自行拼裝而成之昆蟲，利用多種不同昆蟲、不同部位拼裝而成之新昆蟲。



圖 39-1



圖 39-2

圖 39-1~39-2、Dr. Myers 指示我們可自由參觀並拍照，圖為莊益源博士取出果實蠅標本（39-2）之情形。



圖 40、Bishop Museum 昆蟲保存館之研究團隊其精神令人敬佩，有許多微小之昆蟲標本不但難以處理，亦要將其分類特性表現出，圖為果實蠅之翅脈，翅膀上之花紋清楚可見，手工之精細可見一般。