

出國報告（出國類別：研究）

重要病蟲害防治決策系統之研究

服務機關：行政院農業委員會 花蓮區農業改良場
姓名職稱：巫宜毅 助理研究員
出國地區：加拿大
出國期間：中華民國一〇〇年九月二十一日至十月二日
報告日期：中華民國一〇〇年十二月二十日

摘要

本計畫於 100 年 9 月 21 日至 10 月 2 日完成赴加國研習重要病蟲害防治決策系統之研究。第一週前往研習的地點為卑詩省 (British Columbia) 夏地 (Summerland) 的太平洋農產品研究中心 (Pacific Agri-Food Research Center - PARC)，隸屬於加國農部 (Agriculture and Agri-Food Canada - AAFC)，主要研習 Dr. Tom Lowery 主持的蟲媒病毒病害研究與植物病毒原種保存園，同時也和其他研究人員討論植物誘引劑與白殭菌防治蘋果透翅蛾之研究；第二週前往位於亞伯達省 (Alberta) 的萊斯布里奇大學 (University of Lethbridge)，主要研習 Dr. Dan Johnson 主持的應用地理資訊系統 (Geographic information system) 預測蝗蟲族群數量與防治策略研擬，以及應用黑殭菌做蝗蟲之生物防治；另外，也參訪加國農部的萊斯布里奇研究中心 (Lethbridge Research Centre - LRC)，拜訪 Dr. Lawrence 討論黑殭菌鑑定與加拿大新興植物病毒 *Chinese Rape Mosaic Virus* 的危害。假日參訪溫哥華地區的超級市場與傳統市場，調查農產品種類與價格。

目次

| | |
|--------------|----|
| 摘要----- | 1 |
| 一、目的----- | 3 |
| 二、行程----- | 4 |
| 三、研習內容----- | 5 |
| 四、心得與建議----- | 19 |
| 五、附錄----- | 20 |

目的

植物病蟲害的研究、預測、流行病學與防治策略研擬為加國之強項，本計畫赴加國研習相關病蟲害防治方法，期能強化花蓮地區重要病蟲害之防治策略。目前國內相關學術發表的害蟲族群變動分析多以單點時間序列為主，而利用地理資訊系統進行分析的發表僅集中於 2009 年行政院農業委員會動植物防疫檢疫局所出版的「地理資訊在植物防疫之應用特刊」，於國內其他的植物保護學術期刊並不多見。雖然目前國內植物防疫系統有引入地理資訊系統，但仍無更深入利用其相關模組進行分析，甚至形成決策系統。加拿大政府也非常重視自然生態保育，對於農業生產與公共綠地病蟲害防治均儘力避免使用農藥，積極投入人力與物力研發非農藥防治資材及生物防治技術。因此本計畫赴加拿大農部所屬研究單位及萊斯布里奇大學研習利用地理資訊系統發展相關模組進行病蟲害的發生預測與防治決策系統之形成，以及學習蟲媒病害防治、非農藥防治與生物防治相關研究，學習加國農業研究現況、概念、方法及未來發展方向，期望將相關技術及概念引入國內，做為未來研究的參考。

行程

| 日期 | 研習地點 | 研習主題 |
|--------------------|--|---------------------------|
| 9/21(三) | 台北-桃園-溫哥華(Vancouver) | 去程 |
| 9/22(四) | 溫哥華-潘提頓(Penticton)-太平洋農產品研究中心(PARC) | 研究中心導覽、蟲媒病毒防治研習 |
| 9/23(五) | 太平洋農產品研究中心(PARC)-潘提頓(Penticton)-溫哥華 | 害蟲生物防治研習、參訪試驗田區與農夫市集 |
| 9/24(六) | 溫哥華(Vancouver) | 超市訪查、資料整理 |
| 9/25(日) | 溫哥華(Vancouver) | 超市訪查、準備第二週研習事宜 |
| 9/26(一) | 溫哥華-卡加利(Calgary) -萊斯布里奇(Lethbridge) | 溫哥華前往萊斯布里奇路程 |
| 9/27(二) | 萊斯布里奇大學(University of Lethbridge) | 大學導覽、地理資訊系統應用於害蟲防治研習 |
| 9/28(三) | 萊斯布里奇大學(University of Lethbridge) | 蟲生真菌防治研習、研究室與養蟲室參訪 |
| 9/29(四) | 萊斯布里奇研究中心(Lethbridge Research Centre)-卡加利(Calgary) | 黑殭菌與植物病毒鑑定研習、萊斯布里奇返回卡加利路程 |
| 9/30(五) | 卡加利(Calgary)-溫哥華(Vancouver) | 卡加利返回溫哥華路程、傳統市場訪查 |
| 10/1(六) 10/2(日) | 溫哥華(Vancouver)-桃園-台北 | 返程 |

研習內容

(一)研習國家介紹：

加拿大 (Canada) 是全世界面積第二大的國家，國土幅員遼闊，地理位置於北美洲的北半部，東臨大西洋，西濱太平洋，南與美國為界，北臨太平洋達北極圈，全境面積約有 998 萬平方公里，其中農業耕地面積約佔國土 7%。全國人口約 3300 餘萬人，人口密度每平方公里約有 3.3 人，相較於台灣每平方公里有 671 人，可以說相當的低，官方語言為英文和法文，境內分為 10 個省 (British Columbia, , Ontario, Quebec, New Brunswick, Nova Scotia, Prince Edward Island, Newfoundland) 及 北方 3 個特區 (Yukon, Northwest, Nunavut)，首都是位於安大略省的渥太華 (Ottawa)，人口主要分布於東部的安大略省 (Ontario) 和魁北克省 (Quebec)，其中多倫多 (Toronto) 為其經濟發展之重心。

加國領土相當遼闊，氣候受緯度、地形和海洋影響，各地溫度與降雨量亦隨季節變化而有不同，氣溫低、夏季短、冬季長為其特徵。西北太平洋沿岸夏天涼爽乾燥，冬天多雲潮溼，在溫哥華附近，因受太平洋暖流影響，較為溫濕，冬天下雪較少，夏季涼爽。西岸內陸氣候變化大，冬天洛磯山脈上蓋滿積雪，冷風吹襲；夏天山谷陰蒼乾燥，氣候炎熱，本次參訪的太平洋農產品研究中心 (Pacific Agri-Food Research Centre-PARC) 即坐落於此。越過積雪量多的洛磯山脈，愈往中央地帶，大陸性氣候愈形明顯，冬季長寒，夏天短熱，本次參訪的萊斯布里奇大學 (University of Lethbridge) 即坐落於此。中西部為平原帶，利於農牧發展，全年雨量稀少，溫差很大。大西洋沿岸各省寒冷多雨，北部屬寒帶終年結冰，嚴寒澈骨，礦產資源豐富，育空地區為冬季極光之觀賞地點。加國東部為丘陵地帶、森林茂盛；東南部氣候適中，土壤肥沃。加國全境多湖泊，淡水資源佔約全球兩成。

加拿大為世界第七大糧食生產國，可耕地面積約 4600 萬公頃，永久性放牧面積約 2800 萬公頃，農場為農業生產之基本單位，全國農場總數約 25 萬個，平均規模約 300 公頃，規模 100 公頃以下的小農場占 45%，500 公頃以上的大農場占 10%。加國南部的大草原地區為最重要的農業區，橫跨三個省 Alberta、Saskatchewan 與 Manitoba，此區土壤以棕壤和黑土為主，有機質含量約 3~8%，

保肥性狀良好，主要的農作物為小麥、大麥、油菜和豆類。

(二)研習單位與內容介紹：

本次研習橫跨兩個省份以及的三個研究單位。第一個前往研習的地點為卑詩省 (British Columbia) 夏地 (Summerland) 的太平洋農產品研究中心 (Pacific Agri-Food Research Center)，隸屬於加國農部 (Agriculture and Agri-Food Canada)；第二個地點位於亞伯達省 (Alberta) 的萊斯布里奇大學 (University of Lethbridge) 與同屬於加國農部的萊斯布里奇研究中心 (Lethbridge Research Centre)，其介紹如下：

1. Pacific Agri-Food Research Center

太平洋農產品研究中心 (以下簡稱 PARC)，隸屬加拿大農業部 19 個研究單位之一，位於卑詩省 (British Columbia) 的夏地 (Summerland)，從溫哥華搭飛機到潘迪頓 (Penticton) 約 50 分鐘，再驅車前往夏地 (Summerland) 約 20 分鐘。夏地位於河谷地區，有二個大湖的調節溫度 (Okanagan Lake and Skaha Lake)，因此氣候溫和，冬季期間下雪不多，所以成為加拿大西部重要的水果產地，也因為此地區氣候乾燥，蟲害危害較病害嚴重得多，附近山上森林常常受林火危害。PARC 主要的研究方向為：藥用植物、果樹與溫室蔬菜栽培、病蟲害防治、細胞與分子生物學和植物病理學，土壤資源保存、植物基因保存與畜產品生產研究。PARC 與卑詩大學 (University of British Columbia) Okanagan 分校有建教合作，主要研究方向為土壤生化、營養與微生物，以及露天 (或設施) 蔬菜害蟲防治。PARC 共有 56 研究人員，全所人員總共 179 人，試驗田區合計 600 公頃以上。

本次參訪 PARC 主要接待我們的是 Dr. Tom Lowery，研習蟲媒病害防治。Tom 主要的專長為葡萄害蟲與菌植體整合性防治、蟲媒病毒管理與流行病學、蚜蟲病毒研究。Tom 帶我們拜會 PARC 的研究主管 Dr. Kenna Mackenzie (Research manager)，Kenna 表示雖然單位內的亞洲人大半來自中國，但也歡迎台灣人可以去短期訪問學者或研究。Tom 也帶我們拜會他的研究團隊: Dr. Mike Smile 研究昆蟲毒理學與性費洛蒙應用、Dr. Gary Judd 研究農用藥劑對昆蟲感受性與生態的影響、Dr. David Theilman 研究分子昆蟲病毒學、Dr. Joan Cossentine 研究白

殭菌應用於昆蟲生物防治。原本預計拜訪 Dr. Howard Thistlewood 研習應用地理資訊系統監測櫻桃實蠅 (*Rhagoletis species*) 的族群變動與防治策略研究，但因為 Howard 已赴西班牙進行訪問學者的研究，預計隔年九月才回國，所以沒能拜訪他的實驗室。

Mike 主要研究蘋果透翅蛾 (apple clearwing moth, *Synanthedon myopaeformis*) 生物防治：蘋果透翅蛾是源自歐洲蘋果害蟲，北美洲於 2005 年在一處有機果園中首次被發現，在加拿大卑詩省屬於新興的害蟲，但由於夏地乾燥少雨，適合蘋果透翅蛾繁殖，因此在當地造成經濟危害。雌成蟲產卵於樹幹，卵孵化後初齡幼蟲鑽入樹皮下方取食危害；隨著齡期增加，幼蟲啃食樹幹的能力逐漸提高，最後鑽入樹幹內取食，嚴重時造成植株死亡；尤其幼年樹更易因此加快致死速度。加拿大農部之研究團隊，採用性費洛蒙進行監測及誘殺，再配合微小赤眼卵寄生蜂的施放應用，以及專一性的昆蟲寄生真菌-白殭菌-的應用，而達成非農藥的綜合防治方法。傳統性費洛蒙僅能誘殺單一性別之雄成蟲，效果持續性短，防治效果有限，Mike 領導的昆蟲化學生態 (Insect Chemical Ecology) 研究室發現蘋果花所散發出來的味道對於蘋果透翅蛾不論雄或雌蟲皆具有良好的誘引能力，藉由此特性，該研究室利用氣相層析分析儀分析蘋果開花時所散發出來吸引成蟲的氣味化學成分，將蘋果花的氣味成份逐一分開後，再將單一氣味分子進行成蟲的誘引測試。該研究室再利用通道誘引試驗 (Flight Tunnel Study)，觀察何種氣味分子可透過通道之擴散而吸引蘋果透翅蛾成蟲。最後，該研究室發現可同時吸引雌性或雄性成蟲的化合物，再應用此化合物混合殺蟲劑製成膏劑塗抹於樹枝，誘引劑吸引成蟲前來取食，將成蟲殺死。其優點為不論雌性或雄性成蟲均可誘殺；無專一性，同一配方可吸引 5 種不同之透翅蛾前來取食；效果可維持達 150 天，而且可以減少農藥使用量。此外，另一項蘋果重要害蟲-蘋果蠹蛾 (codling moth) 亦利用上述概念，由蘋果中純化出兩項可吸引蘋果蠹蛾成蟲之化合物：乙酸 (acetic acid) 及梨脂 [pear ester (ethyl-E,Z-2,4-decadienoate)]。經實驗發現將乙酸及梨脂混合時，可同時誘引雌蟲及雄蟲。

Joan 以白殭菌 (*Beauveria bassiana*) 防治鱗翅目害蟲，包括蘋果透翅蛾。然而，一般白殭菌會感染應用防治蘋果透翅蛾的微小赤眼卵寄生蜂，而降低的防治效果，亦對蜜蜂等受粉昆蟲造成傷害。為解決此問題，該團隊於田間受白殭菌感

染的蘋果透翅蛾上分離到專一性菌株，再進行接種及防治試驗，得到可以有效侵染蘋果透翅蛾，但對於寄生蜂無害的菌株，此菌株在田間應用的價值極高，但其與一般微生物產品相同，對於紫外線抵抗力微弱，在田間使用上是一大障礙，目前以添加紫外線保護劑的方式，減少紫外線的傷害。

PARC 要求筆者給一個專題演講，時間大約一個小時，筆者選的題目為“Overview of the agriculture in eastern Taiwan and the management of the insect-borne diseases”，會中 PARC 研究人員也針對台灣轉基因木瓜研發、柑桔健康種苗施行與有機水稻褐飛蝨防治提出問題與討論。會後 Tom 請分子病毒學專家 Dr. Yu Xiang 做一個簡報，介紹 *Cucumber necrosis virus* 與 PARC 的植物病毒種原保存中心。PARC 的分子病毒學之研究方向如下：(1)收集各地植物病毒，利用隔離果園以活體方式保存病毒，作為研究材料的來源，由於植株感染病毒後會逐漸凋亡，因此利用嫁接保存。田間保存病毒的主要目的為維持病毒的致病力，病毒經常在人工培養後其致病力逐漸減弱或產生變異，與原始所採集之病毒株有所差異。建立保存病圃最大的問題是病毒消失與混雜，以及保存的病株本身也會因衰弱而死亡，此試驗站的作法為建立獨立的隔離病圃，管制人員進出，並利用嫁接方式維持病株。除研究之外，亦提供病毒種原作學術交換。(2)建立植物 RNA 病毒的基因序列 (genomic sequence) 資料庫，作為病毒鑑定及相關研究的基本資料庫。(3)建立檢測 RNA 病毒的方法，主要以分子標誌方式建定植物病毒種類。(4) 研究病毒演化 (virus evolution)，著重於病毒、寄主與環境間的交互作用，探討環境壓力下對病毒變異頻度及寄主抗性間的關係，三者間的交互作用與病毒的致病性、變異及危害程度有密切相關性，也影響到病毒病防治策略。

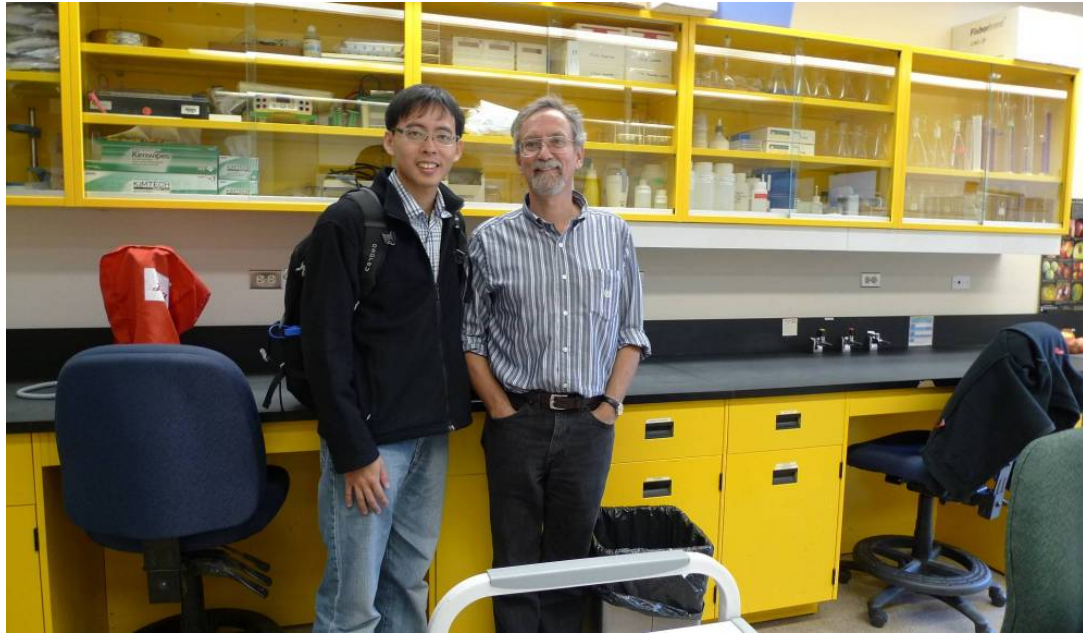
Tom 也帶我們去果園與農場參訪，不同於台灣農地都是以分計算，加國農地都是以公頃計算，擁有數十公頃的農友只算是“小農”而已。因為加國人工非常貴，一小時要好幾十元加幣（加幣 1 元約兌換台幣 30 元），因此需要各式農機具的使用，所以我們可以看到加國的果園田區非常方正且乾淨，每公頃內的每棵果樹都長的一樣，不論是株高、莖寬、分枝數甚至行株距都相同，田間也不會隨意補植他種果樹品種，造成栽培、施肥、病蟲害防治與採收時間不一的困擾。因此，在田間我們可以感受到，加國農友在種植前，一定有完整的栽培管理規劃，包括品種、栽培與採收方式、病蟲害防治、各式農機具使用，才開始進行計劃性農業

生產，而不是想到什麼，就種什麼。

我們這次看了很多種溫帶果樹園，包括蘋果、西洋梨、李子、桃子、櫻桃、釀酒葡萄等，其中蘋果樹的栽培最為特別，新式的蘋果樹栽培，接採單幹密植法生產，植株高度較一般成年男子高一些，相較於傳統三到四公尺高的蘋果樹產量比較起來，每公頃產量可以提高一倍以上，且人工採收非常方便。部分果園也擁有加工廠，可以將採收的水果，做成各種加工產品，包括果醬、濃縮果汁、水果軟糖、乾果片、水果冰淇淋等，增加了果品的附加價值。在夏地的農夫小市集裡，可以看到各式各樣且自產自銷的在地溫帶水果，也可以看到許多溫室番茄與多種瓜類，其中以南瓜的品種最多，玩具南瓜、食用南瓜與萬聖節當做面具雕刻的大南瓜，筆者也順便買了一些桃、李和蘋果來吃，發現西方口味偏酸且果實較硬，可能與耐長途儲運有關。另外，潘迪頓是加拿大西部著名的葡萄酒產地，此時田間葡萄樹紛紛蓋上了白色防鳥網，以減少有害動物造成的損失，較具規模的酒莊，皆有開放示範果園供遊客參觀，且包含完整的商品製成、展示與品酒，櫃台附近也有販賣需要添加葡萄酒的來提味食譜，相當具有商業頭腦。



太平洋農產品研究中心（Pacific Agri-Food Research Center）



與 Dr. Tom Lowery 於 PARC 實驗室合影



夏地的果園鳥瞰



蘋果單幹繁殖生產技術



葡萄園覆蓋鳥網情況

2. University of Lethbridge

萊斯布里奇大學（University of Lethbridge）位於亞伯達省（Alberta）南部的小鎮-萊斯布里奇（Lethbridge），此鎮人口約八萬人，大學生就佔了 8000 人，是個典型的大學城。此大學主要以商學院、社會科學院、藝術學院、人文學院、公共衛生學院、水與環境資源研究、天文學研究與腦神經科學研究而聞名。大學部每學期學分費約 900~1300 加幣，一年有三個學期，農家子弟的學生，大多於夏天 7~8 月農忙期不安排課程，選擇返家幫忙耕作與採收。

耗資 4000 萬加幣興建的水與環境資源大樓（Alberta Water & Environment Science Building - AWESB）於 2008 年完工，包含有三個系所：生物系（Biological Sciences）、地理系（Geography）與天文物理學系（Physics and Astronomy），本次主要拜訪地理系的教授為 Dr. Dan Johnson，研習地理資訊系統應用於害蟲防治。

Dan 主要的專長為害蟲生物防治、農業生態系研究、水資源與氣候變遷研究，在農業方面，致力於開發對環境友善，不污染土壤和水資源的害蟲生物防治。卡加利（Calgary）至萊斯布里奇一帶的主要作物為小麥，然因氣候相當乾燥，蝗蟲危害嚴重，Dan 透過選擇性培養基之篩選平台，再配合巢式聚合酶鏈式反應（nested PCR），由加拿大本土大量篩選出黑殭菌菌株，接著使用蝗蟲進行生物檢測（bioassay）進而選出對蝗蟲具有良好殺蟲能力之黑殭菌，成功開發黑殭菌（*Metarhizium anisopliae*）防治蝗蟲（Grasshopper）的方法。

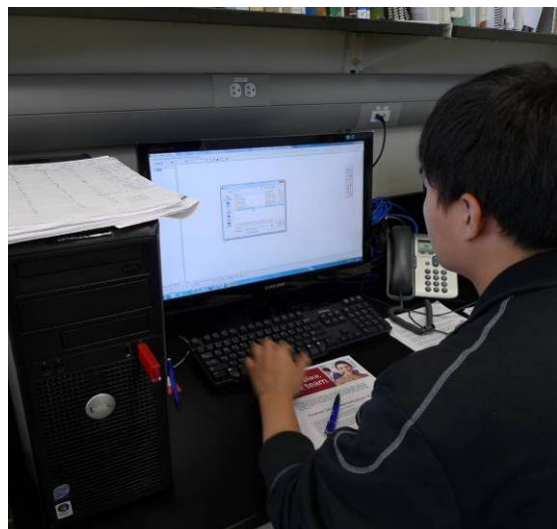
Dr. Dan Johnson 除了研究蝗蟲的生物防治外，亦應用地理資訊系統，預測亞伯達省地區每年蝗蟲之族群數量，作為農民或政府單位防治基準參考。因為加國幅員遼闊且人力成本高，要長期收集各地區相關蝗蟲族群不容易，因此 Dan 利用研究室的實驗，準確測量蝗蟲孵化的土壤溫濕度與時間，以及完成一個世代所需的時間，再將氣象資料導入地理資訊系統，運用簡單的相關分析（simple correlation）與改良式卡方分析（modified chi-squared procedure），即可預測今年蝗蟲可能消長區域與時間，尤其是濕冷的冬天以及溫暖又乾旱的秋天和低密度的蝗蟲族群有著密切的關係，Dan 也表示要預測蝗蟲族群的衰退時間比較容易，預測精準的爆發時間擇較為困難。



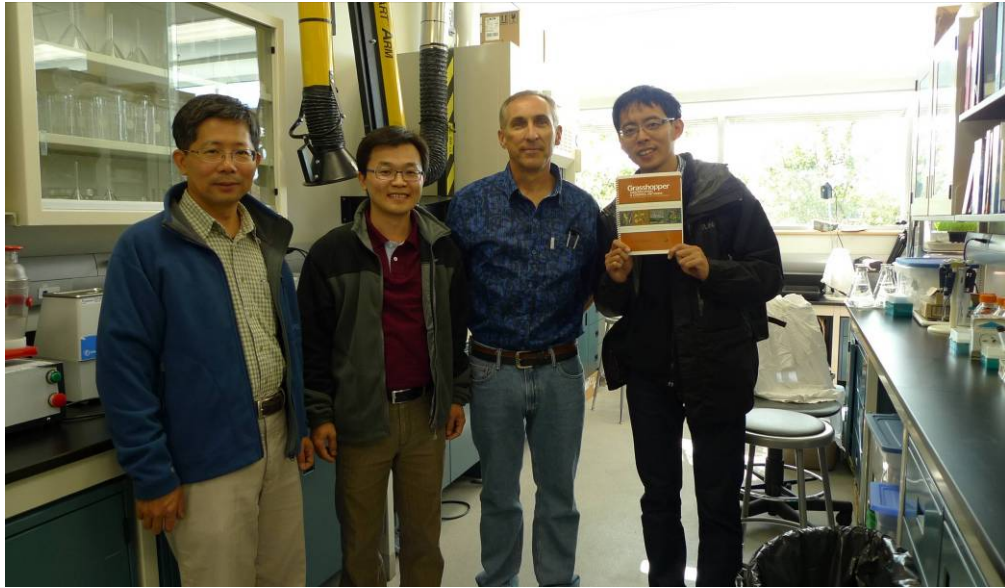
萊斯布里奇大學的水與環境資源大樓



Dan 的研究助理 David 為我們介紹實驗室蝗蟲飼養與生活史記錄



David 介紹 GIS 的應用



與 Dr. Dan Johnson 以及高雄場曾敏南(左二)與黃祥益(左一)合影，筆者手持 Dan 送的「加國常見蝗蟲分類圖鑑」。

3. Lethbridge Research Centre

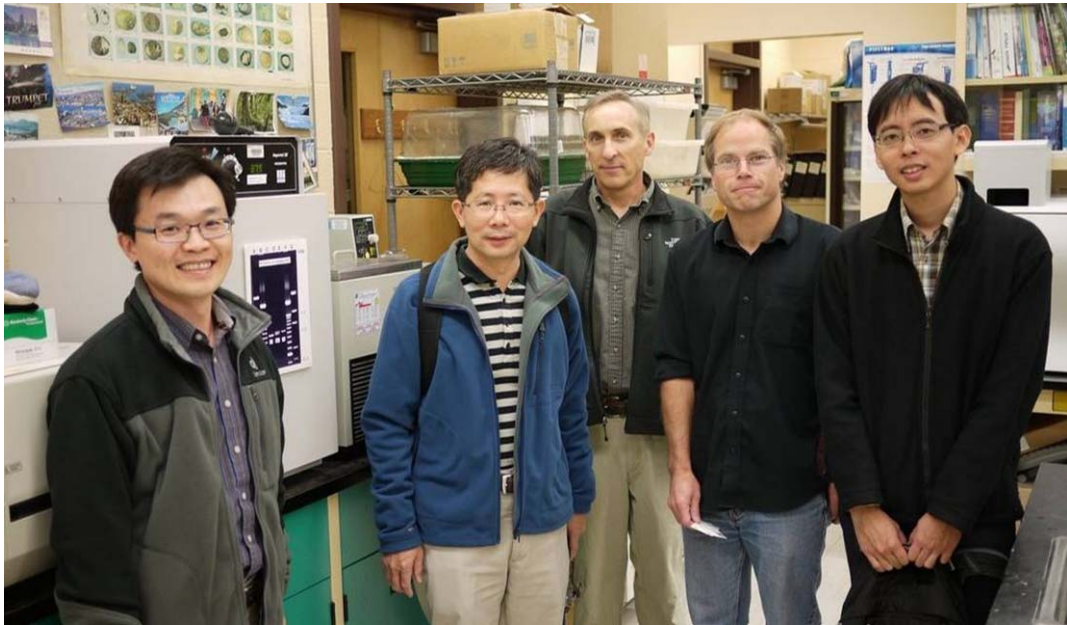
在 Lethbridge 有一農業研究機構 Lethbridge Research Centre (以下簡稱 LRC), LRC 是加國農部 19 個研究單位中最大的一個, 主要的研究方向為環境健康、食品營養與安全、農業灌溉系統、畜產品產量及品質技術研發。成立超過 100 年的 LRC, 記錄著 100 筆以上的氣候資料, 擁有 54 位專業研究人員, 全所人員合計 350 位, 試驗田區佔地達 500 公頃。萊斯布里奇位於亞伯達省南部, 地處加國內陸的平原地帶, 氣候乾燥且日夜溫差大, 農業灌溉研究為其重要課題, 主要的農作物為小麥與牧草, 境內畜牧業發達, 所生產的牛肉品質為加國第一名。

Dr. Dan Johnson 的專長為生物地理資訊系統分析、昆蟲分類學與蟲生真菌, 因此需要有分子生物學專長的專家互相合作, 以利微生物鑑定與分析, Dr. Lawrence M.Kawchuk 就是他在 LRC 的長期研究夥伴。Dr. Lawrence 主要的專長為園藝作物病害防治策略研究以及如何增加食品安全與品質, 在他的實驗室內可以看到許多運用分子標記來鑑定與分類作物真菌病害的電泳圖, 在 2008 年與 Dan 共同發表 "Discovery of a North American genetic variant of the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae* pathogenic to grasshoppers", 其黑殭菌鑑定方式可參見附錄。

另外, Dr. Lawrence 也對植物病毒 Polerovirus 的研究頗有涉略。最近, 在加國有一重要植物病毒危害 (*Chinese Rape Mosaic Virus*), 目前推測可能是由經由貿易交流從亞洲傳入歐洲, 在 Dan 的介紹下, 知道筆者也是植物病毒專家, 開心的表示有機會也希望可有短期的交流與合作, 如果台灣有發現 *Chinese Rape Mosaic Virus*, 他一定馬上搭機前來採樣, 可見加國試驗人員對於試驗研究充滿的熱情與衝勁。



Lethbridge Research Centre



與 Lawrence M. Kawchuk, Ph. D 於 LRC 實驗室合影

4. 市場參訪

利用假日抽空前往溫哥華的超級市場與傳統市場參觀。位於列治文區由台灣人經營的超級市場內，剛好有舉辦台灣蔬果特展與台灣美食節，可以看到架上多種來自臺灣的水果，活動期間有特價優惠，商品有台灣文旦（1磅/1.69 加幣）、台灣紅寶石葡萄柚（每顆/4.99 加幣）、台灣芒果（1磅/6.99 加幣）、台灣美濃香瓜（1磅/6.99 加幣）、台灣木瓜（1磅/5.99 加幣），因為中南美洲為世界重要柑桔產地，柑桔類水果價格較低，但是屬於熱帶水果的芒果與香瓜，價格就非常漂亮，另外，在眾多果菜類中，有一個讓人眼睛為之一亮的蔬菜-苦瓜，原來溫哥華得同胞也懷念吃這一味！但是，吸引我注意的是它昂貴的價格，一條苦瓜要價 6.00 加幣（台幣 180 元），旁邊的台灣蓮霧價格夠是讓人不敢領教，三個賣 8.37 加幣（台幣 251 元），還有多處外傷，在台灣絕對是次級品，這時我才深切的體會到「物以稀為貴」，不耐處運熱帶水果，若可以成功外銷溫帶國家，絕對可以讓台灣農友賺飽飽！在超市內的一角，我看到了熟悉的「花蓮」二字，一看之下，原來是花蓮米，品種是『台梗 16 號』，每包 15 磅要價 11.88 加幣（台幣 356 元），總覺得花蓮米應該不只有這樣的水準吧！

位於北溫哥華的傳統市場 Lonsdale Quay Market (LQM)，非常有味道。這個市場非常乾淨，沒有台灣傳統市場的雜亂與氣味，LQM 的燈光明亮，每家店都非常有秩序，賣的東西也很有整齊，舉凡生食、熟食、蔬菜、水果、花卉、酒品與調味料等，應有盡有，而且每家店也不會賣重複的商品，讓品質淪為價格戰的犧牲品。市場裡的老闆們也非常親切的讓我這個“外地人”拍照，尤其是魚販與肉販，竟然也可以賣的這麼“乾淨”，切好的肉塊，整齊的放在展示冰櫃中，肉的下面鋪著一層白色的冰，沒有看到血水橫流的景象，真的讓我大開眼界。花店也視蝴蝶蘭為熱門的商品，都放在明顯的陳列位置，但價格與台灣沒有太大的差異，盆花約 10~20 加幣（折合台幣 300~600 元）。Kin's Farm 是賣蔬菜水果的店家，蘋果、桃、李、梅等溫帶水果大多為自產自銷，因此價格不高（1 磅約 1.5 加幣），熱帶水果大多來自中南美洲，蔬菜則大多來自加州（1 磅約 0.5~1.5 加幣）。



超市賣的花蓮米（台梗 16 號）



傳統市場 Lonsdale Quay Market (LQM)內的 KIN'S FARM

心得及建議

(一)農民教育落實

加國農場主人教育水平非常高，大部分都受過農業院校的正規教育，同時在農閒時期自主選擇參加農業院校主辦之自費短期培訓，學習新的栽培技術與耕作理念，也因為加國人工非常昂貴，所以農場主人都可接受現代化、機械化規模生產概念，且田區有長遠規劃，而非隨意栽種。

(二)教學與研究互相結合

研究機關附近皆有合作的大學，PARC 附近有 University of British Columbia，University of Lethbridge 附近有 Lethbridge Research Centre，研究人員彼此常相互交流與合作。每位專家利用自己的專長，致力於該領域的研究，跨領域的研究專家彼此之間也會互相合作，其研發能量可想而知。

(三)農業諮詢要付費的

加國農部沒有農業改良場，本次研習的試驗單位 PARC 與 LRC 皆類似台灣的農業試驗所，因此若農友需要諮詢相關農業問題，可向政府提出附費申請，政府會組成諮詢服務團，為農友服務。

(四)友善的國家

加國是個歡迎各領域專家辦理技術移民的國家，國民來自世界各地，各種膚色的人種都有，人民非常友善，不會排斥外來膚色人種。也因為人種來自四海，加國度量衡使用公制，並非使用美國採用的英制。

(五)創新研究

蟲害生物防治研究，已跳脫傳統利用性費洛蒙誘殺雄蟲的方式，改以植物揮發性物質誘引，不論雄與雌成蟲皆可誘殺，因此可以獲得更好的防治效果，值得國內防治研究參考。

附錄

A. 黑殭菌之篩選系利用選擇性培養基再配合nested PCR進行種及變種的篩選，其方法如下（以篩選*Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae*為例）：

- I. 以鑽土器鑽取長 20 公分，直徑約 2.5 公分的土條。
- II. 由土條中取 20g 土壤，置於 500ml 三角瓶中，並加入 200ml 經滅菌的 Ringer's solution。(取土時，藥匙需經過 75%酒精消毒，避免樣品間之交互污染。
- III. 將三角瓶置於水平震盪器上，以 150rpm 震盪 30 分鐘。
- IV. 取 100ul 以 1:10 序列稀釋，每個稀釋液取 100ul 塗抹於 mycological agar (Difco)，培養基中含有 50ug/ml chloramphenicol、200ul/ml cycloheximide 以及 10ug/ml dodine。每個稀釋液塗抹 5 重複。
- V. 培養皿以 Parafilm 封住並置於 25°C 中培養 20 天。選取長出之菌落進行繼代培養，並編製編號。選出之菌株再利用 nested PCR 進行鑑定，以確認其種及變種名。
- VI. 每製作一批選擇性培養基後，即取一株 *M. anisopliae* 接種於該批培養基上做為 positive control。

B. 菌株之分子鑑定，以*Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae*為例：

- I. 先以 Ma-28S4 及 Ma-IGS1 為引子進行 PCR。配方如下總體積 50ul 的反應液中包含下列反應物：

20mM Tris, pH8.3
50mM KCl
1.5mM MgCl₂
0.1% Triton X-100
0.4 uM of each primer
25 uM of each dNTP
2.5 units Taq DNA polymerase
template DNA

Primer sequence:

Ma-28S4 : CCTTGTTGTTACGATCTGCTGAGGG
Ma-IGS1 : CGTCACTTGTATTGGCAC

II. PCR 條件

| 步驟 | 目的 | 溫度(°C) | 時間(min) | cycles |
|----|----------------------|--------|---------|--------|
| 1 | Initial denaturation | 94 | 5 | 1 |
| 2 | Denaturation | 94 | 1 | 30 |
| 3 | Annealing | 58 | 1 | |

| | | | | |
|---|-----------------|----|---|---|
| 4 | Extension | 72 | 2 | |
| 5 | Final extension | 72 | 5 | 1 |

III. PCR products 以 1% TAE agarose 分析。

IV. 取 1ul 上一步驟之反應液做為 template DNA，進行 nested PCR。使用引子對：Ma-IGSspF 及 Ma-IGSspR。反應液如上述。

引子序列(Primer sequence)

Ma-IGSspF：CTACCYGGGAGCCCAGGCAAG

Ma-IGSspR：AAGCAGCCTACCCTAAAGC

V. PCR 條件

| 步驟 | 目的 | 溫度(°C) | 時間(min) | cycles |
|----|----------------------|--------|---------|--------|
| 1 | Initial denaturation | 94 | 5 | 1 |
| 2 | Denaturation | 94 | 1 | 30 |
| 3 | Annealing | 54 | 1 | |
| 4 | Extension | 72 | 2 | |
| 5 | Final extension | 72 | 5 | 1 |