

出國報告（出國類別：考察）

114 年赴菲律賓參訪及考察柑桔產業

出國報告

服務機關：農業部農業試驗所嘉義農業試驗分所

姓名職稱：吳助理研究員昭蓉

出國時間：114 年 6 月 16 日至 6 月 20 日

報告日期：114 年 8 月 6 日

摘要

為共同執行國科會補助之雙邊協議專案型國際合作計畫「生物防治劑應用於柑橘葉部病害之整合管理策略研究」第二年計畫，促進臺灣及菲律賓之農業技術及資訊交流，本分所研究人員協同臺灣大學植物病理暨微生物學系鍾嘉綾教授、沈原民助理教授及其助理陳兆志先生，共同前往新比斯開省立大學 (Nueva Vizcaya State University) 參訪，了解菲方合作人員執行之計畫內容，並於主要柑桔產區卡西布 (Kasibu) 地區進行田間病蟲害考察，對當地柑桔產業遭遇之病蟲害問題提出防治建議。本次參訪藉由與菲律賓農業從業人員之交流，瞭解雙方在農業技術上之需求，以拓展將來更多不同面向合作之可能性。

目次

壹、目的.....	3
貳、過程.....	4
一、行程.....	4
二、考察紀要.....	5
參、心得與建議.....	8
肆、附錄-照片.....	12

壹、 目的

本次參訪菲律賓，主要目的有二，其一為訪查菲律賓柑桔主要產區新比開斯州（**Neuva Vizcaya State**）卡西布（**Kasibu**）地區之柑桔園，了解本年菲律賓柑桔病蟲害發生情形，其二則為走訪菲方合作者 **Jonar I. Yago** 教授之實驗室，深入了解其從事之研究，包括奈米銀離子生物農藥之開發等，並討論雙方合作方式，以及我方可提供之協助及技術，以達到雙邊交流之目的。

貳、 過程

1. 行程

日期	行程	活動
6/16 (一)	臺北 → 菲律賓新比斯開省 (Neuva Vizcaya)	搭乘華航 CI0703 班機，於下午 3:50 抵達菲律賓馬尼拉，並搭乘車輛前往新比斯開省。
6/17 (二)	菲律賓新比斯開省	1. 至新比斯開州立大學拜訪校長 Wilfredo A. Dumale 博士。 2. 與菲律賓農業水產及自然資源部之科學及科技部門 (DOST-PCAARRD) 三位人員會同訪查卡西布地區兩處柑桔果園 – Mr. Richard Dinamling's Citrus Farm 及 LCN Farm，檢視病蟲害問題並提供防治建議。 3. 至 Jonar I. Yago 教授之實驗室，實地了解其進行之各實驗項目，包括柑桔病原菌分離、生物防治菌之篩選培養、奈米銀離子生物農藥之開發等。
6/18 (三)	菲律賓新比斯開省	1. 訪查卡西布地區三處柑桔果園，兩處為 SR Farm 及其附近一廢園，另一處則是位於 Malading 地區、園主為 Lunag 先生之柑桔園。 2. 下午返回新比斯開州立大學，由 Jonar I. Yago 教授以簡報報告執行計畫之成果，並與 DOST-PCAARRD 人員交流討論。
6/19 (四)	菲律賓新比斯開省 → 菲律賓馬尼拉 (Metro Manila)	早上 9:00 由新比斯開省搭車至馬尼拉，抵達時間約為下午 6:00。
6/20 (五)	菲律賓馬尼拉 → 臺北	早上 10:35 搭乘華航 CI0703 班機返回臺灣，約於中午 12:50 抵達臺灣

2. 考察紀要

(1) 訪查菲律賓柑桔園並了解本年生產狀況及病蟲害發生情形

本次共探訪卡西布地區四個柑桔園，生產狀況方面，Yago 教授表示，本年因為花期時遇到下雨，落花情形嚴重，估計本年的產量可能僅有去年的六成左右。藥劑防治方面，施藥情形會視病蟲害發生情形而定，但一般而言是 7 天 1 次，噴灑的藥劑種類包含氫氧化銅 (Copper hydroxide)、鋅錳乃浦 (Mancozeb) 及賽滅寧 (Cypermethrin)，輪流交替使用。昆蟲寄生真菌 *Aschersonia* spp. 普遍存在於柑桔園區，可寄生粉蝨及介殼蟲，具有發展為生物防治製劑之能力。

此行首先訪查柑桔園 Mr. Richard Dinamling's Citrus Farm。本園面積約 5 公頃，海拔 900 公尺，部份區域位於山坡上，農民表示採收期時約需要 16 名人力，目前希望能增添選果機設備，以加速其採收後流程。本園施用之藥劑除了使用氫氧化銅、鋅錳乃浦及賽滅寧之外，也使用可尼丁 (Clothianidin) 及待克利 (Difencconazole)。園中可見之蟲害包括蚜蟲、粉蝨、葉蟬，亦看到薊馬在果實上造成之食痕，以及柑桔果實蛀蛾 (Citrus rind borer，學名 *Prays endocarpa*) 蛀食果實後造成之果實畸形，園主表示除了果實蛀蛾外，亦有另一種莖部之 Stem borer，本來為次要害蟲，但近來有增加之趨勢，唯本次參訪並未實際找到 Stem borer 危害之植株。園中亦有懸掛誘引果實蠅之甲基丁香油陷阱，園主表示採收前果實蠅危害較嚴重。此外園中發生瘡痂病危害，亦有少量疑似感染黃龍病之黃化植株。

柑桔園 LCN Farm 為去年查訪過之園區，園中主要的問題為葉蟬危害以及瘡痂病，發現少量潰瘍病之斑點，亦有蚜蟲，且部份蚜蟲上可見被寄生蜂寄生後轉為橘色之情形，顯示本園區有天敵存在。

第三個參訪之柑桔園 SR Farm 亦為去年到訪過之園區，園區中發生的蟲害包括薊馬及柑桔果實蛀蛾，病害則有瘡痂病及潰瘍病，園中亦懸掛果實蠅誘引器。DOST-PCAARRD 人員表示，菲律賓目前並無果實蠅區域共同防治之計畫與相關宣導，但菲國在每個地區都設有當地的區域防治中心，可提供農民相關病蟲害建議。此外，本園之園主表示欲使用礦物油進行蟲害防治，但尚不明瞭其使用時機及方式，希望我方提供相關建議及知識，我方亦與其進行簡短討論。其後檢視 SR Farm 附近有一廢棄果園，廢棄果園之植株，樹勢多半已衰弱，樹幹上佈滿地衣及苔蘚，樹上無果實，顯示本地環境可能較為潮濕，柑桔樹若無適當栽培管理，無法正常生產。

第四個園位於 Malading 地區，園主為 Lunag 先生，面積約 5 公頃，

植株年齡 6-10 年，園區地勢平坦，具有灌溉設備，採收時約需 25 名人力，果實曾經清洗、上蠟及包裝之後出貨。園中除施用氫氧化銅、鋅錳乃浦及賽滅寧之外，也使用四氯異苯腈 (Chlorothalonil)，園中發生果實蠅、粉蝨、蚜蟲及葉蟬危害，亦有少量油斑病之發生。本園除了可觀察到 *Aschersonia* spp. 真菌普遍寄生於介殼蟲或粉蝨等害蟲，亦觀察到寄生蜂之存在。

(2) 菲方合作人員 Jonar I. Yago 教授計畫執行成果

菲律賓柑桔上前三大病害問題依序為黃龍病、潰瘍病及病毒，病毒包含柑桔萎縮病、柑桔破葉病及柑桔鱗砧類病毒等，其他包括真菌病害瘡痂病、黑點病及黑星病等，亦有線蟲問題，Yago 教授表示菲律賓目前亦欠缺植物寄生性線蟲的專家，對線蟲的發生少有研究，亦難提出有效防治建議。菲律賓田間亦會發生一種會引起柑桔枝梢枯萎之病害 Twig blight disease，早年認為是柑桔赤衣病並以其為標的進行防治，但後來發現其病原為 *Haematonectria haematococca*，對症下藥並解決病害問題。

柑桔果實蛀蛾為菲律賓柑桔果實主要問題之一。Yago 教授研究昆蟲寄生性真菌對柑桔果實蛀蛾的效果，發現以 *Isaria* spp. 防治效果為最佳，*Beauveria* spp. 次之，而以 *Metarhizium* spp. 第三，但因 *Metarhizium* 容易污染其他菌株，所以後來不再研究，改以 *Isaria* spp. 及 *Beauveria* spp. 為主。其後持續以傳立葉轉換紅外光譜儀研究昆蟲寄生性真菌的次級代謝物，發現這些菌株至少含有 8 種以上的揮發性有機化合物 (Volatile organic compounds) 與抗蟲效果有關，其中 1-Octen-3-ol 為重要成份，且普遍而言，*Beauveria* spp. 合成代謝物之效率較高，較具生物農藥之潛力。唯目前生物農藥在菲律賓尚不普遍，農民一般仍是使用化學農藥貝他賽扶寧 (Beta-cypermethrin) 進行防治。

Yago 教授目前另一進行之試驗為昆蟲寄生真菌 *Aschersonia* spp. 之培養及田間試驗，Yago 教授將該真菌分離後進行培養，並測試產孢條件 – 將本菌培養於 Sabouraud dextrose agar 培養基，在黑暗中培養 2-3 天後，移至 24 小時連續照射白光的條件下 4 天，可促進產孢，其適溫為 20-25°C。Yago 教授表示，本年將開始以 *Aschersonia* spp. 進行田間防治試驗，因採收後粉蝨、介殼蟲較嚴重，因此將選擇在採收後施用，目前初步測試之結果，認為 1×10^6 spores/ml 之濃度可有效感染昆蟲，後續將以此濃度之孢子懸浮液噴灑植株以進行試驗。

Yago 教授之另一研究為天敵昆蟲草蛉之培養及釋放，將草蛉飼養於罩黑布之塑膠盒中，使其在黑布上產卵，並收集後置於摺疊成波浪狀之白紙上孵化。我方亦就草蛉飼養的經驗交換意見，臺灣之草蛉對於產

卵處的材質與顏色較無偏好性，與菲律賓之草蛉偏好黑布不同。Yago 教授亦表示有草蛉鑑定之需求，我方人員表示可協助其進行分子鑑定。

奈米銀離子生物農藥之開發亦為 Yago 教授重要研究主題，其實驗室開發之奈米銀離子生物農藥 (Nano-biopesticide) 是以銀粒子結合昆蟲寄生真菌所產生的次級代謝物，製成殺蟲劑。其製法是以硝酸銀為原料，與真菌所產生的次級代謝物之濾液混合，並測試最佳條件，在適當溫度、時間、酸鹼度、銀離子濃度及真菌生物量之下反應，並以 SEM/EDX 分析其粒子大小。其測試結果，認為 20-90 nm 直徑的銀奈米粒子有較好的殺蟲效果，且合成時，溫度 40°C、生物量 2 g/10 ml 及銀離子濃度 2 mM 具有較好的合成效率。Yago 教授表示，目前實驗室內測試，奈米銀離子生物農藥殺蟲效果可達 100%，田間測試亦有 90%以上之殺蟲效果。

參、心得與建議事項

1. 菲律賓之柑橘生產及採後處理現況

菲律賓之柑橘屬 (*Citrus* spp.) 作物栽培面積在聯合國最新的統計資料 (2023) 有 585 公頃之檸檬與萊姆、921 公頃的柳橙、8,626 公頃的柑橘 (Tangerines、mandarins、clementines)、5,461 公頃的柚與葡萄柚、19,506 公頃之其他柑橘屬作物 (<https://www.fao.org/faostat/en/#data>)。本研究探訪的新比斯開省 (Nueva Vizcaya Province) 卡西布市鎮在 2022 年被指名為呂宋的柑橘首都 (Citrus Capital of Luzon)，卡西布約有 1,200 公頃的柑橘栽培、40 萬株柑橘樹、500 位柑橘農 (依 Maddela et al., 2025 *Citrus Industry's Sustainable Practices and its Cost Considerations* 資料)。卡西布當地的主要柑橘品種依現地探訪及 Idquival et al. (2023) *An Analysis of the Citrus Industry in Nueva Vizcaya, Philippines* 文中之資料，為溫州蜜柑 (Satsuma mandarin)、椪柑 (Ponkan mandarin)、柚 (Pomelo) 等。當地柑橘市場供不應求，菲國政府將柑橘列為具發展潛力的果樹產業，所訪視的許多菲國農友栽培面積逾 5 公頃，比臺灣大部分農友大得多，於栽培、採收及選別等，大多以人力進行，例如在一位 Lunag 先生管理良好的柑橘園，平常有 3 位常顧管理者，但在採收時雇用約十多人以上進行採收，採收後由人力揹負至集貨區，清洗後上食用蠟，再裝箱運至市場販售。在交流過程中，我方分享臺灣柑橘採收的情形，例如農地搬運車之載運方式、採後處理、產銷班共同購置選別機、人力運用方式等，菲方有關人員對於臺灣的柑橘果實選別機特別表達興趣。

2. 柑橘種原引入菲律賓之需求

卡西布的柑橘有不同種類，在新比斯開州立大學 (Nueva Vizcaya State University) 約保存 14 個柑橘物種及 67 個收藏的類別，重要栽培品種包括溫州蜜柑、椪柑等，當地仍期望持續獲得種原。本次在 6 月訪果園時，卡西布地區的果實正值小果期，以溫州蜜柑為例，在當地的採收期約 7 月至 9 月；而椪柑的採收期則為 9 月至 10 月左右 (依 Sarmiento 2016 *Enhancing the Mandarin Industry of Malabing Valley, Nueva Vizcaya, Philippines* 資料)，10 月之後即沒有果實可供應。菲方期待由臺灣引入晚熟的柑橘品種，以彌補 10 月至 2 月市場上之空窗期。當地的人員提及對類似臺灣砂糖橘之種類有興趣，未來如菲方正式提出需求，或許可與我方簽署合作備忘錄，以進行後續之種原交換工作及行政流程。

3. 菲律賓之柑橘病蟲害相及防治管理

本次前往卡西布地區四處柑橘園進行田間調查，病害部分包括油斑病、黑點病、瘡痂病、潰瘍病，亦有疑似缺乏微量元素之徵狀。蟲害部分則包括介殼蟲、蚜蟲、薊馬等。農友通常使用氫氧化銅進行病害防治，此外在田間也有使用鋅錳乃浦、待克利防治病害、可尼丁防治蟲害，運用含腐植酸之生物刺激素來改善土壤。由於柑橘在當地是高經濟價值果樹，病蟲害嚴重時每 7-14 天噴藥一次，農藥使用量偏高。我方提到針對蟲害管理除了殺蟲劑之外，亦可使用礦物油，但須注意施用期間高溫對果樹的影響。目前菲律賓卡西布地區之農民尚缺乏運用油劑防治柑橘病蟲害之經驗，菲方希望未來訪臺時，進一步瞭解礦物油相關產品、使用濃度、方式等。

4. 柑橘園常見病原菌之鑑定

菲方目前已收集一些從柑橘葉部病斑分離取得之菌株，但尚未進行鑑定，亦未以接種確認病原性。我方分享針對油斑病菌、黑點病菌等可感染柑橘葉部造成疾病之病原菌，分別可使用如 ITS、tef1、cal、his3、tub2 等基因進行多基因分析親緣關係研究，亦說明使用盆栽柑橘苗、取黑點病菌之孢子懸浮液於幼嫩葉片之接種方法等。菲方希望和我方持續交流相關經驗，並於來臺訪問時學習植物病原之分子鑑定技術。

5. 運用座殼孢屬蟲生真菌 (*Aschersonia*) 進行生物防治之潛力

本次於卡西布各個果園普遍觀察到座殼孢屬蟲生真菌 (*Aschersonia*) 寄生害蟲蟲體的現象，Dr. Yago 已將田間菌株分離，使用 Sabouraud dextrose agar 平板培養，及使用玉米粗磨穀粉混合蟲體作為固態基質進行大量醱酵。座殼孢屬蟲生真菌接種至玉米基質後，先避光培養三天，再連續照光培養四天，即可大量產生孢子。為保持蟲生真菌的病原性，將菌絲塊放入礦物油中保存，或液態培養後以冷凍乾燥保存。目前該蟲生真菌已於新比斯開州立大學試驗田區噴灑，據悉可有效防治介殼蟲、蚜蟲等。本次訪問於一處廢棄柑橘園，發現植株上滿佈地衣、苔蘚，顯示卡西布地區 (海拔約 900 公尺) 濕度高，由於蟲生真菌的施用效果與田間濕度及微氣候密切相關，當地的環境對於座殼孢屬蟲生真菌成功建立族群有所幫助，在後續試驗研究持續的情況下，未來若能突破商業生產及儲架壽命之限制，應能在當地具有推廣潛力。

6. 使用蟲生真菌 *Isaria fumosorosea* 及 *Beauveria bassiana* 培養濾液製作奈米銀殺蟲劑

所訪問的實驗室近期重點的發展項目包括利用 *Isaria fumosorosea* 及 *Beauveria bassiana* 培養濾液，搭配奈米化技術製作生物奈米殺蟲劑

(Bio-nanopesticides)。將富含二次代謝物、胺基酸之液態培養蟲生真菌濾液加入硝酸銀與之結合，運用奈米化技術製作生物奈米殺蟲劑；已測試在不同溫度、pH 值、硝酸銀濃度、生物添加量、培養時間、培養基質等條件。例如將 *Beauveria bassiana* 於黑暗中、150 rpm 液態搖瓶培養 72 小時後，收集培養濾液用於製作奈米銀殺蟲劑；在 40°C、pH 8.5、硝酸銀濃度 2 mM、生物添加量及水的比例為 1 g : 10 ml、將培養濾液與硝酸銀混合反應 72 小時後，可達良好生產效果。配合 SEM/EDX 掃描式電子顯微鏡、X-射線能譜分析儀檢視，確認成功製成奈米銀粒子，並可以傅立葉轉換紅外光譜儀、氣相層析質譜儀等技術確保產品品質及鑑別蟲生真菌所產生之化合物。Dr. Yago 表示此類產品殺蟲效果良好，於實驗室防治率 100%，田間施用約稀釋 500 倍而防治率 > 95%，且對於不同害蟲均有效果，從所呈現的試驗結果顯示以 20% 的生物奈米殺蟲劑處理柑橘果實蛀蛾 (*Citrus rind borer*) 對害蟲有 50% 以上的致死效果。在討論過程中，我方提醒奈米產品須注意對人類及非目標生物之安全性，菲律賓 DOST-PCAARRD 成員亦補充，當地農藥產品核准上市前，須由菲國肥料與農藥管理局 (Fertilizer and Pesticide Authority)、農漁標準局 (Bureau of Agriculture and Fisheries Standards, BAFS) 評估相關安全性。

7. 天敵昆蟲之鑑定及量產

天敵昆蟲之量產技術為菲方希望建立的重點項目，Dr. Yago 表示其由田間收集之草蛉，於 2-3 齡期之幼蟲每天可取食逾 500 隻蚜蟲，十分具有防治潛力。於實驗室中觀察其草蛉培養情形，仍屬於少量試驗階段，且尚不確定草蛉的種類及如何確切鑑定，我方表示可協助進行草蛉之形態及分子鑑定，菲方人員訪臺時，亦將安排如苗栗區農業改良場之天敵飼育應用之參訪，協助雙方藉本研究之交流提升天敵昆蟲應用於柑橘蟲害管理。

8. 臺菲雙方本年度後續交流規劃

初步敲定新比斯開州立大學之學研人員及農業水產及自然資源部之科學及科技部門官員於八月底訪臺，本分所或可提供其參觀交流柑橘種原、栽培現況及柑橘病原菌分子鑑定技術；另苗栗區農業改良場可提供關於蟲害防治及天敵量產之內容，並至柑橘園瞭解臺灣之柑橘栽培體系及病蟲害相。此外，菲方希望後續安排我方相關人員與新比斯開州立大學校長及 DOST-PCAARRD 官員進行線上會議，雙方呈現相關互惠成果，以便鎖定特定議題具體合作，新比斯開州立大學校長 Wilfredo A. Dumale Jr. 希望仿照該校與中興大學、宜蘭大學之模式，與臺灣大學簽署合作備忘錄 (Memorandum of understanding; MOU)，期待未來能作學生交換及共同發表研究成果。本次

研究交流相對於前次，更加深入且具體，對於未來臺菲雙方後續合作有所助益。

肆、 附錄—照片



與新比斯開州立大學校長 Wilfredo A. Dumale Jr. 博士進行座談交流。



與新比斯開州立大學校長 Wilfredo A. Dumale Jr. 博士 (前排右二) 合影。



鍾嘉綾老師代表致贈紀念品予新比斯開州立大學校長 Wilfredo A. Dumale Jr. 博士。



鍾嘉綾老師於座談中介紹訪團背景與農業研究經驗，促進雙方進一步交流。



新比斯開州立大學校長 Wilfredo A. Dumale Jr. 博士與 DOST-PCAARRD 專員於 NVSU 會議空間與我方團隊座談。



與新比斯開州立大學校長、老師及 DOST-PCAARRD 專員於校園合影。



柑橘園區與鬥雞飼養，利用山坡地設置獨立雞舍的複合經營模式。



柑橘園中發現蚜蟲。



臺菲雙方人員進行田間討論。



疑似為 citrus rind borer 危害所導致表皮可見穿孔與病斑。



檢視柑桔園中所發生之病蟲害問題



沈原民老師與鍾嘉綾老師在柑橘園區內與 Jonar I. Yago 教授進行田間交流。



圖中為柑橘瘡痂病。



圖中為介殼蟲危害徵狀。



臺菲交流團隊於柑橘果園與當地農民合影，進行實地調查與田間經驗分享。



在 Jonar I. Yago 教授實驗室中交流結合奈米銀與白殭菌 (*Beauveria* spp.) 之產品開發與應用方向。



Jonar I. Yago 教授研製的兩種奈米生物殺蟲劑，分別以 *Isaria fumosorosea* 與 *Beauveria bassiana* 之二次代謝物為主成分，用於害蟲防治。



檢視實驗室中草蛉天敵之飼養方法



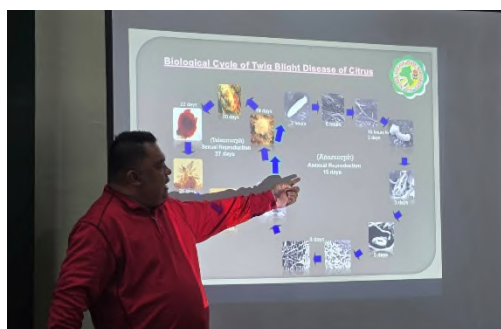
檢視柑桔病原菌分離菌株，討論鑑定方法



Jonar I. Yago 教授分享其柑橘病蟲害相關研究成果。



簡報交流菲律賓主要種植的柑橘品種。



Jonar I. Yago 教授分享柑橘枯枝病之研究成果。



與 Jonar I. Yago 教授及 DOST-PCAARRD 專員在實驗大樓外合影。