

出國報告 (出國類別：研習)

美國蜜蜂研究及蜂業參訪交流

服務機關：行政院農業委員會苗栗區農業改良場

姓名職稱：盧美君 副研究員兼課長

陳昶璋 技佐

派赴國家：美國

出國期間：104年8月2日至104年8月11日

報告日期：104年10月7日

目次

摘要.....	2
出國行程.....	3
前言.....	4
美國養蜂產業概況.....	6
一、美國養蜂沿革.....	6
二、養蜂規模、蜂產品生產及貿易.....	6
三、美國蜜蜂授粉產業之困境.....	9
四、CCD 危機衝擊下的轉機.....	11
蜜蜂研究機構參訪.....	12
一、馬里蘭大學蜜蜂實驗室.....	12
二、USDA-ARS 蜜蜂研究實驗室.....	16
養蜂產業及蜜蜂保護相關主管機關參訪.....	20
一、美國環保署.....	20
二、美國農業部動植物檢疫局.....	22
養蜂產業參訪.....	24
一、蜂王生產公司.....	24
心得及建議.....	30

摘要

美國 2006 年傳出蜂群衰竭失調(colony collapse disorder, CCD)，造成全美約 30~90% 蜂群消失，聯邦政府及民間企業因此投入大量的研究資源關注此議題，在蜂群流行病學及授粉昆蟲保護上有諸多經驗及成果。本年度 (104) 奉派於 8 月 2 日至 11 日前往美國華盛頓特區及加州等地，參訪美國馬里蘭大學、美國農部、防檢局、環保署及育王蜂場，交流養蜂科技及授粉昆蟲保護政策，成果豐碩並與相關研究單位建立了連繫管道。本報告將回顧美國養蜂產業概況、並針對新開發的蜜蜂病蟲害診斷、防治策略、全美蜜蜂調查計畫、即時監測技術開發、授粉昆蟲保護政策等成果進行分享，期能參考美國經驗，提升我國蜜蜂科技研發及輔導能力，俾利臺灣蜂產業之推動及永續經營。

出國行程

日期	行程
8/2-8/3	搭乘華航班機至洛杉磯，轉乘美國維珍航空前往華盛頓。
8/3	拜會馬里蘭大學農學院院長 Dean Wei、蜜蜂實驗室主持人 Dr. Dennis vanEngelsdorp 及我國駐美經濟文化代表處農業參事許桂森副組長。 拜會馬里蘭大學蜜蜂實驗室，進行小型討論會及參觀蜜蜂病蟲害診斷等。
8/4	上午拜會 ARS- Dr. Jeffery Pettis 等專家，研習蜜蜂病蟲害防治策略及蜜蜂病毒監測技術。 下午拜會 EPA- Dr. Thomas Steeger 等，研習農藥對蜜蜂的風險評估方法。
8/5	拜會 APHIS- Kathryn E. Bronsky 等專家，研習美國蜜蜂進出口及全美蜜蜂病蟲害調查結果。
8/6-8/7	搭乘美國維珍航空至舊金山，前往拜訪位於 Chico 北邊的 Stayer' s Quality Queens 蜂王生產公司。
8/8-8/9	參訪舊金山蜂產品銷售。
8/10-8/11	由舊金山搭機返國。

前言

我國蜂產品總產值約 23 億，然而養蜂產業因氣候變遷所遭受病蟲害之威脅日漸嚴峻，當前以蜂蟹蟎為害最為嚴重；此外，蜂農遷徙過程中亦須承擔農藥威脅的風險，屢屢反應蜂群具生長障礙或疑似農藥中毒的現象。因此如何有效防治蜂蟹蟎及減低蜜蜂農藥中毒之機會，為我國養蜂產業最迫切之議題。

蜂蟹蟎(*Varroa destructor*)為一種蜜蜂體外寄生蟎，以吸食蜜蜂體液維生，生活史涵蓋蜜蜂的幼蟲、蛹及成蟲等時期，被寄生的蜜蜂幼蟲和蛹會有發育不全的現象，甚至無法羽化即死亡，另蜂蟹蟎更是許多病毒的傳染媒介。因此蜂蟹蟎危害會造成蜂群急速弱化，如不即時防治可能導致蜂群瓦解。我國目前核准之蜂蟹蟎防治用藥僅有福化利(fluvalinate)，在國內已使用逾 20 年，多數蜂農反映防治效果不佳。反觀國際對蜂蟹蟎防治用藥種類及商品眾多，福化利商品如 Apistan[®]等，三亞蟎(amitraz)商品 Apivar[®]等；牛壁逃(coumaphos)商品 Checkmite[®]等；其他如 Folbex[®](新殺蟎，bromopropylate)、Bayvarol[®](flumethrin)，Apitol[®](cymiazole)。然而化學藥劑具有毒害蜂群、蜂產品農藥殘留及蜂蟹蟎產生抗藥性等潛在風險；且藥劑對於寄生在封蓋幼蟲房之蜂蟹蟎無效。國際上推薦之其他防治藥劑尚有機酸類及精油類等，如甲酸(formic acid)、草酸(oxalic acid)及百里酚(thymol)。

全球作物有超過 90 個物種需要靠蜜蜂授粉才得以維持，占作物生產 1/3 的經濟產值。自從大量使用工業合成農藥後，蜜蜂面臨環境中廣泛施用之除草劑、殺蟲劑及殺菌劑等農藥的威脅，引發蜂群生存危機。自 2006 年發生蜂群衰竭失調(colony collapsedisorder, CCD)以來，國際研究發現新尼古丁類殺蟲劑等農藥，對蜜蜂及其他授粉昆蟲具強烈毒性，歐盟執委會更在 2013 年宣布禁用可尼丁(clothianidin)、益達胺(imidacloprid)、賽速安(thiamethoxam)三種新尼古丁類藥劑。我國研究亦有指出低濃度益達胺即可對工蜂造成覓食行為上的障礙。因此降低農藥施用造成對蜜蜂及其他授粉昆蟲中毒風險，不僅僅是關係到養蜂業，更與農業生產及環境永續息息相關。

CCD 造成全美二百四十萬蜂群損失，為有效保護蜜蜂及其他授粉昆蟲，美國政府部門挹注預算及民間企業捐款資助，以支持各學術機關投入資源進行相關研究，數年來不論是蜜蜂病蟲害、蜜蜂農藥毒理、農藥風險評估等研究已累積許多成果。103 年度馬里蘭大學之蜜蜂研究領域學者專家曾來本場參訪，回國後仍與本場密切連繫。本次參訪目標之一為建立與馬里蘭大學及美國聯邦政府相關部會之間的互訪模式，期待透過國際合作交流成為技術夥伴關係，進而交流蜂蟹蟎之防治經驗，以及保護蜜蜂及其他授粉昆蟲相關政策，擴大臺灣蜜蜂相關議題之研究能量。



美國養蜂產業概況

一、美國養蜂沿革

17 世紀西洋蜜蜂隨著歐洲移民登陸北美西岸後，開啟美洲新大陸養蜂的歷史。1851 年美國 L.L. Langstroth 發現蜂路(bee space)原理，發明活動式巢脾蜂箱，奠定美國現代養蜂產業基礎，更在 1862 年傳到英國，隨後推展到歐洲大陸。其他許多現代化養蜂技術，如郵寄蜂王、人工王台育王、人工交尾等技術，也都是由美國發展出來。美國因此成為現代化養蜂技術發展的火車頭之一，帶動世界養蜂產業的興盛。

二、養蜂規模、蜂產品生產及貿易

聯合國糧農組織統計資料庫蒐集美國自 1961 年迄今的歷年養蜂業規模及蜂產品產量記錄。依據該資料庫顯示，1960 年代全美蜂群總數曾高達 560 萬群，為紀錄以來的高峰；1965 至 1985 年，蜂群總數減少為 472 萬至 408 萬群之間；到了 1986 年，因調查方法的調整，蜂群數量修正為 344 萬群；近十年來則維持在 230 到 270 萬群之間(圖 1)。美國國產天然蜂蜜年總產量在 1960 至 1980 年代波動幅度較大，但有持續減產的趨勢，由 10-13 萬公噸持續減產為 6-10 萬公噸；自 2011 年後約維持在 6 萬餘公噸(圖 2)。美國國產蜂蠟總收穫量在 1960 年代可逼近 2,400 公噸；1970 至 1990 年代呈現大幅波動，介於 1,100 至 1,900 公噸之間；2000 年後趨於穩定，約維持在 1,600 公噸(圖 3)。

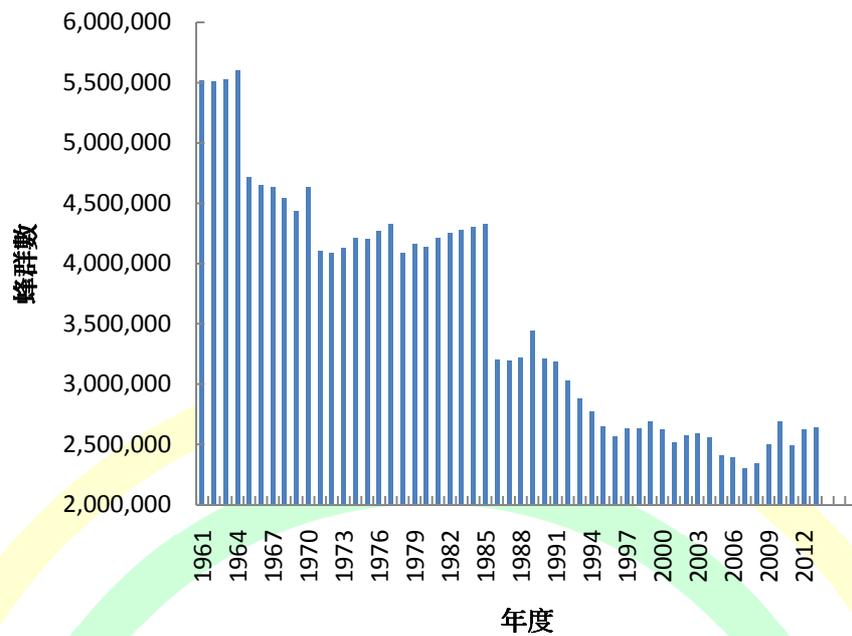


圖 1、1961 至 2013 年間，全美歷年蜂群數變化。(數據取自聯合國糧農組織)

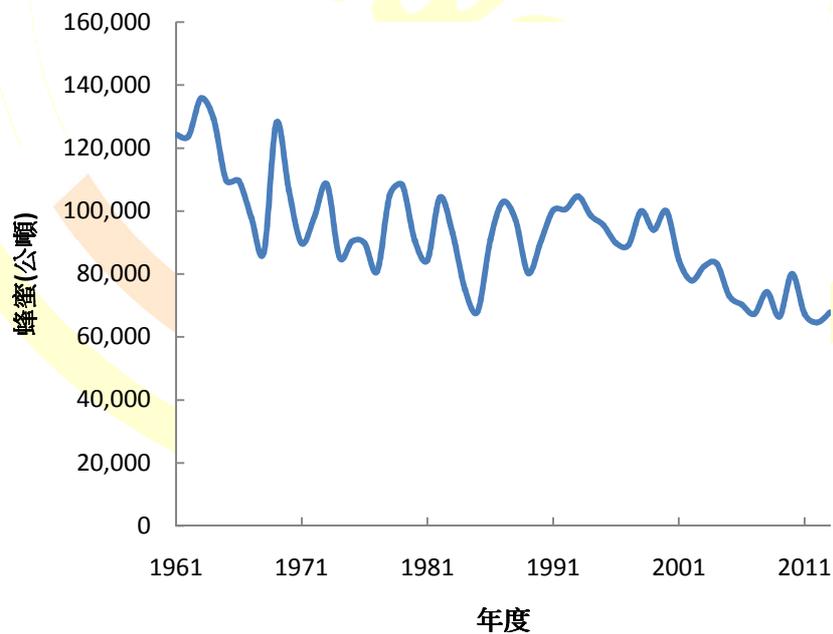


圖 2、1961 至 2013 年間，美國歷年蜂蜜年度總產量。(數據取自聯合國糧農組織)

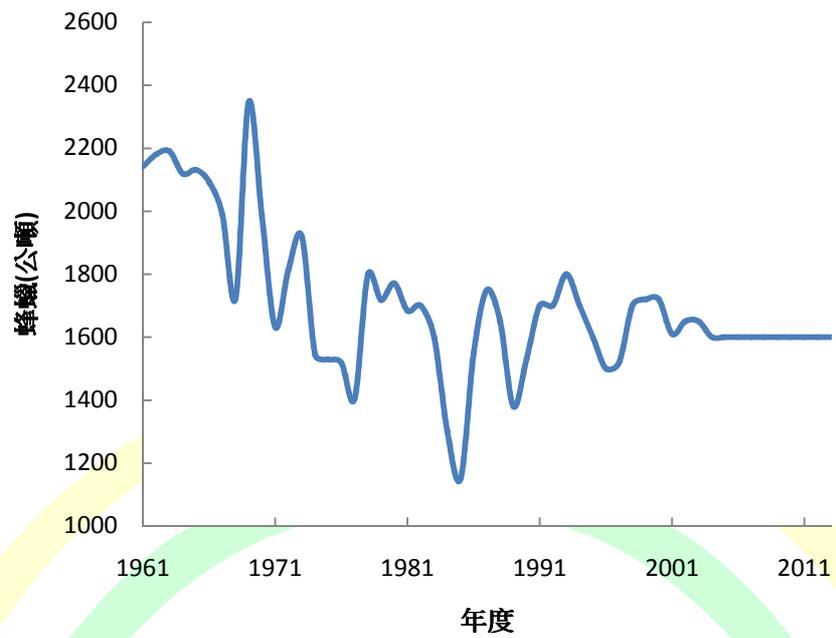


圖 3、1961 至 2013 年間，美國歷年蜂蠟年度收穫量。(數據取自聯合國糧農組織)

美國天然蜂蜜進出口貿易依據美國農部統計，2010 至 2012 年出口量依序為 4,329、5,394 及 5,573 公噸，主要銷往亞洲地區，如日本、南韓、阿拉伯聯合大公國、葉門、以色列、印度、印度尼西亞等國以及加拿大；而進口量依序為 114,127、130,494 及 141,027 公噸，主要由拉丁美洲各國，如阿根廷、巴西、巴拉圭、墨西哥、智利等國進口，其他包含我國、越南、印度、馬來西亞、紐西蘭等亞太地區國家。從上述資料得知，美國蜂蜜需求量呈現逐年增加，而美國國產天然蜂蜜現階段無法滿足內需。

三、美國蜜蜂授粉產業之困境

美國農業中倚賴蜜蜂授粉的作物，產值一年可達 180 億美元。印第安納州農作物必須仰賴蜜蜂授粉以維持作物生產的產量；且蜜蜂授粉過程可同時產出蜂產品，單是蜂蜜就可收穫約 280 公噸。美國杏仁總產量占全球 62%，主要集中在加州中央谷地。為因應杏仁的授粉需求，加州逐漸發展出產業化的授粉蜂群，每年二月杏仁開花期必須從美國其他地區導入蜜蜂授粉，此時全美大約有一半以上的蜂群進駐此區域。這些蜂群因授粉需求，經過長途搬運過程已影響其健康情況，且因蜂群大規模集中於同一區域，更容易造成蜂群間交互感染。

早在 1990 年代，美國曾有 25% 的蜂群消失，缺乏蜜蜂授粉造成許多作物減產，因此熊蜂、角壁蜂(*Osmia cornifrons*)、果園壁蜂(*O. lignaria*)等授粉昆蟲陸續被引進，但也相對提高授粉成本。自 CCD 爆發後，除了造成蜂群銳減除了造成蜂產品減產，更嚴重影響作物授粉而衝擊農糧生產，因此美國相關政府機關及研究單位開始投入調查 CCD 損害規模及造成因素。Bee Informed Partnership (BIP) 開始著手調查每年冬季蜂群損耗情況，調查結果顯示 2006 至 2010 年介於 29-36%(圖 4)。BIP 且自 2010 年後更陸續深入調查年度及夏季的蜂群損耗，歷年報告顯示，2010 至 2015 年的年度蜂群損耗介於 34-45%，2012 至 2015 年的夏季蜂群損耗介於 20-27%(圖 4)。

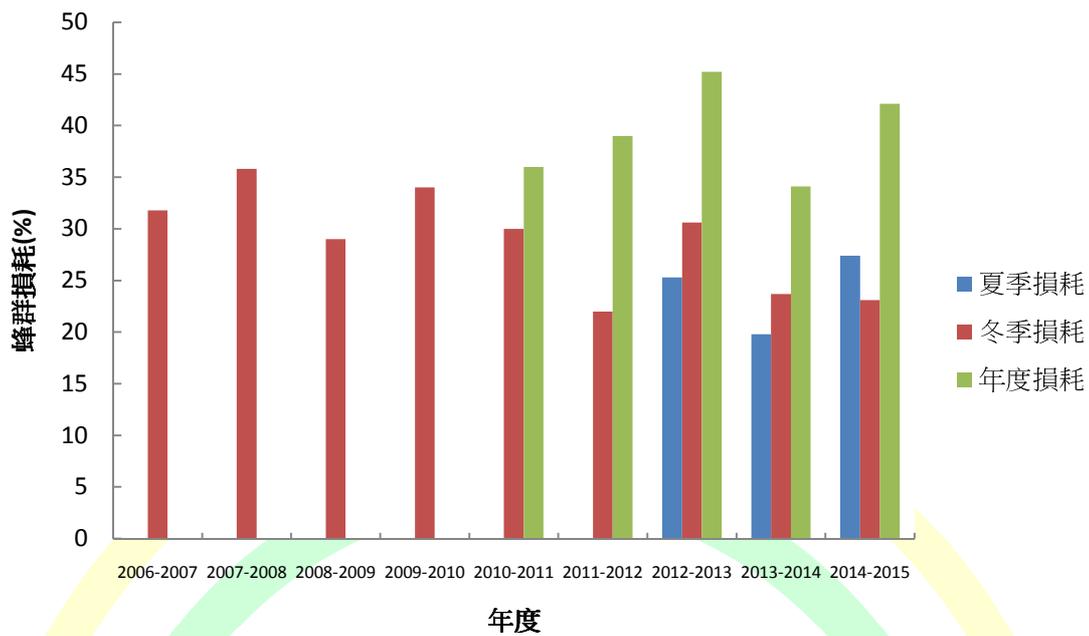


圖 4、全美夏季、冬季及年度蜂群損耗比率歷年變化。(資料取自蜜蜂訊息合作機構)

2014-2015 最新報告顯示，全美損耗率為 42%，是 2010 年開始進行年度損耗調查以來的第二高峰，其中美東的緬因州(60.5%)、紐約州(54.1%)、康乃狄克州(57.5%)、賓西法尼亞州(60.6%)、馬里蘭州(60.9%)、德拉瓦州(60%)、佛羅里達州(54.8%)，以及美中的威斯康辛州(60.2%)、伊利諾州(62.4%)、愛荷華州(61.4%)、奧克拉荷馬州(63.4%)等地的損耗較為嚴重；遠在太平洋的夏威夷州只有 13.9% 的年度損耗。

四、CCD 危機衝擊下的轉機

CCD 對於養蜂產業及作物生產的衝擊，引起國際上各國政府及私人企業對於養蜂產業的重視，並挹注資源投入研究及技術創新。目前研究結果顯示，CCD 乃是多重因子複合所造成，包含氣候變遷、遺傳背景歧異度不足、殺蟲劑或其他農藥毒害、病蟲害威脅。自 2007 年迄今，CCD 相關研究已達 16,200 筆以上，其中有關遺傳研究 15,900 篇，氣候變遷 14,100 篇，殺蟲劑 3,420 篇，蜂蟹蟻 1,530 篇，病毒 8,560 篇。美國當局同時配合政策改革，致力於創造蜜蜂友善環境。2014 年由美國白宮發布「總統備忘錄—制定促進蜜蜂及其他授粉昆蟲健康之聯邦策略」，隨後 2015 年美國白宮授粉昆蟲健康專案小組(Pollinator Health Task Force)提出「促進蜜蜂及其他授粉昆蟲健康之國家策略(national strategy to promote the health of honey bees and other pollinators)」，由此可看出對保護蜜蜂的決心。

蜜蜂研究機構參訪

一、馬里蘭大學蜜蜂實驗室

實驗室主持人 Dr. Dennis vanEngelsdorp 學術研究方向以昆蟲學的角度切入了解影響蜜蜂健康的因子，主要著重於病毒、微粒子及蜂蟹蟎方面的學理研究。實驗室為 Bee Informed Partnership (BIP) 主要成員之一，定期調查全美蜜蜂蜂群損失狀況(圖 4)，調查比率已涵蓋全美 20% 以上之蜂群；該實驗室同時參與 Animal and Plant Health Inspection Service (APHIS) 的 national honey bee pests and diseases survey 計畫(將於介紹 APHIS 時詳加敘述)，因此對外有提供蜜蜂病蟲害檢疫服務，並輔導蜂農即時病蟲害監測技術。

馬里蘭大學蜜蜂實驗室亦有部分推廣教育的服務，例如開設基礎養蜂訓練課程，以及訓練公民科學家(citizen scientists)調查在地授粉昆蟲多樣性，教育在地民眾授粉昆蟲的價值及重要性。目前該實驗室更發展 Sentinel Hives，主要是透過監測蜂箱的重量變化，配合即時病蟲害監測等蜂群管理及調查技術，進而了解當前蜂群的狀況，包含逃蜂、盜蜂、蜂蟹蟎控制、外界流蜜等情況。Sentinel Hives 的發展，最終目標是成為蜂群警訊系統，即早發現潛在問題及風險，提供蜂農即時警報以進行預防措施，達到維持蜂群健康的目的。

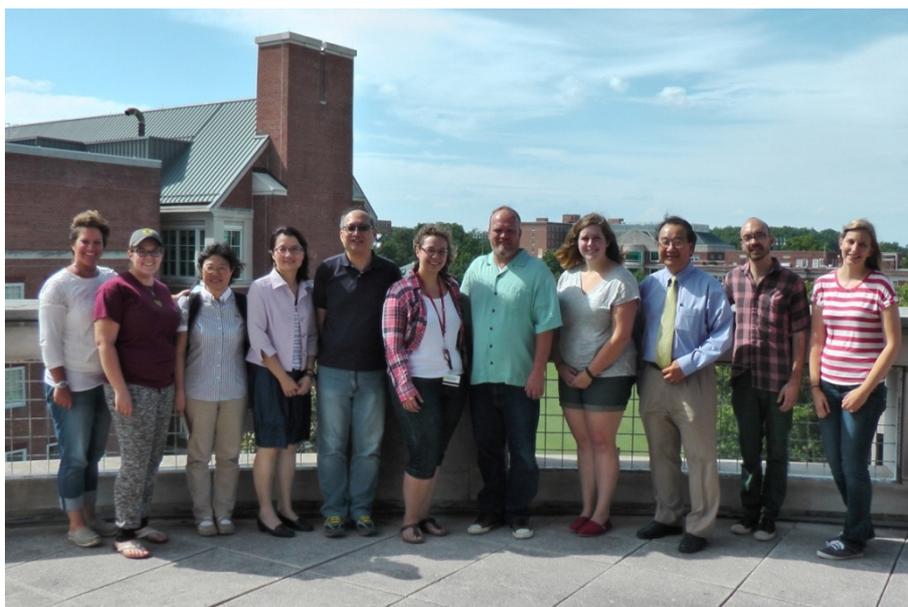


圖 5、與馬里蘭大學蜜蜂實驗室主持人 Dr. Dennis vanEngelsdorp 及研究室成員合影。



圖 6、Dr. Dennis vanEngelsdorp 與臺灣蜜蜂參訪團合影。



圖 7、蜜蜂實驗室成員 Olivia Bernhauer(右 1)介紹在地授粉昆蟲調查計畫。



圖 8、蜜蜂實驗室成員 Heather Eversole 介紹蜜蜂病蟲害即時監測技術。



圖 9、蜜蜂實驗室成員 Nathalie Steinhauer (右 1)介紹哨兵蜂箱於田間實際運作的情況。

二、USDA-ARS 蜜蜂研究實驗室

美國農業部(United States Department of Agriculture, USDA)農業研究局(Agricultural Research Service, ARS)蜜蜂研究實驗室(Bee Research Laboratory, BRL)目前實驗室由 Yanping(Judy) Chen、Steve Cook、Miguel Corona、Jay Evans 及 Jeffery Pettis 等 5 位科學家共同組成。主要研究方向聚焦在影響蜂群健康的外在因子，包含病蟲害及環境因子。蜜蜂育種計畫則是另由 Honey Bee Breeding, Genetics, and Physiology Research 團隊所執行。

拜會當日由 Dr. Jeffery Pettis、Dr. Jay Evans 以及 Dr. Yanping(Judy) Chen 接待，介紹目前 BRL 研究方向及相關執行計畫。美國當前養蜂產業蟲害種類繁多，包含蜂蟹蟎、小蜂蟎(Tropilaelaps mite)、微粒子病、小蜂箱甲蟲(small hive beetle)。目前 Dr. Chen 透過 RNAi 靜默化的方式進行蜜蜂微粒子病及病毒防治已完成實驗室測試，即將進入田間試驗階段。BRL 亦參與 APHIS 全國蜜蜂病蟲害及疾病調查，因此也對外提供微粒子病、蜜蜂病毒等疾病及病蟲害診斷服務。除此之外，因美國盛行郵寄蜂王，寄送環境對於蜂王生育活力所造成的影響亦會間接影響蜂群健康，Dr. Pettis 在蜂王郵送環境的影響也有部分探討。



圖 10、與美國蜜蜂實驗室 Dr. Jay Evans(左 3)合影。



圖 11、Dr. Jay Evans 解說 BRL 進行蜜蜂病蟲害診斷的取樣調查流程。



圖 11、Dr. Yanping(Judy) Chen 解說在實驗室內以 RNAi 靜默化的方式進行蜜蜂病毒防治。

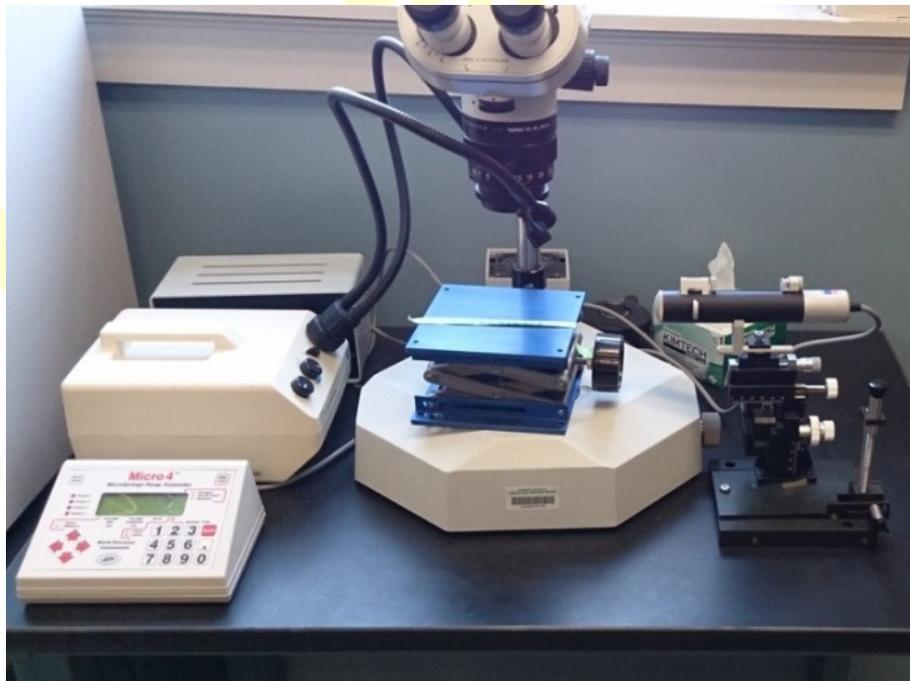


圖 12、蜜蜂微注射系統。

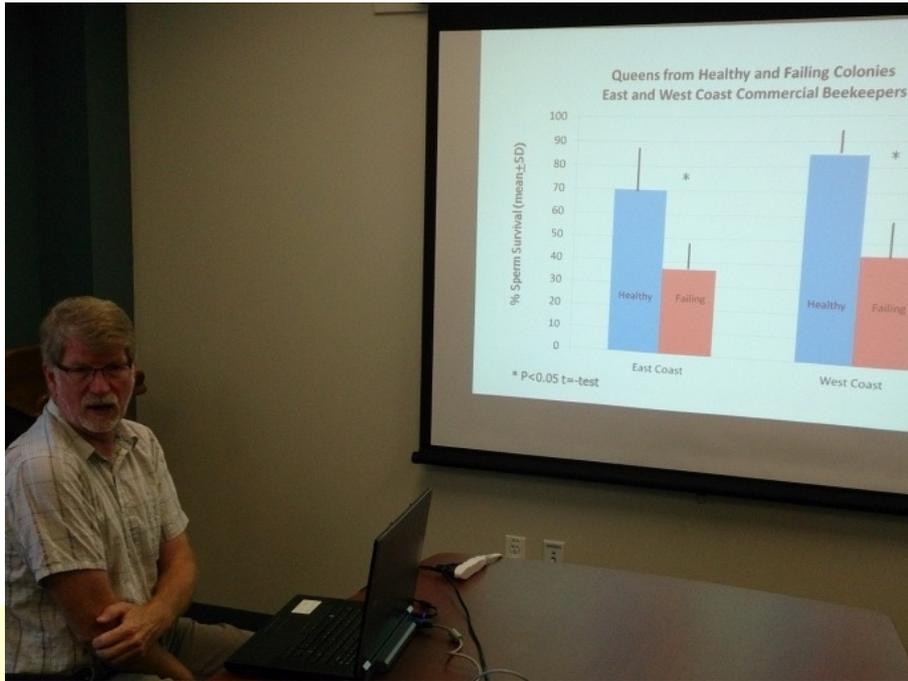


圖 13、Dr. Jeffery Pettis 介紹環境因子影響蜂王生育活力的研究成果。

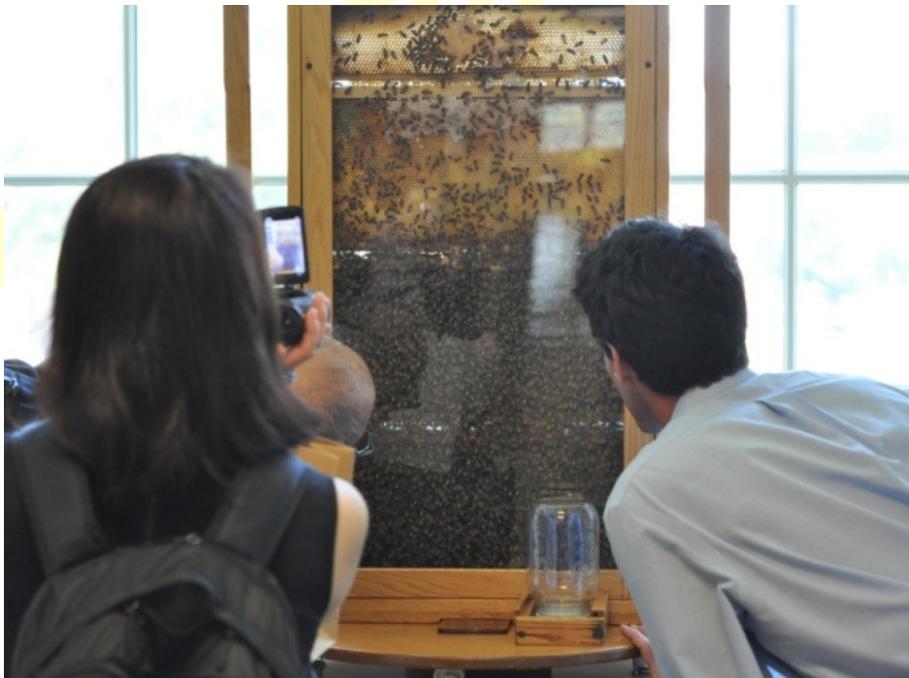


圖 14、BRL 內直立式展示蜂箱。

養蜂產業及蜜蜂保護相關主管機關參訪

一、美國環保署

自從 CCD 爆發以來，美國環保署(United States Environmental Protection Agency, USEPA)為保護蜜蜂及授粉昆蟲，在農藥風險評估及政策制定方面持續改革，推動蜜蜂病蟲害防治用藥登記也是持續進行。目前已規定新尼古丁類等對蜜蜂高毒性之農藥必須明確標示對蜜蜂毒害的警語，並且明確規範使用的時機及範圍。2015 年 5 月 EPA 更推出蜜蜂農藥中毒防範措施草案，對於蜜蜂中毒的可能途徑加以分析，並提出對應策略以促進未來政策及法規發展，同月亦通過草酸成為蜂蟹蟎防治用藥。當日拜會由資深生物學家 Dr. Thomas Steeger、無脊椎及脊椎動物第一部門主席 Marietta Echeverria、殺蟲劑註冊組副主任 Daniel J. Rosenblatt 等官員介紹當前 USEPA 針對不同尺度，包含成蜂或幼蟲個體、蜂群、蜂場、乃至生態系統，如何進行農藥對蜜蜂的風險評估進行介紹，會後更提供我方 USEPA 風險評估方法，共計十一式，可做為我國未來進行農藥風險評估之依據。

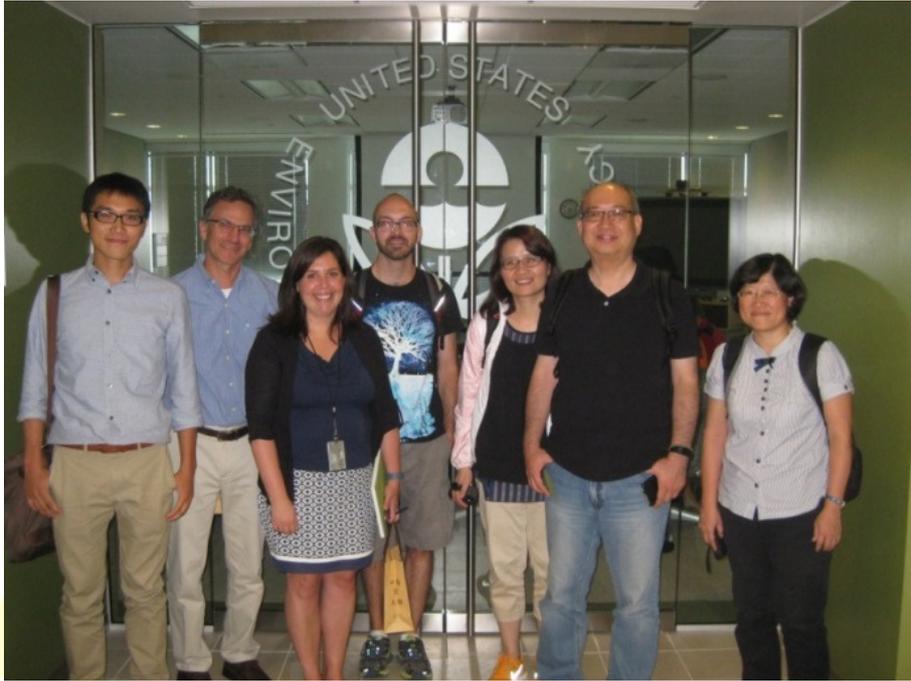


圖 15、與 Daniel J. Rosenblatt 副主任(左 2)及 Marietta Echeverria 主席(左 3)合影。

二、美國農業部動植物檢疫局

APHIS 位於美國農業部河邊中心辦公大樓內(USDA center at Riverside)，職掌蜜蜂進出口及蜜蜂病蟲害檢疫調查相關業務。拜會當日由資深昆蟲學家 Dr. Wayne F. Wehling、農學家 Kathryne E. Bronsky、貿易主任 Dr. Wenbin Li 及國家型計畫經理 Robyn Rose 接待。在 Dr. Wayne Wehling 介紹下了解，APHIS 除執掌美國蜜蜂進出口，飼料用蜂蜜亦歸屬之。美國蜜蜂進口歷史沿革方面，1912 年起，僅開放自加拿大進口蜜蜂，1978 年後陸續透過風險評估的方式，衡量自紐西蘭及澳洲進口蜜蜂的可行性，於 2004 年後開放自紐澳兩國進口蜜蜂。2005 至 2008 年間，每年自加拿大進口的蜂群數介於 6 至 10 萬群之間。

蜜蜂病蟲害檢疫調查相關業務由 Kathryne E. Bronsky 介紹，主軸在全國蜜蜂病蟲害調查(national honey bee pests and diseases survey)計畫。調查計畫起始於 2009 年僅於 3 個州調查，後續幾年逐步拓展，中間曾經因經費問題而慘澹經營，2015 年在政策支持及 APHIS 官員努力下，調查規模擴及 35 個州。計畫調查項目包含蜜蜂微粒子及蜂蟹蟎流行及寄生情況，蜜蜂病毒流行情況(包含以色列麻痺病毒、蜜蜂畸翅病毒、急性蜜蜂麻痺病毒、慢性蜜蜂麻痺病毒、克什米爾蜜蜂病毒、蜜蜂黑王台病毒及 Lake Sinai virus-2 等)，以及調查殺蟲劑及相關代謝物於蜂產品上殘留情況。調查結果顯示，微粒子主要流行於春季，蜂蟹蟎流行於冬季，病毒以蜜蜂畸翅病毒流行率最高，而殺蟲劑以蜂蟹蟎防治藥劑殘留最為嚴重。



圖 16、APHIS 位於美國農業部河邊中心辦公大樓內。

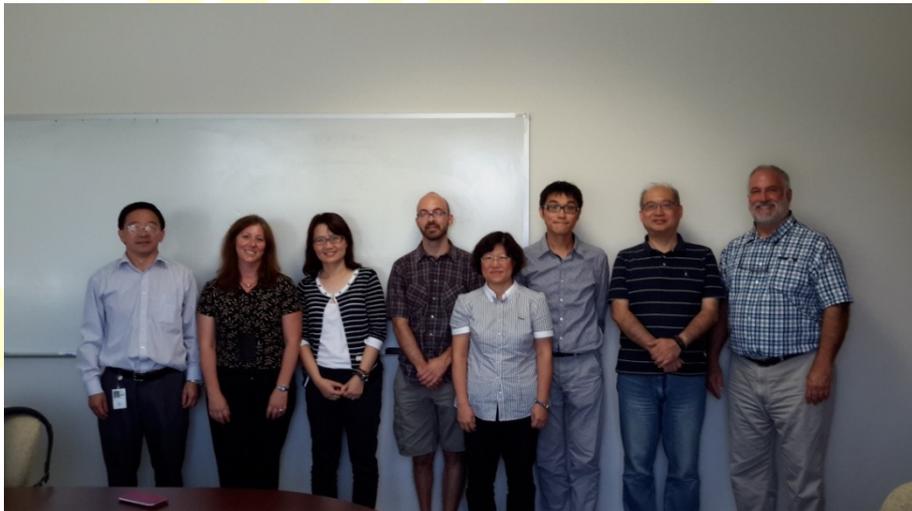


圖 17、與美國防檢局研究人員 Dr. Wayne F. Wehling (右 1)、Kathryne E. Bronsky (左 2)及 Dr. Wenbin Li (左 1)合影。

養蜂產業參訪

一、蜂王生產公司

Stayer's Quality Queens 位於加州奇哥(Chico)北方的 Palo Cedro，為全美最大的蜂王生產公司，在繁殖季節期間每個月約生產 4 萬隻蜂王，最高甚至達到 7 萬隻，以供應全美蜂農對於蜂王汰換之需求。參訪當日因非屬蜜蜂繁殖季節，但仍有小規模維持育王，在老闆 Pat Stayer 引導下，依序介紹田間育王，組織交尾蜂群及蜂群健康管理，使我們逐步了解這個家族企業的營運模式。

過程中 Pat 向我們說明，像這樣大規模生產蜂王的蜂場，加上杏仁授粉期間全美半數以上蜂群集中到加州帶來許多病蟲害，如何維持蜂群健康是經營的關鍵。在蜂蟹蟎防治上，他們只用 amitraz 商品於秋季進行一次防治；營養方面，除了一般性飼料，更會購買如 Bee-Pro Patties+這類人工營養補充劑；生產蜂王時，會同時進行選種，透過 BIP 輔導的 hygienic test 選出病蟲害耐受潛力較高的蜂群。有趣的是，他們沒有針對蜂群採蜜能力進行選種，因為在他們的觀念中蜜蜂就應該會採蜜。

最後 Pat 夫婦為我們介紹他們如何設計蜂王快遞包裹及打包蜂王，使蜂王在寄送過程依舊維持正常，並且搭配全美陸運及空運的物流系統，使寄送時程縮到最短。根據 Pat 的敘述，運送時間目前可以達到今天由加州送出，隔天立刻送達東岸的客戶手上。



圖 18、與 Stayer 家族成員合影，右 1 及 2 為老闆 Pat Stayer 夫妻。



圖 19、以人工王杯進行育王作業。



圖 20、蜂場內的蜂箱依據不同育王階段進行排列。



圖 21、各式交尾箱，箱內可格為數格空間，每一格皆具獨立入口，可容納一個交尾群。A 至 C 圖為小型巢框用交尾箱，A 圖為四格型，B 及 C 圖為兩格型，但 B 圖交尾箱可容納較多巢片；D 圖為一般巢框用兩格型交尾箱。



圖 22、取蛹片進行 hygienic test。(照片取自 Stayer's Quality Queens 的 Facebook 專頁)



圖 22、郵寄前蜂王會先關入王籠，底部以蔗糖填充。



圖 23、郵寄蜂王專用包裹，依照蜂王寄送數量區分包裹容量。

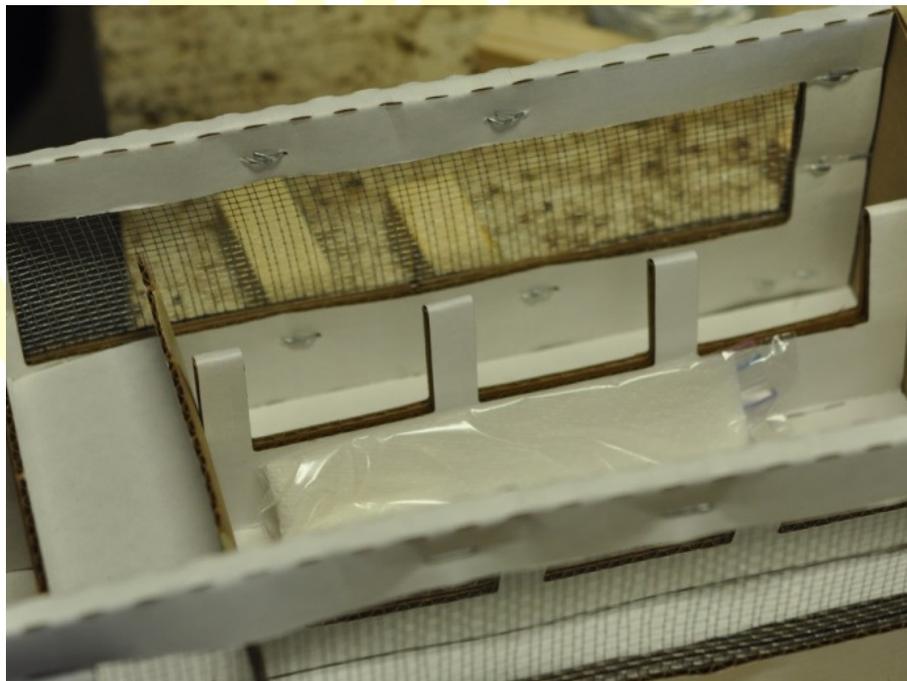


圖 24、郵寄蜂王專用包裹內部底層設計可鋪放吸水紙的凹槽，維持包裹內濕度。

心得及建議

現代化養蜂自 19 世紀起發展至今，美國養蜂業於 160 多年間發展出許多突破性的技術，成為全球養蜂產業的領頭羊。然而頻繁的蜜蜂進出口，造成許多病蟲害導入；大規模飼養及頻繁而長途的蜂群運送，對蜂群健康造成衝擊，也造成蜂群間交互傳染；現代化農業廣泛施用工業合成農藥，對蜜蜂及其他授粉昆蟲造成環境毒害，嚴重影響作物生產。在 CCD 發生以前，未曾意識過如果蜜蜂消失會是一件多嚴重的事情，因此過去在有意無意間犯下了許多錯誤，例如微粒子的病原之一為 *Nosema cerana*，原先寄主是東洋蜜蜂(*Apis cerana*)，在無適當防堵下轉移感染西洋蜜蜂(*Apis mellifera*)，並透過蜂群貿易擴散到美國本土；蜂蟹蟎原先亦為東洋蜜蜂之寄生蟎，在 1980 年代進入美國後迅速擴散到全國，造成後來 1990 年代 25% 蜂群消失。

CCD 無疑是美國養蜂業前所未有的危機，然而美國當局在 CCD 之後，採取正視問題的態度，透過研發面及政策面逐步切入問題核心並產生轉機。本年度透過 Dr. Dennis vanEngelsdorp 悉心安排下，促成美國參訪行程，使本場有機會能與第一線的研究人員、主管機關官員及養蜂從業人員進行經驗交流，遂將本次交流過程中值得我國效法的部分羅列如下：

一、2006 年 CCD 發生後，隨即展開全國蜂群損耗調查，雖然為線上問卷式調查，但線上作業有助於縮短調查時程，並且易於擴及全國蜂農，可在短時間內取得具代表性的巨量調查資料。透過大數據分析，有助問題釐清，例如在調查中有依照養蜂規模或地區分群進行個別分析，透過分析結果可明確掌握嚴重損耗的群體，可有效投入輔導資源。

二、2009 年 APHIS 啟動全國蜜蜂病蟲害調查，表面上是相當消耗資源卻又無法得到太多資訊的計畫。隨者調查結果的累積，除了整理出各種病蟲害好發時機外，更可整合防治資源，例如病毒調查結果以蜜蜂畸翅病毒最為嚴重，但該病毒是由蜂蟹蟎傳染，因此做好蜂蟹蟎防治可同時控制蜜蜂畸翅病毒。計畫中的農藥殘留

量調查也發現，所有農藥中以蜂蟹蟎防治用藥殘留情況最嚴重，因此如欲降低蜂產品農藥殘留，應優先宣導蜂蟹蟎防治用藥的合理施用。因此調查結果可作為產業輔導上的重要參考依據。

三、輔導蜂農具獨立操作田間診斷技術的能力，並且能配合實驗室診斷之需求樣品規格配合進行取樣，使病蟲害診斷結果更為精確。

四、蜂群是由數千至數萬隻蜜蜂組成的群體，且內含多片巢脾，如欲以影像監測蜂群內的動態變化有其困難性。Sentinel Hives 透過以蜂群重量的變化，配合其他診斷及環境監測技術，可達到即時監測蜂群變化的目的，未來更預計成為預警系統，可讓蜂農提前進行預防措施。

五、多尺度的農藥風險評估方式，不論是除草劑、殺菌劑、殺蟲劑或蜂蟹蟎防治用藥，任何農藥或環境用藥在登記前都經過全面性的評估。評估後列為高毒性風險的藥劑，在政策上亦有法規明確規範商品標示及使用限制，使蜜蜂大幅降低中毒的風險。

六、研究方法及技術之開發：包括 Hygiene test in pupa & brood 及 RNAi (RNA interference technology) 應用於田間病毒及微粒子病的防治，已有許多文獻證明其實用性及田間可行性。義大利蜂的病蟲害抗性甚低，爰此，抗病育種為養蜂研究之重點環節，未來以 Hygiene test 篩選抗性蜂群，進一步育成抗病蟲害品種頗為可行；另發展蜜蜂病毒 RNAi 已證明其田間有效性，在 IAPV 病毒防治上已有商品 REMEBEE，未來針對臺灣潛伏最多的蜜蜂畸翅病毒，也可嘗試導入生技產品防治。

當然我國養蜂業無法與美國相提並論，生產管理方式也全然不同，但美國在蜜蜂調查、農藥評估及政策擬定的方向仍舊是值得我國參考。尤其美國在 CCD 發生後務實面對的態度，包括進行 Bee informed Partnership(BIP)計畫，公私協力挽救蜜蜂族群及服務蜂農；全面進行農藥風險評估，挽救蜜蜂棲地及環境；展開全美蜜蜂調查計畫，建立蜂產業大數據；由政府出面擬定並宣告拯救蜜蜂的決心，發表「National strategy to promote the health of honey bees and other pollinator」等，將

授粉昆蟲保護之提升到國家級地位。臺灣蜂業目前亦面臨蜜源植物減少、農藥濫用及中毒等諸多風險，參考美國之策略及方向，應是正確的解決之道。

