

# 行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：研習)

## 執行 101 年度農委會國際農業合作 領域「蟲媒植物病原原核生物其 媒介昆蟲之防治管理」計畫， 至美國短期研習出國報告書

服務機關：行政院農業委員會農業試驗所

姓名職稱：石憲宗 副研究員

派赴國家：美國

出國期間：101 年 9 月 3 日至 28 日

報告日期：101 年 12 月 24 日

## 摘要

本案報告人爲本計畫主持人石憲宗，出國研習係執行行政院農業委員會農業試驗所 101 年度「蟲媒植物病原原核生物其媒介昆蟲之防治管理」計畫（計畫編號 101農科-4.1.1-農-C1(4)），本計畫主要是至美國研習此類蟲媒病害媒介昆蟲之生態與防治研究，以作爲研擬我國媒介昆蟲研究方向的依據。本次出國研習時間爲 101 年 9 月 3 日至 28 日，研習地點包括美國加州大學柏克萊分校 (University of California, Berkeley)，河濱分校 (UC, Riverside)、美國農部加州之帕里爾分部 (USDA-ARS in Parlier) 與加州科學研究院 (California Academy of Science) 等單位，研習成果包括：(1) 與各單位近 20 位專家（含葡萄皮爾斯病或黃龍病有關的大學教授、博士後研究員以及美國農部昆蟲專家等）進行討論，並在參訪單位的溫室，學習學習媒介昆蟲傳病試驗標準作業流程，從中瞭解媒介昆蟲取食行爲與傳病效率的相關性，作爲我方改進傳病試驗效率的參考；(2) 蒐集美方近十年開發之媒介昆蟲監測技術的研究報告，並於美國農部與專家討論數種可行的方法，以作爲未來我方研究監測媒介昆蟲發生密度與遷飛技術之改進參考；(3) 實地參訪加州 Napa Valley、Temecula Valley 與 Parlier 等釀酒葡萄產區，勘查葡萄皮爾斯病、媒介昆蟲與寄生蜂的田間生態，瞭解加州地區媒介昆蟲化學、耕作與生物等各種防治方法的運用時機，作爲我方改善葡萄皮爾斯病與媒介昆蟲整合管理技術的參考；(4) 參觀加州科學院與加州大學河濱分校之標本館，檢視大葉蟬、沫蟬與葉蟬寄生蜂之標本蒐藏，研究天敵與寄主的專一性關係，作爲台灣研究此類病害媒介昆蟲生物防治的參考；(5) 研究褐透翅尖頭葉蟬 (*Homalodisca vitripennis*) 等葡萄皮爾斯病等不同媒介昆蟲之若蟲生物學與形態鑑定，建立美州與臺灣之葡萄皮爾斯病媒介昆蟲鑑定的基礎；(6) 與加州大學柏克萊分校與美國農部等單位病理與昆蟲學者，討論 102 年擬於我國農業試驗所舉辦國際研討會之議題，建立我國與其他國家此類蟲媒病害與媒介昆蟲國際合作之交流平台。

**關鍵詞：**植物病原原核生物 (plant pathogenic prokaryote)、媒介昆蟲 (vector)。

## 目次

壹、目的 .....	3
貳、前言（前人研究概況、擬解決問題）.....	3
參、研習日程表 .....	7
肆、內容與心得（研習過程與成果分享報告）.....	8
伍、檢討與建議事項 .....	1
陸、附錄（研習過程重要圖說）.....	2
柒、參考文獻 .....	13
	17

## 壹、目的

植物病原原核生物 (phytopathogenic fastidious prokaryotes) 的媒介昆蟲 (vector)，主要來自葉蟬科 (Cicadellidae)、沫蟬總科 (Cercopoidea)、飛蝨總科 (Fulgoroidea) 與木蝨總科 (Psylloidea)，此類媒介昆蟲的管理方式，至今仍著重在化學防治，但媒介昆蟲傳播植物病害的速度很快，若無完整的媒介昆蟲整合管理策略，即便施用化學藥劑也無法有效緩和病害的發生；再者，植物病原原核生物至今仍無化學藥劑可資防治，此類病害所造成的經濟損失極大，常為產業發展的關鍵阻礙因子。全球對於這類蟲媒病害之防治方式，傳統上是以剷除病株與降低媒介昆蟲發生數量，達到緩和病害發生的速度，但若干藉由抗病育種、媒介昆蟲生物防治與棲地管理等防治技術，則為目前或未來的重要研發方向。

我國目前與植物病原原核生物有關之作物病害，包括葡萄皮爾斯病、梨葉緣焦枯病、柑橘黃龍病與植物菌質體病害（如木瓜 Stolbur phytoplasmas 與梨衰弱病等），各類病害均為產業發展的限制因子。而農業試驗所是我國目前唯一全面發展植物病原原核生物其媒介昆蟲分類、鑑定、監測、生態與整合防治技術等全系列研究的研究機關，為了發展適用於我國各類作物蟲媒病害與媒介昆蟲的整合管理技術，本計畫主持人多年來除了與國內大學與其他場所之病理或昆蟲學者，保持合作研究，更在 100 年 7 月 15 日於農業試驗所舉辦「農作物害蟲及其媒介病害整合防治技術研討會」，找出國內之研究缺口，使之可成為農試所與國內外單位開發合作議題的基礎，並將部份議題作為本次赴美國短期研習之重要內容，本次研習重點包括 (1) 由美方提供研究葡萄皮爾斯病與媒介昆蟲之百年經驗，協助我國建立田間防治之重要策略；(2) 提供美方我國目前的研究進展，作為雙方確認不同地區不同媒介昆蟲傳播相同病害之研究基礎，此有助於各國制定此類病害檢防疫措施的修正依據；(3) 保持互惠合作，將 101 年雙方交流期間共同認定可合作的議題，列為 102 年擬在台灣舉辦作物重要蟲媒病害與媒介昆蟲監控預警與整合防治技術國際研討會的報告主題，期望藉由雙方專家與會報告，從中汲取可改善我方研究缺口的經驗，以奠定我方此方面的研究根基。

## 貳、前言

### 前人研究概況

#### 1. 植物病原原核生物之媒介昆蟲

難以培養的植物病原原核生物，依其在植物內部組織的生存場所，可分為棲息於木質部的侷限導管細菌（如 *Xylella fastidiosa*），另一類則棲息於韌皮部的侷限篩管細菌（如螺旋菌質體）、植物菌質體與黃龍病病原等。以上這些病原均可造成農作物的重大經濟損失，而其傳播途徑包括人為方式（如移植與嫁接帶菌組織）與媒介昆蟲傳播（如半翅目昆蟲）。在媒介昆蟲部份，蟲媒木質部導管病害之媒介昆蟲，為尖胸沫蟬科 (Aphrophoridae) (Severin, 1950; Purcell, 1982) 及葉蟬科 (Cicadellidae) 的大葉蟬亞科 (Cicadellinae) (Purcell, 1982; Purcell and Hopkin, 1996; Redak *et al.*, 2004)；屬於蟲媒韌皮部篩

管病害的黃龍病，其媒介昆蟲為木蝨科的柑橘木蝨 (*Diaphorina citri*) (Hung *et al.*, 2004)；螺旋質體之媒介昆蟲主要為角頂葉蟬亞科 (Deltocephalinae) 昆蟲 (Markham, 1983; Whitcomb, 1981)；植物菌質體的主要媒介昆蟲則為葉蟬科及飛蝨總科昆蟲，少數則為木蝨科、軍配蟲科及椿象科昆蟲 (Whitcomb, 1981; Weintraub and Beanland, 2006)。

根據往昔文獻記錄，臺灣近 15 年以來，由難以培養的植物病原原核生物所引發的作物病害及其媒介昆蟲，依病媒昆蟲的分類地位，大致可區分為：(1) 由木蝨科昆蟲專一傳播者，包括柑橘黃龍病 (Hung *et al.*, 2004; Hung, 2007) 及台灣梨衰弱病 (Liu *et al.*, 2007)；(2) 由葉蟬科或飛蝨總科所傳播者，如 Bau *et al.* (2007) 指出菱紋葉蟬 (*Hishimonus sellatus*) 及二點葉蟬 (*Cicadulin abipunctella*) 極有可能為臺灣木瓜菌質體病害的媒介昆蟲，此病害在國外的媒介昆蟲則為角頂葉蟬亞科的 *Macrosteles quadripunctulatus* 與 *Circulifer haematoceps* complex (Orenstein *et al.*, 2003)，圓痕葉蟬亞科 (Agalliinae) 的 *Anaceratagallia ribauti* (Riedle-Bauer *et al.*, 2008)、*Aphrodes bicincta* (Schrank) (Weintraub and Beanland, 2006) 與菱飛蝨科的 *Hyaalsthes obsoletus* (Orenstein *et al.*, 2003)；再者，美國已證實葡萄皮爾斯病之媒介昆蟲，至少有四種大葉蟬亞科與一種尖胸沫蟬科昆蟲 (Purcell and Hopkin, 1996; Redak *et al.*, 2004)，此病害在台灣的媒介昆蟲則為白邊大葉蟬 (*Kolla paulula* (Walker)) (Su *et al.*, 2012)。

## 2. 蟲媒植物病原原核生物及其媒介昆蟲之防治

### (1) 國外防治現況、研究瓶頸與新近發展

蟲媒植物病原原核生物的防治範疇，涉及病原、媒介昆蟲、寄主植物及環境等因子。目前全球尚無報告顯示化學藥劑可以防治植物病原原核生物，只能藉由防治媒介昆蟲、田間衛生剷除中間寄主、抗病育種等方法，來降低病害的流行趨勢，其中前兩種是公認較可行的方法。但不管是那一種防治方法，研究瓶頸在於病原及其媒介昆蟲的寄主植物範圍廣泛，因為病原的寄主植物包括作物或非作物 (如雜草與灌木)，且不是所有的寄主植物的病徵都一樣，有些罹病植物更無病徵；再者，媒介昆蟲與病原兩者的寄主植物範圍又不完全重疊，這使得田間防治更顯困難，也顯示發展有效的病原偵測方法是必要的。有鑑於傳統的防治方法有其發展瓶頸，近年來國外學者嘗試將不具病原性或弱致病性的侷限導管細菌導入導管，以達到交叉保護的目的；也有學者嘗試從基因層次研究病原菌蛋白質及其寄主之相互關係，以發展抗病寄主等。在媒介昆蟲部份，未來雖然仍為此類病害防治的重要關鍵，但由於美洲大陸擁有全球最多種類的媒介葉蟬，因此其基本生態、寄主範圍及取食行為等問題，有許多種類 (某些地區的種類進入另一地區可能成為重要的媒介昆蟲) 的研究仍處於起步階段，使得媒介昆蟲的防治研究仍有相當大的進步空間。

### (2) 台灣研究現況與待解決的問題

由於台灣過去並無研究媒介葉蟬之分類與防治管理的學者，對葉蟬所傳播之

植物病原原核生物的研究領域，也僅能依賴日本或美國學者。至 2002 年左右，國內葡萄發生木質部細菌病害，疑由葉蟬與沫蟬媒介傳播，當時遂由防檢局植防組找尋藥試所與農試所，就該新病害及其媒介葉蟬合作研究；至2005年左右，國內的木瓜受Stolbur phytoplasmas 危害，該病害亦由葉蟬所傳播。因此，農試所在2002~2008年之間，投入上述媒介葉蟬之分類、鑑定、寄主範圍、田間發生生態與取食行爲的研究，其後開發葉蟬之物理、化學與生物防治研究。但這些研究仍需結合植物病理或昆蟲以外領域（如氣象、化學、農藝等）的學者方能完成，且國內目前對於某些菌質體新病害的病原專一性引子之設計仍有進步空間。除此，國內至今仍缺乏可快速測定葉蟬取食行爲的儀器（如美國在1964年已發明使用的刺吸電位監測儀（EPG），至今已證明可有效偵測媒介昆蟲的取食行爲與取食部位，但國內至今卻從無引進與應用），如此才能加速媒介昆蟲之基本研究。有鑑於此，我國可就重要的蟲媒植物病原原核生物病害，如葡萄皮爾斯病與木瓜 Stolbur phytoplasmas\_\_病害，與美國、歐洲與日本學者進行合作，引進研究經驗或技術，解決我國的研究缺口。

### 3. 國內與本計畫有關之研究學者

(1) 本計畫主持人石憲宗於 2000 年進入農試所應動組服務，專長領域之一即為媒介昆蟲（如葉蟬、飛蝨與沫蟬）之分類、鑑定、生態行爲與防治研究。並於 2002 年迄今，與藥試所蘇秋竹博士合作研究葡萄皮爾斯病及其媒介昆蟲的分類、生態與防治等相關研究，其他合作伙伴尚包括中興大學鄧文玲博士與詹富智主任、彰師大溫育德教授等，這些研究成果均已持續發表 (Shih *et al.*, 2009; Shiau *et al.*, 2011; Su *et al.*, 2012)。

(2) 在韌皮部菌質體病害部份，國內目前有農試所嘉義分所植保系、臺灣大學植微系、環球技術學院生物技術系、藥試所農藥應用組等單位投入研究，各單位均將已確認之菌質體媒介昆蟲標本，委由本計畫主持人鑑定至種，其中已有合作之研究學者，包括藥試所蘇秋竹博士、美國喬治亞大學張宗仁教授、臺灣大學林長平教授、農試所嘉義分所洪士程博士（已退休）與農試所應動組張淑貞小姐等。

### 擬解決問題

國內由媒介昆蟲所傳播的植物病原原核生物病害，包括葡萄皮爾斯病、梨樹葉緣焦枯病、柑橘黃龍病與植物菌質體病害等，但全球至今尚無有效的化學藥劑可防治此類病害，降低此類病害傳播速度的最佳策略，就是剷除病株及降低田間媒介昆蟲適存環境。國內在 2001 年之前，並無學者專家從事此類蟲媒病害媒介昆蟲之鑑定與生態研究，致使無法有效提出媒介昆蟲的防治策略。為此本計畫主持人自 2002 年開始，於農試所逐年展開此類病害媒介昆蟲（飛蝨、沫蟬、葉蟬等）的系列研究，包括分類、鑑定、寄主範圍調查、族群密度監測、分析適存環境條件與研發防治技術等，使研究結果可確認防治目標與防治方法，大幅降低媒介昆蟲適存環境，降低關鍵產業之經濟損失；除此，為了建立此類重要病害之研究層面，本計畫主持人除了在農試所自辦科技計畫擬定不同期程的研究方向，

並積集發表研究成果與辦理講習會，並邀集國內試驗場所及學校專家參與研討會，共同研商蟲媒細菌病害防治之基礎與應用研究的分工課題，近年來並蒙防檢局推動跨單位分工合作（包括蟲媒細菌性病害與媒介昆蟲之偵測、鑑定、基本生物學、生態、傳病機制與開發媒介昆蟲防治新技術等項目）的計畫，期使各單位共同建立適用於台灣重要作物之此類蟲媒病害與媒介昆蟲的防治技術。由於這類整合性研究課題其研究目標必需非常明確，才能使國內有限的研究人力就各自專長投入研究，同時必需在整體合作研究過程，擬定有助於縮短研究時程的研究策略。為此，本計畫主持人擬於國際合作領域擬定不同期程的計畫目標，為我國建立研究策略及建立可解決產業問題的研究團隊，本期程優先進行課題，係至美國加州大學柏克萊分校與河濱分校與美國農部在 Parlier 的分部等處研習，研習內容以支持國內現有研究所缺乏的經驗與技術為重點，包括（1）對侷限木質部導管細菌性病害其媒介昆蟲之田間偵測與防治技術進行實質交流；（2）學習美洲大陸重要媒介葉蟬之鑑定，並與美方合作研究媒介昆蟲的生態與取食行為；（3）彙整美國與台灣現行研究媒介昆蟲之瓶頸問題；（4）擬定未來雙方可長期合作的互惠課題，以作為未來互邀訪問與提列合作計畫的參考。

## 參、研習日程表

表一 本計畫主持人於美國研習之重要日程表

Date	Major event	Person in charge	Transportation
Sept 3 (Mon)	08:20 pm Arrives in SFO Airport, CA (Chinese Airlines, CI 4):	Dr. R. Almeida	Airplane
Sept 3 (Mon) - 12 (Wed)	1. Arrived at San Francisco 2. Visit with UC Berkeley lab for the Pierce' s disease and its vectors 3. Sep. 10: California Academy of Science (with Prof. Purcell)	Dr. R. Almeida	
Sept 12 (Wed)	Oakland to Ontario airports	Dr. M. Daugherty	Airplane
Sept 13 (Thur)	1. Visit insect museum of UC Riverside for leafhopper vectors and their parasitoid enemies 2. Meet with Drs. Miller, Nunney, Stouthamer, and Roper for thebiology, ecology, and management of leafhopper insects	1. Dr. S. V. Triapitsyn 2. Drs. Miller, Nunney, Stouthamer, and Roper	
Sept 14 (Fri)	Field work (Pierce's disease surveys) in Temecula Valley with Dr. Matt Daugherty	Dr. M. Daugherty	
Sept 15 (Sat)	Leaving Riverside to Ontario Airport	Dr. R. Almeida	Airplane
Sept. 16 (Sun)	Arrive at the Oakland Airport		
Sept 17 (Mon) - 18 (Tues)	Field work (Pierce's disease surveys) in Napa Valley with UC Berkeley lab.	Dr. R. Almeida	
Sept 19 (Wed)	To attend the Scholar Information Meetings at the International House, UCB		From Richmond to Fresno by AMTRAK Train
Sept 20 (Thur) - 21 (Fri)	Visit USDA-ARS Parlier: to see GWSS colonies and field sites	Dr. R. Krugner, Dr. Elaine A. Backus, Dr. L. Horn	
Sept 22 (Sat) -23 (Sun)	Talk with Dr. Wang on the invasive insects in California [leaving Hotel to the Fresno Train Station before 11:00 am]	Dr. X. G. Wang	From Fresno to Richmond by AMTRAK Train
Sept 24	To write an overview on the ecology of	Dr. R. Almeida	



---

(Mon) - 26	PD vectors occurring in Taiwan and	
(Wed)	California.	
	Sept. 25: give a talk at 4:00 pm in UCB	
Sept 27	Leaving Berkeley for Taiwan	Dr. R. Almeida Take BART to
(Thur)	(Departure at 1:35 am in SFO; CI 4)	SFO
Sept 28	06:00 pm arrives in TAIPEI TAOYUAN	Airplane
(Fri)	Airport	

---

#### 肆、內容與心得 (研習過程與成果分享報告)

本次出國研習時間自101年9月3日至28日。研習地點包括美國加州大學柏克萊分校 (University of California, Berkeley: 本文簡稱 UCB)、河濱分校 (UC, Riverside: 本文簡稱 UCR)、美國農部加州之帕里爾分部 (本文簡稱 USDA-ARS in Parlier) 與加州科學研究院 (California Academy of Science, 本文簡稱 CAS) 等單位。茲將研習內容與心得，依研習地點，分項詳述如下，以作為學者研究此類議題的參考。敬請援引本報告的學者，將本報告列入參考文獻。

##### 一、在美國加州大學柏克萊分校 (UCB) 之研習重點與心得：

UCB 是美國研究葡萄皮爾斯病 (以下簡稱 PD) 其媒介昆蟲的重鎮，該校已退休的 Alexander H. Purcell 教授，則為美國近代研究 PD 最為傑出的學者之一。為此，本計畫主持人將 UCB 列為本次研習的核心地點，並請該校副教授 Dr. Rodrigo Almeida 擔任本本計畫主持人在美接待者，同時協助聯繫本計畫主持人至相關單位研習的事宜，期使本次研習心得，可導入農業試驗所規劃我國此類蟲媒病害媒介昆蟲研究團隊的研究重點，期能降低此類蟲媒病害對我國產業的經濟衝擊。下列為分項研習重點、研習成果與心得分享。

##### (一) 葡萄皮爾斯病與媒介昆蟲之生態與流行病學：

本計畫主持人於赴美之前，向美方接待者 (Dr. Rodrigo Almeida) 提出研習需求之後，透過其安排，委請已退休的 Dr. Alexander H. Purcell 教授，擔任本計畫主持人在 UCB 研習期間的指導教授，指導題目為「植物病原原核生物與其媒介昆蟲之生態與流行病學研究」。

本次到 UCB 研習的目標媒介昆蟲，包括大葉蟬亞科的褐透翅尖頭葉蟬 (*Homalodisca vitripennis*, 簡稱 GWSS) (圖一 D) 與藍綠尖頭葉蟬 (*Graphocephala atropunctata*, 簡稱 BGSS) (圖一 F)。其中，GWSS 是傳播葡萄皮爾斯病原效率最高的媒介昆蟲，分布於美國東南方至墨西哥東北之間的地區 (Andrew *et al.* 2011)；BGSS 則為加州地區常見的本土昆蟲。由於 UCB 是美國研究 PD 媒介昆蟲的重鎮，且 GWSS 尚未分布在加州北部地區 (含柏克萊市) 發現，因此 UCB 研究本蟲之前，需向政府申請擬在隔離溫室飼育與進行任何試驗的計畫 (圖一)，此點與我國處理重要檢疫或防疫害蟲試驗的措施一致。

本計畫主持人與指導教授 Dr. Purcell 討論美國與臺灣所發生之 PD 與媒介昆蟲的相互關係，歸納出影響兩國 PD 流行病學與媒介昆蟲的最大差異，包括 (1) 氣候環境：在美國加州北部已罹患 PD 的葡萄樹 (3年生)，經過冬季低溫 (約 1.7°C 以下) 之後，有恢復健康的機會，因為低溫成為不利病原於木質部生存的限制因子；再者，此區的媒介昆蟲主要是 BGSS，在冬季河邊的植物，因有水源，所以成為 BGSS 越冬的生存處所，也是隔年引發鄰近地區葡萄罹患 PD 的污染源，研究指出河岸附近葡萄園發生 PD 的機率，隨著與河岸的距離而降低；但臺灣的葡萄產區皆分布在平地或低海拔 (如彰化大村；台中市新社、后里與外埔等區)，此些地區的冬季低溫並不會在 1.7°C 以下，顯示產區全年氣候條件，有利 PD 的生存；除此，據藥試所蘇秋竹博士的田野調查資料顯示，台灣彰化大

村地區栽培的平地葡萄，因地下水位高，農友經常更新葡萄樹，此栽培管理方式並不不利葡萄皮爾斯病的發生；再根據農試所與藥試所共同調查我國葡萄園發生 PD 的機率是否與河岸距離有關，結果顯示並無相關性（蘇及石，未發表資料）；(2) 媒介昆蟲在不同寄主植物之生態習性與病害流行學有關：GWSS 為美國葡萄產業最具威脅的害蟲，具傳播 *Xylella fastidiosa* 不同菌系所造成作物病害的特性，此蟲為多食性昆蟲，目前已分布到加州中部的葡萄產區（如 Fresno），因其寄主植物尚包括芸香科的柑橘（加州最重要的經濟果樹之一），因此瞭解 GWSS 在柑橘園與葡萄園的生態習性，可掌握病害的流行趨勢，也是防治本蟲的重要課題之一；而臺灣罹患 PD 的葡萄園，PD 的流行趨勢與河岸距離並無關係，但與葡萄園鄰近雜木林所發生之媒介昆蟲數量有關，以臺灣 PD 之媒介昆蟲 - 白邊大葉蟬（Su *et al.*, 2012）為例，而坡地栽培的葡萄產區（如臺中新社與東勢、苗栗卓蘭），因密布白邊大葉蟬之寄主植物（如大白花咸豐草等），致使臺灣坡地葡萄園之 PD 流行趨勢與媒介昆蟲寄主分布有關。

由上可知我國與美國 PD 流行病學與氣候環境及媒介昆蟲特性，均存在明顯的差異，顯示相同的蟲媒病害，在不同地區由不同的媒介昆蟲傳播，會有不同的管理差異，這對未來各國研究或制定此類蟲媒病害之檢防疫措施時，具有很大的參考價值。

## (二) 田野調查

Dr. Rodrigo Almeida 帶領本計畫主持人與其研究室團隊（1 位博士後研究員與 1 位博士生），至該研究室位於 Napa Valley（加州北部著名的釀酒葡萄產區）的試驗樣區，實地說明 Napa Valley 罹患 PD 的葡萄園與媒介昆蟲 BGSS 的相互關係。除此，也沿著 Napa River 河岸兩處之葡萄園，勘查河邊與葡萄園雜草相的關係，藉以說明不同季節 BGSS 利用寄主與傳播病害的生態模式。

### 二、在美國加州科學研究院（CAS）之參訪重點與心得：

CAS 是世界大型博物館之一，位於舊金山市，其建立之初以研究加州的自然與地質科學為主。本項工作係 Dr. Purcell 建議可去該處檢查美州地區的大葉蟬亞科與沫蟬總科標本（此兩分類群的昆蟲，皆具傳播 PD 的潛力）。參訪期間由本計畫主持人檢查 CAS 之昆蟲標本館（圖二），總計檢查 21 種美洲具傳播 PD 潛力之葉蟬與沫蟬成蟲標本，以作為農業試驗所建立全球 PD 媒介昆蟲形態鑑定的資料。

### 三、在美國加州大學河濱分校（UCR）之研習重點與心得：

UCR 為加州大學十大分校之一，該校前身為 20 世紀初期之加州大學柑橘實驗站，在昆蟲領域部份最為著名的研究，就是農業害蟲生物防治與生長調節劑的研究。除此，該校在研究 GWSS 遷飛行為與 PD 流行病學的相互關係，以及研究 PD 媒介昆蟲之寄生蜂等部份，在美國處於領先地位。為此，本計畫主持人至 UCR 的研習目的，包括瞭解影響 GWSS 於柑橘與葡萄園遷飛習性的因子，以及參訪該校昆蟲標本館之葉蟬卵寄生蜂的研究概況。

透過 Dr. Rodrigo Almeida 的安排，此處之接待者為 Dr. M. Daugherty。

Dr. Daugherty 為美國 PD 媒介昆蟲生態習性的重要研究專家，除了協助安排至標本館參訪與討論的行程，並親自帶本計畫主持人至該校的 AgOps 與 Temecula 市的釀酒葡萄產區 (圖三)，觀察 GWSS 的田間遷飛習性與寄主選擇。

### (一) 田野調查

本次田野調查安排時間，係考量河濱市 (加州南部) 在九月份正值葡萄轉色後至收穫期之間，此時正是 GWSS 族群大量遷飛進入柑橘園的時機，因此田間已可發現柑橘園，已有大量的 GWSS 成蟲棲息 (圖三 D, E)。Dr. Daugherty 也說明加州南部的 GWSS 成蟲數量，自九月份之後隨即大量降低，多以卵越冬，成蟲族群至隔年 1~2 月緩慢增長，6~9 月則為成蟲發生盛期，也是成蟲在葡萄、杏仁等果園之間遷飛的時期。

由於加州屬於地中海型氣候，年降雨日數並不多，主要水源都是從高山引融化雪水至水庫供應全年使用，葡萄園的水份灌溉方式，皆以水管 (圖三 A) 輸送水份，殺蟲劑亦從水管輸送至葡萄樹，此方式對寄生蜂的危害不大，因此田間 GWSS 卵塊被卵寄生蜂寄生 (圖三 B, F) 的比率很高。此方式在台灣或許不適用，但未來或可在旱地長期作物，以此給水方式處理，提高田間生物防治的成功比率

除此，河濱市的九月份氣候，屬於白天高溫無雨、晚上氣溫下降的天氣，因此傍晚至清晨之間的氣溫，為 GWSS 若蟲與成蟲之不活躍時段 (圖三 B, E)，一旦出現陽光之後，GWSS 的活動力隨即逐漸提高。因此，本次田野觀察 GWSS 於葡萄園及柑橘園的數量與棲息情形，皆在清晨陽光初現之際進行，但美國農友監測 GWSS 於柑橘與葡萄園之活動狀況，則以黃色黏蟲紙 (圖三 C) 輔助。

### (二) 參訪 UCR 昆蟲標本館之葉蟬卵寄生蜂

Dr. S. V. Triapitsyn 為 UCR 昆蟲標本館的昆蟲專家與管理者，也是當代美國葉蟬卵寄生蜂的研究權威。本次參訪期間，獲其慨允願為農業試驗所鑑定臺灣產 PD 媒介葉蟬之卵寄生蜂，參訪過程亦獲得其著作目錄，提供本計畫主持人回台後若有需要，可寄贈電子文獻檔參考。

### (三) 其他工作

本次參訪期間瞭解加州葡萄捲葉病毒已盛行多年，其媒介昆蟲為粉介殼蟲，目前全加州已有 UCB 與 UCR 的昆蟲專加投入此病害媒介昆蟲之生態與防治研究，臺灣大學蔡志偉教授往昔曾在 UCB 研究此類病害之媒介昆蟲。

## 四、在美國農部加州之帕里爾分部 (USDA-ARS in Parlier) 之研習重點與心得：

USDA-ARS in Parlier 為美國農部在加州的分部之一，有三個研究學組 (units)，其中作物病蟲害與遺傳研究組的專家，其研究範籌皆與蟲媒病害 (以 PD，菌質體與黃龍病為研究重點)、媒介昆蟲、作物育種 (圖四 F) 等研究有關。由於該單位研究計畫兼顧基礎與應用研究，在發展媒介昆蟲田間監測技術、取食習性監測及整合防治的研究部份，已領先美國相關研究單位。為此，本計畫主持人至該單位研習重點包括，學習監測 GWSS 與寄生蜂的技術、學習刺吸電位監測儀 (electrical penetration graph, 簡稱 EPG) 偵測葉蟬取食行為的原理

與試驗設計，以作為研究我國白邊大葉蟬遷飛與取食行為的參考。

本項研習的單位接待者為 Dr. Rodrigo Krugner，其研究專長係透過研究 GWSS 與寄主植物的相互關係，發展田間監測與防治技術。本次研習過程隨 Dr. Krugner 在溫室操作可收集植物氣味的簡易工具（圖四 A），其目的係瞭解不同植物的不同時期其氣味對於誘引 GWSS 寄生蜂之作用為何，以作為日後田間防治應用時機的參考；除此，Dr. Krugner亦安排本計畫主持人至該單位 Dr. E. A. Backus 研究室，學習 EPG 應用原理與簡易操作流程（圖四 B-E），Dr. Backus 為 EPG 的共同發明人之一，此儀器可偵測葉蟬等刺吸式昆蟲的取食部位，與傳統使用切片技術觀察昆蟲口針在植物組織的刺吸部位相互比較，EPG 屬於相對快速的判斷，目前也有學者將此儀器應用在抗蟲育種的應用研究。由於我國目前仍未應用 EPG 研究刺吸式口器昆蟲之取食行為，本計畫主持人認為可將此儀器與技術導入我國媒介昆蟲的研究，作為輔助確認媒介昆蟲寄主植物與發展抗蟲育種的應用。

## 伍、檢討與建議事項

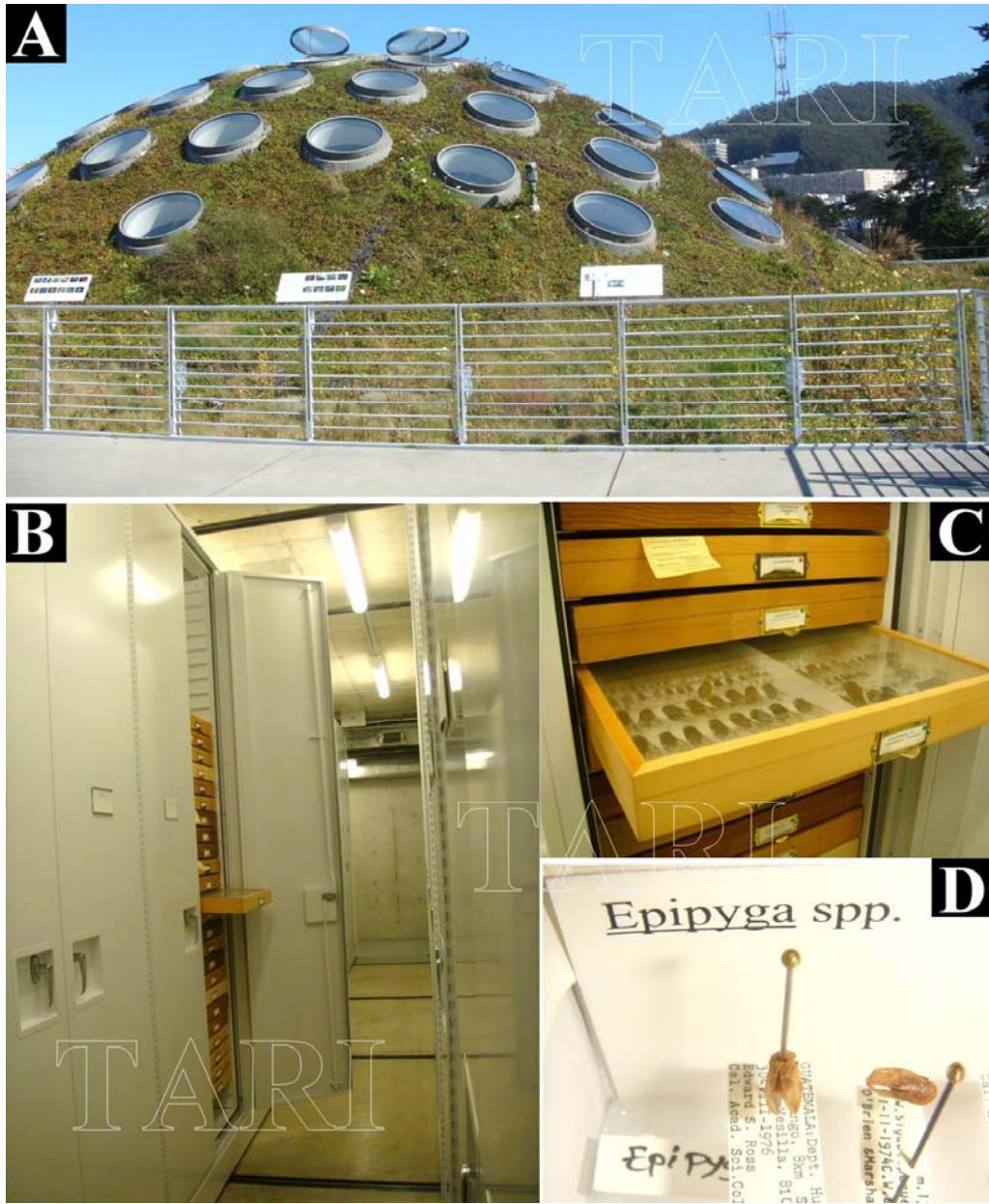
一、本次研習時間雖短，但自出國前九個月，已開始與 UCB 的Dr. Rodrigo Almeida 聯繫，洽談擬赴該單位研習事宜，包括辦理 J1 簽證與提出擬研習的重點，至101年5月完成所有赴美準備事宜(含簽證)。其中本次研習的部份重點，係來自本計畫主持人於 100 年 7 月 15 日舉辦「農作物害蟲及其媒介病害整合防治技術研討會」所找出之國內研究缺口。因此，抵達 UCB 之後，隨即展開充實的研習行程，研習過程承蒙各單位接待學者的多方協助與指導，使本計畫得以完成研習。以上是本計畫主持人執行本計畫的籌備心得，提供有意出國研習或參與菁英計畫者參考。

二、本次赴美研習，在各單位均可發現中國大陸的學者或學生，此現象與我國往昔薦送優秀學者出國深造一樣。然近年來，我國農業單位公職人員出國研習或留學的比例已大幅下降，此雖與國內重要大學之研究品質提升有些微關聯，但公務研究單位若能聚焦討論各領域最迫切需要的研究技術，當可派遣一組人員（其中一員必需具備英文中高級之專業能力，協助成員加速吸收研習內容）出國共同研習，不要侷限每個部會或機關可編列多少出國研習經費（此部份可透過部會或機關之研考審查系統，評估研習者成果，作為任用單位評比其年度考績或升等的依據，倘有假公濟私出遊，當依法行事），畢竟這些國家所投資的經費，未來將反映在學者專家可將更多國內缺乏的農業科技新技術或觀念導入我國農業，創造有形的產業價值，此成本效益絕對是值得的。

陸、附錄 (研習過程重要圖說)

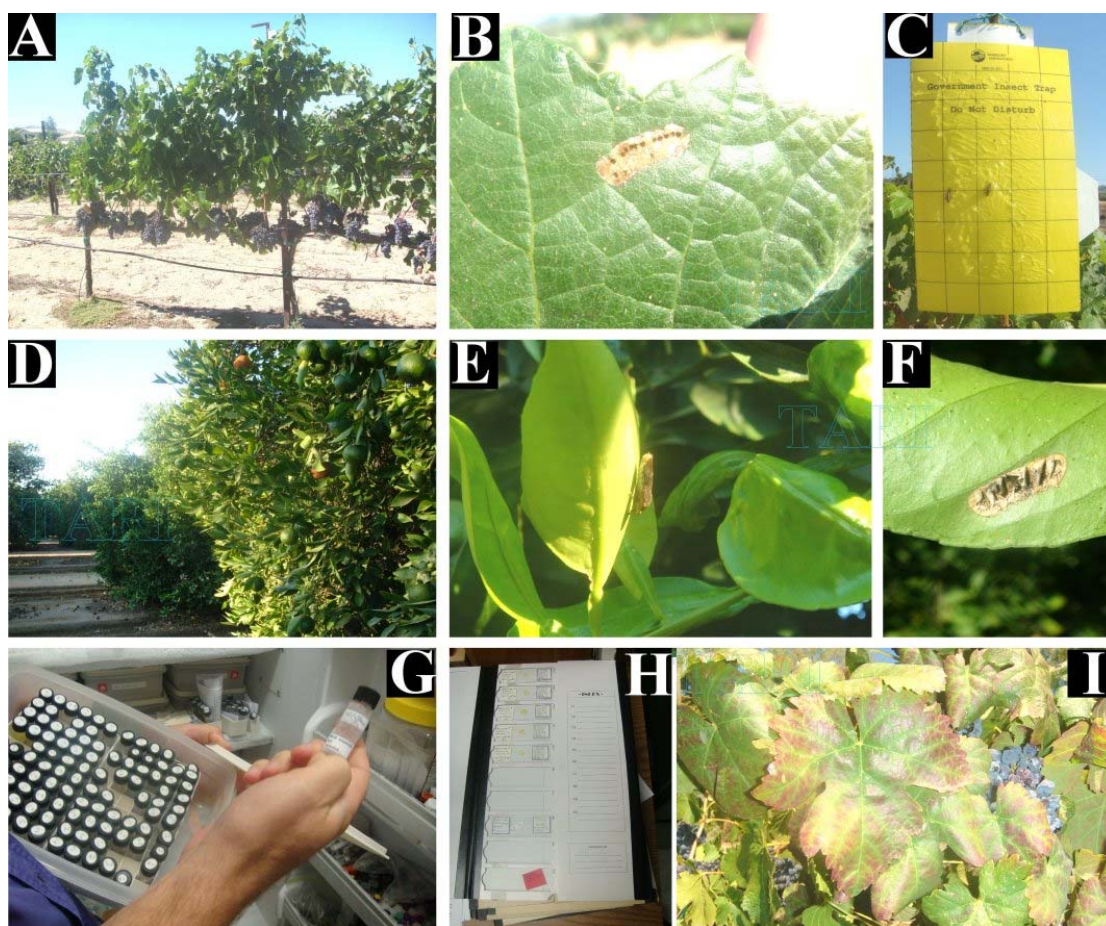


圖一 加州大學柏克萊分校 (UCB) 飼育葡萄皮爾斯病媒介昆蟲之隔離溫室：(A) 隔離溫室外觀；(B) 媒介昆蟲飼育概況；(C) 溫室任一道門，均採電子開閉與警報措施，以防媒介昆蟲自隔離溫室逃逸；(D) 藍綠尖頭葉蟬 (紅色圓圈) 在寄主植物莖部的取食情形；(E) 溫室內部張貼 GWSS 之鑑別與經濟重要性通告，提醒研究者此蟲是柏克萊地區的檢疫害蟲；(F) 申請在溫室飼養的 GWSS 成蟲與若蟲 (紅色圓圈) (圖片來源：農業試驗所石憲宗)。

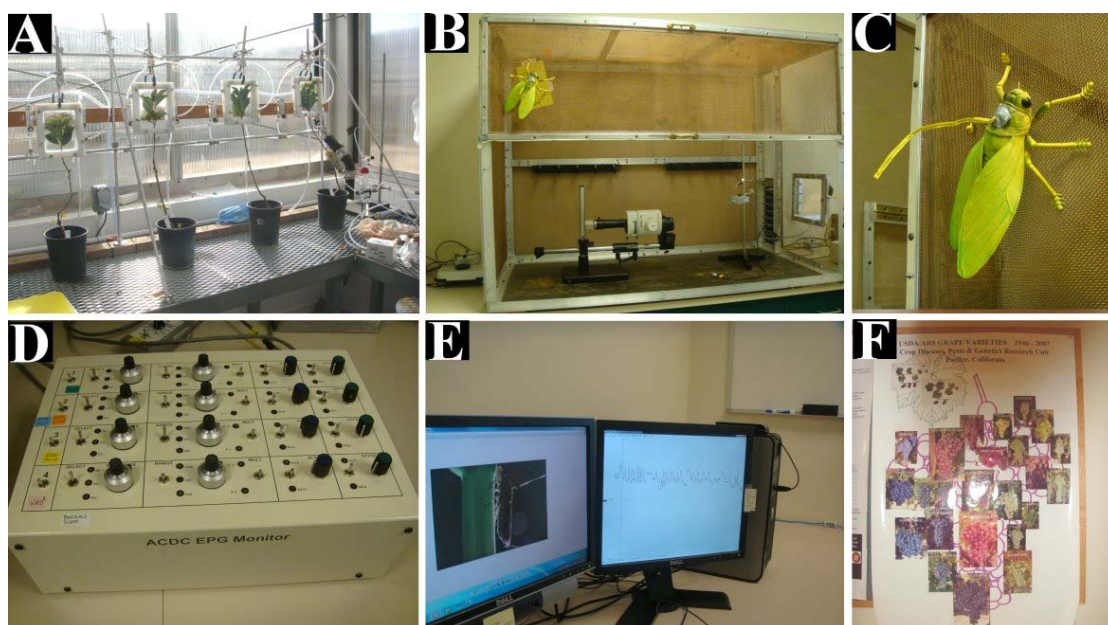


圖二 加州科學研究院 (CAS) : (A) CAS 大樓建築頂部的溫室天窗 (天窗具有調整溫室內部氣溫與空氣對流的功用，其正下方即為 CAS 大樓內部的展場溫室，溫室內部則飼養蝶類等昆蟲及其寄主植物) ; (B) CAS 昆蟲標本館之標本櫃 ; (C) 保存半翅目蟬亞目之標本櫃區 ; (D) 標本盒內部的沫蟬標本 (圖片來源：農業試驗所石憲宗)。





圖三 (A) Temecula 市釀酒葡萄園；(B-I) 加州大學河濱分校 (UCR)：(B) AgOps 試驗田葡萄葉片上的 GWSS 卵塊；(C) 監測 GWSS 之黃色黏蟲紙；(D) AgOps 試驗田之柑橘園；(E) 清晨六點鐘，柑橘葉片上的 GWSS 成蟲仍處於不活潑的狀態；(F) 柑橘葉片上的 GWSS 卵塊；(G) Dr. S. V. Triapitsyn 展示保存於 UCR 昆蟲標本館之葉蟬卵寄生蜂酒精浸泡標本；(H) 保存於 UCR 昆蟲標本館之葉蟬卵寄生蜂玻片標本；(I) Temecula 市罹患葡萄捲葉病毒的葡萄樹 (圖片來源：農業試驗所石憲宗)。



圖四 美國農部加州之帕里爾分部 (USDA-ARS in Parlier) 研習內容：(A) 收集植物葉片氣味的簡易設備與試驗；(B) EPG 連接昆蟲與植物之操作端設備；(C) EPG 操作端探針黏附在昆蟲前胸背板的簡單示意圖；(D) EPG 操作端各類設定參數的使用面板；(E) EPG 輸出端的電腦分析圖譜；(F) 此單位自 1946~2007 年歷年育出的葡萄品種 (圖片來源：農業試驗所石憲宗)。

## 柒、參考文獻

- Gutierrez, A. P., L. Ponti, M. Hoddle, R. P.P. Almeida, and N. A. Irvin. 2011. Geographic distribution and relative abundance of the invasive Glassy-Winged Sharpshooter: Effects of temperature and egg parasitoids. *Environmental Entomology*, 40(4):755-769.
- Hung, T. H., S. C. Hung, C. N. Chen, M. H. Hsu, and H. J. Su. 2004. Detection by PCR of *Candidatus Liberibacter asiaticus*, the bacterium causing citrus huanglongbing in vector psyllids: application to the study of vector-pathogen relationships. *Plant Patholo.* 53: 96-102.
- Liu, H. L., S. L. Liu, M. M. Yang, and C. P. Lin. 2007. Studies on the insect vectors and ecology of pear decline in Taiwan. *Plant Prot. Bull* 49: 13-26.
- Markham, P. G. 1983. Spiroplasmas in leafhoppers: A review. *The Yale Journal of Biology and Medicine* 56: 745-751.
- Orenstein, S., T. Zahavi, D. Nestel, R. Sharon, M. Barkalifa, and P. G. Weintraub. Spatial dispersion patterns of potential leafhopper and planthopper (Homoptera) vectors of phytoplasma in wine vineyards. *Ann. Appl. Biol.* 142: 341-348.
- Purcell, A. H. 1982. Insect vector relationships with prokaryotic plant pathogen. *Annu. Rev. Phytopathol.* 20: 397-417.
- Purcell, A. H., and D. L. Hopkins. 1996. Fastidious xylem-limited bacterial plant pathogens. *Annu. Rev. Phytopathol.* 34: 131-151.
- Redak, R. A., A. H. Purcell, J. R. S. Lopes, M. J. Blua, R. F. Mizell III, and P. C. Andersen. 2004. The biology of xylem fluid-feeding insect vectors of *Xylella fastidiosa* and their relation to disease epidemiology. *Annu. Rev. Entomol.* 49: 243-270.
- Riedle-Bauer, M., A. Sára, and F. Regner. 2008. Transmission of a stolbur phytoplasma by the Agalliinae leafhopper *Anaceratagallia ribauti* (Hemiptera, Auchenorrhyncha, Cicadellidae). *J. Phytopathology* 156: 687-690.
- Severin, H. H. P. 1950. Spittle-insect vectors of Pierce's disease Virus II. Life history and virus transmission. *Hilgardia* 19:357-382.
- Shiau, R. J., H. T. Shih, S. Y. Chen, C. C. Su, W. H. Tsai, and Y. D. Wen. 2011. Development of primary cell cultures from the adult male and female xylem-feeding leafhopper, *Kolla paulula* (Hemiptera: Membracoidea: Cicadellinae), as a tool for studying of *Wolbachia* biology. *Journal of Asia-Pacific Entomology* 14: 503-507. (in English).
- Shih, H. T., C. C. Su, C. Y. Feng, C. C. Fanjiang, W. F. Hung, and L. Y.

- Hung. 2009. Studies on the morphology, ecology, and host range for *Kolla paulula* (Walker, 1858) (Hemiptera: Membracoidea: Cicadellidae: Cicadellinae). *Formosan Entomol.* 29(4): 353.
- Su, C. C., C. J. Chang, C. M. Chang, H. T. Shih, K. C. Tzeng, F. J. Jan, C. W. Kao, and W. L. Deng. 2012. Pierce's disease of grapes in Taiwan: Isolation, cultivation, and pathogenicity of *Xylella fastidiosa*. *Journal of Phytopathology*. (accepted, in English).
- Weintraub, P. G., and L. Beanland. 2006. Insect vectors of phytoplasmas. *Ann. Rev. Entomol.* 51: 91-111.
- Wells, J. M., Raju, B. C., Hung, H. Y., Weisburg, W. G., Mandelco-Paul, L., and Brenner, D. J. 1987. *Xylella fastidiosa* gen. nov., sp. nov.: Gram-negative xylem-limited, fastidious plant bacteria related to *Xanthomonas* spp. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 36:136-143.
- Whitcomb, R. F. 1981. The biology of spiroplasmas. *Ann. Rev. Entomol.* 26: 397-425.