

出國報告(出國類別：研究)

茄科作物土壤傳播性病害(青枯病與萎凋病)防治技術之開發與改進

服務機關：行政院農業委員會臺南區農業改良場

姓名職稱：吳雅芳 助理研究員

派赴國家：日本

出國期間：民國 104 年 11 月 1 日至 11 月 7 日

報告日期：民國 104 年 12 月 7 日

一、摘要

茄科作物的土壤傳播性病害常造成作物萎凋死亡，面臨無病害防治資材可用之困境，其中青枯病及萎凋病更是難以防治。因此，利用非農藥資材配合栽培管理技術改良為目前可採行的防治策略。由行政院農業委員會臺南區農業改良場執行之「茄科作物土壤傳播性病害(青枯病與萎凋病)防治技術之開發與改進」計畫，前往日本茨城大學及國立研究開發法人農業環境技術研究所交流，研習有關植物土壤傳播病害生物防治之相關研究與應用資訊，行程中包含在茨城大學農學部資源生物科學科微生物生態學－成澤才彥教授研究室，學習內生真菌的相關試驗操作及應用、拜訪生物生產科學科植物生體防禦學研究室中島雅己博士，了解其利用由食品級納豆分離微生物進行病害防治的成果、參訪該校附屬野外科學教育研究中心，了解生物生產科學科農業生產技術學研究室－佐藤達雄博士應用熱處理於病蟲害防治的實際操作模式、以及赴國立研究開發法人農業環境技術研究所，拜訪生物生態機能領域的吉田重信博士，了解該研究所利用蘇力菌、擬青黴菌及其它種類芽孢桿菌在番茄青枯病及萎凋病上的防治成果，也與其就臺日雙方目前在生物製劑發展應用上一些現況進行交流。本次的研習與參訪不僅有助於了解目前日本在土壤傳播病害上利用生物防治的相關進展，也學習內生菌的試驗操作及量產應用技術，更重要的是在應用微生物防治病蟲害上不同的思維及觀念，將有助於日後相關的研究與防治技術的進展。

目 次

一、摘要	-----	1
二、研習目的	-----	3
三、研習行程	-----	4
四、研習內容	-----	5
五、研習心得及建議	-----	11
六、照片及說明	-----	13

二、研習目的

茄科作物的土壤傳播性病害常造成作物萎凋死亡，面臨無病害防治資材可用之困境，其中青枯病及萎凋病更是難以防治。因此，利用非農藥資材配合栽培管理技術改良為目前的採行的防治策略。番茄青枯病是因青枯病菌 (*Ralstonia solanacearum*) 本身及分泌的一些物質阻塞植物維管束，造成植株水分無法運送而導致植株萎凋，為土壤傳播性病害，其地理分佈廣泛，遍及熱帶、亞熱帶及部分溫暖的溫帶地區，造成多種重要經濟作物的嚴重損失，目前已有記載的寄主範圍有 200 多種植物。台灣氣候高溫多濕，適合青枯病發生，番茄雖種植於秋冬季節，但近年受極端氣候影響，臺灣地區，尤其本場轄區雲嘉南地區，即使在秋冬季節仍高溫炎熱，使得青枯病發生嚴重而成為番茄種植的限制因子。而萎凋病則是由镰孢菌 (*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*) 感染所引起，在本場轄區亦常發現。這二種病害在防治上，化學藥劑幾乎發揮不了效果，可用的防治措施包括種植抗病品種、栽種健康種苗、施用土壤添加物、輪作、嫁接抗病根砧、改變耕作措施及生物防治等。近年來有關病蟲害的生物防治研究相當熱門，許多研究人員投入其中，尤其是不易防治的土壤傳播性病害，包括使用芽孢桿菌屬的細菌或是螢光細菌，木黴菌等，以及使用生物性的添加物，除了微生物本身的拮抗作用之用，也運用誘導抗病或是 PGPR (Plant growth-promoting rhizobacteria) 的概念來進行防治，本計畫擬藉由與日本茨城大學及國立研究開發法人農業環境技術研究所交流，研習有關植物土壤傳播病害生物防治之相關研究與應用資訊。

三、研習行程

本次赴日研習期間自民國 104 年 11 月 1 日至 11 月 7 日，行程日期、地點及研習內容詳如下表：

日期	行程	工作記要
11/1 (日)	臺南改良場→小港國際機場→ 日本東京成田國際機場→茨城 下塌飯店	搭乘 09:30 中華航空 CI102 班機，13:50 抵達東京成田機場，前往位於茨城縣稻敷郡阿見町之下塌飯店。
11/2 (一)	茨城大學農學部資源生物科學 科	拜訪茨城大學農學部資源生物科學科成澤才彥教授，了解其有關生物防治之相關研究。 研習內生菌之相關實驗操作。
11/3 (二)	日本茨城	本日為日本國定假日，自行前往附近農田參觀。
11/4 (三)	1.農學部資源生物科學科 2.茨城大學農學部附屬野外科學 教育研究中心 3.國立研究開發法人農業環境技 術研究所	1.研習內生菌之相關實驗操作。 2.拜訪茨城大學農學部附屬野外科學教育研究中心佐藤達雄博士，了解其有關熱處理防治病蟲害之研究，並參觀溫室內的試驗情形。 3.拜訪國立研究開發法人農業環境技術研究所，生物生態機能研究領域，主任研究員吉田重信先生，研討該研究所利用生物防治方法在茄科青枯病及萎凋病之研究及田間試驗推廣工作。
11/5 (四)	1.農學部生物生産科学科 2.農學部資源生物科学科	1.拜訪生物生産科学科中島雅己博士，研討其利用微生物進行之病害防治研究。 2.研習內生菌之相關實驗操作。
11/6 (五)	資源生物科学科	研習內生菌之相關實驗操作，量產及田間應用方法。
11/7 (六)	茨城→東京成田國際機場→小 港國際機場→臺南改良場	搭乘 14:55 中華航空 CI103 班機，18:25 抵達小港機場。

四、研習內容

(一) 茨城大學簡介(圖 1-6)

茨城大學 (Ibaraki University) 共有 3 個校區，分別為位於茨城縣水戶市的水戶校區(教育學部、人文學部及理學部)、茨城縣日立市的日立校區(工學部)、以及位於茨城縣稻敷郡阿見町的阿見校區(農學部)，其中農學部包含資源生物科學科、生物生產科學科及地域環境科學科，本次研習地點主要在該校農學部的資源生物科學科。

(二) 農學部資源生物科學科微生物生態學研究室-植物內生真菌的相關研習(圖 7-19)

本次研習期間，除其它對象的參訪外，多數時間在茨城大學農學部資源生物科學科成澤才彥教授的實驗室內，學習植物內生真菌的相關試驗操作。植物內生真菌(endophytic fungi)在自然界中廣泛存在，為一群棲息於活體植物組織內，且不對寄主植物造成任何立即性、明顯負面影響的真菌。已知大多數的植物中幾乎都存在各種內生真菌。植物內生菌於十九世紀被發現，在植物中可能參與不同的功能，大部分的內生菌對於作物不造成危害，可以與寄主作物建立共生關係，部分菌種更有促進作物生長、提高作物對於植物病原菌產生抵抗力及抗環境逆境之能力、或是具有固氮、分泌激素誘發植物生長等多重功能。植物內生菌的種類繁多，主要包括內生細菌、內生真菌等。成澤才彥博士為研究植物內生真菌的專家，其實驗室自植物根部分離出多種植物內生真菌，其中包括暗色具隔膜之內生菌(Dark Septate Endophytes, DSE)，目前正利用篩選出來的菌株進行番茄土壤傳播性病害的防治研究，初步的室內試驗已證實對萎凋病及青枯病有防治的效果，目前進入量產及田間應用的測試階段。此次前往研習，恰好學習其量產的技術，另外在應用階段，目前是以育苗土混拌 5-10%量產後內生菌資材的方式，只需於育苗時處理一次即可，後續則依賴內生真菌在植物根系組織內的盤據及共生能力，雖然其後續田間試驗尚在進行，也許明年有相關的試驗結果可供參

考。目前在臺灣，有關内生真菌應用於植物病蟲害防治上的研究並不多，鑑於其應用處理的方便性，應該有進行試驗研究的發展空間。為收集臺灣自己的功能性菌株，此次在該實驗室也學習如何自根系分離 DSE，及後續的培養及篩選技術，將來可應用於本土菌株的收集及病蟲害防治的相關試驗及應用。

(三) 農學部生物生產科學科植物生體防禦學研究室-拜訪中島雅己博士(圖 20-24)

這個研究室的研究內容主要在於植物對於病害的防禦反應，過程中所產生的產物及相關的作用機制，在相關的研究過程中也進行一些實際的防治試驗，但一般僅止於溫室實驗及探究其病害防治過程的反應，與本次研習較為相關的試驗內容包括以下各項：

1. *Bacillus amyloliquefaciens* IUMC7 菌株防治番茄青枯病、萎凋病、胡瓜苗立枯病、鬱金香及柑桔的青黴菌：

由菇類堆肥分離的 *Bacillus amyloliquefaciens* IUMC7 菌株經測試對數種植物病原細菌及真菌均有抑制效果，實際進行溫室測試，對於番茄萎凋病的防治效果可達到 30-50%的防治率。用於柑桔儲藏期的青黴菌亦有不錯的效果。

2. 利用 methionine 處理防治番茄萎凋病：

利用 100ppm L-methionine 浸漬處理番茄的一個葉片，並於 2 日後於根部接種番茄萎凋病菌，可以有 30-50%的防治效果，主要在於其處理後可誘導植物產生抗病性。

3. 由食品級納豆分離納豆菌並測試其對各種病原菌的抗菌效果：

據中島博士表示，為避免將來應用時有一些安全的疑慮，所以該研究室選擇由市售食品級的納豆分離納豆菌 *Bacillus subtilis* var. *nato* 計 23 個菌株，篩選其對植物病原菌的生長抑制效果，篩選出的有效菌株以 TSB(Tryptic Soy Broth_Bacto) broth 培養 2-3days 後，以 -20℃ 及 120℃ 分別處理其培養液的上清液仍具有病原菌生長抑制效果，顯見其抑制效果來自於培養的代謝產物，目前正進行各種病害防治的測試，也發現對於一些植物有促進生長的作用。

由中島博士的研究中可發現許多微生物對於病害的防治效果來自於其代謝產物，除了對病原菌的拮抗作用之外，也有促進植物生長及誘導抗病的效果，利用已列入市售食品級的微生物進行病害的防治測試，可避免將來應用時安全上的疑慮，加快微生物防治的推廣應用速度。

(四)農學部生物生產科學科農業生產技術學研究室--拜訪佐藤達雄博士(圖 25-31)

佐藤達雄博士於茨城大學農學部附屬野外科學教育研究中心內的實驗農場進行熱處理防治病蟲害的相關試驗，植物熱處理誘導產生 heat-shock protein 這樣的主題已有數十年的研究成果，但實際應用於作物的病害防治並推廣給農民使用的幾乎沒有。此次到茨城大學的第一天，與成澤博士討論時得知該校佐藤博士正進行相關研究，便要求協助安排前往參訪，也幸運的獲其同意，得以與佐藤博士討論並參觀其在溫室中進行的試驗，其與病害防治的相關研究如下：

1.Heat-shock to induce the resistance to plant disease (strawberry)

防治的病害對象為白粉病，灰黴病，炭疽病，作物包括番茄，胡瓜，草莓，但據其表示，草莓炭疽病雖可預防，但若於苗期侵入根冠則無防治效果，田間則已推廣於草莓的病害防治，於苗期以 50°C 熱水浸泡 20 秒，移植本田後每週以熱水處理 1 次，佐藤博士並自己設計田間處理的裝置，走行速度 50cm/min，水量 9liter/min，在試驗過程發現對粉蝨及薊馬亦有防治效果，但對蟎類無效。目前這項技術已推廣給農民使用，據其表示，因為日本在冬天必需加 CO₂ 以促進光合作用，所以農民利用製造 CO₂ 所產生的熱用來做熱水處理，不需增加其它的成本，藉由此種熱處理可大大減少農藥的使用，此研究成果推廣使用後並發展出安心安全的相關產品，也有 logo 進行推廣，並被使用於草莓甜點及相關製品的宣傳。

2.corn steep liquor 取代肥料用於防治萵苣萎凋病及灰黴病

佐藤博士另一項研究是利用玉米廢棄物製成的液體有機肥應用於水耕萵苣，可防治萎凋病

3.根據其研究發現，目前普遍使用的誘導抗病的方法，所誘導出來的 PR protein，經過分析，有一些可能是人類的過敏源，這個部分也是進行相關研究時需特別注意的部分。

(五)國立研究開發法人農業環境技術研究所參訪(圖 32-43)

農業環境技術研究所位於茨城縣筑波市，日本筑波科學城（筑波研究學園都市），是屬於農林水產省所管的獨立行政法人，其研究範圍包含大氣環境、物質循環、土壤環境、有機化學物質、生物多樣性、生物生態機能、生態系計測等研究領域，另有一個農業環境庫存中心，保存土壤、水、大氣、昆蟲、微生物、植物等各種標本。該研究所在 2014 年出版了一本「ナス科作物の土壤病害に対する *Bacillus* 属等微生物の效果的活用マニュアル」，是有關利用微生物防治茄科植物土壤傳播性病害的技術專刊，與本次赴日本研習的主題相符，因此特別商請茨城大學成澤老師代為聯繫前往參訪。參訪的對象為研究所內生物生態機能領域的吉田重信博士，由其介紹該研究所有關番茄土壤傳播病害的生物防治研究，其內容包括：

1.利用蘇力菌 *Bacillus thuringiensis* RG1-6 菌株防治番茄青枯病：

該菌株由北海道幌野森林公園的土壤中分離而得，原用於防治鱗翅目害蟲，經測試後對青枯病菌有拮抗作用，溫室試驗於苗期定植前澆灌菌液，定植後 2 週左右接種病原菌，結果發現定植後若每週或每 2 週澆灌一次菌液均可達到 60%的防治效果，3 週後才澆灌第二次的試驗組則無防治效果。田間試驗則分別於兵庫縣重度發病區及山形縣中、輕度發病區進行，在兵庫縣重度發病區進行二年的試驗，於苗期定植前澆灌一次，定植後每 2 週澆灌一次菌液，二年的試驗分別可達到 53 及 59%的防治效果；在山形縣的中度發病區

及輕度發病區以相同的處理則分別可達到 60 及 71%的防治效果；據吉田博士表示，依據試驗結果，蘇力菌的施用應配合田間情形，於重度發病區防治效果較差，中輕度發病區則防治效果較為理想，分析後發現與土壤內微生物相有極大的相關性，重度發病區病原菌密度高，微生物的多樣性較低，中輕度發病區則微生物多樣性較高，施用蘇力菌於微生物相較多的田區防治效果較好，因此施用生物防治菌若能配合有機質肥料增加土壤根圈的微生物相，可以增加防治的效果，這個是田間施用時應特別注意的部分。

2.利用蘇力菌 *Bacillus thuringiensis* B88-82 菌株防治番茄青枯病及萎凋病：

這個菌株一樣是由北海道幌野森林公園的土壤中分離而得，可用於防治鱗翅目害蟲，施用方法與 RG1-6 菌株相同，並同時加入土壤改良資材，於奈良縣及埼玉縣的試驗田對於番茄萎凋病與青枯病均可顯著降低其發病率。

3.利用擬青黴菌 *Paecilomyces* 製劑防治番茄青枯病及萎凋病：

這個試驗使用的是在日本已登記使用的生物製劑，為日本住友公司所登記，其商品名為「ゴツツ A」，原登記於防治蚜蟲及粉蝨類昆蟲，之後延伸使用於防治白粉病。吉田博士將其用於番茄青枯病的防治試驗，連續二年在兵庫縣中-重度發病田區進行田間試驗，於苗期定植前澆灌及定植後每 2 週澆灌一次，二年的防治效果分別為 88 及 57%。在山形縣中-輕度發病田區的試驗結果，其防治效果分別為 47 及 63%。在奈良縣的萎凋病試驗田，於定植前及定植後各處理一次，在定植 53 及 81 天後，可達到 71 及 50%的防治效果。

4.利用芽孢桿菌 *Panibacillus* sp. 42NP7 菌株加菌根菌 *Glomus mosseae* 防治番茄根腐病：

Panibacillus sp. 42NP7 菌株分離自健康的番茄植株根圈，配合

菌根菌的處理，播種時處理菌根菌，定植前澆灌 42NP7 菌株的細菌懸浮液，於兵庫縣中度發病的田區進行田間試驗，連續二年的結果，其防治效果分別為 71 及 59%。這個試驗是以二種不同種類的微生物配合進行防治，其結果良好，吉田博士認為這樣的模式施用於田間並配合有機質肥料的使用，應該是將來值得發展的方向。

5.參觀溫室及標本室：

日本因冬天寒冷，因此溫室均有加溫設備，供試用的溫室隔成小空間，可個別控制溫濕度以便於不同條件試驗的進行。此次參觀的標本室為昆蟲標本館及微生物標本館，其保存的昆蟲標本約 120 萬件，工作人員還特地找出 1945 年來自臺灣的昆蟲標本，可惜礙於規定不能拍照。微生物標本館內包含純培養的微生物的保存，其保存方法含 -80℃ 甘油保存、冷凍乾燥保存及液態氮的保存等方法，另外也有病葉標本的保存，將罹病的植物組織壓乾後長期保存，可留存病徵供參考。

五、研習心得及建議

本次赴日本茨城大學之國際合作行程，原目的在研習有關生物防治措施在番茄青枯病及萎凋病的防治研究，而過程中與參訪對象的討論及現場了解，不只在原本的目的上有極大的收獲，獲得許多相關的研究試驗的經驗及技術，更對生物防治的應用及思考方向有其它的啟發，對於日本研究人員及學者進行試驗時的嚴謹態度及交流時毫無保留的討論也留下極深的印象。

成澤博士在植物內生真菌的經驗豐富，此次在其實驗室內不只了解其在內生真菌防治病害的研究，也實際進行內生真菌的分離、培養、觀察及量產等試驗，只是研習時間太短，來不及看到試驗的結果，不過這些實際的操作在將來我們自行在臺灣進行內生真菌相關研究時將有很大的幫助。而此次因多數時間在成澤博士的實驗室內，也和該研究室有較深的認識，有助於將來進一步的交流或合作。在茨城大學內的其它參訪，除生物防治的應用外，也包括了熱處理的應用，佐藤博士為了將熱處理技術實際應用於病害的防治上，自行設計施用的裝置，使研究成果得以付諸實施，並在試驗成功後配合農民的耕作模式進行推廣，後續與政府及業者進行產官學的合作，推出相關的農產品及加工製品並協助進行宣傳推廣，對於病蟲害非農藥防治技術的推廣不僅止於農民，更廣及於消費者，如此更有助於農民使用這些防治技術的興趣及信心，這些都值得我們借鏡。

國立研究開發法人農業環境技術研究所的參訪，在與吉田博士討論的過程中發現，該研究所與臺灣的試驗場、所屬於較為類似的狀況，在進行相關的生物防治研究時，需考量到將來實際於田間應用的可能性，吉田博士提到目前日本應用生物防治的一些問題，包括防治效果的不穩定性、量產及櫥架壽命的問題、產品登記的法規繁瑣且登記耗時等等，這些與目前臺灣的問題均一樣，一個生物防治製劑要登記上市至少要 10 年的時間，大大降低業者進行相關產品製程開發的意願。因此，他們現在進行另外一個研究方向，針對目前已經登記上市的生物製劑，開發其它的防治對象，進行相關

測試或是將不同製劑搭配使用，如果有防治效果，只需進行產品的使用範圍延伸即可，如此可加速生物防治的應用推廣，並提供農民更多範圍的應用。

赴日本研習參訪雖僅短短 7 天，但從出發前的溝通討論，行程的安排等，均經過雙方充分的協調，從一開始由中興大學老師介紹的一個地點及參訪對象(茨城大學成澤才彥博士)，聯繫上後自行與對方以電子郵件討論行程及研習內容，過程中提供研習計畫及個人簡介使對方了解此行的目的，並上網搜尋附近進行相關研究的單位和學者，透過原參訪對象的介紹和推薦，擴大到其它的點，增加本次研習的收穫和內容豐富度。而這次到訪過的對象和單位，有可能將成為將來學習合作的對象，以後或其他同仁有需要時可成為一個國際合作及研習的出發或引薦點。

目前臺灣進行生物防治研究的單位較少涉獵植物內生真菌這個領域，很多的研究成果集中在芽孢桿菌、木黴菌、蟲生真菌等種類，而以臺灣的生物多樣性現況，植物內生真菌應該是可以發展的方向，因此將來將先進行功能性內生真菌的篩選，評估其應用的可能性。另外，以現今臺灣市面上已經登記上市的相關生物製劑進行搭配使用或是開發其原登記項目以外的應用方向，也可以加速生物防治實際應用的速度，達到農藥減量的目標。

六、照片及說明



圖 1、2：主要研習地點：茨城大學阿見校區農學部

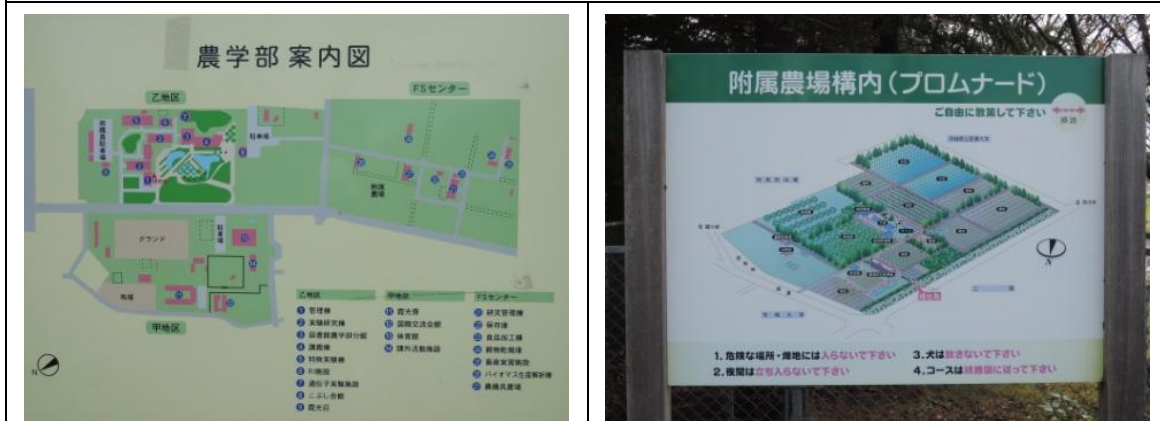


圖 3、4：茨城大學農學部校區不大，但設備齊全並設有附屬農場



圖 5、6：附屬農場內的溫室區



圖 7: 茨城大學農學部資源生物科學科成澤才彦博士微生物生態學研究室 (中後為成澤才彦博士, 左一為博士後研究郭永博士)



圖 8: 與成澤才彦博士合影



圖 9: 成澤才彦博士微生物生態學研究室介紹



圖 10: 内生真菌的介紹及應用



圖 11: 分離植物根部内生真菌

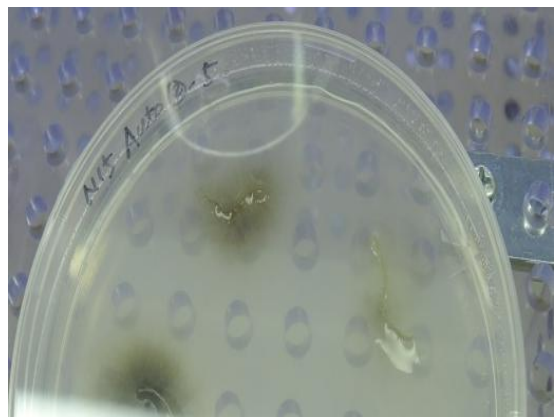


圖 12: 分離内生真菌在培養基上的生長情形

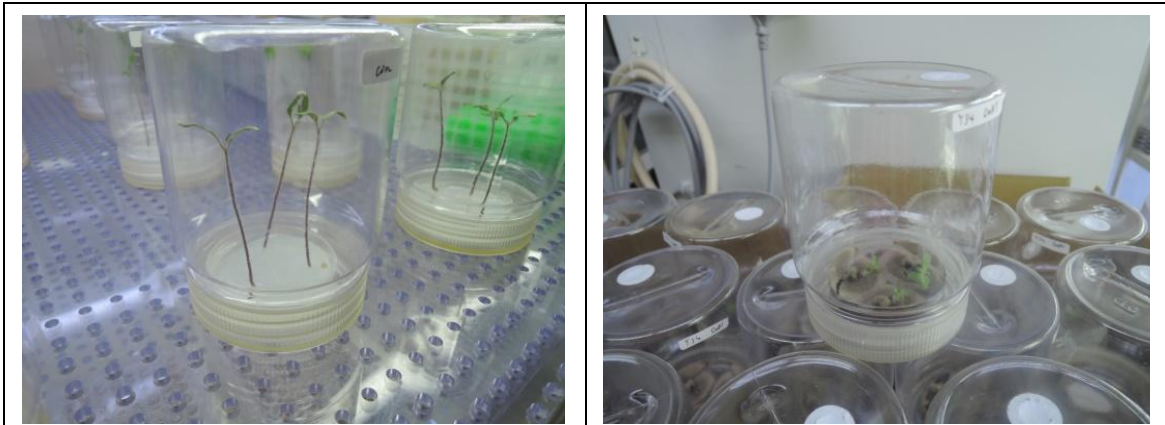


圖 13、14：内生真菌(DSE)接种植物之生長測試情形



圖 15、16：内生真菌(DSE)接种植物之生長測試情形

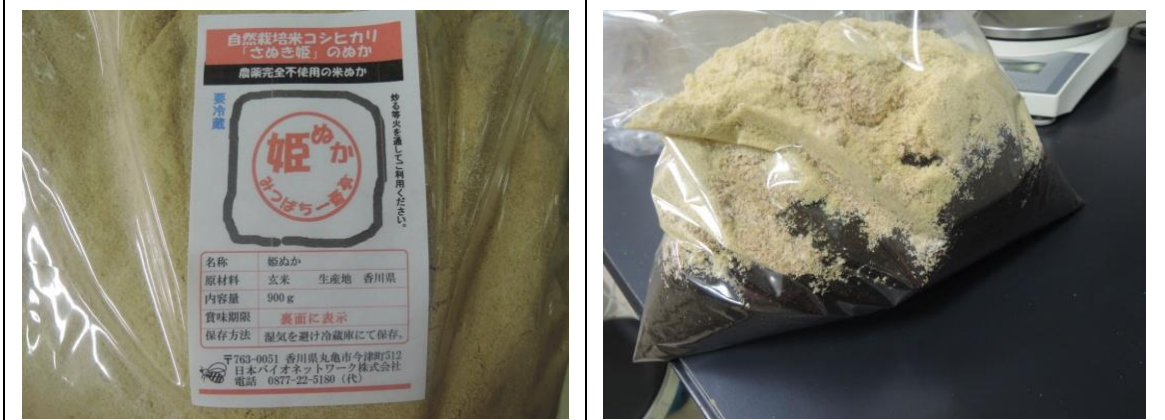


圖 17：使用介質、米糠、麩皮做為内生真菌大量培養的資材



圖 18：接種內生真菌進行大量培養



圖 19：培養後的生長情形，前方瓶裝為 500 公克，後方袋裝為 1 公斤，右下方培養瓶可見到菌絲已漸長滿

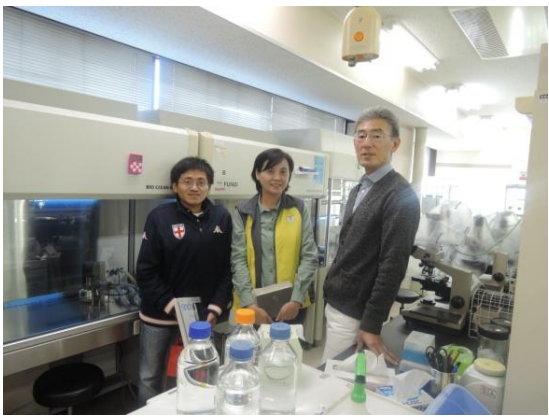


圖 20：茨城大學農學部生物生産科學科植物生體防禦學研究室與中島雅己博士(右一)合影



圖 21：利用 *Bacillus amyloliquefaciens* 防治柑桔青黴菌試驗，左為防治處理組，右為對照組



圖 22：由菇類堆肥分離的微生物對數種植物病原菌的抑制效果測試



圖 23：由食品級納豆分離的納豆菌對數種植物病原菌的抑制效果測試

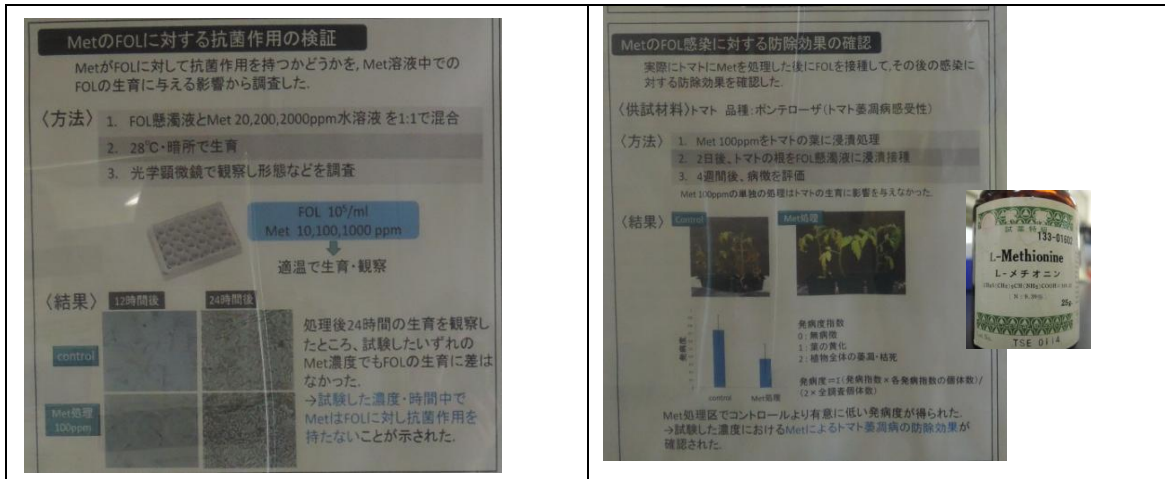


圖 24：利用 methionine 防治番茄萎凋病的測試，100ppm 浸漬葉片可誘導抗病



圖 25：於實驗農場拜訪生物生産科学科 農業生産技術學研究室佐藤達雄 博士(右二)及印尼 universitas gadjah mada 大學 Ani Widiastuti 博士(左一)

圖 26：佐藤達雄博士研究主題針對以熱處理防治病害及有機肥的施肥管理研究



圖 27：佐藤博士設計的熱水處理機於溫室內進行實際的病蟲害防治測試



圖 28：其防治對象主要為白粉病及灰黴病，實際測試結果對粉蝨和薊馬也有防治效果



圖 29：番茄試驗，利用水耕添加玉米廢棄物製成的養液，測試誘導抗病的效果



圖 30：佐藤博士解說溫室內的溫測裝置



圖 31：熱處理生產的草莓相關宣導



圖 32：參訪位於茨城縣筑波市的國立研究開發法人農業環境技術研究所



圖 32：參訪位於茨城縣筑波市的國立研究開發法人農業環境技術研究所



圖 33：與生物生態機能領域的吉田重信博士合影



圖 34：參觀溫室



圖 35：溫室內隔成小間以方便進行不同試驗

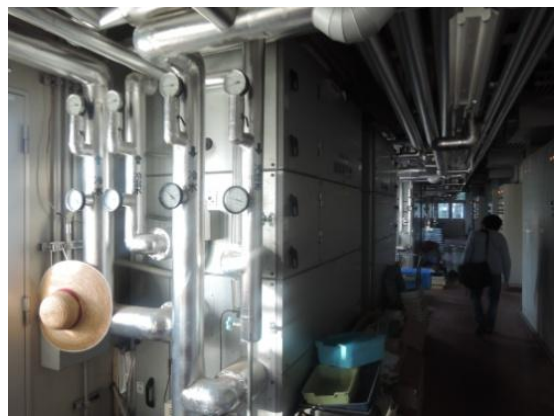


圖 36：每一個小間均有冷熱溫水管控溫



圖 37：該研究所因進行昆蟲試驗，於所區內設有一蟲塚以紀念捐軀的昆蟲先烈



圖 38：吉田博士利用已登記上市的生物製劑進行病蟲害防治試驗，測試有效即可延伸使用範圍，不需再經過冗長的登記過程，可加速生物防治的應用推廣

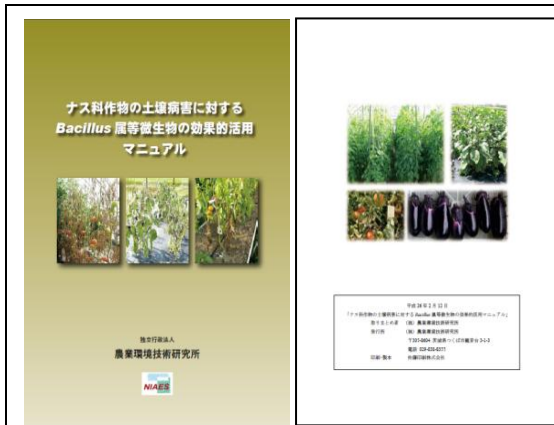


圖 39：2014 年出版的「ナス科作物の土壤病害に対する Bacillus 属等微生物の効果的活用マニュアル」

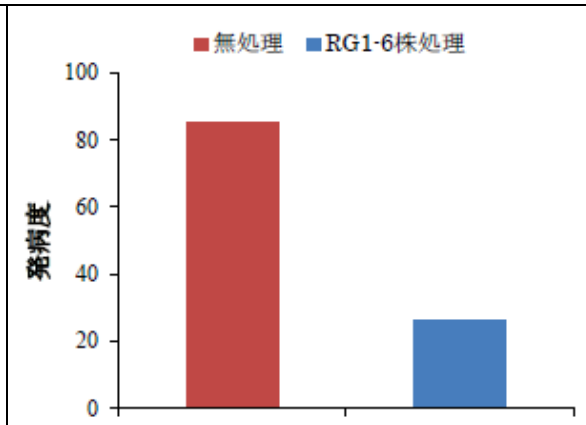


圖 40：以 *Bacillus thuringiensis* RG1-6 菌株防治番茄青枯病

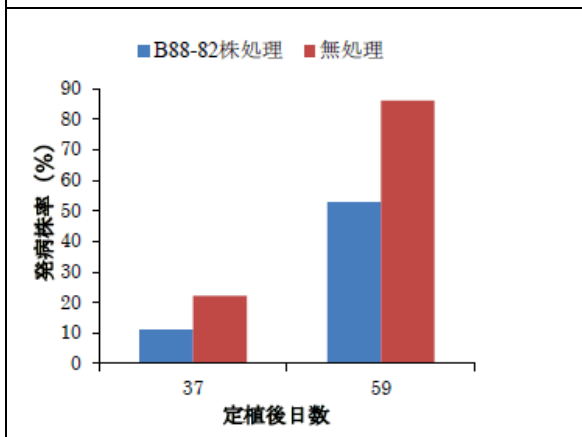


圖 41：以 *Bacillus thuringiensis* B88-82 菌株防治青枯病(左)萎凋病(右)

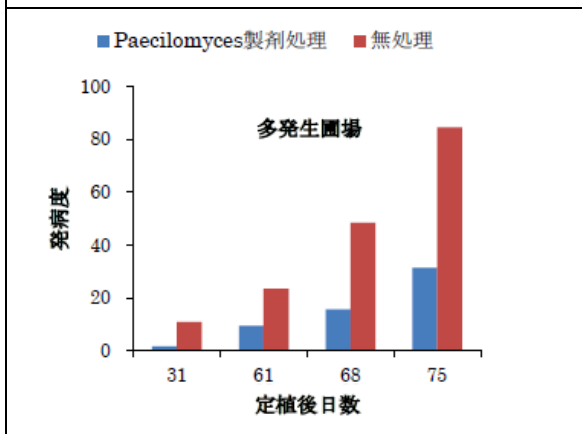
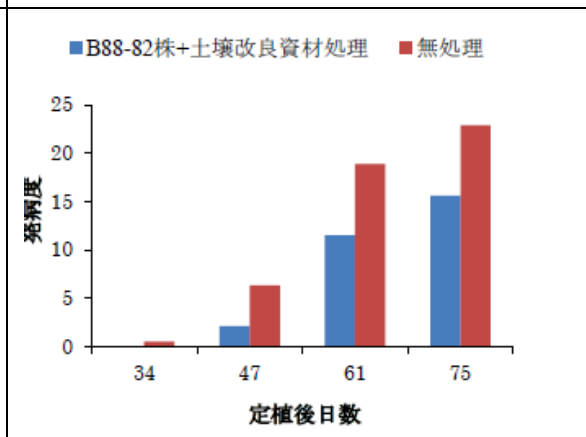


圖 42：以住友公司登記之「ゴッツ A」防治青枯病的田間試驗結果

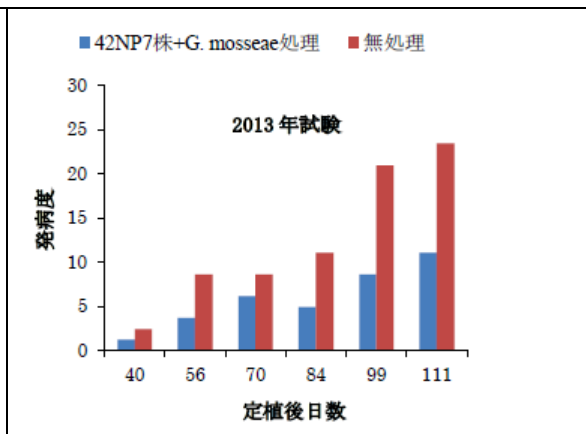


圖 43：利用芽孢桿菌 *Panibacillus* sp. 42NP7 菌株加菌根菌 *Glomus mosseae* 防治番茄根腐病