

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：高雄區農業改良場

姓名職稱：周浩平 助理研究員

派赴國家：日本

出國期間：104年7月11日~18日

報告日期：104年10月15日

## 摘要

臺灣氣候高溫多濕，適合各種作物病害之發生，而土壤傳播性病害一直以來就被認為是最難處理的問題，耕作方式改變、密集連作、藥劑不當使用，與自然環境之變遷等因素，都是導致土壤傳播性病害嚴重發生的原因。土壤傳播性病害初期的為害程度可能不明顯，但到後期發現時，往往呈現爆發性危害而難以防治，在眾多土壤傳播性病害中，以青枯病(bacterial wilt)與萎凋病(*Fusarium wilt*)為最令人束手無策的病害，青枯病為茄科作物絕症，而萎凋病則是瓜菜類與豆菜類作物產業最大殺手，兩者目前仍無適合的推薦用藥可供防治，僅能仰賴栽植前土壤消毒或是輪作等栽培管理方式控制病害發生，但往往因農友習性、栽培品種、操作技術與環境因子的差異，造成病害的控制不易全面奏效。高雄區農業改良場(以下簡稱本場)應用液化澱粉芽孢桿菌防治上述二種「絕症」已顯現高度效果，本次前往日本東京農工大學(Tokyo University of Agriculture and Technology, TUAT)及茨城大學(Ibaraki University)，主要針對該校於拮抗微生物防治作物土壤傳播性病害(青枯病、萎凋病)之研究，進行互動交流。研習過程中同時參訪參訪東京農工大學內的植物工廠設施，了解植物工廠運作與作物生長情形。此外，於東京農工大學農學部拜訪2位教授，橫山正教授(Dr. Tadashi Yokoyama)與有江力(Dr. Tsutomu Arie)教授，橫山正教授與其他來自日本其他地區之專家學者於日本311核島福災後，有效運用土壤微生物，將受汙染的土壤進行復育工作；同時也分離多種具功能性之微生物菌種，具有生物肥料之功效，包含了*Bacillus* spp.、*Aspergillus* spp.、*Burkholderia* spp.、*Azospirillum* spp.與*Gluconobacter* spp.等微生物菌種，不但可以提升作物的產量，亦可同時減少化學肥料的施用，未來將持續朝向微生物肥料商品化的發展；有江力教授則為研究鐮胞菌等土壤傳播性病害的植物病理學專家，包含菌種鑑定、親和反應研究及無病原性鐮胞菌之篩選與病害防治之應用，有江力教授之研究團隊利用無病原性鐮胞菌防治水稻徒長病，處理組之罹病度僅為0~2.1%，相較無菌水處理之對照組處理罹病度已達38.7%，顯示無病原性鐮胞菌株，確實可以降低萎凋病菌的入侵與感染，此外亦應用維利黴素(Validamycin A)防治作物萎凋病，成效顯著，值得國內執行功效確認。此次行程亦前往茨城大學農學部拜訪成澤才

彥教授(Dr. Kazuhiko Narizawa)，其主要研究領域於植物內生菌之篩選、分離及其於病害防治上之應用，成澤才彥教授篩選出多種根瘤菌，其中Y34菌株具有促進植物生長及誘導植物抗病反應之效果，可用於預防作物萎凋病之感染，降低罹病度，成澤才彥教授亦開發根瘤菌堆肥，可以用於育苗土混拌處理，預防根部病原菌的入侵。期望透過本次國際合作方式建立雙邊的合作交流及知識經驗分享，可有效強化拮抗微生物之篩選平台、菌種培養條件測定與田間防治技術，開發出一套針對土壤傳播性病害有效之防治技術，解決無藥可治之土壤病害問題。

## 目次

一、摘要.....	2
二、目的.....	5
三、行程規劃.....	6
四、研究內容 .....	7
(一) 東京農工大學簡介 .....	7
(二) 土壤微生物研究及微生物肥料開發專題討論.....	7
(三) 土壤傳播性病害之防治成果交流與專題討論.....	8
(四)東京農工大學植物工廠參訪.....	8
(五) 茨城大學簡介.....	10
(六) 植物內生菌的研究與應用 .....	10
五、心得與建議.....	12
六、照片及說明.....	14

## 二、目的

土壤傳播性病害是造成作物連作障礙的原因之一，目前多數土壤傳播性病害多面臨無病害防治資材可用之困境。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。

利用微生物製劑與非農藥資材防治鐮孢菌與青枯病引起之土傳性病害為目前的採行的防治策略。而微生物資材更為世界各國積極發展之研究重點，不僅可以減少化學藥劑的施用，對於環境亦非常友善。日本東京農工大學與茨城大學，在微生物防治作物病害的研究已有良好成效，從微生物的抑菌活性測試、菌種量產技術、配方製程以及製劑研發方面，已建立標準程序。

高雄區農業改良場執行104年國際合作計畫「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」，前往日本了解該校植物病理學與微生物學專家於拮抗微生物防治作物土壤傳播性病害之研究，並以鐮孢菌所引起的萎凋病及細菌性萎凋病(青枯病)為主題，提供本場於生物防治之研發成果與研發經驗，與該校進行研究成果交流，並與植物病理學家有江力教授、土壤微生物學家橫山正教授進行心得交換與討論，並參訪該校附屬植物工廠之運作與試驗研究情形。此外並拜訪茨城大學成澤才彥教授，研習有關植物內生菌防治植物病害之研究及應用，包括菌種篩選、鑑定與防治評估。本計畫目的為強化本土微生物農藥之開發與應用，期能透過雙邊交流及知識經驗分享，有效強化拮抗微生物之篩選平台、菌種鑑定與培養條件，以及田間防治技術，有效提升生物製劑之研發效率與防治率。

### 三、行程規劃

本次赴日研習期間自民國104年7月11日至7月18日，行程日期、地點及研習內容詳如下表：

日期	參訪地點	行程安排
7/11 (六)	日本東京	搭機，本場—小港國際機場(0700)—日本東京成田國際機場(1140)
7/12 (日)	日本東京	東京農工大學校園參訪。
7/13 (一)	日本東京	東京農工大學土壤學研究室研習及技術交流。
7/14 (二)	日本東京	東京農工大學植物病理學研究室研習及技術交流。
7/15 (三)	日本東京	東京農工大學植物病理學研究室研習及技術交流。
7/16 (四)	日本東京	東京農工大學植物工廠參訪、茨城大學農學部資源生物科學科微生物生態學研究室研習及技術交流。
7/17 (五)	日本東京	茨城大學農學部資源生物科學科微生物生態學研究室研習及技術交流。
7/18 (六)	日本東京 台灣高雄	搭機，東京成田國際機場(1245)—小港國際機場(1520)—本場

## 四、研究內容

### (一) 東京農工大學簡介

東京農工大學(Tokyo University of Agriculture and Technology) 包括農學部與工學部。與京都工藝纖維大學、信州大學並稱「纖維三大學」。2004 年依法改為國立大學法人。1874 年(明治 7 年) 設立的內務省勸業寮內藤新宿派出所農事修學場為農學部前身，並於 1944 年改制為東京農林專門學校，1949 年改為新制東京農工大學；1874 年設立的內務省勸業寮內藤新宿派出所蠶業試驗科為工學部之前身，並於 1944 年改制為東京纖維專門學校，1949 年改為新制東京農工大學。農學部目前設有 5 學科，包括應用生物科學科、生物生產學科、環境資源科學、獸醫學科以及地域生態系統學科。本次所拜訪之有江力教授與橫山正教授，即分別屬於農學部之應用生物學科植物病理學研究室與生物生產學科土壤學研究室。有江力教授之專長與研究領域為植物病理學、土壤傳播性病害之綜合防治；橫山政教授之專長與研究領域則為土壤微生物之研究、微生物肥料之開發以及土壤復育等研究。

### (二) 土壤微生物研究及微生物肥料開發專題討論

本行程為與橫山教授進行學術及研發心得交流與專題討論。鑒於日本 311 大地震後，已將多數計畫資源全投入福島核災重建，東京農工大學當時即開始參與研究相關主題。日本政府提供特別額度之統籌計畫，以重建福島農地，恢復安全作物生產，而東京農工大學所執行細部計畫為「福島銫污染農地之整治及重建」。並有三大總目標；包含：1.放射性銫之移動路徑及其循環；2.放射性銫在作物食用部位之累積情形；3.如何有效恢復放射性銫污染之農地。橫山教授利用菌根菌的使用，使作物吸附較多的放射性銫，達到土地復育之效果。並同時進行水稻品系之篩選，且目前正在進行大量品系於放射性銫污染農地栽培試驗。

東京農工大大學因 311 大地震之發生，需執行放射性銫污染農地整治計畫，在橫山教授之研究團隊發展出多功能生物肥料及協同促進劑，如枯草桿菌 *Bacillus subtilis* 生物肥料可增加水稻質量及分蘗數、溶磷菌 *Aspergillus sp.*可增加花生質量，生物肥料 *Burkholderia spp.*、*Azospirillum spp.*與 *Gluconobacter spp.*皆可有效降低化學肥料施用量，此外橫山教授亦開發多種溶鉀及溶磷菌，目前正致

力於商品化之工作。該研究團隊亦發現施用含有多種微生物(含有 *Klebsiella* spp.、*Enterobacter* spp.)之複合式微生物液肥，配合幾丁寡糖之添加可以增加水稻的產量。本次的研習及交流可以發現，東京農工大學目前致力於各種生物性肥料之篩選，並配合協同促進劑等物質，強化微生物肥料之施用效果。

### (三) 土壤傳播性病害之防治成果交流與專題討論

有江力教授主要研究專長與領域為鐮胞菌屬之鑑定及無病原性鐮胞菌之應用研究，本次赴日進行研發技術交流，除與有江教授之研究團隊交流與研討本場於土壤傳播性病害(含茄科青枯並與作物萎凋病)之防治成果，同時亦深入了解目前有江力教授研究團隊利用無病原性鐮胞菌防治水稻徒長病的成果，應用微生物製劑 W3 及 W5 進行花器噴灑試驗，對照組以無菌水替代，結果顯示無菌水試驗組之水稻徒長病罹病率高達 38.7%；微生物製劑之處理組 W3 之罹病率分別僅為 2.1% 而 W5 之處理則未有罹病情形發生。此外，將含有綠色螢光蛋白基因(GFP)的微生物菌株於水稻開花期間施用，並採收種子，利用共軛焦顯微鏡檢測，顯示可於苗之子葉鞘、種子表面及根部發現綠色螢光蛋白基因之微生物轉型株(transformant)，顯示微生物轉型株於接種後可以長時間於種子上存活，同時可以降低水稻徒長病的感染與入侵，以達到病害防治之效果。第三組實驗則是將微生物製劑 W3 與 W5 與徒長病菌的孢子懸浮液混合，並同時接種於水稻種子，結果顯示對照組之罹病率達 87.1%時，處理組 W3 與 W5 之罹病率僅約 2.9%與 3.3%，相關試驗成果指出直接施用無病原性鐮胞菌亦有治療與控制水稻徒長病的成效。

### (四) 東京農工大學植物工廠參訪

本次赴日參訪交流，除了解東京農工大學農學部於生物農藥、生物肥料及有機農業技術之研究與開發成果外，另一重點為了解東京農工大學在植物工廠研發之現況，並了解東京農工大學如何以自動化之作物栽培技術，有效取代人力作業，降低生產成本。近年來，植物工廠之建置日趨流行，其等同精準設施栽培之概念，應用精確之環境因子調控，以降低作物於自然環境生長之不穩定性，東京農工大學於植物工廠之經營上，已有卓著之成效，目前已成功應用於藍莓生產。

藍莓具有抗氧化劑之功能，可以減低癌症發生。藍莓等漿果類植物均屬於強力抗氧化水果，能夠幫忙減緩老化、活化腦力、增強記憶力，於日本深受大眾歡



迎，但由於國外進口之藍莓價格偏高，因此多年前日本開始引進矮叢藍莓（*V. angustifolium*）進行栽植，但每年僅一期作，並不符合經濟成本，故東京農工大學開始著手研究應用植物工廠內之精準設施與條件控制的藍莓生產技術。為縮短藍莓的生產週期，植物工廠內共分為春、夏、秋、冬四季不同溫室，使得藍莓可於一年內經歷兩次四季交替，並可於一年內有 2 次收成。

藍莓位於溫室中的養分皆由養液所提供，養液分 A、B 兩液，A 液主要為氮、鈣元素，B 液主要為磷、鉀、鎂與其它微量元素，養液利用定比稀釋器進入主管線後，再進入滴灌管，藉由埋於介質中的設施將養液提供給作物。在植物工廠栽培的作物除藍莓外，亦進行草莓之栽培研究，兩作物皆使用相同的栽培介質，該研究團隊使用鹿沼土混和少量泥炭土進行各種作物栽培。鹿沼土之保水性和通氣性良好，pH 偏酸性 5.2~5.6。因藍莓為好酸性之園藝作物(適合生長範圍 pH4.5~5.5)，故鹿沼土之使用可能為植物工廠選擇作為栽培介質之主因，此外，植物工廠的養液皆利用 pH 感測器進行監控，並隨時進行調整，使得用於藍莓栽培之養液 pH 值可維持約 5.0。

植物工廠環境之調控，除溫度維持在藍莓喜好的日溫 20°C，夜溫約為 12°C。秋冬溫室日間光照維持在 300  $\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ ，於春夏溫室中，自然日照為其主要光照來源，當東京都冬季光照嚴重不足時，會啟用高壓鈉燈補充光照，秋冬溫室二氧化碳均維持於相同濃度(500 ppm)，亦為藍莓在該植物工廠雖一年生產 2 次，仍能維持高產量之主因。

植物工廠內對於藍莓的栽培技術，除導入正常整枝修剪外，最特別之技術為建置位於軌道上可旋轉的圓盤，藍莓植株置於圓盤上，可沿軌道移動至所需位置，並利用定時移動裝置，轉動植株所在的圓盤，主要目的是使藍莓植株四面受光均勻，使植株各面枝條生長及產果均勻。此外，亦建置自動採果機，於溫室內可減少採果的人力。另一方面，為解決溫室內藍莓授粉問題，該團隊於溫室內養殖熊蜂，使用密度約 2~3 隻熊蜂/6~8 坪。

藉由參訪植物工廠，可了解無論於養液使用、自動化環境調控設施以及栽培技術都可以發現日本於農業研究所投入的人力資源及成本皆遠高於我國，植物工廠對於各項參數的設定與考量皆經過相當精準之規劃，雖成本大幅高，仍值得作為臺灣地區精準農業設施栽培發展之效法對象。

## (五) 茨城大學簡介

茨城大學 (Ibaraki University) 為一所位於茨城縣水戶市、茨城縣日立市、茨城縣稻敷郡阿見町的國立大學。共有 3 個校區，分別為水戶校區(教育學部、人文學部及理學部)、日立校區(工學部)、阿見校區(農學部)，其中農學部與社區型大學之型態較為類似，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。本次拜訪之成澤才彥教授，屬於資源生物科學科，主要的研究領域則是在於植物內生菌的研究及應用，鑒於本場目前應用植物內生細菌，液化澱粉芽孢桿菌 *Bacillus amyloliquefaciens* PMB01 防治茄科青枯病與萎凋病，且已有卓越之防治效果，可與成澤教授進行植物內生菌篩選與應用之研討與心得交流。

## (六) 植物內生菌的研究與應用

植物內生菌(Endophytes)被發現於十九世紀；是一群可於植物體內完成全部或是部分生活史、且不使寄主產生病徵的微生物。內生菌在植物中可能參與不同的功能，植物內生菌在自然界中廣泛存在，是從植物組織中或植物內部所分離獲得的，而且能夠群聚於植物細胞間隙或細胞內，而且不使植物的表型特徵或功能發生變化的微生物。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，部分菌種更可以促進作物生長作用、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、或是能透過固氮、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，部分內生菌亦被證實具有抑制微生物的功能，其中根瘤菌與植物可以產生固氮共生作用，無植物時可行異營生活，根瘤菌原本可在土壤生活的格蘭氏陰性菌，植物缺氮時，根部會分泌甜菜鹼、類黃酮與異黃酮等物質來誘引根瘤菌，根瘤菌受吸引後會分泌由糖跟脂肪酸之complex，作用於植物的根毛上，使自己附著於根部，後續就形成根瘤的構造，因此對植物而言，內生菌會間接影響植物防禦功能與代謝產物組成以抑制有害昆蟲或病原菌的生長或危害。

茨城大學農學部資源生物科學科教授-成澤才彥博士為研究有關植物內生菌的專家，他自植物深層根部分離出多種根瘤菌 (*Rhizobium* spp.)，其中包括暗色具隔膜之內生菌 (Dark Septate Endophytes, DSE)，可產生高量的生長素 (Auxin)，於 37°C 下仍然能夠生長。此外，同時在 23°C、30°C 及 37°C 的環境下，

施用 DSE 可以明顯增加作物的乾重。成澤教授同時亦利用根瘤菌進行土壤堆肥試驗，混合固定比率根瘤菌的土壤，可用於混拌育苗土壤，於苗期栽培時，使根瘤菌先佔據植物的根部，取得競爭優勢。此外亦可用於處理作物種子，再接種萎凋病菌 *Fusarium oxysporum* 之孢子懸浮液，結果顯示接種 DSE 之作物種子仍可正常發芽與生長，但僅接種萎凋病菌之作物種子則呈現腐敗且無發芽現象，說明預先施用根瘤菌 DSE 可以預防萎凋病的發生。成澤教授並以帶有綠色螢光蛋白 (Green Fluorescent Protein, GFP) 之根瘤菌 Y34(DSE) 轉型株，接種於植物根部，並以共軛焦電子顯微鏡觀察 Y34-GFP 轉型株在根部之分布情形，顯示 Y34 轉型株可有效分布於作物根表面、根毛及根組織，證實根瘤菌 Y34 不僅僅可以纏聚於作物根部，亦能進入植物內部組織，促進作物生長及誘導植物產生抗病反應，達到降低病害防治之效果。

## 五、心得與建議

1. 本次赴日本東京農工大學及茨城大學之國際合作行程，目的在於研習有關土壤微生物於微生物肥料、微生物農藥研究及內生菌的病害防治研究，已從中得到許多新知及研究方向，未來將可持續針對植物內生菌進行篩選，橫山教授之研究團隊令人印象深刻，該團隊除研發出多功能微生物肥料及生物肥料協同促進劑之外，亦因應福島核災後，受到放射性銫污染的土壤耕作障礙，該團隊利用有益微生物之施用進行土壤污染復育的工作，其結果顯示使用有益微生物後，在某些作物(落花生及水稻)之產量均有顯著之提升。
2. 有關微生物防治病害的部分，有江力教授過去曾有眾多土壤傳播性病害之防治研究，例如應用非病原性之 *Phoma glomerata* 以及 *Penicillium simplicissimum* 等微生物進行萎凋病之防治情形及效果；與利用寡雄腐黴菌類微生物 (*Phythium oligandrum*) 所誘導植株產生茉莉香酸(jasmonic acid)之系統性抗病反應防治青枯病之防治，近年來則著重於無病原性鐮孢菌應用於水稻徒長病菌之防治研究，雖國內已有應用無病原性鐮孢菌菌株應用於萎凋病的防治，但對於試驗之設計與規劃細節，仍可提供予國內研究人員參考，而在國內之研究概況部分，近年來在有益微生物研發與應用上，已發現許多安全且有效的拮抗微生物，如放線菌 (Actinomycetes) 木黴菌 (*Trichoderma spp.*)、膠狀青黴菌 (*Gliocladium spp.*)、枯草桿菌 (*Bacillus spp.*)、螢光假單胞細菌 (Fluorescent pseudomonads) 等，研究能量並不亞於世界各國，故如何應用臺灣地區氣候與微生物相得天獨厚的優勢，為未來生物農藥基礎研究與應用技術發展之關鍵因子。
3. 植物內生菌的研究日漸增加，根瘤菌類對於作物具正面反應，除可以與植物共生作用外，另可促進植物生長及誘導植物產生抗病作用，成澤才彥教授分離多種的根瘤菌，其中 Y34(DSE) 菌株在各項實驗中均顯示具有促進植物生長表現，若預先接種於作物根部，可有效預防萎凋病的感染及降低罹病度，未來甚至可延伸應用至其他病害防治之應用上。此外，成澤教授亦將根瘤菌作為育苗土混拌處理，使得根瘤菌佔據植物根部，以保護作物避免病原菌的入侵，此部分之處理方式，近似於本場日前開發之「放線菌抑病栽培介質技

術」，即應用拮抗放線菌 *Streptomyces saraceticus* KH400 配合其量產配方，開發固態醱酵技術，並將放線菌混拌至土壤或是堆肥中，即土壤添加物之概念，目前亦可用於作物育苗使用，防治機制之研究，則為未來之重要課題。

4. 本次赴日參訪，包括東京農工大學附屬植物工廠，了解精準設施用於作物栽培之潛力，同時對於藍莓與草莓的栽培，融入了養液栽培、LED 光照及環境條件監控系統，以生產優質的藍莓果實。此外亦有模擬不同季節的生長室，隨著各個季節之氣候特性，設計適合之環控系統，生長室內均有可自動調整受光面之機器設備，以確保每株作物皆能均勻受到適當之光照時間，植物工廠的花費成本極高，雖可以提供國內具參考價值之研究資訊，但是否適合用於臺灣地區栽培使用，則需進一步評估作物種類與生產成本，植物工廠，即為精準設施模式之延伸應用，可便於調節環境因子，此外由於臺灣地區具備高溫多溼的氣候條件，故農業耕作之病蟲害防治相形困難，精準設施栽培之改良與應用，亦可作為重要之病蟲害防治策略。

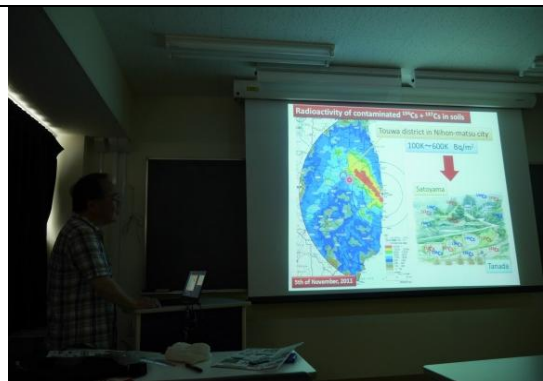
## 六、照片及說明



東京農工大學農學部，位於東京都府中市晴見町，目前設有 5 學科，包括應用生物科學科、生物生產學科、環境資源科學、獸醫學科以及地域生態系統學科。



拜訪東京農工大學農學部植物病理學專家有江力教授為此次重點行程之一，隨行參訪人員為本場周浩平助理研究員(右二)、台中區農業改良場郭建志助理研究員(右一)及國立中興大學鄧文玲副教授(左三)。



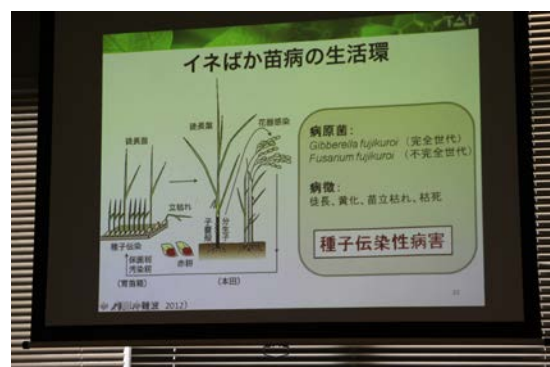
橫山正教授解說有關微生物肥料與福島輻射汙染計畫。



橫山正教授(左二)近年來致力於日本 311 核島福災後之土壤復育工作，土壤微生物為其主要應用對象。



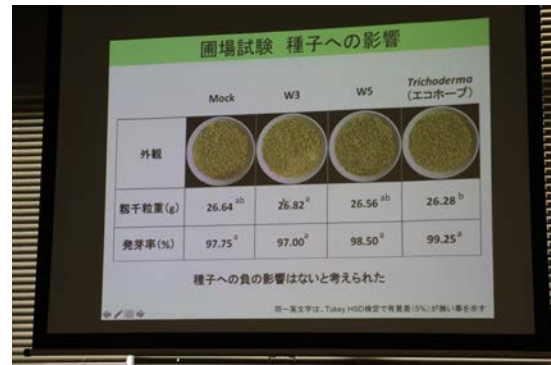
與有江力教授進行微生物製劑研發之



水稻徒長病為有江力教授目前之重要

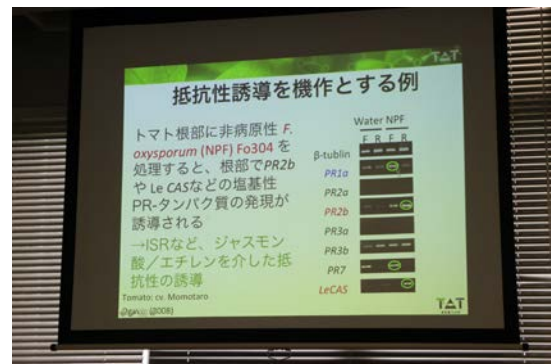
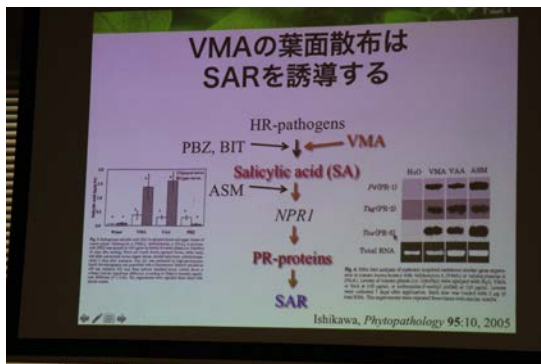
專題討論。

研究專題，應用非病原性鐮胞菌為主要防治策略之一。



有江力教授利用維利黴素(Validamycin A)防治作物萎凋病，成效顯著，維利黴素為台灣地區合法登記之化學藥劑，值得國內執行功效確認。

非病原性鐮胞菌對水稻種子之影響(發芽率均可達 97% 以上，千粒重亦達 26% 以上)。



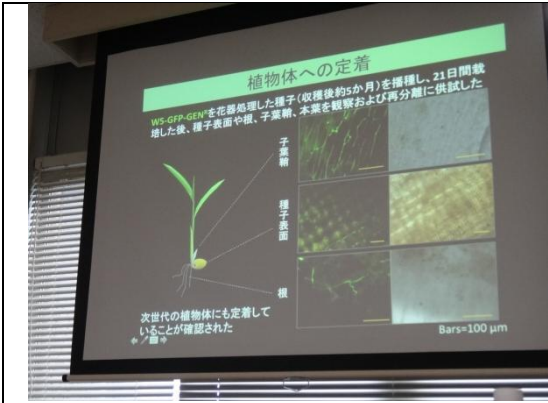
維利黴素(Validamycin A)防治作物萎凋病之原理，可能與誘導抗病(Systemic acquired resistance)有關。

病原性鐮胞菌對水稻徒長病之病害防治機制亦可能與誘導抗病(Induced systemic resistance)有關。

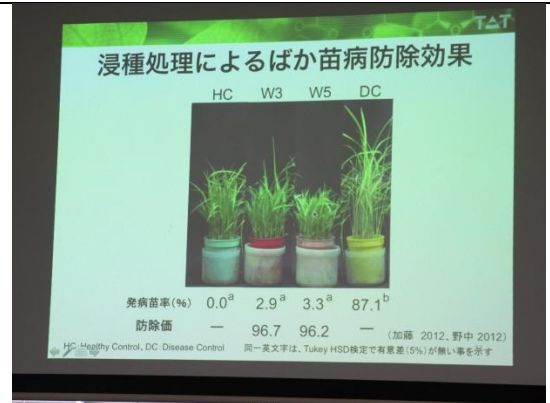


有江力教授分享微生物防治作物病害研究成果

水稻開花期預先施用無病原性鐮胞菌 W3 與 W5 針對水稻徒長病之防治成效



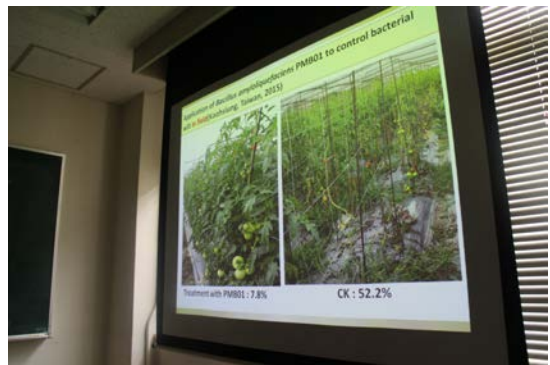
施用無病原性之鎌孢菌 GFP 轉型株於水稻子葉鞘、種子表面及根部觀察情形



利用無病原性鎌孢菌 W3 與防治水稻苗徒長病，防治率可達 96.7%



與有江力教授研究室團隊分享本場研發成果與專題討論(由國立中興大學鄧文玲副教授代表簡報)

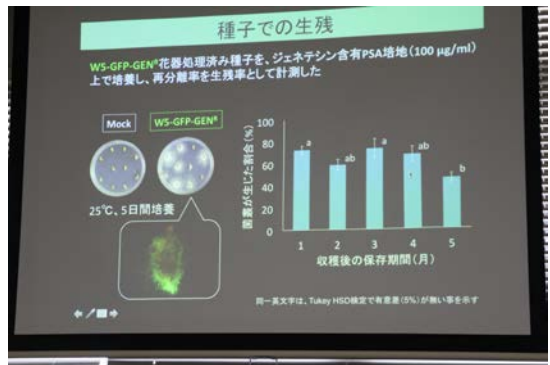


簡報本場液化澱粉芽孢桿菌 *Bacillus amyloliquefaciens* PMB01 防治茄科青枯病之防治成功實例

Treatment	Harvest period (days after final application)					AVG (%)	LSD
	1	2	3	4	5		
PMB01	9.18	9.54	8.19	10.39	9.44	d	b
CK	9.58	8.58	6.62	7.56	7.11	ab	a
PMB01	5.25	5.85	7.09	6.58	6.06	a	a
CK	52.92	48.30	48.84	53.77	51.17	c	c
PMB01	50.33	56.35	50.35	52.95	53.15	c	c

同一英文字は、Tukey HSD検定で有意差(5%)が無い事を示す

本場液化澱粉芽孢桿菌 *Bacillus amyloliquefaciens* PMB01 防治茄科青枯病，因有實際田間試驗資料，非常引人注目。



含有綠色螢光蛋白基因(GFP)的微生物菌株於水稻開花期間施用，結果顯示可於苗之子葉鞘、種子表面及根部發現綠色螢光蛋白基因之微生物轉型株 (transformant)，顯示微生物轉型株於接種後可以長時間於種子上存活，同時可以降低水稻徒長病的感染與入侵。





參觀東京農工大學附屬農場



東京農工大學附屬農場試驗田一隅



東京農工大學農場小型人工氣候室，可進行微氣候對於作物生長，甚至對病蟲害發生之關係，此模式值得國內各試驗及研究機構參考。



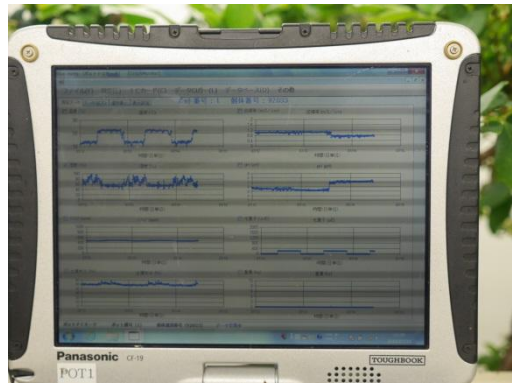
東京農工大學附設都市型植物工廠，東京農工大學近年來開始著手研究應用植物工廠內之精準設施與條件控制來改進藍莓生產技術。



進入植物工廠需先經過負壓消毒，避免將病蟲害攜入，以杜絕病蟲害之發生，此為設施調控之最大優點。



有江力教授介紹植物工廠之發展及沿革、運作模式及核心技術應用之標準程序，與應用於作物栽培之發展現況。



植物工廠運作模式及核心技術，主要可應用電腦硬體控制及調節作物生長條件（圖為植物工廠養液及環境監控系統）。



植物工廠控制室內搭配工業技術研究所研發的 LED 光源設備



利用養液滴灌藍莓。



植物工廠內養液汲取系統(含稀釋器)



植物工廠內利用熊蜂替藍莓授粉，密閉空間內，可大幅提高授粉成功之機率。



東京農工大學於植物工廠之經營上，已有卓著之成效，目前已成功應用於藍莓生產，圖為已接近熟成之藍莓果實



植物工廠目前亦針對草莓進行高產模式之研究與改進。



於精準設施栽培模式下，作物仍然難逃病蟲害之威脅（紅蜘蛛及白粉病）



植物工廠內設有模擬各季節之生長室（圖為模擬夏季生長室）。



植物工廠內設有模擬各季節之生長室（圖為模擬秋季生長室）。



植生長室內可利用轉盤自動調整作物受光位置。



利用自動化定時系統調整作物受光面。



參訪茨城大學阿見校區及農學部。



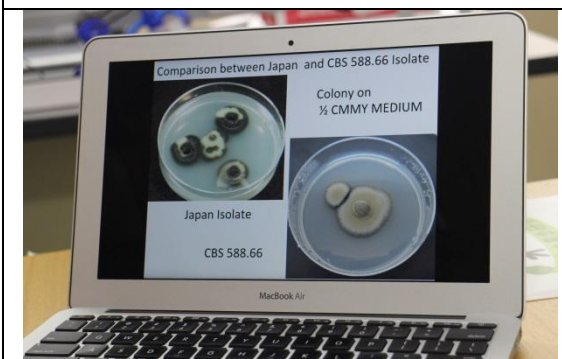
拜訪茨城大學應用生物資源學科成澤才彥教授。



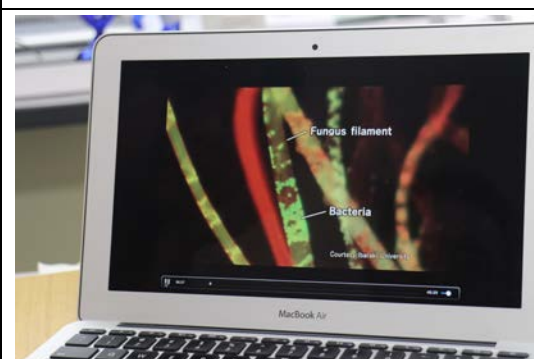
各種植物內生菌施用於白菜後與對照組之比較。



成澤教授解說植物內生菌之功用。



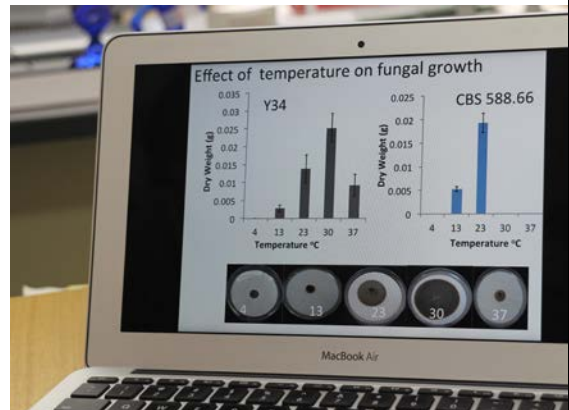
成澤教授說明內生菌的分離方式以及形態特徵。



植物內生菌於植物根表面細菌之關係（共生）。



應用組織培養之觀念測試內生菌對植物苗期促進生長作用 (in Megenta Box)。



成澤教授說明不同溫度對植物內生菌生長之影響，攝氏 20-30 度為其最適生長溫度。



暗色隔膜內生菌 DSE(Dark Septate Endophyte)可以纏聚作物根部，並可促進生長及誘導作物產生抗病性，為成澤教授近年來之研究主力，DSE 可產生高量的生長素 (Auxin)，施用 DSE 可以明顯增加作物的乾重。



利用土壤混拌內生菌(DSE)堆肥進行盆栽青蔥疫病與黑腐病之防治試驗。



成澤教授研究室所使用之內生菌之分離與鑑定流程。



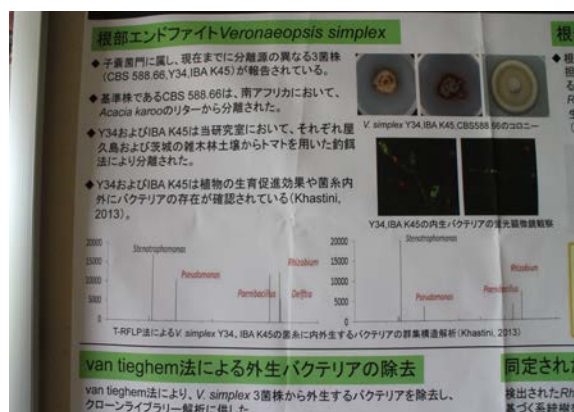
暗色隔膜內生菌 DSE 可以提升作物之耐鹽性。



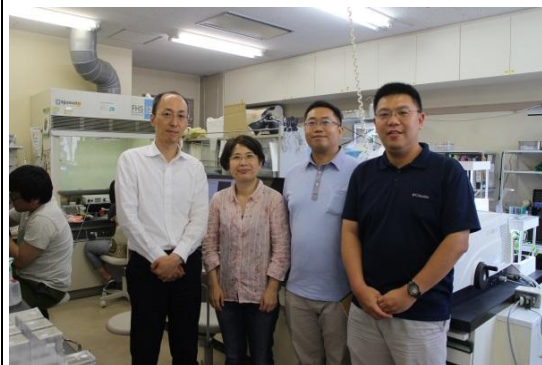
暗色隔膜内生菌 DSE 處理組可以預防萎凋病的發生。



暗色隔膜内生菌 DSE 處理可以促進作物生長，可能與其可產生高量的生長素 (Auxin) 有關。



成澤才彦教授近年來致力於植物内生菌之研究，並建立鑑定與分類系統，森林土壤為其主要分離地點。



與成澤才彦教授(左一)，國立中興大學鄧文玲副教授(左二)與台中區農業改良場郭建志助理研究員(右二)於茨城大學實驗室合影。