

出國報告 (出國類別:研習)

## 草莓主要病害檢測及防治技術應用

服務機關：行政院農業委員會苗栗區農業改良場

姓名職稱：鐘珮哲 副研究員

派赴國家：日本

出國期間：106年7月30日至106年8月8日

報告日期：106年10月31日

# 目次

摘要.....	3
出國行程.....	4
壹、 前言.....	5
貳、 日本草莓病害及檢測現況分析 .....	5
參、 日本農業食品產業技術綜合研究機構(NARO)參訪 .....	5
一、 野菜及花卉研究部門 .....	5
(一) 植物工廠.....	6
(二) 野菜生產研究領域 .....	7
二、 生物機能利用研究部門 .....	8
三、 中央農業研究中心病害研究領域 .....	8
(一) 抵抗性利用研究領域 .....	8
(二) 生態的防除團隊 .....	9
四、 果樹茶葉研究部門 .....	9
五、 種苗管理研究中心 .....	9
肆、 東京法政大學植物醫學系參訪及交流 .....	10
伍、 栃木縣農業試驗場參訪及交流 .....	13
陸、 千葉縣農林研究中心參訪及交流 .....	14
柒、 九州及沖繩農業研究中心 .....	16
捌、 心得及建議 .....	18
玖、 參考文獻.....	19

## 摘要

本次赴日研習，主要參訪日本農研機構(NARO)、東京法政大學植物醫學系、栃木縣農業試驗場、千葉縣農林研究中心、九州及沖繩農業研究中心等。日本早在 20 多年前因病害發生問題嚴重即開始建立健康種苗供應體系，近年來已漸趨完備，不同縣推出之新品種，大多由隸屬各縣之農業試驗場所以組織培養技術去病毒，得到所謂的基核株，同時日本研究單位針對草莓四種主要病毒病害(Strawberry vein banding virus (SVBV), strawberry crinkle virus (SCV), strawberry mottle virus (SMoV), strawberry mild yellow edge virus (SMYEV))，以 PCR 等檢測方式確認進入種源溫室之植株是不帶病毒的，再由基核株(5 株)繁殖出原原種(農業試驗場)，原原種繁殖原種(全國農協)，原種再繁殖育苗母株(農協)，最後由農民購買健康母株育苗，或者購買子苗直接定植。不帶病毒之基核苗為日本草莓苗供應體系之基本需求，因病毒將造成草莓產量減少 30-50%，因此筆者與相關專家討論目前台灣草莓母株繁殖子苗數量不若數十年前多時，日方建議應進行病毒檢測，確保種苗未帶病毒，或可提升育苗數量。針對炭疽病及萎凋病之檢測，原原種每株皆進行檢測，而基本上在原原種圃內之植株不會檢測到任何帶菌的植株。以栃木縣為例，600 多公頃之草莓種植面積，已 100%農民使用健康種苗供應體系，原原種每株約 400~ 500 円(折合台幣約為 110~140 元)，全數由地方政府補助，農協再進而繁殖 12,000 株原種苗，組合員繁殖採種母株，再由農民購買做為繁殖種苗之母株。此次參訪日本相關研究單位，不同縣市推動健康種苗制度略有不同，但基本上仍遵照三級繁殖制度，臺灣未必要完全仿照日本的模式，畢竟民族性不同，需要以適合臺灣農民之方式推動，健康種苗為首要重點項目，以目前台灣農民 80%以上自行育苗，如何順利轉換為健康種苗供應系統，宜以新品種搭配種苗供應體系的建立，初期或可以政府補助示範方式，尋找配合度高之農戶，一旦此體系供應之苗相當健康，農民自然而然信任此體系。此外，除了三級繁殖制度之外，農民若想以產銷班為單位育苗，另一種方式為輔導產銷班或育苗數量超過 10 萬株之農民，檢測母株，作為採種母株之來源，以減少病害問題。

## 出國行程

日期	地點	研習內容
7/30(日)	臺北-日本東京成田機場-筑波	起程 資料分析及整理
7/31(一)	日本農業食品產業技術綜合研究機構(NARO)	報告我國針對草莓病害檢測及輔導措施 日本及我國現行針對草莓病害檢測及防治技術交流 野菜及花卉研究部門、農業生物及基因資源研究部門、中央農業研究中心病害研究領域及果樹茶葉研究部門參訪
8/1(二)	東京法政大學	拜訪草莓病害研究專家石川成壽先生(Dr. Ishikawa, 自櫛木縣農業試驗場退休)、討論病害檢測技術及報告臺灣草莓病害研究現況
8/2(三)	日本農業食品產業技術綜合研究機構(NARO)- 櫛木縣農業試驗場	種苗管理研究中心參訪及技術交流 櫛木縣農業試驗場研習草莓病害檢測技術及交流
8/3(四)	千葉縣農林試驗場	千葉縣農林試驗場研習草莓病害檢測技術及交流
8/4(五)	筑波-福岡-久留米市	日本國內線班機飛抵福岡，轉乘地鐵至久留米市 日本農業食品產業技術綜合研究機構(NARO)九州分部 主要研究項目交流
8/5(六)	久留米市	草莓病害檢測技術交流，資料分析及整理
8/6(日)	久留米市	草莓病害檢測技術交流，資料分析及整理
8/7(一)	日本農業食品產業技術綜合研究機構(NARO)九州及沖繩農業研究中心	日本農業食品產業技術綜合研究機構(NARO)九州分部 草莓病害檢測技術及交流 參訪草莓育苗場及田間技術交流
8/8(二)	日本農業食品產業技術綜合研究機構(NARO)九州及沖繩農業研究中心	參訪草莓育苗場及田間技術交流

## 壹、前言

草莓育苗期長達 6 個月以上(每年 4 月-9 月)，育苗時最大之瓶頸在於病害管理，苗期常見病害為青枯病、白粉病、炭疽病，近年來調查發現炭疽病成為草莓育苗期之重要病害，除了炭疽病之外，目前田間有兩種鐮孢菌會造成草莓植株死亡(國內文獻尚無正式紀錄)，屬於近年草莓新興病害，一種感染草莓後造成植株葉片畸形，走蔓數降低；另一種則和炭疽病菌感染草莓冠部後造成草莓萎凋死亡之病徵相似。初步估算大湖種植面積約為 400 公頃，嚴重缺株面積約為 10 公頃，獅潭-種植面積約 40 公頃，其中 5 公頃補植率達 30%以上。此次參訪日本草莓相關研究單位，為了解日本草莓重要產區，於育苗期間針對重要病害炭疽病及萎凋病之監測、檢測及防治技術，以做為實際輔導農民時之參考。並且希望透過本次交流，與日本相關專家建立長期合作關係，以發展及應用相關重要檢測及防治技術，俾利草莓農民。

## 貳、日本草莓病害及檢測現況分析

由於炭疽病可以藉由壓器 (appressoria)於植物組織表面潛伏感染，並且可以產生二次孢子 (secondary conidia)，因此潛伏感染時仍舊可以產生分生孢子，造成田間感染源的增加與散播。由於此特性以及本病害感染草莓植株後可快速萎凋死亡，為確保種苗的健康，篩檢種苗是否帶有炭疽病菌為管控重點。日本由石川成壽教授 (Ishikawa)於 2003 年發表以酒精浸泡之方式(SDEI)處理草莓植株，可於 7-10 天後觀察到炭疽病菌之分生孢子(橘紅色菌泥)，Hirayama 等人 (2015)簡化上述方式後改為以酒精噴灑之方式，於田間監測草莓苗潛伏感染情形，可精準施用防治藥劑及有效降低田間發病率。Furuta 等人 (2017)則以結合 PCR 及 microtube hybridization 之方式，每年檢測育苗場炭疽病潛伏感染率，經三年監控及防治之育苗場可有效降低炭疽病潛伏感染率。

## 參、日本農業食品產業技術綜合研究機構(NARO)參訪

### 一、野菜及花卉研究部門

至日本農業食品產業技術綜合研究機構(NARO)之野菜及花卉研究部門參訪(圖 1)，NARO 位在荊城縣筑波市，此為一新興城市，日本政府為創立研究園區，將重要之農業研究部門移至此新城市，堪稱日本農業研究重鎮。首先拜訪的是研究部門長坂田好輝博士，該部門有 93 名正式研究人員，分布於 3 處不同地點(觀音台、藤本及津市)，

主要研究目標為野菜育種、野菜病蟲害 IPM 防治技術研究、以植物工廠生產野菜、花卉遺傳育種研究、花卉生產流通研究（病害防除、延長切花儲架壽命），近期發表之新品種為加工後顏色仍維持白色之白蘿蔔、單為結果性番茄，解決溫室授粉問題；轉入基因育成藍色之菊花等。筆者於此部門報告台灣草莓病害研究現況(圖 2)。



圖 1、右 2 為研究部門長坂田好輝博士，  
右 1 為本次赴日研習主要安排行程之窪田昌春博士



圖 2、筆者報告臺灣草莓病害現況

## (一) 植物工廠

由趙鐵軍博士介紹植物工廠，大部分種植在植物工廠內的作物皆非為全年生產，而是配合各研究人員的試驗工作而種植，以番茄為例，種植於太陽光利用型閉鎖式植物工廠內(圖 3)，使用水苔種植，提供養液，直立式生長，生長狀況極佳，蟲害管理採用 IPM 方式，以搭配黃色黏紙及營造適合天敵之環境，種植捕食性天敵昆蟲棲息之植物(圖 4)，以防治銀葉粉蝨。此外，搭配裝設紅色 LED 光源忌避害蟲，藍色 LED 光源誘引天敵昆蟲前往。



圖 3、植物工廠種植番茄



圖 4、利於天敵昆蟲棲息之環境

## (二) 野菜生產研究領域

由高橋德研究員介紹 Optimum Subsurface Irrigation System (OPSIS)，此為日本廣泛應用於露天或溫網室內蔬菜種植之節水系統(圖 5)，一般使用淹灌、滴灌或噴灌等給水方式，往往無法有效控制水量，並且造成水資源的浪費。此套系統埋設於栽種田區之地底下，可有效減少水分流失、無土壤沖蝕問題、無土壤黏附及潮濕問題。並由專門研究蘆筍生產管理之浦上敦子博士介紹溫室內種植蘆筍情形(圖 6)，此部分即使用此節水系統，土表未見多餘水分，植株生長良好，此節水系統當有助於水資源不充足之地區使用。

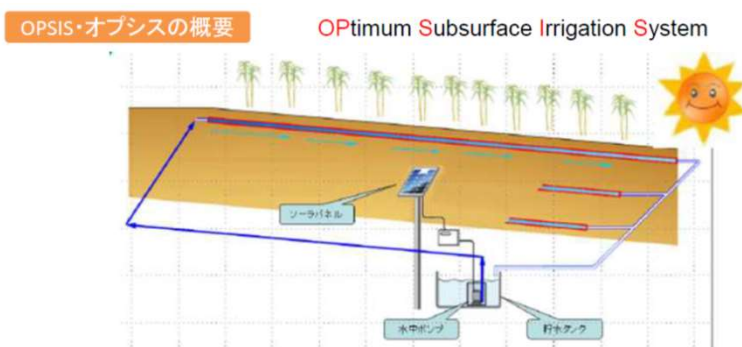


圖 5、OPSIS 節水系統



圖 6、蘆筍使用 OPSIS 栽植

## 二、生物機能利用研究部門

由藤井毅研究領域長及竹內香純主任研究員介紹該單位以分離自水稻和馬鈴薯根系之有益微生物菌 *Pseudomonas* sp., Os17 及 St29, 此兩株菌和 *Pseudomonas protegens* 相當類似, 但基因體層次上有些許不同。研究團隊發現此類菌株因可產生 Rhizoxin 的相似物, 而具有相當良好之生物防治能力。互相討論時, 他們也有興趣關於臺灣是否接受基因改造生物製劑, 目前日本及臺灣相關法令非常類似, 基因改造菌株是不能施用於田間的, 但有機農業或者友善農耕這部分越來越多農民投入是同樣的趨勢。

## 三、中央農業研究中心病害研究領域

由大藤泰雄研究領域長介紹該團隊之工作項目, 包含對於 phytoplasma、Tospovirus、viroid、水稻稻熱病抗藥性監測與管理策略、有害生物風險評估以及進出口檢疫等。

### (一) 抵抗性利用研究領域

鈴木文彥主席研究員以抗性基因及對環境的適應性為基準育成水稻抗稻熱病品種, 目前日本水稻總裁種面積約為 1,479,000 公頃(2015), 防治策略為使用健康種子(溫湯浸種)、肥料管理、去除下一季的感染源以及使用抗病品種。此外, 亦同時展開全國稻熱病抗藥性基因調查, 此研究團隊將抗藥性監測技術指導全國各縣市之研究單位, 以 multiplex PCR 之方式偵測 QoI 及 MBI-D 之抗性基因, 以模擬病原菌族群中抗藥性菌株的存在情形(圖 7)。並且藉由抗藥性族群的監測, 指導農民如何進行施藥以避免抗藥性發生, 如在管理區域範圍內, 限制育苗箱育苗時使用 QoI 殺真菌劑為 10-30%之範圍內; 改用其他非 QoI 殺真菌劑至少 3-5 年; 留種之水稻田需完全控制稻熱病之發生。筆者認為日本此種分工模式可作為參考, 對於臺灣許多重要病蟲害之監控與防治有相當之助益。

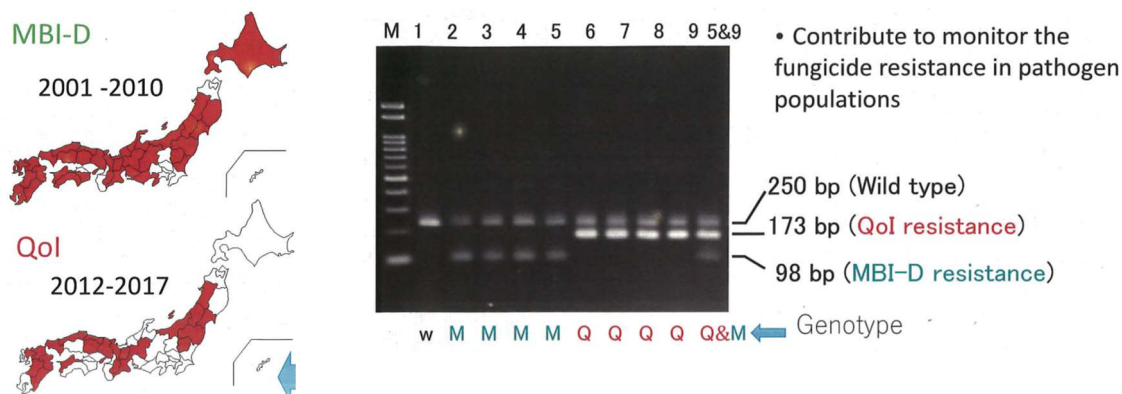


圖 7、全國水稻抗藥性監測



## (二) 生態的防除團隊

由吉田重信研究領域長介紹該團隊之研究宗旨，該團隊新成立於 2016 年，首要目標為經由預防植物病害的發生而推廣穩定且永續性的農業，筆者對於該團隊輔導農民精準用藥相當有興趣，由於農民對於土壤傳播性病害往往使用過多的燻蒸劑或者殺菌劑，不僅耗費成本，對於環境亦是一大衝擊，為了避免無謂的用藥及落實適當的病害管理，對於病害的診斷及病害發生潛勢(D-potential)之瞭解相當重要，因而他們發展了一套對於土壤傳播性病害管理的系統，全名為 Development of health checkup-based soilborne diseases management (HeSoDiM)，於田間落實之方式有如人類的健康檢查，由推廣人員確認病因後提供適當之防治策略，舉甘藍黃萎病為例，研究人員花了 9 年的時間進行田間調查，而提出以下針對不同病害發生潛勢之防治策略，田間無病害發生，且採收時莖部橫切面無壞疽，屬於第 1 級，無需防治；田間有病害發生，且採收時<5%植株莖部橫切面有壞疽，屬於第 2 級，需改變種植時間、種植中高抗性品種，且由於線蟲會幫助病害發展因此需搭配施用殺線蟲劑；田間有病害發生，且採收時>5%植株莖部橫切面有壞疽，屬於第 3 級，需改變種植時間、種植高抗性品種，並且進行土壤燻蒸處理。以此種模式輔導，增加農民收益 10%以上，且減少非必要之藥劑投入。

## 四、果樹茶葉研究部門

由足立嘉彥領域長介紹該團隊所研發之果樹病害防治技術，主要研究範疇包含日本梨瘡痂病、葡萄露菌病、奇異果細菌性潰瘍病以及桃細菌性穿孔病等，討論到葡萄病害時，露菌病同樣為田間問題，他們非常驚訝於臺灣的巨峰葡萄可以 1 年 2 收。此外，筆者曾研讀過日本發表以溫水治療法處理梨白紋羽病，由於致病菌不耐高溫（35°C 即除滅），此系統施作後維持根圈在 40°C，殺滅致病菌，對環境是友善的防治方式，且造成熱抗性菌株產生的風險相當低。由於近年來苗栗縣轄區的果樹常發生白紋羽病問題，正好此技術即為該團隊所開發，請教如何於山坡地施作較佳，然目前日本亦面臨此問題，此技術為適合平地施作，若施作於山坡地則效果不佳，因而尚待解決此問題。

## 五、種苗管理研究中心

由佐藤仁敏部長介紹(圖 8)，種苗管理中心在日本國內有 12 個試驗場所，此中心每年檢查全國 3 千多件的市售種子產品，測試其發芽率等特性是否符合包裝說明(圖 9)。此外，該中心負責日本國內馬鈴薯三級繁殖制度，每年約有 70 種以上之馬鈴薯品種

藉由此繁殖制度大量繁殖，該繁殖制度結構如下：由育種者或研究機關提供新品種，NCSS 負責生產原原種，從組織培養開始，瓶苗馴化、田間種植至採收原原種薯，約需花費 1-5 年的時間，此期間由 NCSS 自行檢測病害；再由地方自治體（道縣）生產原種薯，農協生產採種薯，再販售給一般農民進行馬鈴薯栽種，原種薯及採種薯的病害檢測由植物檢疫單位執行。同時該中心亦為 ISTA (International Seed Testing Association) 認證實驗室，其所實施之種苗認證及發證皆按照此國際組織之標準方式，依照業者提出所需檢測項目，收取不同費用，並且依不同取樣方式，分橘色及藍色之證書。部門長報告該中心組織任務及工作目標時，筆者詢問有關該中心是否同時肩負草莓種苗繁殖體系檢測任務，他表示由於草莓非全國性作物，因而僅馬鈴薯此種全國性作物由 NCSS 負責執行，草莓依不同品系歸屬各縣市農業試驗場所負責。日本農業研究機構對於研究分工相當完善，從種苗制度的成熟及完備可知各分層負責單位相當熟稔負責之工作細項，未來草莓種苗供應體系建立時可參考此方式建立國內所需之供苗體系。



圖 8、右 2 為 NCSS 佐藤仁敏部長

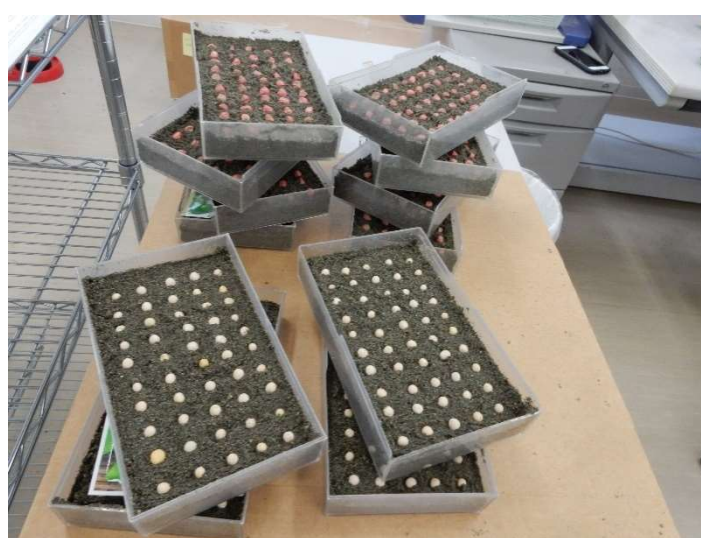


圖 9、NCSS 每年檢測市售種子達 3 千多件

#### 肆、東京法政大學植物醫學系參訪及交流

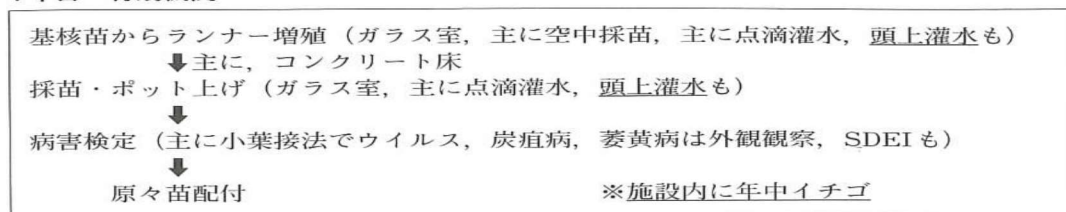
從筑波轉乘日本國內鐵路系統至東京法政大學拜訪植物醫學系石川成壽教授 (Dr. Ishikawa)(圖 10)，石川教授原為栃木縣農業試驗場農業技術部部長，退休後至法政大學執教，對於草莓病害及種苗三級繁殖制度擁有相當豐富之實務經驗，日本的草莓

種苗供應體系相當完備，不同縣推出之新品種，大多由隸屬各縣之農業試驗場所以組織培養技術去病毒，得到所謂的基核株，目前草莓有四種主要病毒病害(Strawberry vein banding virus (SVBV), strawberry crinkle virus (SCV), strawberry mottle virus (SMoV), strawberry mild yellow edge virus (SMYEV))，以 PCR 等檢測方式確認進入種源溫室之植株是不帶病毒的，再由基核株(5 株)繁殖出原原種(農業試驗場)，原原種繁殖原種(全國農協)，原種再繁殖育苗母株(農協)，農民再購買母株育苗，或者購買子苗直接定植(圖 11)。不帶病毒之基核苗為日本草莓苗供應體系之基本需求，因病毒將造成草莓產量減少 30-50%，因此筆者與石川教授討論目前台灣草莓母株繁殖子苗數量不若數十年前多時，石川教授建議應進行病毒檢測，確保種苗未帶病毒，或可提升育苗數量，以日本育苗體系中，草莓母株平均每株可生產 100 株以上之子苗。針對炭疽病及萎凋病之檢測，原原種是每株皆進行檢測，而基本上在原原種圃內之植株不會檢測到任何帶菌的植株。筆者於石川教授實驗室報告目前台灣草莓產業所面臨之病害窘境，以及本場近年來之積極作為，日本早在 20 多年前因病害發生問題即開始建立種苗供應體系，近年來已相當完備，以栃木縣為例，600 多公頃之草莓種植面積，已 100%農民使用健康種苗供應體系，筆者請教石川教授以目前台灣農民 80%以上自行育苗，該如何順利轉換為健康種苗供應系統，石川教授認為新品種搭配種苗供應體系的建立相當重要，豐香已在台灣使用 40 年之久，且連續多年出現嚴重病害問題，政府應盡速選育新品種(品系)並建立健康種苗供應體系，初期可以政府補助示範方式，尋找配合度高之農戶，一旦此體系供應之苗相當健康，農民自然而然信任此體系。石川教授的研究生簡報近幾年來該研究室發現的草莓新病害，由真菌性病原 *Neopestalotiopsis protearum* 所造成，初步判斷該病原菌可能來自樹林，造成草莓葉柄紫色，筆者與石川教授討論此病害與炭疽病如何區分以及是否有何種品系對此菌特別敏感?石川教授表示炭疽病造成的凹陷是產生橘紅色菌泥，而此菌造成的凹陷呈現白色狀，外表型態不同；至於品系之間的差異性，他們尚未進行比較。石川教授詢問目前台灣是否發現此病害，筆者近年來檢測炭疽病潛伏感染時，於葉柄及走蔓曾看過數次此種真菌孢子，是否有致病性尚待證實。這次拜訪石川教授及與其實驗室交流目前日本和臺灣草莓病害之現況，獲益匪淺，石川教授曾至臺灣旅遊不下十次，筆者認為當臺灣供苗體系已可於農民團體或農戶示範觀摩時，可適時邀請石川教授至臺灣現場指導，給予相關建議與交流，當俾利於整個系統之發展。

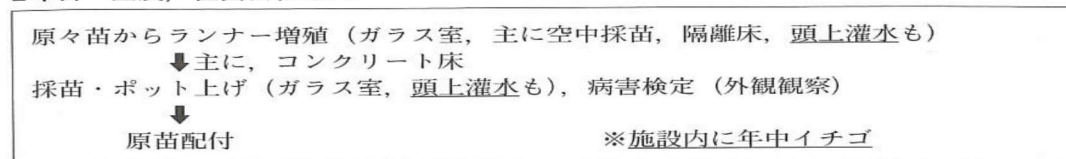


圖 10、左 2 為石川成壽教授

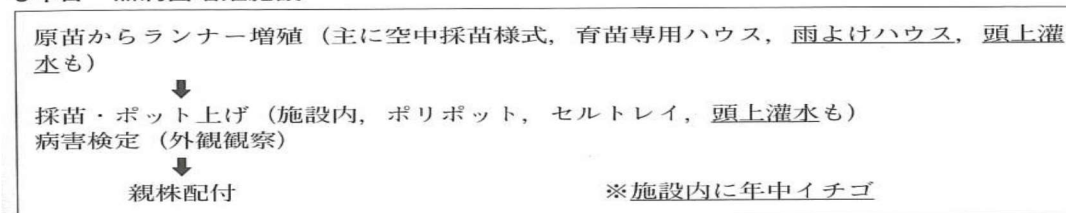
1 年目 育成機関



2 年目 全農，種苗会社など



3 年目 無病苗増殖施設



4 年目 生産農家

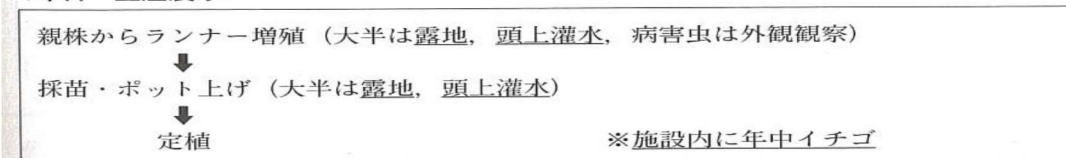


圖 11、日本現行草莓育苗體系

## 伍、 栃木縣農業試驗場參訪及交流

該縣為目前日本草莓栽種面積最大之地區，參訪時由福田充部長補佐兼室長(圖 12)說明近年來該團隊針對草莓病害所進行之研究工作，包含對於炭疽病及萎黃病抗病性各潛力品系選拔、以 LAMP 迅速診斷炭疽病、調查草莓耐萎黃病品種受感染之縣內分布情形、探討供水系統對於炭疽病傳播之影響等。該研究室配合育種研究人員每年皆大量篩選耐炭疽病及萎黃病之品系，至進行篩選之溫室可見 50 種以上之品系正在進行同步篩選，經過至少 3 次之溫室篩選，確認具有抗病特性，並配合相關栽培特性皆符合需求，經嚴格把關才進入田間試種。炭疽病原使用石川教授所發表之酒精法檢測技術，但因為較耗費時間(約需 10~14 天)，因而該團隊發展了 LAMP 法，即為恆溫環狀擴增法，此技術與 PCR 技術主要不同之處在於前者可以在恆溫下反應，所以只需要溫度能達到 60-70℃ 的簡單恆溫儀器，如水浴槽(water bath)或加熱板(heat block)。LAMP 反應需要 3 組引子對(primers)，分別為外引子對(outer primers)、內引子對(inner primers)以及環狀引子對(loop primers)，其中的引子對必須針對目標物序列的特異區而加以設計，這樣檢測目標物才會具有專一性。若為陽性反應，由肉眼即可見反應溶液中顯現綠色螢光。筆者相當有興趣於該團隊發展此技術所需之檢測成本及時間，因以往認為 LAMP 之成本較高，但如下表所示可見三種不同技術所需之檢測時間及成本：

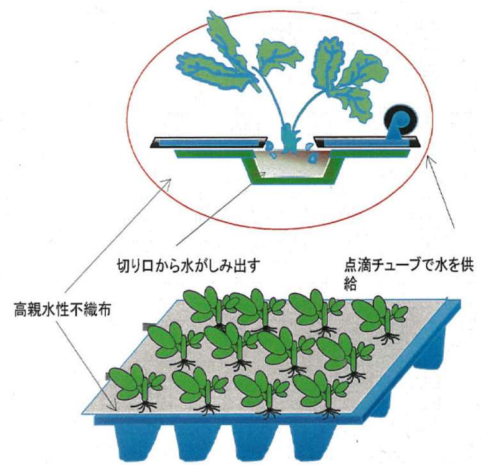
	酒精診斷法	PCR 法	LAMP 法
診斷時間	15 日	8 日	90 分
診斷費用	20 円/檢體	370 円/檢體	250 円/檢體

LAMP 法每件檢體所需之成本折合台幣約為 70 元，尚在可接受範圍內，且相當重要的是大幅提升檢測效率，此法，該團隊亦推廣給農民使用。該團隊進行田間試驗，確認苗期供水方式對於炭疽病之傳播相當重要，若以植株上部之方式給水，相當有利於炭疽病菌之傳播，相對之下若以底部給水(滴帶給水)配合鋪設高親水性不織布，較易於控制水分，多餘之水分由不織布所吸收，對於炭疽病之管理容易許多(圖 13)。由於該縣 600 多公頃之面積，100% 的農民皆遵從種苗三級繁殖制度，筆者相當好奇供苗量、每株原原種苗的價格以及是否會有種苗發病造成糾紛或者賠償問題，他們的答覆是原原種的供苗量(視不同品種市場需求不同)大約 600 株，每株約 400~500 円(折合台幣

約為 110~140 元)，全數由地方政府補助，農協再進而繁殖 12,000 株原種苗，組合員繁殖採種母株，再由農民購買做為繁殖種苗之母株。健康種苗供應體系建立在互信基礎，目前並未發生賠償問題，即使偶爾有幾次出現種苗染病問題，農民僅止於要求下次做好。參觀其草莓種植溫室時，溫室內保留有帶病毒 20 多年之植株，作為檢定用之品系，未來臺灣若有相關材料需求，可透過 NARO 研究人員接洽，此外，筆者觀察帶有病毒之植株外觀，部分病毒株所顯現之病徵，疑似在臺灣有觀察過，確實有必要檢測目前臺灣草莓植株帶病毒之情形，並且確認不同病毒存在是否對於草莓植株生理有加成之影響，未來進而確認夏天繁殖苗走蔓數量減少，是否與帶病毒相關。



圖 12、福田充部長補佐兼室長(圖中)



(図：農業技術体系野菜編を改変。三木、2007)

株元かん水

圖 13、滴帶給水降低病害發生率

## 陸、千葉縣農林研究中心參訪及交流

千葉縣草莓種植面積約為 220 公頃，本次拜訪千葉縣農林研究中心，由負責栽培管理之 Satoshi Fukao 研究員及做病害檢測的中田菜菜子研究員所接待(圖 14)，首先至溫室種植草莓苗之處參觀，千葉縣的草莓母本送至北海道(夏天較為冷涼)育苗，繁殖後之種苗再送回千葉種植，育苗期間監控炭疽病之方式為 SDEI，但因此法可能會將帶有非病原性菌株之草莓苗汰除，造成浪費，因而檢測實驗室另外再開發 PCR 檢測技術。筆者於溫室內所觀察到之草莓苗皆相當健康，無病徵，並可見不同品種，請教管理及給水方式，育苗期間大約 2 周用一次藥，人工以水管澆水，筆者此行深刻體悟到若草莓苗的源頭即已斷絕病原菌，當移至有遮雨設施之溫室內，病害管理相對容易，

他們雖然也是直接去除老葉老蔓，在冠部造成傷口，但因為沒有病原菌潛伏感染之問題，因此，也不大會有從傷口入侵之情形。有關農民定植本田後之狀況，於草莓本田幾乎已不見補植問題，最多 1%之缺株率，相較之下台灣平均達 20%，少數情況較佳之農戶為 1-5%，應該盡速解決此一窘境。與中田研究員討論病害檢測問題，該縣每年炭疽病檢測約在 4 月前完成，檢測費用由縣府支付。由於 *C. gloeosporioides* 為一 species complex，歸屬其中的不同種間往往需要使用多基因座之方式鑑定種類，該團隊於 2017 年發表利用 1 個 marker 將 *C. fructicola*、*C. aenigma* 及 *C. siamense* 成功自該 species complex 分開，此為日本首次報導感染草莓之炭疽病菌有不同之炭疽病菌種類，及其多樣性。關於此部分，筆者亦分享目前在臺灣草莓炭疽病之分類研究，從 2009 年開始，從草莓植株各部位分離保存炭疽病菌株，並與台灣大學團隊共同分析，目前造成草莓冠腐最為嚴重之菌株，可能為一新種，並即將將相關內容發表。此外，雖然千葉縣草莓農民育苗時僅 2 周用一次藥劑，研究人員已在關注及研究炭疽病菌株抗藥性發生的情形，菌株來源為 20 多年來分離自千葉縣約 110 株之炭疽病菌株，分別測試對於 benomyl、diethofencarb 及 azoxystrobin 類藥劑之抗感性，發現不同年份所分離之菌株中，可耐受 azoxystrobin 類藥劑之菌株皆屬於 *C. fructicola*，未來將針對菌株抗感性提出相關因應措施。



圖 14、Satoshi Fukao 研究員(右 2)及中田菜菜子研究員(右 1)

## 柒、九州及沖繩農業研究中心

此行非常感謝窪田博士用心安排，特地安排至此研究中心參訪，因其位於九州福岡縣久留米市，氣候與臺灣較為相似，福岡縣草莓種植面積位居日本第二(約 450 公頃，僅次於栃木縣)，而且目前臺灣農民種植最多的桃園 1 號(豐香，TOYONOKA)即源自此研究中心之育種人員所育成，有如尋根之旅，相當具有意義，然該中心研究人員表示，豐香由於耐病性差等特性，已於 20 多年前淘汰，現幾乎已找不到農民種植此品種。Dr. Yamato 介紹該中心主要研究重點工作，此研究中心致力於植物工廠及草莓育種研究，由於九州夏天非常炎熱，白天溫度可達攝氏 37 度以上，多數草莓育苗是在溫室內，降溫系統非常重要，在此研究中心內，儲存相當多雨水於地底，使用此低溫之水於降溫用之水簾，使培育草莓種苗之溫室溫度較容易維持在 25-28 度，且草莓苗之供水方式為滴帶給水，並在滴帶下方放置不織布(圖 15)，吸取多餘水分，以減少炭疽病之發生，筆者環視育苗場域內，除些許葉片有葉蟬危害之外，看不到任何一株有病徵之草莓苗，管理相當徹底。大多數農民定植草莓之時間落在每年 9 月 20 日前後，定植初期氣溫尚高，進入冬天後氣溫偏低，因而發展以地下水保持冠部溫度之保溫系統，此方法源自於全年生產草莓之計畫，實際應用方式為以儲存之地下水連接管路於植床上之植株冠部鄰近位置，由於冠部是草莓葉片及花芽產生之重要部位，整個生產季節水溫維持在 20°C，定植初期時幫助冠部降溫，冬天寒冷時幫助冠部保溫，此方法可有效提升早期產量及有助於第二期花的產生。於九州草莓育苗期主要病蟲害問題為白粉病、葉蟬、蚜蟲，因此 Dr. Takayama 發展了熱蒸氣處理(圖 16)，以 52°C 處理 5 分鐘，可有效防除草莓苗之白粉病、葉蟬及蚜蟲，此法若超過 52°C，將造成草莓苗



圖 15、滴帶方式給水有效控制病害



圖 16、熱蒸氣處理病蟲害



的熱障礙，造成苗枯死，若溫度降低至 50°C，則處理時間需延長至 10 分鐘。目前此套系統尚未正式推廣給農民使用，其所需之設備費用約為 120 萬日圓，每次可同步處理 4000 株苗，未來將推廣於草莓苗定植前處理，以有效減少定植後病蟲害問題。Dr. Moriwaki 主要研究各種作物之炭疽病菌的分類及防治技術，針對草莓炭疽病之防治，他近年來致力於研究 HOC1(次亞塩素酸水)之使用，根據文獻記載，此資材可有效防除胡瓜白粉病及炭疽病、番茄白粉病及葉黴病、草莓灰黴病等，對於草莓炭疽病之防除效果，於實驗室內篩選發現，混合炭疽病分生孢子( $10^4\sim 10^5$ 個/ml)與該資材(pH6.3，有效塩素 30ppm，以無菌水稀釋 100 倍)之後，以 1 比 1 混合 3-5 秒後，塗布於 PDA 培養基上，與對照組相較，可見炭疽病孢子皆無法生長。實際應用於育苗圃，事先將炭疽病菌接種於各試驗小區最中間之 2 株植株(每小區 22 株健全苗)，每日以植株頂上噴灌之方式，對照組僅有水，試驗組則為次亞塩素酸水，每周調查發病情況，自 7 月初調查至 9 月底，數據顯示施用資材之試驗組炭疽病菌沒有擴散之現象，只施用水之對照區則明顯擴散，2015 年之感染株率對照組為 100%，試驗組為近 60%，但隔年 2016 年再進行 1 次，發現對照組感染率仍非常高(超過 80%)，試驗組則低於 10%，推測連續 2 年試驗結果不同，可能是因為供試苗品種不同且源自於最初之潛伏感染情形可能也不同，初步看來此資材對於植株生長無明顯影響，未來尚待研究是否影響產量。Dr. Kota 研究人工外加之光源，由於日本有近 90%的草莓農民在溫室內種植草莓，因而草莓果實生產期間(1-4 月)需外加人工光源，於上午 6 點至下午 6 點，共處理 12 小時，可促進光合作用，促進果實肥大及提升糖度。

於福岡縣參訪 2 處草莓農民，一為筑紫野草莓農園，該農園使用深達 50 公尺之地下水做為草莓苗之供水來源，筆者實際觸摸並飲用此水，相當乾淨且冰涼，園主石橋德昭先生強力建議育苗應在防雨設施下育苗，且避免使用噴灌方式給水，筆者觀察該農園使用之給水方式，皆為滴帶給水(圖 17)，繁殖母株每 4-5 年更換健康種苗，即使在溫度高達 37-38 度之溫室幾乎未見發病植株，可見健康母株、遮雨設施及給水方式相當重要。另一處草莓農民(山下陽市先生)繁殖相當多之 Amaou(品種名)，雖然此品種較不耐炭疽病，但育苗區域仍不見炭疽病株，討論發現也是因為健康種苗繁殖制度嚴格遵守，育苗期間若遇雨季施藥頻率為每周 1 次，採果期則 1 個月用 1 次藥或不用藥劑，並且嘗試不同用肥方式，調整不同採果期，使採果期間皆有果實可以生產，而不會集中在某些時間。



圖 17、育苗採滴帶給水



圖 18、Amaou 為福岡重要栽培品種

## 捌、心得及建議

本次至日本研習，對於其所建立的草莓健康種苗繁殖體系，深感敬佩，不同縣市推動健康種苗制度略有不同，但基本上仍遵照三級繁殖制度，臺灣未必要完全仿照日本的模式，畢竟民族性不同，需要以適合臺灣農民之方式推動，健康種苗為首要重點項目，以目前台灣農民 80% 以上自行育苗，如何順利轉換為健康種苗供應系統，宜以新品種搭配種苗供應體系的建立，豐香已在台灣使用 40 年之久，且連續多年出現嚴重病害問題，應盡速選育新品種(品系)並建立健康種苗供應體系，初期可以政府補助示範方式，尋找配合度高之農戶，一旦此體系供應之苗相當健康，農民自然而然信任此體系。此外，除了三級繁殖制度之外，農民若想以產銷班為單位育苗，另一種方式為輔導產銷班或育苗數量超過 10 萬株之農民，檢測母株，作為採種母株之來源，以減少病害問題。近年來由於草莓病害問題嚴重，我們刻正努力開發適合台灣使用的檢測技術，透過此次參訪也鼓勵了開發檢測技術的決心及重要性。除了草莓病害問題外，此次也參訪了不同病害實驗室，深刻瞭解日本相關病害研究人員雖然分布各地，但卻集合眾研究人員力量，將全國稻熱病抗藥性基因完整調查，以適時發布抗藥性現況，及早轉換其他防治藥劑。此外，筆者亦既訝異且羨慕日本研究單位與農業基層單位落實分層負責及良好分工，研究單位的研發成果或相關技術，是藉由講習或訓練傳授給農協(農民團體)，農民操作農事工作遇到任何問題是先找農協解決，若是無法解決才會由農協找研究單位協助，反觀臺灣，試驗改良場所的植物保護研究人員往往擔負龐大的服

務工作，及肩負各種業務，往往只能犧牲掉研究工作時間，雖然接受各種業務得以成長，但卻無法專精於某項作物，或某項病蟲害，實在可惜。如今，植物醫師的推動，或可改善目前之狀態，由植物醫師作為最前線之診斷防治人員，試驗改良場所成為後援部隊及研提相關研究計畫解決田間問題，減少研究人員例行業務，以提升研發成果及應用性。

## 玖、參考文獻

1. Furuta, K., Nagashima, S., Inukai, T., and Masuta, C. 2017. Construction of a System for the Strawberry Nursery Production towards Elimination of Latent Infection of Anthracnose Fungi by a Combination of PCR and Microtube Hybridization. *Plant Pathol. J.* 33(1) : 80-86.
2. Hirayama, Y., Asano, S., Kubota, M., Tojo M., and Ohki, S. T. 2015. A Practical Method for Forecasting Strawberry Anthracnose Caused by *Glomerella cingulata* Using an Ethanol-spray Treatment in Nara Prefecture, Japan. *Ann. Rept. Kansai Pl. Prot.* 57: 25-29.
3. Ishikawa. 2003. Method to diagnose latent infection by *Glomerella cingulata* in strawberry plants using ethanol. *J Gen Plant Pathol* 69:372 – 377.
4. Suga, H., Hirayama, Y., Morishima, M., Suzuki, T., Kageyama, K., and Hyakumachi, M. 2013. Development of PCR primers to identify *Fusarium oxysporum* f. sp. *fragariae*. *Plant Disease.* 97:619-625.
5. 石川成壽. 2012. 草莓炭疽病、萎黃病. 社團法人農山漁村文化協會. 141pp.
6. 鈴木幹彦, et al., 2012. イチゴ原々種苗生産圃場での炭疽病菌 PCR 検査を組み入れた健全苗生産体系. 佐賀県農業試験研究センター.
7. 岡山健夫, 平山喜彦, 2013. イチゴ苗の長期冷蔵処理による炭疽病菌 (*Glomerella cingulata*) 潜在感染株の低減. *日本植物病理学会報.* 79, 269-274.