

出國報告（出國類別：研究）

「2017 年農業研發成果產業多元性增值應用」

稻田彩繪收穫及稻米加工之技術交流報告

服務機關：行政院農業委員會苗栗區農業改良場

姓名職稱：張素貞研究員

王志瑄技佐

派赴國家：日本

出國期間：中華民國 106 年 9 月 30 日~ 10 月 8 日

報告日期：中華民國 106 年 12 月 25 日

目次

摘要.....	3
目的.....	4
研習行程.....	5
研習內容.....	6
研習心得.....	11
研習建議.....	12
結論.....	13
附錄（研習照片等）.....	14

摘要

本次赴日本研習主要為稻田彩繪收穫操作減少稻田汙染技術及稻草發酵技術交流，參訪交流單位或活動包括日本青森縣平川市舍田館村稻田彩繪（稻田藝術）收穫作業、周邊商品促銷策略及青森縣稻米產業加工等，次為與青森縣弘前大學，筑波農業食品產業技術總合研究機構（農研機構）及東京農業大學交流稻米加工相關研究與應用。稻田彩繪田間收穫活動程序，先割去背景稻的綠色品種，留下圖案品種還可以持續吸引遊客 2~3 周，另將割取稻株置於田間，以木柱支持疊放方式自然乾燥，並於 11 月 18~19 日讓參加民眾憑票換米。青森縣舍田館役所（相當於公所）辦理此活動的展示區有兩處，兩處之間有免費接駁車，每處均設有觀景台（約 4~5 層樓高），登觀景台收取費用台幣約 100 元。第二處展示區臨近通南私鐵火車站，公共交通便利，並利用米粒油畫裝飾車站非常吸睛。周邊還設有休閒活動設施，如騎車、親子遊憩區，讓民眾可以攜老扶幼來此處消磨半日，還有周邊產品以主打的水稻品種晴天霹靂，將其製成蛋糕禮物、釀造酒等可以購買。在學術單位交流上，主要得到資訊為日本為緩解稻米產量過剩與提高糧食自給率，在多樣性米的利用方式的開發不遺餘力，如針對 30% 外食米消費者育成適合冷凍飯之品種、製成米麵包及麵、以及減少進口飼料之飼料米品種等；稻草加工發酵技術以氧化鈣前處理與微生物谷胱甘肽生產酵母，進行纖維素水解是最佳化的組合。在產業交流上，於 10 月 4 日至 6 日於東京國際展覽中心之 2017 農業創新展的會場上，許多稻米研究單位，以機能性的米為新目標，其中最引人注目的是在 GABA 米之外，另外新發展減緩老人肌少症的米(Cblin)，以因應在老齡社會易漸惡化所面臨的問題。除此之外會場中與目前臺灣水稻產業發展相關議題如下：發現日本的紅米問題從 10 年前就已發生，截至目前為止沒有根除的良方，建議加強田間除去異品種的作業及利用多次翻犁加噴施除草劑，減少紅米種子的繁衍，另田間自走小型除草機研發已在測試中，以上值得提供國內相關研究者參考之。

目的

水稻為臺灣重要的糧食作物，2016 年稻穀產量約有 126 萬公噸，但隨著近年來國人消費形態改變，稻米消費量漸減，使得稻米生產過剩，如何將水稻產業轉型與提升米食產品多元利用，為目前水稻產業所面臨的課題。利用多中不同葉色的水稻品種產生的稻田彩繪是將水稻產業引入觀光業之多角化發展，行政院農業委員會苗栗區農業良場於 2002 年發展出臺灣的稻田彩繪發展技術，至今於田間實行過程中面臨插秧費工費時等問題與田間佈點精確性的挑戰。本次計畫前往日本稻田彩繪之發想地區-日本青森縣平川市田舍館村，期望了解目前日本稻田彩繪發展現況及其相對應問題之相關最新操作。另，紅米汙染問題同時也影響日本水稻生產，透過此次研習也希望了解日方對於紅米問題的研究發展。另稻米加工技術交流為本次出國目的之一，其中稻草發酵技術為最重要項。本出國係 2017 年本場參與農委會申請國科會「農業研發成果產業多元性增值應用(Multiple value applied by Agricultural R & D)」計畫下，針對技術創新、農業新品種、智財佈局、東南亞發展、產業化等(Technology innovation、New agricultural varieties、Intellectual property layout、South-East Asia development、Industrialization)多面向進行國際交流，主要目的在開發水稻多元化利用與應用，以瞭解其在日本稻田彩繪發展，並比較兩國推動此技術差異性，本次研習以配合當地收穫時期活動為主；另參與日本 2017 年農業創新展，了解稻米加工最新發展。

研習行程

農業研發成果產業多元性增值應用計畫-稻田彩繪收穫研習行程

苗栗場前往本青森縣田舍館村(Aomori)稻田彩繪收穫之技術交流 (106年9月30日~10月8日)行程表

09月30日(六)	去程 台北松山機場經國際線飛往日本東京羽田機場 轉日本國內線青森機場 前往青森縣弘前市
10月01日(日)	赴青森縣平川市田舍館村參加稻田彩繪田間收穫作業
10月02日(一)	拜訪弘前大學農業生命科學部稻米加工研究
10月03日(二)	赴筑波日本農業研究機構(NARO)
10月04日(三)	與水稻加工及發酵相關研究人員交流
10月05日(四)	參觀NARO農業成果館及拜訪遺傳資源中心與交流
10月06日(五)	拜訪東京農業大學稻米加工實驗室與交流 參加東京國際展覽中心日本2017農業創新展
10月07日(六)	參訪東京地區市場稻米加工
10月08日(日)	返程 由東京成田機場經國際線飛回臺灣桃園機場

備註：本次研習行程主要前往位於日本國東北地區青森縣作為稻田彩繪發源地的田舍館村，並實際參與稻田彩繪收穫活動，瞭解日本稻田彩繪活動的運行方式及目前田間操作模式。

研習內容

一、前言

臺灣稻田彩繪發展自 2002 年，至今有許多單位參與，其中除了行政院農業委員會苗栗區農業良場啟動投入，而其他單位除了農業試驗所針對特殊葉色水稻，選育黃色、白色及深紫色等品種外，尚有兩所科技大學提供攝影空拍即 2D 轉 3D 等技術發展。於是，由九宮格圖案人工佈點至電腦佈點，2D 圖呈現到 3D 圖，由 2 色增加至 5 色，均顯示臺灣對此技術的重視。然而在發展過程中，發現在圖案精緻度、田間實務佈點以及插秧等技術尚需提昇。稻田彩繪除了在台灣發展，同時日本亦以稻田工藝發展，並屢次躍上國際媒體報導。因此苗栗區農業良場申請科技研發基金計畫，獲得前往日本實地研習該技術在插秧與收穫操作的機會，6 月間已瞭解日本在此技術上插秧方式，此次期望在收穫期了解該栽種方式對稻米田間混種的影響。另對日本水稻加工近來研究發展的情形，進行產官學的交流，以利本場未來發展稻草副加產品相關研究的方向。

二、主要內容

本次研習行程主要前往位於日本國東北地區青森縣作為稻田彩繪發源地的田舍館村，並實際參與稻田彩繪收穫活動，了解日本稻田彩繪活動的運行方式及田間收穫操作模式，對稻田混種之影響程度。同時為稻米加工多元化利用參訪青森縣國立弘前大學農業生命科學部、筑波日本農業研究機構、及東京農業大學稻米加工實驗室等，並與產業交流，參與東京國際展覽中心農業創新展、及東京地區市場稻米加工調查等。

(一)日本稻田彩繪收穫活動-田舍館村

日本青森縣田舍館村位於田舍館村(いなかだてむら；Inakadate mura) 是位於青之森縣中部平川市，津輕平野的村。其被稱為北方稻作文化的發祥地，為稻田彩繪之發想地區，也為本次參訪行程之重點所在地。於 1993 年稻田彩繪自本田舍館村發起，而自 2010 年以後稻田彩繪更是在日本全國遍地開花。

每年於 6 月初舉辦插植體驗活動以及 10 月初的割稻體驗活動，吸引民眾與觀光客參與，於 2007 年約有 24 萬人造訪。本次收穫活動於 10 月 1 日舉開，邀集對象以中小學生為主，營造親子共享的活動。為了發揚流傳至今的人力種稻文化，以及讓更多人體驗到務農的樂趣，1993 年日本第一次使用紫色及黃色等各種不同顏色的稻米代替顏料，製作出岩木山圖案及文字等巨大的藝術田園畫作。由觀景台觀賞用精細測量及設計出來的藝術田園展，不僅受到海外媒體注意，至今已吸引超過 10 萬人以上的遊客前來，在 2014 年 9 月日本天皇及皇后也曾到訪過。2017 年活動有兩個會場，第一會場以日本神話故事「八岐大蛇與須佐之男命」為主題，第二會場以著名民間故事「桃太郎」作為創作題材，繪出桃太郎帶領動物們前往打鬼的場景。吸引了許多遊客攜老帶幼前來參觀，甚至有不同國籍的遊客。利用此次活動推廣在地的綠色葉水稻品種晴天霹靂，還將該米磨成粉做成米蛋糕，為此活動特色之一。另在其他顏色栽種品種粒型均屬小粒型且脫粒性非常難，導致其落粒現象幾乎無，不會產生落粒自生苗田間混種的情形。同時在收穫活動時先請參加者將綠色品種收穫後才收有色種，此為減少混種的方式之一。所收穫的稻株以木樁疊放曬乾，儘量避免收穫機收割，此也是栽種有色種應該注意的。在兩處會場鄰近 100 公尺無其他稻田，有防堵有色稻花粉飛散汙染的效果。近年來臺灣的紅米問題日益嚴重，許多專家認為與有色稻與稻田彩繪推動有關，但在此次出國與日本產業技術交流時，所得到的資訊是直播或自行留種也是導致紅米問題的可能原因之一（詳參東京國際展覽中心農業創新展）。

(二) 稻米加工多元化利用

參訪青森縣國立弘前大學農業生命科學部、筑波日本農業研究機構、及東京農業大學稻米加工實驗室等，並與產業交流，參與東京國際展覽中心農業創新展、及東京地區市場稻米加工調查等。

國立大學法人弘前大學乃位於青森縣弘前市的國立大學，自 1949 年以前身弘前高等學校創立，並於 2004 年大學法人化成為今日之弘前大學。農學生命科

學部為 1955 年設置，其下有生物學科、分子生命科學科、食料資源學科、國際園藝農學科以及地域環境工學科。對於青森縣重要的農特產-蘋果，弘前大學也於校園中設置種原圃介紹及展示各式種原，此時期正逢結果期。本次拜訪農學生命科學部分子生命科學科之濱田茂樹副教授 (Dr. Shigeki Hamada)，專業領域生物化學/酶學，分析來源於植物和微生物的酶和蛋白質的功能，主要集中在作物澱粉和貯藏蛋白質的生物合成上。主要的研究與稻米加工有關的為米麵包製作，提出直鏈澱粉含量和支鏈澱粉結構會影響米麵的形狀和硬度，以直鏈澱粉含量高者，米麵包的形狀和硬度會較佳。另利用得自米麴菌 (*Aspergillus oryzae*) 的蛋白酶，進行米麵包的製程，可使用米粉製作麵包因無麩質的缺點得到改善。本次出國目的之一希望能與稻草副產品製成相關聯結，但因濱田副教授此方面未涉獵，推薦拜訪日本農研機構食品研究部門之生物資源轉換研究室室長德安健博士。在農作副產物利用上，德安博士於稻草副產物再利用於生質酒精等轉換上有豐富的研究成果。本次交換於稻草副產物再利用等相關資訊，其中在德安博士研究中，於稻草副產物前處理分解上，利用了 CaCCO 分解法，且透過控制 CO₂ 濃度及壓力變化控制可達到去除製程中鹼污染。並且，德安博士也嘗試將稻草副產物前處理移至田間操作，利用稻桿捆包機與包膜機使稻草等可於田間進行分解處理，可降底處理成本。新創氧化鈣捕獲 (CaCCO, Calcium Capturing by Carbonation) 技術，前處理稻草後進行後續發酵，並利用一種谷胱甘肽生產酵母，進行纖維素水解，可以有效快速分解稻草纖維素。另，德安博士也有進行生質能源作物等研究，以因應可預見未來的能源危機。

位於筑波的日本農業研究機構除了針對稻草發酵相關技術進行交流外，同時參訪作物研究所的水稻研究室，由石井卓朗室長代表接待。與石井博士交流時，獲得日本近年來在稻米加工品種的發展資訊，稻米加工包括一般米、米粉及飼料（穀粒及全株）。一般米開始注重冷凍或低溫後米飯的口感及運輸過程食味改變，以配合外食消費市場之需求；壽司米一直為日本重要米消耗量的型態，因此在育種上也針對黏性較低的特性來選拔，選出 Eminokizuma 品種。在米粉加工方面以麵包及麵條為主，適合麵包品種為膨脹率高之品種如 Mizuhochikara，麵條為高直

鏈澱粉品種如 Koshinokaori。在飼料稻品種方面，針對全株青芻飼料及穀粒飼料分別發展，目前栽種面積分為 26,600 公頃及 21,802 公頃。基本品種選拔上要求產量高及全消化營養量 (Total digestible nutrients) 高，其最高每公頃可分別達 22 公噸及 13 公噸。品種選擇會依不同地區而有其特別品種，地區分法以寒帶至熱帶共 6 種區域（詳參附件 Rice breeding in Japan 掃描檔）。

東京農業大學稻米加工實驗室強項在於釀造，利用發酵微生物是一種傳統的食品加工方法，如清酒、味噌、醬油、醋等。東京國際展覽中心農業創新展中有關稻米加工涵蓋特殊用途如釀酒及機能性米如大胚米、GABA 米及 Cblin 米等。其中 Cblin 米是針對老年化社會肌少症帶來醫療成本負擔之未與兩綢繆的前瞻研究。另，臺灣目前稻作產業上發生雜草水稻之紅米問題在會場也有展出，與農研機構雜草專家黑川俊二博士交流，日本以耕種前讓雜草種子發芽後耕犁防除及化學藥劑防除兩種方式，降低紅米雜草水稻的擴延。其中化學藥劑防除時間點非常重要，如果雜草水稻發芽超過第一葉期才施用藥劑是沒有效果的，需在稻種發芽鞘葉抽出期即時施用才有效。另田間自走小型除草機研發已在測試中，以上值得提供國內相關研究者參考之。

(三) 次世代作物開發研究中心 (次世代作物開發研究センター)

次世代作物開發研究中心所屬於國立研究開發法人農業、食品產業技術總合研究機構(簡稱農研機構)中 13 獨立研究中心之一。擔任支撐日本農業未來的品種開發及確立其基礎之相關研究技術。以稻、麥類、大豆等為主，活用基因資訊的先進品種改良技術及進一步開發育種材料，並同步利用品種改良技術及育種材料育成新品中開發。該中心主要分基礎研究領域、稻研究領域、旱田作物研究領域及麥研究領域。

(四) 遺傳資源中心 (遺傳資源センター)

遺傳資源中心同樣屬於農研機關，乃將國內外的生物資源蒐集、繁殖、保存，確認其生育特性，並經營提供食物資源、農業領域研究開發的農業生物資源基因

庫。另外，也同時進行遺傳資源保存多樣性研究及相關的種原保存研究，遺傳資源及其特性提供。現在共計保存植物約 225,000 種、微生物約 32,000 種、動物約 19,000 種。該中心也同時分 4 個工作團隊，包括植物多樣性活用小組、微生物分類評價小組、蠶保存小組及保存技術與情報小組。

其中農業生物資源基因庫(農業生物資源ジーンバンク)原為主要作物的育種材料研究室，並在 2001 年正式改名為「農業生物資源基因庫事業(農業生物資源ジーンバンク事業)」。其設置於遺傳資源中心本部中，專責蒐集、受贈、繁殖、保存、特性評價、提供以及資訊的管理提供。並主要分成 3 部門，分別是植物遺傳資源部門、微生物遺傳資源部門及動物遺傳資源部門。

(五) 食品研究部門

食品研究部門是農研機關中 7 個研究部門之一，以開發安全豐富飲食生活、提供食品相關正確的科學資訊、貢獻食品產業健全發展等目標。食品研究部門由 5 個研究領域、23 個研究小組構成，從研究食品科學基礎至應用。

(六) 食與農的科學館 (食と農の科学館)

食與農的科學館以壁報、模型、實物及多媒體互動等展示日本農業與飲食等最新研究成果與技術。館內共分成 2 區，一是展示支撐日本農林漁產業之研究成果，而另一是農業技術發展資料館，以展示實際使用之農機具，並介紹農業機具至今的演進與開發改良。除了科學技術周與暑假，另還辦理大多數研究人員參與食農學習的公開活動。

(七) 2017 農業創新展 (Agribusiness Creation Fair 2017 ; 2017 アグリバイオビジネス創出フェア)

2017 農業創新展於 10 月 4 日~10 月 6 日在東京都江東區的東京國際展示場舉辦。由日本農林水產省主辦，並與國內各大研究機關、學校與私人相關企業共同展出有關農、林、水產以及食品等產業最新研究成果及簡報報告等的技術交流

展示會。農業創新展自 2004 即開始舉辦，而 2017 年更有 174 單位參與展出。

研習心得

本次研習行程因研習天數 8 天，不但參加青森縣田園藝術活動，且針對稻田彩繪所使用的有顏色稻品種對稻田污染的威脅進行評估。同時對日本稻米加工多元化利用的發展，進行品種、產品及製程等技術交流。

一、日本稻田彩繪收穫操作及活動規劃

日本青森縣平川市田舍館村稻田彩繪參與水稻品種，由 2006 年加入”紅染”、”紅都”2 種紅色系之水稻品種共計 5 種，2011 年更加入橘色與深綠色共計 7 種類，而至 2014 年總計 7 色 9 種類水稻品種被利用。於田間操作中為不使品種混淆及田色錯誤，田間標定人員將不同的品種以顏色標幟替代，並相對應於田間標記，使活動參與人員不易混色。在收穫活動時先將綠色品種收穫後才收有色種，此為減少混種的方式之一。所收穫的稻株以木椿疊放曬乾，儘量避免收穫機收割，此也是栽種有色種應該注意的，以防混種。在有色品種上以選育難脫粒的品種為必要條件，且周遭 100 公尺無其他稻田生長，因而在彩繪田稻種擴散污染機率非常低。

在活動規劃上，涵蓋開幕軟身跳動唱、割稻、現場播送採訪內容、親子野餐、社區豐年慶活動、園遊會義賣當令水果及巧克力彩繪甜餅 DIY 活動等。另有兩個會場的接駁車，讓參與者可以花費一天時間暢遊在稻田體驗與欣賞稻田藝術之間，還可以觀賞社區表演及在園遊會中買到物美價廉的當令水果，青森蘋果幾乎是秒殺，一搶而空。整個活動中，創造數個創意產品，如以木偶與充氣娃娃為代言人木偶美少女及充氣娃娃米寶寶，前者還作成商品；推廣在地品種晴天霹靂，還製成米蛋糕販售。每處稻田藝術均設有觀景台約 4~5 層樓高，參觀者需購買參觀券日幣 300 元，約台幣 100 元左右。在第二會場還有遊憩設備，是另一項周邊效應收費。

二、稻米加工交流

日本稻米加工發展相關研究人員涵蓋作物、微生物、生物化學、及機械等專家，發展目標除符合市場需求外，同時兼顧糧食安全的問題。因而有適合低溫冷藏飯或米代替麥的相關多元化品種產生，如米粉及飼料用等。本次出國產業交流最重要目標之一是稻草發酵技術，與日本農研機構食品研究部門之生物資源轉換研究室室長德安健博士交流，得新創氧化鈣捕獲 (CaCCO, Calcium Capturing by Carbonation) 技術資訊，是最大的收穫。新創氧化鈣捕獲 (CaCCO, Calcium Capturing by Carbonation) 技術，前處理稻草後進行後續發酵，並利用一種谷胱甘肽生產酵母，進行纖維素水解，可以有效快速分解稻草纖維素。而本場擬開發的稻草副產物再利用瓶頸在於纖維素分解微生物種原及分解速率，與德安博士的研究有高度的關連性，可以參考該實驗室的經驗進行測試。

建議事項

一、稻田彩繪收穫操作

日本收穫操作是先將綠色品種收穫後才收有色種，此為減少混種的方式之一。人工所收穫的稻穀不能以乾燥機烘，因為會將乾燥機污染。儘量避免收穫機收割，此也是栽種有色種應該注意的。

二、有色稻之應對

所使用的顏色品種粒型均屬小粒型且脫粒性非常難，導致其落粒現象幾乎無，不會產生落粒自生苗導至田間混種的情形。未來臺灣在篩選為彩繪使用者的品種，可以考量以粒小且脫粒性難特性為選拔的標準之一。

三、稻草發酵技術

本次出國產業交流最重要目標之一是稻草發酵技術，與日本農研機構食品研究部門之生物資源轉換研究室室長德安健博士交流，得新創氧化鈣捕獲 (CaCCO, Calcium Capturing by Carbonation) 技術資訊，該技術為利用氧化鈣前處理

稻草後再進行後續發酵，此技術擬在 2018 年本場參與農業循環經濟計畫中嘗試進行試驗。在農作副產物利用上，依德安博士的建議，直接於施用微生物於稻草中有其困難性，須有前處理的施用將有利於微生物分解。其中德安博士的 CaCCO 分解法、其他的化學性或物理性的前處理可導入原先規劃之製程中試驗。另在稻草副產物前處理田間操作上，利用稻桿捆包機與包膜機使稻草等可於田間進行分解處理，可降低處理成本值得參考。

結 論

本次赴日本研習主要為稻田彩繪收穫操作減少稻田汙染技術及稻草發酵技術交流。在收穫活動時先將綠色品種收穫後才收有色種，此為減少混種的方式之一。所收穫的稻株以木椿疊放曬乾，儘量避免收穫機收割，此也是栽種有色種應該注意的，以防混種。在有色品種上以選育難脫粒的品種為必要條件，且周遭 100 公尺無其他稻田生長，因而在彩繪田稻種擴散汙染機率非常低。稻草發酵技術，得新創氧化鈣捕獲 (CaCCO, Calcium Capturing by Carbonation) 技術資訊，是最大的收穫。

附錄

一、拜訪者聯絡資料

Prof. Dr. 石川隆二(いしかわ りゅうじ, Ryuji Ishikawa)

日本國立大學法人弘前大学 農学生命科学部 食料資源学科

E-mail: shikawa@hirosaki-u.ac.jp

個人網站：<http://nature.cc.hirosaki-u.ac.jp/lab/1/plantbrd/genetics.html>

Ph. D. 石井 卓朗(Ishii Takuro)

國立研究開發法人農業、食品產業技術總合研究機構(簡稱農研機構) 次世代作物開發研究中心

E-mail: isiitkr@affrc.go.jp

Ph. D. 江花 薫子 (Ebana Kaworu)

國立研究開發法人農業、食品產業技術總合研究機構(簡稱農研機構) 遺傳資源中心

E-mail: ebana@affrc.go.jp

Ph. D. 徳安 健 (Tokuyasu Ken)

國立研究開發法人農業、食品產業技術總合研究機構(簡稱農研機構) 食品研究部門

E-mail: tokuyasu@affrc.go.jp

二、照片詳參 2017 年稻田彩繪收穫及稻米加工之技術交流出國報告照片.pdf 檔