

出國報告（出國類別：考察）

農漁業技術優化與擴散
- 水稻研究機構、加工廠、米食文
化考察

服務機關：農業部臺南區農業改良場

姓名職稱：楊智哲助理研究員
許龍欣助理研究員

派赴國家：日本

出國期間：112年10月21日至10月28日

報告日期：113年1月15日

農漁業技術優化與擴散-水稻研究機構、加工廠、米食文化考察

出國報告書

目次

壹、	摘要.....	3
貳、	目的.....	3
參、	出國人員.....	3
肆、	出國行程.....	4
伍、	考察內容.....	4
一、	京都大學作物研究室交流.....	4
1.	稻米高溫下白堊質研究交流.....	4
2.	作物影像辨識之水稻生育判別.....	5
二、	兵庫縣立農林水產技術總合中心.....	6
1.	水稻耐高溫育種.....	6
2.	酒米育種及酒米品質分析方法.....	8
3.	酒米試驗地-兵庫縣酒米生產及栽培技術開發.....	11
4.	富久錦酒造參訪與清酒釀造流程.....	15
三、	日本米食文化及食用米市場.....	19
1.	包裝米消費型態與行銷策略.....	19
陸、	心得與建議.....	20
柒、	致謝.....	21

壹、 摘要

本次前往京都大學作物研究室與白岩立彥教授及其同事進行水稻研究交流，該研究室發現水稻突變體 *flol1-2* 對抽穗成熟期間的高溫很敏感，或許能從突變體中找到改善高溫下白垩質之方式。也向我們分享利用 AI 深層學習判斷水稻生育階段等研究成果。在兵庫縣立農林水產技術綜合中心參訪期間，由杉本琢真主席研究員及其同事向我們介紹日本「酒米之王」山田錦的特性、育種流程和原始種子生產，以及該中心新酒米品種「Hyogo Sake 85」的育成。也向日方研究人員請教我們在酒米品質分析時遇到的問題，以及參觀日本在酒米育種過程中使用的分析儀器設備。國內酒米的育種及相關特性分析方式，可先參考日本的作法，並建立符合國內的酒米分析流程，提升稻米的多元利用。

貳、 目的

為了提升我國水稻面對氣候變遷的調適作為，及提升水稻多樣化利用，促進水稻產業多元發展，本次考察前往日本京都大學農學研究科作物學研究室進行水稻面對氣候變遷之調適研究交流，並分享我國在水稻在面對高溫及缺水之研究成果；前往兵庫縣立農林水產技術綜合中心進行酒米研究交流及在地酒造參訪，希望能了解日本在酒米品種的育成、特性分析及釀造流程，並試圖解決目前在國內酒米特性分析遇到的問題；日本與我國同樣面對稻米生產過剩的問題，透過實地訪查了解日本在米食多元利用及米食文化考察。

參、 出國人員

楊智哲助理研究員/臺南區農業改良場
許龍欣助理研究員/臺南區農業改良場

肆、 出國行程

日期	行程
112/10/22 (日)	TPE - KIX 桃園機場至關西機場
112/10/23 (一)	京都大學作物學研究室
112/10/24 (二)	京都大學作物學研究室
112/10/25 (三)	移動日、米食市場考察
112/10/26 (四)	兵庫縣農林水產技術總合中心、酒米試驗地
112/10/27 (五)	兵庫縣農林水產技術總合中心、富久錦酒造
112/10/28 (六)	KIX - TPE 關西機場至桃園機場

伍、 考察內容

一、 京都大學作物研究室交流

京都大學作物研究室是由白岩立彥教授主持，該研究室主要進行水稻、大豆、蕎麥等作物在品質及產量的研究，提升作物在高溫、低溫、缺水、淹水等逆境的適應性，從基因、蛋白質、細胞等微觀的角度到田間植株型態宏觀的角度，透過田間的性狀調查以及遙測影像分析模型建立，探討環境因素對於產量及品質的影響。

1. 稻米高溫下白堊質研究交流

在稻米高溫下白堊質率上升的議題中，與白岩立彥教授及其研究室同仁田中朋之博士進行水稻研究交流，我們分享了近年來受到全球暖化影響，大多數臺灣的水稻主要栽培品種在高溫下白堊質率都有偏高的情形，特別是一期作水稻的高白堊質率已嚴重影響稻米品質，是臺灣目前急需解決的問題。田中朋之博士也分享該研究室在探討暖化對水稻影響的研究，近年來日本夏季異常高溫以及減肥栽培和提早插秧，增加了白堊質粒的發生，為了瞭解稻米高溫下白堊質產生的現象

與機制，他們利用誘變的方式將”日本晴”水稻進行誘變，並發現一個突變體 *flo11-2*，該突變體為 70 kDa 熱休克蛋白 2 (cpHSP70-2) 中發生單一胺基酸突變，該突變被認為會影響蛋白的折疊的能力進而影響澱粉積累，此突變體對開花後 20 天的高溫很敏感，此期間在日均溫 28°C 高溫下整個穀粒呈全部白濁。該研究室又將 *flo11-2* 突變體進行二次誘變，發現部分二次突變個體，在抽穗成熟期間高溫下穀粒白堊質表現很低，因此他們認為或許能從該突變個體中找到與高溫下白堊質相關基因，有助於改善水稻高溫下白堊質問題，相關研究仍在進行中。

白岩立彥教授也分享近年來日本在水稻耐高溫育種的過程中，所選育出的耐高溫品系穀粒大小有偏小的情形，這與我們在國內的研究中發現水稻穀粒寬度越寬在高溫下白堊質發生率越高的研究結果相似。而田中朋之博士也分享他們與中國合作研究直立穗水稻的過程中，發現一個直立穗品系，在高溫下白堊質發生率與穀粒大小呈負相關。

我們也參訪了該研究室用來製造高溫條件的耐高溫溫室，該溫室為狹長型塑膠布圓頂溫室，溫室體積不大，整間溫室以塑膠布包覆達到保溫效果，於溫室一端設置加熱裝置，並利用風扇將熱風送至溫室另一端，透過此方式於溫室內可產生高於室外溫度 0~3°C 的溫度梯度，可進行不同溫度處理的試驗(圖 1)。



圖 1、塑膠布耐高溫溫室，上方設置風扇將熱風送至另一端，溫室中間設置溫度感測器。

2. 作物影像辨識之水稻生育判別

在作物影像辨識的議題中，該研究室同仁(圖 2)向我們介紹利用 AI 深層學習判斷水稻不同生育階段生物產量的研究成果，在農業相關研究中，許多作物田間資料的量測方式是以人工方式進行，隨著農業勞動力數量不斷減少和老化，農業的電腦化和智慧化是解決這些問題的方式，因此該研究室希望開發透過作物影像辨識的方式進行水稻不同生育期生物產量估算。相關模型的建立初期，先以手持式數位相機拍攝相鄰兩株水稻範圍的俯視影像，拍攝時間從插秧後 2 周開始到抽穗後 1 周，從小範圍的影像(影像範圍為 2 株相鄰水稻)開始建立可估算水稻生物量的模型，小範圍模型建立成功後再將拍攝面積擴大到 1 平方公尺，目前建立

的 1 平方公尺範圍模型估算精確度與相鄰兩株水稻範圍影像所建立的模型精確度相當，其辨識結果的 R^2 值達 0.93。為檢測模型對於不同拍攝時間點的生物量估算精確度，從早上 8 點到下午 6 點每間隔 2 小時進行拍攝，發現越接近中午 12 點拍攝之照片辨識誤差較大，可能是受到太陽光反射干擾。研究室也嘗試利用這套系統進行水稻生育期的辨識，在稈稻生育期的辨識上已有不錯的辨識效果，但在秈稻方面可能訓練的資料數量不夠多，未來希望可以應用於水稻大面積智慧管理。



圖 2、京都大學作物研究室白岩立彥教授(右二)、田中朋之博士(左二)及其研究室

二、 兵庫縣立農林水產技術總合中心

兵庫縣立農林水產技術總合中心本部坐落於兵庫縣加西市，本部場區包含農產園藝部、病蟲害部、家畜部及農業大學校等，主要針對兵庫縣重要農產進行栽培技術研發及品種改良，近年重點研究成果包含利用世代促進溫室加速水稻育種、食用米及酒米之高溫成熟性育種及品質改良、智慧影像輔助酒米栽培管理、小麥及大豆的省工栽培技術開發及大豆育種、草莓新品種育成、露天及設施蔬菜與設施盆花的耐候生產技術開發、天敵物種配合及氣象資訊導入的病蟲害整合管理技術(Integrated Pest Management, IPM)，以及兵庫產之黑毛和牛-但馬牛之育種與肥育技術。以下針對稻作育種及栽培相關技術進行說明：

1. 水稻耐高溫育種

有別於臺灣稻作一年兩作模式，日本稻作生產僅為一年一期生產，因此日本傳統育種模式下雜交至命名至少需 14 個世代，亦即每個水稻新品種育成至少耗

費 14 個年度。兵庫近年發展可進行溫度控制的「世代促進溫室」進行キヌヒカリ（絹光）品種改良，將育種時程大幅縮短為 9 年。每雜交組合將世代推進至 F5 世代約種植 10,000 個系統，篩選 500 個系統進入 F6，再篩選 70 個系統進入 F7，於 F7 世代評估成熟期、株型、穗型、穀粒充實度、糙米品質、抗病性、產量等指標進行選拔。從 F7 世代開始亦加入食味計、官能品評等分析，並委託穀物檢定協會進行食味分析。

以日本農產物檢查標準而言，糙米去除被害粒、死米、未熟粒、異種穀粒等後，整粒率需達 70%以上為才可分級為一等米。近年因氣候變遷導致稻穀充實期面臨高溫頻率增加，水稻抽穗後 20 日內均溫若超過 27°C，則白未熟粒發生率大幅增加，導致整粒率降低、糙米規格品質等級下降。充實期高溫主要導致米粒的背白、基白、乳白增加，白垩質發生主要受到品種特性影響而有高溫充實能力的優劣，若要透過栽培管理操作改善水稻抽穗期後高溫之充實能力，雖發展抽穗後實施飽水灌溉 (<https://hyogo-nourinsuisangc.jp/wp/wp-content/uploads/2023/06/221-10.pdf>) 等技術，然而栽培操作效果有限，尚需育成高溫充實性佳之品種方為治本策略。

兵庫生產之食用米銘柄品種主要為コシヒカリ(越光)、キヌヒカリ(絹光)及ヒノヒカリ(日光)三大品種，兵庫亦為酒米之王-山田錦最重要產區。兵庫地區越光及絹光約 8 月進入穀粒充實期，而近 40 年當地之 8 月均溫約上升 1.5°C，許多年份 8 月均溫都超越 27°C；日光及山田錦約 9 月進入穀粒充實期，雖然 9 月均溫尚未達 27°C，然而近 40 年當地之 9 月均溫約上升 2°C，未來亦難避免潛在高溫風險。「世代促進溫室」除用以輔助加速育種時程進行外，亦作為高溫耐性選拔之環境，各品系於 F7 世代在設施內進行篩選，目前已選育出絹光米改良品系-兵系 89 號、兵系 91 號、兵系 92 號等具有良好高溫充實性之品系(圖 3)，高溫下絹光僅有 56.7%之整粒率，而改良品系之整粒率均 70%以上，兵系 89 號甚至可達 91.4%整粒率之良好外觀品質。



圖 3、絹光米及其改良品系-兵系 89 號、兵系 91 號、兵系 92 號之白米外觀

2. 酒米育種及酒米品質分析方法

兵庫縣的「灘五鄉」地區自古以來即有日本第一酒鄉之盛名，具有高品質的酒米，由於清酒產業的重要性，1928 年兵庫設立「酒米試驗地」作為酒米育種及栽培技術專門研究機關。酒米之王「山田錦」於 1936 年育成，而近年亦持續進行酒米新品種開發，例如「兵庫北錦」、「兵庫夢錦」、「兵庫錦」及「Hyogo Sake 85」、紫黑米品種「兵系紫 86 號」之育成與推廣。

酒米的育種目標主要分為栽培特性、糙米品質及酒造適性三大方向。栽培特性的田間選拔重點為抗倒伏性與產量，此外亦進行稻熱病、穗上發芽等特性檢定。糙米品質則為檢查米粒大小（圖 4）、心白、腹白、乳白等白未熟粒作為選拔指標，亦針對酒米的心白發現率及心白率（心白大、中、小，圖 5、6）、糙米斷面的點狀、線狀、中間狀或眼狀心白等特性作為評估指標，利用近紅外線光譜法分析酒米糙米粗蛋白質含量，並使用小型試磨機進行 70%精米率及 50%精米率的兩階段評估精米時間、碎米率、無效精米率等碾米品質評估。初級及高級產量試驗之收穫稻種亦用於酒米研究會訂定之「原料米統一分析法」（<http://www.sakamai.jp/bunseki.html>）進行適性評估，此分析法由獨立行政法人酒類總合研究所（<https://www.nrib.go.jp/>）匯集當年度各產地酒米進行包含精米特性、吸水性、消化性、粗蛋白質含量、鉀含量等項目統一分析。經選拔出優良酒米品系後，召集縣內酒造業者、農協及農民相關組合進行 3 至 4 年、10 至 20 公頃規模的栽培及釀造試驗，評估酒米新品系的地方適應性和釀造適性後，選擇優良品系作為推廣品種。

氣候變遷下常受到成熟期高溫逆境，例如 2007 年及 2010 年間高溫造成酒米

澱粉溶解性明顯降低，使酒造進行釀造過程的浸泡蒸米步驟及酒母釀造品質不易掌控。「原料米統一分析法」內的消化性指標包含蒸米吸水率、糖度及甲醛態氮（消化性胺基酸氮）三者，分析流程為 70%精米經浸泡、脫水、蒸米後，蒸米樣品加入含澱粉酶與蛋白酶之酵素液ペプチダーゼ R (天野酵素)處理（圖 7），取蒸米與酵素反應 24 小時後之濾液，測量糖度及甲醛態氮滴定。由 2001-2012 年間分析數據顯示，抽穗後 11-20 日內氣溫越高、則 70%精米樣品直鏈澱粉比例越高、糊化始溫越高、消化性糖度值越低。近 10 年山田錦的消化性糖度值為 10.0°Brix，因此兵庫縣的酒米育種以 10.0°Brix 以上作為酒米品系消化性主要選拔指標，並以示差掃描熱分析儀 (Differential scanning calorimetry, DSC) 檢測酒米樣品糊化開始溫度(圖 8)，篩選糊化開始溫度較低的品系預期在釀造製程中有較佳的消化性。



圖 4、食用米品系之糙米以 1.8-1.9mm 粒徑過篩、酒米品系之糙米以 2.0-2.05mm 篩網選別。

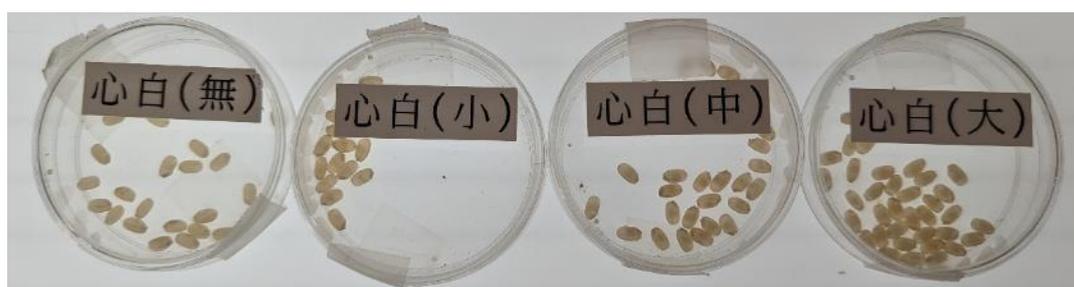


圖 5、心白率(平均心白大小)以肉眼判別分類。



圖 6、心白粒率(粒%)以外觀判別器測定。

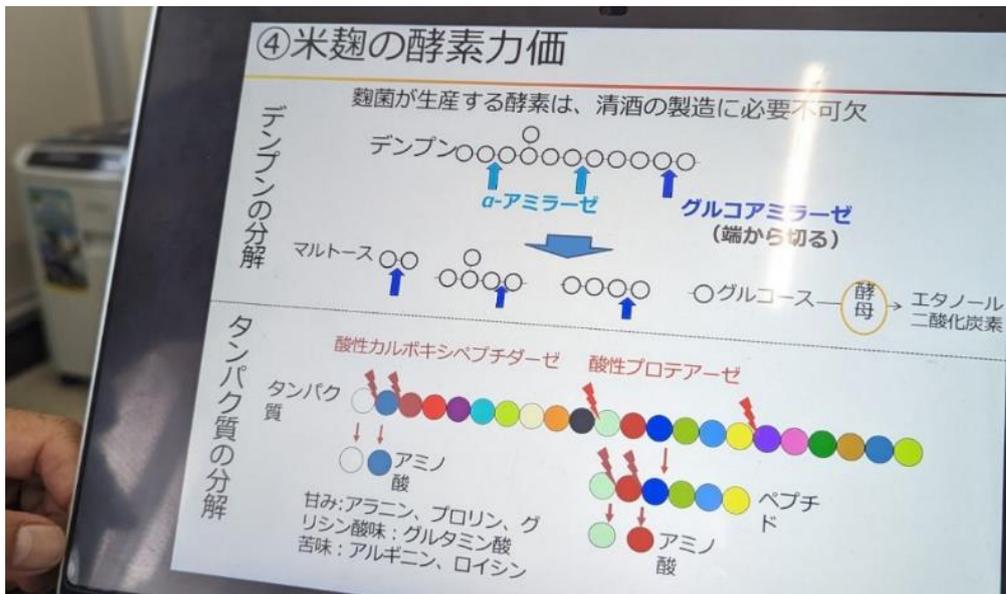


圖 7、酵素製劑以ペプチダーゼ R 為基底培養，由天野酵素每年配置供應酒米研究會內部成員使用，酵素製劑包含米麴可生成的 α -澱粉酶 (α -amylase)、糖化酶 (glucoamylase)、酸性羧態酶 (carboxypeptidase) 及酸性蛋白酶 (protease) 等活性成分。



圖 8、以示差掃描熱分析儀測量糊化初始溫度，作為酒米消化性品系特性評估指標。

3. 酒米試驗地-兵庫縣酒米生產及栽培技術開發

兵庫縣的酒米生產量約占全日本的 30%，而兵庫產山田錦約佔全國山田錦總量之 60%。兵庫北部主要酒米栽培品種為五百万石、兵庫北錦及 Hyogo Sake 85 等極早生種，5 月上旬插秧、9 月上旬收穫；兵庫西南部主要酒米為兵庫夢錦，6 月上旬插秧、10 月上旬收穫；兵庫東南部則為山田錦最重要產地，6 月上旬插秧、10 月中旬收穫。正如葡萄酒講究 terroir，產地特定氣候和土壤賦予葡萄酒的獨特地方風味，原料酒米的產地風土亦影響著清酒風味。兵庫縣最高品質的山田錦產地為六甲山北側海拔約 50~150m 的山麓間梯田帶，氣候溫暖少雨、日照時間長，穀粒充實期間的 9 月受到六甲山阻擋南側暖空氣，使得本地夜溫低、日夜溫差可達 10 度，穀粒充實品質佳，此外兵庫山田錦產區之土壤層多為富含蒙脫石的黑黏土，可涵養水分及養分。諸多因素使兵庫縣產山田錦特上及特等比例遠高於日本其他縣市。(註：日本米穀檢查分級中，食用糙米分級為 1 等、2 等、3 等及規格外，釀造用糙米分級為：特上、特等、1 等、2 等、3 等及規格外)。

山田錦其母本為「山田穗」、父本為「短稈渡船」(圖 9)，山田錦植株高度約 130 cm (稈長 108cm、穗長 20.9 cm)，為易倒伏的品種(圖 10)。山田錦成為酒米之王的優勢在於米粒大，糙米千粒重約 28.1 g、兵庫地區的糙米粒厚選別為 2.05mm，使得碾米品質佳、無效精米率低、吸水性穩定，製麴及發酵過程容易管理，且山田錦心白發現率約 70%，心白結構適合麴菌繁殖，且以線狀心白為主則適合進行高度精白，益於進行大吟釀等高等級酒釀造。由於山田錦良好的精米特性與製麴特性，現今日本有 500 家以上酒造使用山田錦為原料進行清酒釀造，且日本酒業界廣為流傳的「YK35」的清酒公式中，Y 代表以山田錦 (Yamadanishiki) 為原料、K 代表使用協會 9 號酵母、35 表示精米率 35%，YK35 為全國新酒評鑑會

上最容易得獎的組合，此公式呈現了山田錦之於清酒產業的重要性。

酒米試驗地除進行酒米育種工作之外，亦進行酒米獎勵品種「山田錦」及「兵庫夢錦」的「原原種生產」工作(圖 11、12)。有別於臺灣多數品種為純系留種方式，山田錦初始品種即為 14 個品系混合，因此山田錦之原原種生產(<https://youtu.be/-TWN1800o-4?si=Y24mx5hKWfyTQz1h>) 時為 14 個品系各自單本植栽培、去偽去雜、各自收穫後，再將 14 個品系均等比例混合為原原種。相較於單一品系的留種方式，單一品系於不同年度氣候下稻種品質容易大幅波動；而山田錦的多品系混合留種方式，由於 14 個品系間各自有細微的特性差異，雖不同年度氣候下品質各自有波動，但混合 14 個品系後較能確保每年生產的稻種品質表現穩定性 (圖 13)。

山田錦栽培技術改進成果包含利用氣象資訊建立兵庫各地最適插秧期地圖、開發影像辨識 APP (https://youtu.be/tRocNRL3ltA?si=r_hwCdi7wLmo23pB)，以手機攝像後立即判別山田錦穗肥施用(圖 15)及收穫適期，穗肥施用適期判斷以糙米蛋白質為 7%以下、22,000 粒/m²為目標。理想培肥管理下，山田錦基肥每 0.1 公頃施用 1.8kg 氮素、幼穗形成期(出穗前 20 日)施用第一次穗肥每 0.1 公頃 1.2kg 氮素、出穗前 10 日施用第 2 次穗肥每 0.1 公頃 1.2kg 氮素，手機影像 app 可針對葉色狀態進行施肥量增減之建議。山田錦收穫適期約抽穗後 45 日，但充實期間天氣會影響穀粒成熟速度，過早收穫青未熟粒太多、過遲收穫則胴裂粒增加，手機影像 app 可判別成熟粒比率，掌握收割時間以確保穀粒品質。



圖 9、「山田錦」(左 1)其母本為「山田穗」(左 2)、父本為「短稈渡船」(左 3)



圖 10、農場周邊田間倒伏後難以機械收穫的山田錦。



圖 11、酒米試験地

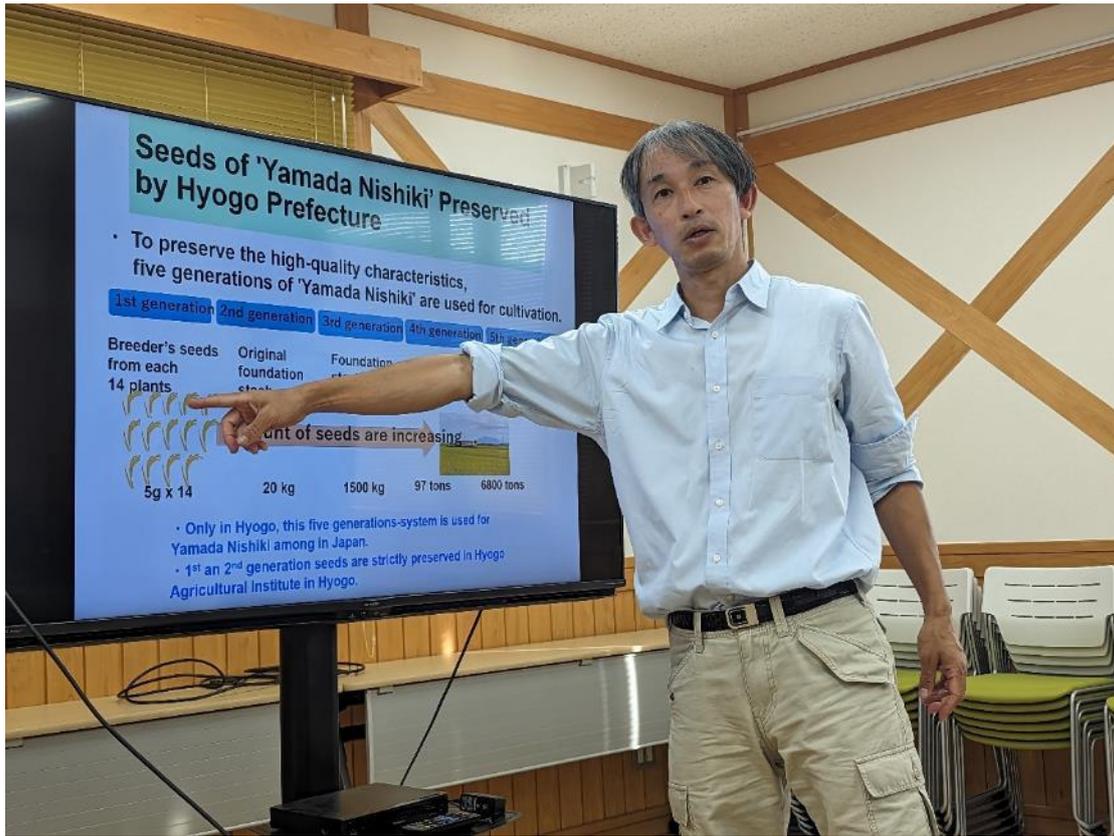


圖 12、杉本琢真-主席研究員介紹山田錦三級繁殖制度。

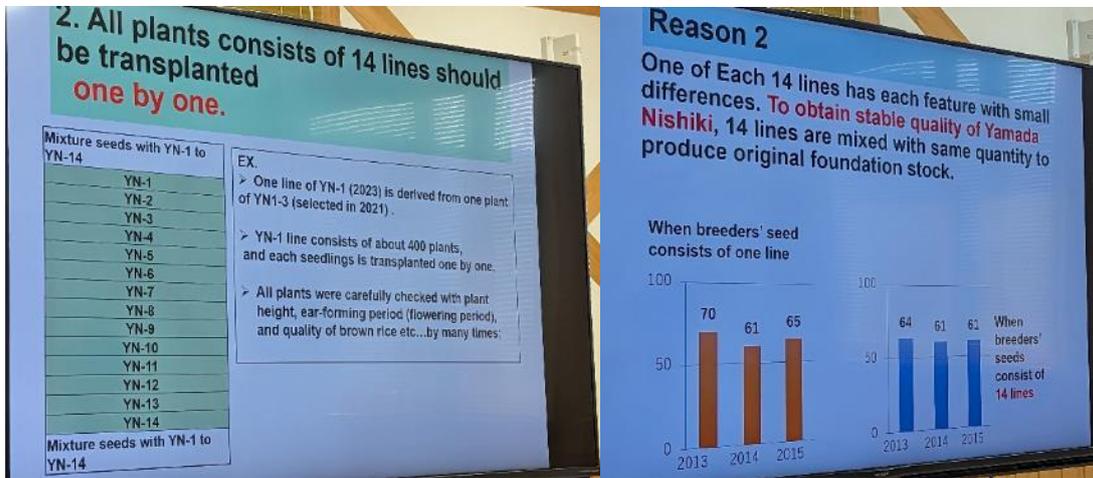


圖 13、山田錦原原種生產模式。



圖 14、山田錦糙米(左上)、Hyogo Sake 85 糙米(左下)、山田錦 70%精白米(右上)、山田錦 40%精白米(右下)之外觀。



圖 15、山田錦追肥時期智能影像判別 app 操作示範

4. 富久錦酒造參訪與清酒釀造流程

富久錦酒造於 1839 年成立，坐落於兵庫縣加西市，此處自古以來即為重要的酒米產地。富久錦酒造目前僅以本地加西市生產的酒米進行純米清酒之釀造，使用的原料米品種為山田錦、兵庫夢錦、絹光，透過與在地農民進行契作栽培，可掌握酒米生產品質並依據栽培期間氣候變化對米質影響而調整釀造工序。富久錦的理念為孕育出適合用餐搭配愉快享用的酒，酒造據點內除了釀造生產儲藏區之外，亦設立餐廳及商店，為訪客展示在地酒米栽培歷程，依照自家清酒商品不同特色推出適合搭配享用的餐點，並展售本地特色農特產，訪客可在此體驗從產地到餐桌的食物旅程。此行由稻岡敬之社長親自為我們導覽釀造工序：



圖 16、富久錦酒造的純米酒生產流程

酒類釀造基本原理為利用酵母菌將糖類轉化成酒精，例如葡萄酒釀造過程中，酵母菌直接利用原料葡萄內的大量糖分進行酒精發酵，稱為「單式發酵」，而穀物釀造酒類則需先將澱粉轉化為糖類「糖化作用」後才可進行酒精發酵，稱為「複式發酵」。米麴菌（*Aspergillus oryzae*）產生澱粉酶，由澱粉酶將蒸米中的澱粉分解轉化為糖類，稱之為「糖化」作用，清酒製程中，澱粉糖化與酒精發酵步驟兩者同時進行，稱為「並行複式發酵」。

日本清酒的等級與分類主要由精米程度及是否添加釀造酒精決定，因稻米蛋白質及脂質主要分布於米粒外層，一般而言，精米率越低（高度精白、研磨掉外層比例越高），則釀造中較不易產生雜味、容易獲得風味細緻的酒體。特定名稱酒至少為「精米歩合 70%」即為研磨去米粒外層 30%、保留 70%的米心部分，而較高品質如「大吟釀」等級清酒至少需研磨去米粒外層 50%以上。

日本酒造常以「一麴、二酛、三造り」描述清酒釀造過程最重要的三項工作，其中「一麴」（いちこうじ）指的是清酒製程最關鍵的製麴步驟。原料酒米精米完成後，先洗米除去表面米糠碎屑（圖 17），接著浸泡適當時間吸水後進行蒸米，蒸米可使澱粉糊化、使麴菌酵素更容易進行糖化反應。製麴步驟為將蒸米均勻鋪開、將種麴撒於蒸米上，並以布包裹及維持適當溫溼度，培養麴菌菌絲使伸展到所有蒸米團粒上、菌絲伸展至米粒內部，整個製麴作業約需 2-3 天（圖 18、19）。具有高度心白的酒米品種，例如「山田錦」，在製麴過程中麴菌菌絲容易繁殖並伸展到米心部位，因此山田錦被公認為最適合製麴的酒米。

「二酛」（にもと）指的是酒母製作，酒母(酒酛)製作由麴米、蒸米、水及酵母菌混合培養，而速釀法是透過人工添加乳酸抑制酵母以外的微生物，省時省工且容易掌握酒母品質，速釀法為目前最多數酒造進行酒母製作的方式，此外亦有使用天然生成乳酸菌的山廢酛、生酛、菩提酛的方法，可創造出有別於速釀法的鮮明口感。多數酒造使用來自日本釀造協會培育的「協會酵母」，目前市面主要使用的協會酵母為 6、7、9、10、11、14 號，不同酵母在香氣、口味、發酵力、氣泡有無方面各具特色。

「三造り」(さんつくり)指的是釀造，酒醪製作，一般以三段釀造法進行，四天內分三批加入前次酒母兩倍分量的麴米、蒸米、水，使最終酒母的量增加至 10 倍以上。三段釀造結束後靜置酒醪使其慢慢發酵，米麴中的酵素持續分解澱粉產生糖類，供應酵母進行酒精發酵。酵母數量及酒精濃度都會在發酵過程中慢慢增加，整個酒精發酵將進行 3-4 週，發酵過程溫度需精確控制以掌握發酵速度，確保酒精產生及香氣風味間形成平衡(圖 20)。三段釀造過程中分批加入酒醪中的蒸米又特別稱為「掛米」，掛米是相對於麴米的稱呼，一般麴米使用酒米品種及特定精米程度，但掛米除了酒米品種之外，也常用一般食用米品種作為掛米，且掛米的精米程度可與麴米不同，一般清酒釀造中使用的原料米約 30%麴米及 70%掛米。

發酵完成後，將酒醪壓榨後即可分離出清酒及酒粕，分離酒醪的過程為「上槽」。壓榨出的清酒經過加熱、過濾、貯藏、再加熱後裝瓶即為一般清酒，亦有不經加熱過濾的「生酒」、儲藏後僅在裝瓶前加熱一次的「生貯藏酒」、新酒第一次加熱後儲藏裝瓶的「生詰」。



圖 17、清洗及浸泡



圖 18、制麴室培養之溫溼度控制



圖 19、出麴室與麴菌在米粒上發展情形。



圖 20、稻岡敬之社長解說釀造步驟以溫控桶與傳統木桶造酒之差異。

三、 日本米食文化及食用米市場

如何提升稻米消費量及多元化的米食利用是臺灣米食產業面臨的問題，米飯作為日本重要飲食文化，在日本的傳統食物及祭典中有許多用米製成的食物，定時、壽司、飯糰、丼飯、咖哩飯、清酒、甘酒、烤麻糬、日式炊飯、米製甜點等都是大家熟悉的米食產品，本次考察透過實地點家訪查及米食品嘗了解日本米食文化及食用米市場。

1. 包裝米消費型態與行銷策略

為了解日本包裝米消費型態，挑選數家日本在地賣場、商場實地考察所販售之包裝米，所參訪店家包裝米容量多樣，有每包 290 公克約 4 碗飯的小包裝，適合喜歡嘗鮮的消費者，也有每包 5 公斤的大包裝米，適合需求量較高的家庭，其中以 2 公斤的包裝數量最多。日本包裝米不論大包裝或小包裝，大多採非真空包裝，這點與臺灣小包裝米多採真空包裝很不一樣，真空包裝的米在搬運及上架方面較為容易，減少包裝內的空氣量可增加保存期限。

大多數日本的包裝米皆會標示品種及產地，我們也挑選了數個包裝米進行調查，其中市售包裝米品種以越光(コシヒカリ)最多，大約 2/3 的包裝米都是使用越光，除了越光外我們也有發現使用絹光(キヌヒカリ)、美姬(つや姫)、七星(ななつぼし)、牛奶皇后(ミルキークイーン)、夢梨香(ゆめぴりか)、みずかがみ、あきたこまち和滋賀羽二重糯等品種，大多數為食用粳米品種，滋賀羽二重糯為圓糯米品種，無秈米品種販售。日本米很強調產地標示，不同縣市有自己的特色

米品種，從市售米的調查中就可發現有些品種的產地只出現在特定的縣；栽培面積最多的越光米，在我們的訪視中發現 6 個產地，其中有 1/3 越光米是標示新潟縣產，其他產地還包括滋賀縣、京都、富山縣、福井縣、丹波山等，產地標示新潟縣的越光米中，又有一些產品特別標示新潟縣魚沼，標示新潟縣魚沼的包裝米在售價上也高於其他產地的越光米，魚沼越光米連續 25 年獲得日本國內最高的特 A 評價。臺灣或許可以參考日本的方式，針對不同的縣市推出具產地標示的特色米種，可提升各產地知名度及互相區隔。

在售價方面，我們以含稅價計算，匯率以參訪當周日圓兌台幣匯率 0.219 計算，在我們調查的包裝米中，每公斤白米的售價介於 94-310 元，其中每公斤售價介於 101-150 元占了約 43.7%，介於 151-200 元占了約 25%，介於 201-250 元占了約 25%，其中位數為 153 元，顯示日本一般消費市場中，白米每公斤售價介於 101-150 元是最主要的客群。臺灣一般市售包裝米白米價格每公斤約 50-100 元為主，部分售價較高的白米約 101-150 元，日本包裝米售價略高於臺灣。

除了白米，在參訪的店家中也都有看到為數不少的微波米販售(圖 21)，微波米容器內裝的是煮熟的白飯，每盒白飯量約 180 克，每盒售價約 125 日圓(約 27 元)，以常溫方式保存，消費者只需以微波加熱即可食用，在臺灣於便利超商有販售，但在一般賣場則較少見。



圖 21、微波飯

陸、心得與建議

日本清酒產業歷史悠久，酒米之王山田錦於 1936 年育成，而清酒原料米統

一分析流程發展相對晚近，自 1976 年訂定由酒米研究會共同編纂修定，研究會的成員包括酒類製造技術人員、水稻育種研究者以及酒米栽培專家等。隨時間推移，分析設備進步及釀酒需求變化，該流程已歷經 6 次修訂，最新版本為 2023 年 8 月更新。日本的水稻專家與釀造人員根據他們的現場經驗，定期討論並適時調整酒米分析標準，然而值得思考的是，符合日本釀造體系的酒米評估需求，不見得能完整複製到臺灣使用。建議臺灣欲進行酒米育種的各試驗改良場所能與國內釀酒業者、微生物研究學者等共同討論，從栽培環境、釀造環境、水源、機具設備、酵母取得或開發等進行盤點，分工建立出符合臺灣本地需求的清酒原料米分析流程標準，促進稻作多元利用，並使清酒產業鏈更加完善。

此外，由於山田錦特別的多品系混合留種方式，若未來有機會自日本引種此類酒米或其他優良品種種原，欲進行種原保存或特性評估利用時，最好能遵循原本混合留種之繁殖方式，較能完整保留原有品種特色，避免重要或特殊性狀在多代純系留種過程中流失。

國內在高溫逆境對於不同溫度處理之試驗研究，如所需製造溫差在 3°C 左右不同溫度處理之環境，可仿效日本利用狹長型簡易塑膠布溫室，於溫室一端設置加熱器及風扇，可於溫室內製造連續溫度梯度差之環境進行相關試驗，設置成本相對較低，也容易設置。

柒、 致謝

- 京都大學農学研究科-白岩立彦 教授、田中朋之准 教授
- 兵庫縣立農林水產技術總合中心
 - 杉本琢真 主席研究員
 - 岡田啓史 職員
 - 篠木佑 主任研究員
 - 松浦克彥 主席研究員兼農產園藝部課長
 - 八瀨順也 主席研究員
- ◆ 酒米試驗地 - 松川慎平 主任研究員
- 富久錦酒造 稻岡敬之 社長
- 亞洲太平洋地區糧食與肥料技術中心 渡邊朋也 副主任
- 農試所嘉義分所 陳一心 前主任