

出國報告（出國類別：其他）

赴北海道參訪研習紅豆生產體系

服務機關：行政院農業委員會高雄區農業改良場

姓名職稱：張耀聰 副研究員

服務機關：行政院農業委員會高雄區農業改良場

姓名職稱：陳明昭 助理研究員

服務機關：行政院農業委員會高雄區農業改良場

姓名職稱：羅文冠 助理研究員

派赴國家：日本北海道

出國期間：106 年 8 月 5 日至 8 月 9 日

報告日期：106 年 11 月 7 日

目 次

壹、摘要	2
貳、前言	2
參、目的	3
肆、研習行程及內容	3
(一) 研習人員	3
(二) 行程概要	3
(三) 研習行程及重要內容	3
日本北海道紅豆產業現況及市場調查	3
中札內村豆資料館(日本公財豆類協會推廣駐點單位)參訪	6
農場農機具與農田產業實訪	9
北海道立十勝農業試驗場研習參訪	14
伍、心得與建議	19

赴北海道參訪研習紅豆生產體系

壹、摘要

本計畫赴日本北海道研習 5 天，針對日本紅豆產業發展趨勢、產品、消費市場資訊、銷售狀況、機械化栽培技術、肥培管理、病蟲害栽培管理技術與品種改良現況(種原資訊、栽培繁殖模式及育種技術)等進行全面了解，參訪研習地區為北海道十勝，行程拜訪位於帶廣市的十勝觀光聯盟、中札內村豆資料館(日本豆類協會駐)、芽市町帶廣農業技術中心(帶廣市農業技術センター)、とやま (譯富山；另稱外山)農場，赴河西郡十勝農業試驗場(北海道立總合研究機構-農業研究本部)；此次是一個結合紅豆產業發展、市場行銷、農業機械與栽培技術、育種現況與種原為主軸的研習行程，在研習參訪過程中，深刻體會日本人對紅豆作物及其所衍生產業，於各層次緊密相扣的規劃與推廣行銷，更從栽培技術與育種模式的觀點，看到對未來環境變遷因應的思維模式，更親身體驗到北海道各單位為紅豆作物不遺餘力用心努力，也對現有品種資訊及栽培現況有深刻的了解，更對目前的產業規模、產品行銷、當地氣候環境下栽培模式及農機設備等有更新的認識，相信這對未來在品種育成、種原蒐集、育種創新、機械化栽培管理技術、土壤管理及肥培技術與病蟲害管理等各方面應有極大的助益。

貳、前言

日本為紅豆需求之大宗國，食用文化已久，紅豆在日本以「小豆」稱之，為一年生的豆科作物，原產於東亞，長久以來即作為食用作物，因富含碳水化合物及蛋白質等為具高營養食材，為日本人喜好的食品之一，廣泛應用於各種飲食文化，常見於各式紅豆飯、紅豆湯、紅豆餅及羊羹等食品點心。依主要用途區分，以全豆為原料約占 60%，主要用於豆餡、豆泥及豆沙等原料；用於糖果點心、熟豆及豆芽的原料比例約為 10%，除此之外，還有豆類商品，主要以乾豆為主，用於家庭和餐館等菜餚，但比例僅約 10%。

紅豆主要生產地區分布在全國各地，分別有北海道岩手縣、青森縣、福島縣、秋田縣、近畿、京都、兵庫縣及岡山縣等地，甚至緯度更高的東北地區等都有種植，除了北海道外，其它各地區栽種面積僅占全國栽培總面積約 1~2%，皆未超過 1,200 公頃，主要產地為北海道地區，約占全國栽培面積的 80%，紅豆耕種面積約為 3~4 萬公頃，其中又以帶廣地區的十勝栽培最多最有名(帶廣地區紅豆種植面積約為 1 萬 5,000 公頃，占 45%)，且各地區栽培季節與方法模式，也因當地、州、農業科研院所或農業改進所、輔導單位的推廣輔導為配合各地氣候條件不同，在規劃與耕作模式上有所差異。

本次藉由赴北海道瞭解汲取日本紅豆產業發展趨勢、產品及消費市場資訊。除參訪農場、資料館及市場調查外，並與日本唯一從事紅豆育種改良之北海道立「十勝農業試驗場」進行學術交流，除建立聯繫交流管道，更可了解紅豆品種改良與栽培現況。

參、目的

赴日本紅豆試驗改良場所研習及參訪鄰近農業生產單位，可以瞭解日本紅豆產業發展概況、產品及消費市場資訊，可將台灣紅豆產業與國際接軌，做為未來品種改良及栽培技術之研發方向參考，以提升未來國內紅豆之競爭力。

肆、研習行程及內容

(一) 研習人員

張耀聰 副研究員 行政院農業委員會高雄區農業改良場

Chang Yao-Tsung, Associate Researcher, Kaohsiung District Agricultural Research and Extension Station, COA

陳明昭 助理研究員 行政院農業委員會高雄區農業改良場

Chen Ming-Chao, Assistant Researcher, Kaohsiung District Agricultural Research and Extension Station, COA

羅文冠 助理研究員 行政院農業委員會高雄區農業改良場

Lo Weng-Kuan, Assistant Researcher, Kaohsiung District Agricultural Research and Extension Station, COA

(二) 行程概要

106年08月05日 (星期六)	1.屏東出發小港機場搭乘中華航空CI134班機並抵達北海道千歲機場轉搭交通工具至帶廣。 2.紅豆市場銷售調查。
106年08月06日 (星期日)	由帶廣赴中札內村豆資料館(日本豆類協會)參訪與赴川西町、芽市町帶廣農業技術中心(帶広市農業技術センター)、農場農機具與農田產業實訪。
106年08月07日 (星期一)	由帶廣出發赴河西郡北海道十勝農業試驗場(北海道立總合研究機構-農業研究本部)參訪。
106年08月08日 (星期二)	赴河西郡北海道十勝農業試驗場(北海道立總合研究機構-農業研究本部)參訪。
106年08月09日 (星期三)	紅豆消費市場調查;赴千歲機場搭機回臺灣-小港機場。

(三) 研習行程及重要內容

日本北海道紅豆產業現況及市場調查

十勝觀光連盟(@tokachikannkourenmei) 坐落於帶廣市，為行銷觀光之推廣單位，十勝觀光連盟駐點分布於十勝地區 19 個自治市，統整推動地區產物特色發展及舉辦季節性活動，以促進觀光及在地產業活絡，因北海道為日本紅豆主要產區，在和十勝觀光連盟人員訪談中，得知北海道糧食自給率可達 200% 以上，位居日本第一名，而本次行程所坐落的帶廣市，其農業自足自給率更高達 1,100%，顯見其農業發展在十勝地區之舉足輕重，而因紅豆自古廣受日人喜愛，紅豆產品顯見於各販售處，在各個便利商店、超市與大型量販店舉目可見比比皆是，產品多元可多達數百種以上，更配合季節限定與 JGAP 認證產品行銷，在各個駐點展售以充分達到宣傳效果，並為地區產業進行造勢！

另一方面，十勝觀光連盟在產品行銷推動上亦推廣 JGAP 認證 (日本農產品良好農業規範) 產品，結合 JGAP 認證農戶自有產品做專案行銷，更積極輔導青農自產自銷塑造農場(田)特色，促進在地產業活絡並舒緩十勝地區從農人口老化問題。



圖1.北海道十勝觀光連盟輔導與服務處



圖2.十勝觀光連盟駐點行銷具JGAP 認證農戶之紅豆多元產品強化產地鏈結



圖3.輔導單位推動在地農產並積極推動青農經營塑造農場特色



圖4.各式紅豆產品(1)



圖5.各式紅豆產品(2)



圖6.各式紅豆產品(3)



圖7.各式紅豆產品(4)



圖8.各式各樣紅豆產品(5)



圖 9.紅豆羊羹產品(6)



圖 10.紅豆煮食產品(7)

訪談中提到北海道紅豆生產達日本國內總生產量的 80%，因「府縣產」(指北海道以外其他地區種植的小豆，則統稱為府縣產)的紅豆全供當地消費，因此，以當年北海道紅豆收穫量決定其價格。收穫的紅豆以加工品為主要，約有 70-80% 以上的紅豆作為豆餡用，供給量以當年的耕作面積增減、豐收、歉收而有所變化。不足部分仰賴中國進口，近年則改由加拿大進口。有關紅豆進口交易始於 1952 年，1969 年為紅豆交易盛行時代，早期曾由臺灣進口紅豆，但因臺灣自 1999 年自給供應產生不足且 2001 年加入 WTO 後，始改由大陸進口為主，加拿大與美國則分別位居第 2 與第 3 進口國，近年來則由加拿大取代大陸，成為紅豆進口來源的主要供應國家。

中札内村豆資料館(日本公財豆類協會推廣駐點單位)參訪

日本公財豆類協會始於 1980 年 3 月 10 日獲得農業和林業部長(現任農林漁業部長)的許可，成立為「財團法人日本豆類基金協會」，於同年 4 月 1 日改名為「公益財團法人日本豆類協會」。

中札内村為十勝地區紅豆產地之一，位於中札内村的豆資料館，於 1947 年原為最初發展種植馬鈴薯的農場，而後遷移他處，1952 年舊地恢復使用，建設作為十勝農村航天博物館，2005 年該館搬遷後，為了舒緩中札内村從農人口減少活化地區產業，因而由公財豆類協會(公益財團法人日本豆類協會)進駐設置重生為豆資料館，俗稱“豆之家”，在豆資料館中藉由豆類協會駐點人員提供紅豆及其他豆類的各項資訊及推廣服務，亦同時設定虛構人物「憨豆先生」來作為地區行銷推廣之虛擬代言人物。除此之外，公財豆類協會亦致力推廣分享紅豆等各種豆類的試驗研究報告、學術研究報告及豆類生產改良技術等相關資訊，給予消費者甚至日本國民優良豆類食品或特色飲食概念，透過豆類促進飲食教育，藉此發展豆類食品之悠久文化，不僅有助於國民經濟發展，更藉此提高日本國民良好飲食習慣，是日本發展出的新一代「食農教育」方式！

透過公財豆類協會推廣人員解說，了解北海道紅豆栽培期程，播種期為每年的 5 月中下旬，收穫期約為 10 月中下旬，品種區分為普通小豆、大納言及白小豆，小豆主流品種為エリモシヨウズ(譯：襟裳峽)，為中生種，具有耐冷性及安定多產的特色，故於十勝地區種植最多，且因食用風味佳而廣受喜愛。

表 1、北海道紅豆栽培時間表(資料來源：新豆類百科，公財豆類協會出版)

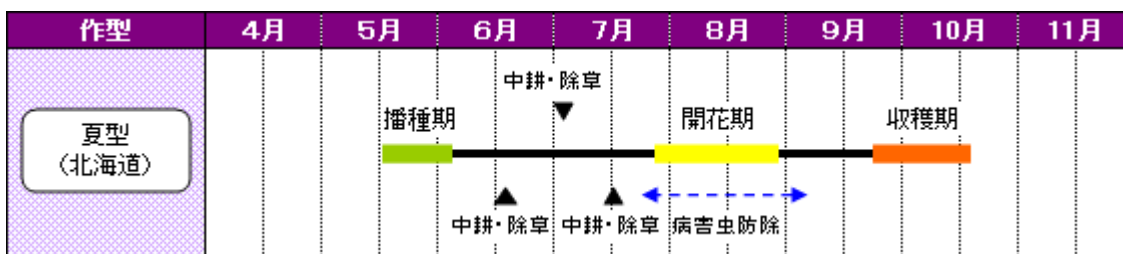


表 2.北海道紅豆優良品種特性(資料來源：新豆類百科，公財豆類協會出版)

區分	品種名	主要特性
普通小豆	エリモシヨウズ (譯：襟裳峽)	中生、耐冷性、良質、安定多產
	きたのおとめ	中生、耐冷性、良質、落葉病・萎凋病抵抗性
	しゅまり	中生、落葉病・莖疫病・萎凋病抵抗性、餡色良好
	サホロシヨウズ	早生、良質
	きたろまん	早生、耐冷性、多収、落葉病・萎凋病抵抗性

	きたあすか	中生、耐冷性やや弱、大粒、多収、落葉病、莖疫病、萎凋病抵抗性
大納言	アカネダイナゴン	中生、大粒
	とよみ大納言 (譯：田豐味大納言)	中生、極大粒、落葉病、萎凋病抵抗性
	ほまれ大納言 (譯：榮譽大納言)	中生、加工適性優、落葉病・萎凋病抵抗性
白小豆	きたほたる	中生、良質、白小豆、落葉病・萎凋病抵抗性



圖11.公財豆類協會於參訪期間對當地孩童進行食農教育解說



圖12.公財豆類協會製作詳細豆類分類圖及書刊提供國民各項資訊教育



圖13.訪談公財豆類協會人員後合照並互贈禮品



圖14.配合食農教育推廣介紹優良豆類食譜

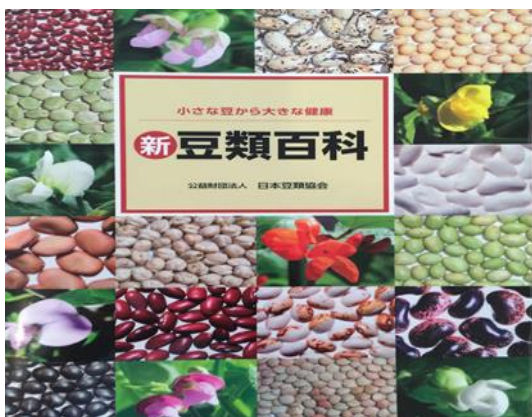


圖15.公財豆類協會2016年出版新豆類百科由協會人員贈送回禮



圖16.條播機-豆資料館中展示各時代之紅豆栽培農機具與工具



圖17.公財豆類協會蒐集之各種豆類圖鑑及相關書籍



圖18.館內展出近100種國內外紅豆品種



圖19.館內亦收藏臺灣高雄5號紅豆



圖20.館內提供食農教育相關食譜供參觀民眾索取



圖21.利用豆子摩擦製造出海浪聲之童玩

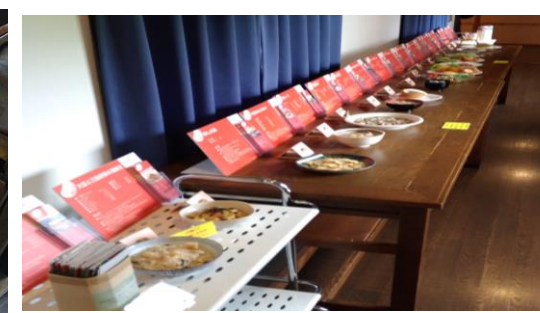


圖22.利用不同豆類做出不同料理(模型)推動食農教育

農場農機具與農田產業實訪

本行程為了獲得有關十勝帶廣地區紅豆田區栽培管理，與農場農機具在紅豆機械化栽培的應用資訊，透過帶廣農業技術中心(帶広市農業技術センター)與十勝觀光連盟中心引介下，實際走訪十勝とやま(富山)農場，又名外山農場，農田面積為 36 公頃，紅豆每年種植面積約為 6-10 公頃，採小麥、玉米、洋蔥、馬鈴薯、紅豆及毛豆等輪作模式栽培，田間管理利用高度機械化栽模管理模式以節省人力，該農場先人約在 100 年前由外地移入進行現地開墾，第三代男主人於 13 年前辭世後，由第三代女主人與其兒子負責經營管理農場，目前已逐漸邁入第四代交接當中，農場內設有事務所、D 型倉庫-肥料庫、農藥保管庫、選別小屋、堆肥舍、車庫加工場、農機具倉庫、A 型倉庫-定溫庫等，依用途及功能不同，具有不同性質管理模式。



圖 23.外山農場依據功能及用途不同設置許多不同倉庫(左上肥料庫；右上堆肥舍；左中農機具倉庫；右中農藥保管庫；左下定溫庫；右下選別小屋)

但藉由與農場第三代女主人外山富子面對面訪談，並親自觀摩紅豆田間作業，訪談中外山女士道出 とやま(富山)農場的經營理念與左右銘為「每天我們從事農場工作，我想把愉悅表情放在桌子上，成為一個靠近餐桌的農場」，透過這樣的經營理念不僅衍生出自產自銷的多元化產品，外山女士更說明紅豆在北海道為一季性作物，北海道土壤富含火山灰，栽種豆類作物土壤 pH 在 6 左右，屬於砂壤，且栽培期具有溫暖的氣候、適當的濕氣，以及充足的日照，是紅豆主要種植區域，一般在春季 5 月播種，秋季 10 月時收割，種植期間不適合於低溫高濕以及過酸性的土壤，且容易受季節天氣異常氣候(如乾旱或冷害)的影響，栽種期間必須特別注意連作障害。

外山女士表示，利用紅豆為一季性作物的特性，紅豆行情可區分為 5 至 10 月的天氣行情期與 11 月至隔年 4 月(播種前)的供需行情期；其中天氣行情期則較需要隨時注意小心管理，但因又受氣候天氣影響而無法掌控，在 5 月的春耕、播種，6-7 月的發芽、成長期，7-8 月的開花期，與 9 月的結莢充實期，最後於 10 月的成熟、收穫期，在每次栽培播種前預先作業採土送驗，根據地區所成立之專門土壤研究組 SRU (土壤研究會) 分析診斷土壤結果，透過分析結果，在藉由適當使用化肥和自製堆肥，提供作物生長所需。有健康的土壤才能栽培出健康的農作物，為食物生產的基礎，也是對環境和消費者食安上友善的一個農場，外山女士這樣侃侃而談。

在施肥量上，依外山女士詳細說明，經整理取得資訊如表 3 所示。另十勝地區設有賽馬場，因此馬糞取得較為容易，外山農場堆肥舍多數均使用馬糞及少量牛糞，混合使用當地培養蕈類之廢棄太空包當作調整材製作堆肥，由於當地土壤砂粒含量較多相對鬆軟，並富含磷肥，因此使用堆肥數量遠小於台灣用量，經詢問每公頃使用堆肥量約 3 公噸即可。

表 3.北海道十勝紅豆田區種植栽培模式及施肥量

種植栽培模式				施肥量 (每 10a/成分量)		
				*10m x 100m = 1000m ² = 10a		
每畦(採單畦雙行)	行株距	播種粒數/穴	覆土深	N(氮肥)	P ₂ O ₅ (磷肥)	K ₂ O(鉀肥)
畦寬 60-66cm 畦高約 30cm	20cm	2-3 粒種子	約 3cm 深	約 4kg	約 20kg	約 10kg

註：根據 SRU (土壤研究會) 分析診斷土壤結果，肥料使用量因區域和土壤而異，每公頃施用自製堆肥約 3 公噸。

在病蟲害防治上，經由外山女士詳細說明，並在訪談過程中實際調查農藥貯藏庫，其使用藥劑整理如表 4，訪談調查結果中，在整個紅豆栽培期間共 4 次用藥，前 2 次用藥為使用除草劑除去田間雜草，主要針對闊葉性雜草防治，並大約到 7 月中旬，植株根系發育迅速(約播種後 20-30 天)，配合中耕機進行淺層中耕

除草，後 2 次噴藥則在第 4-第 5 次開花期結束時，使用殺菌劑防治露菌病及防治薊馬用藥，以吊臂式噴霧車進行約 2 次噴灑，進入成熟期後即不再噴灑任何藥劑，並等待豆莢成熟植株落葉乾燥，而在 10 月霜期來臨前完成收穫。

表 4. 北海道十勝紅豆田區使用藥劑及液肥表

フジトーフロアブル	塩基性硫酸銅	3.6%SC	殺菌劑
リライアブルフロアブル	氟比拔克	6.1%SC	殺菌劑
ランマンフロアブル	賽座滅	9.4%SC	殺菌劑
日農ロックス	理有龍	5.0%WP	殺草劑
パワーガイザー液劑	Imazamox-ammonium	0.85%SL	肥料
日産 MCP ソーダ塩	MCPA	1.9.5%SL	殺草劑
ホルトフロアブル	快伏草	7%SC	殺草劑
ゴーゴーサン乳劑	施得圃	3.0%EC	殺草劑
アクチノール乳劑	Ioxynil	3.0%EC	殺草劑
セレクト乳劑	剋草同	2.4%EC	殺草劑
日農ラッソー乳劑	拉草	4.3%EC	殺草劑
トレファノサイド乳劑	三福林	4.4.5%EC	殺菌劑
ガレス乳劑	Diflufenican + 三福林	4.0.7%EC	殺菌劑
アフェットフロアブル	Penthiopyrad	2.0%SC	殺蟲劑
ディアナ SC	賜諾特	1.1.7%SC	殺蟲劑
トクチオン乳劑	普硫松	4.5%EC	殺蟲劑
ウララ DF	氟尼胺	1.0%WP	殺蟲劑
レナテン	Polyoxyethylene	78%	生長抑制劑
リーフガード顆粒水和劑	硫賜安	7.5%WP	殺蟲劑
ブライア水和劑	DIETHOFENCARB + 免頼得	5.0%WP	殺蟲劑
ホリヘリン水和劑	保粒黴素 + 克熱淨	3.0%WP	殺菌劑
スターナ水和劑	歐索林酸	2.0%WP	殺細菌劑
ホライズントライフロアブル	凡殺克絕	5.2.5%WP	殺菌劑
コサイト 3000	Copper(II) hydroxide	4.6.1%WP	無水硫酸銅殺菌劑
ホクサンバクテサイト水和劑	<u>Streptomycin Sulfate + Copper(II) hydroxide + Oxytetracycline</u>	5.2.7%WP	硫酸銅
日曹ファンタジスタ顆粒水和劑	PYRIBENCARB	4.0%WP	殺蟎劑
トップジン M 水和劑	甲基多保淨	7.0%WP	殺蟎劑
フルミオ WDG	Flumioxazin	5.0%SC	殺菌劑
ホクサンフロノサイド SC	扶吉胺	3.9.5%SC	殺蟎劑
ハイビット乳劑	MPP	5.0%EC	殺菌劑

ペンタキープ	5-Aminolevulinic Acid	13.50%	液肥
アグロスカッシュ	N		胺基酸肥
リッチ ハーベスト	乳酸菌、納豆菌		肥料

由於十勝地區地廣人稀，隨處可見大型農場，且高度仰賴機械化進行農作生產，因此大型農業機械交易場所，亦隨路可見。然而在外山農場農耕作業方面，農機具設備使用，則於栽培期程採高度機械化，從播種機播種、中耕機除草培土、懸吊式噴藥車進行噴藥施用液肥、大型粒肥撒佈車施用氮、鉀肥，在最終收穫期時使用聯合收穫機採收，全程為機械化作業以節省人力成本，並達到平均施肥及用藥的管理模式。

除此之外，除栽種紅豆外，農場因採輪作模式栽培各項作物，如甜玉米、飼料玉米、榨油用油菜、馬鈴薯、洋蔥、大豆、枝豆、金時豆等，實現自給自足率高達 200% 以上外，更取得 JGAP 認證，除販售乾豆類外，更發展多元化加工產品，徹底實現とやま(富山)農場的經營理念與左右銘為「每天我們從事農場工作，我想把愉悅表情放在桌子上，成為一個靠近餐桌的農場」！



圖 24. 十勝地區地廣人稀農作生場大量仰賴機械化設施。



圖25.十勝紅豆田區單畦雙行種植



圖26.與農場第三代女主人外山富子女士面對面訪談



圖27.十勝紅豆田區之根瘤生長情形



圖28.紅豆開花生長情形



圖29.外山女士介紹農場田區紅豆栽種情形



圖30.附掛式播種(施肥)機組



圖31.附掛式豆類施肥種機組



圖32.聯合採收機



圖33.附掛式播種機組-種子盤



圖34.粒肥撒佈車



圖35.團員於農藥貯存室內了解紅豆
使用藥劑



圖36.團隊與外山富子女士農場門口
合影

北海道立十勝農業試驗場研習參訪

北海道立總合研究機構共有 22 個試驗研究機關，隸屬於農業研究本部的試驗場計有 8 個，本次前往之「十勝農業試驗場」為 22 個試驗研究單位之一，隸屬農業研究本部位於帶廣地區，十勝的第 4 個試驗研究單位，是北海道也是日本唯一致力從事於紅豆育種研究的官方單位，亦是北海道目前主流紅豆品種 エリモシヨウズ(譯：襟裳峽)之育成單位，研習期間由該場竹內晴信部長、從事紅豆研究員堀內優貴主任與佐藤仁先生接待，藉由本次的交流研習，了解北海道的十勝農業試驗場研究方向、紅豆栽培技術精進方向、育種策略及流程規劃。

在研習交流期間由竹內部長講解豆類研究的部分，再由佐藤先生報告北海道紅豆的發展現況與育種規劃。竹內部長說明「十勝農業試驗場」從事的豆類品種改良主要有大豆、小豆(紅豆)、菜豆、金時豆及手亡豆，育種目標主要著重於 1. 耐冷性、2. 耐病性、3. 機械化栽培適性；品種改良效率增進則藉由 DNA 輔助鑑定及熱畫像解析，DNA 輔助鑑定應用於品種的純化檢定及雜交親本及後代純度檢定，可藉由 DNA 檢定判斷品種及增進後代選拔效率，強化育種精準度；熱畫像解析技術的應用使用於紅豆(或豆類)耐冷性的選拔，通過氣候室中植株實際捕獲溫度變化，在指定區域內的最高溫度 (MAX) 和最低溫度 (MIN) 瞬時顯示，

可以即時捕捉在不失去瞬間溫度變化的情況下測量，並從熱圖像分析中檢視植株對溫度及微氣候環境的瞬間反應，作為逆境或耐受性選拔的各種應用。

竹內部長在小豆與大納言的育成上，提及大粒型大納言品種近期於 1997 年育成之品種為ほまれ大納言(譯：榮譽大納言)，具有抗落葉病、萎凋病、莖疫病的特性，且粒徑達 5.5mm，具適合加工利用特性；另外於 2010 年育成小豆品種為きたあすか，特色有大粒鮮紅，產量高，抗落葉病、萎凋病、莖疫病等複合病害的抗性，目前在十勝地區推廣面積約有 290 公頃。在十勝試驗場的試驗研究課題(計畫)上，依道總研研究課題執行計畫可區分有 1.戰略研究、2.重點研究、3.經常研究、4.獎勵研究、5.公募研究、6.道受託研究、7.一般共同研究及 8.受託研究等計 8 個計畫研究形式，平成 29 年(2017 年)執行課題研究共有 83 個計畫。場內發展重點除著重豆類育種外，近期新的研究重點發展以高冷地栽培和園藝為主，另一部分則是開發複合式機械化農業管理模式配合遠端監控農務管理系統，並著重發展環境保護型農業。

在紅豆育種與栽培技術上，由紅豆育種栽培研究人員佐藤仁詳細解說，提及在紅豆育種研究上，十勝農業改良場始於 1905 年(明治 38 年)，由「圓葉」及「劍先」紅豆純系分離出 32 品種，再由此逐漸進行人工雜交育種，佐藤先生表示十勝農業試驗場也是唯一執行紅豆育種研究的單位，在研究中發現最初的野生種來自中國雲南地方、西藏及日本的西部地方，經由 DNA 檢定發現日本小豆(紅豆)種原有可能源自日本野生種，日本小豆在土壤利用上屬土地利用型作物，在日本北海道地區是輪作體系上重要的作物，且與地區產業及飲食文化密不可分。

小豆在北海道的栽培面積 2013 年約為 32,300 公頃，普通小豆的面積占總面積約 81%，東北佔 4.8%，近畿佔 4.2%，四國佔 3.1%，九州佔 1.4%，東海佔 0.4%；此外，高級大納言面積則在近畿北陸地區佔約 5.4%，北海道小豆種植在明治時期開始增加面積，1921 年(大正 10 年)栽培面積為 68,000 公頃，十勝地區再 1996 年栽培面積為 30,000 公頃，近年由於大豆產業振興，2016 年(平成 26 年)小豆面積北海道約為 26,300 公頃，十勝栽培面積為 15,500 公頃。

在栽培上，紅豆在北海道為 5 月下旬種植、6 月上中旬出芽，7 月開始陸續開花，9 月中下旬進入充實成熟期，10 月採收。而本州地區則分為秋小豆及夏小豆，秋小豆 7 月下旬種植、8 月上旬出芽，9 月開始開花，10 月中下旬進入充實成熟期；夏小豆 4 月上旬種植、4 月中旬出芽，6 月中旬開始開花，8 月上中旬進入充實成熟期；在北海道遇到栽培的難題是小豆種植過程遇到 5 月下旬播種後的霜期，小豆發芽的要件為土壤溫度必須要維持在 10°C 以上，在播種後，平均兩週左右就能發芽，但若出現霜害，對幼苗將造成不可逆且毀滅性的影響，發芽後過一週左右，小豆子葉便會脫落而長出新的本葉，30 天左右開始分枝。

但在這段期間若是出現低溫或日照不足，會阻礙植株成長，影響單位面積產量，此時除草則藉由人工或中耕機中耕除草，6-7 月會陸續進入開花期，基本上約在出芽後 1 個月步入開花期，由第 2-第 3 節莖下方的花苞依序向上綻放，此時溫暖及充分日照為適宜條件，充實期為 8-9 月，約莫開花後 25-30 日，豆莢開

始伸長並進行充實，豆莢中籽實在開花後 40 日成長到最大值，之後豆莢會緩慢失去水份，但因同一株豆莢成熟時間有先有後，通常在豆莢達到 70%-80% 左右，就可稱為成熟期，在充實期最怕出現颱風侵襲造成損害，收穫期為 9 月中旬-10 月上旬，成熟後採收約是在早霜出現之前，為收穫期間。

就十勝地方來說，早霜出現在十月上旬左右，若是霜期提早或收穫期間出現降霜將使籽實成熟不完全並影響收穫作業。收穫以田間人工或機械收穫 2 種方式，人工拔取植株放置於田間乾燥後進行脫粒，機械收穫方式則是等待植株自然黃熟落葉乾燥後進行機械採收，近期機械收穫則採用 2 行式機械收割機進行採收並同時完成脫莢。

十勝試驗場進行小豆品種改良以 9 年 11 世代為一期程，於夏季進行人工雜交 32 個組合(1087 朵花)，於溫室中培育 F1 324 植株，F2-F4 世代採集團選拔法(13 萬植株)，F5-F8 進行系統選拔，F5 世代選出 1000 系統，F6 選出 96 系統，F7 選出 21 系統，F8 選出 11 系統，F9-F10 選出 4 系統。

在育種策略部分，因小豆對於低溫敏感，生育期間低溫易對小豆造成傷害並造成產量上的損失，因此提高耐冷性以穩定產量為育種目標，同時為因應氣候變異，耐暑性等障礙耐性亦為育種策略方向，冷害的產生往往造成落花落莢，所以特別設置人工氣候室(日溫 18°C-夜溫 13°C)低溫處理，在開花期以低溫處理觀察耐冷性表現，在育種過程中，發現來自西藏的遺傳資源(種原)編號 Acc2265 的植株對環境逆境表現出極高耐受性，顯見具有對環境耐受性表現之遺傳基因，因此獲選為親本材料進行進一步育種。

收穫的植株高度亦是採用機械收穫的育種目標，適當的植株高度可減少機械收穫時豆莢的損失，在營養生長期時植株長胚軸也利於機械化除草，因此採收高度也是育種選拔時考量因素之一。其它在種皮顏色和食味品質與百粒重也是在選拔時必須考量評估的因子。此外，耐病性在針對落葉病、莖疫病、萎凋病及根腐病上亦是育種重點。因北海道地區為輪作系統，基本上以豆類、小麥、馬鈴薯、油菜花為輪作模式，但輪作會造成土壤中病蟲害感染的增加，因此病害抗性的育種顯得格外重要，目前藉由 DNA 檢定技術輔助抗病基因的篩選。



圖37.十勝農業試驗場大樓



圖38.竹內晴信部長講解十勝農業試驗場研究發展現況



圖39.紅豆育種研究員佐藤仁先生進行紅豆報告



圖40.豆類低溫育種實驗室



圖41.佐藤先生講解豆類低溫育種實驗室育種選拔方式



圖42.育成品系是盾葉形

而試驗田區參訪由佐藤仁先生與另一位從事紅豆研究的研究員堀內優貴小姐解說，說明育種人工雜交流程，紅豆及其他豆類雜交與世代繁殖圃占地約 4 公頃，席間亦進行病蟲害及土壤肥料等使用的交流，同時也參觀山藥田、馬鈴薯與洋蔥田，進行討論交流，此行受益匪淺。同時在整個研習過程也感受到日本人對試驗研究細節的重視，包含進入辦公大樓，來賓一律更換室內鞋，進入試驗田區車輛一律使用高壓水柱清洗後始能進出，及進入試驗田人員一律更換田間作業鞋，進出溫網室作業鞋必須進行漂白水清洗鞋子，在在證明對試驗細節之用心。另外在參訪試驗田區同時亦發現，該田區無明顯灌溉系統，經詢問發現該地區作物均靠氣候降雨灌溉，或因特別需求才使用滴灌方式進行灌溉，在水資源利用上相當節水。



圖43.佐藤先生講解小豆後代中亦有蔓性植株



圖44.紅豆系統(品系)於田間生長情形



圖45.竹內部長與堀內主任和團隊成員進行討論交流



圖46.竹內部長與堀內主任和團隊成員進行討論交流



圖44.竹內部長解釋山藥覆網栽培目的



圖45.竹內部長介紹山藥生長管理方式

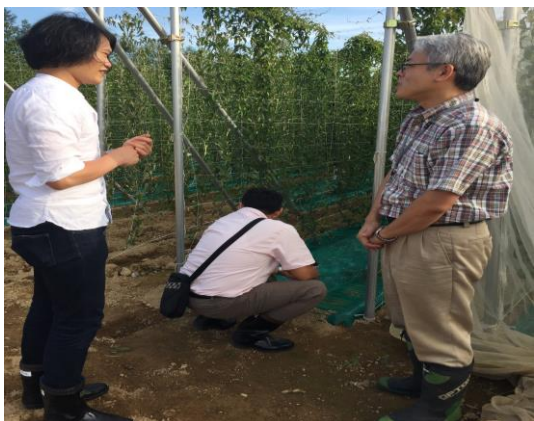


圖46.山藥畦面覆上PE塑膠布保溫



圖47.全體合影



圖48.PE塑膠布覆蓋除保溫功用亦可減少水分蒸散



圖49.參訪過程與接待研究人員進行名片交換

伍、心得與建議

1. 藉由赴日本北海道研習，了解農機具機械設備使用上，農民全栽培期程採高度機械化，從播種機播種、中耕機除草培土、懸吊式噴藥車進行噴藥施用液肥、大型粒肥撒佈車施用氮、鉀肥，在最終收穫期時使用聯合收穫機採收，全程為

機械化作業以節省人力成本，並達到精準施肥及用藥的管理模式，可望做為未來機械化栽培之參考。

- 2.此行在十勝試驗場研習中，日方的育種目標、育種著力方向和團隊在討論時產生共鳴，原來在選擇雜交親本種原上皆都發現有對環境高耐受性植株，兩國間雖身處 2 地但在選種標的上不謀而合的默契感到會心一笑，期望未來能持續進行國際間交流，無論在機械、設施硬體、輔助檢定設備、育種及栽培等方面能再做更多經驗交流，此行受益匪淺。
- 3.在病蟲害防治及肥培管理等做經驗交流分享上，除了在十勝試驗場見習到不同於臺灣的管理方式，在實際參訪十勝民間農場田區的過程中，下鄉深入學習到在不同氣候條件下，北海道相關單位輔導力行規劃產區適地適種、作物輪作系統等綜合管理模式的思維策略，並透過努力去引導農民而有多元化的產業規模，令人讚嘆！亦值得效法學習。
- 5.日本北海道具具有得天獨厚的農作物生長條件，加上育種研究單位、推廣單位、栽培業者的努力，每每在農作物產業上創造令人驚艷的成果，造就北海道糧食自給率達到約 200%，位居日本第一，本次所參訪之帶廣市十勝地區，其農業自足自給率更高達 1,100%，顯見一個產業蓬勃發展，不僅僅是只有單方面的努力，而是仰賴產官學各層級的配合，才能造就健全的農業組織體系，再回首省思臺灣農業，深信仍極具發展價值，尤其在紅豆產業的優勢利用、輔導推動及永續經營上，更值得未來深思並著力規劃，以期能永續經營。因此，建議平時應與當地相關人員保持密切聯繫。