

出國報告（出國類別：考察）

113年考察溫室及環控設施備產品趨勢

服務機關：農業部農糧署

姓名職稱：傅立忠簡任技正、何小珍技正

派赴國家：日本

出國期間：113年5月21日至5月27日

報告日期：113年8月21日

摘要

為因應氣候變遷，本署推動設施型農業政策，建立適應氣候變遷的韌性農業生產模式及調適策略，有助強化農業防災應變能力。為提升國內智能溫室技術，吸取日本推動先進設施環境調控技術，於113年5月21日至27日赴日本九州參訪農業資材展、園藝設施展覽、智能設施農場及日本農產品產銷市場等，學習日本新興設施資材、設施栽培技術、環控產品資訊及農產品行銷通路等，作為我國推動設施農業政策參考。

目錄

壹、目的.....	3
貳、行程.....	4
參、考察紀要.....	5
一、考察日本 2024 AgriWeek 農業資材展.....	5
二、參訪果實堂溫室生產設施.....	11
三、拜會南阿蘇地區農政單位及考察花卉及瓜果類溫室設施.....	13
四、參訪彩色甜椒智能化溫室-九重愛彩農場.....	15
五、參訪築紫野草莓智能溫室農場及利用地熱型溫室.....	18
六、考察農產品末端產銷通路.....	20
肆、考察心得與建議.....	23

壹、目的

因應氣候變遷，設施栽培可減緩異常氣候對農業經營風險，確保農業永續發展，且結合推動智慧科技導入農業，達到智慧監控、精準管理、省工生產及穩定農民收入目標，創造可吸引青年留農或返鄉發展的環境條件與利基，讓青年得以創新的經營模式在地深耕發，為學習日本智慧設施備發展現況與政策方向，作為我國推動設施農業參考，爰辦理本次考察日本溫室及環控設施備產品趨勢。

日本九州位於該國西南方，是日本第三大主要島嶼，農業產值占日本全國農業總產值20%，為日本重要的農業生產區，且設施農業產業發展蓬勃，值得我國觀摩學習。爰此，本（113）年5月21日至27日赴日本九州參訪2024 AgriWeek農業資材展覽、嫩葉生菜(baby leaf)溫室農場-果實堂公司、拜會南阿蘇地區農政單位、參訪彩色甜椒智能化溫室-九重愛彩農場、筑紫野草莓智能溫室農場及農產品末端產銷市場等。透過觀摩溫室技術與智慧農業農場，瞭解九州農業設施產業以及智慧化應用情形，作為我國推動農業設施及技術的政策參考。

貳、行程

一、出國時間：113年05月21日至05月27日

日期	行程摘要
05月21日(二)	桃園機場搭機前往九州熊本機場
05月22日(三)	參訪日本 2024 AgriWeek 農業資材展覽
05月23日(四)	參訪果實堂溫室設施 拜會南阿蘇地區農政單位 參訪洋桔梗、小果番茄溫室設施
05月24日(五)	參訪九重愛彩農場-彩色甜椒智能化溫室
05月25日(六)	參訪運用天然資源-地熱型溫室設施
05月26日(日)	考察築紫野草莓智能化溫室農場
05月27日(一)	考察農產品末端產銷通路 回程返國(日本福岡機場至桃園機場)

二、出國人員

姓名	服務單位	職稱
傅立忠	農業部農糧署	簡任技正
何小珍	農業部農糧署	技正

參、考察紀要

一、考察日本 2024 AgriWeek 農業資材展

2024 AgriWeek 農業資材展為國際農業資材及技術的綜合性專業展覽會，位於日本九州熊本縣的工業展覽中心展出，期間為5月22至24日，包含AGRI SUPPLY(次世代農業技術展)及AGRI TECH(農業技術展)等展覽，本次共有300多家來自日本國內外的農業資材、農業機械等各個領域企業參展。依據本次展覽主辦單位表示，近年日本農家人力缺乏，因此智慧農業發展起飛，每年自動化設備市場規模增長約20%，爰本次展出各種多樣化自動化省工設備與機械。參觀農業設施智能化及自動化設備如下：

(一) 自動化養液灌溉技術

本展覽有許多公司展示養液栽培管理系統及設備(圖1-2)，包括水耕和土耕養液流量控制及EC、pH監測技術(圖1-3、1-4)，養液栽培有助於溫室自動化栽培，精準的供應水肥，減少設施勞力支出；另開發水耕栽培水循環過程中，防治蔬菜的根腐病發生的藥劑(圖1-5)；花卉栽培利用自動灑水裝置，提供作物所需水分(圖1-6)；開發遠端自動化灌溉系統，利用監測自動化供水及養液(圖1-7)。

(二) 設施內防治病蟲害設備

對於飛行害蟲，研發利用AI技術產生各種聲音以驅除飛行害蟲裝置(圖1-8)；另利用特定波長的LED照明燈照射，防除夜蛾等害蟲接近溫室作物(圖1-9)。

(三) 設施光照設備

開發特定波長光線照射進行蔬菜栽培管理，促進作物生長(圖1-10)。

(四) 環境調控設備

1. 日本在冬季期間，溫室內低溫會影響作物成長，藉由熱泵加熱提高溫室內溫度，NEPON公司製造的熱泵是日本溫室常見加熱產品(圖1-11)。
2. 研發各種內循環風扇，並訂定各種用途規格及送風範圍提供選購(圖1-12)。
3. 依作物光線需求開發各種設施內遮光網(圖1-13)。

出國報告(出國類別:考察)

(五) 設施披覆資材

1. 開發各式功能性溫室披覆材，依作物栽培需求，選用保溫或降溫的披覆材質（圖 1-14）。
2. 開發各種功能性溫室披覆膜噴漆，包括遮光劑、隔熱劑，可有效降低設施內溫度，提高農產品產量與品質（圖 1-15）。

(六) 香菇環控栽培設備

開發香菇環控設施栽培模組，包括配置 2 層遮光網隔熱、微霧降溫系統、供給二氧化碳及監控設施內溫度、濕度等設備，並搭配立體層架式栽培，提升香菇產量與品質（圖 1-16、17）。

(七) 蔬菜育苗技術

開發蔬菜苗定型介質穴盤，將苗株移植入介盤後，再連同穴盤直接種植於田間，有助加速定植後作物生長及促進花芽分化結果(圖 1-8、19)。

(八) 蔬果自動化分級包裝設備

蔬果在採收後利用蔬果自動包裝機進行包裝，快速方便、省時又美觀，減少包裝所需時間及人力，提高農產品經濟效益，主要利用自動量測果實重量大小進行選別分級及計價，包括秋葵、胡蘿蔔、馬鈴薯、青江菜等各種蔬果自動化稱重選別包裝機（圖 1-20 至 23）。

(九) 自動化採收機械

許多業者研發利用機器人協助採收果實技術，開發利用影像判別定位草莓果實位置，再透過機器手臂進行採摘（圖 1-24）。

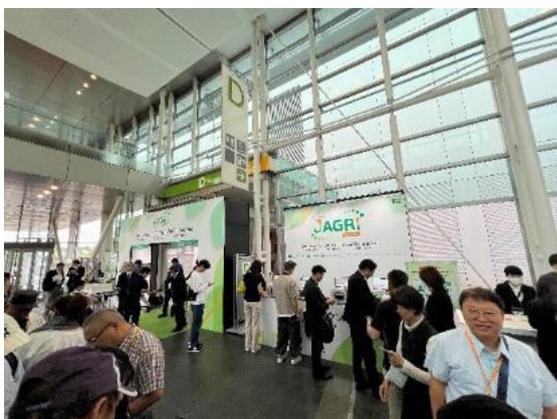


圖 1-1、展覽場入口



圖 1-2、養液水耕栽培管理技術



圖1-3、養液水耕栽培其流量控制及EC、pH量測



圖1-4、土耕栽培時土壤的pH及EC檢測



圖1-5、水耕栽培防治蔬菜的根腐病



圖1-6、花卉栽培管理自動灑水裝置



圖1-7、自動化養液供應系統

出國報告(出國類別:考察)



圖1-8、利用AI技術產生各種聲音驅除害蟲裝置



圖1-9、利用特定波長LED照明燈防除害蟲



圖1-10、配合植物生長周期使用特定波長光源進行照射



圖1-11、NEPON温室用熱泵

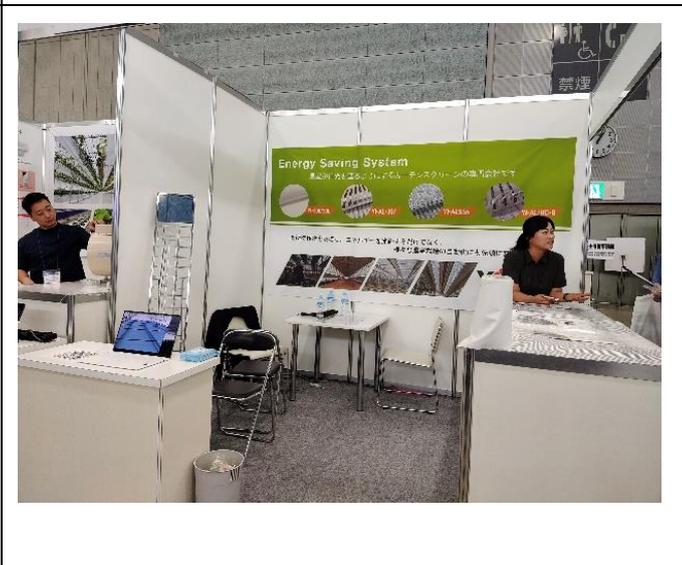


圖1-12、研發各種設施風扇



圖1-13、開發溫網室各種遮光網布

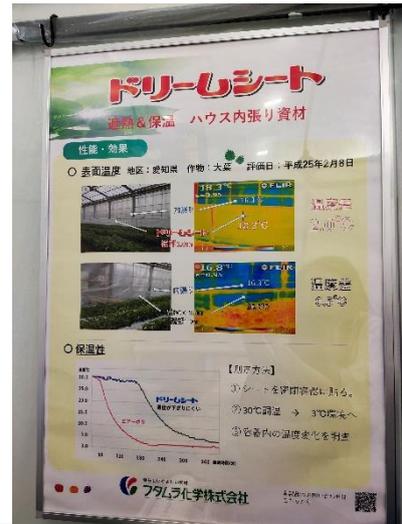


圖1-14、各種功能性披覆材



圖1-15、溫室披覆膜功能性噴漆

圖1-16、香菇環控設施栽培



圖1-17、香菇立體層架栽培

圖1-18、定型化介質穴盤



圖1-19、定型化介質穴盤



圖1-20、秋葵自動稱重包裝機



圖1-21、胡蘿蔔自動稱重包裝機



圖1-22、馬鈴薯自動稱重包裝機



圖1-23、葉菜類自動稱重包裝機



圖1-24、影像判別採收機器手臂

二、參訪果實堂溫室設施

(一)果實堂公司介紹：

1. 該公司溫室以熊本市為中心，產區包括熊本、益城及菊陽等地合計 850 棟，溫室栽培面積 70 公頃，全年供應約 800 噸嫩葉生菜，合計種植 16 種嫩葉生菜(baby leaf)，常種植種類 5 種。
2. 設置土壤研究室，蒐集採樣各地農場土壤進行研究分析(保水度、pH、EC、氮、磷、鉀、鈣、鎂)，作為土壤水分、養分栽培管理依據，針對土壤營養成分含量進行肥培管理及土壤改善措施。(圖 2-1、2-2、2-3)
3. 未來規劃研發 AI 除草機(NTT 技術合作)，並開發其他農業栽培技術與自動化控制系統，積極發展智慧化栽培管理技術。
4. 包裝流程(圖 2-4)：

嫩葉生菜採收後以自動化磁線感應軌道搬運進入包裝場，減輕搬運勞力，採用自動化監測選別排除異物，未經清水清洗，自動化混合各種生菜後，再以機械手臂自動化包裝封箱，出貨流程透過系統記錄，可透過條碼追蹤每批產品。

(二)果實堂-嫩葉生菜溫室

1. 設施結構：溫室設施高度 3.5 公尺，每棟 540 平方公尺，以鈹管為結構，圓拱型屋頂(圖 2-5、2-6)，柱距 50 公分，為加強防颱功用，設施前後柱距縮短為 20 公分，另屋頂單側設置塑膠布捲場，促進溫室內外通風，設施內設置遮光網(遮光率 50%)，降低夏季光強度，冬季則作為保溫膜使用，該設施可周年生產供應嫩葉生菜。
2. 自動化灑水設備：設施內二側設置灑水管路，以人工手測搭配土壤水分計監測土壤含水狀況，依測得土壤狀況進行自動化灑水(圖 2-7)。
3. 生產規劃：以種植萵苣、小松菜、菠菜等種類嫩葉生菜(baby leaf)為主，每年可採收 14 期作，夏季期間種植約 2 週採收、冬季期間種植約 1 個月採收，共有 850 間溫室，每日供應約 2 噸，土壤利用輪作維持地力，採用有機栽培模式，未使用化學藥劑。

(三)果實堂-蘆筍溫室

該公司獨創設施結構，側邊以紅色防蟲網預防薊馬等害蟲(圖 2-8)，採用高畦種植，減少降雨對植株生育影響，且方便人工採收，主要於

出國報告(出國類別:考察)

4月種植，隔年2月開始採收，植株管理良好，可連續採收15年。使用3馬力自走式自動液肥噴藥機(圖2-9)噴藥施肥，節省田間耕作勞力支出，噴藥機感應走道末端終石後自動回歸原位，利用噴水帶每日自動化供應養液三回。



圖 2-1、果實堂員工介紹土壤研究室



圖 2-2、由各地採樣之土壤樣本



圖 2-3、採樣土壤樣本分析報告



圖 2-4、果實堂包裝場



圖 2-5、果實堂嫩葉生菜溫室



圖 2-6、嫩葉生菜溫室內部

圖 2-7、溫室管理員講解土壤含水量



圖 2-8、果實堂蘆筍溫室外圍使用紅色防蟲網

圖 2-9、果實堂蘆筍溫室使用自動施液肥噴藥機

三、拜會南阿蘇地區農政單位及考察花卉及瓜果類溫室設施

(一) 拜會南阿蘇村役場農政課

由南阿蘇村役場農政課山戶陸也課長簡報說明當地農業特色如下：

1. 南阿蘇地區環境特色

南阿蘇地區位於日本熊本縣，海拔約 400 公尺，該地區具阿蘇火山和湧泉，湧泉水質優良，因水資源豐沛，促使農業發達，盛產各種蔬菜和水果。

2. 南阿蘇地區農業特色

出國報告(出國類別:考察)

南阿蘇地區農民採用輪作休耕制度，維持土壤肥力，將農田分成不同的區塊，輪流種植不同的作物，以輪作水稻、蔬菜和豆類為主。另利用阿蘇火山的火山灰改良土壤結構，富含礦物質，提高土壤肥力，有助提高農作物的產量和品質。

3. 由農政單位與農民組成社團法人南阿蘇農業公社

該地區為發展永續農業，由農政單位與農民組成社團法人南阿蘇農業公社，辦理農民輔導業務，包括為活化因人口老齡化而廢棄耕種的農田，協助農民出租農地，並且辦理農業長短期培訓、提供從農民諮詢服務、協助申請補助等輔導方式，因此吸引許多外地移居該地從農，促進當地農村經濟發展。

(二) 參訪洋桔梗花卉設施(圖3-1、3-2)

1. 採用簡易式塑膠布溫網室栽培洋桔梗，每年自3月開始分批種植，6月中旬始陸續採收，分散產期，另受冬季低溫影響，當地洋桔梗設施只於夏季期間種植，冬季下雪休耕期間，產區移至關西神戶地區種植，透過異地種植周年生產。
2. 每棟溫室(約100坪)種植約1萬多株洋桔梗，農友表示透過設施栽培具防風、提高貯架壽命等優點，可確保九成收成，主要銷售於九州當地，降低運輸成本。

(三) 參訪小果番茄鋼構溫室(圖3-3、3-4)

1. 鋼構溫室面積1,600平方公尺(長60m x 寬9m x 3棟)，溫室披覆F-clean塑膠膜，該披覆膜已使用28年未更換，農友表示雖然初期建造成本較高，但後續維護容易，且防颱成效較佳，有助穩定農業生產。
2. 溫室配備天窗、雙層遮蔭網，並依監測環境數值自動啟閉。
3. 利用生物防治進行病蟲害管理，每畦種植數株醉蝶花，提供防治薊馬天敵-盲椿象繁殖族群，並視害蟲數量調整天敵釋放量，另為永續經營，減少病蟲害發生，每年消毒土壤，因此農友表示無連作障礙情形。



圖 3-1、洋桔梗花卉溫室外觀



圖 3-2、洋桔梗花卉溫室內部



圖3-3、番茄玻璃鋼構溫室



圖3-4、番茄玻璃鋼構溫室內部

四、參訪九重愛彩農場-彩色甜椒智能化溫室

(一)該公司栽培管理特色：

1. 育苗方式：該公司設置發芽室進行彩色甜椒播種，苗株約 2 週後，再移至苗株培育溫室培育 1 個月，溫室空閒期種植萵苣類生菜。
2. 栽培管理：彩椒溫室占地約 24,000 平方公尺(圖 4-1)，員工數正職 4 人、臨時人員 40 人，溫室分二區(東、西區)栽培期，每區面積 12,000 平方公尺，一區為 2 月份移至生長溫室種植採收至 12 月，另一區 9 月份種植採收至隔年 5 月份，可周年生產供應。
3. 整枝管理：每株整蔓留三主枝，包括橘、黃、紅等三種果實顏色品種，小果自然淘汰不需疏果，單株產量 105 個果實，平均每日採收 3-4 公噸(至多可達 8-9 公噸)。
4. 生物防治：隨時監測紀錄病蟲害發生情形，採天敵方式防治病蟲害，

出國報告(出國類別:考察)

以小麥、醉蝶花繁殖薊馬天敵盲椿象(圖 4-3、4-4)。

5. 將 QR CODE 條碼放置植株前，讓員工直接掃描登錄生產履歷資訊(圖 4-5、4-6)。

(二)溫室規劃：

1. 採荷蘭系統玻璃溫室，設置軌道便於使用軌道式升高機進行整蔓、採收作業(圖 4-7、4-8)。
2. 配置環控系統監控環境，夏季期間利用開啟天窗自然通風搭配微霧等方式降溫，視降溫情況開啟空調系統。當地光照足夠，溫室尚無裝設補光設備。
3. 溫室設置加溫管線，運用當地溫泉地熱透過熱交換系統(蒸汽可達 135°C)後(圖 4-9)，再運送至溫室加溫用，充分運用當地能源，節省冬季低溫期(約 -16°C)加溫所需能源經費，且減少溫泉水對管路的損害。

(三)包裝流程：

1. 果實採後經高壓空氣刷洗(非水洗)，依果實大小自動化分級選果後，以人工裝箱(圖 4-10)。
2. 設置自動輸送裝置(AGV)，自動運送採收蔬果，結合無軌和磁帶運行，減輕工作人員勞力負擔，提高工作效率。



圖 4-1、九重愛彩農場甜椒溫室



圖 4-2、農場管理人員解說甜椒栽培管理技術

出國報告(出國類別:考察)



圖 4-3、愛彩農場常有病蟲害及防治方法紀錄於公告板



圖 4-3、以醉蝶花繁殖薊馬天敵盲椿象



圖 4-5、彩椒植株前建立生產履歷 QR CODE



圖 4-6、掃描生產履歷QR CODE顯示頁面



圖 4-7、荷蘭系統玻璃溫室



圖 4-8、設置軌道式升高機



圖 4-9、利用溫泉蒸氣加熱溫室



圖4-10、愛彩農場甜椒包裝選別機

五、參訪築紫野草莓智能溫室農場及利用地熱型溫室

(一)築紫野草莓智能農場

1. 由該農場石橋社長及伏原肇博士接待解說，伏原博士曾到嘉義大學研究草莓種植方式約4年，表示臺日草莓栽培差異為臺灣氣溫較高，病蟲害控制較不容易。
2. 石橋社長表示，當地(筑紫野)臨近福岡市區，具有觀光採果潛力，因此以發展採果農場為主，經營約20年，近年種植甘王品種為主。
3. 該農場搭建鋼構塑膠布溫室，搭配養液高架栽培，並裝設自動化控制系統調控捲揚式天窗、內遮光網、負壓風扇、內循環風扇等設備(圖5-1)，控制設施內環境，另冬季為保溫配置加溫機。冬季期間(11月至隔1月)夜間加強補光2~3小時(圖5-2)，但近年種植低光照品種較不需補光。設施內設置光合成促進機(圖5-3)，提供二氧化碳促進草莓光合作用，提高產量與品質(圖5-4)。
4. 草莓主要病蟲害為炭疽病、灰煤病、薊馬等，該農場採用生物性及物理性防治，針對薊馬主要利用天敵防治；炭疽病利用控制設施內溫度進行防治，避免因室溫提高造成病害發生及蔓延；另施用有機資材如油類等防治其他病蟲害；設置UV燈抑制白粉病發生，設施外設置橘色燈吸引昆蟲，減少進入設施內數量。
5. 為因應每年溫度逐漸提升，規劃調整產期由11月提前至10月種植，採收結束期由5月提前至4月，倘種植耐熱品種則可延後至5月採收，採收後約6月份種植洋香瓜。溫室面積6,000平方公尺、年收入為日圓4,800萬元，日本農戶栽培草莓每分地產量約4至4.5公噸。

出國報告(出國類別:考察)

目前仍利用走莖繁殖種苗，避免性狀變異。

(二)運用溫泉地熱型溫室

位於九州大分縣具有豐富地熱資源，因此利用地熱作為溫室加熱能源，充分運用天然資源，提高設施內氣溫，並示範推廣種植睡蓮、大王蓮及香蕉等熱帶植物，睡蓮開花期在5月上旬-11月下旬。(圖5-5、5-6)



圖5-1、草莓高架化栽培



圖5-2、草莓補光設備



圖5-3、利用光合成促進機促進草莓光合作用



圖5-4、草莓品質良好



圖5-5、利用溫泉地熱提升溫室溫度



圖5-6、運用地熱溫室示範推廣熱帶作物

六、考察農產品末端產銷通路

(一) 參訪JA系島產銷市場-伊都菜彩特色

1. 農產品銷售：位於福岡縣糸島市，由日本農協 JA 直營的農夫市集，於 2007 年 4 月開幕，以銷售當地(福岡縣糸島市)農產品為主，約 1,500 位農民在此銷售農產品。除福岡市等周邊地區居民購買外，來自縣外的遊客絡繹不絕，JA 集團經營中收益最高的農產品直營店(圖 6-1)。
2. 農業技術輔導：除了協助農友銷售農產品外，並提供農民栽培管理技術指導，推廣生產履歷(GAP)，在此銷售農產品包裝袋標籤均標示生產地區、生產者及生產日期、條碼等訊息，可追溯生產資訊(圖 6-2)。
3. 銷售農業資材：除了化肥、農藥以外，另銷售農業生產所需的各種農業資材。
4. 農機中心：進行農業機械維修、檢查、保養、引進支援、諮詢和銷售等

出國報告(出國類別:考察)

服務。

(二)銷售農產品種類

1. 系島市生產切花區：包括百合、火鶴花、菊花、玫瑰、非洲菊、洋桔梗、滿天星、向日葵、大麗花、蕙蘭、文心蘭、仙客來、觀賞植物、盆栽蘭花（蝴蝶蘭）等(圖 6-3)。
2. 新鮮蔬菜區：依葉菜、果菜、根菜、莖菜分區，包括番茄、小黃瓜、青蔥類(大蔥等)、高麗菜、大白菜、萵苣、生菜、芹菜、蘆筍、花椰菜、胡蘿蔔、蘿蔔、牛蒡、地瓜、芋頭、馬鈴薯、菠菜、水芹菜、小松菜、青江菜、香菜、薑、大蒜等(圖 6-4)。
3. 新鮮水果區：包括多種柑橘類、檸檬及藍梅等(圖 6-5)。



圖6-1、JA系島直銷市場-伊都菜彩



圖6-2、推廣生產履歷



圖6-3、銷售系島市生產切花區

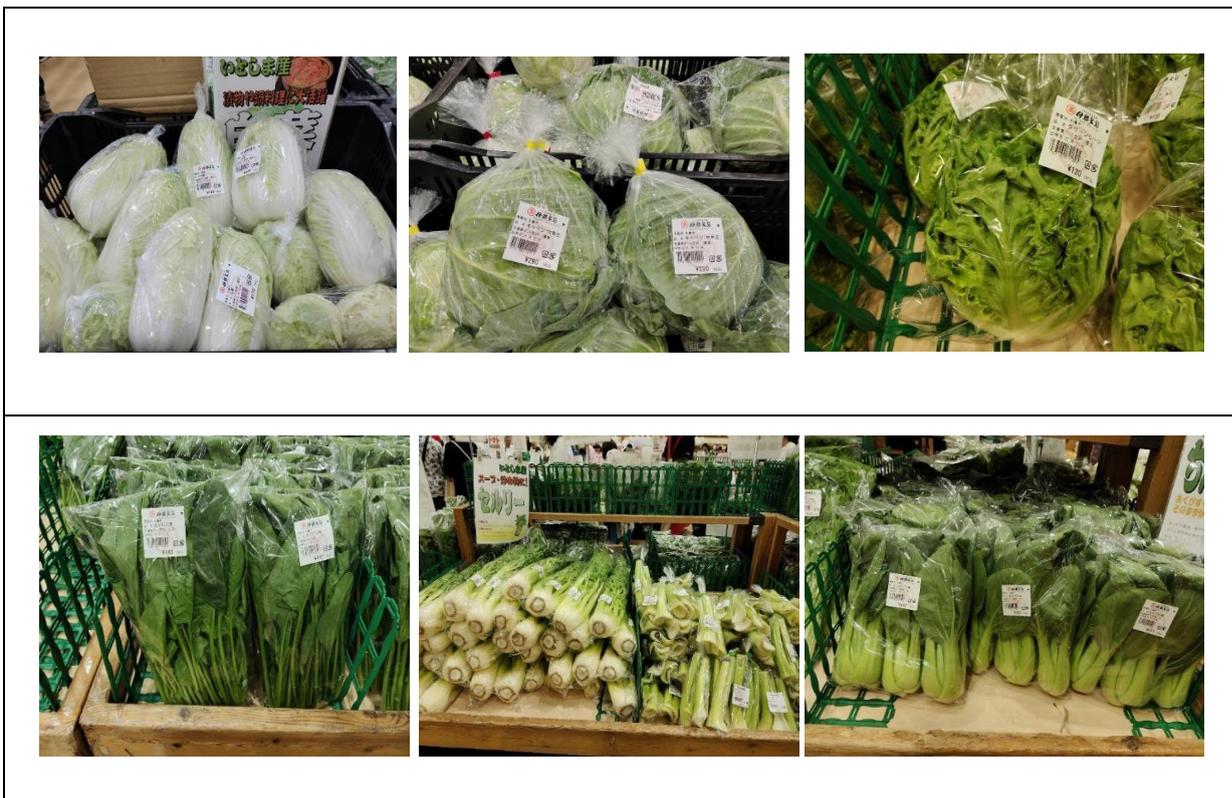


圖6-4、新鮮蔬菜區



圖6-5、新鮮水果區

肆、考察心得與建議

- 一、本次參觀AgriWeek農業資材展覽會，包括各種溫室設施內智慧化、自動化栽培管理設備，顯見省工、自動化栽培發展為國際趨勢，我國為推動「智慧韌性、永續安心」、「促進農業升級、提升產業競爭力、確保農民收益」等農業政策，以永續農業發展，亟需推動智能化設施，以提升農業經營效率，促進農業升級與加值，爰此，未來設施農業發展以推動智慧化農業為導向。
- 二、本次參訪日本溫室設施為達到周年計畫生產，透過環控系統聯結天窗、內外遮光網、微霧系統、負壓風扇、內循環風扇及加溫機等設備，調控設施內環境，爰為因應氣候變遷，亟需提升國內溫室環境控制技術，未來將持續推動設施農業導入智能化環控技術，以強化防災效能，穩定農作物生產。
- 三、本次實地參訪日本各式設施作物栽培模式，不論土耕或介質耕均採用自動化灌溉施肥系統，且農友重視土壤物理、化學特性，透過監測土壤含水量、EC、pH值及採樣分析土壤狀態，進行精準化施肥。因農友栽培需求，帶動許多業者開發自動化養液系統模組化套組銷售，方便農民購買組裝，透過自動化肥培管理技術，有助於維持土壤地力，永續農業發展，爰我國推動溫室智能化設施除強化防災效能外，將導入自動化養液供應及智能環控設備，以達自動省工栽培目標。
- 四、在本次參訪日本農協直銷市場，該市場提供農民就近銷售農產品管道，透過直銷方式販售農產品，提升農民收益，有助於發展地方特色農產品，為穩定我國設施農產品收益，以引導農民投入設施生產，穩定夏季汛期蔬果供應，此行銷方式可作為我國推廣優質設施蔬果參採。