

出國報告（出國類別:研習）

赴日研究稻作副產物製成再生性栽培介質
及其在作物生產之運用

**The Study of Renewable Culture from Agricultural
Wastes and the Use of Crop Production in Japan**

服務機關：行政院農業委員會高雄區農業改良場

姓名職稱：蘇博信 助理研究員

派赴國家：日本

出國期間：104年07月11日至104年07月17日

報告日期：104年10月13日

摘要

臺灣地區種植水稻之面積廣闊，每期作所產生之稻作副產物相當可觀，臺灣地區每年稻草產量約有 235 萬公噸，稻殼廢棄物約有 60 萬公噸。如能經由栽培介質調配技術開發再利用，不僅可解決農業副產物廢置之污染，同時可運用溫室生產高品質果品，造就農民從事農業生產及環境永續利用。本次研習重點為參訪日本東京農工大學植物工廠溫室管理技術及收集再生性栽培介質開發相關技術，並前往日本靜岡縣參訪溫室，觀摩離地栽培介質所使用之資材，交流溫室肥培管理技術，包括水分管理、必要及微量元素調配對植株生長勢之影響等；進行相關再生性栽培介質之開發交流，包括栽培介質比例調整與栽培介質前趨物供貨來源及收集等相關事項，期待獲得相關資訊，運用於臺灣地區農業生產上。

研習中拜訪之東京農工大學植物工廠中配置模擬春、夏、秋、冬四季環境，達到周年生產之概念。監測栽培介質中之 pH 值、EC 值及溼度等，調控生長環境以生產高品質之藍莓果品，臺灣地區目前尚無在植物工廠從事果樹生產，此可為借鏡。此次參訪行程也包括離地栽培周年生產玫瑰園區，此園區利用保水力佳之岩棉配合滴灌系統進行玫瑰植株養分管理，玫瑰園區栽植已進入第三年，葉片部分未有營養缺乏症狀產生，顯示岩棉相當適合做為離地玫瑰切花栽培介質，其無機質纖維材質，保水力佳，對養分吸持能力強，故配合適當之水分及養分管理，可使根系生長旺盛，生產高品質切花。

本次研習尚包括水耕栽培技術，植物根部可浸於水中或空氣中，植株吸收水中養分而成長茁壯，為相當有效率之栽培方式，園主所栽植作物為青江白菜、芹菜及小蔥等三種作物，定植至採收僅需 18-20 天，一年收成量可達 18-20 次，臺灣地區夏季易遇豪雨與颱風侵襲，造成作物產量銳減，農產品價格波動大，而水耕栽培為相當快速之復耕方式，值得參考使用。行程中同時拜訪生產大果番茄之園區，日本地區氣候較臺灣溫和，管理良好之番茄園區採收時間可達 6-8 個月，採用雙幹整枝法，集中養分供應，園主利用滴灌方式供應番茄植株養分，可有效管理養分，並藉觀察植株勢之變化，精確控制養分，減少土壤鹽化發生率，並可生產高品質果品。此次研習另一重點為拜訪日本地區網紋洋香瓜生產園，園主採離地栽培方式栽植洋香瓜，利用離土耕搭配滴灌方式管理，從苗期開始即可看出植株勢相當強壯，由此可知日本地區農民在育苗期即注意植株養分管理，另外，栽植直立式網紋洋香瓜為倒梯形之形式，將有助噴藥管理及葉片行光合作用，可作為床架架設參考。

栽培介質在無土栽培中扮演固定或支持作物之作用，並吸持養分提供作物生長，其含豐富的水分可供植物吸收，然通氣性仍需佳，利用栽培介質栽植作物之優勢為可減少土壤傳播性病害發生，且較易控制養分變化。此次研習重點為日本地區農業廢棄物稻殼稻稈運用於栽培介質之方式，所拜訪之園區包括離地栽培番茄及網紋洋香瓜園區，栽植番茄農友將稻殼混入土壤及赤玉土混合栽培介質中，根系生長相當旺盛，由此可知，利用土壤、稻殼及赤玉土等所調配之栽培介質，配合滴灌系統管理方式相當適合番茄植株生長，可生產高品質果品。而瓜類栽培介質較需團粒構造特性，栽植網紋洋香瓜農戶利用土壤及稻稈混合後加以塑形，使其呈現團粒較明顯之構造，栽植後

網紋洋香瓜植株葉片約為手掌 1.5-2 倍大，且葉片呈現深綠色，葉片節間僅 6-8 公分，鉀/氮(K/N)比控制相當適宜且無微量元素缺乏症狀，為網紋洋香瓜最佳生長狀態，因此生產之網紋洋香瓜大小相當一致，值得加以學習。

蒸氣消毒法為對環境友善之物理防治方式，用於土壤或栽培介質中均可減少殺菌劑、殺蟲劑及殺草劑之施用，在日本地區蒸氣消毒代耕費用約為日幣 70,000-80,000 元/分地，在農業生產上占相當高的生產成本，臺灣地區可仿效日本地區進行代耕消毒，農民可節省購買蒸氣消毒機及保養費用，代耕業者則可收取相關費用，達成雙方互利，且對環境為相當友善之方式，然目前蒸氣處理費用仍偏高，需待業者及技術人員共同開發，提高其能源使用效率，降低消毒成本，始能讓臺灣農民接受蒸氣消毒技術。

目次

一、 前言.....	1
二、 目的.....	1
三、 研習行程及內容	
(一) 行程概要.....	2
(二) 臺灣地區農業廢棄稻殼稻稈運用現況.....	2
(三) 日本地區離地設施栽培模式.....	4
(四) 日本地區離地栽培栽培介質消毒方式.....	9
(五) 日本地區農業廢棄物稻殼稻稈應用於栽培介質之模式.....	10
(六) 臺灣地區農業廢棄物稻殼稻稈運用於離土栽培介質之研究.....	13
(七) 蒸氣消毒運用於臺灣地區之可行性探討.....	14
四、 檢討及建議.....	16
五、 參考文獻.....	17

前 言

臺灣地區種植水稻面積廣闊，每期作所產生稻作副產物甚鉅，估計每公頃稻草產量約 6 公噸，每年稻草產量約有 235 萬公噸。稻殼俗稱粗糠，為碾米工廠穀粒加工生產之稻作副產物，估計臺灣地區每年之稻殼廢棄物約有 60 萬公噸。稻作副產物如稻殼、稻草等不易分解，如直接施用於農田，不但對土壤改良及養分供應無所益處，反而在分解過程中易與作物競爭養分，造成作物生長不良，影響生長。如能經由栽培介質調配技術開發再利用，不僅可解決農業副產物廢置污染，同時可運用溫室生產高品質果品，可謂一舉兩得；栽培介質在無土栽培中扮演固定或支持作物角色，並吸持養分提供作物生長，且含豐富的水分可供植物吸收，然通氣性仍需佳，栽培介質栽植作物優點為可減少土壤傳播性病害發生，且較易控制養分變化。臺灣地區目前仍使用培養土作為離地栽培介質使用，然皆需由國外進口，隨資源能源減少，運輸成本增加情況下，勢必將提高農業生產成本，故開發本土性栽培介質勢在必行，而開發再生性栽培介質之培肥管理技術在農業生產上扮演重要角色，適當的管理模式可延長植株採收時間及提高並穩定果實品質，故開發栽培介質調配技術及建立最佳生產模式，將為農民及環境創造雙贏之局面。本次研習系赴日本地區訪查稻作副產物(稻殼稻稈)混合而成之栽培介質，及短期作物包括離地番茄、網紋洋香瓜、玫瑰等生產模式之建立，並建立再生性栽培介質栽植作物之肥培技術、田間操作及植株生長勢觀察，以及耕作後栽培介質消毒方式之處理。

目 的

日本為農業發展之先趨國家，離地栽培更是各國爭相學習之技術，當地所栽植出之離地番茄及網紋洋香瓜更是其中翹楚。離地栽培可隔絕土壤性病蟲害傳播，同時搭配良好消毒方式可克服茄科或瓜類植物連作障礙，而利用培養土等作為植物支撐之依據，並配合良好滴灌系統及田間操作習慣，可確保茄科及瓜類品質與產量，為農民帶來豐富收益，雖初期所投資成本較高與肥培管理技術較高，故較不適合新進從農；然因具穩定產量及商機，仍有農友躍躍欲試，期望此研習，將日本地區目前離地栽培技術，包括栽培介質種類、消毒方式、植株生長勢應用及果實品質等，整理成相關資訊，以因應臺灣地區多變之氣候預作準備。

參訪植物工廠溫室管理技術及收集再生性栽培介質開發相關技術，研習離地栽培介質所使用之資材、溫室肥培管理技術，包括水分管理之精控性、必要及微量元素之補充及調配、逆境下肥培技術調整及植株生長勢應用等；並進行相關再生性栽培介質之開發交流，包括栽培介質比例調整、栽培介質前趨物之來源及收集等，期望獲得相關資訊，可運用於臺灣地區農業生產上。

研習行程及內容

(一)行程概要

日期	地 點	說 明
7 月 11 日	高雄國際機場-日本東京	前往日本東京及靜岡研習
7 月 12 日	日本東京	參訪東京農工大學
7 月 13 日	日本東京	參訪東京農工大學植物工廠
7 月 14 日	日本東京-日本濱松	參訪離地栽培玫瑰、土耕番茄及小蔥農戶
7 月 15 日	日本濱松-日本靜岡	拜訪蒸氣消毒機製造廠商及其配合農戶(番茄及網紋洋香瓜)
7 月 16 日	日本靜岡	參訪離地栽培洋香瓜及離地番茄農戶
7 月 17 日	日本靜岡	參訪離地栽培洋香瓜農戶

(二)臺灣地區農業廢棄稻殼稻稈運用現況

臺灣目前稻草稻殼回歸田園再利用，包括：1.就地掩埋分解成有機質-收割時將稻草切割成 2~3 寸長直接進行掩埋，使稻草分解成有機質，有助於下期農作栽培，可說是兼顧土壤培育與增進作物生長之處理方式；直接掩埋可改善土壤物理，化學及生物性效果，可請代耕中心於水稻收割時直接用收穫機將稻稈切割成小段，當作水稻或紅豆基肥。經過太陽曝曬 5-10 天後，紫外線及熱可將稻草徹底殺菌，再將稻桿碎片充分混入土壤後，曝曬 5-7 天，即進行灌水，稻草分解成有機質需水分參與，就地掩埋後需進行耕犁灌水。施用基肥時可增施氮肥，使稻草碳氮比值降低，可避免初期缺氮現象。稻草分解至少需一個月，特別為水田轉旱作，建議掩埋一個月後再進行下一作。而一般是掩埋後保持旱田狀態二周，再整地插秧。連續三期作將稻草掩埋於土壤表層，有機質含量可自 2.1%增加至 2.7%，並增加土壤磷、鉀、鈣、鐵、矽含量。2.畦面覆蓋，抑制雜草：畦面覆蓋即利用各種有機物如作物殘體等覆蓋田面，使田面因遮光而抑制雜草萌芽生長。此外，具有防止土壤沖刷、保濕及調節土壤溫度等功能；雖然使用上較為環保，但其體積過大，在大面積栽培時需要相當的人力，而稻草病蟲害發生嚴重之稻草，不宜做為畦面覆蓋使用。有機鳳梨栽培處理控制雜草之效果以覆草蓆加技術碳化稻殼>PE 膜加覆草蓆>全碳化稻殼。屏東縣九如鄉種植茄子時，利用稻草覆蓋抑制雜草，待下一作混入田中做為有機質肥料。3.稻草稻殼堆肥化處理：臺灣高溫多雨的氣候環境，加以終年耕作的制度，土壤有機質分解迅速，導致理化性質劣化，嚴重影響作物生產；有機質可疏鬆土質改善團粒結構及增加土壤之孔隙度，以使通氣性良好且吸附能力增加，如欲使植株生長良好，通常土壤之有機質需>2%以上；有機質缺乏時，不論在養分供應、土壤團粒形成、保水力方面均會出現問題。收集堆積材料稻

殼、稻稈及禽畜糞等，依用途將材料切成或粉碎為適當長度或粒徑大小(小於 2-3 寸，可請代耕中心處理)，並調整適當碳與氮的比值($C/N=30-40$)，及適當的水分含量至 65-70%，並調整酸鹼度（或不必要調整），進行堆肥化發酵過程(翻堆、腐熟)。

4. 菇類混合介質: 國外以稻稈或麥稈為材料種植菇類相當常見，約 1 公分長稻草可和木屑及其他原料混合以太空包製作機(或裝瓶機)裝填入塑膠袋中(或塑膠瓶中)而不阻塞機器，以稻草取代木屑種植秀珍菇的取代量可達 1/4 至 1/2，且可獲得和使用全木屑種植相同之產量，每包太空包不僅可減少 1/3 新木屑之使用，且可提高獲利約 3 元。

5. 稻稈稻殼製成衍生性燃料或吐壤改良劑: 利用熱能往上升之原理，有效節省碳化製程中所需熱能，並大幅縮短碳化時間；研究指出，稻殼亦為一種廉價的燃料，每公斤燃燒後可產生 3,600 卡能量，燃燒後所產生的酸性腐蝕氣體又非常少，是一種很好的燃料，如以全年產物的稻殼拿來做燃料，推估每年可省 5 億元的燃料費，而稻稈稻殼經由不完全燃燒則可製成碳化稻殼或活性碳，其中活性碳可提供生活及工業使用，碳化稻殼可施用於田間做為土壤改良劑。

6. 稻草應用之藝術文化推廣，地方團體利用編織稻草工藝品來進行社區營造及農村再生，各類的稻草手工藝品衍生而出，像是稻草賀卡、稻草相框、稻草花瓶、竹簾掛飾等，藉由這些工藝品讓現代人回味農村社會中稻草與生活息息相關的文化背景。



臺灣地區稻稈就地掩埋處理增加土壤有機質含量



臺灣地區稻稈堆肥化處理



臺灣地區利用稻稈作為畦面覆蓋抑制雜草



臺灣地區利用稻殼製作成碳化稻殼作為土壤改良劑

(三)日本地區離地設施栽培模式

植物工廠為目前發展最先進之設施園藝，為透過系統設定對設施內環境做精密控制，發展全年穩定量產之農業系統。經由系統進行自動控制，植物生育過程之溫度、濕度、光照、CO₂濃度及營養液等環境條件，因此不受自然環境變化所影響。植物工廠可量產無農藥的安全蔬果，落實在地生產，在地銷售的環保理念。臺灣地區所發展之植物工廠為短期作物為主，包括青江白菜、奶油白菜、葉萵苣等，而此次參訪之東京農工大學植物工廠中所栽植之作物為溫帶果樹藍莓及草莓等。植物工廠中配置模擬春、夏、秋、冬四季環境，其中，秋季及冬季設置於地下室，可有效控制藍莓所需秋冬季溫度，而藉由燈光控制光照時間長短，模擬秋冬季之短日照而進行產季調節，達到周年生產概念；而春夏季則設計在地上部，因其地上部之四季變化可以燈照長短及溫控設施達成春夏季環境。植物工廠中同時監測栽培介質中之 pH 值、EC 值及溼度等，觀測其藍莓生長環境之變化，避免過量施肥造成植株提早老化及死亡，所使用之栽培介質為培養土混合 3-5mm 鹿沼土所組成，由系統顯示，春季溫度控制在藍莓最佳生長條件日溫約為 22-23℃，而夜溫則在 12-13℃ 之間，日夜溫差約為 10-11℃，CO₂濃度則控制在 480-520ppm 範圍，栽培介質水分則為 50% 左右，電導度為 0.8-1.2 mS/cm 之間，pH 值則控制在 5-7 之間，光量子則為 200μE，利用生長環境控制可生產高品質藍莓果品。臺灣地區目前尚無植物工廠從事果樹生產，此可為借鏡，因應未來氣候環境之極端變化，且利用植物工廠可生產高單價果品。



東京農工大學植物工廠利用離地栽培設施種植溫帶果樹藍莓



種植藍莓所使用之栽培介質由培養土混合 3-5mm 鹿沼土所組成



藍莓盆栽給水系統為使用滴灌設施

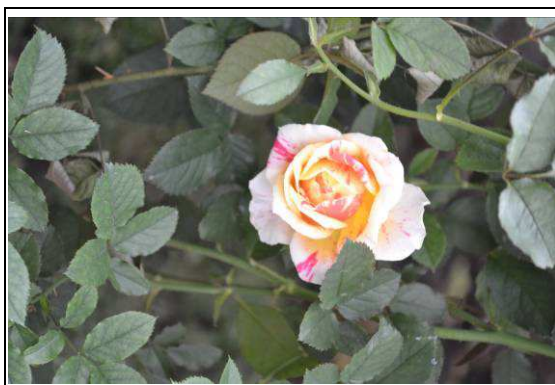


植物工廠隨時監控生長環境，包括溫度、

	介質 pH 值、EC 值等
	
尚未成熟之藍莓果實	栽植藍莓之溫室(夏季)

此次參訪中包括周年生產之離地栽培玫瑰園區，此園區為利用保水力佳之岩棉配合滴灌系統進行玫瑰植株養分管理，根據園主指出，此玫瑰園區栽植已進入第三年，為周年生產模式，每年約可有 8-10 次玫瑰切花收成，相較露地方式栽培穩定許多，園區肥培管理良好，葉片部分未有營養缺乏症狀產生，所使用養液管理方式為 A、B、C 三桶養液混合而成，經由滴灌系統送出供玫瑰植株使用，日本地區養液供給方式由供應商將三桶養液之濃縮液先行配置完成，農民只需將其稀釋後即可使用，為相當方便之方式，值得仿效學習，可發展各種作物之配方供農民選購後直接使用，此外，岩棉栽培介質相當適合離地玫瑰切花栽培所使用，玫瑰為周年開花作物，需隨時提供較高養分，而岩棉為礦物棉之一種，以天然岩石如玄武岩、輝長岩、白雲石、鐵礦石、鋁礬土等為主要原料，經高溫熔化、纖維化而製成的無機質纖維，保水力佳，對養分吸持能力強，故配合適當之水分及養分管理，可使根系生長旺盛，有助植株對營養元素吸收，生產高品質切花。

		
週年生產之離地栽培玫瑰園區(第三年)	使用滴灌模式進行玫瑰養分管理	日本地區玫瑰養液栽培所使用之肥料

	
設施離地栽培栽植玫瑰花	設施離地栽培栽玫瑰所使用之栽培介質為保水力佳之岩棉

水耕栽培為利用液態管理供給作物生長所需養分之一項特殊栽培技術，作物養分來源不由土壤或介質所供給，作物得以脫離土壤羈絆。在養液栽培中，植物根部可浸於水中或空氣中，由其他介質如棉花等固定植株，植株吸收水中養分而成長茁壯，為相當有效率之栽培方式，園主所栽植之作物為青江白菜、芹菜及小蔥等三種作物，定植至採收僅需 18-20 天，一年收成次數可達 18-20 次。水耕栽培與相較於傳統土耕，施肥較均勻、供給植物養分可有效控制，且栽培密度可多於土耕環境，不需進行雜草防治，其自動化程度高，可減少勞力需求，另外消毒相當容易，造就高產量之環境。然養液栽培主要存有兩項問題:初期投資成本高且栽培技術要求程度高，管理作業複雜，因此需懂得栽培管理者始能操作，園主採用 A、B 兩桶養液混合而成，經由水流而送出肥料，同時利用循環系統回收肥料，測定水中 EC 值變化而調整肥料供給量，因短期作物較注重氮肥供應，因此肥料供給為使用三要素 $N-P_2O_5-K_2O=10-8-25$ 搭配硝酸鈣(11-0-0-34)進行營養管理，臺灣地區夏季易遇豪雨與颱風侵襲，造成作物產量銳減，農產品價格波動大，而水耕栽培為相當快速之復耕方式，值得參考使用。

	
水耕栽培青江白菜園區	青江白菜育苗植株，所使用栽培介質為培養土混合 1-2mm 蛭石所組成



水耕栽培之青江白菜植株根系生長相當旺盛



包裝完成準備出貨之青江白菜，銷售金額為日幣 110-120 元



水耕栽培業者講解青江白菜植株種植過程



生長 16-20 天及可採收之小蔥植株



水耕栽培之養液供給系統(A 及 B 液)



水質監測系統(EC 值及



日本地區特有之小蔥，通常做為壽司製作材料之一

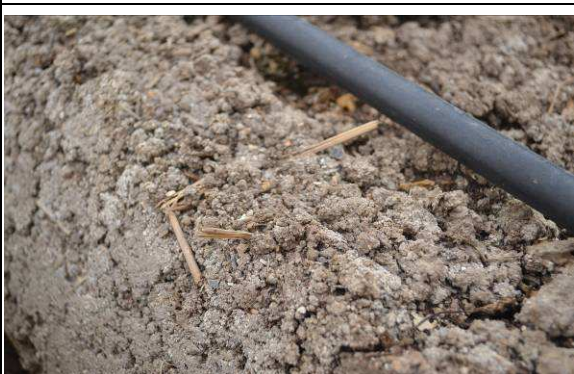
此次研習行程同時拜訪生產大果番茄之園區，日本地區氣候較臺灣溫和，管理良好之番茄園區採收時間可達 6-8 個月，為經濟效益相當高之作物，每年一作就可維持農民生計，園主採用雙幹整枝法，集中養分供應，利用滴灌方式供應番茄植株養分，可有效管理養分，觀察植株勢之變化，精確控制養分，減少土壤鹽化之發生率，並可生產高品質果品，園區中也可看見懸吊黃色黏板紙進行病蟲害防治，說明日本地區農戶對於病蟲害物理防治之重視；滴灌系統為採用雙滴灌帶系統，分布在植株兩邊約

20-30 公分處，為植株根系最旺盛區域，以利番茄植株養分吸收。

		
土耕番茄栽培園主解說番茄生長特性	日本地區栽培土耕大果番茄，採收其可長達 6-8 個月	土耕大果番茄栽培之園區，採雙幹整枝模式
		
利用滴灌系統有效管理土耕大果番茄植株生長勢	番茄田區整地，待 8 月份進行栽植	

本次研習時間為夏季，正值網紋洋香瓜栽植及產出期，日本地區所生產之網紋洋香瓜品質相當優良且可食用率高，值得臺灣農業研究人員仿效。此次研習重點為拜訪日本地區網紋洋香瓜生產園主，園主採離地栽培方式栽植洋香瓜，利用離土耕搭配滴灌方式管理，從苗期開始即可看出植株勢相當強壯，利用 2.5 吋盆進行育苗作業，所使用之育苗介質為培養土混合赤玉土類介質所組成，葉片呈現翠綠色，第二片本葉約為手掌之 2/3，且節間無徒長，表示初期氮肥相當足夠且鉀/氮(K / N)比比例適宜，由此可知日本地區農民在育苗期即注意植株養分管理，育苗時期之三要素肥料管理中鉀/氮(N / K)比即偏高；而栽植後網紋洋香瓜植株之葉片約為手掌 1.5-2 倍大，且葉片呈現深綠色，表示氮肥相當足夠，然葉片節間僅 6-8 公分，表示鉀/氮(K / N)比控制相當適宜，為網紋洋香瓜最佳生長狀態，可供栽植直立式網紋洋香瓜農民參考，此外，栽植直立式網紋洋香瓜為倒梯形，將有助噴藥管理及葉片行光合作用，可作為床架架設

之參考。

	
離土栽培網紋洋香瓜之園區	生長旺盛之網紋洋香瓜植株(育苗期)
	
高品質網紋洋香瓜之植株生長勢	網紋相當均勻且深之待採收網紋洋香瓜
	
高品質網紋洋香瓜之葉片約手掌 1.5 倍大且葉片厚度佳	高品質網紋洋香瓜栽培介質為團粒結構佳之黏土與稻稈混合而成

(四)日本地區離地栽培栽培介質消毒方式

日本為對環境相當友善國家，所拜訪之農戶或廠商對於病蟲害防治首要考慮因子為不會對環境造成危害之處理方式，因此發展出利用高溫蒸氣方式進行土壤或栽培介質消毒，相對於藥劑消毒安全許多，且無殘留之疑慮，更不會造成環境污染。利用土壤蒸氣消毒機產生高溫蒸氣，透過特殊加熱管及輸送管使蒸氣均勻分散於田間。可防除病原菌、蟲害及雜草，通常 80℃ 以上就可將大多數雜草、病毒及所有植物病原細菌

殺死。日本地區番茄為一年一作，約隔年 6-7 月份將植株拔除後進行栽培介質消毒，高溫蒸氣經由輸送管導入栽培介質中進行消毒作業，根據蒸氣消毒機操作業者說明得知，所需消毒時間約需維持 30 分鐘以上，且溫度需維持在 80℃ 以上，栽培介質始能達到均勻消毒效果，而長度為 50 公尺寬約為 60 公分之栽培介質槽，一次所供應之蒸氣量可消毒 2 槽，平均一分地消毒工作日數約需 3-4 天才可完成，代耕操作費用為 70,000-80,000 日元/分地。

	
利用蒸氣消毒方式進行栽植前病蟲害防治	蒸氣消毒溫度高達 80℃，可有效殺死土壤中有菌群
	
蒸氣消毒為通氣至離土栽培介質中進行消毒之動作	特別標示青枯病發生之區域，可有效加以進行病害防治

(五)日本地區農業廢棄物稻殼稻稈應用於栽培介質

栽培介質在無土栽培中扮演固定或支持作物作用，並吸持養分提供作物生長，而含豐富的水分可供植物吸收，且需通氣性佳。利用栽培介質栽植作物之優勢為可減少土壤傳播性病害發生，且較易控制養分之變化。此次研習重點為日本地區農業廢棄物稻殼稻稈運用於栽培介質之方式，所拜訪之園區包括離地栽培番茄及網紋洋香瓜園區，其中之一為生產供應日本地區摩斯漢堡作為沙拉之牛番茄園區，番茄農友將稻殼混入土壤及赤玉土混合栽培介質中，變成離地栽培番茄之栽培介質，所使用植床寬度約為 2 尺、長度約為 170 尺、深度約為 1 尺之栽培槽，採雙行栽植法，栽培槽材質為

排水良好之保利龍，栽培介質則利用壤土混合一定比例稻殼及赤玉土，藉由蒸氣消毒後，利用小型耕耘機進行介質混合，如有流失部分則再行補充，觀察前作所留下之根系分布相當旺盛，由此可知利用土壤、稻殼及赤玉土等所調配之栽培介質，配合滴灌系統管理方式相當適合番茄植株生長，可生產高品質果品。

	
日本地區離地栽培番茄園區為利用沙土(或壤土)混合稻殼及赤玉土所組成	所使用之植床寬約為 2 呎
	
消毒完之植床利用小型耕耘機進行介質混合	所使用之植床深約為 25-30 公分
	
植床材質為利用透光度佳之保麗龍所組成	前作番茄植株根系旺盛為番茄採收期長之關鍵

本次研習之一為離地栽培網紋洋香瓜園區，植株相當健壯，所生產之洋香瓜網紋相當漂亮；進入園區時即可看見倉庫中存放已請代耕業者切成 6-7 公分長之稻稈備

用，網紋洋香瓜生產園區使用之栽培介質為利用土壤(黏土至壤土)混合 6-7 公分稻稈所組成，其團粒結構相當佳，保濕能力佳且排水良好，搭配良好管理滴灌技術，有助根系生長及植株發育，栽植後網紋洋香瓜植株之葉片約為手掌 1.5-2 倍大，且葉片呈現深綠色，表示氮肥相當足夠，然葉片節間僅 6-8 公分，表示鉀/氮(K / N)比控制相當適宜且無微量元素缺乏之症狀，為網紋洋香瓜最佳生長狀態，因此生產之網紋洋香瓜大小相當一致，所使用之離地栽培槽也相當特殊，包括中間高及兩邊低之特性，將有助於排水，同時消毒(管線配置)植床配置其中，有利於進行蒸氣消毒之作業，惟特殊設計之栽培槽造價較昂貴，占生產成本比例相當重。

		
稻稈切成 6-7 公分長存放備用	栽培網紋洋香瓜之玻璃溫室(約 5 米高)	溫室栽植網紋洋香瓜之葉片節間長度約 6-8 公分
		
網紋洋香瓜之栽培介質為黏土與稻稈混合而成	溫室離地栽培網紋洋香瓜品質大小一致	

	
離地栽培特殊排水(中間高、兩邊低)及消毒(管線配置)植床設計	由黏土與稻稈混合而成栽培介質團粒構造佳且通氣性好，適合瓜類植物生長

(六)臺灣地區農業廢棄物稻殼稻稈運用於離土栽培介質之研究

臺灣地區發展離地栽培技術僅十幾年，目前臺灣地區離地栽植仍不普遍，僅有具經濟價值作物如大小胡瓜、小果番茄及甜瓜等農戶使用，因初期造價相當昂貴約需 40-60 萬元/分地，搭配溫室造價共計需 140-160 萬元/分地，對農民而言，為生產成本相當高之栽培技術，大約需 4-5 年始能回本，因此目前農民仍鮮少使用。然臺灣地區位於亞熱帶氣候，高溫多雨，病蟲害相當嚴重，特別是土壤線蟲傳播及青枯病或萎凋病發生，致使產量銳減。因此，為因應氣候環境改變及土壤病蟲害之發生頻率，發展溫室離地栽培技術為農業生產重要方式，因為有生產穩定之離地栽培技術，始能穩定供貨，為農民帶來豐沛利潤

目前臺灣地區所使用之栽培介質仍以培養土為主，然需仰賴進口，隨著資源減少培養土售價將逐漸上揚，因此，開發本土性替代介質成為重要課題之一。良好栽培介質需兼具以下特性，包括 1.具有一定大小的固形物質，適當及穩固的結構，不易腐爛，可根據栽培作物種類、根系生長特點及當地資材狀況加以選擇。2.具良好物理性質，介質需疏鬆、保水、保肥又透氣佳。短期作物比較理想的介質為粒徑最好 0.5-10 mm，總孔隙度>55%，容重為 0.1-0.8 g/cm³，空氣孔隙率為 25-30%，介質之水氣體積比為 1：4。3.具有穩定的化學特性，本身不含有害成分，不與營養液發生變化，pH 6-7 被認為是理想的介質，適宜的電導度大約介於 1.5-3.0 dS/m 之間，夏季電導度需較低，冬季則可偏高。4.經濟性，取材方便，來源廣泛，價格低廉，以當地產出的資材為主。若培養土並非本土性之栽培介質，如管理不當容易酸化而崩解，因此可仿效日本地區因作物種類不同，設計不同栽培介質，例如土壤(壤土或沙土)混合排水良好之資材赤玉土、鹿沼土及稻殼稻稈片段製成短期作物之栽培介質，所培育出之作物生長勢也相當優良，值得參考；番茄類根系蔓延較長，因此所需栽培介質量較多且較疏鬆，因此經由蒸氣消毒後之介質，需經由小型耕耘機翻耕後始能栽種，而瓜類栽培介質較需團粒構造，因此建議土壤及稻稈混合後需加以塑形，使其呈現團粒較明顯之構造。因此，隨作物種類不同，栽培介質使用量、組成成分及團粒構造等特性皆須有所不同適當調整。



臺灣目前所使用之栽培介質仍以國外進口之培養土及椰纖等所組成



培養土栽植小果番茄根系旺盛，然管理需相當謹慎



臺灣地區離地栽培小果番茄



臺灣地區離地栽培甜瓜植株



日本地區利用土壤、排水性良好資材及稻殼調配成番茄使用之栽培介質



日本地區以土壤及稻稈片段進行混合塑形後栽植網紋洋香瓜

(七)蒸氣消毒運用於臺灣地區之可行性探討

蒸氣消毒法為對環境友善之物理防治方式，用於土壤或栽培介質中均可減少殺菌劑、殺蟲劑及殺草劑之施用，可降低藥劑對環境的污染，相當符合環保概念，可去除大部分有害的微生物、害蟲及雜草種子，留下些許耐熱性有益微生物。一般而言，只需維持 80℃ 約 30 分鐘，即可得到最大的病蟲害防治效果。蒸氣消毒方式為植物病蟲害防治上選擇之一，然機器的成本、移動性及維修等問題則亟待蒸氣消毒機製造業者與使用者互相切磋研究以改善與解決；在日本地區蒸氣消毒代耕費用約為日幣

70,000-80,000 元/分地，換算臺幣約為 17,000-20,000 元之間，在農業生產上占有相當高的生產成本，僅有生產高品質小果番茄及溫室甜瓜生產農戶可接受此代耕費用，臺灣可仿效日本地區進行代耕田間消毒，由專業之人員操作，農民僅需進行後續處理即可，如此一來，農民可節省購買蒸氣消毒機及保養費用，而代耕業者可收取其相關費用，達成雙方互利，且對環境為相當友善之方式。然目前蒸氣處理費用仍偏高，需待業者及技術人員共同開發，提高能源使用效率，降低消毒成本，始能讓臺灣農民接受此一技術。



臺灣地區目前蒸氣消毒機使用仍不普遍，僅試驗單位使用進行物理性病蟲害防治



經由蒸氣消毒田區可有效防治土壤性病害，增加種植短期作物之整齊度

檢討及建議

臺灣地區種植水稻之面積廣闊，每年稻作副產物產量約有 295 萬公噸，如能經由栽培介質調配技術開發再利用，增加稻作副產物再利用，不僅可解決農業副產物廢置污染，同時可運用溫室生產高品質之果品，造就農民從事農業生產及環境永續。本次研習重點為參訪日本東京農工大學植物工廠溫室管理技術，並前往日本靜岡縣參訪溫室，觀看離地栽培介質所使用之資材，交流溫室肥培管理技術等，獲益良多，提供檢討及建議如下：

一、發展快速復耕之水耕技術，解決夏季蔬菜供應量之不足

水耕栽培技術，定植至採收僅需 18-20 天，一年收成次數可達 18-20 次，臺灣地區夏季易遭遇豪雨與颱風侵襲，造成作物產量銳減，農產品價格波動大，水耕栽培為相當快速之復耕方式，在適當之養分管理下，將為穩定供貨之最佳選擇。

二、發展取代進口之本土性栽培介質

目前臺灣地區所使用之栽培介質仍以培養土為主，然需仰賴進口，隨著資源減少培養土售價將逐漸上揚，因此，隨作物種類不同，發展不同種類之栽培介質勢在必行。利用土壤(壤土或沙土)混合排水良好之資材赤玉土、鹿沼土及稻殼稻稈片段製成適合番茄栽培介質，而瓜類栽培介質需具團粒構造特性，因此建議土壤及稻稈混合後需加以塑形，使其呈現團粒較明顯之構造。

三、使用對環境最友善之蒸氣消毒方式，達成農民及環境互利

蒸氣消毒法為對環境友善之物理防治方式，用於土壤或栽培介質中均可減少殺菌劑、殺蟲劑及殺草劑之施用，臺灣可仿效日本地區進行代耕消毒，由專業之人員操作田間消毒，如此農民可節省購買蒸氣消毒機及保養之費用，而代耕業者可收取相關費用，成為雙方互利，且對環境友善之方式，然目前蒸氣處理費用仍偏高，需待業者及技術人員共同開發，提高其能源使用效率，降低消毒成本，始能讓臺灣農民接受此技術。

四、植株生長勢可做為臺灣地區研究人員及農民進行栽培管理之參考

本次研習時間為夏季，正值網紋洋香瓜栽植及產出期，利用離土耕搭配滴灌方式管理可生產高品質果品，在苗期管理即可看出植株勢相當之強壯，利用 2.5 吋盆進行育苗作業，葉片呈現翠綠色，第二片本葉約為手掌之 2/3，且節間無徒長，表示初期氮肥相當足夠且鉀/氮(K/N)比例適宜，臺灣農民在育苗期應注意植株養分管理，一般在育苗時期三要素肥料中鉀/氮(K/N)比需偏高。參訪園區網紋洋香瓜植株之葉片約為手掌 1.5-2 倍大，且葉片呈現深綠色，表示氮肥相當足夠且葉片節間僅 6-8 公分，表示鉀/氮(K/N)比控制相當適宜，此為網紋洋香瓜之最佳生長狀態。

參考文獻

- 1.陳帝鴻。2009。透過碳化技術創造高產值-廢棄稻殼變黃金。工業技術與資訊月刊 215期。
- 2.李國權、林深林、林慧玲。2007。蔬菜容器栽培之介質與管理與營養管理。科學知識49期。
- 3.鄭安秀、陳紹崇、李敏郎。應用蒸氣消毒防治植物病害。臺南區農業改良場技術專刊 89期
- 4.Asis, C.A., R.G. Corales, J. C. Cordero, B.D. Tadeo. 2005. Carbonized rice hull. Rice Technology Bulletin. 47:3-8.
- 5.Cheng, C.H., J. Lehmann, J.E. , S.D. Burton, and M. H. Engelhard.2006. Oxidation of black carbon by biotic and abiotic processes. Org. Geochem. 37:1477-1488.
- 6.Lehmann J. 2007. A handful of carbon. Nature 447:143-144.
- 7.Lehmann J., and J. Gaunt, M Rondon. 2006.Bio-char sequestration in terrestrial ecosystems-a review. Mitig. Adapt. Strate. Global Change 11:403-427.