

三、未來可能的農工潛力研發

經由前節「未來臺東農業發展」之探討分析，若干未來農工的研發重點昭然若揭，底下謹就未來可能的農工潛力研發分項並輔以可參考案例進行說明，提供參考。

(一) 推動溫室農耕以提升農耕效益，並避免災損

1. 災損分析：臺東縣位於本省東南部，處於亞熱帶季風區，全境地形陡峭、河川短促，每年常有異常梅雨（五~六月間）或強風豪颱風侵襲⁽³⁾指出每年7月~10月為颱風侵襲的主要期間，平均每年有3.5個颱風與多次豪雨侵襲，年平均降雨量約為2,510公釐，為世界平均值的2.6倍，再加上人為過度開發，導致整體地質更顯脆弱，使得坡地環境災害如土石流、山崩、地滑以及落石等接二連三發生。依據行政院農業委員會農業統計資料（表2），近16年來累計農業災損以颱風最為嚴重佔91%，其他包括豪雨、寒害、乾旱與焚風等約在1%至3%，如何以設施或溫室施予作物必要保護，控制生長環境，俾利健康生產，提高品質，調節產期，穩定供需，並進行相關災損的避免，實值得仔細斟酌與審慎規劃推動。
2. 過往氣候環境分析：溫室發展必須考量栽培實務與氣候環境狀況，如圖1所示，從民國85年至98年在臺東太麻里林試所和臺中霧峰農試所農業氣象站之最高與最低平均氣溫逐月變化情形可知，臺東比臺中溫室操作需降溫的時期相對上較少，且幾乎無需加溫，有利於以較簡單與較低廉的相應技術予以達成作業需求。

3. **溫室研發方向**：由於氣候變遷影響全球愈來愈多，能源有效使用再度受到舉世關注，設施農業發展重點也因此朝節省能源，並向低成本地區轉移，預期未來在亞洲、非洲的暖溫帶、亞熱帶，以及熱帶地區之設施農業將迅速發展，開發節能減碳溫室實有迫切性。蔡等（2011）⁽¹⁹⁾回顧臺灣溫室農業的現況，並前瞻地討論某些發展亞熱帶及熱帶永續溫室體系之構思。除篩選出臺灣溫室農業主要研究缺口外，也提出未來行動方案。需要進一步發展的技術重點包括：(1)學習與引進有關溫室系統設計與系統評估的方法；(2)將目前蝴蝶蘭溫室升級至高科技溫室；(3)改進低價、普遍的塑膠布溫室以對抗夏季尖峰期間的高溫。最重要問題並非與特定技術（可能已知或可得）的開發關連，而是與這些技術針對區域性狀況的調適與最佳化以及使用後農藝與經濟性結果的調查有更多連結。其中以應用漫射光覆蓋材料、發展具智慧型控制器之開天窗溫室，以及運用栽培介質回收處理再利用以改進低價、普遍的塑膠布溫室，進而對抗夏季尖峰期間的高溫，應是臺東地區可以優先考慮推動的方向。

表 2. 民國 85 年至 100 年臺東縣農業主要災損統計（單位：千元）

年度	颱風	豪雨	寒害	乾旱	焚風	總計
85 年	164,519	-	-	221,859	-	386,378
86 年	512,336	-	-	-	-	512,336
87 年	837,800	17,812	-	-	-	855,612
88 年	80,238	-	-	-	-	80,238
89 年	1,809,636	-	-	-	-	1,809,636
90 年	404,571	-	-	-	-	404,571
91 年	4,969	-	-	3,212	50,378	58,559
92 年	545,880	-	-	227	-	546,107
93 年	153,740	-	2,011	-	26,939	182,690
94 年	509,558	14,184	5,482	-	-	529,224
95 年	106,048	615	-	-	-	106,663
96 年	671,802	-	-	42,161	-	713,963
97 年	711,124	3,967	-	-	-	715,091
98 年	386,248	10,189	185,564	-	-	582,001
99 年	820,178	-	-	-	-	820,178
100 年	16,067	177,948	23,265	-	-	217,280
總計	7,734,714	224,715	216,322	267,459	77,317	8,520,527
百分比(%)	90.78	2.64	2.54	3.14	0.91	

資料來源：農業統計資料查詢系統農業天然災害統計

4. 開天窗溫室系統的開發應用：陳（2009）⁽⁷⁾指出溫室採用開啟式屋頂可以利用最佳的大自然環境。在大自然環境不利於作物時則採用溫室環控能夠調節溫室內部微氣候維持於最佳環境。墨西哥 Culiacan 地區以開啟式屋頂之溫室與傳統溫室進行比較，前者產量相對增產 120—167%，每公頃利潤增加 200%。雖然開啟式屋頂的成本較昂貴，但是因為回收快速，因此此種投資對於番茄設施栽培是值得的。為使環境更適合作物生長，墨西哥地區番茄栽培之環控設定程序值得參考：氣溫低於 16°C，屋頂關閉以保溫。氣溫超過 17°C，屋頂打開以增加光量與 CO₂ 濃度，並可促進蒸散作用。氣溫高於 28°C，使用遮蔭網以減少光量，尤其是紅外光之光源段，以降低葉溫與疏解水應力。下雨時，迅速覆蓋屋頂以保護

作物。此種溫室特別適用需要較高光量的果菜與葉菜，對於有機蔬菜與清潔蔬菜之生產都有助益。農試所為瞭解塑膠布溫室開頂對於溫室微氣候的影響，並進行自然對流相關學理研究及自動控制系統開發，已建置 235 平方公尺之開頂溫室兩棟，為加大通氣面積，包含兩側及前後皆有帷幕，透過控制器可做整合性的控制策略研究。當全部帷幕打開後通氣面積佔全溫室面積之 34%，其中頂部部分開啟可增加 11%。過去溫室是以氣象條件作為控制設定，目前正研發以作物生理需求為控制核心之溫室決策系統，作法是建立作物對溫室環境之生理反應曲線，經由氣象資訊收集，以所建立判斷機制，作為控制開頂溫室之外遮陰、頂部開啟或側邊開啟依據。圖 2 顯示農試所正進行開天窗溫室系統的開發架構。

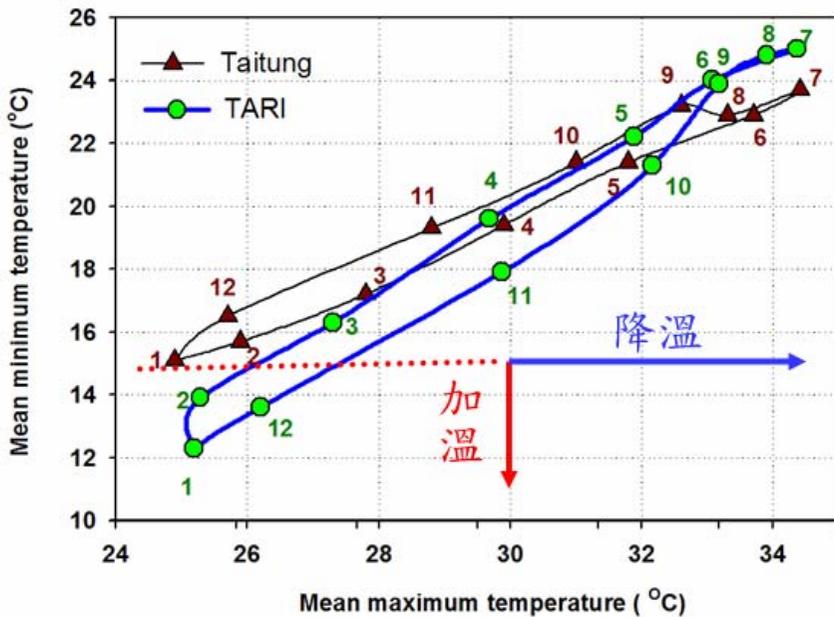


圖 1. 民國 85 年至 98 年林業試驗所太麻里分所和農業試驗所農業氣象站之最高與最低平均氣溫逐月變化情形。

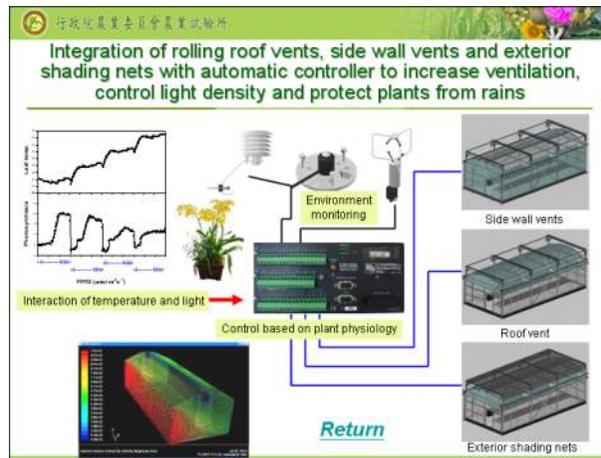


圖 2. 農試所正進行開天窗溫室系統的開發架構。

5. 推展特定作物(例如茛葉)溫室栽培：為了資本回收，設計具高技術性、經濟性與永續性效率的低成本溫室系統乃目標所在，惟有利可圖的作物卻是首要考量，由於目前臺灣是全世界蝴蝶蘭輸出量名列前茅的國家，蝴蝶蘭似乎是不二選擇，然而什麼作物(文心蘭、火鶴、菊花或彩椒)值得為作物量身訂做而開發溫室呢？此乃值得深思與努力的問題。針對臺東縣而言，除了一般常見上述之作物外，或許茛葉(花)是不錯的選擇。林(2011)⁽⁶⁾指出 97 年度統計資料顯示檳榔佐料的茛葉(花)臺東縣總裁培面積達 1,630 公頃，占全國總面積的 80%，係臺灣最主要栽培地區，年產值隨價格波動，約介於 40~80 億元間(相較於釋迦的 20 億元更具經濟影響力)，是臺東縣高經濟農作物，全縣有約一萬六千人依賴茛葉維生，因此對地區農村經濟貢獻很大。但侑於茛葉栽培對自然生態恐造成影響，且種植過程中施藥防治病蟲害，倘有農藥殘留在檳榔嚼食時亦有礙健康，故政府採「不鼓勵、不輔導、不補助」之三不政策。撇開政策層面問題，倘以純技術立場思量將茛葉納入溫室栽培以遠離山林，並輔以肥料、農藥的適當施用控管，或許是正向面對、適度輔導臺東縣此項高經濟重要農產業可用之策略，亦可有效回應地方政府農業空間發展規劃之訴求。

(二) 拒絕平庸的研發-將深層海水的低溫農業昇華以打造我國密閉溫室的首例

1. **深層海水的低溫農業**：Pereira (2002)⁽²⁴⁾指出利用海洋深層水的冷度，可以在熱帶沙漠地區為作物根區創造終年像春天的微氣候，其可產生熱帶、亞熱帶與溫帶作物生長的理想狀況，因而形成所謂的“低溫農業技術(Cold water Agriculture, ColdAg)” (圖 3)，其特點有：(1)根圈溫度控制；(2)由水汽冷凝至土壤形成自我灌溉；(3)根葉間溫差促使植物快速生長 (3 倍於傳統)，產品並具高糖與芳香成分；(4)由操縱植物休眠 (強迫或打破) 至每年多輪作生產；(5)完全不排放廢水。羅 (2006)⁽²¹⁾指出日本及美國夏威夷取水地深層海水之用途中，利用深層海水的低溫特性進行農產業的加值的用途使用情況較不普遍，多數仍只著重於研究層面。據報導經濟部水利署表示，日本自 1975 年開始發展深層海水，如今一年產值相當於新台幣一千億元，目前其取水方面因為有風險，只有 16 家，都是由政府投資配合，所以經建會同意取、排水部分由政府投資，廠商可以放心進駐，希望未來臺東深層海水發展能和美、日等國一樣蓬勃。
2. **臺東海洋深層水目前發展概況**：據臺東區農業改良場林課長所提供之資料，臺東縣發展深層海水計畫分為二部分，一為經濟部主導建在知本溪南岸的「深層海水低溫利用及多目標技術研發模廠」，另一為農委會負責之水產試驗所東部海洋生物研究中心建在知本溪北岸的之「臺東種原支庫」。經濟部「深層海水低溫利用及多目標技術研發模廠」由財團法人石材暨資源產業研發中心負責，研究主題為模廠溫室內環控設施，目前在花蓮以深層海水模擬栽培金線蓮，預定以後導入臺東之深層海水模廠試驗，惟目前臺東模廠佈管後因颱風斷裂，尚在修復中。水產試驗所東部海洋生物研究中心之「臺東種原支庫」已可抽水，在 101 年 8 月進行初次驗收，預定 101 年 10 月第 2 次複驗，再交付臺東場 2 間精緻農業溫室，臺東場並與水試所共同提送「深層海洋水在水產養殖及農業溫控栽培之多元利用」計畫，預定執行 9 年。目前預備蝴蝶蘭、春石斛與草莓等作物栽培，據估 1 至 2 年內可建立海洋深層水精緻農業溫室運作資料，正常投入試驗。

3. 將深層海水的低溫農業昇華以打造我國密閉溫室的首例：蔡（2010）指出荷蘭在節能減碳方面，除訂定 2020 年打造二氧化碳零排放溫室的目標外，也預定於 2011 年達成建造 700 公頃（半）密閉溫室（如圖 4）。



圖 3. 低溫農業技術之基本牽涉在經降溫的土壤中（係以內部通有低溫海洋水之管線進行土壤冷卻）種植作物。(From Common Heritage Corporation)

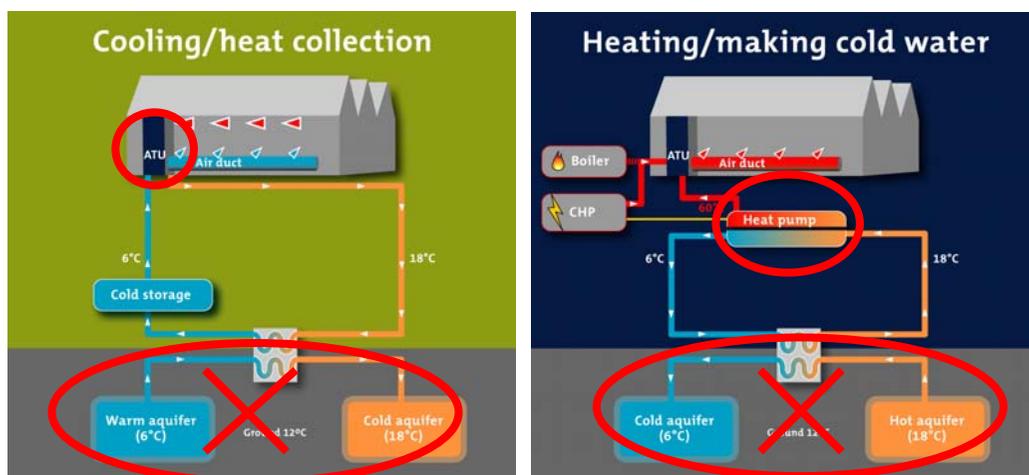


圖 4. 荷蘭（半）密閉溫室的示意圖。(From Innogrow Co.)

其主要原理係利用地下絕緣效果所致溫度幾乎恆定的地下儲水層，在夏天時溫室內由太陽所建立之熱能被以空氣處理單元抽出溫室，而溫室溫度係由主動式冷卻控制以取代打開通風窗，因此從儲水層冷側而來之水（5-8°C）被加熱後，再被打入並儲存在儲水層暖側（16-18°C）備用。

值得關注的是其番茄生產之結果顯示：(1)夏天季節可達成之溫度與濕度位準頗可接受，其溫度與濕度分別比傳統開放溫室高出 5.5°C 與 21%，而 CO₂ 濃度則可輕易連續達到 1,000-1,200 ppm，比起傳統開放溫室高出 475 ppm。(2)石化能源之使用對“孤島”密閉溫室及密閉與傳統組合溫室分別減少 20 與 35%；(3)由於高濃度 CO₂ 番茄產量增加 20%；(4)化學性作物防治減少 80%；(5)灌溉水之使用減少 50%；(6)能源使用效率提升 50%，再生能源貢獻大約 45%。由上述荷蘭密閉溫室之優點可見其應用實值得國內借鏡，尤其當有低溫深層海水可資運用時，昇華低溫農業以**打造我國密閉溫室的首例實有利基**。超越現時臺東場所做作物生產之規劃，可能的研發項目包括：(1)陽光與人工光源並用型溫室主體之建構；(2)高效能冷源之利用-配合空氣處理單元與細線熱交換器等；(3)栽培介質降溫技術；(4)灌溉水循環利用技術；(5)養液與二氧化碳施用技術；(6)人工光源補光技術-延長光照時數至 14 小時以上；(7)溫室環境綜合感測與控制技術；(8)低冷誘發植物特異成份生成或休眠打破之技術。

(三) 認清有機農業的農工角色

1. **臺灣有機農業現況與臺東縣有機農業的推動情形**：張（2011）⁽⁹⁾指出健康農業作為國家的發展願景，其核心意旨原不在提高農業總產值，而是在於農業生產與加工的檢驗、驗證制度建立，確保農業的發展能助益於國人健康的結果。有機農業是農產品經過複雜驗證後的結果，但是除了有機農業外，健康農業的範疇尚有農產品履歷和驗證標章的推廣。臺灣有機農業驗證通過的面積變化，在 2010 年呈現出巨大跳躍，從 2010 年初的 3,081 公頃成長到 2011 年初的 4,087 公頃，其成長主因是驗證機制的普及化。目前臺灣至少有 13 家有機驗證機構，其中有 9 家是 2009 年以後才成立的。惟張（2011）⁽⁹⁾表示目前臺灣有機農業仍著力在稻米、蔬果、茶等農作物上，然而臺灣農地面積狹小，在產量上難以與大農型國家的大量、低成本競爭，僅能提供內銷，能否找出臺灣有機農業的潛力外銷產品，成為臺灣有機農業發展的問題。另據報導臺東縣的有機農業面積由 98 年的 300 多公頃、99 年的 500 多公頃，到 100 年已成長增加為 700 公頃，在全國排名第二，臺東縣政府並以 1000 公頃為目標，

同時在 100 年成立臺東縣有機農業發展協會，在農業處的積極輔導下，持續展開有機農業的品牌經營與有機農戶的整合，現在已經打出臺東有機農業的口碑，如果產量供應及行銷能夠穩定的話，臺東的有機農業前途大有可為。

2. **有機農業的定義與再認識**：有機農業為遵守自然資源循環永續利用原則，不允許使用合成化學物質，強調水土資源保育與生態平衡之管理系統，並達到生產自然安全農產品目標之農業，故成為世界各國農業發展趨勢⁽⁴⁾。根據行政院農委會之定義，有機農業乃遵守自然資源循環永續利用原則，不允許使用合成化學物質，強調水土資源保育與生態平衡之管理系統，並達到生產自然安全農產品目標之農業。而 USDA 則定義“有機是表示食品或其他農產品被經由被認定方法生產的標籤術語，該認定方法結合栽培的、生物的與機械的實務，以促進資源的循環利用、生態的平衡，以及保護生物多樣性。合成肥料、污水爛泥、輻射與基因工程不可被使用”。國際動物保育學者珍古德也提出有機運動應有三個過程，即(1)與自然生態合諧共處下種出有益健康的食物；(2)保留地方食物的生物多樣性和多元化；及(3)透過農夫市場和食物合作社分配食物，讓正確的消費成為改變世界的溫和革命。值得深思的是黃與郭（2004）⁽¹²⁾的下面論述：人類應將作物看做一個生命體，幫助讓其過著健康生活，才能有健康的收穫物。如果採用過去以經濟行為為對象的農業，只以最少限度的人工與化學肥料，而追求利益，是想法上錯誤。可是認為以投入堆廐肥有機質，就是有機農業的想法也是不對。有機農業是站在生命科學的視野，以最高度善用現代科學，作成病蟲害不會發生，作物能健康生育的安定性土壤環境，尊重全生命，以最大限度利用有機物的農業。現代文明所形成逃避式的農業，對自家消費也許有效果。可是對全人類的果腹與健康的維護是無法有所貢獻的，也是無法想像的。如果僅以不施化學肥料、不用農藥便將農場判為有機農場，而不考慮其地力，是無意義的。而以農場中有鳥巢、蜻蜓飛翔便自許為有機農業，是不解生態之真諦。將蟲吃的、有病斑的、生長不良的、不美觀的農產品視為健康的作物，是不了解生命的本質。

3. **思考有機農業的農工角色**：黃文達（2011）⁽¹⁰⁾指出有機栽培的基本理念包括：(1)應有「順天應人」的積極感受理念-「順天」也就是有機栽培操作須適時適地，而「應人」是指，生產者要和消費者接觸與分享，生產市場所須的價值性商品；(2)慎選栽培作物種類與品種；(3)考量有機栽培時間上與空間上的農田佈局；(4)有機栽培管理技術主要包括：a.選用抗病蟲品種、配合農時並建立良好之耕作制度；b.施用有機質肥料；c.雜草管理；d.採用生物防治；e.採用不整地或低整地以及殘株覆蓋的保育耕作方法。由前述之基本理念觀之，似乎有機農業與農工研發人員的關聯並不十分密切，底下除敘述一般常見之研發外，並提出 2 個思考，供大家參考並作腦力激盪：

(1) **一般常見之研發-小型機械與加工技術**：黃與林（2011）⁽¹¹⁾研製水田有機中耕除草機，對剛萌發且非宿根性雜草如稗草防治達 71%，每公頃可增加稻米產量 200 公斤，約 3.1%。同時利用昆蟲之趨光特性，於夜間以具特定波長之燈光誘捕水稻害蟲，可降低夜行性趨光害蟲為害，因此研製溺水式太陽能捕蟲器，結果顯示可誘捕到葉蟬、斑飛蟲、二化螟及瘤野螟等害蟲。而未來研發非農藥防治技術，利用不同光波對害蟲之忌避或誘引效果，開發非農藥防治技術應用於果園害蟲防治，會是有機農業的莫大助力。林（2011）⁽⁶⁾指出臺東場為改善小米、紅藜採收加工技術，利用市售穀物脫粒及脫殼機械進行調製作業，可提供小農戶調製作業應用，以解決農村勞力不足及的問題。而洛神葵加工利用方面，臺東場也建立多層次加工技術，開發出洛神美顏膠囊、洛神休閒小品等保健機能性產品、洛神系列美容保養品及「洛神梅養生即溶飲」濃縮萃取製作技術，成果豐碩可為其他產業參考。

(2) **邁向溫室有機栽培**：當推動溫室農耕以提升農耕效益，並避免災損之後，邁向溫室有機栽培是順理成章而且無可避免，因此相關的配套研發應及早進行。Grubinger 在「有機溫室番茄生產入門」中指出，為了成功作為溫室番茄或其他任何作物的有機種植者，你首先必須是一個好的種植者。換句話說，大多數必要技能與技術既不是有機

的也不是傳統的。這些包括：建造溫室（架構、加熱、冷卻、灌溉）、管理環境（光、溫度、土壤水分、CO₂）、植物管理（品種選擇、移植栽生產、嫁接、修剪、授粉），以及銷售。在這些範圍的中某些小改變可能與有機生產相隨，例如：

- a. 溫室架構不能包括壓力處理過之木材，它可能與作物的根接觸；
- b. 可以被溶解並且透過滴灌系統使用的有機肥料相對很少；
- c. 有機種子的使用是被要求的，除非你能以文獻證明你想要的品種是非“市場可得”；而且
- d. 有機產品的銷售需要符合標識。

有機生產與傳統生產顯著不同的方面是：種植介質的類型、植物營養物的來源，以及害蟲管理。差別在於必須處理哪種介質、肥料與殺蟲劑在有機農場是被允許的。另外值得注意的是，現今部分有機栽培農戶為提高獲利，採取「反季節蔬菜」栽培策略（即夏季種植冬季蔬菜，冬季種植夏季蔬菜），以避免遭受產量過剩的衝擊，此種運用在溫室有機栽培中更容易操作。

- (3) **釐清加工技術開發的認知**：張（2011）⁽⁹⁾指出臺灣市售的有機產品中，將近 70% 仰賴進口，顯然高度成長的市場並不代表帶動本土產業的同步成長，導致臺灣的有機農業成長速度跟不上臺灣有機農產與農產加工品的市場成長率，此也顯現**有機農業的研發中加工技術開發階段的重要性**。另外，馮（2012）⁽¹³⁾在「『外銷』與『加工』是農產品產銷的救急方案還是發展方向？」中指出，當「外銷」與「加工」只被當作一時性的補救手段而非以一個產業來規劃發展時，「外銷」與「加工」自然無法發揮改變臺灣的生鮮農產品產業鏈現況。「外銷」與「加工」其實不應只被視為救急方案，更該視為是具發展潛力的產業來做長期規劃；「外銷」與「加工」應被視為替代生鮮農產品產業的發展方案，例如從育種開始即針對「外銷」與「加工」的需求進行品種研發，並搭配品種更新政策、精準栽培管理與推廣、資材研發、設備改良以及行銷管理規劃等，有系統地主動鼓勵並協助部分農民從生鮮農產品開始轉為以「外銷」與「加工」為發展主

軸，不再以國內生鮮市場為唯一市場，此亦為十分值得重視的觀念。

(四) 善用資通訊技術以開創未來農業的便利工具

1. **利用果園微精準管理系統結合管路噴藥（水）系統提升使具焚風防制功能：**農試所研究團隊經多年努力，已發展出可穩定產量並控制產期之玉荷包荔枝精緻栽培模式，目前玉荷包荔枝栽種面積有 2,500 公頃，產值約 17 億元。惟實際栽培時的花芽分化受氣溫影響極大，為求確實掌握開花期、產量預估及有效的栽培管理，Hwang et al.⁽²³⁾ 應用資通訊管理系統，藉由資訊平台架構（圖 5），運用建立之氣象監測（圖 6）資料導入花芽分化預測程式，掌握開花期，除提供一般的栽培知識查詢外，並提供農友註冊會員進行產期調節及栽培管理問題之諮詢，另一方面，輔導農戶架設果樹滴灌系統，配合微精準生產作業，利用計時器自動肥灌灌溉系統，取代原有人工調節作業，減少生理落果，並提升專家指導成效。近年來臺東地區焚風（圖 7）頻傳，可利用本系統結合以往坡地果園常用之管路噴藥（水）系統，形成具防制焚風機制之果園微精準管理系統，利用此系統提供之管理依據或許在太麻里及金峰鄉平緩坡地建立極早熟優質荔枝生產基地潛力無限，可能產生的成果效益，可以延深至整個花東縱谷，形成很長的供果期。
2. **RFID 應用的參考範例-生鮮菇類數位化運銷物流管理系統（圖 8）之可行性評估：**菇類是兼具食用及保健功用之農產品，其高經濟價值與發展潛力，將是二十一世紀之明星產業。目前生鮮菇類傳統運銷作業完全倚賴人工統計與回報，由於尖峰處理量大且時間短，產銷資訊無法即時獲得，配貨效率不佳。Tsay 與 Yang⁽²⁵⁾ 利用無線射頻技術（RFID）之特性，評估導入 RFID 管理技術可行性。規劃建置完成之硬體有運銷物流即時監測設備與無線射頻溫度監測識別先導系統，軟體有生鮮菇類集散場物流管理系統與權值化模擬配銷系統。運銷物流即時監測設備與管理系統之功能，可達成收貨時以手持式 RFID 讀取器將標籤（tag）資料讀取與列印收貨單據，透過讀寫器 GPRS 傳輸功能批次傳回物流監測伺服器，即時紀錄與顯示於集貨場端；無線射頻溫度監測識別先導系統，可應用

於生鮮菇類運銷作業流程中，儲運環境之溫度監視與紀錄，再透過操作介面於系統平台執行 RFID 標籤溫度紀錄之讀取與分析；權值化配銷模組可進行訂單別即時配銷模擬作業，依庫存量、訂購量、客戶權值等決定各客戶的配銷量，達到即時顯示供銷雙方之合理配貨量。經初步系統運作與評估，本系統將可解決產業界現存運銷瓶頸，降低生產成本，同時導入數位管理技術並結合生產履歷追溯，並建立相關電子化資訊供消費者查詢，本例有關 RFID 於產業運銷物流管理之應用經驗，值得臺東地區發展類似數位化系統時參考運用。

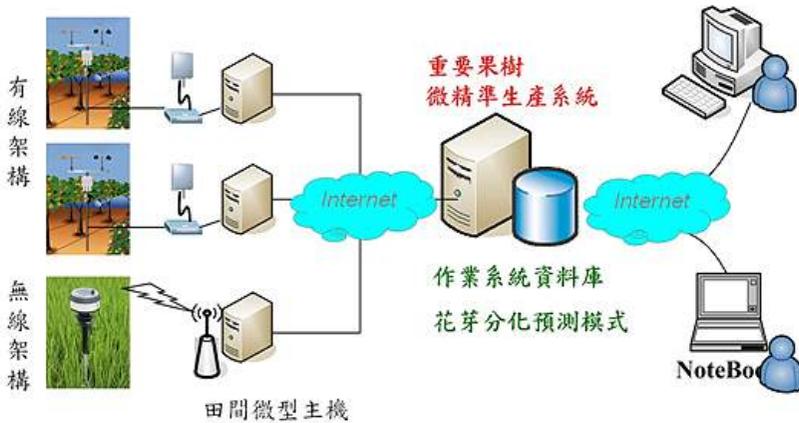


圖 5. 系統架構圖。



圖 6. 裝設於田間之氣象觀測與影像監測站。

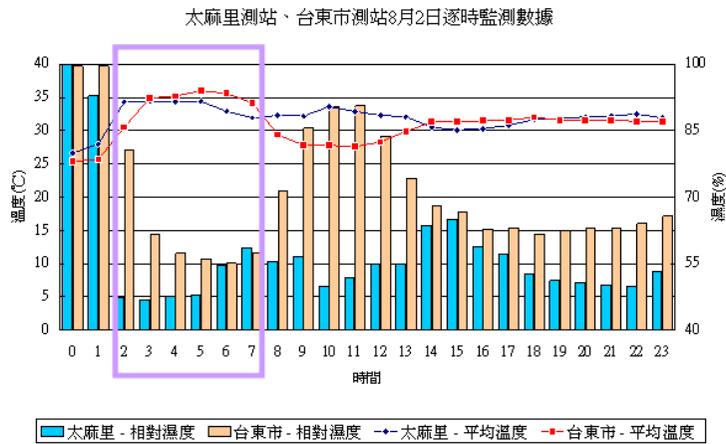


圖 7. 中度颱風蘇拉侵襲臺灣臺東區農業改良場-太麻里測站與臺東市測站 8 月 2 日逐時監測溫度、濕度數據。(紫色方框時段出現焚風現象)

3. 樂活旅遊導覽系統之開發以支持休閒農業-臺東休閒農業 PDA 多媒體行動導覽系統：江與廖⁽¹⁾於 95 年 9 月份推出一套結合 PDA 行動多媒體設備及 GPS 導航定位技術的「臺東休閒農業 PDA 多媒體行動導覽系統(圖 9)」，透過行動科技的輔助，讓民眾可以在該導覽設備的導引下，自由隨意的參觀各地景點，除了解到該當地的人文歷史、自然生態及地理環境外，更可以親身體驗在地的農業活動、農村文化及農家生活等。休閒中體驗在地生活，行動中認識農業生態是該導覽系統的規劃主旨。科技運用縮短人們和自然環境間的距離，文化思維擴大休閒旅途中觀看的視野。透過休閒農業導覽系統的運用，讓參觀民眾都能盡情享受休閒農業的樂趣，增進對我國農業發展及農村文化之體驗，本例有關多媒體導覽於樂活旅遊之運用經驗，值得臺東地區發展類似系統時參考運用。

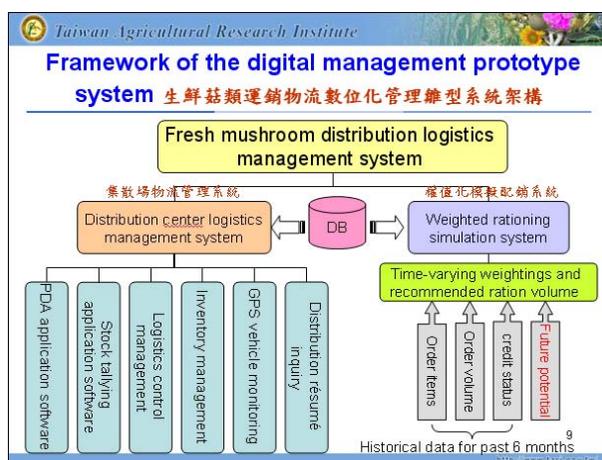


圖 8. 生鮮菇類運銷物流數位化管理雛型系統架構。



圖 9. 臺東休閒農業 PDA 多媒體行動導覽系統-PDA 導覽節目。

(五) 加強綠色能源利用

1. 歐文生⁽²⁰⁾進行綠色科技結合休閒產業之基礎研究，探討太陽能建築設計用日射量，並根據日射量大小及參考我國地形圖繪製日射量分布圖（圖 10），以方便建築師或設計者直接使用。研究中東部地區分別有花蓮、成功、臺東及大武等四個測候站，其月平均日射量曲線變化趨勢與北部地區相仿，呈現山形趨勢於七月達到最大值。日射量在七至九月份達到最高峰，四個站的日射量高峰值介於 15,865-17,905 kJ/m²day 之間，最大值 21,326 kJ/m²day 出現在七月份的臺東測候站，亦即臺東是東部地區具有最高日射量的地方，年平均日射量達到每日 4.1kWh/m²day 之譜。東

部地區以季節來看，四季之平均日射量分別為 3.3、4.7、3.2 及 2.1 kWh/m²day，顯示具有春夏秋三季發電潛能較高的特徵。整體而言東部地區年平均日射量達 11,921 kJ/m²day，大於北部地區的 9,682 kJ/m²day（平均發電量為 1.9 kWh/kW/day）與中部地區的 10,845 kJ/m²day（平均發電量為 2.1 kWh/kW/day），但小於南部地區的 13,666 kJ/m²day（平均發電量為 2.7 kWh/kW/day），推算東部地區平均發電量為 2.3 kWh/kW/day，此研究之結果可供建置太陽能光電設備前預測發電量參考使用，亦顯示臺東地區太陽能光電系統利用之潛力可期。

2. 杜等⁽²⁾表示，一般說來，越接近赤道，太陽照射角度越大，則有越長的日照時間。臺灣西南部地區日照時數相對全台較長，同時亦有較強的日射量，為良好的太陽能資源發展區域。臺灣地區在西部沿海、東北角、屏東半島與離島擁有適合發展風力發電的土地，但受到季風氣候的影響，導致每年的弱風期（4-9 月）風力發電產生的電量不如預期。另一方面，臺灣地區位處亞熱帶，陽光充足、日照時數長，在每年的弱風期恰為發展太陽能發電的最佳時期。因此擷取風能與太陽能在不同時期的優勢且互補其不足之處，在臺灣地區結合風能與太陽能發電實有其可行性。為進行臺灣地區結合風能與太陽能發電之可行性案例分析，杜等⁽²⁾以常被使用的小型 Jacob10 風機，做為風能結合太陽能發電先期評估的機型，並在考慮使用較少數量的太陽能面板與複合發電系統穩定度之下，搭配 2 倍風機率定功率的太陽能陣列。選取新竹、梧棲、恆春與成功四個測站，分別代表臺灣地區北、中、南與東部區域，並利用各測站 1996-1999 年的逐時風速與 1996-2004 年平均月累積日射量，估算此四個測站風能與太陽能並聯後的總發電量，以及分析其整年度與弱風期的供電穩定度。結果顯示四個地區僅靠風力發電機在弱風期的月發電量約為 500 kWh，一旦加入太陽能陣列發電時，所有月份的總發電量都提升至 2,000 kWh 以上，甚至有些弱風期月份的總發電量會大於強風期月份的總發電量，可見太陽能發電確能補助風力發電在弱風期發電量不足的現象，平衡全年度之發電穩定性。其中成功地區，其供電穩定因子 γ 值（越小越穩定）僅為 0.17，在四個地區中是供電相對最穩定的地區，值

得參考並運用，未來可進一步考慮發展以大型風機為主的複合式發電系統，並進行相關經濟性效益分析。

(六) 加強未來跨領域農工人才的增補與培育

工欲善其事，必先利其器，而再好之研發規劃，倘無適當之研發人員與之匹配，也無能為功，因此，**為讓本文所述的農工潛力研發付之施行並有進展，加強未來跨領域農工人才的增補與培育，乃十分重要並具迫切性的必要作為。**就產業與應用面而言，未來的精緻農業產業形成、農業生物技術量產化、生物能源、生態環境監測等均需要投入資源來培育跨領域工程人才，方足以因應我國未來產業與社會需求。而為培育符合該等產業與國家需求之跨領域高科技人才，應落實融合設計、綠色概念、節能與農業工程以培育兼具生物與工程（機電整合與自動化）跨領域專長科技人才，對支援我國新興生物產業發展必然有立竿見影效果，並促進臺灣未來產業競爭力之提升。

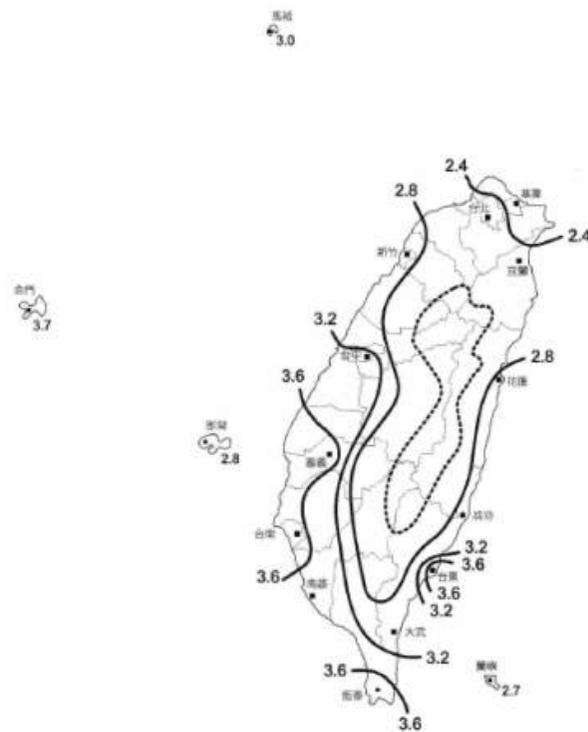


圖 10. 臺灣全年日射量分布圖。(單位：kWh/m² day) (20)