

日本之設施栽培與環境控制

陳 世 銘

台大農機系

摘 要

設施可以是簡單的塑膠布覆蓋，亦可以是精密的溫室。設施愈簡易，則其微氣象之環境控制愈不容易，不過，不同簡易程度之設施，各有其存在之價值，完全視需要而定。近年來，電腦工業與生物技術之發展日新月異，日本在設施栽培與環境控制方面都有相當的成就。最爲明顯的例子爲普遍地應用電腦，除了將傳統之環控因子，諸如溫度、溼度、二氧化碳之濃度、日照量、風向、風速、雨量等納入控制邏輯外，更將養液栽培之養液濃度、液溫、液量等之控制結合成一體，而發展出複合環境之控制技術(植物生長支援系統)。尤有甚者，更進一步應用人工智慧、模糊理論等技術發展環境控制之專家系統，以期更有系統，更自動化地掌握與控制環境條件。至於DNA重組、細胞融合以及組織培養等生物技術之應用，更大大地改變了設施栽培的面貌，而環控技術與生物技術之加乘效用，將使設施栽培進入另一個嶄新的里程碑。

前 言

日本之農情與台灣類似，而其各方面之技術又甚爲先進，因此

可資學習之處應該不少。不過日本位處溫帶，其園藝設施之環境控制又與台灣之亞熱帶環境的需求不同，必須加以改良才能適用，這一點是必須先有之認識。

首先來看看日本之園藝產業，依據農林水產省1991年之資料，1989年日本園藝總產值為三兆三千六百四十億日元，其中蔬菜佔65.7%為最大宗，水果佔24.8 %次之，花卉為9.5%。蔬菜之栽培面積與產量以蘿蔔之62,300公頃(2,449,000公噸)及甘藍之41,400公頃(1,623,000公噸)為最大宗；切花以菊花之5,160公頃(1,748百萬支)及康乃馨之580公頃(689 百萬支)為大宗，盆花則以觀葉植物之300公頃(43 百萬盆)為主；水果則以橘子之78 ,800公頃(2,015,000公噸) 及蘋果之49,900公頃(1,045,000公噸)為大宗。

設 施 栽 培

設施可以是簡單之塑膠布覆蓋，亦可以是精密的溫室。在日本，設施之應用範圍甚廣，葡萄之透明遮雨塑膠棚蓋、菜園之簡易遮網、菜園之低隧道式塑膠布覆蓋、果園之罩網、兩側通風之塑膠布溫室、密封型之塑膠布溫室、玻璃溫室等都屬之，甚至亦有將組織培養用之培養皿及生長(培養)箱皆歸屬之。各種各類之設施都有一個共同點，即提供某種程度之環境調節或控制。設施愈簡易，則其微氣象之環境控制愈不容易。不過，不同簡易程度之設施，各有其存在之價值，完全視需要而定。若以塑膠布溫室及玻璃溫室而言，日本之溫室總面積為49,000 公頃，其中塑膠布溫室佔96%，而玻璃溫室僅為 4%。塑膠布溫室大部份用為蔬菜栽培，玻璃溫室使用於花卉與蔬菜都有，但花卉之面積稍多。水果之栽培在兩種溫室中都佔少數。過去十年來，塑膠布溫室之增加量甚為快速，而玻璃溫室較平緩。

環 境 控 制

不論玻璃或塑膠布溫室，日本都發展出相當完善之環境控制技術。最明顯的例子為普遍地應用電腦，除了將傳統之環控因子，諸如溫度、溼度、二氧化碳之濃度、日照量、風向、風速、雨量等納入控制邏輯外，更將養液栽培之養液濃度、液溫、液量等之控制結合成一體，而發展出複合環境之控制技術(植物生長支援系統)。換氣方式則可以是開側窗、開天窗、兩側捲起或加上風扇之強制通風。遮陰網可分內外遮陰兩種，除了調節日照量外，在溫帶的日本尚有保溫之作用。遮陰網之材質及透光率有許多的選擇。溫室之加溫功用在日本冬天是相當重要的，欲加強加溫之效果，溫室屋頂可採不對稱方式、或用內溫室系統、溫室玻璃採用雙層絕緣，甚至燒油送風加溫。人工燈光可以用以調節產期或補日照之不足，不過其能源成本相當高，一般作物使用常不合經濟效益。在日本，溫室爲了保溫，保持氣密是必要的，但也因此而引起二氧化碳之供應量不足，必須施用二氧化碳加以補足，當然，在適當的條件配合下，二氧化碳之充份供應亦能達到增加產量之目的。

環境控制還有一個很重要的關鍵因素即爲感測器，日本工業技術發達，此類感測器，如溫度感測器(熱偶線、熱敏電阻、RTD等)、濕度感測器、日照計、二氧化碳感測器、風速計、雨量計、土壤水份計、土壤酸度計、土壤電導計等都相當完備，結合自動控制元件及電腦可執行多種層次之環境控制。尤有甚者，更進一步應用人工智慧、清晰理論等技術發展環境控制之專家系統，以更有系統，更自動化地掌握與控制環境條件。

灌溉有固定架或行走式之噴灌、淹灌法、滴灌、霧狀噴灑、養膜技術灌溉系統(NFT)、毛細灌溉法、養液系統等。毛細灌溉法可

以使用在植床上，其方式為在植床底部上方置放金屬網，再依序覆蓋不織布、塑膠布、白色吸水不織布及黑色透水布，其中白色吸水不織布之一端置於水槽中以吸引水份，而花盆之底部則有溝口，用以吸收水份。毛細灌溉亦有直接在花盆之底部置一吸水布，再直接將盆底跨騎在養液長槽之上方。養液之供應及調配則以可程式邏輯控制器或電腦進行控制。噴藥有攜帶式，移動式或無人噴藥車。

栽培新趨勢

果菜生產採用嫁接技術在日本非常普遍，其優點為避免土壤之帶菌，增加生長活力，改進品質及增加產量，已大量應用於胡瓜、番茄、茄子以及西瓜等作物上。不過傳統之人工嫁接甚費人工，日本已開發出嫁接機器人，成功率為98%，速度為20株／秒，較人工之3株／秒，效率明顯提高，唯一缺點是目前尚須人工掛苗(進料)。以組合式栽種盆(BOX)來栽培果樹亦是一個趨勢，以葡萄為例，每盆僅種一棵，每棵只生四串葡萄，消費者買回家可以當盆栽欣賞，亦可當水果享用，一舉兩得。但更重要的，從栽培觀點而言，既然以盆子栽培，具有移動性，若須進行環控以調節產期，則相當容易，而且養液之控制亦相形簡便。

穴盤苗之生產在日本亦日益普遍，在1990年，蔬菜之穴盤苗共生產5,770萬株，為1989年產量之202%，花卉之穴盤苗則為4,510萬株，為1989年之172%。穴盤之種類繁多，亦有條狀可拆式，相當通氣，具空氣整根效果。農業用電腦管理規劃軟體亦已推出，如具有農業情報、營農計劃、栽培曆、農業日誌、農業簿記等功能之農業全書即為一例。

生物技術是日本盡全力以赴之一個新的領域，以麒麟公司為例，其植物開發研究所之研究方向即著重於(1)大量增殖技術之開發，如

以不定胚繁殖蘆筍，以萵苣之不定芽以及芹菜之不定胚所製成之人工種子；(2)新品種之開發，如千寶菜之開發乃將小松菜與甘藍進行受精胚培養，染色體倍加再經選拔而得；(3)消費者取向之商品開發，如不同顏色之馬鈴薯等。至於DNA重組、細胞融合以及組織培養等生物技術之應用，將更大大地改變了設施栽培的面貌，而環控技術與生物技術之加乘效用，將使設施栽培進入另一個嶄新的里程碑。

結 語

日本緊密結合園藝、工程、電腦資訊所發展之設施栽培與環境控制系統的努力值得我們學習。溫室在台灣之降溫問題則必須更加緊研究加以解決，設施栽培才能落實，而環境控制也才有其意義。