

第一章 緒論

台灣位於亞洲大陸與海洋交接之低緯地帶（ $21^{\circ}5'N\sim 25^{\circ}20'N$ ），位居花綵列島的樞紐。台灣本島的面積為 35,759 平方公里，與附近小島及澎湖群島合計是 35,961 平方公里。而本島如紡錘狀，地形至為複雜。中央山脈高聳於中東部，海拔 500 公尺以上之山地面積佔全島三分之二，耕地面積 890,000 公頃（2001 年），占總面積 23.6%。由於山系為南北走向，與盛行季風相斜交，形成東北部與西南部氣候秉性迥異，冬季（12 月、1 月及 2 月）當西伯利亞或蒙古的冷氣流暴發而南下時，其前鋒所及，風雨猝至，氣溫亦驟然低降至 10 以下。台灣為極地大陸氣團與熱帶海洋氣團相互激盪的所在，太平洋極鋒冬季常在台灣附近，時有氣旋形成，天氣多變。在 5、6 月間，春夏之交受滯留鋒徘徊影響，造成陰雨連綿的梅雨型天氣，連續性降水，影響園藝作物果菜的培植；夏季（6~9 月）受海洋的影響較大，常被溫熱的海洋氣團所控制，因高溫地面蒸發，對流旺盛，下午常有雷雨發生，前者高溫致使葉菜類蔬菜徒長，降低產量或品質，後者雷雨會使巨峰葡萄，高接梨等園藝作物減產；夏秋為「颱風季」從 5 月開始，10 月終止，每年平均受颱風侵襲約 3.5 次，在 7、8、9 月盛夏時期，太平洋高氣壓擴展至中國沿海，颱風的路徑偏西，因此台灣常有被襲的可能。颱風及其所帶來的豪雨是台灣最嚴重的氣象災害。蔬菜葉片常被雨打傷，或久浸水中，根部易窒息枯死。

大體言之，台灣氣候溫暖，雨量充沛，又有具備高緯度氣候條件的高山，這種地理條件的特色，使園藝作物能利用高山涼冷的春、夏行栽培或育種工作，亦可利用平地溫暖的冬天作栽培生產，在風調雨順時如何充分利用台灣得天獨厚的豐富氣象資源，於天候異常時怎樣避免或減輕氣象災害，實為園藝生產之安定與提昇之重要課題。足見設施園藝對現今台灣農業的重要性。

『設施園藝』為現今台灣農業研究與產業發展之重要部份，多年來台灣設施園藝的發展，為引入先進技術，再由島內農民、業者與專家共同改進與創新的結果，可說是台灣產業技術在與國際產業接軌的過程中，兼顧國際化與本土化需求的最佳例子。因此，欲瞭解台灣的設施園藝，則不能不從世界各國的設施園藝發展史談起。茲將園藝設施範疇分為：1. 定義和功用 2. 沿革和現狀 以及 3. 發展方向等三大方面分述如下：

1.1 設施園藝的定義及其在農業生產之功用

設施園藝是藉由建築設計，並利用裝置設備來控制栽培環境，提供作物生產之適當條件，藉以達到提高產量，改善品質，穩定生產等目的之綜合技術體系。設施園藝通常以玻璃，塑膠及網布等覆蓋資材建造成栽培室，藉以保護室內作物生產，免於氣象災害（風、降雨、高溫及寒冷害等），加以自動或半自動化技術的控制室內之環境，以達到提升園藝生產。

設施園藝之各種裝備的精密程度各有所不同，有各種水準的物件，以對應不同地區所需的條件控制和使用目的不同而異。因此，建造設施時，必須根據具體的地理位置、栽培目的以及栽培植物的生態要求，因地制宜地加以選擇，則有自具備最精密的控制機件之植物工場到只有一張塑膠布為屋頂的防雨設施，存在多種等級的設施。但

是，以此精密或簡易的不同設施，皆利用於園藝生產，亦都屬於設施園藝。

設施園藝除了建築設計之外，就是設施的管理、歸納設施園藝作物的栽培管理工作，包括保溫、降溫、光照、通風換氣、土壤改良、病蟲害防治、電腦利用、節省能源及生物技術等項，其中設施的建築設計及設施內作物栽培管理為本書撰寫的兩大重點。

農業是利用生產資源進行物質生產的產業，農業生產所指的是光合成的作物生產，以穀粒為利用對象，稱之為穀物生產，稱為農藝生產；而以莖葉、果實、花為利用目的，通稱為園藝生產。多年前重視農藝作物，如稻麥為中心的穀物生產，但隨著經濟發展，國民所得增加，大家要求不僅要吃得飽，亦要吃得好，且多樣化，同時隨著工商業時代的來臨，業餘國民休閒的需求使花卉產業出現嶄新的姿態，因此園藝作物的重要性逐漸升高。為使整年的園藝生產不受氣候環境的限制，則設施園藝應運而生，針對市場消費者各種購買目的，有各種各樣的設施生產，其共同的基本功能則是利用人工的技術調節自然環境與提昇各種作業的效率，達到增進農業生產或園藝生產的目的。能在不適合作物生態要求的地區或季節進行栽培。例如在寒冷的地區，栽培熱帶、亞熱帶的作物，在乾燥多光的環境栽培喜陰濕的作物等，即不受時空的限制，使園藝生產能夠多樣化、企業化，必需有大規模生產的設施並引進現代化的機械設備、及自動化的電腦技術，設施園藝生產才能滿足市場需求。

1.2 國外及國內設施園藝之沿革與現狀

自古以來設施園藝大都用於嚴寒時保護作物，以提昇作物生產的作法，遠自斐尼基時代就有此傳說，當時的斐尼基人對園藝技術具有專長。到了羅馬時代，關於抑制、促成栽培已有相當的規模。在貴族的宴會桌上擺有季節所沒有的蔬菜來誇耀其榮華；並且尼羅大帝生病時，御醫雷歐斯可里雷斯曾勸導食用胡瓜，因此就要農家以雲母板或半透明的滑石板作成反射（Specularium）使整年可栽培胡瓜。因當時地球上仍為嚴寒的末期，則羅馬得自北非輸入糧食的。

此後亦發展出許多對作物或果樹的保溫技術，但形成與今日的溫室相近的形態者，為 1684 年英國倫敦郊外的 Chelsea 農場。有二樓式建築，一樓的周圍以玻璃圍起來，供為作物栽培用，二樓則為農家居住或農具的貯藏庫；於 1717 年則改為一樓式，屋頂也用玻璃，有如今日的溫室型態。

屋頂開始以玻璃覆蓋後，溫室的研究隨即開始。到 19 世紀中葉，以物理學或工學對溫室現象予以解析，而構造上幾乎已達到完成階段，至今其本質幾乎看不出有多大的變化。英國為紀念 Chelsea 的溫室開發，每年在此舉辦園藝博覽會（Chelsea Show）。

在日本古時利用油紙、粗草蓆等來覆蓋以提早蔬菜生產的栽培技術。據說早在慶長年間（1596~1614）於靜岡縣三保地方開始。之後在寬政年間（1789~1801 年）於江戶近郊，文政年間（1818~1830 年）於大阪，利用都市垃圾的發酵熱為熱源作為促成栽培（箱框栽培）之開端。

另一方面，文化 15 年（1818 年）版的「草木育種」敘述「神燈室」的建造，另在「通賢花壇抄」內敘述「陸地室」之名及其建造方式，此等皆為日本最早溫室起源的類型。

近代的日本設施溫室為明治 3 年（1870 年）在東京青山的開拓使試驗場內建造的

為先驅。接著，於明治 8 年在勸農寮的新宿農事修學處內（現為新宿御苑）建造了寬 3 間、長 12 間的溫室（1 間=1.818 m²）。

之後亦與歐洲同樣，在貴族、富豪的庭院內有宮廷園藝的建設，轉移到農家已經是明治末期。亦即日本明治 40 年代的兵庫、岡山地方開始有溫室的葡萄栽培，尚且在愛知縣豐橋地方有洋香瓜、番茄等果菜類的促成栽培成功，為組合溫室的開端。

戰後 1~2 年，設施栽培才陸續開始復興，1952 年的設施面積約恢復到戰前最盛期的二分之一。在 1951 年以前農業用的塑膠布是依賴進口，此後不久塑膠布就在日本國內生產了，在 2~3 年內全國各地的農家已普遍使用，塑膠隧道式和塑膠布溫室有顯著的進展，亦是日本設施園藝形態的方向改變。

1956 年半促成、促成栽培的主體就轉移到塑膠溫室了，這期間塑膠溫室的材料是以竹或木材為主。直到引進了鋼鐵材來替代後，使結構、規模趨向更堅固化、大型化的同時，逐漸的以暖房、灌水、通氣、保溫等許多的附帶裝置及其控制裝置的開發引進，使其利用性能提高。另一方面，簡易的覆蓋構造的進展，以鍍鋅管溫室、防雨栽培設施等也陸續的開發出來。目前日本的設施園藝生產的主流為簡易覆蓋栽培，所佔的比例最大。至 1989 年日本設施園藝的總面積達到 4 萬公頃，已達到世界之領導地位。

但是，日本的設施園藝與歐洲各國有不同的特色，歐洲各國的設施是以玻璃溫室（最近則包括耐久的硬質板溫室）為主流。日本則以鍍鋅管建造之塑膠溫室佔多數，是其最大的特色。

有關荷蘭之設施園藝，推展的極為成功。本來設施園藝之發展肇始於歐洲，最初用於防寒，而荷蘭地處北海，氣候寒冷，即使在夏季，平均溫度亦僅 16、7 度左右。花卉植物僅能於春夏兩季生育、生長，為要該植物能週年栽培，唯有利用溫室或相關設施。故推展設施園藝不餘遺力，配合其科技的發達，進行設施結構之研發改良，加上各種機械化的配備，電腦及軟硬體設計之發明及改進，近年來使設施普遍採用機械操作，管理亦走向高度科學化與自動化。使荷蘭在設施園藝之發展執世界之牛耳。據李及陳（1989）所述，全世界的玻璃溫室約有 3 分之 2 集中於西歐，而荷蘭約佔其二分之一，栽培園藝作物之玻璃面積約 9,000 公頃。作物種類，蔬菜約佔 55%，花卉佔 43%，果樹佔 2%。從事於設施園藝之農家約達 10,000 戶之多，平均經營面積約 0.8 公頃。由此可知其推廣的情況，堪為我國發展設施園藝的借鏡。

台灣 2000 年園藝作物的全栽培面積有 41 萬公頃，其中蔬菜 18 萬公頃，果樹 22 萬公頃，花卉 1.1 萬公頃。台灣設施園藝的面積 1986 年有 1286.8 公頃，其中果菜類 250 公頃，葉菜類 30 公頃，蘭及切花類 600 公頃，育苗 5 公頃，菇類 400 公頃，無土栽培 1.8 公頃。2001 年設施面積達到 8,240 公頃（表 1-1）。設施面積 15 年間增加 5.4 倍，蔬菜及花卉的設施面積分別為 5,522 公頃及與 1,758 公頃，增加迅速。果樹的設施面積則由零增至 960 公頃的速度增加。

表 1-1 台灣園藝用玻璃溫室、簡易設施等的設置面積(公頃)(2001 年)

	玻璃溫室	簡易設施	防雨、防蟲設施	小型隧道設施	小計
蔬菜	2	120	3,800	1,600	5,522
花卉	8	728	1,022	-	1,758
果樹	-	60	900	-	960
合計	10	908	5,722	1,600	8,240

台灣蔬菜的設施面積僅佔全部蔬菜栽培面積的 3%，在設施栽培的蔬菜主要有夏季的小白菜、薺菜、莧菜、萵苣、芥藍、瓜類、番茄、甜椒、豌豆苗等。冬期除了夏季栽培的蔬菜之外，有茼蒿、菠菜、芹菜、草莓等低溫性的蔬菜。

有關蔬菜設施的構造，豌豆苗的生產簡易設施是鐵筋構造與使用硬質的塑膠板作為覆蓋的資材，其生產自動化的裝置使用在播種、發芽、三輪運搬機、灌水、綠化、收穫、包裝、貯藏、輸送車等減輕勞力的機械。其他蔬菜簡易設施栽培、防雨栽培、隧道栽培以鐵筋管、低價的木棍等當材料，覆蓋材料則廣泛使用一年即需更新的軟質塑膠布類。

花卉的栽培設施面積佔有全花卉栽培面積的 16%，關於栽培在設施的主要花卉，蘭類有文心蘭、蝴蝶蘭、切花是百合，玫瑰花、火鶴花、康乃馨、非洲菊、卡斯比亞等，盆栽則為聖誕紅和多種觀葉植物等（表 1-2）。

表 1-2 台灣各種花卉的設施設置面積(公頃)(2001 年)

蘭	文心蘭	210
	蝴蝶蘭	77
	拖鞋蘭	4
花	虎頭蘭、東洋蘭、石斛	40
切	百合	245
	玫瑰花	100
	火鶴花	129
	非洲菊	59
	卡斯比亞	50
	康乃馨	101
	其他	50
盆花	聖誕紅、觀葉植物等	666
合計		1,731

有關花卉的生產設施構造，特別是蝴蝶蘭與其他的蘭類，是以比較耐久性的鐵筋或鋼管所建立的。覆蓋資材亦多以良好的硬質塑膠，夏季因有換氣或遮光的設備，並使用水牆冷卻或細霧冷房裝置，使高溫抑制不嚴重；冬季有些地方亦有風暖房機的加溫裝置。

果樹的設施面積僅佔全果樹栽培面積的 0.4%。栽培於設施的主要作物是葡萄與木瓜，其面積分別為 60 公頃及 800 公頃。葡萄所用者為鋼管所建立的簡易設施，能促進生育則比露地早一個月出貨。木瓜普遍種植於防病毒媒介油蟲的大型網室裡。

養液栽培的面積有 81 公頃，值得注意的是近年來的岩綿耕與天然介質耕的面積比水耕增加。其原因可能是水耕的初期投資成本高與夏季高液溫的溶存氧素不足。水耕法主要的蔬菜生產是葉菜類的蕹菜、葉萵苣、小白菜、芥藍、莧菜、菠菜、豌豆苗等、岩綿耕主要的種類是番茄、玫瑰花、切花、彩色海芋的球根生產，而天然培養劑的耕作主要種類有番茄、小黃瓜、苦瓜、豌豆苗與一部份的切花（表 1-3）

表 1-3 養液栽培的設置面積(公頃)(2001 年)

方 式 別	水耕	17
	岩綿耕	18
	天然介質耕	46
作 物 別	番茄	20
	小黃瓜、苦瓜	15
	葉菜類	16
	豌豆苗	6
	切花	19
	球根	5
	合 計	162

根據台灣大學生物產業機電工程學系的網站資料(2004 年)：「荷蘭人口僅約 7% 從事農業，但農業之 GNP 則高達 20%。台灣農業人口佔 18%，但 GNP 僅佔 3.5%，我們的農業已然差上一大截，是我們的努力不夠？還是我們自甘放棄農業？實待我們繼續思考的地方」。在我們推行「精緻農業」的政策下，設施園藝之發展，在農業生產中具高度競爭力，如上述台灣氣候溫暖，雨澤豐沛，又有完整高緯度氣候條件的高山，這種優越的地理條件與特色，使園藝作物能利用高山涼冷的春、夏行栽培或育種工作、亦可利用平地溫暖的冬天作栽培生產、採收，整個台灣有如一部天然的溫室設施。這種得天獨厚豐富的氣象資源，是地處氣候嚴寒的荷蘭所望塵莫及。該國的農業一大部份是在溫室醞釀生產出來的。而台灣盛夏時期雖有颱風、豪雨侵襲，若再配合設施栽培則整年的農業生產不會受天候所影響。且台灣位於花綵列島的樞紐，農產品的銷售具有東北亞及東南亞等地的廣大市場，農業發展的前景是樂觀的，因此不可輕易放棄農業。

1.3 設施園藝之發展方向

眾所週知，設施園藝乃利用玻璃、塑膠布等資材覆蓋成的空間，以人工全控制或半控制其氣象、土壤等的環境條件，以保護園藝作物適合其生長、生育，並達到提昇及穩定作物的量與質，提供市場的需求，不受季節的限制。起初於嚴寒時提供保護，

使其作物生長得以有利生產。目前在寒帶地方的設施園藝的運作重點仍然如此。但台灣為低緯度近陸的山島，屬亞熱帶氣候，與寒溫帶地區不同，低溫及寡日照並非主要的農業氣象災害，而是夏季的高溫、風雨害與冬季短期的低溫害，造成園藝作物生產的歉收及品質低劣。因應熱帶或亞熱帶園藝作物生產之需，今後設施園藝必需朝本土化、效率化與經濟化之方向發展，園藝作物才不受天候影響，創造出有利於作物生育、生長的环境，達到生產效率化，並週年可配合市場消費所需，提昇經濟效益。主要發展方向的項目說明如下：

1)設施內環境之改善

設施內的環境主要包括氣象、土壤與水分管理，這三個因素如能改善，必有利於作物的生育、生長，以致園藝生產的提昇。

(1) 氣象因素

①設施內的溫度環境

設施以玻璃、塑膠布等資材覆蓋形成空間，無暖房裝置設施內的溫度都比露地高，甚至於夜間亦高出 2~3 以上，夏季平均較露地高出 6~8 ，而 12~14 時之間塑膠布溫室達到 45 以上的高溫，春~夏季設施內的高溫，對於作物栽培即為重要的問題，則設施內降溫對策之研發成為設施環境改善之重要課題。冬季的短期寒害的防患對策亦需兼顧，如何在節約能源的原則下，維持作物生育的適溫，即設施內保溫對策之研發。

為探討設施內的溫度管理、構造改善等，則要測定設施熱的進出去瞭解溫度的成立機制，即熱收支（Heat budget）作熱的進出量的解析。每種設施的構造覆蓋資材及作物種類的熱收支不同，則需有實際的例作研究，才能作應用於改善其溫度環境。在氣象環境裡溫度是控制作物發育的首要環境因子（Ehlig,1986），而 Reddy 等（1992）亦認為能用於預測作物的發育與生長，甚至於產量。

②設施內的光環境

有關光環境與溫度環境同樣需以實際的設施栽培作物為例進行研究。設施內入射的日射量具有形成設施內的氣溫、濕度等氣候因素的熱源機能，尤其是設施內的散亂放射的多少與設施內作物的熱收支、物質收支有密切的關係，須從實際的試驗去瞭解。

光即日照不只是作物的光合成，以及設施內氣候的能源，亦與植物生理（花芽形成、促進生育等）的關係密切，為重要的環境因素之一，冬季設施內需要更多的日照，而夏季就要抑制為減少過剩的日射量。影響設施內日射的透過量有戶外的日射、設施的地理位置與周邊的阻礙物、覆蓋資材的光學特性及設施的構造與方位等。

從光與植物生理的關係作為探討的話，設施內入射的光質及日射的光譜（spectrum）為重要。而透過的日射 spectrum 乃受制於覆蓋資材的特性。同時進行溫度環境調節用覆蓋資材的開發利用，特別是紅外線反射資材，近紅外線吸收資材等的機能性覆蓋資材的開發利用，能遮斷多餘的紅外線，以防患異常的高溫之有效方法。

根據上述的理論與實例，探討設施內的光環境與溫度環境的改善方法，兩者有相似的地方，夏季強日照高溫條件下，則以遮光或覆蓋（材質的改善包括在內）與換氣技術的改善研發，而設施構造與方位的改善亦是有效方法之一。夏季只靠換氣要維持氣溫 35 以下相當困難，為要供適合作物生育的溫度環境，則研發冷房降溫亦是可行

的方法。吳（1989）指出採用自然通風系統，機械通風系統，水牆冷卻設施及霧液冷卻法，以正確地控制設施內部之溫度、濕度、照度及二氧化碳含量。

冬季日射不足、為要提高設施內更多的日射量，則改善有利日射透過的設施構造、方位及覆蓋資材。同時亦能提高設施的保溫性能。

3 設施內的二氧化碳環境

通常露地的二氧化碳濃度約 340ppm，早晨較高、正午較低。午後有提昇的趨勢，而設施內大致如此。不過設施內常因作物的光合成、呼吸、土壤呼吸量，及換氣的多寡而有差異。設施內施放二氧化碳會促進蔬菜、草花的光合成、而有增產的效果（長野等，1986）。國內亦應進行這方面的調查試驗，施放二氧化碳常因施用濃度、時期、栽培環境（土耕、水耕等）及品種等作物產量會有變動。若能掌握正確的方法，在作物生育期施放二氧化碳對於作物的增產與品質的提昇乃是有效的途徑。

(2) 土壤與水分管理

設施為材質的覆蓋環境、雨水被遮斷，土壤水分來自於灌溉水，作物吸收剩下的肥料會蓄積於土壤，容易造成作物的高鹽類濃度障礙。設施栽培特別是葉菜類過量施氮肥，形成強酸性的土壤；其他亦不可過量施石灰，否則易形成鹼性土壤，則強酸性或強鹼性土壤對作物都會產生不良的影響。

而設施栽培（如蔬菜、瓜類等）連作障礙亦是嚴重的問題，會引起錳、鈣等的要素缺乏，或土壤的酸化性、鹽類及有害物質的蓄積等化學物質的惡化。加上病原菌及有害線蟲的發生，以致作物的生育不良，產量的低減與品質的低劣。為要提高作物的產量及品質，需有正確的施肥法與連作改善。目前設施葉菜類栽培對於解決連作障礙問題，大致採用輪作、客土，以及藉著更新覆蓋資材時的空檔時段，土壤作曬田措施。水耕栽培亦是值得推廣的解決方法之一，今後更需要研發更有效率化、經濟化的改善措施。

關於設施內的水份管理，即土壤水分調節，都要靠人工的灌排水，其水分的調節取決於作物本身及土壤的需水量。目前設施蔬菜栽培灌水普遍使用地下水，為防止超抽，造成地層下陷，並破壞土壤的物理性。而排水問題亦待解決，近年來設施栽培面積急增，不少坐落在水田地帶，致使設施除了本身的水之外，還有周圍水田的浸水，容易造成水過剩，必需急速排除，以維持一定的地下水位。為長遠著想，須妥善規劃改造設施的灌排水系統，如水田定期的灌排水制度。

2) 設施環境之自動化或半自動化控制之研發

作物生產為要求高產量、高品質達到經濟性及安定性的生產，在作物生育、生長過程中除了有良好的環境之外，還要有適當的管理，為此需引進電腦以執行管理的自動化，如設施換氣窗的開關調節溫度的高低（會影響二氧化碳濃度與濕度），及自動噴灌水等；其他如設施內的播種、施肥與收穫等運搬，亦需電腦自動化執行。事先要建立作物生育、生長與環境條件（氣象因素，土壤及水份等）之關係模式，才能研發軟體程式，達到自動化正確執行設施內的管理。

農試所農工組農業氣象研究室及吉成溫室曾開發設施外手搖式防風牆與屋頂半開放式設施，屬於設施環境半自動化控制，對於防寒風及降溫效果良好，又節省能源，有待推廣。

3)經營規模的擴大

台灣目前每一農家的設施面積平均約為 0.1 公頃以下。因為面積小，以勞力為主，而無法達到定植、收穫等等作業的機械化。但是以擴大的設施經營時，不僅是經營的型態應有變化，如僱用制度的產生，而以往的家庭式經營會有所不同。最近、台灣也逐漸有 1 公頃以上大規模的設施農家出現。此狀態下，農家可生產力的提高，而且有契約生產或銷售生產的指向進展。另一方面設施構造上，可以提高每株的高度，使室內的通氣率增加，而且如移動床或高架床等引進，使勞力更為輕易、舒服的工作方向。對於經營規模擴大時，設施軟硬體的增加負擔，則需要從栽培技術、設施資材等的進一步努力而期待得到的補償。

4)育成設施內適栽的作物品種或品系

露地與設施環境（氣候、土壤等）不同，如設施內的溫濕度一般比露地高，往往以露地的品種栽植於設施，因環境的限制則品種或品系在設施內無法發揮其遺傳潛能，達到作物的豐產及高品質。需要於設施內進行品種改良、育成適栽的品種或品系。

對於新引進品種或生物技術育成的品種，設施栽培比露地栽培適合。因引進品種對於新環境的適應性較低而生物技術所轉入異質遺傳因子，育成初期其品系對於環境的適應性亦低，而設施環境則較易保護這些品種或品系生育、生長，易於發揮其優良的遺傳特質。

未來展望

台灣為低緯近陸的海島，屬於亞熱帶，氣候變化很大，春夏季時常遭受梅雨、颱風、豪雨的侵襲；而冬季因受到冷氣團的影響，常受寒流過境及降霜的影響而導致寒霜害發生。在此不良的氣候環境下，園藝作物如蔬菜等之產量、品質均甚受其影響而使供銷不穩定。因此防風雨或防寒之設施應運而生，以穩定作物產量，提高品質及調節產期，成為重要的栽培改進措施；加以近年來農業轉型推行精緻農業，稻田轉作園藝作物，使得各種設施如雨後春筍般的林立著。1989 年設施面積為 1,580 公頃，至 2001 年增為 8,240 公頃，12 年之間增加迅速竟達 4.2 倍，今後仍有繼續增加的趨勢。

設施園藝面臨的問題是夏季 6、7、8、9 月的高溫多濕，則需研發良好之降溫、通風、覆蓋資材及遮蔭設備，有利於設施之設計建造，即夏天能防風雨，冬天又能保溫，適合於作物生育、生長之環境。自動化或半自動化設施配合省能源控制設備之研發，即能提高工作效率，又能節省成本之經濟化，達到設施之有效管理。同時全國的設施設計建造要有通盤的檢討與計劃，成立農業設施建造設計法（如房屋建築法），即設計建造設施類型時，需依據設施坐落的地理位置，栽培目的及作物的生態環境需求，因地制宜地加以規定設施建造的大小規格（空間過大影響溫度、二氧化碳濃度等分佈，過小浪費資源）、及各設施間的合理間隔之規定，以免互相遮蔭，降低透光率，亦免於起通風及通氣的不良。以提供作物適當的生育、生長環境，如此當有利於作物生產的量與質的提昇。

（蔡金川）

引用•參考文獻

1. 吳中興。1989。溫室降溫設施與控制 第二屆設施園藝研討會專集 台灣省農業試驗所 園藝學會。行政院農業委員會聯合編印。pp 32~45。
2. 李金龍、陳世賢。1989。設施園藝之定義及國內外之發展現況。設施園藝技術。豐年叢書 HV#893。pp9~15。
3. 蔡金川、漆匡時、姚銘輝、劉慧瑛、梁連勝、劉復誠、李炳和。1996。不同設施栽培對葉菜類蔬菜生產之影響 農業氣象、空氣污染與酸雨對農業生產影響及因應措施研討會論文專輯。pp 209~224。
4. 長野敏英 等。1986。農業氣象•環境學。朝倉書店。pp.135~168。
5. Ehlig, C.F. 1986. Effect of high temperature and controlled fruit on cotton yield. In *cotton physiology*. J. R. Mauney and M. Stewart(ed.) pp.57~62. The cotton foundation Reference Book Series, National Cotton Council of America, Memphis.TN.
6. Reddy, K.R., V.R. Reddy, and H.F. Hodeg. 1992. Temperature effect on early season cotton growth and development. *Agron. J.* 84:229~237.