台灣蔬菜設施栽培之探討與展望

郭孚燿*

The Study and Outlook of the Facility Cultivation on the Production of Vegetables in Taiwan

Fu-Yao Kwo

摘　要

設施栽培在蔬菜生產上，無論春作或夏作均可促進葉菜類之生長並提高其產量。但對於結球性葉菜類如甘藍及結球白菜，僅能促進其外葉之生長，而阻礙結球，使結球延遲，結球小而不夠緊密，產量降低。但對於耐陰性之結球萵苣則影響較少。在花菜類如青花菜，設施栽培僅促進其營養生長，而使生殖生長延遲，因此其花蕾出現顯著較一般露地栽培慢。在同一時期採收時，其花蕾小而產量低，且較易抽苔開花。對根菜類如蘿蔔，則可促進根部之發育提高產量。在果菜類如小胡瓜、甜椒，冬季設施栽培具有保溫、防寒之效果，可促使植株生長達到產期調節之目的，雨季中則有防雨之效果，避免雨水危害，促進植株生育，並延長採收期，提高產量，且對果實品質促進有顯著之效益。但在高溫期中植株有徒長及生長過於旺盛之情形，甜椒於設施內易發生芽枯病及紅蜘蛛、薊馬危害。小胡瓜於冬季低溫期中或日照不足情形下容易發生氨及硝酸毒害，致使葉黃化。

設施栽培對於病蟲害防治功能並非絕對性的。設施內因氣象因素改變，環境及生態相將隨著產生相對之變化。故在設施內仍有適合其發生之病蟲害存在。但在雨水傳播性病害防治上具有較顯著效果。

一、前　言

設施園藝溫室栽培技術，是爲歐美、日本等高緯度地區國家普遍應用於蔬菜生產上[4]。上述地區國家之自然地理位置，均是在高緯度之溫、寒地區，週年氣溫低，作物生長緩慢而生產不足，故有利用保溫設施栽培，促進生產之必要。如日本關東地區年平均溫爲 16.4°C，一年當中長達 9 個月之月平均溫是在 20°C以下，因此早在慶長年間（西元 1596～1614），即有保溫栽培，促成栽培技術之應用[24]。

近年來由於國民生活水準的提高，對園產品需求量日增，其品質之要求亦日漸提高，尤以蔬

* 台中區農業改良場助理
Assistant of Taichung DAIS

菜乃日常生活副食之必需品。因此如何穩定生產供應及提高其品質及良品率，是政府多年來追求之目標。

台灣地理位置在北緯 21°53′42″至25°17′48″之間，北迴歸線 23.5° 正通過其中，氣候型態屬於亞熱帶及熱帶地區，年平均溫以台中地區而言爲 22.7℃，而全台灣地區全年月平均溫有九個月是在 22°C以上，高溫期長達半年以上，可謂週年氣候溫和，極適於蔬菜生長。但台灣爲一獨立海島，受到海洋性氣候影響很大，雨量極爲充沛，年平均雨量高達 2,580 公厘。尤以夏季陽光強盛，並受西南季候風帶來濕熱洋流之影響，雨量集中，梅雨期長、豪雨及颱風頻繁，造成對農作物生長極不良之環境。故每年 5～10月間爲夏季生產最爲缺乏的時期。秋冬季雖然是生產量較多之時期，但此一時期由於受到東北季風引入大陸性冷高壓氣團南下，因此每年10月過後，即常有不穩定性寒流發生，對作物造成寒害及霜害。因此就整個氣候條件上而言，台灣蔬菜生產環境是極不穩定的(4)。

政府多年來爲因應夏季蔬菜生產所需，實施了多種措施。民國60年間即推廣「高架網室蔬菜栽培」，但仍有諸多技術性問題之存在，經過改進之後，發展出低架紗網覆蓋栽培，應用於葉菜類生產，由於其對於降低夏季強光，降低溫度及減少雨水直接沖刷效果相當良好，十餘年來對夏季蔬菜生產穩定性有極大之貢獻。而此模式在日本琉球群島上，亦被廣泛應用與推廣，稱之爲「べだかけ栽培」(2)。

台灣由於氣候因素之影響，作物栽培上病蟲害較易發生，加以大多數人對於農藥認識之偏差及農民使用知識缺乏，藥物管理上之缺失，使社會上造成「農藥恐懼症」，因此應用塑膠網室來生產「清潔蔬菜」之風一時興起。而如何應用「設施園藝」生產技術之問題方漸受重視。

就設施園藝之定義(24)「控制氣象及栽培條件等環境因素之園藝生產」而言，只要我們能對台灣氣候因素加以探討，而在一正確觀念引導之下，必能發展出我們自己的設施園藝。就蔬菜生產應用上而言，在民國64年間，台中軍功寮地區，即以塑膠布隧道式栽培生產冬季萵苣，至今已發展10餘公頃，形成一地方性之特色。近年來大型鐵管架簡易防雨設施在花卉如康乃馨、霞草、非洲菊之防雨栽培上效果相當良好，故而大量轉移應用於蔬菜生產上。目前普遍性應用於小葉菜類及冬季綠蘆筍、草莓生產上。瓜類栽培則以洋香瓜隧道式保溫、防雨栽培，實際效益性較高。

二、試驗結果

爲求證在台灣應用設施栽培於蔬菜生產之可行性，筆者曾於民國74年 2 月至11月間進行試驗觀察，以求證其實際效果。

試驗處理分設施栽培及一般露地栽培兩種。設施資材是以½英吋鍍鋅鐵管爲骨架。間口寬 5.4公尺，側肩高1.8 公尺，中脊高 2.5 公尺，長25公尺。屋頂部覆以 0.2 m/m 透明塑膠布防雨，周邊圍以24目尼龍網。構成一簡易鍍鋅鐵管塑膠布網溫室（pipe house）。

種植蔬菜種類分別爲：

小葉菜類：白菜（丸葉山東），莧菜（白莧），芥藍（黃金芥藍）。

結球性葉菜類：甘藍（夏峰一號），結球白菜（太祖），結球萵苣（S－29）。

根菜類：蘿蔔（長岡交配 150）。

花菜類：青花菜（綠王）。

果菜類：小胡瓜（喜燕），甜椒（藍星）。

試驗時期，小葉菜類春作及蘿蔔於 2 月10日至 3 月底進行。結球性葉菜類及青花菜於 4 月 2 日至 6 月上旬種植。小葉菜類夏作於 7 月17日至 8 月中旬進行。小胡瓜秋作於 8 月17日播種，試

驗至10月底，冬作於11月23日播種。甜椒春作於75年 3 月11日定植，冬作於 11月20日定植。其試驗調查結果如下述情形：

表一爲小白菜及莧菜春作試驗之結果。小白菜之平均單株重分別爲露地栽培者 23.8 公克，設施栽培60公克，葉長、葉寬分別爲 23.7 公分、 10.5 公分及35.2 公分、16公分，葉數爲 7.3 枚及10枚。植株各性狀均以設施栽培者表現較好，生育較快速。在同一時期採收時其小區產量每 6 平方公尺分別爲設施栽 培 18.5 公斤，露地栽培 14.4 公斤。設施栽 培較露地栽 培增產 28.5 %。莧菜則設施栽培之植株性狀分別爲單株重 16.1 公克，株高 27.9 公分，葉長 7.9 公分，葉寬 7.6 公分。小區產量爲 4.5 公斤。露地 栽培則因受低溫及雨水之影響，而發芽率極低，少許萌芽後之植株，生育極緩而無調查價值。兩者間差異極顯著。

表一　春作不同栽培環境對葉菜類植株性狀及產量影響比較

Table 1. Comparison of plant characters and yield of edible herbs at different cultivations in spring

作物別 Plants	項目 Item / 處理 Treatments	株重 plant weight (gm)	株高 plant height (cm)	葉長 leaf length (cm)	葉寬 leaf width (cm)	產量 yield (kg／6m²)
小白菜 Pai-tsai	露地栽培 out land cultivation	23.80	33.20	23.70	10.50	14.40
	設施栽培 facility cultivation	60.00	42.10	35.20	16.00	18.50
莧菜 edible amaranth	露地栽培 out land cultivation	0	0	0	0	0
	設施栽培 facility cultivation	16.60	27.90	7.90	7.60	4.50

表二爲小葉菜類之芥藍、莧菜夏作調查結果。芥藍之植株性狀單株重、株高、葉長、葉寬，設施栽培分別爲 21.52 公克、 34.8 公分、 10.2 公分、 11.3 公分均較露地栽培之 13.96 公克、 27.3 公分、 9.8 公分、 9.07 公分有顯著之增加。其小區產量每 6 平方公尺產量分別爲 8.73 公斤及 6.97 公斤。設施栽培較露地栽培增產 25.2 %。莧菜之植株性狀設施栽培及露地栽培分別爲，單株重16.63 公克及 6.04 公克；株高 30.94 公分及 23.08 公分；葉長 9.62 公分及 6.45 公分；葉寬 8.71 公分及 5.98 公分。均以設施 栽培之生育較爲快速。產量每 6 平方公尺分別爲 6.58 公斤及5.4 公斤，設施栽培較露地栽培增產 21.9 %。

由上述之結果可知設施栽培無論在春作或夏作對於小葉菜類如：小白菜、芥藍、莧菜均可促進其生長及提高產量[2]。春作外界氣溫在 18-22 °C之間，而設施內溫度維持在 23-27° C，正適合於葉菜類蔬菜生長。尤以莧菜生育適溫在 25-32 °C之間，溫度低於 20 °C時即無法發芽[3]。本試驗春作時 2 月份下雨達14天，3 月份10天。莧菜種籽極爲細小，因此露地栽培中，種籽受到雨水沖刷流失嚴重，而使兩種不同栽培環境中之結果差異極顯著。莧菜本身即是一喜愛高溫之作物，在低溫期中無法生長，因此台灣冬季及早春並無莧菜生產[3]。故利用設施栽培技術即可達到產期調節之目的。夏作中設施內因受高溫及低光度之影響作物略有徒長現象，但此種現象對於小葉菜類並無不良影響，反使其組織在外觀上感覺較爲柔嫩，提高其品質。目前本省西螺地區即以紗網覆蓋遮蔭、防雨生產夏季蔬菜[2]。而本試驗所應用之設施具良好之防雨效果，故可逃避雨害，而較一般露地栽培生產穩定，提高產量。

表二　夏作不同栽培環境對葉菜類植株性狀及產量影響比較

Table 2. Comparison of plant characters and yield of edible herbs at different cultivation in summer

作物別 Plants	項目 Item / 處理 Treatments	株重 plant weight (gm)	株高 plant height (cm)	葉長 leaf length (cm)	葉寬 leaf width (cm)	產量 yield (kg/6m²)
芥藍 Chinese kale	露地栽培 outland cultivation	13.96	27.30	9.80	9.07	6.97
	設施栽培 facility cultivation	21.52	34.70	10.20	11.30	8.73
莧菜 edible amaranth	露地栽培 outland cultivation	6.04	23.08	6.45	5.98	5.40
	設施栽培 facility cultivation	16.63	30.74	9.62	8.71	6.58

表三爲各種結球性葉菜類、甘藍、結球白菜、結球萵苣等之試驗結果比較。甘藍之植株性狀露地栽培爲，全株重1496.86公克，外葉數15.38 枚，外葉長31.28公分，外葉寬27.98公分，球重863.75公克；設施栽培分別爲1122.5公克、16.63枚、38.08公分、30.26公分及488.75公克。其中外葉數、葉長、葉寬，設施栽培均較露地栽培增加。反之植株重及球重則較露地栽培小，分別減少了25%及43.4%。結球白菜，露地栽培各性狀分別爲株重1393公克，外葉數10.6枚，外葉長30.5公分，外葉寬21.3公分，球重980公克；設施栽培則株重1008.5公克較露地栽培減少27.6%，球重684.1公克，減少30.2%，其他外葉數、外葉長、外葉寬，分別爲13枚，35.4公分及26.4公分，均較露地栽培增加。結球萵苣，露地栽培，株重574.5公克，外葉數14.8枚，外葉長20.16公分，外葉寬20.74公分，球重355.0公克；設施栽培分別爲613.0公克，11.9枚，24.13公分，22.17公分及400.8公克，除葉數有較露地栽培減少外，其餘均增加，但差異不顯著。

表三　春作不同栽培環境對結球性葉菜類植株性狀及產量影響比較

Table 3. Comparison of plant characters on head vegetables at different cultivation

作物別 Plants	項目 Item / 處理 Treatments	全株重 Plant weight (gm)	外葉數 leaf no.	外葉長 leaf length (cm)	外葉寬 leaf width (cm)	球重 head weight (gm)
甘藍 Cabbage	露地栽培 outland cultivation	1496.86	15.38	31.28	27.98	863.75
	設施栽培 facility cultivation	1122.50	16.63	38.08	30.26	488.75
結球白菜 Chinese cabbage	露地栽培 outland cultivation	1393.00	10.60	30.50	21.30	980.00
	設施栽培 facility cultivation	1008.50	13.00	35.40	26.40	684.10
結球萵苣 Head lettuce	露地栽培 outland cultivation	574.50	14.80	20.16	20.74	355.00
	設施栽培 facility cultivation	613.00	11.90	24.13	22.17	400.80

對結球性葉菜類，設施栽培效果並不理想，會造成減產，如表三。加藤（1964）在結球白菜遮蔭處理試驗中指出遮蔭使植株生育不良結球小。因遮蔭處理會促使外側葉增長而使內側葉變小，因此結球不良[22][25]。

溫度與結球亦有相當之關係。高溫可促使外葉之葉長、葉寬增加，但內側葉則會變小，因此長期處於高溫下結球會延遲而結球不良。加藤認爲結球白菜初期生育需高溫促進外葉生長，但末期則須低溫促進結球[22][23]。

在試驗當中，設施栽培塑膠布之透光度僅有85％，且設施內溫度偏高。因此在結球葉菜類栽培中，顯見只有外葉之生長，而植株呈披開型，延遲結球，球小，產量降低。但其中以結球萵苣爲耐陰性作物，故在試驗中影響並不很大且結球良好[15][21]。

表四爲蘿蔔春作結果比較。露地栽培根重355.4公克，根長21.8公分，根徑5.7公分，地上部葉重291.1公克，葉長34.59公分，葉寬13.2公分。設施栽培分別爲620公克、27.15公分、6.8公分、374.6公克、42.8公分、15.8公分。設施栽培之根重、根長、根徑分別較露地栽培增加74.4％、24.5％及18.5％，均呈顯著差異。小區產量分別爲露地栽培7.75公斤，設施栽培12.5公斤，可增產61.3％。

表四　不同栽培環境對蘿蔔植株性狀及產量影響比較

Table 4. Comparison of plant characters and yield of radish at different cultivations

項目 Item / 處理 Treatments	根重 root weight (gm)	根長 root length (cm)	根徑 root diameter (cm)	葉重 leaf weight (gm)	葉長 leaf length (cm)	葉寬 leaf width (cm)	產量 yield (kg／6m²)
露地栽培 out-land cultivation	355.40	21.80	5.70	291.10	34.59	13.80	7.75
設施栽培 facility cultivation	620.00	27.15	6.80	374.60	42.80	15.80	12.50

蘿蔔根部之發育與氣溫及地上部之生育均有密切關係。齊藤指出蘿蔔胚軸初生皮層破裂之後，本身根部開始發育時，受氣象因素影響很大。岩間認爲根部最適生長溫度爲17-23°C。本多則認爲根菜之根重與地上部生育有正相關性，而根部之生長在生育初期，只作直的伸長生長，髓部之發育量很少；但在後期約播種後20-60日間，地上部急速增長同時，根亦加速橫向生長肥大。在摘葉處理中，根重會相對減少[15][17][25][33]。本試驗中，設施栽培因溫度提高，促進地上部之生長，同時亦促使根部發育增快。因此設施栽培之根長、根徑、根重，均較露地栽培增加。

表五爲青花菜在不同栽培環境中性狀比較。露地栽培株高爲44.5公分，株重1697.5公克，葉數13.84枚，葉長47.50公分，葉寬22.65公分，莖粗4.38公分，花球重47.17公克。在設施栽培中之結果分別爲52.2公分、1442.5公克、18枚、54.80公分、24.30公分、3.79公分及220.0公克。由上述結果可知青花菜在設施栽培中，花蕾較露地栽培小。花球重平均減少53.4％。植株莖亦較細小，約減少12.5％。然而其他植株性狀反較露地栽培好，植株顯得高大，生育快，葉數亦較多且葉亦較大。但以青花菜栽培之目的而言，設施栽培之花蕾大小及重量，均比露地栽培小，因而減產。

表五　不同栽培環境對青花菜植株性狀及產量影響比較

Table 5. Comparison of plant characters of broccoli at different cultivations

項目 Item / 處理 Treatments	株高 plant height (cm)	株重 plant weight (gm)	葉數 leaf no.	葉長 leaf length (cm)	葉寬 leaf width (cm)	莖粗 stem diameter (cm)	花重 flower weight (gm)
露地栽培 outland cultivation	44.50	1697.50	13.84	47.50	22.65	4.38	471.70
設施栽培 facility cultivation	52.20	1442.50	18.00	54.80	24.30	3.79	220.00

青花菜是屬綠植物低溫感應型作物(15)(25)，一般依品種特性之不同其花芽分化溫度亦不同，以早生種De Cicco 爲例，平均溫度須在 22 °C以下 3 星期才有花芽分化。中生種之Medium E平均溫度 17 ° C以下 4 星期才能花芽分化；晚生種則須更低之溫度。因此高溫將會抑制花芽分化而使花蕾出現延遲。生育期中如溫度超過 30 °C則花蕾品質不良，而有抽苔、開花之現象(7)(25)。

本試驗中 4～5 月間，設施內最低溫均在 20 °C以上，而高溫達 28～37.6 °C，因此在設施內僅做植株之營養生長，而延遲生殖生長，致花芽分化延遲，花蕾出現較晚，在同時期採收比較，花蕾小而產量低。

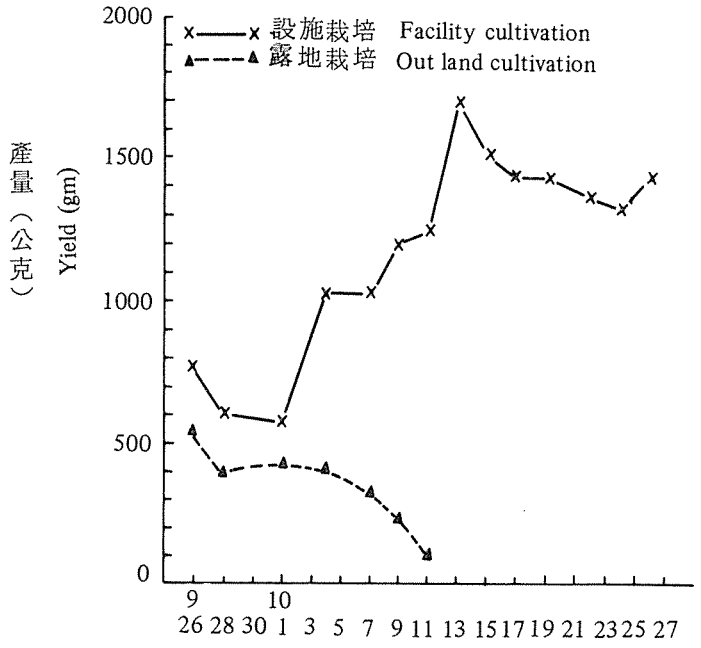
表六爲不同栽培環境中對小胡瓜植株生育影響調查結果。試驗於 8 月17日播種後，經 9 月11日及17日兩次調查。在設施栽培中，無論株高、葉數、節間長、葉大小均較露地栽培生育快，生長速率大。設施栽培中一星期中株高增加有 73.31 公分，露地栽培增加僅37.57 公分。節數則分別增加 6.9 節及 5.7 節。均有顯著差異。

圖一及圖二分別爲小胡瓜不同栽培環境中，小區產量及平均單果重之比較。在試驗時期中，遇到一次颱風及幾次豪雨的影響，露地栽培之植株生育受到相當大之影響，其植株因風、雨及病蟲害影響，生育相當衰弱，故產量至末期逐漸減少且採收時期短。設施內則到末期植株生育旺盛，而產量逐漸提高且採收期可延長。在果實品質上，單果平均重量，由圖二中可知設施內單果平

表六　不同栽培環境對小胡瓜植株生育影響比較

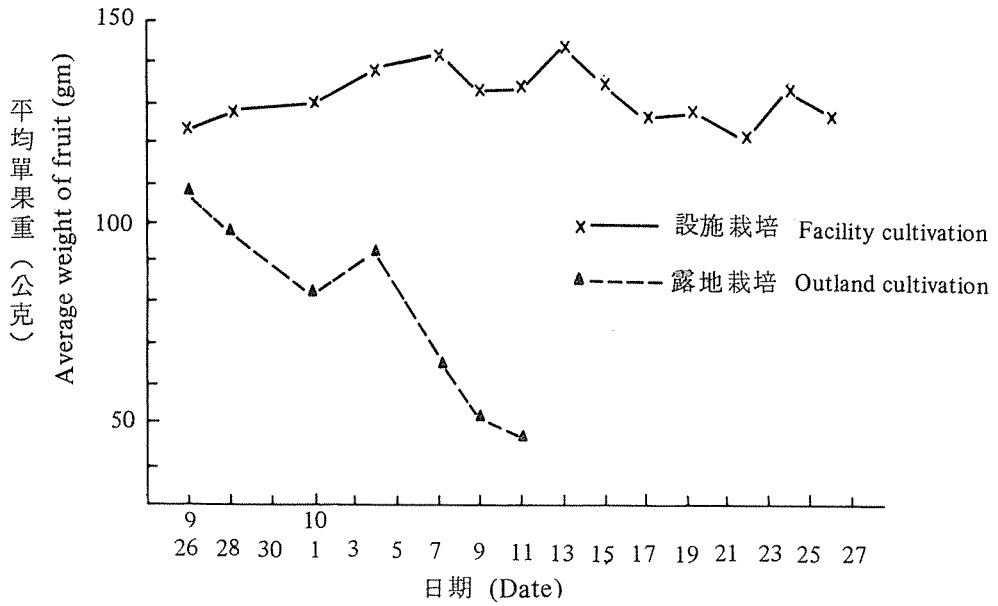
Table 6. Comparison of plant growth of cucumber at different cultivations

處理別 Treatments	項目 Item / 日期 Day	株高 plant height (cm)	葉數 leaf no.	節數 node no.	節間長 node length (cm)	葉長 node length (cm)	葉寬 leaf width (cm)
露地栽培 outland cultivation	9/11	19.83	5.70	4.90	4.45	13.61	13.51
	9/17	57.40	10.60	10.60	4.56	15.42	15.42
設施栽培 facility cultivation	9/11	52.69	7.70	7.70	9.36	19.32	19.25
	9/17	12.60	14.60	14.60	10.80	20.72	19.96



圖一 不同栽培環境小胡瓜小區產量比較

Fig. 1. Comparison of yield of cucumber at different cultivation.



圖二 不同栽培環境小胡瓜平均單果重比較

Fig. 2. Comparison of average weight of cucumber fruit at different cultivation.

均重在採收期之初期、末期均能維持較平均之大小而品質較爲一致。露地栽培則越至末期果實漸小，品質越差。

依據觀察得知，設施栽培內果實之外觀因果粉保持較爲完整，且蟲害、病害少，而使外觀較爲整齊美觀。反之露地栽培果實因瓜實蠅，病害如毒素病及雨水等之影響，果粉脫落，畸型果等發生多，而使品質變爲較低劣。吉弘昌昭在胡瓜防雨栽培中亦得到下述之結論，設施防雨栽培可較露地栽培延長收穫期，且產量提高三倍以上[9][11][23]。同時可較露地栽培，減少病蟲害，彎曲畸型果減少，使品質提高，同時能減少農藥使用次數。在栽培管理上如整枝、摘葉等亦不受天候之影響能適時進行[11][12][16][33]。

表七爲冬季栽培小胡瓜生育比較，試驗調查分別於75年1月13日及1月27日調查。在二星期中露地栽培者其株高僅增加5.05公分，葉數增加0.5枚，節數增加1.2節。設施栽培株高則增加60.17公分，葉數增加8.4枚，節數增加8.3節。兩者差異極顯著。其葉幅之擴展分別爲露地栽培葉長2.86公分，葉寬3.38公分。設施栽培葉長增加6.52公分，葉寬增加6.59公分。以設施栽培葉幅擴展較大。

表七　小胡瓜冬季栽培植株生育比較

Table 7. Comparison of plant growth of cucumber at different cultivation in winter

處理別 Treatments	項目 Item / 日期 Day	株高 plant height (cm)	葉數 leaf no.	節數 node no.	節間長 node length (cm)	葉長 leaf length (cm)	葉寬 leaf width (cm)
露地栽培 outland cultivation	1/13	8.64	3.70	3.00	2.74	9.26	8.93
	1/27	13.69	4.20	4.20	3.31	12.12	12.31
設施栽培 facility cultivation	1/13	37.45	6.30	5.80	4.77	16.12	15.98
	1/27	97.62	14.30	14.10	8.37	22.64	22.57

其兩種不同栽培環境之所以有差異，主要是因爲設施栽培塑膠布室在冬季中具有保溫性作用[9][11][29][30][31][32][35]。根據調查顯示設施內溫度一般大致可維持在18～25°C之間。而胡瓜之生育在−2～0°C時會凍死，且對霜害之抵抗力弱，在10～12°C時生育即停止[6][9][11][30][31][32]。爲一好溫暖氣候之作物。故台灣冬季栽培僅在南部恒春半島上有所生產，中部或北部均因氣溫過低無法生產，尤以在寒流發生之時期，會發生嚴重寒害凍死[6]。本研究中冬季利用塑膠布栽培小胡瓜仍有豐富的產量可收成。

但就整個塑膠布室小胡瓜設施栽培來探討目前尚有許多困難及問題存在。在春、夏、秋三季栽培中，由於設施內高溫之影響，使植株生育過於旺盛，管理不易，甚或造成徒長現象及高溫障礙情形發生[8][9][11][26]。胡瓜之光合作用最適溫度爲25～32°C，35°C則爲其同化作用與呼吸作用平衡之一極限[9][19][32]，而一般溫度在30°C以上時，莖葉生長不良，果實亦容易發生畸型果[8][26][28]，大熊昭祐更強調地溫與氣溫之平衡。尤以胡瓜生育對地溫亦相當敏感。地溫在12°C以下時

根部生育即停止，至少地溫須在15° C。而以20~23° C爲最適溫度。一般地氣溫相差在 5° C 爲最適當[9][11][29][30]。

在冬季栽培中，由於台灣地區本身爲短日照地區，且若遇陰雨，很易造成硝酸或氨毒害情形如圖三。這在溫室栽培中一般被稱之爲氣體障害[17][24]。在多數的研究中均認爲由於溫室內氮素肥料多量施肥，且由於土壤微生物之作用，使土壤中發生多量之氨或亞硝酸氣體，揮發到溫室內產生毒害[24][38][39][40]。但在筆者實驗觀察中，並未能支持其毒害是由土壤發生氨或亞硝酸氣體致成傷害。主要因實驗中所採用之溫室結構爲半開放性構造，當不致氣體蓄積、通排氣不良情形。且發生時期均在陰雨之後。青葉高認爲胡瓜在遮光達四分之一時，其同化作用量將減少 13.7 % [32]。矢澤及並木之研究中證實光強度與植體內硝酸態氮含量有絕對關係，在遮光情形下會促使植體內硝酸態氮含量激增[36]。故筆者推論，在本實驗中發生傷害之情形，可能是高地溫中，根部活動旺盛，吸收多量之肥料，在陰雨光線不足及低氣溫時，由於光合作用速率減低，致氮素源轉化阻礙而形成硝酸，亞硝酸或氨等在體內蓄積，形成毒害。有關之情形，有待進一步實驗證明。



圖 三

表八爲甜椒夏季不同栽培環境中產量比較。由表中可知在初期產量 5 月 1 日及 8 日之收穫，以設施內產量顯著較露地栽培者增加，但往後之產量則相反以露地栽培者收穫量較高。收穫之果實個數亦呈相同之情形。平均果重除第一次之收穫外，均以露地栽培者單果重較重。就其植株生育觀察，設施內由於高溫多濕，植株顯著有徒長現象，葉呈披針形、葉柄長、節間顯著增長，且末期在高溫情形之下芽枯病及紅蜘蛛、薊馬危害相當嚴重，而使產量較露地栽培者顯著降低。但露地栽培者在 6 月份以後之雨季及高溫氣候下生育情形亦不甚良好，故兩者之收穫期均相當短促。其主要之影響爲過高之氣溫[1][5][10][18][26]。

表九爲甜椒冬季不同栽培環境產量之比較，由表中可知冬季設施栽培有促進其產量之功效。從初期 1 月12日開始收穫至 4 月 2 日，設施栽培無論其產量、收穫果實個數或平均果重均較露地栽培者有顯著性之差異。設施栽培產量隨其植株生育呈持續之增加，平均果重在 140 公克至 160 公克之間。而露地栽培者在初期產量則相當低下，其無論植株生育或果實發育均相當緩慢，需每

間隔一星期才能收穫一次，而設施栽培者則每一星期均能收穫一次。且露地栽培者平均果重僅在100～120公克之間。其果實大小顯著較設施栽培者小，且外觀上較爲粗糙，果色較墨綠，並花青素形成較早，時有成熟帶紅色之果實出現。在總產量上設施栽培者爲569.3公斤，露地栽培爲156.4公斤。設施栽培較露地栽培增產412.9公斤，增加率爲264%。

表八　夏季不同栽培環境對甜椒產量之比較（面積1.2 × 20 × 2平方公尺）

Table 8. Comparison of yield of sweet pepper at different cultivation in summer (area = 1.2 × 20 × 2 m^2)

處理別 Treatments	項目 Item \ 收穫日期 Date of harvest	75年 5/1	5/8	5/19	5/26	6/2
設施栽培 facility cultivation	產量 yield (kg)	14.8	15.6	30.7	27.3	32.0
	個數 No. of fruits	111	120	246.0	202	238
	平均果重 average weight of fruit (gm)	106.2	130.0	125.0	135.0	134.0
露地栽培 outland cultivation	產量 yield (kg)	1.7	12.7	38.0	38.3	36.1
	個數 No. of fruits	20	84	268	261	249
	平均果重 average weight of fruit (gm)	88.6	150.8	142.1	146.7	144.9

表九　冬季不同栽培環境甜椒產量之比較（面積1.2 × 20 × 3平方公尺）

Table 9. Comharison of yield of sweet pepper at different cultivation in winter. (area = 1.2 × 20 × 3 m^2)

處理別 Treatements	項目 Item \ 收穫日期 Date of harvest	76年 1/12	1/21	1/26	2/4	2/10	2/16	2/23	3/3	3/9	3/17	3/25	4/2
設施栽培 facicity cultivation	產量 yield (kg)	13.8	9.6	19.0	23.4	33.9	42.6	70.7	77.7	67.7	87.7	64.4	58.8
	個數 No. of fruits	84	59	137	172	234	265	436	491	463	555	436	404
	平均果重 average weight of fruit (gm)	164.2	163.9	138.7	136.5	145.0	160.7	162.2	158.2	146.2	158.1	147.7	145.5
露地栽培 out land cultivation	產量 yield (kg)	4.2	0	0	7.1	0	20.4	0	32.2	0	29.4	28.8	34.3
	個數 No. of fruits	46	0	0	70	0	172	0	2.65	0	235	215	284
	平均果重 average weight of fruit (gm)	91.8	0	0	102.3	0	118.8	0	121.5	0	125.1	133.9	120.7

甜椒和其他茄科作物一樣都是須要高溫之作物[15][18]，因此在溫寒帶地區栽培都須應用溫室，甚至還須加溫。其種子發芽適溫爲30～35°C，發育適溫爲25°C，在15°C以下時發育停止，且不易受精而有單爲結果情形。同時溫度與側枝之發生亦有密切之關係[10][18]。

甜椒花芽分化爲營養支配型，只要植株生育旺盛即可促進花芽分化[15][18][37][41]。其他條件以溫度影響最大，日照日長、土壤水分、肥料、密度亦都有影響。溫度則以葉部同化作用最適溫度27～28°C時最佳[18]。授粉、著果與溫度亦有絕對之關係，在21～27°C中著果良好，低溫時花葯開裂不佳，影響授粉，最低溫最好能維持在16°C以上。高溫32°C以上著果不良[18][20][26][42]。

由上述因素可瞭解台灣甜椒產期及產區之分佈。冬季仰賴南部恒春半島之自然高溫可生產，夏季則仰賴高冷地生產。平地一般只有春、秋作，產期短[1][5]，如欲提早或延後產期，則須應用遮蔭方式以降低溫度，甜椒在茄科作物中屬較耐陰性作物，遮光達½時，產量雖減少但不明顯。本研究中認爲應用簡易之設施冬季或秋作中保溫及夏初簡易遮陰降溫，在台灣則可行週年性，長期收穫栽培。

表十及表十一爲不同栽培環境中各種蔬菜病蟲害發生情形調查。

軟腐病之發生不論甘藍或結球白菜，均以設施栽培內發生較爲嚴重，其感染率分別爲24.6%及33.7%，而露地栽培則分別爲7.2%及13.2%。此可能與設施內高溫多濕通風不良有相當之關係。露菌病之發生則反而以露地栽培發生較多。此與露菌病是經由雨水飛濺傳播有關。蟲害方面，十字花科發生較多之小菜蛾，在兩種栽培環境中並無顯著差異，一樣發生相當嚴重。小葉菜類中小白菜最易發生之黃條葉蚤亦無顯著差異。但粉白蝶則無論在小白菜、莧菜或甘藍、結球白菜中，均以露地栽培發生較多，而設施內則發生較爲輕微。

表十　不同栽培環境中結球性葉菜類病蟲害發生情形比較。（被害率%）

Table 10. Investigation of diseases and pests infection at different cultivations on head vegetables (infection %)

作物別 Crops	項目 Item / 處理 Treatment	軟腐病 Soft rot (%)	露菌病 Downy mildew (%)	小菜蛾 Diamond-back moth(%)	粉白蝶 Cabbage worm (%)
甘藍 cabbage	露地栽培 outland cultivation	7.2 a	56.2 a	66.1 a	34.6 a
	設施栽培 facility cultivation	24.6 b	11.7 b	53.4 b	5.4 b
結球白菜 Chinese cabbage	露地栽培 outland cultivation	13.2 a	83.1 a	44.8 a	43.5 a
	設施栽培 facility cultivation	33.7 b	13.2 b	36.3 b	7.3 b

※表中英文字母相同者表示未達5%顯著水準。

Value in each colum followed by the same letters are not significantly different at 5% level.

表十一　不同栽培環境中葉菜類蟲害發生情形比較

Table 11. Investigation of pests infection at different cultivations on edible herbs infection(%)

作物別 Crops	項目 Item / 處理 Trertment	黃條葉蚤 Turnip flea beetle (%)	粉白蝶 Cabbage worm (%)
小白菜 Pai-tsai	露地栽培 outland cultivation	8.36[a]	20.1[a]
	設施栽培 facility cultivation	75.2[a]	8.2[b]
莧菜 edible amaranth	露地栽培 outland cultivation	／	27.5[a]
	設施栽培 facility cultivation	／	1.4[b]

※表中英文字母相同者表示未達 5 %顯著水準。

Value in each colum followed by the same letters are not significantly different at 5% level.

設施栽培對於病蟲害的防治效果是目前最受到國人所誤解的一環。民國60年間即以推動高架網室栽培蔬菜，企圖以隔離的方式來生產不使用農藥的清潔蔬菜。事實上以整個生態學觀念而言，設施內因氣象等環境因素之改變，隨著亦會造成生態及生物相的改變，因此並未能絕對性防止病蟲害在設施環境內發生。而隔離的效果對於空氣傳播的病原菌及土壤寄生性病蟲害，並未完全阻絕 (4)(13)(17)(27)(34)。

由上述表十及表十一之調查中，可發現無論設施栽培或露地栽培病蟲害都同樣會發生，只是程度上之差異而已，且設施內並未絕對性較露地栽培發生少。如軟腐病則以設施內發生較爲嚴重；而黃條葉蚤、小菜蛾之危害兩者之間並無差異。事實上病原菌、害蟲亦因其種類之不同而各有其適於發生、存在、傳播之條件。

三、結　　語

由上述諸項結論中可知，設施園藝之發展是有其特殊的自然氣候條件。其定義即是「控制氣象條件及栽培條件等環境因素之園藝生產」(17)(24)。其主要目的是藉人爲附加設施來達到不時栽培。再者現今因自動控制技術的開發，可借以節省勞力，並利用高度技術，集約性栽培來提高單位面積之產量及產值。因此本省在發展設施園藝上是應就本省之自然氣候風土條件，加以考慮研訂發展方針。其應有之目標爲：

1.穩定生產環境

由本省自然氣候環境上可了解，本省夏季正好處於梅雨、豪雨及颱風季節裏對作物生長影響很大，因此在研究上應針對如何來逃避雨害、風害之防雨防風設施。在日本之研究中對於雨水傳播性病害，如番茄疫病、斑點細菌病、菠菜立枯病、露菌病；瓜類露菌病、疫病等均具良好防治效果，在生產上可給予相當之穩定性效果 (12)(16)(33)。台灣冬季則有寒流及降霜情形發生，因此如何應用簡易之保溫設施來克服寒害、霜害是必須研究與探討的。並且冬季保溫栽培更具有調節產期之功效(4)。筆者在民國64～65年間即輔導台中軍功寮地區以隧道式塑膠棚生產冬季蕹菜，至今10年間已發展10餘公頃，形成一地方特色。

2.提高單位面積產量

由於社會環境及經濟結構之變遷，農業可耕面積逐漸減少，尤以園藝作物更需以狹小之土地面積，做集約性栽培。因此如何應用設施栽培技術在有限土地面積中，提高其生產力及產值，是我們所必須重視及研究的方向[4][15][17][24]。在日本之研究當中，設施栽培對於番茄、胡瓜、豌豆、毛豆、蘿蔔、生菜、菠菜及小松菜（コマツナ），均有提高其產量之效果[33]。但過去台灣推展高架網室栽培及現今北部地區所發展之設施栽培在葉菜類上却有減產之現象，實值探討其原因，並加以改進。

3.節省勞力

設施栽培技術着重於環境之控制，因此在環境穩定及自動管理技術配合下，實可節省許多管理上勞力之投資。如在合理的施肥、灌溉、病蟲害管理及土壤保護技術建立之下，應可節省一般管理上所需之成本及勞力。

4.提高品質

一個園產品之品質，並不只在於其有無農藥殘毒而已。事實上尙包括有外觀、風味及內含物品質等諸多問題存在。日本之研究中設施防雨栽培，對於蕃茄之防止裂果；胡瓜、甜椒、蕃茄防止日燒果及畸型果均具相當功效。可提高其優良品質率[4][11][12][16][33]。葉菜類如菠菜更可防止葉部因雨水之損壞及泥土飛濺汚染，使外觀整齊美觀，色澤誘人，而提高其商品價值。

四、今後在設施園藝上必要之技術開發

1.設施內高溫問題之克服

台灣因自然地理及氣候因素之存在，在設施栽培中，必然會發生高溫障礙問題。設施內因空氣較不流通，熱擴散係數小，入射熱擴散慢，蒸發量少易引起高溫現象[4][12][15][16][17][24][33]，設施內在高溫期中較外界高 6～10°C 左右；最低溫時亦增加有 2～3°C。而台灣夏天雨季中，高溫亦是作物生長之一大障礙，在附加防雨設施之後，更將容易遭到高溫障礙問題[11][26]。因此如何降低設施內溫度，是必須加以研究探討的。克服的方法首要是在於開設天窗、側窗等及加強其通風通氣設備，另外則可用其他降溫設施諸如遮蔭、水簾、水幕等方式予以降低設施內溫度。在栽培技術之克服上應予考慮耐高溫性品種之選擇[12][15][17][24]。

2.濕度問題之克服

設施內由於通風不良，相對濕度會提高[15][17][24]，尤以在台灣高濕度之氣候環境下會更嚴重，如冬季多霧時期，設施內塑膠布結露現象之發生，除造成濕度增加引起濕害外，更會降低其透光度而影響作物生長。此問題之克服，在於如何加強設施內空氣之對流性，及減少不必要水份蒸散到設施空間內。諸如通氣設備及畦面塑膠布敷蓋及灌溉方法之改進，均有助於改善濕度過高之問題。

3.重視病蟲害管理問題

設施內絕對無病蟲害發生或可減輕其發生，對於作物無須予以管理是一錯誤之觀念。設施內氣象等環境因素之改變，其生態及生物相亦會隨之改變[4]。故在設施內亦有適於其生存及發生之病蟲害存在。

松尾綾男[27]等指出設施內高溫多濕，光線不足作物易於徒長，生育軟弱，是病原菌繁殖及侵入的最好條件。露地栽培所種植之作物具有季節性，病原菌會隨寄主之消長而消長。設施內因作物栽培無季節性，栽培密度提高，病原菌亦隨寄主之增加而生存機會增大。因此設施內因管理的

疏忽，而一時嚴重危害造成全面栽培失敗是常見的。

過去大家一直認爲無土栽培之水耕法，可以克服許多土壤傳播性病害之發生。但從手塚[13][34]之研究中可知一些病原菌諸如引起番茄根腐病之 Pythium 屬，疫病之 Phytophthora 屬，萎凋病之 Fusarium ，青枯病之 Pseudomonas ，毒素病之 TMV 及瓜類疫病之Phytophthora melonis，立枯病之Pythium ultimum，蔓割病之Fusarium oxysporum及蔓枯病之Mycospharella melonis，均極容易在水耕栽培中發生。而水耕中之養液對病原菌而言，是爲均質性之生存環境。因此一般在受到汚染之後，病原菌則可在較土耕栽培低密度之菌落數情況下在短時間內引致病害發生。

事實上病原菌可藉由下列諸途徑介入設施栽培環境中[13][27][34]。

(1)種苗傳染：由帶菌之種子或苗木直接導入。雖然其汚染率較低，但如未注意防患，亦將形成全面性發病之汚染源。

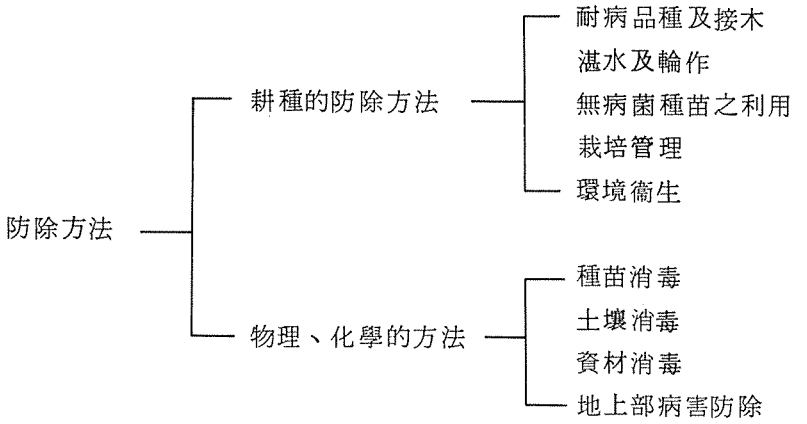
(2)從設施之裝置、器具、操作器械傳染：設施之裝置諸如植鉢、支柱及整枝、修剪或耕作器械所附著之病菌傳染漫延。特別是前作中有病害發生時，這些設施裝置、器具要全面消毒是相當困難的。

(3)從土壤及空氣中傳染：土壤存在性之病原菌及空氣中散播之病原菌是最大之傳染原，而這些傳染原是無法完全阻絕的。

(4)灌溉水中傳染：一些需借水傳播之病原菌如Phytophthora 屬，Pythium屬，Fusarium 屬，Phizoctonia 屬等，均會經由灌溉水之汚染而導入傳播。

(5)經由管理者之手足、衣物等傳染：無論設施栽培再如何發展到自動控制系統上，一個作物之管理還是脫離不了人，如整枝、摘芽、收穫等，由於個人之缺乏衞生知識，往往會將病原菌予以導入設施環境中。

設施栽培病害防除方法可借下列圖解途徑做爲參考[27]。



山口[27]認爲設施栽培除非完全處於一密閉環境中，否則蟲害問題依然存在，亦有特殊而適於在設施環境中發生之害蟲。設施對於作物提供了保護作用，無形中也提供了害蟲適當之生存環境，使其能較在自然界中世代增加，而週年性發生。諸如一些蟲口分佈量會因雨水、強風影響而有顯著消長者，會因設施提供了保護環境而更易於生存。而在隔絕環境中，一樣阻止了天敵的進入，因此如果一但有害蟲侵入，則會造成嚴重性危害及永續危害。設施內高度的精耕及專一性栽

培亦是提供害蟲特殊生存條件。一般在設施內易發生之害蟲以對環境適應性高、雜食性、不具休眠性、繁殖世代多之害蟲較多。

設施內易發生之害蟲有蚜蟲、蟎類、線蟲、介殼蟲、蛾類如番茄夜蛾、小菜蛾及薊馬等。而其防治方法除化學藥劑散佈、燻蒸、或物理之高溫消毒、湛水、或利用光選擇性之被覆，敷蓋材料之應用予以趨避外，並無特殊良好之防治途徑。

4.土壤連作傷害之問題

連作問題在一般作物栽培中均會發生，但在設施栽培中因栽培因素之變遷將更嚴重。因設施內高度利用及作物單純化且無雨水之淋洗作用。易使土壤形成塩化、物理性劣化及土壤微生物相破壞，致對作物產生不良影響，而形成連作傷害[14][15][36]。其改善方法可以耕作方法如輪作、施肥合理化、土壤改良劑應用、有機質施用或物理方法換土、深耕、湛水等加以改善。

5.作物栽培制度之確立

台灣設施栽培只是在於啓蒙階段，設施內因環境及氣象條件改變，作物生育亦產生相當之變化。因此如何使作物管理合理化，是目前我們必須加強研究開發者。由前述之試驗結果中，可知並非每一種作物均適合設施栽培，而有些作物在台灣自然氣候條件下生長本已非常良好更無須浪費高成本之投資盲目追求時尚。尤以部份人士將設施園藝與「清潔蔬菜」、「無農藥汚染」混爲一談，更是令人不可思議。因爲一產品之安全性問題，只是在於將之轉變商品時如何做好品質管制而已，而與其如何生產並無絕對性關連[4]。

故作物栽培密度、肥培管理合理化、水份管理合理化、作物適度之選擇。而使其能以最低之投資而獲得最大利潤，以提高產值。

6.成本問題及資材改進

設施栽培本已是一高資本之投資，尤以在國內多數資材須仰賴進口之下更形昂貴，因此如何使成本結構合理化及開發必須之農用資材，更有賴有關單位之協調與合作。

參考文獻

1.邱阿昌　1980　甜椒、辣椒　專業栽培蔬菜30種　豐年叢書752～3　p. 144～151。

2.洪汝煌、鄭　婧　1979　夏季蔬菜覆蓋栽培增加產量提高品質　台聚簡訊　148：34～35。

3.黃白琪　1980　莧菜　台灣農家要覽(山蔬菜篇　p. 941。

4.郭孚燿　1985　設施園藝簡易塑膠布網溫室精緻蔬菜栽培　台中農推專訊48號。

5.張武男　1980　甜椒、辣椒　台灣農家要覽(山蔬菜篇　p. 1018～1021。

6.廖芳心　1980　黃瓜　台灣農家要覽(山蔬菜篇　p. 971～ 973。

7.廖公益　1980　青花菜　台灣農家要覽(山蔬菜篇　p. 968～970。

8.士岐知久　1970　設施栽培におけゐ適環境の生理的研究(第一報)キユウリの栽培溫度の解析　千葉農試研報 10:62～72。

9.士岐知久　1984　キユウリのブルーム果、尻太果對策はこうして　農業技術研究　38(8)：44～47.。

10.土野善和　1971　ピーマンのハウス栽培における溫度管理　農及園 46:762～766。
11.大熊昭祐　1978　キユウリのハウス栽培—長期秀品多收の技術　農山漁村文化協會。
12.小沢行雄　1983　野菜の雨よけ栽培の現狀と問題點　野菜試驗場施設栽培部研究資料第3號　pp.45。
13.手塚信夫　1984　養液栽培における病害と對策　農業技術研究 38(11):27～29。
14.小田雅行、鈴木則夫、鈴木義彦、志林清　1985　有機物施用における施設野菜の塩類高濃度障害對策　野菜試驗場報告A～13:21～32。
15.內海修一　1978　環境と作物の生理　博友社。
16.田中和夫　1983　簡易被覆雨よけ栽培の現狀と問題點　北陸東海近畿野菜試驗成績概要附屬資料 9:10～23　野菜試驗場編。
17.加藤徹　1963　發育經過からみたレタズの栽培技術　農耕及園藝 38:1845～1858。
18.加藤徹　1964　ハクサイの結球現象に關する研究（II）葉形よりたる結球現象　高知大學報　自然科學 195～204。
19.加藤徹　1964　ハクサイの結球現象に關する研究（II）結球の早晩性に關する生理學的研究　高知大學報　自然科學II　205～210。
20.加藤徹　1982　ピーマン　農業技術大系野菜篇(5)　農山漁村文化協會。
21.加藤徹　1983　施設野菜の栽培　施設園藝學　p.149～182　朝倉書局。
22.加藤徹、安岡謙一　1967　ハウスキユウリの同化作用に關する基礎的研究　園藝學會秋季大會發表要旨　202～203。
23.加藤徹、田中守敏　1971　ピーマンの結實肥大に關ゐす研究（第1報）著果習性について　園學雜 40:359～366。
24.宗野重德　1973　施設內の栽培　施設園藝の基礎技術　p.253～312　誠文堂新光社。
25.杉山直儀　1967　野菜發育生理と栽培技術　誠文堂新光社。
26.杉山直儀、高橋和彦、岩堀修一　1962　果菜類の高溫障害　園學雜31(2):141～145。
27.松尾綾男、山口福男　1973　病蟲害防除　施設園藝の基礎技術　p.360～408　誠文堂新光社。
28.板木利隆、比企正治　1956　胡瓜不整形果の發現について（第1報）栽培條件不整形果の發現狀態　神奈川農試園藝分場研報 4:72～78。
29.板木利隆、金目武男　1971　施設栽培における地氣溫條件がキユウリの生育，收量に及ぼす影響　神奈川園研報 19:67～75。
30.岡迫義孝　1970　キユウリ加溫栽培における溫度管理　農及園 45(12):1826～1830。
31.高山覺者　1972　キユウリ—その栽培と經營　農業圖書。
32.青葉高　1982　キユウリ　農業技術大系野菜篇(1)　農山漁村文化協會。
33.清田勇　1980　野菜の被覆資材と新技術　野菜園藝技術7（13）pp.262。
34.澤井毅　1984　養液栽培の現狀と問題點　養液栽培プロヅエクト報告書 pp.91　靜岡縣
35.藤枝國光　1973　キユウリ栽培全書　農業圖書。
36.矢澤進、田中寬幸、並木隆和 1986　光の強さと‘丸葉コマツナ’の生體內硝酸態窒素の蓄積　京都府立大學學術報告　農學 38:1～6。
37.柴崎臣　1966　ピーマンの生育ならびに開花、結實に關する研究　三重農試研報 1:78～82。

38. Kim, C. M. 1973. Influence of vegetation types on the intensity of ammonia and nitrogen dioxide liberation from soil. Soil Biol. Biochem. Vol. 5. pp. 163–166.
39. Kubota, M. and T. Asami. 1985. Volatilization of nitrous acid from upland soils. Soil Sci. Plant Nutr. 31(1): 27–34.
40. Kubota, M. and T. Asami. 1985. Source of nitrous acid volatilized from upland soils. Soil Sci. Plant Nutr. 31(1): 35–42.
41. Rylski, I. 1972. Effect of the early environment on flowering in pepper (*Capsicum annunm* L.). J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97: 648–651.
42. Rylski, I. and H. Kempler. 1972. Fruit set of sweet pepper (*Capsicum annunm* L.) under plastic covers. Hort. Sci. 7: 422–423.

SUMMARY

This study was conducted to compare the effects of simple facility cultivation on the production of vegetables. The growth of the edible herbs and radish root was promoted and the yields were increased under simple facilities. But the heading of the head vegetables, such as cabbage and Chinese cabbage, and the flowering of edible flowers, such as broccoil, were delayed, and their yields also reduced, whereas the growth of lettuce was not affected. The fruit vegetable such as cucumber and sweet pepper were improved plant growth and enlongatived harvest period, and their yields also increased. But they had not different of yields on sweet pepper in summer.

Some physiological disease happened very easily under facility cultivation. The simple facility provided a special effect in eliminating of rain injury, but there is no absolute effect on the control of pests and diseases. Diseases, such as soft rot, are easily found under facility environment, whereas those easily induced by rain-fall were well-controlled. Isolation with nylon net can not prevent the injury of diamond-back moth and turnip flea beetle.

討　論

陳榮五（台東區農業改良場）問：

設施栽培甘藍及結球白菜，因溫度高，對於因鈣引起的頂燒病是否有影響？

郭孚燿答：

關於甘藍及結球白菜我並沒有發現缺鈣現象，但番茄則很嚴重，尻腐病—生理障碍的問題發生嚴重。

陳榮五（台東區農業改良場）問：

冬季栽培胡瓜有關氣溫與土溫不平衡而引起果實生育不良症，是否可利用夜間燈泡加溫來改良？因屏東地區有部份農民使用的結果良好。

郭孚燿答：

可能個人須把日本在設施園藝發展上的技術與觀念，拿出來做簡略說明。日本在設施園藝發展也相當成功，但由於石油能源危機發生後，他們在整個技術上做了很大的修正，現也是朝向一種簡易，無加溫防雨的設備去發展，事實上，個人也是將日本這套防雨栽培觀念帶到國內來做，所以若我們在應用消費能源的方面來做是否可行，值得檢討。