

資 料

海外 施設園藝 現況 分析과 導入可能性(日本, 이스라엘)

Overseas Protected Horticulture (Japan, Israel)
Analysis of Present Situation and Possibility for Introduction

權 永 杉

農村振興廳 園藝試驗場

Kwon, Young-Sam

Horticultural Experiment Station. RDA, Suwon 440-310

3. 日 本

3.1 氣候環境과 施設園藝와의 關係

- 日本은 氣候的으로 亞熱帶와 溫帶에 걸친 아시아 Monsoon地帶에 속하고 있는 三面이 바다로 둘러싸여 氣象條件의 特性은 降雨量이 平均 2,000mm로 상당히 많고 氣溫도 北海道와 本州, 九州地方間에 상당한 差異가 있음.
- 氣溫條件面에서 본다면 年中 暖房負荷가 적은 地域은 本州대평양 연안과 九州地方으로 山間地方을 제외하면 겨울철 最低平均氣溫 0℃ 以下가 며칠 계속되지 않아 우리나라보다 暖房費 負擔面에서 훨씬 有利한 나라임. 반면에 여름철은 最高 平均氣溫이 25℃以上 올라가는 期間이 6월부터 9월까지 繼續되어 冷房負荷 때문에 여름철 施設栽培가 어려움
- 日射量은 비교적 豊富하여 北海道를 除外하면 겨울철 作物生育에 制約要因이 되지않고 있으며 最低 160cal/cm².day 임
- 따라서 施設園藝園地는 주로 氣溫과 日射量面에서 有利한 關東地域의 千葉縣 神奈川縣을 中心으로한 地域과 東海近畿 地域의 靜岡縣 愛知縣을 中心으로한 地域, 남쪽地方인 四國 園地, 九州의 熊本縣, 宮本縣 中心으로 形成되어 있다.
- 日本은 특히 환태평양 火山地帶에 속하며 地

震의 危險과 여름철에 來襲하는 颱風의 影響 등으로 施設의 安全設計를 위해 耐風型構造, 耐地震構造 등으로 施設費 增加 負擔을 안고 있음.

3.2 施設園藝 作物의 栽培現況과 展望

- 日本의 施設園藝 總面積은 48,811ha로 우리나라의 1.5배가 넘는다. 이중 유리溫室은 2,074 ha이고 플라스틱 被覆資材로 된 비닐하우스는 46,737ha로 大部分 비닐하우스가 차지하고 유리溫室은 4.3%에 불과함
- 유리溫室中 花卉作物이 1,019ha(49%)로 가장 많고 菜蔬가 841ha로 41% 차지하며 果樹는 10% 程度임
- 施設菜蔬 全體面積中 栽培面積이 많은 作物은 露地멜론, 딸기, 오이 作物이 7,000ha 以上으로 가장 많고, 토마토, 수박, 가지 順으로 栽培面積이 分布되고 있음. 유리溫室의 菜蔬作物은 主로 溫室멜론과 토마토, 오이이며 이중 溫室멜론이 740ha로 約 50%를 차지하고 있음
- 유리溫室에서 栽培되는 花卉作物은 切花類가 65%를 차지하고 盆裁類는 35% 程度이며, 切花類中 菊花栽培가 46%로 가장 많고 카네이션, 薔薇는 각각 20% 程度를 차지하고 있음
- 今後展望
施設園藝 全體의 伸長은 繼續될 展望이나 이중 유리溫室의 增加는 상당히 鈍化될것으로 豫想됨. 反面에 硬質板을 包含한 비닐하우스 面

積은 相對的으로 增加되고 있는 것은 投資額에 對한 投資效果가 높기 때문이다. 日本의 施設園藝는 크게 두가지 方向으로 兩極化 現象이 두드러지고 있는데, 하나는 유리溫室과 같은 固定施設에서 高度의 技術과 施設 및 裝備에 依한 集約的인 經營이고 또 하나는 비닐하우스에 依한 조방적인 施設園藝임. 技術資本集約的인 施設園藝는 高品質을 要求하는 作物로 所得이 높은 作物栽培가 이루어지고 있고 今後 더욱 高度화된 尖端 施設로 發展될 것이며, 조방적인 施設園藝는 自然氣候를 最大한 活用하는 無加溫 簡易 施設栽培나 비가림 形態와 같이 簡單한 施設投資로서 더욱 生産費를 節減하면서 園藝作物을 生産하는 施設園藝 形態로 發展될 展望임.

施設園藝 先進國에서 主로 이루어지고 있는 養液栽培는 無土壤栽培를 前提로 하고 있는바 日本의 경우는 和蘭과는 달리 土壤대신 人工培地를 써야될 必要性이 적기 때문에 植物工場과 같이 高度의 施設集約 栽培라든가 미즈바와 같이 淸淨性이 要求되는 作物 外에는 養液栽培가 擴大될 展望이 적음. 그러나 施設園藝 周邊産業의 發展은 栽培技術面에서 電算機의 利用이 擴大될 것이며 特히 情報處理 技術의 向上으로 計測 및 調節技術이 컴퓨터로 代替될 展望임. 또한 和蘭과 마찬가지로 農藥公害에 의한 被害때문에 生物的 防除技術의 實用化라든가 環境汚染面에서 廢棄物이 적게 나오는 施設栽培 등이 今後 施設園藝의 課題가 되고 있음

3.3 園藝施設의 裝置化 現況과 省力技術

- 日本 施設園藝의 集約程度를 나타낼 수 있는 尺度로서 裝置化 程度를 分析해보면 加溫栽培面積 比率은 全體 33.2%로 67%가 無加溫 保溫爲主 栽培를 하고 있다. 이중 變溫裝置가 있는 것은 46.3%로 效果的인 溫度管理를 하고 있음.
- 灌水施設은 大部分 點滴내지는 撒水灌水로 裝置化되어 있으며 自動灌水시스템을 갖춘 것은 33.2% 程度됨
- 커튼裝置가 設置되어 開閉하도록 된 것은 48.5%가 普及되어있고 탄산가스裝置의 普及은

意外로 낮아 1.1%에 不過함

- 換氣裝置가 되어 있는 것은 全體의 13.1%이며, 이중 自動化된 換氣裝置는 51.7%나 됨.
- 天窓은 主로 지붕型하우스나 溫室에 設置하는바 自動으로 開閉되는 天窓開閉裝置 普及은 4.4%에 不過함
- 따라서 日本의 裝置化에 依한 集約化 程度는 이스라엘이나 伊太利보다는 裝置利用을 많이 하고 있으나 和蘭보다는 相當히 떨어짐
- 資料에 依하면 日本의 切花類 1期作에서 勞動時間이 10a當 1,000~2,000時間인데 反해 和蘭의 勞動時間은 日本의 30~50% 밖에 되지 않음.

3.4 施設의 種類別 施設投資額과 經營分析

- 骨材, 保溫 및 暖房裝置, 灌水施設, 防除機, CO₂ 發生機 등을 包含한 坪當 施設投資額은 비닐하우스 111千원, PET하우스 292千원, MMA하우스 662千원, 유리溫室 946千원 水準임
- 유리溫室 토마토 土壤栽培 農家 10a當 粗收入은 28,160千원으로 비닐하우스 農家 25,600千원보다 2,560千원 높으나 所得은 유리溫室이 12,800千원, 비닐하우스가 16,185千원으로 비닐하우스가 오히려 3,385千원 더 높았는데 이는 유리溫室의 施設投資에 따른 經營費(特히 減價償却費)가 높기 때문임
- 카네이션은 10a當 所得이 유리溫室은 23,936千원, 비닐하우스는 14,914千원으로 유리溫室의 所得이 9,022千원이 더 높는데 이는 유리溫室이 周年栽培를 하여 收量이 높기 때문이며 비닐하우스도 殘與期間을 더 延長栽培한다면 所得을 더 높일수 있을 것임
- 日本에서는 硬質板(MMA, PET) 하우스의 面積이 增加되고 있는데 이는 施設費가 유리溫室보다 싸고 栽培作物의 品質 및 生産性도 큰 差異가 없기 때문임
- 靜岡縣 農業試驗場에서 MMA하우스와 PET하우스의 人工培地(rockwool)栽培에 대한 研究가 活發하게 이루어지고 있는데 試驗成績에 依하면 MMA하우스나 PET하우스에서도 유리溫室 못지 않은 所得을 내고 있음
- 特殊한 品質이나 栽培環境을 要求하는 作物(溫室멜론, 切花類 등)은 유리溫室栽培가 妥當함

〈表1〉 施設種類別 施設投資額

(單位：千圓)

區 分		비닐하우스		PET하우스		MMA하우스		유리온실	
		坪當	10a當	坪當	10a當	坪當	10a當	坪當	10a當
施 設	骨 造	23.5	7,040	128.0	38,400	172.9	51,870	423.9	127,181
	保 溫 裝 置	9.6	2,880	72.5	21,760	72.5	21,760	74.7	22,400
	暖 房 裝 置	10.7	3,200	16.1	4,826	92.0	27,603	113.1	33,933
	灌 水 施 設	40.0	12,000	40.0	12,000	40.0	12,000	40.0	12,000
	電 氣 施 設	9.9	2,976	9.9	2,976	9.9	2,976	9.9	2,976
	環 境 制 御	-	-	-	-	240.0	72,000	240.0	72,000
	小 計	93.7	28,096	266.5	79,962	627.3	188,209	901.6	270,490
施 設	C O ₂ 發 生 機	9.6	2,867	9.6	2,867	13.3	4,000	22.7	6,797
	防 除 機	3.7	1,408	7.1	2,114	12.8	3,840	12.8	3,840
	管 理 機	3.2	960	8.5	2,560	8.5	2,560	8.5	2,560
	小 計	17.5	5,235	25.2	7,451	34.6	10,400	44.0	13,197
計		111.2	33,331	291.7	87,413	661.9	198,609	945.6	283,687

〈表2〉 施設種類別 所得分析

○ 토마토

(基準：10a當)

區 分	유 리 온 실			비닐하우스
栽 培 期 間	토마토(8~2月)	멜론(3~7月)	計	토마토(7~2月)
收 量	11,000 kg	3,780 kg	-	10,000kg
價 格	2,560 원	3,200 원	-	2,560 원
粗 收 入	28,160 千圓	12,096 千圓	40,256 千圓	25,600 千圓
經 營 費	15,360 千圓	8,952 千圓	24,312 千圓	9,415 千圓
所 得	12,800 千圓	3,144 千圓	15,944 千圓	16,185 千圓

資料) 유리온실：'88 愛知縣 農業水産部 農業改良 普及 資料 第581號

비닐하우스：'90 愛知縣 農業水産部 愛知農業普及 協會

주) 비닐하우스 所得은 '90日本 全國 野菜 生産費의 所得率 適用 算出

○ 카네이션

(基準：10a當)

區 分	유 리 온 실	비닐하우스
栽 培 期 間	周年栽培(9~6月 出荷)	5月~12月(9~12月 出荷)
收 量	103,349 本	62,673 本
價 格	369.7 원	384 원
粗 收 入	38,208 千圓	24,066 千圓
經 營 費	14,272 千圓	9,152 千圓
所 得	23,936 千圓	14,914 千圓

資料) '90 枋木縣 事例 H.4 秋季學會 資料

○ 人工培地(rockwool) 栽培

區 分	MMA하우스	P E T 하우스	
	토마토 (周年)	미니토마토(周年)	카네이션(周年)
收 價 粗 收	18,000 kg 3,968 원 71,424 千원	12,000 kg 5,120 원 61,440 千원	173,000 本 352 원 60,896 千원
經 營 費 所 得	42,790 〃 28,634 〃	38,874 〃 22,566 〃	40,442 〃 20,454 〃

資料) '90 靜岡縣 農業試驗場 成績입

3.5 日本에서의 유리溫室 施設의 擴大 可能性과 展望

- 農家가 資産能力이 있고 經營的으로 收支가 맞아야 유리溫室施設을 한다. 現在는 마스크 멜론과 花卉類 一部를 除外하면 經濟性面에서 유리하지 않음 때문에 비닐하우스의 面積 增加가 많음
- 유리溫室 1棟이면 鐵骨 플라스틱하우스 2棟을 지을수 있으며 유리溫室의 生産力이나 粗收入이 비닐하우스에 비해 크게 높은 것도 아님. 단지, 商業用溫室이나 觀光農業, 植物工場等은 유리溫室을 짓고 있음. 施設費의 投資는 耐久年限內 投資費가 回收되어야 合理的임. 유리溫室은 栽培農家의 技術에 따라 다르겠으나 耐久年限 15년에 施設費 回收가 어려운 境遇가 많고 비닐하우스는 耐久年限이 8년이나 投資費는 5年內에 回收되기 때문에 비닐하우스가 有利하다.
- 따라서 유리溫室도 多少는 增加하겠지만 비닐하우스 增加率보다는 鈍化되기 때문에 相對的으로 比率는 減少될 展望임

3.6 導入해야 될 特殊技術

- 移動式 벤취 利用 토마토 低段 密植栽培
 - 固定式 벤취는 각벤취 사이마다 作業通路가 必要하므로 施設하우스內 栽植面積과 密度가 떨어지기 때문에 栽植密度를 높이기 爲하여 移動式 벤취를 設置하여 벤취數를 늘림으로써 生産性 向上을 增大시킬 수 있는 栽培法임
 - 施設하우스內 密植벤취를 設置하고 作業通路를 確保할 수 있도록 벤취 下部에 파이프와 벤취를 左右로 移動시킬 수 있는 構造임

○ 無人農藥 撒布

- 密閉된 施設하우스內에서 農民이 農藥을 直接 撒布하지 않고 無人撒布하므로 撒布 農民의 農藥中毒 또는 障礙가 없음 뿐만아니라 防除作業의 勞力節減 效果가 큰 機種임
- 밧데리카를 利用한 無人 農藥撒布機는 골 사이로 走行하면서 農藥을 撒布하는 農藥撒布車와 레일위로 走行하는 運搬車로 構成되어 있음

○ 網 비닐

- 施設하우스에서 바람을 强하게 받는 部分이나 作動이 많은 天窗, 側窓 등에 附着된 被覆材의 耐久性을 增大시키기 爲하여 비닐에 나일론 그물網을 증착시킨 비닐임

○ 電算機에 依한 環境調節 시스템

- 施設하우스內에서는 물론 自宅에서 遠隔調整이 可能한 컴퓨터 시스템으로 溫濕度, 養液 및 遮光管理 등을 自動化하여 作物 生産性 增大, 高品質化, 생에너지化 및 作業 勞力 輕減效果가 큰 省力自動化 技術임
- 環境調節시스템은 溫濕度 센서, EC, PH 센서 등의 환경정보 입력으로 暖房, 換氣, 養液供給裝置, CO₂發生機, 天側窓, 커텐開閉구동裝置 및 各 裝置의 制御시스템 등으로 構成 되어 컴퓨터에 依해 調節되는 構造임

4. 이스라엘

4.1 氣候環境과 施設園藝와의 關係

- 亞熱帶에 속하나 降雨量이 적고 (年平均 500~600mm), 地中海性氣候의 影響으로 겨울은 零上溫度가 維持되고 여름은 우리나라와 비

스한 溫度 分布를 가지고 있으며 日射量이 豊富한 나라로 周年 作物栽培가 可能한 常綠의 나라임

- 氣候條件上 施設集約的인 施設園藝는 發展되지 않았고 주로 간이 施設形態로 發展됨. 아열대 지역의 공통적인 特徵은 방충망에 의한 virus 罹病率 減少와 비가림재배에 의한 Fertigation(관비재배)施設로 천혜의 유리한 기후를 활용, 불리한 강우조건과 토양조건을 극복하여 효율이 높은 시설원예가 이루어지고 있다.
- 그러나 정밀한 환경조절장치 (Sophisticated facility)에 의한 技術 資本 集約栽培로의 發展可能性은 희박하며, 저렴한 施設投資費와 낮은 난방부하의 유리성을 최대한 활용하는 현재의 자연 기후의존 간이 施設栽培가 가장 適合한 施設栽培 形態라 判斷됨.

4.2 施設園藝 現況과 展望

- 全體 施設園藝 面積은 2,000 ha 程度이며 100% 비닐하우스임. 氣候의 影響으로 集約的인 施設園藝는 發展되지 않았고, 亞熱帶 地域에서 많이라고 있는 비가림 栽培(rain shelter)가 주로 이루어 지고 있음. 栽培되는 作物은 토마토, 오이, 피망, 딸기, 카네이션 등이 大部分임
- 天惠의 氣候資源을 最大한 活用하여 各種 自生植物(Native plants)을 包含한 作物을 栽培하며 花卉 輸出만도 1.5億弗 以上이 된다고 하며, 딸기, 카네이션과 같이 溫度要求가 낮은 作物을 自然 氣候 條件下에서 生産費가 적게 드는 簡易 施設 栽培形態로 生産하여 유럽 EC 諸國에 輸出하고 있음
- 施設農業의 展望은 自然氣候 依存型的의 受動的의 (passive) 施設園藝가 增加될 展望임. 아직까지는 周邊 低開發 少數民族들을 包含한 러시아에서 移民한 50萬 以上の 移住民 때문에 勞動力이 比較的 豊富하여 省力裝置 利用에 對한 必要性은 많지 않음. 灌肥(Fertigation) 施設에 對한 裝置들이 發展하여 灌水 및 施肥方法은 省力效率이 높음. 그러나 將來를 對備하여 Volcani 農業研究所에서 無土壤 栽培에 對한 研究와 地上 地下部 環境을 電算機로 完全 調節 可能한 高度의 資本, 技術集約 施設栽培에 對한 研究는 繼續하고 있음

4.3 유리溫室을 導入하지 않는 理由

- 이스라엘의 유리溫室은 過去 35年前 유럽에서 一部 導入된 바 있으나 經濟性이 맞지 않아 現在 유리溫室은 全無함
- Volcani 農業研究所長 Yeshay Folman 은 “이스라엘은 豊富한 日射量 등 天惠의 氣候條件을 活用하여 부족한 灌水와 施肥條件만 造成해 주면 年中 어느때나 作物生育이 可能하므로 環境調節을 施設에 의하여 인위적으로 造成하는 이른바 西歐型 유리溫室에 의한 施設園藝는 生産費만 增加할 뿐 投資 效果는 없다”고 말함
- 亞熱帶 地域에서의 施設園藝는 露地栽培의 缺點을 補完한 簡易施設栽培 形態로 長期的으로 쓸 수 있는 유리溫室보다 防蟲網에 의한 害蟲發生 抑制, 雨滴에 의한 病害發生 抑制가 可能한 비가림 비닐하우스가 經濟的이며, 特別히 유리溫室의 境遇 여름철 溫室內 透過된 햇빛 에너지가 복사될 때 이를 遮斷하므로 비닐하우스보다 熱이 집적되어 高溫에 의한 障害를 더욱 심하게 받을 수 있음

4.4 高溫期의 溫度調節 方法

- 1次的으로 光遮斷에 의해 光量을 줄이는 方法으로 消石灰에 소금을 넣어 稀釋한 溶液을 비닐하우스 지붕表面에 분무하거나 遮光網을 活用하고 있음
- 2次的으로 室內 地上 2m 以上の 上部에 배관된 분무노즐을 통하여 물의 蒸發을 誘起시켜 潛熱에 의해 氣溫을 하강시키고 있음
- 이스라엘은 空中濕度가 여름에 매우 낮아(40% 이하) 潛熱冷却方式은 效果가 높을 것으로 판단되나 農家施設이 간이한 시설로 強制換氣扇에 의한 濕한 空氣의 排氣는 거의 하지 않고 있음

4.5 農家 施設栽培 現況과 經濟性

- 딸기栽培
 - 露地를 포함한 總栽培面積은 約 100 千ha 임
 - 生産性: 5,000 kg/10a (露地栽培는 다소 떨어짐)

－栽培作型：

- (1) 주로 露地作型으로 7~8月 高冷地에서 育苗한 苗를 9月 下旬에 定植11월에 터널을 씌워 12월부터 收穫 2월까지 繼續됨
- (2) 施設栽培作型도 露地作型과 비슷하나 收穫時期가 多少 빠르며 生産성과 品質이 向上됨

－經濟性：터널 및 簡易施設 栽培(無加溫)의 所得 5,530 千원/10a 여름遮光, 겨울 加溫栽培의 所得 7,900 千원/10a

(※ 韓國('91) : 2,410 千원/10a)

－其他：生産량의 60%를 유럽에 輸出

○ 카네이션

－栽培作型：7~8月育苗 9月 上旬定植 하우스栽培(加溫), 3~6월까지 收穫

－經濟性：하우스 加溫栽培 所得 7,900 千원/10a

－其他：生産량의 60%를 유럽에 輸出

○ 오이

－栽培作型：9月定植 10월부터 이듬해 6월까지 收穫하는 長期作型和 6월에 定植 7월부터 12월까지 收穫하는 短期作型이 있음(주로 長期 作型)

－生産性：20,000 kg/10a

－經濟性：所得 3,950 千원/10a (※ 韓國('91) : 2,820 千원/10a)

－其他：여름철을 넘기는 여름栽培作型은 品質이 매우 不良함 國內 消費 爲主

○ 토마토

－栽培作型：9月定植 11월부터 이듬해 6월까지 收穫하는 長期作型和 6월定植 8월부터 이듬해 3월까지 收穫하는 越夏栽培가 있음

－生産性：25,000~35,000 kg/10a

－經濟性：所得 15,800 千원/10a (契約 輸出農家) 10,000~23,700 千원/10a (國內 出荷農家) (※ 韓國('91) 3,340 千원/10a)

－其他：여름栽培 作型 6~10단에서 着果 극히 不良, 18~20단 栽培

4.6 導入해야될 特殊技術

○ 育苗 專業農家の 育成

－이스라엘 專業 育苗 會社數：5個會社 (3ha ×5個所)

－育苗對象作物：참외, 수박, 오이, 토마토, 브로콜리, 셀러리, 결구상추 等

－자키리브나유 育苗會社の 事例分析

1) 調査人員：10 名 (常勤)

2) 基本施設：파이프 하우스 連棟, 여름 網絲被覆, 겨울 비닐被覆 保溫 및 加溫, 害蟲과 病菌 侵入의 隔離(網絲 및 出入口 送風施設, 床土의 消毒)

3) 育苗方法：프러그 育苗 (作物에 따라 크기 不同)

床土造製(peatmoss+피라이트+火山灰土)

播種方法(大粒種子-손播種, 小粒種子-機械播種)

育苗管理(灌水, 藥劑防除의 裝置化)

4) 生産方法和 供給面積：注文生産, 3ha 育苗場에서 3,600ha 定植可能

5) 育苗 供給價格：오이 237 元/株

6) 其他：種묘로 인한 紛爭없음

○ 灌肥施設을 利用한 土壤消毒

－使用藥劑：Methyl Bromide 液劑

－土壤消毒方法：定植前 耕耘, 畚斗作業을 하여 土壤을 柔軟하게 한 後 管속의 壓力을 溫水에 의해 調節하면서 配管된 點滴灌水 호스를 통해 土壤에 均一하게 供給. 비닐被覆으로 氣의 휘산을 막으면서 3日以上 消毒한 後 비닐을 除去하여 1週日 以上 휘산시킨 後 作物定植

○ 토마토 授粉促進을 위한 電氣 振動機(Electric Vibrator) 利用

－導入背景：着果劑 處理時보다 人力節減과 生長調整劑 障害의 防止

－使用方法：充電 Battery가 內藏된 振動機의 끝으로 開花期 前後의 花房에 자극시켜 着果를 促進

－效 果：高溫期에 토마토톤 處理가 어려울때도 着果率 增進可能, 人件費 節減

後 記

以上の 네델란드, 이태리, 일본, 이스라엘 4개국에 대한 海外 施設園藝 現況分析과 導入可能性 檢討는 農村振興廳 산하의 기술 보급국 농촌지도관 이상

석과장과, 농업경영관실 김인수 연구관, 농업기계화연구소 장유섭 연구관이 각자의 專門 分野別로 세밀하게 分析한 結果를 토대로 作成한 資料임을 밝혀두며 아울러 짧은 기간에 노고를 아끼지 않았던 세분에 깊은 감사를 드린다

학 회 광 고

한국생물생산시설환경학회에서는 창립초기상태의 어려운 당학회 재정자립과 학술발전 및 각종 학회사업을 위한 기금을 모금하오니 적극적으로 호응하여 주시기를 부탁드립니다.

- 아 래 -

1. 계좌번호 : 국민은행 203-01-0863-998, 우체국 104075-0013391
농협 125-01-095483(시설환경학회)
2. 납입금액 : 제한없음.
3. 문의처 : 본 학회 사무국