

韓日合同심포지엄

“田作・施設園藝의 機械化 現況 및 推進方向”의 發表文

施設園藝의 展望과 施設의 機械化 및 自動化 方向

農村振興廳 園藝試驗場 菜蔬2科

科長 朴尙根 研究官 高官達

1991. 7. 12

大同工業株式會社 訓練院

慶尙南道 昌寧

目 次

1. 序論	43
2. 施設園藝의 現況	44
2.1 菜蔬 施設栽培 面積 및 生産量의 變化	45
2.2 花卉의 施設栽培 現況	46
2.3 果樹의 施設栽培 現況	47
3. 施設園藝의 展望	48
4. 施設의 機械化와 自動化 方向	49
4.1 勞動力 變化와 施設 機械化 實態	49
4.2 作業別 機械化 및 省力化 方案	53
4.3 作業別 機械化 및 省力 自動化 方案	54
5. 今後의 施設 機械化 및 自動化 方向	61

1. 序論

우리나라는 耕地面積 比率이나 主穀의 安定的 生産供給 側面에서 水稻作 中心의 農業 經營形態가 發展되어온 까닭에 園藝作物 分野는 여러 面에서 相對的으로 소홀히 취급되어 온 것이 사실이다. 특히 農業機械化 政策은 現在에 이르기까지 水稻作을 中心으로 推進되어 왔기 때문에 園藝分野의 機械化는 未洽한 실정이다.

그러나 國民所得이 增加하고 生活水準이 급속히 向上됨에 따라 食品의 消費形態는 穀物 消費 中心에서 脫皮하여 周年 高級 多樣化하는 趨勢로 各種 高級 新鮮 園藝 生産物의 消費가 크게 增加하고 있을 뿐만 아니라 國際的으로 農畜産物의 交易 自由화가 급속히 進行됨에 따라 比較優位에 있는 農業分野를 찾아보니 園藝 그 중에서도 특히 施設園藝分野가 最近 갑작스럽게 注目을 받고 있다.

1990年 現在 施設栽培面積은 菜蔬 39,994 ha, 花卉 1,752 ha, 果樹 744 ha 에 이르고 있지만 水稻作에 比하여 全般的으로 灌·排水, 道路 및 機械化 등 生産基盤이 脆弱하고 規模가 零細할 뿐만 아니라 勞動, 資本集約的인 特性을 갖고 있고 더구나 최근 農村 勞動力의 減少와 質的低下는 보다 精密을 要하는 施設栽培의 適期作業 수행을 어렵게 하고 있으며, 勞賃의 急激한 上昇은 人力 依存度가 높은 施設園藝의 經營收支 惡化를 招來하고 있다. 따라서 施設園藝의 生産성과 品質 向上으로 國際競爭力 提高는 물론 農村 勞動力 不足에 대처하기 위해서는 各種 作業의 機械化와 諸環境管理의 自動化 등 施設의 現代化가 切實히 要求되고 있다.

그러나, 이러한 施設의 現代化와 機械化 및 自動化의 必要性에도 불구하고 施設園藝 分野의 機械化 與件은 水稻作에 比하여 매우 不利하다. 무엇보다도 機械의 導入에 妥當한 營農規模의 施設을 所有하지 못하고 있을 뿐만 아니라 現在와 같은 前近代的인 施設下에서는 省力 自動化 機械 및 裝置의 導入이 매우 어렵고 또한 보다 多樣하고 精密한 方法이 要求되는 施設栽培用 機械 機具의 開發이 늦은 것도 機械化와 自動化를 遲延시키는 하나의 理由가 될 것이다.

따라서 本稿에서는 우리나라의 施設園藝 現況과 展望을 통하여 施設의 機械化, 自動化 方向을 摸索해 보고자 한다.

2. 施設園藝의 現況

2.1 菜蔬 施設栽培 面積 및 生産量의 變化

1) 年度別 施設栽培 面積과 生産量

菜蔬栽培用 하우스 施設面積은 '70년에 763ha에 불과하였으나 '90년에는 2萬3千700余 ha로 무려 31배나 增加하였다. 生産量 또한 140千톤에서 1,025千톤으로 7倍以上 增加하였다. 施設面積과 生産量은 '75년부터 '80년 사이에 急速度로 增加하였는데, 이 때는 새로운 資材의 生産과 普及이 活發하던 때로 그 후 지금까지 繼續的인 增加 趨勢를 보이고 있다 <表 1>.

< 表 1 > 年度別 施設栽培 面積과 生産量의 變化

區 分	1970	1980	1985	1990
全體 菜蔬栽培 面積(千ha)	255	361	356	317
施設 하우스 面積 (ha)	763	7,142	16,569	23,698
施設 栽培 面積 (ha)	3,721	17,890	28,688	39,994
施設 栽培 比率 (%)	1.5	5.0	8.1	12.6
全體 生産量 (千M/T)	2,562	7,269	7,543	8,686
施設 生産量 (千M/T)	140	412	680	1,025
施設 生産 比率 (%)	5.5	5.7	9.0	11.8

資料: 菜蔬生産實績, 1991, 農林水産部

全體 菜蔬 栽培面積과 生産量 가운데 施設栽培가 차지하는 比重은 해를 거듭할 수록 커져 70年代에는 5% 内外에 머물렀으나, 最近에는 12% 정도로 增加되어 全體 菜蔬의 需給 安定과 價格形成에 매우 重要한 役割을 하고 있다. 특히 施設에서 生産되는 蔬蔬의 대부분이 露地栽培의 端耕期에 해당하기 때문에 物量은 적지만 價格이 비교적 높아 農家所得에서 차지하는 比重은 매우 높다.

2) 施設 利用率과 單位 生産性

施設利用率은 主産地域에 따라, 또 産地와 消費地와의 經濟的 距離에 따라 많은 차이를 보이고 있다. 즉 서울, 釜山, 大邱等 大都市에 隣接한 地域의 施設利用率은 年 300~400%로 매우 높은 반면, 南部地方의 畚裏作 地帶에서는 100~150% 水準에 머물고 있다. 年度別 施設利用率은 해를 거듭할수록 떨어져 '71年の 167%에서 '81年 117%, '90년 115%로 점점 낮아지고 있다. 이는 70年代에는 施設面積 自體가 적고, 都市 近郊에 偏重되어 있었으나 80年代에 들어와 立地條件이 南部地方에 비해 相對的으로 不利한 京畿, 忠南地域의 施設面積이 急速度로 增加하면서 農村地域에 많은 主産園地가 형성되고 畚裏作으로 겨울철에만 作物을 栽培하는 面積이 增加된 것이 主要原因이다.

單位 面積當 收量은 2~5톤으로 露地의 2.1~2.2톤을 多少 上廻하고 있다. 作物別로 보면 딸기와 오이가 각각 4.7, 3.7톤, 오이와 참외가 3.7, 2.6톤, 배추, 무가 3.0~3.6톤으로, 배추와 무 등은 가을철 露地生産에 비해 1/2~1/3 水準으로 낮고, 果菜類는 1.5~3.0倍 程度 높다 <그림 1>.

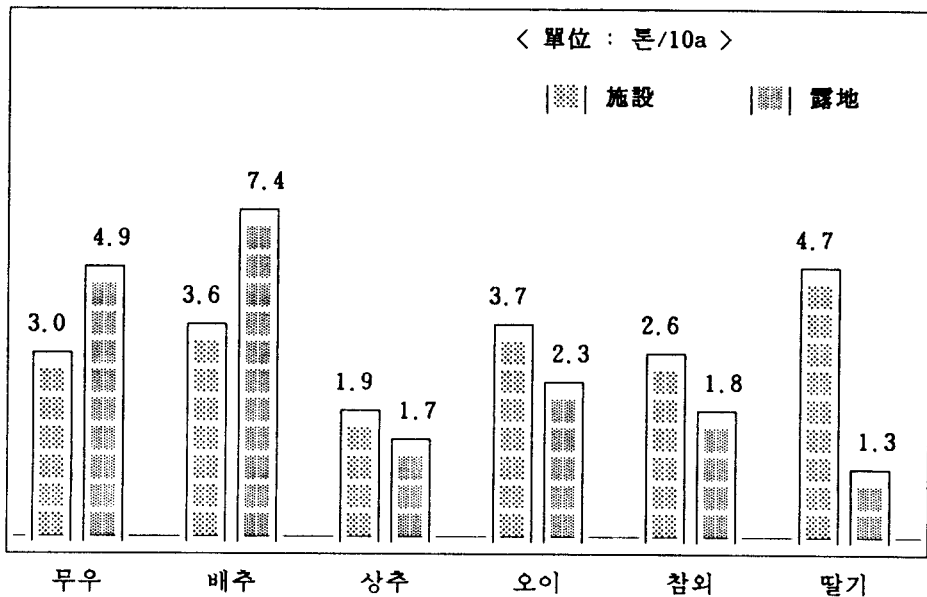


그림 1 施設菜蔬의 單位 面積當 收量 (資料: 菜蔬生産實績, 1991, 農林水産部)

3) 施設 設置 規模

<그림 2>은 菜蔬 施設하우스 規模를 나타낸 것인데, 대부분이 零細性を 면치 못하고 있다. 300坪 以下の 面積을 가진 農家가 절반 이상을 차지하고 있으며, 300~1,000坪사이의 農家가 20%, 300~500坪이 15%이다. 전반적으로 施設 規模가 零細하여 各種 省力化 機器의 導入이 遲延되고 있는 實情이다.

施設 規模	比 率 (%)			
	25	50	75	100
300坪 以下	52			
300 ~ 500	15			
500 ~ 1,000	20			
1,000~2,000	11			
2,000坪以上	2			

<그림 2 > 菜蔬 施設栽培 農家の 施設 規模別 農家分布

2.2 花卉의 施設栽培 現況

우리나라 花卉類 施設栽培 面積은 表2에서 보는 바와 같이 近來에 들어 急成長을 보이고 있다. 1990年 現在 유리溫室은 59.0ha, 플라스틱溫室은 1,693.3 ha로서 약 97%가 플라스틱溫室이고, 유리溫室은 學校나 研究機關등 公共機關이 主軸을 이루고 있다. 全體 花卉 栽培面積(3,502.8ha) 中 施設栽培가 차지하는 比重은 50%로 施設 依存度는 매우 높다.

施設栽培되고 있는 花卉類를 보면 '90年 現在 切花가 全體 施設面積의 53%로서 가장 높으며, 盆花類가 36%, 草花類가 12%를 차지하고 있다. 切花 中에는 菊花가 가장 많고, 다음이 카네이션, 장미, 宿根안개초, 백합, 글라디올러스 順으로 이6個 種類가 全體 切花 栽培의 87%를 차지하고 있다.

< 表 2 > 年度別 花卉類 施設栽培 面積

(單位: ha)

年度 區分	1980	1985	1986	1989	1990
유 리 溫 室	43	4	16.8	45.7	59.0
플라스틱溫室	119	563	747.3	1,345.7	1,693.3
計	162	567	764.1	1,391.4	1,752.8

資料 : '90 花卉 生産 現況, 農林水産部, 1991

2.3 果樹의 施設栽培 現況

우리나라의 果樹施設栽培은 '88 現在 溫帶果樹로는 포도가 140.2ha, 亞熱帶 果樹로 바나나가 400ha, 파인애플 194ha, 감귤 10ha 內외의 總 744.2ha로 全體 果樹 栽培面積의 約 0.7%를 차지하고 있다.

施設栽培 地域은 熱帶果樹의 경우는 겨울철 氣溫이 비교적 높은 제주도를 中心으로 全南, 慶南等 一部 海岸地域에서 이루어지고 있으나, 포도는 南部地方 보다는 오히려 氣候의 不利한 옥천, 대전, 김천, 금릉지역이 主産地를 이루고 있어 氣候的인 잇점보다는 오히려 作目 入植이 先行된 後 技術 蓄積度가 높은 地域에서 무리하게 加溫 費用을 甘受하면서 施設栽培가 이루어지고 있다.

앞으로는 輸入 自由化의 影響으로 바나나 파인애플과 같은 熱帶果樹의 栽培面積은 急速度로 減少하고 포도, 감귤, 양앵두, 복숭아, 무화과, 비파 등의 施設栽培面積이 急激히 增加할 展望이다.

< 表 3 > 果樹施設 栽培 面積

(單位: ha)

果 種	포 도	감 귤	바 나 나	파인애플	計
栽培面積	140.2	10.0	400.0	194.0	744.2

資料 : 果樹便覽, 1988, 農林水産部

3. 施設園藝의 展望

國民經濟가 발전하면 할수록 園藝 生産物의 周年 需要가 늘어가는 趨勢로 볼 때 韓國 施設園藝의 展望은 밝다고 하겠다.

비록 우리나라 施設園藝의 歷史가 짧고 先進 外國에 비해 基礎와 基盤이 多少貧弱하고 前近代的인 것은 사실이지만 최근 몇 년 동안에 急速度로 증가하는 施設栽培 面積과 栽培 農民들의 技術 向上, 그리고 새로운 技術 受容에 대한 높은 意慾, 主産地別 作目的 特化現象과 作型的 專門化 내지 分化現象 등에 비추어 볼 때 충분히 발전할 수 있는 內在的 與件과 底力을 가지고 있다고 할 것이다.

最近의 勞動力 不足과 人件費 上昇은 施設의 機械化 및 自動화를 促進하는 契機가 되어 機械化 및 自動화가 빠른 속도로 進行될 展望이다.

菜蔬類는 現在 보다 作目이 더 多樣化되고 高級化될 것이며 栽培面積 역시 2000년에는 38,000余 ha에 906千 M/T에 이를 展望이다. 花卉도 高級 切花類 및 盆花類가 增加될 것이며 栽培面積도 '90년의 1,750ha에서 2,000년에는 7,500ha로 4培以上 增加될 것으로 推定되고 있다. 果樹는 現在의 바나나, 파인애플栽培는 大幅 줄어들고, 포도, 밀감, 양양두 등의 施設栽培 面積이 急速히 增加될 展望이다.

< 表4 > 施設菜蔬의 長期 需給 展望

(單位 : ha, 千M/T)

區 分	1 9 9 5		2 0 0 0	
	栽培面積	生産量	栽培面積	生産量
全 體	34,641	822.8	38,132	906.3
果 菜 類	23,693	509.2	25,819	549.9
葉 菜 類	7,088	214.0	7,865	243.9
根 菜 類	2,962	996.0	3,342	112.5

資料 : 2000年代 菜蔬 需給展望 및 價格 安定 方案에 關한 研究, 1989, 韓國農村經濟研究院.

4. 施設의 機械化와 自動化 方向

4.1 勞動力 變化와 施設 機械化 實態

1) 農村 勞動力의 變化

우리나라의 農家人口는 急速한 産業化에 따라 年 平均 3.6% 程度씩 減少되어 1996 年에는 總人口의 11.6%인 524萬名으로, 2001년에는 9.3%인 439萬名으로 減少할 것으로 推定되고 있다. 또 農業部門 就業人口는 總 就業人口의 12.0% 인 250萬名으로, 2001년에는 8.7% 水準인 193萬名으로 減少되어 農村 勞動力 不足 現象이 더욱 두드러질 展望이다. 한편 農村을 떠나는 人口는 主로 젊은 層의 良質의 勞動力으로 農村의 일손 不足現象과 質的 低下는 더욱 深化되어 勞動 集約的인 施設栽培의 機械化와 省力 自動化는 매우 절실한 視點에 와 있다.

< 表 5 > 2,000年代의 農家人口 展望 (單位 : 千名, 千戶)

年度 區分	'89	'92	'96	2001	年 平 均 增 減 率
總 人 口	42,380	43,623	45,281	47,181	0.9
農 家 人 口	6,786	6,085	4,300	3,570	△ 5.2
(構成比:%)	(16.0)	(13.9)	(9.5)	(7.6)	
農 家 戶 數	1,772	1,627	1,228	993	△ 4.0

資料 : 農業機械化와 施設의 自動化 計劃, 1991, 農林水産部.

2) 施設栽培의 勞動力 投入 現況

施設에서의 農作物 栽培는 耕耘, 育苗, 定植으로부터 收穫, 出荷에 이르기 까지 作業體系와 所要되는 作業의 種類가 多樣하고 複雜하며, 整地, 誘引, 摘葉, 防除, 保溫被覆管理나 換氣作業등은 反復作業이 要求되므로 많은 勞動力이 所要된다.

表 6은 主要 施設菜蔬 栽培에 投下되는 勞動力을 나타낸 것으로서 작물에 따라 多少 差異가 있으나, 10a當 600~900時間으로 露地栽培에 比하여 4.5~6.4倍, 벼농사에 比해서는 約 10~16倍나 많은 勞動力이 投入되고 있다.

<表 6> 施設菜蔬의 作目別 勞動力 投下 時間

作 目	勞 動 投 下 時 間 (時 間 / 10a)									
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	
고 추	露地	174.7						施設	882.9	* 5.1倍
딸 기	196.4		873.4						4.5	
토마토	146.0		781.0						5.4	
오 이	144.6		714.4						4.9	
참 외	103.2		660.2						6.4	
호 박	102.2		582.1						5.7	
상 추	122.9		558.3						4.5	
수 박	108.8		554.2						*施設/露地	5.4

資料 : 作目別 作業 段階別 勞動力 投下時間, 1990, 農村振興廳

<表 7> 主要 花卉의 勞動力 投入 現況 (單位 : 時間/10a)

區 分		自 家 勞 動		雇 傭 勞 動		合 計		
		男	女	男	女	男	女	計
국 화	加 溫	504	504	120	312	624	812	1,040
	無加溫	312	288	17	288	329	576	905
카네이션	加 溫	1,406	156	468	1,080	1,874	1,495	3,370
백 합	無加溫	480	252	36	720	516	972	1,488
장 미	加 溫	480	336	216	552	696	888	1,584
	無加溫	408	264	288	840	696	1,104	1,800
글 라 디	加 溫	92	72	120	120	312	192	504
올 러 스	無加溫	360	216	96	408	456	624	1,080
선 인 장	無加溫	2,316	4,560	204	-	2,520	4,560	7,080

資料 : 花卉便覽, 1989, 農林水産部

3) 農作業의 機械化 水準

60年代 부터 推進되어온 農業機械化 施策으로 水稻作 分野는 乾燥作業을 除外하고는 78% 水準까지 機械化되어 거의 機械化가 完了된 段階이나, 아직 低費用의 農作業 機械化는 未洽한 實情이다.

밭작물은 耕耘, 防除作業 等만 機械化되고 나머지 作業은 아직 機械化가 안된 實情이며, 특히 施設園藝의 機械化 및 自動化는 全無한 實情이다.

< 表 8 > 分野別 農作業의 機械化率

分 野	作 目	作業別 機械化率 (%)						
		耕耘	移植, 播種	防除	收穫	脫穀	中耕除草	비닐 被覆
水 稻	벼	88	78	93	72	99	x	x
	菜 蔬	100	-	100	-	x	-	1
果 樹	사 과	100	x	100	-	x	59	x
田 作	보 리	100	1	6	75	100	32	x
	옥수수	100	-	100	-	-	-	x
施設園藝		100	1	12	2	x	8	4

- : 機械化 可能的 作業, x : 機械化가 必要 없는 作業

資料 : 農業機械化 및 施設의 自動化 計劃, 1991, 農林水産部 機械課

4) 施設園藝의 作業別 機械化 實態

施設園藝의 作業別 機械化 現況을 調査한 結果를 보면 <표 9>에서와 같이 耕耘, 整地作業만이 100% 機械化되었을 뿐 다른 作業은 대부분 機械化率이 매우 低調하거나 전혀 機械化되지 않은 상태에 있다.

< 表 9 > 施設園藝의 作業別 機械化 實態

作業名	使用機械	機械化率 (%)	作業能率 (a/hr)	機械化要求順位
耕 耘	경운기 + 쟁기 트랙터 + 쟁기	19 □ 100 81 □	4.5 15.6~20.0	③
整 地	경운기 + 로터리 트랙터 + 로터리베이터	19 □ 100 81 □	5.3 11.6~16.7	③
苗床 病蟲害 防 除	경운기 + 동력분무기	41		
堆肥 撒布	人 力	0		
移 植	人 力	0		
播 種	耕耘機 + 播種機	1		
病蟲害 防除	煙霧器 스프링클러	6 □ 12 6 □		②
中 耕 除 草	人 力	0		
골 타 기	경운기 + 배토기 트랙터 + 배토기	6 □ 8 2 □		⑦
비닐 被覆	管理機 + 비닐피복기	4		⑥
물 管 理	스프링클러	6		
溫 度 管 理	溫風暖房機	2		①
收 穫	人 力	0		④
選 別	人 力	0		
包 裝	人 力	0		
運 搬	人 力	0		⑤
하우스 設置	人 力	0		⑧

資料: 田作, 園藝 畜産 分野의 機械化 方向에 關한 研究, 1988, 韓國農業機械學會

耕耘, 整地作業은 트랙터에 의한 機械化率이 무려 81%로 높게 나타났다. 施設園藝農家の 耕耘機와 트랙터 保有率이 각각 80%, 8%인 점을 考慮할 때 트랙터와 耕耘機를 보유하지 않은 農家は 물론 耕耘機를 保有한 상당수의 農家が 트랙터에 의한 實作業에 依存하고 있음을 알 수 있다. 이는 비닐하우스 設置作業 前에 迅速히 耕耘, 整地作業을 完了하여야 하는 適期作業의 必要性에 起因하는 것이라고 생각된다.

苗床의 病蟲害 防除作業은 動力噴霧器에 의한 機械化率이 41%이고, 나머지는 人力噴霧器에 의하여 遂行되고 있는 것으로 나타났다.

病蟲害 防除作業은 噴霧器와 스프링클러에 의한 機械化率이 각각 6%로서 매우 低調한 實情이다.

골타기作業은 耕耘機와 트랙터에 의한 機械化率이 각각 6%와, 2%로서 아직도 대부분 人力에 依存하고 있는 實情이다.

비닐 멀칭作業은 管理機用 비닐被覆機에 의한 機械化率이 불과 4%에 머무르고 있으며, 물管理 作業은 스프링클러에 의한 機械化率이 6%, 溫度管理 作業은 溫風暖房機에 의한 機械化率이 2%에 불과한 實情이며, 自動 커튼開閉나 自動天窓開閉 및 換氣裝置의 普及은 全無한 實情이다.

施設園藝 農家の 機械化 要求度를 살펴보면 表 9 에서 보는 바와 같이 保溫被覆의 開閉와 같이 매일 反復되는 作業이 많은 溫度 管理의 機械化 要求가 가장 높고 惡性 勞力인 病蟲害 防除 作業의 機械化 要求가 다음이다.

4.2 作業別 機械化 및 省力化 方案

1) 機械化 및 省力化 裝置의 導入時 考慮事項

施設內 作業은 露地와는 달리 매우 多樣複雜하며 같은 作業이라도 作業時期나 作業時間, 作業者の 狀態, 個人的 能力 등에 따라 큰 差異가 있다. 따라서 省力化를 하여야 할 作業의 優先順位를 決定하는데는 다음의 몇 가지 事項을 考慮하여야 한다.

첫째, 勞動力이 많이 所要되는 作業(保溫 被覆資材의 開閉, 換氣, 收穫作業 등)

둘째, 裝置나 機械, 機具 등을 利用함으로써 作業을 손쉽고 수월하게 할 수 있는 作業(灌水, 追肥施用, 커튼開閉, 換氣作業 등)

셋째, 裝置나 機械, 器具 등의 利用으로 勞力節減이 이루어지면서, 동시에 관련되는 다른 作業과 所要資材가 節減되는 效果를 가져 올 수 있는 作業의 省力化가 于先의으

로 實行되어야 할 것이다.

保溫被覆資材의 開閉나 換氣作業, 灌水, 選別, 防除作業 등은 機械化 또는 裝置의 導入에 의해 省力化가 비교적 쉽고 效果도 높다. 誘引이나 整地, 摘葉, 接木作業등은 勞力을 節減할 수 있는 小道具의 開發로 어느 정도 省力效果를 期待할 수 있는데, 省力化를 위한 施設이나 機器, 裝置의 導入은 省力效果와 더불어 所要되는 經費, 作物의 生育, 收量, 品質 등에 미치는 影響을 多角的으로 檢討한 後 決定하도록 하여야 할 것이다.

4.3 作業別 機械化 및 省力 自動化 方案

1) 耕耘, 整地, 멀칭 作業의 機械化

施設栽培에 있어서 耕耘과 整地는 대부분 트랙터와 경운기 등을 利用하고 있는데, 多目的 管理機의 利用이 점차 增加하고 있다. 多目的 管理機는 耕耘, 整地作業이 可能하고 비닐멀칭機를 附着하여 使用하면 工本을 大幅 節減할 수 있다.

2) 播種, 育苗, 定植 作業의 機械化

(1) 播種의 機械化

施設栽培에서는 대부분 育苗하여 定植을 하기 때문에 극히 一部 作物을 除外하고는 直播을 하지 않는다.

直播할 때는 播種機를 利用하게 되는데, 播種機는 種子의 種類에 따라 多樣하며 人力 播種器와 管理機 附着用 播種機가 있다.

(2) 育苗의 省力化

菜蔬의 育苗方法은 溫床 또는 冷床에 育苗하여 1~2回 移植하는 方法이 가장 普遍的이고, 다음이 育苗用 포트를 利用하거나 育苗 블록을 利用하는 方法이다.

施設栽培用 果菜類는 9~12cm의 厚색 비닐포트에 育苗하는 것이 一般的인데 多少 價格이 비싼 것이 短點이나, 消毒을 철저히 하고 잘 保管하면 3~4년 繼續 使用할 수 있다. 現在 國內에서는 사람이 포트에 床土를 채우고 있으나 外國에서와 같이 흙을 담은 機械를 利用하면 勞力을 크게 節減할 수 있다.

유럽에서는 床土로 직접 育苗 블록을 製作하여 大規模로 育苗하는 方法이 普遍化되고 있다. 이러한 育苗 블록 製造機는 마사토, 피트 모스(peat moss), 흙, 비료 등을 알맞게 配合하여 일정한 크기로 苗板을 製作하는데, 小型 機械는 時間當 10,000~

15,000個, 大型은 時間當 40,000~50,000個씩 製造가 可能하다.

우리나라에서는 施設栽培 農家가 面積이 狹小하여 育苗에서 부터 栽培에 이르기 까지 모든 作業을 손으로 하는 것이 보통이나, 育苗 作業의 省力化를 위해서는 主産園地에 共同育苗場을 설치하여 床土 調製, 흙 담기, 블록 製造, 播種, 覆土, 灌水, 防除 等の 育苗 作業을 一貫作業 體系의 確立과 동시에 機械化 하여 育苗와 作物 栽培를 分業化하는 것이 바람직 하다. 앞으로 高品質 規格苗 生産의 觀點에서 連結포트를 利用한 cell 또는 plug苗의 育苗시스템에 관한 集中的인 研究開發이 時扱하다.

(3) 定植의 機械化

우리나라의 경우 施設菜蔬의 定植은 栽培 面積이 넓지 않기 때문에 주로 사람의 손을 빌어 定植을 하고 있지만, 外國에서와 같이 菜蔬 移植機를 使用하면 移植作業 所要 時間을 1/5以下로 大幅 節減할 수 있으나, 作目이 多樣하고 作業時間이 짧아 機械의 開發이 늦어지고 있다.

3) 栽培管理 作業의 省力化

(1) 溫度管理

① 保溫管理

施設園藝 農家의 대부분은 加溫보다는 保溫 栽培로 섭피를 利用하거나 其他 保溫 被覆資材를 利用한다. 섭피는 保溫效果는 좋으나 作業이 不便하고 勞力이 많이 所要되며 비나 눈에 의한 崩壞나 비닐 損傷의 危險이 있으므로 최근에는 省力化가 가능한 溫室 內部에 커튼을 設置하는 것이 普遍化되고 있다.

커튼의 種類에는 水平形과 지붕形이 있으며 作動方式에 따라 手動式과 自動式이 있다. 手動式에는 도르레式 커튼과 卷取式 커튼이 주로 使用되고 있는데 慣行의 受動式에 比하여 1층 커튼의 경우 約 51%, 2층 커튼의 경우 약 35%의 勞力을 節減할 수 있다.

自動式 커튼의 開閉 原理는 手動式과 같지만 電氣 모터에 의해 커튼을 作動시키며, 커튼의 開閉는 室內에 設置한 溫度 sensor나 timer에 의해 自動으로 이루어지는 것이 보통이다. 固定式 施設의 경우에는 自動式 커튼을 設置하는 것이 溫度管理 面에서나 省力的인 面에서 매우 有利하다.

< 表 10 > 커튼 裝置에 의한 省力化

(金文秀 外, 1981)

區 分	1回 開閉 所要時間	總 所 要 時 間	省力化 比 率	備 考
2層 커튼 裝置	9 分 10 秒	32 分 05 秒	35.7	도르레 + 卷取式
1層 커튼 裝置	6 " 55 "	24 " 12 "	51.5	도르레 + 卷取式
受動 1層 커튼	14 " 15 "	49 " 52 "	0	慣行 手動式

② 加溫裝置

外部 被覆이나 内部 커튼과 같은 方法으로 作物生育에 適合한 溫度管理가 어 려운 경우에는 暖房機를 使用하게 된다. 過去에는 煉炭煖爐에 의한 加溫方法을 주로 사용하 였으나, 一定한 溫度 維持가 困難하고 煉炭을 交換하는데 많은 勞力이 所要되므로 最 近에는 輕油나 燈油를 使用하는 溫風暖房機가 많이 利用되고 있다. 最近에 國內에서 生産 普及되고 있는 溫風暖房機는 設定한 溫度를 維持하기 위해 버너와 送風機가 自 動으로 作動되는 것으로서 겨울철 溫室內의 溫度管理에 매우 便利하고 省力效果가 크 다.

③ 換氣裝置

봄철이 되어 日射量이 增加하게 되면 溫室內 溫度는 물론 濕度가 作物生育에 支障 을 줄 만큼 上昇하게 되므로 換氣가 必要하게 된다.

換氣方法에는 窓을 開閉하는 方法과 換氣 팬을 利用하는 方法이 있다. 換氣窓 에는 天窗과 側窓이 있는데, 天窗은 電動모터에 의해 開閉되는 것이 일반적이고, 側窓은 필 름의 끝을 파이프에 固定시켜 감아 올리거나 내리게 되어 있다. 이러한卷取式의 換氣 方法은 慣行의 受動式 換氣 方法에 比하여 61%의 勞力節減 效果가 있는데 最近에는 電 動모터와 溫度sensor를 利用하여 完全 自動化하기도 한다.

換氣 팬을 利用하는 方法은 便利하나, 運轉費用이 많이 所要되므로 大型 連棟 溫室 에서는 卷取式 側窓換氣方法과 混用하는 것이 바람직하고, 小形 單棟溫室에서는 自動 式 側窓 開閉器를 利用하는 것이 經營上 有利할 것으로 생각된다.

< 表 11 > 換氣裝置에 따른 勞力節減 效果

(金文秀 外, 1981)

換氣 方法	1回 換氣 所要 時間	總所要時間	勞力節減效果
受動式 換氣	6 分 10秒	9 分 15 秒	0
卷取式 換氣	2 " 25 "	3 " 37 "	61

(2) 水分管理

施設內 作物栽培에서는 降雨가 遮斷되기 때문에 灌水方法에 따라 土壤水分은 물론 土壤溫度 및 養分의 移動과 직접 關係가 있기 때문에 收量과 品質에 큰 影響을 준다. 또한 溫室內에서의 作業與件에도 影響을 주므로 合理的인 灌水方法의 選擇은 灌水勞力의 節減과 동시에 增收 및 品質 向上의 效果를 얻을 수 있다.

現在 施設內的 灌水方法에는 噴霧灌水, 撒水灌水, 點滴灌水, 이랑灌水가 있는데, 噴霧灌水는 大氣의 濕度를 높여 주어야 하는 挿木 繁殖 溫室이나 蘭栽培 溫室에 주로 使用되며, 大部分의 施設栽培 農家에서는 撒水灌水나 點滴灌水 또는 이랑灌水 方法을 利用하고 있다.

이랑灌水 方法은 灌水費用이 적게 들고 土壤表面이 굳어지지 않으며 作物의 줄기와 잎에 흙이 튀어 오르지 않는 長點이 있는 반면, 灌水 直後 作業이 不可能 하고 溫室內 濕度를 過渡하게 높여 病蟲害를 誘發하는 등의 短點이 있다. 특히 이 方法은 地溫을 낮추어 겨울철 施設栽培에서는 매우 불리하므로 有孔 튜브나 파이프를 利用한 點滴灌水나 撒水灌水 등으로 改善하는 것이 바람직하다. 表12은 오이栽培時 灌水方法別 收量과 費用節減 效果를 나타내는 것으로 撒水灌水 方法인 圓形노즐 灌水와 點滴灌水 方法인 點滴호스 灌水가 慣行의 이랑灌水에 比하여 收量 增加 및 品質 向上과 費用節減 效果가 크다.

따라서 施設內的 灌水 方法은 均一한 灌水가 可能하고, 各種 管理作業에 불 편을 招來하지 않으며, 灌水와 同時에 液肥 使用이 可能하며 自動化에 의해 省力 化가 가능한 撒水灌水나 點滴灌水 方法을 使用하는 것이 좋은데, Timer와 tensio-meter 등을 組合하면 完全 自動化가 可能하다.

< 表 12 > 플라스틱溫室 灌水方法 改善 效果

(嚴榮哲 外, 1980)

區 分	收 量(kg/10a)	商品率 (%)	費用節減效果 (%)
圓形노즐灌水	2,260	82	29.3
點滴호스灌水	2,645	86	37.3
有功파이프灌水	2,539	83	52.8
慣行 이랑灌水	2,366	83	0.0

(3) 防除作業

施設內에서는 대부분 高溫 多濕하여 作物이 軟弱하고 도장하기 쉬우며, 密閉되어 있어 發病하면 빠른 속도로 傳染되므로 農藥 撒布를 자주 하지 않으면 안된다. 그러나, 施設內에서의 農藥 撒布는 人體에 有害한 作業일 뿐만 아니라 高溫 多濕하여 長時間 作業하기 어렵다.

表13은 農藥 撒布方法의 省力 效果를 나타낸 것으로서 薰煙 또는 煙霧器에 의한 農藥 撒布方法이 噴霧機를 利用한 手動式 撒布에 比하여 90%以上 勞力 節減이 可能하여 省力效果가 매우 크다는 것을 알 수 있다. 外國에서는 無人撒布 方法이나 溫室 밖에서 리모트 콘트롤러를 이용하여 短時間內에 作業을 完了할 수 있는 作業技術이 開發되어 實用化되고 있다.

< 表 13 > 農藥 撒布方法 改善에 의한 省力 效果

(姜光倫 外, 1981)

處 理	1回 撒布	6回 撒布	省 力 效果
薰 煙	5分/10a	30分/10a	4.1
煙霧式 撒布	10 "	60 "	8.3
手動式 撒布	120 "	720 "	100.0

(4) 複合 環境調節

施設栽培는 勞動力이 많이 要求될 뿐만 아니라 좁은 空間의 高溫 多濕下의 나쁜 作業環境下에서 長時間 作業해야 하므로 가능한 한 作物生育 環境을 最適인 狀態로 維持하면서 施設內 各種 環境調節에 必要한 勞力을 自動化 裝置를 利用하여 省力化할 必要가 있다. 이를 普通 複合 環境調節이라 하는데 太陽光을 利用하는 普通의 施設栽培에서는 光量의 調節이 가장 어려우므로 대개 光量을 基準하여 氣溫, 濕度, 炭酸가스 濃度, 土壤 水分 등을 自動調節하는 方式을 採擇하고 있다.

表14는 複合 環境調節의 效果를 나타낸 것으로 換氣, 灌水, 保溫 等 環境管理作業의 省力化로 35%의 勞力節減 效果가 있다.

< 表 14 > 施設環境의 複合 調節時 省力效果 (權永杉 外, 1983)

區 分	收量 (kg/10a)		省 力 效 果				
	오 이	토마토	換氣	灌水	保溫	其他管理	指 數
慣 行	5,843 (100)	6,394 (100)	6時間 10分	8.30	17.8	58	100
複合調節	8,253 (141)	7,679 (120)	0	0	0	58	65

(5) 其他 栽培 管理作業

施設內的 作物栽培에서 要求되는 其他 作業은 支柱 設置, 줄기 誘引, 결가지따기, 잎 따기 등 비교적 쉬운 作業이나 反復해야 하므로 省力化가 必要하지만, 現在로서는 當장 機械化가 困難하며 誘引집게, 가위 等 小道具의 使用으로 어느 정도 省力效果를 얻을 수 있다.

4) 收穫, 調製 및 出荷 作業의 省力化

(1) 收穫

施設內的 收穫作業은 比較的 쉬운 작업이라 할 수 있지만, 딸기, 고추, 오이등과 같은 果菜類의 경우 收穫作業을 反復해야 되므로 省力化가 必要하다. 그러나, 現在로서는 當장 機械化가 困難하며 가위, 人力 運搬車 등을 사용하여 어느 정도 省力效果를 얻을 수 있다. 또한 先進國에서는 밧데리카와 같은 作業車나 컨베이어 방식에 의하여 作業者를 便宜하게 하고 省力效果를 얻는 方法도 利用되고 있다.

< 表 15 > 施設栽培 農家の 機械化 模型 (施設規模 1.0ha)

作 業	作業內容	機械 및 設備	規格	所要臺數
圃 場 準 備	土壤消毒	土壤消毒機	小形	1
	耕耘, 整地	트럭터 및 附屬 作業機	"	1
	堆肥撒布	"	"	-
	作 畦	"	"	-
	멀 칭	"	"	-
定 植	苗 運 搬	"	-	-
	定 植	移植機	半自動式	1
栽 培 管 理	灌水, 施肥	自動灌水裝置 液肥混入器	固定式	1 1
	防 除	煙霧防除機	移動式	1
	加 溫	溫風暖房機	自動調節	6
	換 氣	天, 側窓開閉式	固定式	1
	保 溫	커튼식	自動式	1
	CO ₂ 供給	가스發生器	燃燒式	3
收穫	收 穫	運搬車	밧데리카	1
調 製 包 裝	結 束	結束器	受動式	1
	包 裝	包裝機		1
	運 搬	農用運搬車		1

資料 : 施設 現代化 計劃, 1991, 園藝試驗場

(2) 調製 및 出荷

農作物 收穫 後의 洗滌, 選別, 結束, 包裝 等은 現在 全的으로 人力에 依存하고 있으나, 商品性 向上을 爲해 機械化가 必要한 作業이다. 葉菜類의 結束은 人力 結束器 등을 이용하면 省力效果를 얻을 수 있다. 토마토, 오이 等의 果菜類의 選別機는 個別 農家가 購入하기에는 經濟的 負擔이 크므로 生産者 團體別로 設置하여 機械化하는 것이 바람직하다. 또한 出荷도 市場 價格變動 推移에 따라 調節할 수 있도록 簡易 貯藏 施設 및 豫冷處理施設도 함께 갖추는 것이 理想的이다.

라. 施設栽培 農家의 機械化 模型

施設園藝는 栽培作物에 따라 作業의 種類가 다르고 作業體系와 所要되는 作業機와 資材가 多様하나, 栽培規模別 省力化를 爲한 機械化 模型을 提示하면 表15와 같다.

5. 今後의 施設 機械化 및 自動化 方向

國民經濟의 持續的인 發展은 食生活의 高級, 多様化 및 周年化를 加速化시켜 施設園藝에 대한 重要性은 날로 커질 것이다. 그러나 農村人口의 繼續的인 流出은 農村勞動力의 老齡化와 女性化, 勞賃의 上昇을 초래하게 되어 露地栽培에 比하여 相對的으로 勞力이 많이 所要되는 施設栽培는 機械化 및 自動化가 急速히 進展될 展望이다.

앞으로 施設하우스는 비가림 施設과 같은 簡易型 施設과 資本 集約的인 自動化施設의 두 方向으로 發展되어갈 展望인데 특히 期待되는 施設의 機械化, 自動化는 누구라도 安定된 栽培가 可能한 裝置化 技術의 確立과 同時에 設備費의 低廉化가 가장 큰 課題이다.

특히 앞으로의 施設栽培는 自家勞動 中心의 專業農으로 發展될 展望이므로 施設의 自動化와 同時에 溫室內 各種 環境 調節 裝置 (各種 暖房機, 天側窓 開閉, 換氣팬, 커튼 開閉裝置, 灌水 裝置, 炭酸가스 發生機等)와 各種 防除機器의 開發 과 改良에 重點을 두어야 한다.

또한 各種 作業機는 可能한 한 우리나라의 營農規模와 作業方法에 適合한 構造가 간단하고 價格이 低廉한 小型 農機械의 開發과 同時에 여러 種類의 作業이 가능하며 機械의 利用日數 增大로 機械의 效率를 極大化할 수 있는 多機能 複合作業機 및 既 普及되어 있는 農機械의 附屬 作業機의 開發이 무엇보다 時急하다.

뿐만 아니라 農機械 利用率을 높이기 위하여 作物 栽培法의 改善과 동시에 耕地의 集團化 等 土地基盤 組成, 農機械 利用技術 指導, 事後管理 強化 等이 並行 推進되어야 할 것이다.

가까운 將來에는 施設의 環境管理는 물론 作物의 生育을 計測 自動制御할 수 있는 高度의 情報 system과 同時에 播種에서 收穫까지 一貫된 高品質 高能率化한 裝置化 system, 즉 植物工場(plant factory) 開發쪽으로 研究가 進行될 것이므로, mechatronics 技術 等を 利用한 作業의 高精度化, 高能率化와 동시에 作業의 快適性 및 安定性 向上에 관한 研究에도 關心을 가져야 할 것이다.

參考 文獻

1. 姜光倫 外. 1981. 하우스내 藥劑撒布 方法比較. 園試研報 : 664 - 651.
2. 金文秀 外. 1981. 裝置化에 의한 栽培管理의 省力化 試驗. 園試研報 : 675-686
3. 金容碩. 1989. 果樹施設 栽培의 現況과 發展方向. 施設園藝 研究 2(1):1-13.
4. 高官達. 1990. 施設園藝의 機械化 및 省力栽培. 最新 農業技術Ⅱ. 園藝作物編
慶尙大 附設農業資源利用研究所.
5. 權永杉 外. 1983. 施設菜蔬 環境複合 調節效果. 園試研報 : 275-287.
6. 朴尙根. 1988. 우리나라 施設園藝의 現況과 問題點(菜蔬). 施設園藝 研究 1(1)
: 3-11.
7. 韓國農業機械學會. 1988. 田作, 園藝 畜産分野의 機械化 方向에 관한 研究.
8. 韓國農村經濟研究院. 1989. 2000年代 菜蔬 需給 展望 및 價格安定方案에 관한
研究.
9. 서울大 農大 附設 農業開發研究所. 1991. 農業用 暖房機 需要 推定 및 利用擴
大 方案에 關한 調查研究.
10. 嚴榮哲 外. 1980. 하우스 灌水方法別 效果 試驗. 園試研報 : 414 - 422.