

## 딸기 半促成栽培 補助加溫이 夜溫과 生育에 미치는 影響

徐孝德\* · 朴尙根\* · 權永杉\*

(1983년 11월 16일 접수)

## Effect of Supplementary Heating on the Night Air Temperature and Growth of Strawberry Under Greenhouse Cultivation

Hyo-Duk Suh\*, Sang-Keun Park\* and Young-Sam Kwon\*

### Abstract

Several supplementary heating methods were investigated to find their effects on night air temperature, injury in plant, growth and yield with Hokowase strawberry (*Fragaria grandiflora*) under greenhouse, during early spring season in 1981 and 1982.

Kerosene lamp as a supplementary heating was not suitable because of its severe injury on strawberry plants, danger of accidental fire and bad smell. Paraffine candle and electric wire heating did not injure on strawberry plant, raised the minimum air temperature in greenhouse at night, enhanced growth, flowering and harvesting time of strawberry.

Paraffine candle was effective as a supplementary heating method for short period growing under greenhouse, whereas electric wire heating was suitable for long period cultivation.

### 序 論

우리나라의 施設栽培 面積은 해마다 많은 增加를 보이고 있으며<sup>(1)</sup>, 이에 따라 施設內의 作物이 各種 災害를 입게 될 可能性도 높아지고 있는데 災害中에서도 低溫에 依한 被害가 가장 頻繁하게 發生하고 있다<sup>(2)</sup>. 無加溫 栽培에서 現在까지 開發되어 있는 實用的인 保溫被覆으로써는 10°C 內外를 保溫限界로 보는데<sup>(3,4,5,6)</sup>, 이러한 保溫被覆의 限界를 넘는 異常寒波는 全國의 施設栽培 地帶에서 자주 發生할 것으로 豫想되고 있다.<sup>(7)</sup>

이러한 異常寒波는 長期的이고도 正確한 豫測이 不可能한 뿐 아니라 異常寒波에 備對하여 高性能의 加溫 施設을 具備하는 것은 經營的으로 매우 不合理하다.

또한 低溫에 依한 被害는 無加溫栽培에서 異常寒波 뿐 만 아니라 加溫栽培에서도 加溫設備가 不充分하거나 稼動中인 裝備의 豫期치 못한 故障 惑은 停電時에도 發生할 수 있다. 이러한 境遇에 效果的으로 對處하기 爲해서는 使用이 簡便하고 障害가 없으며 安全한 加溫材料 및 方法의 開發이 要請되고 있다. 實際로 南部地方의 一部 花卉專業 農家에서는 이러한 非常時의 補助加溫 材料로 알콜, 木炭, 石油 등을 備蓄해 두고 있다가 效果的으로 使用한 例도 있다. 그러나 알콜, 石油, 木炭, 石炭, 薪炭 및 氣體燃料은 燃燒時 失火의 危險性이 높고 保管과 取扱이 不便하며 燃燒를 爲해서 別途의 器具나 裝置를 必要로 하는 등 使用에 不適合한 點이 있다. 이러한 不便을 解消하고 施設栽培에서 低溫 被害를 效果的으로 防止하고자 과라핀양초, 石油릴프,

\*農村振興廳 園藝試驗場 (Horticultural Experiment Station, ORD, Suwon 170, Korea)

電熱線 등을 供試하여 1981~1982, 2年間 試驗하였던 바 그 結果를 報告한다.

### 材料 및 方法

試驗은 1981년과 1982년의 2年間에 걸쳐 2~3月の 딸기 半促成 栽培初期에 補助加溫을 行하였는데 1次年度에는 無加溫區를 비롯하여 파라핀양초 加溫, 石油램프 3處理 單區制로 試驗을 遂行하였고 2次年度에는 無加溫區 外 파라핀양초 加溫을 目標豫想 最低溫度를 3°C 와 5°C로 區分하였고 電熱線의 空中架設에 依한 加溫의 4處理 單區制로 試驗을 遂行하였다.

試驗施設은 幅 5.9 m 길이 18 m의 파이프하우스였고 外被覆은 0.08 mm EVA 필름, 커넨과 터넬은 0.05 mm PE 필름, 地表面 멀칭은 0.03 mm PE 필름으로 하였고 멀칭 下에 點滴灌水 호스를 터넬當 2列씩 設置하였으며 터넬위는 夜間에 섭피로 保溫하였다. 파라핀양초, 石油램프 및 電熱線에 依한 補助加溫이 이루어지는 部位인 터넬은 하우스當 2列로 幅 170 cm, 높이 40 cm로 하였으며 處理當 터넬 길이는 1次年度에는 7.6 m로 2次年度에는 16 m로 하였는데 하우스 全體容積에 比하여 하우스內 터넬의 容積은 試驗 1, 2次 年度 모두 約 7%였다.

補助加溫에 利用된 파라핀은 融點이 52°C이며 심지는 豫備試驗을 거쳐 燃燒能力이 時間當 5±0.2 g인 것을 使用하였다. 加溫用 양초는 容積當 높이가 낮아야 有利하므로 파라핀을 높여 스티로폴 쪼에 부어 室溫에서 2~3時間 冷却시켜 固型化한 後에 쪼에서 分離하여 불에 달군 솥곳으로 中央部에 구멍을 뚫어 심지를 넣었으며 燃燒後期에 심지가 쓰러져서 파라핀을 全部 燃燒시키지 못하고 消火되는 일이 없이 最後까지 燃燒을 持續시키기 爲하여 鐵絲로 심지의 基部를 固定시켰는데 製作上의 이런 不便은 加鉛심지를 使用하게 되면 쉽게 解消될 것이다.

個當 양초의 分量은 심지의 燃燒能力을 堪案하여 午後 5時 頃 터넬을 被覆하기 直前에 加溫을 開始하여 翌日 午前 8時 頃 터넬을 벗길 때까지 約 15時間을 燃燒한 다음 自動的으로 消火되도록 70 g 內外를 한개의 양초로 製作하였다. 製作된 양초는 높이 5 cm, 上部直徑 4.5 cm의 圓筒型이므로 양초의 直徑보다 若干 큰 障筒을 높이 5~7 cm로 잘라서 地表面에 벽돌을 한장 놓고 그 위에 障筒을 놓은 다음 點火한 양초를 넣어 加溫에 利用하였다.

加溫地點인 터넬은 높이가 높으면 放熱面積이 넓어 지므로 熱管理 効率을 높이기 爲해서는 터넬을 낮추어야 하는데 양초의 燃燒時 熱流가 불꽃의 直上部로 集

中되면 失火의 危險性이 있으므로 양초의 直上部 15~20 cm 地點에 10~15 cm 四方의 함석으로 덮개를 設置하여 熱流를 分散시켰다.

試驗의 1次年度에만 供試한 石油램프는 심지로부터 그을음이 생기지 않을 程度로 불꽃의 크기를 調節하여 使用하였으며 그때의 燃燒能力은 時間當 9±0.5 cc였고 水原地方에서 市販되는 石油을 使用하였다. 試驗 2次年度에만 供試한 電熱線 加溫處理는 市販되는 育苗溫床用 500W 60 m 電熱線을 地上 15 cm 높이에 空中架設하였다. 電熱線은 幅 170 cm, 길이 16 m의 터넬當 3組를 架設하여 thermostat로 限界 最低溫度를 5°C로 設定維持하였고 消耗된 電力은 電氣計量器로 測定하였다.

양초와 石油램프는 氣象室의 豫報에 따라 터넬을 被覆하기 前인 午後 5時 頃에 豫想最低 外氣溫에 맞추어 目標된 維持溫度에 따라 個數를 調節하여 加溫하였다.

外氣溫 降下에 따른 所要 加溫 要求量을 究明하기 爲한 豫備實驗에서 양초 加溫時 터넬높이 40~50 cm에서는 불꽃 上部에 덮개가 없을 境遇 被覆한 비닐에 熱流의 集積으로 구멍이 뚫어질 程度의 失火危險性이 있었으나 터넬높이가 70 cm일 때는 安全하였으며 補助加溫의 効率을 높이기 爲하여 터넬높이를 40 cm로 낮추고 불꽃 上部에 덮개를 設置하였다. 이러한 幅 170 cm의 弧型 터넬일 때 弧의 길이는 2 m였다.

供試된 딸기 品種은 “寶交早生”으로 每年 8月 20日에 育苗하여 9月 30日에 本葉 6枚, 生體重 12 g 程度의 苗를 1.7 m 이랑에 6例, 30×25 cm 間隔(10,000株/10a)으로 定植하였고 越冬을 爲하여 11月 20日에 畝으로 敷草하였다가 1981년에는 2月 15日에, 1982년에는 2月 10日에 하우스 被覆과 함께 補助加溫을 開始하였다.

外氣溫의 上昇에 따라 1981년에는 3月 15日, 1982년에는 3月 17日에 補助加溫을 終了하였으며 1982년은 2月の 異常暖冬 現象으로 보나 明確한 補助加溫의 效果를 究明하고자 2月 23日 以後에는 터넬의 섭피를 除去한 狀態로 試驗을 遂行하였다.

溫度의 測定은 12點式 自動 溫度記錄計(友進計器, EH 300-12型)를 利用하여 全試驗期間 동안의 溫度를 經時的으로 測定하였다.

施肥量은 基肥로 N : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : K<sub>2</sub>O = 10 : 16 : 16 kg/10a를 定植 1週日 前에 施用한 後 追肥는 窒素質만 3回施用하였는데 1次는 被覆開始 直前인 2月 上旬에 5 kg/10a를 地表 施用하였고 2次와 3次는 各各 3月과 4月 上旬에 2.5 kg/10a 적을 灌水 호스에 液肥 混入器를 連結하여 施用하였으며 其他 管理는 園藝試驗場 標準耕種法에 準하였다.

Table 1. Consumption of supplementary heating material in 1982 trial

Date	Minimum air temperature (°C)	Solar radiation (cal/cm <sup>2</sup> ·day)	Paraffine heating (g/100 m <sup>2</sup> ·day)		Electric wire heating (KW/100 m <sup>2</sup> ·day)
			High(5°C)	Low(3°C)	
Feb. 14	-7.7	344	420(6)*	—	1.8
Feb. 18	-5.4	217	560(8)	280(4)	1.7
Feb. 19	-4.0	37	560(8)	280(4)	—
Feb. 21	-2.2	300	420(6)	—	—
Feb. 22	-4.0	154	420(6)	—	—
Total (Feb. 10~Mar. 17)			23.9 kg (239,400W/10a)	10.2 kg (102,200W/10a)	225.2 KW (58,552W/10a)

\*( ) : No. of the candle

結果 및 考察

1982年 試驗期間 中の 最低氣溫은 例年에 比하여 매우 높았으며 日射量도 豊富하였고 寒波도 없었어當初에 設計된 被覆體系(外被覆+커튼+터널+집피)로는 補助加溫의 必要가 없을 것으로 豫想되어 2月 23日 以後에는 集피를 除去하고 試驗을 繼續하였으며, 2月 10日부터 3月 17日까지의 處理別 加溫材 消耗量은 [表 1]과 같다.

維持溫度的 最低目標을 5°C로 設定한 파라핀양초 補助加溫 處理區는 100 m<sup>2</sup> 하우스(터널床面積 54.4 m<sup>2</sup>)에 23.94kg의 파라핀이 消耗되었고 이를 1982年의 工業用 파라핀 原價 85원/g에 양초製作 및 其他 費用을 加算하여 g當 1원으로 換算하였을 때 10a當 239,400원이 所要되었다. 이에 比하여 溫度維持의 最低目標을 3°C로 設定하였을 境遇는 10a當 102,200원의 加溫材를 消耗하였고, 維持溫度的 最低目標을 5°C로 設定한 電熱線 加溫區는 100 m<sup>2</sup> 하우스當 225.2 KW의 電力을 消費하여 1982年度의 農業用 乙種 電氣料金を 適用했을 때 10a當 58,552원의 光熱費가 所要되었다.

[表 1]에서 보는 바와같이 溫度的 下降에 따라 自動的으로 作動하는 電熱線 加溫에 比하여 파라핀 加溫은 最低氣溫의 豫測이 不正確하기 때문에 加溫材의 不必要한 消耗도 생기며 터널內 最低氣溫이 目標溫度에 未達하는 境遇도 있었다.

補助加溫 方法別로 夜間溫度的 經時的 變化는 그림 1, 2, 3에 表示하였다.

그림 1은 1981년 2月 18~19日의 夜間에 補助加溫(양초 및 石油램프)의 效果를 表示한 것으로 無加溫 保溫區는 外氣溫에 比하여 約 10°C의 保溫效果를 보였으며 파라핀양초(5.6kg/10a·day) 및 石油램프(5.0 l/10a·day)에

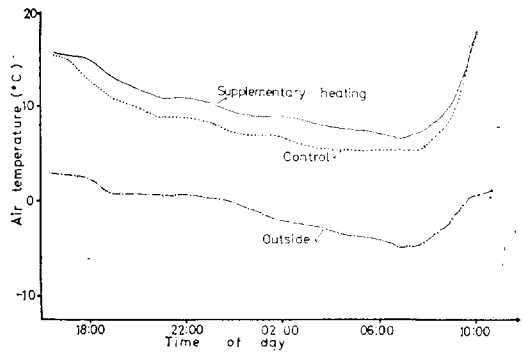


Fig. 1. Effect of supplementary heating on the night temperature (1981. 2. 18~19)

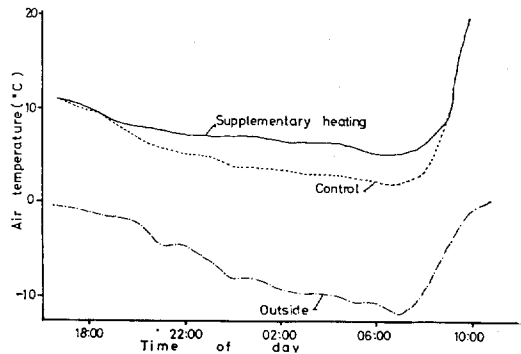


Fig. 2. Effect of supplementary heating on the night temperature (1981. 2. 20~21)

·day)에 依한 補助加溫區는 同一한 溫度變化를 보였으며 無加溫區에 比하여 2~3°C 높은 溫度를 維持하였다. 그림 2는 外氣溫이 -12°C까지 下降했던 날의 處理別 溫度變化로써 파라핀양초(11.2 kg/10a·day) 및 石油램프(10.0 l/10a·day)에 依한 補助加溫區에서는 無加溫區에 比하여 3~4°C 높은 夜間 最低氣溫의 維持가 可能

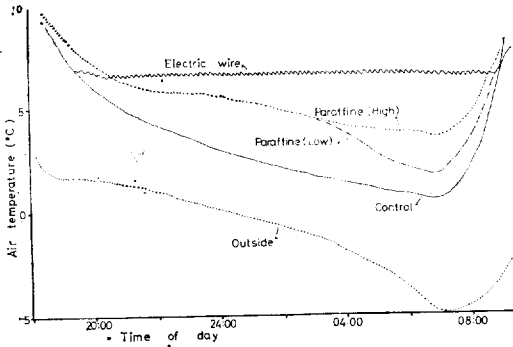


Fig. 3. Effect of supplementary heating on the night temperature (1982. 2. 24~25)

하였다. 1981년의 2월 15일부터 3월 15일까지 外氣溫의 下降이  $-5^{\circ}\text{C}$  以下로 氣象臺에서 豫報된 20日間 터널 內部가  $5^{\circ}\text{C}$  以上으로 維持되도록 양초와 램프의 個數를 調節하여 補助加溫했던 바 파라핀양초는 10a 당 157 kg, 石油램프는 140 l의 加溫材를 消耗하였다.

그림 3은 1982년 2월 24~25일의 夜間에 測定된 것으로 最低 外氣溫이  $-5.2^{\circ}\text{C}$  였을 때 加無溫 하우스의 터널內 最低氣溫은  $0.5^{\circ}\text{C}$  로 선풍을 除去한 外被覆 (EVA)+커텐 (PE)+터널 (PE)의 비닐 三重被覆의 保溫 効果는  $4.7^{\circ}\text{C}$  였다. 이에 比하여 目標 維持溫度를 最低  $3^{\circ}\text{C}$  로 設定하고 100 m<sup>2</sup> 하우스當 280 g (70 g 양초 4 個)의 파라핀을 燃燒시킨 處理區의 最低氣溫은 目標溫度에  $1.3^{\circ}\text{C}$  가 不足한  $1.7^{\circ}\text{C}$  였고 設定溫度  $5^{\circ}\text{C}$  로 100 m<sup>2</sup> 하우스當 560 g (70 g 양초 8 個)의 파라핀을 燃燒시킨 處理區는 目標溫度에  $1.5^{\circ}\text{C}$  가 不足한  $3.5^{\circ}\text{C}$  를 記錄하여 外氣溫 降下를 豫想하고 設定된 目標溫度를 파라핀 양초에 依한 補助加溫으로 正確하게 充足시키기에는 어려움이 있으며 夜間溫度 또한 恒溫이 아니며 外氣溫과 비슷한 傾向의 變溫狀態에 있음을 알 수 있다.

反面에 電熱線을 空中架設하여 自動溫度 調節裝置로 最低溫度를  $5^{\circ}\text{C}$  로 目標한 處理區는 調節裝置 感應部 位의 誤差때문에 目標溫度를  $1.5^{\circ}\text{C}$  超過한  $6.5^{\circ}\text{C}$  를 均一하게  $0.5^{\circ}\text{C}$  程度의 範圍內에서 恒溫狀態를 維持하

는 것이 可能하였고 1夜當 17.4KW의 電力이 約 70回에 걸쳐 加溫에 分散 使用되었다.

試驗期間 中에 電熱線 加溫區의 thermostat의 感度는  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  程度의 誤差가 觀察되었으며 目標溫度를 維持하는 데는 큰 支障이 없었으나 파라핀 加溫區는 設定溫度의 維持에 正確을 期하기가 매우 힘들었고 大體로  $\pm 2.5^{\circ}\text{C}$  程度의 誤差가 發生하였다.

이들을 綜合하여 볼 때 加溫必要性의 頻度가 比較的 적은 異常寒波, 加溫設備의 故障, 停電 等の 非常時에 是 加溫用 양초를 製作 備蓄하였다가 使用하는 것이 效果의인 方法이 될 수 있으며 低溫期의 育苗, 加溫裝備의 發熱量 不足 등으로 補助의인 加溫의 必要性이 있거나 夜溫을 恒溫狀態로 維持할 必要가 있을 때, 또는 最低 限界溫度의 維持에 精密을 期해야 할 境遇에는 電熱線을 設置하여 自動 溫度調節 裝置에 連結使用하는 것이 效果의이라 할 수 있다.

補助加溫 處理別로 딸기의 生育과 收量에 對한 反應은 1次年度의 生育을 表 2, 收量은 表 3에, 2次年度의 生育을 表 4, 收量은 表 5에 各合 表示하였다.

1次年度의 石油램프區를 除外하고는 補助加溫에 依한 夜溫上昇 效果로 早期生育은 顯著히 促進되었으며 早期收量의 增收도 認定할 수 있었으나 總收量에서는 差異를 보이지 않았고(表 3, 5), 生育, 開花 및 收穫의 促進效果는 1週日 內外일 것으로 豫見되며 1981年 試

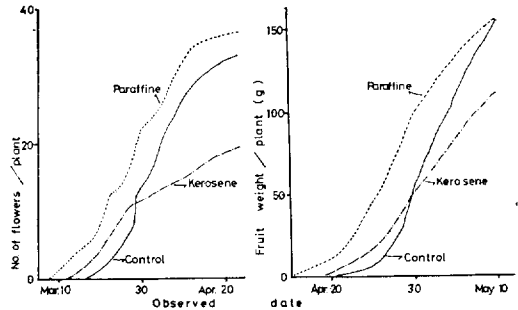


Fig. 4. Effect of supplementary heating on the flowering and yield of strawberry in 1981

Table 2. Effect of supplementary heating on the growth of strawberry in 1981 trial

	March 4 <sup>1</sup>				March 20 <sup>2</sup>			
	Plant height (cm)	Leaf No./pt	Top fresh weight(g/pt)	Leaf area (cm <sup>2</sup> /pt)	Plant height (cm)	Leaf No./pt	Top fresh weight(g/pt)	Leaf area (cm <sup>2</sup> /pt)
Paraffine heating	20.1	9.8	26.2	392	33.9	17.6	75.2	1,165
Kerosene heating	12.2	9.4	15.0	121	18.7	13.0	27.1	404
Control	14.7	8.8	17.3	209	29.8	17.0	57.6	950

<sup>1</sup> 17 days after the beginning of heating

<sup>2</sup> 34 days after the beginning of heating

Table 3. Effect of supplementary heating on the yield of strawberry in 1981 trial

	Early yield <sup>1</sup>		Marketable yield <sup>2</sup>		Total yield	
	kg/10a	index	kg/10a	index	kg/10a	index
Paraffine heating	971	192	1,361	91	1,543	99
Kerosene heating	516	102	901	60	1,082	70
Control	505	100	1,493	100	1,555	100

<sup>1</sup> before April 30

<sup>2</sup> heavier than 7 g of fruit weight

Table 4. Effect of supplementary heating on the growth of strawberry in 1982 trial

	March 5 <sup>1</sup>				March 21 <sup>2</sup>			
	Plant height (cm)	Leaf No./pt	Top fresh weight(g/pt)	Leaf area (cm <sup>2</sup> /pt)	Plant height (cm)	Leaf No./pt	Top fresh weight(g/pt)	Leaf area (cm <sup>2</sup> /pt)
Paraffine heating (High)	22.0	9.7	28.7	407	31.4	17.2	72.3	1,128
Paraffine heating (Low)	22.0	9.7	28.0	393	35.4	19.8	78.9	1,174
Electric wire heating	23.0	11.0	29.8	420	35.3	20.6	82.3	1,228
Control	15.4	8.3	19.1	224	30.0	15.8	62.3	992

<sup>1</sup> 23 days after the beginning of heating

<sup>2</sup> 39 days after the beginning of heating

Table 5. Effect of supplementary heating on the yield of strawberry in 1982 trial

	Early yield <sup>1</sup>		Marketable yield <sup>2</sup>		Total yield		Malformed fruit ratio
	kg/10a	index	kg/10a	index	kg/10a	index	
Paraffine heating(High)	978	137	1,091	104	1,898	107	16.0%
Paraffine heating(Low)	901	126	891	85	1,509	85	11.9
Electric wire heating	840	117	1,011	96	1,788	100	7.3
Control	716	100	1,052	100	1,774	100	9.3

<sup>1</sup> before April 30

<sup>2</sup> heavier than 7 g of fruit weight

驗에서 觀察된 株當 開花 및 收量의 累積의 變化는 處理別로 그림 4와 같다. 3月 30日 以前까지의 開花와 4月 30日 以前까지의 收量은 石油램프 加溫區에서도 無處理보다 많았는데 이는 夜溫이 上昇되어 早期生育이 促進된 때문인 것으로 풀이된다. 그러나 石油램프에 依한 加溫은 時日이 經過할수록 植物體에 甚한 gas 障害를 나타내어 後期에는 生育, 開花 및 收量이 無處理보다 減어졌다(表 2, 3, 그림 4).

그 症狀은 越冬葉은 先端으로부터 枯死되기 始作하며 新葉은 展開가 不良해지는데 新葉도 先端部부터 赤褐~紫色으로 變色되면서 基部로 變色이 進前되었다. 또한 新葉의 各 小葉과 葉柄의 伸長이 抑制되어 全體的으로 植物體는 矮化되고 葉柄과 小葉이 뒤틀어지며

極度로 硬化되어 觸感은 매우 딱딱하고 부러지거나 부서지기 쉬웠다. 이 症勢는 石油램프를 켜준 4~5日 頃부터 肉眼觀察이 可能하였고 石油램프 加溫을 中斷하면 더 以上 進展되지 않으며 新葉은 正常的으로 展開되어 生育하고 被害葉은 微微하나마 回復되는 것을 觀察할 수 있었다.

이 被害症狀은 植物體의 硫黃含量을 調査한 結果 石油램프 處理의 甚한 被害를 보인 일에서 3,452 ppm 인데 比하여 被害症狀이 肉眼으로 全혀 觀察되지 않았던 파라핀양초 加溫區와 無處理區에서도 各各 2,982 ppm, 2,535 ppm 으로 硫黃 化合物 가스 의 單獨被害인 것으로는 보이지 않으며 炭素 및 窒素 化合物 가스 등의 複合의인 被害일 것으로 看做되었다. 또한 石油램프는 燃

燒時 惡臭가 甚하여 하우스 內에서의 다른 作業遂行도 困難하여 補助加溫 材料로는 極히 不適當하였다.

本試驗의 1, 2次年度에 繼續 供試된 파라핀양초는 燃燒器具가 必要치 않고 簡便하게 使用할 수 있으며, 加溫時 失火의 危險이 他燃料보다 낮아 安全하며 保管도 容易하다. 또한 用途에 따라 多様な 規格으로 쉽게 製作이 可能하고 必要한 燃燒持續 時間에 맞추어 製作하면 一定時間 後에는 自動的으로 消火되므로 液體 및 氣體燃料 使用時에 必要한 消火努力도 節約하게 되는 등 많은 長點을 가지고 있어 一般農家에서 쉽게 活用될 수 있을 것으로 展望된다.

그 외에도 副次的으로 發生되는 炭酸가스는 夜間에 하우스內에 集積되었다가 光合成 能力이 가장 높은 午前時間에 作物에 利用될 수 있는 可能性도 있다.

炭酸가스 分析器로 하우스內 炭酸가스 濃度を 測定한 結果 午前 9時에 턴넌 被覆을 除去했을 때 無處理에서는 500 ppm 인데 比하여 100 m<sup>2</sup> 하우스에 1夜當 560 g의 파라핀을 燃燒시켰을 때는 3,000~5,000 ppm 範圍의 매우 높은 濃도를 보이고 있어 炭酸가스 施肥의 効果도 添加될 수 있으리라고 본다.

## 要 約

菜蔬의 施設栽培에서 異常寒波 또는 補溫 및 加溫熱量의 不足으로 發生되는 低溫障害를 防止하고자 파라핀양초, 石油램프 및 電熱線을 供試하여 補助加溫 試驗을 遂行한 結果는 아래와 같다.

1) 파라핀양초와 電熱線 空中架設에 依한 補助加溫 方法으로 施設內의 夜間 最低氣溫 降下를 防止할 수 있었다.

2) 파라핀양초와 電熱線 補助加溫은 딸기에 障害를 보이지 않았고 生育, 開花, 收穫의 早期化를 顯著히 促進하였으나 總收量의 增加는 認定되지 않았다.

3) 石油램프 補助加溫은 植物體에 gas 障害가 甚하고 點燈과 消燈에 努力이 많이 들며 失火의 危險이 많고 燃燒에 依한 惡臭가 甚하여 加溫材로서는 不適當하였다.

4) 파라핀양초 補助加溫은 氣象의 豫測이 不正確하므로 燃料의 浪費 또는 加溫熱량이 不足한 境遇도 있으나 加溫 所要回數가 적을 때에 效果的으로 使用할 수 있었다.

5) 電熱線 補助加溫은 設置에 費用과 努力이 所要되나 溫度의 自動調節과 恒溫維持가 可能하므로 加溫 所要回數가 많을 때에 效果的인 것으로 判明되었다.

## 參 考 文 獻

1. Sang-Keun Park (1980): Present Status and Problems of Protected Horticulture in Korea. ASP AC/FFTC and ORD Symposium.
2. 三原義秋 (1969): 無加溫小溫室의 夜間溫度について, 農業氣象, 25, 1~7.
3. 權永杉, 李龍範, 林采一 (1981): 하우스 被覆資材 效果 比較試驗, 園試研報, 菜蔬分野, 205~222.
4. 林采一, 李龍範, 權永杉 (1981): 施設種類 및 作物에 따른 熱要求量에 관한 試驗, 園試研報, 菜蔬分野, 222~237.
5. 岡田益己 (1981): 多層被覆溫室의 保溫性의 解明 (1) 카터텐資材의 放射特性과 保溫性의 關係, 施設園藝における 省エネルギー 對策技術に 關する 試驗研究, 野菜試驗場, p. 39.
6. 尹千鍾, 李庸元, 金鍾洙 (1980): 保溫方法 改善에 關한 試驗, 園試研報, 菜蔬分野, 393~405.
7. 權永杉, 李龍範, 朴尙根 (1982): 施設菜蔬 栽培環境安全基準 設定에 關한 研究, 園試研報, 菜蔬分野, 364~382.