

# 農業用 비닐하우스의 溫風煖房에 關한 基礎的 研究

## Study on the Vinyl House Heating by Warm Air

曹 鎮 久 · 李 根 厚  
Jin Goo Cho , Keun Who Lee

### Summary

The results obtained are as follows;

1. The variation of the temperature in a vinyl house without heating system is similar to that of air temperature in a day. The difference of maximum temperature and minimum one in a day is  $27^{\circ}\text{C}$  which is two times greater than the daily difference of air temperature.
2. When the length of the duct is increased, the high temperature zone is built up in the direction of warm air discharge from the duct, and the low temperature zone is built up in the opposite direction of warm air discharge. But, in case of the duct length is short (0.05 L), the temperature distribution in a vinyl house become uniform

It is concluded that the shorter length of the duct, the better the distribution of the temperature in a vinyl house is.

3. When the duct is installed at high position, the high temperature zone is built up in the upper zone of the vinyl house and the low temperature zone is built up in the lower zone. And when the position of the duct is low, the rate of temperature variation along the vertical direction become high, and the direct contact of warm air with the plant in the house is occurred.

It is concluded that the duct should be installed at the position of slightly higher than the plant height.

4. When the fuel consumption rate is fixed at the 10l/hr, the lowest temperature warming rate in the vinyl house is  $5^{\circ}\text{C}$  without regard to the air temperature.

## I. 緒 論

溫室이란 作物의 生長을 不可能하게 하는 低溫인 自然의 一部空間을 막아서 作物生育에 最適의 環境을 必要한 時期에 마련해 주기 위한 構造物이라 말할 수 있다.

그렇지만 이와 같은 溫室에 의한 作物栽培 역시 農業의 一部分인 限 農業經營과 結付시켜 볼때 最少의 生産費로서 最大의 收入을 期待한다는 점은 다른 産業과 조금도 다름이 없다. 그러나 溫室 生産費中 燃料費가 차지하는 比率는 地域과 作物의 種類에 따라 다르게 되기 때문에 一般의 으로 말하기는 困難하지만 溫室栽培에 있어서 燃料費는 큰 比重을 차지하는 것은 事實이다. 따라서 溫室經營 計劃을 樹立함에 있어서는 가장 經濟的인 加溫의 方法과 熱源을 무엇으로 할 것인가? 또 設備費, 勞動節約性, 安全度等 煖房機의 得失에 關係해서도 檢討를 할 필요가 있다. 現在 비닐하우스의 난방에 사용되고 있는 煖房機에는 溫湯式과 溫風式이 있지만 어느 方法에도 長短點이 있다. 溫湯煖房法은 溫室에서 가장 많이 사용되고 있으며 하우스의 加溫에도 꽤 사용되고 있지만 施設費가 많아 小面積의 하우스에는 適當하지 않다. 溫風方式은 最近 急速히 普及된 난방법으로서 施設費가 低廉하다. 특히 熱效率이 좋은 反面에 配風이 어려워 對流가 緩慢한 境遇는 天井部가 高溫으로 되고 溫度分布가 不均一한 境遇가 많다. 溫室에 관한 研究는 歐美諸國에는 상당수 있으며<sup>(\*)1),10),14)</sup> 가까운 日本에서만도 最近 溫室에 의한 環境條件의 調節이 問題되어 그에 관한 종합적인 報告가 있다. <sup>(\*)2),11),13),6),12)</sup> 그러나 緯度와 氣候가 다른 우리나라에서 被覆材의 多樣化와 構造의 大型化의 要素가 加味될때 研究되어야 할 事項은 대단히 많지만 아직 이에 대한 研究資料는 거의 없는 實情이다. TAKAKURA<sup>(\*)18)</sup>(1967)에 의하여 溫室內 氣溫이 夜間에는 外氣溫보다 低下하는 現象이 報告되었으며 反面에 矢吹<sup>(\*)19)</sup>(1971)은 無加溫의 境遇에도 하우스內 氣溫은 外氣溫보다 2.5~3.0°C 高溫이 되었다는 報告가 있다.

本 研究에서는 熱效率이 좋고 設備費用이 低廉한 溫風煖房方式에 대해서 하우스內의 溫度分布를 均一化하기 위한 熱風放出 duct의 位置를 달리하므로써 하우스內의 微氣象 特性을 調查하여 煖房計劃樹立에 基礎的인 資料를 提供하고자 作物이 栽培되지 않은

비닐하우스에 duct의 放出口의 位置에 따른 하우스內 溫度分布의 特性을 調查하였다. 萬一 하우스內에 作物이 栽培된다면 하우스內의 微氣象은 影響을 받으리라 思料되며 버너에 의해서 따뜻해진 空氣를 直接 하우스內에 放出하므로써 CO<sub>2</sub>의 量이 作物에 미치는 影響等 앞으로 研究되어야 할 많은 問題點이 있는 바이다.

## II. 材料 및 方法

### 1. 하우스 構造 및 煖房 方法

本 實驗에 使用한 비닐하우스는 두께 0.05mm의 비닐루를 써서 南北棟으로 建立하고 幅 5.0m, 높이 2.0m, 길이 30m의 크기를 갖는다. 燈油버너는 하우스 北側의 室外에 設置하였고 燃燒 gas는 duct에 의해서 室內에 導入되고 實驗條件에 따라서 放出口의 位置는 任意로 調整되었다.

Fig. 1. 0에 하우스 및 버너 등의 配置를 보였다.

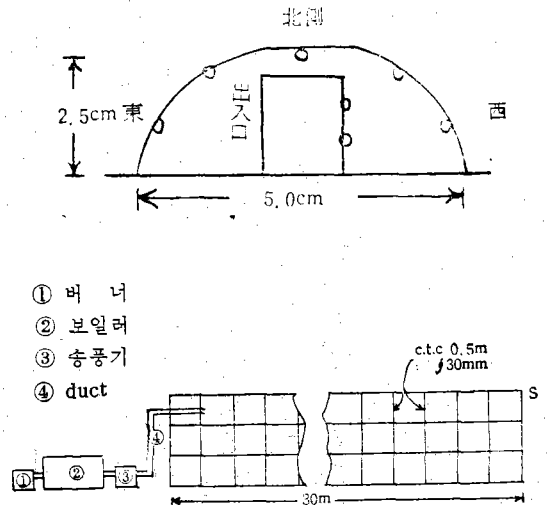


Fig. 1. Schematic of Vinyl House.

燃燒 gas는 過高溫으로서 이것을 直接 하우스內에 導入할수는 없기 때문에 剩餘空氣를 混和시켜 放出口에서의 溫度가 50°C 以下가 되도록하였다. 버너에 의해서 加熱된 空氣를 熱交換器(boiler)에서 하우스內에 導入하기 위해서 duct의 中間程度에 送風機를 設置하였다.

### 2. 하우스內의 圃場條件

本 研究를 위한 비닐하우스內에는 作物을 전혀 栽

培하지 않았다. 따라서 하우스內的 圃場土壤表面은 약간의 잔디로 被覆된 狀態로 放置되었다.

### 3. 觀測方法

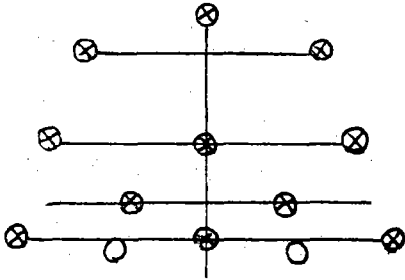


Fig. 2. Schematic of Temperature Measuring Positions

室內溫度的 測定에는 Chino製 12點式 自己溫度計를 使用하였다. Fig. 2. 와 같이 溫度計 設置臺를 製作하여 ⊗의 位置에 溫度計를 設置하고 溫度計 設置臺의 下端에는 4個의 바퀴를 부착하며 이것을 로프에 의해서 移動할수 있도록 하여 必要한 位置에서의 溫度를 測定하였다. 外部 溫度와의 比較를 위해서 하나의 溫度計는 外部에 設置하였다.

## Ⅲ. 試驗成績 및 考察

### 1. 無暖房時 비닐 하우스內的 溫度變化

Fig. 3 및 Table. 1은 暖房施設을 하지 않은 비닐하우스內的 溫度變化를 測定한 結果이다. 測定은 1977年 1月 19日 0時부터 24時까지 24시간 동안 chino製 12點式 自己溫度計에 의해서 實施하였다. 19日의 氣象狀態를 보면 氣溫이 最高 4°C, 最低 -10°C이고 平均 -3°C 이었으며 雲量은 平均 1로서 "맑음"이었다. 하우스內 溫度的 日中 變化 樣狀을 보면 14:00時에 19.2°C로서 最高溫度를 보이고 05:00時~07:00時까지는 -8°C로서 最低溫度를 나타내고 있다. 이것은 하우스外的 溫度變化和 비슷한 傾向을 보이고 있다. 即, 外氣溫의 最高溫度는 4°C로서 14:00時~16:00時에 나타나 하우스內的 最高溫度가 나타나는 時刻인 06:00 時頃에 -10°C로 나타나 있다. 外氣溫 變化의 日較差는 結局 14°C이다. 이러한 結果를 보면 우선 外氣溫의 日中變化形과 난방을 하지않은 비닐하우스內 溫度變化의 形이 매우 相似하나 溫度變化의 日較差에는 매우 큰

差異가 나는것을 알 수 있다. 이는 하우스內的 온도 변화가 매우 急激함을 보여주는 결과이다. 이와같은 결과는 晴明時 비닐하우스內 溫度變化의 한特徵으로서 金\*\*<sup>(1972)</sup>, 宮本\*\*<sup>(1974)</sup>, 等도 같은 結果를 報告한바 있다. 特異한 現象의 하나로 注目할만한 것은 18時以後 22時까지의 時間에는 하우스內的 溫度가 外氣溫보다 平均 1°C 程度낮은데 比하여 0時以後 해뜨기前까지의 時間에는 하우스內的 溫度가 外氣溫보다 平均 2°C 程度 높다가 해가 뜬과 同時부터 하우스內的 溫度는 急激히 上昇한다는 點이다. 여기서 問題가 되는것은 하우스內的 溫度가 外氣溫보다 더 낮은 境遇가 생긴다는 事實로서 이러한 現象이 하우스內 溫度變化의 一般的 定形의 하나인지의 與否에 대한것은 確認하지는 못하였다.

하우스內 溫度的 垂直的 變化樣狀을 보면 勿論 不均一하다. 即, 地面으로 부터 높이가 增加할수록 溫度가 上昇하는 傾向으로서 비닐하우스內的 最上部와 地面과의 溫度差는 時間에 따라 다르나 14:00時前後의 4.5°C를 最大로 그리고 夜間의 1°C를 最低로 하는 分布를 보이고 있다.

한편 日中 相對濕度の 變化 樣狀을 보면 夜間에는 濕도가 높아 거의 100%에 가까워지고 해가 뜬과 同

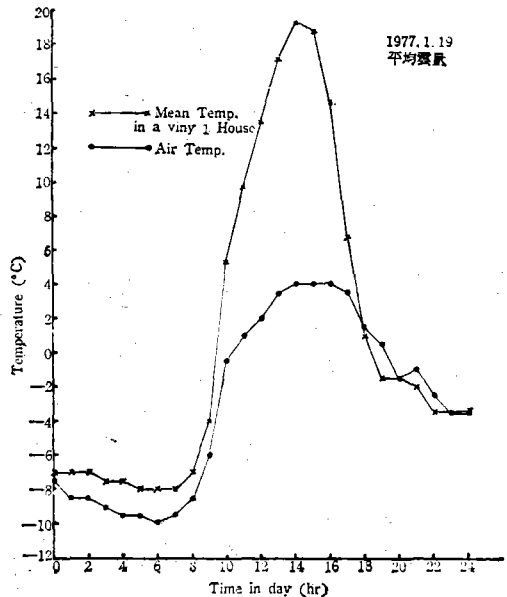


Fig. 4. Daily Variation of Temperature in a Vinyl House without Heating System

Table. 1. Time Variation of Temperature in a Vinyl House.

(Unit : °C)

| Time in a Day | Height from the Ground Surface |  |       |       |       | Mean Temperature | Air Temperature |
|---------------|--------------------------------|--|-------|-------|-------|------------------|-----------------|
|               | 10cm                           | 50cm                                     | 100cm | 150cm | 190cm |                  |                 |
| hour          |                                |  |       |       |       |                  |                 |
| 0             | -7.0                           | —  | —     | —     | —     | -7.0             | -7.5            |
| 1             | -7.0                           | —  | —     | —     | —     | -7.0             | -8.5            |
| 2             | -7.0                           | "Same as the temperature at 10cm height" |       |       |       | -7.0             | -8.5            |
| 3             | -7.5                           | —  | —     | —     | —     | -7.5             | -9.0            |
| 4             | -7.5                           | —  | —     | —     | —     | -7.5             | -9.5            |
| 5             | -8.0                           | —  | —     | —     | —     | -8.0             | -9.5            |
| 6             | -8.0                           | —  | —     | —     | —     | -8.0             | -10.0           |
| 7             | -8.0                           | —  | —     | —     | —     | -8.0             | -9.5            |
| 8             | -7.0                           | —  | —     | —     | —     | -7.0             | -8.5            |
| 9             | -4.0                           | —  | —     | —     | —     | -4.0             | -6.0            |
| 10            | 5.0                            | 5.5                                      | 5.3   | 5.5   | 5.0   | 5.3              | -0.5            |
| 11            | 9.0                            | 9.3                                      | 9.7   | 10.0  | 10.3  | 9.7              | -1.0            |
| 12            | 13.5                           | 13.5                                     | 13.7  | 13.8  | 13.0  | 13.5             | 2.0             |
| 13            | 17.5                           | 17.8                                     | 16.7  | 17.0  | 16.5  | 17.1             | 3.5             |
| 14            | 20.0                           | 19.8                                     | 19.0  | 19.0  | 18.3  | 19.2             | 3.0             |
| 15            | 19.5                           | 19.0                                     | 18.7  | 18.3  | 17.8  | 18.7             | 4.0             |
| 16            | 16.0                           | 15.0                                     | 14.0  | 14.5  | 13.5  | 14.6             | 4.0             |
| 17            | 8.0                            | 7.0                                      | 6.2   | 7.0   | 5.8   | 6.8              | 3.5             |
| 18            | 1.0                            | 1.3                                      | 0.5   | 0.8   | 0.5   | 0.8              | 1.5             |
| 19            | -1.5                           | -1.5                                     | -1.5  | -1.5  | -1.5  | -1.5             | 0.5             |
| 20            | -1.5                           | —  | —     | —     | —     | -1.5             | -1.5            |
| 21            | -2.0                           | "Same as the temperature at 10cm height" |       |       |       | -2.0             | -1.0            |
| 22            | -3.5                           | —  | —     | —     | —     | -3.5             | -2.5            |
| 23            | -3.5                           | —  | —     | —     | —     | -3.5             | -3.5            |

Table. 2. Codintions of Temperature Measurements.

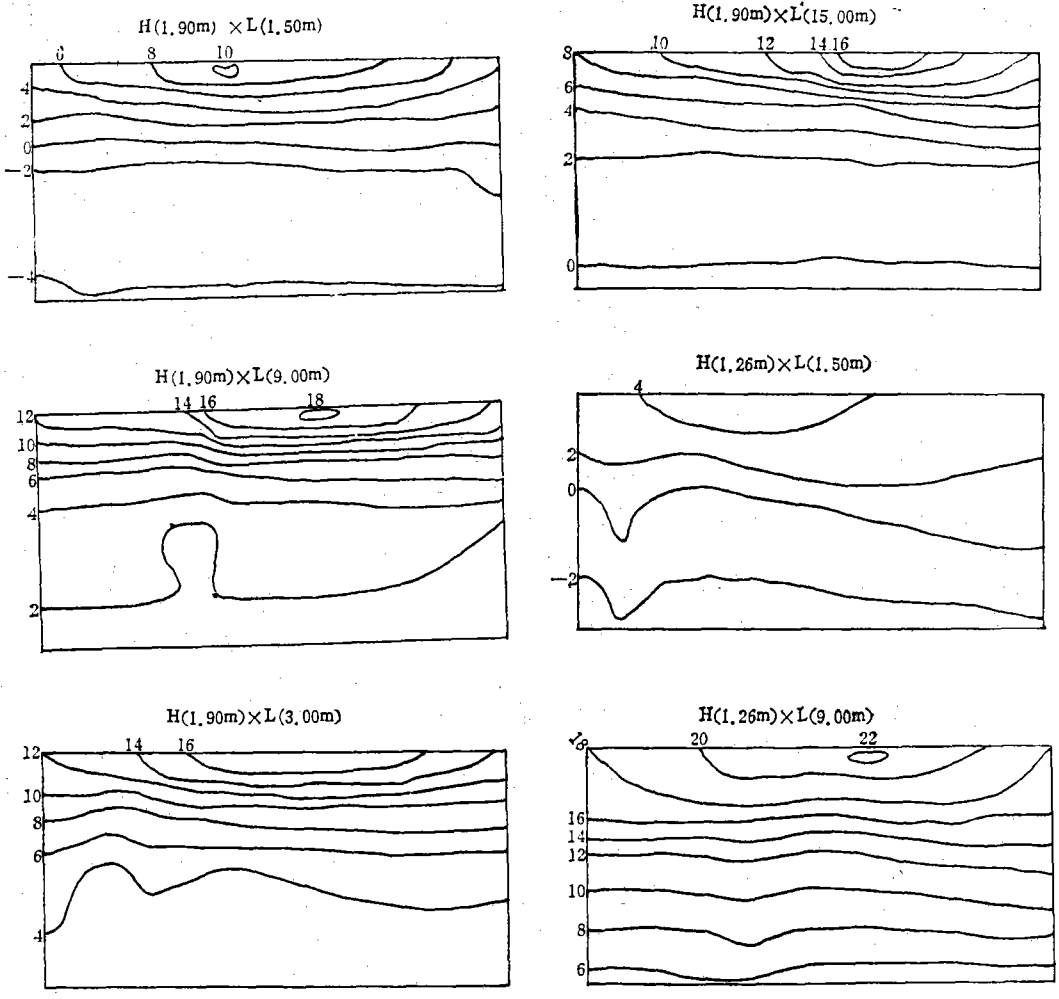
| Treatment No. | Height of Duct | Length of Duct | Date of observation     | Air Temperature | Remarks |
|---------------|----------------|----------------|-------------------------|-----------------|---------|
| 11            | 0.64m          | 1.5m           | 07 : 00hr. Jan 22. 1977 | -4.0°C          |         |
| 12            | "              | 3.0            | 10 : 00 " " " "         | -2.5            |         |
| 13            | "              | 9.0            | 19 : 00 " " " "         | -2.9            |         |
| 14            | "              | 15.0           | 22 : 00 " " " "         | -5.5            |         |
| 21            | 1.26           | 1.5            | 08 : 00hr. Jan 23. 1977 | -1.4            |         |
| 22            | "              | 3.0            | 22 : 00 " " " "         | -4.5            |         |
| 23            | "              | 9.0            | 07 : 00hr. Jan 25. 1977 | 0.0             |         |
| 24            | "              | 15.0           | 20 : 00hr. Jan 23. 1977 | -3.2            |         |
| 31            | 1.90           | 1.5            | 07 : 00hr. Jan 24. 1977 | -9.2            |         |
| 32            | "              | 3.0            | 19 : 00 " " " "         | -1.7            |         |
| 33            | "              | 9.0            | 21 : 00 " " " "         | -4.2            |         |
| 34            | "              | 15.0           | 22 : 00 " " " "         | -5.1            |         |

時에 낮아 지기 시작하여 13時頃에는 最低値를 보인다. 一見하여 溫度의 日中變化樣狀과는 反對의 現狀을 보여주고 있다.

2. 暖房時 熱風放出口의 位置와 하우스內 溫度分布 特性

Fig. 4는 熱風放出口의 位置에 따른 하우스內의 溫度分布圖이다. 溫度分布圖를 考察함에 있어 한가지 念頭에 두어야 할 事項은 各 處理別 溫度分布狀況의 觀測時期 및 氣象狀態가 各各 相異하다는 點이다. 勿論 가장 理想的인 것으로는 모든 處理를 합

계 갖추어 놓고 同一時間, 同一氣象 狀態下에서 觀測을 實施하는 方法을 採用했어야 하겠으나 現實의 으로 그와 같은 方法은 實施에 困難한 點이 많다. 또한 本 研究의 一次의인 目的이 暖房에 의한 溫度上昇度의 基準値를 求하는것 보다는 溫度의 分布樣狀을 究明하여 보자는 것이었기 때문에 測定時期 및 氣象狀態의 相異가 원래의 目的 達成에 큰 차질을 招來하지는 않았던 것으로 생각된다. 이와같은 例는 다른 研究者들의 報告에도 쉽게 찾아볼수 있다. 各 處理別 溫度測定時의 諸 條件은 Table. 2와 같다.



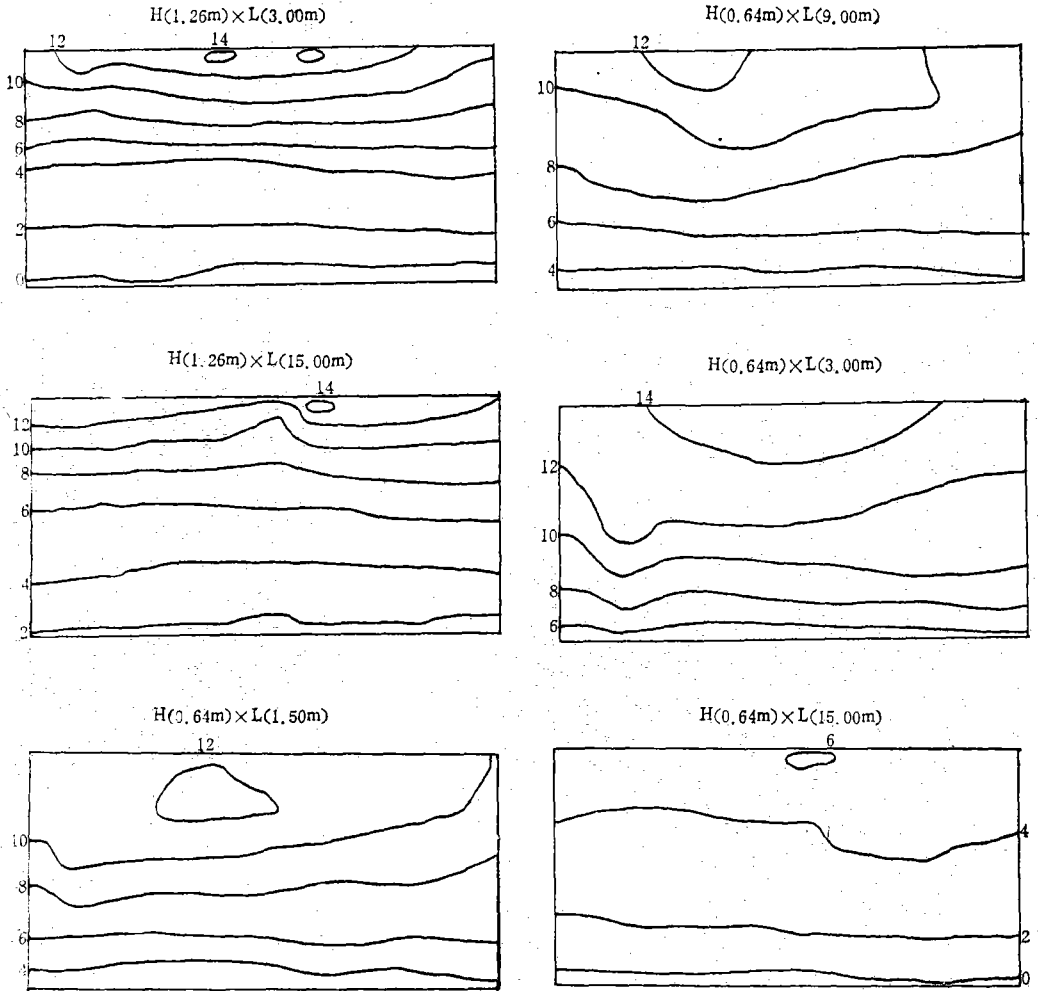


Fig. 4. Temperature Distribution in a Vinyl House With Heating System.

1) 熱風放出口의 길이와 溫度分布特性

熱風放出口의 길이와 하우스內 溫度의 分布에 미치는 영향은 理論的으로는 室內空氣의 換流에 있어 熱風放出口의 長·短에 따라 그 흐름狀態에 相異한 樣狀이 나타나는 것으로 說明될 수 있겠다. 卽, 矢吹, 高橋<sup>(13), (25)</sup>(1974) 등이 報告한바와 같이 熱風放出方向에 마주 바라보이는 側의 壁(本 研究에서는 南側入口)까지의 거리가 가까우면 (熱風放出口의 길이와 긴 경우) 高溫의 氣流가 하우스內의 上層을 移行하다가 熱風이 擴散되기 以前에 또는 完全擴散이

이루어지기 以前에 바로 壁(南側壁)에 부딪쳐 下降氣流를 形成, 反對方向으로 進行하게 되며 이 氣流는 아직도 高溫이므로 對流作用에 의하여 곧바로 上層部로 移動된다. 따라서 비닐하우스 全體를 놓고 보면 本 研究의 境遇는 南側에 相對的인 高溫部가 形成되고 北側에는 低溫部가 形成된다는 것이다. 한편 熱風放出口의 길이와 짧으면 高溫의 熱風이 南側壁에 닿기 以前에 擴散되어 移行하게 되는바 結果的으로는 비닐하우스內의 全體溫度가 比較的 均一하게 된다는 것을 豫測할 수 있다.

本 研究의 境遇는 以上の 理論과 確然하게 一致하는 뚜렷한 實驗結果를 얻지는 못하였으나 어느 程度 首肯이 가는 傾向은 發見할 수 있었다. 即, Fig. 4에서 보던 放出口의 높이에 따라 약간 다르기는 하나 熱風放出口의 長이가 길어지면 上層 最高溫度는 南側을 向하여 移動되고 또 等溫線의 水平面에 대한 傾사가 微細하나마 南側으로 下向傾斜를 이루고 있음을 알 수 있다. 熱風放出口의 長이가 짧은 境遇는 室內溫度의 分布가 比較的 均一함을 볼 수 있다. 以上과 같은 理論과 實驗結果를 함께 考慮하여 볼때 熱風放出口의 長이의 기준은 어떻게 定하는 것이 좋을 것인가 하는 문제가 마지막으로 남는다. 이러한 點은 다음의 3가지 點에서 綜合的인 結論을 내릴 수 있겠다. 即 理論的으로 熱風放出口의 長이가 짧을수록 溫度分布가 均一하게 될 수 있다는 點, 그리고 實驗結果가 理論을 明確하게 說明해 주지는 못하였으나 理論에 오류가 있다는 點을 시사해주는 結果 또한 얻을 수 없었다는 點 그리고 마지막으로 萬一 熱風放出口의 長이와 溫度分布 特性間에 어떤 關係가 없었다하면 熱風放出口의 長이가 짧을수록 經濟的 乃至는 設置, 維持管理面에서 有利하다는 點 등으로 보아 熱風放出口의 長이는 짧을수록 有利하며 따라서 本 研究의 境遇 0.05L (1.5m)가 適合한 長이인 것으로 結論지을 수 있다.

2. 熱風放出口의 높이와 溫度分布 特性

熱風放出口의 높이는 室內溫度의 分布特性을 左右하는 매우 重要한 因子인 것 같다.

Fig. 5는 各 處區別 代表斷面(비닐하우스의 中間部斷面)에서의 溫度의 垂直變化 狀態를 보여준다. 即 熱風放出口의 높이가 0.5H(1.9m)인 경우, 地面上 1m까지는 溫度變化幅이 2°C 미만인 均一한 低溫部를 形成하고 1m 以上부터는 높이의 增加에 따라 急激한 溫度上昇現象을 보여 주고 있다. 1m 以上 室內 空間에서의 高度別 溫度上昇率은 熱風放出口의 長이에 따라 약간씩 다르기는 하나 1°C/10cm ~ 7°C/10cm, 平均 2°C/10cm에 이르고 있다. 熱風放出口의 높이가 가장 낮은 0.32H (0.64m)인 경우는 높이가 增加함에 따른 溫度上昇率이 매우 均一하며 낮다. 即 熱風放出口의 長이에 관계없이 地上 10cm 고도 增加에 따른 溫度變化率은 0.4°C~0.6°C로서 平均 0.5°C/10cm 程度이다. 以上の 結果로 보아 熱風放出口의 높이別 室內溫度 分布 特性은 放出口의 높이가 너무 높으면 上層部에 한 高溫度가 形

成되고 下層部에는 甚한 低溫部가 形成되며 高溫度에서의 溫度 上昇率이 매우 크고 低溫部에서는 거의 均一하다. 熱風放出口의 높이가 낮아지면 上·下部의 溫度差가 줄어들고 溫度의 垂直方向變化率이 매

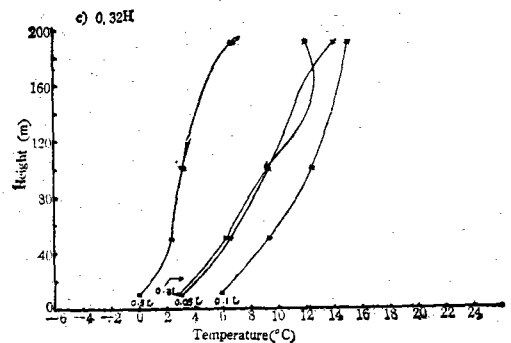
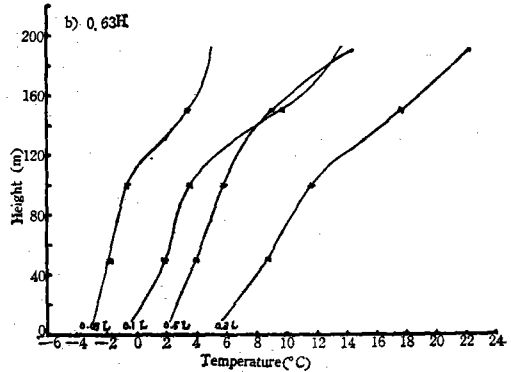
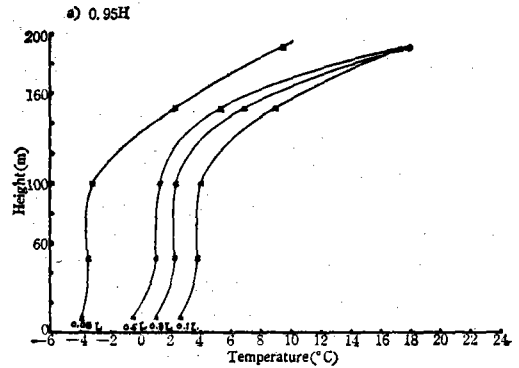


Fig. 5. Vertical Variation of Air Temperature in a Vinyl House with Heating System.

우 작다는 점이 되겠다. 그러나 熱風放出口의 높이가 심하게 낮아지면 下層部의 溫度 垂直變化率이 比較的 크게 되고 또 作物에 直接 高溫의 熱風을 쏘일 염려가 생겨 不利하게 될것이 豫想된다. 따라서 熱風放出口의 높이는 可及의 낮게하되 作物의 높이를 考慮하여 그 以上으로 하는것이 有利하며 本研究의 경우는 0.63H (1.26m)가 가장 適合할것으로 結論 지을 수 있겠다.

### 3. 室溫 上昇效果에 대하여

本研究의 경우 暖房機의 燃料 消耗量은 10l/hr로 恒時 固定하고 同一 비닐하우스에서 實驗을 하였기 때문에 室溫上昇度는 外氣溫의 高低와 매우 密接한 關係를 가지고 있다. Fig. 6은 하우스內的 最低, 最高 氣溫과 外氣溫과의 關係를 보이는 것으로 最低 氣溫의 경우 外氣溫과는  $\theta h = 1.13\theta a + 6.08$  ( $r = 0.9$ )의 直線的인 回歸關係가 成立하므로써 室內 最低 氣溫이 作物의 生存溫度인  $5^{\circ}\text{C}$  以上이 되기 위하여는 外氣溫이 적어도  $0^{\circ}\text{C}$  以上이 되든지 아니면 暖房機의 燃料 消耗量을 增大시키거나 大容量의 暖房機가 必要함을 알 수 있다. 外氣溫과 室內 最高溫度와의 關係는 一定한 關係를 찾기는 힘들지만 最低溫度의 경우와 비슷한 傾向만을 엿볼 수 있다. Fig. 7은 外氣溫과 室內溫度와의 差를 溫度上昇度라 定義하고 各 處理別로 外氣溫과의 關係를 나타낸 것이다. 여기에서 보면 室內溫度의 最低上昇度는 處理 및 外氣溫에 相關없이 대략  $5^{\circ}\text{C}$  程度이고 最大上昇度는 處理別로  $12^{\circ}\text{C} \sim 22^{\circ}\text{C}$ 의 變異를 보인다. 이는 室內溫度 上昇度의 最高值는 外氣溫에 대하여 不安定한 變化

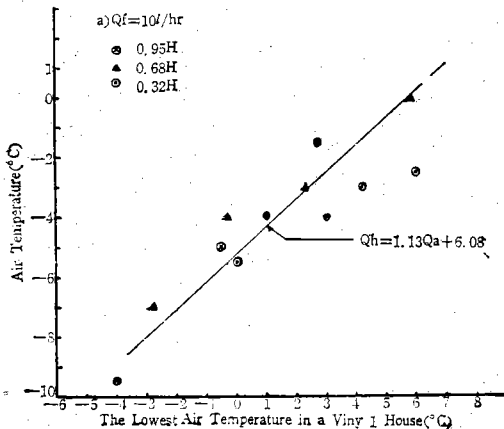


Fig. 6. Relation between the Air Temperature and the Temperature in a Vinyl House with Heating System.

를 한다는 것으로 解析할 수 있겠다.

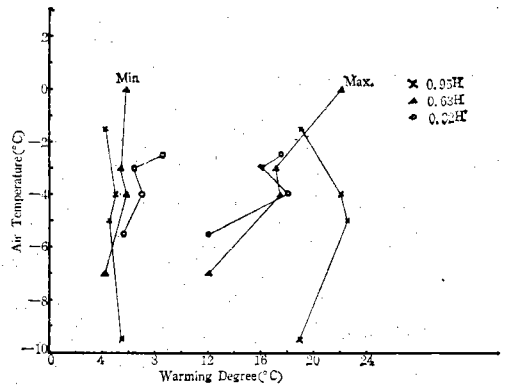
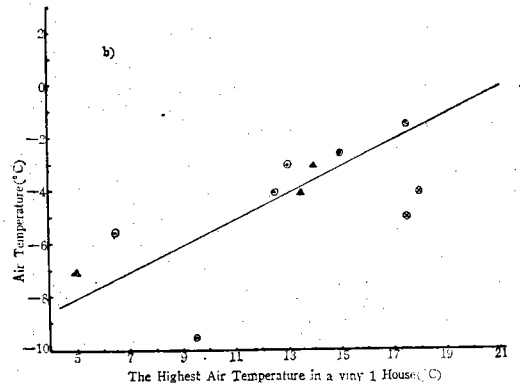


Fig. 7. Relation between Air Temperature and the Max./Min. Warming Degree in a Vinyl House with Heating System.

### IV. 結論 및 摘要

비닐하우스內에 熱風을 直接 불어넣어 室溫을 所 要溫度로 維持시키는데 있어 室內의 溫度分布가 가장 效果의으로 되도록 하기 위한 熱風放出口의 位置를 決定코자 本研究가 遂行되었다.  $30\text{m} \times 5\text{m} \times 2.0\text{m}$ 의 덴넬型 비닐하우스를 建立하여 作物을 栽培 하지 않은채 1977年 1月 下旬 實驗을 實施하였다.

난방기는 最高 約 30,000 Kcal/hr의 熱量을 낼수 있도록 輕油用으로 設計製作하여 使用하였으며 時間當 燃料 消耗量은 10l로 固定하였다. 熱風放出口의 位置는 높이가 0.32H(地上 64cm), 0.63H(地上 126cm), 0.95H(地上 190cm)의 3處理로 하고 길이



는 0.05 L(北側入口로 부터 1.5m), 0.1L(3.0m), 0.3L(9.0m), 0.5L(15.0m)의 4處理로 하여 總 12處理의 實驗을 實施하였다. 實驗結果를 分析, 要約하면 다음과 같다.

1. 난방을 하지 않은 하우스內的 溫度變化는 日中外氣溫의 溫度變化와 비슷한 樣狀을 보이나 最高, 最低 溫度의 日較差가 27°C로서 外氣溫의 日較差보다 2倍나 크고 室內溫度의 垂直的 分布가 均一하지 않은 點이 特徵이다.

2. 熱風放出口이 長이가 길면 室內에 水平方向으로 高溫部와 低溫部가 形成될 可能性이 많고 짧으면 室內溫度의 分布가 比較的 均一하게 된다. 따라서

熱風放出口의 長이는 可及的 짧은 便이 有利하다.

3. 熱風放出口의 높이가 높으면 室內의 上層部에 高溫部가 形成되고 下層部에 低溫部가 形成되어 不利하고 높이가 너무 낮으면 作物이 栽培되는 下層部의 溫度變化率이 너무 크고 또 高溫의 熱風이 直接 作物에 닿게 되어 不利하다. 따라서 熱風放出口의 높이는 作物群의 上端보다 약간 높게 設置하는 것이 有利하다.

4. 10/hr로 燃料 消耗量을 固定하였을때 室內溫度의 最低上昇度는 5°C 程度이고 外氣溫과는 相關이 없다. 그러나 室內溫度는 外氣溫과 相關關係가 커서  $\theta h = 1.13\theta a + 6.08$ 의 回歸關係가 成立한다.

## 參 考 文 獻

1. Businger, J.A.: The Glasshouse Climate, in Physics of Plant Environment, North-Holland Publ. Co., Amsterdam. pp. 295.
2. 古在豊樹, 1970; 溫室內의 日射量에 關する 研究 (I), 農業氣象, 第26卷, 第3號, pp. 7~14.
3. —, 1974; 溫室의 構造와 透過量에 關する 理論的 解析, 農業氣象, 第30卷, 第2號, pp. 33~40.
4. 北村一男, 1967; 비닐하우스의 地溫과 氣溫에 關하여, 農業氣象, 第23卷, 第2號, pp. 25~30
5. 金弘基, 1972; 農業用 비닐하우스에 關한 試驗, 農工利用 研究所 報告, pp. 219~250.
6. 川勝義夫, 1962; 溫室暖房計劃의 理論과 實察(I), 農業および園藝, 第37卷, 第11號, pp. 60~66.
7. —, —; —(II), —, 第37卷, 第12號, pp. 41~46.
8. 琴谷稔外, 1968; 送風式冷房裝置による冷房ガラス室의 氣象環境, 大阪府農林技術センタ研究報告, pp. 19~24.
9. 小森盛, 昭和46年; 에어하우스의 構造および 室內環境의 諸特性에 關하여, (第1報), 農業施設 2-1, pp. 62~68.
10. Manbeck, M.B., and Aldrich R.A., 1967; Analytical Determination of Direct Visible Solar Energy Transmitted by Rigid Plastic Greenhouses, TRANS. of the ASAE, pp. 564~572.
11. 宮本硬一, 1974; 하우스暖房의 熱的 效果를 高める ために (I), 農業および園藝, 第49卷, 第3號, pp. 45~48.
12. —, —; —(II), —, 第49卷, 第4號 pp. 76~80.
13. 森田純行, 1974; 大型비닐하우스의 微氣象と 溫度調節의 要點, 農業および園藝, 第49卷, 第12號 pp. 53~56.
14. Nisen, A. 1962; Calibration of Natural Light for Horticulture Structure, Preceedings of International Horticultural Congress, 16th (Vol. 4) pp. 283~289.
15. 萩原守外, 1972; 農業用被覆資材의 長波長透過率의 測定, 農業氣象, 第28卷, 第1號, pp. 23~27.
16. 小田原恭一, 昭和47年; 비닐하우스에 對する 環境制御設備의 現狀と 問題點, 農業施設, 2-2, pp. 55; 58.
17. 杉小倉, 1968; タクー溫室의 特性에 關하여, 生物環境調節, 5(2), pp. 8~13.
18. Takakura, T., 1967; Predicting Air Temperatures in the Glasshouses (I), J. of Meteorol. Soc. Japan, Series II, 45(I), pp. 40~52.
19. 高橋英紀, 1972; 農耕地에 對する 熱的 現象의 模型 實驗, 農業氣象, 第28卷, 第1號 pp. 19~22.
20. 高倉直外, 1968; 溫室의 熱收支, 農業氣象, 第24卷, 第3號, pp. 7~10.
21. Ukoogura, 1972; Design Value of Effective Radiation for a Vinyl House Heating, 農業氣象, 第28卷, 第1號, pp. 3~9.
22. 山本雄二郎, 1970; 하우스의 放熱係數에 關하여, 農業および園藝, 第26卷, 第3號, pp. 1~6.
23. —, 1972; 無暖房하우스에 對する 夜間氣溫의 觀測例, 農業氣象, 第28卷, 第2號, pp. 43~45.
24. —, 1973; 暖房하우스에 對する 地中傳熱觀測例, 農業氣象, 第28卷, 第3號, pp. 25~32.
25. 矢吹萬壽外, 昭和46; 直火暖房式による비닐하우스暖房의 熱的 特性, 農業施設, Vol. 1, No. 1~2, pp. 54~66.