

ビニールハウス内の気温の測定法について

| | |
|-------|-------------------|
| 誌名 | 農業気象 |
| ISSN | 00218588 |
| 著者 | 1北村, 一男 大内, 良実 |
| 巻/号 | 27巻2号 |
| 掲載ページ | p. 37-44 |
| 発行年月 | 1971年11月 |

ビニールハウス内の気温の測定法について

— 昼間の場合 —

北村 一男・大内 良実

(埼玉県園芸試験場)

Influence of Radiation Shelters on Temperature Measurements by
Thermometers in a Vinyl House

KAZUO KITAMURA and Yosimi OUCHI

(Saitama-Ken Horticultural Experimental Station, Kuki, Saitama Prefec.)

1. はしがき

最近ビニールハウスによるソ業栽培が増加している。ハウス栽培の目的の第1は温度制御であるので、必ず気温の測定はなされている。その場合、気象の専門家は通風温度計を使用し、園芸関係の試験研究機関は簡易な放射除つき温度計を用い、農家は裸の棒状アルコール温度計を使うのが普通である。同じ気温を観測しても差があり、試験研究結果を利用する場合それを考えに入れる必要がある。しかし、放射除の必要を説き、その形状を書いたものはあるが、実際にその差を測定し解析したものは少ない。そこで、ハウス内で普通に考えられるいくつかの方法で気温を観測して比較した。

2. 観測結果

観測月日：昭和45年12月17日、18日

観測地点：埼玉県園芸試験場

使用温度計：棒状アルコール温度計、棒状水銀温度計、銅・コンスタンタン熱電対（銅線の径は0.5mm）、アスマン通風乾湿計、シックス型最高最低温度計

使用放射除：第1図に示すような、竹の放射除、アルミ円筒、アルミ箔のカップ

日射計：エプリー日射計、管型日射計

記録計：デジタル多点 mV 記録計（記録間隔 1.5 秒）

観測ハウス：単棟パイプハウス、南北棟、横断面はほ

昭和46年4月2日 全国大会において発表

昭和46年7月15日 受理

ぼ半円形、間口 5.3m、奥行 50m、棟の高さ 2.3m

ハウス内の状況：株冷蔵ダナーイチゴが定植してある（定植日12月15日）。1日中トンネルにはエアマットが掛けてある。無換気。ベッドは2列。イチゴは5条植。ベッドには黒マルチをしてある。通路にはマルチがしてない。トンネルの幅 1.7m、高さ 0.4m。

観測日の天候：12月17日はうす曇（うす日がさす）。12月18日は快晴（雲量0）

観測位置：ハウス中央通路上地上 0.5m、1.5m、1.8m。その他、ハウス内面でハウスの東側地上 0.5m、1.5m。ハウスの西側地上 0.5m、1.5m。中央通路の地表。東西のトンネル頂上のマット表面。

温度計および放射除の比較はハウス中央地上 1.5m でした。

裸の温度計示度・放射除内温度計示度・外気温（百葉箱内）・日射量の観測結果は第1表のごとくである。

アスマン通風温度計の示度を基準にする。

放射除なしの場合、棒状温度計についてはアルコールも水銀もそう差がない。日射の弱い12月17日については1°C位高いたけだが、日射の強い18日12時27分には4°C前後も高い。同じ18日でも14時5分では差は2°C以下である。

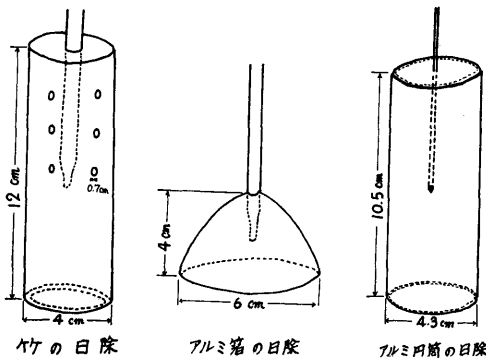
シックス型最高最低温度計は18日12時27分には7.4°Cも高い示度である。

熱電対については日射の弱い17日には差は1°C以下である。日射の強い18日は大体3~4°Cの差があるが、棒状温度計に比較して時刻による差の変動が少ない。

竹の放射除内、アルミ箔カップ内の示度は放射除なし

第1表 裸の温度計の示度・各種放射除内気温・外気温(百葉箱内)・日射量の観測値

| 項目 | 時刻 | 12月17日 | 12月18日 | 12月18日 | 12月18日 |
|-----------------------|--------------|---------------------------|------------|------------|----------|
| | | 11時32分~34分 | 10時40分~42分 | 12時27分~29分 | 14時5分~7分 |
| 放射除なし | 棒状アルコール温度計 | 13.5°C | 20.4 | 28.2 | 23.2 |
| | 棒状水銀温度計 | 13.4 | 20.7 | 27.5 | 24.1 |
| | シックス型最高最低温度計 | 14.5 | 22.1 | 31.3 | 24.2 |
| | 熱電対 | 13.2 | 21.2 | 27.7 | 25.3 |
| 竹の放射除内(棒状アルコール温度計) | | 14.6 | 22.2 | 29.9 | 24.1 |
| アルミ円筒内(垂直に吊す熱電対) | | 13.5 | 18.7 | 25.3 | 24.0 |
| アルミ箱のカップ内(棒状アルコール温度計) | | 14.4 | 21.8 | 29.4 | 23.8 |
| アスマン通風温度計(通風前) | | — | — | 30.6 | 25.8 |
| アスマン通風温度計(通風中) | | 12.5 | 17.8 | 23.9 | 22.1 |
| 外気温(百葉箱内) | | 4.5 | 8.0 | 13.0 | 16.2 |
| 日射量(ハウス内) | | 0.28cal/cm ² 分 | 0.58 | 0.79 | 0.42 |
| 天候 | | うす曇 | 快晴 | 快晴 | 快晴 |



第1図 使用した放射除の略図

の場合より高い。アスマン通風温度計についても、通風前は放射除なしの棒状温度計よりも高い示度である。

アルミ円筒内の示度も、通風中のアスマン温度計の示度より高かったが、その差は2°C以下で観測したなかでは一番差が小さかった。

なお、昭和45年2月2日の観測では温度計の示度は

放射除なし<竹の放射除<アルミ円筒放射除

であり、昭和45年2月8日の観測では

放射除なし<竹の放射除<アルミ箱放射除

であった。(2)

この場合は放射除なしが一番示度が低く、竹の放射除がこれにつき、今回と順序が少し違う。

3. 解 析

イ. 放射除をつけない棒状温度計・熱電対の場合

次のように記号を設定した。

T_i °C: ハウス内気温

$T_{th}(t)$ °C: t 時における温度計・熱電対の温度

T_h °C: ハウスの温度

T_a °C (通路の地表温度) エアマットの温度

I Kcal/m²·hr: 全短波放射量

C_{th} Kcal/°C: 温度計・熱電対の感温部熱容量

S_{th} m²: 温度計・熱電対の表面積

r m: 温度計・熱電対の半径

α_{th} : 温度計・熱電対の短波放射に対する吸収能

ϵ_{th} : 温度計・熱電対の長波放射に対する吸収能

h Kcal/m²·hr·°C: 温度計・熱電対の対流による熱伝達率

σ Kcal/m²·hr·°K⁴: ステファン・ボルツマン定数

t hr: 時間

Δt 時間の温度計(熱電対)の熱収支を考える。

入る熱量

短波放射によるもの $\alpha_{th}IS\Delta t$

長波放射によるものは水平から上の外部温度を T_h ,

水平から下の外部温度を T_a として

$$\frac{1}{2} \epsilon_{th} S_{th} \sigma ((T_h + 273.1)^4 + (T_a + 273.1)^4) \Delta t$$

出る熱量

長波放射によるもの $\epsilon_{th} S_{th} \sigma (T_{th} + 273.1)^4 \Delta t$

周囲空気との対流熱交換によるもの $S_{th}(T_{th} - T_i)$

$h\Delta t$

溜る熱量

$$C_{th}(T_{th}(t + \Delta t) - T_{th}(t))$$

したがって

$$C_{th}(T_{th}(t+\Delta t) - T_{th}(t)) = \alpha_{th} I S_{th} \Delta t + \frac{1}{2} \varepsilon_{th} S_{th} \sigma ((T_h + 273.1)^4 + (T_a + 273.1)^4) \Delta t - \varepsilon_{th} S_h \sigma (T_{th} + 273.1)^4 \Delta t - S_{th} (T_{th} - T_i) h \Delta t$$

ただし熱伝導による熱の移動は無視した。(感温部に続く温度計(熱電対)の温度差が小さいから)

上式の両辺を Δt で割り、 $\Delta t \rightarrow 0$ とすると

$$C_{th} \frac{dT_{th}}{dt} = \alpha_{th} I S_{th} + \frac{1}{2} \varepsilon_{th} S_{th} \sigma ((T_h + 273.1)^4 + (T_a + 273.1)^4) - \varepsilon_{th} S_{th} \sigma (T_{th} + 273.1)^4 - S_{th} (T_{th} - T_i) h \quad (1)$$

対流中におかれた温度計(熱電対)の表面近くの気流を層流として

$$h \doteq 1.0 \left(\frac{T_{th} - T_i}{2r} \right)^{0.25} \quad \text{とする (2)}.$$

そうすると(1)式は

$$C_{th} \frac{dT_{th}}{dt} = \alpha_{th} I S_{th} + \frac{1}{2} \varepsilon_{th} S_{th} \sigma ((T_h + 273.1)^4 + (T_a + 273.1)^4) - \varepsilon_{th} S_{th} \sigma (T_{th} + 273.1)^4 - S_{th} (T_{th} - T_i)^{1.25} \left(\frac{1}{2r} \right)^{0.25} \quad (2)$$

(2)式を変形して

$$\alpha_{th} I S_{th} = C_{th} \frac{dT_{th}}{dt} - \frac{1}{2} \varepsilon_{th} S_{th} \sigma ((T_h + 273.1)^4 + (T_a + 273.1)^4) + \varepsilon_{th} S_{th} \sigma (T_{th} + 273.1)^4 + S_{th} (T_{th} - T_i)^{1.25} \left(\frac{1}{2r} \right)^{0.25} \quad (3)$$

$$\alpha_{th} = \frac{1}{I S_{th}} \left(C_{th} \frac{dT_{th}}{dt} - \frac{1}{2} \varepsilon_{th} S_{th} \sigma ((T_h + 273.1)^4 + (T_a + 273.1)^4) + \varepsilon_{th} S_{th} \sigma (T_{th} + 273.1)^4 + S_{th} (T_{th} - T_i)^{1.25} \left(\frac{1}{2r} \right)^{0.25} \right) \quad (4)$$

$$T_{th} - T_i = (2r)^{0.2} \left(\alpha_{th} I + \varepsilon_{th} \sigma \left(\frac{(T_h + 273.1)^4 + (T_a + 273.1)^4}{2} - (T_{th} + 273.1)^4 \right) - \frac{C_{th}}{S_{th}} \frac{dT_{th}}{dt} \right)^{0.8} \quad (5)$$

(3)式により、 $\frac{dT_{th}}{dt}$ 、 T_h 、 T_a 、 T_{th} 、 T_i がわかつたとき $\alpha_{th} I S_{th}$ を求められる。

(4)式により、 $\frac{dT_{th}}{dt}$ 、 T_h 、 T_a 、 T_{th} 、 T_i 、 I がわか

つたとき α_{th} を求めることができる。

(5)式により、 $\alpha_{th} I$ 、 T_h 、 T_a 、 T_{th} 、 $\frac{dT_{th}}{dt}$ がわかつたとき $T_{th} - T_i$ が求められる。

ロ。アルミ円筒を垂直に吊した場合の円筒内気温次のように記号の設定を追加する。

$T_c(t)$ °C: t 時における円筒の温度

T_{ci} °C: 円筒内の温度

α_s : アルミ円筒側面の短波吸収能

α_h : アルミ円筒上下面の短波吸収能

ε_c : アルミ円筒の長波放射に対する吸収能

v m/hr: ハウス内中央の上昇気流の速度

S_s m²: 円筒側面の面積

S_h m²: 円筒の上下面の面積

R m: 円筒の半径

D m: アルミ板の厚さ

k Kcal/m·kr·°C: アルミ板の熱伝導率

I_u Kcal/m²·hr: 上方からの全短波放射量

I_d Kcal/m²·hr: 下方からの全短波放射量

W Kcal/m³: 空気の熱容量

円筒に対する Δt 時間の熱収支を考える。入る熱量

側面に短波で $\alpha_s (I_u + I_d) S_s \Delta t$

上下面に短波で $\alpha_h (I_u + I_d) S_h \Delta t$

長波で $\frac{1}{2} \varepsilon_c (S_s + 2S_h) \sigma ((T_h + 273.1)^4 + (T_a + 273.1)^4) \Delta t$

出る熱量

長波で $\varepsilon_c (S_s + 2S_h) \sigma (T_c + 273.1)^4 \Delta t$

換気により $S_h \cdot v \cdot W (T_{ci} - T_i) \Delta t$

熱伝達により $S_s (T_c - T_i)^{1.25} \left(\frac{1}{2R} \right)^{0.25} \Delta t$

溜る熱量

$C_c (T_c(t+\Delta t) - T_c(t))$

したがって

$$C_c (T_c(t+\Delta t) - T_c(t)) = \alpha_s (I_u + I_d) S_s \Delta t + \alpha_h (I_u + I_d) S_h \Delta t + \frac{1}{2} \varepsilon_c (S_s + 2S_h) \sigma ((T_h + 273.1)^4 + (T_a + 273.1)^4) \Delta t - \varepsilon_c (S_s + 2S_h) \sigma (T_c + 273.1)^4 \Delta t - S_h v W (T_{ci} - T_i) \Delta t - S_s (T_c - T_i)^{1.25} \left(\frac{1}{2R} \right)^{0.25} \Delta t$$

両辺を Δt で割って $\Delta t \rightarrow 0$ とすると

$$C_c \frac{dT_c}{dt} = (I_u + I_d) (\alpha_s S_s + \alpha_h S_h) + \frac{1}{2} \varepsilon_c (S_s + 2S_h) \sigma ((T_h + 273.1)^4 + (T_a + 273.1)^4) - \varepsilon_c (S_s + 2S_h) \sigma (T_c + 273.1)^4 - S_h v W (T_{ci} - T_i) - S_s (T_c - T_i)^{1.25} \left(\frac{1}{2R} \right)^{0.25} \quad (6)$$

(6)式を変形して

$$(I_u + I_d) (\alpha_s S_s + \alpha_h S_h) = C_c \frac{dT_c}{dt} - \frac{1}{2} \varepsilon_c (S_s$$

$$\begin{aligned}
 &+2S_h)\sigma((T_h+273.1)^4+(T_a+273.1)^4) \\
 &+\epsilon_c(S_s+2S_h)\sigma(T_c+273.1)^4+S_hvW(T_{ci}-T_i) \\
 &+S_s(T_c-T_i)^{1.25}\left(\frac{1}{2R}\right)^{0.25} \quad (7)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \frac{\alpha_s S_s + \alpha_h S_h}{S_s + S_h} &= \frac{1}{(I_u + I_d)(S_s + S_h)} \left(C_c \frac{dT_c}{dt} \right. \\
 &- \frac{1}{2} \epsilon_c (S_s + 2S_h) \sigma ((T_h + 273.1)^4 + (T_a + 273.1)^4) \\
 &+ \epsilon_c (S_s + 2S_h) \sigma (T_c + 273.1)^4 + S_h v W (T_{ci} - T_i) \\
 &\left. + S_s (T_c - T_i)^{1.25} \left(\frac{1}{2R} \right)^{0.25} \right) \quad (8)
 \end{aligned}$$

(7) 式により $\frac{dT_c}{dt}$, T_h , T_a , T_c , T_i がわかつたとき $(I_u + I_d)(\alpha_s S_s + \alpha_h S_h)$ が求められる。

(8) 式により $\frac{dT_c}{dt}$, T_h , T_a , T_c , T_i , $I_u + I_d$ がわかつたとき $\frac{\alpha_s S_s + \alpha_h S_h}{S_s + S_h}$ が求められる。

また円筒内部に対する単位時間当りの熱収支を考える。

入る熱量

$$\text{熱伝導によるもの } \frac{(T_c - T_{ci}) S_{sk}}{D}$$

上下面に短波放射で $\alpha_h S_h (I_u + I_d)$

出る熱量

$$\text{換気により } S_h \cdot v \cdot W (T_{ci} - T_i)$$

円筒内部に溜る熱量を無視すると

$$S_h v W (T_{ci} - T_i) = \alpha_h S_h (I_u + I_d) + \frac{(T_c - T_{ci}) S_{sk}}{D}$$

これから

$$T_c = T_{ci} + \frac{S_h v W D (T_{ci} - T_i)}{S_{sk}} - \frac{\alpha_h S_h D (I_u + I_d)}{S_{sk}}$$

$$T_c - T_i = (T_{ci} - T_i) \left(1 + \frac{S_h v W D}{S_{sk}} \right)$$

$$- \frac{\alpha_h S_h D (I_u + I_d)}{S_{sk}} \quad (9)$$

(9) 式から

$$T_{ci} - T_i = (T_c - T_i) \frac{S_{sk}}{S_{sk} + S_h v W D}$$

$$+ \frac{\alpha_h S_h D (I_u + I_d)}{S_{sk} + S_h v W D} \quad (10)$$

(6) 式と (10) 式を連立させ、 $I_u + I_d$, $\frac{dT_c}{dt}$,

$\frac{T_h + T_a}{2}$, T_c を与えて、逐次近似で $T_c - T_i$ を求める。

それを (10) 式に代入すると $T_{ci} - T_i$ がえられる。

4. 計算および考察

(3) 式および (4) 式により、棒状温度計と熱電対の熱収支各項の値と短波吸収能を計算した結果が第2表である。

この場合 ϵ の値は 0.95~1.00 と考えられるが、0.05 の差はその割合だけ長波から短波に移動することになり、その差は小さいので、 $\epsilon=1.0$ として計算した。

熱収支各項については短波の項と熱伝達の項が大きい。棒状温度計では長波の項と溜る熱の項が大きいこともある。(18日14時10分)

第2表 放射除のない場合の棒状温度計と熱電対の感温部の熱収支各項の値 ($\times 10^{-4}$ K cal/hr) と短波吸収能

| 時刻 | 項目 温度計 | 短波 | 長波 | 熱伝達 | 溜る熱 | 短波吸収能 |
|-----------|-----------|------|-------|-------|-------|----------|
| | | | | | | a_{th} |
| 17日11時32分 | ア | 10.3 | + 2.1 | -10.4 | - 2.2 | 0.03 |
| | 水 | 6.8 | + 2.1 | -10.4 | - 5.7 | 0.02 |
| | 熱 | 0.7 | - 0.1 | - 1.0 | - 0.2 | 0.02 |
| 18日10時40分 | ア | 51.6 | - 7.0 | -37.5 | 21.1 | 0.06 |
| | 水 | 36.2 | - 7.0 | -37.5 | 5.7 | 0.04 |
| | 熱 | 8.1 | 0 | - 7.2 | 0.9 | 0.09 |
| 18日12時27分 | ア | 66.1 | - 3.0 | -64.2 | 4.9 | 0.06 |
| | 水 | 37.7 | -13.9 | -51.6 | 0 | 0.04 |
| | 熱 | 7.1 | - 1.0 | - 8.0 | 0.1 | 0.07 |
| 18日14時10分 | ア | 42.4 | -38.5 | -40.0 | 40.5 | 0.06 |
| | 水 | 34.2 | -41.3 | -32.7 | 42.8 | 0.05 |
| | 熱 | 9.7 | - 1.1 | - 9.9 | 0.9 | 0.15 |

ア：アルコール温度計， 水：水銀温度計， 熱：熱電対

熱電対では長波の項と溜る熱の項はすべて小さい。
棒状温度計で溜る熱の項が大きいことがあるのは、その感温部の熱容量が大きいため、したがって棒状温度計の解析をするときは過渡現象として取扱うべきである。

短波吸収能 α_{th} は小さいが、これは感温部全表面積に一樣に光が当たるとしての計算のため、直射光に直角な面に対してはもつと大きい。

(7) 式および(8) 式によりアルミ円筒の熱収支各項の値と短波吸収能を計算した結果が第3表である。

この場合放射除であるのに短波の項が一番大きい。これは側面の短波吸収能は反射のため、ほとんど0としても、上下面は穴になつているのでその吸収能が0.8~0.9になる為である。したがって全表面積に対する吸収能も、放射除のない温度計に大体等しいか、むしろそれより少し大きい位である。

つぎに換気による項が大きい。ハウス内では上昇気流があるためである。これは放射除のない温度計の場合には無い項目である。

熱伝達による項は換気の項より少し小さい。

長波による項は小さい。

溜る熱量は無視できる位小さい。

(5) 式により放射除なしの棒状温度計の温度とハウス内気温の差を計算したのが第4表である。

棒状温度計ではアルコールのも水銀のも計算値は殆んど同じであつた。短波吸収量 $50 \text{ Kcal/m}^2 \cdot \text{hr}$ は吸収量が多い場合、 $30 \text{ Kcal/m}^2 \cdot \text{hr}$ は中位の場合、 $10 \text{ Kcal/m}^2 \cdot \text{hr}$ は少ない場合である。

周囲物体との長波熱交換の影響が大きく、周囲温度の違いにより大きな温度差が計算され、場合によつては負の値になる。(普通の状態では、周囲温度はハウス内温度とハウス外温度の中間で、温度計の温度とハウス内気温の差が小さいと考えられる。)

短波吸収量の影響も大きい。 $\frac{dT_{th}}{dt}$ の影響も無視できない。(午前と午後で平均 2°C 近くも差が生ずる。)

同様に(5) 式により、放射除のない熱電対の温度とハウス内気温の差を計算した結果が第5表である。

熱電対の場合も棒状温度と同様な傾向を示し、周囲温度と短波吸収量の影響を受けるが、ハウス内気温との差は小さい。特に $\frac{dT_{th}}{dt}$ の影響は無視できる位小さい(午前と午後で殆んど差がない。)これは(5) 式の右辺のはじめに $(2r)^{0.2}$ が乗せられていて、熱電対ではこれが小さいことが主な原因である。

第3表 アルミ円筒の熱収支各項の値 ($\times 10^{-2} \text{ K cal/hr}$) および短波吸収能

| 時刻 | 目 項 | 短 波 | 長 波 | 熱 伝 達 | 換 気 | 溜る熱量 | 短波吸収能 |
|-----------|-----|-------|--------|--------|--------|------|-------|
| 17日11時32分 | | 22.25 | +2.44 | -3.73 | -15.54 | 0.54 | 0.08 |
| 18日10時40分 | | 41.09 | +5.62 | -18.69 | -16.64 | 0.14 | 0.04 |
| 18日12時27分 | | 23.99 | -11.87 | -13.53 | -22.29 | 0.04 | 0.15 |
| 18日14時10分 | | 76.01 | -1.58 | -24.11 | -51.81 | 1.67 | 0.08 |

第4表 放射除のない棒状温度計の示度とハウス内気温の差の計算値

| 周囲温度 | 温度計の示度 全短波量 $\text{K cal/m}^2 \cdot \text{hr}$ | 午前 ($\frac{dT_{th}}{dt} = 5$) | | | 午後 ($\frac{dT_{th}}{dt} = -5$) | | |
|-------------------|--|---------------------------------|-------|-------|----------------------------------|-------|------|
| | | 10°C | 20 | 30 | 10°C | 20 | 30 |
| 5°C | 500 | +6.9 $^\circ\text{C}$ | -6.2 | — | +8.2 $^\circ\text{C}$ | -4.8 | — |
| | 300 | +1.8 | -10.4 | — | +3.6 | -9.3 | — |
| | 100 | -4.6 | -14.3 | — | -3.0 | -13.1 | — |
| 10 | 500 | +11.4 | 0.0 | — | +12.6 | +2.3 | — |
| | 300 | +7.5 | -5.8 | — | +8.7 | -4.2 | — |
| | 100 | +2.4 | -10.1 | — | +4.2 | -8.7 | — |
| 20 | 500 | + | +11.4 | -1.9 | + | +12.6 | +0.7 |
| | 300 | + | +7.5 | -6.9 | + | +8.7 | -5.4 |
| | 100 | + | +2.4 | -11.1 | + | +4.2 | -9.3 |

第5表 放射除のない熱電対の示度とハウス内気温の差の計算値

| 周囲 温度 | 熱電対の示度 | | 午前 ($\frac{dT_{th}}{dt} = -5$) | | | 午後 ($\frac{dT_{th}}{dt} = -5$) | | | |
|----------|----------|--------------------------|----------------------------------|------|------|----------------------------------|------|------|------|
| | 全短 波量 | K cal/m ² ·hr | 10°C | 20 | 30 | 10°C | 20 | 30 | |
| | | | | | | | | | |
| 5°C | 500 | 300 | +3.2°C | -2.5 | — | +3.7°C | -2.3 | — | |
| | | | 100 | +0.8 | -4.4 | — | +1.5 | -4.2 | — |
| | | | 100 | -2.3 | -6.5 | — | -1.7 | -6.3 | — |
| 10 | 500 | 300 | +5.7 | +0.4 | — | +5.8 | +0.8 | — | |
| | | | 100 | +3.7 | -2.5 | — | +3.9 | -2.3 | — |
| | | | 100 | +1.5 | -4.6 | — | +1.7 | -4.4 | — |
| 20 | 500 | 300 | + | +5.7 | -0.6 | + | +5.8 | -0.3 | |
| | | | 100 | + | +3.7 | -3.1 | + | +3.9 | -2.9 |
| | | | 100 | + | +1.5 | -5.1 | + | +1.7 | -4.9 |

第6表 アルミ円筒内温度とハウス内気温の差の計算値

| 周囲 温度 | アルミ円筒内 温度 | 全短 波量 | 10°C | 20 | 30 | |
|----------|--------------|----------|--------------------------|------|------|------|
| | | | K cal/m ² ·hr | | | |
| 5°C | 500 | 300 | +1.6°C | -2.2 | — | |
| | | | 100 | +0.2 | -3.2 | — |
| | | | 100 | -1.2 | -4.8 | — |
| 10 | 500 | 300 | +3.3 | -0.7 | — | |
| | | | 100 | +2.0 | -1.8 | — |
| | | | 100 | +0.9 | -3.1 | — |
| 20 | 500 | 300 | + | +3.3 | -0.9 | |
| | | | 100 | + | +2.0 | -2.2 |
| | | | 100 | + | +0.9 | -3.4 |

第7表 アルミ円筒内温度とアルミ円筒外壁の温度の差の計算値

| 周囲 温度 | アルミ円筒内 温度 | 全短 波量 | 10°C | 20 | 30 | |
|----------|--------------|----------|--------------------------|------|------|------|
| | | | K cal/m ² ·hr | | | |
| 5°C | 500 | 300 | -0.3°C | -0.7 | — | |
| | | | 100 | -0.3 | -0.6 | — |
| | | | 100 | -0.2 | -0.6 | — |
| 10 | 500 | 300 | -0.1 | -0.5 | — | |
| | | | 100 | -0.1 | -0.5 | — |
| | | | 100 | -0.1 | -0.5 | — |
| 20 | 500 | 300 | — | -0.1 | -0.5 | |
| | | | 100 | — | -0.1 | -0.5 |
| | | | 100 | — | -0.1 | -0.5 |

放射除なしの温度計でハウス内気温を測定するとき、感温部の径を小さくすることが、ハウス内気温の真に近い値を得る良い方法である。

(6)式と(10)式を連立させ、逐次近似により、アルミ円筒内温度とハウス内温度の差を計算したのが第6表である。

放射除のない温度計の場合と同じ傾向を示している。差は更に小さくなっている。

また、第6表の結果と(10)式からアルミ円筒内の温度とアルミ円筒の外壁の温度の差を計算すると第7表のようになる。

すべての場合、アルミ円筒内の方が外壁より1°C以下であるが温度が高いことがわかる。

これは円筒上下面から短波光が入ることによる。

第8表 アルミ円筒内棒状温度計の示度とアルミ円筒内気温の差の計算値

| アルミ円筒内 温度 | 10°C | 20 | 30 |
|-----------------------------|-------|-----|-----|
| 20 K cal/m ² ·hr | 2.2°C | 2.1 | 2.0 |
| 10 | 1.2 | 1.1 | 1.1 |
| 5 | 0.7 | 0.6 | 0.6 |
| 40 | 4.1 | 3.9 | 3.8 |

したがってアルミ円筒内に温度計を入れて温度を測定すると短波放射の影響を受ける。

棒状温度計を使ってアルミ円筒内気温を測った時の示度とアルミ円筒内気温の差は(5)式を使って計算すると第8表のようになる(Newton Raphson法で逐次近似

した)。

この場合は温度計の示度の方が常に高い。短波量が多いと無視できない値になる。周囲温度には無関係である。

昭和45年2月2日の測定るとき、放射除なし<アルミ円筒の放射除であつたのは、棒状温度計を使用し、外が北風で周囲温度が低く放射除なしの温度計が割合低い値を示し、それに対してアルミ円筒内の温度計は円筒内温度より高い示度であつたためと思われる。

熱電対を使つてアルミ円筒内気温を測定したときの示度とアルミ円筒内気温の差を(5)式を使つて計算すると第9表のようになる。

熱電対の方が常に高温になるが、その差は小さい。

第9表 アルミ円筒内熱電対の示度とアルミ円筒内気温の差の計算値

| アルミ円筒内温度 吸収短波量 | 10°C | 20 | 30 |
|-----------------------------|-------|-----|-----|
| 20 K cal/m ² ·hr | 1.1°C | 1.1 | 1.2 |
| 10 | 0.7 | 0.6 | 0.6 |
| 5 | 0.3 | 0.4 | 0.4 |
| 40 | 1.6 | 1.8 | 2.0 |

昭和45年12月17日・18日のアルミ円筒内気温の測定は熱電対でした。このために、アルミ円筒内温度<放射除なし棒状温度計になつたと考えられる。

ハウス内気温はハウス外気温よりかなり高いのが普通である。すなわち、周囲温度が温度計温度よりある程度低く、放射除なしでも割合正確な値を示していると思われる。

アルミ円筒内気温はハウス内気温に近い。しかしアルミ円筒内温度計の示度は常に円筒内気温より高い。正の偏差が生ずる。

5. 要 約

昭和45年12月17日・18日に埼玉園試内のパイプハウス

で各種の放射除を使用してハウス内気温を観測し、その結果を用いて、放射除の熱収支解析を行なつた。

1) 観測した示度の大きさの順は

アスマン通風温度計<アルミ円筒内熱電対<放射除なし温度計<竹の放射除≒アルミ筒カップであつた。

2) 放射除のない場合の熱収支各項の値については、短波放射の項と熱伝達の項が大きい。

棒状温度計では長波放射の項と溜る熱の項が大きいこともある。

熱電対では長波と溜る熱の項は常に小さい。

3) アルミ円筒の熱収支各項の値については、短波放射の項が最も大きく、換気による項が続いている。熱伝達による項は換気による項よりすこし小さい。長波放射による項は小さい。溜る熱の項は無視できる位小さい。

4) 放射除のない温度計の温度およびアルミ円筒内気温を計算した結果、ハウス内気温に一番近いのはアルミ円筒内気温で、放射除なしの熱電対がこれにつぎ、放射除なしの棒状温度計が最も変動が大きい。

5) アルミ円筒内温度計の温度はアルミ円筒内気温より常に高い。そのため、周囲温度が低い時にはアルミ円筒内の温度計の示度の方が放射除のない温度計の示度より高くなる。

引用文献

- 1) 北村一男 (1970): 棒状温度計によるプラスチックハウス内気温の測定 (放射除をつけない場合). 昭和45年度農業気象学会講演要旨, 35頁.
- 2) 北村一男 (1970). ハウス内の昼間気温測定に対する放射除の影響. 昭和45年度園芸学会春季大会研究発表要旨, 194頁.
- 3) WARREN, H. G. (横堀・久我訳), (1957). 基礎伝熱工学, 191頁, 丸善, 東京.

Summary

Three types of the radiation shelter as shown in Fig. 1 were tested to make clear its influence upon the air temperature measurements in a vinyl house for vegetative crops. The readings of each thermometers with and without the radiation shelter were compared with that of Assman aspirated psychrometer. It was found that the readings of each thermometer were always higher than that of Assman psychrometer. The thermometers in the radiation shelters of bamboo cylinder and aluminum cup gave air temperature higher than those obtained by other thermometers. The air temperature in the radiation shelter of aluminum cylinder was nearly equal to that in the vinyl house. However, temperature of thermometer within the aluminum radiation shelter was always higher than the air temperature in the shelter.

Heat balance analysis was made in order to search the main cause for such a difference in temperature

reading between thermometers. It was found that short-wave radiation reaching the thermometer and the radiation shelter played an important role in heat balance. The contribution of heat exchange due to both the convection and the long-wave radiation was little in comparing with those from short-wave radiation and ventilation.

新刊紹介

三寺光雄著「環境大気と生態」生態学への招待 1

共立出版 p. 163 ¥500

この著書は“生態学への招待” 1. 環境大気と生態, 2. 森の生態, 3. 草原の生態, 4. 土と生態, 5. 川と湖の生態, 6. 海の生態, 全6冊のシリーズの中の一巻で, 生態学の恩恵によつて, われわれの周囲の生物的自然の構造とか機能, さらにこれらの動態を極く平易に解説したものであり, 生物環境問題が中心であつて, 気象学の単なる解説書とは異なっている。

著者は環境生態学の専門家で, 生態学の観点から環境の一部としての大気をとらえ, 環境大気の役割やその実態を述べている。

内容は, I. 自然のシステム, II. 大気をとらえる, III. 環境の破壊, IV. 人間と自然, V. 日本の風土, に分けられており, 特にIIIの問題について詳しく述べられている。今日の重大な問題である環境破壊(公害)の意味を天災としての自然災害と生態学的災害の両面からとらえて, 生態系という観点に従つて, 災害の再検討に話を進展させている。すなわち環境大気を生態学の領域から追究しているものであり, 農業気象研究者にとつても環境大気を把握する上に非常に参考になると思われる。

(農技研気象科 真木太一)

木村耕三著「災害は進化する」あすの危険の総点検

講談社 p. 254 ¥320

著者は地震学者である上に農業気象学者でもあり, 旭川地方気象台におられた頃より冷害に関心を持たれ, 「冷害と気象」等の著書もある。本書では地震と冷害の関連性について詳しく述べられている。

内容は, I. 自然災害の本質, II. 水と社会, III. 気候変動と社会, IV. 震災の進化, V. 災害の予防, に分けられている。

著者の文章を引用して述べると「農村では米の生産過剰による減反問題が, 大都市では関東地震のような地震の発生による災害が話題となつている」, この2つの問題に対して異論を投げかけている。北日本の冷害と関東地震の問題を取り上げて「一見, 冷害と震災とはまったく関連がないものようである。しかし, 米の収量増と都市の発展と, 営農の近代化と都市機能の近代化とを対比してみれば, 農村と都市という環境の相違だけで, どちらも近代文明の裏側ではぐくまれている危険さである」と著者は述べているもので, 米作の減反問題に関連して冷害という気象災害を考える意味で, 農業気象研究者にとつて是非一読する必要があると思われる。

(農技研気象科 真木太一)