

# 熱風加温機の利用に関する研究 (第1報)

## 熱風加温機とハウス内温度

松浦正視・福川進

(農学部農場)

## Studies on the utilization of the green house hot air furnace. Part. I

### Study on the green house hot air furnace and the temperature.

M. MATSUURA and S. FUKUGAWA

(University Form, Faculty of Agriculture)

### 緒言

近年ビニールハウスの暖房機として、温水式とともに、ニューフェイスの熱風式が登場し、各地で話題になっている。

この熱風暖房機<sup>1)</sup>は、熱効率が良好で、施設費が安く、簡単に移動も可能であるため、急激に普及しはじめているが、その反面欠点もいくつか指摘されている。即ち熱交換によって暖められた空気を室内に放出して循環させるため、ややもするとハウス内温度が不均一になり易い。そこでこれを良好にするためには、どのようにしたらよいかということが、今後に残された問題であると思う。

筆者等はこれらの実態を調査し、あわせて問題解決の端緒を見いだすために、1966年12月より1967年3月にわたって、基礎的な実験を行ったので、ここにその一部を報告する。

なお本実験は、文部省科学研究費の補助によるものである。

### 材料および方法

ニューポット式熱風暖房機を、ビニールハウス内の一端に搬入固定し、風温は燃油量を加減して一定の温度を保持するように調節し、又風量はトランスによって電圧を加減し、送風機の回転をかえて一定の風量の確保に努めた。

熱風吹出し口の位置は、地上0.5 mのものを低位置とし、高位置の場合はそれよりトタンのダクトによって、地上1.6 mの高さまで誘導して、そのままビニールハウス内に吹出させた。温度の測定にあたっては、12点式電子記録計を用い、その測点は第1図のとおりで、30分毎に温度変化を記録した。測定位置の表示を明確にするため、便宜的に地上0.2 mの高さのところを下部、1 mの高さのところを中部、1.7 mの高さのところを上部とし、又暖房機周辺を前部、それより遠方である反対側を後部、中ほどを中央部と呼ぶことにした。又風温ならびに風速の測定<sup>2)</sup>はアネモマスターを用いて、ファンより1 m先のダクト内で行った。なおビニールハウスの大きさは、間口4.5 m、奥行25.6 m、棟高2.07 m、軒高1.2 mの半鉄骨式で、ビニールは0.07 mmの一重張、無滴透明を使用した。風量はダクト(半径6 cm)の断面積(113 cm<sup>2</sup>)×風速 m/s を cm<sup>3</sup>/s であらわした。

### 実験結果および考察

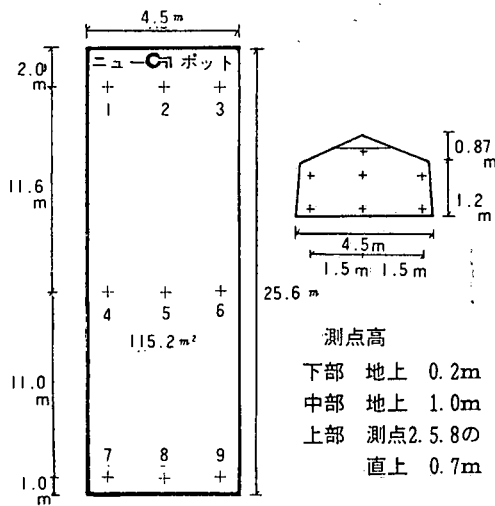
熱風加温機は吹出し口の低いものと、高いものがあり、その取付位置によって、使用時のハウス内の温度分布が異なっている。

1) 熱風吹出し口取付位置の高いものの温度分布

第1表は加温直前のハウス内の温度分布で上, 中, 下部の各測点の温度は7.8乃至8.3°Cの範囲内で, 温度むらがほとんど見られず上, 下差も最大0.3°Cで, 下部に対して上部の温度がやや低く<sup>3),4)</sup> になっている。

イ). 風温を57.0°C, 風量を339.0sm<sup>3</sup>/sとした場合, 第2表にみるごとく, ハウス前部から後部にわたる温度分布は, 上部18.0(前部)・13.4(中央部)・9.0°C(後部), 中部10.1(前部)・9.0(中央部)・8.0°C(後部), 下部9.4(前部)・8.9(中央部)・7.9°C(後部)となり, 上下差は前部で8.6°C, 中央部で4.5°C, 後部で1.1°Cとなって, 前部なかんずくその上部の温度が非常に高くなった。このことは風温が低く, 風量が少ないので, 吹出された熱風は, 前部のハウス上部に直接上昇し, 上, 下の対流が少なく, 熱の伝導も悪いためにおこったものと考えられる。

風温を40.0°C, 風量を802.0 m<sup>3</sup>/sにした場合, 第3表にみるごとく, 上部の温度は9.3(前部)



第1図 ハウス内測点

第1表 熱風吹出し口取付け位置の高い場合の加温直前のハウス内温度分布

測点	位置		
	上	中	下
1	— °C	7.9 °C	7.8 °C
2	7.9	8.2	8.2
3	—	8.0	8.0
4	—	8.1	8.0
5	8.2	8.3	8.3
6	—	8.3	8.2
7	—	7.9	7.9
8	7.9	8.0	8.0
9	—	8.3	8.2

外温 4.2°C

第2表 熱風吹出し口取付け位置の高い場合の風温57.0°C, 風量339.0 cm<sup>3</sup>/sのときのハウス内温度分布

測点	位置		
	上	中	下
1	— °C	9.1 °C	8.9 °C
2	18.0	10.1	9.4
3	—	9.0	8.7
4	—	8.3	8.0
5	13.4	9.0	8.9
6	—	9.0	8.7
7	—	7.9	7.5
8	9.0	8.0	7.9
9	—	8.1	8.0

外温 3.1°C

第3表 熱風吹出し口取付け位置の高い場合の風温40.0°C, 風量 802.0 cm<sup>3</sup>/s のときのハウス内温度分布

位置 測点	位置		
	上	中	下
1	— °C	8.2 °C	8.2 °C
2	9.3	12.2	11.0
3	—	8.2	8.2
4	—	9.0	8.5
5	10.1	9.0	8.8
6	—	9.0	8.7
7	—	6.9	7.0
8	7.9	6.9	7.0
9	—	7.1	7.1

外温 3.0°C

第4表 熱風吹出し口取付け位置の高い場合の風温72.0°C, 風量 689.0 cm<sup>3</sup>/s のときのハウス内温度分布

位置 測点	位置		
	上	中	下
1	— °C	9.2 °C	9.1 °C
2	13.3	12.1	9.1
3	—	8.9	8.0
4	—	9.8	8.9
5	13.8	9.9	9.2
6	—	10.0	9.2
7	—	9.0	9.0
8	11.0	9.0	9.0
9	—	9.1	9.2

外温 2.5°C

第5表 熱風吹出し口取付け位置の高い場合の風温120.0°C, 風量622.0cm<sup>3</sup>/sのときのハウス内温度分布

位置 測点	位置		
	上	中	下
1	— °C	9.5 °C	8.5 °C
2	18.0	16.8	8.9
3	—	9.4	8.0
4	—	8.9	8.0
5	17.6	9.5	9.0
6	—	10.1	9.0
7	—	9.5	8.1
8	12.5	9.8	8.0
9	—	9.9	8.9

外温 2.3°C

・10.1 (中央部)・7.9°C (後部), 下部は11.0 (前部)・8.8 (中央部)・7.0°C (後部) となって, 上, 下差は前部で-1.7°C, 中央部で1.3°C, 後部で0.9°Cとなり, 風量を少なくした第2表と比較すれば, 明らかなように上, 下差がかなり緩和され, なかはずく, ハウス前部においてこの傾向が顕著であり, かえって上部の温度が下部よりも低くなっている。これは風量を多くすることによって, 吹出された熱風が暖房機より遠くの方へ移動し, 熱風の対流が多く行なわれたことと, 熱の伝導が多くなったことによるものと考えられる。

ロ). 熱風温を72.0°C, 風量を689.0 cm<sup>3</sup>/sとした場合は, 第4表にみるごとく, 上部13.3 (前部)・13.8 (中央部)・11.0°C (後部), 中央部12.1 (前部)・9.9 (中央部)・9.0°C (後部), 下部9.1 (前部)・9.2 (中央部)・9.0°C (後部) となって, 比較的下部の温度が上り, 中, 下部の差が少なくなったが, 上部もあるていど高くなった。つぎに熱風温を120.0°Cにあげ, 風量を622.0cm<sup>3</sup>/sにした場合, 第5表のとおり, 上部18.0 (前部)・17.6 (中央部)・12.5 (後部), 中部16.8 (前部)・9.5 (中央部)・9.8°C (後部), 下部8.9 (後部)・9.0 (中央部)・8.0°C (後部) となって, 上部が極端に高くなる傾向が強くあらわれた。この傾向は熱風温が高くなるほど, ますます顕著になるものと思われる。

以上のように, 吹出し口が高いと一般に, ハウス上部が高温となり, それに比較して下部があまり上らない<sup>5)</sup> のは, 吹出された熱風が直接上昇して, ハウス上部が高温になり, ハウスの上部からハウス外への放熱<sup>6)</sup> が多く, 中, 下部への伝導および, 対流率が低いことによるものと考えられる。

## 2) 熱風吹出し口取付け位置の低いものの温度分布

第6表は加温開始直前のハウス内の温度分布で, 上, 中, 下部の各測点の温度は13.2乃至14.0°Cの範囲であった。

イ). 風温を46.0°C, 風量を406.0 cm<sup>3</sup>/sとした場合, 第7表にみるごとく, 上部15.7 (前部)・15.4 (中央部)・14.0°C (後部), 中部16.9 (前部)・14.5 (中央部)・13.0°C (後部), 下部15.3 (前部)・14.4 (中央部)・13.0°C (後部) となり, 前部で上, 下差が0.4°C, 中央部, 後部で1.0°Cとなった。この場合熱風吹出し口取付け位置の高いものに比較して異なる点は, ハウス上部の温度上昇が緩慢であり, 特に前部においては, むしろ上部よりも中部の温度の方が, かえって高くなっ

第6表 熱風吹出し口取付け位置の低い場合の加温前のハウス内温度分布

測点	位置		
	上	中	下
1	— <sup>°C</sup>	13.3 <sup>°C</sup>	13.2 <sup>°C</sup>
2	13.6	13.7	13.7
3	—	13.5	13.4
4	—	13.9	13.8
5	14.0	14.0	13.9
6	—	13.9	13.9
7	—	13.4	13.2
8	13.8	13.5	13.4
9	—	13.6	13.6

外温 10.0°C

第7表 熱風吹出し口取付け位置の低い場合の風温46.0°C, 風量 406.0 cm<sup>3</sup>/s のときのハウス内温度分布

測点	位置		
	上	中	下
1	— <sup>°C</sup>	15.0 <sup>°C</sup>	14.9 <sup>°C</sup>
2	15.7	16.9	15.3
3	—	15.0	14.9
4	—	14.5	14.4
5	15.4	14.5	14.4
6	—	13.9	14.0
7	—	13.0	13.0
8	14.0	13.0	13.0
9	—	13.1	13.2

外温 10.0°C

第8表 熱風吹出し口取付け位置の低い場合の風温46.0°C, 風量 712.0 cm<sup>3</sup>/s のときのハウス内温度分布

測点	位置		
	上	中	下
1	— <sup>°C</sup>	14.8 <sup>°C</sup>	14.5 <sup>°C</sup>
2	14.5	15.3	15.2
3	—	14.8	14.2
4	—	14.4	13.0
5	14.7	14.7	13.0
6	—	14.2	12.8
7	—	12.0	11.6
8	13.6	11.9	11.5
9	—	12.3	12.0

外温 8.3°C

ていることである。

つぎに風温を46.0°C, 風量を712.0 cm<sup>3</sup>/sとした場合は第8表のごとく, 上部14.5(前部)・14.7(中央部)・13.6°C(後部), 中部15.3(前部)・14.7(中央部)・11.9°C(後部), 下部15.2(前部)・13.0(中央部)・11.5°C(後部)となり, 上, 下差が少なく, 又前部では, 上部14.5°C, 中部15.3°Cとなり, 中部がいくらか高くなり, 又前部と後部の差が上部0.9°C, 中部3.4°C, 下部3.7°Cであり, やや少なくなっている。この傾向は風量の少ない場合においても見られた。

このように熱風吹出し口が低いと, 吹出された熱風によって, ハウスの下部より中部に熱の伝導が多く, ハウスの上部に上昇する伝導率が低く, なおハウス上部は外部への放熱<sup>6)</sup>が多く, そのため冷え易いので, このような結果になったものと考えられる。

つぎに風温を80.0°C, 風量を328.0 cm<sup>3</sup>/sとした場合は, 第9表のごとく, 上部20.5(前部)・16.0(中央部)・13.7°C(後部), 中部18.7(前部)・14.5(中央部)・13.0°C(後部), 下部15.4

第9表 熱風吹出し口取付け位置の低い場合の風温80.0°C, 風量 328.0 cm<sup>3</sup>/s のときのハウス内温度分布

測点	位置		
	上	中	下
1	— <sup>°C</sup>	15.5 <sup>°C</sup>	15.0 <sup>°C</sup>
2	20.5	18.7	15.4
3	—	15.2	14.9
4	—	13.8	13.3
5	16.6	14.5	14.0
6	—	14.0	13.9
7	—	13.0	13.0
8	13.7	13.0	13.0
9	—	13.3	13.3

外温 7.5°C

第10表 熱風吹出し口取付け位置の低い場合の風温78.0°C, 風量 678.0 cm<sup>3</sup>/s のときのハウス内温度分布

測点	位置		
	上	中	下
1	— <sup>°C</sup>	17.7 <sup>°C</sup>	16.9 <sup>°C</sup>
2	18.2	19.7	18.9
3	—	17.8	17.1
4	—	17.4	16.1
5	18.3	17.9	16.2
6	—	17.0	15.9
7	—	14.3	14.0
8	16.1	14.2	14.0
9	—	14.5	14.2

外温 6.2°C

(前部)・14.0(中央部)・13.0°C(後部)となり、上、下差が前部で5.1°C、中央部で2.6°C、後部で0.7°Cとなり、上部がいくぶん高くなり、前部ほど高温になった。つぎに風温を78.0°C、風量を678.0 cm<sup>3</sup>/sとすると、第10表のごとく、前部では中、下部が上部よりやや高く上、下差が-0.7°C、中央部で2.1°C、後部では2.1°Cと、上、下差が少なくなり、前部と後部の差もやや小さくなっている。

ロ). つぎに風温の高低にかかわらず、風量が少ない場合は、ハウス中央部の中部、下部の温度差が、ほとんどなくなるが、風量を多くすると、ハウス中央部の中部の温度が上ってくる。

風温を46.0°Cおよび80.0°Cとし、風量を328.0 cm<sup>3</sup>/sおよび406.0 cm<sup>3</sup>/sとした場合は、第7表および第9表のごとく、中部、下部の温度は、前部で16.9(中部)・15.3°C(下部)、および18.7(中部)・15.4°C(下部)、中央部で14.5(中部)・14.4(下部)および14.5(中部)・14.0°C(下部)、後部で13.0(中部)・13.0°C(下部)および13.0(中部)・13.0°C(下部)となり、温度差の平均は前部で2.5°C、中央部で0.3°C、後部で0°Cとなり、中央部の中部、下部では差がわずかとなった。

つぎに風温を同じく、46.0°Cおよび80.0°Cとし、風量を712.0 cm<sup>3</sup>/sおよび678.0 cm<sup>3</sup>/sとした場合は、第8表および第10表のごとく、上部、中部の温度差は、前部で0.8°Cおよび-1.5°Cで平均-0.4°C、中央部で0°Cおよび0.4°Cで平均0.2°C、後部で1.7°Cおよび1.9°Cで平均1.8°Cとなり、中央部の中部の温度が上って、上、中、下の差が少なくなり、むしろ前部では、中部の温度が高くなってきた。

以上のように、吹出し口の下にある場合は、一般にハウス上部の温度上昇があるていどおさえられ、中、下部の温度が上昇して、温度差が小さくなる。このことは暖房機の下方より熱風を吹出すことによって、ハウス内の対流が広範囲にわたって行なわれるようになり、この状態は風量を増加することによってますます助長されるので、中、下部の温度上昇率がよくなり、一方上部の温度上昇が少なく、ハウス全体の温度があるていど均一化されてくる。

又風温を高くした場合は、風量を少なくするより、多くした方があるていど、ハウスの温度差が少なくなり、風量の加減の出来ない場合は、暖房機の能力一ぱいに加温するよりもあるていど風温を低くした方が、ハウス全体の温度差を少なくするのに有効であると思われる。

以上のように、吹出し口の高低によるのみでも、ハウス内の温度分布が、かなり異なってくるので、熱風加温機の性能にふさわしい使用方法、ならびに、作物の生育状態に適應した加温をするために、以上の実験結果から、つぎのようなことが考えられる。

#### ア). 熱風導管の利用

熱風導管<sup>7)</sup>を吹出し口に連結して、平面的にハウス内に設置<sup>8)</sup>し、ハウス全域に熱風を誘導すること<sup>5)</sup>。それには導管の長さ、本数、並列の方法、口径の選定、ダクトに小穴を適宜あけることなどが考えられる。

#### イ). 効率のよい送風機の使用

加温機の発熱量に相当した効率のよい送風機であり、送風量を加減、調節できるものを使用する。

#### ウ). 補助ファンの利用

ハウス内の対流をよくして、温度分布をなるべく均一にするために、加温機、送風機の能力、ハウスの大きさなどに相應した補助ファンを使用して、強制対流をおこさせる。

#### エ). ハウス上部に、ビニールカーテン<sup>9)</sup>の使用

ビニールハウス内に、二重のカーテンを張り、放熱によるハウス外への損失を極力少なくする。

## 摘 要

熱風加温機によって、ビニールハウス内を加温したところ、次の結果を得た。

1) 熱風吹出し口の高いものにおいて、風温が低く、風量が少ない場合は、暖房機周辺特にその上部の温度が非常に高くなり、上、下差が大になる。その場合、風量を大にすると、ハウス上部の温度上昇が緩慢で、上下差が小さくなる。

又風温が比較的高い場合、風量が多いと、ハウス上部の温度もあるていど上昇するが、中、下部の温度も高くなる。その場合風温を更に高くすると、ハウス全体が高温になるが、特にハウス上部の温度上昇が著しくなり、上、下差が顕著になる。

2) 熱風吹出し口の低いものにおいて、風温が低く、風量が少ない場合は、上、下差が僅少であり、風量を多くしても、その傾向は同じである。

風温を高くすると、風量が少ない場合、上、下差がやや大きくなるが、風量を多くすることによって、上、下差を小さくすることができ、ハウス全域が高温になる。

## 参 考 文 献

- 1) 横木清太郎・神谷円一 1964. 10 温室栽培と暖房 194—195
- 2) 松村清二(環境調節実験委員会) 1962. 3 生物学領域における環境調節 79
- 3) 横木清太郎・神谷円一 1964. 10 温室栽培と暖房 191
- 4) 松原茂樹 1962. 11 ビニール栽培の理論と実際 31
- 5) 神谷円一 1966. 8 農耕と園芸 70
- 6) " " " 71
- 7) " " " 70
- " 静岡県農業試験場園芸科 1965. 7 野菜試験成績書 1—12
- " 松村清二(環境調節実験委員会) 1962. 3 生物学領域における環境調節 54
- 8) 横木清太郎・神谷円一 1964. 10 温室栽培と暖房 213
- 9) 神谷円一 1966. 8 農耕と園芸 70

(昭和42年 9月30日受理)