

熱風加温機の利用に関する研究

II. 熱風導管内の風温および放熱温

松浦正視・福川進

(農学部付属農場)

Studies on the Utilization of the Green House Air Heating Furnace

II. Studies on the Air and Radiate Temperature of the Duct

Masami MATSUURA and Susumu FUKUGAWA

University Farm, Faculty of Agriculture

Abstract: The author estimated the air temperature differences in the duct attached to the air heating furnace and the radiation temperature differences on the outside of the duct.

1) The air temperature in the duct rapidly decreased according as the distance from the air heating furnace.

The differences of the air temperature in the duct were violent in the case of the high air temperature and a small quantity of the air (flow) rate.

2) The author estimated the significant differences in the radiation temperature of both ends of the duct, as compared with the differences in the air temperature.

3) The differences of the radiation temperature produced little effect on the differences of the air temperature, and when the air (flow) rate was increased, the radiation temperature decreased a little.

4) When the end of the duct was half closed, the air and radiation temperatures increased to some degree.

5) The air and radiation temperatures were scarcely changed when ducts were between 20 and 30 meters long.

6) The air temperature did not change, in case of elevating the duct one meter from the ground, but the radiation temperature decreased to some degree.

緒 言

第1報において、熱風加温機の利用とビニルハウス内の温度分布について報告したが⁽¹⁾、熱風加温機は熱交換によって、暖められた空気を室内に放出して対流させる方式である⁽²⁾ため、ややもすれば室内温度が不均一になり易い⁽¹⁾⁽³⁾。この欠点を緩和する一つの方法として、熱風導管(以下単にダクトと呼ぶ)を室内に配管することが考えられるので⁽²⁾⁽³⁾⁽⁵⁾、今回は熱風加温機にダクトを取りつけた場合、熱風温の高低ならびに風量の多少によって、ダクト内の風温がどのように変化するか、およびダクト表面の放熱温についても調査したので報告する。

実験材料および方法

700 m²の大型ビニルハウス内にニイミ式ニューポットおよび西川式熱風加温機を設置し、熱風吹出口に直径15 cm、長さ20、30 mのポリエチレン製ダクトを一直線に配管し、熱風加温機の吹出口から出る熱風の温度と風量を調節した場合のダクト内の風温とダクト表面からの放熱温の変化を調査した。熱風温度の調節はバーナーの油量で加減し、風量の調節はファンの回転によって行なった。温度測定には電子管式温度記録計を用い、風速の測定にはアネモマスターを使用した。また

風温の測定はダクトの中央部に熱電対の測温部を挿入して行ない、放熱温は測温部をダクト表面より約1 cm 離れた個所に設置して測定した。測定位置の詳細は Fig. 1. のとおりである。

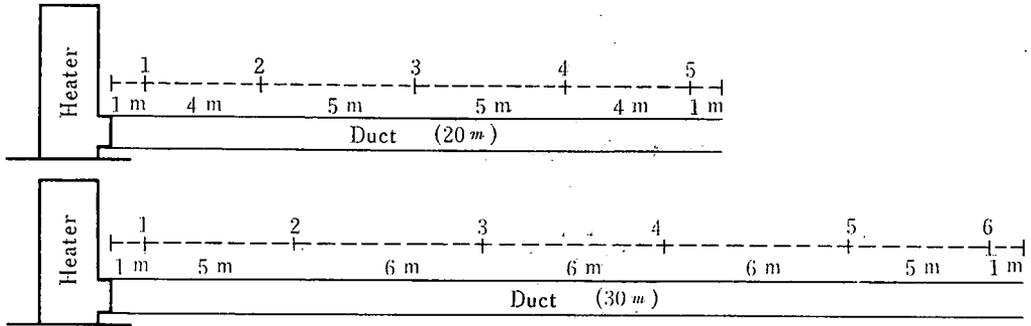


Fig. 1. Observation point of the duct. (Arabic figures)

実験結果および考察

ダクト内の風温の変化は Fig. 2, 3 のとおりで、熱風加温機から吹き出す風温の高低にかかわらず、加温機から遠ざかるにしたがって、風温は急激に低下するが、風量がほぼ同じ場合は熱風吹出口における風温が高いほど、ダクト内の温度変化が大きくなる。また、熱風吹出口における熱風温がほぼ同じ場合には、風量が増大するほど、ダクト内の風温の変化が少なくなる。すなわち、熱風温を同じにして風量を増大するよりも、風量を同じにして熱風温を増大する方が、ダクト内の温

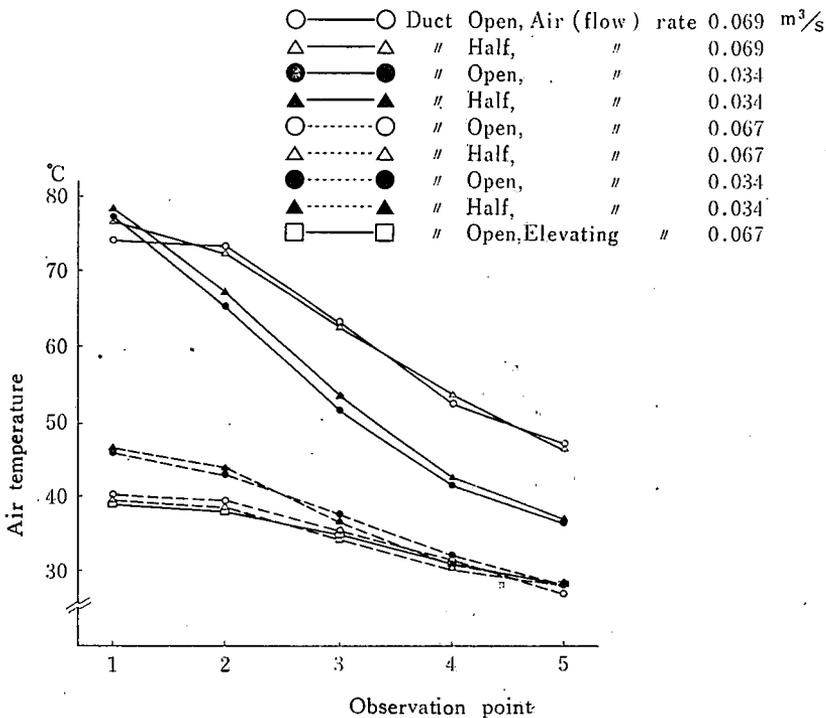


Fig. 2. Change of the air temperature in the duct. (20 meters, No hole)

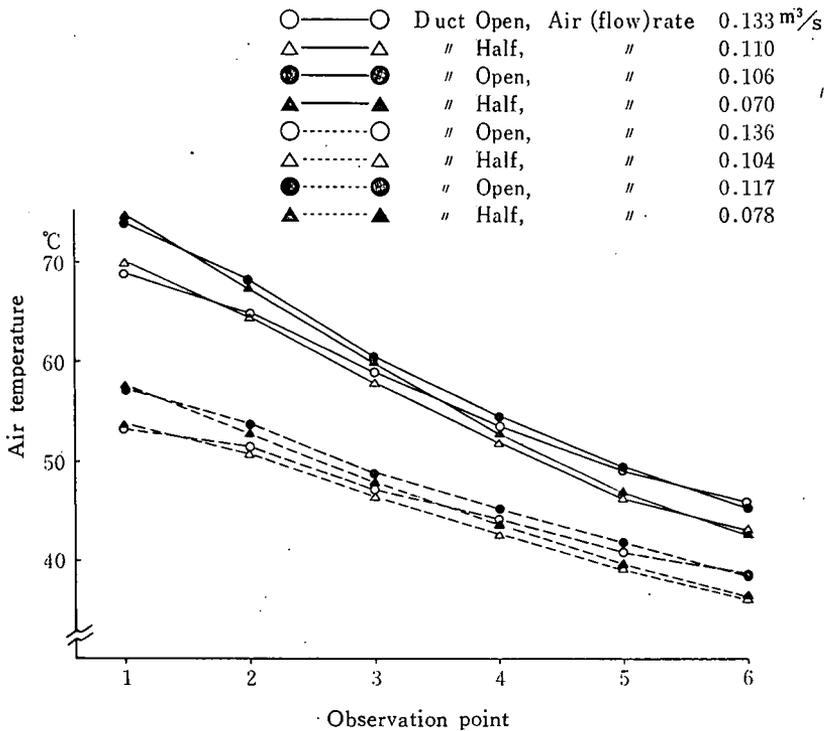


Fig. 3. Change of the air temperature in the duct. (30 meters, No hole)

度変化ははるかに大きい。熱風温を高くするには発熱量を大きくすればよいが、発熱量を大きくすることによって、加温機ならびにその周辺の温度はそれにつれて高くなるが、加温機と反対側の温度はほとんどその影響を受けないために、ビニルハウス内の温度差はますます大きくなる。

つぎにダクト末端の口を小さく絞ってその断面を約半にすると、その末端を開放したものに比較して、熱風温の高低、風量の多少にかかわらず、ダクト内の風温の変化がやや大きくなる傾向が見られた。また、ダクトの長さが20mのものと30mのものについて比較したが、両者ともほぼ同じ傾向を示した。

今まで述べたことは、いずれもダクトを地面に沿って配管した場合の結果であるが、別にダクトを地上1mの高さに吊り上げて配管してみたが、その結果は直接地面に沿って配管した場合とほぼ同じであった。

以上の結果はいずれもダクトの表面に穴をあけずそのまま利用した場合の成績であるが、ダクトの表面に多数の小さな穴をあけて直接ビニルハウス内に熱風を小穴より放出した場合の影響をみるために、ダクト表面に直径3cmの穴を左右対照的に2個ずつ、3mおきにあげて風温の変化をみたのが Fig. 4, 5 であり、その結果はダクトに穴をあけない場合とほぼ同じ傾向であった。

ダクト両端の風温差が、ダクト表面の小穴の有無、その長さの長短、ダクト末端を開放した場合と半に絞った場合、ダクトを地上に配管した場合と地上1mの高さに配管した場合、風温の高低、風量の多少などによってどのように変化するかを取りまとめたのが Table 1 である。

つぎにダクト表面からの放熱温の変化について調査した結果は Fig. 6, 7 のとおりで、これを見ると明らかなようにダクト内の熱風温の変化が大きい割合にダクト表面からの放熱温の変化は熱風温の高低および風量の多少にかかわらず、それほど大きくないことがうかがえる。とりわけダクト末端近くにおいては、ほとんど温度差がみられなくなっている。この場合、風温をほぼ同じにし

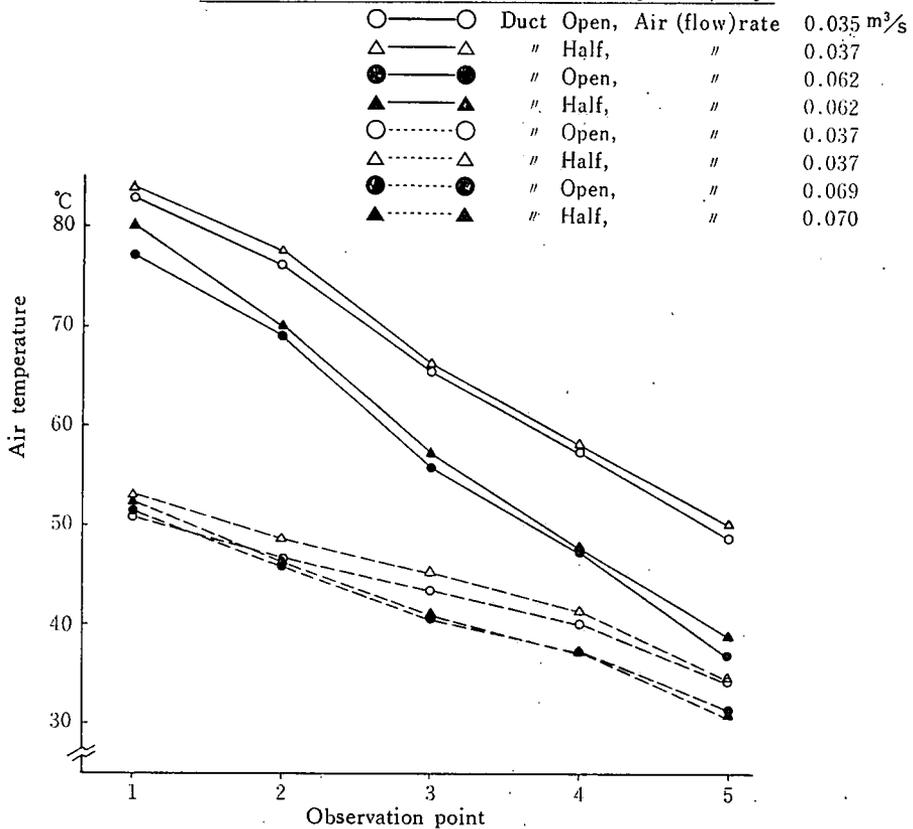


Fig. 4. Change of the air temperature in the duct. (20 meters, Hole)

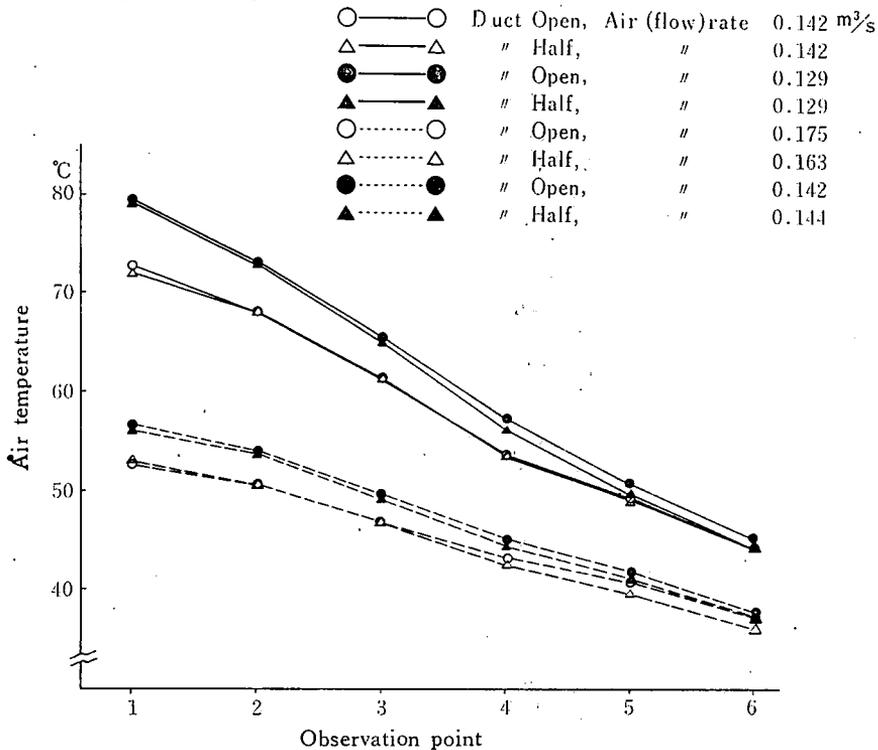


Fig. 5. Change of the air temperature in the duct. (30 meters, Hole)

Table 1. The difference of the air temperature to both ends of the duct

State of the duct	State of the duct		A large quantity of the air (flow) rate			A small quantity of the air (flow) rate	
	Air temperature		Open	End $\frac{1}{2}$	Open, Elevating	Open	End $\frac{1}{2}$
No hole	20 ^m	High	27.4°C	30.3°C	-°C	41.0°C	42.0°C
		Low	11.4	11.7	11.1	17.7	18.4
	30	High	22.8	27.1	-	28.5	31.6
		Low	14.8	17.3	-	18.3	20.8
Have hole	20	High	34.1	33.9	-	40.2	41.3
		Low	16.4	18.5	-	20.2	21.7
	30	High	28.1	28.0	-	34.2	34.6
		Low	15.7	17.0	-	19.0	19.1

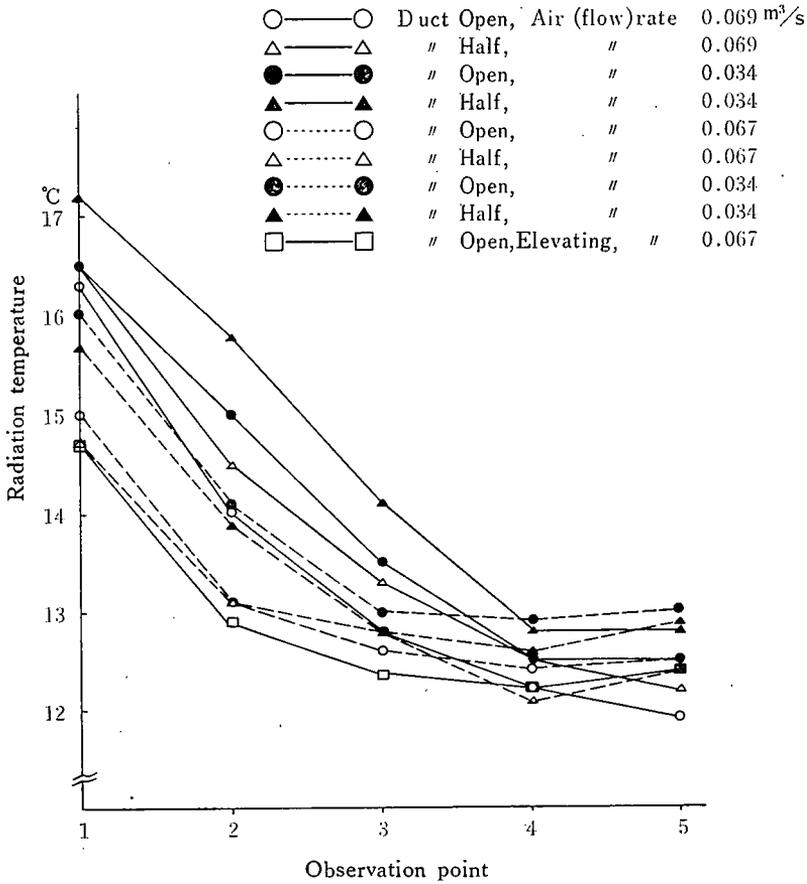


Fig. 6. Change of the radiation temperature on the surface of the duct. (20 meters, No hole)

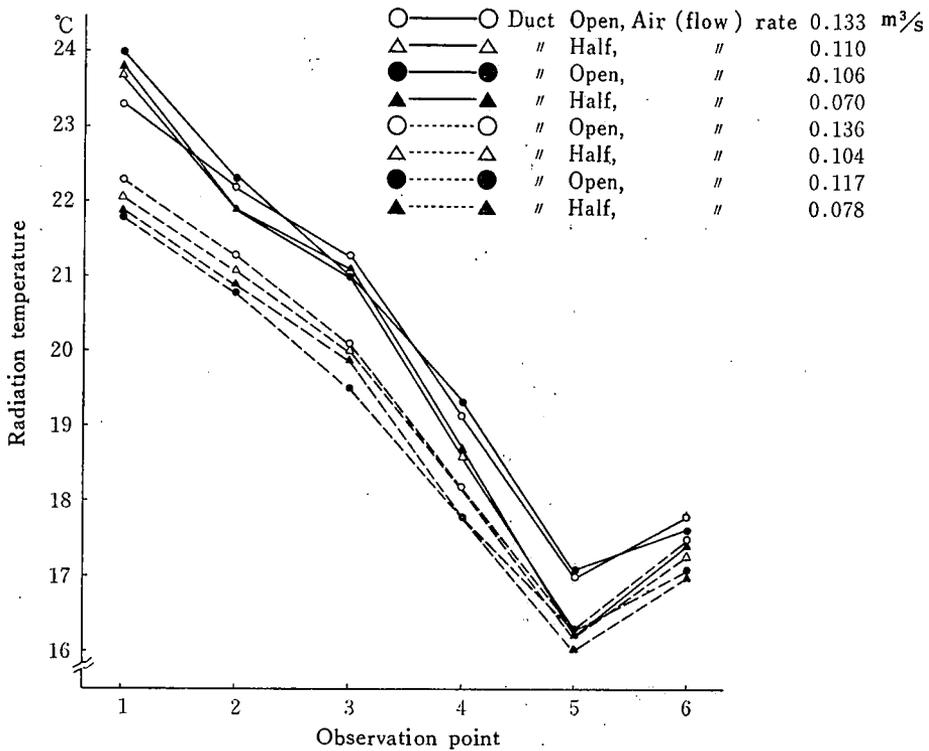


Fig. 7. Change of the radiation temperature on the surface of the duct. (30 meters, No hole)

て風量をかえてみると、風量を増すことによって放熱温はやや低くなる傾向がみられる。ダクトの末端の口を絞ってその断面を約半にすると放熱温はやや高くなり、特にダクト中央部にその傾向が強い。また、ダクトを地上1mの高さに配管すると放熱温はやや低くなる傾向がみられた。従来、施設園芸農家の間で、ダクトを直接地面に沿って配管することによって地面に熱を吸収され、そのために、ビニルハウス内の温度が上りにくいのではないかと考えられているが、この実験の結果では、そのようなことはほとんど考慮する必要がなく、むしろ、ダクト表面からの放熱温はダクトを地面から離して高く配管することによってやや低くなった⁽⁵⁾。この原因については、この実験の範囲内でははっきりわからないが、地面に沿ってダクトを配管することによって、ある程度地表面が暖かくなっていた⁽²⁾ので、その影響が放熱温に表われたのではないかとと思われる。また、この放熱温の図を見るとわかるように、ダクト末端の放熱温がやや高くなっている。このことについては、さらに追求してみなければ、この実験の範囲内でははっきりわからないが、ダクト末端より吹き出された熱風の対流によるものではないかと考えられる。

さらに、ダクト表面に穴をあけた場合の放熱温の変化は Fig. 8, 9 のとおりで、穴をあけない場合とほぼ同じような傾向を示したが、ダクト基部の温度変化がやや大きく、特に第1測点と第2測点の温度差が著しい。

次に、ダクト両端の放熱温度差がダクト表面の小穴の有無、その長さの長短、ダクト末端を開放した場合と半分にした場合、ダクトを地上に配管した場合と地上1mの高さに配管した場合、風温の高低ならびに風量の多少などによって、どのように変化するかを取りまとめたのが Table 2. である。

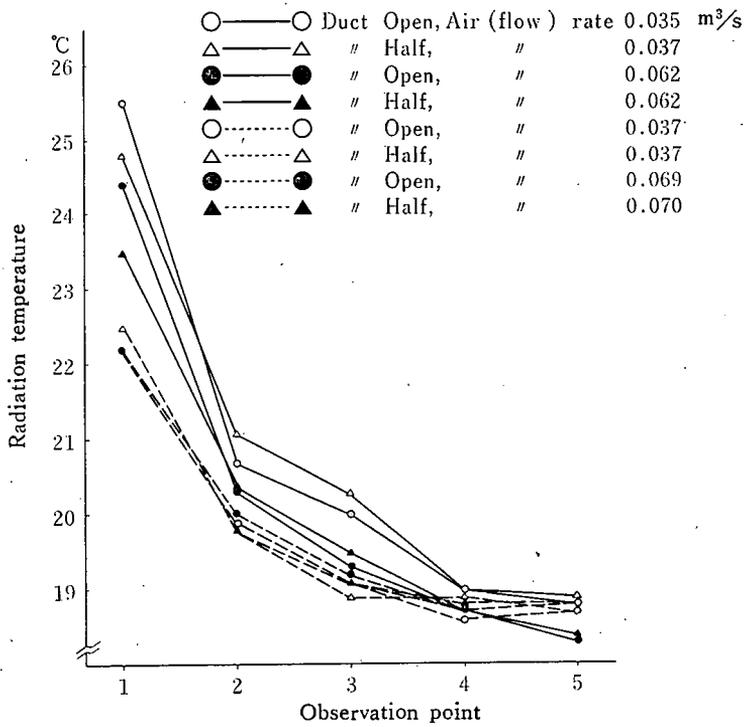


Fig. 8. Change of the radiation temperature on the surface of the duct. (20 meters, Hole)

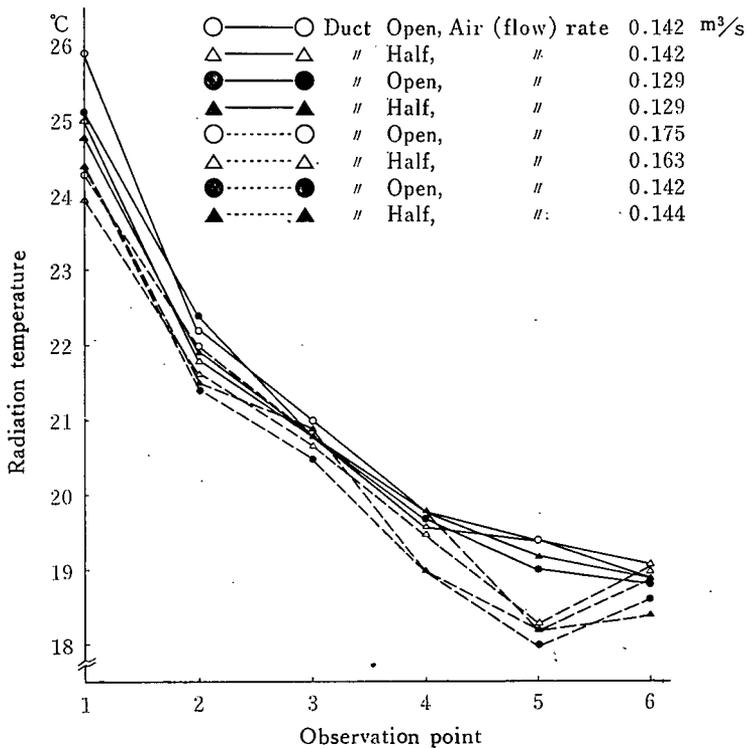


Fig. 9. Change of the radiation temperature on the surface of the duct. (30 meters, Hole)

Table 2. The difference of the radiation temperature to both ends of the duct

State of the duct	State of the duct Air temperature		A large quantity of the air (flow) rate			A small quantity of the air (flow) rate	
			Open	End $\frac{1}{2}$	Open, Elevating	Open	End $\frac{1}{2}$
No hole	20	High	4.4°C	4.3°C	-°C	4.0°C	4.4°C
		Low	2.5	2.3	2.3	3.0	2.8
	30	High	5.5	6.3	-	6.4	6.4
		Low	4.8	4.8	-	4.7	4.9
Have hole	20	High	6.7	5.9	-	6.1	5.1
		Low	3.5	3.8	-	3.4	3.4
	30	High	7.0	5.9	-	6.3	5.9
		Low	5.5	5.0	-	5.8	6.0

空気の熱容量は水に比べると小さいので、加熱することによって空気は水よりも早く暖まり易いが、加熱を中止すると冷えるのも早い。また、一度暖まった空気をダクトによって送り出すとダクト内を通過するとき風温は急激に低下する。これは空気の物理的特性でどうすることもできないが、これを少しでも緩和させるために、施設園芸においてはダクトを利用して⁽³⁾ 風量のある程度多くする⁽⁴⁾ ことによって、加温による風温の上昇を極力押えて室内の対流を促進し⁽⁴⁾、室温の高低差を正に役だつものと思う。

要 約

ビニルハウス内において、熱風加温機にポリエチレン製ダクトを取りつけて加温した場合のダクト内の風温ならびにダクト表面からの放熱温について試験を行なった。

1. ダクト内の風温は熱風加温機から遠ざかるに従って急激に低下する。その場合、風温が高いほどその温度変化が著しくなり、風量が少ないほどその傾向が強くなる。
2. ダクト両端の放熱温の差は風温の差に比べるとはるかに小さい。
3. 放熱温の変化は風温の高低にさほど影響されない。また、風量を増大すると放熱温はやや低くなる。
4. ダクトの末端を絞ると風温の変化はやや大きくなり、放熱温はやや高くなる。
5. ダクトの長さが20mと30mでは、ほとんど同じような傾向を示した。
6. ダクトを地上1mの高さに配管すると地面に沿って配管したものに比べて、風温の変化はほぼ同じであったが、放熱温はやや低くなった。

文 献

- 1) 松浦正視・福川進：高知大学学術研究報告，16，自然科学Ⅱ，15，（1967）
- 2) 横木清太郎・神谷円一：温室栽培と暖房，園芸施設研究会，（1965）
- 3) 位田藤久太郎：施設園芸の環境と土壌，誠文堂新光社，（1971）
- 4) 伊藤純吉：施設園芸，養賢堂（1969）
- 5) 高知県園芸農業協同組合連合会：園芸の手引き，（1971）

（昭和47年9月30日受理）