

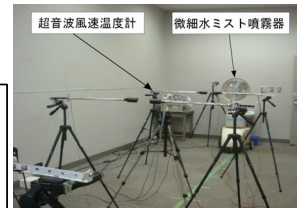
微細水ミストによる気温低下量および日射影響に関する実験的研究

—ミスト中の気温測定法の再検討—

1063119 出居 祐哉 1063148 岡田 尚久

指導教員 成田 健一

1. 研究目的 微細水ミストは微粒子化した水を人工的に発生させることで水分蒸発を引き起こし周囲の気温を低下させる効果があると報告されている。従来の測定方法では、熱電対による気温の測定が主流であった。しかし、微細水ミスト噴霧時の気温測定では、水滴が熱電対に付着し結果的に湿球温度の測定を行っていることが予想される。そこで水滴の影響を受けることなく測定できる超音波風速温度計を用いた気温の測定を試みた。微細水ミストは屋外などの暑熱環境で使用されることが多いことから日射影響により水分蒸発が引き起こされることが考えられる。そこで日射の有無の比較実験を行うことで日射が微細水ミストの蒸発に与える影響を測定しようと考えた。今回使用した噴霧器は以下のとおりである。



【微細水ミスト噴霧器仕様】
 噴霧ノズル5本
 粒子径30 μ m
 吐出水量0.076 $\text{?}/\text{min}$
 送風機付き(ϕ 450mm)
 ポンプ出力0.25Kw

写真1 室内噴霧実験

2. 室内噴霧実験 室内(9530 \times 3560 \times 3285mm)で予備的に実験を行い、熱電対と超音波風速温度計が微細水ミスト噴霧時に乾球温度を測定できるかを検討した(写真1)。超音波風速温度計は大気中の H_2O の影響を含んだ音仮温度を測定する。図1は室内噴霧実験時の温度を測定器別に比較したものである。図1よりミスト噴霧開始直後にノズルから3m位置の熱電対は急激な温度低下を示した。また熱電対の値が下がりきったときの熱電対温度(図1中のA)が周囲空気の湿球温度と一致することから、熱電対は微細水ミスト噴霧後に湿球温度を測定していることがわかる。それに対して超音波風速温度計による気温は同位置の熱電対温度よりも高くなった。このことから微細水ミスト噴霧時の乾球温度の測定において、超音波風速計は熱電対よりも影響を受けにくいといえる。

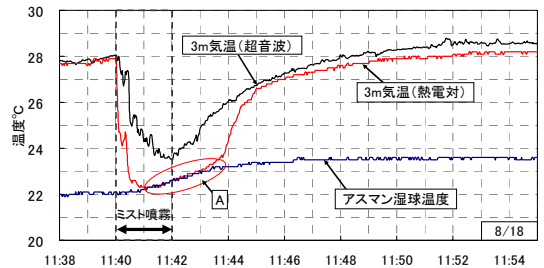


図1 室内超音波温度・熱電対温度・湿球温度の比較(扉・窓を閉めきった状態による測定)

熱電対は微細水ミスト噴霧時に湿球温度になる可能性が高いことがわかった。そこでチャック付のポリ袋を被せ、噴霧時の水滴の付着を防ぎ、噴霧後にポリ袋を外すことで乾球温度に近い値が求められるのではないかと考えた。図2は上記の防水熱電対と通常の熱電対の温度を比較したものである。ミスト噴霧後の値を見ると、袋を被せた場合の電対温度は超音波風速温度計の音仮温度とほぼ一致する。それに対して噴霧時に袋を使用しなかった熱電対は値が急激に下がり湿球温度と一致し、元の温度に回復するまでに時間がかかった。このことから非防水の熱電対は、微細水ミスト噴霧終了後もしばらく湿球温度を測定しているといえる。また噴霧時のみポリ袋で防水することにより、熱電対でもより乾球温度に近い値が測定できる可能性が示唆された。

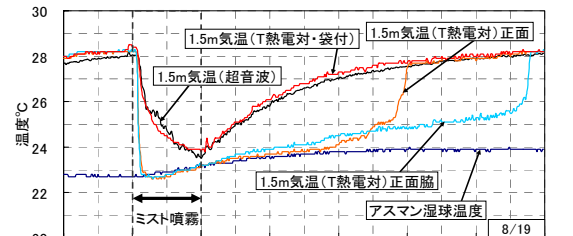


図2 ビニール防水の有無による熱電対の温度比較(扉・窓を閉めきった状態による室内測定)

3. ビニールハウスを用いた屋外噴霧実験 微細水ミストによる日射影響を検討するため、日射量の異なる条件での比較実験を行いたい。しかし、屋外で測定を行う場合、風の影響を避けることは難しい。そのため簡易ビニールハウス(9700 \times 3620 \times 3000mm)を製作した。骨組みにはスチール製の単管を使い、側面からの風を防ぐために透明ビニールシートを使用した。天井面は塞がず、側面のみを塞いだ形式とした(写真2)。図3,4はビニールハウスを用いた屋外噴霧実験の日中と夕方の実験結果を比較したものである。日中の結果(図3)は室内での結果(図1)に比べて熱電対の値が急激な変動を繰



写真2 ビニールハウスを用いた屋外噴霧実験

結果を比較したものである。日中の結果(図3)は室内での結果(図1)に比べて熱電対の値が急激な変動を繰

1063148 岡田 尚久 1063119 出居 祐哉

り返している。この原因として、天井の開口部から換気が行われたこと、あるいは日

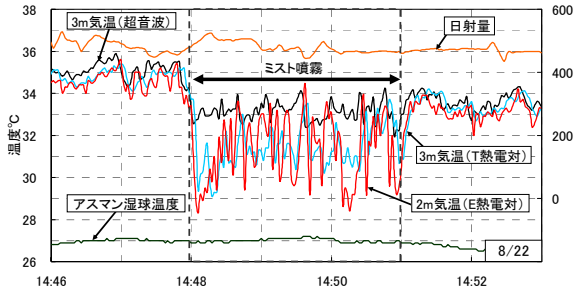


図3 ハウス内 超音波・熱電対・湿球の温度比較【日中】

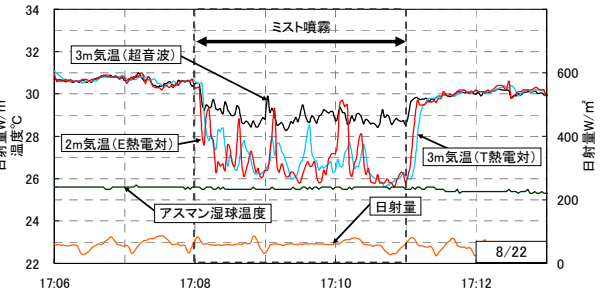


図4 ハウス内 超音波・熱電対・湿球の温度比較【夕方】

射影響である可能性が考えられる。日中(図3)と夕方(図4)の日射量の違う2つを比較すると、超音波による気温には差がないが、熱電対による気温に関しては昼のほうが変動が大きかった。夕方は日中より変動が小さく、室内の実験結果に近いものとなった。これにより噴霧時に熱電対を屋外測定に使用する場合、日射量によって測定に差が出てしまうことがわかった。しかしながら、天井がオープンな本実験では温度変動が大きく、室内との比較は難しいという結果になった。

2-4. 塩化ビニール製の密閉ボックスを用いた屋外噴霧実験 密閉ボックス(3100×1600×1600mm)を透明塩ビ板で製作した(写真3)。密閉ボックスの実験では急激な湿度上昇が起こるため、超音波風速温度計による気温測定において水蒸気補正を無視できないことがわかった。また絶対湿度の算出にはアスマン式通風乾湿計を使用していたが水滴の影響を受けて正しい値が算出できないおそれがある。そこで水滴の影響を受けない赤外吸収湿度計を設置し、これまでの実験と比べ、実験(ボック

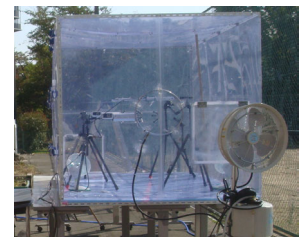


写真3

塩化ビニール製密閉ボックスを用いた屋外噴霧実験

スの規模が小さいためノズルの数を減らし噴霧量を1/5にした。熱電対には屋外での測定ということもあり、今回は通常使用される0.3mmのT熱電対よりも比較的日射の影響を受けにくいと予想される0.05mmのE熱電対を使用した。実験ボックス外には遮熱シートで日射遮蔽を施した。これにより日射の有無による比較を行った(図5,6)。また超音波風速温度計によって得られた音仮温度に水蒸気補正(絶対湿度より算出)を施し気温の算出を行った。仮に日射のエネルギーで微細水ミストが蒸発しているならば、(日射の有無で)温度低下量に差が出るはずである。しかし図5の日射有では急激な温度の上昇があるため、その差を比較することは難しかった。日射有のボックス内の温度上昇が著しい理由として実験ボックス内のスタイロフォームや測定器の三脚が熱を持ちボックス内の温度上昇につながったと考えられる。ボックス内の温度上昇を極力減らす実験の工夫が必要と思われる。

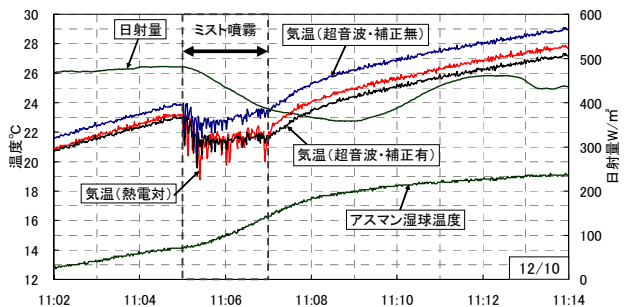


図5 ボックス内の超音波温度・熱電対温度 日射有

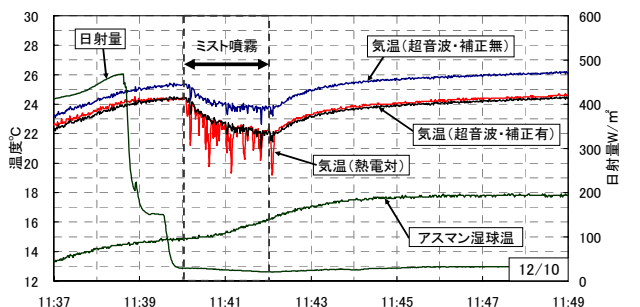


図6 ボックス内の超音波温度・熱電対温度 日射無

4. まとめ これまで行われてきた噴霧時の熱電対での気温測定は、湿球温度を測定してしまうため問題であり、超音波風速温度計を使用することが実用的である。その場合、絶対湿度からの水蒸気補正を必要とするため赤外吸収湿度計を平行して使用することが必要である。熱電対を使用する場合には、ポリ袋等で噴霧時の防水をすべきである。純粋に日射影響を測定するためには密閉ボックスの透過性を維持しつつ、蓄熱するものや、周囲からの反射を減らしていくことが重要だと考えられる。