

外気風速と家庭用ドライミストの噴霧効果に関する研究

辻本研究室 5106059 土屋 将人
5106414 谷村 公哉

1. 研究背景・研究目的

ドライミストとは微細な霧を噴射し、水の気化熱により周囲の気温を下げることを目的とした冷房装置である。エアコンと比べて省エネルギー性が高いため、ヒートアイランド現象の緩和に効果があると考えられる。

ドライミストにとって風や日射などは冷房効果に大きく影響を与えるものであり、風の強弱や風向が与える影響は大きいと考えられる。そのため過去の実験では無風状態と仮定した空間での実験^{註1}を行うことにより、無風状態での温度変化などの綿密な分析を行い、有風状態での噴霧効果を分析する基礎とするための実験を行った。

今回行う実験では三次元超音波風向風速計を用いて風向と風速を測定することにより、風の動きが噴霧効果に与える影響を分析することを目的とする。

2. 実験概要

2009年8月26・27日及び9月15・16日、千葉県浦安市にある東京電力ショールームの2階セミナールームにて実験を行った。天高が3.0~4.3mと高く、南東のバルコニーに面して広い窓があり、向かい側にも複数の窓があるため室内を風が通りやすい空間になっている。大きく異なる気象条件における効果も検証するために、10~18時と20~22時の2パターンで実験を行った。

ノズルは日除けに取り付けられているテントの2箇所を設置する。噴霧は窓枠から800、高さ2400の位置より斜め下45度内向きの方角に行った。噴霧角度は過去の実験住宅での測定結果において、最も効果が表れた条件より決定した。ミスト噴霧に伴う温度変化が確認できるよう、ポンプの運転・停止の切り替えを10分間隔で行った。

風速測定は図1に示す2箇所に設置した三次元超音波風向風速計にて行った。温度測定は熱電対を図2に示す高さ方向10箇所に取り付けられたポールを図1に示す8箇所に設置、温湿度測定はおんどり Jr を高さ1200の位置に設置し測定を行った。

3. 実験結果

実験日と時間帯を表1に示す実験1~5に分類した。実験条件(噴霧間隔や噴霧角度)は気象条件のみ異なる状態で分析を行えるよう、すべて同じ条件で行った。

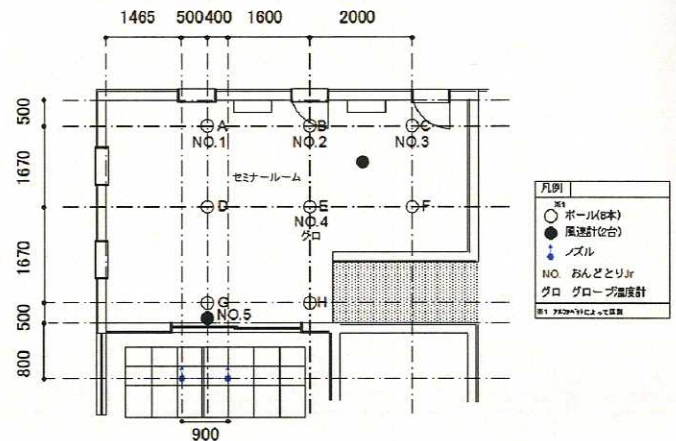


図1 セミナールーム平面図

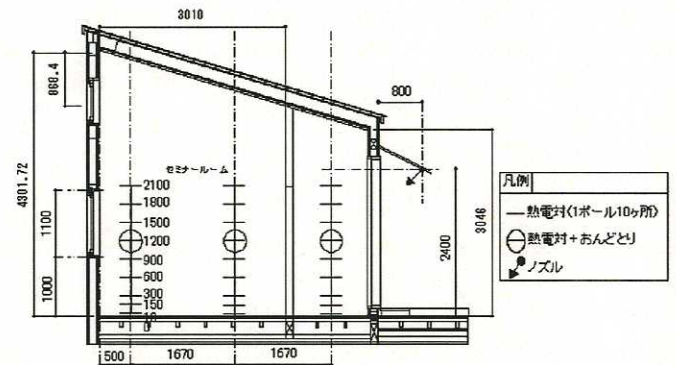


図2 セミナールーム断面図

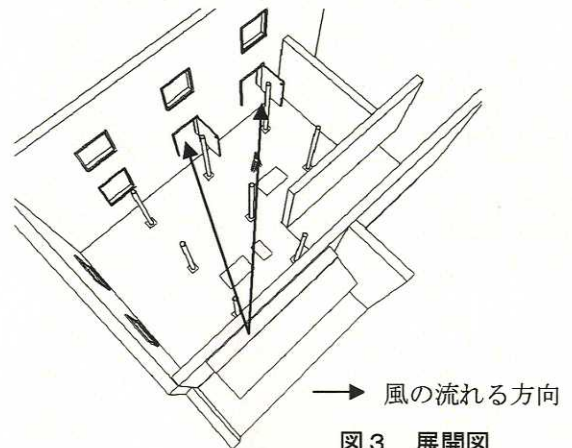


図3 展開図

表1 実験一覧と気象データ

実験番号	実験日	時間帯	天気	最低気温	最高気温	降水量	風速(平均)	風向(最多)	日照時間	備考
実験1	8月26日	20~22時	晴	21.6	22	0	1.65	東北東	0	
実験2	8月27日	10~18時	晴	25.7	27.9	0	1.77	北東	5.1	
実験3	9月15日	10~18時	曇	22	23.3	0	1.23	東北東	0	17:00に床濡れ確認
実験4	9月15日	20~22時	曇/雨	20.5	22	0	1.03	南南西	0	21:15より降雨を確認
実験5	9月16日	10~18時	晴	22.9	27.1	0	2.12	北北東	8.9	

※ 気象データは気象庁の気象統計情報(船橋)を用いている

3.1 噴霧実験結果（時間変化）

実験5を例に、温度・風速の時間変化のグラフを図4・図5に示す。

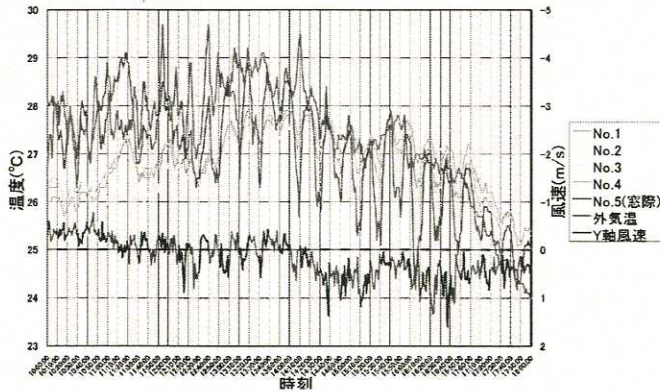


図4 風速と温度の時間変化1

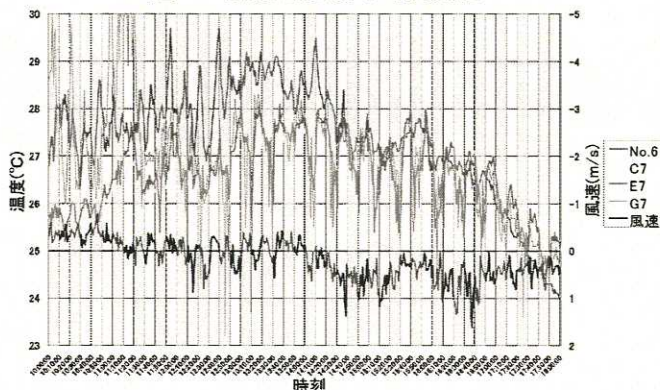


図5 風速と温度の時間変化2

図4ではおんどり Jr により測定した温度と、開口に対し垂直方向の風速を表わした。図5では窓際から風が抜ける方向へ3ヵ所、高さ1200mmの熱電対により測定した温度と、同様に風速を表わした。温度変化と比較しやすいよう、風速のみy軸の反転を行っている。

図4より、風がほとんど流入していない午前中は噴霧効果が表れておらず、風が流入している午後には効果ははっきりと出ていることが分かる。また図5において部屋の中心部(E7)に注目すると、噴霧効果が風速の強弱にある程度追従している様子が見られ、室内まで噴霧効果と風の影響が及んでいることも確認できる。

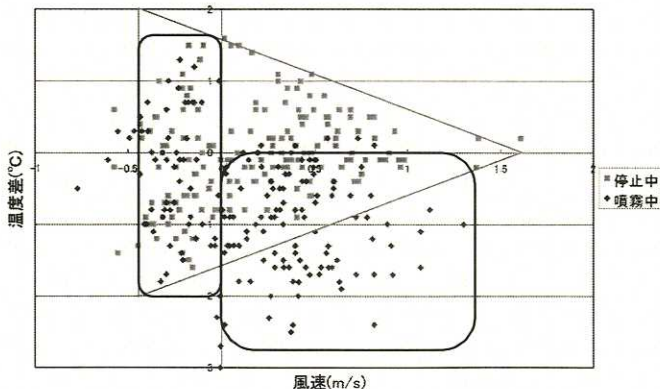


図6 温度と風速の分布図

3.2 噴霧実験結果（相関）

図6は外気温と窓際（おんどり Jr No.5）との温度差を、噴霧中と停止中の二つに分け風速により表わしたものである。さらに比較を行いやすいよう、それぞれのおおよその分布範囲を枠線で示した。

風が流出している場合（y軸より左側）では分布に違いが見られないが、風が流入している場合（y軸より右側）では、停止中は風速が上がるほど外気温へと収束しており、噴霧中はほとんど常に外気温より温度が低くなっている様子が見られる。

4. 実験考察

4.1 換気量と噴霧効果における風速の影響

本実験は開口部上下の垂直距離がないため重力換気を用いず、屋外の風力によって生じる圧力差を利用し、風力換気による換気量の理論値を算出した。これにより移動される熱量と、ミストがすべて蒸発した場合に生じる蒸発潜熱による熱量とを比較し、噴霧効率の算出を行う。換気量の算出は、風速以外の条件はすべて同じであるため、風速に比例するとした。蒸発潜熱は噴霧量と水の蒸発潜熱・比重量で求めた。表2では噴霧中と停止中に分け、それぞれで風が外向き（換気-）の場合と内向き（換気+）の場合の噴霧効率（噴霧停止中も計算上は噴霧していたものと仮定）の算出結果を示した。

噴霧効率を比較してみると、噴霧中かつ換気量が+の場合のみ効果が表れていることがはっきりと分かる。

表2 噴霧効率

噴霧	換気	平均風速(m/s)	噴霧効率(%)
OFF	-	-0.24	(-2.52)
OFF	+	0.46	(-2.12)
ON	-	-0.25	-2.25
ON	+	0.41	15.94

4.2 風速と噴霧効果の相関

図4・図5より噴霧中に風が流入することで温度降下を起こしていることや、3.2で述べたように図6より噴霧中と停止中の風速と温度差の相関関係がはっきりと分かれたことから、風速が噴霧効果に影響を及ぼすことが分かる。

5. まとめ

噴霧効果に対する風速の影響をはっきり捉えることができた。ただし、今回の実験では平均風速が3.0m/sを超えるような強風はなく、過去に屋外にて行われた実験^{註2}で見られた、強風により噴霧効果が失われてしまう現象は確認できなかった。

今後、本実験のデータを数値解析と組み合わせることにより、よりの確な噴霧効果の予測を行うことができるようになると思われる。

脚注

- 註1. 加藤史郎 家庭用ドライミストの無風状態における噴霧効果に関する研究 辻本研卒業論文 2009
 註2. 林啓紀 ドライミスト散布によるヒートアイランド抑制システムの開発 2004