

# 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 (その3) 実測と数値流体解析による検討

正会員 林啓紀\*<sup>1</sup> 同 児玉奈緒子\*<sup>1</sup> 同 奥山博康\*<sup>2</sup>  
 同 辻本誠\*<sup>3</sup> 同 奥宮正哉\*<sup>4</sup> 同 原田昌幸\*<sup>5</sup>  
 同 一瀬茂弘\*<sup>6</sup> 同 進藤義一\*<sup>7</sup>

ドライミスト ヒートアイランド  
 蒸散 潜熱 気温降下 数値流体解析

## 1. はじめに

微小粒径のウォーターミストを屋外空間に直接散布することで、その蒸散時に熱を奪うことができる。この効果によって、夏季における屋外の暑不快な環境の改善を低エネルギーで実現し、またヒートアイランド現象の緩和を図ることができると考えられる。これを屋根を持つような半屋外空間などの局所的な空間に適用した場合の効果、実際にミスト発生装置を製作し検証することを試みた。

既報<sup>(2)(3)(4)(5)</sup>では、屋外開放空間でのミスト散布の効果について報告している。既報<sup>(6)</sup>では、半屋外空間でのミスト散布の効果を検証し分析を行った。

本報(その3)では、半屋外空間でのミスト散布効果の数値流体解析と実測との比較検討を行った。(その4)では、この時の心理的・生理的影響について検討した。

## 2. 実験概要

実験に用いたフィールドは、東京海上日進垂釣場(愛知県日進市)で、面積約3000 m<sup>2</sup>の広さをもつ。この敷地に、5m間隔で3本×4本計12本のミスト発生装置を備え屋根を北側1面このみ壁を持つテント(12m×20m)を2組設けた(図1)。さらに、屋外炎天下領域を用意した。ミスト散布位置は測定点1~3,7,9,11,14~19の高さ3.5mの位置である。散布条件は、散布密度10 ml/min・m<sup>2</sup>、散布高さ3.5 mとした。なお、散布密度10 ml/min・m<sup>2</sup>は、1つのテントあたり散布水量3 l/minとなる。

屋外気象とミストの効果把握するため、物理量の測定を行った。表1は、測定項目、測定位置や測定機器などを整理したものである。測定間隔は、いずれも2秒間隔である。ただし、アスマン通風乾湿度計、グローブ温度計の測定は10分ごとの目視により計測した。実験期間は2004年7月下旬から8月中旬にかけての約1ヶ月間である。

表1 測定項目

	測定箇所	測定機器
温度	テントAB各 1~19(1.5m) 24,7~11,15,18(地表0.1m,1.5m,3m,4.5m) クラブハウス内中央高さ1.5m、観音堂安静 位置高さ1.5m、天井面	CC熱電対(TG-032)
	テントAB各9 炎天下測定点	アスマン通風乾湿度計(SIBATA)
	テントAB各9 炎天下測定点	グローブ温度計(SIBATA)
	テントB7~11(1.5m) テントA9(1.5m) 炎天下測定点(1.5m)	セラミック湿度センサ(家用湿度 検出器(NIK)*湿度と同時に温 度も測定)
風速	テントAB各9(1.5m)	3次元超音波風速計(R.M. Young Company)
	炎天下測定点(1.5m)	2次元超音波風速計(R.M. Young Company)
日射	テントAB各9(0.1m) プレハブ小屋屋根上1m(地上4.5m)	ネオ日射計(英信電機)

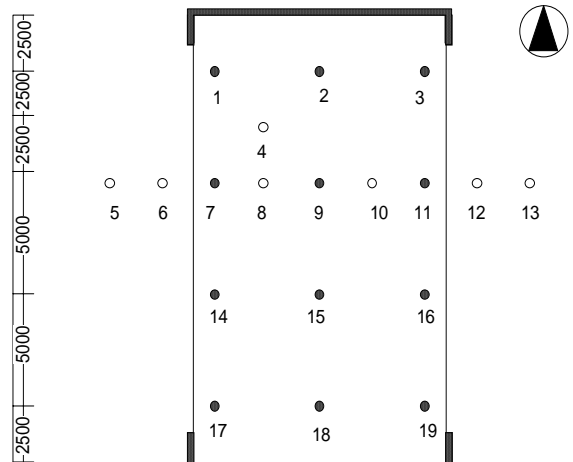
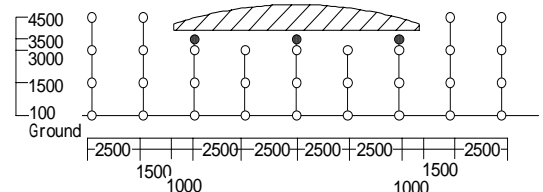


図1 テントA,B測定点およびミスト散布点

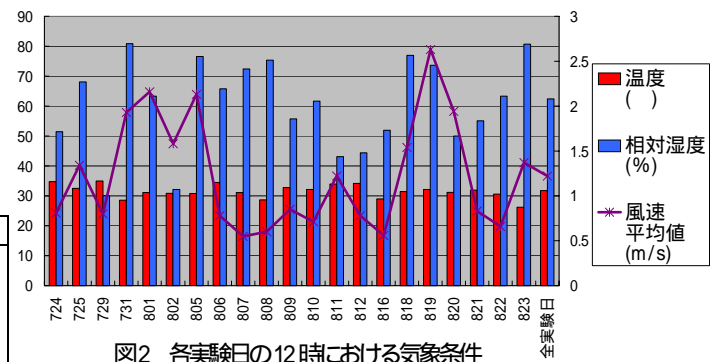


図2 各実験日の12時における気象条件

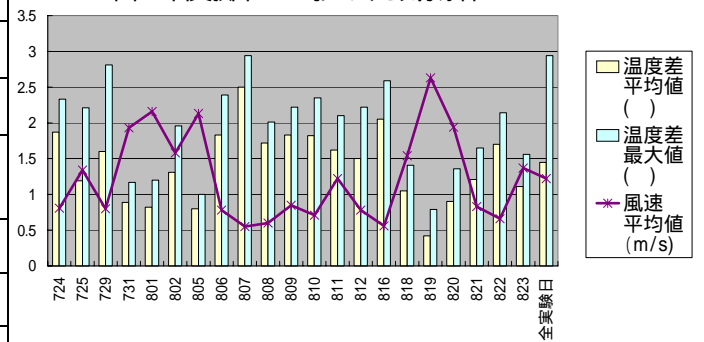


図3 各実験日のミスト内外温度差

### 3. 結果と考察

#### (1) 実験結果

図2、3に各実験日の12時における気象条件と、10時30分~13時30分におけるミストを散布したテントBと散布しなかったテントAとの平均温度差と最大温度差を示す(ミストは10時~15時まで散布)。ここでテントA、Bの温度とは、それぞれのテントの測定点1~3、7、9、11、14~19の高さ1.5mにおける熱電対温度12点の平均値を10分間値平均した値である。湿度は、各テントの測定点9における測定値を10分間移動平均した値である。風速については炎天下測定点の値を10分間移動平均した値を用いている。図2、3から温度差は1.0弱から2.0程度期待でき、この効果は風速の小さな時に大きくなり、風速の大きな時に小さくなる事が分かる。また、実験中ミストが体に付着するような場面はなかった。

#### (2) 数値流体解析

加圧水が図4に示すノズルから噴出される際にノズル内表面に渦回流の視認ができる。この視認が孔から噴出されると空気と衝突して分散・分散され、微細な水ミストが生成される。用いた数値流体解析ソフトFluentは、内部にこうしたPressure swirl atomizer modelを持ち、演算的に図5に示すようにミストの粒径分布が算出することができる。

図5の縦軸は計算対象領域としたテント内に浮遊し存在する全粒子数を意味する。この分布は別途試験された結果と概ね一致し14 $\mu$ mに山を持つ。一方、空間全体の計算モデルは0.5m立方のメッシュで8640個で、テントの屋根や垂れ幕以外で外気と通じるところは圧力境界とした。理想的な無風状態を想定し、ミストだけの冷却効果を見るために、全ての境界や初期温度は一様に33とした。地点9の高さ1.5mと3mでの温度・湿度変化の計算結果を図6に示す。本条件では3~4の温度低下が期待できる。相対湿度は60%から75%程度に上昇する。図7には人体付着の検討のために1~4mの高さの水平面を通過

する質量流量を粒径毎にグラフ化した。20数 $\mu$ mにピークがあり、2m以下では殆ど蒸発しており、ミスト付着感の心配が少なからず分かる。

計算モデルとほぼ同条件の7月25日の13時前後の温度・湿度変化を図9に示す。温度差は1~2、湿度差は3~8%ほどになっている。この時のテントB内での平均風速は0.25 m/sで、東側から西側へ一定風速で空気が通過すると仮定して計算すると、空気の流入量は無風時の2~3倍になる。温度差・湿度差がこれに反比例して1/2~1/3になっている。図8に12時30分における高さ1.5mでの温度分布を示す。日射や北面の壁の影響で南面の方が若干暑くなっているが、地点9付近では約1の気温低下が見られる。

また、図10に示す8月10日の13時前後でもほぼ同条件でテントB内の平均風速は0.1 m/sでこの時の空気の流入量は1.2~2倍となる。温度差は3前後、湿度差は10%前後であった。このことから、計算モデルは無風時の気温低下効果をよく示していると予測できる。

#### 4. まとめ

屋根に覆われたような半屋外空間では、ドライミスト散布の効果として、無風の計算モデルでは3~4の気温低下効果が予測されたが、実験の結果1弱から2の気温低下効果があった。この効果は風速の小さな時に大きくなり、風速の大きな時には気温低下効果が小さくなる。実験・計算の結果の両方から、人体へのミスト付着の心配が少なからず

#### <引用文献>

- 1) 辻本誠也 ドライミスト散布によるヒートアイランド抑制に関する研究(第1報) 空調調和・衛生工学会中部支部学術形勢発表会講演論文集2003年
- 2) 林肇也 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開発(その1) 日本建築学会大会学術講演論文集2004年
- 3) 児玉隆裕也 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開発(その2) 日本建築学会大会学術講演論文集2004年
- 4) 林肇也 ドライミスト散布によるヒートアイランド抑制に関する研究(第2報) 空調調和・衛生工学会学術講演論文集2004年
- 5) 児玉隆裕也 ドライミスト散布によるヒートアイランド抑制に関する研究(第3報) 空調調和・衛生工学会学術講演論文集2004年
- 6) 林肇也 ドライミスト散布によるヒートアイランド抑制に関する研究(第4報) 空調調和・衛生工学会中部支部学術形勢発表会講演論文集2005年
- 7) 児玉隆裕也 ドライミスト散布によるヒートアイランド抑制に関する研究(第5報) 空調調和・衛生工学会中部支部学術形勢発表会講演論文集2005年

<付記> なお、この研究は中部経済産業局地域新生コンソーシアム研究開発事業(平成16年度)の一部として行なわれたものであり、能美防災・川本製作所との共同研究である。

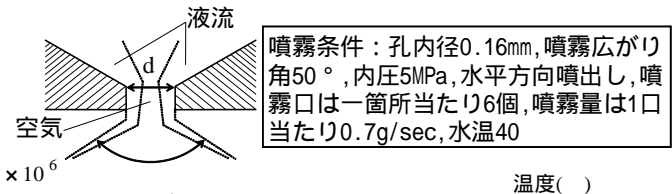


図4 ノズル断面

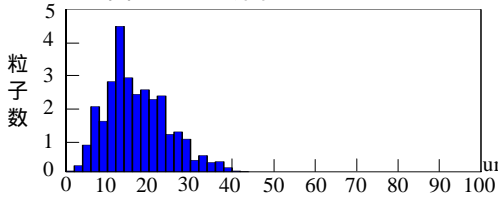


図5 粒径毎の粒子数

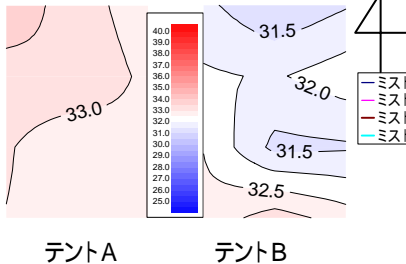


図8 7月25日12時30分での温度分布

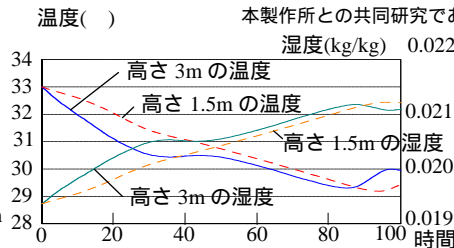


図6 地点9の100秒間の温度湿度変化

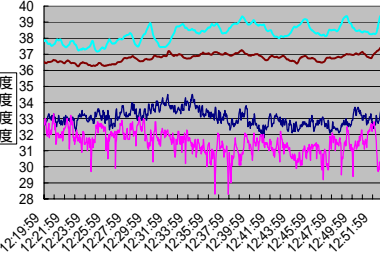


図9 7月25日の地点9における温度・湿度変動

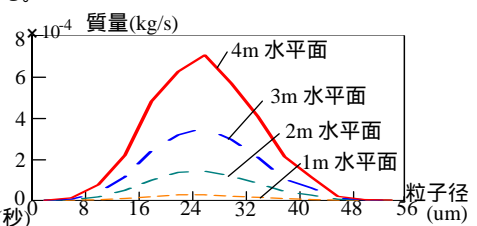


図7 各高さの水平面を通過するミスト質量流量

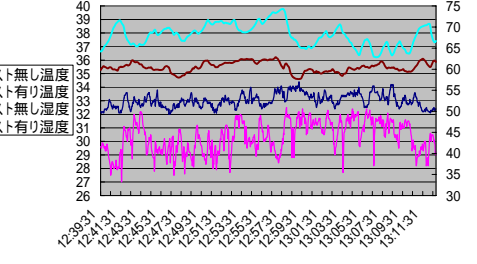


図10 8月10日の地点9における温度・湿度変動

\*1 名古屋大学大学院博士前期課程  
 \*2 清水建設技術研究所 工学博士  
 \*3 東京理科大学教授 工学博士  
 \*4 名古屋大学大学院教授 工学博士  
 \*5 名古屋大学大学院講師 工学博士  
 \*6 中部電力  
 \*7 トーキン

\*1 Graduate Student, Nagoya University  
 \*2 Institute of Technology Shimizu Corporation, Dr. Eng  
 \*3 Professor, Tokyo University of Science, Dr. Eng  
 \*4 Professor, Nagoya University, Dr. Eng  
 \*5 Assistant Professor, Nagoya University, Dr. Eng  
 \*6 Chubu Electric Power Co.  
 \*7 Tokin Inc.