

# 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

辻本研究室

4105022 加藤 史郎

## 1. 研究背景・目的

ドライミスト装置とは植物の蒸散分に相当する細かい水の粒を噴霧する装置である。本装置を使用し空気を冷却することにより、冷房負荷の抑制に繋がるので、ヒートアイランド現象の緩和に繋がると期待されている。

これまで、家庭用ドライミストの噴霧効果に関する実験が行われてきたが、それらの実験は住宅実験場など、境界条件が変化する状況下で行われたものであり、精密な分析が困難であった。そこで、本研究では閉鎖された大空間内に設置された 3.6m×2.4m×2.25mH の空間の開口部手前から無風状態でミストを噴霧し、温度変化を測定して、基礎的資料とすることを目的としている。

## 2. 実験概要

東京理科大学野田校舎内の火災科学研究センター実験棟 (1000 m<sup>2</sup>、高さ 18m) を無風状態と仮定し、施設内に設けられた居室レベルの大きさの空間に対し、ドライミストの噴霧効果の測定を行った。

実験は表 1 に示す噴霧条件で行い、実験 1～6 では連続噴霧、実験 7～11 では濡れ感知センサーを用い、数回噴霧と停止を繰り返した後、噴霧終了とした。噴霧角度は水平方向を 0 度として、プラスを上向き、マイナスを下向きとした。濡れ感知センサーとは、噴霧したミストが蒸散しきらず、床面で濡れが発生してしまうことを防止することを目的とし、濡れを感知すると噴霧を停止し、乾くと噴霧を再開させる制御を自動で行うセンサーである。関連実験として住宅実験場でのド

ライミスト実験<sup>1)2)</sup>がある。

温度測定は熱電対を用い、図 1 に示す A～E 点で高さ方向 11 点、F～I 点で高さ 1125mm の 1 点、計 59 点に設置し、湿度測定は温湿度計を用い、E、J 点の高さ 1125mm の点で測定を行った。測定は噴霧開始の 5 分前から開始し、噴霧終了の 5 分後まで測定した。

## 3. 実験結果

### 3.1 連続噴霧実験

一定時間ドライミストを噴霧し続けた場合の噴霧効果の測定を行った。

連続噴霧実験全体を通して、噴霧開始から温度が下がるが、時間が経過するにつれて、臨界状態に漸近する。また、噴霧時間は有風条件下での実験<sup>1)</sup>で床濡れが発生した時刻から決定した。

実験 4 を例に、噴霧開始前 5 分間の平均温度を基準とし、噴霧中、噴霧終了後 5 分間との各点における温度差・湿度の時間変化を図 2 に示す。

噴霧開始直後から温度が急激に低下し、時間が経過するにつれて温度降下の幅が減少する。本実験の噴霧条件では噴霧開始 7 分前後から 2.7℃程度温度が低下した時点でほぼ定常状態となる。最も距離の遠い C 点でも最大約 2.5℃の温度降下があることから、ミストが部屋全体に拡散していることがわかる。

表 1 実験条件

	噴霧高さ	噴霧角度	合計噴霧時間	センサー	
実験1	1200mm	0度	5分	なし	
実験2		+45度	7分		
実験3		+90度	10分		
実験4	1800mm	0度	10分		あり
実験5		-45度	5分		
実験6		-90度	10分		
実験7	1400mm	0度	4分43秒		
実験8		+45度	9分28秒		
実験9		+90度	15分		
実験10	1800mm	0度	5分34秒		
実験11		-45度	4分19秒		

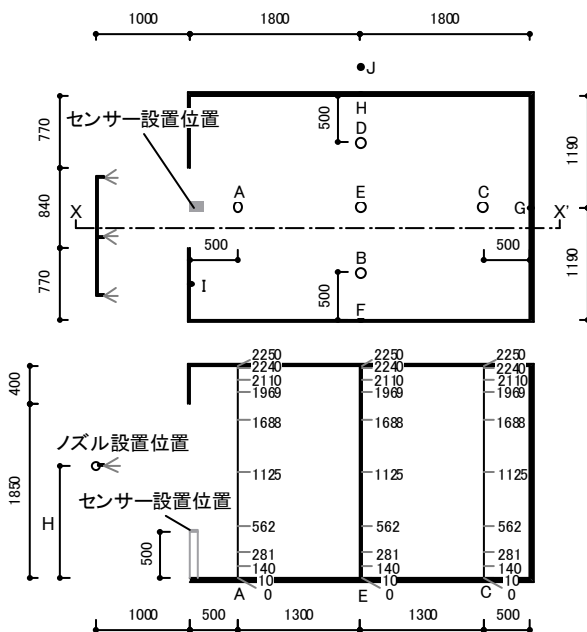


図 1 実験場平・断面図 (X-X')

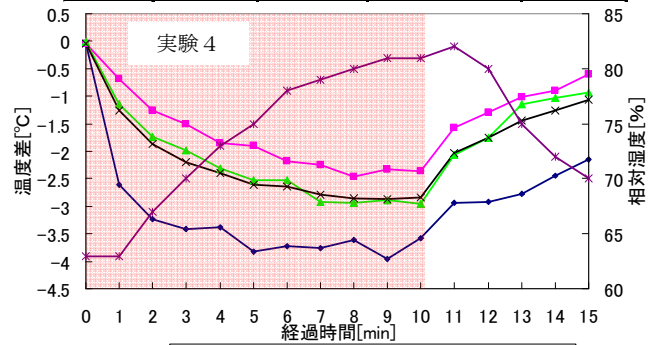


図 2 実験 4 における温度差・湿度の時間変化

### 3.2 濡れ感知センサー使用実験

濡れ感知センサーを用い、噴霧を自動制御した場合の噴霧効果の測定を行った。

実験 9 以外の全噴霧条件で共通して、噴霧開始からの時間の経過と共に、噴霧を停止する温度と、噴霧を再開する温度が一定の値を取るようになった。また、湿度は連続噴霧に比べあまり上がらず、湿度の変化に関わらず噴霧と停止を繰り返していたが、これは使用した湿度計の時定数が大きいため反応時間が遅れたためと考えられる。また、実験 9 ではミストがあまり流入せず、濡れは発生しなかった。

実験 10 を例に、噴霧開始前 5 分間の平均温度を基準とし、噴霧中、噴霧終了後 5 分間との各点における温度差・湿度の時間変化を図 3 に示す。

1.3°C 程度温度低下すると噴霧が停止し、停止してから噴霧前との温度差が 0.9°C 程度になると噴霧を再開している。

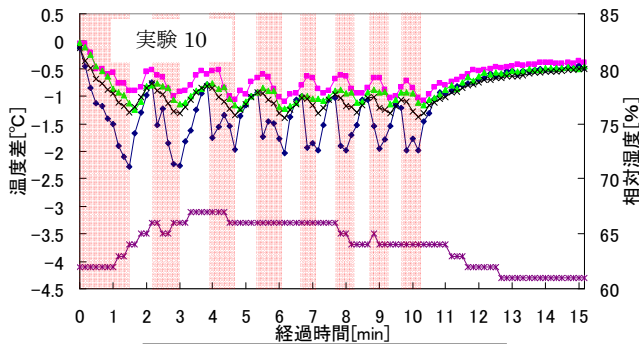


図 3 実験 10 における温度差・湿度の時間変化

## 4. 実験考察

### 4.1 噴霧効率の算出

噴霧したミストが全て蒸散した場合に奪う熱量に対する温度差換気によって移動する熱量の割合を噴霧効率とする。測定した温度データより温度差換気による換気量の理論値を算出し、噴霧効率を推定する。理論値を考える際、ミスト噴霧により発生する空気の流れが換気量に影響を与える可能性があるが、今回は考慮しないものとする。

噴霧効率は以下の手順で求めた。概念図を図 4 に示す。

- ①各高さ 11 点の平均温度を求め、高さ方向各点の間の温度変化を線形であると仮定し、室内部の各高さの空気の比重量を求める。室外部は温度分布を一定とし、比重量も一定とする。
- ②床面での室内外圧力差:  $\Delta X$  として仮定し、求めた比重量から各高さにおける内・外部圧力を求める。
- ③各高さにおける圧力差から微小区間:  $\Delta h$  における換気量を求め、その合計の入出量が等しくなるような  $\Delta X$  を逐次近似法により定める。
- ④微小区間:  $\Delta h$  における空気の流入量に、空気の比熱、内外温度差を乗じ、その合計から換気によって移動する熱量を求める。
- ⑤噴霧したミストが全て蒸散した場合に奪う熱量に対する温度差換気によって移動する熱量の割合を求め、その値を噴霧効率とする。

### 4.2 考察

各実験における噴霧効率の算出結果を表 2 に示す。全実験とも噴霧終了直前の時刻を対象とした。

実験 3, 6 のようにミストを垂直に噴霧した場合には噴霧効率が低くなっている。H=1200mm から噴霧した実験 1 と実験 2 を比較すると、0 度噴霧の実験 1 より上向き 45 度噴霧の実験 2 の方が噴霧効率が高くなっている。また、同じ 0 度噴霧でも、実験 1 の H=1200mm からよりも実験 4 の H=1800mm からの方が噴霧効果が高くなっている。

濡れセンサーを使用した実験 7~11 でも、連続噴霧と同様の噴霧角度ごとの特徴があったが、噴霧効率は全体的に低くなっている。

表 2 各実験における噴霧効果

	換気量	平均温度差	移動する熱量	噴霧効率	センサー
	[kg/sec]	[°C]	[kW]	[%]	
実験 1	0.205	2.445	0.704	17.02	なし
実験 2	0.273	3.850	1.033	24.97	
実験 3	0.143	1.170	0.314	7.58	
実験 4	0.267	3.790	1.059	25.61	
実験 5	0.173	1.909	0.470	11.35	
実験 6	0.116	0.744	0.206	4.99	
実験 7	0.174	1.617	0.397	9.61	あり
実験 8	0.188	2.160	0.455	11.01	
実験 9	0.123	0.918	0.174	4.21	
実験 10	0.191	2.135	0.541	13.08	
実験 11	0.122	1.051	0.184	4.46	

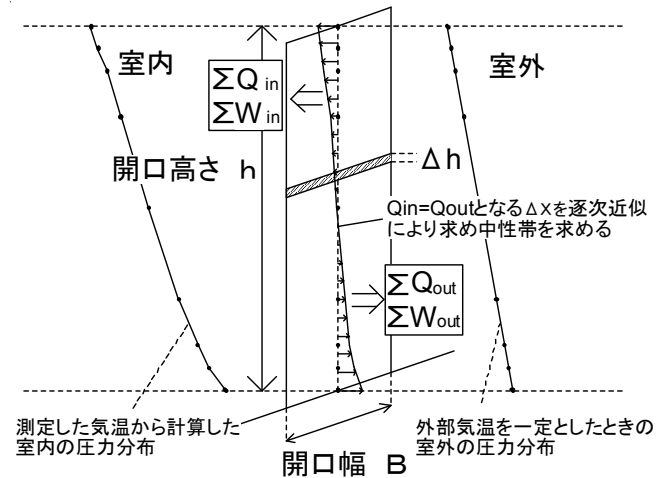


図 4 熱量計算概念図

## 5. まとめ

- ①無風状態においては開口の上部からミストが流入するような噴霧をした場合高い噴霧効果を得られる。しかし、垂直方向の噴霧ではミストはあまり流入せず、小さな噴霧効果しか得られない。
- ②濡れ感知センサーを使用した場合には連続噴霧に比べ、噴霧効果が下がってしまうが、噴霧方法によっては一定の噴霧効果を得ることができる。

### 脚注

- 1) 紅谷真司 実験住宅における家庭用ドライミストの噴霧条件について 辻本研卒業論文, 2009
- 2) 戸張彩香 濡れ検知装置により発停する家庭用ドライミストの実験的研究 辻本研卒業論文, 2009

### 参考文献

- 1) 石原 正雄 「建築換気設計」 1969
- 2) 建築学系編集委員会 「建築学大系 21 建築防火論」 1976