

対照実験によるドライミストのバルコニーにおける噴霧方法の検討

辻本研究室

4106023 大吉 直幸

1. 研究背景

辻本研究室では、ヒートアイランド現象対策を主としてドライミスト装置を開発した。これは水の気化熱を利用した冷房装置であり、2009年より一般家庭向け装置の販売が開始された。しかし多くの課題が依然として残されており、同研究室では現在も装置改良や効率的噴霧方法の研究を続けている。

2. 研究目的

2.1. 対照実験によるドライミスト噴霧効果の比較検証

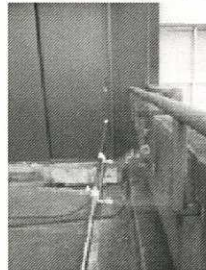
噴霧効果を正確に検証するには、ほぼ同条件の2室を用いての対照実験が理想的であり、ミスト噴霧室および対照室の2室を用意し、種々の噴霧方法について比較検証を行う。

2.2. バルコニーにおけるドライミスト噴霧方法の模索

本研究では、開口の少ないRC造住宅でかつバルコニー躯体がRC壁式造であるものを対象に、ドライミストの新しい噴霧方法を実験的に検討した。住宅での現在の主流である、バルコニー手すり壁上端にノズルを室内向きに取り付ける方法（以下、室方向噴霧）に対し、手すり壁手前からノズルを手すり壁向きに取り付ける方法（以下、壁方向噴霧）である。



↑ 室方向噴霧再現



↑ 壁方向噴霧再現

この壁方向噴霧において、

- ①バルコニー躯体の輻射熱を軽減する
- ②ミストの室内流入が安定する
- ③ただし床濡れのリスクも増大する

の3項目を仮説とし、それぞれ検証を行うこととする。

3. 実験概要

実験には東京都港区芝浦にある9階建てマンションの6階の、環境条件がほぼ等しいと思われる中央2室を使用した（実験期間8月21日～24日）。2室はほぼ南北軸に対称な間取りであり、西側をミスト噴霧室、東側を対照室とした。

換気方法については、2室とも窓が1箇所のみであり、またミストの流入を外部風によらず安定的に行うため、リビングの扉と窓以外の開口部を常時閉めた上で、台所換気扇による機械換気（換気量約550[m³/h]、換気回数約19.6[回/h]^(註1)）を行うこととした。（→図-1）

測定に関しては、温湿度計、温度測定用熱電対、グローブ温度計を2室に対称に設置し、日射計、風速計は対照室のみ設置し、測定データを2室に適用した。（→図-2）ミスト噴霧および測定時間は共に10:00～22:00の12時間とし、室方向噴霧は1通りを、壁方向噴霧については前例がないため発停間隔の異なる3通りをそれぞれ検討した（→表-1）。

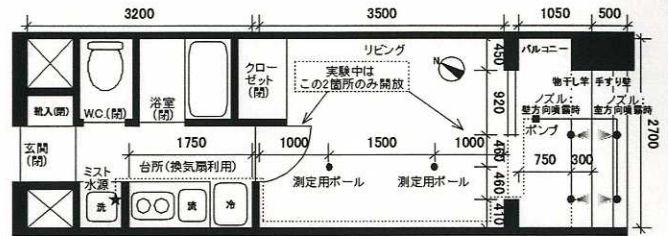
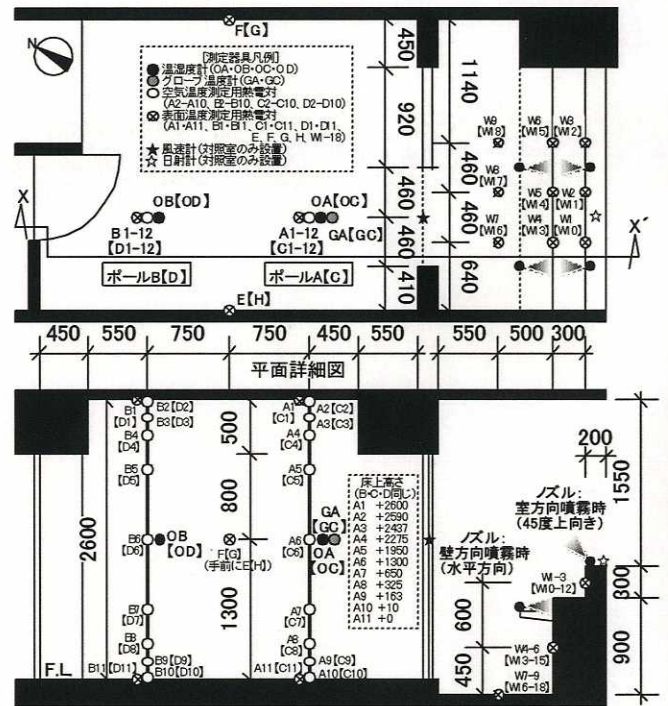


図-1 全体平面図・ミスト噴霧室（対照室は上下反転）



X-X' 断面詳細図

図-2 測定器具配置詳細図

表-1 実験日程詳細（噴霧・測定時間 10:00-12:00）

日程 (実験日)	噴霧室 (噴霧間隔)	噴霧 水量 [g/h]	対照室	気象庁データ(地点:東京)		
				平均気温 [°C]	平均湿度 [%]	総日射量 [MJ/m ²]
1日目 (8/21)	室方向噴霧 (1分on1分off)	2520	ミスト 噴霧 なし	28.9	67	15.7
2日目 (8/22)	壁方向噴霧A (常時on)	5040		28.9	68	14.16
3日目 (8/23)	壁方向噴霧B (1分on1分off)	2520		27.2	58	17.47
4日目 (8/24)	壁方向噴霧C (2分on1分off)	3360		26	62	13.75 ※一時雨

4. 実験結果および考察

4.1. 対照実験による各噴霧方法の効果検証

各噴霧方法における2室間の温湿度差（温湿度計 OA・OC、熱電対 A6 より算出）および平均放射温度MR T^(註2)の差（温湿度計 OA・OC、熱電対 A6、グローブ温度計 GA・GC、風速計より算出）を図-3に示した。温度降下量では壁方向噴霧Aのほ

うが室方向噴霧よりもやや大きい、湿度上昇も顕著であり、壁方向噴霧Aを行った実験2日目は噴霧室の日平均湿度が最も高く、日中はほぼ70%以上を記録してしまっていた。また、壁方向噴霧Bでは、噴霧水量が等しい室方向噴霧に比べ、14時以降の湿度上昇が抑えられていることがわかる。

4.2. 壁方向噴霧の仮説検証①：輻射熱軽減効果の検証

図-3で既に示した2室間のMRT差で検証する。噴霧水量の等しい室方向噴霧と壁方向噴霧Bの14時付近の減少値を比較すると、僅かではあるが壁方向噴霧Bのほうが上回っており、最も気温が高くなるとされる時間帯において躯体冷却の効果が表れているといえる。

4.3. 壁方向噴霧の仮説検証②：ミストの流入率の検証

流入蒸発率[%]を1時間ごとに算出して検証する。

流入蒸発率[%] = 流入水蒸気量[g/h] / 噴霧水量[g/h] × 100

流入水蒸気量は、測定した噴霧室の温湿度(温湿度計0A、熱電対A6)および気象庁発表の温湿度から、室内外の容積絶対湿度[g/m³]を算出し、ザイデルの式を用いて1時間ごとの値を算出した。算出結果を図-4に示す。全体的に壁方向噴霧A・B・Cの方が室方向噴霧よりも高い値を示しており、ミストの室内流入に関しては壁方向噴霧のほうが効率的であることが確認された。

4.4. 壁方向噴霧の仮説検証③：床濡れリスクの検証

床表面の結露判定により検証する。測定した噴霧室の温湿度(温湿度計0A、熱電対A6・A11)から室内水蒸気圧[kPa]、床面飽和水蒸気圧[kPa]をそれぞれ算出し、それらを比較したものを図-5に示す。データ上では結露が発生する時間帯は存在しないが、実際には室方向噴霧、壁方向噴霧①において特に夜間の床濡れが顕著であり、実際の状況と算出値でずれが生じた。しかし、壁方向噴霧Aが最もリスクが高く、Bで最も低いということが算出結果から確認された。

5. まとめ

計4種類のドライミストの噴霧方法を対照実験により検証したが、いずれも1~2℃の温度降下が確認された。

今回の実験では、室方向噴霧と壁方向噴霧を厳密に比較することは不可能であるが、壁方向噴霧においては、室方向噴霧と比較して効果的であると言える結果は得られなかった。しかし壁方向噴霧Bにおいて、噴霧水量の等しい室方向噴霧に比べて湿度上昇が比較的緩やかであること、最も気温が高くなる14時前後でバルコニー躯体の輻射熱軽減が僅かに確認できたこと、流入蒸発率が高いこと、床濡れのリスクが低いことなど注目すべき結果が多く判明した。これまでに室方向噴霧で行ってきた噴霧水量の調整などを壁方向噴霧においても検討することで、次第に目に見える結果を得られる可能性が生じてきたと言える。

今後はこれらの点に着目し、コンピュータ上での数値解析などと併せて検討を行っていくべきである。また、今回の実験では費用の面で実現が不可能であったが、3室以上の部屋を用いての2種類以上の噴霧方法を同時に対象として比較を行う対照実験が今後行われることも期待したい。

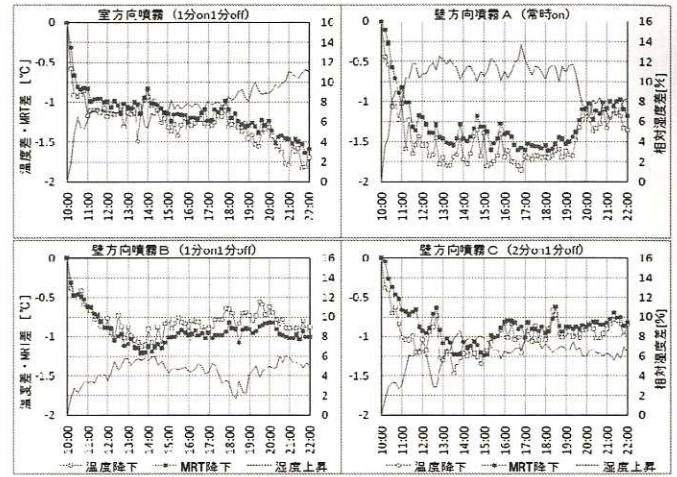


図-3 2室間温湿度差・MRT差註3.

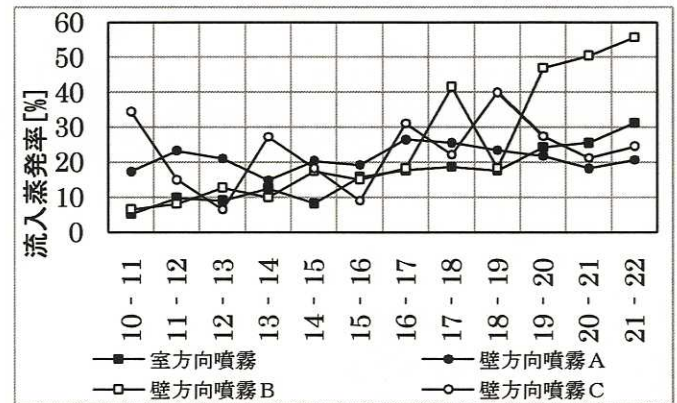


図-4 各噴霧方法における流入蒸発率

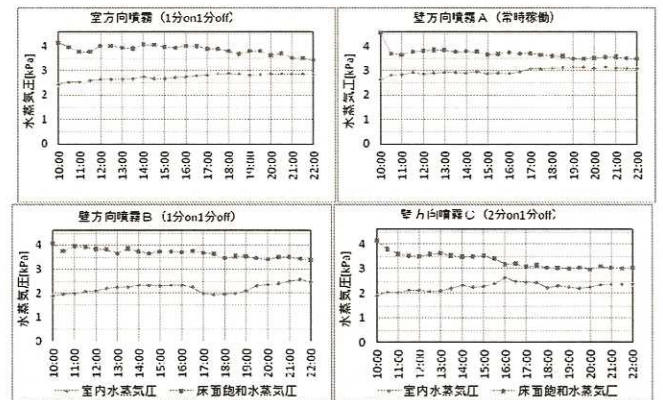


図-5 各噴霧日の室内および床面飽和水蒸気圧の比較

脚注

1. 換気量はメーカーからの提供データにより算出した。室容積は廊下部分とリビングのみで約28m³であり、換気回数算出の際にはこの値を使用した。
2. 空気温度θ[°C]、グローブ温度θ_g[°C]、水平風速v[m/s]とした場合にMRT = θ + 0.23√v(θ_g - θ)[°C]を用いて概算した。
3. 各種の2室間の差の値については、噴霧および測定開始時点(10:00)で2室間の値にずれが生じている場合には、全ての値に校正を行っている。10:00での各差の値が全て0となっているのはそのためである。

参考文献

- 1) 最新建築環境工学[改訂3版] 田中俊六・武田仁ほか
- 2) 萩啓伊志「家庭用ドライミストに対して室内換気量与える影響について」東京理科大学辻本研究室卒業論文 2008
- 3) 繁松健太郎ほか「住宅における蒸発冷却技術による冷房エネルギー消費ならびに大気顕熱負荷削減効果に関する研究」日本建築学会 2008.9