

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

5105072 紅谷 真司

辻本研究室

1. 研究背景と目的

家庭内のエネルギー消費を抑制するために、小型少水量のドライミストとして、家庭用ドライミストが開発された。そこで実際に家庭で用いる場合を想定し、様々な条件での噴霧を行うことで、どのような条件で噴霧することが最適であるかを知ることを目的に実験を行った。

2. 実験計画

2.1 実験住宅

2008年7月25日、9月2,3,5日に住宅メーカーの富士市内にある実験住宅2階子供部屋(8.1帖)にて実験を行った。図-1、図-2のように室内には、熱電対A~J(計60点)点、PMV計、アスマン乾湿球計を設置し、ベランダには家庭用ドライミストを設置した。

2.2 実験条件

実験は表-1にあるように21通り行った。ミストの角度・高さ、上りかまちからの距離、開口2の開閉が可変である。条件を変化させることでミストの拡散の仕方に違いが生じる。上りかまちからノズルまでの距離を離しても同等の効果を得ることができれば、床濡れ防止につながると考え距離を変化させた。

ミスト噴霧前・噴霧時・噴霧後の室内の温度変化を知るために、測定開始5分後に噴霧を始め、噴霧終了後も5分間は測定を続けた。噴霧時間は最大10分とした。実際に家庭で使うことを考え、床濡れを目視で確認次第噴霧を終了した。

実験を行う時間については、実験住宅付近の平均気温から9時~17時の間が適当であると判断した。

3. 実験結果

3.1 実験結果

噴霧時の温度変化が大きかった実験7を例に、各高さにおけるある時間の温度と測定開始直後の温度との差の時間変化を図-3に示した。噴霧開始直後の測定開始5分を越えたあたりから温度変化が始まっている。噴霧開始5分後にほとんどの高さで最も温度が下がっている。特に、床・天井付近を除いた高さでの温度が低下しているのがわかる。これは実験7が高さ2100mm、0°噴霧であることから、室内に入ったミストは床に向かって落ちていき床付近で蒸発していると考えられる。その後はやや上昇し、噴霧が終了するとさらに上昇したが5分間ではまだ測定開始時の温度には戻っていない。

図-4に実験4,7,9の各点での垂直温度分布の時間変化を示した。

3.2 温度変化と偏差

床・天井面の表面温を除いた9点で各点の温度降下量を算出する。このとき、H=10mmでの測定値をH=0mm、H=2390mmのものをH=2400mmと扱う。

$$\Delta \theta = \frac{\sum_{i=1}^8 \left\{ \frac{c_i - \frac{a_i + b_i}{2}}{2} + \frac{c_{i+1} - \frac{a_{i+1} + b_{i+1}}{2}}{2} \right\} \times h_i}{H} \quad -①$$

△θ [°C] : ある点での平均温度降下
 a [°C] : 噴霧前の温度, b [°C] : 噴霧後の温度
 c [°C] : 噴霧開始3分後の温度
 h_i [mm] : 測定点*i*と*i*+1の間の距離
 H (=2400) [mm] : 天井から床面までの高さ

①式によって求めた各点の温度変化を表-2に示す。表-2を用いて、開口2:開・閉のみが異なる実験同士で比較していく。ほとんどの組み合わせで開口2が開いているときに温度降下が大きい。実験10と19、実験11と20では逆にになっているが、これは表-3より、実験19と20の噴霧時の風速が実験10と11より強かったことが原因だと考えられる。

噴霧距離のみが異なるもの同士で比較すると、ほとんどの実験で噴霧距離1000mmのときにより良い効果を得られる。実験6と実験12では逆転が起こっているが表-4より、噴霧

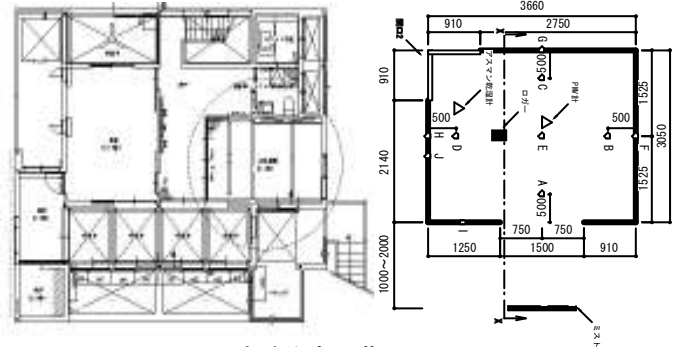


図-1 実験住宅2階平面図

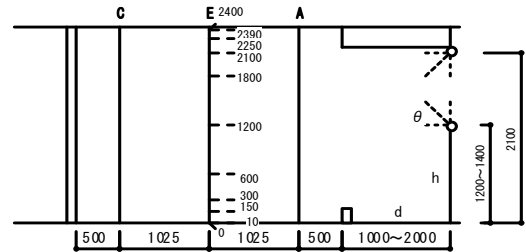


図-2 X-X断面図

表-1 実験条件

実験番号	実験日	開口2	噴霧距離 (mm)	噴霧高さ (mm)	噴霧角度	噴霧時間
実験1	7月25日	開	1000	1200	0°	5分
実験2	7月25日	開	1000	1200	45°	7分
実験3	7月25日	開	1000	1200	90°	10分
実験4	7月25日	開	1000	1400	0°	5分
実験5	7月25日	開	1000	1400	45°	10分
実験6	7月25日	開	1000	1400	90°	10分
実験7	9月5日	開	1000	2100	0°	10分
実験8	9月5日	開	1000	2100	-45°	5分
実験9	9月5日	開	1000	2100	-90°	10分
実験10	9月2日	開	2000	1400	0°	10分
実験11	9月2日	開	2000	1400	45°	10分
実験12	9月2日	開	2000	1400	90°	10分
実験13	7月25日	閉	1000	1400	0°	5分
実験14	7月25日	閉	1000	1400	45°	10分
実験15	7月25日	閉	1000	1400	90°	10分
実験16	9月3日	閉	1000	2100	0°	10分
実験17	9月3日	閉	1000	2100	-45°	5分
実験18	9月3日	閉	1000	2100	-90°	7分
実験19	9月2日	閉	2000	1400	0°	10分
実験20	9月2日	閉	2000	1400	45°	10分
実験21	9月2日	閉	2000	1400	90°	10分

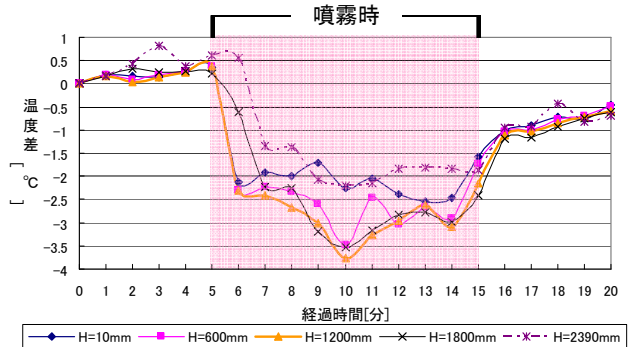


図-3 実験7における各高さの温度変化

表-2 各点の温度変化

	A	B	C	D	E	5点平均
実験1	-1.11℃	-1.17℃	-0.97℃	-0.65℃	-0.96℃	-0.97℃
実験2	-1.34℃	-0.93℃	-0.93℃	-0.83℃	-1.09℃	-1.03℃
実験3	-1.44℃	-1.20℃	-0.97℃	-0.31℃	-1.12℃	-1.01℃
実験4	-1.77℃	-1.23℃	-1.20℃	-0.65℃	-1.21℃	-1.21℃
実験5	-1.92℃	-1.14℃	-1.40℃	-1.41℃	-1.40℃	-1.46℃
実験6	-1.23℃	-0.50℃	-0.50℃	-0.54℃	-0.80℃	-0.71℃
実験7	-2.60℃	-1.94℃	-2.01℃	-1.51℃	-2.29℃	-2.07℃
実験8	-1.95℃	-1.94℃	-2.20℃	-0.95℃	-2.17℃	-1.84℃
実験9	-1.63℃	-1.55℃	-1.43℃	-0.83℃	-1.56℃	-1.40℃
実験10	-1.83℃	-0.57℃	0.08℃	0.05℃	-0.98℃	-0.70℃
実験11	0.22℃	-0.01℃	-0.005℃	0.15℃	0.005℃	-0.08℃
実験12	-1.35℃	-0.90℃	-0.75℃	-0.84℃	-1.17℃	-1.00℃
実験13	-1.23℃	-0.90℃	-0.84℃	-0.81℃	-0.85℃	-0.93℃
実験14	-0.72℃	-0.43℃	-0.19℃	-0.42℃	-0.42℃	-0.44℃
実験15	-0.62℃	-0.41℃	-0.28℃	-0.11℃	-0.44℃	-0.37℃
実験16	-0.48℃	-0.57℃	-0.44℃	-0.17℃	-0.54℃	-0.44℃
実験17	-1.23℃	-0.78℃	-0.84℃	-0.38℃	-1.08℃	-0.86℃
実験18	-1.43℃	-1.09℃	-0.92℃	-0.63℃	-1.42℃	-1.10℃
実験19	-1.52℃	-0.87℃	-0.82℃	-0.49℃	-0.74℃	-0.89℃
実験20	-0.94℃	-0.48℃	-0.22℃	-0.14℃	-0.31℃	-0.42℃
実験21	-0.14℃	-0.25℃	-0.14℃	-0.17℃	-0.30℃	-0.20℃

表-3 噴霧時の風速

噴霧開始からの経過時間(分)	実験10 [m/s]	実験11 [m/s]	実験19 [m/s]	実験20 [m/s]
1	1.3	0.9	2.7	3.6
2	0.9	0.9	1.8	3.1
3	1.3	1.3	1.8	2.2

表-4 噴霧時の外部気温・湿度

噴霧開始からの経過時間(分)	実験3 [℃/%]	実験6 [℃/%]	実験12 [℃/%]	実験13 [℃/%]	実験16 [℃/%]
1	29.4/81	29.6/80	30.3/63	30.1/79	28.6/78
2	29.4/81	29.4/81	30.2/65	30.1/79	28.6/78
3	29.6/81	29.4/82	30.3/66	30.1/79	28.7/78

時の外部気温と湿度が原因だと考えられる。実験6では気温が低く湿度が高いので、ミストが有効に働かなかった。

噴霧高さのみが異なるもの同士で比較すると、高くなるほど温度差が大きくなっているが、実験3と6、実験13と16では逆転が起こっている。実験13と16では表-4より、湿度はほぼ同じだが実験13の噴霧時の気温が高かったため、実験16より温度降下が大きかった。

噴霧角度のみが異なるもの同士で比較すると、水平方向が効果的だが、実験16~18では-90°噴霧のときに最も温度が下がっている。これは開口2が閉のとき、開口部の気流が下から入って上から出て行くようになっていたためと考えられる。実験13~15、実験19~21にも同じことが当てはまる。

ここで、温度が下がっているだけでは最適とはいえないので、バランス良く温度が下がっているかを知るために②式を用いて各点の偏差を求めた。表-2の5点平均の温度変化が1℃を超えている実験における各点の偏差を表-5に示した。

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^9 \left\{ c_i - \frac{(a_i + b_i)}{2} \right\}^2}{9}} \quad \text{--- ②}$$

σ : 偏差、a[℃] : 噴霧前の温度、b[℃] : 噴霧後の温度
c[℃] : 噴霧開始3分後の温度

表-2の実験7の平均温度変化は最も大きくなっているが、表-5の平均偏差を見るとこれも大きくなっているため、最適な噴霧条件とは言えない。同様にA,E点の偏差が大きいことから実験8、18も最適とは言えない。A,E点の偏差が大きいのは床が濡れたことにより、床付近の温度が低下しすぎてしまったと考えられる。実験9は高さ2100mmの噴霧の中では最も良い。図-4の実験4からバランスよく温度が下がっているのがわかるように、実験2~5は適した噴霧といえる。家庭でミストを使用するときは開口部を2つにして、高さが1200mm<45°, 90°>・1400mm<0°, 45°>になるようにするか、ベランダの上部から-90°で噴霧すると効果的である。

4. まとめ

ミストは風などの外部気象の影響を受けやすく、風が部屋を通り抜けると効果が増すことがわかった。

温度降下が大きくても床が濡れてしまい、実際には使えない状況になってしまった例が多く、濡れそうになったら停止する条件で、噴霧効果を検証する必要がある。

表-5 各点の偏差

	A	B	C	D	E	5点平均
実験2	1.17	1.01	0.91	0.83	1.05	0.99
実験3	1.44	1.22	0.97	0.68	1.29	1.12
実験4	1.62	1.19	1.14	0.66	1.17	1.15
実験5	1.69	1.26	1.35	1.35	1.42	1.41
実験7	2.49	1.95	1.89	1.58	2.19	2.02
実験8	2.29	2.05	2.32	1.13	2.38	2.03
実験9	1.72	1.61	1.40	0.85	1.58	1.43
実験18	1.83	1.49	1.23	0.81	1.80	1.43

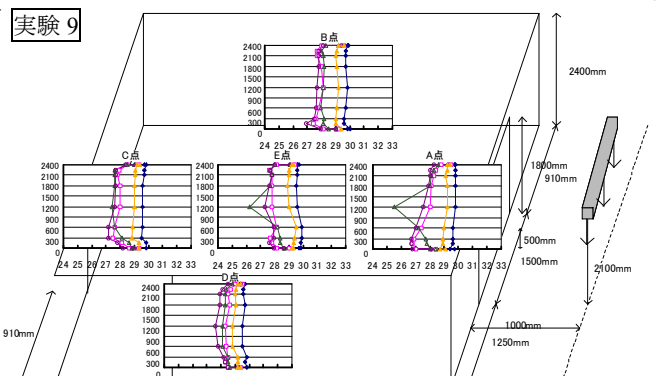
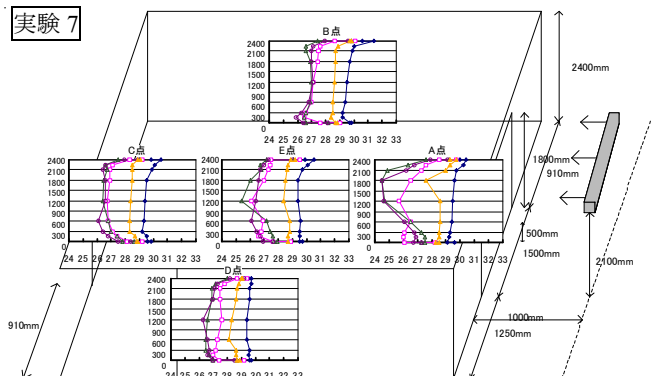
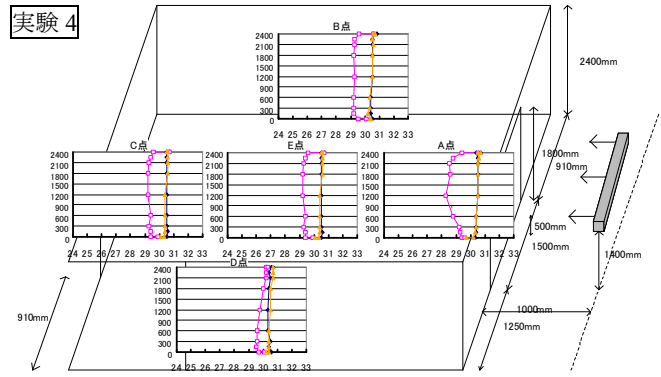


図-4 各点での垂直温度分布

参考文献

- 1) 渡辺明美 「家庭用ドライミストの効果測定」2007 辻本研卒業論文
- 2) 日花弘子 「EXCEL統計解析」H18.9

