

京町家における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 5106072 福森 建吏

1. 研究背景

人工排熱などが原因のヒートアイランド現象の緩和対策が東京都でも条例化されている¹⁾。その緩和対策の一環としてドライミストが開発された。ドライミストは空気中で水が蒸発する際の気化熱を利用して周辺温度を低下させ、空調消費エネルギーを削減させることを目的とした冷房装置である。さらに、ドライミストの使用によって局所的に気温を下げると温度差換気により、風を起こすことにも役立つとされている²⁾。

2. 研究目的

家庭用ドライミストシステムについての研究のほとんどが現代の一般住宅を対象としたものである。住宅の構造に相違があれば、ドライミストによって得られる温度降下の影響にも特性があると考え、京町家における実験結果を検討・考察することを本研究の目的とした。

3. 実験概要

伝統的木造民家である京町家のT邸において、軒先側から坪庭側からドライミストを噴霧し、温熱環境がどう変化するかについて検証する。また、居住者と協議を行い、坪庭と軒先2ヶ所の適当な場所でドライミストを噴霧し、ミストの有無（軒先側からの噴霧時は濡れ感知センサーを利用）により、その効果についての比較・検討を行う。なお、ドライミストの噴霧実験は8/10～8/15に行い、実生活のまま実験を行った。ドライミストの噴霧時間は庭噴霧、軒先噴霧共に10:00～20:00とした。

表1に実験期間の京都市の気象概況、表2に実験日程、図1に噴霧条件断面説明図を、図2に軒先噴霧時の温湿度計と家庭用ドライミストシステムの設置位置と実験住宅の平面図・断面図を示す。

表1 京都市気象概況

日付	平均気温 [°C]	最高気温 [°C]	最低気温 [°C]	相対湿度 [%RH]	平均風速 [m/e]	最多風向	日照時間 [h]	天気概要
2010/8/10	26.8	31.9	24.9	60	1.5	北東	1.1	曇時々曇 曇一時雨
2010/8/11	29.2	34.3	24	61	2.3	南	5.9	曇時々晴 曇後大雨、雷を伴
2010/8/12	26.6	29.4	24.3	56	2.1	南	0.1	雨一時曇、雷を伴
2010/8/13	28.6	33.1	24.3	58	1.5	北北東	1.8	曇 曇一時雨
2010/8/14	29.2	32.3	26.5	64	2.2	南西	0	曇一時雨 曇
2010/8/15	30.1	34.6	27.6	79	2.4	南西	5.5	曇時々雨 曇後晴

表2 実験日程

日程	噴霧条件	噴霧場所	噴霧詳細	発停
2010/8/10	庭0°	庭	ノズル角度は水平方向0°	連続噴霧
2010/8/11	庭-45°	庭	ノズル角度は水平方向-45°	連続噴霧
2010/8/12	台風のため、ドライミストの噴霧不可			
2010/8/13	軒先-45°	軒先	ノズル角度は道路側に向けて水平方向-45°	濡れ感知センサー
2010/8/14	ため替 ¹⁾	庭	開口部を閉切り、19:55からの5分のみ開放	連続噴霧
2010/8/15	軒先-90°	軒先	ノズル角度は真下	濡れ感知センサー

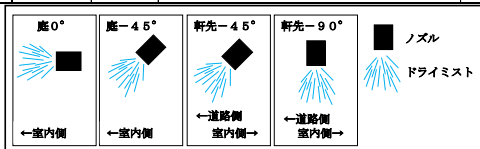


図1 噴霧条件断面説明図

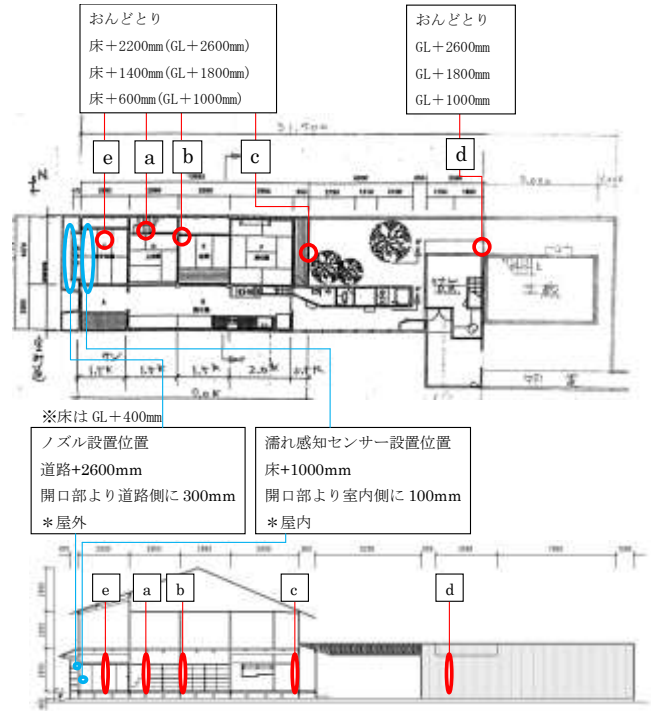


図2 軒先噴霧時の温湿度計と家庭用ドライミストシステムの設置位置と実験住宅の平面図・断面図

4. 実験結果および考察

4.1. 温度変化と垂直温分布による考察

台風などの気象状況により、想定していた手順（前日に風向風速の予報を見て、1日のうちで西からの風が多い日は軒先から噴霧を行い、東からの風が多い日は庭から噴霧を行う）での実験が進められなかった。その中で実験を行った8/10～8/15のうち、温度変化の結果が顕著に得られた8/15と、その比較対象（同じ軒先噴霧）として8/13の温度変化を示したものを図3に、8/15の温度変化が比較的似ている屋内のb、e点と屋外のd点における垂直温度分布を図4に示す。

表1より、8/13と8/15との違いとして最高気温・最低気温（共に13日より15日の方が高い）、相対湿度（13日より15日の方が低い）などの相違点がある。また、ドライミストは風の影響を受けるものであり³⁾、8/13と8/15では風速に違いがあるので、温度変化にも反映されたと考えられる。

図3の8/15において、ドライミストの噴霧場所に一番近い点であるe点とb点が似た温度変化となった。また、図3の8/15において、a点が高さごとの変化が一番小さい結果となったが、これはドライミストの影響と居住者による生活の影響（当日、実験住宅では法事が行われており、来客者があった）が反映したと考えられる。さらに、図3のc点はドライミストの噴霧場所から遠いということもあり、ドライミストによって冷やされた空気はc点まで達しておらず、ドライミストの噴霧効果の範囲もここから推測できると考えられる。

さらに、図3において、d点(屋外)については8/13,8/15共にh=1800mmの高さ(↓1)が3点中で最も低い温度分布を表したのに対し、屋内であるa点・b点・c点・e点においてはh=1000mmの高さ(↓2)が3点中で最も低い結果となり、室内下方にドライミストによる冷却効果が表れたと考えられる。

また、図4の垂直温度分布を見て、既往研究⁴⁾より一般住宅においてドライミストの噴霧高さより低い位置での温度降下が確認されており、今回の実験住宅である京町家においても同様の効果が表れていると考えられる。

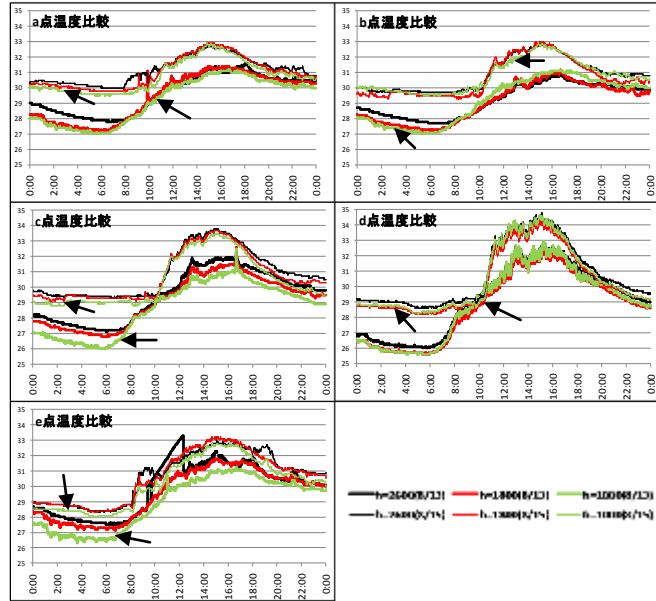


図3 温度比較(8/13, 8/15)

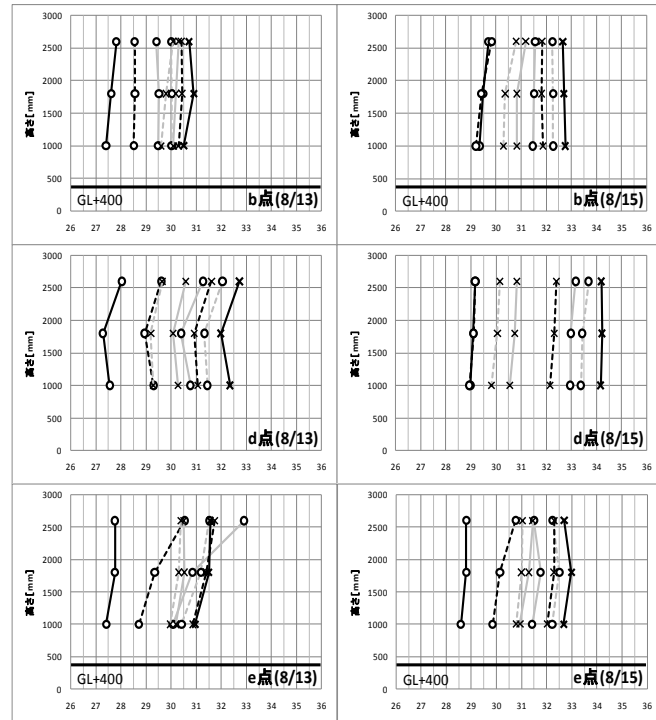


図4 垂直温度分布(8/13, 8/15) 註2

○ 8:00 ○ 10:00 ○ 12:00 ○ 14:00
 ● 16:00 ● 18:00 ● 20:00 ● 22:00

4. 2. 噴霧効率の算定結果⁴⁾

以下に噴霧効率の算定方法を示す。

$$\text{噴霧効率}[\%] = \frac{(\text{換気により室外から室内へ移動する熱量})}{(\text{ミストが全て蒸発した場合に空気中から奪う熱量})} \times 100$$

$$P = -C_p \times Q (\theta_i - \theta_o) / (L \times \rho \times r) \times 100$$

P: 噴霧効率[%], C_p: 空気比熱=0.24[kcal/kg・°C]

Q: 換気量[kg/s] = α・V×空気密度(=1.293[kg/m³])

(α: 流量係数(=0.7), A: 開口部の面積[m²],

V: 開口部風速(実測) 註3[m/s])

θ_i: 室内平均温度[°C], θ_o: 室外平均温度[°C]

L: 噴霧水量=100[ml/min], ρ: 水の比重=1[g/ml]

r: 水の蒸発潜熱=0.593[kcal/g]

表3に8/11, 8/13及び8/15の噴霧効率算定結果を示す。

噴霧効率は風速と室内外温度差に依存する。風速を計測した3日の中でも8/11の換気量の値は特に高く、噴霧効率の値も高い結果となった。

表3 噴霧効率算定結果^{註4}

8/11	換気量 [kg/s]	室内外温度差 [°C]	噴霧効率 [%]	8/13	換気量 [kg/s]	室内外温度差 [°C]	噴霧効率 [%]	8/15	換気量 [kg/s]	室内外温度差 [°C]	噴霧効率 [%]
10:00	35.84	-0.14	1.89	10:05	7.22	0.35	-1.24				
10:05	7.80	0.13	-0.39	10:10	4.56	0.41	-0.91				
10:10	16.21	-0.08	0.50	10:15	20.81	0.29	-2.93				
10:15	7.80	-0.60	1.84	10:20	20.15	0.31	-3.02				
10:20	11.95	-0.84	4.08	10:25	11.78	0.47	-2.70				
10:25	24.98	-0.81	8.19	10:30	5.32	-0.03	0.09				
10:30	80.37	-0.80	26.10	10:35	12.54	-0.02	0.10				
10:35	92.32	-0.84	31.39	10:40	7.80	-0.04	0.14				
10:40	89.06	-0.31	11.22	10:45	34.21	0.20	-3.28				
10:45	78.20	-0.29	9.30	10:50	0.38	0.36	-0.07				
10:50	38.01	-0.40	8.23	10:55	2.28	0.37	-0.41				
10:55	36.93	-0.17	2.47	11:00	22.43	0.87	-7.34				
11:00	60.82	-0.08	1.54	11:05	28.89	0.80	-11.28				
11:05	88.43	-0.98	32.57	11:10	13.30	-0.89	5.78				
11:10	83.83	-0.98	40.01	11:15	4.56	-0.53	1.17				
11:15	82.99	-1.01	30.82	11:20	19.39	-0.72	6.79				
11:20	83.83	-0.85	34.42	11:25	18.83	-0.79	7.12				
11:25	95.58	-0.91	42.36	11:30	3.42	-0.64	1.07				
11:30	18.46	-1.05	9.42	11:35	11.78	-0.43	2.48				
11:35	81.46	-1.06	41.99	11:40	9.12	-0.48	2.16				
11:40	125.99	-1.19	72.97	11:45	0.38	-0.27	0.95				
11:45	77.11	-1.08	39.39	11:50	14.10	0.76	-0.68				
11:50	82.99	-1.07	32.81	11:55	0.38	-0.71	0.13				
11:55	109.70	-1.37	72.72	12:00	15.87	-0.76	5.87				
12:00	79.29	-1.21	46.50	12:05	4.18	-0.87	1.78				
12:05	98.84	-1.26	60.24	12:10	19.77	-0.94	9.05				
12:10	3.26	-0.99	1.56	12:15	0.76	-0.54	0.20	17:10	31.93	-0.37	5.68
12:15	47.79	-0.99	22.92	12:20	19.39	-0.46	4.34	17:15	36.87	-0.35	6.29
12:20	18.46	-0.82	7.33	12:25	13.69	-0.32	2.16	17:20	33.45	-0.18	2.92
12:25	87.34	-0.93	30.46	12:30	17.16	0.00	0.98	17:25	15.97	-0.13	1.01
12:30	82.13	-1.05	26.85	12:35	21.47	-0.97	0.70	17:30	25.47	-0.07	0.82
12:35	125.99	-1.11	87.84	12:40	1.90	-0.15	0.11	17:35	30.03	0.05	-0.77
12:40	74.94	-1.06	38.40	12:45	19.01	0.03	-0.25	17:40	20.53	0.13	-1.31
12:45	107.53	-1.03	53.98	12:50	26.61	0.05	-0.80	17:45	19.77	0.14	-1.38
12:50	93.41	-0.97	44.08	12:55	9.50	0.11	-0.53	17:50	43.72	0.22	-4.72
12:55	96.66	-1.01	47.53	13:00	2.66	0.07	-0.10	17:55	27.75	0.35	-4.77
13:00	70.80	-0.95	32.40	13:05	15.59	0.11	-0.80	18:00	29.85	0.29	-4.18
13:05	59.74	-0.94	27.16	13:10	2.66	0.10	-0.13	18:05	18.63	0.35	-3.17
13:10	59.74	-0.93	26.84	13:15	2.66	0.37	-0.47	18:10	21.29	0.40	-4.11

5. まとめ

今回の実験を行った結果から、噴霧場所から一番近い点が必ずしも温度が一番低い結果とはならなかった。これは実験場所が一般家庭であり、実生活のまま実験したため、生活による影響(家事等)が多少なりともあったと考えられる。

今後の課題として、町家の特性との関連性—畳下の温度降下の検証や温度差換気による風の発生の確認・考察、東京の木造家屋やRC造と京町家との比較ができることと気象の特性も関連させることができ、更なる研究の幅が広がると考える。

さらに、生活による影響が温度変化に作用したように感じるので、可能であれば居住者のいない場所で実験ができればより効果的な実験ができると考える。

*脚注

- 註1 T邸の都合により窓を閉め切った状態で庭からミストを噴霧し、庭に溜まっていると考えられる冷気が窓開放時に室内へ与える影響を確認するために行った。
- 註2 e点に使用した温湿度計は故障していた可能性があり、データの信頼性に欠く
- 註3 風速の測定方法: 開口部近傍で5分置きにh=1000とh=1800の2点で熱線風速計を用いて30秒計測し、その平均を開口部風速とした
- また、西からの風を正、東からの風を負とした
- 註4 8/15の空欄は測定を行えなかったためデータなし

参考文献

- 東京都環境局 ホームページ ヒートアイランド対策 <http://www2.kankyo.metro.tokyo.jp/heat/>
- なごみスト有限公司 ホームページ http://www.justmystage.com/home/nagomist2005/know_about_nagomist.html
- 土屋将人・谷村公哉「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」 社本研究室卒業論文 2009
- 大吉直幸「対照実験によるドライミストのパルコニーにおける噴霧方法の検討」 社本研究室卒業論文 2009