家庭へのドライミストの適用と実践

辻本研究室　　5103006　石井智洋

1．研究背景・目的

ドライミストは、樹木の蒸散量に相当するミストを、低エネルギーで空中に噴霧することで、夏季の半屋外空間の環境を温冷感での評価で「暑い」から「少し暑い」へシフトすることを目的としている。その効果の延長から周辺建物内の空調負荷を抑え最終的にヒートアイランド緩和に繋がるという概念で、平成15年度から研究[i]が始まっている。2005年に初の試みとして愛知万博内にあるグローバルループ等に大規模に導入された。

一方、近年、打ち水大作戦として夏季に都内で一斉に水を撒く事が行われている。これは都内で散水可能とみなされるエリアに、1㎡につき1ℓずつ水が撒かれたら外気温は2℃下がると試算されている[ii]ためで、その延長として既存の大規模噴霧型ドライミスト装置をスケールダウンし家庭に適用できればヒートアイランド緩和に貢献出来るとして本年度（2006年）辻本研究室で行われた小規模噴霧型ドライミスト装置の開発に伴い、実際に家庭に適用する方法の検討を行った。

2．ドライミストの仕組み

2.1 ドライミスト装置について

ドライミスト装置は、水を高圧ポンプで直接加圧し、特殊なノズルから約16μmの細かな霧を発生させる1流体方式である。噴霧水量は、クスノキ林の夏季の蒸散量7.5ml/min・㎡を基準とし、40-50ml/min である。小規模噴霧型ドライミスト装置の効果は、図1に示した2006年8月、辻本研究室屋上にドライミスト装置（A社ノズル4個[iii]　水量200ml/min）を設置したパラソルのノズル有無での気温実測データ（平均気温28.5℃、相対湿度68%、平均風速2.3m/s、全天日射量日合計21.3MJ/㎡）[iv]から確認できる。

2.2 ドライミスト装置の材料

大規模な装置から家庭に適用可能な小規模な装置にスケールダウンする際の懸念事項として、①噴霧の際、60気圧（6MPa）の高圧を使用しているため、この圧力に耐えうるコンパクトな配管を用意する必要がある。②ポンプからの騒音が家庭のベランダ等に設置するには大きすぎることと、汎用ポンプ(RYOBI 社製 AJP-80A 最大吐出圧8.0MPa 流量 6ℓ/min)では水量、消費電力共に過多である。③高圧ホースにゴム臭がある。などが挙げられる。そのため次のような改善を行った。①の対応としてSUS316 製の高圧対応かつ従来の配管よりコンパクトであるSwegelok 社製の配管(図2)を使用した。②に関しては2006年8月の段階では完全には対応出来ず高圧洗浄機(RYOBI 社製 AJP2000　最大吐出圧2-8.2MPa 流量3-7ℓ/min　消費電力1400w 騒音値85db)を第1世代のポンプとして利用した。③の対応として協栄産業株式会社製のテフロン製中圧ホースを使用し、素材をゴム製ホースからテフロン製ホースに替える事でゴムの臭さを無くし、さらに既存の高圧ゴムホースよりも重量の面で1/2,外径の面で2/3の軽量化を図ることが出来た。

3．ミストノズルの流量に関する測定

3.1 測定の前提条件

家庭用装置でドライミストを噴霧する際、使用するミストノズルは、従来のドライミスト装置で使用する高価なノズルと同等の効果を得られるようにほぼ同性能であり、かつ家庭用としての購入を考慮し、低価格で市販されているA社のノズルを用意したが、家庭用ミストノズルとして使用にあたり、安定した流量で噴霧が行えるかどうか、A社のノズルに対する水量測定(図3)を行った。測定は8個(No1－No8)の同型ノズル(A社製)を使用し、6MPa から0.5MPa 刻みで3.0MPa まで7段階に分けてノズル先で、水を直接採取する方法で測定を行った。

3.2 測定結果の考察

測定にあたり微小開口からの流量：Q、圧力差：⊿P に関しaを

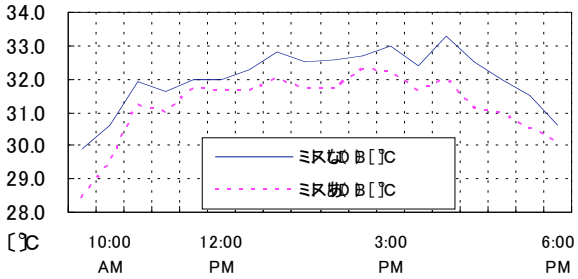

図1.2006年8月10日 パラソル下でのミスト噴霧気温測定結

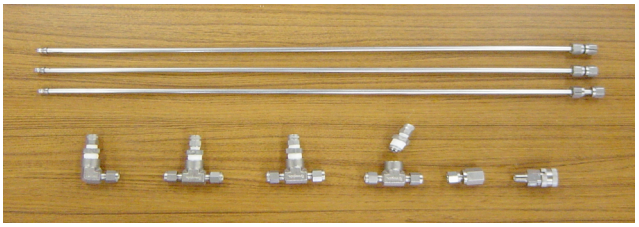

図2. SWAGELOK による直列型ノズルの配管部

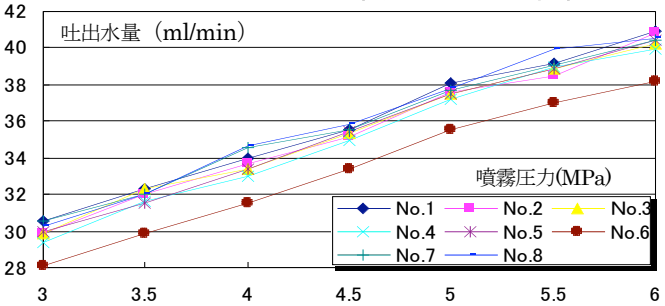

図3. 圧力別ノズル吐出量推移

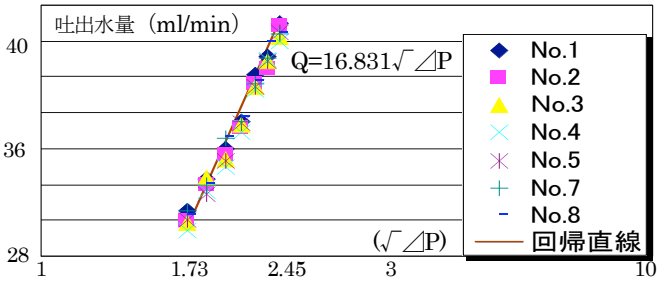

図4.A社ノズル(No.6を除く)水量の回帰直線

用いて $Q=a\sqrt{\Delta P}$ ($y=ax$) の関係が理論的に推定される。この関係を用い各ノズルの a を求め、特性の異なる No.6 ノズルを除くノズル 7 個の平均値の線形回帰直線[v]をグラフにした。(図 4)

a の算出に関して $f(a)=\Sigma(ax_i-y_i)(x_i-y_i/a)$ [$x=\sqrt{\Delta P}$ $y=Q$] を最小にする a 求め、$f'(a)=\Sigma x_i^2-\Sigma y_i^2/a^2=0$ となりこれを解き、$a=\sqrt{(\Sigma y_i^2/\Sigma x_i^2)}$ となり、この式に測定した各々ノズル水量データを代入した。結果、7 個のノズルの a は、16.607-17.011 の範囲で、平均値は 16.831 となった。

4．ドライミスト装置の効果算定

小規模噴霧型ドライミスト装置を実験的にマンションの一戸 (62.3 ㎡) に設置にした際、設置場所はベランダとしているが、そこで毎分 160ml (40ml×4 個) のミストを噴霧すると一時間当たり 9600ml の水を使用することになる。仮に噴霧時の水温を 25℃とすると蒸発潜熱は 2.44kJ/g, 冷却能力は、6.5kWh である。結果、家庭用ドライミスト装置を使用することで、約 6.5kWh 分の冷却効果を期待できる。仮に 8 畳の広さでのエアコンの冷房能力 2.5kW[vi] の値を考慮すると、両値の差より約 4kWh 分を、室外を冷却するために使用することが考えられる。このことからドライミスト装置を使用することで、室内の冷房器具の効果と室外の冷却効果に期待することができると考えた。

5．家庭用ドライミスト実践へ～名古屋歯科医院～

設置場所は名古屋。3 階建て住宅の 2 階ベランダ部分と併設された歯科医院の外壁面に設置。ミストノズル 4 個付き直列型を使用し、二階ベランダに 2 本、歯科医院裏側に 1 本、計 3 本（ノズル 12 個）を配置。装置を停止している際も、日常生活に出来るだけ支障がないように考慮した、ベランダ上部に直列型ノズルを配置 (図 5) した。使用したポンプ (RYOBI 社製 AJP2000) の吐出量性能は、3000 ml/min, 歯科医院に設置したドライミスト装置での使用水量は 600ml/min, よってミスト使用時は常時 2400ml/min の余剰水が出る、問題解決のために水道とポンプの間にタンク (図 6) を設け、余剰水を再利用することで無駄を省いた。設置したドライミスト装置のシステムは図 7 の通りで、もともと高圧洗浄機である今回のポンプでは自吸能力が悪く、その改善策として図 7 にあるようにポンプとタンクの位置に高低差をつけることで、ポンプの負荷を軽減した。

加えて今回のシステムで噴霧し続けると、再利用した余剰水は繰り返しポンプ内を通過し、その度にポンプから熱を与えられる、そのためドライミスト装置を連続運転し続けるとタンク内の水温は徐々に上昇する。そのため水温の上昇によるポンプの負荷をなくす目的でプログラムタイマーを用い、装置の運転時間は、4 分 on・8 分 off の繰り返し、とした。

効果としては、一日 8 時間稼動 (9 時-17 時) で日中、運転中は 1-2℃程度の気温降下が見られた。

6．家庭用ドライミスト装置の進歩

6.1 噴霧実績

2006 年度の家庭用小規模噴霧型ドライミスト装置は、2006 年 7 月から翌年 2 月の間の 7 ヶ月間で約 400 時間以上の運転にも耐えた。よって、このシステムで 7 月から 8 月の 60 日間、一日平均 7 時間程度の使用が可能であると言える。

6.2 小水量ポンプの採用

ポンプに関して 2006 年 10 月に使用テストを行った第 2 世代となるドイツ製 Sera 社の小水量ポンプが既存の汎用ポンプより小流量・省エネルギーで、流量約 433ml/min 消費電力 100-150W 程度。流量に関して直列型ノズル 2 本分の流量 (400ml/min：50ml ×8 個) と同等で、余剰水を再利用する必要のないミスト噴霧が可能となった。第 1 世代のドライミストノズル一個の消費電力は、直列型配管ノズル 4 個で約 350W、第 2 世代になり約 1/10 となる約 37.5W 程であるが、今後、第 3 世代のポンプを使用すれば消費電力は目標となる大規模噴霧型ドライミスト装置とほぼ同様のノズル 1 個につき約 10W も可能である。

図 5. ドライミスト噴霧の様子 (ベランダ)

図 6. 設置したタ

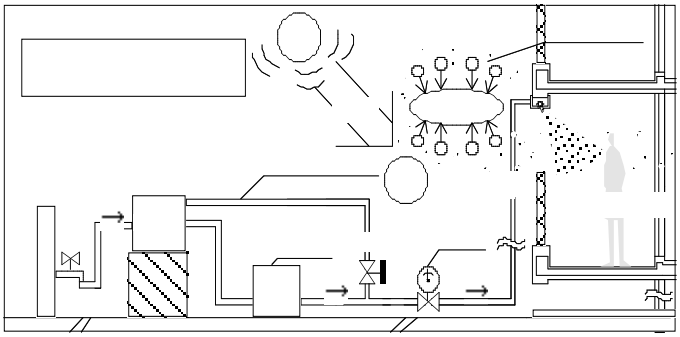

図 7. 設置されたドライミストのシステム

7．まとめ

①大規模噴霧型ドライミスト装置から家庭用小規模噴霧型のドライミスト装置へ実用化に向けて研究・開発を行った。

②2006 年 6 月に、第 1 世代小規模噴霧型ドライミスト装置が完成に至り、初めて試験噴霧を開始する。それにより判明した第 1 世代小規模噴霧型ドライミスト装置の抱える問題を、順に改善した。

③第 1 世代小規模噴霧型ドライミスト装置の効果を検証するために、2006 年 8 月中に半屋外を想定したパラソル下でノズル有無時での気温と効果について実測を行った。

④2006 年 7 月、8 月下旬に、愛知県名古屋市にある民間住宅で、家庭用で初となる第 1 世代小規模型ドライミスト装置を設置した。

⑤家庭用小規模噴霧型ドライミスト装置に使用するノズルに関して、その水量の特性と、連続使用に対する耐久性の試験を行い求める性能を満たすことが明らかとなった。

<脚注・参考文献>

[i] 辻本誠　奥宮正哉　原田昌幸 「ミスト蒸散効果を利用したヒートアイランド対策」—そのコンセプトと初歩的検討—、空気調和・衛生工学会中部支部. 学術研究発表会論文集第 4 号　2003.3.3

[ii] でんき予報「打ち水大作戦」http://www.uchimizu.jp/06/index.htm

[iii] 霧のいけうち　ノズル型番号　KBN80031

[iv] 気象庁　過去の地点ごとの気象データ (地域：東京　地点：東京) 2006.8.10 http://www.data.kishou.go.jp /etrn/index.html

[v] 加藤千恵子　石村貞夫 著「POINT 統計学　相関係数と回帰直線」2001

[vi] JRAIA 社団法人日本冷凍空調工業会　同規格カタログ　2000 度版