

ドライミストの冷却効果に関する実験的研究

An Experimental Study on the Cooling Effects of the Mist spraying System

北本 裕之

1. はじめに

ドライミストは、水を微細な霧の状態にして噴射し、蒸発する際の気化熱の吸収を利用して、主に地上の局所冷房を行う装置である。水の粒子が小さいため素早く蒸発し、肌や服が濡れることもほとんどない。また、厳密には「ドライミスト」は能美防災㈱の登録商標であるが、一般名称として広く使用されているため、本研究ではそのまま使用することとする。

近年では、全国の公共施設での多くの設置例があり、ドライミスト噴霧範囲の冷却効果や消費エネルギー削減に効果があるとの報告がある¹⁾²⁾。そこで本研究では、美作大学構内にドライミストを設置し、その冷却効果を環境測定と被験者による主観評価により明らかにすることを目的とし実験を行った。

2. 実験概要

ドライミスト噴霧機器は、本学1号館と6号館の間の渡り廊下東側に設置した。噴霧ノズルは60cm間隔

で20個、高さ3.5mに、温湿度測定は、ドライミスト噴霧直下2地点とドライミスト影響外2地点の計4地点(写真中の丸印)で、高さ1.5mに設置した(写真1)。なお、ドライミスト噴霧量は2l/minである。

温湿度測定は、平成21年7月6日から8月14日にかけて行った。被験者実験はこの間8回に分けて行い、合計113名(男39名・女74名・平均年齢21.0歳)のデータを得た。また、サーモグラフィによる体表面温測定を行った。ドライミスト噴霧に使用した機器を表1に示す。

表1 ドライミスト噴霧機器一覧

品名	仕様	数量
ポンプユニット	AC100V・750W	1台
ノズル	1/4KSM0.3ACV	各20個
ノズルヘッダー	SUS304	
テフロンホース	外層SUS フレキ	1本
高圧配管	SUS304	一式
取付け金具一式	パイラック他	一式

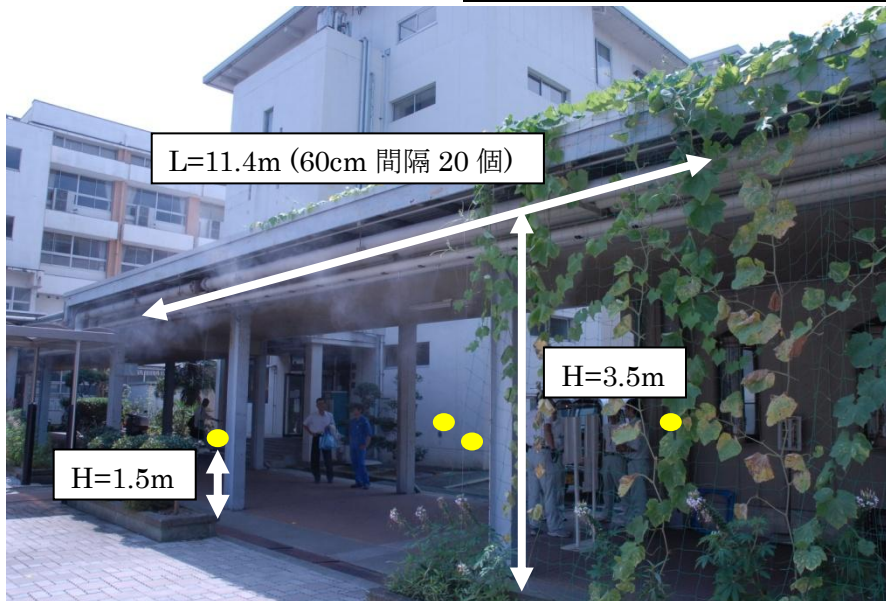


写真1 ドライミスト噴霧装置と温湿度測定機器設置場所

3. 実験結果

被験者実験時の温熱環境を表 2 に示す。被験者実験は、ドライミスト直下の東側、ドライミストの当たらない西側の 2 か所で行った。被験者に対するアンケートは、快適性・温冷感・べとつき感の 3 項目で、快適性・温冷感については、「快適—不快」、「暑い—涼しい」の 5 段階で、べとつき感については、「べとつき感なし—べとつきあり」の 3 段階で評価を行った。

分析は、調査地点の気温が 30℃以上と 30℃未満に分けて行った。ドライミスト直下の東側が 30℃以上となったのは 22 件、30℃未満は 91 件で、ドライミストなしの西側の気温が 30℃以上となったのは 56 件、30℃未満は 57 件であった。全体はその平均である。

表 2 被験者実験時の温熱環境

	東側 (ドライミスト直下)	西側 (ドライミストなし)
平均気温	28.4℃	30.1℃
平均湿度	74.3%	63.2%

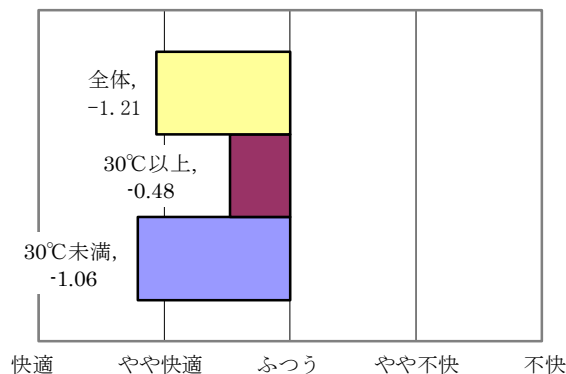


図1 快適性—ドライミスト直下

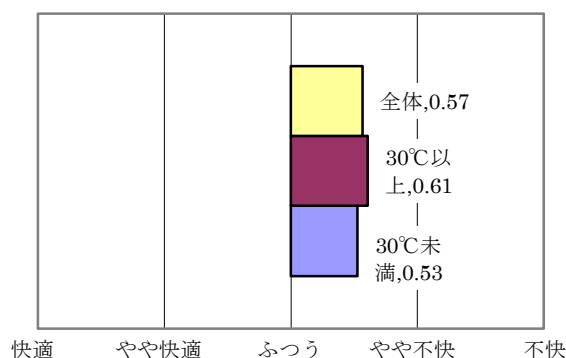


図2 快適性—ドライミストなし

① 快適性

快適性に関するアンケート結果を図 1~3 に示す。図中の数字は、快適 (-2) やや快適 (-1) ふつう (0) やや不快 (+1) 不快 (+2) と、それぞれ数値に置き換え平均し数値化したものである。

図 1・2 から、ドライミストなしでは 0.57、ドライミストありでは -1.21 となり、ドライミストの快適性に与える効果は明らかである。また、図 1 からは気温が 30℃未満の時のほうが、より快適性に与える影響が大きいことが分かった。性差については、若干ではあるが、女性の方に影響が大きいことが明らかになった(図 3)。

② 温冷感

温冷感に関するアンケート結果を図 4~6 に示す。図中の数字は、暑い (-2) やや暑い (-1) ふつう (0) やや涼しい (+1) 涼しい (+2) と、それぞれ数値に置き換え平均し数値化したものである。

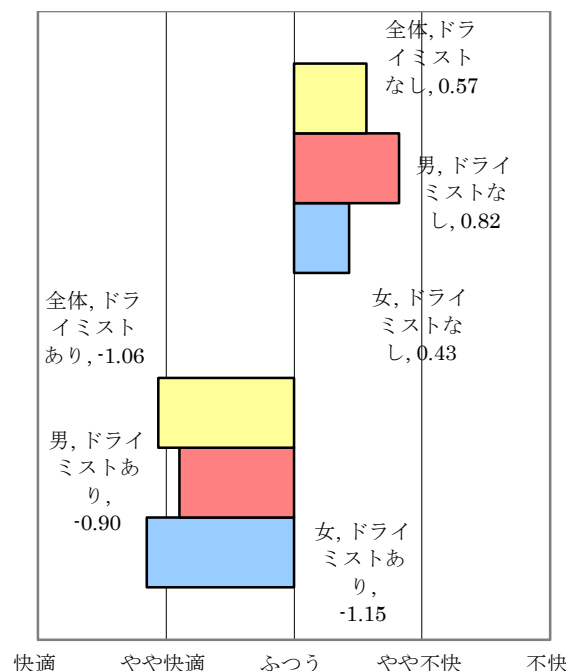
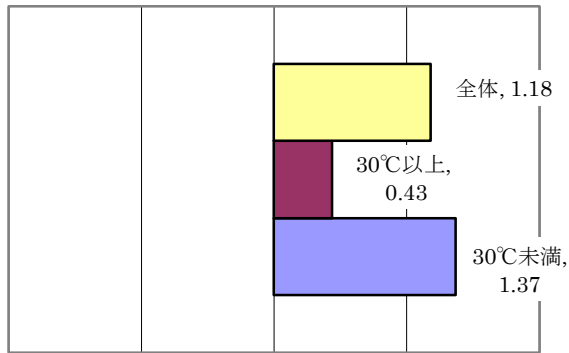
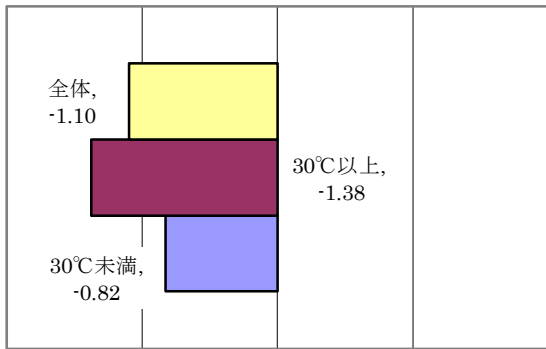


図3 快適性—ドライミスト有無と性差



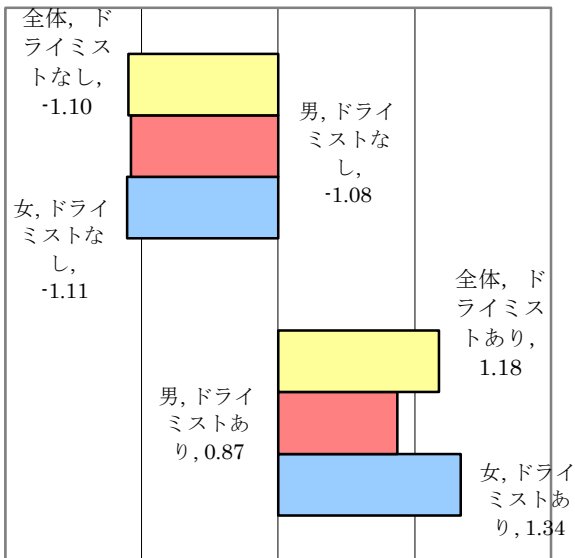
暑い やや暑い ふつう やや涼しい 涼しい

図4 温冷感－ドライミスト直下



暑い やや暑い ふつう やや涼しい 涼しい

図5 温冷感－ドライミストなし



暑い やや暑い ふつう やや涼しい 涼しい

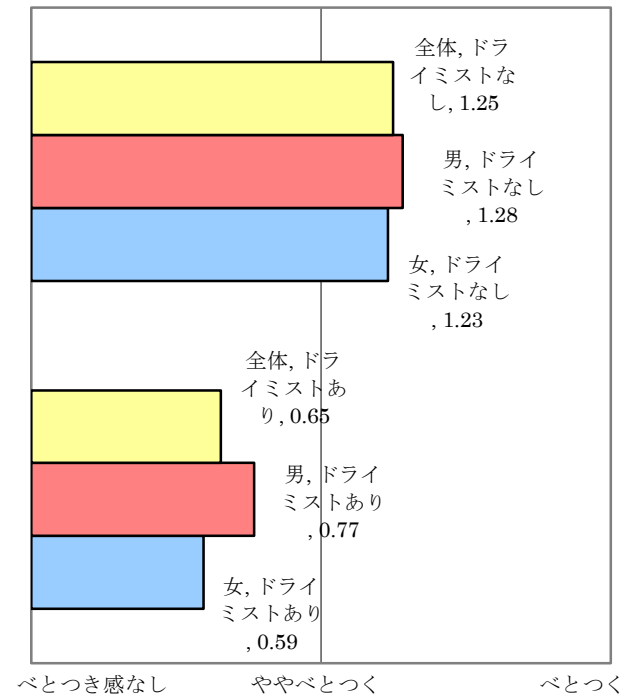
図6 温冷感－ドライミスト有無と性差

図4・5から、ドライミストなしでは-1.10、ドライミストありでは1.18となり、ドライミストの温冷感に与える効果は明らかである。また、図4からは気温が30°C未満の時のほうが、より温冷感に与える影響が大きかった。性差については、快適性と同様に女性の方に影響が大きいことが明らかになった(図6)。

③ ベとつき感

べとつき感に関するアンケート結果を図7に示す。図中の数字は、べとつきなし(0) ややべとつく(+1) べとつく(+2)と、それぞれ数値に置き換え平均し数値化したものである。また、ここで言う“べとつき感”とは、ドライミストによる“べとつき”と汗による“べとつき”を総合した、被験者が実際に体感した“べとつき感”である。

図7から、ドライミストなしでは1.25、ドライミストありでは0.55となり、ドライミスト噴霧条件下でのべとつき感の減少は明らかである。また、性差については、女性の方に影響が大きいことが分かった。



べとつき感なし ややべとつく べとつく

図7 ベとつき感－ドライミストの有無と性差

④ サーモグラフィ

サーモグラフィ画像の一例を写真2・3に示す。ドライミスト直下となしとで、a(前頭部)、b(鼻)、c(耳)の3点の体表面温度を比較すると、1.4~2.0℃の差が出た。ただし、他の画像では、ほとんど差が出ないケースが多かった。これは測定時に風が強く、常にドライミストが被験者に暴露されていなかったためと考えられる。したがって、明らかに体表面温度に差が生じるには、一定時間以上ドライミストに暴露される必要があると考えられる。

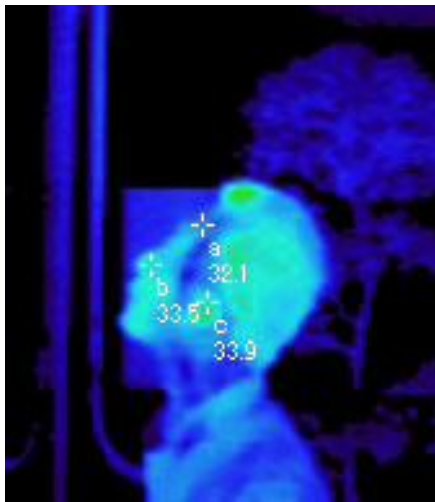


写真2 ドライミスト直下

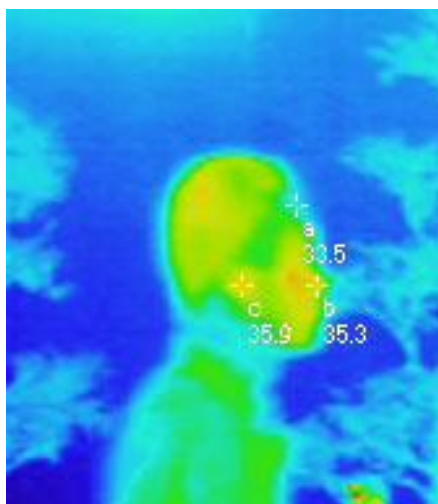


写真3 ドライミストなし

⑤ 自由記述

被験者113名中、71名から自由記述の意見を得た。うち、肯定的な意見が34件(47.9%)、否定的な意見が11件(15.5%)、どちらでもない意見が26件(36.6%)であった(図8)。約半数が肯定的な意見であり、被験者の評価は高いといえる。以下に自由記述の内容を示す。

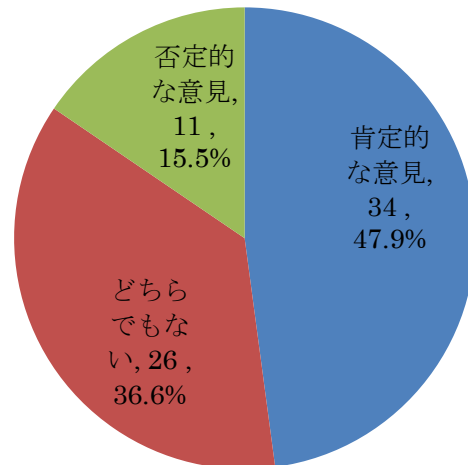


図8 自由記述

肯定的な意見(34件)

- ・つけてほしい。ありがたい。
- ・あったほうがいい。
- ・この時季にあつたらいい。
- ・見た感じだけでも涼しくなるからいい。
- ・涼しいからいいと思う。
- ・あつていい。
- ・もっとつけてほしい。
- ・涼しい。
- ・さわやかな気分になる。
- ・他のところにもつけてほしい。
- ・毎日やってほしい。
- ・涼しくてうれしい。
- ・もっといろんなところにつけてほしい。
- ・楽しい。
- ・見た目に涼しい。
- ・もっといっぱいつけてほしい。匂いがほしい。

- ・見た目がうれしい。
- ・涼しくなった。
- ・気持ちいい。
- ・暑い日にはいいと思う。
- ・涼しくていいと思う。
- ・変わっていていい。
- ・夏らしくていい。
- ・ドライミストは大変いい。
- ・見た目から涼しくていい。
- ・いまの季節うれしい。反対側にもあったらうれしい。
- ・涼しい感じがしていい。
- ・良い設備だと思う。
- ・設置場所を増やしてほしい。
- ・ドライミストがあったほうがいい。
- ・全部の場所にあればいい。
- ・涼しい。
- ・あたたかときは涼しい。
- ・見た目が涼しい。直接あたら涼しい。

どちらでもない (26件)

- ・室内とかホールならもっといいかと思いました。
- ・続けてほしい。でも水がもったいない気がする。
- ・においつきならよかった。
- ・風に負けないようなところに付けてほしい。
- ・風があったらもったいない。
- ・もっとはげしく。
- ・風があつて逃げるからもったいない。
- ・風対策。
- ・風対策。
- ・風対策。
- ・霧がすごい。
- ・続けてほしい。でも水がもったいない気がする。
- ・テレビで見たことがある。
- ・蒸気かと思った。
- ・あってもなくても変わらない。
- ・場所の条件。

- ・学食の前につけてほしい。匂いをつけてほしい。
- ・風の日の対策を。
- ・風があるとわからない。
- ・水しか出ないんですか？
- ・風対策。
- ・何時間もあたらどうなの？体に害じゃないの？
- ・冬バージョンがほしい。
- ・涼しさがまばら。
- ・見た目より涼しくない。目で見て涼しい感じ。
- ・ずっとあたっていないと効果はわからないと思いました。

否定的な意見 (11件)

- ・水滴が気になる。
- ・水がつくのがいやだ。人がいないときは水がもったいない。
- ・下がぬれるからよくない。
- ・音がいやだ。メロディがほしい。
- ・髪がひろがる。
- ・濡れるかもっておもう。カラッとしていたらいいと思う。
- ・水道代が気になる。
- ・ミストがあらいからいけないんじゃないか。
- ・通ったときに水が気になる。
- ・髪の毛が湿るからいやだ。
- ・影に入ったほうが良い。ベトベトしていや。

4. まとめ

ドライミストの冷却効果を検証するため、美作大学において実証実験を行った。

被験者実験時の平均気温は、1.7℃の低下がみられ、平均湿度は 11.1%上昇した。被験者の主観評価は、ドライミスト暴露時には、快適性はより快適に、温冷感涼しいにシフトし、ドライミストの冷却効果が明らかになった。

また、べとつき感については、自由記述で若干名、気になるとの記述はあったが、全体的には、あまりべとつきを感じないという結果となった。

サーモグラフィでは、顔面部の表面温度が、1.4～2.0℃低下したが、ドライミストの暴露条件によって大きく違ってくると予想される。

自由記述にも多くみられるように、ドライミストの効果に最も大きな影響を与えるのは、風速だと考えられる。実際に実験時にも、風速が強く、ミストが巻き上げられ、被験者にミストがなかなか当たらない状況が多くみられ、ドライミストありの評価は、風速が弱まるのを待ち、ドライミストに被験者が暴露された時点で行った。

したがって、何らかの風対策を行う、もしくは、風を考慮した設置場所（高さも含む）の選定が極めて重要で、その条件によっては、ほとんど効果が期待できないケースも考えられる。

たとえば、費用を度外視して考えると、エアーカーテンと併用して設置すれば、ある程度の風速までは風の影響を無視して、ドライミストの効果を期待できるのではないか。あるいは、噴霧エアノズルとの距離を一定距離以上に保つ（近づけない）という条件であれ

ば、下方から噴霧する方が風の影響を受けにくく効果的かもしれない。

今後は、ドライミスト散布量と冷却効果の関係、設置場所の諸条件を考慮した有効なドライミスト暴露方法の開発、水使用量や消費電力等を考慮した費用対効果等の検証が必要と考える。

謝辞

今回の実験に当たっては、津山市水道局から水道水の有効利用に関するご提案をいただき、また、ドライミスト噴霧用エアノズル機材の設置及び貸与については、㈱共立合金製作所およびエパーロイ商事㈱からのご協力を得た。さらに、実験の実施およびデータ処理については、福祉建築コース3年生磯江知弥君の協力を得た。ここに深く謝意を表す。

参考文献

- 1) 山田英貴他：ドライミスト噴霧による冷却効果に関する研究 ―愛知万博グローバルループにおける実測結果―、日本建築学会大会学術講演梗概集(関東),pp.667-668, 2006.9
- 2) 大山手亮他：ドライミスト装置の開発と環境勘定、日本建築学会大会学術講演梗概集(九州),pp.559-560, 2007.8