

ドライミスト散布によるヒートアイランド抑制システムの開発 (その4) 半屋外空間における温熱快適性の検討

正会員 児玉奈緒子*¹ 同 林啓紀*¹ 同 辻本誠*²

ドライミスト ヒートアイランド

同 奥宮正哉*³ 同 原田昌幸*⁴ 同 加藤伯彦*⁵

半屋外空間 熱的快適性 一卵性双生児

同 奥山博康*⁶ 同 進藤義一*⁷

1. はじめに

既報¹⁾²⁾では、開放空間におけるドライミスト噴霧による温度低減効果、その際の人体の熱的快適性の改善効果について、一卵性双生児を用いた被験者実験を行い、検討した。その結果、気温は約 1 程度の低下が期待できることが明らかになった。快適性についても、ミストを噴霧している環境と噴霧していない環境を比較した場合、ミスト環境の方が快適側の申告が多く、熱的快適性が改善されていることがわかった。

前報その³⁾では、半屋外空間でのミスト噴霧効果の実測結果を示すとともに、数値流体解析との比較、検討を行った。本報その⁴⁾では、ドライミスト噴霧時、人体にどのような心理的・生理的影響を与えるかについて検討を行った。

2. 実験概要

屋外での実験では、外気象が時々刻々と変化するとともに、再現することが不可能であり、条件を揃えた実験を行うことは困難である。さらに、被験者の体格等の身体的相違や感覚の違いなど個人差も小さくないと考えられる。そこで、本実験では、ミスト噴霧の効果、噴霧するテントと噴霧しないテントをつくり(図 1 参照)、心理・生理反応が比較的近いと考えられる一卵性双生児を被験者(一卵性双生児であるかどうかは被験者募集時に本人に確認した)に用いることにより、同時に測定し比較を行った。被験者は、15~28 歳の計 16 組(男性 8 組、女性 8 組)で、その身体的特徴を表 1 に示す。なお、一卵性双生児間の同等性の程度については別途検証することが必要であると考えている。

図 2 に示すように、被験者の一卵性双生児は必ず同時に実験に参加してもらい、兄(姉)は、安静室 炎天下 ミスト有 安静室 炎天下 ミスト無の順に、弟(妹)は安静室 炎天下 ミスト無 安静室 炎天下 ミスト有の順に移動した。安静室は、実験フィールド(図 1 参照)内にあるクラブハウス(26 に調整)を用いた。被験者は、安静室では 1 時間の椅座安静状態(代謝量推定 1.0met)、炎天下では 20 分間の立位状態(太陽を背、代謝量推定 1.2met)、テント A 及び B ではテントのほぼ中央で 20 分間の立位状態(代謝量推定 1.2met)である。実験は 1 日最大 2 組とし、2 組実験を行う場合は被験者が屋外で重ならないように、図 2 中のスケジュール 1、2 で示されるように時間帯をずらして同時並行で行った。

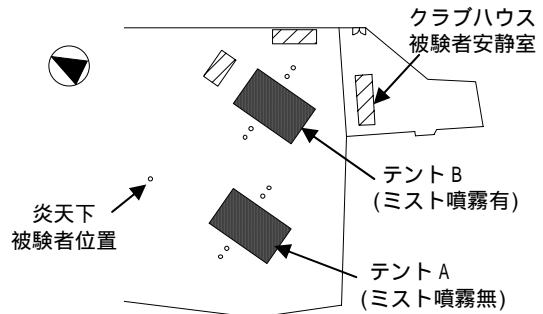


図 1 実験フィールド

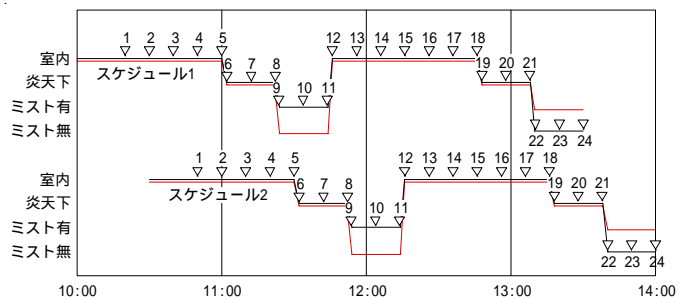


図 2 実験プロトコル

表 1 被験者属性

性別	身長(cm)	体重(kg)	体表面積(m ²)	体脂肪(%)	BMI
男性	平均 167.1	54.1	1.60	14.3	19.3
	標準偏差 4.9	7.5	0.12	2.6	2.2
女性	平均 158.7	48.2	1.47	22.2	19.2
	標準偏差 7.7	2.7	0.08	3.3	1.5
男性(一卵性双生児間の差)					
	平均 1.7	3.0	0.04	3.4	1.1
	標準偏差 1.1	3.0	0.04	2.4	1.0
女性(一卵性双生児間の差)					
	平均 1.4	2.2	0.03	2.6	0.8
	標準偏差 0.9	1.6	0.03	1.9	0.6

着衣は、クロ値、日射の吸収が同じになるよう実験者側で用意した白の半袖 T シャツと指定した紺の長ズボン、および下着、靴下、スニーカー(クロ値 0.55clo)に統一した。

図 2 に示すタイミングで被験者は 10 分おきに心理量の申告を行った。申告項目は、快適感(両側 7 段階)、寒暑感(両側 7 段階)、乾湿感(両側 7 段階)、日射感(屋外のみ、片側 4 段階)、気流感(片側 4 段階)、発汗感(片側 4 段階)とした。また、心理量の申告に加え、皮膚温(8 点)と心拍数を 5 秒間隔で採取した。物理量として、被験者近傍の気温、湿度、グローブ温度を測定した。その他に、日射量、風速、実験フィールドの温度分布の測定を行った。(詳細はその 3 に記載)

3. 結果と考察

図 3 には、延べ 35 組の一卵性双生児の兄（姉）・弟（妹）別に快適感、寒暑感申告値を平均したものの経時変化を示す。兄弟が同じ条件下にいる炎天下では申告の平均がほぼ等しく、テント下ではミスト有にいたる方が快適感、寒暑感、寒い側に平均申告が偏っており、ミストの噴霧効果を確認することができる。快適感において、安静室内での兄弟間の申告に差が見られるのは各被験者位置における空調による温度むらが影響しているのではないかと考えられる。

図 4 は一卵性双生児の寒暑感申告値の差（兄 - 弟）を平均したものである。縦軸でプラス側は弟が兄より暑い申告、マイナス側は兄が弟より暑い申告をしたことを示す。テント（ ）において、ミスト噴霧無にいたる方（一回目は弟、二回目は兄）が暑い側の申告をしていることがわかる。

図 5 に炎天下・テント A（ミスト無）・テント B（ミスト有）の各被験者近傍における気温（高さ 1.5m）と寒暑感の関係を示す。炎天下、ミスト無、ミスト有の順で気温は低くなっていき、寒暑感、寒い側になっているということが確認できる。炎天下とミスト無テントを比較すると、同じ温度域（32～36 程度）でもミスト無テントでは「非常に暑い（申告値 1）」申告がなくなっていることから日射の影響により同じ温度でも暑い側の申告をするのではないかと考えられる。

図 6 a)は各気温における寒暑感申告値の平均を、b)は同様に SET*の各温度における寒暑感申告値の平均を示したものである。上下に延びた線は標準偏差（±）を示す。

示す。ミスト有・無ではほぼ同じ線上にあり、テント下においてはミスト有無にかかわらず評価は一樣であるといえる。気温（a）において、炎天下での評価が暑い側に偏っており、日射の影響が寒暑感に影響を与えていると考えられる。日射の影響が加味された温熱環境指標 SET*（b）においては、その差が小さくなっていることが確認できる。

4. まとめ

全体的な傾向として、ミスト噴霧により、快適感が改善していることが確認できた。

炎天下とテント下での温度と寒暑感を比較することにより、日射の影響により同じ温度においても炎天下の方が暑い側の申告をしていた。温度を SET*にすると、その差が少なくなった。

<引用文献>

- 1) 林啓紀他：ドライミスト噴霧によるヒートアイランド抑制システムの開発（その 1）、日本建築学会大会学術講演梗概集 2004,D-1,pp805-806
- 2) 児玉奈緒子他：同上（その 2）、同上 2004,D-1,pp805-806
- 3) 林啓紀他：同上（その 3）、同上 2005

<付記>

なお、この研究は中部経済産業局地域新生コンソーシアム研究開発事業（平成 16 年度）の一部として行なわれたものであり、能美防災・川本製作所との共同研究である。

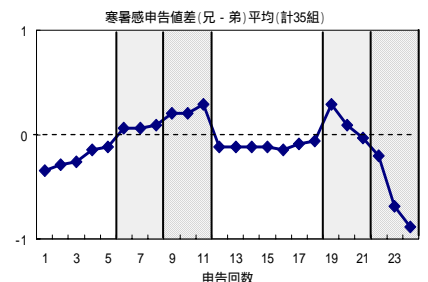


図 4 一卵性双生児間の申告値の差

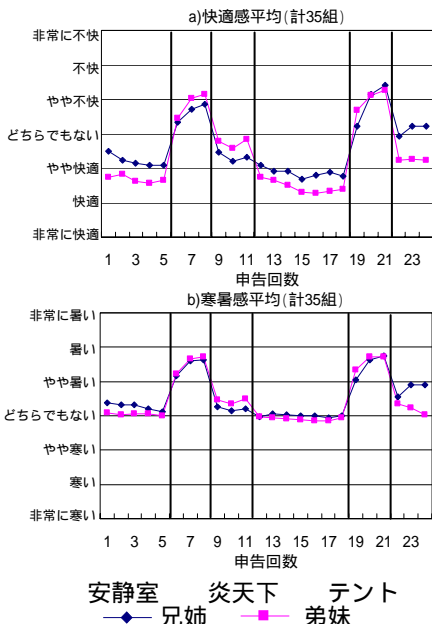


図 3 心理量申告の平均

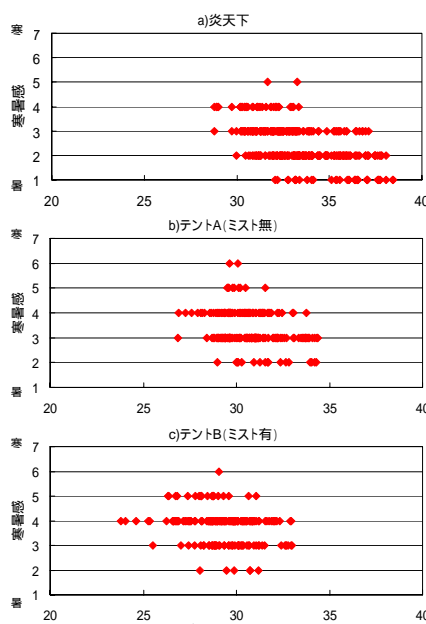


図 5 気温と寒暑感の関係

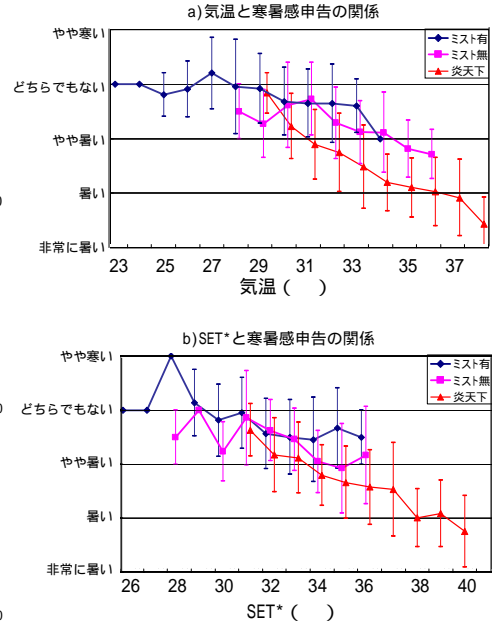


図 6 物理量と寒暑感申告値の関係

*1 名古屋大学大学院博士前期課程
 *2 東京理科大学教授 工学博士
 *3 名古屋大学教授 工学博士
 *4 名古屋大学講師 工学博士
 *5 中部電力
 *6 清水建設技術研究所 工学博士
 *7 トーキン

*1 Graduate Student, Nagoya University
 *2 Professor, Tokyo University of Science, Dr.Eng
 *3 Professor, Nagoya University, Dr.Eng
 *4 Assistant Professor, Nagoya University, Dr.Eng
 *5 Chubu Electric Power Co., Inc.
 *6 Institute of Technology Shimizu corporation, Dr.Eng
 *7 Tokin Inc.