

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2）

一卵性双生児を用いた快適性評価の検討

ドライミスト ヒートアイランド
屋外空間 快適性 一卵性双生児

正会員 児玉奈緒子*¹ 同 林啓紀*¹ 同 辻本誠*²
同 奥宮正哉*³ 同 原田昌幸*⁴ 同 一瀬茂弘*⁵
同 奥山博康*⁶ 同 進藤義一*⁷

1. はじめに

前報その1では、外部空間におけるドライミスト散布による温度低減効果について述べた。本報その2では、ドライミスト散布による人体の快適性の向上を明らかにすることを目的とし、前報での実験時に、一卵性双生児を被験者として心理量および生理量を測定し、ミスト内とミスト外の比較を行った。

2. 実験概要

屋外でのフィールド実験では、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不可能である。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、ミスト散布の効果を、散布する区画(ミスト内)と散布しない区画(ミスト外)をつくり、心理反応および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)を用いることにより、同時に測定することを考えた。実験に参加した被験者は、16歳から26歳の計14組(男性5組、女性9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が必要であると考えている。

図1に示すように、被験者の一卵性双生児は必ず同じ日の同じ時間帯の実験に同時に参加してもらい、双生児の一方は、安静室 ミスト内 安静室 ミスト外 ミスト内の順に、双生児の他方は安静室 ミスト外 安静室 ミスト内 ミスト外の順に移動した。安静室は、実験フィールド(図2参照)内にたてたプレハブ小屋(26 に調整)を用い、1時間の椅座安静状態(代謝量推定 1met)、ミスト外・ミスト内では20分間の立位状態(太陽を背、代謝量推定 1.2met)である。着衣は、クロ値、日射の吸収が同じになるよう白の半そでTシャツ+紺の長ズボン(約0.55clo)に統一した。

図1に▽で示すように被験者は10分おきに心理量の申告を行った。心理量の申告項目は、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(片側4段階)、気流感(片側4段階)、発汗感(片側4段階)とした。その一部を表2に示す。また、心理量の申告に加え、皮膚温、心拍数を5秒間隔で採取した。

ミスト外として、2箇所(図2参照)用意をしたが、いずれの位置を用いるかは被験者がミスト内外へ移動する10分程度前の風向を参考にし、ミスト外にミストの影響が少なくなる位置を選んだ。ただし、実験中の風向の変化のため、ミストの影響がでていることもあった。

平均 表1 被験者属性

	身長(cm)	体重(kg)	体表面積(m ²)	BMI
男性	166.1±3.7	54.6±7.7	1.60±0.12	19.72±2.20
女性	158.5±5.3	48.0±9.3	1.46±0.14	19.03±3.15
一卵性双生児間の差	平均			
男性	1.1±0.9	3.3±2.2	0.04±0.03	1.17±0.68
女性	1.6±1.2	3.1±2.0	0.04±0.03	1.21±0.75
全体	1.4±1.1	3.2±2.0	0.04±0.03	1.20±0.71

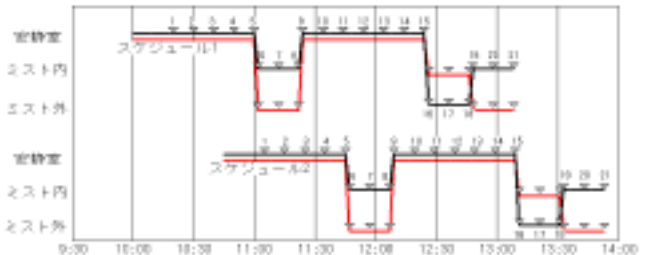


図1 実験プロトコル

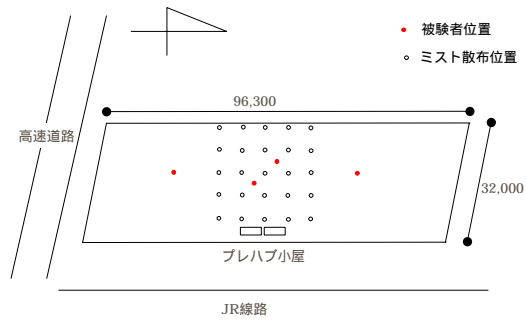


図2 実験フィールド

表2 心理申告項目

快適感	寒暑感	日射感	気流感
1 非常に快適	非常に暑い	ほとんど感じない	ほとんど感じない
2 快適	暑い	やや感じる	やや感じる
3 やや快適	やや暑い	感じる	感じる
4 どちらでもない	どちらでもない	非常に感じる	非常に感じる
5 やや不快	やや寒い		
6 不快	寒い		
7 非常に不快	非常に寒い		

3. 結果と考察

図3は各心理申告のミスト内外の関係で、全ての実験、全ての申告を集計した結果であり、各円の大きさは申告数を示している。図中に示された数字は、点線の上下の領域における申告数の申告数全体に対する割合を示している。快適感、日射感では点線より右下の領域の方が、寒暑感では左上の領域の方が割合が高くなっており、ミスト外の方がミスト内よりも不快側、暑い側の申告が多くなっており、ミスト散布の効果があうかえらる。

また、気流感についてはミストの内外でほとんど変わらない申告であることが確認できる。

図4には、ミスト内外の温度差と心理申告差の関係を示す。Tはミスト内外の熱電対の温度差、Eは一卵性双生児間の心理申告値の差を示している。快適感差との関係を示した左図では、第1象限に点が多く、ミスト外の方が気温が高い時、ミスト外の方が不快であることを示しており、寒暑感差との関係を示した右図では、第4象限に点が多く、ミスト内の方が気温が高い時、ミスト外の方が暑いことを示している。このことからミスト散布により気温が低減した際、人体の快適性も向上していると考えられる。

図5には、ミスト外における寒暑感と気温、SET*の関係を示す。どちらも相関係数は0.6程度であり、あまり高い相関であるとはいえない。SET*は、気温、湿度、気流、日射、代謝量、着衣量が加味された総合的な指標であるが、寒暑感との相関は気温とあまり変わらない。

比較的ミスト散布の効果が表れた実験結果の一例として、8月1日(倍水量6.0m高さで散布)のデータを図6から図8に示す。図6からこの日はミスト内とミスト外の温度差が大きくでている様子がわかる。平均の温度差は0.93である。図7は、一卵性双生児の心理申告値を示す。快適感に着目してみると、1回目の屋外では、ミスト外にいる弟の方が不快側を申告し、2回目の屋外の前半でミスト外にいる兄の方が不快側であり、兄弟がミスト内外を入れ代ったとおり心理申告も入れ代っている様子がわかる。図8には、一卵性双生児の2人の平均皮膚温を示す。兄弟間で非常に近い値をとっていることは確認できるが、ミスト内外における顕著な差は確認できない。他の日についても生理量として測定した皮膚温と心拍数について、一卵性双生児間での差は、他の人と比較しても少ないということはいえるが、快適性を評価することに結びつけることは難しい。

4.まとめ

ドライミストの効果として、気温としては最大2程度の低下が期待でき、また気温が低下した時、人体の心理反応としても涼しい側、または快適側に変わるということがわかった。

心理に影響を与える物理要素は、影響の大きい順に気温、日射、湿度、風速となった。既存の温熱環境指標の屋外への適応に関しては、様々な物理環境の影響を含んでいるSET*が気温に比べ、相関が高い。

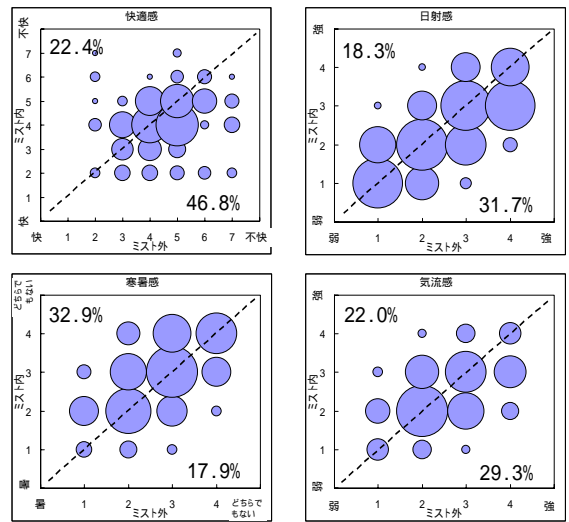
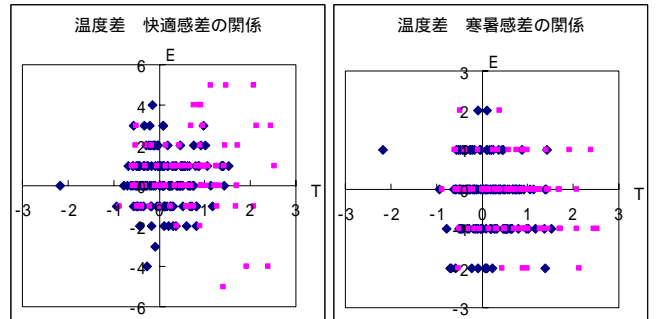


図3 ミスト内外の心理申告の関係



第1象限：ミスト外の方が気温が高い時、ミスト外の方が不快(左図)寒い(右図)
 第2象限：ミスト外の方が気温が低い時、ミスト外の方が不快(左図)寒い(右図)
 第3象限：ミスト外の方が気温が低い時、ミスト外の方が快適(左図)暑い(右図)
 第4象限：ミスト外の方が気温が高い時、ミスト外の方が快適(左図)暑い(右図)
 ◆ < 3.2 ■ > 3.2 (ミスト内熱電対温度)

図4 温度差と心理量申告差

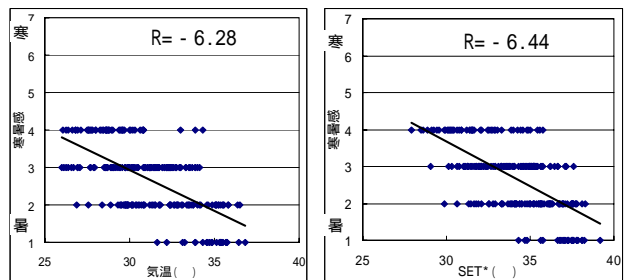


図5 物理条件と寒暑感申告

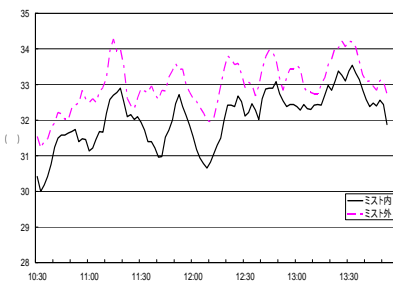


図6 ミスト内外温度

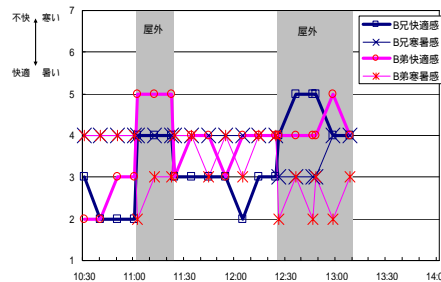


図7 心理申告

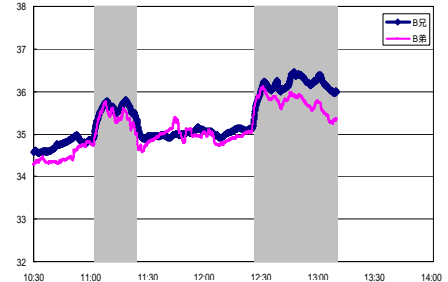


図8 平均皮膚温

*1 名古屋大学大学院環境学研究科修士課程
 *2 東京理科大学教授 工学博士
 *3 名古屋大学大学院環境学研究科教授 工学博士
 *4 名古屋大学大学院環境学研究科講師 工学博士
 *5 中部電力株式会社技術開発本部
 *6 清水建設株式会社技術研究所 工学博士
 *7 トーキン
 *1 Nagoya University Graduate School of Environmental Studies, M.Eng
 *2 Tokyo University of Science Professor, Dr.Eng
 *3 Nagoya University Graduate School of Environmental Studies Professor, Dr.Eng
 *4 Nagoya University Graduate School of Environmental Studies Assistant Professor, Dr.Eng
 *5 Electric Power Research Center, Chubu Electric Power Co.
 *6 Institute of Technology Shimizu corporation, Dr.Eng
 *7 Tokin