

発汗サーマルマネキンによる衣服内水分移動に関する研究

生産システム課 和田猛、野尻智弘 製品科学課 中橋美幸

1. 諸言

本研究で対象とするのは、ヒトの温熱性発汗で発生する水分である。この温熱性発汗とは気温が上昇したり、運動したりすることにより顔、首、胴体など全身に汗をかくことで、汗が皮膚上で蒸発するときの気化熱で体温を36.5°C前後に保持しようとする機能である。

発汗サーマルマネキンは表面温度と発汗量を制御して、ヒトの発汗状態を再現する装置である。しかし、当該装置はヒトの生理反応を再現するものではない。ヒトのような体温調節を行うフィードバック機能は無いのである。装置使用者が判断した体表面温度と発汗量をそれぞれ制御することで、発汗時の状況を模擬する装置である。

そこで、本研究では発汗した場合の衣服内温湿度変化等の観点から、ヒトと発汗サーマルマネキンとの違いを明確にすることを目的とし、それぞれについて測定実験を行い、発汗サーマルマネキンでの衣服評価方法の確立を目指した。

2. 実験

2.1 実験の衣服試料について

被験者、発汗サーマルマネキン両者共通の衣服を、內衣(綿100%、半袖Tシャツ)、中衣(ポリエステル98%、ポリウレタン2%、長袖トレーニングウェア)、上衣(ポリエステル100%、長袖防寒衣)を重ね着とし、その上にポリエステル100%のヤッケを着用した場合(図1左)と着用しない場合(図1右)について着用実験を行った。

下半身は両者ともにトレーニングパンツを穿かせた。被験者には足温浴をさせるため膝下丈とし、発汗サーマルマネキンには長ズボン丈とした。

2.2 被験者による着用実験について

被験者は健康な女性AとBの2名。2種の組合せ試料を各2回着用実験を行った。被験者の平均年齢は64.5歳、平均身長157.0cm、平均体重は67.5kgである。

実験プロトコルを表1に示す。平均温度25°C、平均湿度35%RHの室内環境で椅座安静にした後、足温浴をさせることで発汗促進を行った。個人差はあるが、汗ばみ〜少量の汗が流れる程度の発汗状況である。血圧、心拍数、血流量、衣服内温湿度の計測を行った。

血圧、心拍数、血流量の計測には、連続血圧測定装置(ケーアンドエス社製)で計測し、衣服内温湿度の計測には、HC2-C05型温湿度センサ(rotronic社製)を使用した。

温湿度センサは胸部、脇部、背部の3カ所の位置で、皮膚と內衣の間に取付けた。足温浴器はPanasonic社製のスチームフットスパを使用した(図2)。

また、「とても暑い」から「とても寒い」までの11段階で官能評価を5分毎に行った。同時に着心地感や発汗の感覚認識等についてもヒアリングを実施した。

表1 被験者実験プロトコル (測定80min)

温度 25°C 湿度 35%RH	健康チェック		測定
	椅座安静	30 min	
	椅座・足温浴	30 min	
	椅座安静	20 min	
	健康チェック		



図1 衣服試料(ヤッケ有無)



図2 被験者実験

2.3 発汗サーマルマネキンでの実験について

発汗サーマルマネキンは、京都電子工業(株)社製を使用した。全身を19部位に分割し、部位毎にマネキン表面温度や発汗量の制御が可能である。主な仕様は次のとおりである。

- ・身長：174cm、重量：48kg
- ・材質：FRP樹脂
- ・発汗量：20～1,000g/m²h/部位
- ・発汗孔数：136点
- ・人工皮膚：全身フィットスーツ形態(黒色)

実験室は(株)大西熱学製の恒温恒湿チャンバー OS-9FS型を使用し、温度25°C、湿度30%RHの環境設定とした。

発汗サーマルマネキンは表面温度を33°Cの定温度制御とし、発汗は胸部上部・下部、背部上部・下部の4部位とした。発汗量は100g/m²hの一定量とした。ただし、発汗吐水は間欠型で1回/minに固定されている。衣服内の温湿度センサは、人工皮膚と內衣の間に胸部2カ所、脇部、背部の計4カ所に取付けた。発汗孔と温湿度センサの位置確認のためにレーザーマーカを利用した。発汗サーマルマネキン実験のプロトコルは表2のとおりである。衣服内の温湿度変化、発熱量等の計測を行った。

表2 発汗サーマルマネキン実験プロトコル (90min)

温度 25°C 湿度 30%RH	温度・湿度の安定		測定
	ドライ状態	10 min	
	発汗状態	30 min	
	発汗停止状態	50 min	

3. 結果と考察

3.1 被験者実験の結果について

被験者実験では、測定結果に個人差やバラツキが多く、特に発汗を伴う場合には精神的発汗や種々の要因が絡み、バラツキが顕著になる傾向がある。本研究の被験者は以前データから、汗をかきにくいAと、汗をかきやすいBと判断した被験者である。衣服内の温度湿度の測定結果(図3、図4)からも、このことは明らかとなった。また、ヤッケ着用の場合には、着用しない場合に比較し衣服内の温湿度が高くなり、衣服内が蒸し暑い状態になったことが分かった。

また図5のとおり、ヤッケを着用した方がより血流量が高くなることが明らかになった。この血流量の高い状態は、皮膚温度の高い状態と考えられる。足温浴での発汗促進の刺激が終了した後も継続していることも分かった。

3.2 被験者実験の結果について

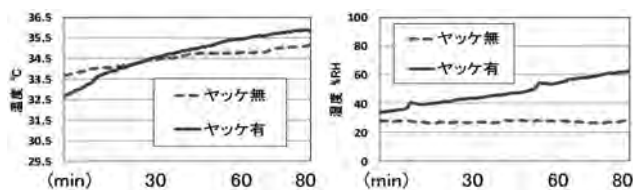


図3 被験者A: 背部・衣服内の温度および湿度

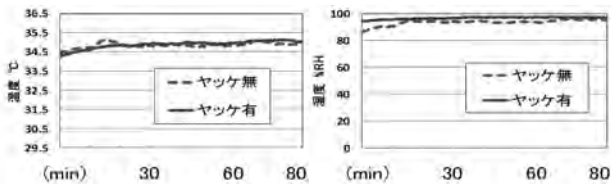


図4 被験者B: 背部・衣服内の温度および湿度

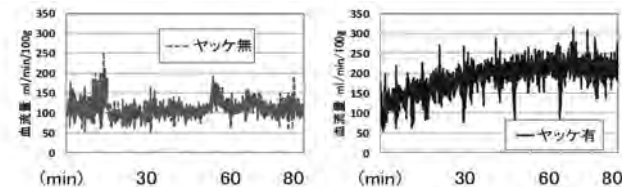


図5 被験者B: ヤッケ有無による血流量への影響

3.3 発汗サーマルマネキンの実験結果について

発汗サーマルマネキンでの実験結果を図6、図7に示す。図6は発汗サーマルマネキンの胸部で測定を行った。人工皮膚と內衣との間の衣服内気候である。

ヤッケ着用の方が衣服内温度も湿度も高く、蒸し暑い状態になっていることが明確に判断できる。発熱量の結果からは、発汗の気化熱で体表面温度が下がるため、体表面温

度を保持しようと発熱量が上がり、定温度(33.0s°C)に制御する様子が分かる。

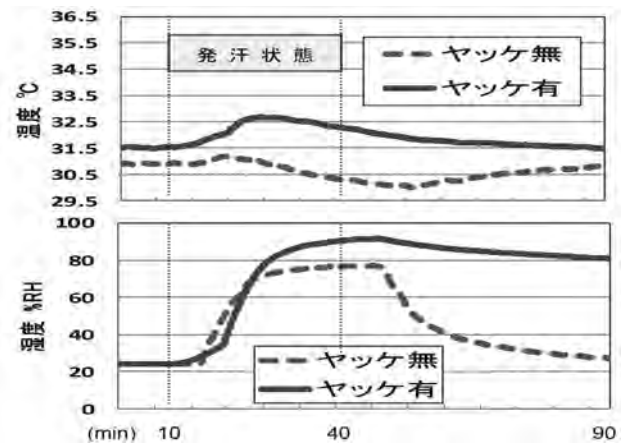


図6 発汗サーマルマネキンの衣服内温度・湿度

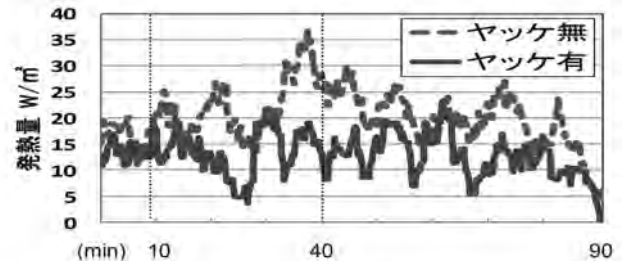


図7 発汗サーマルマネキンの発熱量(胸部上)

4. まとめ

ヒトを使った被験者実験では、精神的発汗や体調、季節順化など種々の要因が大きく影響し、バラツキも多く衣服性能の客観的な評価はなかなか困難である。この点、発汗サーマルマネキンでは恒常的に衣服内気候の温湿度測定データや、発熱量測定からの熱損失など、客観的な衣服性能評価が行える有効な評価方法と言える。

ただ、被験者では発汗刺激が終了してからも血流量などの生理的反応に影響が残ることに対し、発汗サーマルマネキンではそのような現象がないという相違点がある。

発汗サーマルマネキンによる衣服性能評価では、ヒトの生理反応を意識し、区別して評価を行うことが重要であると考えており、現在、これらに配慮した発汗サーマルマネキンによる評価方法マニュアルを作成中である。

キーワード： 発汗、サーマルマネキン、暑さ、衣服内温湿度

Study on Moisture Transport in the Clothes by a Perspiration Thermal Mannequin
Takeshi WADA, Toshihiro NOJIRI, Miyuki NAKAHASHI

We studied using a thermal mannequin sweated and man to do evaluation of clothes. As a result, estimating by a thermal mannequin sweated, we found out that it was necessary to be conscious of human physiological response.