

発汗サーマルマネキンによる機能性衣服の評価研究

生地物性、発汗サーマルマネキンでのシミュレーション、被験者実験評価の関連性と
発汗を伴う場合の衣服機能性評価方法について

生産システム課 和田猛、野尻智弘

製品開発課 中橋美幸

1. 緒言

衣服を構成する素材としての生地では、種々の物性試験による性能評価方法が確立されている感がある。

しかし、衣服という製品形状に加工されると、生地物性がそのまま製品性能に反映されるとは限らない。

従来の衣服評価方法としては、被験者(ヒト)に着用させ温湿度計測、人体生理計測や着心地等の官能試験を行う方法が一般的である。しかし、近年では発汗サーマルマネキンを用いて、より客観的な評価を行うことが可能になってきている。

本研究では2種のインナーウェアの生地物性計測を行った。また、発汗サーマルマネキンと被験者に同一のウェアを着用させ、発汗状態での衣服内温湿度変化等を計測し、これらの関連性について考察を行った。

2. 実験

2.1 着用実験のウェアについて

インナーウェアには、(A)綿100%の半袖シャツ、(B)吸汗性ポリエステル100%の半袖シャツの2種を選定した。その生地物性を表1に示す。

表1 インナーウェアの生地物性

試料	組織	目付 g/m ²	通気度 cm ³ /cm ² /S	吸水率% ラローズ法	保温率% サーモラボ
A	丸編天竺	234.5	38.1	127.1	3.2
B	丸編天竺	152.8	202.0	188.7	11.9

アウターウェアには撥水加工されたポリエステル100%のウインドアップジャケットを選定した。下半身はポリエステル100%のパンツを着用させた。これらのウェアは発汗サーマルマネキン、および被験者ともに共通のものを着用させた。

2.2 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
- 被服サイズ：日本成人男子の標準サイズ
- 発熱能力：0～5met/部位
- 発汗量：20～1,000g/m²h/部位
- 発汗点数：141点
- 人工皮膚：全身フィットスーツ形態(黒色)

環境は、(株)大西熱学製の恒温恒湿チャンバー OS-9FS型を使用した。温度：25℃、湿度：50%RHの設定、および温度：30℃、湿度：60%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℃の定温度制御とし、発汗は胸部上・下と背部上・下の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。模擬汗として純水を使用した。衣服内の温湿度センサは、rotronic社製のHC2-C05型を4本使用し、人工皮膚とインナーウェア間に図1のとおり取付けた。

各条件下で無発汗(ドライ)状態での測定を行った。また、30℃、60%RHの環境でドライ状態(10min)→発汗状態(30min)→発汗停止状態(60min)の計100minで、衣服内の温湿度変化等の計測を行った。



図1 マネキン温湿度センサと試料装着状態

2.3 被験者による着用実験について

被験者は健康な女性3名。各試料2回、着用実験(足温浴による発汗促進実験)を行った。被験者の年齢は45～62歳(平均56.0歳)。身長は151.0～162.5cm(平均157.6cm)。体重は48.4～70.0kg(平均59.7kg)である。

実験プロトコルを表2に示す。心拍数、1拍動毎の血圧などの生体情報、および衣服内温湿度を計測した。実験中には着用感等のヒアリングも行った。

表2 被験者実験プロトコル

温度 25℃ 湿度 50%RH	健康チェック センサ取付け	20min
	椅座安静	20min
	実験室の移動	5min
温度 30℃ 湿度 60%RH	椅座・足温浴	30min
	実験室の移動	5min
温度 25℃ 湿度 50%RH	椅座安静	10min
	健康チェック	10min

<計測機器>

- 1拍動毎の血圧：連続血圧測定装置(ケアトメクス社製)
 - 衣服内温湿度：上半身3点(rotronic社製センサ)
 - 心拍数：キッセイコムテック社製(解析ソフト：カルディアザー)
- 温湿度センサは、①胸部、②脇部、③背部の位置で、



皮膚とインナーの間に取付けた。足温浴器は、Panasonic 社製スチームフットスパ EH2862P 型(図 2)を使用した。

図 2 足温浴器と使用実験

3. 結果と考察

3.1 発汗サーマルマネキンの衣服内温湿度について

発汗サーマルマネキンに試料ウェアを着用させ、温度 25℃、湿度 50%RH、および温度 30℃、湿度 60%RH の環境で衣服内温湿度を測定した。無発汗のドライ状態では A と B の衣服内温度、湿度ともに違いは見られなかった。しかし、発汗を伴う場合は図 3 のとおり、A と B の衣服内湿度に差が生じた。

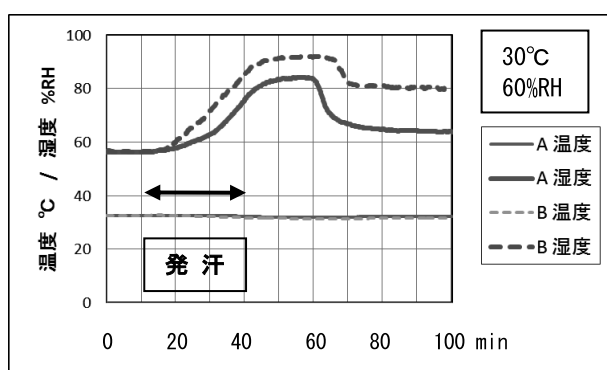


図 3 発汗サーマルマネキン(胸部)の温湿度

3.2 被験者実験の衣服内温湿度について

被験者実験の結果、衣服内温湿度に関してはドライ状態では A と B の差異は殆どなかった。しかし、発汗後の衣服内湿度には A と B の差があった。また、衣服内湿度変化に関しては個人差があり、同一被験者でもバラツキや不安定性があった。

図 4、図 5 に 2 人の被験者の胸部における衣服内温湿度変化を示す。最初の 20 分間(25℃、50%RH)ドライ状態での、湿度差はあまりない。しかし、30℃、60%RH 環境での足温浴時では、環境と熱刺激に起因する発汗がありウェット状態となると、A と B の湿度に差が生じた。

足温浴を終え、25℃、50%RH 環境に戻ると、衣服内湿度は低下したが、A と B の差がみられた。今回の実験では、発汗してから試料 AB の違いが、衣服内湿度変化に現れた。A は B より衣服内湿度は低く推移した。

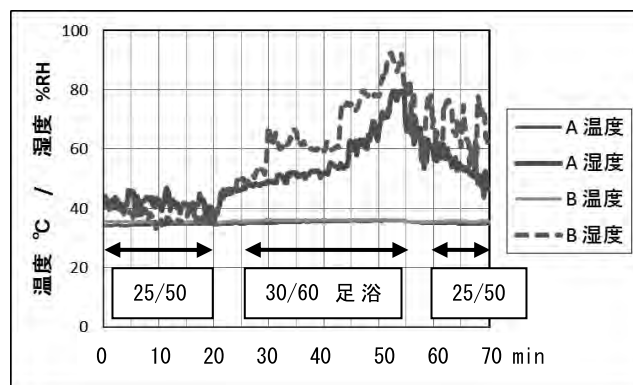


図 4 被験者実験での衣服内(胸部)温湿度変化 I

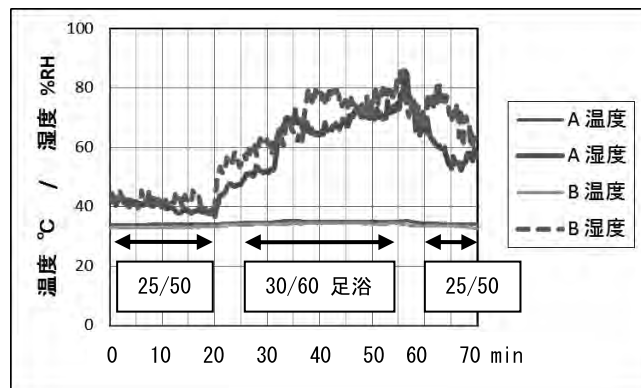


図 5 被験者実験での衣服内(胸部)温湿度変化 II

4. まとめ

今回使用した試料 A、B のインナーウェアに関しては、ドライ状態では衣服内温湿度に差は見られなかった。発汗したウェット状態では、発汗サーマルマネキン実験、被験者実験ともに A の方が B よりも衣服内湿度は低いという結果が得られた。

衣服内温湿度に関する衣服の評価においては、被験者実験ではバラツキが多くなる可能性が高いので、安定した発汗サーマルマネキンでの評価方法が適していることがわかった。しかし、着心地感等の感性的評価に関しては、まだヒトによる評価に頼らざるを得ない。

生地物性の測定では、着用状態により近い測定内容、方法を検討する必要があると考える。

被験者実験では、個人差、体調、季節変化等々によるバラツキが大きい、着心地等の感性的な評価が可能である。発汗サーマルマネキンでは、バラツキが少なく再現性は高いが、ヒトの場合とは異なり生理的反応、フィードバックがない。また、着心地等の感性的な評価は行えない。これらの評価方法には長所短所があり、総合的な評価が重要と考える。

キーワード： 発汗、サーマルマネキン、インナーウェア、衣服内気候

Evaluation research of the functional clothes by a perspiration thermal mannequin

Production Technology Section; Takeshi WADA, Toshihiro NOJIRI

Product development Section; Miyuki NAKAHASHI

We used the perspiration thermal mannequin and human being, and conducted the evaluation experiment of two kinds of inner wear. As a result, it turned out that it is possible to perform objective evaluation of clothes by using the perspiration thermal mannequin.