

発汗サーマルマネキンによる機能性衣服の評価研究

発汗サーマルマネキンと被験者実験による製品機能性評価の関連性について

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

衣服形態の繊維製品評価方法として、従来は被験者（ヒト）に着用させて温湿度計測、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った。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。

ただし、これらの評価方法には、それぞれ長所短所がある。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。

本研究では、被験者と発汗サーマルマネキンに同一のウェアを着用させ、発汗状態での衣服内温湿度等の計測をして、両者の関連性について考察を行った。

また、発汗サーマルマネキン利用による、機能性衣服製品の客観的評価方法についての検討を行った。

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、(A)綿100%の半袖シャツ、(B)吸汗速乾性ポリエステル100%の半袖シャツ(図1中央)の2種を選定した。素材物性を表1に示す。

表1 インナーウェアの素材物性

	組 織	目付 g / m ²	通気度 cm ³ /cm ² /S	吸水率% ラース法	保温率% サーモラボ
A	丸編天竺	155	60.1	241	30.8
B	丸編二重	146	115.5	306	27.4



図1 発汗サーマルマネキンとウェアの装着状態

発汗時には、インナー素材の吸水率が重要となるが、Aに比較しBは吸水率が大きかった。吸水率ばかりでなく、初期の吸水スピードにかなりの違いがみられた。1mlの吸水に要する時間がAは13秒間、Bは4秒間という速さであった。また、通気度は、BはAの約2倍であった。保温率はAがBより高かった。アウター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(図1右)を選定した。下半身はポリエステル100%のハーフ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(図1左)、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、温度：25℃、湿度：50%RHの設定、および温度：30℃、湿度：60%RHの設定とした。

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部位のみとした。発汗量は100g/m²hの一定量とした。ただし、発汗吐水は間欠的で1回/minに固定されている。模擬汗として純水を使用した。温湿度センサは、神栄テクノロジー(株)製のHTP-B28T-30型を6本使用し、①胸部（みぞおち）、②脇部、③背部の人工皮膚とインナー間に各2本を取付けた。

各条件下で無発汗状態での測定を行った。また、発汗状態(15min)→発汗停止状態(15min)の計30minで、衣服内の温湿度変化等の計測を行った。

2.3 被験者による着用実験について

健康な女性3名を被験者とし、着用(足温浴による発汗)実験を行った。被験者の年齢は43～62歳(平均55.3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。

<計測機器>

- ・1拍動毎の血圧：連続血圧測定装置（ケアトニクス社製）
- ・衣服内温湿度：上半身3点（パナソニック製）
- ・心拍数：キッセイコムテック社製（解析ソフト：カルディテック）



図2 足温浴器

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。

温湿度センサは、①胸部（みぞおち）、②脇部、③背部の位置で、皮膚とインナーの間に取付けた。

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



3. 結果と考察

3.1 発汗サーマルマネキンの衣服内湿度について

発汗サーマルマネキンに実験用ウェアを着用させ、温度 25℃、湿度 50%RH の一定環境、および温度 30℃、湿度 60%RH の一定環境で衣服内温湿度を測定した。右脇部の衣服内湿度を図3、図4に示す。

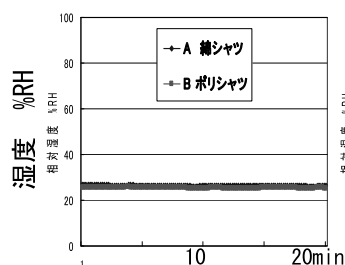


図3 衣服内湿度
25℃、50%RH 環境

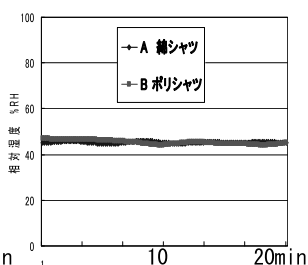


図4 衣服内湿度
30℃、60%RH 環境

一定の温湿度環境の中で、発汗サーマルマネキンにウェアを着用させ、無発汗のドライな状態では A と B の衣服内湿度には、大きな違いは見られなかった。

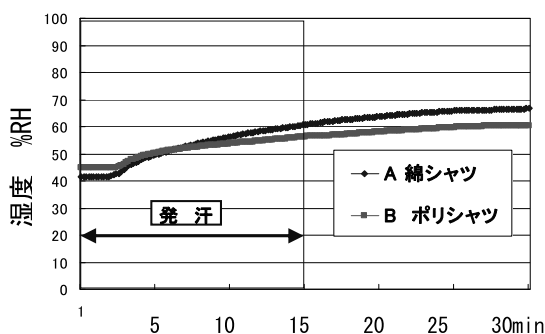


図5 発汗時の衣服内湿度 30℃、60%RH

しかし、発汗させた場合は図5のとおり、AとBに湿度の違いが生じた。

3.2 被験者実験での衣服内湿度について

被験者実験では、やはりデータのバラツキが大きく、AとBの相違がわかり難かったが、足温浴での熱刺激による発汗の後に違いが現れた。図6に被験者の右脇部の衣服内湿度変化を示す。

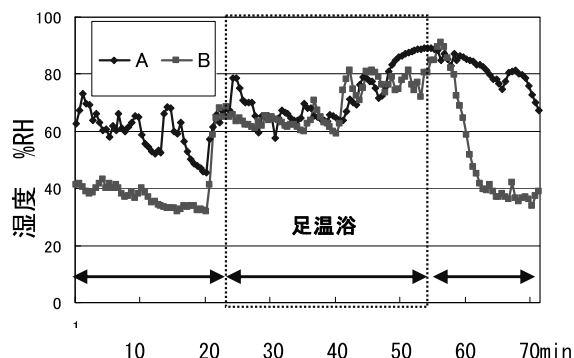


図6 被験者実験での衣服内湿度変化

最初の20分間(25℃、50%RH)での、湿度差は被験者の体調等の要因からと考えられる。しかし、30℃、60%RH環境での足温浴時では、環境と熱刺激による発汗があるため、AとBの湿度差は小さくなり、ほぼ同程度となった。しかし、足温浴を終え、25℃、50%RH環境に戻ると、AとBのシャツの違いが大きくなった。綿シャツの湿度が下がり難いのに比し、機能性ポリエステルシャツの湿度が急激に下がったことがわかる。

発汗中よりも、発汗後に差が現れるのは、発汗サーマルマネキン実験の結果と同様であった。

4. まとめ

発汗サーマルマネキンと被験者との実験条件を全く同じに揃えることは出来なかったが、無汗状態や発汗中よりも、発汗が止まってからの方が、湿度に関する衣服性能の違いが出るのがわかった。

また、衣服内温湿度等での評価に関しては、バラツキの多い被験者実験より、発汗サーマルマネキンでの評価方法が安定して行えることがわかった。

ただし、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。

今後は、より多くのデータを取り、発汗サーマルマネキンでの客観的評価と、ヒトによる主観的評価との関連付けを行うことが重要な課題であると考えます。

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.