

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

発汗サーマルマネキンを用いて衣服の評価を行う最大の理由の一つとして挙げられるのは、いつでも同じ発汗状態をシミュレーションできる点である。

ヒトによる着用実験では、被験者の個人差や健康状態、季節変動、心理的要因等々により、衣服評価の結果に大きなバラツキが発生する。これらの理由から、発汗サーマルマネキンでの客観的な衣服評価方法を確立させることが重要であると考えられる。

当該マネキンはヒトと違い、全身で合計141箇所の発汗孔しかない。だから、衣服内温湿度を測定する場合には、発汗孔と温湿度センサの位置関係がとても重要な要因となる。しかし、マネキン体表面に常に同じポジションで温湿度センサを取り付けることは困難である。更に、実験中に人工皮膚と共にセンサが位置ズレを生じる場合がある。また、複数枚の衣服を重ねて着用させた場合は、下層に取り付けた温湿度センサの位置確認も困難である。

そこで、本研究ではレーザー光線を利用し、その温湿度センサの位置決め、位置確認等を行う方法について実験を行い、その有用性について検討を行った。

次に被験者と発汗サーマルマネキンに同一の衣服を着用させ、各評価方法の長所・短所等の検討、両者の関連付けについて考察を行った。

2. 実験

2.1 レーザ光線によるセンサの位置決めについて

加工工場等で使用されるレーザー式マーキング装置を複数台使用し、発汗サーマルマネキンの体表面での温湿度センサの位置決めを行うため検討を行った。

使用したのは、STS(株)社製のクロスラインタイプの装置で、光源は635nmの赤色半導体レーザーである。この装置を4台、恒温恒湿チャンバー内にパンチングボードパネルを立てて、位置が自由に換えられるようマグネットで固定することとした。(図1)



図1 レーザ光線によるセンサの位置決め

レーザー式マーキング装置を使用することにより、衣服内温湿度センサの取付け位置の精度を上げることができ、測定中のセンサのズレを補正することも可能になった。しかし、当該マネキンが設置されている恒温恒湿チャンバーのスペースが狭いため、マネキン前面のセンサ位置決めはできるが、マネキン側面と背面には利用できない欠点がある。

しかし、衣服を複数枚重ね着しても、前面の発汗孔やセンサの位置の確認が行えるようになった。



図2 温湿度センサの取付けと着装状態

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
- ・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)

(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：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。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型を使用し、人工皮膚とインナーウェア間に図2のとおり取付けた。

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。

2.3 着用実験の試料について

発汗サーマルマネキンと被験者に、共通の試料を着用させた。インナーウェアは2種類で、A(ポリエステル半袖Tシャツ)、インナーB(綿半袖Tシャツ)を選定した。物性は表1のとおりである。アウターにはウインドアップジャケット1種、トレーニングパンツを着用させた。(図2)

試料	組織	目付 g/m ²	通気度 cm ³ /cm ² /S	吸水率% アロス法	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

表1 インナーウェアの生地物性

2.4 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(足湯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57.0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。衣服内温湿度、血圧、心拍を計測し、同時に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 (測定 80min)

温度 25℃ 湿度 50%RH	健康チェック センサ取付け	
	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
	椅座安静	10min
	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	



<計測機器>

- ・1 拍動毎の血圧：連続血圧測定装置 (ケアト'エス社製)
 - ・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：カルディイーター)
- 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を使用した。

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

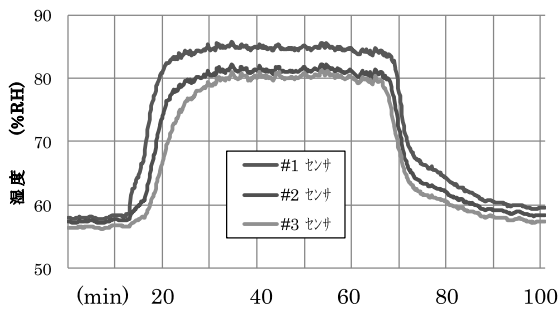


図3 試料A: 各位置センサの衣服内湿度変化

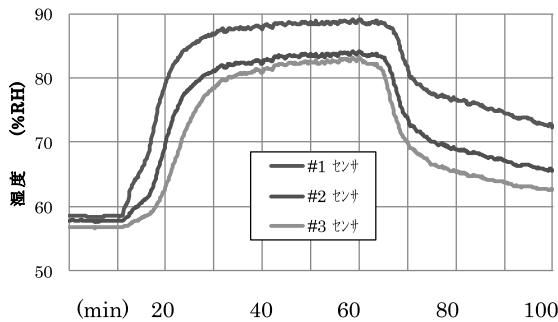


図4 試料B: 各位置センサの衣服内湿度変化

図3、図4で示すとおり、試料Aは試料Bより全般

的に衣服内湿度は低く、発汗停止後の湿度の下がり方も早いことがわかる。

当該マネキンの発汗は1分間に1度、発汗孔から指定量の液状純水が吐出され、人工皮膚に濡れ広がる構造になっている。そのためにドライ状態から発汗を始めた場合、同じ衣服内空間でも発汗孔とセンサの位置関係が衣服内湿度に大きく影響を及ぼすことがわかった。センサ位置は#1<#2<#3の順に発汗孔との距離が離れる。また、このことはセンサ位置のズレが、衣服内湿度測定に大きく影響を及ぼすということがわかる。

3.2 被験者実験の衣服内温湿度について

今回の被験者実験の結果は、やはりバラツキが大変に大きく、着用試料の違いよりも被験者の個人差、測定時の体調や他の要因の影響を大きく受ける結果となった。しかしながら、測定回数も少ないが、同じ実験プロトコルでも個人によって発汗による衣服内湿度変化に個人特有のパターン傾向があるように思われる。

試料Bを着用した場合の被験者(1)と被験者(2)の衣服内温湿度変化を、次の図5、図6に示す。

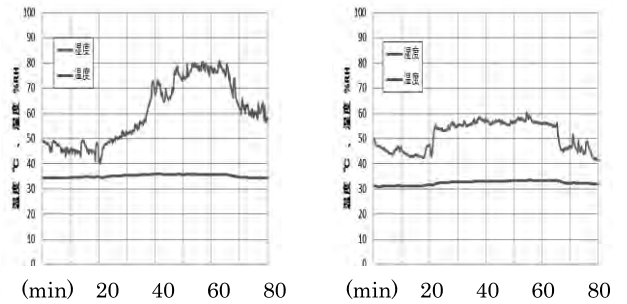


図5 被験者(1)温湿度 図6 被験者(2)温湿度

同じ条件を付与しても、被験者(1)と(2)では発汗という生理反応に大きな個人差が現れた。

4. まとめ

発汗サーマルマネキンでの、衣服内温湿度測定による評価方法では、そのセンサ位置の確定と保持が重要なポイントであり、位置ズレを防止する必要がある。そのためには、このレーザーマーキングの方法が有効であることがわかった。

また、被験者実験での評価では、着用試料の違いよりも、個人差やバラツキが大きく影響を及ぼす場合がある。そんな場合にこそ、発汗サーマルマネキンによる客観的な評価は有用であると言える。

今後はより精度の高い評価ができるよう研究を続ける必要がある。また、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

Study about moisture transport in the clothes by a perspiration thermal mannequin

Production Technology Section; Takeshi WADA, Toshihiro NOJIRI

Product development Section; Miyuki NAKAHASHI

When estimating clothes by a perspiration heat mannequin, we found out that method of location of a sensor by a laser beam was effective. The individual variation and ill-balance were big by the value by the subjective experiment.