

# 温熱的快適性を向上させたインナーウェアの開発

製品科学課 中橋美幸, 金丸亮二 生産システム課 和田 猛

## 1. 緒言

女性用の基礎下着（ファンデーション類）などのインナーウェアは、ボディラインを美しく整えるサポート力をもたせるためにパワーストレッチ編布を用いているものが多い。それらは、肌に直接密着させて着用されるため温熱的快適性に及ぼす影響は大きい。

本研究では、女性用インナーウェアの中からショーツガードル（ガードルの補整機能をもつショーツ）を取りあげ、温熱的に快適なショーツガードルを開発することを目的として、組成の異なるパワーストレッチ編布で試作したショーツガードルを用いて着用実験を行った。温熱快適性の指標となる衣服内温湿度、発汗量、皮膚温、心拍数に及ぼす影響を検討した。

## 2. 実験方法

### 2.1 試料

吸湿性能等の着用性能への影響をみるために、組成の異なる4種の素材を用いてショーツガードルを試作した。試料の詳細は表1に示すとおりである。試料の厚さは、肌側面に吸湿性の高い綿やキュブラを用いる編構造をもつ試料C、Bや、コットンライクなポリエステル糸を用いた試料Pでは素材がやや厚くなることがわかった。また、20℃、65%RHの恒温恒湿室内において、サーモラボII（カトーテック（株）製）を用いて測定した保温率は、試料が厚いほど高くなり、試料C、PではNの約3倍、BではNの約2倍であった。これら4種の素材を用いて、サイズ、デザインを同一にしたショーツガードルを試作した。

### 2.2 被験者

年齢40歳代～60歳代のM～L体型をもつ健康な女性5名を被験者とした。夏季を想定した着衣（半袖Tシャツ、

ハーフパンツ、ブラジャーおよびソックスは各自のもの）で、実験用ショーツガードルを肌に直接着用した。ショーツガードルは、被験者数分用意し、1着につき1回使用した。

### 2.3 環境条件と測定手順

夏季を想定して、30℃、60%RHの人工気象室内で着用実験を行った。被験者は、実験環境に身体を十分慣らすために実験開始の1時間以上前に人工気象室に入室し安静を保った。その後、セミヌードで体重を測定後、実験用着衣に着替えた。次に、10分間座位安静—10分間歩行運動（トレッドミル、速度3km/h）—15分間座位安静とし、この間について生理量の測定を行った。実験終了後、再び体重測定を行った。なお、体重は精度1gで測定した。

測定項目は、皮膚—ショーツガードル間の衣服内温度（ $T_{cl}$ ）および衣服内湿度（ $H_{cl}$ ）、皮膚温（ $T_s$ ）、心拍数（ $HR$ ）である。また、実験前後の体重減少量を汗量とみなした。

なお、日内リズム等による体温変動による影響を考慮して、実験は1日1試料、被験者ごとに同一時間帯に行った。また、実験開始を食後2時間以上経過後とし、試料の着用順序をランダムにした。

## 3. 実験結果および考察

### 3.1 発汗量への影響

図1は、欠損データのある1名の被験者を除き、4名の汗量データを用いて試料ごとに被験者平均を算出した結果である。有意差はみられなかったものの、肌面に吸湿性素材を用いた試料C、Bでは、N、Pに比べて平均汗量が少ない傾向がみられた。すなわち、素材の厚さや保温率よりも、吸湿性能が発汗量に大きく影響することが推察された。

### 3.2 平均皮膚温への影響

本研究では、ラマナサン<sup>1)</sup>の4点法を用いて平均皮膚温（ $M-T_s$ ）を求めた。

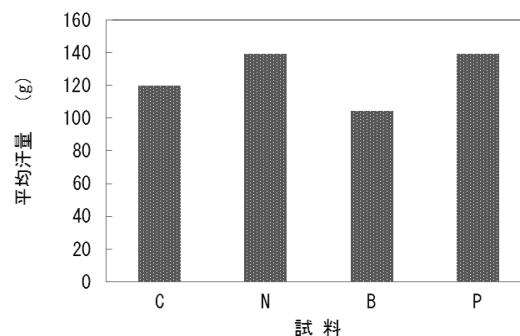


図1 体重減少による汗量（被験者平均）

表1 試料の詳細

試料	組成	厚さ <sup>1)</sup>	保温率	
C	ナイロン	64%	0.66mm	19.7%
	ポリウレタン	17%		
	綿	19%		
N	ナイロン	73%	0.41mm	6.2%
	ポリウレタン	27%		
B	ポリエステル	76%	0.54mm	12.8%
	ポリウレタン	14%		
	キュブラ	10%		
P	ポリエステル	88%	0.60mm	18.9%
	ポリウレタン	12%		

<sup>1)</sup>4.9kPa荷重時での場合

$$M-Ts = 0.3 (Tc + Tu) + 0.2 (Tt + Ti)$$

ここで、 $Tc$  は胸、 $Tu$  は上腕、 $Tt$  は大腿、 $Ti$  は下腿の皮膚温である。

結果を図2に示す。 $M-Ts$  は運動開始直後に低下した後、運動による産熱の増大により緩やかに上昇し、運動停止後の数分間においても上昇し続けた。その後、 $M-Ts$  は徐々に低下したものの初期値までは回復しなかった。試料Cでは、有意差はみられなかったものの、他の試料に比べて最も  $M-Ts$  が低かった。このことは、吸湿性能の影響によるものと推察された。

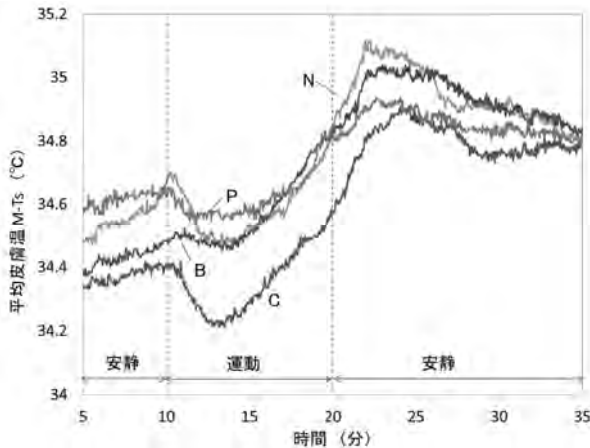


図2 平均皮膚温  $M-Ts$  の変化挙動

### 3.3 衣服内温度および衣服内湿度への影響

衣服内温度 ( $Tcl$ ) は平均皮膚温 ( $M-Ts$ ) の場合と類似の変化挙動を示した。運動停止後は、強制対流の停止により  $Tcl$  は上昇したまま平衡を保った。試料間の差が小さいものの、試料Bでは安静時および運動時ともに  $Tcl$  が最も低い傾向がみられた。また、衣服内湿度 ( $Hcl$ ) は、運動開始から急激に上昇し、運動停止直後最大値を示し、その後回復に向かった。 $Hcl$  の最大値を比較すると、試料Bの  $Hcl$  が最も低く、キュプラの吸湿・放湿特性が衣服内温湿度の上昇を抑制したものと推察された。

### 3.4 心拍数への影響

心拍数 ( $HR$ ) の変化挙動を図3に示す。運動時の  $HR$  に注目すると、試料  $N > P > B > C$  の順に高く、ここにおい

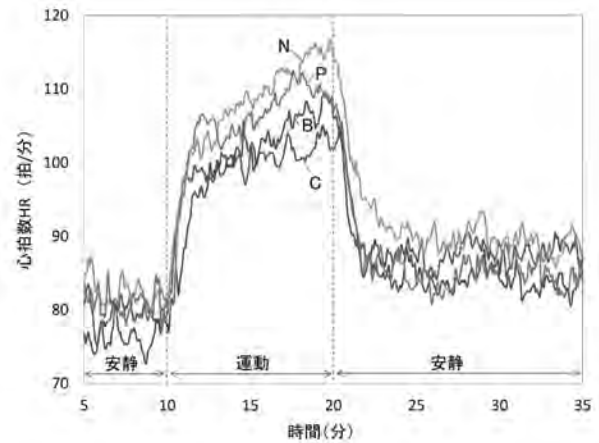


図3 心拍数  $HR$  の変化挙動

ても素材の吸湿性能が心拍数の変化に影響を及ぼすことが推察された。

## 4. 結言

本研究では、温熱的に快適なショーツガードルを開発することを目的として、組成の異なるパワーストレッチ編布で試作したショーツガードルを用いて、着用実験により衣服内温湿度、生理反応として発汗量、皮膚温、心拍数に及ぼす影響を検討した。その結果、吸湿性素材を混用したショーツガードルでは、運動による衣服内温湿度の上昇がやや低く、発汗量、平均皮膚温、心拍数などからみた生理的負荷が低くなる傾向がみられた。しかし、実験期間が平成25年1月冬季だったため発汗反応が遅く、主観評価での「温熱感」「湿潤感」「快適感」に関する評価が難しかった。今後は、熱板等を用いたシミュレーション実験等においても素材性能を検討し、温熱的快適性に影響を与える素材因子を解明しながら商品化を目指して研究を進めていきたい。

「謝辞」

終わりに、本研究推進にあたり実験試料の設計および提供等のご協力をいただいた北陸エステアール協同組合の河口幸史様、小林希弥様、寺西由樹江様、白澤秀和様に深く感謝致します。

キーワード：ガードル、発汗量、皮膚温、心拍数、衣服内温湿度

## Development of Superior Women's Inner Garment in Thermal Comfort

Product Development Section; Miyuki NAKAHASHI, Ryoji KANAMARU

Production Technology Section; Takeshi WADA

This study aims to obtain fundamental data for designing women's inner garment superior in thermal comfort. The influence of the water absorption and hygroscopicity of inner garment on human body in terms of the physiology and comfort were examined using four kinds of trial shorts-girdle, which differ in those properties, under condition simulated summer environment.