

温熱的快適性を向上させたインナーウェアの開発 —女性ファンデーション用編布の熱・水分特性と着用性能—

製品科学課 中橋美幸, 金丸亮二* 生産システム課 和田 猛 京都女子大学 諸岡晴美

1. 緒言

インナーウェアの中でも女性用の補正下着であるファンデーションは、補正効果を発現させるためにハードパワータイプのストレッチ編布を用いているものが多い。それらは、身体に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く、多くの成人女性が、夏季における暑さや蒸れによる不快感を経験していることから、温熱的に快適な女性ファンデーションの開発が望まれる。

そこで本研究では、まず、繊維素材および編構造の異なる女性ファンデーション用編布を試料とし、それらが熱・水分移動特性に及ぼす影響について検討した。次に、試作のショーツガードル（ガードルの補整機能をもつショーツ）を用いて着用実験を行い、編布の熱・水分移動特性が夏季環境下における着用性能に及ぼす影響を検討した。

2. 着用シミュレーション実験

2.1 試料

素材、編構造の異なるファンデーション用編布 5 種を試料として用いた (表 1)。試料①は、ナイロンの経編に綿を、試料②はポリエステル経編にキュプラを、各々挿入したものである。試料③、④はナイロンを、試料⑤にはコットンライクなポリエステルを用いた経編である。各試料の水分率は、相対湿度の上昇に伴って増加するものの、ポリエステル混率の高い試料⑤では、高湿時 (90% RH) でも水分率が約 1%と最も低かった。次いで、試料②においても高湿時の水分率が約 1.5%と低く、ポリエステル使いでキュプラ混用率の低いことが要因として考え

Table 1 Samples

Sample	Fibrous materials (%)	Yarn count (dtex)	Gauge	Knit/density	Thickness ¹⁾ (mm)	Weight (g/m ²)	Air permeability (cm ³ /cm ² /s)	
①	6,6-nylon	64	44	28	180c/50w	0.72	211	118.3
	polyurethane	17	33					
	cotton	19	155					
②	polyester	76	44	28	186c/50w	0.62	199	143.0
	polyurethane	14	44					
	cupra	10	78					
③	6,6-nylon	74	44	28	162c/48w	0.46	160	153.8
	polyurethane	26	33					
			155					
④	6-nylon	73	44	28	168c/50w	0.47	175	132.0
	polyurethane	27	44					
			155					
⑤	polyester	88	88	28	108c/42w	0.70	200	49.4
	polyurethane	12	44					
			78					

¹⁾ at pressure of 0.588kPa

*現 生産システム課

られた。これに対して、ナイロン使いの試料③、④、綿挿入の試料①では、高湿時の水分率は 4~6%と高かった。

2.2 試料の熱・水分移動特性の測定および結果

熱迅速測定装置 (サーモラボ II B) の熱板 (有効面積 10cm×10cm) を人の平均皮膚温に近似した 33°C に設定し、20°C、65%RH の恒温恒湿室内で測定を行った。熱板上に水分率 200% の濾紙、透湿防水布を順次設置し、これを皮膚からの水分蒸散モデルとして実験した。図 1 に、水分蒸発量 Wn と厚さ T との関係を示す。 Wn は潜熱損失量と水の潜熱を用いて算出したものである。 Wn の大きさは、吸湿性の大きさによって 2 グループに分かれることが明らかとなった。また、グループ間で厚み依存があることもわかった。すなわち、吸湿性がよく薄い編布を用いた女性ファンデーションの着用が皮膚からの水分蒸散を促し、温熱的快適性を維持できると推察された。

次に、人が発汗した場合を想定して、熱板の上に 0.1ml の水をほぼ均等に 5ヶ所滴下した後に試料を設置して実験を行った。図 2 に、発汗シミュレーション実験での時

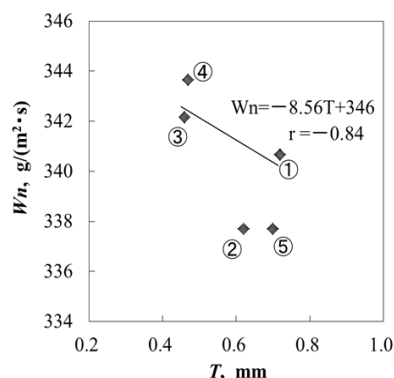


Fig.1 Relation between thickness (T) and evaporation rate (Wn) in sensible perspiration simulation test.

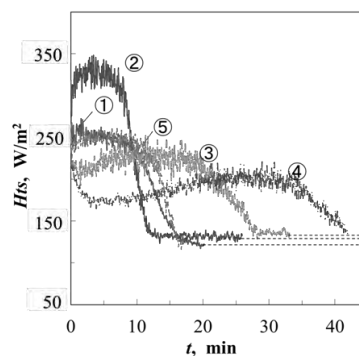


Fig.2 Changes in total heat loss accompanied by water transfer (Hts).

間経過に伴う総熱損失量 H_{ts} の変化挙動を示す。吸水性の高い試料①、②、⑤では、熱板に試料を設置した直後から、液体水が試料に濡れ広がり、吸水面積の拡大とともに総熱損失量 H_{ts} が急増した後に急減し、乾燥時間が速いことがわかった。一方、吸水面積の小さかった試料③、④では、水の濡れ広がり時間が長くなり、乾燥時間が長くなる傾向がみられた。すなわち、発汗時の熱・水分移動には吸水性が重要であることがわかった。

3. 着用実験における人体生理・心理への影響

先の着用シミュレーション実験で用いた編布の中から、ナイロン使いの試料④、試料①よりも綿の混用率を数% 高くした試料①c、さらに、編構造をパワーネットとした試料①cp の 3 種を用い、ショーツガードルを試作して着用実験を行った。

着用実験は、28℃、50%RH の人工気象室内で行った。被験者は、10 分間座位安静 - 10 分間歩行運動（トレッドミル運動、速度 3km/h） - 15 分間座位安静として、人体生理および着用感評価への影響を検討した。

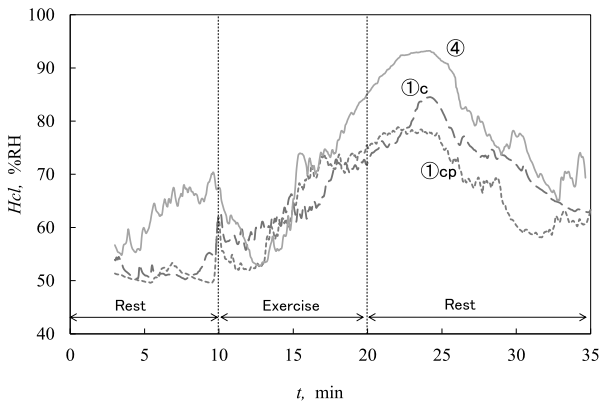


Fig.3 Changes in clothing humidity (H_{cl}).

図 3 に、衣服内湿度 (H_{cl}) の結果を示す。運動前安静時後期および運動後期、運動後安静時において、ナイロン使いの試料④の H_{cl} が最も高い傾向がみられ、着用実験においても発汗時の吸水性能の重要性が確認された。また、綿挿入の試料間で比較すると、経編の試料①c よりパワーネットの①cp の H_{cl} が若干低く抑えられることが

キーワード：女性ファンデーション、吸湿性、吸水性、衣服内温湿度、主観評価

Development of Superior Women's Inner Garment for Thermal Comfort

Product Development Section; Miyuki NAKAHASHI, Ryoji KANAMARU*
 Production Technology Section; Takeshi WADA
 Kyoto Women's University; Harumi MOROOKA

We investigated the influences of fibrous materials and the knitted structure of women's foundation garments on the heat and water transfer properties in the test simulating insensible perspiration or sweating condition. The water evaporation rate (W_n) significantly increased for more highly hygroscopic and thin materials in the test simulating insensible perspiration condition. The larger area of water absorption (A_b) was associated with a significant increase in wet heat loss (H_{ws}) and a shortened drying time in the testing simulating sweating condition.

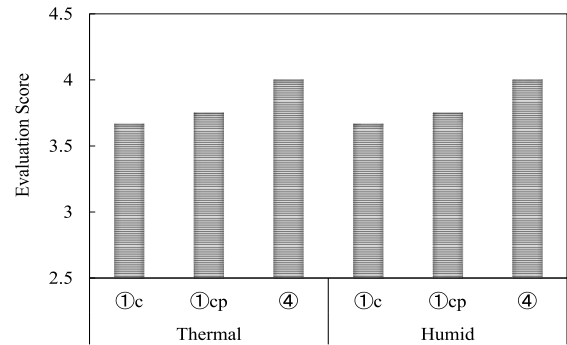


Fig.4 Thermal and humid sensation during exercise.

わかり、素材の吸湿・吸水性のみならず、編構造も温熱的快適性に影響を及ぼす重要な因子であることが示唆された。また、図 4 に示すように、運動時における主観評価においても、試料①c、①cp に比べて、吸水性の小さい試料④の方が暑くてべたつき、不快であると評価された。これらのことから、シミュレーション実験の結果と同様に、発汗時の着用快適性には、吸湿性だけでなく吸水性による汗の吸水→拡散→速乾が実現できる素材と編構造が必要であることがわかった。

4. 結言

本研究では、温熱的快適性の高い女性ファンデーションの開発を目指し、編布の素材・編構造が熱・水分移動特性に及ぼす影響を明らかにした。不感蒸散のような水蒸気移動がある場合には、素材の薄さと吸湿性が重要であることがわかった。発汗時には、汗の吸水→拡散→速乾を促進できる素材性能と編構造が必要であるとわかった。今後は、着用環境や用途に応じた女性ファンデーション等の設計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ール協同組合の皆様へ深く感謝致します。