

軽量で接触冷感および紫外線遮蔽率に優れた薄手織物の設計支援に関する研究

藤田浩行, 古谷 稔, 佐伯 靖, 東山幸央, 近藤みはる

要旨 本研究は、糸づかい（強撚糸、異番手）や織密度および異素材との交織など規格を変化させた綿織物を試作し、接触冷感、紫外線遮蔽率などと織物規格との関係を定量化した。その結果、軽量で高い接触冷感（ $Q\text{-max}=0.25\text{W/cm}^2$ 以上）と紫外線遮蔽率（80%以上）を持つ織物規格を明らかにすることができた。また、仕上加工の影響についても検討することで、クールビズ対応生地への設計支援に役立てた。

1 緒 言

クールビズ・ウォームビズ製品に代表される快適性生地の大半はポリエステルやナイロンなどの合成繊維から構成されている。綿繊維を始めとする天然繊維は素材自身に吸水性や保温性などの機能性を有しているが、合成繊維のように断面形状制御や機能材料の練り込みはできず、機能性に限界がある。そこで、仕上加工時、機能材料を樹脂で固着させることで機能性付与しているが、耐洗濯性や風合いが堅くなるなどの課題がある。

本研究は、クールビズ対応生地として、軽量で接触冷感および紫外線遮蔽率の優れた綿織物を開発することを目的としている。使用する綿糸および織密度などの規格情報と接触冷感、紫外線遮蔽率、通気性などとの関係を明らかにし、軽くて透け感がありながら、高い接触冷感（ $Q\text{-max}=0.25\text{W/cm}^2$ 以上）と紫外線遮蔽率（80%以上）を持った綿織物の開発支援を図る。

2 実 験

2.1 綿織物の試作とカバーファクター

織物を構成するたて糸およびよこ糸に関して、糸の太さ、密度の変化だけでなく、強撚糸の使用や綿糸と麻糸を併用した織物などを企画設計し、40種類の織物試作と収集を行った。また、上記の織物について、毛焼、糊抜、シルケット、サンフォライズおよびワッシャーなど綿織物の一般的な仕上加工を実施した。

織物構造を評価する指標に緻密さを示すクロスカバーファクターを用いた。これは、たて糸およびよこ糸の各カバーファクター K_1 , K_2 (式(1))を計算し、たて糸とよこ糸の交差部分を除くことでクロスカバーファクター K_C を算出する(式(2))。なお、 K_C は数値が大きい程、織物は緻密となり、空隙は小さくなる。

$$K_1 = \frac{d_1}{\sqrt{S_1}} \quad K_2 = \frac{d_2}{\sqrt{S_2}} \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$K_C = K_1 + K_2 - \frac{1}{28} K_1 K_2 \quad \dots \dots \dots (2)$$

S_1 , S_2 : たて糸, よこ糸の綿番手
 d_1 , d_2 : たて糸, よこ糸の織密度 (本/インチ)

2.2 接触冷感の評価

接触冷感とは人が生地に触れたときに感じる冷感であり、人体から生地への熱の移動速度が速いほど強く感じることは知られている。この評価に、精密迅速熱物性測定装置 (KES-F7型; カトーテック(株)製) を用いて、生地への熱吸収速度の最大値 $Q\text{-max}$ を測定した。20°C, 65%RHの雰囲気中で24時間調整した織物試料に40°Cの熱板を接触させて計測した。

図1に計測結果の一例として計測時間と熱吸収速度との関係を示す。熱板に蓄えられた熱は、織物との接触に伴い急激に熱移動が進み、熱吸収速度は急激に上昇する。その後、熱吸収の進

行で両者の温度差が小さくなり、熱吸収速度も低下していく。なお、 $Q\text{-max}$ は、図1におけるピーク値である。

2.3 紫外線遮蔽率の測定

紫外線遮蔽率 $S(\%)$ は、波長領域280~400 nmの平均透過率 $T(\%)$ を100から引いて算出した。なお、透過率の測定は、分光光度計（(株)日立製作所製）を用いた。図2に計測結果の一例を示す。

$$S(\%) = 100 - T(\%) \quad \dots\dots\dots (3)$$

2.4 通気性の測定

通気性は、通気性試験機（KES-F8型；カトーテック(株)製）を用いて通気抵抗を測定し、通気度に変換した。

3 実験結果と考察

3.1 クロスカバーファクターとの関係

図3に40種類の綿織物のクロスカバーファクター Kc と接触冷感 $Q\text{-max}$ の関係を、図4に紫外線遮蔽率 S との関係を示す。接触冷感および紫外線遮蔽率ともクロスカバーファクターの増加により大きくなっており、緻密な織物の方が、接触冷感および紫外線遮蔽効果は向上することがわかる。しかし、図5で示されるように、クロスカバーファクターの増加は、目付 W （単位面積当たりの重量）を大きくし、通気性の低い生地となってしまう。したがって、目標とする接触冷感と紫外線遮蔽率を有し、かつ目付および通気度とのバランスの良いクロスカバーファクターは、17前後であると思われる。

3.2 織物規格と仕上加工の影響

クロスカバーファクター17前後の綿織物が、クールビズ対応生地として好ましいと述べたが、図3、4のとおり、17前後であっても接触冷感、紫外線遮蔽率に大きなばらつきがある。そこで、使用する糸の素材や仕上加工などによる影響を検討した。

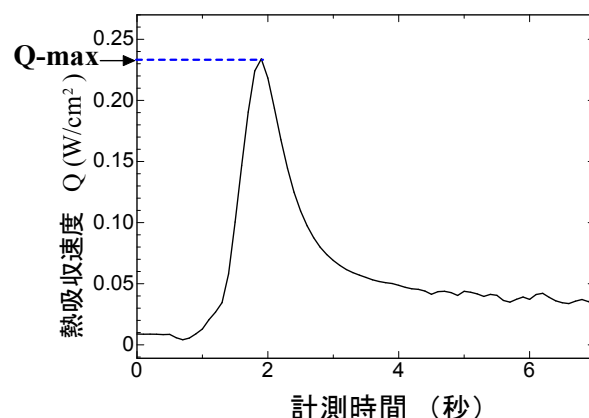


図1 熱吸収速度 Q の変化

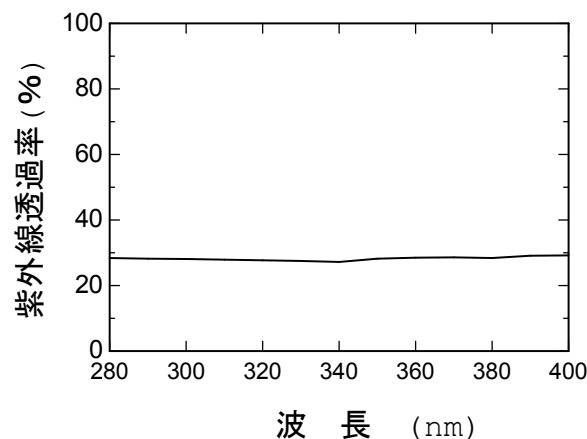


図2 波長と紫外線透過率の関係

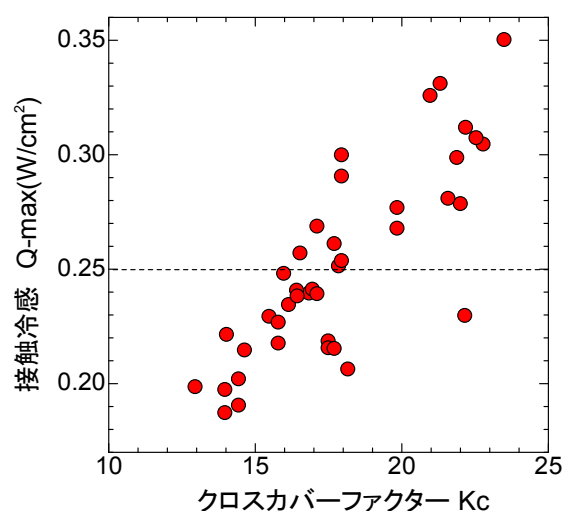


図3 クロスカバーファクターと接触冷感の関係

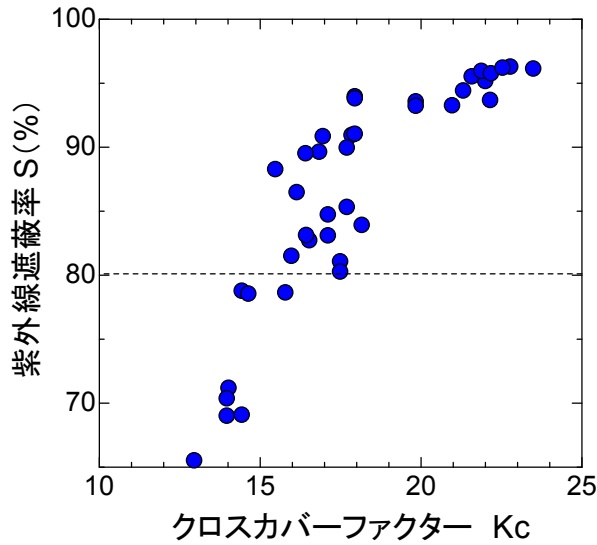


図4 クロスカバーファクターと紫外線遮蔽率の関係

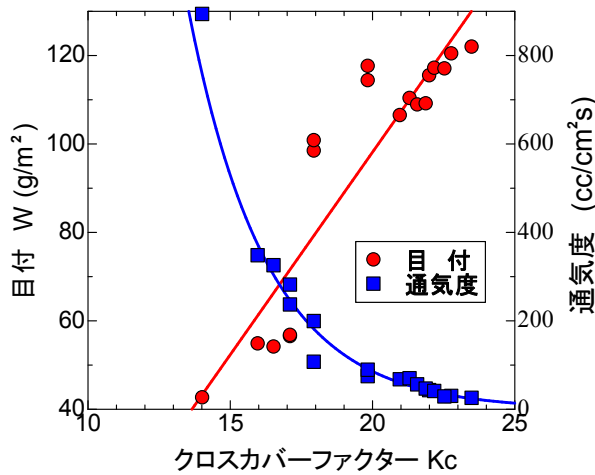


図5 クロスカバーファクターと目付および通気度の関係

たて糸は80^s綿糸で、よこ糸に60^s綿糸と麻糸を併用した織物の外観を図6に示す。よこ糸密度1インチ当たり36本の内、麻糸の本数を変化させた。なお、仕上加工は、毛焼と糊抜のみ実施した。図7によこ糸に占める麻糸の重量割合(wt%)と接触冷感の関係を示す。麻糸の増加により接触冷感が向上している。これは、麻糸の方が綿糸よりも熱伝導率が高いためである。

ほぼ同一のクロスカバーファクター2種類の綿織物を構成する綿糸について、レギュラー糸および通常より撚数の多い強撚糸を使用した織物の機能性の比較を表1に示す。なお、仕上加工は、両者とも毛焼、糊抜、シルケット、サン

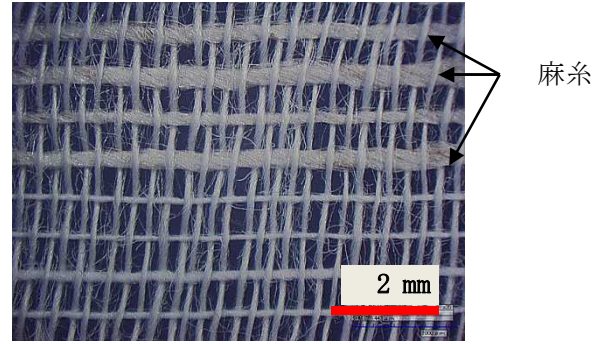


図6 麻糸を併用した綿織物

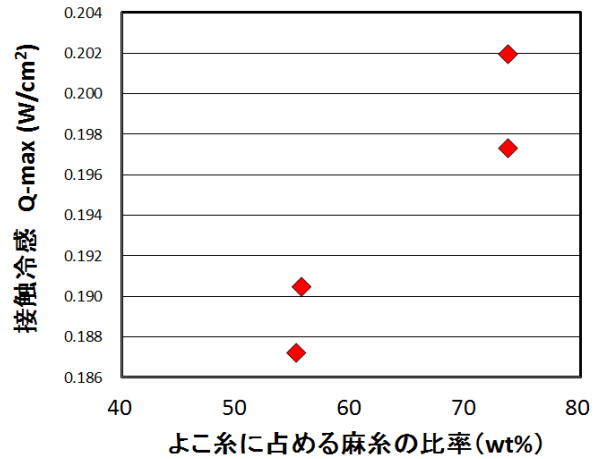


図7 麻糸の重量割合と接触冷感の関係

表1 強撚糸の使用による機能性の変化

使用綿糸	Kc	Q-max	遮蔽率	通気度
レギュラー糸	22.01	0.279	95.1	42.2
強撚糸	21.32	0.331	94.4	69.1

表2 仕上加工による機能性の変化

加工方法	Kc	Q-max	遮蔽率	通気度
糊抜→シルケット	17.95	0.300	90.0	198.4
糊抜→ワッシャー	17.95	0.254	94.0	106.4

フォライズ加工である。その結果、接触冷感に大きな差が生じた。強撚糸は、撚数の増加により糸内部の空気層が低下する。また、糸表面の毛羽も減少することで、接触冷感が大幅に向上したと考えられる。

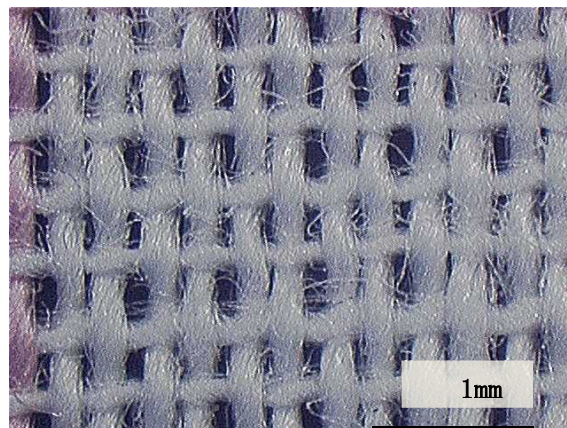
つぎに同一規格2種類の綿織物(たて・よこ糸の番手：40^s、密度：100×70本/インチ)について、

仕上加工を変化させた2種類の織物の結果を表2に示す。また、織物表面の様子を図8に示す。ワッシャー加工をすることで、加工時のモミ効果による表面の毛羽の発生や空気層が増加することで、接触冷感の低下および紫外線遮蔽率の向上になったと考えられる。

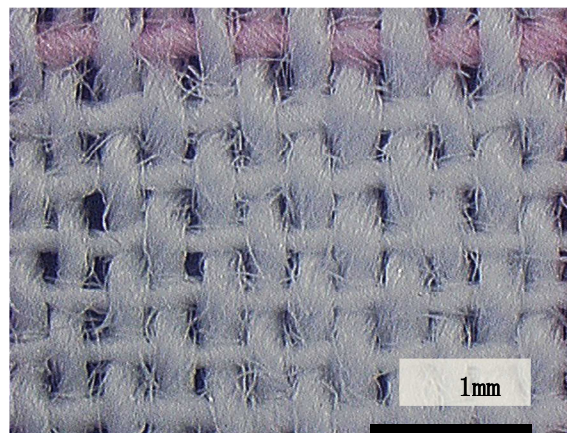
4 結 言

本研究は、使用する綿糸およびそれから試作する織物の規格を様々な変化させ、その規格情報と接触冷感および紫外線遮蔽率との関係を定量化することができた。なお、糸については、強撚糸や異番手の使用、織物規格については、織密度の変化および麻糸の交織など複数の織物を試作した。さらに、試作した織物を通常加工（糊抜、シルケット、サンフォライズ）やワッシャー加工などすることで、それらの機能性への影響についても明らかにすることができた。

その結果、糸および織物の規格から目標とする接触冷感（ $Q_{max}=0.25W/cm^2$ 以上）と紫外線遮蔽率（80%以上）を持つ綿織物の設計支援へ役立てることができた。



(a) 糊抜→シルケット加工



(b) 糊抜→ワッシャー加工

図8 仕上加工後の織物表面