

絹が持つ機能に関する調査

小松 亮 介*

絹製品を訴求する際に示すべき機能性や物性に関して項目を整理し、その特徴、優位性、評価方法について文献や論文を調査した。その結果、絹には吸放湿性や物質吸着性等の特筆すべき機能が備わっていることがわかった。

1 はじめに

和装用絹織物を主に製造する丹後織物産地でも、近年は、絹が持つ機能を活かした高付加価値製品の開発や販路開拓が進みつつある。しかし、絹製品はメリットとして、吸放湿性や保温性が優れるといったイメージと、デメリットとして擦れや寸法変化が懸念されるイメージが先行している。しかし実際に機能や優位性等に関する客観的データを示せていないことが多い。

そこで、イメージが先行していると思われる絹が持つ 10 項目のメリットとデメリットについて文献や論文を調査し、まとめた。

表 1 調査項目

	イメージ	物性
メリット	着用の際快適である	吸放湿性
	消臭、防臭効果	物質吸着性
	肌に優しい	生体親和性
	着用していて暖かい	保温性
	冷やりとした感触	接触冷感性
	紫外線カット	紫外線遮蔽性
	分解され、自然に還る	生分解性
デメリット	擦れ、毛羽立ちやすい	耐摩耗性
	洗濯等で縮みやすい	寸法安定性
	変色や劣化がおきやすい	黄変・脆化

2 調査方法

2.1 調査項目

メリットとデメリットとして先行するイメージと、それに対応する物性を表 1 にまとめた。

2.2 調査内容

表 1 の 10 項目に対して、(1)物性の説明(2)絹の優位性または特徴(3)物性の評価方法を調査した。

3 結果

3.1 吸放湿性

3.1.1 物性の説明

生地が持つ吸湿率、吸湿速度、放湿率及び放湿速度の性能¹⁾のことである。空気中の水蒸気を吸着したり、放出したりする特性を有し、吸放湿性が優れてい

る生地では、衣服内の湿度をコントロールできるため、快適に過ごすことができる。

3.1.2 絹の優位性

フィブロインを構成するアミノ酸(主にグリシン、アラニン、セリン)に親水基を多く含むため、吸湿性に優れる。乾燥状態から環境の湿度を増加させた時の繊維の水分率の変化を示した実験では、絹は羊毛、レーヨンに次いで水分率が高く、綿、ナイロン、アクリル、ポリエステル繊維と比較して吸湿性の高さを示すことが分かっている²⁾。ただ、繊維の素材自体の放湿速度については水分吸着率の値が低いほど早いことも示されている³⁾。

3.1.3 物性の評価方法

* 技術支援課 副主査

生地を経時的吸放湿性試験方法(JIS L 1954)により、時間変化による生地の吸放湿性を評価する。

3.2 物質吸着性

3.2.1 物性の説明

物質吸着性を有することで、アンモニアの吸着による消臭機能や、抗菌性を持つ金属を吸着することによる機能付加が可能となる。また有害有機化合物の吸着による環境汚染物質の除去への利用も期待できる⁴⁾。

3.2.2 絹の優位性

フィブロイン分子内の活性基や繊維の結晶領域と非結晶領域を持つ構造から物質吸着性が高いと言える。特にアンモニア、トリメチルアミン、ホルムアルデヒド等のガス吸着に優れる⁴⁾。検知管法によるアンモニア物質の残留量を測定する試験では、絹は綿やポリエステル等と比較して高いアンモニア吸着率を示す⁵⁾。

3.2.3 物性の評価方法

ガス吸着の機能の評価する際は、特定の物質と接触して発色する物質をガラス管などに充てんし、試料空気などを通気して測定する「検知管法」がある。

3.3 生体親和性

3.3.1 物性の説明

人肌を構成するアミノ酸組成に近い素材は、人体に対してアレルギー反応をおこしにくく、デリケートな肌への影響も少ないことが予測される。また生体親和性があることで、再生医療足場材(病気などによって失われた身体の組織、器官の再生や機能の回復を目的とする医療において、新たに形成される組織の形状を一時的に保つ役割をもつ材料)などにも活用できる。

3.3.2 絹の優位性

フィブロインのアミノ酸組成は、人肌に近い。医学的な知見からも、コラーゲンやポリ乳酸材料と比較して

も人体の炎症反応はフィブロインが最も低かったという報告があり、これらは医療材料として、遜色ない生体親和性をフィブロインが有していることを示唆している⁶⁾。

3.4 保温性

3.4.1 物性の説明

衣服の断熱性を高め伝熱量を小さくする性能を、保温性と呼ぶ。人体は発熱体のため、衣服に高い断熱性があれば、寒い時も過ごしやすくなる。

3.4.2 絹の優位性

布の熱伝導率は繊維体積率(布の重量、厚み及び各繊維が持つ固有の比重から求めた値)が増すと一般的に増加するが、その平均的な値を素材で比較すると、羊毛<絹<ポリエステル<綿<麻の順に大きくなることがわかった⁷⁾。したがって、絹は熱伝導率が羊毛に次いで低く、保温性がある素材といえる。

3.4.3 物性の評価方法

保温性試験(JIS L 1096 A 法(恒温法))

3.5 接触冷感性

3.5.1 物性の説明

皮膚に衣服が接触すると、双方の温度差に比例して瞬時に熱移動が生じる。それに伴って生じることが初期の温熱感覚を接触冷(温)感といい、素材の熱伝導率、表面特性、接触面積などが影響する。

3.5.2 絹の優位性

人肌が布に接触した時の冷温感を示す指標として $q_{max}(W/cm^2)$ 値があるが、値が大きいほど熱流束が大きく人は冷感を感じる。絹織物(羽二重)及びその他繊維素材織物を用いた試験では、接触圧力が0.5~5.0kPaの範囲では、絹織物は試料中で最も q_{max} 値が小さく、接触した際には温かみを感じる素材であり、逆にキュブラ、レーヨン及びナイロン織物の値は大きく接触冷感が強い素材であると報告されている⁹⁾。

3.5.3 物性の評価方法

繊維製品の接触冷感性評価方法(JIS L 1927)

3.6 紫外線遮蔽性

3.6.1 物性の説明

紫外線遮蔽率が高いことで、人体(肌)への影響(日焼けやシミ)を抑えることができる。各紫外線波長とそれらが与える影響について、表2にまとめた。

表2 紫外線波長とそれらが与える影響

UV-A (320~400 nm)	肌深部の真皮層に到達し、メラニン色素の増加による皮膚の黒化作用を伴う。
UV-B (280~320 nm)	肌の表皮層に作用し、サンバーンを起こし、色素沈着を促進させる。 作用はUV-Aの1000倍
UV-C (200~280 nm)	有害であるが大気中で吸収され、地上には到達しない。

3.6.2 絹の優位性

フィブロインフィルムの紫外線吸収スペクトルを計測すると280nm付近に吸収極大があり、また250~220nmに強い吸収がある。前者の吸収はフィブロインに含まれるチロシンなど芳香剤アミノ酸に基づき、後者の吸収はペプチド結合によるものであることがわかっている⁴⁾。

3.6.3 物性の評価方法

紫外線遮蔽試験(JIS L 1925)

UPF評価(オーストラリア/ニュージーランド規格AS/NZS 4399)

UPFとは、Ultraviolet Protection Factorの頭文字を取ったもので、素肌で紫外線の影響を受ける時間に対し、例えばUPF30の衣服を着用すると、素肌と同程度の紫外線の影響を受けるのに約30倍の時間を要する(紫外線の影響を受けにくい)ことを意味する。

3.7 生分解性

3.7.1 物性の説明

生分解性繊維とは、「微生物が分泌する酵素で分解可能な高分子系繊維」を言う。まず微生物が分泌する加水分解酵素によって高分子鎖が切断されて低分子量化合物になり微生物体内に吸収される。微生物体内ではさらに酵素作用によって二酸化炭素と水に分解され自然に戻される。

3.7.2 絹の優位性

絹は下記の評価方法によると、生分解性は低い。ただし、タンパク質であることと遺伝子組み換え技術により生分解性の設計、制御できる可能性も高い¹⁰⁾。

3.7.3 物性の評価方法

制御されたコンポスト条件下の好氣的究極生分解度の求め方(JIS K 6953)

3.8 耐摩耗性

3.8.1 物性の説明

摩擦作用を受けて生地が摩耗した(表面がすり減った)際の、破れにくさ。または毛羽立ちなどによる外観の変化のしにくさ。

3.8.2 絹の特徴

絹は一般的に耐摩耗性が他繊維と比較して劣る。特に湿潤時の摩擦に弱い。

3.8.3 物性の評価方法

摩耗強さ試験(JIS L 1096)

ユニバーサル形法、マーチンデール形法、ユニホーム形法などが規定されている。素材の用途、組成などで使い分けされる。

3.9 寸法安定性

3.9.1 物性の説明

着用や洗濯による生地寸法の変化率。変化率がプラス(+)であれば伸び、マイナス(-)であれば縮みを表す。

3.9.2 絹の特徴

絹は織物構造に加工された際に、洗濯や湿気による収縮が大きい。繊維の膨潤に基づく断面積の拡大と繊維の伸長が原因の一つとなっている。

3.9.3 物性の評価方法

寸法変化率試験 (JIS L 1096)

A法～J法があり、各洗濯、プレス条件により試験方法が異なる。

3.10 黄変・脆化

3.10.1 物性の説明

「黄変」は生地を経時的な色の変化。主に汗や脂質など着用による付着物や、生地加工時の薬品が原因のものなどがある。

「脆化」は薬品や紫外線の影響を受け、繊維(生地)の強度が低下することを言う。

3.10.2 絹の特徴

絹を構成しているフィブロイン中に含まれているアミノ酸が、空気中の酸素や紫外線によって酸化・分解を受けて変色する。同時に脆化も進行する。

3.10.3 物性の評価方法

耐光堅ろう度試験 (JIS L 0842、JIS L 0843)

紫外線による黄変(外観観察)と脆化(強伸度試験)の進行を評価できる。主に紫外線を照射する紫外線カーボンアーク灯光 (JIS L 0842)と、太陽光に近い光を照射するキセノンアーク灯光 (JIS L 0843)の2種類がある。

4 まとめ

吸放湿性については、絹の繊維自体がもつ機能として吸湿率が高いことがわかった。しかし吸放湿性における優位性を確認するためには、糸又は織物の構造にも依存する部分が多いので、それらを考慮して総合的に判断する必要がある。

物質吸着については、アンモニア等のガス吸着に優れることに加えて、特定の金属吸着する機能を有することから、抗菌性金属の吸着や希少金属の収集

素材等の機能付加の可能性が示唆されている。

耐摩耗性、寸法安定性、黄変・脆化の物性については、製品によっては負の要素となり兼ねないが、近年では産地組合や染色加工事業者によって、絹本来の機能や風合いを残しながら機能性を高める加工が開発されており、付加価値を高める要素となっている。

調査結果から、絹の各機能について様々な視点から学術的な研究が行われているが、それらを体系的にまとめた資料が無いことが課題である。産地事業者が自社での商品開発や機能性を謳った販促活動をする際のツール(データ集等)となるものが今後、必要であると考えられる。

参考文献

- 1) JIS L 1954 (2022), 日本規格協会, pp.1
- 2) 繊維の基礎講座, 一般社団法人繊維学会, 第2刷, (2022), pp.260
- 3) 山田晶子, 松川哲也; 様々な布素材の減率乾燥期の特徴について, 繊維学会誌, Vol.46.No.3 (1990), pp.93-97
- 4) 山崎正芳; シルクおよび繭層抽出物の機能の特性とその活用, 第56回製糸夏期大学教材, (2003), pp.43-50
- 5) 杉浦愛子, 高柳紅美, 浅海真弓, 森俊夫, 日下部信幸; 天然素材のアンモニア消臭性と利用方法—布のアンモニア消臭性と綿布の消臭性向上の試み—, 繊維製品消費科学, Vol.49No.5 (2008) pp.355-360
- 6) 玉田靖; フィブロインの利用, 蚕糸・昆虫バイオテクノロジー 76(1), (2008), pp.3-8
- 7) 山田晶子; 絹及び他の繊維素材布の熱伝導性, 日本蚕糸学会誌, Vol.66No.4 (1997) pp.266-271
- 8) 平出真一郎, 高木秀昭; フィブロイン処理布の紫外線吸収特性, 絹糸研誌 2, (1993), pp.54-59
- 9) 松平光男; 絹織物の伝熱特性と保温性, 日本家政学会誌, Vol.39No.9 (1988), pp.987-994
- 10) 玉田靖; 環境とシルク, 繊維学会誌, Vol.65No.1, (1988), pp.14-15