「繊維と繊維学会の将来」特集

繊維の潮流 “健康繊維”

鈴木 東 義

1. はじめに

機能性繊維の開発は「健康」がキーワードになってきている。機能性繊維の開発は、合成繊維に吸水・吸湿性を付与するといった天然繊維にいかにつづけるかということが、かつてはテーマであった。しかし、現在では天然繊維以上の吸水・吸湿性能を持つ合成繊維も登場しており、逆に合成繊維でなければならない機能を追求することが中心になってきている。

2. 機能性繊維の開発動向

図1は、機能性繊維の開発動向を業界新聞を参考にし、機能別の発表件数としてまとめたものである。機能性繊維の開発件数は1993年より急増しており、なかでも「軽量・保温」「消臭・抗菌・抗MRSA」「吸湿・吸汗・清涼」「アトピー対応・スキンケア」「健康・衛生・医療」などの健康・快適にかかわる機能性繊維は、健康・清潔に対する意識の強まりからニーズが高まっている。

図1 機能性繊維の開発動向(発表件数)

The Tidal Current of Fibers. Healthcare Fibers.

著者紹介 TOGI SUZUKI

Basic Application Research Lab., Fiber & Textile Research Laboratories, Teijin Limited

帝人(株) 繊維研究所 加工基礎研究室 室長

著者は、スポーツ、山歩き、読書を趣味とされ、応用化学、ポリマー合成、繊維加工が専門とのこと。平成2年度には、繊維学会技術賞を受賞しておられる。本稿では、近年の機能性繊維の開発動向と開発事例について、「健康に」をキーワードとして総括的に判り易く解説していただいた。

3. 健康繊維の原理と開発事例

開発が進んでいる健康・快適繊維の原理と開発事例について機能別に述べる。

(1) 吸水・吸湿

吸水が液相の水の吸収であるのに対し、吸湿は蒸気系の水の吸収を意味する。いずれも人間がかく汗を素早く外部へトランスポートして肌に汗を残さず、ムレのない状態を保つのに必要な機能であり、健康快適機能として基本的に重要なものである。吸水付与の原理は毛細管現象の利用であり、①毛細管構造の導入と、②水との接触角 θ の低下により、吸水速度を向上させている。前者としては、繊維の断面を中空化や異形化した各社各様の吸水性繊維が上市されており(図2)、後者としては、疎水性繊維表面への親水性被膜形成などが行われている。このうち“ウエルキィ”(図3)は、繊維表面から中空部まで貫通した連通微細孔を多数有するポリエステル中空断面繊維で、製造工程で特殊な微細孔形成剤のブレンドと溶出を行って製造される。一方、吸湿性付与については、親水性成分の共重合やブレンド、アクリル酸のグラフト重合、親水性ポリマーの複合繊維、天然物加工などが行われているが、吸湿性と物性・堅牢度との両立が隘路となっている。上記した“ウエルキィ”にシルクプロテイン“セリシン”加工した“ウエルキィMA”(帝人)、吸放湿性に優れた快適ドレスシャツ“モイスティ”(東レ)が開発

図3 多孔吸水性ポリエステル繊維“ウエルキィ”(帝人)

上市されている。また、綿の3.5倍の吸湿性とウールの2倍の吸湿発熱性を有するという、ポリアクリレート繊維“エクス”(東洋紡)の出現が注目される。

(2) 軽量・保温

繊維の10倍も熱を伝えにくい空気を繊維内に保持させた中空繊維によって、軽量・保温の機能が実現されている。“キラット”(鐘紡)、“エアロカプセル”(帝人)、“ファリーロ”(東レ)、“エアック”(旭化成)、“エアフロ”(ユニチカ)、“ガーランド”(クラレ)などが上市されている。この中で図4の“エアロカプセル”は最も高いレベルの中空率35~40%を有しており、ポリエステルが水に浮く中空率(27.5%)やポリプロピレン(比重0.91)と同等の軽さの中空率(34.1%)を越える軽量を目指して設計されたものである。

図2 各社の吸水性ポリエステル繊維

図4 エアロカプセル(帝人)

(3) 抗菌・消臭

(イ) 抗菌防臭・MRSA対応抗菌加工

汗をかいたときなどに出る嫌な臭いは、私たちの着ている衣服や皮膚に棲息している細菌が増殖することが原因である。肌着や靴下を着用すると繊維に汗や汚れが付着し、細菌はこれらの汗や汚れを栄養源にして増殖し、そのとき分解したものが嫌な臭いの主な原因である。したがって、その細菌の増殖を抑制すれば臭いの発生を防ぐことができるわけで、繊維製品に抗菌剤を付与した「抗菌防臭加工」が開発されるに至った。加工法には、繊維に直接抗菌剤を練り込む方法や、糸、生地または製品の段階で抗菌剤を繊維に付着させる方法などがある。表1に一般的な抗菌剤の作用機構を示した。これらの抗菌剤の中から、①抗菌剤自体が臭わない、②洗濯に耐えられる、③色がつかないといった要求特性を満たすものとして、第4級アンモニウム塩類、ビッグアニイド類および銀が繊維用抗菌剤として現在多く使用されている。表2にMRSA(メチシリン耐性黄色ブドウ球菌)対策用抗菌加工繊維製品を示す。第4級アンモニウム系、銀系が加工薬剤として主流となっている中で天然機能剤を利用した東邦レーヨンの“ひのきち”と富士紡の“キトポリイ”が目される。“ひのきち”は青森ヒバ油を特殊マイクロカプセル化して繊維に加工したものであり、“キトポリイ”はカニやエビの甲殻からとれるキトサンをレーヨンに練り込んだものであり、肌に直接触れる衣類への採用が進んでいる。天然機能剤の利用については帝人も早くから着目しており、“テトロンGS”を上市している。これは、鞘がポリエステル、芯が木曽ヒノキ精油を含んだ複合繊維であり、樹木が森林中で放散しているテルペン(フィト

ンチッド)による森林浴の心地よさを狙って開発されたものであったが、その後、優れた防ダニ効果があることが見出され、寝装品やインテリア用品として急速に展開量を増やしている。

(ロ) 消臭

私たちの身の回りにはいろいろな嫌な臭いが存在する。環境庁が行った、住環境における臭いに対する意識調査によれば、トイレ、生ゴミ、調理臭、排水口、カビ、下駄箱、壁材臭、タバコなどが悪臭源として意識されており、快適志向の高まりから、これら悪臭の軽減が望まれている。消臭加工とは、悪臭物質を繊維へ積極的に取り込んで周囲の悪臭を軽減する加工である。4大悪臭である硫化水素(腐った卵の臭い)、メチルメルカプタン(腐った玉葱の臭い)、アンモニア(尿の臭い)、トリメチルアミン(腐った魚の臭い)のほか、汗の臭い、タバコ臭などを対象に研究開発が行われてきている。最近の開発事例としては、消臭機能裏地素材“ジャスロン”(東レ)、高耐久消臭ポリエステル短繊維“フレッシュコールII”(帝人)がある。いずれもアンモニア臭と硫化水素臭を対象にしたもので、無機系微粒子状の消臭剤が使用されている。

(ハ) タバコ消臭

旭化成がタバコ消臭繊維“スモークリン”を開発上市したのが引き金となって以来、各社のタバコ消臭素材の開発が加熱している(表3)。カーペット、カーテン、クッションなどのインテリア用途を中心に展開されている。最近の開発事例として、クラレの光触媒型消臭繊維“シャインアップ”、ユニチカのタバコ消臭加工素材“タバカットII”がある。“シャインアップ”は武田薬品と共同開発した金属含有セラミックス系消臭剤を含むナイロンを

表1 一般的な抗菌剤の作用機構

抗 菌 剤	作 用 機 構
アルコール類	タンパク質の変性、溶菌、代謝機能の阻害
フェノール類	細胞膜の破壊、タンパク質と反応し、変性
ハロゲン類	酵素タンパク、核タンパクのSH基の酸化、破壊
ホルムアルデヒド	酵素タンパクその他のものの活性基を還元的に反応し、凝固変性作用
グルタルアルデヒド	細胞壁の活性SH基、NH ₂ 基と反応、核酸合成阻害、タンパク質合成阻害、細胞膜損傷
エポキシイド類	核酸成分と反応
β-プロピオラクトン	細胞膜の損傷、酵素タンパクの変性
第4級アンモニウム塩類	細胞膜、細胞壁の損傷、酵素タンパクの変性
ビッグアニイド類	酵素阻害、細胞膜の損傷、酵素タンパクと核酸の変性
銀	電子伝達系阻害、細胞膜損傷、DNAとの反応
ビスフェノール	細胞膜の損傷
両性界面活性剤類	細胞膜、細胞壁の損傷、酵素タンパクの変性

(芝崎：1983、井上：1986)

表2 加工別に見たMRSA対策用抗菌加工繊維製品

加工方法	会社名	商標名	加工薬剤	製品の素材
1. 後処理加工	シキボウ 東洋紡 東レ ユニチカ ダイワボウ クラボウ	ノモス(NOMOS) エピコモド セベリス-M ユニクリン デオメタフィ 克蘭シル-M	脂肪族イミド系 第四級アンモニウム系 第四級アンモニウム系 第四級アンモニウム系 金属フタロシアニン系 有機シリコン第四級 アンモニウム系	C, E/C, E, N E/C, E, An, N E, E/C C, E/C, E E, C, R C, E/C
	東邦レーヨン	ひのきち	ヒノキチオール	R
2. 原糸改良加工 (練り込み法)	クラレ 帝人 東レ ダイワボウ ダイワボウレーヨン 富士紡 鐘紡	マーサククリーン ケミタックα デリカーナ ノンフェクト アケシオス キトポリイ サバインC	銀ゼオライト系 銀系 銀ゼオライト系 銀ゼオライト系 第四級アンモニウム系 キトサン 銀ゼオライト系	E, E/C, E/V E/C, E N E, C, R R Po, 難燃An E/C, E
3. 併用(後処理加工 と原糸改良加工)	日清紡	ピーチラボ	第四級アンモニウム系 銀系	E/C, C

E: ポリエステル繊維 An: アクリル繊維 N: ナイロン繊維 V: ビニロン繊維 C: 綿繊維 R: レーヨン繊維 Po: ポリノジック繊維

表3 メーカー各社のタバコ消臭素材

メーカー	商品ブランド	適用素材	加工方法
旭化成	スモークリン	A, A混	ポリマー改質
大阪染工	デセンシアーナ	C, E/C	コーティング法 ディッピング法
鐘淵化学工業	スメルガード	モダクリル	後加工
鐘紡	スモーキル	C, R, 合繊	プリント, 染色の後加工
クラレ	シャインアップ	E/N複合体	練込み
小松精練	遊煙地 クリーンガード	E, N, C W, R	後加工
ダイワボウ	クリアスモークI クリアスモークII	C, R, E	後加工
帝人	メリカNS	E	後加工
東レ	シガノン	E	後加工
三菱	たばこクリーン	A, A混織物	原反後加工
		A原綿	原綿処理
	AT 1000 AT 2000	繊維全般	原反後加工

(注) A: アクリル, C: 綿, E: ポリエステル, N: ナイロン,
R: レーヨン, W: ウール(出所)日本繊維新聞 95-12-26

鞣成分とし、ポリエステルを芯成分とする複合繊維であり、「光触媒反応」+「中和反応」によって、蛍光灯程度の光でアンモニア、酢酸、ピリジンなどのタバコ臭成分を光分解できるとしている。「タバコカットII」はタバコ消臭加工素材として、衣料用途ではこれが初めての展開であり、注目される。これは後加工法によりタバコ煙の主成分に対して化学分解性(還元)の高い有機化合物を繊維上でポリマー化し、固定化するとともに、さらに効果を高めるために含金属無機物を複合しており、綿100%ワイシャツなどとして市販されている。

(4)制導電

(イ)帯電防止

静電気によって生じる障害として力学障害、放電障害、電気的障害があるが、静電気イオンの生体への悪影響として血圧上昇、頭痛、不快感、生理不順、疲労、カルシウムの減少がいわれている。衣服の脱着時にパチパチと放電して不快感を与えたり、スカートが足にまつわりついて歩きにくいなどの問題もある。帯電防止方法としては、①帯電防止剤(界面活性剤、親水性重合体)を繊維に練り込んだり、繊維の表面に後加工して空気中の水分を吸湿して静電気を逃す方法と、②電気比抵抗が $10^7 \Omega \cdot \text{cm}$ 程度以下の導電性繊維を織編物に混織、混紡、交編織などの方法で少量(例えば0.1~5%程度)混用して放電効果(コロナ放電)により帯電防止する方法がある。導電

性のカーボンブラックを含有させた導電性繊維が主流を占めているが、黒色または灰色に着色しているため、白衣などの白さが要求される淡色系製品に使用されると審美性を損ない、ファッション性を欠くという問題があり、近年、ポリエステル、ナイロンの白色導電性繊維が開発されている。最近の開発事例として、三菱レの白色系導電性繊維“スーパーエレキル”があり、アクリル繊維として世界で初めての白色系の導電性繊維として注目されている。これは数%以下の混紡で25%RHという低湿度下でも良好な帯電防止効果を有し、洗濯100回後も性能が失われない、セーター用途などで展開されている。

(ロ)電磁波シールド

パソコンの画面や携帯電話などの電子機器から出る微弱な電磁波が人体に悪影響を及ぼすのではないかと健康不安が広がる中で、帝人は電磁波シールド素材“ヘルツII”を衣料用として他社に先駆けて開発上市した。この分野に帝人はいち早く先鞭をつけ、すでにニッケル無電解メッキ法による“ヘルツ”を開発し展開しているが、風合が粗硬で、黒褐色で染色ができず、電磁波シールド性が洗濯で容易に失われるため、エプロンや資材用途にしか使用できなかった。“ヘルツII”は、これらの問題点を克服して衣料用途での使用を可能にした画期的な素材であり、25dB(100MHz~1GHz)以上の優れた電磁波シールド性、ソフトな風合と着后感、L75~L100でも機能面の劣化のない優れた耐洗濯性、あらゆる色に染色可能という特性を始めて実現している(表4)。

(5)防汚

清潔に対する意識の強まりから、きれい好き志向が高まるなかで、防汚に対する一般動向に変化が現れている。すなわち、従来、ユニフォーム用途やインテリア用途が中心であった防汚のニーズが、メンズスーツ、婦人ボトム、浴衣などの一般アウター素材へ拡大を見せはじめている。技術的には、これまでは汚れが洗濯で落ちやすいSR(Soil Release)加工と、フッ素樹脂加工により汚れを撥いで汚れにくくするSG(Soil Guard)加工とは別々のもので

あったが、最近ではSG/SR加工が出現している。この加工は、汚れが付着し難い「撥水・撥油機能」と、汚れが落ちやすい「防汚機能」とを併せ持つ加工であり、親水基と撥水基を分子中に有する加工剤の使用により初めてこのような二律背反的な機能の両立を可能にしたものである。すなわち、着用時(空气中)には、加工剤の親水基が内側に引っ込んで、外側には撥水基が出るため、水も油も撥き、洗濯時(水中)には、逆に撥水基が引っ込んで外側には親水基が出るため汚れが落ちやすいというフリップ・フロップ作用によるものと考えられる。このような機構になるSG/SR加工素材の具体例としては、“ロービックSR”(小松精練)(図5)、“タッグガード”(東レ)、“ダストアップII”(帝人)などをあげることができる。

図5 SG/SR加工のメカニズム(小松精練)

(6)肌にやさしい繊維

(イ)天然物機能剤

近年、エコロジー風潮の高まりから「自然にやさしい」「人にやさしい」がキーワードになり、天然物機能剤などを使用して、快適健康機能を付与した繊維や繊維製品が相次いで発表されている。セーレンの“フレッシュ加工”は、セリシンパウダーによる加工であり、当初、保湿・吸湿・吸水・速乾・制電・清涼の効果が謳われてい

表4 電磁波シールド素材とその特性(100MHz~1GHz)

商品タイプ	ニッケル無電解メッキ	金属繊維布	ヘルツ®II
シールド方式	通常基布にメッキ後加工	細い銅線交織	メタリックヤングリッド交織
風合	粗硬	金属的	通常衣料素材
外観・染色性	黒褐色・染色不可	交織で染色可ただし表現限定	通常テロン®と同様
電磁波シールド性	30~60dB 99.9%カット	30dB 約97%カット	25~35dB 94.6~97.7%カット
耐洗濯性	×	良	良 100回以上
用途	エプロン、資材	資材他	アウター、エプロン等様々な用途で展開可

たが、最近になってアトピー性皮膚炎に対して治療効果を有することが新たに見出され、注目を集めている。日経新聞(1997.3.29付)によると、広島大学生物生産学部の研究グループが、繭から絹糸を作る際に副産物として出てくるセリシンがアトピー性皮膚炎の原因となる活性化酸素を抑えることを突き止めたと報じられており、作用機序も解明されつつある。天然物にはこのように酸化、紫外線、乾燥といった厳しい環境に打ち勝って種を保存してきた間に習得した、優れた自己防御能力が備わっていると考えられ、未知の機能が潜在している可能性が大きい。天然機能剤の研究は、今後ますます発展してゆくものと思われる。

(ロ)ノンアレルギー

東レとワコールは共同で合繊では初めて、衣料アレルギーなどの肌の過敏な人に対して、アレルギーを引き起こす抗原物質「アレルギー」をできる限り取り除いた、肌にやさしいテキスタイル「エコフィール」を開発した。

アレルギーをできる限り取り除いた繊維加工剤を選定したほか、縫い目の凸部が直接肌に当たらないようなフラット縫製仕様技術も盛り込んでいる。

4. おわりに

開発が進んでいる健康快適繊維について、吸水・吸湿、保温、抗菌・消臭、制導電、防汚、肌にやさしい繊維などの機能面を切り口にして、その理論、形状(外観)、設計思想などを各社の具体的な開発事例を引いて説明した。合成繊維は今まで、感性や機能面の改良を主眼に置いてきたが、健康に関するニーズがここへきて急速に高まりつつある。衣料は人体の約70%に接触しているわけであり、繊維を工夫することで健康を促進する可能性が生まれてくる。このような観点から、健康に役立つ衣料の研究開発は、今後、さらに幅広く推進されてゆくものと期待される。

第56回ゴム技術シンポジウム

エラストマー製品の寿命と信頼性(基礎と応用)Ⅴ

主 催：日本ゴム協会研究部会・環境劣化研究分科会
協 賛：繊維学会ほか

開催時期：平成10年1月30日(金) 9:30~17:40

開催場所：化学会館7Fホール(東京都千代田区神田駿河台1-5 電話：03-3292-0120)

参 加 費：会員(含協賛学会会員)25,200円、会員外35,700円(賛助会員は2名まで会員扱い)

募集人員：100名(定員になり次第締め切ります)

問合せ先：〒107 東京都港区元赤坂1-5-26 東部ビル

(株)日本ゴム協会 研究部会

第56回ゴム技術シンポジウム係

電話：03-3401-2957, FAX：03-3401-4143

第7回インテリジェント材料シンポジウム

主 催：未踏科学技術協会、インテリジェント材料フォーラム

協 賛：繊維学会ほか

開催時期：平成10年3月19日(木)

開催場所：青山学院大学 渋谷キャンパス

講演申込締切：平成9年12月10日(水)

講演要旨原稿締切：平成10年2月13日(金)

参 加 費：会員5,000円、協賛団体会員8,000円、非会員10,000円、学生2,000円、懇親会費6,000円

問合せ先：〒105 東京都港区虎ノ門1-2-8

虎ノ門琴平会館ビル

(株)未踏科学技術協会

インテリジェント材料フォーラム

電話：03-3503-4681, FAX：03-3597-0535,

E-mail：mitoh@snet.sntt.or.jp

第91回冊子体ケミカルアブストラクツ利用法講習会

主 催：化学情報協会

協 賛：繊維学会ほか

開催時期：平成10年1月27日(火) 10:00~16:00

開催場所：中居ビル5F(東京都文京区本駒込6-25-4)

参 加 費：一般 16,000円、大学職員・学生 8,000円、大学教官 無料、

化学情報協会維持・賛助会員 12,000円

定 員：14名

問合せ先：〒113 東京都文京区本駒込6-25-4 中居ビル

(株)化学情報協会講習会係

電話：03-5978-3621, FAX：03-5978-3600