吸放湿発熱ウェア「ブレスサーモ」の開発

Moisture Absorbent/Heat Generating Material "Breath Thermo"

荻 野 毅・住 谷 龍 明・阪 本 隆 正

1. 概 要

人体から発生する水分を吸着熱に換えることで、より保温効果をもつウェアの開発について述べる。

2. 技術的内容とその背景

① 従来の防寒ウェアについて

従来の防寒ウェアは、人体からの放熱を抑えることに主眼が置かれてきた。

たとえば、図1に示すように、中綿の不動空気層(デッ

図1 保温機構：対流の抑制

TAKESHI OGINO
ミズノ株式会社 商品開発部 技師
〒559-8510 大阪市住之江区南港北
1-12-35
Tel: 06-6614-8276 Fax: 06-6614-8481
e-mail: togino@mizuno.co.jp
〈専門〉高分子化学, 衣服設計
〈趣味〉スキー

ドエア)を利用し、人体から発生する熱を取込み、対流を抑え放熱を食い止める方法である。

また、図2に示すように、人体からの熱を金属膜等の素材で反射させ保温性を高める方法もある。

さらに、図3に示すように、太陽光の光を効率的に吸収し保温効果を高める方法も考えられる。しかし、天候の悪い時、夜等は効果が出ない問題もあった。

これらの保温の概念は、人体からの熱の移動にのみ重点がおかれており、もう一方の人体から常に発生している水分(不感蒸泄)に対する配慮がほとんどなされていない。また、評価法においても単なる熱の移動(ドライヒートロス)のみを測定し、水分の移動を伴う熱移動(ウェットヒートロス)の測定がなされておらず、断熱性の高い素材が、すなわち保温性に優れた素材であると認識されてきた。

その結果、極細糸使いのポリエステル中綿は、羽毛に近い保温力を持つとされてきたが、実着用においては、吸湿

図2 保温機構：輻射熱の利用

TATSUAKI SUMITANI
東洋紡績株式会社 AP 事業部
〒530-8230 大阪市北区堂島浜 2-2-8
Tel: 06-6348-4198 Fax: 06-6348-3752
e-mail: tatsuaki-sumitani@kime.toyobo.co.jp
〈専門〉繊維化学
〈趣味〉水泳, ゴルフ

TAKAMASA SAKAMOTO
サカレン株式会社 代表取締役
〒600-8885 京都市下京区西七条南月読
町 31
Tel: 075-316-0604 Fax: 075-323-1697
e-mail: sdtaka@oak.ocn.ne.jp
〈専門〉染色化学
〈趣味〉テニス, ゴルフ

図3 保温機構：太陽光の利用

性がないため、ムレ感が残り、結露しやすい欠点を有していた。また、スキー、山用アンダーは、速乾性の観点からポリエステル100%の商品が多いが、吸湿性欠如によるベタツキと速乾性による気化熱の放散のため、温かくなかった。

② 羽毛、羊毛の吸着熱に関する考察

羽毛や羊毛には、熱と水分の両方に対応できる機能が備わっている。この機能は、水分の吸着熱によるものである。具体的には、羽毛布団や羽毛混入ウェア(ダウンジャケット)を着用した時、その瞬間からほんのりとした温かさを感じず、この熱が水分を吸着した時に発生する、吸着熱の効果と考える。

この吸着熱の要因は、一つは官能基(-OH、-COOH、-NH₂)の水素結合による反応熱である。二つ目は、繊維の膨潤度による影響と考えられ、たとえばセルロース系繊維は、吸湿性はあるが膨潤するため、エネルギーロスが生じ発熱効果が低い。

結論づけることは決してできないが、発熱現象には、水素結合と膨潤抑制力のトータルのエネルギーが、大きく寄与していると考えている。

③ 高い吸湿能力を有する素材との出会い

1990年代に入り、新しいコンセプトのスキーウェアの開発を急ぎ立てられていた。当時、天然繊維の持つ吸着熱が、大きな熱エネルギーを有する事に着目し、商品開発に応用できないか検討していた。そのような状況の中、1992年の夏、高架橋アクリレート系繊維(N-38、東洋紡製)のサンプルを入手した(図4)。乾燥剤とは異なり、優れた吸放湿性を有しており、公定水分率40%、飽和水分率65%と高く、優れた吸着熱の発生を期待した。試料に水を含ませると「あつい」と実感した。そこで、この素材を利用した商品の開発に夢を膨らませた。

図4 プレスサーモ原綿の電顕写真

3. 技術的問題点

高架橋アクリレート系繊維は、原綿段階で次のような問題点がある。

- ① 染まらない
- ② 原綿がピンク色(ヒドラジン架橋部の-N=N-の色と推定)を呈しており、脱色困難なため、白度がでない
- ③ 高分子鎖中に、高架橋部と非架橋部を有しており、引張り強度(0.8cN/dtex)が低い

以上のような欠点を有することから、当初テキスタイル化は、断念をせざるを得ない状況であった

また、実際、この繊維は、寒冷地において、「吸湿発熱の効果を発揮するのか?」「体感できるレベルにあるのか?」「快適と感じられるのか?」等の疑問もあった。

- ④ 一方、従来の保温テストは、クロー値、接触温冷感等の定常化で評価しており、水分の移動を伴う保温性を考慮していない。また、製品の評価は、標準化されていなかった

- ⑤ 高架橋アクリレート系繊維は、飽和状態で65%もの水分を保持するため、嵩高性の低下や湿潤冷感も問題であった(図5)

風合い面、物性面、吸湿発熱性、速乾性の面から、高架橋アクリレート系繊維単独での素材の開発は不可と判断して、高架橋アクリレート系繊維と他繊維をバランスよく組み合わせることにした。

図5 各繊維の吸湿率(相対湿度95%時)

高架橋アクリレート系繊維との混紡糸は、染液の pH を中性へ戻す作用があり(図 6)、再現性不良と色ムラの発生を引き起こした。

図 6 pH 緩衝力

⑥ 他社に模倣されにくい我社独自の生産ラインを作り上げ、基幹素材に育て上げていくことも課題であった。

スキーや山用ニットアンダーの市場は、海外メーカーや輸入ブランド品のシェアが大きく、打ち勝つために理論武装の構築と消費者に分かり易い技術的裏付けも重要と考えた。

4. 解決するためにとった手段

高架橋アクリレート系繊維の糸、編地を開発していくには、かなりの時間を要すると判断した。よって、開発の狙いを、短、中、長期に分けた。長期開発となる、元色、染色、糸強度の問題点は、現在も開発途上にあり、他繊維との組合せで対応した。

① 短期開発素材と展開商品('92~'94 年)

羽毛や羊毛の吸着熱の 300~400J/g を対照として、「これより高い発熱量を得ること」「吸湿時の嵩の減少や湿潤冷感を抑えこと」から高架橋アクリレート系繊維とポリエステルを適量な比率で混ぜ、形態安定性に優れた混合綿の開発に取り組んだ。

その結果、clo 値 2.2、発熱量 600J/g、吸湿時の厚み変化 15% 内の中綿を作製し、スキーウェアに採用した。(図 7)

図 7 発熱量比較

一方、温湿度の制御可能な衣服内シミュレーターを作製し、素材の吸放湿発熱性を測定した。

製品テストは、図 8 に示すように、高架橋アクリレート系素材とポリエステル素材を各々左右の身頃に分けたウェアを作り、温湿度センサーを用いフィールドテストを繰り返した。高架橋アクリレート系素材は、衣服内湿度変化が少なく(図 9)、衣服内温度も平均 1~2℃ 高くなった(図 10)。

図 8 着用テスト用ウェアの概略

図 9 衣服内湿度変化

図 10 衣服内温度変化

② 中期開発素材と展開商品('94~'96年)

高架橋アクリレート系繊維の混紡相手は、速乾性、風合い、物性面から抗ピルポリエステルを採用した。吸湿発熱効果とコスト面から配合率を決め、発熱量 500J/g の混紡糸を'96 年から量産化した。染色工場の協力を仰いで、染浴の最終 pH を安定するように被染物を加圧高温処理した。白物は、W フェースで対応し、シングル編は、杓糸との組合せで色調を合わせた。商品名を「プレスサーモ」、キャッチコピーを「発熱するから温かい」とうたい、種目を越えて、全社で水平展開を実施し、吸湿発熱性を訴求していった(図 11、図 12)。

図 11 キャッチコピー

図 12 吸湿発熱の機構

図 13 全日本ナショナルチームに採用されたウェア

5. 成 果

① 短期開発品の中綿は、'94 年のリレハンメルオリンピックの全日本代表チームのユニフォームに採用された(図 12)。-30℃の極寒地で「温かいウェア」と評判になった。現地で我々も、その温かさを実感した。'94 年以降、スキー、トレーニング用アンダーに採用され現在に至っている

② 中期開発品のニットアンダーは、'97 年に 1.2 万枚からスタートした。翌年 15 万枚、1999 年度 50 万枚を完売、2000 年度 80 万枚、2001 年度 100 万枚を計画し、全商品で 100 億円の売上げを見込めるようになった。

我々が、商品として提案した新しい保温の概念が、消費者の間に評価され認知し始めている。お客様からも「こんな商品を待っていた」「どこに売っているのか？」等の問いかけも多い。また、女性の服装の薄着化や省エネ衣服等の社会面からの要求も相まって、新しいマーケットが拡大されつつある

③ 吸湿発熱の概念特許を 1996 年に取得した

④ 我社(ミズノ)が、指令塔の役割を演じ、糸、編み、染色の要となる技術を把握し、物作りのための製造ラインを確立した。今後のサプライチェーンマネジメント(SCM)の基盤ができた

⑤ 今後の課題は、ポリマー構造を最終の染色段階で決定し、工程通過性や、取扱い性の向上を図っていく事も重要であると考えている

アパレルが指令塔の役割を演じ、紡績、編み、染色、縫製の役割を十分理解したうえで、それらをより有機的に連動させ、一気通貫のサプライチェーンマネジメントを運営していくことが、プロダクトアウトからマーケットイン型の生産体制の構築につながると感じている。

新しいアイデアと日本繊維産業の持つ固有の要素技術を連動させ、技術の高度化を図ることと、消費者により満足していただける物作りに徹していくことが、我社(ミズノ)にとっても益々重要なことになると受け止めている。