

織物の表面摩擦によるミクロ的考察

池 永 彰 作* 堀 田 延 子**
林 智 子*** 広 瀬 明 美****

I 緒言

新合織という素材が耳新しく登場して、豊かな発想とファッションが従来からの自然派志向にプラスされた。私達はいろいろな楽しみ方で豊富な材料を上手に使っている。

例えば、次のようなものがある。

天然皮革と見まごうばかりの合成皮革。表面がなめらかなピーチフェイスのポリエステルブラウス、伸縮性の良いサポートタイプのストッキング、光や温度により色彩が変化するナイロンの水着、匂いのでる繊維、汗は水蒸気となって放出するが雨滴は通さないという透湿性防水布など多種多様である。主としてポリエステル、ナイロン、ポリウレタンを素材として、こ

のような付加価値を高め、身体により一層の快適さをもたらす材料が次々出現するのは楽しいことである。

このように種々工夫された素材のうち、本研究では透湿性防水布の耐摩擦性を取り上げた。

透湿性防水布¹⁾は1973年アメリカのW. Lゴア社より「ゴアテックス」の名で、登山用外衣やテントとして製作されたのが最初である。1977年には日本、アメリカ、ドイツでも生産されるようになった。いずれも同様の用途である。最近では、アウトドアスポーツが盛んになって登山のみでなくスキー、スケート、フィッシングやマリンスポーツなどの外衣、テニスのウインドブレーカーにも広く使用されている。そして透湿性防水布の性能を十分に利用したおむつカバーは、意識の高い母親により使用されている。運動の伴う場合に着用する布は、くり返しによる変形や摩擦に

表1. 試料原布の諸元

	①ゴアテックス	②ウール	③コットン	④ポリエステル	⑤サンド・ペーパー
組 織	表・平織(ナイロン) 裏・ゴアテックスフィルム	綾 織	よこメリヤス平編	平 織	CC1200
糸の太さ	表・経 70D 緯 70D	経 22S 緯 14S	—	経 50D 緯 75D	—
重 さ	0.010(g/cm ²)	0.029	0.183	0.005	0.016
密 度	経 47.3(本/cm) 緯 35.7	経 32.3 緯 22.7	経 17.3(目/cm) 緯 15.3	経 48.0 緯 48.0	—
厚 さ	0.12(mm)	0.727	0.56	0.07	0.157
剛 軟 度	表・127.7(mm) 裏・96.6	113.0	115.3	105.1	—
動 摩 擦 係 数	表・0.2008 裏・0.4882	0.1807	0.2216	0.1055	0.3191

* 本学家政科衣生活専攻教授 (被服学)
** 〃 教授 (〃)
*** 〃 実習助手 (〃)
**** 〃 〃 (〃)

よる脆化が著しい。

本研究では透湿性防水布と他の材質の布との摩擦を試み、ゴアテックスや単繊維の形態変化を電子顕微鏡で観察し、2, 3の知見を得たので報告する。

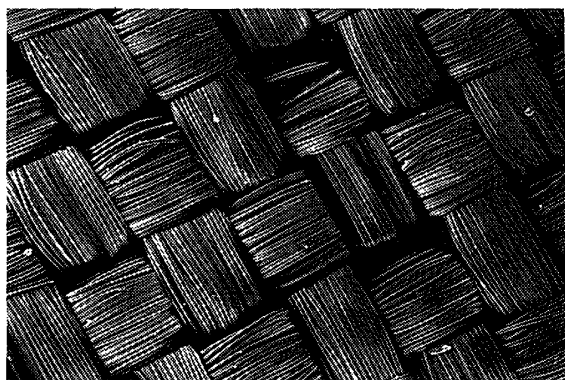


図1-1.ゴアテックス(表)

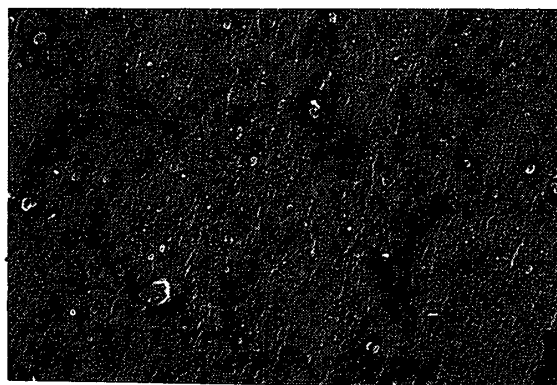


図1-2.ゴアテックス(裏)



図1-3.ウール



図1-4.コットン

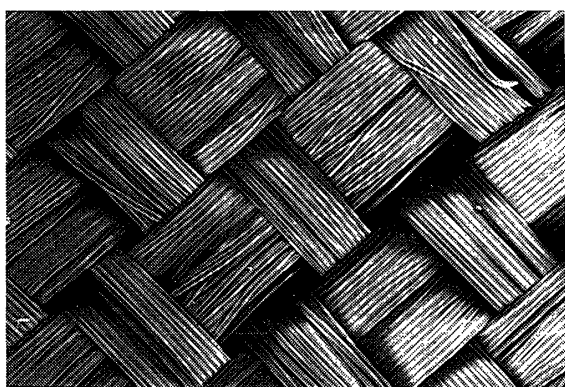


図1-5.ポリエステル

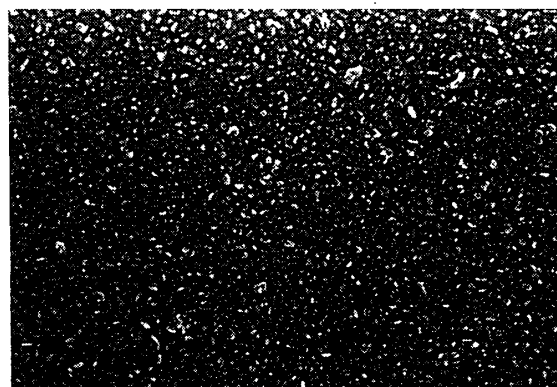


図1-6.サンドペーパー

図1. 試料原布(×75)

II 実験方法

(1) 試料原布

試料原布の諸元及び物性を表1に示す。

- ① ゴアテックスはラミネートタイプ²⁾である。
(GORE-TEX FABRICS：ジャパンゴアテックス社製)

表素材にナイロンを用い、ゴアテックス・フィルムとして四弗化エチレンをラミネートしている。

- ② ウールは厚地ブラウス又は薄地セーターの感触のものを選んだ。
③ おむつのソフトな感触にも共通するTシャツの材料であるコットンメリヤスを選んだ。
④ 上記②，③がスパン糸なのでフィラメント糸の代表として平織のポリエステルをとり上げた。試料②，③よりもやや薄地である。
⑤ アウトドアでの着用で岩や土に摩擦したことを想定してサンドペーパーをとりあげた。ペーパーとしては最も細かいものである。

(2) 摩擦試験法³⁾

摩擦試験機にはユニバーサル型摩擦試験機（島津製作所製）を用いた。

垂直方向から $907.2\text{g}/\text{cm}^2$ の圧力をかけ、経糸方向に平行に30分（摩擦回数約3830回）と60分（同様に約7700回）の摩擦を行って試料を作成した。ただし、60分は試料①の裏のみとした。

(3) 電子顕微鏡による観察

Eiko 1 B-3型イオンコーターを用いて試料に金蒸着を施した後、JSM-T20型走査顕微鏡（日本電子株式会社製）で観察した。

III 実験結果および考察

図1に試料の原布を示す。

(1) ゴアテックス表との摩擦

ゴアテックス表に対して摩擦時間30分の実験を行った。

試料③コットンに図2のごとく布表面の繊維の乱れが認められた。試料②ウールおよび試料④ポリエステルとの摩擦では変化は認められなかった。

図3はサンドペーパーと摩擦した場合であるが、サ



図2. コットン(×75)

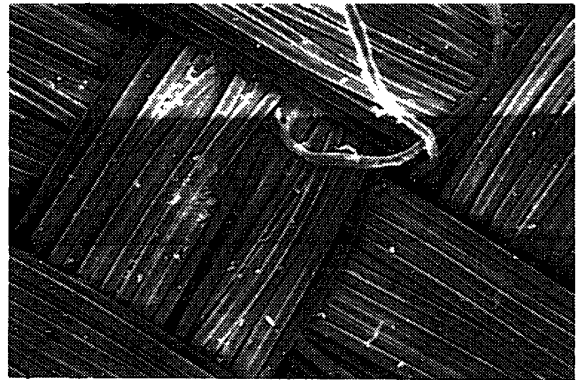


図3. ゴアテックス表(×200)

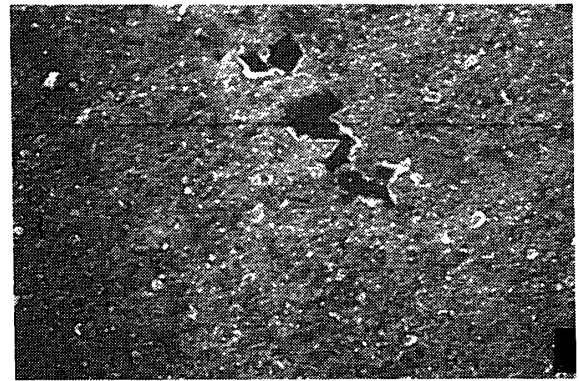


図4. ゴアテックスフィルム(×75)

ンドペーパーの表面の砂がゴアテックス表の側に付着しており、ゴアテックス表の布表面には変化が認められなかった。

以上のごとく、ゴアテックス表としてのナイロンは、密度が高くしっかり織られていることや表面が平滑であることなどから、摩擦による影響は少ないと考えられる。アウトドアスポーツの外衣として使用した場合に起こり易い砂や岩との摩擦にも、衝撃的な摩擦

でない限り損傷が少なく適切な素材といえるだろう。

(2) ゴアテックス裏との摩擦

ゴアテックス裏，すなわち四弗化エチレンをラミネートされた面にたいしても(1)と同様に摩擦時間30分の実験を行った。

図4に示したのは，試料⑤サンドペーパーとの摩擦結果である。ラミネートフィルムに穴あきが認められた。本実験に使用したサンドペーパーは一般に使用される程度の等級からいえば，最もきめ細かいものであるが，ラミネートフィルムが損傷したことで，改めてフィルム面の扱い方に注意が必要と考えられる。

試料②ウールおよび試料④ポリエステルとゴアテックス裏との摩擦の結果，ウールおよびポリエステルの双方に著しい変化は認められなかった。

試料③コットンは図2と同様に少し表面繊維の乱れが認められた。試料に使用したコットンがTシャツを想定したソフトなニットであるため，ゴアテックス裏との摩擦もゴアテックス表面の場合と同様の現象となったと考えられる。ゴアテックス裏についてはラミネートフィルム面の凹凸がやや平滑になったように思われる。これは摩擦実験として対応した試料すべてについてである。すなわち，ラミネートフィルム面が摩擦により消耗してきた結果と考えられる。

この現象をさらに詳細に検討するために摩擦時間を30分プラスして，合計60分間摩擦を行った。その結果は次のようである。

試料②ウールにたいする摩擦結果について図5に示す。図5-1と比較して図5-2には明らかに穴あきと認められる現象がみられる。さらに，フィルム面の白く光る部分が図5-1より図5-2の方が多く，

そして暗く凹んでいる部分が少ない。すなわち，フィルム面が平滑になったと考えられる。

試料③コットンおよび試料④ポリエステルとゴアテックス裏との摩擦結果は，ウールの場合と同様にラミネートフィルム面が平滑あるいは摩擦して薄くなったと判断できる状態である。

次にゴアテックス裏に接した布地について検討した。図6は試料②ウールの場合である。

図1-3と図6-1を比較すると，試料原布では表面繊維の乱れは少しみられるが，全体に織糸を構成するために同一方向への繊維の流れが認められる。しかし，摩擦後の試料は表面繊維の乱れが多く，本来の織糸としての繊維の流れが隠れてしまっている。表面にでている繊維の切断も認められるので，その部分を拡大したのが図6-2である。

繊維の切断が認められるとともに，繊維表面の鱗片(スケール)のささくれが生じていることも認められる。図6-3の試料原布の繊維表面と比較すると明らかである。

図7に試料③コットンの場合を示す。

図7-1を図1-4の試料原布と比較する。表面繊維の乱れは少し多くなったが，試料②のウールに比べると少ない。しかし，コットンの場合も表面にでている繊維の切断が認められるので，その部分を拡大して原布と比較した。

図7-2が摩擦後で，切断された繊維や細かく切れてしまった断片などが見える。それに比べて図7-3の原布にはいずれの現象も生じていない。

試料④ポリエステルにおいては，緯糸を構成しているフィラメント糸の並び方に，わずかな乱れが認められた。しかし，布表面にまでは影響は及んでいな



図5-1. 試料原布(×500)

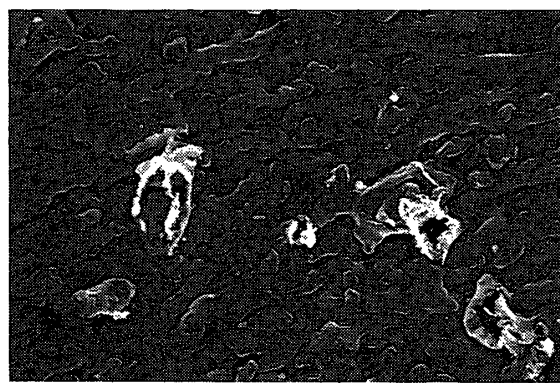


図5-2. ウールと摩擦後(×500)

図5. ゴアテックスフィルム



図6-1. ゴアテックスフィルムと摩擦後(×75)



図7-1. ゴアテックスフィルムと摩擦後(×75)

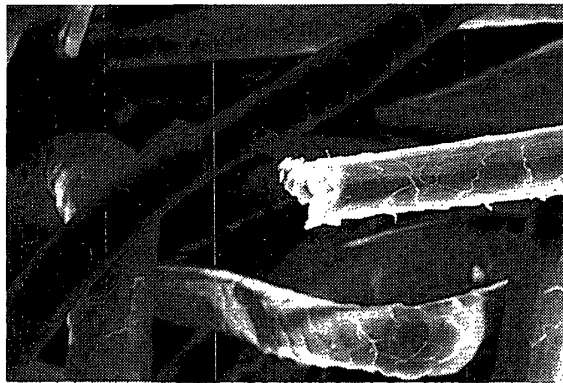


図6-2. ゴアテックスフィルムと摩擦後(×500)



図7-2. ゴアテックスフィルムと摩擦後(×500)



図6-3. 試料原布(×500)



図7-3. 試料原布(×500)

図6. ウール

図7. コットン

い。

IV 要 約

登山用のテント、寝袋、外衣などに使用することを目的とした透湿性防水布が発明され、我国においても製造、使用されるようになって約20年が経過した。

その間、透湿性防水布が必需品となっている人達に愛用されてきた。そして最近では付加価値を高めた素材が求められるとともに、アウトドアスポーツの隆盛により、透湿性防水布の需要は大きくなった。そして、このような素材には透湿性、防水性、風合いなどの性能の他に耐久性が要求されるようになった。

本研究では透湿性防水布の耐久性のうち、摩擦に対する性能を検討したので報告する。

1, 試料①透湿性防水布の表側は、密に織られた平織ナイロンであり、本実験の条件では摩擦による変化は表れなかった。

2, 試料①の表側面に相対する試料②ウールや試料③コットンには布表面の繊維の流れに少し乱れが生じた。

3, 試料①裏側面のゴアテックスフィルムコーティング面は、試料②や試料③の布地にたいして摩耗された。ただし、試料②はウールブラウス、試料③は

Tシャツ、乳児のおむつなどを想定した薄手コットン地である。

4, 特に、ウールにたいするコーティングフィルム面に、摩耗だけでなく穴あき、または、剝離が生じた。

5, 試料①裏のコーティングフィルム面にたいする試料②および試料③の摩擦では、試料②ウールおよび試料③コットンともに布地表面の繊維が切断されていた。

6, 試料④ポリエステルについては、摩擦による変化は生じなかった。

以上の実験結果から次のような結論を得た。コーティングタイプの透湿性防水布は、コーティングフィルム面の摩擦や衝撃に弱い。フィルム面をニットや薄い平織の布などで被ってサポートする。そのサポートする布、透湿性フィルム面、表側布の三重構造のものが実用的で望ましい。

参考文献

- 1) 安田武：織消誌 19, (12) 8~14 (1978)
- 2) 田中幹彦：新しい衣料素材の講演会レジメ 21~28 (1984)
- 3) 坂部寛 他3名：京工織大アパレル科学研究センター研究報告 10, 58~63 (1991)