

『クレーム事例から学ぶ革の特性15』

破断、損傷（1）

NPO法人日本皮革技術協会 稲次俊敬

1. はじめに

前回までは革製品の収縮、硬化や劣化したとして苦情となった事例を紹介してきた。今回からは、素材の品質不良、使用中の破れ、長期保管後の破損などについて紹介する。これまでの報告¹⁾と同様にクレーム事例を示して、苦情の申出内容、外観観察、再現試験等をとおして革の特性に基づく原因考察、並びに改善策などを考えてみたので参考にしていただきたい。

2. 破断、損傷

今回は、製品の企画時、加工時の材料の選択と裁断部位、漉き過ぎや使用中や保管中の劣化、品質管理不足などが原因による事例を紹介する。

2.1. 革製品の苦情事例

(1) 銀付き革の強度に関わる苦情事例

事例1：羊革製紳士ジャケットが使用中に破れた（写真1-1, 1-2）²⁾

申出：胸ポケットや脇ポケットから物の出し入れをしているときに、紙のように簡単に裂けてしまった。突然だったので、非常に驚いた。

外観観察：銀面模様や断面繊維構造を走査型電子顕微鏡（SEM）を用いて観察したところ、素材は銀付き羊（ヘアーシープ）革であることがわかった（写真1-3）。申出どおり胸ポケットや脇ポ

ケットの端から破れが確認できる。

原因：企画・製造・販売を手掛けた企業から持ち込まれた相談であった。企画・サンプルづくりを国内で行い、海外で生産した製品で、羊革は海外製を用いたということであった。胸ポケットや脇ポケット付近の革を採取し、引裂強さ試験（JIS K6552）を行ったところ、表1に示すような結果が得られた。

表1. 羊革紳士ジャケットの引裂強さ試験結果

試験片革の採取部位	引裂荷重	厚さ(mm)
胸ポケット付近の革	2.0N {0.2 kgf}	0.58
脇ポケット付近の革	2.9N {0.3 kgf}	0.58
企画段階でのサンプル革測定	4.9N {0.5 kgf}	0.66
参考値 JIS K6553による基準値 (子牛革、やぎ革、めん羊革)	9.8 N以上 {1.0 kgf以上}	—

表1に示したJIS K6553に設定されている基準値と対比すると、当該製品は基準値の1/5～1/3の強度しかないことがわかる。この結果からも明らかなように、これは起こるべくして起こった事故と思われた。この製品は企画段階で事前検査を行っており、その時の試験データ（表1）では、引裂強度（引裂荷重）は平均4.9N{0.5kgf}であった。これはJIS K6553の基準値の1/2しかなく、引裂強度が低すぎるのでこのまま本生産を行うことはリスクがあまりにも高いから止めておいた方がいい。改めて羊革の選択を行うようにと警告していた商品であった。この結果からすると、事前検査

結果よりさらに低い強度の製品を市場に出していたことになる。

革の強度は剥皮後の原皮の鮮度、鞣しの種類とその程度、加脂剤の種類と使用量等によって主に決まる。また、風合いをよくするためにバイブレーションやバタ振りなどを用いて機械的に革繊維をほぐす工程もある。革には部位差、個体差が存在する。さらに、革の強度は網状層の厚さ、革繊維の太さと密度、絡み具合によっても決まる³⁴⁾。牛、馬などの大きな動物は皮が厚いので、本来は強度に優れているが、衣料用に使用する場合、軽量化を考慮して革を薄く漉いてしまうことがある。この場合、革の強度を維持している網状層の大部分が漉き取られ、繊維の交絡が切断されるため、革の強度は極度に低くなってしまふ。羊革に至っては小動物であり、本来、その革は牛革、馬革に比べ薄く革繊維も繊細で強度も劣っている。

この事例の羊革の断面構造のSEM写真を写真1-3に示したが、左側の写真の斜めの空隙は毛を抜いた後の空洞である。このように毛根底部で漉いてあり、乳頭層だけになっている。このように網状層を除去するまで薄く漉いたために強度が極度に低くなったものと思われる。

対策：①品質検査は製品化する前に、企画段階で行うこと。②事前検査で、JIS規格を満たさないことが判明していたような商品を市場に出さないこと。③軽量化を図る目的で革を漉き過ぎないこと。④風合いをよくするために過剰な柔軟化作業を行わないこと。⑤今回の事例(ヘアースープ)に該当しないが、羊革の中でもメリノ種に代表されるウールシープ革に至っては、物理強度がJIS規格に適合しないものが多く、この種の革を使用する場合は、特に厚さを最低0.8mm以上にすること。

事例2：バッグの縁まわりの破れ(写真2-1)²⁾

申出：バッグを使用中に角の革が破れて芯材が露出し、見た目が良くないので使えない

外観観察：バッグの縁まわりに芯地としてシリコンゴム製チューブを用いて、その周りに革を巻き付けて(貼り付けて)いる。革を薄く漉いて巻き付けた構造になっていて、型崩れを防ぎ、見栄えをよくするためにこのような加工がなされたものと思われる。

原因：破損箇所を確認すると、軽量化と美観を優先した加工、すなわち革を極力薄く漉いて利用している。このような加工をすると、銀面層(乳頭層)のみになってしまい、強度不足となり使用中の摩耗・摩擦などの負荷で簡単に破れてしまうことが想定できる。このような場所に用いられる革は付属と捉えて、歩留まりを考えたいわゆる効率的な裁断がなされることが多い。腹回り(ダキ)部分が採用されることになり、この部位は革繊維密度が粗であり強度は低く、このため、破れやすい原因の一つとなる。この破損箇所は、使用中様々なものと強く当たる場所であり、本来は、特に耐久性が要求される。革の繊維方向や物理強度など物理・機械的な特性を十分に把握した上での裁断を行うように努めることが必要である。

類似の事例を既に紹介しているので、かわとはきものNo.198 写真7, 8, 9を参照のこと⁵⁾。

事例3：使用中にランドセルが破損した(写真3-1, 3-2)²⁾

申出：購入後1年6か月しか経っていないのに、ランドセルの底付近から紙のよう

に破れ始めた。日頃そんなに荒っぽく扱ったことはない。角や底が抜けるような重いものや鋭利なものを入れて使ったこともない、と本人は言う。牛革製は強くて長持ちすると聞いて購入したが、思っていたより非常に弱い。この素材は革ではなく段ボールのようなものでできているのではないか。この素材は本当に牛革製なのか心配になって販売店に相談をした。購入時にランドセルは6年保証であることを聞いている。このため、修理や交換などの対応などをしてもらえると聞いているので、その点は心配していないが、品質表示に問題があるようなら改善してほしいとの思いで相談を申し出た。

外観観察：販売店に対する聞き取り調査によると、このランドセルは製造後8年経過した商品であった。売れ残った商品を何年も保管していたわけだが、近い将来、教科書のサイズ変更に伴ってデザインが大きく変わりそうなので、売れ残りを恐れてシーズンオフにバーゲンをした商品であった。破損箇所を観察すると、素材の風合いは非常に硬く、申出どおり段ボールのようなものに見え、触ると簡単に裂けるのではないかと思われるほど脆いように思われた。素材の一部を採取して、表面の材質についてはFT-IR分析⁶⁾を行い、素材の断面観察は走査型電子顕微鏡 (SEM) にて行った。その結果、この素材は2層構造をしていて、上の層には塗装仕上げがなされていることとその下の層には天然皮革 (成牛革) が使用されていることを確認した。塗装仕上げの主な材質はポリウレタンであった。SEM観察からその革の全体の厚さを測定したところ、表2のとおりで革の厚さは平均して0.525mm、また、塗装膜の厚さは0.25mmで革全体の厚さの約1/2を

表2.ランドセルに使用された各素材の厚さ

	革素材	塗装膜	革
厚さ (mm)	0.525	0.25	0.275
素材	塗装仕上げ牛革全体 (塗装膜+成牛革)	主成分はポリウレタン	銀付き成牛革

占めていた。その結果、革部分の厚さは0.275mmしかなく、これは成牛革の乳頭層部分に相当する。革の強度は網状層の厚さ、革繊維の太さと密度とその絡み具合によって決まる^{3,4)}。したがって、乳頭層だけになるまで革を漉いてしまうと革の強度は極端に弱くなってしまう。このランドセルの革の強度は、おそらくポリウレタンによる塗装仕上げ膜の強度に大いに依存していた可能性が高い。一般的に、ポリウレタンの寿命は5～6年程度といわれており、6年以上もの長い期間の保管中に、湿度や温度、光等の影響によって経時劣化し脆化したものと考えられた^{7,8)}。その結果、基質である革本体の品質の低さが露呈してきたものと思われる。

対策：革製品は丈夫であることの反面、重いことが欠点のように言われることがあり、このため、この事例のように軽量化を図るためには革を薄くすればいいと考えることがある。その結果、革を薄く漉き過ぎて乳頭層だけにしてしまうと強度が低くなってしまい、様々なトラブルを引き起こす原因となる。革の強度は網状層の厚さ、革繊維の太さと密度と絡み具合で決まるので、軽量化を図るときにも網状層を必要最小限残すことが必要である。

現在、ランドセル業界では事前予約制を採用しており、このため完全な受注生産が主体であるので、ほとんど在庫を持たない効率的な生産体制をとっている。したがって、このような事故は起こり得ない。この事例は20年以上昔の事例であるが、ものづくりにおいて革の特性を

理解した上での加工を行わないと事故の原因となる。今後、皮革製品の製造・販売に従事する人々に警鐘を鳴らす意味で敢えて取り上げ紹介したことをご理解いただきたい。

解説：革の厚さと強度の関係^{3,4)}

図1と写真Aにある牛皮の断面繊維構造を観察すると、毛根の付け根付近を境にして、その上側を乳頭層（銀面層ともいう）、下側を網状層（肉面層ともいう）の2層に区別される。この2層を真皮といい、この部分を用いて革として利用している。その繊維の太さや密度は乳頭層と網状層では大きく異なっている。乳頭層の繊維は非常に細い弾性繊維が緻密に交絡し、繊維の多くは主に銀面に水平方向に走っている。一方、網状層は比較的太い膠原線維が束になって密に三次元的に交絡している。ただ

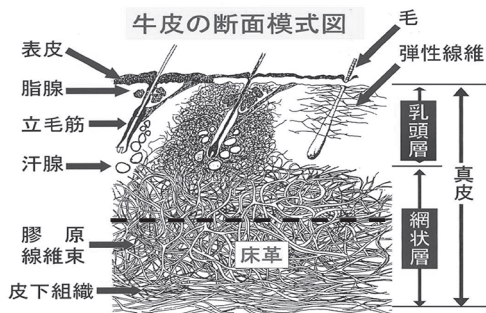
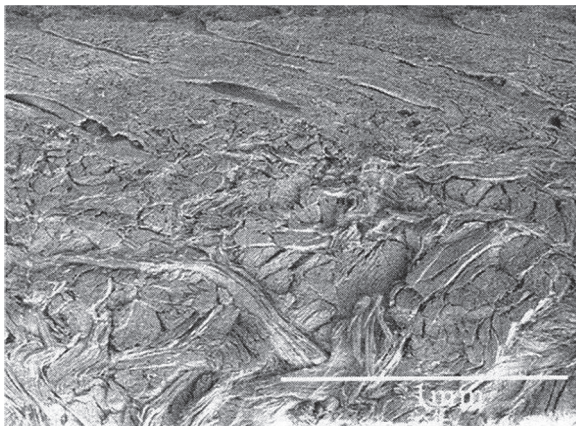


図1. 牛皮の断面繊維構造⁹⁾



写真A. 成牛革の断面繊維構造（上側が銀面、下側が肉面）

し、網状層の最下層（肉に近い）部分の繊維は太いが密度が粗であるので強度はほとんどないに等しい。したがって、製品化するときの革の厚さ調製をどの部分で分割するかによってその革の強度が決まる。

図2と図3は厚さ2.0mmの紳士用成牛革を種々の厚さに分割した（漉いた）時の銀面側と肉面側の機械的特性の変化を測定した結果をグラフにしたものである。それぞれ厚さ2.0mmの革を0.2mm毎に分割して引張強さ、引裂強さを測定した。すなわち、銀面側から銀面に平行に0.2mm、0.4mm、0.6mm、0.8mm、1.0mm、1.2mm、1.4mm、1.6mm、1.8mm、2.0mmの厚さで漉いた10点の革を測定する。例えば、銀面側（図中X：点線）から0.2mmに分割すると、その下の層1.8mmの革が残る。これを肉面側（図中●：実線）から1.8mmに分割した試料革として測定するというを順次行った結果である。

引張切断荷重（強度）と引裂荷重（強度）は乳頭層、網状層のいずれも厚みが増加するにつれて加速度的に上昇するが、その挙動は直線的でないことから革の厚さと強度が比例的でないことが認められる。例えば、図2によると厚さが全体の50%（1.0mm）における乳頭層と網状層の引張強度（荷重）はそれぞれ20kgf、10kgfであり、これは未分割革（2.0mm時）の強度（荷重）54kgfに対してそれぞれ37%、19%に過ぎない。革の厚さ方向のどこをとっても強度が等しければ、それぞれ50%（27kgf）であるはずである。しかしながら、このように厚さが減少すると引張切断時の荷重（強度）の減少は著しくなる。すなわち、革は均質な材料ではないということがわかる。

また、引裂強度（図3）については、例えば、銀面側から0.6mmの厚さ（厚さ30%の割合の所）における引裂荷重は1.3kgfで、

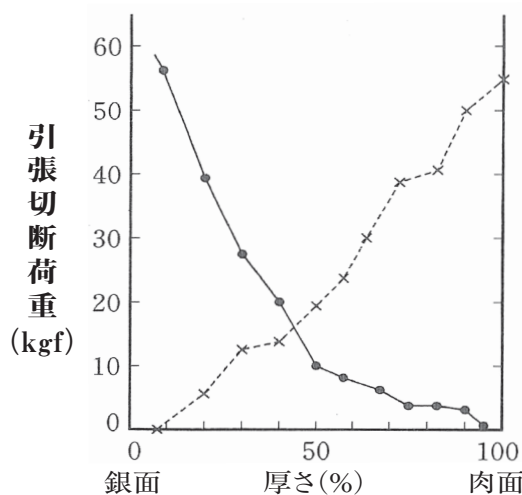


図2. 牛革の層別分割による引張切断時の荷重の変化

…×…：銀面側からの漉き
—●—：肉面側からの漉き

2.0mm (100%) の所の強度10kgfの13%の強度に過ぎない。因みに、この0.6mmの厚さは乳頭層に相当するので、成牛革の場合には、0.6mm程度に漉いて使用してはいけないことがわかる。

以上の結果から、革の強度は革の厚さに依存していることがよくわかる。また、特に、成牛革の層分割が50% (1.0mm) 以下になると機械的特性が著しく低下するので要注意である。

(2) 床革の強度に関わる苦情事例

事例4：牛床革製婦人靴の破れ (写真4-1)²⁾

申出：婦人靴を購入後初めて着用したところ、革が縫い目を中心に簡単に引裂けてしまい危うく転倒するところであった。革は丈夫だと思っていたのでこんなことになって驚いた。

原因：この靴の破損部分をよく観察すると、申出どおり縫い目を中心にして破れている。この破損部を取り出して、走査型電子顕微鏡 (SEM) で観察したところ、この靴に使用されている革は牛革の網状層を用いた、いわゆる床革であった。床

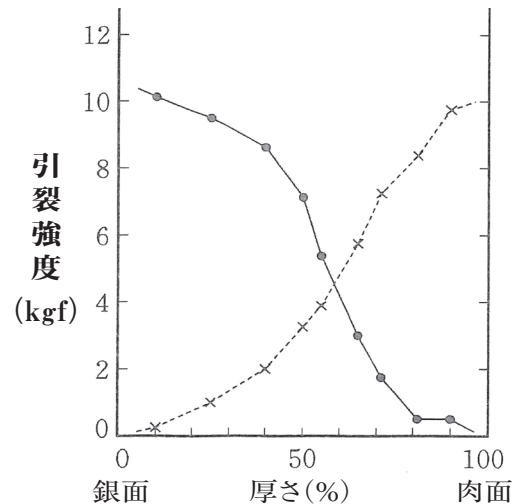


図3. 牛革の層別分割による引裂荷重の変化

…×…：銀面側からの漉き
—●—：肉面側からの漉き

革 (網状層) は先の事例でも述べたように、革の強度を維持する部位であり、本来は銀面層より強い部位でもある。足に直接革が当たり、革の感触を楽しめるように企画されたものか腰裏革を貼らない構造となっている。質感は、非常にソフトに仕上げられた革である。この破損部の断面のSEM観察から、革繊維は非常に良くほぐされていて空隙が多く繊維密度は粗であった。おそらく、この革の採取部位は腹 (ダキ) 部分か、あるいは肉面に近い部位に相当すると思われる。なお、その革の厚さは0.75mmであった。

一般的に、ソフト革の製造は鞣し剤の選択と調製、加脂剤の種類と使用量の加減、革繊維の交絡をバイブレーション (振動) や揉み、バタ振りなどの機械的な作用によって十分にほぐすことによって行われる。したがって、床革のダキ部分は元来、革繊維密度が粗であるところに、揉み作用によって革繊維をほぐすことによって、繊維構造がさらにルーズになっていたものと思われる。靴の構造上、歩行時の屈曲など機械的な力のかかる箇所

に、このような部位の革を使用したために、このような破損事故に至ったものと思われた。

対策：①裁断時は、革の部位と革の繊維組織と方向性を十分に考慮した裁断を行う必要がある、②靴として物理的に力のかかる箇所には、腹部（ベリー部）など革繊維組織の粗い、革として強度の低い部位の使用は避ける、③ソフトな風合いを重視し過ぎた革の製法は、革の物理強度低下の原因となるので、引張強さや引裂強さなどを確認するなど十分な品質管理が必要である。他にも同様な事例があったので写真4-2に紹介しておく²⁾。

事例5：牛床革ソファの破れ（写真5-1、5-2、5-3、5-4）

申出：外国製のソファ（応接革張り椅子2点）とテーブルの併せて3点セットを破格の値段で購入した。数日使っていて、ある日座ったら、突然、臀部が当たる場所の革が破れて驚いた。破れた箇所をよく見てみると、縫い目に沿って破れているわけではなく、ソファの革の中心から破れていた。革は耐久性があり汚れにくく、メンテナンスも乾いた布で軽く拭く程度で済むと勧められて購入した。不良品だったのでしょうか？

外観観察：このソファの破損部分をよく観察すると、申出どおり縫い目からではなく、ソファの中心部分が2か所に亘って破損していた。その1か所は写真5-1のとおり3部位が破断していた。

その破断部位の延長線上に窪みが認められたので、その革の裏側を確認したところ、塗膜は破断していなかったが革の部分は破断していた（写真5-2）。もう一方の箇所は写真5-3にあるとおり1部位で大きく破断していた。

原因：この破損部の直近の革を取り出して、その断面を走査型電子顕微鏡（SEM）で観察したところ、このソファに使用されている革は成牛革の網状層を用いた、いわゆる床革であった。また、写真5-3の破損部の断面を観察すると、綿毛のように革繊維が一本一本よく解繊しているのが認められた。これらについて、写真5-4のとおり試料を採取して、引張強さ、引裂強さをJIS K6550に従って測定した。その結果を表3に示した。家具用革に対するJISの基準値はないが、ドイツにおける家具用革の推奨規格（以下D国）¹⁰⁾と国内のある家具メーカーA社（以下A社）内品質規格¹²⁾を参考にして比較検討してみると、引張強さはD国の品質規格の66%、A社のその80%であった。引裂強さについても、同じくD国の品質規格の47%、A社のその70%にしか満たなかった。この結果から、このソファの革は物理強度が非常に低いと思われた。破断面の観察から、革繊維が綿毛のように見えることから、先の靴の事件事例と同様に革の繊維構造が非常にルーズで繊維密度が粗の部位、あるいは肉面に近い部位が使われているように思われた。

表3. 破損部の革の物理強度測定結果と家具用革の品質規格例との比較

項目/試料	破損部位の革	D国*の品質規格 ¹⁰⁾¹¹⁾	A社品質規格 ¹²⁾	試験方法
引張強さ	7.8MPa {0.8kgf/mm ² }	11.8MPa以上 {1.2kgf/mm ² }以上	9.8MPa以上 {1.0kgf/mm ² }以上	JIS K6550 厚さ：0.87mm
引裂強さ	13.7N/mm {1.4kgf/mm}	29.4N/mm以上 {3.0kgf/mm}以上	19.6N/mm以上 {2.0kgf/mm}以上	JIS K6550 厚さ：0.93mm

* D国：ドイツにおける家具用革の推奨規格

なお、D国の品質規格はJIS K6551くつ用革の中の甲革 男子の基準値と同じであった。

解説：床革について

ここで、改めて床革 (split leather)、または床皮 (split pelt) について整理をしておきたい。成牛皮は一般的に4~6mmの厚さがあるところを、例えば、靴甲革にするために銀面側から平行に1.5mm程度の厚さに分割して使用する。この分割のことを「漉く」ともいう。

なぜ分割するかというと、あまり厚い皮を鞣そうとすると大量の薬剤が必要になる、厚い皮は重くて扱いにくい、厚い皮の中心部まで薬剤を均一に浸透させ反応させることは非常に難しいなどの問題がある。したがって、必要な厚さに皮を漉くことは、皮の取扱いが容易で薬剤の使用量を減らすことができ、鞣しを均質に短時間で効率よく行える等メリットが多々ある。例えば、5mmの成牛皮を銀面側から1.5mmの厚さで分割すると、3.5mmの厚さの皮が残る。この皮のことを床皮という。すなわち、床皮(革)とは、皮を2層以上に水平に分割した(漉いた)場合、銀面が付いていない下層(肉面側)部分のことである。すなわち、図1の網状層の中にある点線が分割部分に相当し、その点線の下層の革(皮)のことである。分割には漉き機(スプリッティングマシン)が用いられる。石灰漬けの前に漉いて得られた皮を生床皮(raw split)いい、石灰漬け後の皮から得られたものを石灰床(lime split, white split)という。また、クロム革から得られたものを青床(blue split)という。床革の中で、起毛させたものを床ベロア、床スエードという¹³⁾。

漉き工程では、その革の最終製品としての用途・目的によって漉き厚みが決まる。したがって、漉いた後の副産物である床革

(皮)は厚いものもあれば、薄いものもできる。比較的厚い床革(皮)が得られた場合、用途・目的によってはもう一度適当な厚さに漉く場合がある。この場合、銀面に近い側の床革(皮)を1番床、その下の床革(皮)を2番床という。この2番床になると厚さは不均一で、革繊維も粗く強度は非常に低い場合が多いのでこの部分を使った製品に強度を求めることは難しい。取り扱いには特に注意が必要である。

3. まとめ

今回は、革製品を使用中に破損した事例を紹介した。いずれの事故事例も革製品メーカーが、ものづくりにおいて使用する革素材の選択に関する品質管理の問題や用途・目的・使用部位に適合した材料の選択に課題があった。軽量化や美観を優先して革を漉き過ぎないこと、革の強度は革の厚さに依存していることを説明した。革の厚さを無視したモノづくりを避けること。また、ものづくりを企画するとき、品質管理を何のために行うのかを再度考えていただきたい。

4. 参考文献

- 1) かわとはきものNo.189(2019)-No.203(2023) : 東京都立皮革技術センター台東支所編
- 2) 皮革ハンドブック, 298-301(2005) : 日本皮革技術協会編
- 3) 皮革の消費科学 岡村 浩 編集 皮革工業新聞社 27-29(2003)
- 4) 総合皮革科学 195-196(1998)
- 5) かわとはきものNo.198,26(2021) : 東京都立皮革技術センター台東支所編
- 6) かわとはきものNo.197,24(2021) : 東京都立皮革技術センター台東支所編
- 7) 秋葉光雄 : ポリウレタン靴底の劣化要因, 皮革科学, 42(2), 83-89(1996)

- 8) 蔭地駿作：衣料用ポリウレタン加工素材の経時変化に対する評価法の研究,染色工業, 41,56(1993)
- 9) 新版皮革科学、45(1992)
- 10) 皮革ハンドブック、ドイツ製革学校による家具用革基準値例,452-453(2005)：日本皮革技術協会編
- 11) UNIDO：Acceptable Quality Standards, General Studies Series, 41(1996)
- 12) 新版皮革科学、家具用革の社内品質規格例, 253(1992)：日本皮革技術協会編
- 13) 皮革用語辞典, 182(2016)：NPO法人日本皮革技術協会編



写真 1-1



写真 1-2

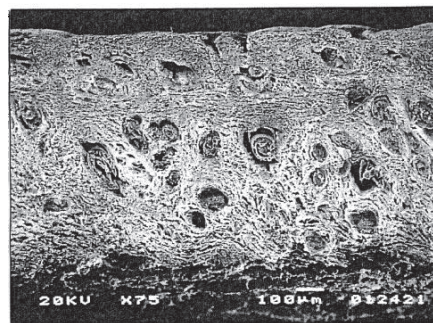
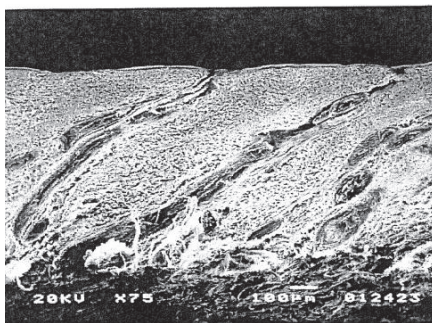


写真 1-3



写真2-1



写真3-1



写真3-2



写真4-1



写真4-2



写真5-1



写真5-2



写真5-3

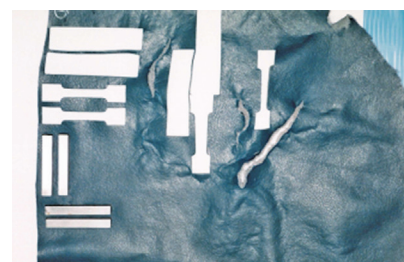


写真5-4