

## 衣料用豚革および人工皮革の透湿性および通気性

金綱 久明\*, 仙田 尚美\*\*

(平成7年9月30日受理)

### The Moisture and Air Permeability of Clothing Pig Leathers and a Man-made Leather

Hisaaki KANETSUNA and Naomi SENDA

(Received September 30, 1995)

#### 1. 緒 言

皮革は我々の生活の中で数多く使用されている。上着、手袋、靴、防寒靴などのように生活に密接に関連した素材として用いられているにも関わらず、透湿性、通気性などの被服材料としての機能性についてのデータは殆ど見当たらない。

人間の身体からは、不感蒸泄や発汗等の形で、常に水分を発散して体温の調節を行っている。発散させた水分は、被服を通じて外界へと移動してゆく。被服内を快適な環境に保つためには、被服材料の透湿性が重要となってくる。

このようなことを考え、代表的な皮革の一つであり、わが国関東唯一の自給原皮<sup>1)</sup>である豚革の製品革へ着目し、被服材料としての適性として透湿性、通気性を人工皮革のエクセースと比較しながら調べることにした。

#### 2. 供 試 料

表1に示す3種類の市販の豚革および人工皮革エクセースを実験に供した。豚革は銀面のあるクロムなめししたもの、ベロアのクロムなめししたもの、および銀面のあるタンニンなめししたものの3種とした。

#### 3. 実験方法

##### 3.1 透湿性

##### 3.1.1 透湿試験装置を用いる方法

##### 1) 装置および器具

(a) 装置：温度ならびに相対湿度が所定の温湿度に保

\* 服飾美術学科第2被服材料研究室

\*\* 家政学研究科被服造形学専攻

表1 供 試 料

試料№	皮革の種類	特 徴	厚さ(mm) <sup>*1</sup>	質量(g/ml) <sup>*1</sup>
1	天然皮革(豚)	銀面のあるクロムなめし	0.918	389.1
2	天然皮革(豚)	ベロアのクロムなめし	0.866	531.4
3	天然皮革(豚)	銀面のあるタンニンなめし	0.618	326.4
4	人工皮革	東レ・エクセース	0.841	227.0

\*1 皮革の厚さの測定方法は織物の場合と少し異なっているが、JIS L 1096一般織物試験方に準じて行った。

\*1, \*2 温度20±2℃, 相対湿度65±5%RHの恒温恒湿室で調湿して測定した。

てる装置として(株)ナガノ科学機械製作所製透湿試験装置VP-200を用いた。この装置の仕様は次に示す通りである。

性能：温度湿度制御範囲

温度制御範囲 10℃~50℃

湿度制御範囲 40%RH~95%RH

温度分布 ±0.5℃

湿度分布 ±2%RH

性能保証範囲 周囲温度 23±5℃

周囲湿度 65±10%RH

運転可能範囲 周囲温度 10℃~30℃

周囲湿度 25%RH~75%RH

(b) 化学はかり：(株)ワイエムシィ製容量500g精度1mgのMJ-500を用いた。

(c) 透湿カップ：(株)ナガノ科学機械製作所製A-2法用透湿カップを用いた。

##### 2) 実験条件

被服として皮革を使用するときは、手袋等は直接皮膚に触れないまでも内側は皮膚温に近いと考えられる。一

方コート等はこれより低い温度で使用する。JISによる試験温湿度は布の場合は、JIS L 1099により蒸発法の場合 $40 \pm 2^\circ\text{C}$  ( $50 \pm 5\% \text{RH}$ )、皮革の場合はJIS K 6549 (吸湿法)により $30 \pm 2^\circ\text{C}$  ( $80 \pm 5\% \text{RH}$ )で実験を行うことになっている。ここでは実際のことを考え測定温度および湿度を次のようにした。

温度 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $30 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $35 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $40 \pm 2^\circ\text{C}$

湿度 $50 \pm 5\% \text{RH}$ ,  $65 \pm 5\% \text{RH}$ ,  $80 \pm 5\% \text{RH}$

### 3) 操作

予備実験を行い、透湿実験中試料の伸びが起こらないようにするため、次のような手順で実験を行った。すなわち試料から直径約8cmの円形試験片を採取し、採取した試験片および純水をカップ上端から約10mmの位置まで入れた透湿カップを温湿度を設定した透湿試験装置VP-200内に実験前2時間放置した。2時間経過後、透湿試験装置から純水の入った透湿カップおよび試験片をとり出し、試験片の裏面を水側に向けて透湿カップに対して同心円になるようにのせ、パッキンおよびリングを順次装着し、チョウナットで固定した。更に、装着側面をビニール粘着テープでシールして試験体とした。透湿カップおよび試験片を透湿試験装置からとり出し、試験体にするまでの操作はできるだけ、短時間に行った。この試験体を透湿試験装置に入れ1時間後に試験体を取り出し、直ちに質量 $a_1$  (mg)を測定した。次に、この試験体を再び透湿試験装置に入れ、さらに1時間後に試験体を取り出し直ちに質量 $a_2$  (mg)を測定した。このとき、試験片を透湿カップ内の水でぬらさないよう試験体の扱いには十分に注意した。なお、試験片の表、裏とは実際に着用するときの表および裏とした。

### 4) 透湿度

次式で透湿度を求めた。

$$P = 10 (a_1 - a_2) / S$$

$$P : \text{透湿度} [g / (m^2 \cdot h)]$$

$$S : \text{透湿面積} (cm^2)$$

#### 3.1.2 時間経過による透湿度変化を求める方法

3.1.1の方法で求めた結果の是非を検討するため、環境温度 $20^\circ\text{C}$ 、相対湿度 $50\% \text{RH}$ に調整した人工気候室内で時間経過による透湿量の変化を測定した。すなわち、所定の大きさに切った試料を実験に入る前にシリカゲルの入ったデシケーター内で24時間以上乾燥後、人工気候室内で24時間以上調湿した後、JIS L 1099 A-2法に準じて透湿カップに取り付け、試験体とし、これを容量

500g精度1mgの電子天秤JPN-2000W上に置き、5分ごとの質量減少量をハンドヘルドコンピューターおよびプリンターを用いて自動計測した。この際無風に近く、風の影響の少ない人工気候室内の場所を選び、同じ場所と同じ試料2試験体について同時に測定した。測定中、室内の照明を消し、輻射熱の影響を無くした。

### 3.2 通気性

$10 \times 10$  (cm)の試験片を採取し、湿度の低いところに保ったのち、恒温恒湿室内に、一昼夜以上放置しておいたものを使用した。実験は、(株)カトーテック社製・通気性試験機KES-F8-APIを用い温度 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ・湿度 $65 \pm 5\% \text{RH}$ の恒温恒湿室において測定した。測定は、試料の異なった場所について5回行いその平均値を求めた。

### 3.3 走査型電子顕微鏡による観察方法

走査型電子顕微鏡((株)日立製作所製S450形走査型電子顕微鏡)を用い、試料の表面、裏面および断面の観察を行った。ここで、表裏とは、すでに述べたように着用する場合の表裏をいう。試料の採取は、圧力が加わり試料が変形するのを避けるため、新しい鋭利な剃刀を用いて所望する大きさに切断した。

真空蒸着処理は、イオンコーター (IB-3型イオンコーター、株式会社エイコー・エンジニアリング製)を用いて行った。倍率は観察の目的により33~1200倍とした。

## 4. 結果

### 4.1 透湿性

#### 4.1.1 時間経過による透湿量の変化

3.1.1の方法により1時間後および更に1時間後の試験体の質量 $a_1$ ,  $a_2$ を求め、この差から透湿度を求める方法が、ここで行う実験の場合妥当であるかどうかを検討するため試料No.2および試料No.3について、3.1.2の方法により時間経過による透湿量の変化を求め、図1に示した。両試料のいずれの場合も遅れ時間が非常に少なく、この実験における質量 $a_1$ ,  $a_2$ の測定時間帯は定常状態の透湿が起こっている時間帯であるので3.1.1の方法で透湿度を求めても差し支えないことがわかった。また、実験温度が高くなれば、透湿速度は速くなると考えられるので、3.1.1で述べた実験条件のいずれの場合も3.1.1の方法により透湿度を求めても差し支えないものと推定された。

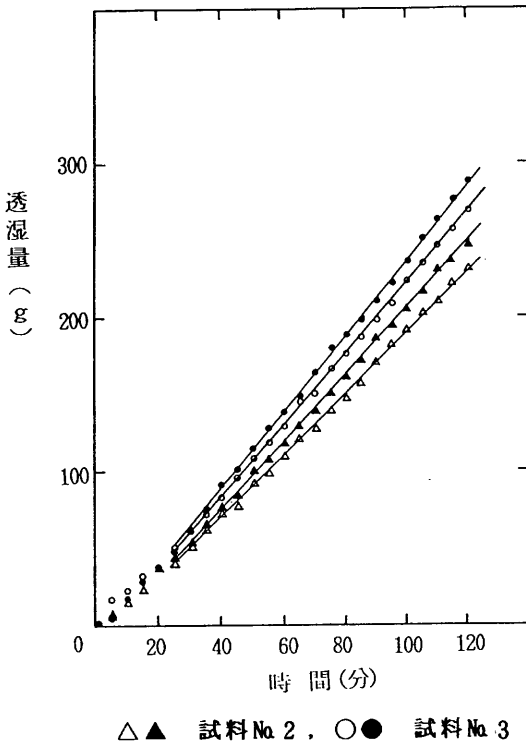


図1 試料No. 2および試料No. 3の時間経過による透湿度の変化

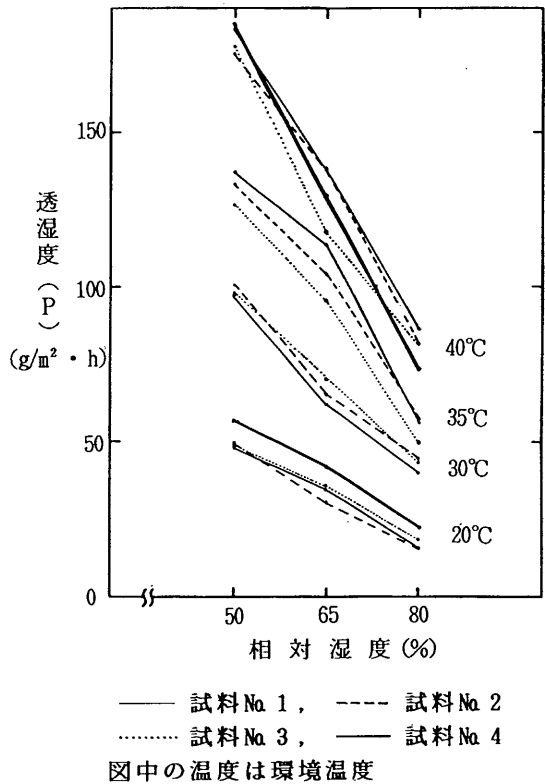


図2 各試料の透湿度の環境温度の変化による影響

#### 4.1.2 環境温度湿度による透湿度の変化

試料No. 1～No. 4の各試料について3.1.1の方法により環境温度湿度を変えて求めた透湿度の結果を図2に示した。図よりわかるように、各試料とも、各実験温度において環境相対湿度が高くなるにつれて透湿度が低くなり、環境温度が高くなるに従って、明らかに透湿度が高くなっていることがわかる。

#### 4.2 通気性

通気性の実験結果をフラジール形への通気量に換算し表2に示した。試料No. 1, 2, 3の順に大きくなっており、エクセーナが一番大きい結果となった。

#### 4.3 走査型電子顕微鏡観察結果

各試料の表面、裏面および断面を観察、写真撮影した結果を写真1-a～oに示した。

試料No. 1 表面 写真1-aよりわかるように、この試料の衣料用に使用する表側は、本来肉の付いていた面

を使用しているので、ペロア状にして表側に毛穴が見えないように加工してあり33倍で観察しても一面微細な繊維で覆われていて毛穴が見えないようになっている。

試料No. 1 裏面 この試料の裏側は、皮膚表面にあたるが、写真1-bよりわかるように、毛穴は眼で見た場合は3つの穴が三角形の形になるように見えるが、写真でも毛穴の配置をみると豚革の特長がよく表れている。また、さらに拡大した写真1-b'で毛穴を見ると穴の周囲の微細な繊維同士がくっつくことなく1本づつになっ

表2 通気量 (cm³/cm² s)

試料 No	通気量 (cm³/cm² s)
1	0.549
2	0.704
3	4.550
4	11.17

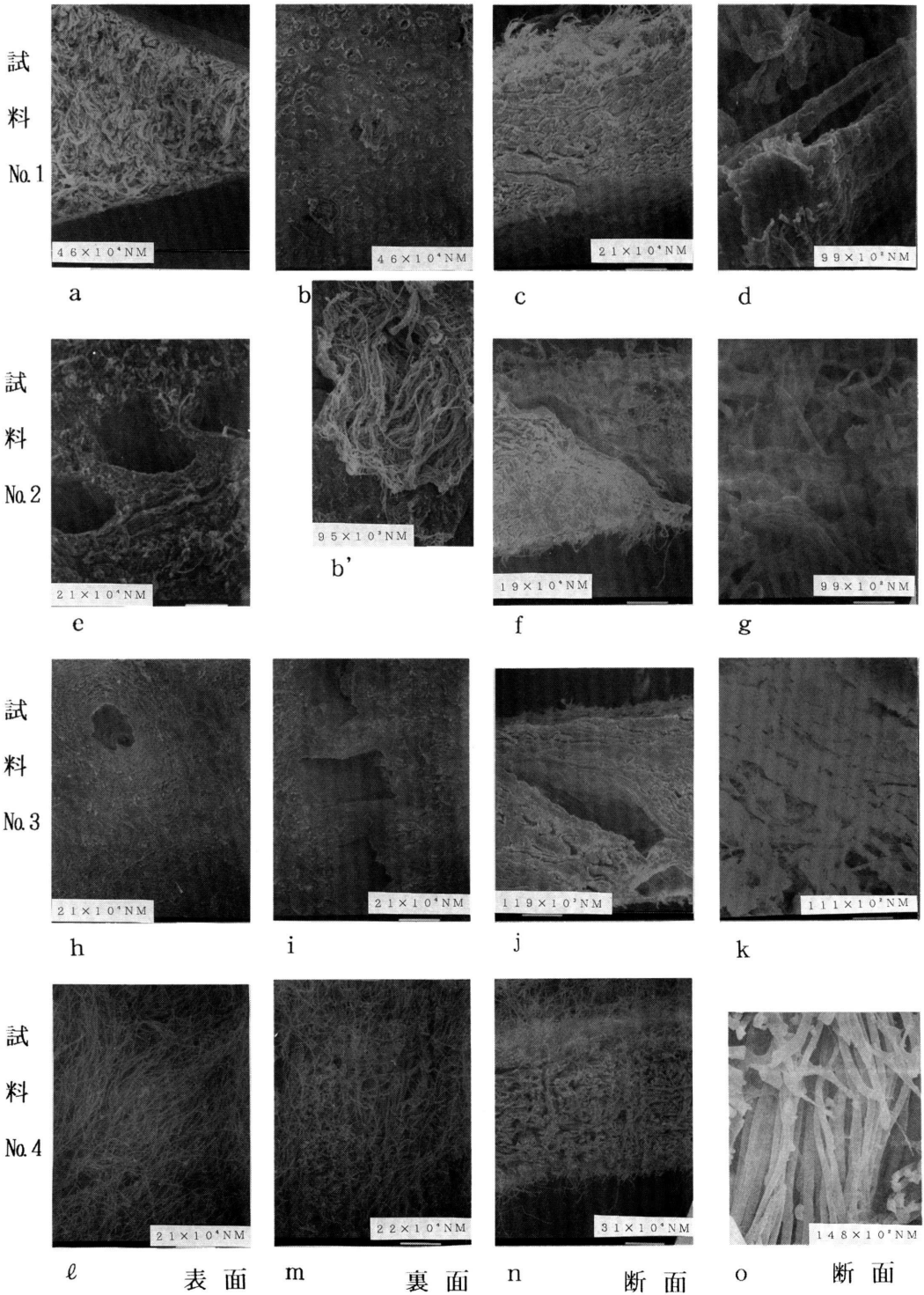


写真1 各試料の表面，裏面および断面の走査型電子顕微鏡写真

ていることがわかる。

試料No. 1 断面 毛穴がある部分の断面には、写真1-cよりわかるように毛穴だと思われるものが見え、その部分の裏面はえぐれていることもわかる。写真1-dは断面をさらに拡大した写真であるが、繊維束が観察される。

試料No. 2 表面 写真1-eより、この試料の表面には毛穴が3個並んで1つの毛穴になっていることが観察された。毛穴の周りは、特長がなくその周囲と変わりなかった。

試料No. 2 断面 写真1-fより表側から裏側へ斜めに貫通孔があることがわかる。表面は、細かい繊維に分離していることがわかる。写真1-gは、繊維束および、さらに細分化した繊維およびこれらの間隙が観察される。

試料No. 3 表面、裏面 写真1-h・写真1-iより表面と裏面で毛穴の大きさが著しく異なっており、表面の穴は小さく、裏面の穴は大きくなっている。また、表面は円形の毛穴だが裏面は四角形の毛穴で大きさも様々であった。

試料No. 3 断面 写真1-jからわかるように、表面と裏面が斜めに貫通孔でつながっていることがわかる。また、小さい数々の間隙も見られる。写真1-kより繊維束がさらに細かい繊維でできていることがわかる。

試料No. 4 表面、裏面 写真1-l、写真1-mより天然皮革と異なり、表面および裏面とも細く長い繊維が見られる。裏面は長い繊維がほとんどだが、部分的に切断された繊維が固まった状態になっている。このようなものは表面では見られない。

試料No. 4 断面 写真1-nより繊維束間隙が様々な形をして存在している。表面のほうが、細かい繊維が多く毛羽立っていることがわかる。さらに拡大した写真1-oより、ほぼ同じ太さの極細繊維によって構成されておりその繊維束およびそれらの間隙がはっきり観察される。

## 5. 考 察

### 5.1 通気性

通気性の結果はすでに4. 2で述べた。試料No. 1, 2の通気性は小さいが明らかに観察されている。これに対して、ラム革および牛革の場合<sup>2)</sup>は通気度が小さく測定不可能であった。電子顕微鏡観察の結果では試料No. 1～3のいずれの試料にも毛穴の貫通孔がみられ、これが通気性に影響を及ぼしていることも考えられる。しかし、

クロムなめしをした試料No. 1, 2に比較して、タンニンなめしをした試料No. 3の通気度が大きい結果となっている。断面の電子顕微鏡写真1-kをみると試料No. 3の場合は試料No. 1および試料No. 2と比較して間隙が多いようにも見られる。銀面があるにも関わらずタンニンなめしをした試料No. 3の通気度が大きくなっていることは興味深いことである。毛穴の貫通孔が通気に影響していることも考えられるが、それよりも微細な繊維およびその繊維束間隙の状態が通気性に影響を及ぼしているものと思われる。試料No. 4のエクセーナの通気量は試料No. 3の2倍以上で、断面の電子顕微鏡写真からわかる通り、極細繊維およびその繊維束の間隙が試料No. 1, 2, 3に比較して、はっきり見られることによるものと思われる。

### 5.2 透湿性

L. Fourt, M. Harris<sup>3)</sup>により布の透湿性について次式が示されている。

$$Q = D (\Delta C) A t / R \quad (1)$$

ここでQは透湿量、Dは空気中の水蒸気の拡散係数、Aは透湿面積、tは透湿時間、 $\Delta C$ は布両面の水蒸気濃度差、Rは透湿抵抗で布を空気層に置き換えたなら何cmに相当するか値である。

(1)式を変形すると、

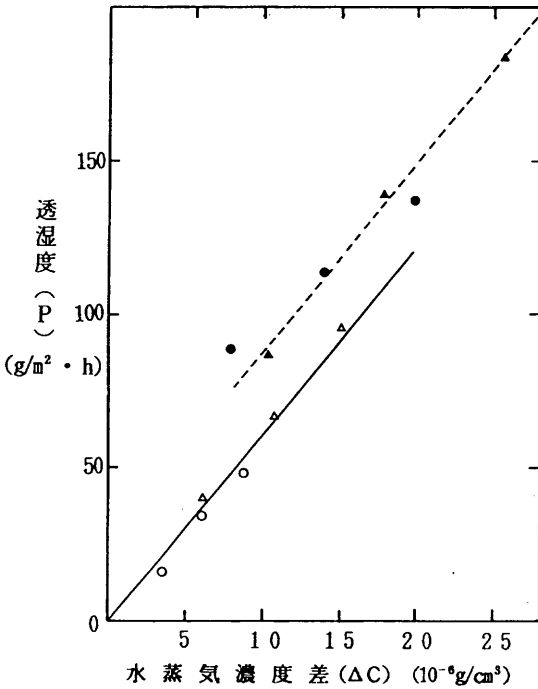
$$Q / A t = (D / R) \Delta C \quad (2)$$

となり、 $Q / A t$ は透湿度Pであるから(3)式が得られる。

$$P = (D / R) \Delta C \quad (3)$$

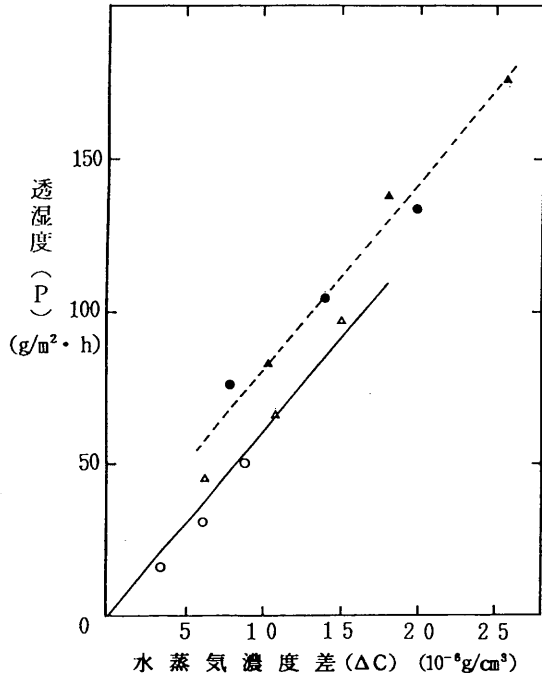
著者らは綿布およびポリエステル布について、透湿カップを用いた蒸発法により等温系で環境温湿度を変えて実験し、 $\Delta C$ を絶対湿度で表し横軸とし、縦軸に透湿度Pをプロットすると、温度が変わっても、 $P \sim \Delta C$ の関係は原点を通る直線に近い同じ線上にのることを示した。このことは、透湿カップを用いた蒸発法による実験では、布両面の絶対湿度の差が大きく影響し、温度の影響は、温度が変わることによる布両面の水蒸気濃度差が変化することによる影響が支配的であることを示した。

今、各試料について環境温湿度を変えて得られた4. 1, 2の透湿度Pの結果を、それぞれについて布両面の絶対湿度の差を横軸として図3～6に示した。ここで注目すべきことは、図5, 6からわかる通り、試料No. 3タンニンなめしした試料および試料No. 4エクセーナについては、実験した温度に関わらず、すなわち、20℃, 30℃, 35℃, 40℃の各温度で実験した透湿度の値すべてに関し



- 環境温度20℃, △ 環境温度30℃  
● 環境温度35℃, ▲ 環境温度40℃

図3 試料No.1の革両面の絶対湿度の差(水蒸気濃度差)および環境温度と透湿度の関係



- 環境温度20℃, △ 環境温度30℃  
● 環境温度35℃, ▲ 環境温度40℃

図4 試料No.2の革両面の絶対湿度の差(水蒸気濃度差)および環境温度と透湿度の関係

て、試料両面の水蒸気濃度差が大きくなるに従って、直線的に増加しており、 $P \sim \Delta C$ の図に原点を通る直線関係が成立している。この結果については前報の結果<sup>1)</sup>と同じ結論が言えると考えることができる。一方クロムなめしをした試料No.1および試料No.2については図3および図4よりわかる通り、実験した温度20℃、30℃においては、 $P \sim \Delta C$ に原点を通る直線関係が成立していると認められるが、35℃、40℃で実験した場合は20℃、30℃について得られた直線からはずれ、各 $\Delta C$ において透湿度が一定量増加し、20℃、30℃の場合の直線が上側に平行移動したような結果になった。透湿度の増加のしかたは試料No.1の方が試料No.2の場合より多くなっている。クロムなめしをした試料の実験温度が30℃を越え、35℃、40℃になると、このような透湿度の変化が起こる理由はよくわからない。皮革が生体由来のものであることに関係しているかもしれない。ちなみに皮革の透湿性を調べ

る温度は、すでに3. 1. 1の2)で述べたようにJIS K 6549では30℃になっており、このような変化が起こる手前の温度になっている。

次に、各試料について $P \sim \Delta C$ の関係が原点を通る直線関係を示す部分を図7に示した。図からわかる通りクロムなめしした試料No.1および試料No.2は同じ直線で示されている。このことは、クロムなめし革の20℃～30℃の透湿性は銀面付でもベロアでも殆ど変わらないことを意味している。 $P \sim \Delta C$ の傾斜はエクセヌが一番大きく、次にタンニンなめしをした試料であり、クロムなめしした試料はその傾斜が一番小さくなっている。温度30℃までの透湿性の良さはこの順番になっていると考えられる。

## 6. まとめ

衣料用として市販されている、銀面のあるクロムなめ

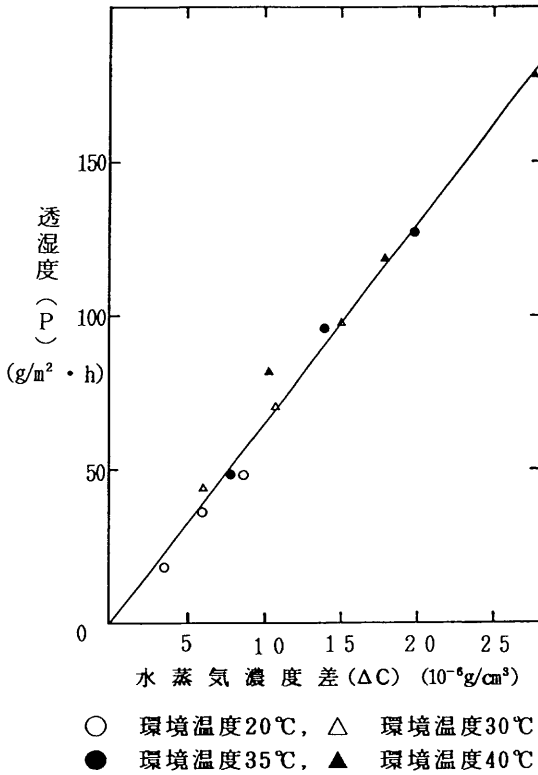


図5 試料No.3の革両面の絶対湿度の差(水蒸気濃度差)および環境温度と透湿度の関係

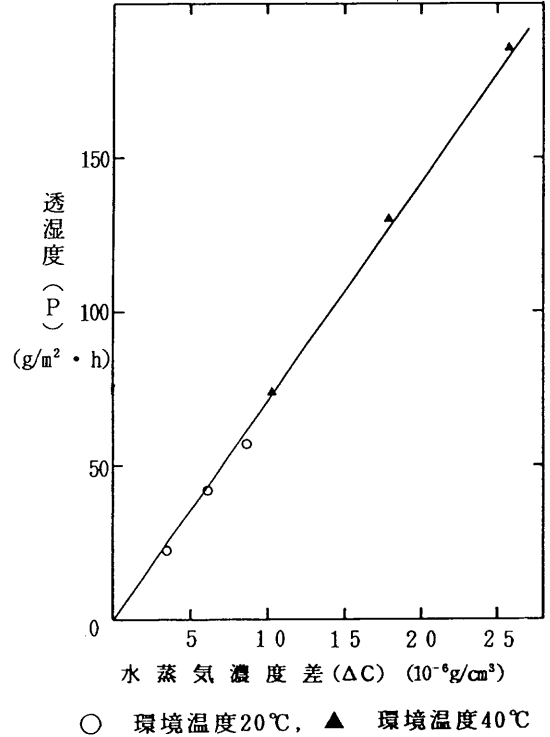


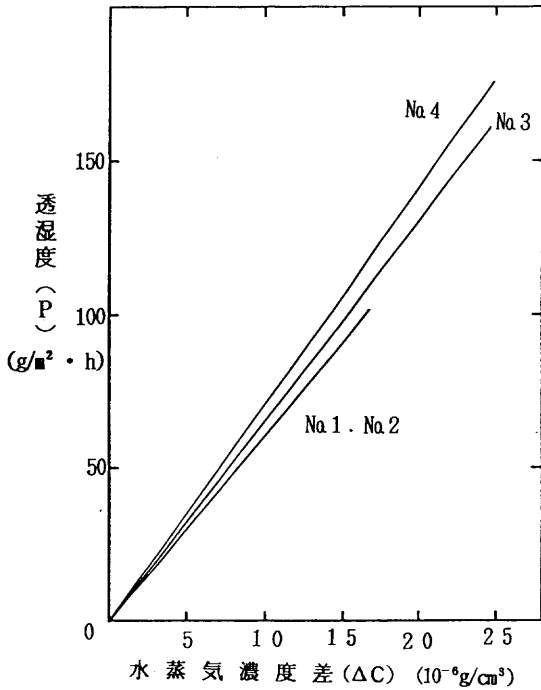
図6 試料No.4の人工皮革両面の絶対湿度の差(水蒸気濃度差)および環境温度と透湿度の関係

し豚革, ペロアのクロムなめし豚革, 銀面のあるタンニンなめし豚革, および人工皮革エクセーヌについて, 走査型電子顕微鏡観察, 通気性および透湿性について実験し次の結果が得られた。

クロムなめしされた2種の豚革のいずれも, その値は小さいが通気量が観測され, タンニンなめしされた豚革の通気量はこれより大きく, 人工皮革エクセーヌのそれはさらに大きく観測された。これらの結果は, 微細繊維およびその繊維束の間隙の状態によるものと推定した。

タンニンなめしされた豚革およびエクセーヌについては, 実験した温度に関わらず, 試料両面の水蒸気濃度差 $\Delta C$ と透湿度 $P$ の間に原点を通る直線関係が成立し, 透湿における温度の影響は, 温度が変わることによる試料

両面の水蒸気濃度差が変化することによる影響が支配的であると推定した。一方, クロムなめしした豚革は実験温度20℃~30℃についてはタンニンなめし豚革, エクセーヌと同様に $P \sim \Delta C$ 間の直線関係がみられ, 同様のことが推定されたが, 実験温度35℃~40℃では各 $\Delta C$ において透湿度が増加し, 20℃~30℃の $\Delta C - P$ の直線が上側に平行移動したような結果となり, 透湿性に独特の温度効果のあることがわかった。また $\Delta C - P$ の直線関係の傾斜から透湿性はエクセーヌが一番よく, 次がタンニンなめし革, クロムなめし革の順になっていることがわかった。また, クロムなめし革の場合の20℃~30℃の透湿性は銀面付きとペロアとで殆ど変わりがみられなかった。



図中のNaは試料Naを示す

## 謝 辞

終わりに本研究を行うに先立ち、皮のなめしの実際および現状について懇切丁寧な御教示を戴いた日本はきもの研究会会長 農学博士菅野英二郎先生および走査型電子顕微鏡観察にご協力戴いた本学 藤田智子助手に深く謝意を表します。

なお、本研究は仙田尚美の修士論文の主要部分でないことを付記する。

## 文 献

- 1) 昭和54年度東京都皮革技術委託研究報告書(Ⅱ), 東京都産業労働会館(1980-5)
- 2) 仙田尚美, 金網久明, 第9回感覚と計測に関するシンポジウム, 主催 繊維学会, 協賛 日本化学会, 日本家政学会, 他12学会(1995-6 東京)
- 3) L.Fourt, M.Harris, Tex.Res.J, Vol.17, 256 (1947)
- 4) 金網久明, 根本文子, 松村圭子, 繊維誌, Vol.49, 432 (1993)

図7 各試料の試料両面の水蒸気濃度差と透湿度の関係