織物の風合い

会員 小林 茂雄*

1. はじめに

布の風合いの定義は種々なされているが、要約すれば触覚に視覚が加味された織物類の総合評価であると考えられる。したがって、風合いについては触覚的因子のほかに、視覚的因子の影響についても考える必要がある。しかし、織物の力学的特性の面から風合いについて考える場合には、触覚的因子について述べるのが妥当と思う。そこで触覚的な面に風合いの内容を限定して考えることにする。

2. 風合いに関する官能的特性

人間の感覚によって計られる物の特性を官能特性というが、風合いは繊維製品の官能的特性のなかでも代表的なものの一つであろう。風合いは総合的な感じであり、この言葉自体に明確な定義があるわけではないから、Handling, Handle, Hand, Feeling, Feel, 地合い(じあい)、織風(おりふう)、布味(ぬのあじ)、手ざわり、触感などの言葉は、いずれも風合いとだいたい同じ意味に用いられていると考えられる。

風合いの内容を明らかにするために、風合いをさらに項目別に細別して、触覚的な官能量をあげてみると第1表¹⁾表のようになる。このような考え方は、R. H. Brand

* S. Kobayashi, Member. 工業技術院繊維工業試験所

The Handling of Fabrics

By Shigeo Kobayashi,

The Textile Research Institute,
Yokohama, Japan.

The handling or feeling is one of the important quality of fabrics. Specialists or experts in textile industry use various technical terms to evaluate the fabric feelings. For example, in English, "lively", "body", "compliant", "hungry", "dead", etc., are used to connote characteristics of handling. In Japanese, however, "fuai", "koshi", "numeri", "shari", etc., are used.

It is interesting to study the influence of physical properties on fabric feelings. The several techniques, such as regression analysis, factor analysis, information theory analysis, psycho-rheological analysis, etc., have been used to investigate the relation between subjective and objective factors.

In this paper, the outline of technical methods to study the handling of fabrics are reviewed. From the results of multiple factor analysis for shirt cloths, it was found that rating of subjective rigidity were affected not by compressibility but stiffness.

によっても試みられている。Brand は風合いの評価において、望ましいものと望ましくないものとに官能的特性を分けて考えているが、この分類を示すと第2表のようになる(形容語の日本語訳は旭化成 風間健氏訳参照)。

(第1表) 風合いに関係する官能量

重さ(重い, 軽い)
厚さ(厚い, うすい, うすっぱら)
柔軟性(かたい, やわらかい, しなやか, ごわごわした, 曲げやすい)
弾力性(いきいきした, ぐにゃつとした, ぐったりした, だらつとした, ぐたぐたした)
平滑性(なめらかな, つるつるした, ざらざら, あらい, すべすべした)
伸縮性(伸びやすい)
圧縮性(押しやすい)
張りのある(つっぱった, ばんばんした, 紙のような, ぱりぱりした, べらべらした)
腰のある
しんのある
ぬるみ(ぬめり)
ふくらみ(ふっくらした, パルキーな, ふくよかな)
ぼたつく(ぼてぼてした)
がさつく(ばさつく, ばさばさした)
ねちゃねちゃする(ねちゃつく, ねばねばした, じっとりした)
ざっくり(ざくざくした)
シャリ味(しゃりしゃりした)
暖かい(冷たい, ひんやりした)

(第2表) 風合いの形容語の整理 (Brand)

望ましいもの

Body (はりのある),	Bounce (はずむ),
Bulky (バルキーな),	Clean (毛羽のない),
Compliant (しなやかな),	Cool (冷たい),
Crisp (ぱりぱりした),	Drape (ドレープ),
Dry (乾いた),	Firm (ひきしまった),
Full (ふっくらした),	Lively (生き生きした),
Loft (ふくよかな),	Lustrous (つやのある),
Scroopy, Silky Feel (絹ずれの),	
Sheer (すきとおる),	Smooth (なめらかな),
Snap (きびきびした),	Soft (やわらかい),
Supple (しなやかな),	Warm (暖かい)

望ましくないもの

Bitey (でこぼこな),	Boardy (板のような),
Clammy (じっとりした),	Dead (ぐったりした),
Greasy (脂っこい),	Harsh (ざらざらした),
Hungry (貧弱な),	Lean (やせた),
Leathery (革状の),	Limp (ぐにゃぐにゃした),
Mushy (かゆのように柔らかな),	Mussy (乱雑な),
Papery (紙状の),	Picky (とげのある),
Pilling (ピリング),	Rubbery (ゴム状の),
Scratchy(ちくちくする),	Sleazy (べらべらした),
Snagging(こぼだらけの),	Streaky (しまのある),
Thready (糸状の),	Thin (薄い),
Waxy (ろう状の),	Wrinkling (しわ状の),
Wiry (ごわごわした)	

価値の変化するもの

Cottony (綿状の),	Cover, Top(表面カバー),
Cover, Bottom(地カバー),	Elastic (弾力性のある),
Fit (適合した),	Fuzzy (毛羽だった),
Hard (押しきたい),	Nervous (強じんな),
Scroopy(きしる), Scroopy, Cottony(木綿状にきしる),	
Shiny (すれて光る),	Slicky (つるつるした),
Stiff (曲げきたい),	White (白い)

しかし、このような分類もすべての場合に当てはまるわけではない。それは、布の種類や用途により、望まれる官能的特性が異なるからである。すなわち、たとえば背広用毛織物を考えてみても、夏向き用の場合には、一般的にシャリ味のある感じの生地が望ましいとされるが、冬向き用には、ぬめり感のある風合いのものが要求されるからである。したがって、風合いについては織物の種類や用途を規定したうえで考える必要がある。

風合いの解析を困難にしている最も大きな要因は、この風合いという言葉から受けるイメージが異なることであろう。しかし、風合いの判定が、全く主観的で個人差の激しいものかといえばそうでもなく、各人の判定結果に一貫性があるのがふつうである。第1図は、風合いと布構造、糸性能、糸構造、繊維物性などの物理的特性との関係を調べる場合の考え方を示したものである。風合

(第1図) 風合いのとらえ方

いは複合的な官能量であるため、これをさらに分けて、なめらか、硬い、伸びやすい、弾力性があるなどのとらえやすい官能的特性にする必要がある。このような官能量にすれば、各人がこれまでに経験や学習によって得たそれらの官能的特性に対する感じ方には、あまり大きな差がないと思われるので、風合いをより明確にとらえることができる。また、風合いを羊毛状、絹状、麻状などのように繊維素材別に分けて考えれば、風合いの内容をより明確にとらえることができる。このように、風合いをよりとらえやすい表現に分けるなり、あるいは繊維素材別に分けるなりして、風合いと物理的特性との対応関係を調べていくことが必要である。しかしながら、硬さ、弾力性、ぬめり感、シャリ感などの官能的特性の内容が明らかになったとしても、布の風合いはこうでなければならないと規定することは不可能であろう。それは布の種類や用途に応じて、ある布は硬いものが好まれるだろうし、ある布は柔らかいものが好まれるからである。

3. 風合いと物理的因子との対応づけの考え方

風合いのような官能的特性を調べていく場合には、人間の判定結果を何らかの方法で定量化する必要がある。その手段として、官能検査と呼ばれる分野が確立され、官能量の解明に糸口を与えた。

官能検査は人間の感覚による検査であるために、いろいろの問題点もある。しかし、心理学における学習、知覚、計量手法や、推計学における実験計画法、検定など

の助けにより、感覚量を計量化できるようになってきている。何のために官能検査をするのかよくみきわめ、目的に適した判定者を選び、適切な実験条件、実験方法、実験環境のもとで、官能的特性を計量化することが必要である。

風合いに対する評価にも判定者によりばらつきがあるが、これをできるだけ少なくするような方法により風合いを計量化し、官能量と物理的特性との対応関係を調べれば、風合いの内容を明らかにすることができるだろう。一般に官能量の計量化と、その解析はつぎの順序によって行なう。

- (1) 風合いの感覚的性能につき官能検査をする
- (2) 官能検査の結果より、風合いの官能量の尺度構成値をつくる
- (3) 風合いの官能量の尺度値と物理的因子との対応関係を調べる

ここで、布の風合いのとりえ方について、主として風合いの官能量と物理的因子との対応づけの考え方についてふれてみる。

3.1 回帰分析 (Regression Analysis)

統計学において一般に用いられている方法であり、風合いの官能量をつぎのような回帰式で表わそうとするものである。

$$Y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 + \dots$$

ただし、 Y は官能量、 $x_1, x_2, x_3, \dots$ は物理的因子、 $a_0, a_1, a_2, a_3, \dots$ は重みづけの定数である。したがって、回帰式により表わされた重みづけの定数をみれば、各物理的因子の官能量に対する影響度が推定できる。最小2乗法や判別関数法も同様の方法である。この種の方法により風合いを物理的特性の関数として表わそうとした試みには、古田²⁾の毛布の風合い、篠原³⁾らの綾絹ネクタイ地の風合い、松尾⁴⁾の毛織物紳士服地の風合いの研究などがある。

3.2 因子分析法 (Factor Analysis)

多変量解析の手法の一つであり、教育心理学の分野において、知能や学力の検査の解析に応用されてきたものである。

いま、 n 個のサンプル (たとえば布) について、 p 個の特性値 $x_1, x_2, \dots, x_p$ (たとえば柔らかさ、腰などの官能的特性や、重さ、厚さ、剛軟度などの物理的特性) を測定したとき、測定項目間の関係は $x_1, x_2, \dots, x_p$ を直角座標とする p 次元空間に散らばる n 個の点により表わされる。ただし、空間の次元が4次元以上になると、それを実際に図表示することができないから、その散布図からいろいろの判断や推測をすることが困難である。そこで情報量をあまり多く失うことなしに、この空間の次元数 p を下げようとする考え方が主成分分析法である。次元数の減少は、 p 次元の空間の n 個の点のばらつきのできるだけ多くの部分をなう第1の軸 (第1主成分) を求め、つぎにこれに直交する ($p-1$) 次元空間で、同じく n 個の点のばらつきをできるだけ多く説明するような第2の軸 (第2主成分) を求め、以下この手続きを繰り返して行なう。因子分析法も主成分分析法の考え方とほとんど同じである。

因子分析法の計算は測定項目間の相関行列表をもとにして、固有値、固有ベクトルを求める操作を繰り返して、第1、第2、第3因子、……につぎ、各測定項目の因子負荷量を求め、類似性を推定しようとするものである。因子分析法により風合いを解析した具体例については後でふれる。この方法により風合いを解析した試みには、Howorth⁵⁾、小林⁶⁾、吉田⁷⁾などの研究がある。

3.3 情報理論 (Information Theory)

風合いは布からの情報をもとに人間が判定するものであるから、情報理論の考え方が応用できるものと考えられる。

情報理論では、最も基本的なものとして、あいまいさを表わすのにエントロピーを用いる。一般に一つの試行において n 個の事象があり、それぞれの実現確率が $p_1, p_2, \dots, p_n$ である独立な確率事象

$$\begin{bmatrix} A \\ P \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_1, a_2, \dots, a_n \\ p_1, p_2, \dots, p_n \end{bmatrix}$$

において、この試行によるあいまいさの度合は

$$\begin{aligned} H(A) &= H(p_1, p_2, \dots, p_n) \\ &= - \sum_{i=1}^n p_i \log p_i \end{aligned}$$

によって与えられる。この場合の $H(A)$ をエントロピーといい、不確定度を表わす量であり、不確定な状況を確定するのに要する平均情報量である。

風合いはいろいろの官能的因子が関係した複合的な官能量である。したがって、各官能的因子は“ある、なし” (または、よい、わるい) の2とおりの場合をとるとし、これを $(1, 0)$ で表わせば、風合いの状態はたとえば $(1, 0, 0, 1, \dots)$ のように1, 0のマトリックスにより表わされる。このようにマトリックス表示される事象の確率をもとにして、エントロピーにより風合いを計量化することができる。

布の風合いを繊維別にみると、毛織物、麻織物および絹織物の風合いが基礎になっていると考えられる。そこで、これらの風合いについて、風合いを構成する官能的特性を(1, 0)表示によりまとめてみると、たとえば第3表のようになる。表中、1の数字の個所は、その官能量が一般的に望ましい場合、0は望ましくない場合、空白はどちらともいえない場合である。ここでたとえばなめらか、柔らか、ふくらみ、腰の4官能因子を取り出し、おのおのについてあるものを1、ないものを0で表示すると、(1, 1, 1, 1), (1, 1, 1, 0), (1, 1, 0, 1), ……のように16とおりの組み合わせが考えられる。これを毛織物の風合いの場合に当てはめると、(1, 1, 1, 1)表示のものは、なめらかで、柔らかく、ふくらみがあり、腰のある場合で、毛織物として最も望ましい状態を示している。また、この逆の(0, 0, 0, 0)表示のものは、最も望ましくない場合である。このように記号論理表示されたおのおのの状態につき、エントロピーを算出すれば、その値は官能検査から得られたあいまいさの大小、すなわち情報量の大小を示していることになる。なお、エントロピーには、ある条件が与えられた場合のあいまいさを表わすものとして条件付きエントロピーの考え方もあるが、この条件付きエントロピーの考え方も官能量の計量化に応用できる。

(第3表) 風合いの官能的特性の記号論理表示

官能 風合い	特性 なめ か	特性 柔ら か	特性 ふくら み	特性 腰	特性 シャリ 味	特性 ぬめり
羊毛状	1	1	1	1		1
麻状		0		1	1	0
絹状	1	1		1		

官能量をエントロピーによりとらえる考え方について詳しく述べることはできないが、簡単な例をあげる。たとえば、毛織物の風合いの官能検査を行なった結果、風合いのよさは、なめらかさ 20%、柔らかさ 40%、ふくらみ 10%、腰 30% の割合で影響を受けることがわかったとする。この場合、風合いのよさの原因のあいまいさをエントロピー (H) で表わすと

$$H = -(0.2 \log_2 0.2 + 0.4 \log_2 0.4 + 0.1 \log_2 0.1 + 0.3 \log_2 0.3) = 1.846 \text{ (bit)}$$

となる。風合いのよさの影響度を官能検査により調べる前は、なめらかさ、柔らかさ、ふくらみ、腰の各要因が、等確率で影響すると仮定できる。ところが、官能検査によって各要因の実現確率がわかったならば、この判

定により得た情報量は

$$\log_2 n - H = 2.000 - 1.846 = 0.154 \text{ (bit)}$$

となり、 $\log_2 n$ よりの減少分だけが得た情報量となる。ただし、 n はこの場合は要因数で4である。

光沢、色相などの視覚の因子、硬軟、粗滑などの触覚の因子が、どのように風合いに影響するのか、このような各因子の重みづけの場合をはじめ、種々の状態の不確定度をエントロピーとしてとらえておくと、情報の諸性質を調べるのに非常に便利である。情報理論を応用して風合いを解析した試みには、呉、篠原、小林の研究がある。

3.4 サイコロロジー (Psycho-Rheology)

人間がどのように力学量を感じとっているかを研究する分野にサイコロロジーがある。これは、サイコロジーとレオロジーとの中間領域として、イギリスのレオロジーの先駆者 Scott Blair らにより1940年前後からつくられ、Blair および Harper を中心にして発展してきた分野である。

物質のレオロジカルな特性は、物を適当な測定機にかけて、引っ張り、ねじり、曲げ、押し出しなどの方法で変形させ、応力と歪みと時間との関係を求めることにより定められる。しかし、測定機を使わなくても人間がそれぞれの物質に特有の方法で多少ともレオロジカルな操作を加え、それによって生じた皮膚感覚量からも物質の特性を知ることができる。腰がある、ぬめりがある、風合いがあるといった表現は、レオロジカルな操作による感覚量である。このような感覚量と物理量との関係を精神物理学的に調べるのがサイコロロジーである。

Blair によると、物質を t_c sec 間握りしめたときの硬さの判断は、 t_c sec 後の変形量または変形速度ではなく、両者の中間的なものによるとしている。また、弾性率と粘性率との差異を主観的方法でどの程度に判別できるかについては、弾性率の変化のほうが粘性率の変化より3倍も敏感に知覚できると報告している。

ここで、布の風合いの性能の一つであるライブリネスについて考えてみる。ライブリネスは布にある変形を与えたときの回復する速さに関係するもので、腰の官能量にも関係する重要な性能である。このライブリネスは時間に依存した挙動をするが、布の曲げ回復運動をストロボ照射によりとらえ、ライブリネスの官能量との関係を調べた結果についてふれてみる。2つに折り曲げられた布は、試長、¹⁰⁾ 負荷重および負荷時間を適当に選べば、第2図に示すように除荷重後、 θ_0 から $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4$

(第2図) 布の曲げ回復運動

と回転運動をして急速に回復した後、 θ_5 , θ_6 間で O を支点として回復しようとする力と、それと反対方向に働く復元しようとする力などにより減衰運動をして θ_8 の状態になり、さらに θ_7 , θ_8 と徐々に回復していくものと考えられる。

回転運動において回転角 θ は次式により表わせる。

$$\theta = 1/2 \cdot T/I \cdot t^2$$

ただし、 T はトルク、 I は慣性モーメント、 t は時間である。 T を布の剛性率 G と回転角 θ との関数として表わすと、回転運動中 T は布がはね返るにつれて減じ、 $T \propto G/\theta$ となるので、つぎの関係が成り立つ。

$$\theta^2 \propto 1/2 \cdot G/I \cdot t^2$$

したがって、角速度 ω は次式により表わせる。

$$\omega = \theta/t = k \sqrt{G/I}$$

この関係を用いて、いろいろの布につき曲げ回復運動から求めた ω と $\sqrt{G/I}$ との関係をプロットした一例を示すと第3図のようになる。

(第3図) ω と $\sqrt{G/I}$ との関係

なお、実験条件は試長 2×1 cm, 荷重 1 kg, 負荷時間 3 min であり、 ω は除荷後 0.01 sec の角速度、 G は Peirce のハート ループ法による剛軟度である。図において、布の反発性に関する因子は たて軸に、剛さ

に関する因子は よこ軸に示され、腰と柔軟性とを加味した官能量を表示できると思われる。定数 k の値を算出すると、冬用毛織物婦人服地 $2.0 \sim 4.0$, 綿ブロード地 $0.5 \sim 1.0$ である。

また、ライブリネスの官能量と物理的特性との関係を調べた結果では、ライブリネスの官能量は曲げ剛さと曲げ回復の積とよい相関がみられた。第4図はその結果の一例である。この場合、ライブリネスの官能量は、主として布の曲げ回復弾性力について評価するように判定者に情報を与えた。官能尺度値は4人の判定者が、6枚の冬用毛織物婦人服地について、 $C_2=15$ 回の対比較判定を日を変えて5回繰り返す、その結果の平均得点で示してある。図において、“強”は折り曲げた布を手で強く押して判定した場合、“弱”は弱く押して判定した場合である。なお、物理的特性の剛軟度はハート ループ法の曲げ剛さ G 、防しわ度は JRC 法のしわ回復角であり、両測定条件ともに JIS によった。

(第4図) ライブリネスの官能量と物理量との関係

4. 因子分析法による布の風合いの解析

風合いの官能量と物理量との対応づけの例として、因子分析法による解析について述べる。

官能検査により風合いの官能量の尺度化を行なった。官能検査においては、試料を適正に選定することが大切である。本実験の場合には、綿、レーヨン、ベンベルグなどの市販のブロード生地8種類を用いた。これらの試料は評価項目の押しにくさ、曲げにくさ、硬さ、腰のおおのについて、あまり差が大きすぎるものがないように配慮した。なお、試料はいずれも平織であり、色は白に統一した。また、判定者には地方公共機関などの織物関係の技術者12人を用いた。官能検査は判定者の判断

にのみ依存するので、判定者にどのような人を選ぶかということも重要である。本実験では、風合いの内容を明らかにすることが目的であるので、風合いについて知識をもった専門家を判定者を選んだ。評価方法には、順位配列法と一対比較法の両方法を用いた。順位配列法においては、判定結果を数値化するために、点数の配分は各評価項目中、最も大なるものより、8, 7, ……………, 1点とした。判定結果は有意性の検定を行なったのち、序数尺度として尺度構成した。一対比較法においては、各2種ずつの試料の組み合わせを $sC_2 = 28$ 対つくり、これを一対ずつランダムに提示して判定させた。点数の配分は一対の比較において、硬い、または腰のあるほうに1点、そうでないほうに0点を与えた。判定結果は有意性の検定を行なったのち、サーストンの変形であるギューリクセンの方法により間隔尺度として尺度構成した。サーストンの一対比較の間隔尺度の構成にしばしば用いられる。いま、一対の試料 (T_i, T_j) を提示して N 回の独立な比較判断をさせるとする。このとき、 T_i のほうが硬い、腰があるなど、 T_i を指定する判断を $T_i > T_j$ で表わし、 N 回中におけるその相対頻度 p_{ij} をもとに尺度値を求めるものである。このサーストン方法では、一対の試料 (T_i, T_j) の比較において、 T_i と T_j の差が明瞭で比較するまでもないものが存在すると、相対頻度 p_{ij} は1あるいは0になり、尺度構成の計算が不可能になる。この場合に、相対頻度1あるいは0の組は除いて、不完備行列として計算し尺度構成する方法がギューリクセンの方法である。ギューリクセンの方法により尺度化したのは、硬さおよび腰の一対比較判定において、差が明瞭すぎて比較するまでもない組が存在したためである。

第5図は官能力の尺度構成結果の一例で、ギューリク

(第5図) 硬さと腰の両官能力の関係

センの方法により尺度化した硬さと腰の両官能力の関係を示したものである。図から明らかなように、硬さと腰の両官能力の相関は大きく、硬いものは腰があると判定されやすいことがわかる。

さて、尺度化された官能力が物理的特性とどのような関係にあるかが、つぎの問題である。そこで、先に述べた4評価項目との関係を考えて、重さ、厚さ、比容積、防しわ度、圧縮率、圧縮弾性率、圧縮硬度係数、剛軟度(カンチレバー法、ハートループ法、クラークソフトネス法)を測定した。

官能力と物理量との関係は、因子分析法の一手法である完全セントロイド法により、第3因子まで因子抽出して調べた。この場合、因子分析の試験項目としては、押しにくさ、曲げにくさ、硬さ、腰の官能力の特性の序数尺度値と、重さ、厚さ、比容積など14の物理的特性の測定値を用いた。第4表は因子分析の結果を示したものである。ただし、因子の解釈を容易にするために、硬さと腰の両官能力に焦点を合わせ、これらの官能力の因子負荷量を各因子軸ともに、できるだけ0か1に近づけるよう

(第4表) 因子行列表 (因子軸回転後)

番号	測定項目	a_1	a_2	a_3	h_j
1	重さ	0.050	0.548	-0.711	0.809
2	厚さ	-0.077	0.859	-0.209	0.788
3	比容積	-0.123	0.837	0.196	0.754
4	防しわ度	0.626	-0.329	-0.007	0.500
5	圧縮率	-0.037	0.929	0.172	0.894
6	圧縮弾性度	0.175	-0.978	-0.129	1.004
7	圧縮硬度係数	0.025	-0.974	-0.238	1.007
8	剛軟度カンチレバーC	0.884	-0.282	-0.370	0.998
9	剛軟度カンチレバーG	0.846	-0.201	-0.604	1.121
10	剛軟度ハートループC	0.980	-0.047	0.165	0.989
11	剛軟度ハートループG	0.969	0.082	-0.032	0.947
12	剛軟度クラークG	0.969	0.021	-0.024	0.940
13	剛軟度クラークStiff	0.787	-0.345	-0.320	0.840
14	剛軟度クラークSoft	-0.987	-0.057	-0.034	0.978
15	押しにくさ (官能)	0.734	-0.522	0.512	1.073
16	曲げにくさ (官能)	0.972	0.134	-0.489	1.202
17	硬さ (官能)	1.003	0.022	-0.033	1.007
18	腰 (官能)	0.959	-0.077	-0.005	0.926
$\Sigma(a_i)^2$		9.787	5.162	1.828	$\Sigma(h_j^2)$ 16.777

に軸を直交回転法により回転させてある。表中, a_1 は第1因子負荷量, a_2 は第2因子負荷量, a_3 は第3因子負荷量である。 h_j^2 は共通性 (Communality) と呼ばれるもので, a_1, a_2, a_3 の3つの共通因子によって生じた試験分散の割合を示し, 1から離れている場合は実験誤差が多いか, その試験のみに個有な性質が多いかである。

さて, 第4表の結果から, どのように官能量と物理量との関係を推定したらよいのだろうか。因子行列表において, 第1因子 (a_1) の列で因子負荷量の大きい測定項目は, それらの項目の間で何らかの類似性があると解釈する。この場合, 因子負荷量が1である測定項目があれば, 第1因子は1の因子負荷量の測定項目の性質によって, 完全に説明されることになる。第4表では, 硬さの官能量がほぼ第1因子の性質を説明しているといえる。なお, 因子負荷量が1.003と1より大きいのは, 計算誤差のためと考えられる。第2, 第3因子についても第1因子の場合と同様にして, 測定項目間の類似性を推定する。第4表の因子分析の結果から, 第1因子 (a_1) では, 曲げかたさに何らかの関連性のあるものが大きな負荷係数をもっている。また, 第2因子では, 圧縮性に何らかの関連性のあるものが大きな負荷係数をもっているが, 第3因子では, はっきりした傾向がない。なお, 負荷係数の符号の正負は, 基準尺度のとり方の問題であるから, 絶対値として考えればよい。

第6図~第8図は, 第4表の因子負荷量を2因子間で平面座標に図示したものである。図中の各点は, 原点よりのベクトルの先端を示したものであり, 各官能的特性のようにベクトルで示されるが省略してある。先にふれたように, 第1因子軸 (a_1) は曲げかたさの性質を, 第2因子軸 (a_2) は圧縮性の性質を示している。また, 硬さと腰の官能量はほぼ同位置にあり, 両者の類似性は強い。さらに, 硬さと腰の官能量は押しにくさ, 曲げにくさの間に位置し, 両官能量に関係している。硬さについて考えると, 物理的には曲げかたさの各量との関連性が強く, 圧縮性の各量との関連性は弱い。

吉田⁷⁾の毛織物の風合いの因子分析の結果では, 腰は官能的にいえば, 硬くて, 曲げにくく, 厚くて, ざらざらしたという表現で表わされるといっている。

また, Howorth⁸⁾の梳毛服地はか数種類の風合いについての因子分析の結果から, 大きな因子負荷量の項目を各因子ごとに選びだしてみると, 第5表のようになる。その結果では, 曲げかたさ (Stiffness), なめらかさ

(第6図) 第1, 第2因子間の位置関係

(第7図) 第1, 第3因子間の位置関係

(第8図) 第2, 第3因子間の位置関係

(Smoothness), 重さ (Weight), 厚さ (Thickness) の各量が風合いに影響する因子としてあげられている。

(第5表) 因子分析結果 (W. S. Howorth)

(官): 官能量 (物): 物理量

織物の種類	因子		
梳毛服地	なめらかさ ⁽¹⁵⁾ (官)	曲げかたさ ($C \cdot G$)	厚さ(物)
合繊肌着	なめらかさ ⁽¹⁶⁾ (官)	曲げかたさ ($G \cdot Q$)	重さ(官)
合繊服地(軽目)	やわらかさ (官)	曲げかたさ ($C \cdot G$)	重さ(物)
合繊服地(重目)	なめらかさ (官)	曲げかたさ (C)	厚さ(物)

5. おわりに

布の風合いの官能的特性をいかにして物理的特性と対応づけたいか、その方法について考えてみた。しかし、風合いに影響する物理的特性そのものについては、あまり述べる事ができなかった。

風合いに影響する物理的因子としては、A.S.T.M. の例が多くの人によって引用されている。それによると、Flexibility, Compressibility, Extensibility, Resilience, Density, Surface Contour, Surface Friction, Thermal Character の8因子をあげているが、それらの因子を選んだ根拠は明らかでない。また、R. M. Hoffman⁽¹²⁾らは、Stiffness, Compliance, Liveliness, Weight, Leanness & Bulk, Compressibility & Thickness, Waxiness, Friction, Contact Warmth, Drape, Smoothness & Luster, Covering Power, Contour Retention & Resilience⁽¹³⁾の13因子をあげている。さらに小西は、織物構造、圧縮抵抗、すべり抵抗、曲げ抵抗、重さ、厚さの6因子をあげている。しかし、これらの物理的因子は布の風合いに係るということであって、どのように影響したときに風合いがどう変わるか、この問題についての理論的な解析にはまだまだ未知の点が多い。

風合いの研究も最近かなり活発に行なわれるようになり、また、風合いのとらえ方の提案も種々なされるようになってきた。すなわち、川端⁽¹⁴⁾らの風合いに影響する布

の力学的性質を、糸や繊維のパラメーターにより表わそうとする試み、呉⁽¹⁵⁾の風合いの因子を、布、糸、繊維へと関連づけた分類表の提案、渕野、木下⁽¹⁶⁾らの風合いを破壊論の立場から解析しようとする提案などがなされている。風合いに影響する物理的因子もだんだんに明らかになってきたが、絹状感触、麻状感触、あるいは羊毛状感触が、布、糸、繊維のどのような性質によりかたちづけられているか、このような問題の究明はまだ不十分であり、今後の課題であろう。

なお本稿は織物の力学的特性シンポジウム(1968-8)の講演を中心にとまとめたものである。

文 献

- 1) R. H. Brand; Text. Res. J., 34, 791 (1964)
  - 2) 古田; 品質管理, 11, 687 (1960)
  - 3) 篠原, 近藤; 品質管理, 11, 711 (1960)
  - 4) 松尾; 繊維誌, 16, 513 (1963)
  - 5) W. S. Howorth, P. H. Oliver; J. Text. Inst., 49, T540 (1958)
W. S. Howorth; J. Text. Inst., 55, T251 (1964)
  - 6) 小林; 織工試研究報告, 63, 52 (1963)
  - 7) 古田; 品質管理, 14, 782 (1963)
  - 8) 呉, 篠原; 輸出生糸の改良に関する研究 (1962)
  - 9) 小林; 織消誌, 8, 264 (1967)
小林; 第9回官能検査大会報文集, 71 (1968)
  - 10) 小林; 繊維学会昭和40年秋期研究発表会講演要旨集, 96 (1965)
  - 11) 小林; 織消誌, 6, 67 (1965)
  - 12) R. M. Hoffman, L. F. Beste; Text. Res. J., 21, 66 (1951)
  - 13) 小西; 繊維と工業, 20, S36 (1964)
  - 14) 川端; 第16回高分子夏期大学講演要旨集, E17 (1968)
  - 15) 呉; 繊維集合体の構造と性能に関する分類表
  - 16) 渕野, 木下, 伊東, 斎藤; 繊維と工業, 1, 416 (1968)
- 官能検査および因子分析についての参考書を一冊ずつあげておく。
- 日科技連官能検査委員会編; “工業における官能検査ハンドブック”, 日科技連 (1962)
清水, 斎藤; “因子分析”, 日本文化科学社(1960)