

パラフィン法の形状特徴値と パンティストッキングの皮膚刺激性との関連

(家政教育講座) 眞鍋郁代

(京都光華女子大学短期大学部) 知念葉子

(東北生活文化大学) 小野寺美和

(富山県工業技術センター) 中橋美幸

The relation of the wear track on paraffin and the skin irritation by the stocking

Ikuyo MANABE, Yoko CHINEN, Miwa ONODERA and
Miyuki NAKAHASHI

(平成25年7月24日受理)

Abstract : Based on the results of the previous paper ¹⁾, we attempted to evaluate the mechanical skin irritation resulting from the use of stockings (PS). We performed a basic experiment to evaluate the paraffin method and identified certain conditions under which the wear track is observed. We obtain high correlation between the values calculated from the shape features of the wear track and the average of the SD method score calculated from the sensory evaluation of friction for all PS samples except one. We considered the possibility of objectively assessing mechanical skin irritation using the paraffin method.

Key words: stocking, skin stimulus, paraffin, image analysis

キーワード: パンティストッキング, 皮膚刺激, パラフィン, 画像処理

1. 緒言

本研究では前報 ¹⁾ の結果をもとに、実際にパラフィン法を用いて、パンティストッキング（以下 PS とする）の力学的皮膚刺激性の評価を試みた。評価は、パラフィン法で得られた形状特徴値と人体の PS 摩擦における官能評価値との相関から評価式を導いて行った。力学的皮膚刺激の要因には摩擦以外にも圧迫があげられるが、一般に摩擦現象には圧迫も含まれているので、本研究における客観的評価法は特に衣服の摩擦による皮膚刺激に着目しその予測に役立てることを目的としている。また

実際に着用した場合の皮膚刺激性に関してはどの程度予測可能であるかについても検討した。

2. 方法

2.1 試料

試料には、交編サポートタイプ8種と、ゾッキ、シアタイプ各1種の計10種を用いた。すべて、前報 ¹⁾ で用いた試料と同様のものを使用した。供用試料も前報 ¹⁾ と同様とした。

2.2 測定方法

(1) パラフィン法

実験方法の詳細は、前報¹⁾と同様にした。パラフィンとPSとの摩擦時の荷重は200gとし、摩擦痕跡の観測においての照明角度は、深い摩擦溝の測定には30°、全体の摩擦溝の測定には70°とした。画像処理におけ

る抽出は、140～255のしきい値による二値化を行った。使用した計測値は、照明角度70°と30°のそれぞれについて、幅4mm中の摩擦本数、各摩擦溝の溝幅平均、摩擦溝の幅が0.035mm以上の太い摩擦本数、溝幅の標準偏差の4項目、計8項目とした。具体的な数値をTable.1に示す。

Table.1 摩擦痕跡の形状特徴値

	摩擦本数		太い摩擦本数		溝幅の平均		溝幅の標準偏差	
	30°	70°	30°	70°	30°	70°	30°	70°
Z	9	22.3	3	6.6	0.0312	0.0291	0.01538	0.01413
Sh	3.6	16.3	1	3.3	0.0289	0.0298	0.01033	0.01478
L	5.6	12.6	1.3	7.6	0.0266	0.0340	0.01018	0.01945
G	14.6	26.3	3.6	6.6	0.0296	0.0272	0.01371	0.01164
S	8	21.3	2.6	7	0.0317	0.0304	0.01177	0.01417
B	13.6	20.6	4.3	7.6	0.0292	0.0334	0.01179	0.01912
PR	8.6	29	3	9	0.0314	0.0321	0.00904	0.02224
E	7.6	21	2	8.6	0.0290	0.0344	0.00819	0.01708
KS	17	26.3	1.6	9.3	0.0237	0.0344	0.00849	0.02385
PV	7.3	16.3	3	6	0.0372	0.0326	0.01625	0.01769

(2) PSの人体摩擦による官能評価実験

実験は25℃±1℃、50±10%RHの環境下で行った。被験者は20～25歳の健康な女子大生38名とした。被験者は、実験室に入って股下5cmの実験用ショートパンツ（綿100%）に着替え、30分間安静にした後に実験を開始した。実験はパラフィン法と同様の摩擦試験機を用い、パラフィン法と同様の1mm/secの速度で被験者の大腿部後面を摩擦した。このとき被験者は、伏臥位になり、摩擦により感じた刺激性の官能評価をSD法得点で記入した。刺激性の項目は、チクチク、ざらざら、かゆい、硬い、ひっかかる、総合評価の計6項目である。さらに、これらの得点の他にも簡単な体質調査を行った。調査項目は、アレルギーの有無、皮膚障害経験の有無、乾燥肌か否か、衣服着用による刺激性を感じやすいか否か、の4項目である。これらのアンケート票をFig.1に示す。

2.3 評価方法

評価法には、官能評価における結果をもとに、力学的

皮膚刺激性の各項目と摩擦痕跡の諸形状特徴との相関を求める統計学的方法を用いた。相関は、重回帰分析から求めた。目的変数は皮膚刺激性のSD法得点、説明変数は摩擦痕跡の諸形状特徴値とした。評価を行った刺激性項目は、クラスター分析により体質による傾向を分類した結果有用な関係にあると思われた体質との組み合わせについて検討した。体質の分類にあたり、チクチクなどの皮膚刺激も軽度の皮膚障害に含まれるため、以下発赤などの皮膚障害を経験した被験者を中高皮膚障害経験者、チクチクなどの皮膚刺激を感じたことのある被験者を低皮膚障害経験者とする。

2.4 着用評価実験

着用評価実験は、着用時に暑さ、寒さなどの温熱的な不快感を感じにくい4月に行った。被験者は、20歳から24歳の標準体型に準ずる健康な女子大生5名とした。5名とも、衣服着用による皮膚刺激感を感じやすいと申告している。試料は、本研究で用いたPS10種とし、被験者は1日1足8時間着用した後の着用評価をSD法

パンティストッキングの皮膚刺激感に関するアンケート

氏名 ()
 所属 ()
 年齢 () 歳

1. 次の質問にお答え下さい。

◇アレルギー体質ですか。 YES・NO
 ◇乾燥肌ですか。 YES・NO
 ◇皮膚障害（赤くなる等）を起こしたことがありますか。 YES・NO
 ◇被服着用による刺激感（チクチクする等）を感じやすいですか。 YES・NO

2. 摩擦試験により感じた肌触り評価の得点を記入して下さい

●試料 ()

	非常に -3	かなり -2	やや -1	どちらでもない わからない 0	やや +1	かなり +2	非常に +3	
チクチクする								チクチクしない
ざらざらする								ざらざらしない
かゆい								かゆくない
硬い								硬くない
ひっかかる								ひっかからない
総合的に不快								総合的に快

Fig.1 皮膚摩擦実験のアンケート用紙

得点により記入した。記入用紙は、Fig.1 と同様のものを使用した。

3. 結果

3.1 人体とPSとの摩擦による官能評価実験

Fig.2 は、人体とPSとの摩擦実験により得られた被験者全員の官能評価の結果を総合評価について全数プロットしたものである。この図から、被験者が感じる刺激性の程度は、個人によりかなりばらつきがあることがわかる。これより、解析には平均値を用いることとした。各項目についての平均値は、Fig.3 のグラフに表した。

どの項目においても、アレルギー体質者の平均値は他の平均値と顕著に異なる傾向を示しているが、アレル

ギー体質者は全体の 7.9 %の3人にすぎないため、これが体質によるものか単なる個人差によるものかは判断しにくい。全体的に、体質に係わらず共通しているのは、硬いの項目を除き、Zで得点が高くShで得点が高いということである。これは、Zはサポート糸 100 %に対しShはレギュラー糸 100 %という、糸・編構造の違いによると思われる。他の交編サポート8種においては、試料間の大きな差は見られなかった。体質別にみると、大部分において、低皮膚障害経験者の平均値が他の平均値よりも低い値をとっていた。ここで、各体質について特に敏感な刺激性項目を検討するために、クラスター分析を行った。Fig.4 は、体質別に各項目の類型を表した結果である。

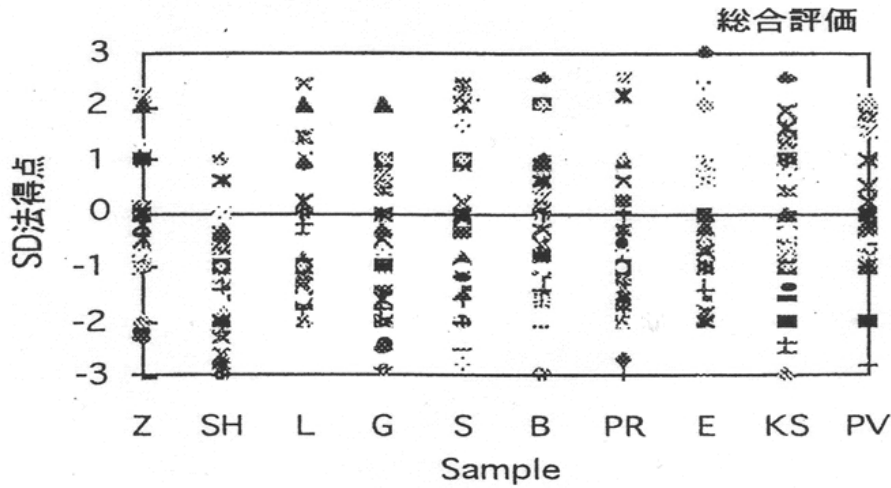


Fig. 2 被験者全員の官能評価プロット

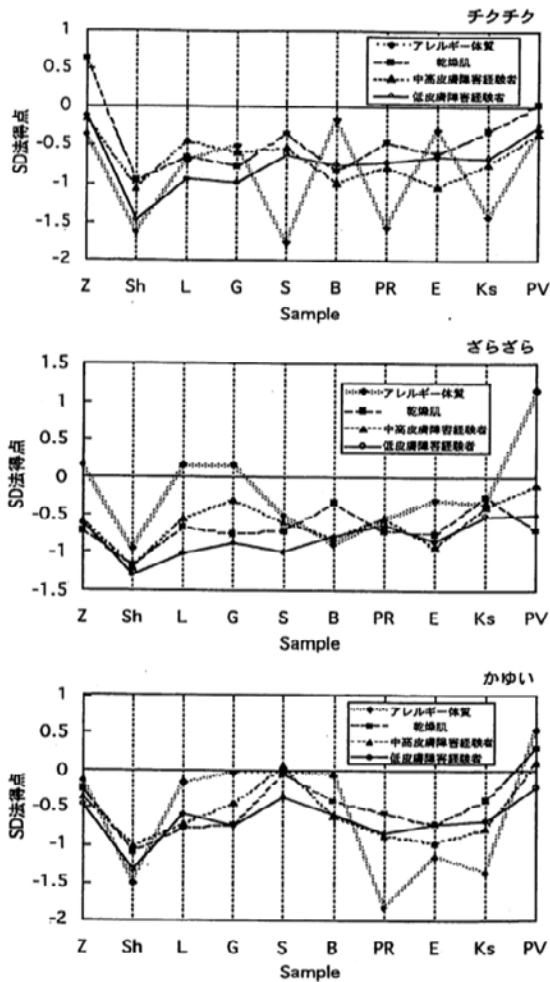


Fig. 3-(a) PS摩擦による官能評価の体質比較(a)

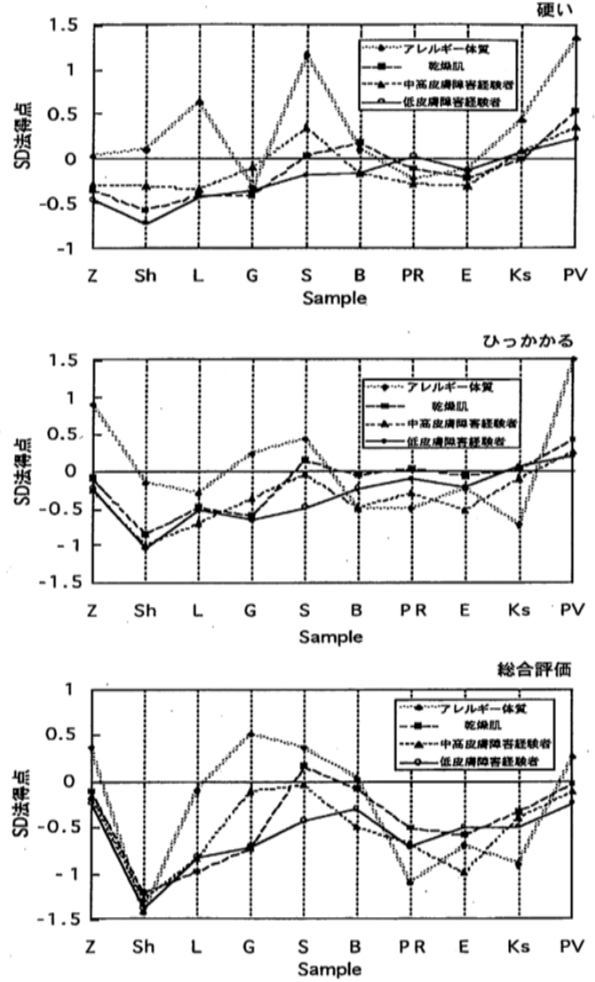


Fig. 3-(b) PS摩擦による官能評価の体質比較(b)

Table.2 より被験者の体質の分類をみると、アレルギー体質者、乾燥肌、中高皮膚障害経験者は、かゆいの項目が総合評価と近似した傾向を持ち、次いでひっかかるの項目となっている。低皮膚障害経験者では、チクチ

クの項目、次いでかゆいの項目が総合評価と近い。これより、アレルギー体質者、乾燥肌、中高皮膚障害経験者は、かゆい、ひっかかるという刺激性を総合的に不快と感じ、低皮膚障害経験者は、チクチク、かゆいといった

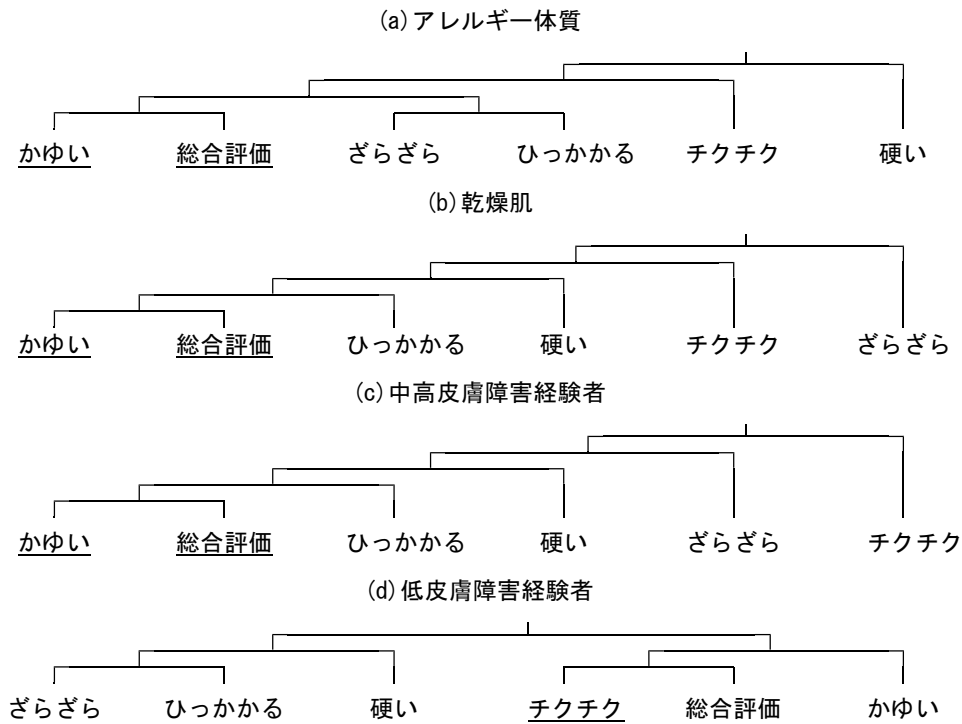


Fig. 4 体質別クラスター分析の結果

Table.2 被験者の体質の分類

被験者の分類	被験者全員	アレルギー	乾燥肌	中高皮膚障害	低皮膚障害
人数 (人)	38	3	15	12	23
割合 (%)	100	7.9	39.5	31.6	60.5

刺激性を総合的に不快と感じていると思われる。これは、言い換えればそれらの刺激性に敏感であると考えられる。例えば、乾燥肌は皮膚の油分や水分量が少ないため、乾燥肌以外の体質の皮膚と比較して糸や繊維が引っかかりやすいと思われる。また、中高皮膚障害経験者は、衣服着用により皮膚障害として発赤やかゆみを生じやすいため、かゆい感じが総合的な不快感に影響を与えやすいことは納得できる。クラスター分析による結果は、これらの体質の特徴を反映したのものであると考えられる。全体に、総合評価に類似した傾向を示し総合的な不快感につながると思われる項目は、チクチク、かゆい、ひっかかるの3項目が主である。ざらざら、硬いの2項目はそれほど総合評価に影響を与えていないと考えられる。

3.2 PSの摩擦による皮膚刺激性の評価

先述の結果をもとに、刺激性の評価のために重回帰分析を行った。解析の結果は、各項目とも体質により異なった。このため、チクチク、かゆいの2項目について、それぞれ最も有用である体質での結果を Table.3 に表した。これらが有用であるとした理由は、クラスター分析の結果から、各体質に最も敏感な刺激性項目があると考えたためである。

チクチク感は、低皮膚障害経験者が最も不快に感じる項目である。結果をみると、照明角度 70° と 30° の双方について、摩耗本数、溝幅の平均、溝幅の標準偏差の因子がどれも高い相関で影響を与えている。詳しく検討すると、全体の摩耗本数と溝幅平均、深い摩耗溝における溝幅の標準偏差は正の要因、深い摩耗本数と溝幅平

Table.3 刺激性と摩耗痕跡との偏相関係数と重相関係数

偏相関係数	チクチク	かゆい	かゆい	かゆい
体質	低皮膚障害経験者	高皮膚障害経験者	低皮膚障害経験者	アレルギー体質
70° 摩耗本数	0.92	-0.77	-0.87	-0.92
30° 摩耗本数	-0.87	0.77	0.79	0.70
70° 溝幅平均	0.93	-0.69	-0.71	
30° 溝幅平均	-0.81	0.85	0.87	
70° 太い本数		0.64	0.86	0.81
30° 太い本数		-0.55	-0.49	0.45
70° 標準偏差	-0.78			-0.76
30° 標準偏差	0.94			0.86
重相関係数 R ²	0.90	0.71	0.82	0.93

Table.4 総合評価と摩耗痕跡との偏相関係数と重相関係数

総合評価	アレルギー体質者	中高皮膚障害経験者	低皮膚障害経験者
70° 摩耗本数	-0.81	-0.78	0.81
30° 摩耗本数	0.58	0.87	-0.36
70° 溝幅平均		-0.82	0.89
30° 溝幅平均		0.86	-0.46
70° 太い摩耗本数	0.88	0.78	
30° 太い摩耗本数	0.26	-0.59	
70° 溝幅の標準偏差	-0.87		-0.79
30° 溝幅の標準偏差	0.84		0.84
重相関係数 R ²	0.91	0.82	0.85

均、全体の摩耗溝における溝幅の標準偏差は負の要因となっている。つまり、結果としてチクチク感を感じにくい試料の摩耗痕跡は、全体的な摩耗溝の本数が多く、溝幅も溝によるばらつきがなく全体的に太めであるが、深くついた摩耗溝は少なく細いといえる。このときの重相関係数は 0.90 であり、かなり高い相関があることを示している。

かゆい感じは、どの体質の人にも総合評価につながる、感じやすい項目である。この中で、中高皮膚障害経験者と低皮膚障害経験者の重回帰分析の結果をみると、全体の摩耗本数と溝幅平均、深く太い摩耗溝の本数、がそれぞれ負の要因として働いており、全体での太い摩耗本数、

深い摩耗溝の本数と溝幅平均、がそれぞれ正の要因となっている。重相関係数は、中高皮膚障害経験者が 0.71、低皮膚刺激経験者が 0.82 であった。

総合評価において有意な結果が得られたのは、Table.4 に示したとおり、アレルギー体質者、中高皮膚障害経験者、低皮膚障害経験者についてであった。このうち、アレルギー体質者と中高皮膚障害経験者の結果をみると、相関が高い摩耗痕跡の形状特徴が、かゆい感じにおいて高い相関があった形状特徴と同じであることが分かる。低皮膚障害経験者の結果は、チクチク感における結果と同じ形状特徴との相関が高かった。ここで、摩耗痕跡の形状特徴値を用いた皮膚刺激性の評価を

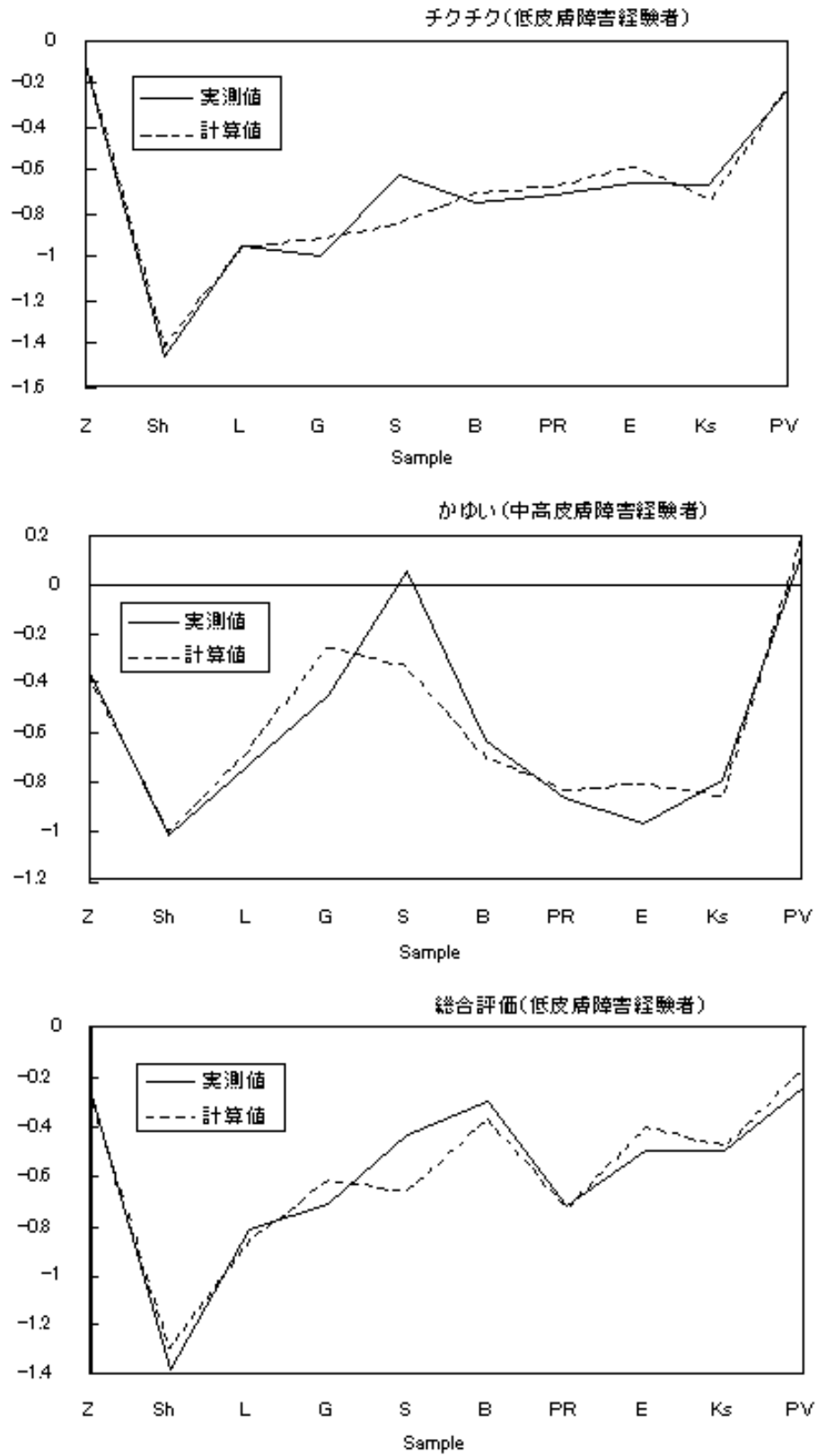


Fig.5 実測値と計算値

行うために、重回帰式を作製した。重回帰式により算出された計算値と、人体との摩擦実験により得られた実測値との比較グラフを、低皮膚障害経験者におけるチクチク感、中高皮膚障害経験者におけるかゆい感じ、及び低皮膚障害経験者における総合評価について、Fig.5 に示す。

試料 S は、いずれの場合も実測値のほうが計算値よりも高い得点を示しているが、その他の試料については、実測値と計算値は近似していた。これより、パラフィン法による皮膚刺激性の客観的評価の可能性が見い出され

た。

3.3 PS の着用における客観的評価の検討

着用実態に即した評価法を確立するためには、得られた重回帰式から着用による皮膚刺激性の予測が可能であるかを検討する必要がある。Fig.6 は、実際に着用した場合の官能評価値と重回帰式による計算値とを比較したグラフである。チクチクと総合評価について、計算値を点線で、被験者個人の得点を点で、平均得点を実線で表わしている。

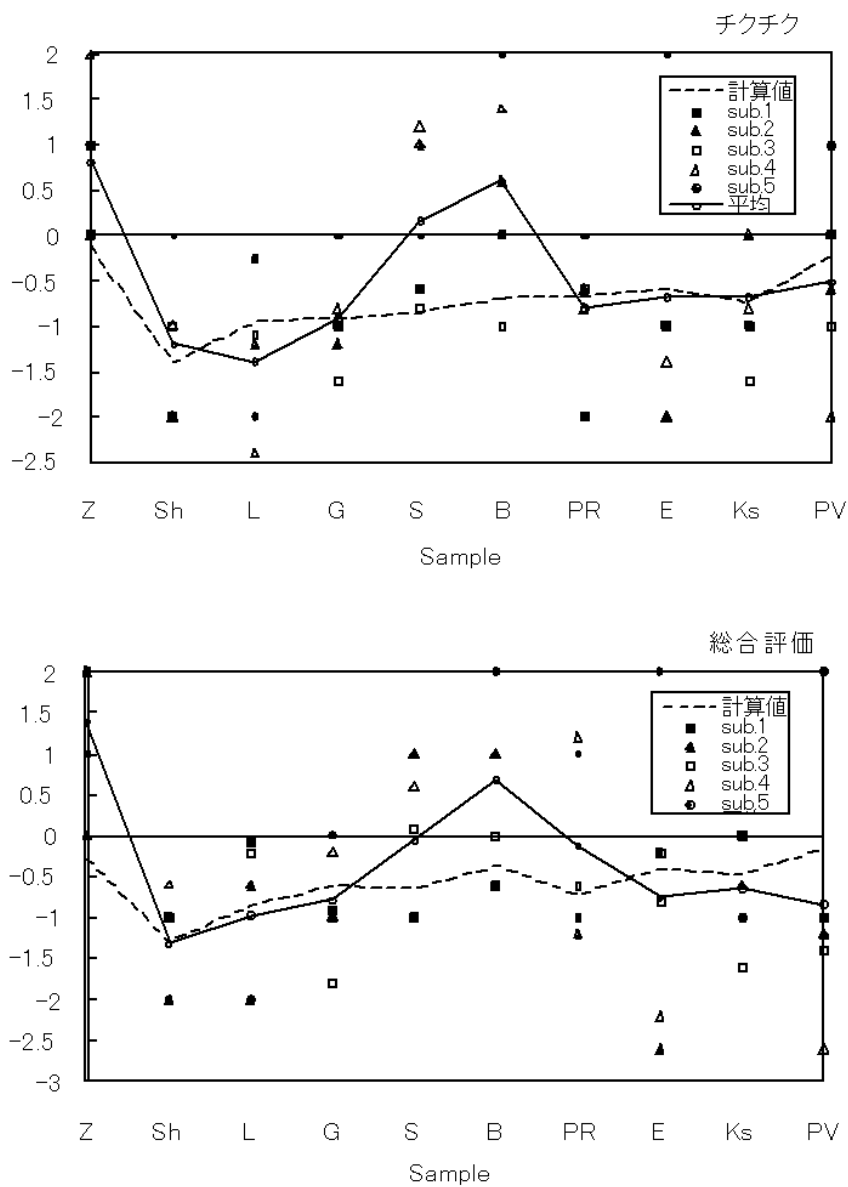


Fig.6 着用評価地と計算値の比較

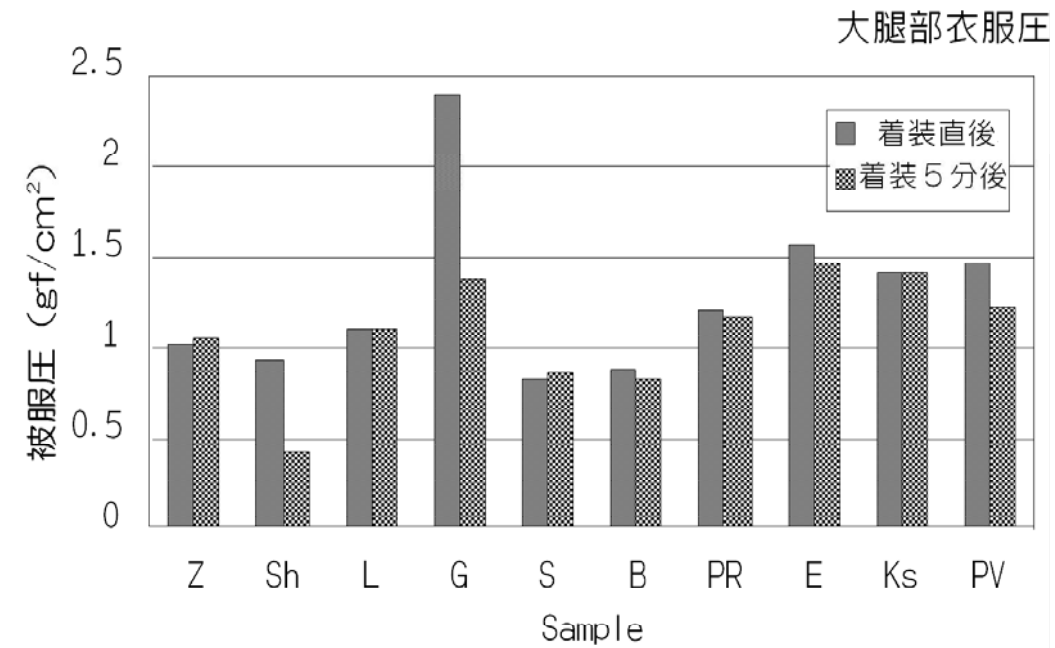


Fig.7 PS のマネキン装着時の衣服圧

チクチクの項目においては、試料 S と B の平均値が計算値と比較して 1 点以上高い値を示していた。他の試料は、Z がやや高め、L、PV がやや低めではあったが、平均値は計算値と近似していた。総合評価においては、1 点以上大幅に違っていた試料は、Z と B の 2 種のみであり、全体的な傾向に大きな差は見られなかった。

特に平均値と計算値の間に大きな差がみられた試料は、Z、S、B の 3 種であるが、これは圧迫など、摩擦以外の要因によるものではないかと考えられる。つまり、一定荷重による布の摩擦と衣服の着用とは別の問題として考察しなければならないことを示している。

4. 考察

摩擦による官能評価実験で得られた SD 法得点は、重回帰式による計算値との重相関係数が 0.8 から 0.9 以上でかなりの一致がみられ、客観的評価の可能性が得られた。しかし、着用実験による SD 法得点は、試料により計算値との間に差がみられた。この理由として、圧迫の問題が考えられる。本研究では、摩擦による皮膚刺激性に着目して評価を行ったが、力学的皮膚刺激性の要因には摩擦の他に圧迫があり、着用時には圧迫の影響も生じる。原田ら²⁾によると、SD 法による PS 着用アンケートから着用感を解析した結果、快適な着用感と相関

係数が高い因子は、フィット性がある、肌触りがよい等であった。また、北島³⁾の研究によると、SD 法による着用テスト結果から主成分分析によりサポート PS の快適性の主要因を抽出したところ、第一因子の肌触りに関する因子に次いで、第二因子はフィット性や締め付け感に関する因子であった。これらの研究結果からも、着用時には、摩擦以外に衣服圧の問題が関わってくると考えられる。

Fig.7 は、各試料をマネキンに装着したときの、大腿部における衣服圧を、装着直後と装着 5 分後とについて測定した結果である。原田らは、フィット性というのは、圧迫感とは別のもので、衣服圧はずれを防ぐほど大きくないと述べている。本測定の結果もそれを裏付けており、ずれに伴い生じる摩擦は着用感に影響を及ぼすと言える。但し、ゾッキサポートタイプの Z は、サポート糸 100% という糸・編構造の特性により着用中にずれが起こりにくいため、運動による摩擦の影響が少ない。つまり、Z に関しては、摩擦実験のような摩擦が着用時に起こらないことが、快適な着用感の要因であると考えられる。S と B の 2 試料に共通している特徴は、衣服圧が 1.1 以下の低い値で、装着 5 分後もほとんど値が変化していないところである。これらは衣服圧が比較的小さいことで着用感がソフトになり、摩擦による皮膚

への負担が軽くなるために、快適な着用感が得られるのではないかと考えられる。Sh については、衣服圧は小さい値を示しているが、着装直後から 5 分後にかけて値がかなり減少している。これは、シアータイプがレギュラー糸 100 % という糸・編構造のため、たるみが生じやすい特性であることによる。北畠は、衣服圧には一定の快適域があり、それ以上でもそれ以下でも快適度は低下すると述べているが、Sh は衣服圧が小さすぎてフィット性が感じられないために快適な着用感には至らなかったと思われる。さらにこの Sh の特質は、糸が伸びにくいため運動による摩擦が起こりやすく、摩擦時には皮膚への負担が大きいと考えられている。

このように着用時には、摩擦の他にも衣服圧や糸・編構造による試料の特性などの因子が着用感に影響を与えていた。このため、着用評価の予測を、パラフィン法から導いた評価式をそのまま使用して行うことは困難であると言える。しかし一定以上の衣服圧が加わり、着用により摩擦が生じる試料については可能であると考えられる。

5. 結語

本研究では、パラフィン法により得られた摩耗痕跡の形状特徴値と、人体と PS との摩擦による官能評価実験により得られた SD 法得点との相関から、力学的皮膚刺激性の評価法の確立を試みた。得られた結果は以下のとおりである。

- 1) アレルギー体質、乾燥肌、中高皮膚障害経験者の被験者は、摩擦によるかゆい感じを不快に感じており、その刺激性に敏感であると言える。
- 2) 低皮膚障害経験者は、摩擦によるチクチク感を不快に感じており、その刺激性に敏感であると言える。
- 3) 低皮膚障害経験者におけるチクチク感は、摩耗痕跡の形状特徴値との重回帰分析により高い相関が得られた。中高皮膚障害経験者におけるかゆい感じについても同様に高い相関が得られた。これらの体質と刺激性項目との組み合わせにおける皮膚刺激性の客観的評価が可能であると思われる。
- 4) 重回帰式による計算値と、摩擦による官能評価実験の SD 法得点の平均値とは、試料 S 以外の試料におい

ては近似しており、高い相関が得られた。これよりパラフィン法による力学的皮膚刺激性の客観的評価は可能であると言える。

- 5) PS 着用の重回帰式による力学的皮膚刺激性の予測は、圧迫など摩擦以外の要因が着用感に影響を及ぼすために困難であるが、衣服圧が一定以上の値をとり、摩擦による皮膚への負担が考えられる場合には可能であると考えられる。摩擦時の荷重は、測定可能な範囲のうちの最大のものとする。

参考文献

- (1) 眞鍋郁代他；衣服材料によるパラフィン平板上の摩耗痕跡の観測法の検討，愛媛大学教育学部紀要，No.59, 199-206 (2012)
- (2) 原田隆司，荷坂佳世子；パンティストッキングの着用感，繊維製品消費科学会誌，vol.48, No.8, 135-144 (1982)
- (3) 北畠さつき；着用評価に基づく快適サポートパンストの開発，繊維機械学会誌，vol.48, No.8, 268-273 (1995)