

織物の仕上工程の計数化に関する研究 —エメリー起毛工程の計数化技術—

三輪幸弘、片岡千乃

要 旨

エメリー起毛加工の計数化を図るため、その客観的な評価法として、光学的な非接触による表面粗さの評価と機械的な接触による風合の評価とを検討した。

その結果、起毛の機構は単繊維の擦り出しとその切断によることが、表面粗さ（凹凸の変動）の変化が極大曲線を示すこととその電子顕微鏡観察から確認された。また、起毛の評価はぬめりの風合値が有効であることが、回帰分析の結果から確認された。そして、起毛の効果の判定には、表面粗さとぬめりの変化が1つの目安となることが示唆された。

1. はじめに

布の肌触りの良さを改善する仕上加工である、エメリー起毛加工は、エメリーペーパー（サンドペーパー）を巻き付けたロールで布の表面を擦って、薄い起毛状態にする加工法である。綿、レーヨン、ポリエステル素材を中心に行われ、布の表面に短くて密生した毛羽を出して布全体を柔らかくする。

しかしながら、起毛の評価法は、これまで、目で見える、手で触るなどの主観的な判定法が採られてきた [1]。そこで、客観的な評価法として、機械的な測定による表面特性の評価、光学的な測定による表面粗さの評価などが試みられている [2-7]。

本報でも、エメリー起毛加工の機械的な表面処理の効果の計数化（客観化）を図るため、その客観的な評価法として、光学的な非接触による表面粗さの評価と機械的な接触による風合の評価とを検討したので、報告する。

2. 実験

2. 1 試料

実験布は、綿／ポリエステル（35／65）混紡の経密度が高い平織で、糊拔（プライマーゼ、阪急バイオインダストリー製）－精練・漂白（過酸化水素）－ヒートセット（180℃）したものをを用いた（表1）。

研磨紙は、研磨材が炭化ケイ素（カーボランダム、理研コランダム製）と熔融アルミナ（アランダム、富士トンボ産業製）で、粒度がP180（125 μ m）、P240（88 μ m）、P320（63 μ m）のものをを用いた。

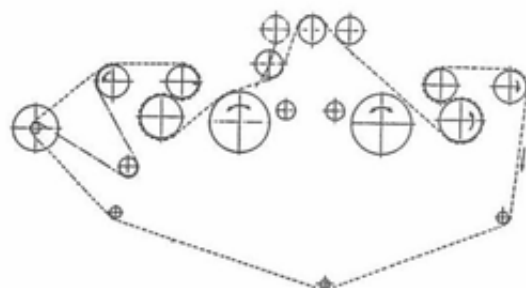
表1 実験布

組 織	平織
組 成	綿／ポリエステル（35／65）
番 手	たて 40／1 よこ 40／1
密 度	たて 40本／cm よこ 24本／cm
目 付	189g／m ²

2. 2 起毛

試験用起毛装置（金井重要工業製、KU-50 S型）を用い（図1）、布は幅40cmに裁断して両端を縫いでエンドレス状とし、布と研磨紙との表面速度の比（表速比）を50または75で起毛（通し）を1-16回行った。

なお、研磨紙の目詰まりは通すごとに掃除機で清掃して防止した。



布 速			1 ～ 2 m/min
キャプスタンローラー・回転数			3.5 ～ 7 r.p.m
ペーパーローラー	径		φ 124mm× 2 本
	長さ	全 長	580mm
		有効長	520mm
	速度		125 ～ 250r.p.m

図1 起毛装置

2. 3 測定

エメリー起毛の機構を考察するため、起毛による布の表面粗さの変化の測定と布の表面形状の変化の観察とを行った。

布の表面粗さの測定は、3次元形状測定システム（シグマ光機製、LMS-3D型）を用いて、レーザ（共焦点方式）で光源から布ま

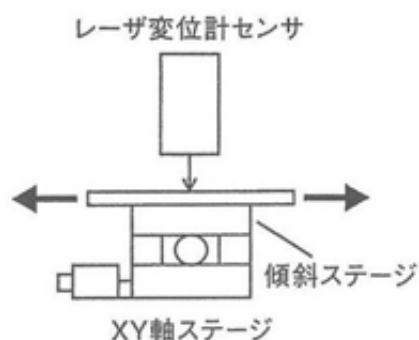


図2 3次元形状測定システム

での距離（高さ）を計測した（図2）。そして、表面粗さ（凹凸の変動） S は、異なる $n+1$ 個の位置における高さの差分 ΔH_n の平均偏差として、次式で求めた。

$$S = \Sigma |\Delta H_n - \bar{H}| / n,$$

ここで、 $\bar{H}$ は ΔH_n の平均値を示す。

測定条件は、測定間隔を $10\mu\text{m}$ で測定領域を直線（パイアス角度 45° 、 20mm ）とし、測定点を2001個とした。また、これらのデータ中の1024個（ 10.23mm ）を用い、高速フーリエ変換（FFT）によってパワースペクトルを求めた。

布の表面形状は、走査型電子顕微鏡（日本電子製、JSM-T330型）で観察した。

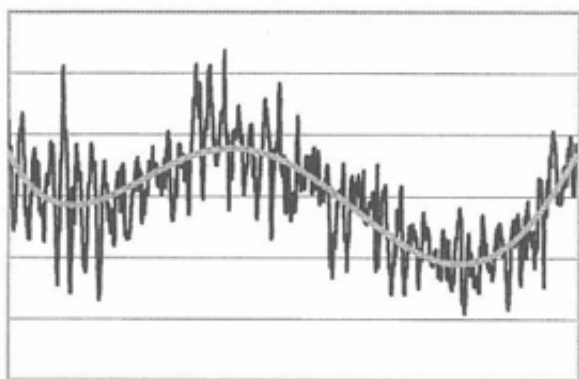
また、起毛の評価を考察するため、川端式風合評価システム（カトーテック製、KES-FB-1-4型）を用い、基本風合（こし、ぬめり、ふくらみ）値の変化を測定して [8]、回帰分析を行った。

3. 結果と考察

3. 1 起毛の機構

布の表面粗さの接触による評価法、たとえば、川端式風合評価システム（KES）の表面特性試験機は、加えられた圧力を含むので、指先で感じられる表面粗さと近いことになり、布の手触りを評価するのには適している。しかしながら、布の表面粗さの評価法として、接触子による方法は、ある程度布の状態を乱し、接触子の種類や大きさによって影響されるので、結果的に布の表面粗さを間違って評価することもある [9]。

そこで、3次元形状測定システムを用い、非接触で布の表面粗さを測定した。表面粗さは、布の起伏を考慮して高さの差分を求め、その平均偏差を凹凸の変動値とした（図3）。その結



▽

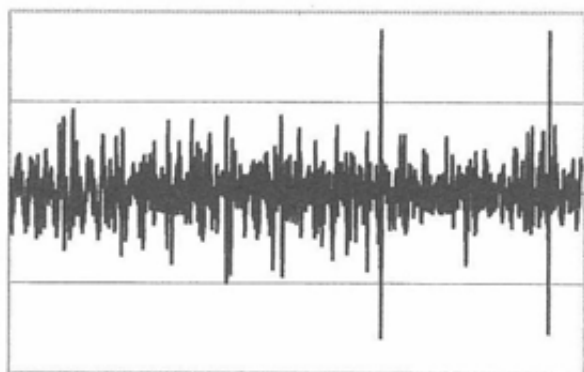


図3 表面粗さの測定法

果、表面粗さの変化は極大曲線を示した(図4)。

また、その周波数分析を高速フーリエ変換 (FFT) によって行い、パワースペクトル密度を求めた。最大値を示すピーク的位置は糸密度の付近に現れている (図5)。このピークの高さは、表面粗さの変化と同様に、極大曲線を示した (図6)。

さらに、走査型電子顕微鏡 (SEM) 観察から、起毛で糸のクリンプした山の部分から単繊維が擦り出され、起毛が進むにつれて擦り出された単繊維が切断されていくことが確認された (写真1)。

これらのことは、光石 [3]、Buenoら [6] の結果とも一致する (図7)。

したがって、エメリー起毛の機構は、研磨材の粒子で単繊維が擦り出され、切断されて生じる立毛による現象であり、表面粗さの変化は立毛の高さの変化を表すと考えられる。

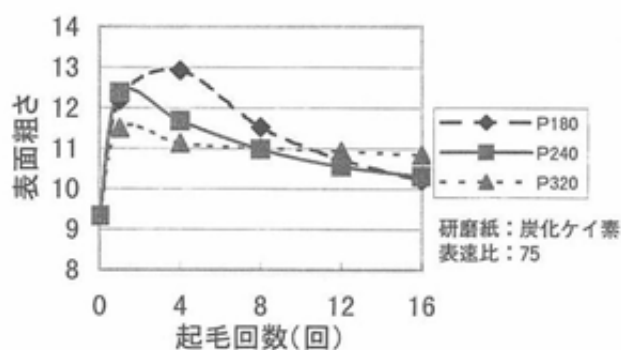


図4 表面粗さの変化

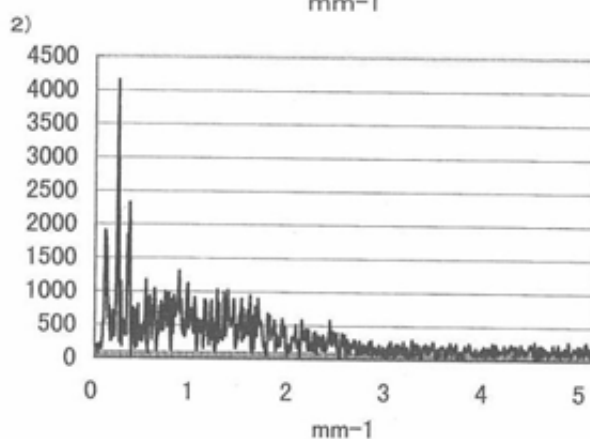
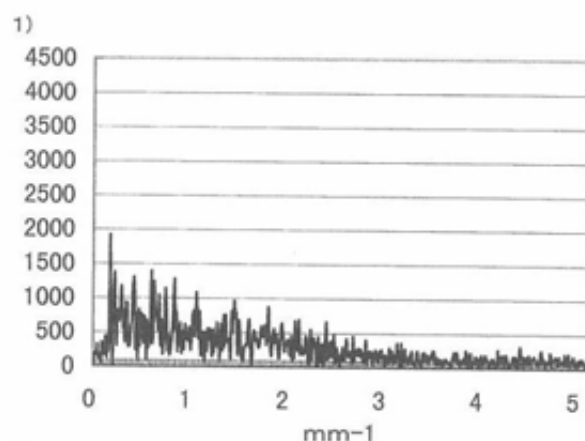


図5 パワースペクトル密度
1) 原布、2) 起毛4回
研磨紙：炭化ケイ素
表速比：75

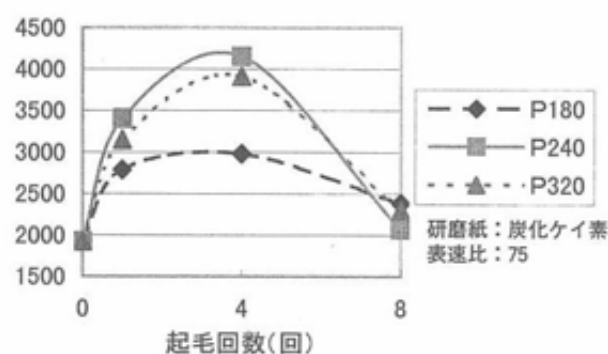


図6 最大パワースペクトル値の変化

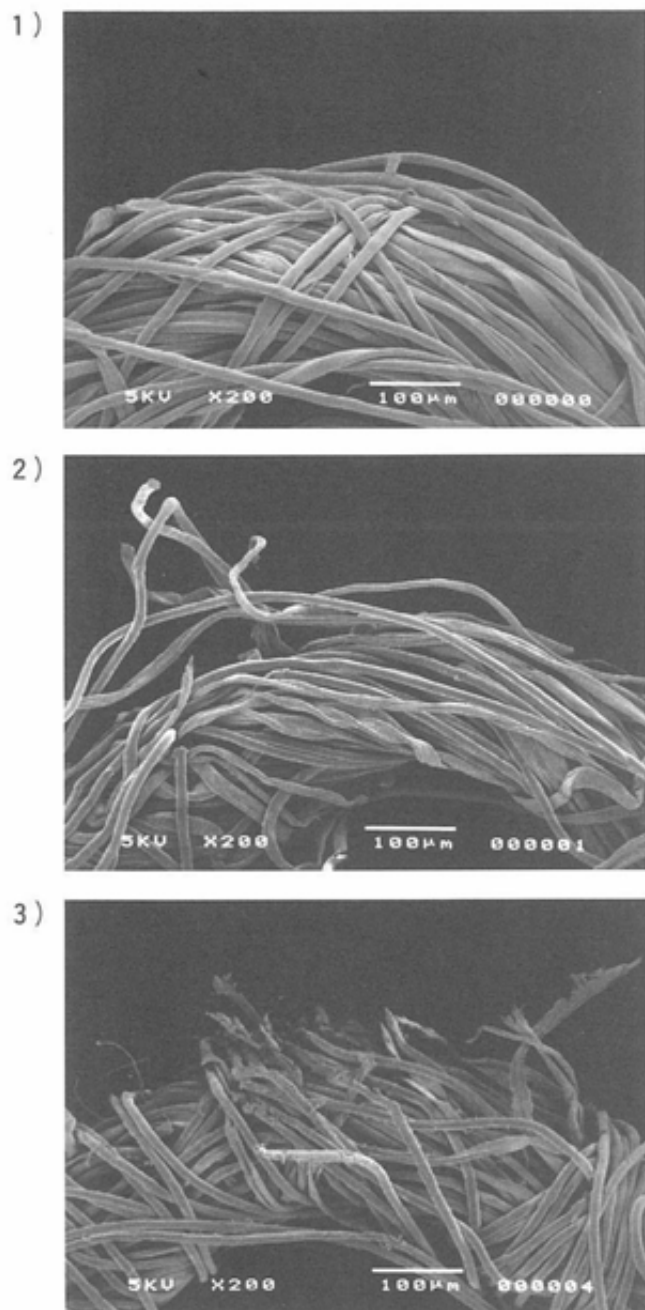


写真1 実験布の電顕（SEM）写真
1) 原布、2) 起毛1回、3) 起毛4回
研磨紙：炭化ケイ素、P240
表速比：75

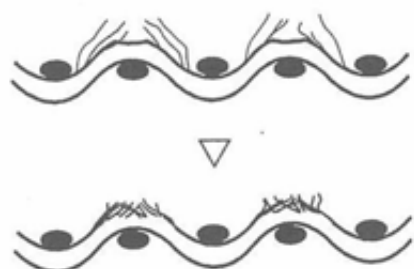


図7 エメリー起毛の機構 [6]

3. 2 起毛の評価

エメリー起毛による立毛繊維によって嵩高感、柔軟感などが生じるが、その布の風合の変化を回帰分析して、起毛の客観的な評価法を検討した。

川端式風合評価システム（KES）の「基本風合」である「こし」「ぬめり」「ふくらみ」の風合値を目的変量とし、起毛の効果に影響を与える「起毛因子」である「研磨材（炭化ケイ素）の粒度：P180（125 μ m）、P240（88 μ m）、P320（63 μ m）」「布と研磨紙との表面速度の比（表速比）：50、75」「起毛（通し）回数：1、4、8回」を説明変量とした。起毛因子である粒度は、P320はP180の半分の細かさである。また、表速比は、布の走行速度よりも極めて速い速度で研磨紙が回り、布の表面の繊維を擦り出していく作用となる。

回帰分析は、逐次変数選択法により、決定係数（寄与率） R^2 を求めた。その結果、 R^2 を最も大きくしたのは、目的変量が「ぬめり」で、回帰モデルを線型モデルとしたとき、

$$\begin{aligned} \text{ぬめり (Y)} = & 1.3250 \\ & + 0.11661 \times \text{起毛回数 (X}_1\text{)} \\ & + 0.01257 \times \text{表速比 (X}_2\text{)} \\ & - 0.00324 \times \text{粒度 (X}_3\text{)} \\ & (R^2=0.7257) \end{aligned}$$

で、概ね良い近似であった（表2）。

そして、ぬめりの風合値は、起毛回数とと

表2 基本風合と決定係数

基本風合	回帰モデル	決定係数(%)
こし	線型	36.31
	対数線型	31.66
ぬめり	線型	72.57
	対数線型	68.00
ふくらみ	線型	36.63
	対数線型	45.86

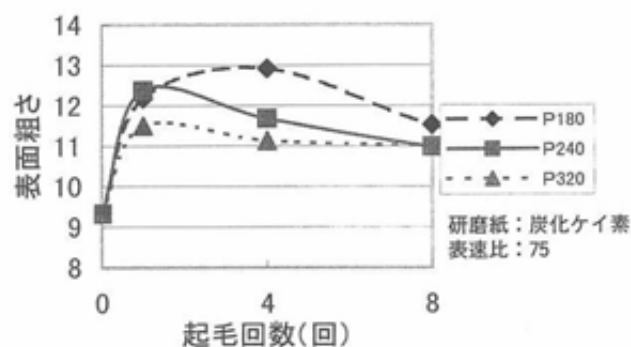


図8-1 表面粗さの変化

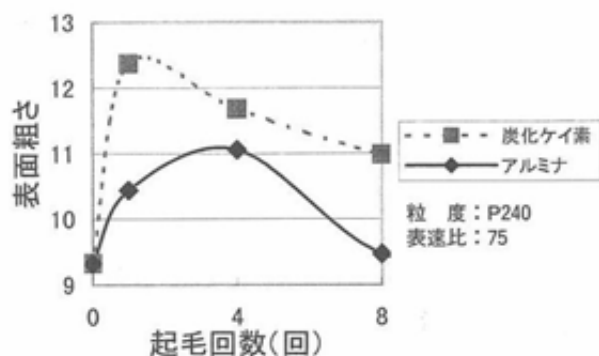


図9-1 研磨材による表面粗さの変化

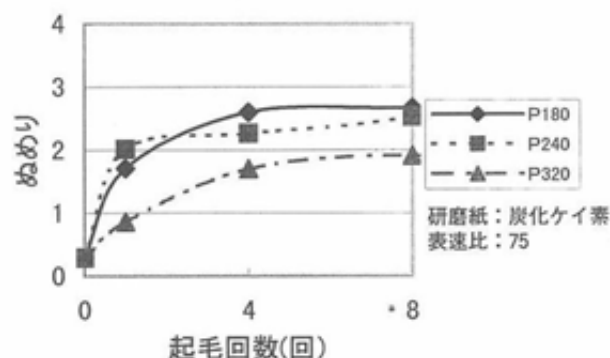


図8-2 ぬめりの変化

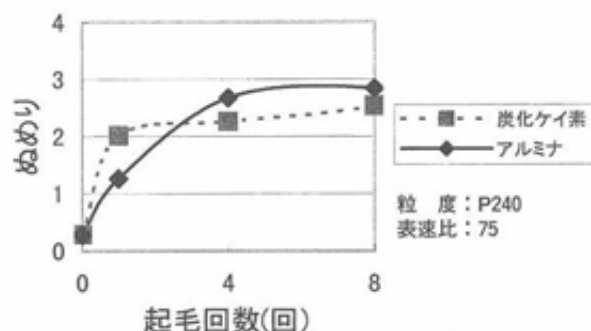


図9-2 研磨材によるぬめりの変化

もに、その変化は小さくなっていった(図8)。

これらのことから、起毛の評価の1つとしてぬめりの風合値が有効であり、ぬめりの値は起毛回数の1つの目安になると考えられる。

3.3 起毛の効果

エメリー起毛の効果に影響する要因について、表面粗さとぬめりの変化から検討した。

まず、研磨材の種類による効果の違いについて、炭化ケイ素とアルミナとを比較した。起毛回数と表面粗さから、炭化ケイ素の方が擦り出し効果が高いことが認められた(図9)。これは、炭化ケイ素の方が細かい結晶粒(扁平針状)であるためと考えられる。

また、表速比による効果の違いについては、表速比が大きい方が擦り出し効果が高いことが認められた(図10)。

さらに、起毛剤の使用による起毛の効果を

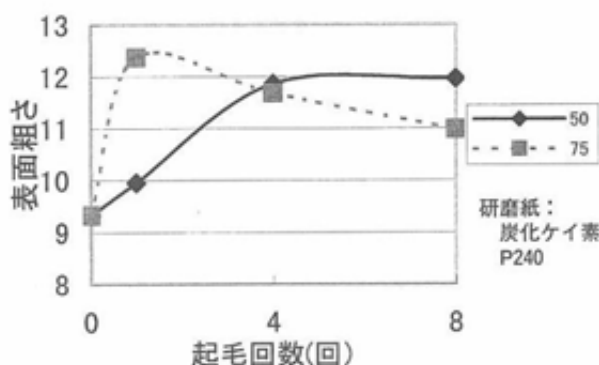


図10-1 表速比による表面粗さの変化

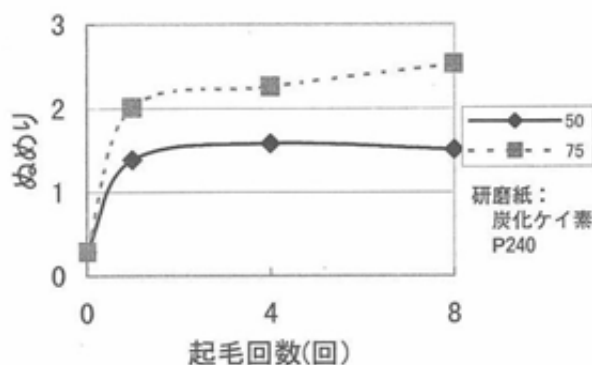


図10-2 表速比によるぬめりの変化

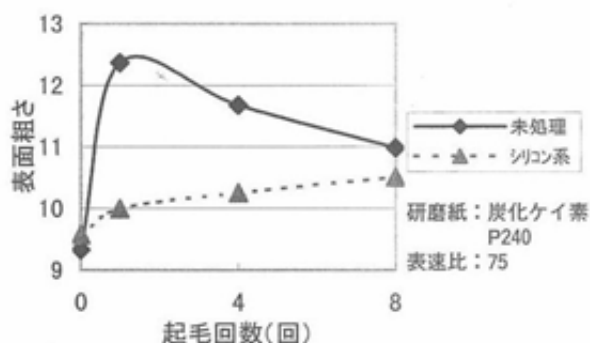


図11-1 起毛剤の表面粗さへの効果

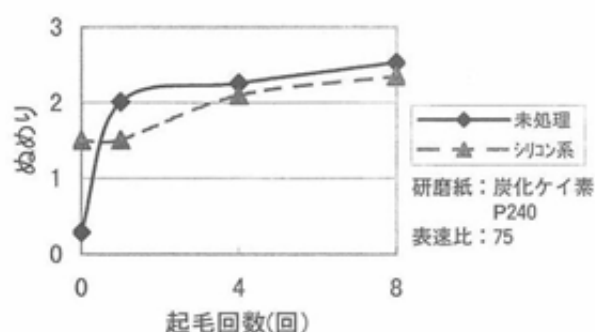


図11-2 起毛剤のぬめりへの効果

評価した。起毛剤は繊維の平滑性をよくする効果を持つ。起毛剤（シャーロンP-92、シリコンエマルジョン、日華化学工業製）で前処理（2%溶液を絞り率75%でパッドして80℃で乾燥）した布は、ぬめりは大きくなり、擦り出し効果は小さくなった（図11）。

4. おわりに

エメリー起毛加工について、起毛条件と布の物性変化（表面粗さ、基本風合）との解析を行い、客観的な評価法を検討した。

その結果、光学的な非接触による表面粗さの評価と機械的な接触によるぬめりの評価が有効であることが確認された。そして、起毛

の効果の判定には、表面粗さとぬめりの変化が1つの目安となることが示唆された。

今後、布の表面処理のオンライン評価が求められる。光学的な非接触による表面粗さの評価はオンライン評価の可能性がある。しかしながら、川端式風合評価システム（KES）による風合の評価は長時間を要するので、表面粗さと風合（手触り感）との関係について、さらに研究していく必要がある。

文献

1. 起毛の実際，繊維社（1979）。
2. 光石一太，久安浪夫，仁科良平；織消誌，23,474-479（1982-11）。
3. 光石一太；織消誌，25,146-152（1984-4）。
4. T.Bahners, W.Ringens, B.Müller, E.Schollmeyer；Mell.Textilber.,74,1024-1027（1993-10）。
5. M.-A.Bueno, P.Viallier, M.Renner, B.Lamy；Mell.Textilber.,77,859-864（1996-12）。
6. M.-A.Bueno, P.Viallier, B.Durand, B.Lamy；Text.Res.J.,67,779-787（1997-11）。
7. M.-A.Bueno, B.Durand, M.Renner；Text.Res.J.,69,570-575（1999-8）。
8. 川端季雄，風合いの評価の標準化と解析（第2版），日本繊維機械学会（1980）。
9. R.B.Ramgulam, J.Amirbayat, I.Porat；J.Text.Inst.,84,99-106（1993-1）。