ウールの新規防しわ性評価試験方法とその有効性

鐘紡（株）物性分析センター（現所属（株）マンダム中央研究所）

葛原亜起夫

福井大学工学部生物応用化学科

堀照夫

A New Method and Its Efficiency to Evaluate the Wrinkle-Resistance of Wool

Akio Kuzuhara^{*1}, Teruo Hori^{*2}

^{*1}Kanebo Ltd., Analysis and Survey Center, 1-5-90, Tomobuchi-cho, Miyakojima-ku, Osaka 534-8666, Japan

(Present Address; Mandom Corp., Central Research Laboratories, 5-12, Juniken-cho, Chuo-ku,

Osaka 540-8530, Japan)

^{*2} Faculty of Engineering, Fukui University, 3-9-1, Bunkyo, Fukui 910-8057, Japan

Abstract: A novel method to evaluate the wrinkle-resistance of woolen fabrics is proposed together with several experimental tests to check its efficiency, which enables us to follow the relaxation behavior of fabrics from wrinkled states, with higher reliability as well as by with greater ease than the conventional methods such as the Multiple-Pleats Test, IWS Method, JIS-L-1059's A to D, etc. Experiments proved the method is strong in two respects: Good reproducibility can be achieved because measurement is always performed in the state at which the regain of the cloth specimen is saturated in the sample-conditioning atmosphere; and high precision or resolvability is guaranteed since the bias caused by the difference in humidity can be removed if the common conditions be set in all tests. This technique was applied to the analysis of the relaxation in the wrinkles that are brought on woolen slacks by actual wearing conditions. The results obtained, being compared with the laboratory ones, proved the practical validity of the new method and gave useful information.

(Received 3 August, 2001 ; Accepted 7 February, 2002)

1. 結 言

近年、ウールスーツに関して、形態安定化加工を中心とした商品開発が進められており、それに伴ない、理論的体系に基づいた防しわ性評価技術の確立が望まれている。ウールの防しわ性評価試験法としては、従来から、JIS（JIS L 1059）によるA法（針金法）、B法（モンサント法）、C法（リンクル法）、D法（サンレイ法）、マルチプルプリーツテスト法 [1]、IWS 法（65%RH, 90%RH） [2] 等があるが、今だ満足のいくものが開発されていないのが現状である。ウールの防しわ性評価試験方法としては、しわ付け条件のより

厳しい方法、すなわちC法、D法、マルチプルプリーツテスト法、我が国の羊毛業界で一般的なIWS法が使用されている。しかしながら、こうした方法も、エイジングによる測定値への影響を考慮していなかったり、一回の測定に使用する試料点数が多い、目視判定によるところが多い、簡便性に欠ける、測定値の同時再現性、および日差再現性があまり良くない等の問題があり、これらの問題を解決するため、われわれは、以前に新規防しわ性評価試験方法を提案した。

ここでは、さらに新規防しわ試験方法の有効性を証明することを目的として、IWS 法と新規防しわ試験方法とを比較し、新規防しわ試験方法が優れた評価方法である理由を調

査した。また、本試験方法を用いて、様々な防しわ加工処理したウール布帛のしわ回復性を評価した。さらに、本試験方法で得られる開角度差と着用試験との相関関係について明らかにすることを目的とし、実際に防しわ性能の異なったウール布帛を用いて、スラックスを縫製し、着用条件を変化させて生じたしわの本数、およびしわ消滅時間を測定した。

2. 実験

2.1 試料

試料用羊毛織物として、100%メリノウール未染色布帛（平織、2/60×2/60、175g/m²）、および acid yellow NLG, acid red NLR, acid blue NLB 混合系で染色（0.3owf%）した100%メリノウール布帛（平織、2/60×2/60、177g/m²）の2種類の布帛を使用した。以下、未染色布をNDW（Non-dyed Wool）、染色布をDW（Dyed Wool）と表示した。

また、スラックス用の防しわ加工布帛として、予めクロム染色されたウール布帛（平織、2/60×2/60、目付け167g/m²）を使用した。

2.2 試薬

2-イミノチオラン塩酸塩（2-IT）をシグマケミカル（株）より、L-システインを味の素（株）より購入した。また、ポリオキシエチレン（10）オクチルフェニルエーテル（POEOFE）、ニンヒドリン、グルタルアルデヒド、ホルムアルデヒドは、和光純薬工業（株）から購入した。

2.3 防しわ性評価試験方法 [3]

たて糸方向に大きさ40mm×15mmの試験片を採取し、温度20℃、湿度65%RHの条件下で予め24時間保存した。次いで、各試験片を温度調節幅±0.5℃、湿度調節幅±3%の制御機構を備えた恒温恒湿器（LHU-112M タバイ（株）製）を用いて、温度30℃、湿度90%RHの条件下で24時間保存することにより、試料調整を行った。次いで、各試験片を金属板ホルダーにはさみ、よこ糸方向に沿って折り曲げ、各試験片に対して、温度20℃、湿度65%RH下において、800g荷重を90分間加えてしわ付けを行った。その後、モンサント型試験器を用いて、温度20℃、湿度65%RH下において、30分後の開角度を測定した。そして、各布帛のしわ回復性は、防しわ加工布帛とコントロール布帛との開角度差から評価した。

2.4 防しわ加工布帛の作製

2.4.1 2-ITを用いた防しわ加工方法 [4-6]

試料1：試料2のコントロール布帛として、ウール布帛（DW：25cm×30cm）を0.05Mりん酸緩衝液（pH7.84）（0.1% POEOFE 含有）中に浴比26倍で浸漬し、50℃で、2時間振とうを行った。最終工程：蒸留水で洗浄後、JKワイパーを用いて、3回絞った。最終的にスチームアイロン（自重：2.0kg、温度：150±5℃、蒸気圧一定）を用いて裏表2回ずつ（15秒×4）セットした。

試料2：ウール布帛（DW：25cm×30cm）を0.04% 2-イミノチオラン塩酸塩 [7] / 0.05Mりん酸緩衝液（pH7.74）（0.1% POEOFE 含有）中に浴比67倍で浸漬し、50℃で、2時間振とうを行い、ウール布帛中に-SH基を導入した。次に、蒸留水で洗浄後、この布帛を0.4% L-システイン水溶液（0.1% POEOFE 含有）中に浴比52倍で浸漬し、室温で30分振とうを加え、布帛中に存在する-SS-結合を切断した。以下、コントロール布帛と同様な処理を行うことにより、新しい-SS-結合を形成させた。なお、上記試料1,2は、3.1項（IWS法と新規試験方法の比較）で使用した。

試料3：試料4のコントロール布帛として、ウール布帛（NDW:5cm×24cm）を0.05Mリン酸緩衝液（pH7.84）（0.1% POEOFE 含有）中に浴比26倍で浸漬し、50℃で、2時間振とうを行った。以下、試料1と同様な処理を行った。

試料4：ウール布帛（NDW:5cm×24cm）を0.1% 2-イミノチオラン塩酸塩 [7] / 0.05Mリン酸緩衝液（pH7.66）（0.1% POEOFE 含有）中に浴比26倍で浸漬し、50℃で、2時間振とうを行い、ウール布帛中に-SH基を導入した。以下、試料2と同様な処理を行った。

2.4.2 ニンヒドリン処理 [8]

試料5：試料6のコントロール布帛として、ウール布帛（NDW:5cm×24cm）を蒸留水（0.1% POEOFE 含有）中に浴比26倍で浸漬し、50℃で、2時間振とうした。以下、試料1と同様な処理を行った。

試料6：ウール布帛（NDW:5cm×24cm）を0.02M ニンヒドリン水溶液（0.1% POEOFE 含有）中に浴比26倍で浸漬し、50℃で、1時間振とうした。以下、試料1と同様な処理を行った。

2.4.3 ホルムアルデヒド処理 [8]

試料7：試料8のコントロール布帛として、ウール布帛

(NDW:5cm×12cm)を0.05M酢酸緩衝液(pH5.0)(0.1% POEOFE 含有)中に浴比54倍で浸漬し、50℃で、24時間振とうを行った。以下、試料1と同様な処理を行った。

試料8: ウール布帛(NDW:5cm×12cm)を8%ホルムアルデヒド/0.05M酢酸緩衝液(pH5.0)(0.1% POEOFE 含有)中に浴比54倍で浸漬し、50℃で、24時間振とうを行った。

以下、試料1と同様な処理を行った。

2.4.4 酢酸第2水銀加工法 [8,9]

試料9: 試料10のコントロール布帛として、ウール布帛(NDW:5cm×12cm)を0.05M酢酸緩衝液(pH5.0)(0.1% POEOFE 含有)中に浴比54倍で浸漬し、50℃で、24時間振とうを行った。以下、試料1と同様な処理を行った。

試料10: ウール布帛(NDW:5cm×24cm)を0.1M酢酸第二水銀/0.1N酢酸水溶液中に浴比1:52で浸漬し、70℃、45分間振とうを行い、布帛中に水銀を導入した。次いで、酸化工程を行うことにより、水銀加工布帛を作製した。

2.5 防しわ加工スラックスの作製

予めクロム染色したウール布帛(平織, 2/60×2/60, 目付け167g/m²)に対し、200L染色機を用いて、以下の処理を行った。

ウール布帛(2.81kg:約11m)を0.01%2-イミノチオラン塩酸塩[8]/0.05Mりん酸緩衝液(pH7.74)(0.1% POEOFE 含有)中に浴比28倍で浸漬し、70℃で、4時間振とうを行った。次に、地下水で洗浄後、この布帛を0.4% L-システイン水溶液(0.1% POEOFE 含有)中に浴比28倍で浸漬し、40℃で30分振とうを加えた。その後、地下水で洗浄し、遠心脱水した後、室温で乾燥させた。最終的に、高圧デカタイジング装置を用いて釜セットすることにより、防しわ加工布帛を作製した。

上記防しわ加工布帛を用いてスラックスを縫製(右足:未加工布帛, 左足:防しわ加工布帛)し、着用試験に使用した。

2.6 着用試験

ドライクリーニングしたドレスパンツを温度22℃、湿度62~90%RHの条件下で予め24時間保存した。次いで、温度22℃、湿度62%RHの条件下でひざを曲げてかがんだ姿勢をとり、1~5分間しわ付けを行った。しわ付け終了後、脱着し、垂直に吊るすことにより、生じたしわの本数(瞬間回復に相当)としわ消滅時間(遅延回復)を測定した(温度

22℃、湿度62%RHの条件下)。着用試験条件を表1にまとめた。

Table 1 Condition of wear test.

No.	conditioning	Wrinkling
1	62%RH,22°C,24hr	62%RH,22°C,1min
2	62%RH,22°C,24hr	62%RH,22°C,3min
3	90%RH,22°C,24hr	62%RH,22°C,1min
4	90%RH,22°C,24hr	62%RH,22°C,5min

3. 結果と考察

3.1 IWS法と新規試験方法の比較

IWS法は、着用時におけるしわ付け条件に即した試験方法である[2]反面、エイジングヒストリーによる測定値への影響を考慮していない、あるいは一回の測定に使用する試料点数(20点)が多いといった問題点を持つ。

Table 2 The precision of IWS (90%RH) method and new testing method, using the wool fabrics (Plane weave, 2/60×2/60, 177g/m²).

Precision		IWS method	New method
Within-day precision ^{a)}	Days	open angle (°) ^{b)}	Open angle (°) ^{b)}
	1	83±3.4(4.1)	131±0.93(0.7)
	2	95±3.6(3.8)	134±1.3(1.0)
	3	89±3.3(3.7)	131±0.47(0.4)
Total precision ^{c)}		89±6.1(7.3)	132±1.9(1.4)

^{a)} n=3

^{b)} Mean±SD(CV,%)

^{c)} 3 days;n=9

表2に、IWS法、および新規試験方法から算出した平織布帛の開角度を示した。IWS法による同時再現性、および日差再現性が悪いことがわかる(ここで、同時再現性とは、1日に同時に測定した場合の測定精度のことであり、日差再現性とは、日を変えて測定した場合の測定精度のことである)。

IWS(90%RH)法においては、試料調整条件(20℃、90%RH×24時間)をデシケーターにばう硝飽和水溶液を入れることで得ている。図1にIWS法による試料調整時間に対する開角度と水分率との関係を示した。時間の経過とともに試料中の水分率が増加し、測定ポイントである24時間で

は、試料中の水分率が安定しない状態にある。また、24 時間では、開角度も安定していないことがわかる。このように水分率が不安定な状態で測定していたため、測定精度が悪く、非常に多くの測定点数が必要であった。

Fig. 1 The relationship between the open angle, moisture regain and the conditioning time by IWS (90%RH) method at 90%RH and 20°C.

Fig. 2 The Relationship between the open angle, moisture regain and the conditioning time by our new test method at 90%RH and 30°C.

これに対してわれわれの提案した新規防しわ評価試験方法では、デシケーターの代わりに恒温恒湿器を使用している。図 2 に、恒温恒湿器を使用した場合の試料調整時間に対する開角度と水分率との関係を示した。10 時間程度で水分率、及び開角度が安定し（図 2）、測定精度が、約 5 倍向上して

いることがわかる（表 2 参照）。この実験結果から、測定点数 4 点で、IWS 法と同程度の測定再現性が得られるものと推測される。

Fig. 3 The relationship between the open angle and the conditioning humidity (n=5).

ところで、ウールは湿度の変化に非常に敏感であることが知られている。図 3 に試料調整時における湿度と開角度との関係を示した。試料調整湿度 90%RH 付近において、開角度/湿度 = $4^{\circ}/\%RH$ であり、開角度が湿度の影響を非常に受けやすいことが判明した。この実験から、測定精度を向上させるには、より厳密な湿度管理が必要となることが判明した。しかしながら、通常の恒温恒湿器では、湿度制御幅が $\pm 2 \sim 3\%$ であり、絶えずコントロール布帛と比較しながら評価しないと精度の高い測定結果を得ることができないことが判明した。

図 4 に、コントロール布帛と防しわ加工布帛における試料調整湿度と開角度との関係を示した。試料調整湿度が高くなるにつれて開角度が減少し、しわ付けが厳しくなることがわかる。しかしながら、試料調整湿度 86~90%RH の範囲内で、それぞれ加工布の開角度の値は変化しているものの、コントロール布帛と防しわ加工布帛との開角度差は、一定であり、湿度の影響を受けないことがわかる。

Kärrhorm らは、しわ付け・開角度測定時に温度、および湿度を減少させれば、しわは最大になることを報告している [10]。図 5 に、コントロール布帛と防しわ加工布帛におけるしわ付け・開角度測定湿度と開角度との関係を示した。この実験から、しわ付け・開角度測定湿度が低くなるにつれて、開角度が減少し（しわ付け条件が厳しくなり）、Kärrhorm らの報告と一致した。しかしながら、しわ付け・開角度測定

湿度 51~65%RH の範囲内で、それぞれ加工布の開角度の値は変化しているものの、コントロール布帛と防しわ加工布帛との開角度差は、一定であり、湿度の影響を受けないことがわかる。

Fig. 4 The relationship between the open angle and the humidity in conditioning (n=1).

Fig. 5 The relationship between the open angle and the humidity in wrinkling and measuring the open angle (n=1).

これらの実験結果から、防しわ加工した布帛の防しわ性能を評価する場合、コントロール布帛をコントロールとして使用し、両者の開角度差を判断基準とすれば、設定湿度の多少のずれに関わらず、常に安定した評価結果が得られることが判明した。

3.2 化学処理したウール布帛のしわ回復性評価

Hayes らは、化学処理したウール布帛のしわ回復性を評

価する場合、エイジングヒストリーが非常に重要であることを報告している [11]。この報告によると、エイジング時間が長くなるにつれて、しわ回復性が向上することである。この事実を考慮し、スチームセット後、直ちに各ウール加工布のしわ回復性評価試験を行った。

表 3 に、各ウール布帛のしわ回復性についてまとめた。各処理におけるコントロール布帛の開角度は、106~110°の間で推移しており、測定再現性が良好なことがわかる。

この実験から、防しわ加工した布帛の防しわ性能を評価する場合、コントロール布帛をコントロールとして使用し、両者の開角度差を判断基準とすれば、化学処理したウール布帛のしわ回復性をより正確に評価できることを明らかにした。

Table 3 Wrinkle recovery of wool fabrics.

No.	Wrinkle recovery
3	106
4 ^{b)}	129(23) ^{a)}
5	108
6 ^{c)}	120(12)
7	107
8 ^{d)}	110(3)
9	110
10 ^{e)}	141(31)

^{a)} Open angle (Difference in open angle)

^{b)} Treated with 2-IT, and then L-cysteine

^{c)} Treated with ninhydrin

^{d)} Treated with formaldehyde

^{e)} Treated with glutaraldehyde

3.3 着用試験と開角度との関係

しわ回復には、瞬間回復と遅延回復があり、織物の風合いに関係する。そこで実際に、スラックスを着用し、瞬間回復に対応するものとしてしわ数を、遅延回復に対応するものとしてしわ消滅時間を測定した。

図 6 に、着用試験条件（試料調製、およびしわ付け条件）を変えて上記スラックスにしわ付けを行った場合のしわの本数（スラックスひざ裏部分）と開角度との関係を示した。ここで、開角度 116° は、未加工布帛（右足）の値であり、開角度 127° は、防しわ加工布帛（左足）の値である。いずれの条件においても、開角度が高くなるにつれてしわ数が減少し、しわ回復性が向上していることがわかる。また、しわ付け時間が長くなるにつれて、あるいは、試料調製湿度が高く

なるにつれて、しわ数が増加することがわかる。このことは、衣服へのしわの付きかたが、加重時間、あるいは、試料調製湿度により、かなり影響することを示唆している。

Fig. 6 The relationship between the open angle and the number of wrinkles.

Fig. 7 The relationship between the open angle and the disappearing time of wrinkles.

図 7 に、着用試験条件 1,2 におけるしわ消滅時間と開角度との関係を示した。開角度が高くなるにつれて、しわ消滅時間が短くなり、しわ回復性が向上することがわかる。

これらの実験結果から、防しわ加工布帛と未加工布帛との開角度差が 10° 以上あれば、しわ回復性が向上することを証明した。

4. 結論

新規防しわ評価試験方法が、IWS 法と比較して、優れている理由を明らかにした。すなわち、われわれの試験方法は、1) 試料調製時において、水分率が安定したポイントで測定しているため、良好な測定再現性が得られること、2) 防しわ加工布帛とコントロール布帛との開角度差で評価した場合、試料調整湿度が及ぼす開角度への影響を削除できるので、より測定再現性の高い評価ができることを証明した。

また、この新規防しわ性評価試験方法が、化学処理したウール布帛においても、有効な試験方法となることを確認した。

実際に防しわ性能の異なったウール布帛を用いて、スラックスを縫製し、着用試験を実施した結果、1) 着用試験結果としわ回復性試験との間に相関関係があること、2) 防しわ加工布帛と未加工布帛との開角度差が 10° 以上あれば、しわ回復性が向上することを証明した。

文 献

1. H. J. Katz, *Text. Res. J.*, **36**, 874 (1966).
2. M. Hori, *Sen'i Gakkaishi*, **50** (No.10), 559(1994).
3. A. Kuzuhara, M. Kaimori, *Sen'i Kikai Gakkaishi*, **51**, T252(1998).
4. A. Kuzuhara, T. Hori, *Sen'i Gakkaishi*, **56** (No.2), 69 (2000).
5. A. Kuzuhara, T. Hori, *Sen'i Gakkaishi*, **56** (No.7), 353 (2000).
6. A. Kuzuhara, T. Hori, *Textile Res. J.*, in press (2001).
7. H. J. Schramm, T. Dülffer, *Hoppe-Seyler's Z. Physiol. Chem.*, **358**, 137 (1977).
8. J. D. Leeder, *Textile Chem. Colorist* **3**, 193 (1971).
9. T. Barr, J. B. Speakman, *J. Soc. Dyers. Col.* **60**, 335(1944).
10. E. M. Kärholm, C. O. Bostwick, G. Silen, C. Kahlson, *Appl. Polym. Symp. No.18*, 999(1971).
11. R. L. Hayes, J. D. Leeder, D. S. Taylor, *Text. Res. J.*, **45**, 712 (1975).