

ホームスピンのピリング試験による外観変化について

菊池直子 菊池完之* 大和進**

On the Changes in Appearance of Homespun by Pilling Tests

Naoko KIKUCHI, Kanji KIKUCHI*, Susumu YAMATO**

〈Abstract〉

Pilling is a process in which friction causes the formation of fuzz, the fuzzy material gets entangled and forms pills, and those pills fall off through abrasion. Homespun fabric tends to form many pills because wool is already to a certain degree fluffy. This study examined the pilling characteristics of homespun fabric by conducting about 100 hours of pilling tests using an ICI-type tester to learn the relationship between time of pilling tests and changes in appearance. The following results were obtained:

- (1) During the test, homespun fabric formed a markedly large amount of pills within six hours. After 12 hours, pills had tangled with each other, forming larger, fluffier pills.
- (2) The time required for the pills to fall off depended on the type of wool used: 30 or more hours for merino wool and 66 or more hours for English wool.
- (3) After 54 hours, pills similar to the convex swellings in woven textiles were observed. In addition, the fluff decreased so greatly that the background design of the textile weaves were clearly seen, and the soft appearance characteristic of homespun wool disappeared.
- (4) After 102 hours, the number of pills decreased further, and the fluff and soft appearance disappeared completely. In addition, the weight of the wool decreased by 18 to 22%, the thickness decreased by about 0.13 to 0.33 mm, and the compressive elasticity modulus decreased by 2 to 8%. Thus, there was a significant degree of attrition.

1. 緒言

衣服に要求される性能には、保健衛生的機能、安全性、風合い、取り扱いやすさ、外観・形態安定性等がある^{1), 2)}。これらは、内衣（肌着など）、中衣（セーターやシャツなど）、外衣（コートやジャケットなど）の種別により各性能の要求水準が異なるが、いずれも衣服として具備しなければならない重要な性能である。ホームスパンは、手紡ぎの毛糸を用い手織りした毛織物で、一般に外衣として用いられるため外観・形態安定性の要求水準が高い。外観・形態安定性には、せん断性や伸縮性、防縮性、光沢性、ピリング性、ドレープ性等の種々の性

能が含まれるが、ホームスパンがこれらのすべての性能に優れているとはいいがたく、ピリング性は評価の低い性能の一つである。

ピリングとは、着用中の摩擦等により目に見える程度の毛玉（ピル）ができることで、ホームスパンに限らず機械織りでもツイードのような織物や甘撚りの紡毛糸を用いた織物などに発生しやすい。発生したピルは、いつまでも織物表面に留まるのではなく摩擦により脱落するが、その脱落量は繊維の強度と負の相関関係にあり、繊維の種類によって異なる。ピリング現象は、摩擦により毛羽が発生し、毛羽が絡み合っピルが形成され、摩擦により脱落する一連の過程であるが、ホームスパンは、多少を問わず、はじめから毛羽立っているためピルが生

*株式会社日本ホームスパン

**岩手県工業技術センター

じやすい。ピルは、毛羽がなくなるまで発生と脱落を繰り返すため、ピリング性はピルの発生量と脱落量とのバランスから評価されるといえる。ピリング性の評価を高くするためには、脱落量を促進させる方法が有効³⁾といわれているが、脱落量の増加は毛羽の減少を意味するため、ふわりとした触感もなくなりホームスパン特有の外観が損なわれることにもなる。ピルの素因である毛羽は、一方でホームスパンの重要な素材といえる。ホームスパンの毛羽について、ジャケットなどの着用例を観察すると、衣服全体が均一に減少することはなく、肘部などの摩耗しやすい部位が局所的に減少している。そのため、部分的な外観変化が逆に目立ち、衣服の寿命を短くすることもある。

ピリング性については、ピリング現象に影響を及ぼす因子を検討した報告^{4) - 7)}やピリングの客観的な評価方法を開発した報告^{8) - 10)}があるが、ピルの発生と脱落の繰り返しによる外観変化について検討したものは見当たらない。山崎は、ピリング試験方法の改訂に関する解説¹¹⁾の中で、時間を変えてピリングと外観変化を観察した結果を報告しているが、これはJ I S規定の試験時間を再検討したもので、試験時間は3～10時間であった。本研究では、ホームスパンのピリング性について、ピリング現象に関わる因子の解明や評価方法、試験方法に視点を置くのではなく、ピリング試験の時間数と外観変化の関係を把握することを目的とし実験を試みた。しかしながら、ピルや毛羽が喪失する現象は、突如として起こるのではなく緩やかに進行するため、ピリング試験の時

間数と経過観察のインターバルをどのように設定するかは難しい問題である。そこで今回は、本研究のプリテストとして位置づけ、ピリング試験を約100時間程度行い、ピリングや毛羽が変化していく状態を観察するとともに、ピリングの等級や厚さの変化等を測定し、試験時間と外観変化のおおよその関係を検討した。

2. 実験方法

(1) 試料

試料は、ホームスパン3種類（株式会社日本ホームスパン製）と、それと比較するための市販の機械織りツイード2種類である。詳細を表1に示す。ホームスパンは、元々は紡毛織物を指していたが、現在では試料Aのようなシルクとの混用素材も一般的になっている。また、昨今はモール糸や皮革テープ、シルクテープ、ラメなどの特殊な素材を用いたものもあり、ホームスパンも素材の多様化が進んでいる。本実験では特殊なものを避け、紳士服と婦人服のどちらにも適すると思われるものの中から無作為に3種類を選択し試料とした。

(2) ピリング試験機

ピリング試験機の種類は多く、ICI形試験機、TO形試験機、アピランス・リテンション形試験機、ランダム・タンブル形試験機、アクセロロータ形試験機、ユニバーサル形試験機、ユニフォーム形試験機、ブラッシアンドスポンジ形試験機などがあるが、J I Sに定められているものは前の4種類である。これらの試験機についてピルの生成方法から大別すると、一定の容器内で複

Table 1 Details of Samples

Sample	Material		Weave	Fabric count (1/2.54cm)		Thickness* (mm)	Weight (g/m ²)
				Warp	Weft		
A (Homespun)	English wool silk	80% 20%	twill	22	27	1.9	267
B (Homespun)	Merino wool	100%	Derivative plain	25	25	1.4	219
C (Homespun)	English wool	100%	twill	25	22	1.3	225
D	Wool Nylon Polyester	80% 10% 10%	plain	15	15	1.7	335
E	Wool Nylon	85% 15%	twill	15	12	2.2	332

*Load : 50gf/cm²

数の試験片を回転させピルを発生させるものと，所定の摩擦子などで試験片を摩擦しピルを発生させるものとに分けられる。本研究では，着用中の衣服の布地が互いに擦れ合うことも考慮に入れ，前者の方法によるICI形試験機を用いた。図1はICI形試験機を示している。ICI形試験機は，規格のコルク板を内張した回転箱と，試験片を巻き付けるための付属のゴム管からなっている。

(3) 試験方法

試験方法は，1種類の試料につき10×12cmの大きさの試験片をたて方向，よこ方向にそれぞれ2枚ずつ採取し，これらを巻き付けたゴム管4本を1組として回転箱の中に入れ，60±2rpm（rpmは1分間あたりの回転数）の回転速度で回転する方式である。図2は，ゴム管を入れた回転箱の中の様子を示している。ICI形試験機の試験時間は，JISでは原則として10時間と定めている¹²⁾。しかしながら，本研究では，試験時間と外観変化の関係をとらえることが目的であるため，とくに試験時間を制約する必要はない。そこで，本試験機に設定可能な最大試験時間の12時間を目安に経過観察しながら，試験機を繰り返し作動することとした。しかしながら，ホームスパンのようにピルが生じやすいものは，試験の前半で外

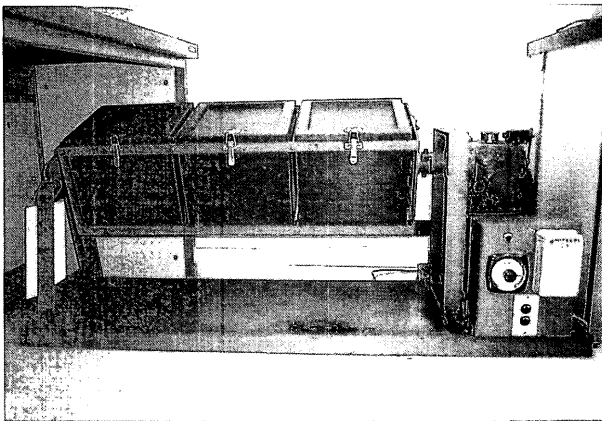


Fig.1 ICI-type pilling tester

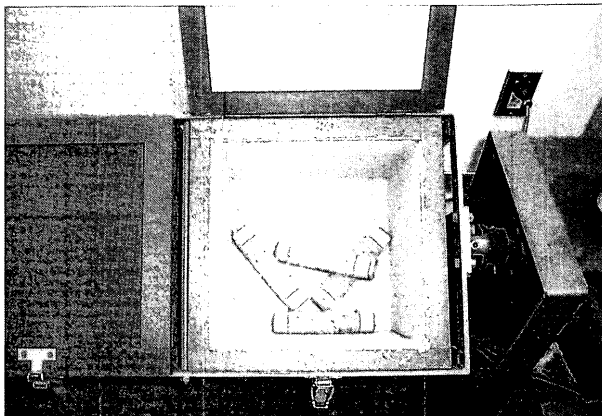


Fig.2 Inside of revolving box

Table 2 Time of pilling tests

Observation progress	Time of pilling tests
1	6
2	12
3	18
4	30
5	42
6	54
7	66
8	102

観が大きく変化し，後半になるほど変化が緩慢になると考えられる。そこで，今回は表2に示すように8回の経過観察とその時点の試験時間を定めた。試験に先立ち，各試験片の画像を記録するとともに重さ，厚さ，圧縮弾性率を測定した。経過観察では，試験片をゴム管から一旦外しピリング判定と画像の記録，重さの測定を行い，試験終了時には厚さと圧縮弾性率を加えて測定した。これらの試験は20℃，65%R.H.に調整した恒温恒湿室で行った。

3. 結果および考察

(1) ピリング判定

ピリングの評価は，JISで定めたピリング判定標準写真を用い，判定基準¹²⁾によって等級を判定した。判定基準は9段階の等級からなり，織物表面の全域にわたってピルが著しく多く発生している状態，または，その程度を越える状態を1級，ピルが見られない状態を5級とし，各級の中間程度の状態をそれぞれ1.5，2.5，3.5，4.5級としている。この判定方法は判定者の官能によるため，熟練を要すること，判定者によってばらつきが生じること等の問題^{9) - 10)}が指摘されているが，現在のところ客観的な判定方法は未だ確立していないため，本研究ではJISに準拠した。

図3に，ピリング判定による試験片4枚の等級の平均値の推移を示す。(1)はホームスパン，(2)は機械織りツイードの結果である。(1)をみると，試験前の5級は，試験6時間で1～1.5級まで下がり，短時間でピルが著しく発生する様子が窺える。試験時間の経過とともにいずれも等級は回復しているが，等級が2级以上に上がり始める時間は，試料A，Cが66時間以降，試料Bが30時間以降

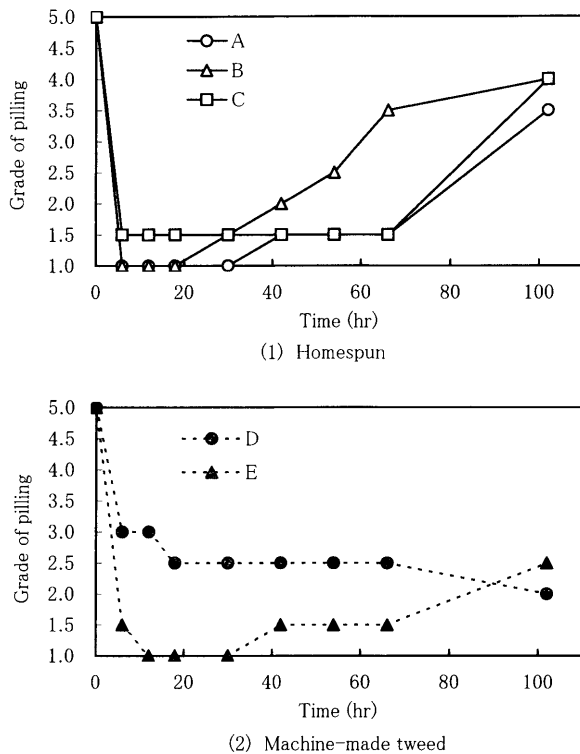


Fig.3 Change of grade by pilling test

で、試料Bの方が早い。これは、試料Bの方がピルや毛羽が脱落しやすいことをあらわしている。ピルの脱落量は繊維の強度と負の相関関係があり、試料Bに用いられているメリノウールは、試料A、Cの英国ウールよりも強度が小さい¹³⁾。そのため、試料Bは比較的早く脱落量が増加したと考えられる。一方、(2)をみると、試料Eはホームスパン試料と類似した推移を示し、試験6時間で1.5級、試験12時間で1級に低下し、試験66時間以降に等級が回復する傾向を示す。しかしながら、同じ機械織りツイードでも試料Dは、試験6～12時間の等級が3級で、ピル数は試料Eよりも少ない。ピルの発生には種々の要因が関与するが、織り組織や糸密度も深く関わり、平織が斜文織よりも、糸密度の大きいものが小さいものよりもピルを生成しにくい³⁾。試料Dは平織、試料Eは斜文織であり、試料Dの緯糸密度は15/inch、試料Eは12/inchで試料Dの方が大きい。そのため、同じ機械織りでも試料Dはピルが発生しにくいと考えられる。また、試料Dは試験102時間においても等級が回復せず、むしろ低下する傾向が認められ、ピルが脱落しにくい傾向を示している。(1)と(2)の試験102時間の等級を比較すると、(1)は3.5～4級、(2)は2～2.5級を示し、機械織りツイードの等級が低くあらわれている。これは、機械織りツイードがホームスパンよりもピルが脱落しにくいこと示す。試料D、Eには合成繊維が混用されているが、合成繊維の強度はウールよりも強い。そのため合成繊維の混用が、

ピルが脱落しにくい原因の一つになったと考えられる。

(2) 外観

図4(1)～(6)に外観変化の一例を示す。これは、ピリング試験の等級が比較的早い時間に回復した試料Bの結果である。

(1)の試験前では、織り組織特有の凹凸が目視ではっきり観察できるが、(2)の試験6時間では、1～8mm程度のピルが織物全体に多数発生している。ピルの毛羽は、周囲のピルと織糸の毛羽を共有し、ピルの形状は複雑で一定しない。(3)の試験12時間では、不定形なピルがさらに成長し大きくなり、毛羽立ちも一層激しくなる様子が認められる。(4)の試験30時間では、(3)でみられた不定形の大きいピルは脱落しているが、1～3mm程度のピルが多数発生している。経糸と緯糸の交錯を織り組織というが、平織りは経糸と緯糸が1本ずつ交互に交錯する織り組織で一般に平滑である。試料Bは平織りの変化組織で、所定の間隔の経糸が3本の緯糸を渡って交錯しているため、経糸が長めに表面にでた部分(凸部とする)がやや浮いている。多数のピルは、この凸部を核にするように発生している。

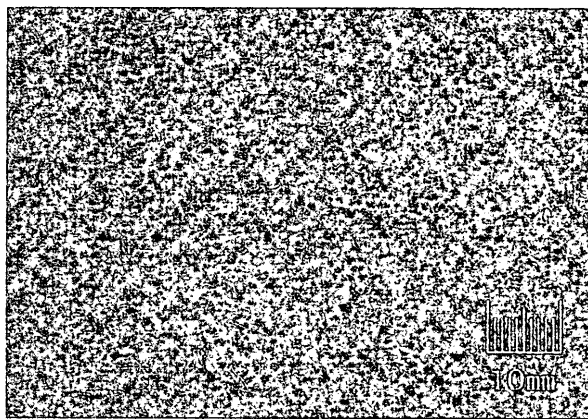
(5)の試験54時間では、ピルが織り組織の凸部を膨潤させたような形状で発生しているが、平織りの織り組織が目視でもはっきり確認でき、表面の毛羽が喪失している様子が認められる。(6)の試験102時間になると、ピルはさらに減少して毛羽も喪失し、糸の撚り方向を目視で確認できるほど織り組織が明確にみられる。また、(1)の試験前と比較すると、毛羽が喪失して糸の膨らみがなくなり、外観上の柔らかさが認められない。

(3) 重さ

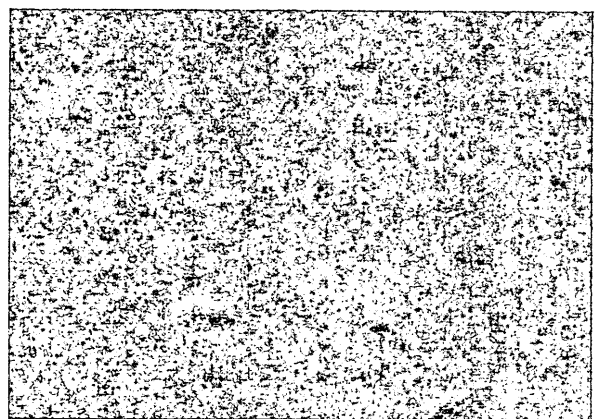
試験片の重さの変化を図5に示す。これは4枚の試験片の平均値である。試料B、Cが最も軽く、機械織りの試料D、Eはホームスパンよりも、約1～1.5g程度重い。どの試料も試験経過とともに徐々に重さが減少し、試験102時間では、いずれの試料も試験開始前からの減少量が約0.4～0.6gになっている。この減少量をピルと毛羽の脱落量と考えると、織り糸は脱落量に相当する分がやせ細ったことになる。織り糸の損耗は、布の外観を損なうのみではなく、物理的強度を低下させる。各試料の減少量は同程度であるが、試験前の重さが異なるため、損耗程度は各試料によって異なる。そこで、各試料の損耗程度を比較するため、次式により重さの変化率を求めた。

$$\text{重さの変化率 (\%)} = (W_t - W_0) / W_0 \times 100$$

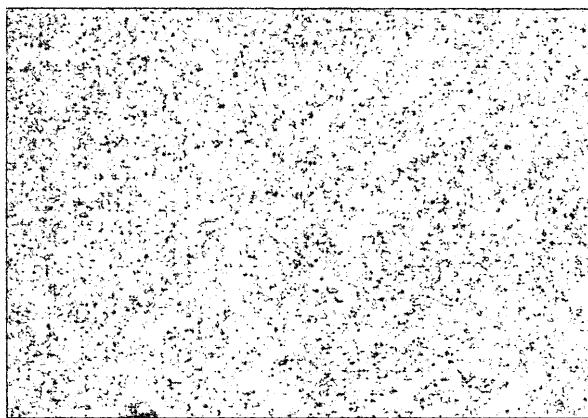
ここで、 W_t は所定時間の試験後の重さ、 W_0 は試験前の重さで、いずれも試験片4枚の平均値である。図6にその結果を示す。試験30時間以降から徐々に試料の差



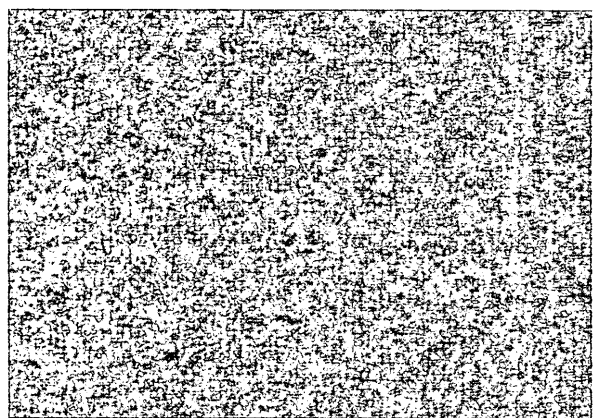
(1) Before test



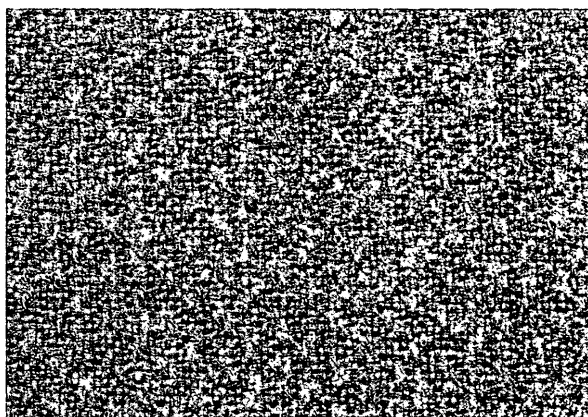
(2) After 6 hours



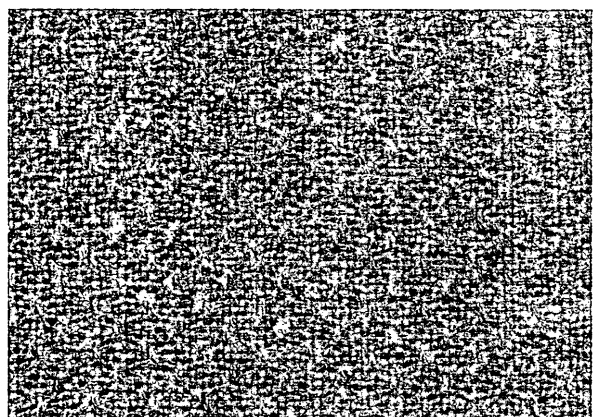
(3) After 12 hours



(4) After 30 hours



(5) After 54 hours



(6) After 102 hours

Fig.4 Changes in appearance (Sample B)

があらわれ、試験102時間では、試料Dが約-10%、試料B、Cが約-22%を示し、ホームスパンの方が変化率が大きい。ホームスパンは、機械織りツイードよりもピルや毛羽が脱落しやすく損耗が大きいことを確認できる。しかしながら、試料Aは、試験102時間の変化率が-18%で、ホームスパンの中でも変化率が比較的小さい。試料Aにはフィラメントのシルクが混用されている。フィ

ラメントは毛羽がなくピルの問題は発生しない¹⁴⁾といわれており、これが、試料Aの損耗程度が試料B、Cよりも小さい理由と考えられる。

(4) 厚さと圧縮弾性率

図7に、試験前と試験102時間の試験片4枚の厚さの平均値を示す。全試料とも試験102時間では厚さが減少しているが、試料D、Eの減少量は0.03~0.06mmで極め

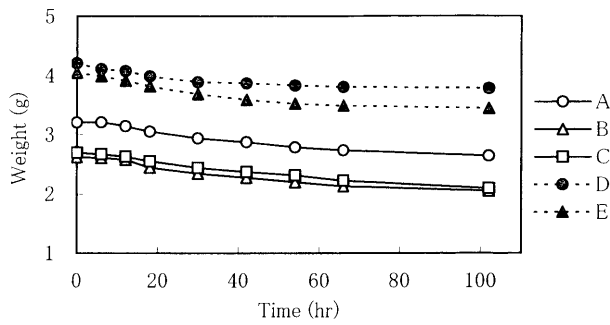


Fig.5 Change of weight by pilling test

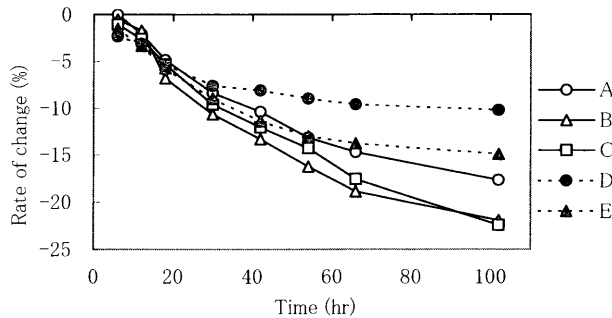


Fig.6 Rate of change about weight

て小さい。試料Aの減少量は約0.24mm, 試料Bは0.33mm, 試料Cは0.13mmで, 機械織りと比較し減少量が多い。とくに, 試料Bの0.33mmは, 一般に春夏ものとして市販される布地の厚さと同程度であり, 損耗の著しいことが窺われる。

布が損耗すると, 本来保有していた風合いが変化する。圧縮弾性は風合い性能の一つ¹⁵⁾で, 手で握ったときの弾力やふくらみをあらわす。図8は, 試験前と試験102時間の圧縮弾性率を示している。圧縮弾性率は, 次の①~④の手順で測定した¹⁶⁾。

- ①標準圧力50gf/cm²の下で厚さを測る。
- ②次に, 300gf/cm²の一定圧力の下で1分間放置して厚さを測る。
- ③加えた圧力を除き1分間放置した後, 再び標準圧力の下で厚さを測る。
- ④次式により求める。

$$\text{圧縮弾性率(\%)} = (T'_{o} - T_{p}) / (T_{o} - T_{p}) \times 100$$

ここで, T_{o} は標準圧力を加えたときの厚さ(mm), T_{p} は一定圧力を加え1分間放置後の厚さ(mm), T'_{o} は圧力を除き1分間放置後の標準圧力下の厚さ(mm)である。試験102時間では, どの試料も圧縮弾性率が低下しているが, 変化の程度は各試料で異なる。圧縮弾性率の低下の大きい順にみると, 試料Dが約-9%, 試料Aが約-8%, 試料Eが約-7%, 試料Cが約-4%, 試料

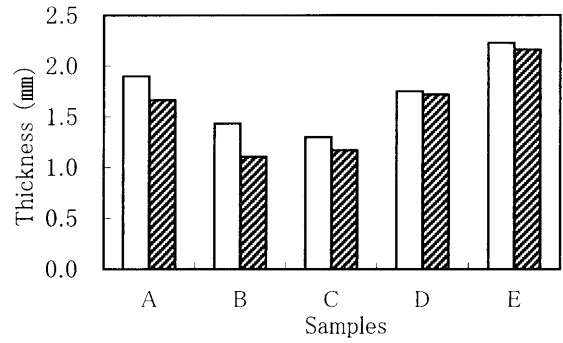


Fig.7 Change of thickness

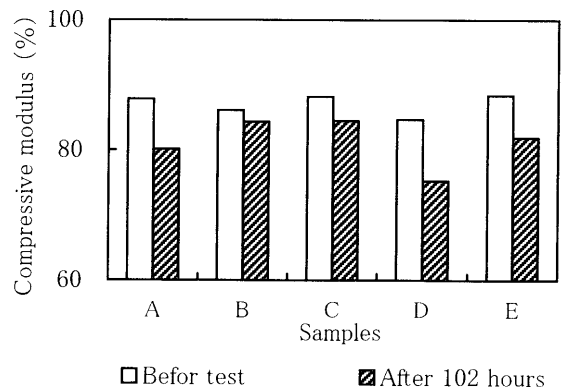


Fig.8 Change of compressive modulus

Bが約-2%である。機械織りツイードの試料D, Eは, 先において厚さの減少量が小さかったが, 圧縮弾性率の変化では比較的大きくあらわれ, 風合いが低下していることが窺える。逆に, 厚さの大きく減少した試料Bは, 圧縮弾性率の変化が比較的小さく, 損耗しながらも弾力性の変化は小さいと考えられる。しかしながら, 試料Aは変化が大きく, 試料Cは, 試料A, Bの中間程度で, ホームスパンの種類により圧縮弾性の変化傾向は異なる。

4. 結 論

ホームスパンは, 多少を問わずはじめから毛羽立っているため, ピルを生じやすい。発生したピルは摩耗により脱落するが, ピルの減少は毛羽の減少に依存するため, ふわりとした触感もなくなりホームスパン特有の外観が損なわれる。本研究では, ホームスパンのピリング性について, ピリング試験の時間数と外観変化の関係を把握することを目的とし, I C I 形試験機を用いて約100時間の試験を行い検討した。その結果, 下記のことが得られた。

- 1) ホームスパンは, 試験6時間以内にピルが著しく多く発生することが認められた。試験12時間では, ピル同

士が絡み合ってさらに大きくなり，毛羽立ちも一層激しくなることが認められた。

2) ピルの脱落量が増加する時間は，ホームスパンに用いられるウールの種類によって異なり，メリノウールは試験30時間以降，英国ウールは試験66時間以降であった。

3) 試験54時間では織物組織が目視で確認できるほど毛羽が減少し，ホームスパン特有のふわりとした外観は，試験54時間以内に喪失することが認められた。ピルは織り組織の凸部を核にして発生していることが認められた。

4) 試験102時間では，ピルが減少し，糸の撚りを目視で確認できるほど毛羽も喪失して，外観上の柔らかさが認められなくなった。また，試験102時間では，試験前からの重さの変化率が $-18\sim-22\%$ となり，厚さは $0.13\sim0.33\text{mm}$ ほど減少し，損耗程度が大きいことが認められた。圧縮弾性率は約 $2\sim8\%$ の低下を示し，圧縮弾性の低下はホームスピンの種類によって異なることが認められた。

今後の課題としては，試験66時間以降の段階的な外観変化の検討や，試験時間と実際の着用日数との対応の検討が挙げられる。今回は，試験時間と外観変化のおおよその関係をとらえたが，試料A，Cについては，経過観察の試験66時間と102時間のインターバルが開き過ぎ，ピルの脱落量が増加するタイミングを的確にとらえることができなかった。また，試験時間と着用日数との対応については，一例として過去にジャージ製スカート，ワンピースに関する報告¹⁷⁾があるが，ホームスパンやツイード製のジャケット等に関するものはみあたらない。このため実用上のホームスピンの外観変化を予測することは重要な課題である。

引用文献

- 1) 「繊維工学IV最終繊維製品の製造と性能」日本繊維機械学会編，111，1992
- 2) 「繊維製品消費科学ハンドブック」日本繊維製品消費学会編，2，1975，光生館
- 3) 「被服科学総論（上巻）」日本繊維機械学会被服学体系化分科会編，66，1980
- 4) D. Ginits, E.J. Mead, Text, Res. J., 29, 578, 1959
- 5) 吉田，山田；繊維学会誌，14，656,1958
- 6) 広田；繊維製品消費学会誌，19，225，1978
- 7) 広田；繊維製品消費学会誌，21，219，1980
- 8) 近藤，梁，高寺，大越，鳥海；繊維機械学会誌，41，113，1988
- 9) 岩崎，竹内，大泉；東京都立繊維工業試験場研究報告，43，8，1995
- 10) 宇井；日本家政学会誌，51，77，2000
- 11) 山崎；日本繊維製品消費学会誌，27，196，1986
- 12) JIS L 1076 織物及び編物のピリング試験方法
- 13) 「繊維」石川欣造監修，69，東京電気大学出版局，1986
- 14) 「生活のための被服材料学」日下部信幸著，155，家政教育社，1992
- 15) 「消費科学からみた被服材料学」安喰，川股，村山，吉田著，73，三共出版，1985
- 16) JIS L 1096 一般織物試験方法
- 17) 鈴木，近藤；繊維製品消費学会昭和46年年次大会研究発表要旨，1971