

羊毛織物（モスリン）の収縮に関する研究

——DFE 及び膨潤率に対する洗浄条件の影響——

児 玉 恒 雄

Studies on Shrinkage of Wool Plain Fabrics (Muslin)

——The Effect of Washing Conditions on DFE and Swelling——

Tsuneo KODAMA

Abstract

The effect of detergents on shrinkage of wool plain fabrics (muslin) was studied using an electric washer under hard washing conditions (long washing time)

The results are summarized as follows.

1. Shrinkage increased with increase in concentration of detergent up to a maximum ranging from 0.10% to 0.15%.
2. Shrinkage increased with increase in pH of washing solution, among the various detergents, at the same concentration.
3. Swelling had a remarkable effect on shrinkage, but DFE (Differential Frictional Effect) had no effect.

I 緒 言

洗たくにおける羊毛製品の収縮についてはすでに多くの研究^{1)~8)} がなされ、羊毛の物理的、化学的性質との関連で説明が試みられている。しかしながら、羊毛製品の収縮は、製品の構造（羊毛の種類、糸の構造、布の構造など）と洗浄条件（洗剤の種類、濃度、洗液の温度、洗浄時間など）との相互作用であり、複雑な要素を多く含んでいるので、製品個々に論じられているのが現状であり、今日まで羊毛編物、羊毛織物などについて、種々の洗浄条件で研究が行なわれているが、洗浄操作は当然のことながら、ほとんどの場合「短時間」「ソフト」な方法に限られている。

今回、羊毛平織織物（モスリン）を取り上げ収縮に関する研究を行なったが、電気洗たく機を使用して洗浄時間を通常よりはるかに長くし100分間連続して洗浄する方法で、洗剤の影響

について検討したところ興味ある結果が得られたので報告する。

Ⅱ 実 験

1 実験材料

1-1 試験布⁹⁾

試験布の性質を Table 1 に示した。洗浄実験にさいしては、試験布を、たて 40 cm, よこ 40 cm に裁断し, Fig. 1 のごとく, 8ヶ所に縫印を付したものを各実験, 5枚ずつ用意した。なお糊ぬきなどの前処理は行なわなかった。

1-2 洗剤

洗剤としては, Table 2 に示す中性洗剤, 弱アルカリ性洗剤及び粉石けん 2 種の市販品 4 種類を使用した。なお本文中では表に示した略号を使用した。

Table 1 Properties of fabrics used

Textile fiber	Fabric construction	Size of yarn (count)		Density of fabric (yarn/cm)		Thickness (mm)
		Warp	Weft	Warp	Weft	
Wool	Plain weave	48	48	26	24	0.320

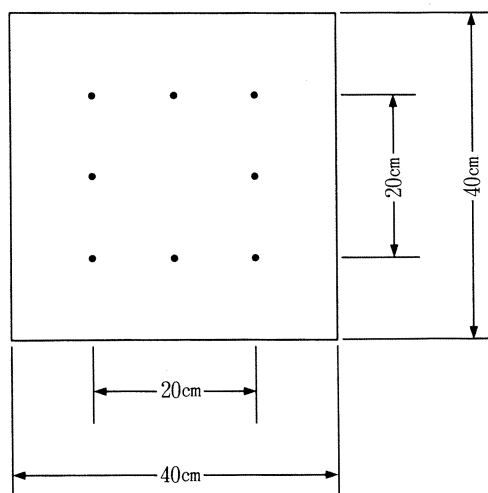


Fig. 1 Test fabrics

2 洗浄方法

洗浄条件は以下のとおりである。

Table 2 Detergents used

Type (Symbol)	Light duty synthetic detergent	Heavy duty synthetic detergent	Soaps	
	(L)	(H)	(S)	(Z)
Components et al				
Components	AS, LAS Na ₂ SO ₄	AOS, LAS Na ₂ SO ₄ Na-Silicate Na-Alumino- silicate FWA, Enzyme	Fatty acid soap Na ₂ CO ₃	Fatty acid soap
Surfactant content in products (%)	27	25	60	99

AS ; Sodium alkyl sulfate

LAS; Linear alkylbenzene sulfonate

AOS ; Sodium α -olefin sulfonate

FWA; Fluorescent whitening agents

- (a) 洗浄機器；一槽式全自動洗たく機，日立製作所^(株)KW-10L型
- (b) 洗浄用水；水道水
- (c) 洗浄温度；20±1℃
- (d) 洗たく機の水流の強さ；標準水流
- (e) 浴比；1：40（負荷布使用）
- (f) 洗浄時間；100分間
- (g) 洗浄後の脱水時間；3分間
- (h) すすぎ時間；5分間
- (i) すすぎ後の脱水時間；4分間
- (j) 洗浄回数；1回
- (k) 乾燥方式；水平においたタオルの上で自然乾燥

なお，収縮率に対する洗浄回数と洗浄時間の影響 (Fig. 2) 及び収縮率に対する浴比と電気洗たく機の水流の強さの影響 (Fig. 3) の実験については，(d)，(e)，(f)，(j)の条件を変えて行なった。

3 評価方法

3-1 収縮率の測定⁹⁾

洗浄後次式に従って面積収縮率を計算した。

$$\text{面積収縮率 (Area shrinkage) (\%)} = \frac{L^2 - L_1 \times L_2}{L^2} \times 100$$

L ; 元の長さ (20 cm)

L₁; 洗浄後のたて方向の測定値

L₂; 洗浄後のよこ方向の測定値

3-2 摩擦係数の測定⁵⁾¹⁰⁾

ライダー法により行なった。滑り台として、市販の亚克力樹脂板を使用し、摩擦対照としては、0.2 g のライダーを使用した。なお次式により DFE (Differential frictional effect) を計算した。

$$DFE = \mu_1 - \mu_2$$

μ_1 = 逆スケール方向の摩擦係数

μ_2 = 順スケール方向の摩擦係数

3-3 膨潤率の測定

戸張らの方法⁵⁾ に準じて行なったが、本実験では通常のスライドガラスの代りに一穴ホールスライドガラスを使用した。一穴ホールスライドガラスに単繊維を固定し、スライドガラスのホール部（凹部）に洗剤水溶液を滴下した後、カバーガラスで覆い顕微鏡で繊維巾の変化を測定し、次式に従って膨潤率を計算した。

$$\text{膨潤率 (Swelling) (\%)} = \frac{W_0 - W_1}{W_0} \times 100$$

W₀; 膨潤前の繊維巾

W₁; 膨潤後の繊維巾

なお繊維巾の測定は写真撮影により行なった。

Ⅲ 結 果 と 考 察

1 収縮率に対する洗浄条件の影響

1-1 収縮率に対する洗浄回数及び洗浄時間の影響

Fig. 2 は、粉石けん（S）濃度0.10%の系で、(a)洗浄時間を10分間一定としてくり返し洗浄を行なった場合と(b)洗浄時間を10分、20分、50分、100分と変えて、洗浄回数は1回のみの場合の収縮率に対する影響の差異を洗浄時間で比較したものである。

(a)の洗浄条件に比較して、(b)の洗浄条件が若干高い収縮率を示した。これは洗浄のくり返しの影響よりも、長時間連続して洗液に浸漬するために受ける影響の方が大きいと思われる。なお(b)の洗浄条件が収縮率に対する影響が大きいことがわかったので以後の実験はすべて洗浄時間100分間、洗浄回数1回で行なった。

1-2 収縮率に対する浴比と電気洗たく機の水 flow の強さの影響

Fig. 3 は粉石けん（S）を使用して、(a)ソフト水流で試験布だけを洗浄した場合（浴比1 :

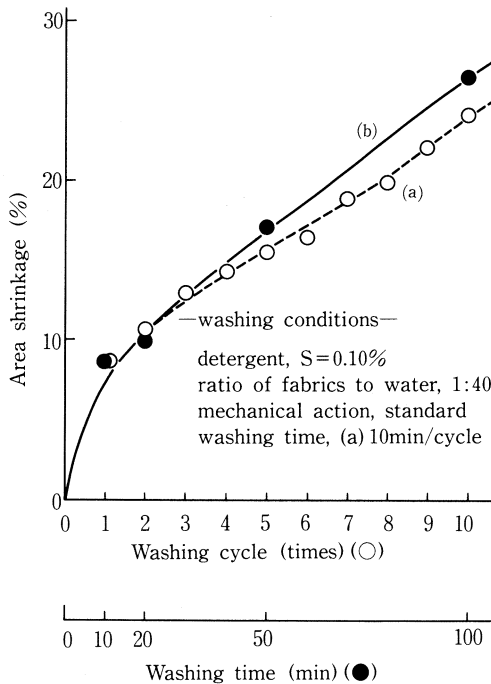


Fig. 2 The effect of washing cycle and washing time on area shrinkage

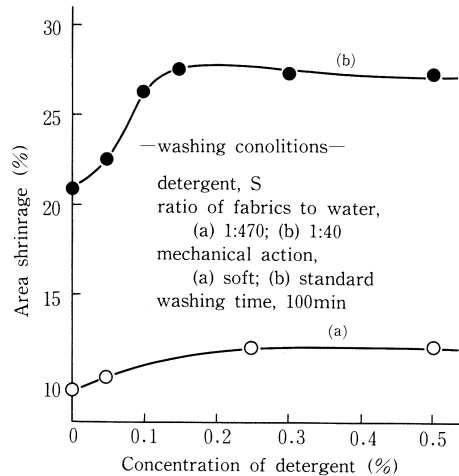


Fig. 3 The effect of ratio of fabrics to water and mechanical action on area shrinkage

470) と(b)試験布に負荷布を加えて標準水流で洗浄した場合（浴比 1 : 40）の収縮率に対する影響の差異を比較したものである。(a)に比して(b)の洗浄条件の方が収縮率に対する影響が大きいことがわかったので以後の実験はすべて(b)の洗浄条件（浴比 1 : 40, 標準水流）で行なった。

1-3 収縮率に対する洗剤濃度の影響

収縮率に対する洗剤濃度の影響を検討した結果を Fig. 4 に示した。中性洗剤 (L), 弱アルカリ性洗剤 (H) 及び粉石けん 2 種 (S 及び Z) の検討した 4 種類の洗剤について, すべて洗剤濃度の増加とともに収縮率が增大し, 洗剤濃度 0.10%~0.15% の範囲で最大値に達するが, それ以上の濃度では収縮率が若干低下するという全く同じ傾向を示した。このような結果は, 従来報告されている結果¹⁾²⁾ と異なるが, 機械作用の強い条件では洗剤濃度の増加により収縮率に最大値が現われる例²⁾ も報告されており, 本報告の結果は, 洗浄時間 100 分という厳しい洗浄条件によるのではないと思われる。

1-4 収縮率に対する洗剤の種類の影響

収縮率に対する洗剤の種類の影響を比較した。洗剤の種類の影響を比較する場合, 洗剤濃度として, 通常それぞれの洗剤の標準使用濃度が用いられているが, ここでは, 同じ濃度で比較した。洗剤濃度 0.05% 及び 0.15% で洗液の pH と収縮率という観点から洗剤の種類の影響を

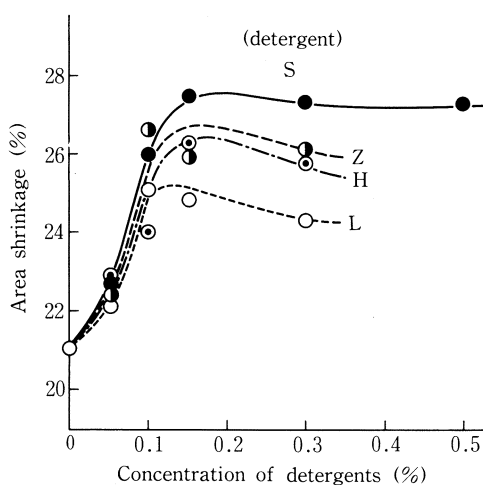


Fig. 4 The effect of concentration of detergents on area shrinkage

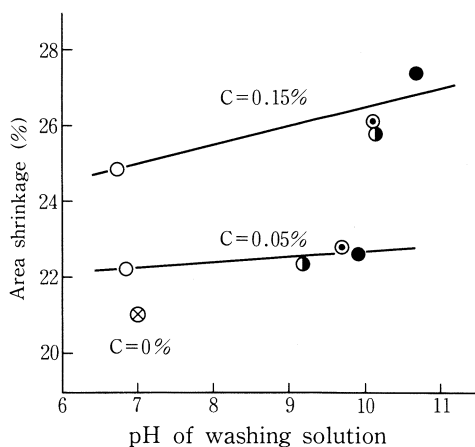


Fig. 5 The effect of pH of washing solution on area shrinkage
C, concentration of detergent
detergent, S(●); Z(○); H(●); L(○);
none(⊗)

比較した結果を Fig. 5 に示した。

洗剤濃度0.05%では、pH によってあまり大きな差は見られなかったが、0.15%では、pH の増加とともに収縮率が増加した。洗液の pH と収縮率の関係については、本報告の結果とは逆に pH の増加とともに収縮率が減少するという報告⁵⁾ があるが、一方で、洗浄条件によっては、中性洗剤よりも粉石けんの方が収縮率が大きいという報告⁶⁾ もあり、Fig. 5 の結果も Fig. 4 の結果と同様、本報告の洗浄方法の影響が大きいと思われる。そこで、収縮率に対する洗浄条件の影響について考察するために、摩擦係数と膨潤率について検討した。

2 摩擦係数に対する洗浄条件の影響

2-1 摩擦係数に対する洗剤濃度の影響

粉石けん (S) を使用して、摩擦係数に対する洗剤濃度の影響を Fig. 6 に示したが、洗剤濃度の増加とともに DFE が減少した。

2-2 摩擦係数に対する洗剤の種類の影響

検討した4種類の洗剤について、洗浄濃度0.15%における摩擦係数に対する洗剤の種類の影響を Fig. 7 に示したが、洗液の pH が大きくなるほど DFE が減少した。

2-3 DFE と収縮率

Fig. 6 と Fig. 7 の結果から DFE と収縮率の関係をまとめたのが Fig. 8 である。Fig. 6 と Fig. 7 の実験の洗浄条件から考えてスケールの損傷によって DFE が減少したと思われるにも

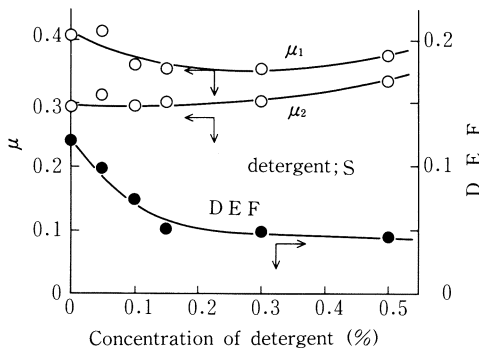


Fig. 6 The effect of concentration of detergent on DFE

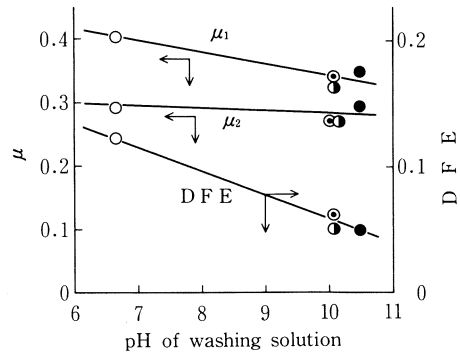


Fig. 7 The effect of pH of washing solution on DFE
concentration of detergent=0.15%
detergent, S(●); Z(●); H(●); L(○)

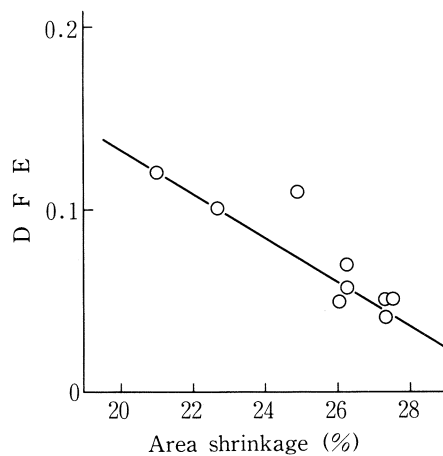


Fig. 8 The relation between DFE and area shrinkage

かわらず、DFE が小さいほど収縮率は大きく、従来から言われている DFE と収縮率の相関関係⁵⁾¹¹⁾ は認められなかった。この理由の一つとして考えられるのは、本報告のような長時間連続して洗浄する条件では、洗浄後に測定した DFE は洗浄中のスケールの状態を表わしてはいないのではないかとと思われる点である。

それ故、洗浄中のスケールの状態を表わす目安の一つになるとと思われる膨潤率について検討した。

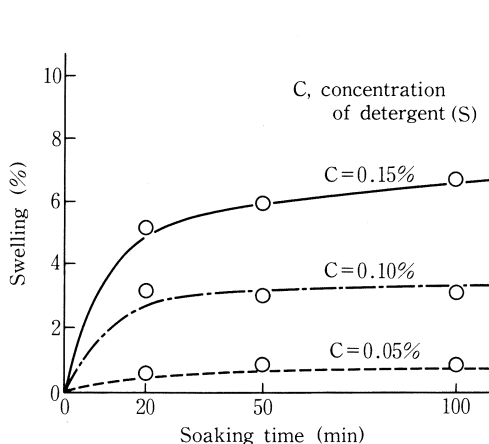


Fig. 9 The effect of concentration of detergent and soaking time on swelling

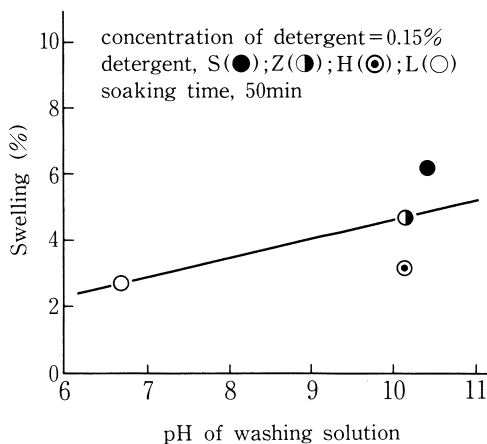


Fig. 10 The effect of pH of washing solution on swelling

3 膨潤率に対する洗浄条件の影響

3-1 膨潤率に対する洗剤濃度と浸漬時間の影響

粉石けん (S) を使用して膨潤率に対する洗剤濃度と浸漬時間の影響を比較したのが, Fig. 9 である。膨潤率は浸漬時間の増加とともに増加し, また洗剤濃度の増加とともに増加した。なお, 濃度0.3%以上ではスケールの溶解による損傷が起こり膨潤率を測定出来なかった。

3-2 膨潤率に対する洗剤の種類の影響

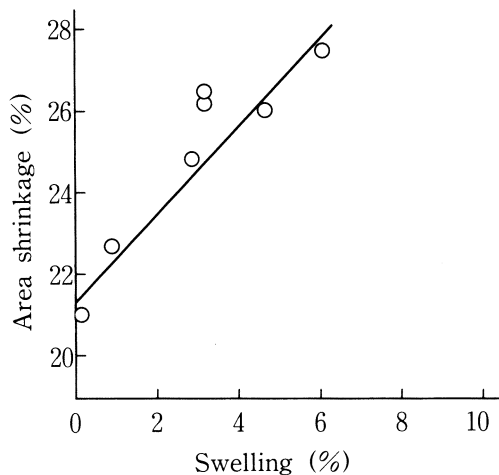


Fig. 11 The relation between swelling and area shrinkage

4種類の洗剤について、洗剤濃度0.15%において、浸漬時間50分の膨潤率に対する洗剤の種類の影響を比較した結果を Fig. 10 に示した。点がばらついているが、pH が増加すれば膨潤率も増加すると考えて良いと思われる。ただ中性洗剤でもかなりの膨潤率を示すことから見て、膨潤には pH 以外の影響（たとえば中性の界面活性剤、ビルダーの膨潤作用）も大きいと思われる。

3-3 膨潤率と収縮率

Fig. 9 と Fig. 10 の結果から膨潤率（浸漬時間50分）と収縮率の関係をまとめたのが、Fig. 11 である。Fig. 11 から明らかなように膨潤率と収縮率との間に関わり合いがあることが認められた。洗液の pH が増加すれば、膨潤率が増加することは良く知られている⁵⁾ ところであり、また膨潤によるスケールの立上がりも、収縮率に影響を与えることも知られている¹²⁾ が、通常家庭洗たくでは洗浄時間は短いので、膨潤率は小さく、洗浄条件による差も少ないと思われ、従って、膨潤率と収縮率の相関関係も認められていない⁵⁾。それに対して、本報告の場合は、洗浄時間が長いので膨潤率も大きく、膨潤の影響が現われたのではないと思われる。しかし、羊毛製品の収縮には多くの要因がからみ、一因だけでは説明出来ないと思われるので、今後更に検討する必要があると思われる。

IV 要 約

羊毛平織織物（モスリン）を、電気洗たく機で長時間（100分間）連続して洗浄し、収縮に対する洗剤の影響を検討した結果、次のことがわかった。

- 1) 洗剤濃度の増加とともに収縮率が増大し、濃度0.10%～0.15%の範囲で最大値を示した。
- 2) 洗剤の種類の影響を、同一洗剤濃度で比較した場合、洗液の pH が大きいほど収縮率が増大した。
- 3) 膨潤率と収縮率の間に相関関係が認められた。

しかし、DFE と収縮率の間に相関関係は認められなかった。

引 用 文 献

- 1) 矢部章彦，薄田京子，お茶の水女子大学自然科学報告，4 (No. 1)，87 (1953)
- 2) 矢部章彦，薄田京子，お茶の水女子大学自然科学報告，4 (No. 2)，227 (1953)
- 3) 高野富士子他，繊維誌，9，340 (1968)
- 4) 赤土正美他，衣生活，16 (No. 6)，27 (1973)
- 5) 戸張真臣他，繊維誌，22 (No. 9)，397 (1981)
- 6) 中谷眞三代，塩飽 裕，日本衣服学会誌，28 (No. 1)，22 (1984)
- 7) 中谷眞三代，滋賀県立短期大学雑誌，30，29 (1986)
- 8) 土井千鶴子，姫路短大研究報告，24，57 (1979)

9) JIS L1042 (1980)

10) 繊維学会編, 繊維工学便覧, p. 649 (1950)

11) 坂井史明, 繊維学会誌, 21 (No. 11), 603 (1965)

12) 梅原 亮, 繊維と工業, 35 (No. 6), 5 (1979)