

羊毛タンパクによる羊毛繊維の表面改質

篠塚 雅子*

1. 緒言

羊毛の数少ない欠点として、洗濯や摩擦による完全に不可逆的な縮みや、フェルト化現象がある。これらを解消するための防縮加工は、羊毛表面のスケールを除去する脱スケール処理や、樹脂により羊毛表面を被覆する樹脂加工¹⁾、または両者を併用した方法^{1), 2)}がある。しかし、スケール除去による羊毛本来の物理的機能低下や、加工の過程で生じる塩素化合物の環境負荷の問題があり、これらに代わる新たな加工が求められている。

そこで羊毛から調製した水溶性のタンパク質を、羊毛繊維の表面改質に応用し、環境負荷や羊毛本来の機能低下を生じない、新しい防縮加工法について検討している。本研究では、ニットへの羊毛タンパク加工を試み、防縮効果についての評価を行ったので報告する。

2. 実験

2.1 試料と試薬

2.1.1 羊毛繊維

メリノウール(64's)をアセトンにて24時間ソックスレー抽出し、蒸留水で洗浄後乾燥して用いた。

2.1.2 ニット

ウエル方向・コース方向それぞれ約11cmの丸編み羊毛ニット(日本羊毛染色株製, wool2/49)を、羊毛繊維と同様に処理して用いた。

図1に試料の形状を示す。



図1 ニット試料の形状

2.1.3 試薬

アセトン、チオグリコ-ル酸(TGA)、尿素、酢酸、臭素酸ナトリウム、水酸化カリウム、30%過酸化水素水はそれぞれ市販品の等級を、セルロース・アルファ・カド(CTAC)は市販品の一級をそのまま用いた。

2.1.4 透析膜

セルロース透析膜(平均分子量が6,000~8,000のもの)を用いた。

2.2 羊毛タンパクの調製

3M水酸化カリウム(KOH)水溶液を用いてpH11.0に調整した0.2Mチオグリコ-ル酸(TGA)水溶液100mlに、細断した羊毛繊維5gを浸漬し、30分で2時間静置して最初の還元(第一還元)を行った。この溶液に8M尿素溶液となるように尿素を加え、さらに30分、24時間還元処理(第二還元)を行った。この還元処理溶液に酢酸を加え、pH7.0に調整し、TGAに対して8.25倍量に相当する0.33M臭素酸ナトリウム水溶液100mlを2~3時間かけて徐々に加えながら、室温で24時間静置して酸化反応を行った。このようにして得られた溶液を濾過し、溶剤分と塩分とを分離した。このうち溶剤分を蒸留水で押しセルロース膜を用いて7日間、毎日蒸留水を交換して透析を行い、羊毛タンパク水溶液を得た。

2.3 ニットへの羊毛タンパク加工

試料は50倍量の還元剤水溶液中、20分間処理後、30分間水洗した。水洗は蒸留水を盆中5回新しいものに換えて行った。次に50倍量のカチオン系界面活性剤(CTAC)水溶液中、室温で5分間処理後取り出し、過剰な水分を取り除いた試料を、40倍量の0.5%羊毛タンパク水溶液中、30分間処理後、50倍量2%過酸化水素水³⁾または1%臭素酸ナトリウム水溶液中、室温で60分間処理した。この試料を再び前述と同じ要領で30分間水洗し取り出した後、過剰な水分を除いて80℃で30分間乾燥した。

2.4 電子顕微鏡による加工状態の観察

繊維への羊毛タンパクの加工状態を、走査電子顕微鏡(日本電子(株)製, JMS-5800LV)にて観察し、羊毛タンパクの付着量、均一性について、1(劣っている)~5(優れている)の5段階で評価した。

2.5 洗濯試験

加工後の試料を、負荷布(綿布)と合わせて1Kgとし、家庭用全自動洗濯機で水量39.1、市販合成洗剤(ライオントップ、弱アルカリ性、酵素配合)19.5g、水温は常温で、下記洗濯サイクルを3回繰り返した後、フェルト化の評価と面積収縮率の測定を行った。

洗濯例:

洗濯10分→脱水2分→すすぎ(ため水)3分→

脱水2分→すすぎ(ため水)3分→脱水2分→

自然乾燥

2.5.1 耐フェルト性の評価

フェルト化の程度によって1(激しくフェルト化している)~5(フェルト化が認められない)の5段階で評価した。この評価の目安としては、加工処理を行っていない未処理試料の洗濯前の状態、洗濯3回後の状態をそれぞれ5、1とし、その中間を3とした。

2.5.2 面積収縮率

各試料について、二重の編み地の片側に、ウエル方向、コース方向それぞれ3つの測長区間を定め印をつけて、洗濯前後の長さを測定した。それらの値を下記の式(1)に当てはめて算出した面積収縮率Sを求めた。

面積収縮率S(%) =

$$[(A0 \times B0) / (At \times Bt)] / (A0 \times B0) \times 100 \quad (1)$$

A0: 洗濯前のウエル方向測定値の平均

B0: " コース方向 "

At: 洗濯後のウエル方向 "

Bt: " コース方向 "

3. 結果と考察

3.1 ニットへの羊毛タンパク加工

表1に、加工条件及び羊毛タンパクの付着量及び加工の均一性の評価を図2に加工試料の電子顕微鏡写真を示す。ニットへの加工は、既報³⁾で報告した未加工の羊毛繊維への加工において、比較的付着量が多かった加工

表1 試料の加工条件と加工状態評価

試料No.	還元			CTAC			評価	
	濃度(%)	pH	温度(℃)	濃度(%)	pH	温度(℃)	付着量	均一性
N1	0.4	7.6	20	0.1	9.0	20	2	2
N2	0.4	7.6	40	0.1	9.0	20	2	2
N3	0.4	9.0	20	0.01	8.5	60	5	4
N4	0.2	9.0	20	0.01	8.5	60	4	4
N5	0.05	9.0	20	0.01	8.5	60	4	4

加工条件を参考に策した。

試料N1, N2では、単繊維への加工の場合よりも、付着量ははるかに少なく、付着している部分と付着が認められない部分が明瞭で、不均一な状態であった。これは、試料ユニットの場合、還元剤または羊毛タンパクの拡散が、単繊維の場合よりも困難であるためと考えられる。

これは対しN3, N4, N5では、球状の羊毛タンパクが繊維表面に比較的均一に付着していた。これらの条件では、加工剤の試料への拡散も比較的容易であると考えられ、単繊維への加工と同等の結果が得られたものと推定できる。また、これらは、還元剤の濃度のみを変化させたが、加工状態に大きな差は認められなかった。ニット等拡散の問題となる試料への加工では、羊毛タンパクの処理温度の影響が大きいように見える。今回行った加工試験では、処理温度が60 の時に、最も羊毛タンパクの拡散が容易であったと考えられる。

3.2 羊毛タンパク加工ニットの防縮性

各試料の洗濯試験結果を表2に示す。

羊毛タンパクの付着量、均一性の評価が高かった試料N3, N4, N5で高い防縮効果が確認できた。繊維表面が羊毛タンパクによりカバーされたために、摩擦発熱が減少し、耐フェルト性が向上したものと考えられる。図3に、未処理試料及び加工試料(N5)の、洗濯試験前後における開裂を示す。

加工状態の評価が低かったN1, N2では防縮性も劣ることが認められ、繊維表面が羊毛タンパクでまんべんなく覆われた試料の方が、防縮性が高い傾向を確認した。

一方、N3, N4, N5で、加工評価ではほとんど差が認められなかったにもかかわらず、防縮性に差が生じた点は重要である。これらの中では、還元剤濃度が最も低いN5が収縮率でも最も低かった。本加工では、羊毛タンパク処理前に還元処理を行い、羊毛繊維表面のジスルフィド結合(SS)をSH基にし、羊毛タンパク処理後、反応が完了しなかったSH基を、再びSSに戻すための酸化処理を行っている。しかし、これらのSH基は、酸化処理ですべてがSSに戻ることは困難である⁴⁾。分子の開裂保持の役割を担うSSの減少は、繊維の開裂の安定性に影響を及ぼし、試料の収縮を招くと仮定すると、還元作用が最も穏やかなN5の収縮率の低さが説明できる。これらのことは、試料のフェルト化以外の収縮の要因を示唆するものと考えられる。

4. 結論

羊毛タンパクをニット表面へ加工することで、羊毛表面の摩擦発熱を軽減し、耐フェルト性を付与することができた。また、加工過程における還元を最小限に抑える

試料No.	耐フェルト性	収縮率(%)
未処理	1	29.7
N1	3	12.2
N2	3	14.7
N3	4	6.7
N4	5	4.3
N5	5	1.4

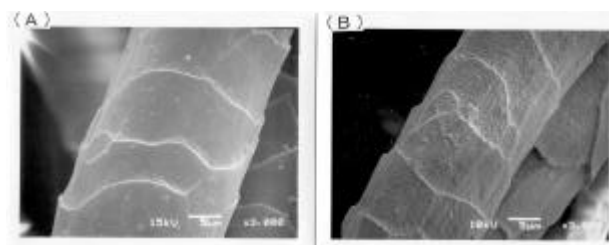


図2 羊毛タンパク加工試料の電子顕微鏡写真
(A)試料N1(B)試料N4

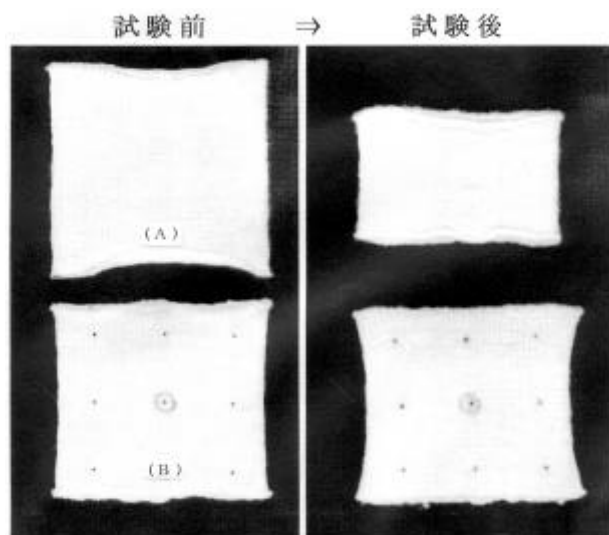


図3 洗濯試験前後の試料の開裂
(A)未処理試料(B)加工試料(試料N5)

ことが防縮効果を高める結果となり、試料中のSSの減少と試料収縮の関係が示唆された。

参考文献

- 1) J.Lewis, Wool Science Review, 1977, No.54, 2; 1978, No.55, 23.
- 2) C.A.Anderson, H.J.Katz, M.Lipson, and G.W.Wood, Text.Res.J., 1970, 40, 29.
- 3) 篠原佳子, 茨城県工業技術センター研究報告, 23, 36
- 4) M.Shinotsuka, K.Murata, S.Naito, K.Arai, Proc.9th Int.Wool Text.Res.Conf., Biella (1995)

表2 洗濯試験結果