

모직물의 케라틴 흡착거동 및 그에 따른 물성

박홍수, 조용주, 이명학

한국섬유기술연구소

1. 서론

양모는 인간의 피부와 유사한 동물성 단백질로 되어 있어 다른 섬유에 비해 이질감이 적고 보온성이 뛰어나 고급 의류로 이용되고 있지만, 착용시 구김이 잘가는 등의 문제점 때문에 실용적인 측면에서 제약이 있다. 이같은 문제점을 해결하기 위하여 강연사를 사용하거나 diisocyanate, multifunctional epoxide, alkylene halide, aldehyde 등의 가교제를 사용하여 가교를 도입하는 등 여러 가지 연구가 진행되었다¹⁻⁶.

한편, 최근에는 환경 및 인체에 무해한 천연물질을 섬유가공에 응용하는 연구가 행해지고 있고, 양모의 경우에도 천연고분자물을 처리하여 성능을 향상시키는 연구⁷⁻¹¹가 이루어지고 있다. 섬유에 처리되는 천연고분자로는 양모 케라틴, 견 피브로인, 콜라겐, 식물성 단백질, 천연 다당류, 키토산 등이 있는데, 北野導雄 등⁷⁻¹⁰은 양모 섬유를 양모 케라틴, 견 피브로인과 같은 섬유상 고분자로 처리하면 구김회복성, 신장탄성률 등이 개선된다고 하였다. 그러나 이에 대한 연구는 아직 진행중이다.

본 연구에서는 양모 케라틴과 모직물을 사용하여 케라틴 처리액의 pH 및 환원조건이 흡착량에 미치는 영향을 조사하여 케라틴의 최적 처리조건을 설정하였고, 케라틴 흡착량에 따른 모직물의 방추도, 인장강도 및 탄성회복률을 측정하여 케라틴이 모직물의 물성에 미치는 영향에 대해 알아보았다. 이 밖에도 케라틴 처리에 따른 모직물의 염색성 변화에 대해서도 살펴보았다.

2. 실험

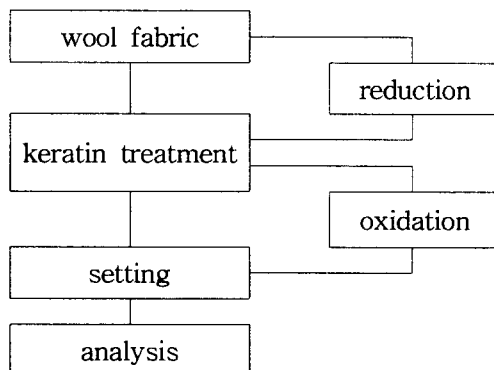
2.1 시료 및 시약

메리노 양모 Nm 80/2, 평직을 시료로 사용하였으며, 양모 케라틴은 가수분해물의 형태로 판매되고 있는 PROFIBE K-400(日本 成和化成(株))을 사용하였다. 모직물 전처리에 사용한 환원제 및 산화제로는 Ammonium thioglycollate(MERCK, 59% solution)와 과산화수소(純正化學, 35% solution)를, pH 조절을 위한 포름산 및 기타 시약은 1급 시약을, 염료는 C.I. Acid Red 194를 사용하였다.

2.2 모직물에서의 케라틴 처리

직물 약 10g을 염색기(Ahiba Texomat, G7B)에서 액비 1:20으로 하여, 처리온도, 시간, pH 및 케라틴 농도를 변화시키면서 흡진법으로 처리한 후, 수세 탈수하여 스티머(MATHIS Laboratory Steamer, DHe type)에서 포화증기로 20분 동안 세팅하는 방법으로 하였다. 이때 처리액의 pH를 조절하기 위한 산으로는 황산, 아세트산, 포름산을 사용하였다. 모직물을 환원제로 처리한 경우에는 환원처리 후 원심탈수하고 즉시 케라틴 처리를 하였으며, 케

라틴 처리후에는 수세, 탈수 및 산화처리 후 세팅하였다. 전체적인 케라틴 부여 공정을 Scheme 1에 나타내었다.



Scheme 1. Schematic diagram of experimental process

2.3 분석 및 물성 측정

2.3.1 분자량 측정

케라틴의 분자량은 SDS-PAGE(sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis)를 이용하여 전기영동법으로 측정하였다.

2.3.2 케라틴 흡착량 측정

흡착된 케라틴 양은 처리 전, 후의 직물 건조 무게의 변화로부터 계산하였다.

2.3.3 케라틴 부여 직물의 물성측정

케라틴 부여량이 다른 각 시료에 대해 인장강도, 방추도 및 신장탄성회복률을 측정하였다.

2.4 염색성

C.I. Acid Red 194를 사용, 액비 1:50, 염색 온도 100℃, 염료농도 1.7% o.w.f.의 조건으로 Ahiba 염색기에서 1시간 동안 염색하였다. 염색기와 연결된 UV-Vis Spectrophotometer (HP, 8452A)를 이용하여 염색 시작 후 5분 간격으로 염액의 흡광도를 측정하고, 검량선으로부터 염료의 흡진율을 구하였다.

2.5 내세탁성

케라틴 10g당 AgNO₃ 0.05g을 50℃에서 30분간 교반하면서 반응시킨 후, 셀룰로오스계 투석막에 넣어 투석하고, 투석이 끝난 은라벨 케라틴을 1.25, 5, 7.5%의 농도로 50℃에서 120분 동안 모직물에 부여하였다. 이 직물을 JIS L 0217-103 방법에 의해 5회 세탁한 후, 질산에 녹여 원자흡광분석기(Varian, spectra AA-400 plus)로 은의 양을 측정하였고, 세탁 전, 후의 은의 양으로부터 내세탁성을 평가하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 처리조건에 따른 케라틴의 흡착거동

양모 케라틴의 분자량 측정 결과 2,500 ~ 3,500 정도인 것으로 나타났는데, 양모섬유 내부로 확산이 가능한 분자량이 3,000 ~ 10,000 정도로 보고되고 있는 것을 감안할 때, 본 실험에서 사용한 케라틴은 양모섬유의 CMC를 통해 섬유 내부로의 확산이 가능할 것으로 추정된다. Fig. 1은 처리 농도에 따른 케라틴 흡착량을 측정한 결과로 농도가 증가할 수록 흡착량은 증가하는 것을 알 수 있다.

3.2 환원제 처리가 케라틴 흡착량에 미치는 영향

Fig. 2는 시스틴 결합의 절단이 케라틴 흡착량에 미치는 영향을 나타낸 것으로, 환원제 처리에 의해 오히려 흡착량은 감소하는 것으로 나타났다.

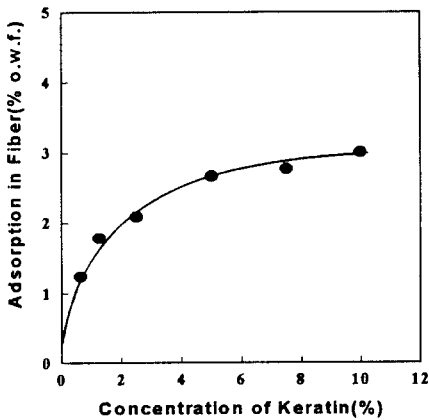


Fig. 1. Effect of concentration of keratin in fiber at 50°C. Treatment time:120min.

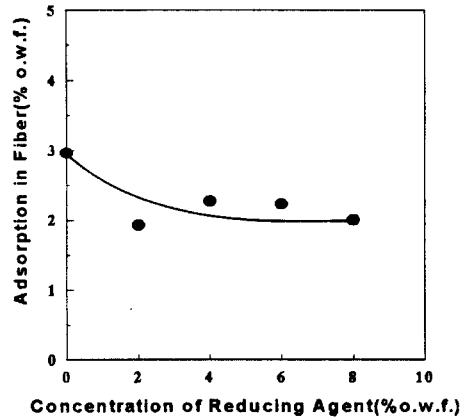


Fig. 2. Effect of reducing agent on adsorption. Concentration of keratin:7.5%, treatment time:120min.

3.3 산의 종류 및 pH가 케라틴 흡착량에 미치는 영향

Fig. 3은 황산, 아세트산, 포름산을 이용하여 처리액의 pH를 변화시켰을 때의 흡착량 변화를 나타낸 것으로, 아세트산과 포름산의 경우, pH 4.0 부근에서 가장 높은 흡착량을 나타내었으며, pH 3.0 이하와 pH 4.5 이상에서는 흡착량이 감소하는 것으로 나타났다. 황산의 경우에는 pH가 낮을 수록 흡착량이 거의 직선적으로 증가하였다.

Fig. 4는 포름산을 이용하여 케라틴 처리액의 pH를 4.0으로 조정 한 후, 50°C에서 45분간 처리한 결과로, 흡착된 케라틴 양은 Fig. 1의 결과와 비교해 볼 때 전 농도에서 45분이라는 짧은 시간에서도 산 없이 2시간 처리한 경우와 비슷하게 흡착하는 것으로 나타났다.

Fig. 5은 pH를 4.0으로 하였을 때의 시간에 따른 흡착량 변화를 나타낸 것으로, 45분까지 증가하고 그 이상에서는 거의 증가가 없었다.

Fig. 6은 pH를 4.0으로 하였을 때의 온도에 따른 흡착량 변화를 나타낸 것으로, 온도가 증가함에 따라 흡착량도 증가하는 것으로 나타났다. 본 연구에서는 물성 및 염색성 평가를

위한 모직물의 케라틴 처리조건을 pH 4.0, 처리시간 45분, 처리온도 50°C로 하여 시료를 제작하였다.

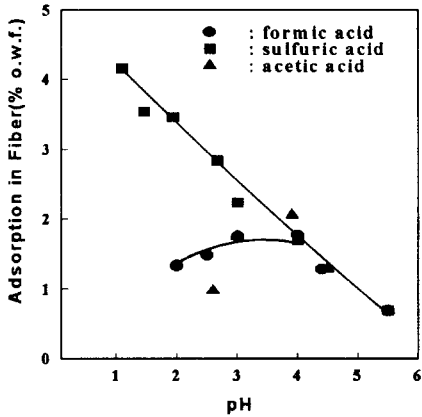


Fig. 3. Effect of pH with various acids on adsorption. Concentration of keratin: 2.5%, treatment time: 45min.

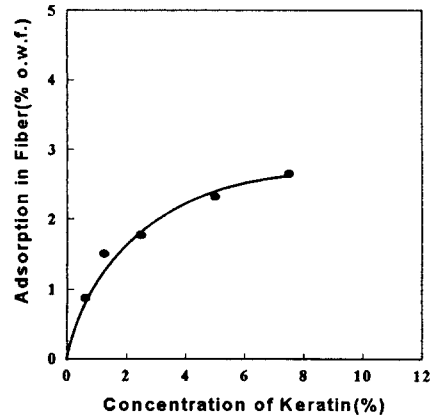


Fig. 4. Effect of concentration on adsorption of keratin in fiber at 50°C, pH 4.0. Treatment time: 45min.

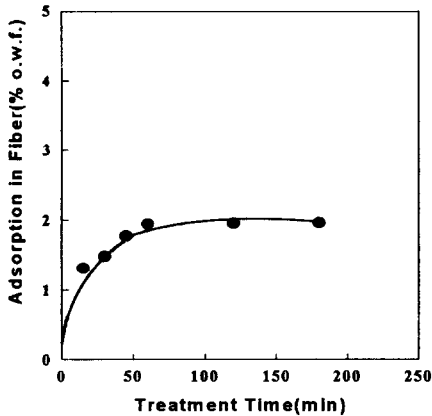


Fig. 5. Effect of treatment time on adsorption of keratin in fiber at 50°C, pH 4.0. Concentration of keratin: 2.5%.

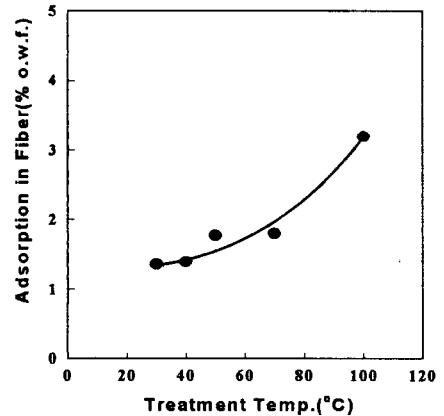


Fig. 6. Effect of treatment temperature on adsorption of keratin in fiber at pH 4.0. Concentration of keratin: 2.5%, treatment time: 45min.

3.4 케라틴 흡착에 따른 모직물의 물성 변화

모직물에 부여한 케라틴이 직물의 물성에 어떤 영향을 주는지를 알아보기 위하여 탄성회복률, 방추도, 인장강도를 측정하여 Table 1에 나타내었다. 표에서 보면 케라틴 흡착량이 증가하면 탄성회복률은 증가하였으나, 방추도는 증가하다가 다시 감소하는 경향을 나타내었으며, 인장강도는 큰 변화가 없는 것으로 나타났다.

3.5 케라틴 흡착에 따른 모직물의 염색성 변화

Fig. 7은 케라틴 처리 직물과 미처리 직물의 산성염료에 대한 흡진곡선을 나타낸 것으로,

그림에서 보면 미처리 모직물에 비해 케라틴 처리 직물의 염료 흡진율이 더 높고, 처리시료의 경우에는 케라틴 흡착량이 많을 수록 염료의 염착속도가 더 빠른 것으로 나타났다. 따라서 케라틴 처리는 모직물의 산성염료에 대한 염착좌석을 증가시키는 것으로 나타났다.

Table 1. Physical properties of keratin treated wool fabric.

adsorption (% o.w.f.)	physical properties		crease resistance (%)	tensile strength (kgf)	elastic recovery (%)
	warp	weft			
0 %	warp		92.4	12.7	75.3
	weft		90.6	12.9	70.7
0.87 %	warp		93.6	13.2	76.0
	weft		93.8	12.8	71.0
1.77 %	warp		95.1	13.7	77.3
	weft		93.4	12.8	69.7
2.65 %	warp		91.0	14.4	79.7
	weft		92.1	13.2	71.0

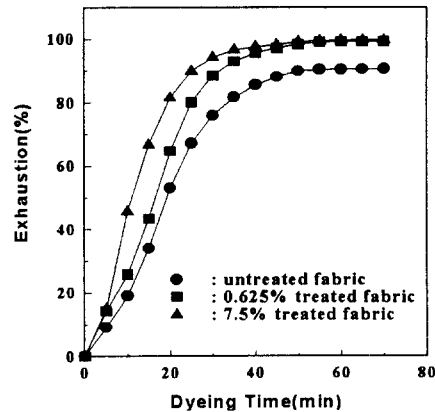


Fig. 7. Exhaustion curves of keratin treated wool fabric.

3.6 케라틴 처리 직물의 세탁에 대한 내구성

Table 2는 라벨링된 케라틴을 처리한 모직물을 5회 세탁하여 세탁 전, 후의 직물에 흡착한 은의 양을 정량분석한 결과이다. 표에서 보면, 세탁 전, 후의 모직물에 부여된 케라틴 양에는 거의 차이가 없는 것을 알 수 있다. 따라서 모직물에 부여된 케라틴은 섬유내부에 견고하게 고정되어 있어 세탁에 의해서도 탈착이 거의 일어나지 않는 것을 알 수 있다.

Table 2. Effect of washing on wool fabric treated with Ag labeled keratin.

concentration of Ag labeled keratin (%)	adsorption(% o.w.f.)	
	before washing	after washing
1.25	1.77	1.64
5.0	3.88	3.78
7.5	4.63	4.68

4. 결론

모직물에 대한 케라틴 흡착거동 및 흡착량에 따른 방추도, 탄성회복률, 인장강도 및 산성 염료에 대한 흡진율을 조사하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 케라틴 처리 농도와 처리 시간이 증가할 수록 양모 내부로 확산되는 케라틴의 흡착량이 증가하였다.
2. pH에 따른 케라틴 흡착량을 조사한 결과, 아세트산과 포름산의 경우 pH 4.0에서 케라틴 흡착량이 가장 많은 것으로 나타났다.
3. 케라틴 흡착량이 증가할 수록 방추도는 증가하였으나 흡착량이 너무 높은 경우에는 오히려 감소하는 결과를 나타내었다. 탄성회복률은 케라틴 흡착량이 증가함에 따라 증가하였으나, 인장강도는 케라틴 흡착량에 따른 변화가 거의 없었다.
4. 케라틴 처리 직물은 염착좌석의 증가로 산성염료에 대한 흡진율 및 흡진속도가 미처리 직물보다 더 높은 것으로 나타났다.
5. 케라틴 처리 직물과 은 라벨링한 케라틴 처리 직물이 5회 세탁 후에도 우수한 물성 및 흡착량을 유지하는 것으로 보아 양모 섬유 내부로 확산된 케라틴이 양모 섬유 내부에 견고하게 고정되어 있는 것으로 추정되었다.

참고문헌

1. H. L. Needles, Robert Okamoto and K. A. Alger, *Text. Res. J.*, **58**, 427(1988).
2. E. H. Hinton, *Text. Res. J.*, **44**, 237(1974).
3. N. H. Koenig and M. W. Muir, *Applied Polymer Symposium*, **18**, 727(1971)
4. A. G. De Boos, *J. Text. Inst.*, **67**, 37(1976).
5. Ryo Umehara, Yutaka Shibata, Hiraku Ito, Munenori Sakamoto and Takeaki Miyamoto, *Text. Res. J.*, **61**, 89(1991).
6. Ryo Umehara, Yutaka Shibata, Hiraku Ito, Yoichiro Muraoka and Takeaki Miyamoto, *Text. Res. J.*, **64**, 440(1994).
7. 北野 道雄, *染色工業*, **43**, 180(1995).
8. 北野 道雄, 山本 周治, 藤田 浩文, *纖維加工*, **47**, 551(1995).
9. 北野 道雄, 橋本 貴史, 山本 周治, *纖維加工*, **47**, 101(1995).
10. 北野 道雄, 橋本 貴史, 山本 周治, 坂川 登, *テキスタイル & ファッション*, **9**, 254(1992).
11. 若生幸毅, *日本纖維學會誌*, **49**, p-249(1993).