

<研究論文(學術)>

알칼리와 셀룰라아제 처리에 의한 아세테이트 직물의 표면 형태 및 성능의 변화

¹이애진 · 이혜자* · 유혜자**

해평상업고등학교

*한국교원대학교 가정교육학과

**서원대학교 의류학과

(2000년 8월 10일 접수)

Changes in Surface Shape and Physical Properties of Acetate Fabrics by Alkaline and Cellulase Treatment

¹Ae-Jin Yi, Hye-Ja Yi*, and Hye-Ja Ryu**

Haepyeong Commercial High School, Kumi, Korea

**Dept. of Home Economics Edu., Korea National University, Chung-Buk, Korea*

***Dept. of Clothing and Textiles, Sowon University, Chongju, Korea*

(Received August 10, 2000)

Abstract—The purpose of this study is to present basic data for the enzymatic modification of acetate fabrics.

The weight loss and rate of weight loss of acetate fabrics increased with increasing NaOH concentration and treating time. Acetyl value decreased as the weight loss became higher. The weight loss of alkaline-treated acetate fabrics were directly proportional to the concentration and treating time of cellulase. The optimum temperature and pH in cellulase treatment were 55°C and pH 3.5. The surface shape revealed that density of fiber decreased by alkaline-treatment. With the treating time of cellulase, fibrillation occurred. In case of higher weight loss in alkaline treatment, fibril is removed after 180 min. The tensile strength decreased by alkaline and cellulase treatment. Especially, in case of higher weight loss of alkaline treatment, tensile strength decreased suddenly. Alkaline treatment increased the drapability of acetates, while cellulase treatment increased it initially but decreased gradually with treatment time. The dyeability after alkaline treatment was improved for reactive dye, but deteriorated for disperse dye. The cellulase treatment of acetate lowered the dyeability for both types of dyes.

1. 서 론

최근 패션의류에 대한 소비자의 요구는 가볍고

얇으면서도 부드러운 촉감과 우수한 드레이프성과 발색성을 가진 값싼 직물들이 선호되고 있어 섬유 가공연구분야에서는 피치스킨, 뉴실크, 뉴소모 등의 신감각 소재와 텐셀 등의 셀룰로오스 섬유, 서로 다른 섬유를 조합한 복합 소재, 태 개량 등을 목적으로 한 특수 후가공 소재의 개발에 주력하고

¹Corresponding author. Tel. : +82-54-474-2591 ; Fax : +82-54-474-2574 ; e-mail : jin7066@hanmail.net

있다¹⁾.

특히, 아세테이트 섬유의 가공은 주로 물성면을 보완하면서 신합섬, 뉴레이온을 혼합하여 태의 개선을 목적으로 한 복합소재의 개발 및 고부가가치 향상을 위한 물리적, 화학적 방법을 이용한 후가공이 행해지고 있는데¹⁾, 태 개선을 위한 대표적인 방법이 NaOH에 의한 알칼리 감량 가공이다. 아세테이트 섬유를 알칼리로 처리하면 아세틸기(-CH₃CO)가 수산기(-OH)로 치환되어 본래의 셀룰로오스의 구조가 되는데, 알칼리에 의해 가수분해된 아세테이트는 말단 친수기가 증가되어 섬유 표면이 친수화되며 섬유사이와 실사이의 공극이 커지므로 직물의 물리적, 화학적 물성의 변화가 생긴다. 이를 아세테이트 섬유의 레이온화라고 하며 10% 이상의 감량으로 내부는 아세테이트 본래의 특성을 그대로 유지하면서 표면층만 레이온화되는 2층 구조의 섬유가 된다²⁾. 그러나 보다 내부까지 완전히 레이온화 하면 섬유의 경화·수축이 커지고 강도 저하도 증대하여 실용상의 문제가 발생한다. 이들 결점은 보다 저농도의 알칼리 용액으로 보다 낮은 온도에서 처리하거나, 무기염을 첨가한 수용액으로 처리하면 극복될 수 있다고 제안되고 있다^{2,3)}.

한편, 최근 섬유가공 분야에서는 셀룰로오스 분해 효소인 셀룰라아제가 면, 레이온, 텐셀 등의 독특한 외관과 촉감, 가벼운 착용감 등을 목적으로 이용되어 그 효과가 이미 확인되어 부드러운 촉감과 드레이프성을 선호하는 소비자의 기호에 부응하고 있다. 이러한 가공법은 환경 친화적인 방법으로, 재활용이 가능할 뿐만 아니라 에너지를 절감, 생분해성이 뛰어나 공해 문제를 해결할 수 있는 장점이 있다⁴⁾. 그러나 아직 아세테이트 섬유에의 효소 적용의 예는 매우 드물며 셀룰라아제 단독으로는 그 효과를 얻을 수 없고⁵⁾ 표피층만 레이온화하여 셀룰라아제 처리를 하면 효과를 얻을 수 있다고 제안되고 있다¹⁾.

따라서 최근 복합소재의 수요 증가로 인해 생산량이 증가 추세에 있는 아세테이트 섬유에 알칼리와 셀룰라아제를 적용한 연구가 필요하며 특히, 태의 개선과 관련이 있는 감량률과 드레이프성,

표면 형태⁶⁾ 등의 연구가 선행되어야 한다.

본 연구의 목적은 아세테이트 섬유의 태를 개질하여 폴리에스테르와 같은 합성 섬유와 조합한 복합소재와 부가가치가 높은 소재 개발에 필요한 기초자료를 제시하는 것에 두고, 아세테이트 섬유의 알칼리 처리에 의한 감량률과 감량속도 및 아세틸화도를 측정하고 이어 셀룰라아제 처리 조건에 따른 감량률을 측정하여 그 변화를 살펴보고자 하였다. 그리고 최종적으로 각 처리에 따른 표면 형태를 관찰한 후 인장강도, 드레이프성, 염색성을 측정하여 그 변화를 알아보고자 하였다.

2. 실험

2.1 시료와 시약

시료는 시판 디아세테이트 직물을 정련하여 사용하였으며 그 특성은 Table 1과 같다.

시약으로는 수산화나트륨(NaOH, 동양화학), 산성 셀룰라아제(Indiag44-L, Genenco사), 아세트산(CH₃COOH, 덕산약품), 황산나트륨(Na₂SO₄, TEDIA Co.), 에틸알코올(C₂H₅OH, 동양화학), 황산(H₂SO₄, 동양화학), Phenolphthalene 지시약(동양화학), Na₂HPO₄(동양화학), 염산(HCl, 덕산약품) 등은 1급 시약을 시판품 그대로 사용하였다.

2.2 알칼리 처리

NaOH를 이용하여, 교반 항온수조에서 액비 1 : 100, 온도 50℃로 하여 NaOH 수용액을 0.5%, 1%, 1.5%, 2%의 농도로, 2분, 4분, 6분, 8분, 10분 동안 각각 가수분해시킨 후 증류수로 충분히 수세하여 건조시켰다. 단 0.5%의 농도 하에서는 15분, 20분까지 처리하였다.

2.3 셀룰라아제 처리

산성 셀룰라아제를 이용하여 교반 항온수조(SWB-03)에서 액비 1 : 100으로 처리하였다. 처리 농도는 시간 60분, 온도 55℃, pH 5의 조건하에서 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4%, 0.5%로, 처리 시간은 농도 0.4%, 온도 55℃, pH 5의 조건하에서 30분, 60분, 120분, 180분, 240분으로, 처리 온도는 농도

Table 1. Characteristics of fabrics

Material	Fabric construction	Weight (g/100cm ²)	Thickness (mm)	Fabric count (ends×picks/in ²)
Diacetate 100%	plain	0.78	0.14	66×80

0.4%, 시간 60분, pH 5의 조건하에서 40℃, 45℃, 50℃, 55℃, 60℃, 65℃, 70℃로, 처리 pH는 Na₂HPO₄과 HCl로 조절하여 농도 0.4%, 시간 60분, 온도 55℃의 조건하에서 pH 3.0, 3.5, 4.0, 4.5, 5.0, 5.5, 6.0으로 처리하였다. 처리 후, 효소의 활성을 정지시키기 위하여 70℃의 증류수에서 15분간 행구어 탈수·건조시켰다.

2.4 감량률

알칼리 및 셀룰라아제 처리 시료의 감량률은 아래의 식으로 계산하였다.

$$\text{감량률(\%)} = (W_1 - W_2) / W_1 \times 100$$

W₁ = 가공 처리 전 시료의 무게
W₂ = 가공 처리 후 시료의 무게

2.5 아세틸화도

아세틸화도는 ASTM D-871-72에서 Method-A(Solution Method)로 측정하였다.

2.6 표면 형태

표면 형태는 Scanning Electron Microscope (HITACHI S- 2500C)를 이용하여 2000배율로 측면을 비교 관찰하였다.

2.7 인장 강도

인장강도는 KS K 0520에 의거하여 그랩법(Grab Method)을 이용하여 경사방향만 측정하였다.

2.8 드레이프성

드레이프성은 드레이프성 시험기(Model DL-3015, Daelim Instrument Co.)를 이용하여 드레이

프 계수를 산출하였다.

2.9 염색성

염색성은 자동 염색시험기(Model DL-1001A, Daelim Engineering)를 사용하였다. 염료는 Reactive Orange P-2R, 아세테이트용 분산염료 C. I. Disperse Blue 3을 사용하였고, 액비 1 : 50, 농도 3% o.w.f., 60℃에서 염색하였다. 결과는 각 시료를 Chroma Meter(CR-200, Minolta)을 사용하여 Munsell의 HV/C 표색과 Hunter식 L, a, b로부터 색차를 계산하여 나타내었다.

3. 결과 및 고찰

3.1 알칼리 처리에 의한 표피층 레이온화

3.1.1 감량률과 감량속도

Table 2에 나타난 바와 같이 NaOH 처리 농도와 시간이 증가할수록 감량률이 증가하였으며 0.5%의 농도에서는 감량률이 완만하게 증가하나, 1% 이상의 농도에서는 감량속도가 급속히 빨라졌다. 또한 경화·수축이 적고 드레이프한 섬유를 얻을 수 있는 감량 조건인 10%이상, 30%미만의 감량률⁵⁾을 얻기 위해서는 0.5%의 농도에서는 15~20분, 1%에서는 6~8분, 1.5%에서는 4분, 2%에서는 2분으로 나타났다. 알칼리 처리시의 경화·수축으로 인한 태의 경직이나 강도 저하 등의 문제를 해소하기 위한 감량속도는 1~4.5중량%/분으로 제안되고 있으며⁷⁾ 이 조건을 만족시키기 위해서는 Table 2에서 나타난 바와 같이 0.5% 농도에서 15분 이상, 1% 농도에서 4~10분, 1.5%농

Table 2. Weight loss and rate of weight loss of acetate fabrics by NaOH concentration and treating time at 50℃

Treating time(min)	NaOH concentration (%)	0.5%		1%		1.5%		2%	
		Weight loss (%)	Rate of weight loss (%/min)	Weight loss (%)	Rate of weight loss (%/min)	Weight loss (%)	Rate of weight loss (%/min)	Weight loss (%)	Rate of weight loss (%/min)
2		0.75	0.38	1.07	0.54	3.17	1.59	10.7	5.35
4		0.94	0.24	6.29	1.57	21.25	5.31	41.88	10.49
6		1.50	0.25	16.33	2.72	43.99	7.33	61.87	10.31
8		2.62	0.33	26.23	3.28	57.17	7.15	63.42	7.93
10		5.70	0.57	40.18	4.02	59.11	5.91	63.68	6.37
15		15.69	1.05						
20		25.58	1.28						

도에서 2분으로 나타났다.

그러나 1.5% NaOH 농도에서는 4분 처리로 21.25% 감량되었으나 5.31%/분의 감량속도를, 2% NaOH 농도에서는 2분 처리로 10.7% 감량되었으나 5.35%/분의 감량속도를 나타내었다. 또한 1% NaOH 농도에서는 4분 처리로 1.57%/분의 감량속도를 나타내었으나 감량률이 6.29%, 10분 처리로 4.02%/분의 감량속도를 나타내었으나 감량률이 40.18%로 나타났다.

3.1.2 아세틸화도

알칼리 처리 아세테이트의 감량률에 따른 아세틸화도는 Fig. 1에 나타난 바와같이 미처리 시료의 아세틸화도가 55.24%인 것에 비해 25.48% 감량된 시료의 아세틸화도는 38.73%로, 감량률이 높아질수록 아세틸화도는 낮아졌다. 따라서 알칼리 처리에 의한 중량의 감소는 아세틸기의 수산기(-OH)로의 치환에 의해 아세틸화도가 낮아졌기 때문임을 확인할 수 있었다.

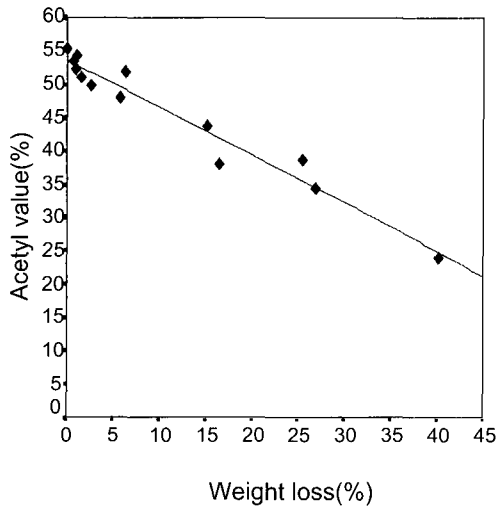


Fig. 1. Acetyl value of NaOH-treated acetate according to the percent of weight loss.

3.2 셀룰라아제 처리 조건에 따른 감량률의 변화

50℃의 온도에서 1%의 NaOH 수용액에서 6분간 처리하여 2.57%/min의 속도로 16.33% 감량시킨 시료를 사용하였으며, 액비 1 : 100에서 셀룰라아제의 처리 농도, 시간, 온도와 pH를 변화시켜 감량률을 측정하여 나타내었다.

Fig. 2에 나타난 바와 같이 알칼리 처리 아세테이트 직물의 감량률의 변화는 0.1~0.5%의 농도 범위 내에서는 처리 농도가 증가할수록 직선적

로 증가하였고, Fig. 3에 나타난 바와 같이 알칼리 처리 아세테이트 직물의 감량률의 변화는 셀룰라아제 처리 시간이 증가함에 따라 직선적으로 증가하였다. 그리고 온도에 따른 감량률의 변화는 Fig. 4에 나타난 바와 같이 최대활성 온도 55℃를 중심으로 예민하게 변화하며 이 범위를 전·후로 감량률이 점차 감소하며, 70℃에서는 거의 감량이 일어나지 않았다. 이는 조⁸⁾, 전⁹⁾의 연구와 일치하나 최적 온도가 40~50℃로 나타난 김¹⁰⁾의 연구와는 차이가 있었다. pH에 따른 감량률의 변화는 Fig. 5에 나타난 바와 같이 pH 3.5에서 최대 활성을 보이며 그 이상에서는 차츰 활성이 떨어져 pH 6.0에서는 활성이 거의 일어나지 않았다.

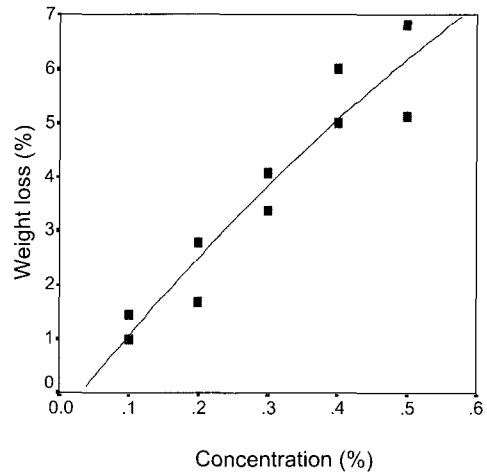


Fig. 2. Weight loss by cellulase treatment concentration(55℃, pH 5, 60min).

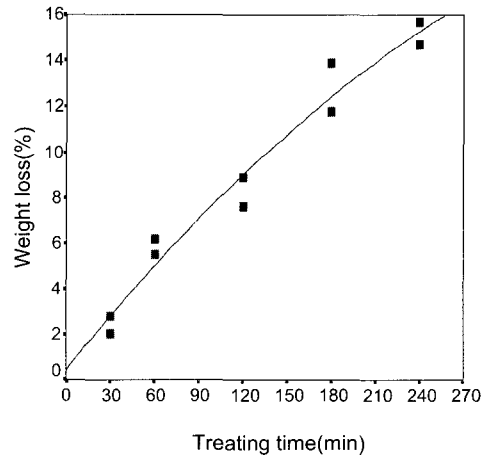


Fig. 3. Weight loss by cellulase treatment time (55℃, pH 5, 0.4%).

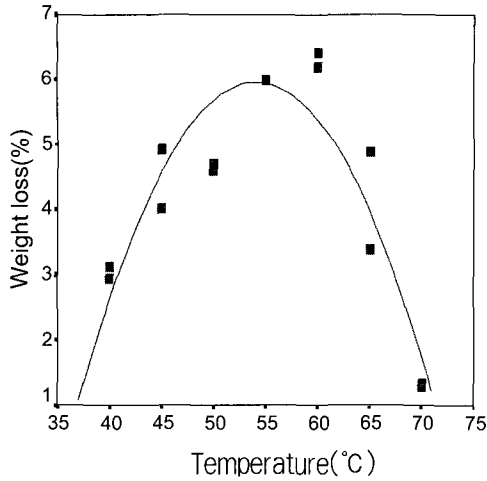


Fig. 4. Weight loss by cellulase treatment temperature(0.4%, pH 5, 60min).

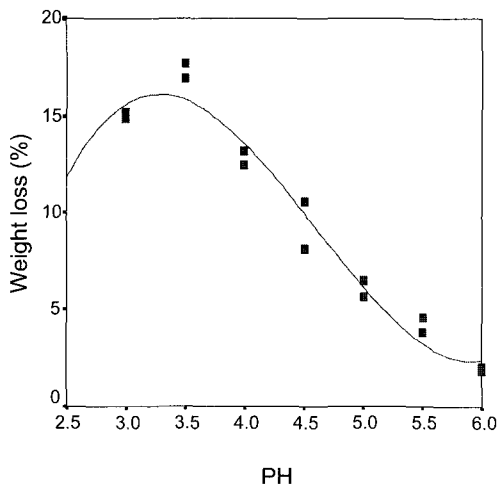


Fig. 5. Weight loss by cellulase treatment pH (55°C, 60min, 0.4%).

3.3 알칼리와 셀룰라아제 처리에 의한 표면 형태 및 성능의 변화

알칼리 처리 농도와 감량률이 다른 4종의 시료 즉, 1% NaOH 농도에서 16.33% 감량시킨 시료, 0.5% NaOH 농도에서 15.69% 감량시킨 시료, 1% NaOH 농도에서 26.23% 감량시킨 시료, 0.5% NaOH 농도에서 25.58% 감량시킨 시료의 알칼리 및 셀룰라아제 처리 시간에 따른 표면 형태와 인장 강도, 드레이프성, 염색성의 변화를 살펴보았다. 단, 표면 형태는 감량률과 감량 속도가 다른 2종의 시료만을 측정하였다.

3.3.1 표면 형태

Fig. 6과 7에 나타난 바와 같이, 알칼리 처리에 의해 섬도만 저하되었고 피브릴이나 crack의 발생은 나타나지 않았으며, 감량률이 클수록 섬도는 더욱 가늘어졌다. 그리고 셀룰라아제 처리 시간에 따른 표면 형태의 변화는 셀룰라아제 30분 처리 후에 약간의 피브릴과 crack이 발생하였으며, 60분 처리 후에는 crack과 피브릴의 발생이 더 많아졌다. 이 현상은 120분 처리 후에 더욱 심해졌으나 1% NaOH로 16.33% 알칼리 감량 시료인 (f)에서는 180분 셀룰라아제 처리 후에 더욱 심한 피브릴이 발생하였으나, 0.5% NaOH로 25.58% 알칼리 감량 시료인 (f')에서는 앞서 발생한 피브릴들이 거의 제거되어 평활한 표면을 지니면서 특히 내층 부분에 큰 crack이 발생하여 알칼리 감량 정도에 따라 다른 표면 형태를 나타내었다.

그리고 전반적으로 알칼리 처리 아세테이트 직물의 셀룰라아제 가수분해에 의한 가장 두드러진 특징은 표면 피브릴보다는 내층의 crack이 현저하게 나타난다는 점이다. 이러한 현상은 이¹¹⁾의 결과와도 일치하며 skin-core의 2층 구조를 가지는 레이온의 표면에는 결정영역이 많아 분해 속도가 느리고 내층에는 비결정영역이 많아 분해가 더 용이하기 때문으로 생각된다.

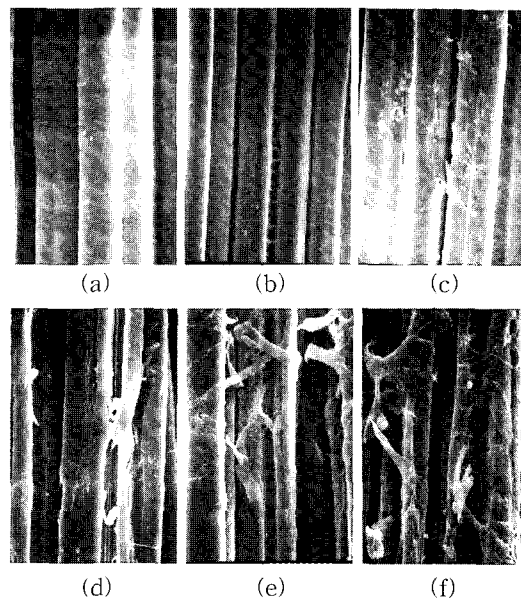


Fig. 6. SEM photographs($\times 2000$)(16.33% weight loss-1% NaOH) ; (a) Untreated, (b) Just alkaline-treatment, (c) 30min, (d) 60min, (e) 120min, (f) 180min.

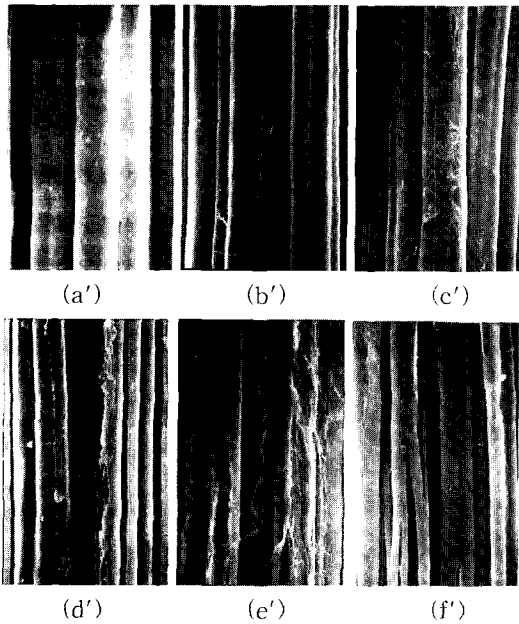


Fig. 7. SEM photographs ($\times 2000$)(25.58% weight loss-0.5% NaOH); (a') Untreated, (b') Just alkaline-treatment, (c') 30min, (d') 60min, (e') 120min, (f') 180min.

3.3.2 인장 강도

인장 강도는 Fig. 8에 나타난 바와 같이 알칼리 처리에 의해 저하되었으며, 동시에 알칼리 감량률이 높은 시료일수록 더욱 저하되었다. Fig. 9에 나타난 바와 같이 4종의 시료 모두 셀룰라아제 처리 시간이 경과할수록 인장 강도가 점차 저하되며, 감량률이 같을 경우, 0.5%의 농도에서 알칼리 감량시킨 시료가 1%의 농도에서 알칼리 감량시킨 시료에 비해 셀룰라아제 처리 시간에 따라 완만하게 저하되었다. 감량률이 같은 두 시료의 인장 강도 저하의 차이는 알칼리 처리시, 결정구조의 전이가 일어난다는 배¹²⁾의 연구 결과에서 밝혀진 것처럼 감량률이 같을 경우에도 알칼리 감량 속도에 의해 결정화도의 변화가 약간 다르기 때문으로 사료된다.

그러나 레이온 등의 셀룰로오스 섬유는 셀룰라아제에 의해서는 결정화도에 변화가 없다는 배¹²⁾의 결과로 보아 셀룰라아제 처리에 의한 인장 강도의 저하는 결정화도와 같은 미세구조의 변화와는 상관이 없고, 셀룰라아제 처리 시간이 경과할수록 섬유의 표면구조의 변화 즉, 피브릴들의 분리과 피브릴내의 팽윤의 발생, crack의 발생에 의해 섬유의 손상 때문인 것으로 생각된다.

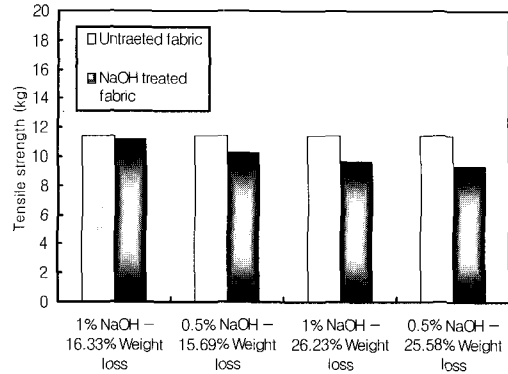


Fig. 8. Tensile strength by alkaline-treatment.

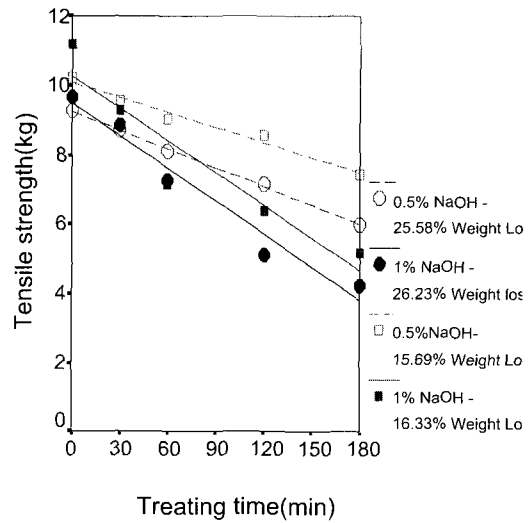


Fig. 9. Tensile strength by cellulase treating time (55°C, pH 5, 0.4%).

3.3.3 드레이프성

알칼리 처리에 의한 드레이프 계수는 Fig. 10에 나타난 바와 같이 0.5% NaOH로 15.69% 감량된 시료만 증가하고 나머지 3종의 시료의 경우 모두 감소하는데, 감량률이 높을수록 크게 감소하였다. 셀룰라아제 처리 시간에 따른 드레이프 계수는 Fig. 11에 나타난 바와 같이 4종의 시료 모두 점차 감소하다가 다시 증가하였으며, 알칼리 감량률이 높을수록 드레이프 계수가 낮았다. 또한 1% 농도로 알칼리 감량한 시료는 약 30분에, 0.5% 농도로 알칼리 감량한 시료는 약 60분에 드레이프 계수가 가장 낮게 나타났다.

셀룰라아제 처리 시간에 따라 증가하다가 감소하는 현상은 레이온을 대상으로 한 배¹²⁾의 연구결

과와도 일치하는데, 앞서의 SEM에서 볼 수 있듯이 피브릴과 crack의 발생과 관련되며 심한 피브릴과 crack은 태를 경직시키기 때문으로 생각된다.

물로오스 분자쇄가 절단되어 저분자로 용출됨으로써 결국 염료가 침투 가능한 영역의 감소 때문인 것으로 생각된다.

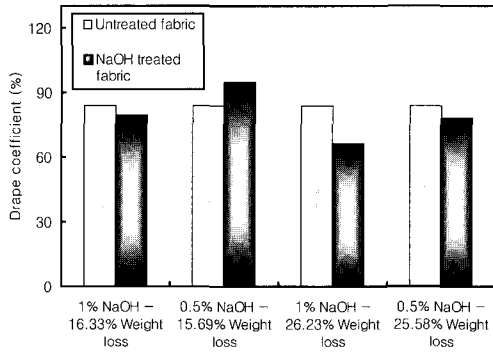


Fig. 10. Drape coefficient by alkaline-treatment.

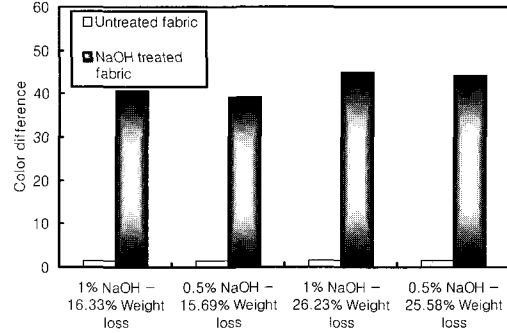


Fig. 12. Color difference by alkaline-treatment (Reactive Orange P-2R).

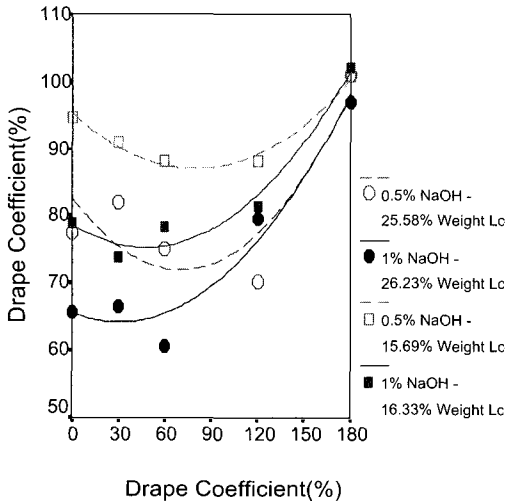


Fig. 11. Drape coefficient by cellulase treatment time(55°C, pH 5, 0.4%).

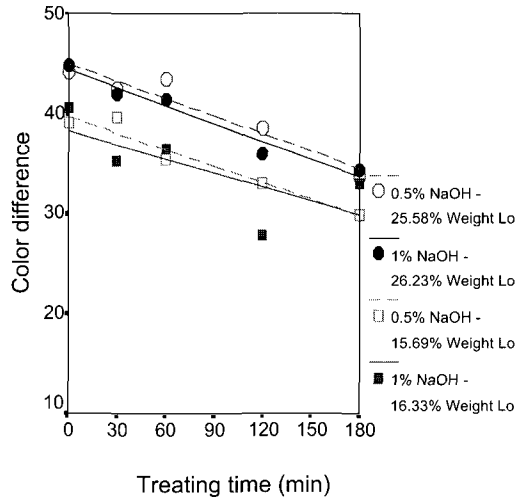


Fig. 13. Color difference by cellulase treatment time(Reactive Orange P-2R, 55°C, pH 5, 0.4%).

3.3.4 염색성

반응성 염료의 경우 알칼리 처리에 의한 색차는 Fig. 12에 나타난 것과 같이, 미처리 시료에 비해 모두 크게 증가하였고, 감량률이 높을수록 색차가 더욱 크게 증가하였다. 또한, Fig. 13에 나타난 바와 같이 알칼리 감량률이 높은 시료일수록 셀룰라아제 처리시의 색차가 더 높았고 셀룰라아제 처리 시간이 경과할수록 약간씩 감소하였다.

셀룰라아제 처리에 의해 염색성이 약간 감소하는 현상은 이¹³⁾, 조¹⁴⁾의 연구결과와 일치하며, 셀룰라아제의 분해작용에 의해 비결정 영역내의 셀

Fig. 14에서 알칼리 감량 시료는 미처리 시료에 비해 분산 염료에 의한 색차가 낮게 나타났으며, Fig. 15에서 셀룰라아제 처리 시간이 경과할수록 그 차이는 적으나 점차 감소하며, 알칼리 감량이 높은 시료가 낮은 시료보다 높은 색차를 나타냈다. 분산 염료에 의한 색차가 알칼리 처리에 의해 감소되는 현상은 알칼리 처리시, 아세틸기의 감소로 인한 염료와 섬유간의 수소결합력의 약화 때문이며, 셀룰라아제의 처리에 의해 염색성이 약간 감소하는 현상은 셀룰라아제의 분해작용에 의해 비결정 영역내의 셀룰로오스 분자사슬이 절단되어

저분자로 용출됨으로써 결국 염료가 침투 가능한 영역의 감소 때문으로 판단된다.

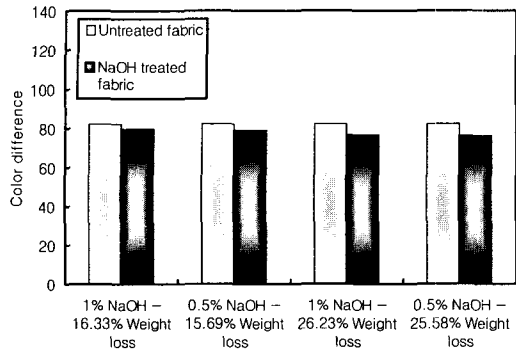


Fig. 14. Color difference by alkaline-treatment (Disperse Blue 3).

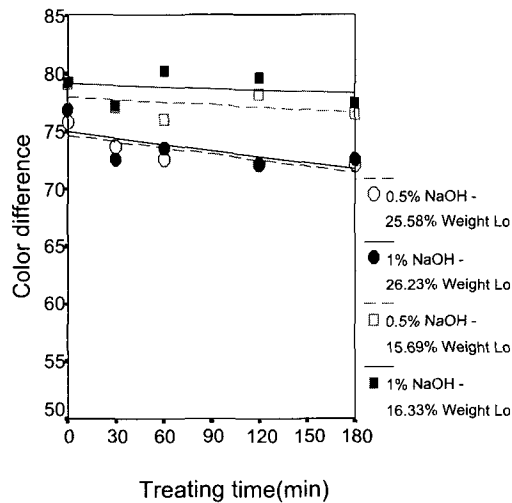


Fig. 15. Color difference by cellulase treatment time(Disperse Blue 3, 55°C, pH 5, 0.4%).

4. 결 론

이상으로 아세테이트 직물에 NaOH 처리로 표피층을 레이온화한 후 셀룰라아제를 적용해봄으로써, 아세테이트 직물의 표면 형태와 성능의 변화를 알아보았다. 그 결과는 다음과 같다.

1. NaOH의 농도가 높을수록, 처리 시간이 길수록 감량률과 감량속도가 증가하였으며, 50°C의 NaOH 처리욕에서의 10~30%의 감량을 위한 조건은 0.5%에서는 15~20분간, 1%에서는 6~8분간, 1.5%에서는 4분, 2%에서는 2분으로 나타났다. 그리고 1~4.5중량%/분의 감량속도

를 유지하기 위한 조건은 0.5%에서 15분 이상, 1%에서 4~10분 정도로 나타났다.

2. 알칼리 처리 아세테이트의 셀룰라아제 처리 농도, 시간에 따른 감량률은 직선적으로 증가하였으며, 최대활성 온도는 55°C로, 최대 활성 pH는 산성영역인 3.5로 나타났다.
3. 표면 형태는 알칼리 처리에 의해서는 피브릴이나 crack의 발생 없이 섬도만 저하되었으며, 셀룰라아제 처리 시간에 따라 30분 후에는 약간의 피브릴과 crack이 발생하다가 처리 시간이 길어질수록 심해졌으며, 180분 후에는 알칼리 처리 조건에 따라 표면 형태가 다르게 나타났다.
4. 인장 강도는 알칼리와 셀룰라아제 처리에 의해 모두 저하되었다.
5. 드레이프성은 4종의 시료 모두 알칼리 처리에 의해서는 약간 증가하였으며, 셀룰라아제 처리 시간이 증가할수록 약간씩 증가하다가 감소하였다.
6. 염색성은 알칼리 처리에 의해 반응성 염료의 경우 염색성이 현저하게 증가하였으나, 분산염료의 경우 오히려 약간 감소하였다. 그리고 2종의 염료 모두 셀룰라아제 처리 시간이 증가할수록 염색성이 감소하였다.

참고문헌

1. 福澤 隆, 加工技術(日), 31, 302(1996).
2. 公開特許公報(日), 昭54-96112(1979).
3. Young Min Ju, "Alkaline Hydrolysis of Polyester/Acetate Union Fabric", Master's Thesis, Chungnam National Univ.(1996).
4. Sun Hwa Lee, and Hwa Soon Song, *J. Korean Soc. Clothing and Textiles*, 22, 1032 (1998).
5. Akhil Kumar and Charles Purtell, *Text. Chem. and Color.*, 26, 10(1994).
6. Kyung Ae Kim and Mee Sik Lee, *J. Korean Fiber Soc.*, 34, 830(1997).
7. 公開特許公報(日), 昭 60-173162(1985).
8. Min Jeng Cho, "Modification of Cotton Fiber by Enzymatic Treatment", Master's Thesis, Kyungpook National Univ(1994).
9. Hae Kyung Chon, "Physical Properties Changes and Weight Loss Rates of Cellulose Fabrics by Cellulase Treatment", Master's Thesis, KNUE(1999).

10. In Gyu Kim, *Dyeing and Printing Economy*, **24**, 65(1991).
11. Sun Hwa Lee, In Young Kim, and Hwa Soon Song, *Research Reports of Human Ecology*, 13(1998).
12. So Yeung Bae, Mun Cheul Lee, Ick Gy Shin, and Kyung Hwan Kim, *J. Korean Fiber Soc.*, **33**, 403(1996).
13. Myung Sun Lee, So Yeung Bae, and Mun Cheul Lee, *J. Korean Fiber Soc.*, **34**, 507 (1997).
14. Gil Je Jo, So Yeung Bae, Mun Cheul Lee, Heoung Woo Kim, Pyong Ki Pak, and T. Wakida *J. Korean Fiber Soc.*, **35**, 362(1998).