

청바지의 세탁가공에 관한 연구(제 2 보) — 직물의 종류를 중심으로 —

신 혜 원 · 유 효 선*

동국대학교 가정교육과, *서울대학교 의류학과

The Cellulase Washing Finish of Blue Jeans (Part II)

— the comparison of various fabrics —

Hye Won Shin · Hyo Seon Ryu*

Dept. of Home Economics Education, Dongguk University

*Dept. of Clothing and Textiles, Seoul National University

(1997. 7. 9 접수)

Abstract

Cotton, rayon/cotton, and Tencel twill weave fabrics were used to investigate the effect of fiber types on the cellulase washing finish. And twill, basket, and derivative weave cotton fabrics were used to study the weave effect.

Various fabrics were treated with neutral cellulase varying treatment times and with acid cellulase, stone, and stone-neutral cellulase respectively for two hours in a rotary washer.

Weight loss decreased in the order of rayon/cotton>cotton>Tencel, and basket and derivative weave fabrics lost more weight than twill weave fabric. Color difference decreased in the order of cotton>Tencel>rayon/cotton, and twill weave fabric had larger color difference than derivative and basket weave fabrics. Back staining decreased in the order of cotton>rayon/cotton> Tencel, and twill weave fabric had larger back staining than derivative and basket weave fabrics. Tear strength retention decreased in the order of rayon/cotton>cotton>Tencel, and twill weave fabric had larger tear strength retention than derivative and basket weave fabrics. Flex stiffness retention decreased in the order of cotton> Tencel>rayon/cotton, and in the order of derivative>twill>basket weave. In cotton fibers, damage of primary wall was observed. And the cellulase treatment on Tencel seemed to roughen the fabric surface slightly, and to fibril fibers along the fiber axis.

I. 서 론

만들어지며, 봉제공정이 끝난 청바지는 제품의 부가가치를 높이기 위하여 의류제품 상태로 습식공정인 세탁가공이 행해진다. 청바지의 세탁가공에는 단순 세탁처리, 흐소처리, 부석처리, 부석-흐소처리 등 여러 종류

청바지는 면 데님 외에도 다른 많은 종류의 직물로

가 있으며, 이러한 세탁가공은 자연스러운 색상의 창출 즉 오래 입은 것 같은 친근감의 표현 외에도 수축률의 조정, 유연성의 증가와 같은 물성의 향상을 위하여 행하여지나 한편으로는 인장강도 및 인열강도의 저하와 같은 물성저하 현상도 함께 나타난다¹⁾. 그러므로 세탁가공에 의해 원하는 색상을 얻으면서도 좋은 물성을 갖기 위해서는 사용된 재료에 맞는 적절한 가공을 하여야 한다.

청바지의 세탁가공에 관한 연구는 효소, 섬유기질, 처리조건, 세탁가공후 물성의 변화 등으로 나뉘어져 행해지고 있는데, 섬유기질에 관하여는 섬유의 내부구조^{2,3)}, 기질의 구성특성⁴⁾, 섬유의 종류^{5~9)}, 섬유에 행해지는 전처리 등의 효과가 주로 연구되고 있다.

셀룰라아제처리는 많은 인자들이 관여하는 복잡한 과정으로 섬유기질에 크게 영향받는데, 이러한 섬유기질의 불균일로 인하여 처리의 재현성이 떨어지는 단점이 있다. 셀룰라아제처리는 셀룰로오즈 기질의 결정화도에 영향을 받아 결정화도가 낮을수록 효소공격이 더 용이하여 가수분해가 많이 일어난다^{2,3)}. 또한 섬유기질의 구성특성에 의해서도 영향을 받는데, 효소가 고분자량의 단백질이므로 거시적으로 보아 조직내에의 침투 용이성이 영향을 미쳐 조직이 치밀한 직물보다는 편물에서 효소의 접근이 더 용이하여 실이 가늘수록 표면적이 커지므로 감량률이 증가한다⁴⁾.

이러한 셀룰라아제의 용용은 면직물 뿐 아니라 마, 레이온, 아세테이트, 텐셀 등 다른 셀룰로오즈 섬유에도 이용되며 셀룰로오즈 혼방직물에도 이용되는데^{5~9)} 그 처리효과는 섬유의 종류에 따라 다르다. Buschle-Diller 등⁵⁾은 면, 아마, 저마, 레이온, 면/아마의 효소 가수분해를 비교한 결과 초기에는 섬유 표면 잔털이 많은 아마에서 감량이 크게 나타나지만 분해가 더 진행되면 내부 구조의 영향을 받아 마류의 분해정도가 낮고 면, 레이온의 분해가 많이 일어난다고 하였다.

정의상⁶⁾은 면과 레이온을 동일 조건하에서 효소처리하면 레이온의 감량률이 1~2% 낮게 나타나는데 이는 면에 비해 레이온의 비결정 성분은 크나 섬유의 1차벽이 강하여 효소가 섬유내부로 침투되는 것이 방해되기 때문이라고 하였다.

또한 텐셀은 재생 셀룰로오즈계 섬유로 레이온이나 면에 비해 결정부분의 배향이 균일하게 배열되어 있는데, 이러한 구조적 특성으로 인하여 텐셀은 효소에 의

해 비결정부분부터 침해되면서 연결된 결정부분이 길게 퍼브릴화 한다⁷⁾.

이러한 셀룰라아제처리는 비스코스레이온과 텐셀의 표면 잔털을 제거하고, 축감, 드레이프성, 내필링성 등을 향상시키나 아세테이트에는 거의 영향을 미치지 못하는데 이처럼 섬유의 종류에 따라 효율성에 차이가 나타나는 것은 비셀룰로오즈분의 양, 중합도, 화학적 개질의 정도와 종류, 섬유 결정구조의 종류와 정도에 의해 설명될 수 있다⁸⁾.

그 외에도 섬유기질에 행해지는 염색, 가공 등의 전처리는 시료의 구조변화 및 화학적 성질의 개질을 가져와 셀룰라아제처리에 영향을 미치게 된다.

그러므로 본 연구에서는 청바지의 재료가 세탁가공에 미치는 영향에 대해서 검토하여 원하는 색상의 창출 및 우수한 물성을 갖도록 하는 청바지의 세탁가공에 도움이 되고자 한다. 따라서 청바지에 많이 사용되는 직물 중 섬유의 종류가 다른 능직물 3종(면, 레이온/면, 텐셀)과 면섬유이나 직물의 구성특성 즉 조직이 다른 직물 3종(능직, 변화조직, 바스켓직)을 선택하여 중성 셀룰라아제, 산성 셀룰라아제, 부석, 부석-중성 셀룰라아제로 처리하여 감량률, 색차, 인열강도 및 굴곡강경도를 측정하고, 표면상태를 SEM으로 관찰하여 직물의 종류에 따른 세탁가공의 효과를 살펴보았다.

II. 실험

1. 시료 및 시약

1) 시료

섬유의 종류가 세탁가공에 미치는 영향을 비교하기 위하여 면, 레이온/면, 텐셀의 세가지 능직물을 선택하였고, 직물조직의 효과를 비교하기 위해서는 면직물중 능직을 기준으로 변화조직과 바스켓직을 선택하였다. 섬유종류와 직물조직이 세탁가공에 미치는 효과를 확실히 보기 위해서는 섬유종류나 직물조직 외의 다른 조건이 모두 같아야 하나, 시료를 제작한 것이 아니고 시판되는 청바지 소재중에서 선택하여 구입한 것이므로 이러한 점이 이 실험의 한계라 볼 수 있다. 사용된 시료는 모두 인디고 청색염료로 염색된 경사와 염색되지 않은 위사를 사용하였다. 사용된 시료의 특성은 Table 1과 같다((주)태창 제공).

Table 1. Characteristics of fabrics

No.	Material	Weave	Fabric count (warps×fillings /2.54 cm)	Yarn number (Ne)	Weight (g/cm ²)	Thickness (mm)	Apparent density (g/cm ³)
A	cotton	derivative	80×56	AT8×AT10	0.045	1.02	0.44
B	cotton	basket(2×2)	69×50	AT7×AT7	0.042	0.86	0.49
C	cotton	twill(3/1)	68×47	Ring7.5×Ring7.5	0.042	0.76	0.55
D	rayon/cotton(40/60)	twill(3/1)	84×56	AT10×AT10	0.034	0.83	0.41
E	tencel	twill(3/1)	118×79	AT40/2×AT40/2	0.026	0.44	0.59

Ring: ring spinning, AT: open end spinning

2) 시 약

셀룰라아제 : 중성 셀룰라아제는 Denimax BT (Novo 社)를 산성 셀룰라아제는 Cellusoft L(Novo 社)을 사용하였다.

정련제 : SNOGEN GS-35(대영화학주식회사)

발효제 : BIKLEISTASE-L150(DAIWA KASEI)

2. 실험방법¹⁾

1) 세탁가공

Rotary washer(YI 20, 유일기계 제작)를 사용하여 다음과 같이 행하였다.

① 정련발효

액비 20:1의 40°C 물에 정련제 1g/l 와 시료를 넣고 5분간 정련후 5%(owf)의 발효제를 넣고 65°C에서 20분간 발효한다. 40°C에서 2번 행군 뒤 4분간 탈수하여 자연건조시킨다.

② 중성 셀룰라아제처리

액비 20:1의 60°C 물에 2%(owf)의 중성 셀룰라아제와 정련발효시킨 시료를 넣고 30분, 1시간, 2시간, 3시간 동안 처리한다. 60°C에서 10분간 2번 행군 뒤 탈수하여 자연건조시키고 부석, 부석-중성 셀룰라아제처리와 처리조건을 같게 하기 위해 상온에서 10분간 텁블건조한다.

③ 산성 셀룰라아제처리

액비 20:1의 50°C 물을 수산화나트륨과 아세트산의 원충용액으로 pH5로 맞춘 뒤 2%(owf)의 산성 셀룰라아제와 정련발효시킨 시료를 넣고 2시간 동안 처리한다. 70°C에서 10분간 행구어 효소의 활성을 종결시키고 60°C에서 10분간 2번 행구고 탈수한 뒤 자연건조시키고 다른 처리와 동일하게 상온에서 10분간 텁블건조한다.

④ 부석처리

액비 20:1의 60°C 물에 시료무게 2배의 부석과 정련발효시킨 시료를 넣고 2시간 동안 처리한다. 배수하고 부석을 제거한 뒤 60°C에서 10분간 2번 행군 뒤 탈수하여 자연건조시키고 직물내에 남은 부석가루를 제거하기 위해 상온에서 10분간 텁블건조한다.

⑤ 부석-중성 셀룰라아제처리

액비 20:1의 60°C 물에 2%(owf)의 중성 셀룰라아제와 시료무게 2배의 부석, 정련발효시킨 시료를 넣고 2시간 동안 처리한다. 배수하고 부석을 제거한 뒤 60°C에서 10분간 2번 행군 뒤 탈수하여 자연건조시키고 상온에서 10분간 텁블건조한다.

2) 물성 측정

① 감량률

다음 식에 의해 감량률을 계산하였다.

$$\text{감량률} = (\text{W}_0 - \text{W}_1) / \text{W}_0 \times 100\%$$

W_0 : 원포의 무게

W_1 : 처리후 수축률에 의해 보정된 무게

각각의 무게는 표준상태에서 2일간 컨디셔닝한 후 측정되었다.

② 색차

색차계(Yasuda seiki seisakusho Ltd.)를 사용하여 원포 및 처리포의 표면의 L, a, b값을 구하여 현터 색차식에 의해 색차(ΔE)를 구하였다. 또한 원포 및 처리포의 이면의 L, a, b값을 구하여 현터 색차식에 의해 색차(ΔE)를 구하여 이로써 재오염의 정도를 평가하였다.

③ 인열강도

KS K 0537 트래피조이드법에 의해 경사방향만 측정하였다.

④ 굴곡강경도

KS K 0539 캔티레버법에 의해 경사방향만 측정하였다.

⑤ 표면상태 관찰

주사전자현미경(JEOL JSM-35)으로 각 시료의 표면을 54배와 1000배로 관찰하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 감량률

Fig. 1은 2% 중성 세룰라아제로 처리시 처리시간에 따른 감량률의 변화를 직물의 종류에 따라 나타낸 것이다. 모든 직물에서 처리시간이 길어질수록 감량률이 증가하는 것을 볼 수 있다. 섬유의 종류에 따라 살펴보면 레이온/면 혼방직물(D)이 면(C)보다 감량률이 크게 나타났고 재생셀룰로오즈계 섬유인 텐셀(E)이 가장 작게 나타났다. 이는 내부구조의 영향으로 레이온이 면보다 비결정 부분이 크므로 레이온에서 가수분해가 더 많이 일어나고 이것이 레이온/면 혼방직물에서도 나타나 면 직물보다 감량률이 크게 나온 것으로 생각된다. 이는 Buschle-Diller 등⁵⁾의 결과와도 일치하고 있다. 반면 텐셀은 면이나 레이온에 비해 매우 작은 감량률을 나타내는데 이는 내부구조의 영향 외에도 본 실험에서 사용된 텐셀직물이 면이나 레이온에 비해 매우 가는 실의 2 합사로 경위사 밀도가 상당히 크게 만들어진 것이므로 효소의 침투가 어려웠기 때문이 아닌가 생각된다. 이러한 결과는 Table 1의 직물의 겉보기 밀도와 잘 일치하고 있다. 즉, 겉보기 밀도가 레이온/면, 면, 텐셀의 순으로 크게 나타나는데 감량률은 같은 순으로 작게 나타나고 있다. 이는 직물의 겉보기밀도가 크면 효소의 침투가 어려워 감량률이 작게 나타나는 것으로 설명할 수 있다.

직물의 조직에 따른 효과를 살펴보면 능직(C)보다 바스켓직(B)이나 변화조직(A)이 감량률이 더 크게 나타났는데 이는 능직에 비해 변화조직이나 바스켓직의 표면이 더 거친으로 세룰라아제의 접근이 좀 더 용이하였기 때문으로 생각된다. 이러한 결과는 섬유의 종류에 따른 감량률의 변화에서 살펴 본 것과 같이 직물의 겉보기 밀도와 잘 일치하여 겉보기 밀도가 큰 능직이 겉보기 밀도가 작은 바스켓직이나 변화조직보다 감량률이 작게 나타났다.

Fig. 2는 각 직물의 감량률 변화를 세탁기공별로 살펴 본 것이다. 모든 직물에서 산성 세룰라아제>중성 세룰라아제>부석-중성 세룰라아제>부석처리의 순으로 감량률이 나타났다. 이는 산성 세룰라아제가 중성 세룰라아제보다 가수분해 효과가 더 크다는 것을 말하며, 부석이 사용되었을 경우 감량률이 현저히 작아지는 것은 부석가루가 직물내에 남아 완전히 제거되지 않았기 때문이다. 산성 세룰라아제로 처리시 Fig. 1의 중성 세룰라아제로 처리와 마찬가지로 섬유의 종류에 따라 살펴보면 역시 텐셀(E)이 감량률이 가장 크게 나타나며 레이온/면(D)이 면(C)과 거의 비슷하게 나타나고, 면직물에서는 능직(C)보다 바스켓직(B)이나 변화조직(A)이 감량률이 크게 나타나는데 이는 중성 세룰라아제로 처리와 같은 이유로 생각할 수 있다. 텐셀은 세룰라아제 처리시 유독 작은 값을 보이고 세탁기공간에

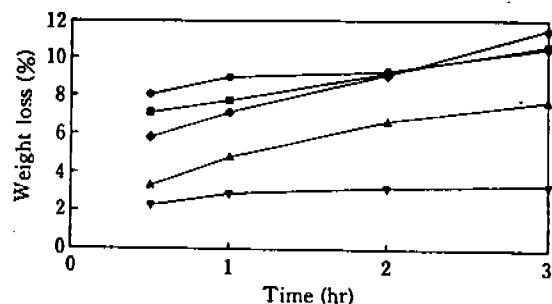


Fig. 1. The effect of treatment time on the weight loss of various fabrics treated with 2% neutral cellulase.

◆ A ■ B ▲ C ● D ▽ E

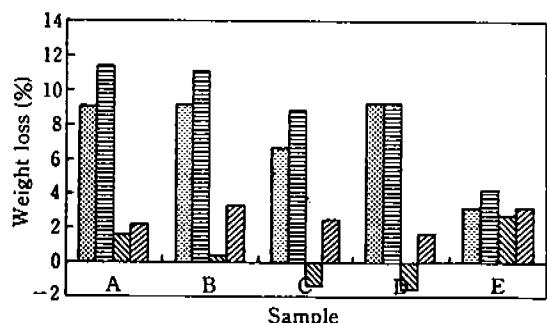


Fig. 2. Weight loss of various fabrics treated at different conditions.

▨ neutral 2% 2hrs ▨ acid 2% 2hrs
▨ stone 2hrs ▨ stone-neutral 2% 2hrs

도 차이가 매우 작게 나타났다. 이는 텐셀의 내부구조 외에도 직물 조직이 치밀하여 셀룰라아제가 쉽게 접근하는 것이 어렵기 때문에 감량률이 유독 작게 나타나는 것으로 생각되며, 또한 부석처리시에도 직물조직이 치밀하여 부석이 직물내에 존재하는 것이 쉽지 않으므로 부석처리에 의한 마모효과가 그대로 감량률로 나타나며, 부석과 중성 셀룰라아제를 동시에 사용할 경우 약간의 감량률 증가만을 보이는 것으로 보아 부석과 중성 셀룰라아제의 동시사용은 감량률에 약간의 영향만 미치는 것을 알 수 있다.

2. 색 차

Table 2는 면 능직물을 2% 중성 셀룰라아제로 처리 시 처리시간에 따른 L, a, b값을 나타낸 것으로 처리시간이 길어질수록 L값은 커져 명도가 높아지며 a값과 b값은 작아져서 녹색 및 청색계통으로 변화하는 것을 알 수 있다. Table 3은 면 능직물을 세탁가공의 종류에 따라 2시간 처리시 L, a, b값을 나타낸 것인데 여기서도 세탁가공의 종류에 상관없이 L값은 커지고 a값과 b값은 작아지는 것을 볼 수 있다.

Fig. 3은 2% 중성 셀룰라아제로 처리시 처리시간에 따른 색차의 변화를 직물의 종류에 따라 나타낸 것이다. 모든 직물에서 처리시간이 길어질수록 색차가 커지는 것을 볼 수 있다. 섬유의 종류별로 살펴보면 면>텐

Table 2. L, a, b of cotton denims treated with 2% neutral cellulase varying treatment times

Treatment time (hr)	0	0.5	1	2	3
L	19.76	20.06	22.11	25.06	25.06
a	-0.11	-0.03	-0.18	-0.64	-1.23
b	-5.97	-12.45	-12.98	-13.08	-13.18

Table 3. L, a, b of cotton denims treated at different conditions

Treatment conditions	control	2% neutral 2hr	2% acid 2hr	stone 2hr	stone-2 % neutral 2hr
L	19.76	25.06	26.16	24.31	28.87
a	-0.11	-0.64	-0.83	-0.77	-1.70
b	-5.97	-13.08	-13.25	-12.78	-12.85

셀>레이온/면의 순으로 나타났다. 레이온/면 혼방직물의 색차가 가장 작게 나타나 감량률의 결과와 차이를 보이는데 이는 원래 직물 자체의 색 때문이 아닌가 생각되며 좀 더 연구해야 할 문제라고 생각한다. 조직별로 보면 능적이 가장 색차가 크게 나타나고 변화조직과 바스켓직은 그보다 작게 나타나고 있다. 능적이 감량률이 가장 작은데도 불구하고 색차가 가장 크게 나타난 것은 능적이 변화조직이나 바스켓직보다 표면에 노출된 경사의 수가 더 많으므로 감량시 청색을 띠는 경사가 더 많이 분해되기 때문이며, 또한 원래 표면의 색도 능적이 가장 진하므로 색차가 크게 나타나는 것으로 생각된다. 같은 이유로 바스켓직은 표리의 경위사수가 같아 감량률은 크더라도 색을 띠는 경사가 제거되는 경우가 작아 즉 경위사가 거의 같게 제거되므로 또한 표리가 동일한 색상을 띠면서 가장 연한 색이므로 색차는 작게 나타나는 것으로 생각된다.

Fig. 4는 각 직물의 색차를 세탁가공 종류별로 살펴본 것이다. 모든 시료에서 셀룰라아제 처리와 부석처리에서 색차가 거의 비슷하게 나타나, 부석처리에 의해

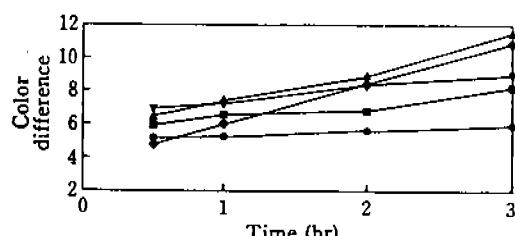


Fig. 3. The effect of treatment time on the color difference of various fabrics treated with 2% neutral cellulase.

—◆— A —■— B —▲— C —●— D —▼— E

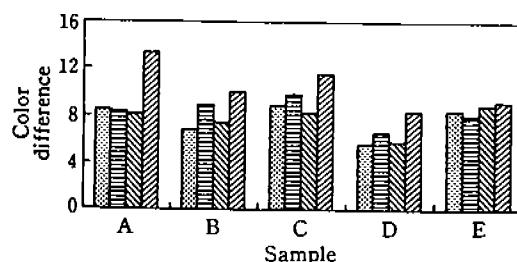


Fig. 4. Color difference of various fabrics treated at different conditions.

■ neutral 2% 2hrs ■ acid 2% 2hrs
▨ stone 2hrs ■ stone-neutral 2% 2hrs

낡은듯한 마모효과를 내던 것을 셀룰라아제처리로 대신하는 것이 부식처리가 갖는 많은 문제점을 해결하면서도 좋은 효과를 얻을 수 있다는 것을 알았다. 또한 부식과 중성셀룰라아제를 동시에 사용한 것이 모든 시료에서 가장 색차가 크게 나타나 부식의 기계적 힘에 의한 마모효과에 셀룰라아제의 작용이 합쳐지면서 색차가 더 크게 나타나는 것을 알 수 있었다. 그러나 부식과 중성셀룰라아제의 각각의 효과가 그대로 합해져서 나타나지는 못하였다.

Fig. 5는 2% 산성 셀룰라아제로 처리시 시료에 따른 직물이면의 재오염을 색차로 나타낸 것이다. 산성 셀룰라아제처리시 떨어져 나온 인디고 염료는 2개의 아민기가 산성의 처리육하에서 양의 전하를 띠고 이것이 음으로 하전된 면직물에 정전기적 인력으로 재오염이 된다. 섬유의 종류별로 살펴보면 면에서 재오염이 가장 많이 일어나고 레이온/면, 텐셀의 순으로 재오염이 되는 것을 알 수 있다. 이는 처리육에서의 섬유의 하전정도가 다르기 때문이 아닌가 생각되며 또한 원래 직물자체의 색도 영향을 미친 것이 아닌가 생각된다. 직물의 조직에 따라 살펴보면 능직이 변화조직이나 바스켓직보다 더 많이 재오염된 것을 볼 수 있다. 이는 직물 이면에는 능직이 가장 많은 위사가 나와 있으므로 가장 회계 보이고 바스켓직은 표리의 경위사수가 같아 표리의 색이 같아 가장 진하게 보이므로 원래 흰색의 이면을 가진 능직이 가장 큰 색차를 나타내는 것으로 설명할 수 있다.

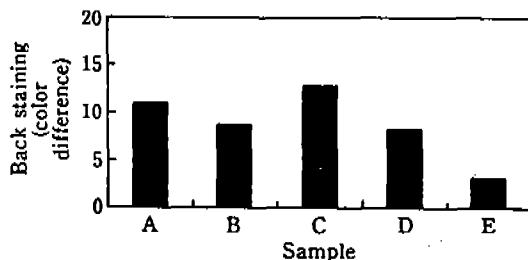


Fig. 5. Back staining of various fabrics treated with 2% acid cellulase.

3. 인열강도

Fig. 6은 2% 중성 셀룰라아제처리시 처리시간에 따른 인열강도 보유율을 직물의 종류별로 살펴 본 것이

다. 사용된 직물 모두에서 처리시간이 길어질수록 인열강도 보유율은 감소하는 것을 볼 수 있다. 섬유의 종류별로 살펴보면 레이온/면, 면, 텐셀의 순으로 인열강도 보유율이 작아진다. 즉, 레이온/면 혼방직물의 경우 감량률이 크더라도 원포의 인열강도가 작고 감량에 따른 인열강도의 감소도 작아서 인열강도 보유율은 다른 섬유에 비해 크게 나타나며, 텐셀의 경우는 감량률이 작은데 불구하고 원포의 인열강도가 작은데 감량이 조금만 일어나도 인열강도의 감소가 심하여 인열강도 보유율은 작게 나타난다. 직물의 조직에 따라 살펴보면 능직이 변화조직이나 바스켓직보다 인열강도 보유율이 약간 크게 나타난다. 이는 변화조직이나 바스켓직이 능직보다 감량이 많이 일어나므로 인열강도 보유율이 더 크게 나타나는 것으로 볼 수 있다.

Fig. 7은 각 직물의 인열강도 보유율을 세탁가공별로 나타낸 것이다. 면에서는 부식>중성 셀룰라아제>부식-중성 셀룰라아제>산성 셀룰라아제의 순으로 인열

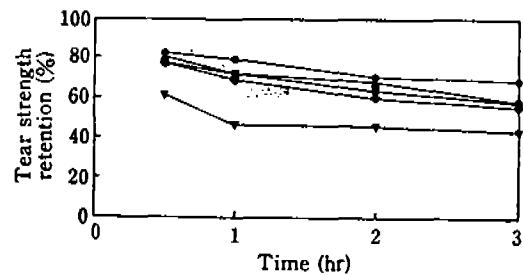


Fig. 6. The effect of treatment time on the tear strength retention of various fabrics treated with 2% neutral cellulase.

—●— A —□— B —▲— C —●— D —▽— E

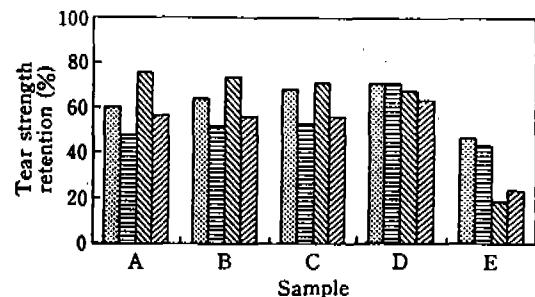


Fig. 7. Tear strength retention of various fabrics treated at different conditions.

■ neutral 2% 2hrs □ acid 2% 2hrs
▨ stone 2hrs ▨ stone-neutral 2% 2hrs

강도 보유율이 감소하는데 이는 산성 셀룰라아제로 처리시가 감량이 제일 많이 일어나 크게 손상되므로 인열 강도 보유율이 크게 감소한 것으로 볼 수 있다. 레이온/면 혼방직물은 인열강도 보유율이 대체로 크며 가공 간에 큰 차이가 보이지 않는다. 텐셀의 경우 모든 세탁 가공에서 인열강도 보유율이 현저히 작게 나타나며 부석과 부석-중성 셀룰라아제로 처리시가 셀룰라아제 단독 처리시보다 인열강도 보유율이 더 작게 나타났다.

4. 굴곡강경도

Fig. 8은 2% 중성 셀룰라아제처리시 처리시간에 따른 굴곡강경도 보유율을 직물의 종류별로 살펴 본 것이다. 모든 직물에서 세탁가공에 의해 굴곡강경도 보유율이 감소해 유연성이 증가하는 것을 알 수 있다. 그러나 본 실험에서 행해진 처리시간내에서는 굴곡강경도 보유율은 처리시간에 거의 영향 받지 않는 것으로 나타났다. 섬유의 종류별로 살펴보면 면, 텐셀, 레이온/면의 순으로 굴곡강경도 보유율이 감소하는 것으로 나타났다. 레이온/면 혼방직물의 경우 감량이 많이 되므로 굴곡강경도 보유율이 작게 나타나는 것으로 볼 수 있고, 텐셀은 원포의 굴곡강경도가 위낙 작으므로 조금만 감량이 일어나도 굴곡강경도 보유율은 작아진다. 조직별로 살펴보면 변화조직, 능직, 바스켓직의 순으로 굴곡강경도 보유율이 감소한다. 변화조직은 세탁가공후에 가장 뺏뻣하게 나타나고, 능직과 바스켓직의 경우 원포에서는 바스켓직이 더 뺏뻣하나 처리후 두 직물의 굴곡강경도는 비슷하게 되어 능직의 굴곡강경도 보유율이 더 크게 나타난다.

Fig. 9는 각 직물의 굴곡강경도 보유율을 세탁가공별

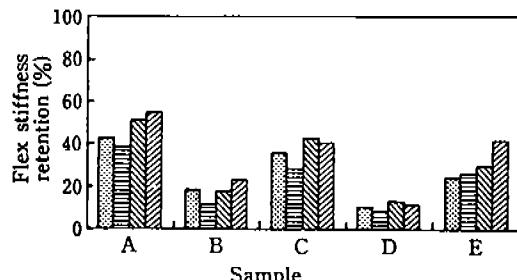


Fig. 9. Flex stiffness retention of various fabrics treated at different conditions.

■ neutral 2% 2hrs ■ acid 2% 2hrs
▨ stone 2hrs ■ stone-neutral 2% 2hrs

로 나타낸 것이다. 섬유의 종류별로 살펴 보면 모든 세탁가공에서 면, 텐셀, 레이온/면의 순으로 굴곡강경도 보유율이 감소하며, 조직별로 살펴보면 변화조직, 능직, 바스켓직의 순으로 굴곡강경도 보유율이 감소한다. 또한 모든 직물에서 산성 셀룰라아제처리에 의해 굴곡강경도 보유율이 가장 작게 나타나 유연해지는 것을 알 수 있다. 그리고 부석, 부석-중성 셀룰라아제처리시 굴곡강경도 보유율이 크게 나타나는데 이는 섬유사이에 남아있는 부석가루 때문이 아닌가 생각된다.

5. 표면상태

Fig. 10은 2% 중성 셀룰라아제로 2시간 처리된 면, 레이온/면, 텐셀 직물의 표면상태를 SEM으로 54배 및 1000배로 확대하여 본 사진이다. 면직물의 경우 셀룰라아제처리에 의해 직물표면의 섬유가 잘라져 나간 것을 볼 수 있으나 실과 실 사이의 섬유들은 잘 떨어져 나가지 못하고 남아있는 것을 볼 수 있다. 레이온/면 혼방직물에서는 면직물보다 감량이 더 많이 일어나 실사이의 섬유도 제거되어 표면이 깨끗해진 것을 볼 수 있고, 텐셀은 면이나 케이온/면과 달리 셀룰라아제에 의한 침해가 표면에서만 약간 일어난 것을 볼 수 있다. 이는 감량률의 결과와도 잘 일치하며 한편으로 굴곡강경도의 결과를 설명해 줄 수 있다. 면직물의 경우 발호에 의해 실의 내부에서 섬유의 움직임이 자유로워 굴곡강경도가 크게 감소하여 유연해지나 본 실험에서 행하여진 정도의 셀룰라아제처리에 의해서는 직물표면의 섬유만 잘려나갈 뿐 실사이에는 섬유가 그대로 남아있어 굴곡강경도에 크게 영향을 미치지 못하는 것으로 생각할 수 있다. 그러나 레이온/면의 경우는 감량이 많이 되어 실

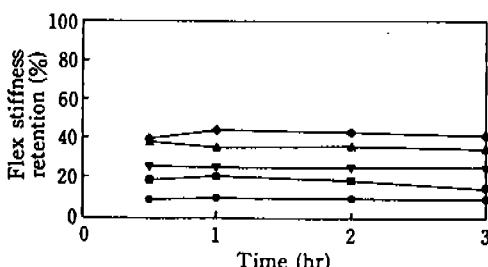


Fig. 8. The effect of treatment time on the flex stiffness retention of various fabrics treated with 2% neutral cellulase.

◆ A ■ B ▲ C ● D ▽ E

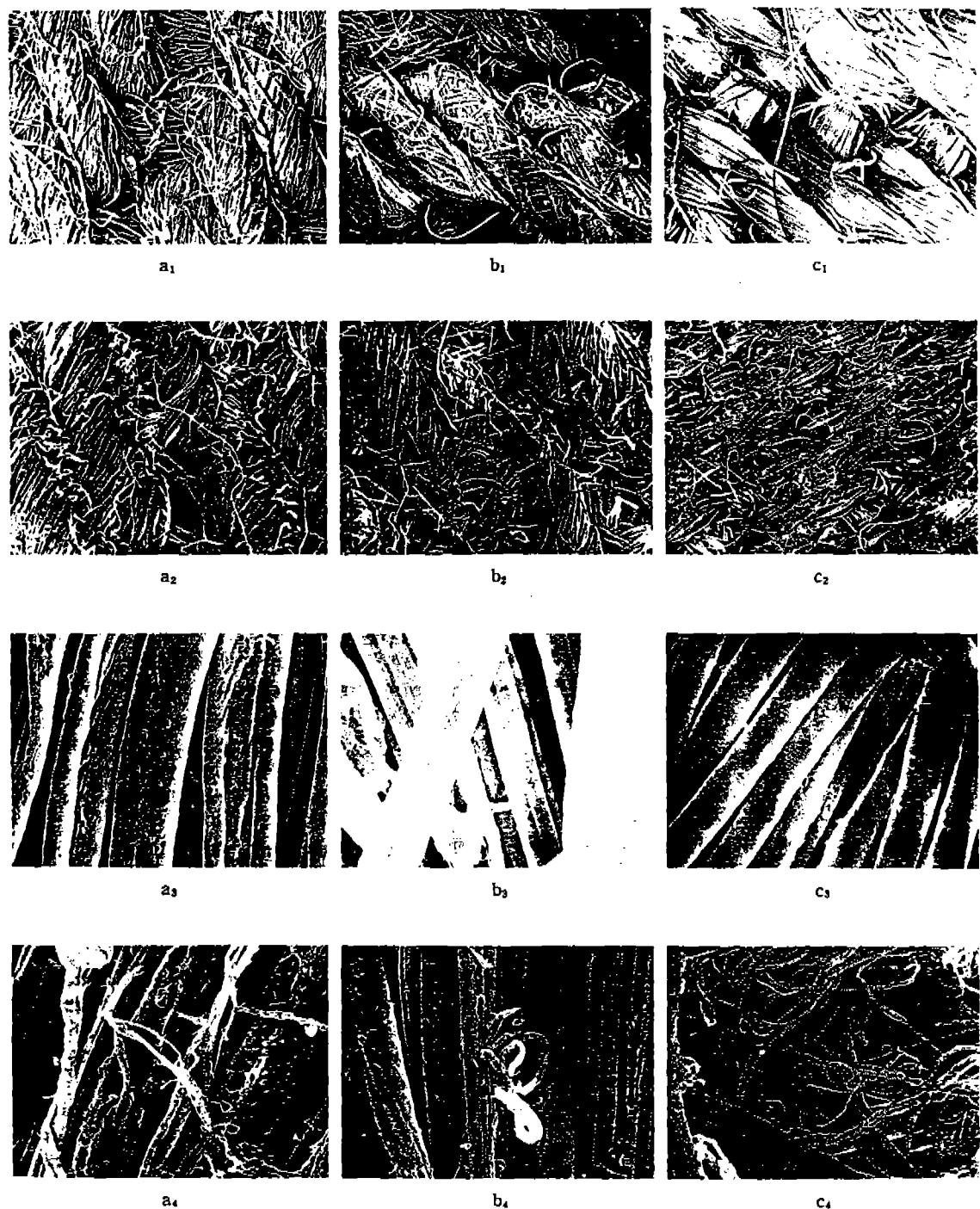


Fig. 10. Photomicrographs of cotton, rayon/cotton and Tencel fabrics(x54, x1000).

a: cotton, b: rayon/cotton, c: Tencel, 1, 3: untreated, 2, 4: treated with 2% neutral cellulase

사이에 분해되고 남은 섬유도 남아있지 않으므로 굴곡 강경도가 훨씬 많이 감소한 것으로 생각할 수 있다. 텐셀의 경우는 본 실험의 범위내에서는 셀룰라아제에 의한 침해가 거의 일어나지 못하고 표면에만 약간 일어났으므로 굴곡강경도는 약간만 감소한 것으로 생각할 수 있다. 그러나 굴곡강경도 보유율은 원포의 값이 워낙 작으로 굴곡강경도가 조금만 감소해도 보유율이 작아지는 것을 볼 수 있다.

섬유의 표면을 1000배로 확대한 사진을 살펴보면 면 섬유의 경우 셀룰라아제처리에 의한 섬유손상이 관찰되는데 이는 면섬유의 1차벽이 벗겨져 나간 것으로 볼 수 있다^{10,11)}. 반면, 텐셀에서는 면과 달리 섬유축을 따라 길게 피브릴화가 심하게 일어난 것을 볼 수 있는데, 이는 텐셀의 내부구조에 기인한 것으로 텐셀은 섬유축방향으로 결정부분이 길게 연결되어 있고 그 사이에 비결정부분이 있는데 셀룰라아제에 의해 비결정부분부터 침해되면서 연결된 결정부분이 길게 피브릴화 하기 때문에 나타나는 현상으로 설명할 수 있다.

IV. 결 론

섬유의 종류가 다른 능직물 3종(면, 면/레이온, 텐셀)과 면직물이나 조직이 다른 직물 3종(능직, 변화조직, 바스켓직)을 선택하여 직물의 종류에 따른 세탁가공의 효과를 살펴보았다. 실험 결과는 다음과 같다.

첫째, 감량률은 섬유의 종류에 따라 살펴보면 레이온/면, 면, 텐셀의 순으로 감소하며, 직물 조직에 따른 효과를 살펴보면 바스켓직이나 변화조직이 능직보다 감량률이 크게 나타났다.

둘째, 색자는 면, 텐셀, 레이온/면의 순으로 감소하며, 능직이 변화조직과 바스켓직보다 크게 나타났다. 재오염은 면에서 가장 많이 일어나고 레이온/면, 텐셀의 순으로 나타나며, 능직이 변화조직이나 바스켓직보다 더 많이 재오염되었다.

셋째, 인열강도 보유율은 레이온/면, 면, 텐셀의 순으로 감소하며, 능직이 변화조직이나 바스켓직보다 약간 크게 나타났다.

넷째, 굴곡강경도 보유율은 면, 텐셀, 레이온/면의 순으로 감소하며, 변화조직, 능직, 바스켓직의 순으로 굴곡강경도 보유율이 감소하였다.

다섯째, 레이온/면은 면에 비해 감량이 많이 일어나

직물표면이 깨끗했으며, 텐셀은 셀룰라아제에 의한 침해가 직물표면에서만 약간 일어났다. 섬유의 표면을 살펴본 결과 면섬유에서는 1차벽의 손상이 관찰되었고, 텐셀은 섬유축을 따라 길게 피브릴화가 심하게 일어났다.

참 고 문 헌

- 1) 신혜원, 유효선, 청바지의 세탁가공에 관한 연구 (I) — 세탁가공의 종류를 중심으로 —, 한국의류학회지, 21(2), 471-481 (1997).
- 2) J. Lenz, H. Esterbauer, W. Sattler, J. Schurz, and E. Wrentschur, Changes of structure and morphology of regenerated cellulose caused by acid and enzymatic hydrolysis, *J. of Appl. Polym. Sci.*, 41, 1315-1326 (1990).
- 3) M.S. Bertan and B.E. Dale, Enzymatic hydrolysis and recrystallization behavior of initially amorphous cellulose, *Biotechnol. Bioeng.*, 27, 177-181 (1985).
- 4) 전병대, 최은경, 차희철, 박순영, 효소이용의 염색가공기술, 생산기술연구원보고서 (1995).
- 5) G. Buschle-Diller, S.H. Zeronian, N. Pan and M.Y. Yoon, Enzymatic hydrolysis of cotton, linen, ramie, and viscose rayon fabrics, *Textile Res. J.*, 64(5), 270-279 (1994).
- 6) 정의상, 효소에 의한 면직물의 감량가공, 한국섬유공학회지, 31(9), 641-647 (1994).
- 7) 정의상, Cellulase에 의한 Tencel직물의 표면 개질 가공, 한국섬유공학회지, 33(5), 458-471 (1996).
- 8) A. Kumar and C. Purtell, Enzymatic treatment of man-made cellulosic fabrics, *Text. Chem. & Color.*, 26(10), 25-28 (1994).
- 9) A.K. Mukhopadhyay, A.C. Mukherjee and U. Mukhopadhyay, Enzyme dissolution technique for studying the fine structure of jute fiber at different stages of growth, *J. Appl. Polym. Sci.*, 25, 2129-2132 (1980).
- 10) I.R. Hardin, Y. Li and D.E. Akin, Cotton wall structure and enzymatic treatments, Abstracts of Papers Part I 017, 213th ACS National Meeting, Division of Cellulose, Paper & Textile, Amer. Chem. Soc. (1997).
- 11) W.R. Goynes, B.F. Ingber, P.S. Howley and N.R. Berthoniere, Effects of cellulases on the morphological structure of cotton fibers, Abstracts of Papers Part I 024, 213th ACS National Meeting, Division of Cellulose, Paper & Textile, Amer. Chem. Soc. (1997).