

청바지의 세탁가공에 관한 연구(I)

—세탁가공의 종류를 중심으로—

신 혜 원 · 유 호 선*

동국대학교 가정교육과 · *서울대학교 의류학과

The Washing Finish of Blue Jeans (I)

—the comparison of neutral cellulase, acid cellulase, stone,
and stone-neutral cellulase washings—

Hye Won Shin · Hyo Seon Ryu*

Dept. of Home Economics Education, Dongguk University

*Dept. of Clothing and Textiles, Seoul National University

(1997. 2. 18 접수)

Abstract

Denims were treated with neutral cellulase, acid cellulase, stone, and stone-neutral cellulase respectively at different cellulase concentrations varying treatment times in rotary washer.

The effect of washing on denim was estimated by the changes in weight, color, back staining, tear strength, flex stiffness, and surface characteristics. Also the comparison of neutral cellulase, acid cellulase, stone, and stone-neutral cellulase washings was studied.

Washing removes surface fibers and provides weight loss, color difference, back staining, and a decrease in tear strength and in flex stiffness. Stone-neutral cellulase washing and acid cellulase washing have a larger washing effect than neutral cellulase washing and stone washing.

I. 서 론

청바지는 인디고 염료로 염색된 데님으로 주로 만들어지는데 봉제공정이 끝난 청바지는 의류제품 상태로 여러가지 후가공이 행해지며 이 후가공은 제품의 부가가치를 높여주는 중요한 공정으로 그 중 습식공정인 세탁가공이 주를 이룬다. 청바지의 세탁가공이란 청바지의 자연스러운 색상의 창출 즉 오래 입은 것 같은 친근

감의 표현 외에도 유연성의 증가, 수축물의 조정과 같은 물성의 향상을 위하여 의류제품상태로 행하여지는 가공으로 단순세탁처리, 효소처리, 부석처리, 부석-효소처리, 부석-표백제처리, 부석-효소-표백제처리, 표백제처리 등 여러 종류가 있다.

세탁가공에 관한 연구로는 부석처리¹⁻³⁾ 및 셀룰라아제처리²⁻²¹⁾ 등에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있는데 셀룰라아제처리에 관한 연구는 주로 셀룰라아제의 가수분해기구에 관한 연구⁴⁻⁷⁾, 효소선택, 효소농도, 처

리 pH, 처리온도, 처리시간, 욕비, 교반조건, 첨가물의 유무, 반복사용(효소의 잔존활성, 지속적인 반응조에의 효소의 보충), 후처리 등의 처리조건과 셀룰라아제처리후 물성의 변화 등에 관한 연구^{2,3,8-21})로 나누어 볼 수 있다.

청바지의 세탁가공으로 처음에는 부석이 사용되었는데 이는 부석이 섬유를 깎아냄에 의해 마모효과를 내는 것이다. 그러나 이 부석처리는 세탁기 및 의복의 손상, 사용된 부석의 처리, 사용된 세액의 처리, 부석처리된 의복으로부터 부석가루를 제거하는 것 등의 문제점이 발견되면서 같은 효과를 주면서도 문제점이 해결되고 부석을 사용하지 않으므로 한 번에 더 많은 양의 의복을 처리할 수 있는 방법인 셀룰라아제처리가 나오게 되었다.

셀룰라아제는 셀룰로오스를 생분해하는 효소의 일종으로 의복표면으로부터 섬유를 제거하여 부석처리에 의한 마모효과와 비슷한 화학적 마모효과를 나타낸다. 면직물에 셀룰라아제처리를 하면 셀룰로오스 분자쇄의 분해에 의해 표면섬유가 제거되면서 감량이 일어나 직물표면이 평활해지고 촉감이 부드러워지므로 직물의 외관과 태를 변화시키는데에 사용된다. 또한 셀룰라아제 처리시 염색된 섬유가 표면에서 제거될 때 색 제거효과가 나타나므로 인디고 염료로 ring dyeing된 데넬에 응용되어 여러 가지 독특한 외관을 창출하는 세탁가공에도 사용된다^{8,9}).

데넬의 셀룰라아제처리에는 산성 셀룰라아제와 중성 셀룰라아제가 사용되는데 산성 셀룰라아제는 단시간에 큰 마모효과를 나타낸다. 그러나 재오염이 크고 세탁가공이 진행됨에 따라 세액의 pH가 증가하는데 최적활성을 나타내는 pH의 범위가 좁으므로 좋은 재현성을 위하여 정확한 pH 조절이 필요하다. 반면 중성 셀룰라아제는 산성셀룰라아제와 동일정도의 마모효과를 얻는데 5배이상의 양과 2배이상의 시간이 소요된다. 그러나 재오염이 적고, 최적활성을 나타내는 pH의 범위가 넓으므로 pH조절이 쉽고 훨씬 더 좋은 재현성을 나타낸다^{8,10}).

이처럼 청바지의 세탁가공은 자연스러운 색상과 유연성의 증가와 같은 물성의 향상을 위하여 행하여지나 한편으로는 인장 및 인열강도의 저하와 같은 물성저하 현상도 함께 나타난다. 그러므로 세탁가공에 의해 짧은 시간, 적은 비용으로 원하는 색상의 창출 및 우수한 물

성을 얻기 위해서는 청바지에 행해지는 여러가지의 세탁가공 각각에 대해서 검토하여 적절한 가공을 해야 한다.

따라서 본 연구에서는 세탁가공 중 셀룰라아제처리(중성, 산성), 부석처리, 부석-중성 셀룰라아제처리를 선정하여 각 가공 방법마다 처리시간(0.5, 1, 2, 3시간) 및 셀룰라아제 농도(1%, 2%, 4% owf)를 달리하여 세탁가공한 뒤 감량률, 색차 및 인열강도와 굴곡강도도를 측정하고 표면상태를 SEM으로 관찰하여 첫째, 각 방법마다 처리조건에 따른 세탁가공의 효과를 알아보고 둘째, 각각의 방법을 비교검토하여 세탁가공간의 상호관계를 살펴 청바지의 세탁가공에 도움이 되고자 한다.

II. 실험

1. 시료 및 시약

1-1. 시료

100% 면으로 된 데넬((주)태창 제공)으로 인디고 청색염료로 염색된 경사와 염색되지 않은 위사를 사용하여 표면은 청색, 이면은 백색을 나타낸다. 사용된 시료의 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Characteristics of fabric

weave	fabric count (warps×fillings/2.54 cm)	yarn number (Ne)	weight (g/cm ²)	material
right twill (3/1)	68×47	Ring*7.5× Ring7.5	0.042	cotton

* : ring spinning

1-2. 시약

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

Low alkalinity copper reagent : 250 ml의 증류수에 sodium carbonate 18 g과 rochelle염(potassium sodium tartrate) 12 g을 용해하고, 여기에 4 g의 cupric sulfate를 증류수 40 ml에 용해한 것을 혼합한 후 sodium bicarbonate 16 g을 가한다. sodium sulfate 24g을 약 500 ml의 뜨거운 증류수에 녹여 끓인

후 위의 용액과 합하여 1000 ml가 되도록 증류수로 채운다.

Arsenomolybdate reagent : 450 ml 증류수에 25 g의 ammonium molybdate를 넣고, 여기에 21 ml의 황산을 가한다. 3g의 sodium arsenate를 25 ml 증류수에 녹여 위 용액과 섞은 후 이 용액을 37°C에서 24내지 48시간 방치한 후 마개가 있는 갈색 병에 보관한다.

정련제 : SNOGEN GS-35(대영화학주식회사)

발호제 : BLOKLEISTASE-L150(DAIWA KASEI)

2. 실험방법

2-1. 셀룰라아제의 상대활성 측정¹⁾

1) pH에 따른 셀룰라아제의 상대활성

Smogyi-Nelson법을 응용하여 측정하였다. Acetic acid로 pH를 3, 4, 5, 6, 7, 8로 맞춘 0.4 M acetate buffer 각 1 L에 셀룰라아제 5g을 넣어 각각의 셀룰라아제용액을 만들고 이 용액 1 ml를 분쇄한 면시로 30 mg에 넣어 항온조(55°C)에서 1시간 배양시킨다. 배양이 끝난 후 증류수를 3 ml씩 넣고, 이 중 2 ml를 취하여 여기에 Smogyi의 low alkalinity copper reagent 2 ml를 가하고 30분간 중탕하여 끓인다. 이를 냉각시키고 Nelson의 arsenomolybdate reagent 1 ml를 가하여 상온에서 20분간 방치한다. 이를 20배로 희석하여 spectrophotometer(Shimadzu UV-240)를 사용하여 500 nm에서 흡광도를 측정한다. 효소의 상대활성은 최대흡광도에 대한 흡광도의 백분율로 표시한다.

2) 온도에 따른 셀룰라아제의 상대활성

1)과 같은 방법으로 하였는데, 산성 셀룰라아제는 pH 5에서, 중성 셀룰라아제는 pH 7에서 온도를 30, 40, 50, 55, 60, 70°C로 달리하여 측정하였다.

2-2. 세탁가공

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

1) 정련발호

액비 20 : 1의 40°C 물에 정련제 1g/L와 시료를 넣고 5분간 정련후 5% owf의 발호제를 넣고 65°C에서 20분간 발호한다. 40°C에서 2번 행군 뒤 4분간 탈수하여 자연건조시킨다.

2) 중성 셀룰라아제처리

액비 20 : 1의 물을 60°C까지 올린 후, 1%, 2%, 4% owf의 중성 셀룰라아제와 정련발호시킨 시료를 넣고

30분, 1시간, 2시간, 3시간 동안 처리한다. 60°C에서 10분간 2번 행군 뒤 탈수하여 자연건조시키고 10분간 tumble dry하였다.

3) 산성 셀룰라아제처리

액비 20 : 1의 물을 수산화나트륨과 아세트산의 완충 용액으로 pH를 5로 맞춘 뒤 50°C로 올린 후, 1%, 2%, 4% owf의 산성 셀룰라아제와 정련발호시킨 시료를 넣고 30분, 1시간, 2시간, 3시간 동안 처리한다. 70°C에서 10분간 행군 후 효소의 활성을 종결시키고 60°C에서 10분간 행군 후 탈수한 뒤 자연건조시켜 tumble dry하였다.

4) 부식처리

액비 20 : 1의 물을 60°C까지 올린 후, 시료무게 2배의 부식과 정련발호시킨 시료를 넣고 30분, 1시간, 2시간, 3시간 동안 처리한다. 배수하고 부식을 제거한 뒤 60°C에서 10분간 2번 행군 뒤 탈수하여 자연건조시키고 tumble dry하였다.

5) 부식-중성 셀룰라아제처리

액비 20 : 1의 물을 60°C까지 올린 후, 2%, 4% owf의 중성 셀룰라아제와 시료무게 2배의 부식, 정련발호시킨 시료를 넣고 30분, 1시간, 2시간, 3시간 동안 처리한다. 배수하고 부식을 제거한 뒤 60°C에서 10분간 2번 행군 뒤 탈수하여 자연건조시키고 tumble dry하였다.

2-3. 물성 측정

1) 감량률

다음 식에 의해 감량률을 계산하였다.

$$\text{감량률} = (W_0 - W_1) / W_0 \times 100(\%)$$

W₀ : 원포의 무게

W₁ : 처리후 수축률에 의해 보정된 무게

각각의 무게는 표준상태에서 2일간 컨디셔닝한 후 측정하였다.

2) 색차

색차계(Yasuda seiki seisakusho Ltd.)를 사용하여 원포 및 처리포의 표면의 L, a, b값을 구하여 헨터 색차식에 의해 색차(ΔE)를 구하였다. 또한 원포 및 처리포의 이면의 L, a, b값을 구하여 헨터 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. 셀룰라아제의 상대활성

Table 2는 중성 및 산성 셀룰라아제의 pH 및 온도 변화에 따른 상대활성을 나타내 준다. pH에 따른 상대활성의 경우 중성 셀룰라아제는 pH 6, 7, 8에서 상대활성이 크게 나타나나 산성 셀룰라아제는 pH 5에서 상대활성이 가장 크며 pH에 민감하게 영향받는 것을 볼 수 있다. 그러므로 산성 셀룰라아제로 처리할 경우는 상대활성이 pH에 민감하게 영향받으므로 완충용액으로 pH를 5로 맞춘 뒤 셀룰라아제 처리를 하였으나, 중성 셀룰라아제로 처리할 경우에는 사용된 중성 셀룰라아제 시약 자체가 중성 pH를 나타내도록 이미 완충화 되었으므로 셀룰라아제처리시 따로 특별히 pH조절이 필요하지 않았다. 또한 온도에 따른 상대활성의 경우 중성 셀룰라아제는 60°C에서 산성 셀룰라아제는 50°C에서 상대활성이 크므로 각각의 셀룰라아제처리시 최적의 온도에서 처리함으로써 셀룰라아제의 상대활성이 가장 큰 상태에서 처리되도록 하였다.

Table 2. The effects of pH and temperature on cellulase relative activity

pH		3	4	5	6	7	8
relative activity (%)	neutral cellulase	39	35	53	65	62	61
	acid cellulase	33	37	100	76	36	34
Temperature: 55°C							
temperature (°C)		30	40	50	55	60	70
relative activity (%)	neutral cellulase	47	50	55	55	57	48
	acid cellulase	76	88	100	99	93	50

neutral cellulase: pH 7, acid cellulase: pH 5

2. 감량률

Fig. 1, 2는 중성 및 산성 셀룰라아제처리시 농도별 처리시간에 따른 감량률의 변화를 각각 나타낸 것이다. 중성 및 산성 셀룰라아제처리시 감량률은 처리시간에 따라 증가하며 시간이 지남에 따라 감량률의 증가가 다소 둔화되는 것을 알 수 있다. 이는 반응 중에 셀룰로오스 기질이 분해되기 어려운 형태로 변화하는 것과 생성물의 억제작용이 관여하기 때문으로 생각할 수 있다⁷⁾. 셀룰로오스는 셀룰라아제 가수분해에 의해 결정화도가 증가하고 이는 가수분해를 방해한다. 그 외에도 기질에서 셀룰라아제의 접근이 용이한 표면적의 변화¹⁰⁾와 같은 다른 요인도 작용하는 것으로 생각된다. 또한 시간이 지남에 따라 감량률의 증가가 둔화되는 것은 셀룰라아제가 면직물을 가수분해하는 과정에서 생성되는 수용성 성분인 셀로비오스와 글루코오스가 가수분해 작용을 억제해 즉 셀룰로오스 분자쇄에서 분해된 셀로비오스와 글루코오스가 셀룰라아제의 활성을 방해하고, 셀룰라아제 자체의 활성도 감소하였기 때문으로 생각할 수 있다. 효소 농도가 커짐에 따라 감량률은 증가하였으나 시간에 따른 감량률의 증가와 비교해 볼 때 본 실험의 범위내에서는 시간의 효과가 농도의 효과보다 큰 것을 알 수 있었다.

Fig. 3은 부석처리시 처리시간에 따른 감량률의 변화를 나타내는데 처리시간이 증가함에 따라 오히려 감량률이 감소 즉 중량이 증가하는 것을 볼 수 있다. 이는 부석처리 중 부석이 부서지면서 가루가 직물내에 남는데 이는 헹굼 및 tumble 건조과정에서도 완전히 제거

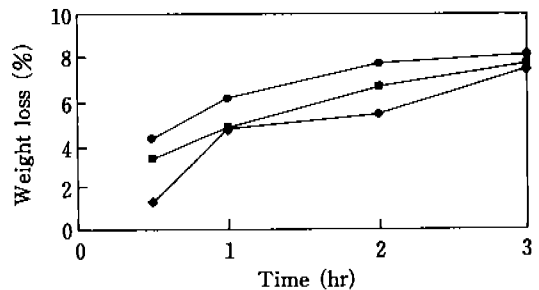


Fig. 1. Effect of treatment time on the weight loss of denim treated with neutral cellulase at three different concentrations. cellulase conc.: ●—1% ■—2% ○—4%

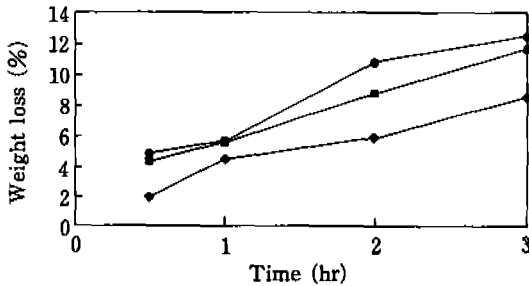


Fig. 2. Effect of treatment time on the weight loss of denim treated with acid cellulase at three different concentrations.
cellulase conc.: —◆— 1% —■— 2% —●— 4%

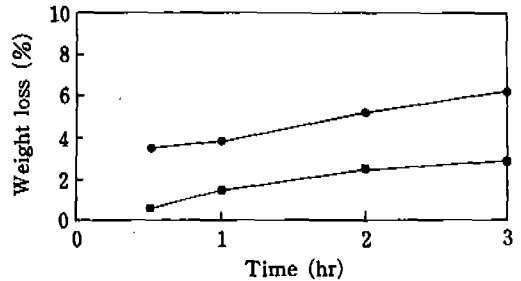


Fig. 4. Effect of treatment time on the weight loss of denim treated with stone-neutral cellulase at two different concentrations.
cellulase conc.: —■— 2% —●— 4%

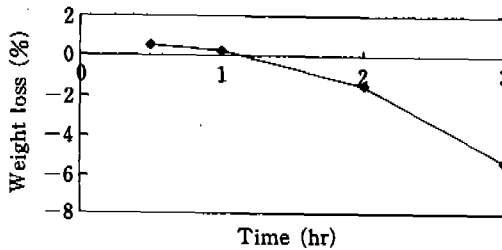


Fig. 3. Effect of treatment time on the weight loss of denim treated with stone.

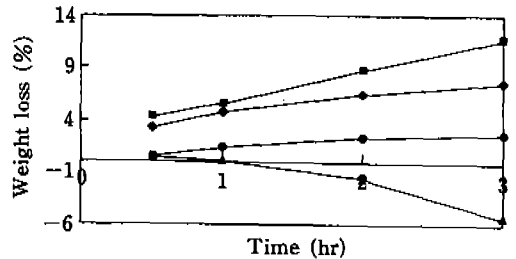


Fig. 5. Effect of treatment time on the weight loss of denim treated with various cellulases or stone.
—◆— neutral 2% —■— acid 2%
—▲— stone —●— stone-neutral 2%

되지 않으므로 오히려 처리시간과 비례해 부석가루가 남아 감량률이 감소하는 것으로 설명할 수 있다.

Fig. 4는 부석과 중성 셀룰라아제를 동시에 처리하였을 경우에 중성 셀룰라아제 농도별로 살펴 본 처리시간에 따른 감량률의 변화를 나타낸다. 여기서도 셀룰라아제 단독 처리와 마찬가지로 시간 및 농도에 따라 감량률이 증가하는 것을 알 수 있다. 부석처리와는 달리 중성 셀룰라아제가 첨가되므로 효소의 작용으로 감량률이 크지는 않으나 약간 증가하는 것을 볼 수 있다.

Fig. 5는 세탁가공의 종류별로 살펴 본 처리시간에 따른 감량률의 변화를 나타낸 것이다. 산성 셀룰라아제, 중성 셀룰라아제, 부석-중성 셀룰라아제, 부석처리의 순으로 감량률이 작게 나타나는데 여기서 산성 셀룰라아제처리가 중성 셀룰라아제처리보다 더 심하게 데님을 감량시키는 것을 알 수 있다. 그리고 부석-중성 셀룰라아제처리가 셀룰라아제 단독 처리보다 감량률이 작게 나타나는데 이는 부석가루가 잔류하는 것으로 설명할 수 있다. 그리고 처리시간이 길어짐에 따라 각각의

처리방법의 효과가 확실히 나타나는 것을 알 수 있다.

3. 색 차

Fig. 6은 중성 셀룰라아제처리시 농도별 처리시간에 따른 색차를 나타낸다. 색차도 감량률과 마찬가지로 처리시간이 길어짐에 따라 색차가 커지며 중성 셀룰라아제의 농도가 클수록 색차가 커지는 것을 알 수 있다. 이러한 현상은 중성 셀룰라아제처리 뿐만이 아니라 산성 셀룰라아제처리 및 부석처리, 부석-중성 셀룰라아제 처리에서도 같은 결과를 보여주었다.

Fig. 7은 세탁가공의 종류별로 살펴 본 처리시간에 따른 색차를 나타낸 것이다. 처리시간이 증가할수록 각각의 처리효과가 확실히 나타나는데 부석-중성 셀룰라아제로 처리시가 가장 크게 나타났으며 산성 셀룰라아제, 중성 셀룰라아제, 부석처리의 순으로 색차가 작게 나타났다. 그러므로 부석처리만에 의한 것보다는 셀룰

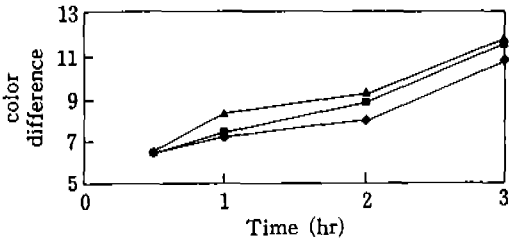


Fig. 6. Effect of treatment time on the color difference of denim treated with neutral cellulase at three different concentrations.
cellulase conc.: ◆ 1% ■ 2% ▲ 4%

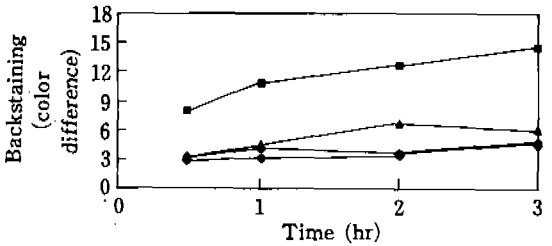


Fig. 8. Effect of treatment time on the backstaining of denim treated with various cellulase or stone.
◆ neutral 2% ■ acid 2%
▲ stone ● stone-neutral 2%

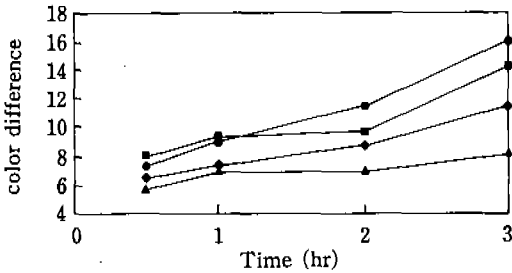


Fig. 7. Effect of treatment time on the color difference of denim treated with various cellulases or stone.
◆ neutral 2% ■ acid 2%
▲ stone ● stone-neutral 2%

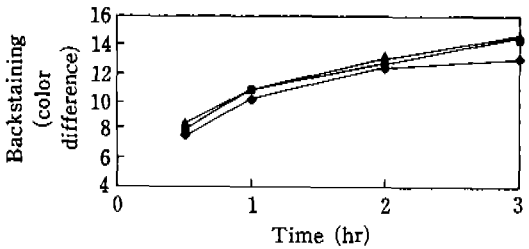


Fig. 9. Effect of treatment time on the backstaining of denim treated with acid cellulase at three different concentrations.
cellulase conc.: ◆ 1% ■ 2% ▲ 4%

라아제를 사용하는 것이 부식처리가 갖고 있는 단점을 극복하면서도 좋은 효과를 낼 수 있다는 것을 알 수 있으며 중성 셀룰라아제처리보다는 산성 셀룰라아제처리가 큰 효과를 나타내며 부식과 셀룰라아제를 동시에 사용할 때는 더 큰 효과를 얻을 수 있다는 것을 알 수 있다. 본 연구에서는 부식과 중성 셀룰라아제를 사용하였으나 부식과 산성 셀룰라아제를 동시에 사용하였을때에는 더 큰 상승효과를 기대할 수 있을 것으로 생각된다.

Fig. 8은 세탁가공의 종류별로 살펴 본 처리시간에 따른 재오염의 정도를 나타내 주는데 산성 셀룰라아제로 처리시는 다른 처리시와는 달리 재오염이 상당히 많이 일어나는 것을 알 수 있다. 이는 산성 셀룰라아제처리시는 산성 셀룰라아제의 최고 활성을 위하여 pH 5에서 행해지는데 이러한 산성용액에서는 인디고 염료가 갖고 있는 2개의 아민기가 양의 전하를 띄게 되어 음의 전하를 갖는 셀룰로오스와 서로 정전기적인 인력이 작용하여 떨어져 나온 인디고 염료가 셀룰로오스에 재오

염되기 때문에 다른 처리보다 재오염이 많이 일어나는 것으로 생각할 수 있다. 또한 Fig. 9에서 처럼 산성 셀룰라아제로 처리시 처리시간이 길거나 농도가 클수록 재오염은 증가하는 것을 볼 수 있으며 본 실험의 범위 내에서는 농도보다는 처리시간이 더 큰 영향을 미치고 있음을 알 수 있다. 이는 셀룰라아제가 셀룰로오스를 가수분해할 때 ring dyeing된 인디고 염료도 동시에 분리되는데 가수분해가 많이 일어나면 처리액내의 염료농도가 높아져 재오염이 증가하는 것이므로 처리시간과 농도가 클수록 재오염이 많이 일어나는 것으로 생각할 수 있다. 그러므로 산성 셀룰라아제처리시는 재오염을 감소시키기 위하여 처리액에 계면활성제, 재오염방지제, 유연제 등이 첨가되어야 할 것으로 생각된다¹²⁾.

4. 인열강도

Fig. 10은 중성 셀룰라아제처리시 농도별 처리시간에 따른 인열강도의 변화를 나타낸 것이다. 처리시간이 증가할수록 인열강도는 크게 감소하는 것을 알 수 있으며

셀룰라아제의 농도가 증가하면 인열강도는 감소하나 농도의 효과는 작게 나타나고 있다. 이는 산성 셀룰라아제, 부석, 부석-중성 셀룰라아제처리에서도 동일한 경

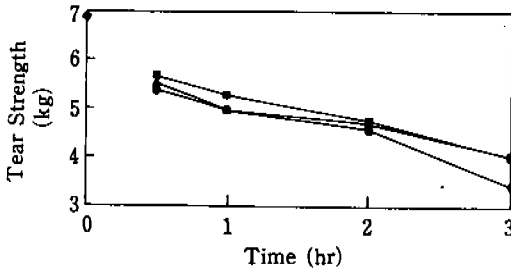


Fig. 10. Effect of treatment time on the tearstrength of denim treated with neutral cellulase at three different concentrations.
cellulase conc.:
◆ untreated —■— 1% —▲— 2% —●— 4%

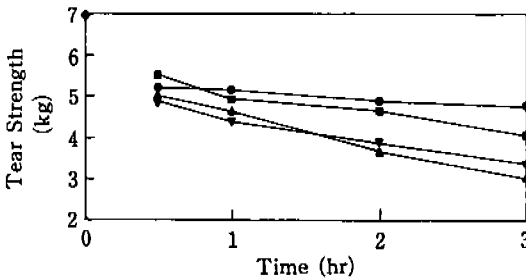


Fig. 11. Effect of treatment time on the tearstrength of denim treated with various cellulase or stone.
◆ untreated —■— neutral 2%
—▲— acid 2% —●— stone
—▼— stone-neutral 2%

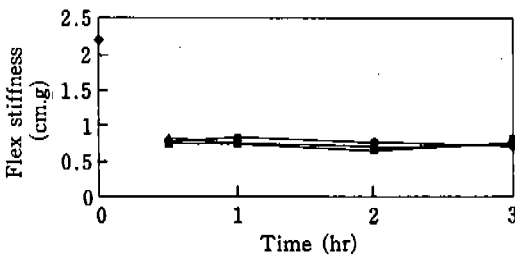


Fig. 12. Effect of treatment time on flex stiffness of denim treated with neutral cellulase at three different concentrations.
cellulase conc.:
◆ untreated —■— 1% —▲— 2% —●— 4%

향을 나타내었다. 이러한 인열강도의 감소는 분자쇄의 절단에 의하여 셀룰라아제는 면직물을 구성하는 면섬유의 표면 셀룰로오스 분자만을 가수분해하는 것이 아니고 일부 내부까지 분해하기 때문에 감량률로 예측할 수 있는 것보다 훨씬 큰 인장강력이나 인열강력의 저하가 일어난다¹⁸⁾. Fig. 11은 세탁가공의 종류별로 살펴 본 처리시간에 따른 인열강도의 변화인데 부석처리와 중성 셀룰라아제처리는 인열강도의 감소가 적은데 비해 산성 셀룰라아제처리 및 부석-중성 셀룰라아제처리는 보다 큰 인열강도의 감소를 보여주었다.

5. 굴곡강경도

Fig. 12는 중성 셀룰라아제처리시 농도별 처리시간에 따른 굴곡강경도의 변화를 나타낸 것이다. 중성 셀룰라아제처리에 의해 굴곡강경도가 급격히 감소해 원포보다 훨씬 유연해진 것을 알 수 있으나 처리시간 및 농도에 따라서는 거의 변화가 없는 것으로 나타나고 있다. 이는 발호 및 정련 등의 효과가 중성 셀룰라아제처리에 의한 유연효과보다 상당히 크다는 것을 의미한다. 즉 데님 의류제품상태로의 세탁가공에서 유연효과는 발호 및 정련의 과정에서 얻어지는 것이 셀룰라아제 처리과정에서 얻어지는 유연효과보다 훨씬 더 크다는 것을 말하며 유연성을 좀 더 증가시키기 위해서는 유연제 등의 후처리가 더 필요한 것을 알 수 있었다. 이러한 현상은 산성 셀룰라아제, 부석, 부석-중성 셀룰라아제처리에서도 동일한 경향이었고 세탁가공의 종류에 따라서는 유의한 차이가 보이지 않았다. Fig. 1의 감량률 결과와 비교해 볼 때 감량률이 증가함에도 불구하고 굴곡강경도가 거의 변화없이 나타난 것은 면섬유의 특성상 처리시 팽윤되었던 상태가 그대로 건조되면서 자리를 잡았던 것이 외부의 압력이 주어지지 않아 자유로워지지 못했기 때문이 아닌가 생각된다. 즉 청바지를 세탁하고 난 직후에는 뻣뻣하나 착용한 후에는 굉장히 부드러워지는 것처럼 유연해 질 수 있는 어떤 외부의 압력이 존재하지 않은 상태에서 굴곡강경도가 측정되었기 때문이 아닌가 생각된다.

6. 표면상태

Fig. 13은 각각의 처리조건에서 셀룰라아제처리시 직물표면을 54배 확대하여 보여주는 SEM 사진이다. (a)의 원포에 비하여 (b), (c), (d)의 중성 및 산성 셀룰



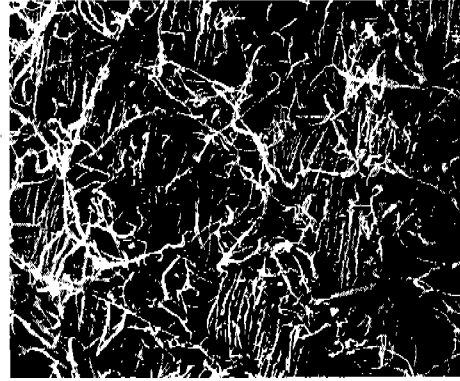
(a)



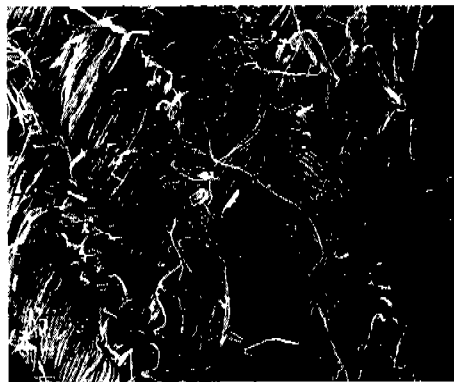
(d)



(b)



(e)



(c)



(f)

Fig. 13. Photomicrographs of denims washed. ($\times 54$)

a: untreated b: neutral cellulase, 2%, 0.5hr c: neutral cellulase, 2%, 2hr d: acid cellulase, 2%, 2hr
e: stone alone, 2hr f: stone-neutral cellulase, 2%, 2hr



(a)



(d)



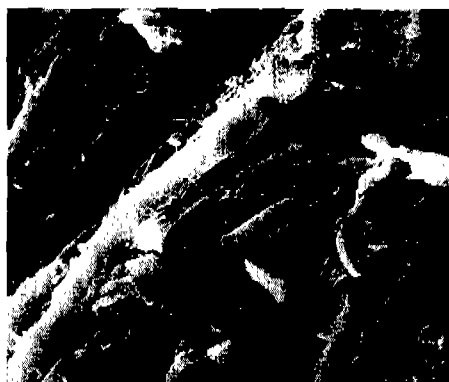
(b)



(e)



(c)



(f)

Fig. 14. Photomicrographs of denims washed. ($\times 1000$)

a: untreated b: neutral cellulase, 2%, 0.5hr c: neutral cellulase, 2%, 2hr d: acid cellulase, 2%, 2hr
e: stone alone, 2hr f: stone-neutral cellulase, 2%, 2hr

라아제처리된 것은 일단 발효 및 정련에 의해 실을 이루는 섬유사이에 발효가 되고 셀룰라아제처리에 의하여 직물표면의 섬유가 잘라져 나간 것을 볼 수 있으나 실과 실 사이의 섬유들은 잘 떨어져 나가지 못하고 남아 있는 것을 볼 수 있다. 이는 한편으로 굴곡강경도의 결과를 설명해 줄 수 있는데 즉 발효에 의해 실의 내부에서의 섬유의 움직임이 자유로와 굴곡강경도가 크게 감소하여 유연해지나 본 실험에서 행하여진 정도의 셀룰라아제처리에 의해서는 직물표면의 섬유만 잘려 나갈뿐 실 사이에는 섬유가 그대로 남아있어 굴곡강경도에 크게 영향을 미치지 못하는 것으로 생각할 수 있다. (e), (f)의 부석처리 및 부석-중성 셀룰라아제처리된 표면에는 부석이 남아있는 것을 볼 수 있으며, 부석처리의 경우는 표면섬유가 많이 제거되지 못하고 불균일하게 어지럽게 널려 있으나 부석-중성 셀룰라아제처리에서는 부석의 효과 외에 셀룰라아제의 가수분해 효과로 섬유가 훨씬 많이 잘려져 나간 것을 볼 수 있다.

Fig. 14는 각각의 조건에서 셀룰라아제처리시 섬유표면의 변화상태를 1000배 확대하여 보여주는 SEM사진이다. 셀룰라아제처리 및 부석처리한 것 모두에서 섬유손상이 관찰되며 분섬화(피브릴화)현상이 나타나는 것을 볼 수 있다. 또한 부석 단독처리 및 부석과 중성 셀룰라아제와의 병행처리는 섬유표면에서 역시 부석의 존재를 확인할 수 있었다.

IV. 결 론

본 연구에서는 세탁가공의 종류에 따라 각각의 세탁가공의 효과를 살펴보고 서로의 세탁가공 효과를 비교하였다. 실험결과는 다음과 같다.

첫째, 상대활성이 중성 셀룰라아제는 pH 6, 7, 8과 60°C에서, 산성 셀룰라아제는 pH 5와 50°C에서 가장 크게 나타났다.

둘째, 감량률은 부석처리의 경우만 처리시간이 길어짐에 따라 감소하고, 셀룰라아제처리에서는 처리시간 및 농도가 증가함에 따라 증가하였다. 산성 셀룰라아제, 중성 셀룰라아제, 부석-중성 셀룰라아제, 부석처리의 순으로 감량률이 작게 나타났다.

셋째, 색차는 처리시간 및 농도가 증가함에 따라 크게 나타났다. 부석-중성 셀룰라아제, 산성 셀룰라아제, 중성 셀룰라아제, 부석처리의 순으로 색차가 작게 나타

났다. 재오염은 산성 셀룰라아제처리시 다른 경우와 달리 상당히 많이 일어났으며, 처리시간이 길수록 농도가 클수록 심하게 나타났다.

넷째, 인열강도는 처리시간 및 농도가 증가할수록 크게 감소하였다. 산성 셀룰라아제처리 및 부석-중성 셀룰라아제처리는 중성 셀룰라아제처리나 부석처리보다 인열강도가 더 많이 감소하였다.

다섯째, 굴곡강도는 원포에 비해 상당히 많이 감소하나 처리시간 및 농도에 따라서는 거의 변화가 없는 것으로 나타났다. 그리고 세탁가공의 종류에 따라서는 유의한 차이가 보이지 않았다.

여섯째, 셀룰라아제처리에 의하여 직물표면의 섬유가 제거되나 실과 실사이의 섬유들은 잘 떨어져 나가지 못하고 남아 있었다. 부석 및 부석-중성 셀룰라아제처리된 표면에는 부석이 남아 있었으며 부석처리의 경우는 표면섬유가 잘 제거되지 못하고 어지럽게 널려 있었다. 셀룰라아제처리 및 부석처리한 것 모두에서 섬유손상이 관찰되며 분섬화(피브릴화)현상이 나타났다.

참 고 문 헌

- 1) J.M. Hoffer, Identifying acid wash, stone wash pumice, *Textile Chemist and Colorist*, 25(2), 13-15 (1993).
- 2) L. Olson, A new technology for stoneless stone-washing applications, *American Dyestuff Reporter*, 77(5), 19-22 (1988).
- 3) R.M. Tyndall, Improving the softness and surface appearance of cotton fabrics and garments by treatment with cellulase enzymes, *Textile Chemist and Colorist*, 24(6), 23-26 (1992).
- 4) M. Okazaki, M. Moo-Young, Kinetics of Enzymatic Hydrolysis of Cellulose : Analytical Description of a Mechanistic Model, *Biotechnology and Bioengineering*, 20, 637-663 (1978).
- 5) T.K. Ghose and V.S. Bisaria, Studies on the mechanism of enzymatic hydrolysis of cellulosic substances, *Biotechnology and Bioengineering*, 21, 131-146 (1979).
- 6) Y.H. Lee & L.T. Fan, Kinetic studies of enzymatic hydrolysis of insoluble cellulose: Analysis of the initial rates, *Biotechnology and Bioengineering*, 24, 2838-2406 (1982).
- 7) Y.H. Lee & L.T. Fan, Kinetic studies of enzymatic

- hydrolysis of insoluble cellulose: (II) Analysis of extended hydrolysis times, *Biotechnology and Bioengineering*, **25**, 939-966 (1983).
- 8) S. Klahorst, A. Kumar and M.M. Mullins, Optimizing the use of cellulase enzymes, *Textile Chemist and Colorist*, **26**(2), 13-18 (1994).
 - 9) J.N. Effers, Quick-Wash Denim: New Opportunity for Denim Garment Manufacturers, *American Dyestuff Reporter*, **83**, 15 (1994).
 - 10) D. Kochavi, T. Videbaek, D. Cedroni, Optimizing processing conditions in enzymatic stonewashing, *American Dyestuff Reporter*, **79**(9), 24-28 (1990).
 - 11) 강지연, 유효선, 셀룰라아제에 의한 면직물의 유연가공에 관한 연구, *한국의류학회지*, **14**(4), 262-273 (1990).
 - 12) 차옥선, 양진숙, 셀룰라아제 처리조건이 인디고 데님의 재오염에 미치는 영향, *한국의류학회지*, **20**(5), 841-851 (1996).
 - 13) 은종혁, 효소에 의한 면직물의 유연화, 서울대학교 석사학위논문 (1990).
 - 14) 정의상, 효소에 의한 면직물의 감량가공, 한국섬유공학회지, **31**(9), 641-647 (1994).
 - 15) 전병대, 최은경, 차회철, 박순영, 효소이용의 염색가공기술, 생산기술연구원보고서 (1995).
 - 16) H. Koo, M. Ueda, and T. Wakida, Cellulase treatment of cotton fabrics, *Textile Res. J.*, **64**(2), 70-74 (1994).
 - 17) C.L. Chong, P.C. Yip, Bio-Finishing Of Cotton Knits, *American Dyestuff Reporter*, **83**(3), 54-64 (1994).
 - 18) M. Wadham, Bio-polishing of cellulosic fabrics, *JSDC*, **110**, 367-368 (1994).
 - 19) K.M. Paralakar and S.P. Bhatawdekar, Hydrolysis of cotton fibers by cellulase enzyme, *J. of Applied Polymer Science*, **29**, 2573-2580 (1984).
 - 20) M. Ueda, H. Koo, and T. Wakida, Cellulase treatment of cotton fabrics-part II inhibitory effect of surfactants on cellulase catalytic reaction, *Textile Res. J.*, **64**(10), 615-618 (1994).
 - 21) FITI NEWS 제72호, 한국원사직물시험연구원, **9**(3), 7, 10 (1996).