

텐셀소재의 fibrillation에 관한 연구(제2보) -피브릴발생 및 평가방법을 중심으로-

정영희·송경헌·양진숙*

배재대학교 의류학부 의류학과, *한양대학교 디자인대학 섬유디자인전공

A Study on Fibrillation of Tencel material(Part II) -Based on Fibril Occurrence and Evaluation Method-

Jeong, Young Hee · Song, Kyung Hun · Yang, Jin Sook*

Dept. of Clothing School, Paichai University

*Dept. of Design School, Hanyang University

(2000. 7. 27 접수)

Abstract

Fibrillation is caused by wet abrasion and occurs during scouring treatments, domestic laundering and wet finishing. So, for clean fabrics, fibrillation must either be prevented or removed after it has occurred. In this study, we researched the influence thickness of tencel on fibrillation occurrence. And the three methods of SEM photograph, reflectance values and gray level values were used in order to present proper evaluation method for fibrillation. The results are as follows. The thickness of tencel was high affected with occurrence of fibrillation, that is, as the thickness of fabrics thicker, the fibrillation occurer. And all method applicated as fibrillation evaluation method very effected without big difference, but they come into be a little question in the side of exactness.

Key words: Tencel, Fibrillation, Cellulase treatment, Fibrillation evaluation;

텐셀, 피브릴레이션, 셀룰라제처리, 피브릴레이션 평가

I. 서론

텐셀은 재생섬유이면서도 큰 강도를 갖는 장점때문에 21세기 미래 신소재로 각광을 받으면서 셔츠나 자켓, 레인코트 등 모든 의류에 이용되고 있지만, 가공시 발생하는 피브릴(fibril) 발생으로 인해 문제점이 제기되고 있다.

텐셀섬유의 피브릴화(fibrillation)는 습식처리 중에 섬유표면이 침식되어 발생되므로 가정에서의 세

탁시 또는 업체에서의 염색이나 가공 등의 습식가공 공정 시에 주로 발생된다. 이러한 피브릴의 발생은 섬유의 표면을 손상시키고 외관 성능을 저하시키며 빛의 난반사로 인해 색조가 변화되어 보이는 등 여러 가지 문제점을 돌출시켜 섬유의 부가가치를 저해시키고 있다.

이러한 피브릴을 제거하기 위하여 여러 가지 방법이 사용되지만 이들 피브릴이 너무나 미세하기 때문에 제대로 제거되기 어렵고 무엇보다도 약제 사용은 환경문제로 제약이 많다. 따라서 이들 피브

털 제거에 무엇보다도 셀룰라제 효소에 의한 처리가 환경친화적인 면에서 연구되고 있다.

셀룰라제는 진의류의 유연가공이나 감량가공에 주로 사용되고 있지만(강지원 & 유효선, 1994; 정의상, 1994; 유혜경 & 오경화, 1997; 山下政昭, 1988; 谷田 治, 1994), 표면을 깨끗하게 하기 위한 polishing 가공(Garrett A. Screws, Jr. and Donna M. Cedroni, 1992)이나 peach skin 가공같이 특수한 표면 효과를 얻기 위해서도 많이 사용되고 있다(Courtaulds fibers Co., 1995; Janet Rpbinson, 1994).

최근 텐셀과 관련된 연구가 종종 보고 되고 있는데(섬유개발연구회, 1997), 특히 이들에의 효소의 응용에 관한 것으로써 텐셀과 동질의 섬유종류인 리오셀섬유에 셀룰라제를 응용한 경우 피브릴이 감소하는 경향을 보이므로 염색전, 후에 셀룰라제 처리를 하면 피브릴화를 어느 정도 방지할 수 있다고 하였다(Rude Breier, 1994). 한편 텐셀섬유에 더 부드러운 촉감을 부여하기 위하여 의도적으로 피브릴화를 발생시킬 수도 있고 이들 피브릴화를 효소로 처리해 조절함으로써 텐셀에 상당히 색다른 느낌을 줄 수 있음을 보고한 연구도 있다(Philippa Watkins, 1995).

그런데 텐셀에 피브릴화가 발생하는 조건이 여러 가지이겠지만 무엇보다도 직물의 두께가 큰 영향을 미칠 것으로 생각되는데 이에 대한 연구가 아직 없기 때문에 본보에서는 텐셀을 직물 두께종류 별로 선택하여 피브릴화를 발생시켜 봄으로써 두께와 피브릴화 발생과의 상관관계를 밝히고자 하였다. 또한 피브릴을 제거 혹은 감소시키기 위한 방안으로서 셀룰라제를 처리하고 디피브릴화(defibrillation)를 조사, 분석하였다.

특히 이들 피브릴화 발생정도를 평가, 분석하는 방법에 대하여 규정된 바가 없기 때문에 이들을 측정할 수 있는 가장 적합한 상대평가방법을 제시하

기 위하여 피브릴화 측정방법을 전자현미경법(SEM), Spectrophotometer에 의한 표면반사율(Reflectance)값 분석법, 화상처리를 응용(이양범의 2인, 공편, 1996)한 면적분포율(gray level) 분석법의 3가지 방법으로 비교하여 평가, 분석하였다.

II. 실험재료 및 실험방법

1. 실험재료

1) 시료

시료는 (주)대농에서 제공받은 3종류의 100% 텐셀을 사용하였으며 그 특성은 Table 1과 같다.

2) 시약

호발, 정련을 위해서 아밀라제(α -amylase)와 비이온계면활성제를 사용하였으며 효소처리시 셀룰라제는 산성용 셀룰라제 primafast(Genencor, 미국)를 사용하였다. 완충액을 만들기위해 아세트산(acetic acid)과 sodium acetate($\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$)를 사용하였으며, 효소처리시 물은 증류수를 사용하였다.

2. 실험방법

1) 정련 및 발호(1차 fibrillation발생 시험)

모든 시료를 각각 $30 \times 30\text{cm}$ 의 크기로 잘라 100% 폴리에스테르사로 가장자리를 오버룩(overlook)처리한 후, 증류수에 넣고 액비 1:30에서 α -amylase (3g/l)와 비이온계면활성제(3g/l)와 함께 85°C 에서 40분간 처리한 후 수세, 탈수하여 자연건조 시켰다.

이 공정을 거친 시료는 피브릴이 발생하므로 1차 피브릴화 샘플로 사용되었다.

2) 효소처리(defibrillation 시험)

호발, 정련된 시료를 세탁시험기(Sampling drum washer)에 넣고, pH 4.8, 3g/l의 효소농도로 60°C 에

Table 1. Characteristics of materials

Material	Density(올수/inch)	Weight(g/m ²)	Thickness(mm)
No. 1	Warp:104, Weft:61	246	5.0 mm
No. 2	Warp:92, Weft:66	218	4.0 mm
No. 3	Warp:76, Weft:61	162	3.2 mm

서 40분간 처리하였다. 이때 액비는 30:1이었고 처리후 효소가 계속해서 활성화하는 것을 막기 위하여 85°C에서 15분간 침지시킨 후 수세, 탈수하여 자연 건조 시켰다.

1차 피브릴이 발생된 시료를 효소로 처리하는 이러한 공정을 거친 시료는 디피브릴화 샘플로 사용되었다.

3) 2차 fibrillation발생 시험

셀룰라제로 처리하여 디피브릴화 시킨 시료에 다시 2차 피브릴화를 위하여 55°C에서 30분간 세탁시험기에 증류수를 넣고 직물을 서로 마찰시켜 피브릴을 발생시켰다.

3. 피브릴 분석방법

1) 화상처리

효소처리한 각 시료를 300 dpi sharp black & white photo 100% 신축으로 스캔을 받아 pixel 간의 과도한 분리를 보완하기 위하여 1차 필터링을 하고, 각 이미지와 배경색을 구분하기 위한 2차 필터링 작업후 피브릴에 해당되는 부분의 그레이레벨(graylevel) 값을 분석한후 전체 이미지중 피브릴에

해당하는 값을 백분율로 표시하였다. 또한 면적 분포율은 피브릴에 해당되는 부분을 흰색으로, 그 외의 부분을 검정색으로 표시하여 검정색과 흰색의 면적대비로 표시하였다.

2) 전자현미경분석

SEM(Scanning Electron Microscope, stereoscan 360 cambridge instrument, U. K.)을 사용하여 처리 직물의 표면을 금으로 코팅하여 15배, 3000배로 확대하여 분석하였다.

3) Reflectance(표면 반사율)에 의한 피브릴 분석
각 시료를 UV/VIS Spectrophotometer(V-550, Jasco, Co)를 사용하여 380-780nm 의 파장범위에서 표면반사율(Reflectance)을 측정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 텐셀의 fibrillation과 defibrillation

No-1, No-2, No-3시료를 처리하여 피브릴화 발생정도를 관찰하였다. 이때 셀룰라제처리 시의 효소농도(3g/l), 처리시간(40분), 온도(60°C)는 본 연구

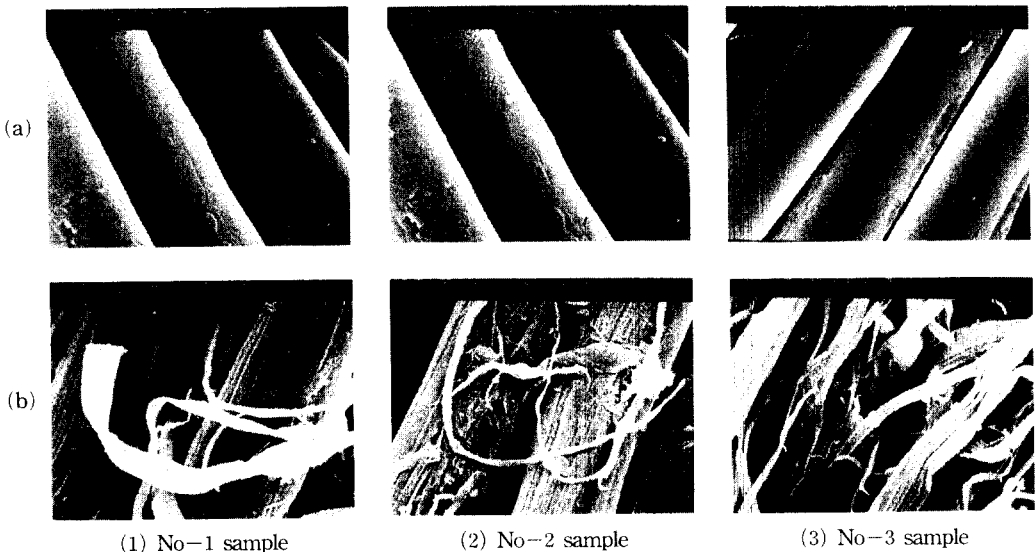


Fig. 1. Fibrillation occurrence before and after washing.
(a) Unwashed tencel (b) Washed tencel

의 전보에서 얻어진 최적조건에 따라서 행하였다.

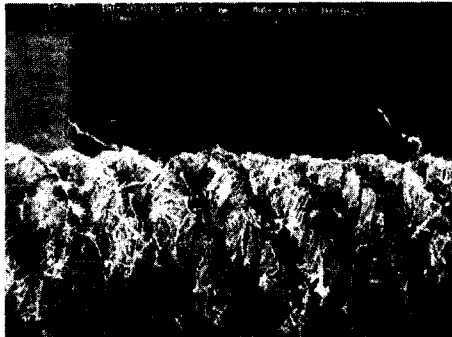
Fig. 1은 (원포)미처리포와 정련·호발시켜 피브릴화를 발생시킨 것을 SEM(주사전자현미경)을 통해 분석한 결과이다. 세 시료 모두 피브릴이 많이 발생된 것을 볼 수 있다. 이런 분섬화 현상은 습윤 상태에서 텐셀을 가공처리 할 경우 생기는 섬유끼리의 마찰과 기계적인 힘, 알칼리 세제같은 요인에 의한 균열현상으로 생각된다. 이러한 호발정련 과정에서 생성된 피브릴을 본 연구에서는 1차 피브릴화로 지칭하였다.

Fig. 2, 3, 4의 (a)는 1차 피브릴화(fibrillation)된 것으로 섬유사이에 길이가 길고 약간 굵은 피브릴이 엉켜있는 것이 보이는데, 이들 각 시료를 셀룰라제로 처리한 것이 (b)의 상태로서 섬유사이의 피브릴이 현저히 줄어든 것을 볼 수 있다. 이것이 바로 1차 피브릴을 셀룰라제로 제거시킨 디피브릴화이다.

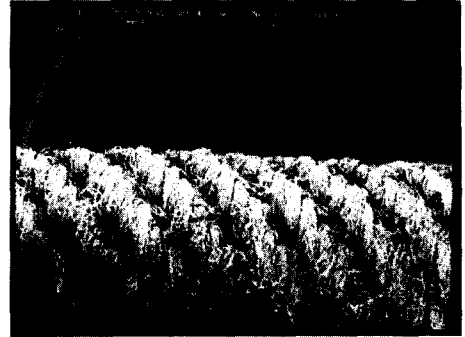
여기서 보면 1차 피브릴화에서 생성된 보프라기에 가까운 피브릴이 셀룰라제처리에 의해 상당히 제거된 것을 볼 수 있다. 이렇게 피브릴이 제거된 상태를 본 논문에서는 디피브릴화라 지칭하였다.

그런데 고부가가치를 높이기 위한 방법으로 텐셀 표면에 복숭아털과 같은 미세한 솜털을 부여해 촉감 및 외관을 새롭게 가공할 때의 피브릴 상태는 어떤 것인지 알아보려고 디피브릴화된 시료를 다시 습식처리하여 여기에 2차 피브릴을 발생시키고 이들을 비교하여 보았다.

그 결과는 Fig. 5와 같은데 섬유사이에 새로 발생된 2차 피브릴은 세 시료 모두 1차 피브릴 상태보다는 좀 더 가늘고 길이가 짧게 정렬된 것을 볼 수 있다. 1차 피브릴화는 표층(스킨층)에서 발생하였기 때문에 굵고 단단하여 필링에 가깝고 2차 피브릴화는 내층(코어층)에서 발생(阪上未治, 1997)하기 때문



(a)

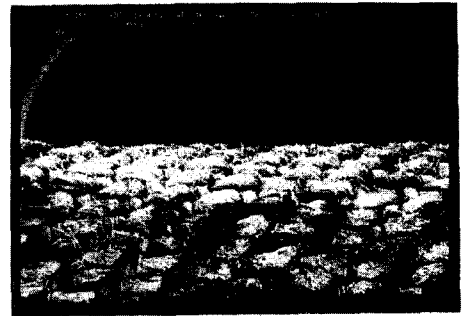


(b)

Fig. 2. First fibrillation and defibrillation of No-1



(a)



(b)

Fig. 3. First fibrillation and defibrillation of No-2

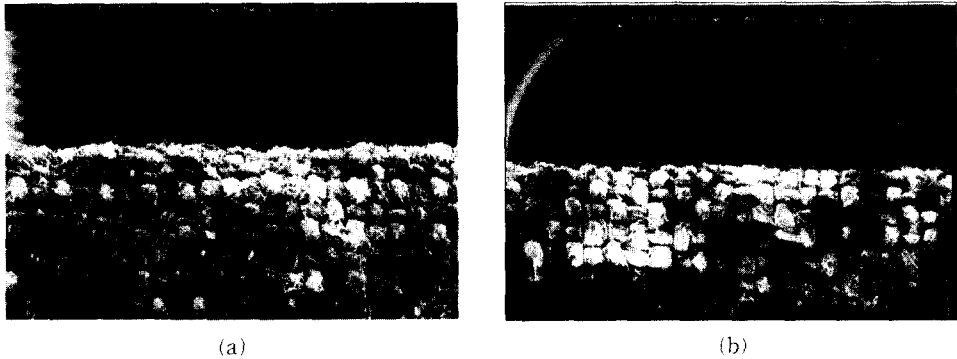


Fig. 4. First fibrillation and defibrillation of No-3

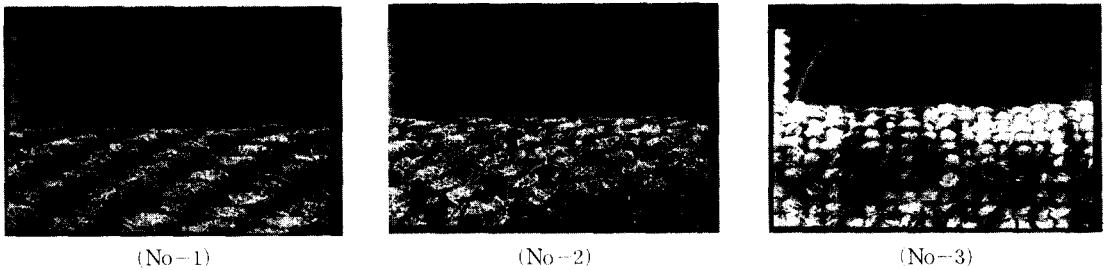


Fig. 5. Secondary fibrillation of No-1, No-2 and No-3

에 가늘고 유연해서 피치스킨(Peach Skin)과 같은 효과가 나타난 것으로 생각된다.

2. 식물두께와 fibrillation 발생정도와와의 관계

위의 Fig. 1에서 볼 수 있듯이 시료 두께별에 따른 피브릴의 발생정도는 No-1>No-2>No-3의 순으로 나타나 식물의 두께가 1차 피브릴화에 영향을 미친다는 것을 알 수 있었다. 즉 두께가 두꺼울수록 피브릴 현상이 더 많이 일어나는 것을 알 수 있는데, 이것은 두께가 두꺼워짐에 따라 섬유포간의 마찰이 커져 피브릴이 더 많이 발생된 것으로 사료된다. 피브릴형태 또한 짧고 균일하기 보다는, 굵고 긴 것으로 보아 1차 피브릴화는 거의 보프라기에 가까운 것으로 해석할 수 있다.

또한 두께에 따라서 2차 피브릴화 상태도 약간씩 달랐는데 두께가 두꺼운 No-1시료가 얇은 시료들에 비하여 2차 피브릴이 더 많이 발생했음을 알 수 있다. 그런데 No-3시료는 디피브릴 상태나 2차 피

브릴 상태나 비슷한데 이것은 처음에 발생된 1차 피브릴이 셀룰라제에 의해 제거되어 디피브릴화된 후, 시료가 너무 얇고 밀도가 작아서 2차 피브릴의 효과가 적게 나타나지 않았나 생각된다. 따라서 이러한 결과로 볼 때 식물의 두께가 피브릴화에 큰 영향을 미침을 확인할 수 있었고, 피치스킨 가공을 위한 작물은 어느 정도의 두께를 가진 것이 더 유리할 것으로 사료된다.

3. Fibrillation 평가방법과 고찰

1) SEM(주사전자현미경)에 의한 분석

정련, 호발에 의해 발생된 텐셀의 1차 피브릴화, 효소처리 후 피브릴이 감소된 디피브릴화, 디피브릴을 거쳐 다시 발생된 2차 피브릴화 등에 대하여 주사전자현미경으로 분석한 결과는 위에서 이미 Fig. 1부터 Fig. 5 까지 살펴본 바와 같다. 이러한 주사전자현미경의 결과를 spectrophotometer로 측정된 표면반사율과 화학처리에 의한 면적분포율 등과 비교, 고찰해보고자 한다.

2) 표면 반사율(reflectance)에 의한 분석

여기서는 위에서 고찰한 결과를 놓고 이들을 다시 spectrophotometer로 표면반사율을 측정하여 분석하였다. 그 결과는 Fig. 6, 7, 8과 같다.

Fig. 6에서, No-1 시료는 갈색이므로 600nm 정도에서 나타난 피크로 비교하였는데 원포(미처리포)에 비하여 1차 피브릴화된 것이 가장 큰 반사율(37%)을 보였고 디피브릴화 상태에서는 반사율이 34%로 낮아지는 것을 볼 수 있었다. 이는 텐셀을 1차 피브릴화 시킬 경우 표면에 일어나는 잔털에 의해 반사율이 높아지는 것으로 생각되며, 다시 텐셀의 표면을 효소처리할 경우 잔털이 줄어들게 되어 표면반사율이 낮아지는 것으로 사료된다. 또한 디피브릴화 시킨 시료를 2차 피브릴화 시키면 다시 표면에 생겨난 잔털로 인해 반사율이 증가함을 볼 수 있었다.

Fig. 7과 Fig. 8은 No-2, No-3시료의 표면반사율을 나타낸 결과이다. 두 시료 모두 옅은 연두색에 가까워서 약 400nm 정도의 피크로 비교하였다. Fig. 6에서, No-2시료는 1차 피브릴화 상태에서는 높은 반사율(85%)을 보였으나 디피브릴화에서는 반사율이 82%정도로 낮아졌다가 2차 피브릴화 상태에서 다시 증가함을 보였다. 그러나 Fig. 7에서 보면, No-3시료의 경우는 2차 피브릴화와 디피브릴화 상태에서 반사율의 차이를 보이지 않았는데, 이것은 앞서 설명한 바와 같이 시료가 너무 얇아서 2차 피

브릴화 처리를 하였음에도 불구하고 표면에 잔털이 별로 생기지 않았기 때문으로 생각된다. 이상의 결과는 SEM에 의한 분석방법과 거의 동일하게 나왔음을 알 수 있었다.

3) 화상처리기법에 의한 분석

이상의 시료를 다시 화상처리 기법으로 분석해 보았는데 이것은 처리된 직물을 스캔받아 표면을 흑색과 백색 면으로 나누어 면적 비를 보는 것으로 먼저 세 시료의 1차 피브릴 상태의 면적분포율을 스캔받은 상태로 보면 Fig. 9와 같다. 백색의 면적비율

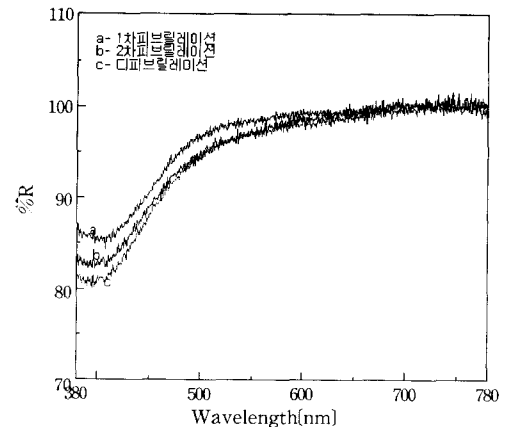


Fig. 7. Reflectance of No-2 for fibrillation evaluation

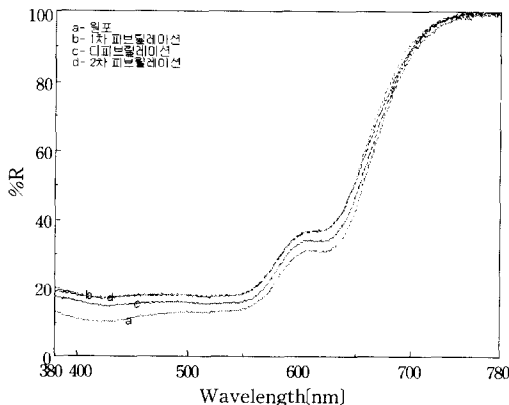


Fig. 6. Reflectance of No-1 for fibrillation evaluation

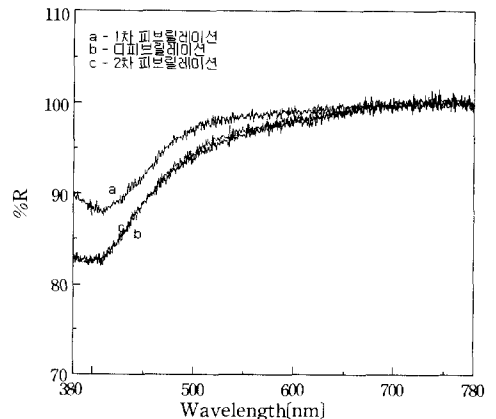


Fig. 8. Reflectance of No-3 for fibrillation evaluation

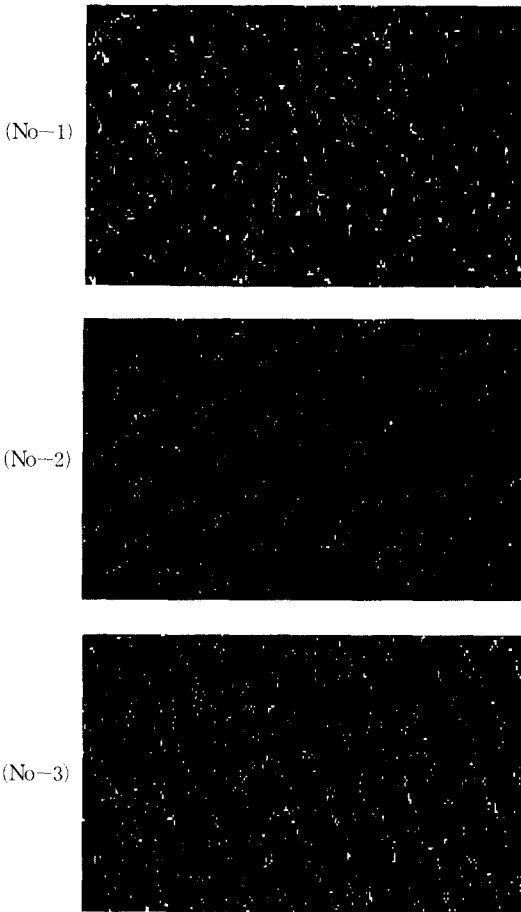


Fig. 9. White and black area range of first fibrillation by gray level

이 No-1>No-3>No-2 로 나타나 위의 결과와 일치함을 보였다.

이들의 흑·백색 면적 비율인 percentile값을 수치로 정확하게 계산하여 그래프로 비교한 것이 Fig. 10이다. 각 시료의 경우 1차 피브릴화 상태에서는 백색의 비율이 각각 29.42%, 17.93%, 15.38%였으며, 이들을 다시 디피브릴화시켰을 경우 수치가 13.92%, 9.8%, 9.85%로 줄어드는 것으로 보아 세 시료 모두 효소처리 한 경우 거의 절반수준으로 감소하는 것으로 보여 주었다. 또한 No-1, No-2, No-3시료를 다시 2차 피브릴화 시킨 시료의 수치들을 보면 각각 27.60%, 16.48%, 12.54%로 다시 디피브릴화 상태의

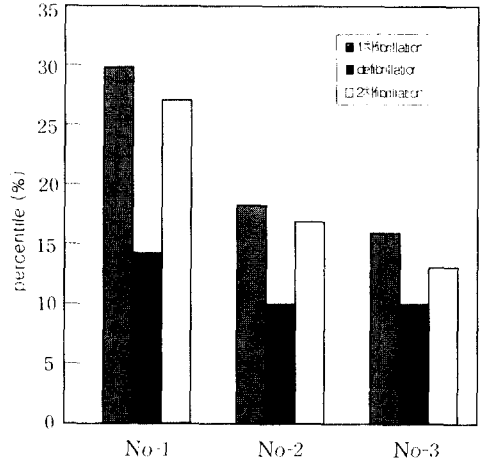


Fig. 10. Area range of fibrillation by percentile

시료에 비해 수치가 증가한 것을 볼 수 있다.

이러한 화상처리 결과도 SEM분석이나 표면반사율값 측정결과와 같은 경향을 보였다.

1차 피브릴화(fibrillation)상태에서는 섬유끼리의 마찰, 기계적인 힘, 알칼리제제 등의 요인으로 필링에 가까운 피브릴이 생성되어 빛에 대한 반사율이 커져 백색면적에 대한 수치가 증가하는 것이고 디피브릴화 상태에서는 효소의 분해작용에 의해 1차때 생성된 피브릴이 어느정도 제거되어 수치가 감소한 것으로 생각된다. 또한 다시 2차 피브릴화 처리를 하였을 경우는 짧고 균일한 잔털이 생겨나 복숭아털과 같은 효과를 나타내어 백색면적의 수치가 증가했다고 사료된다.

따라서 면적분포율 역시 텐셀에 생성되는 피브릴을 관찰할 수 있는 방법으로 이용 가능하다고 생각된다.

IV. 결 론

직물의 두께종류에 따른 피브릴의 상태를 주사전자현미경사진으로 비교해 텐셀의 피브릴 발생과 직물 두께간의 상관관계를 알아보았고, 피브릴 발생 정도를 측정할 수 있는 가장 적합한 상태평가방법을 제시하기 위하여 피브릴화의 측정방법을 주사전자현미경 분석법, 표면반사율(reflectance)값 분석법,

화상처리를 응용한 면적분포율 등을 통해 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 텐셀의 두께별에 따른 SEM 사진 측정결과 1차 피브릴화를 위한 시험에서 No-1>No-2>No-3 순으로 피브릴을 발생시켰으며 2차 피브릴화 상태에서도 No-1>No-2>No-3 순으로 피브릴을 발생시켰다. 따라서 1차 피브릴화와 2차 피브릴화 발생 모두에 직물의 두께가 큰 영향을 미침을 알 수 있었는데 두께가 두꺼울수록 더 많은 피브릴이 발생되었다.

2. 셀룰라제 처리가 텐셀의 피브릴 제거에 미치는 영향을 알아본 결과 1차 피브릴된 시료를 셀룰라제로 처리한 결과 피브릴이 상당히 감소하였음을 보였다. 따라서 텐셀의 가장 큰 결점인 피브릴화는 셀룰라제로 마무리가공을 할 경우 이를 제거해 텐셀의 외관 부가가치를 현저히 높일 수 있을 것으로 사료된다.

3. SEM 사진으로 측정된 시료에 대하여 다시 spectrophotometer에 의한 표면반사율값으로 평가해본 결과 각 시료 모두 1차 피브릴화에서는 높은 반사율을 보였지만 디피브릴화 시켰을 경우에는 표면반사율이 낮아졌고 다시 2차 피브릴화 시킨 경우 반사율이 다시 약간 증가하였다. 이는 피브릴이 많아지면 빛을 많이 반사해 반사율이 높아지고 피브릴이 적어지면 빛 반사율이 떨어짐을 나타내는 것으로서 이러한 결과 표면반사율로 피브릴을 상대 평가함에 큰 무리가 없는 것으로 생각된다.

4. 화상처리기술의 한부분인 gray level 값으로 흑백 면적비를 계산하여 피브릴을 분석한 결과 1차 피브릴화 상태에서 높은 percentile 값을 보이다가 디피브릴화 처리를 행한 경우 다시 감소하였고 2차 피브릴화 상태에서는 percentile 수치가 감소하였다. 이것은 피브릴이 많으면 백색 면적이 증가하고 피브릴이 적으면 백색 면적이 감소함을 의미하므로 이러한 면 적분포율에 따른 평가 또한 피브릴 평가에 응용가능하다고 사료된다.

참 고 문 헌

강지연·유효선, "셀룰라제에 의한 면직물의 유연가공에

관한 연구", 한국의류학회지 14, 262-273, 1990.

섬유개발연구회, "텐셀의 전개(5)", 섬유개발연구, 11(10), 70, 1997.

섬유개발연구회, "텐셀의 제조공정기술", 섬유개발연구, 11(11), 44, 1997.

유혜경·오경화, "소비자의 세탁습관에 따른 세탁효율평가", 한국의류학회지, 21(2), 57-62, 1997.

이미식·김정희, "시판데넵직물의 처리조건에 따른 셀룰라제 효소가공 효과에 관한 연구", 한국섬유공학회지, 35(4), 213-221, 1998.

이양범·강경일, 이용중 공편, 「화상처리기술」, 도서출판 지문사, 1996.

정의상, "효소에 의한 면직물의 감량가공", 한국의류학회지, 31(9), 1994.

차옥선·양진숙, "셀룰라제 처리조건이 인디고 데넵의 재오염에 미치는 영향", 한국의류학회지, 20(5), 841-851, 1996.

Garrett A. Screws, Jr. and Donna M. Cedroni, "Biopolishing of Cellulosic Fabrics", *Canadian Textile Jour.*, 9, 31-35, 1992.

Janet Robinson, "A new cellulosic fiber allows a great variety of surface effects", *ITB Dyeing/Printing/Finishing*, 2, 5-8, 1994.

山下政昭, "セルラーゼによる綿織物の減量加工", *加工技術(日)*, 23, 142-152, 1988.

谷田 治, "酵素によるセルロース 繊維の改質", *纖維學會志(日)*, 50, 75-79, 1994.

阪上末治, *ニューレーヨンの實際知識*, 纖維社, 282-288, 1997.

Courtaulds Fibers Co., "The control and use of fibrillation to achieve a 'peach skin' effect", *Dyeing and Finishing, section*, 6(3), 1995.

Philippa Watkins, "Tencel: The Mystery Explained", *Apparel International*, 21-24, (1), 1995.

Rudi, Breier, Petry GmbH, "The Finishing of Lyocell Fibers—A Report Based on Experience", *Lenzinger Berichte*, 98-100, (9), 1994.