

면/스판덱스 편성물의 황변발생 원인에 관한 연구

박홍수, 이명학, 김영호*

한국섬유기술연구소 * 숭실대학교 섬유공학과

1. 서론

스판덱스사는 탄성, 내약품성 및 염색성 등이 우수하여 주로 여성용 파운데이션, 수영복, 스타킹, 에어로빅복 및 체조복 등의 신축성이 요구되는 소재에 활용되고 있다[1-4]. 스판덱스사가 의류에 사용되는 경우에는 제직상의 어려움 등으로 인하여 직물보다는 편성물에 주로 사용되며, 그 자체만으로는 잘 사용되지 않고 다른 섬유와 혼용하여 사용한다.

면과 스판덱스사가 혼용되면 두 섬유의 성질이 매우 다르기 때문에 여러 가지 문제점이 발생된다. 이러한 편성물의 제조와 염색가공시 발생하는 문제점으로는 황변 및 구김발생 등이 있다. 이 중에서 황변발생은 오래 전부터 생산업계에서 문제가 되어왔지만, 그 원인이 스판덱스사 제조시 방사유제로 사용되는 실리콘 오일과 관계가 있는 것으로만 알려져 있을 뿐 [4] 이에 대한 구체적인 연구는 거의 이루어지지 않았다.

따라서 본 연구에서는 면/스판덱스사의 황변발생 원인을 알아보기 위해 스판덱스사에 남아 있는 방사오일의 성분을 분석하고 열처리에 따른 방사오일의 황변발생 여부에 대해서 알아보았으며, 편성물을 이용하여 염색가공 공정별로 처리하면서 각 공정에서 시료를 채취하여 그의 추출물을 분석함으로써 방사오일이 황변에 미치는 영향을 알아보았다. 또한 계면활성제를 사용하여 황변의 원인 물질을 제거하는 방법에 대해서 검토하였다.

2. 실험

2.1 시료 및 시약

스판덱스사(polyurethane type)는 국내 A사에서 제조한 20D 베어사를 사용하였으며, 면/스판덱스 편성물(13.5cm/50loops)은 실험실용 환편기로 면사(60's)와 20D의 스판덱스사를 사용하여 편성하였다. 이 편성물은 싱글 저지로 스판덱스사의 함량은 약 7% 정도이다. 실험에 사용한 약제는 모두 1급 이상의 시약을 사용하였다.

2.2 편성물의 정련표백 및 열처리

면/스판덱스 편성물의 정련표백은 실험실용 IR-염색기(Mathis Labomat)에서 가성소다 3g/l, 과산화수소 15g/l 및 기타 첨가제를 투입한 후 95℃에서 40분간 행하였다. 또한 정련시 계면활성제를 사용한 경우는 계면활성제로 Fatty alcohol ethoxylate계 비이온 계면활성제를 사용하였으며, 농도는 0.75, 1.5 및 3g/l로 변화시켰다. 열처리는 스티머(Mathis Laboratory Steamer, DHe type)에서 건열로 행하였으며, 이때 온도는 160℃ 및 180℃, 시간은 40초 및 90초로 하였다.

2.3 방사오일의 열처리에 의한 변화 확인

스판덱스사용 방사오일이 열에 의해 황변되는지를 알아보기 위해 스판덱스사용 방사오일

및 스판덱스사에서 CCl₄로 상온에서 추출한 추출물을 스티머에서 160℃, 90초간 열처리한 후 0.4% 농도로 하여 UV Spectrophotometer(HP8453, Hewlett Packard)를 사용하여 410nm에서 흡광도를 측정하였다.

2.4 방사오일의 분석

스판덱스사용 방사오일 및 스판덱스사 추출물의 성분을 비교 분석하기 위해 GPC(LC-10AD, Shimadzu) 및 FTIR(Magna-IR 550, Nicolet)을 이용하여 분석하였다. 또한 편성물에 잔류하는 방사오일의 양은 편성물에서 면사와 스판덱스사를 각각 분리하고 CCl₄를 이용하여 방사오일을 추출하였다. 이때 서로 다른 처리 공정을 거친 시료들에서 분리한 스판덱스사와 면사를 구분하기 위하여 Table 1과 같이 sample code를 정하였다. 시료에 잔류하는 방사오일의 함량은 각 시료에서 추출한 액을 액체 cell을 이용하여 FTIR로 측정하여 absorbance를 구하고, 스판덱스사용 방사오일에 대한 IR 스펙트럼으로부터 작성한 검량선을 이용하여 계산하였다.

Table 1. Codes of separated samples treated in different process.

Sample code	Fiber	Separated from
So	Spandex	before knitted
Co	Cotton	
SA	Spandex	knitted fabric
CA	Cotton	
SB	Spandex	presetting(180℃, 40sec.) of knitted fabric
CB	Cotton	
SC	Spandex	presetting + scouring
CC	Cotton	
SD	Spandex	presetting + scouring + setting(160℃, 90sec.)
CD	Cotton	

Table 2. Absorbance of spinning oil and extract of spandex yarn treated at 160℃ for different times.

Treatment time(sec.)	Absorbance at 410nm	
	Spinning oil	Extract of spandex
40	0.003	0.182
60	0.005	0.266
90	0.004	0.277

3. 결과 및 고찰

3.1 열처리가 방사오일의 황변에 미치는 영향

Table 2는 방사오일이 열처리시 황변되는지를 알아보기 위해 스판덱스사용 방사오일과 스판덱스사 추출물을 160℃에서 서로 다른 시간동안 열처리 한 후 가시분광광도계로 황변 여부를 알아본 것이다. Table 2를 보면 스판덱스사에서 추출한 물질은 160℃에서 열을 가하는 시간이 길어짐에 따라 흡광도가 증가하는 경향을 나타내었으나, 스판덱스사용 방사오일 자체의 흡광도는 거의 변화가 없었다. 이러한 결과는 방사오일 자체는 열에 의해 황변되지 않으나, 스판덱스사에서 추출한 물질은 열에 의해 황변된다는 것을 의미한다. 따라서 면/스판덱스사 편성물의 황변은 실리콘 방사오일 자체에 의한 것보다는 스판덱스사에 함유되어 있는 어떤 성분과 관계가 있는 것으로 추정된다.

3.2 스판텍스사 추출물의 분석

면/스판텍스 편성물의 황변은 스판텍스사의 방사오일로 사용된 방사 오일이 황변되어 발생하는 것으로 알려져 있었지만 앞의 결과와 같이 방사오일 자체는 열에 의해 황변되지 않았으며, 스판텍스사에서 추출한 추출물이 황변되는 것으로 나타났다. 따라서 스판텍스 추출물에 다른 성분이 들어있는지 확인하기 위하여 방사오일과 스판텍스사 추출물을 GPC 및 FTIR로 분석하여 그 결과를 Fig.1과 2에 나타내었다. GPC 결과인 Fig.1을 보면 스판텍스사의 추출물에는 방사오일과 분자량이 다른 미지의 성분이 혼합되어 있는 것으로 나타났다. 이들 추출물을 용매로 분리하면 두가지 성분으로 나누어지는데 이들의 IR 스펙트럼을 방사오일의 스펙트럼과 함께 Fig. 2에 나타내었다. Fig.2(C)를 보면 우레탄피크가 나타나 GPC에서 나타나는 분자량이 다른 물질이 주로 저분자량의 우레탄 oligomer인 것으로 추정되었다.

3.3 편성물의 정련표백 및 열처리에 따른 황변 거동

일반적으로 면/스판텍스 편성물은 편성후 presetting, 정련표백 및 염색, final setting의 공정을 거치게 된다. 따라서 이러한 공정을 거치는 동안 스판텍스사에 있는 방사오일이 어떠한 거동을 보이는지를 알아보기 위해 면/스판텍스 편성물을 각 공정 별로 처리한 후 편성물에서 면사와 스판텍스사를 분리하고 이들로부터 각각 추출물을 얻은 뒤 GPC로 분석하였다. Fig. 3은 면사로부터 추출한 물질의 GPC 분석결과로 정련공정을 거친 면사의 추출물에서 방사 오일로 보이는 피크가 존재하는 것을 볼 수 있는데 이는 스판텍스사에 처리되어 있는 방사오일이 면사로 전이되었기 때문이다. Fig. 4는 스판텍스사 추출물의 GPC 측정 결과로 스판텍스 원사에는 방사 오일의 피크가 존재하고 있으나 미처리 편성물에서 분리한 스판텍스사 추출물에는 방사 오일의 피크가 나타나지 않는다. 이는 스판텍스사의 방사오일이 편성 후 면사로 전이되기 때문인 것으로 생각된다. Fig. 5는 면사로 전이된 방사오일이 정련표백 공정에서 어느 정도 제거되는가를 알아보기 위해 FTIR로 방사오일의 함량을 측정한 결과이다. 이를 보면 정련표백 후에도 면사로 전이된 방사 오일은 정련 전에 비하여 약 40% 정도가 잔류하는 것으로 나타났으며, 스판텍스사에 있던 방사오일은 편성물 상태에서 거의 대부분이 면사로 전이되었기 때문에 스판텍스사에 잔류하는 방사오일의 양은 매우 적었다.

면/스판텍스 편성물의 황변은 스판텍스사에 존재하는 여러 가지 종류의 저분자량 물질이 방사오일과 함께 면사로 전이된 후 열처리를 받아 발생하는 것으로 추정된다. 따라서 이러한 황변을 방지하기 위해서는 정련표백 공정에서 면사로 전이되어 있는 방사오일을 제거해야 될 것으로 생각된다. 이를 위해 방사 오일의 제거에 적당한 것으로 생각되는 비이온계면활성제를 사용하여 편성물을 처리한 후 방사 오일의 제거 여부를 FTIR로 정량분석 하였다 (Fig. 6). 그 결과 면사로 전이된 방사 오일을 약 80% 이상 감소시킬 수 있었다.

참고문헌

1. 牧埜利清, 纖維加工便覽, 203(1967).
2. 小野 秀, 染色, 14, 161(1996).
3. 田中康彦, 染色, 14, 179(1996).
4. 김석홍, 섬유기술과 산업, 2, 226(1998).

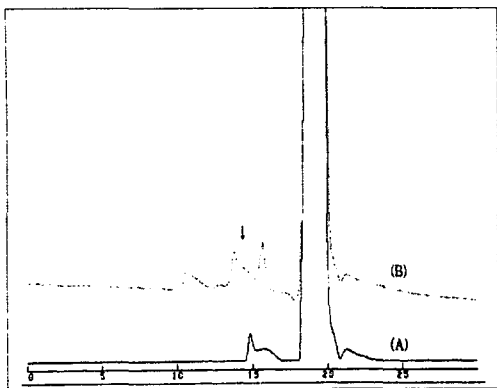


Figure 1. GPC chromatograms of (A) spinning oil, (B) extract of sample So.

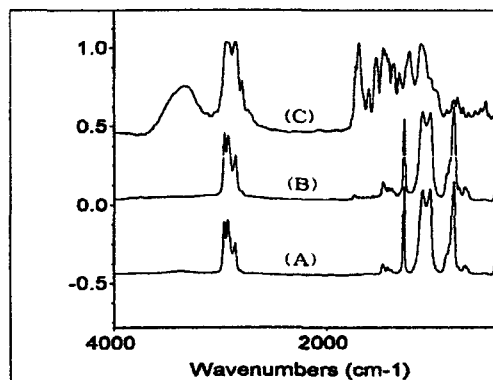


Figure 2. FTIR spectra of (A) spinning oil, (B,C) extract of sample So.

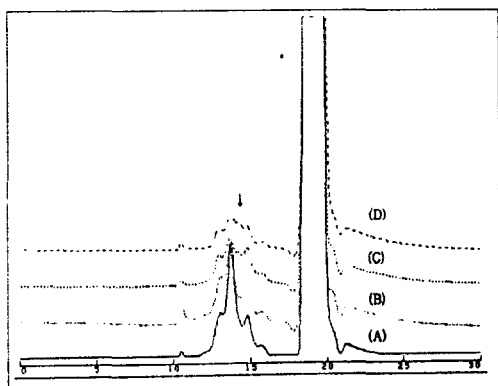


Figure 3. GPC chromatograms of cotton extract. (A)C_A, (B)C_B, (C)C_C, (D)C_D.

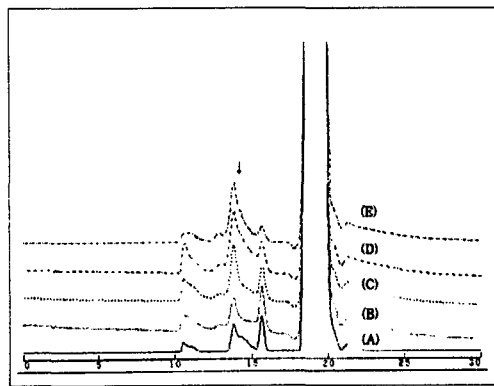


Figure 4. GPC chromatograms of spandex yarn extract. (A)S₀, (B)S_A, (C)S_B, (D)S_C, (E)S_D.

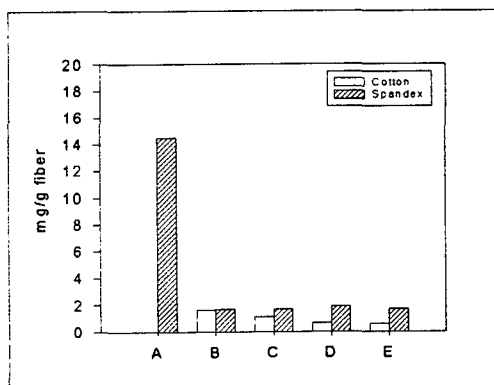


Figure 5. Amounts of residual spinning oil in cotton/spandex knitted fabric. (A)S₀, (B)S_A, C_A, (C)S_B, C_B, (D)S_C, C_C, (E)S_D, C_D.

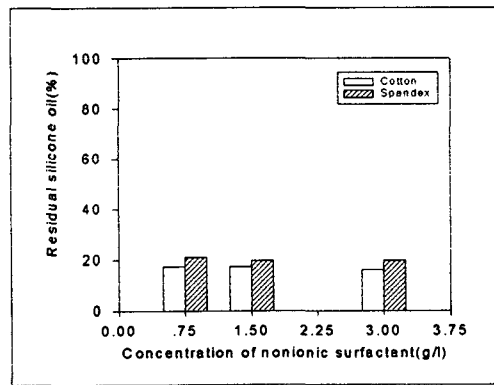


Figure 6. Variation of residual spinning oil with concentration of nonionic surfactant.