

양모의 염색성 및 염색견뢰성에 미치는 공기저온 플라즈마처리의 효과

신훈식, 김진학, 전병대, 澤田和也*, 解野誠司**, 上田充夫*
한국생산기술연구원, *京都工藝纖維大學, **和歌山縣工業技術center

1. 서론

근년에 와서, 저온플라즈마를 이용한 섬유표면개질에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 섬유의 저온플라즈마처리는, 감압가스의 고주파방전중에 발생하는 여기분자, 라디칼, 전자, 자외선 등의 효과로 섬유표면을 화학적, 물리적으로 개질하는 것이다.

양모섬유의 저온플라즈마처리를 가하면 뛰어난 방축성이 얻어지고, 또한 염색 시에는 염색속도가 현저하게 증가한다는 것이 보고되어져 있다[1]. 그러나 저온플라즈마처리에 의한 양모의 표면개질 기구에 대해서는 아직까지 불명확한 부분이 많아, 방축성의 향상이나 염색속도의 증대가 어떠한 기구에 의해 발생하는가에 대해서는 명확하지가 않다. 또, 플라즈마처리를 행한 후 염색한 염색물의 염색 견뢰성은 미 처리의 것과 비교해 어느 정도 변화하는가에 대해서는 검토되어진 예가 거의 없어, 양모의 저온 플라즈마처리를 실용화시키기 위해서는, 보다 많은 과학적 견지를 집적시킬 필요가 있다. 여기서 본 연구에서는 저온 플라즈마 처리 양모와 미 처리양모와의 염색성의 차이를 확인함과 더불어, 염색견뢰성의 차이에도 주목하여 검토했다. 염색견뢰성의 비교에는, 내광견뢰성과 습윤견뢰성의 2 종류의 견뢰성을 선택해, 저온플라즈마처리를 행한 양모를 염색한 경우와 미 처리양모를 염색한 경우와의 차이에 관해 검토를 했다.

2. 실험

2.1 시료

섬유기질로써는 양모직물모슬린을 사용하여, 80도에서 증류수로 15분간 예비세정을 행한 후, Samco제 Plasma Reactor BP-1으로 플라즈마 처리를 행했다. 처리조건은 방전 가스로써 공기를 사용하였고, 출력 50W, 진공도 0.1 Torr로 5분간 처리했다. 플라즈마 처리 후, 시료 양모를 다시 80도의 증류수로 15분간 세정 처리한 후 염색에 사용했다.

2.2 염색

염료는 시판용 시약인 산성염료 C.I. Acid Red 18을 사용하였다. 염색은 아세트산-아세트산 나트륨 완충액(pH5.0)으로 조제되어진 염욕으로 행해졌고, 플라즈마 처리 양모 및 미 처리 양모에 대해서는 욕비 200:1, 온도 60도로 48시간 염색을 행했다.

2.3 내광견뢰성

JIS L0842의 Carbon Arc등 빛에 대한 염색견뢰도 시험방법에 준해 견뢰도 시험을 행했다. 내광견뢰성은, 식(1)에 나타낸 것 같이, Carbon Arc등 빛으로 조광한 후의 시료와 조광하기 전의 시료사이의 CIELAB 표색치의 색차에 의해 평가되었다.

$$\Delta E^*ab = \{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2\}^{1/2} \quad (1)$$

2.4 세탁견뢰성

JIS L0844의 세탁에 관한 염색견뢰도 시험방법(B-1)에 준해 견뢰도시험을 행했다. 세탁견뢰성은, 식(2)에 나타내는 것 같이, 세탁시험후의 시료와 시험전의 시료와의 사이에 Kubelca-Munk식에서 유래되어지는 K/S값의 차이에 의해 평가되어졌다.

$$K/S = (1-R)^2/2R \quad (2)$$

2.5 염료탈착속도

저온 플라즈마처리양모 및 미 처리 양모를 C.I. Acid Red 18을 사용하여 같은 농도(기질상의 염료농도 7.5×10^{-5} mol/g)로 염색한 후, 0.05 mol/l의 4붕산나트륨수용액 중(pH9.4)에 침적시켜 온도 60도, 욕비 200:1로 염료의 탈착시험을 행했다. 시간에 따라 침적 용액을 취해, Shimadzu double beam 분광광도계 UV-200S로 흡광도를 측정하여 염료의 탈착속도를 측정했다.

3. 결과 및 고찰

3.1 플라즈마 처리에 의한 염색성의 변화

저온 플라즈마 처리 양모와 미처리양모에 대한 C.I. Acid Red 18의 흡착등온선을 나타낸 것이 Fig. 1이다. 그림에서 알 수 있듯이, 플라즈마처리양모와 미처리양모와의 사이에는 C.I. Acid Red 18의 흡착에는 거의 차이가 보이지 않는다. 이것은, 플라즈마처리로써는 염료의

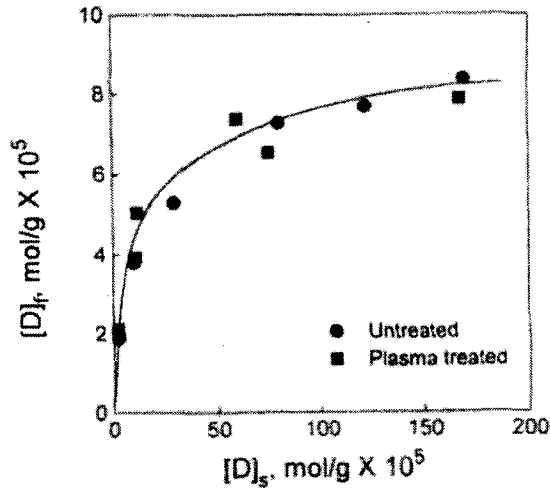


Fig. 1 Adsorption isotherm of C.I. Acid Red 18 on plasma-treated and untreated wool fabrics at 60°C, pH5

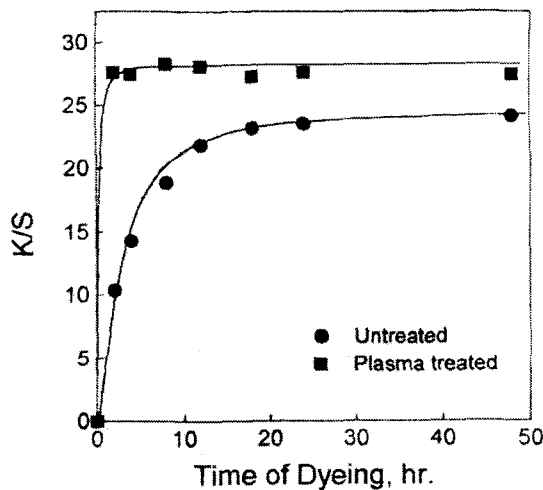


Fig. 2 Apparent rate of color yield of plasma-treated and untreated wool fabrics at 60°C, pH5

의 염료농도 7.5×10^{-5} mol/g가 되는 조건으로 염색을 하여, 이들을 Carbon Arc등 조광에 의한 색태변화를 나타낸 것이 Fig. 3이다. 조광 전의 CIELAB표색치와 조광후의 표색치의 색차 ΔE^*ab 의 값을 Carbon Arc등 조광시간에 대해 나타낸 것이다. 그림에서 알 수 있듯이,

흡착성에는 큰 변화를 주지 않음을 나타내는 것이다. 한편, 같은 C.I. Acid Red 18의 염색속도곡선을 플라즈마처리양모 및 미처리양모에 대해서 측정 한 것이 Fig. 2인데, 그림에서 명백히 알 수 있듯이 외견상의 염색속도는 양쪽의 양모사이에 현저하게 그 차이가 보여진다. 플라즈마처리에 의해 염색속도가 현저히 촉진되어지는 것을 알 수 있다. 플라즈마 처리에 의해 외견상의 염색속도가 증가하는 이유에 대해서는 현재로서는 명확하지 않지만, 이미 Wakida에 의해 지적되어진 것 같이, 플라즈마 처리에 따른 양모의 스케일간의 세포막 접착층의 구조이완에 의한 것으로 추정되어지고 있다[2]. 어쨌거나, 플라즈마처리에 의한 평형 염착량에 관해서는 큰 변화가 없었지만, 외견상의 염착속도에 있어 큰 차이가 보였다는 것은, 플라즈마처리에 의해 양모기질이 현저히 개질되어져 있음을 나타내는 것이다.

3.2 내광견뢰도

C.I. Acid Red 18을 사용하여 플라즈마처리양모 및 미처리양모를 기질상

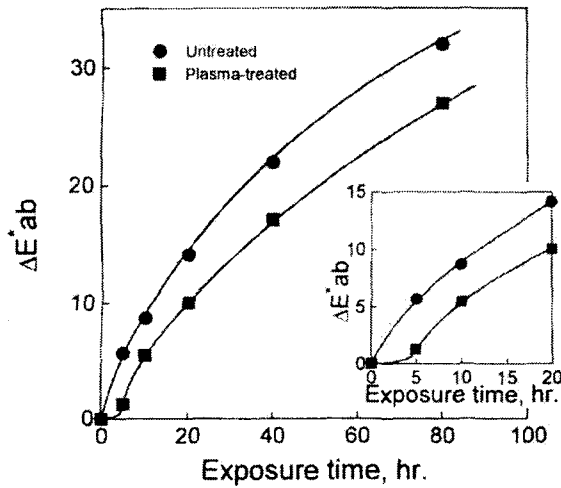


Fig. 3 Color fading of dyed wool farics by carbon arc light irradiation

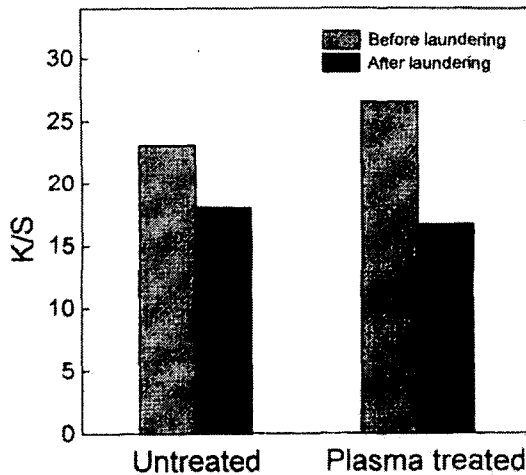


Fig. 4 Color fading of dyed wool fabrics by laundering

3.3 세탁견뢰성

Fig. 4에서는 플라즈마처리 및 미 처리양모를 같은 농도(7.5×10^{-5} mol/g)로 염색한 염색물의 세탁에 동반하는 K/S치의 변화를 나타낸 것이다. 어느 쪽도 세탁에 의해 그 K/S치가 저하하고 있고, 세탁에 의한 퇴색이 보여진다. 그러나 양쪽을 비교하면, 플라즈마처리 양모 염색

Carbon Arc등조광에 동반한 양모 염색포의 변퇴색은, 플라즈마 처리를 행한 후에 염색을 행한 것이 미 처리의 것과 비교해 적었다. 즉, 내광견뢰성은 플라즈마 처리를 한 양모가 양호하다. 이러한 경향은 Carbon Arc등 조광 초기에 현저하고, 조광 5시간에서는, 미 처리양모가 현저한 색차의 증대를 동반하고 있는 것에 대해, 플라즈마처리 양모에서는 극히 작은 색차 변화만 보이고 거의 변퇴색을 하지 않고 있음을 알 수 있다. 이것은 조광 초기에있어서는 플라즈마처리가 염색물의 내광견뢰성에 현저한 효과를 가지고 있음을 나타내는 것이다.

한편, Fig. 3에서 알 수 있듯이, 장시간의 Carbon Arc등 조광에서는, 플라즈마처리 양모와 미 처리양모와의 사이에 변퇴색의 차는 현저하지 않음을 알 수 있다. 이것은, 플라즈마처리를 동반한 양모 개질이 극히 표면에서만 일어나기 때문에, 대량의 염료의 변퇴색을 억제 할 수 있을 정도의 효과는 없어, 변퇴색의 극히 초기 과정에서만 효과가 보인다는 것을 의미하고 있다.

물의 K/S치의 저하가 미 처리 양모 염색물의 것보다도 현저한데, 이것은 플라즈마 처리에 의해 염색물의 세탁견뢰도가 저하되어진 것을 나타내고 있다. 양쪽의 염색물은 기질상에서의 염료농도를 동 농도가 되도록 염색한 것이지만, 이들의 K/S치 사이에는 약간의 차가 있어, 플라즈마 처리 양모를 염색한 것이 K/S치가 약간 높다. 이것은 양쪽이 동량의 염료가 염착되어져 있는 것으로, 플라즈마 처리를 동반해 양모표면이 약간 플라즈마 etching이 되어져 섬유 표면 광 반사가 억제되어져, 색채적으로 농색효과가 나타난 것으로 생각되어진다.

실제의 JIS규격에 의해 세탁견뢰도를 평가한 결과, 플라즈마 처리를 행한 양모의 염색물의 견뢰도는 변퇴색 1-2급, 오염 4-5급으로 판정되어진 것에 반해, 미 처리양모 염색물에 대해서는 변퇴색 3급, 오염 4-5급으로 판정이 났다. 이것은, 양모를 플라즈마처리 후에 염색을 하면, 세탁에 의한 견뢰도, 특히 변퇴색에 관한 견뢰도가 현저히 저하한다는 것을 의미한다.

세탁견뢰도는, 기질상으로부터의 염료의 세정속도로의 탈착속도에 크게 관계하고있기 때문에, 플라즈마처리에 동반한 세탁견뢰도의 저하는 플라즈마처리에 동반하는 외견상의 염색속도의 증가와 매우 밀접한 관계가 있을 것으로 여겨진다. 플라즈마처리에 동반해 외견상의 염색속도가 현저히 증가한다는 것은 염료의 양모기질내에의 외견상의 확산속도가 현저히 증가한다는 것을 의미하는 것으로, 역으로, 세탁에 있어서 양모 기질상의 염료가 미 처리 양모

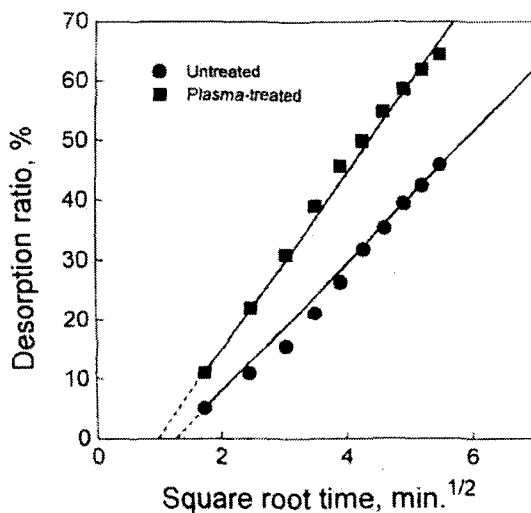


Fig. 5 Relation between dye desorption and square root of time at 60°C

에 비교해 빠른 속도로 탈락할 것이 예측되어진다. Fig. 5는 플라즈마 처리 양모와 미 처리 양모에 대해 동 농도 (7.5×10^{-5} mol/g)로 염색한 염색물의 0.05 mol/l의 4붕산 나트륨 수용액중(pH9.4)으로 염료의 탈착속도곡선을 나타낸 것이다. 양모로부터의 염료의 탈착율을 탈착시간의 평방근에 대해 나타내었다. 어느 쪽의 양모기질에 대해서도, 탈착초기에 있어 직선관계를 나타내고 있다. 염료의 탈착율과 탈착시간의 평방근과의 관계는 근사적으로 양모기질상의 염료의 탈착에 동반되는 확산계수에 대응하는 것으로 생각되어진다. 직선의 기울기는 플라즈마처리양모의 경우가 현저히 큰데, 이것은 탈착시의 염료의 확산은

플라즈마처리양모가 크다는 것을 나타내는 것이다.

4. 결론

양모섬유를 저온플라즈마처리를 행한 후, 산성염료로 염색을 한 염색물의 내광견뢰성은, 플라즈마처리를 하지 않은 양모염색물에 비해, 조광의 초기단계에서 현저한 퇴색제어효과가 보였다. 이것은, 플라즈마처리를 동반하여 양모표면이 산화되어져, 염료의 양모상에서의 광환원반응에 양모기질이 관여하기 어렵게 되어졌기 때문인 것으로 추정되어진다. 또, 플라즈마처리 양모 염색물의 염색견뢰성은, 미 처리 양모 염색물에 비해 낮은 값을 나타내었다. 이것은, 플라즈마처리에 동반한 외견상의 염색속도의 증가와 같은 현상으로, 플라즈마처리에 의한 양모 scale 사이의 구조완화에 근거한 양모내외로의 염료의 확산속도의 증가에 기인하고 있는 것으로 생각되어진다.

참고문헌

1. S. Tokino, T. Wakida, H Uchiyama, and M. Lee, *J. Soc. Dyers Col.*, **109**, 334 (1993)
2. T. Wakida, S. Tokino, S. Niu, M. Lee, H. Uchiyama, M. Kaneko. *Text. Res. J.*, **63**, 438 (1993)