

고압증기 처리한 셀룰로오스계 직물의 염색성 및 역학적 성질

이명선 · 이문철

부산대학교 섬유공학과

1. 서 론

면 및 마 등의 천연 섬유에 있어서 액체암모니아 처리는 유연성 향상을 비롯한 형태안정을 부여하며 특히 우수한 easy-care성을 부여한다는 것은 잘 알려져 있다. 또한 액체암모니아 처리는 완전 recycle system으로 회수율이 높아 환경 친화적인 가공법이다. 액체암모니아가 천연 셀룰로오스 섬유에 부여하는 하나의 특징인 형태안정성과 형태기억가공을 위한 처리 방법으로 또 다른 가공법으로 고압증기처리가 고려된다. 고압수증기처리는 뛰어난 형태기억 및 미세구조의 변화를 야기하며, 즉 고압증기처리에 의한 分子들의 재배열을 통해 결정화를 촉진시키는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 면 및 라미 등의 천연 셀룰로오스 직물과 머슬린, 큐프라, 폴리노직 및 리오셀 등의 재생 셀룰로오스 직물을 고압증기 처리하여 재생 셀룰로오스 섬유의 단점인 치수안정성 영향에 미치는 영향을 검토하고자 이 연구를 진행하였다. 본 연구에서는 고압증기 처리 후 X-선 회절을 통하여 결정구조의 변화 및 결정화도를 계산하였으며, C. I. Direct Blue 1 염료를 사용하여 염색속도, 평형염착량 및 친화력을, 20회 세탁과 방추도 실험에 의해 치수 안정성과 형태 안정성을 조사하였다.

2. 실험

2.1 시료 및 시약

Washing machine을 이용하여 180℃에서 5분간 고압증기(high pressure steam, HP steam 이라 함) 처리한 면, 라미 등의 천연 셀룰로오스 직물과 머슬린, 큐프라, 폴리노직 및 리오셀 등의 재생 셀룰로오스 직물을 사용하였다. 염료는 C. I. Direct Blue 1을 사용하였다.

2.2 실험 방법

2.2.1 X-선 회절도

미처리 및 고압증기 처리한 셀룰로오스계 직물의 결정구조는 Ni-filter로 단색화한 CuK_{α} 선을 이용하여 X-ray Diffractometer (Rigaku III-D MAX, Japan)에 의해서 분말반사법으

로 측정하였다.

2.2.2 수분율 및 흡수도

증류수가 들어있는 비커에 미처리 및 고압증기 처리한 시료를 충분히 적신 후 진공건조기 (20℃)에서 하루동안 동안 섬유내의 공기를 뺀 후 원심분리기에서 3000rpm에서 20분간 탈수한 직후의 중량(W)을 측정하였다. 이어 예비건조(70℃, 1시간)한 다음 황산수용액이 들어있는 데시케이터(20℃, 65%RH)에 시료를 넣어 24시간 방치 후 흡습중량(W₁)을 측정하였다. 건조중량(W₀)은 건조기에서 건조(105℃, 2시간)한 시료를 염화칼슘 및 오산화인이 들어있는 데시케이터에 넣어 48시간 방치한 후 측정하였다. 이들 값으로부터 다음 식에 의해 수분율 및 흡수도를 구하였다.

$$\text{수분율} = \frac{W_1 - W_0}{W_0} \times 100, \quad \text{흡수도} = \frac{W - W_0}{W_0} \times 100$$

W : 원심탈수직후의 중량(g), W₁ : 흡습중량(g), W₀ : 절건 중량(g)

2.2.3 염색 및 친화력 계산

미처리 및 고압증기 처리한 직물을 염료농도 1~8×10⁻⁴M, 전해질 농도 5×10⁻²M, 욱비 500:1의 염욕에서 염색온도 60℃에서 염색하여 염색 속도, 평형 염착량 및 친화력 계산을 하였다. 염착량은 피리딘 25% 수용액으로 반복 추출하여 비색정량하여 조사하였으며, 친화력 계산은 Vickerstaff의 유도 식에 의해 계산하였다.

$$[Na]_F = [D]_F \left(\frac{z}{2} + \left(\frac{z^2}{4} + \frac{[Na]_S \cdot [Cl]_S \cdot V^2}{[D]_F^2} \right)^{\frac{1}{2}} \right)$$

$$-\Delta\mu^{\circ} = RT(\ln[D]_F[Na]_F^z - \ln[D]_S[Na]_S^z - (z+1) \ln V)$$

섬유내부부피(V)는 면 0.22L/kg, 머슬린 0.46L/kg, 쿠프라 0.37L/kg으로 하여 계산하였다.

3. 결과 및 고찰

Table 1은 미처리 및 고압수증기 처리한 시료의 수분율 및 흡수도를 나타낸 것이다. 모든 시료의 경우에 고압증기처리에 의해서 수분율과 흡수도가 감소하였다. 흡수도는 섬유 내부 용적과 관련된 것으로 고압증기처리에 의해 평형염착량의 감소가 예상되며, 이러한 현상의 원인은 고압증기처리에 의해 비결정영역의 감소로 인해 물이나 염료 분자들이 침투할 수 있는 영역의 감소와 물과 염료 분자들이 침투하기 어려운 구조로 전이가 일어나기 때문으로 생각된다.

Table 1. Moisture regain and water absorption of high pressure(HP) steam processed cellulosic fabrics

Treatment	Moisture regain (%)		Water absorption (%)	
	Untreated	HP steam	Untreated	HP steam
Cotton				
Original	6.39	6.20	30.5	22.8
NH ₃	6.91	6.19	26.2	18.4
Ramie	6.27	6.07	26.9	19.8
Muslin	12.39	11.49	65.8	38.6
Cupra	11.66	10.95	58.1	31.7
Polynosic	11.33	10.79	48.5	35.8
Lyocell	11.20	10.14	45.0	29.6

Fig. 1은 NH₃ 처리한 면직물을 고압증기 처리한 시료의 X-선 회절도를 나타낸 것이다. NH₃ 처리에 의해 셀룰로오스 I와 III이 혼재된 구조로 전이되며, 고압증기처리에 의해서 다시 셀룰로오스 I구조로 재전이가 일어남을 알 수 있다.

Fig. 2는 미처리 및 NH₃ 처리한 면직물을 고압증기 처리한 시료의 열색속도곡선을 나타낸 것이다. 미처리 시료의 경우 고압증기처리에 의해 열색속도가 상당히 감소한다. 특히 NH₃ 처리 후 고압증기 처리한 경우에는 현저한 감소를 나타내는 것으로 보아 셀룰로오스 III구조에서 I구조 재전이가 일어나지만, NH₃ 처리에 의해 콤팩트해진 구조가 고압증기처리에 의해 이완된 상태로 되돌아오는 것이 아니라 염료가 침투하기 더욱 어려

워진 상태로 전이되기 때문으로 생각된다. Table 2는 미처리 및 고압증기 처리한 셀룰로오스계 직물의 친화력을 계산한 것이다. 모든 시료에 있어서 염색 온도가 높아질수록 친화력이 낮아지며, 고압증기처리에 의해서도 친화력이 낮아지는 것을 알 수 있다. 면의 경우에는 NH₃ 처리한 경우는 비결정화도의 증가에 따른 유효체적의 증가를 고려하지 않고 미처리 면과 같은 유효체적을 적용한 것이다. 그럼에도 불구하고 NH₃ 처리에 의해 친화력이 증가하

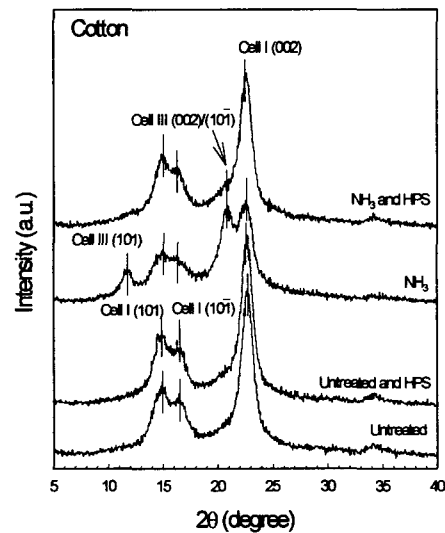


Fig. 1. X-ray diffraction patterns of HP steam-processed cotton fabrics after treatment with NH₃.

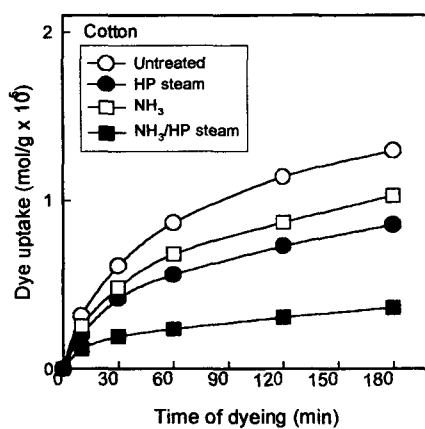


Fig. 2. Dyeing rate of Direct Blue 1 on HP steam-processed cotton fabric after treatment with NH₃.

Table 2. Standard affinities of Direct Blue 1 on untreated and HP steam-processed cellulosic fabrics

Treatment	$-\Delta\mu^\circ$ (kJ/mol)					
	Untreated			HP steam		
	60°C	70°C	80°C	60°C	70°C	80°C
Cotton						
Original	38.2	36.9	35.7	36.8	35.6	34.4
NH ₃	40.2	38.9	37.6	33.8	32.5	31.4
Muslin	38.6	35.5	34.1	33.5	31.2	28.6
Cupra	45.9	43.6	42.3	38.8	36.8	35.7

였으며, NH₃ 처리 후 고압증기처리에 의해 현저한 감소를 나타내었다.