

섬유지식정보 네트워크에 의한 섬유산업정보화

면섬유의 액체 암모니아 처리

-액체 암모니아 및 고온수처리에 의한 면섬유의 구조변화-

www.textopia.or.kr

한국섬유개발연구원

섬유정보팀

1. 서언

면섬유의 결정은 아민류 또는 액체 암모니아 처리에 의해서 당초의 I형에서 III형으로 변화하는데, 이것을 고온수 처리하면 I형으로 되돌아가는 것이 알려져 있다. Segal 등은 에틸아민 처리로 생성된 III형 셀룰로오스를 26, 55, 80, 100°C에서 2시간 처리하여, 온도가 높아질수록 I형으로 되돌아가는 것이 많아진다는 것을 규명하였다. Lewin 등은 액체 암모니아 처리에 의한 셀룰로오스의 결정변화의 모습을 4면체의 형으로 정리, 셀룰로오스 III에서 I로의 변화가 수분과 열의 작용으로 일어나는 것을 규명하였다.

Bredereck 등은 액체 암모니아 처리 후에 95°C 10분의 고온수처리를 행하고, 흡습율, 흡수율, 요오드 흡착율 등의 변화를 고찰했다. 그러나 세탁수축율의 변화에 대해서는 검토하지 않았다. 또한, 그 후 얼마동안은 고온수처리에 의한 물성의 변화에 관한 연구는 이루어지지 않았다.

1996년에 柳内 등은 액체 암모니아 처리 후에 고온수처리를 행하는 것에 의해, 면직물의 내구성의 주름 부여가 가능하다는 것 및 세탁수축율이 현저하게 감소하는 것을 발견하였다. 이는 약제를 사용하지 않는 주름 부여법 및 방축법으로서 실용화시킬 수 있다. Wakida 등은 고온수처리에 의한 얼마간의 물성변화의 데이터를 발표했지만, 상세한 고찰은 행하지 않았다. Abe 등은 액체 암모니아 처리 후 수지가공을 행하면, 고온수에 의해 I형으로 되돌아가는 것이 억제되는 것을 보고했다.

본보에서는 액체 암모니아 처리에 이어 고온수처리에 의해서 세탁수축율이 감소하는 이유를 명확하게 하기 위해, 조직의 차이가 있는 5종류의 면직물을 계통적으로 처리하고, 결정 및 각종 물성의 변화를 측정하고, 그의 평균치에 의해 섬유구조의 변화를 고찰하고자 한다.

2. 실험

2.1 사용생지

Table. 1에 보이는 호발, 정련, 표백 처리된 5종의 면 100% 생지를 사용했다.

Table. 1 실험에 사용된 5종의 직물의 구조

Fabric	Count		Tex		Threads/2.54cm	
	Warp	Filling	Warp	Filling	Warp	Filling
A	50	50	11.8	11.8	122	78
B	50	50	11.8	11.8	148	80
C	40	40	14.8	14.8	132	71
D	20	20	29.5	29.5	75	54
E	30	30	19.7	19.7	130	70

2.2 액체 암모니아 처리

액체 암모니아 처리는, 日清紡績(株)美合工場の 연속식 실용기(드라이식)에 의해 행했다. 이 장치는 액체 암모니아 습윤부, 건조부, 스티밍부 및 수세부로 되어 있다. 본 실험에서는 고속(high), 중속(middle), 저속(low)의 3단계의 조건으로 처리를 행했다. 각 부의 체류시간은 Table 2에 보이는 바와 같다.

Table 2. 3종류 조건하에서 각 처리부의 체류시간

Running speed of the liquid ammonia unit	Dwelling time(sec.)		
	Wetting section	Drying section	Steaming section
High	12	26	76
Middle	35	78	228
Low	70	156	456

2.3 고온수 처리

고압 드럼 염색기를 이용, 무긴장으로 70℃ 및 130℃에서 2시간 처리, 탈수 후 텀블건조했다.

2.4 X선 회절 및 피크 분리

광각 X선 회절 측정은 理學電氣(株)製 X선 발생장치 Rotor flex RU200B를 이용, Ni 필터로 노광시킨 CuKα선(출력 40kV, 150mA)을 선원(線源)으로 했다. 시료는 17.5mm×19.5mm의 포를 5매 겹쳐 홀더에 부착시켰다. 파형의 피크 분리, 결정형의 비율 산출에는 MDI사의 해석 소프트웨어 Jade(Ver.5)를 사용했다.

2.5 수분유지율, 흡습율

10cm×10cm의 시료포를 원심탈수기의 관에 넣고, 3000rpm에서 3분 탈수 시킨 후, 중량을 측정, 절건중량에 대한 수분량을 계산해서 수분유지율로 했다. 같은 시료를 20℃, 65% RH에 설정한 온습도조정실내에 24시간 방치하고, 중량을 측정, 수분량을 계산해서 흡습율로 했다.

2.6 방주름성, 굽힘반발성

방주름성(경+위)은 JIS L 1059-1:1998(문산토법), 굽힘 반발성(경위평균)은 JIS L 1096:1999 A 법(가레법)에 의해 각각 측정했다.

2.7 세탁수축율

JIS L 0217:1995의 103에 의해, 가정용세탁기에서 40℃ 5분 세탁-탈수 행급 2회-탈수 후, 텀

블 건조하고, 세탁전후의 치수변화로부터 수축율을 계산했다.

3. 결과

Fig. 1에 5종류의 생지의 대표로 생지 B의 결과의 변화를 보인다. Fig. 2에는 5종류의 생지의 결정형의 비율의 평균치를 보인다. 두 그림에서 볼 수 있듯이, 3단계의 액체 암모니아 처리에 의해 I 형과 III형의 비율이 다른 시료를 얻을 수 있고, 이를 고온수처리하면 III형의 비율이 감소했다. 70°C 처리에서의 변화는 작고, 130°C 처리에서의 변화가 컸다. 비결정 비율은 액체 암모니아 처리로 약간 증대하고, 고온수처리에서는 거의 변화하지 않았다.

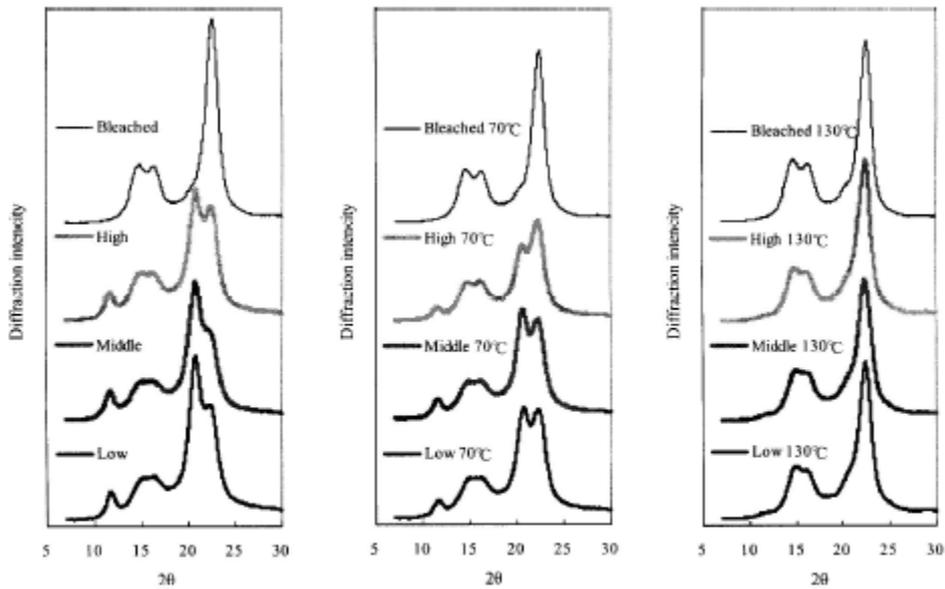


Fig. 1 The X-ray diffraction patterns of cotton fabric B, which was treated with liquid ammonia under three different conditions and subsequently treated with hot water at 70 or 130°C.

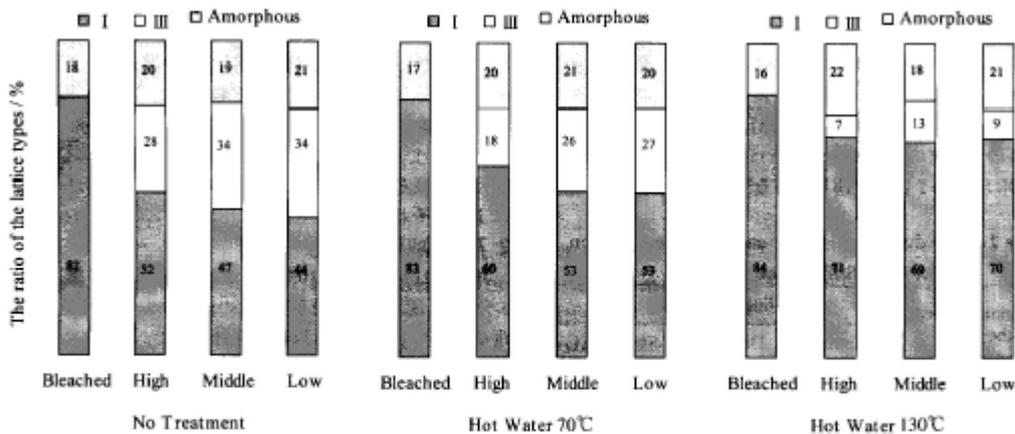


Fig. 2 The averaged ratio of the cellulose lattice types of the five cotton fabrics, which were treated with liquid ammonia under three different conditions and subsequently treated with hot water at 70 or 130°C.

Fig. 3에는 세탁수축율의 평균치를 보인다. 고온수처리 없는 상태로 비교하면, 액체암모니아 처리에 의해 수축율은 큰 폭으로 감소하고, 또한 저속처리일수록 감소정도가 컸다. 이를 고온수처리하면 표백완료품의 수축율은 현저하게 감소했다. 감소정도는 70°C보다 130°C가 더 컸다.

Fig. 4에서 Fig. 8에 수분유지율, 흡습율, 건방주름성, 습방주름성 및 굽힘반발성의 데이터를 보인다. Fig. 4의 수분유지율은 액체 암모니아 처리가 저속일수록 저하하고, 고온수처리로 전체적으로 약간 향상했다. 그 중에서도 표백품의 향상이 가장 컸다. Fig. 5의 흡습성은 액체 암모니아 처리로 향상되고, 고온수처리로 다시 향상되었다. 액체 암모니아처리 후의 경우, 저속 처리품의 향상도가 컸다. Fig. 6의 건방주름성은 액체 암모니아 처리로 향상되었지만, 고온수처리로 저하하여 원 수준보다 약간 낮아졌다. 표백품의 건방주름성은 고온수처리로 향상했다. Fig. 7의 습방주름성은 액체 암모니아 처리로 향상하고, 고온수처리로 다시 약간 향상했다. 향상의 정도는 온수온도가 높은 쪽이 약간 컸다. Fig. 8의 굽힘반발성은 액체 암모니아 처리로 향상하고, 고온수처리로 향상 정도가 감소했다. 고온수처리품을 비교하면, 저속처리품 쪽이 높은 수치이다.

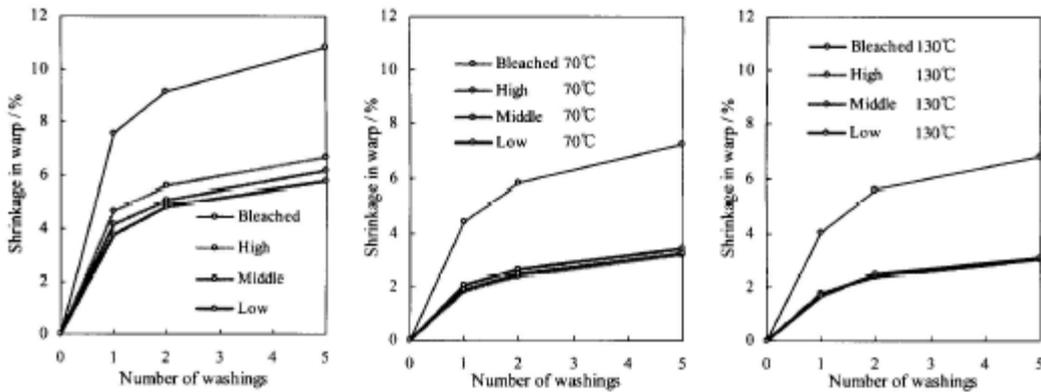


Fig. 3 The averaged washing shrinkage of the five cotton fabrics, which were treated with liquid ammonia under three different conditions and subsequently treated with hot water at 70 or 130°C.

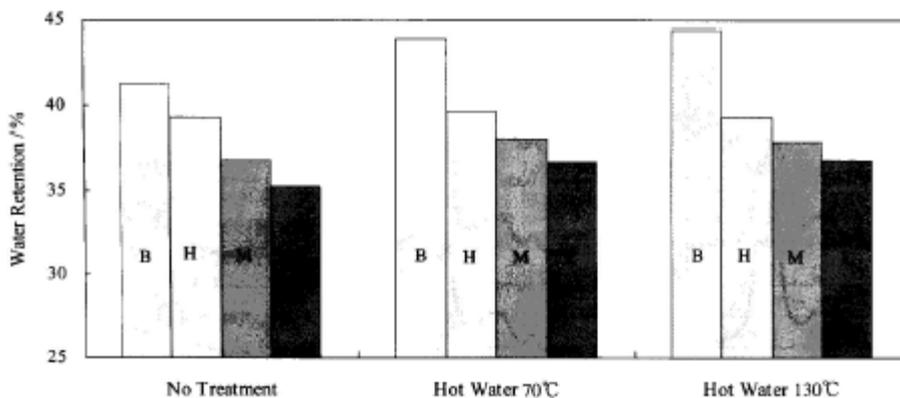


Fig. 4 The averaged water retention of the five cotton fabrics, which were treated with liquid ammonia under three different conditions and subsequently treated with hot water at 70 or 130°C.

4. 고찰

세탁수축률은 고온수처리후에 현저히 낮은 수준으로 되었지만, 고온수처리가 무긴장으로 행해졌기 때문에, 고온수처리 그것에 의해 응력완화가 있어, 그것이 그 후의 세탁수축을 감소시키는 하나의 원인으로 작용했을 것으로 생각되어진다.

그래서, 고온수처리를 안한 것의 세탁수축률에서 130℃ 고온수처리후의 세탁수축율까지의 저하율을 계산해서, 표백품과 액체 암모니아 처리품을 비교했다. Fig. 9에 보이는 바와 같이, 세탁수축률의 저하율은 표백품보다 액체 암모니아 처리품 쪽이 더 크고, 액체 암모니아 처리품에는 응력완화 이상의 수축률 감소 작용이 있었던 것으로 생각할 수 있다. 더욱이, 응력완화가 적은 긴장하에서의 고온수처리에 의해서도, 세탁수축률의 저하가 일어나는 것을 별도로 확인하고 있다.

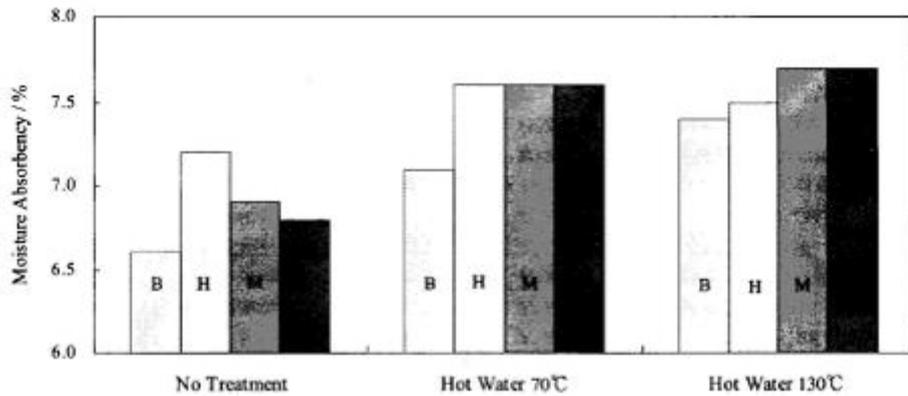


Fig. 5 The averaged moisture absorbency of the five cotton fabrics, which were treated with liquid ammonia under three different conditions and subsequently treated with hot water at 70 or 130°C.

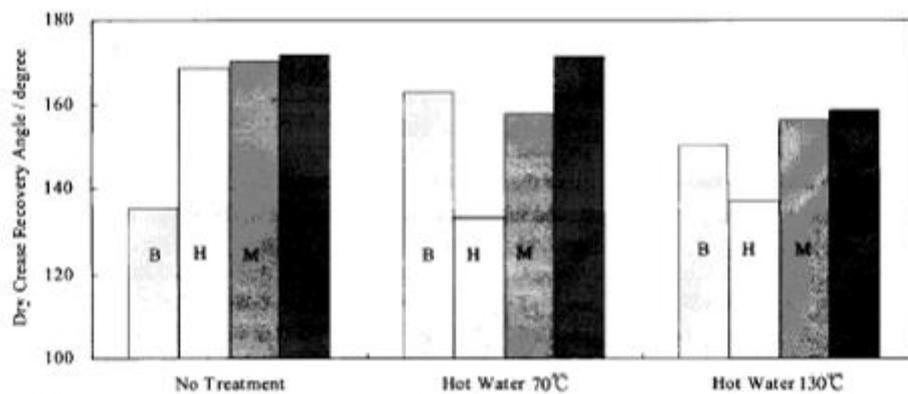


Fig. 6 The averaged dry crease recovery angle of the five cotton fabrics, which were treated with liquid ammonia under three different conditions and subsequently treated with hot water at 70 or 130°C.

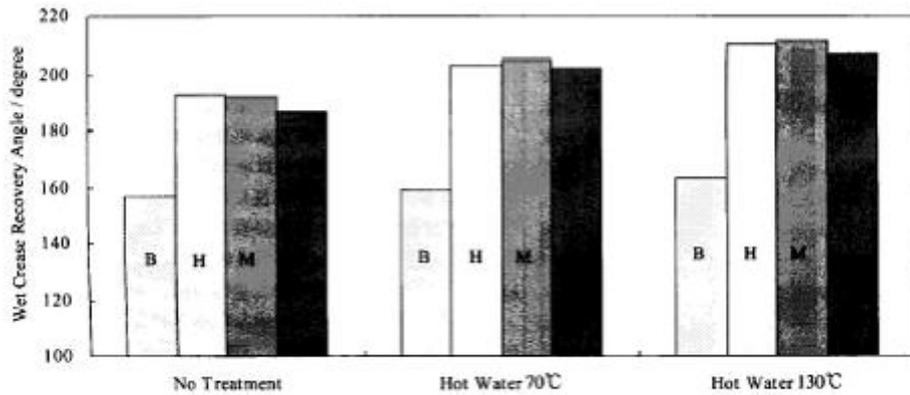


Fig. 7 The averaged wet crease recovery angle of the five cotton fabrics, which were treated with liquid ammonia under three different conditions and subsequently treated with hot water at 70 or 130°C.

다음에 실험결과로 주목해야 할 점을 몇 가지 든다. 첫 번째는 액체 암모니아 처리품의 고온수 처리에 의한 물성변화이다.

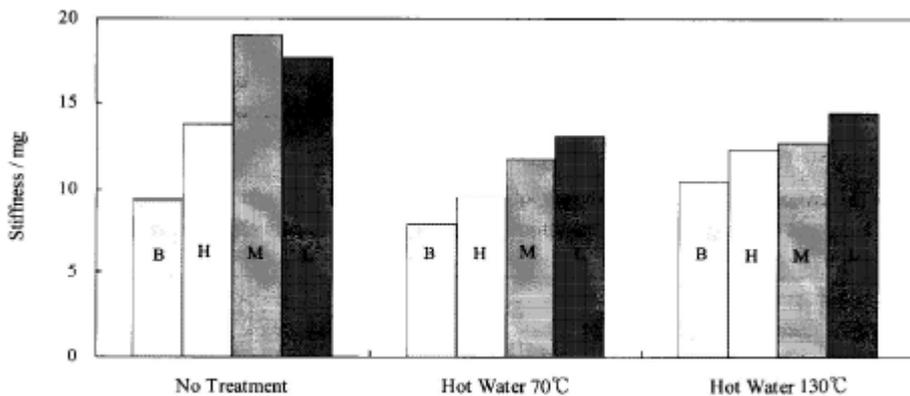


Fig. 8 The averaged bending repulsion of the five cotton fabrics, which were treated with liquid ammonia under three different conditions and subsequently treated with hot water at 70 or 130°C.

즉, 건방주름성과 굽힘반발성이 액체 암모니아 처리로 향상된 후, 고온수처리에 의해 현저하게 저하하게 되는 것에 반해서, 수분유지율은 액체 암모니아 처리로 저하한 후, 고온수처리로 약간 회복하고, 또한 흡습율과 습방주름성은 액체 암모니아 처리후 향상한 후, 고온수처리로 다시 향상한다는 점이다. 건방주름성과 굽힘반발성이 액체 암모니아 처리로 향상한 것은, 암모니아를 가열 제거하는 과정에 있어 생성한 수소결합이, 일종의 가교결합으로서 작용했기 때문으로 생각되어진다. 이어서 고온수처리로 그것이 저하하는 것은, 수소결합의 일부가 해제되었기 때문이 아닐까 한다. 한편 수분유지율이 고온수처리로 약간 회복하고, 습방주름성과 흡습성이 고온수처리로 한층 향상하는 것은, 물이 존재하는 상태에 있어서 다시 생성한 수소결합이 새로운 가교결합으로서 작용하기 때문으로 생각되어진다. 이 물이 존재하는 상태에서의 수소

결합의 재생성에 의해 섬유구조가 그의 상태에서 안정화되고, 세탁에 의해 팽윤 수축이 감소한 것으로 생각되어진다. 이와 같이 고온수처리로 물성변화가 현저하게 일어나는 한편으로, 비결정비율은 거의 변화하고 있지않다. 이는, 같은 비결정이라도 그의 구조에 차이가 발생한 것을 보여주는 것이다.

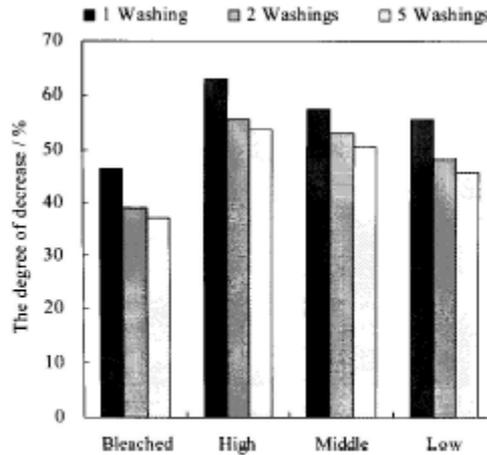


Fig. 9 The degree of decrease in the washing shrinkage from no treatment to hot water treatment at 130°C.

두 번째는 고온수처리로 결정이 III형에서 I형으로 되돌아가는 것이, 70°C에서는 적고, 130°C에서도 완전하게는 I형으로 되지 않는다는 점이다. 이것에 대해서 세탁수축율을 시작으로 하는 각종 물성은 70°C 처리로 대부분의 변화가 종료하고 있다. 즉, 결정변화보다 비결정부분의 변화가 선행하고 있다. 이로부터, 고온수처리로 세탁수축율이 감소하는 것은, 비결정부분의 변화에 의한 것이 큰 것으로 추정되어진다. 이와 같이 비결정부분의 변화가 물성에 크게 관여하는 현상은, 실용기에 의한 액체 암모니아 처리에 있어서 처리포의 물성이 III형이나 비결정부분의 비율에 의해 일방적으로 결정되어지지 않고, 암모니아의 제거 조건에 의해 크게 좌우되는 것, 암모니아 드라이법과 웨트(wet)법의 비교에 있어, 결정형이 전체적으로 차이가 남에도 불구하고, 물성에는 크게 차이가 나지 않는 것, 실용기에서의 머서라이즈 처리로 결정형이 변화하지 않아도, 물성에는 현저한 변화가 일어나는 것등과 공통으로 하는 중요한 현상이다.

세 번째로 표백품의 물성도 고온수처리에 의해서 변화가 오는 것이다. 즉, 수분유지율, 흡습성, 건습방주름성, 굽힘반발성의 어느 것이나 고온수처리에 의해 향상하고 있다. 이는 표백품에도 고온수처리에 의해 수소결합의 재배열이 있다는 것을 의미하는 것으로 생각되어진다.

5. 결론

액체암모니아 처리품을 고온수처리하면, 액체암모니아 처리로 향상한 건방주름성과 굽힘반발성이 저하하는 한편, 액체 암모니아 처리로 저하한 수분유지율은 고온수처리로 약간 회복하고, 습방주름성과 흡습율은 액체 암모니아 처리에 의해 향상된 것에 더욱 향상된다. 이는, 고

온수처리에 의해 수소결합의 재배열이 일어나, 면섬유의 형성이 팽윤상태에서 안정화되는 것을 의미하며, 그 결과, 세탁수축율이 감소하는 것으로 생각되어진다. 한편, 결정형은 70℃에서는 그다지 변화하지 않고, 130℃에서 큰 폭으로 변화했다. 그에 반해서, 세탁수축율이나 관계하는 여러 물성은 70℃에서 대부분의 변화가 생겼다. 여러 결과를 종합하면, 고온수에 의한 세탁수축의 감소등의 물성변화는 비결정부분의 변화에 크게 의존하는 것으로 생각되어진다.