

텐셀 섬유의 기능성 고찰

1. 서 언

지난 수 년 동안 섬유 분야에서는 섬유의 특성에 대한 의미가 매우 명확했다. 친수성 천연 섬유는 면과 모를 뜻하였으며 재생 셀룰로스 섬유는 흡수성과 투과성을 그리고 합성 섬유는 강도와 이지케어성(easy-care) 으로 주목을 받고 있었다. 하지만 기능성 섬유라는 용어의 사용이 점차 증가함에 따라서 그 의미는 매우 복잡하게 전개되고 있다. 합성 섬유 분야에서는 생리적 기능이 향상된 섬유를 기치로 새로운 제품을 개발하여 스포츠웨어 및 다른 분야에서 마케팅을 하고 있다. 소비자들은 이런 향상된 합성 섬유의 기능을 상식으로 받아들여 실은 친수성 섬유가 더 뛰어난 기능성을 가지고 있음에도 불구하고 스포츠웨어의 선택에 있어서 합성 섬유 제품을 선호하게 되었다.

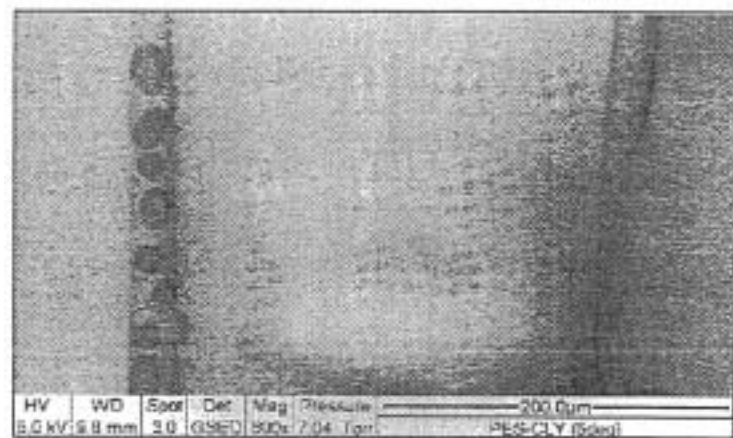
이런 추세를 바로잡기 위하여 Lenzing에서는 친수성 섬유의 고유 특성과 기능에 대한 고찰의 필요성을 인식하여 새로운 방법과 접근 방식으로 친수성 섬유의 고유 특질에 대한 연구를 진행하였다. 연구 목적은 소비자에게 Lenzing에서 제조한 셀룰로스 섬유의 뛰어난 고유 특성을 알릴 수 있도록 이에 대한 증거 자료를 얻고 기능성 원단을 만들기 위하여 매우 복잡한 기능성 합성 섬유와 후가공도 필요하지 않다는 것을 증명하기 위한 것이었다.

섬유 제품의 생리적 기능을 발전시킬 수 방법은 두 가지가 있는데, 하나는 원단 개발 단계에서 향상된 특성을 부여하는 방법이고 다른 하나는 섬유 단계에서 개질을 통하여 생리적 기능을 얻을 수 있으며 이 두 가지 방법을 적절하게 조합하면 최상의 제품을 얻을 수 있다. 하지만 여기서는 특정 섬유

제품에 대한 개발 가능성에 대하여는 고려하지 않고 단지 Lenzing에서 제조한 친수성 섬유의 고유의 생리적 섬유 특성에 대하여만 언급하기로 한다. 섬유 고유의 생리적 기능의 원리를 쉽게 설명하기 위하여 다음과 같은 현상을 묘사하였다.

- ① 흡수성 또는 친수성 섬유는 물과 접촉하면 수분을 섬유 내부로 흡수한다.
- ② 셀룰로스 섬유의 타입 A는 셀룰로스 섬유 타입 B와 같은 방식으로 물을 흡수하지 않으며 셀룰로스 섬유의 타입에 따라 현저한 차이를 나타낸다.
- ③ 수분을 흡수한 셀룰로스 섬유는 고유의 생리적 특성을 나타낸다. 이는 셀룰로스와 물의 조합으로 흥미로운 생리적 현상이 발현되는 것이다.
- ④ 수분을 흡수한 텐셀은 더욱 향상된 생리적 특성을 나타낸다.
- ⑤ 소수성인 합성 섬유는 수분을 섬유 내부로 흡수 하지 못하고 섬유 표면에 흡착시킨다.
- ⑥ 수분과 흡착한 합성 섬유는 추가적인 생리적 특성을 나타내지 못한다.

셀룰로스 섬유와 합성 섬유 간의 차이를 증명하기 위하여 준비한 시료를 포화 습도 하에서 <그림 1>과 같이 전자 현미경 사진 촬영을 하였다. 오른쪽은 텐셀 섬유이고 왼쪽은 폴리에스터 섬유이다. 폴리에스터 섬유 표면에 물방울이 맺혀 있는 반면 텐셀 섬유의 표면에는 물방울이 전혀 보이지 않는다. 이는 합성 섬유와 셀룰로스 섬유의 가장 주요한 차이점이다. 폴리에스터와 같은 합성 섬유는 비흡수성, 비흡습성이므로 투과성도 갖지 못하며 단지 섬유 표면에 수분이 흡착된다. 하지만 텐셀과 같은 셀룰로스 섬유는 흡수성이 있기 때문에 투과성도 뛰어나고 수분도 섬유 내부로 흡수 할 수 있다.



<그림 1> 포화 습도 하에서 폴리에스터 섬유(왼쪽)와 텐셀 섬유(오른쪽)의 전자 현미경 사진

수분을 섬유 내부로 흡수하는 능력은 모든 셀룰로스 섬유의 공통된 특성이며 매우 중요한 생리적 특성의 근간을 이룬다. 모든 셀룰로스 섬유는 다음과 같이 8가지 생리적 특성을 나타낸다.

- 높은 흡수성
- 보온성(warm and dry)
- 높은 열 용량
- 시원한 감촉(cool and dry)
- 전기적 중성
- 항균성
- 인체에 온화함

텐셀의 뛰어난 흡수성, 특이한 나노 피브릴 구조 그리고 부드러운 표면성과 같은 생리적 특성들로 인하여 텐셀은 다른 셀룰로스 섬유에 비해 유독

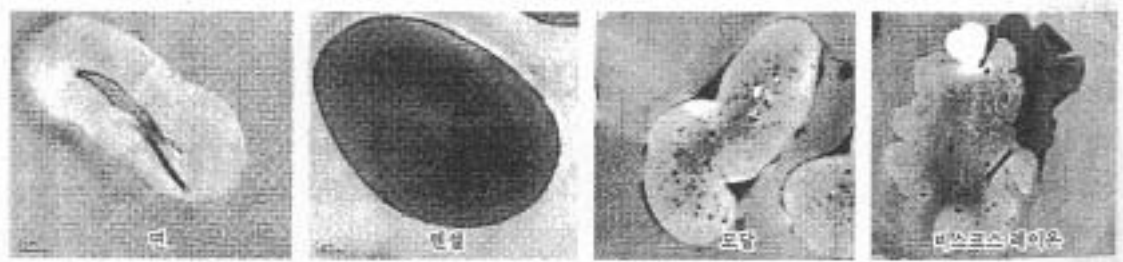
주목을 받고 있다. 이 생리적 특성은 어느 정도 양의 수분이 팽윤된 섬유 구조 안에서 어떻게 분포되고 있는지에 따라서 결정이 된다.

2. 흡습성

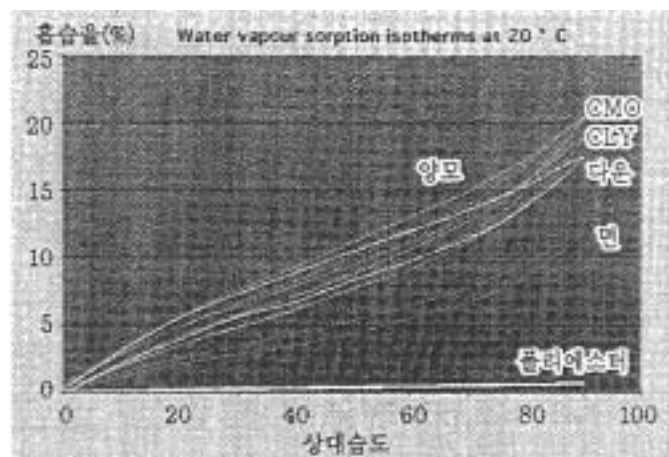
투과형 전자 현미경으로 섬유 내부의 수분의 위치를 확인할 수 있다. 이미 지 상으로 물로 채워진 작은 구멍은 다른 물질과 대조되는 검은색으로 오염된 부분으로 보이며, 셀룰로스 부분은 흰색을 나타낸다. <그림 2>는 수분에 의해 팽윤된 4개의 셀룰로스 섬유의 단면을 보여 주고 있다. 면은 텐셀, 모달 및 비스코스 보다 더 적은 양의 물을 흡수하며, 모달의 결정피층은 중심 부보다 적은 양의 수분을 함유하고 있다. 하지만 텐셀의 경우 수분은 전체 섬유 단면에 매우 균일하게 분포되어 있다. 또한 모달과 비스코스의 공극 구조는 매우 굵고 거친 반면에 텐셀은 매우 미세한 공극 구조를 지닌다. 고배율 투과 전자 현미경을 통하여 텐셀의 공극 구조는 나노 구조로 되어 있음을 알 수 있으며 이는 재생 셀룰로스 섬유 중에서도 매우 특이한 성질이다. 텐셀은 매우 규칙적인 양식으로 배열된 무수히 많은 수용성 나노 피브릴 결정체로 이루어져 있다. 피브릴 자체는 물을 흡수하지 못하나 피브릴 사이의 모세관에서 물의 흡수가 일어난다. 텐셀 섬유 한 가닥은 마치 젖음성이 뛰어난 나노 멀티 필라멘트와 같은 역할을 하여 합성 섬유가 지니지 못한 중요한 특성을 가지게 되며 이런 이유로 텐셀로 만든 제품은 착용 시 뛰어난 흡수성과 편안함을 제공한다.

<그림 3>은 다양한 섬유의 등온 흡습 곡선 그래프를 나타낸 것이며 20°C 항온 상태에서 상대습도에 따라 얼마나 많은 수분이 대기중에서 섬유 내부로 흡수되는 지를 보여 주고있다. 폴리에스터 섬유는 무시 할 정도의 수분을 흡수하는 반면 면은 상당량의 수분을 흡수한다. 텐셀과 Lenzing사의 모달은

90% 상대습도 하에서 20% 까지 수분을 흡수하며 이는 모와 다운의 흡수능력과 거의 동일한 수준이다. 흡수능력과 흡수율은 섬유의 또 다른 중요한 특성이다. 뛰어난 흡습성은 반드시 높은 흡수율을 의미 하지는 않는다. 원단의 젖음성이 흡수율보다 더 중요한 영향을 미친다.



<그림 2> 셀룰로스 섬유 내의 흡수된 수분의 분포 상태 (투과형 전자 현미경 사진)

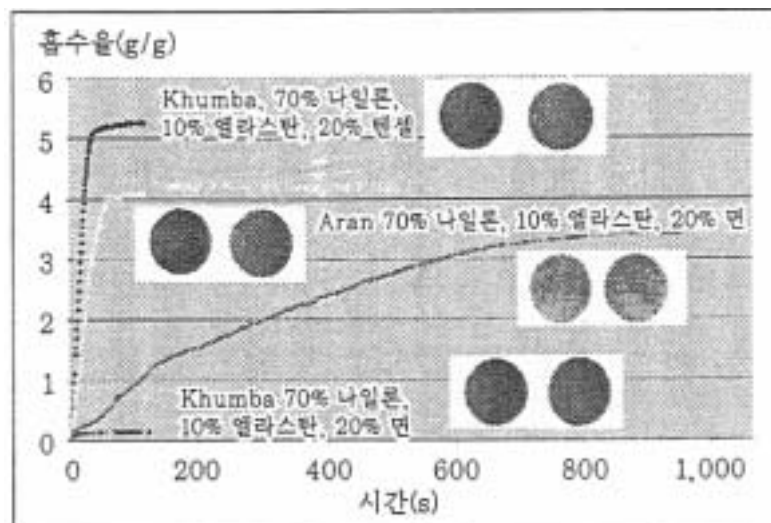


<그림 3> 등온 흡습 곡선

원단의 흡수율을 측정할 수 있는 방법으로 중량 측정 흡수성 시험(GATS)이 있다. 시료에 물방울을 수압이 없는 상태로 적하하면 시료가 흡수할 수 있을 만큼의 물의 흡수한다. 이런 방법으로 전체 흡수량과 흡수율을 측정할

수 있다.

<그림 4>는 스페인의 IBQ사에서 개발한 등산 팬츠용의 고기능성 원단을 사용한 GATS 시험의 다른 예를 보여준다. 이 원단은 ARAN과 KHUMBA의 이중구조로 되어 있으며 조성은 일반적으로 70% 폴리에스터, 10% 엘라스탄 및 20% 면으로 이루어져 있다. 여기서 면을 텐셀로 조성을 바꾸어 시험을 진행하였다. 텐셀을 포함한 두 원단 모두 면을 포함한 다른 두 원단에 비하여 뛰어난 흡수성과 흡수율을 나타내었다. 이 시험에서 면을 포함한 KHUMBA 원단은 물을 전혀 흡수하지 못하였다. 이런 나쁜 결과는 시험 전 시료를 기계세탁을 하지 않은 것으로 볼 때 이 원단에 처리된 소수성 유연제에 의한 것으로 추측할 수 있다.



<그림 4> IBQ사 원단의 중량 측정 흡수성 시험결과

3. 보온성

이불 속의 솜으로 사용되는 텐셀 충전제는 이불에 매우 우수한 보온성을 부여한다. 수면 중에 인체에서는 약 80W의 전기가 발생하며 30W의 에너지를

손실은 편안한 수면을 할 수 있도록 한다.

이를 시험적으로 증명하기 위하여 독일의 Kiel대학교에서는 다음과 같은 연구를 진행하였다. 땀을 많이 흘리는 사람들의 집단에 각각 다른 소재의 침구를 사용하여 수면시험을 수행 하였다.

사용된 침구의 소재는 다음 세가지로 구분된다.

① 표준 침구 : 폴리에스터 플리스(fleece)와 면 침대보. 홀이불과 배갯잇은 면 소재이며 이불과 배게 속은 폴리에스터 솜으로 채워짐.

② 폴리에스터 침구 : 모든 침구 소재는 폴리에스터

③ 텐셀 침구 : 모든 침구 소재는 텐셀

이불 속, 이불 바로 밑 그리고 몸과 맞닿는 부분에서 각 각 습도와 온도를 측정한 결과 텐셀 침구에서 이불 바로 밑과 몸과 맞닿는 부분에서 가장 낮은 공기 중 습도를 나타내었다.

4. 높은 열 용량 및 온도 조절

물을 흡수한 섬유는 물의 높은 열용량으로 인하여 뛰어난 열용량을 갖게 된다. 이는 온도 조절에 있어서 도움이 되며 텐셀의 등은 흡습 곡선에서 보는 바와 같이 텐셀 충전제는 항상 수분을 함유하고 있다.

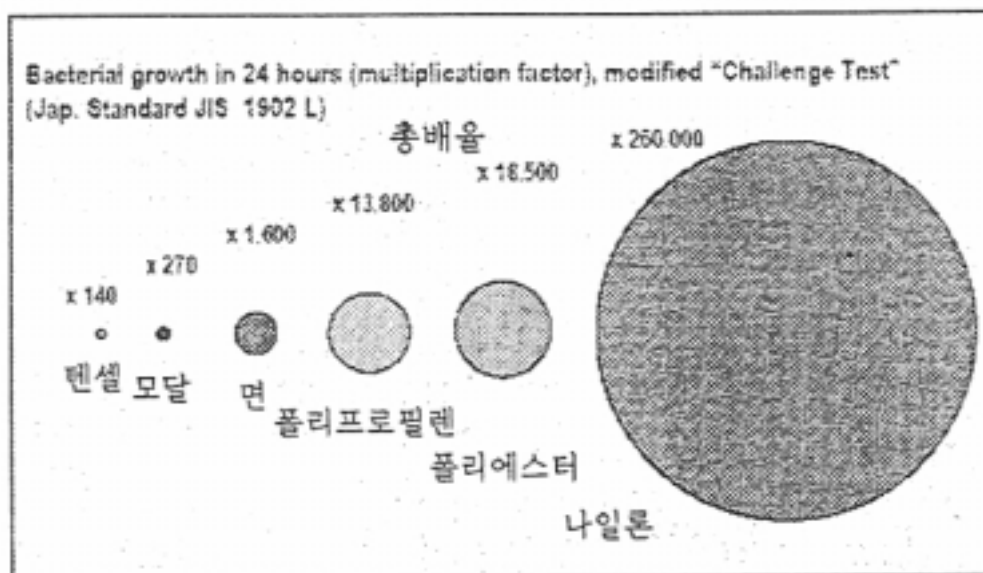
첫 번째 시험에서 11% 수분율을 갖는 텐셀과 2% 수분율의 폴리에스터를 사용한 결과 밝은 색상의 텐셀이 폴리에스터 시료보다 더 효과적인 열 유지성을 나타내었다.

두 번째 시험에서 양쪽의 충전제에 동일하게 흡수율을 적용 하였으나 텐셀 충전제에서 높은 열용량과 낮은 냉각속도를 나타내었다. 물이 내부로 흡수된 텐셀 섬유는 물이 섬유의 표면에 흡착된 폴리에스터에 비하여 높은 열용량을 갖는다. 그러므로 이불 속의 텐셀 충전제는 뜨거운 물병과 같은 역할

을 하여 열용량을 높이고 수면 중에 이불 속의 온도변화를 완화하여 숙면을 취하는 데 도움을 준다.

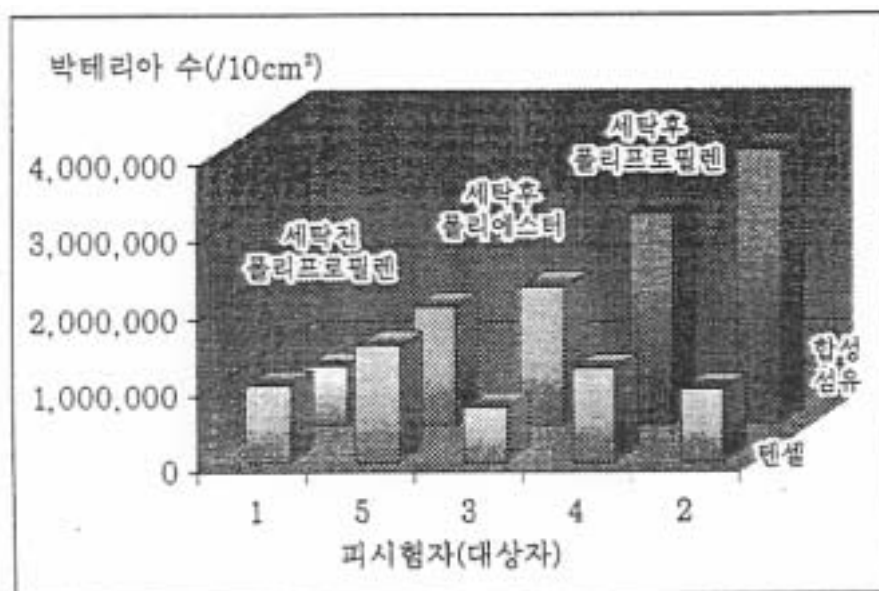
5. 항균성

건조 상태의 텐셀 섬유가 60% 습도 하에서 물을 흡수하면 흡수된 물은 섬유의 내부로 흡수되어 섬유를 팽윤 시키며 섬유의 표면에 수막은 형성 되지 않는다. 하지만 만약 폴리에스터 섬유가 60% 습도 하에서 물을 흡수하면 섬유 내부로 흡수 되는 물은 없으며 단지 섬유 표면에 수막 형태로 달라 붙거나 섬유 사이에 물방울 형태로 부착된다. 박테리아와 곰팡이는 최적의 성장을 위하여 수분을 필요로 한다. 그러므로 미생물은 젖은 텐셀에서 보다 젖은 폴리에스터에서 증식을 더 빨리 할 수 있다는 것을 알 수 있다. 이런 텐셀 섬유의 특성은 셀룰로스 섬유로 만든 직물이 합성섬유에 비하여 낮은 박테리아 증식성을 보이는 가장 중요한 이유이다.



<그림 5> 변형된 챌린지 시험 하에서 24시간 후의 박테리아 증식

<그림 5>는 Challenge Test (일본규격 JIS 1902L)를 변형한 “생체 박 시험”에서 나타난 결과이며 박테리아 증식은 여러 종류의 섬유에 따라 차이를 나타낸다. 시료에 박테리아를 포함한 액체 배지를 접균하여 일정한 습도에서 24 시간 동안 배양시킨 후 DNA 분석을 통한 박테리아의 증식 정도를 보여준다. 이 시험에서 모든 셀룰로스 섬유는 결과가 좋은 편이며 합성섬유에서의 박테리아 증식은 단위측정법 때문에 높게 표현 될 수도 있으나 셀룰로스계 섬유 내에서도 텐셀은 면에 비하여 10배 정도 낮은 박테리아 증식성을 보여주고 있다. 이는 텐셀의 매우 뛰어난 흡수성과 부드러운 표면성에 기인한 것이며 텐셀의 내 박테리아 증식성은 시험 조건 하에서 뿐만 아니라 실제 착용시험에서도 동일한 결과를 보여준다. 반쪽은 텐셀 싱글 저지이며 다른 반쪽은 시중에 판매되는 스포츠 셔츠를 같이 봉제하여 만든 티셔츠를 다섯 명의 피시험자에게 제공 한 후 일상 온도 조건 하에서 4시간 동안 속보운동을 하게 한 다음 Challenge Test를 수행하여 박테리아 증식을 분석하였다.



<그림 6> 박테리아 증식 - 실제 착용시험

<그림 6>은 그 시험 결과를 보여 준다. 모든 경우에서 텐셀 반쪽은 다른 합성섬유 반쪽에 비하여 박테리아 증식 수가 매우 적으며, 세탁 전의 폴리프로필렌 티셔츠인 경우에만 텐셀 쪽의 박테리아 증식 수가 폴리프로필렌 쪽에 비하여 약간 높은 박테리아 증식 수치를 보이고 있다. 하지만 세탁 후에는 이 폴리프로필렌 원단에 박테리아 증식이 매우 높다는 사실로 미루어 보아 비록 라벨에는 언급을 하지 않았더라도 이 원단에 내 박테리아 가공처리를 했음을 추론 할 수 있다.

5. 결 언

셀룰로스 섬유의 흡수성과 흡수된 수분의 조합은 셀룰로스 섬유의 긍정적인 생리적 기능성의 근간을 이룬다. 또한 이런 향상된 생리적 기능성은 텐셀의 고흡습성, 독특한 나노 구조 그리고 부드러운 표면성으로 인하여 나타내게 되며 텐셀을 셀룰로스가 섬유에서 보다 부각시키는 이유가 된다.

(The Functional Properties of “Tencel” : Asian Textile Business, 2005 No.7)