

죽탄 개질 폴리에스터

섬유의 건강 기능성

1. 서 언

죽탄 개질 폴리에스터(bamboo-carbon modified polyester)는 새로 개발된 기능성 섬유의 일종으로 그 기능이 차츰 우리에게 알려지고 있으며, 전망이 유망할 것으로 보인다.

죽탄 개질 폴리에스터 섬유의 생산 공정을 간단하게 설명하면 다음과 같다.

우선 4년 이상 된 대나무를 500~1,500℃의 온도에서 강한 열분해 기술로 처리하여 죽탄 물질을 만든다. 죽탄은 매우 조밀하고 다공성이며 육각형의 분자 구조 때문에 큰 비밀도(比密度)를 가지고 있다. 죽탄의 표면적은 700m²/g에 달한다. <표 1>은 ICP-AES로 측정한 죽탄의 구성 성분들이다.

<표 1> 대나무 카본의 성분

C(%)	96
Ca(%)	0.036
Mg(%)	0.030
Al(%)	0.004
K(%)	0.647
Zr(%)	0.001
Mn(%)	0.017
기 타(%)	3.17

다음으로 죽탄을 0.5 μ m 이하의 분말로 만들고, 그 분말을 실리콘 계면 활성제로 처리하여 개질시킨다. 그 후 개질된 분말과 폴리에스터 칩을 450°C에서 착색제로 처리한다.

최종적으로 다시 한번 폴리에스테르 칩을 일정한 온도에서 착색제와 혼합하여 일반적인 폴리에스터 방사 기술로 죽탄 개질 폴리에스테르를 만든다. 죽탄 개질 폴리에스터 섬유는 원적외선, UV 차단, 음이온 방사, 항균과 흡수 기능을 가지고 있는데, 이들 각각에 대하여 설명하기로 한다.

죽탄 개질 폴리에스터 섬유의 건강 기능성과 메커니즘을 조사하기 위하여 필라멘트로 싱글 저지 편성물 시료를 만들었으며, <표 2>는 이 시료에 대한 기본 데이터이다.

<표 2> 편성물 시료의 기본 데이터

필라멘트	dtex 8.3/f72
코스 수(course/5cm)	152
웨일 수(wale/5cm)	92
두께(mm)	0.44
중량(g/m ²)	130

2. 원적외선 방사 기능

죽탄 개질 폴리에스터 내의 금속 성분과 탄소 화합물로 인하여 원단은 원적외선 방사 기능을 지니게 된다. <표 3>은 IR-1 방사율 시험기로 시험한 원적외선 방사율이다.

<표 3>을 보면, 15°C에서 체온을 4~7°C 올릴 수 있는 높은 원적외선 방사율을 지니고 있다.

<표 3> 원적외선 방사율

온도(°C)	15
파장 범위(μm)	8~14
정상적인 선방향의 총방사율(%)	86.9

3. UV 차단 기능

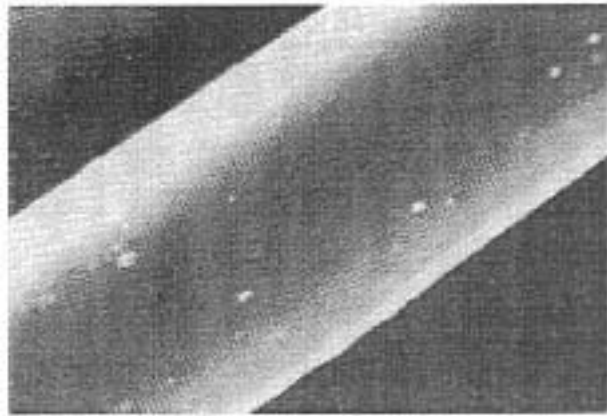
원단에는 2.5%의 죽탄 분말이 있다. 분말에 있는 약 2.4%의 탄소 성분은 우수한 UV 흡수성을 지니고 있으며 UV 차단의 가장 중요한 역할을 한다. <표 4>는 Lambda35 UV/VIS 스펙트로미터로 측정한 결과이다. <표 4>를 보면, 탄소 성분에 의해 UV가 현저하게 흡수된다. 편성물은 올 사이에 공간이 많고 두께가 단지 0.44mm이지만 UV 차단 기능은 매우 높다.

<표 4> UV 차단성

파장 범위(nm)	200~400
반사율(%)	2.3
흡수율(%)	96.7
투과율(%)	1.0
차폐율(%)	99.0

4. 음이온 방사 기능

죽탄 개질 폴리에스터에 있는 금속 성분과 탄소와의 화합물, 특히 CaC 때문에 열전도성과 압전 효과(piezo effect)의 특성을 지니고 있다. 온도와 압력이 변할 때 전자가 방출되는데, 심지어 온도와 압력의 작은 변화에서 발생하는 에너지로도 공기를 이온화할 수 있다. 공기가 이온화되는 동안 충돌해서 분리되는 전자는 물이나 산소 분자 주위에 흡착하여 음이온의 공기 분자로 변한다. 따라서 음이온 방사 기능을 지니고 있는 것이다.



<그림 1> 죽탄 개질 폴리에스터 섬유의 전자 현미경 사진

원단에서 방출된 음이온을 IC-100 공기 이온 카운터로 측정했더니 음이온 방사량이 4,520ions/cm³였다. <표 5>는 '의학 공학과 기술'지에 실린 음이온의 수와 인체 건강과의 상관 관계이다.

<표 5>를 보면, 원단을 가지고 시험한 음이온의 수는 야외 들판과 우리 주위의 일상 생활에 존재하는 것과 비슷하였다. 이러한 수치는 인간이 건강을 유지하는 데 기본적으로 필요한 양으로서 신체의 면역력을 증진시키며 항균 능력을 지니고 있다.

<표 5> 음이온 수와 인체 건강과의 상관 관계

지역	함유율 (ions/cm ³)	해당 정도
숲과 폭포 지역	100,000~500,000	자연 치유 능력
산과 해변	50,000~100,000	항균, 질병 감염률 감소
생활 주변과 들	5,000~50,000	인체 면역력 증가, 항균 능력 보유
도심 공원	1,000~2,000	건강 유지에 필요한 정도
맑은 도시 거리	100~200	생리 장애 우려
밀폐된 도시의 실내 공간	40~50	생리 장애 유발: 두통, 불면증, 신경 쇠약, 피곤, 호흡기 및 알레르기 장애
장시간 에어컨을 틀어 놓은 방	0~25	냉방병 발병

5. 항균 기능

다공성 죽탄 분말의 표면에서 주변 공기 중으로부터 흡착된 세균과 유해한 물질들을 분해할 수 있다. 항균 기능을 조사하기 위하여 포도상구균(staphylococcs aureus)을 이용하여 ASTM E2149-2001 시험 방법으로 시험하였다.

<표 6>을 보면 죽탄 개질 폴리에스터 섬유의 경우 원단 상태에서는 어느 정도의 세균 발육 억제 기능을 지니고 있지만, 살균 기능은 전혀 없다.

<표 6> 항균 결과

세균 발육 억제율(%)	65
살균율(%)	0

6. 흡수성

신체에서 나는 체취는 그 성분이 주로 황과 질소의 화합물이다. 만약 섬유와 원단에서 이 화합물을 흡수할 수만 있다면 체취 문제는 해결할 수 있다. 다공성의 죽탄은 황과 질소, 포름산, 벤젠 화합물을 흡수하는 데 우수한 물질이다. 이러한 특성 때문에 다음과 같은 시험이 진행되었다.

- 동일한 무게를 가진 두 개의 코튼 볼(cotton ball)을 각자 두 개의 밀봉된 캔에 넣는다.
- 25~28% 농도의 암모니아수 2mL를 이들 캔에 넣는다.
- 캔 하나에만 18.7g의 원단 시료를 매단다.
- Agilent GC 6890N 가스 크로마토그래피 미터로 일정 시간마다 각 캔의 암모니아 농도를 측정한다.
- <표 7>에 원단 시료의 암모니아 흡수율을 나타내었다.

<표 7> 암모니아 흡수율

시간 (min)	암모니아 최고치(pA.S)		흡수율 (%)
	시료가 있을 때	시료가 없을 때	
0	19.5	20.3	-4.1
5	104.2	90.5	13.1
10	114.2	88.5	22.5
30	110.5	84.4	23.6
60	109.3	82.3	24.7
120	100.6	75.4	25.0

<표 7>에서 암모니아의 흡수율은 0~10분 사이에서 급속하게 증가하였다. 그 이후에는 흡수율의 증가 속도가 매우 느려지다가 25%의 포화 흡수율에 이르러서는 시간이 지나도 그 상태를 유지하였다.

다시 말해서 18.7g의 죽탄 개질 폴리에스터 원단의 최대 흡수율은 25%이다. 50% 죽탄 개질 폴리에스터와 50% 면의 혼방사로 만든 양말을 세탁하지 않고 일주일 동안 착용했을 때 양말에서 거의 냄새가 나지 않았다. 이것은 죽탄 개질 폴리에스터 섬유가 좋은 냄새 흡수성을 지니고 있다는 것을 증명하는 것이다.

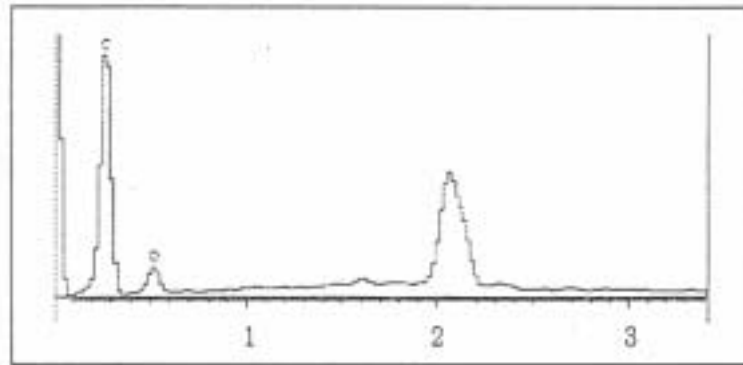
7. 결 언

죽탄 개질 폴리에스터 섬유에는 우수한 원적외선 방사와 UV 차단, 어느 정도의 음이온 방사와 항균 기능 그리고 우수한 흡수 기능 같은 건강에 실질적으로 관련된 다섯 가지 기능이 있다.

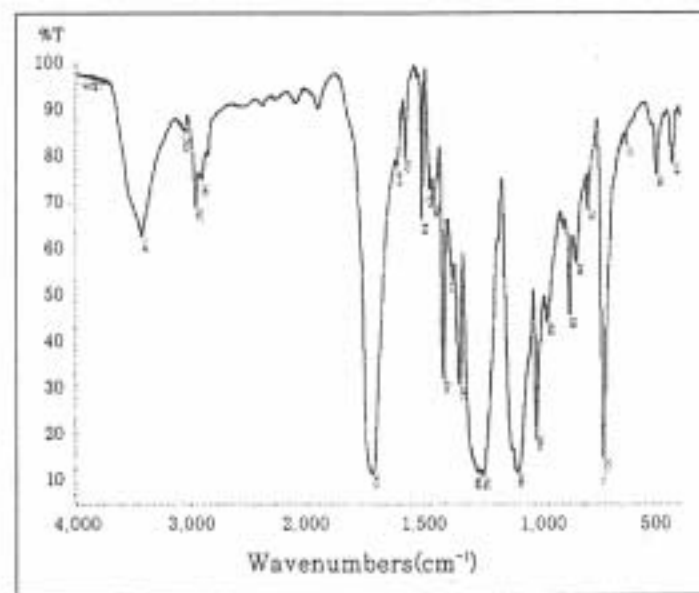
이것이 죽탄 개질 폴리에스터 섬유를 건강에 유익한 고기능성 섬유로 만들었다.

금속 성분과 탄소 화합물은 원적외선과 음이온 방사 기능을 지니고 있으

며, UV 차단 기능은 주로 탄소 성분과 관계되고 흡수성과 세균 억제 기능은 다공성 구조와 관련되고 있다.



<그림 2> 죽탄 개질 폴리에스터 섬유의 인카에너지(inca energy)



<그림 3> 죽탄 개질 폴리에스터 섬유의 적외선 스펙트럼

(Healthy functions of bamboo-carbon modified polyesters : Melliand International, 2006 No.3)