

인체 및 환경 친화형 천연신소재의 개발 동향

최재홍

경북대학교 섬유시스템공학과

1. 서 언

고분자 물질인 플라스틱제품이 범용적으로 사용됨에 따라 사용된 플라스틱제품의 폐기문제가 환경에 크게 영향을 주고 있다. 예를들어 일본에서 1,400만톤의 플라스틱이 생산되어 850만톤이 폐기물로 버려지는데 이 중에서 350만톤은 매립시켜 자연분해를 시키고 있다. 따라서 자연분해성이 매우 낮은 합성 플라스틱이 환경을 오염시키는 주요 요인으로 작용하고 있다. 생분해성 섬유는 이러한 환경문제를 해결하기 위해 연구되고 있는 섬유로서 자연계에 존재하는 미생물이 분비하는 효소에 의해 분해 되는 섬유이다. 용도별로 요구되는 생분해 속도가 상이한데, 기저귀, 봉합사 등은 단기간(90일 이내) 생분해성을 요구하며, 일용잡화, 야외 레저용품 등은 중기간 분해 속도(90일~3년 이내), 의류 및 어망은 장기간의(3년 이상) 분해속도가 필요하다.

최근에 세계적으로 각광받고 있는 생분해성 섬유로는 Polylactic acid(PLA)섬유, Tencel, Chitosan섬유, 카제인섬유, 콩섬유, 대나무섬유 등이 있는데, Tencel을 제외한 나머지 섬유들은 2000년대에 상업화가 이루어져 시제품이 시장에 출시되고 있는 상황이다. 이들은 천연원료를 사용하는 소재 특성상 천연섬유의 장점을 보유하면서도, 합성섬유가 가지지 못한 웰빙 특성을 나타낸다. 특히 고유의 항균력, 피부 친화성, 소취성 등 종래의 합성소재에서 발견하기 어려운 물성을 가진다. 예를들어 4종의 신소재가 보유한 자체 항균력을 비교해보면(표 1), 정균을 기준으로 84~99%의 양호한 항균력을 나타내는데, 이는 높은 항균력을 요구하는 시장을 제외하고는 별도의 항균제 처리가 필요 없어서 생산단가 절감이 가능하다.

웰빙섬유는 쾌적성, 건강성, 청결성, 안전·안심성, Easy-care

제품 등으로 분류할 수 있는데, 2002년 일본에서 상품화된 신제품을 분석하면, 쾌적성 제품 510건, 건강성 제품 65건, 청결성 제품 200건, 안전·안심성 제품 640건, Easy-care 제품 100건 등으로 매우 활발한 상품개발이 전개되고 있으며, 이는 우리나라의 차별화 제품개발의 방향성을 제시하고 있다.

이러한 신소재들은 인체 및 환경 친화적인 제품 Concept을 바탕으로 섬유시장에서의 차별화제품으로서의 무한한 가능성을 가지고 있어서 국내업체의 활발한 기술개발 노력이 요구되고 있다.

2. 주요 소재별 개발동향 및 특성

2.1. 콩섬유

콩섬유(Soybean fiber)는, Oil을 제거한 콩에서 Protein을 추출하여 PVA (Poly Vinyl Alcohol)을 Linking agent로 사용하여 Fiber로 제조한다. 상업적인 공정은 중국에서 최초로 성공되어 2003년부터 방적사가 생산되며 이를 사용한 직물 및 편물의 염색공정을 거쳐 다양한 제품이 시장에 출시되고 있다. 콩섬유의 특성으로, 실크의 광택과 캐시미어와 유사한 부드러운 촉감을 지니며 면과 유사한 수분 흡수력 및 면보다 우수한 통기성을 가지므로 의류용으로 큰 장점을 제공한다. 또한 18종의 아미노산을 함유하고 있어서 인체피부의 친화성이 매우 뛰어나 특히 아토피성 환자용 의류로서 상품전개가 유망하며, 토코페롤 및 사포닌을 함유하고 있어서 피부노화 방지 효능이 있고 여름철 UV 차단효과가 있다. 또한 섬유자체의 항균력이(포도상구균 정균률 96%, 폐렴균 정균률 84%) 양호하여서 현재 다양한 형태의 웰빙섬유로서 상업화가 진행되고 있다.

국내의 상품화 진행 현황을 살펴보면, 중국에서 콩섬유 Tow

표 1. 천연 신소재 4종의 항균성 비교

섬유	포도상구균			폐렴균		
	초기균주수	시험후 생균수	정균율(%)	초기균주수	시험후 생균수	정균율(%)
Blank	2.1×10^4	4.7×10^7	-	6.1×10^4	1.8×10^8	-
콩섬유	2.1×10^4	2.0×10^6	95.7	6.1×10^4	2.9×10^7	83.9
PLA섬유	2.1×10^4	1.9×10^5	99.6	6.1×10^4	1.4×10^7	92.2
대나무섬유	2.1×10^4	1.2×10^5	99.7	6.1×10^4	9.9×10^6	94.5
Casein섬유	2.1×10^4	1.6×10^6	96.6	6.1×10^4	1.8×10^7	91.7



그림 1. 공섬유 제품화 사례.

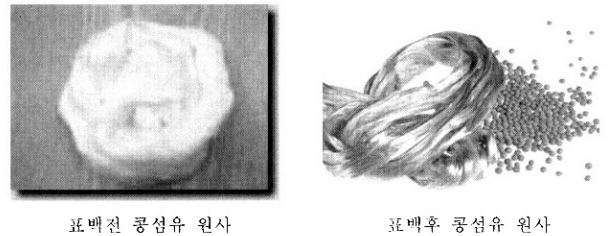
표 2. PLA 섬유에 대한 염색성이 우수한 분산염료

염료색상	염색성 우수한 분산염료
Yellow~Orange	C.I. Yellow 86, C.I. Yellow 42, Lumacel Yellow H-EF, C.I. Orange 30, Dianix Y/Brown CC
Red	C.I. Red 54, C.I. Red 50, Lumacel Scarlet H-EF
Blue	C.I. Blue 56, C.I. Blue 374,

를 수입하여 국내에서 방적사를 생산하여 제직 및 편직한다. 예를들어, 좋은사람들이 공의 기적 이라는 상품명으로 내의류를 판매하고 있으며, 태광산업에서 Soyplus 라는 상품명으로 신사복용 공섬유/Wool 혼방섬유를 출시하였고, LG상사에서 공섬유/실크 교직물을 소재로 한 스웨터를 제품화 하였다. 기타 인터넷 판매업체들의 홈페이지에 내의류를 중심으로 판매를 전개하고 있다.

공섬유는 공이 가진 고유의 색상(안료)을 제거하기 위하여 전처리 단계에서 표백과정을 필수적으로 요구한다. 하지만 강력한 표백제는 섬유가 손상되고 현장 적용성이 어려워, 담색 염색이 요구될 경우에 다음과 같은 2단계 표백을 실시하는 것이 바람직 하다.

염색은 산성 염료 혹은 반응성 염료 모두 가능하나 반응성 염료에 의한 염착률이 산성 염료 대비 매우 우수하다. 반응성 염료 사용시 최종 고착률은 반응기 종류에 따라 40~90% 수준(그림 3)으로, 염색효율성과 경제성을 동시에 감안하여 염료를 선정할 필요가 있다. 단기적으로는 현장 염색성을 감안한 최적 염료선정 및 염색 Profile 연구가 필요하나, 중장기적으로는 고착률을 개선하고 특히 유아용품이 요구하는 우수한 땀 견뢰도 및 침 견뢰도를 가지면서 피부자극성이 없는 새로운 반응성 염료의 발굴이 요구된다.



표백전 공섬유 원사 표백후 공섬유 원사

그림 2. 공섬유 표백공정 필요성.

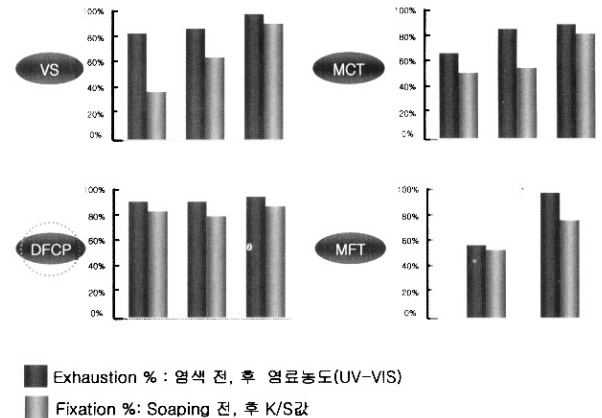


그림 3. 반응기에 따른 반응성염료에 의한 공섬유 염착률.

2.2. PLA섬유

PLA(Polylactic acid)는 사람의 몸속에서 서서히 용해되는 특성이 있어서 외과 수술용 및 서방성 의약품으로 사용되어 온 화학물인데, 생분해성 섬유로 용도를 전개하기 위하여 옥수수의 65%를 차지하는 Starch 성분을 추출한 다음 Glucose를 분리하고 젖산균 발효 기법으로 Lactic acid를 만든다. Lactic acid의 중합공정을 통하여 얻어지는 Polyactic acid는 미국의 Cargill Dow에서 NatureWork PLA 라는 상품명으로 최초로 상품화에 성공하였고, 현재 연산 14만톤 규모의 양산체제를 갖추고 전 세계의 원사제조업체에 원료를 독점 공급하고 있다.

원사 및 최종 제품개발은 일본이 가장 앞서고 있다. Kanebo는 상품명 <Lactron>, Unitika는 <Terramac>, Kuraray는 <Plastarch>로 상품화에 성공하였다. 천연섬유 고유의 쾌적하고 부드러운 감촉이 있으며 특히 Drape성이 우수하여 스포츠 레저용 의류 및 산업용 소재로서 성장 가능성이 매우 높다.

PLA 섬유는 염색온도 및 pH에 민감한 염색성 및 섬유 물성 변화를 보인다. 가장 중요한 특성으로 염색온도 110°C 이상에

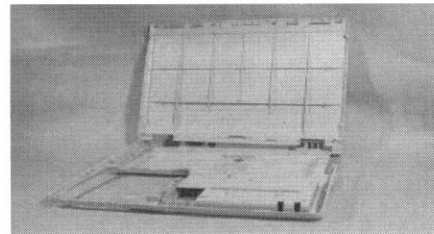
서는 섬유의 물성이 취하되는 단점이 있어서 염색온도 100°C ~110°C 에서 염색성이 우수한 분산염료가 적합하다. 종래의 분산염료는 120°C 이상에서 최적의 염착성을 나타내므로, 저온 염색성이 우수하며 또한 우수한 땀 견뢰도, 세탁 견뢰도 및 일광 견뢰도를 가지면서 피부자극성이 없는 분산염료의 선정이 필요하다. 일반적으로 PET의 130°C 염색성이 우수한 S-type 분산염료는 PLA fiber 염색에 사용할 수가 없고, Diacetate fiber 염색용으로 사용되는 분산염료중에서 일부 염료가(표 2) PLA fiber에 대한 우수한 염색 특성을 나타낸다. 그리고 NatureWork PLA의 용융점이 낮아(170°C) 후가공 온도에서 많은 제약이 있고 또한 최종 제품의 다림질 문제가 있어서, 용융점이 높은 Stereocomplex PLA 섬유를 현재 개발 중이다.

2.3. 대나무섬유

대나무섬유(Bamboo fiber)는 중국의 길고화학에서 <TENBRO> 라는 상품명으로 원사개발에 성공하였으며, 생산공정은 죽순의 원액을 가수분해 및 표백공정을 통해 정제하여 제조하는(그림

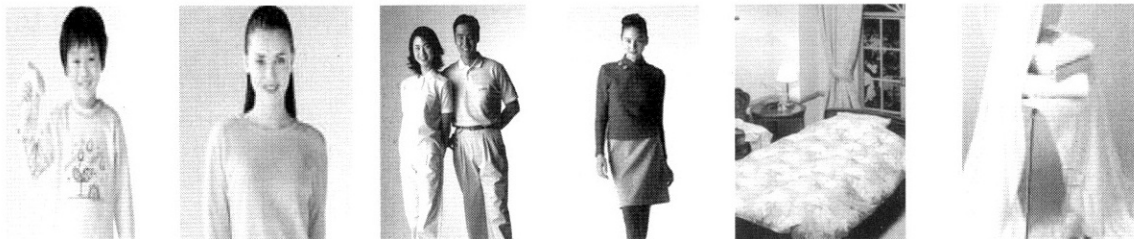


자동차 내장재



노트북 케이스

그림 4. 생분해성 PLA 응용사례.



다양한 의류제품

침구류 및 스포츠 타월

그림 5. PLA섬유제품화 사례.

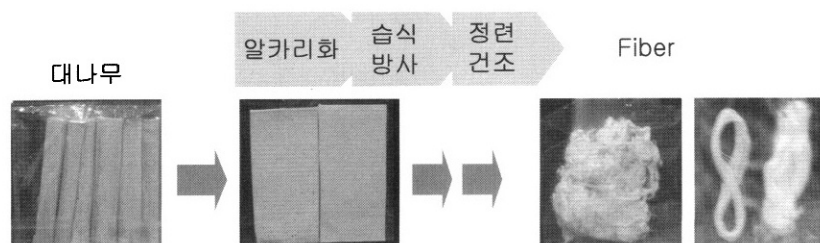


그림 6. 대나무섬유 제조과정.

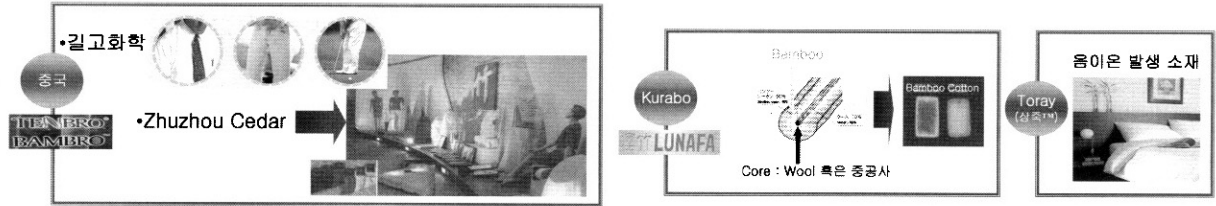


그림 7. 대나무섬유 해외 상품화 사례.



그림 8. 대나무섬유 국내 상품화 사례.

6) 새로운 천연섬유이다. Viscose rayon과 유사한 뛰어난 감촉을 가지고, 흡습 및 투습성이 우수하여 청량감 있는 소재로 적용되며, 항균소취 및 자외선 차단 기능이 있어서 여름철 의류 및 웰빙제품으로 시장에 출시되고 있다. 국내는 방직업체 및 인너웨어 업체들을 중심으로 천연섬유와의 교직물로 상품화(그림 8) 되고 있다. 특히 포도상구균에 대한 정균률 99.7%, 폐렴균 정균률 95%의 탁월한 항균력은 여름철 스포츠웨어 및 내의류로의 상품전개 가능성을 제시하고 있다.

대나무섬유는 Cellulose계 섬유이므로 반응성 염료를 사용하여 쉽게 염색이 가능하다. 염색공정은 면의 반응성염료 염색과 동일하게 진행할 수 있으나, 웰빙제품으로서 우수한 세탁 및 땀 견뢰도를 발현하기 위하여 견뢰도가 뛰어난 이중이관능형 반응성염료를 선택하는 것이 바람직 하다.

3. 결 언

중국섬유산업의 괄목한 만한 양적팽창에 의하여 상대적으로 위축되고 있는 국내 섬유산업은 궁극적으로 소량 다품종 및 고부가 차별화제품으로의 급속한 제품전환이 요구된다. 1990년대에 들어서 초극세사 및 기능성 합성섬유가 붓물처럼 개발되었으나, 천연섬유를 선호하는 선진국 시장을 중심으로 기대만큼

큰 성공을 거두지 못하였다. 더욱이 세계적인 섬유시장의 흐름이 단순 기능보다는 인간과 환경을 중시하는 웰빙, ECO 제품의 중요성이 더욱 부각되는 방향으로 전개되고 있어서, 이에 부합하는 새로운 신소재 및 제품 발굴이 시급히 요구된다. 지금까지 국내 섬유업계는 합성섬유에 대한 비중이 높았으나, 이러한 천연신소재를 적극적으로 발굴함으로써 중국의 추격을 뿌리치며 또한 유럽의 섬유강국들과의 경쟁력을 보다 강화할 수 있을 것으로 기대된다. 어려운 현실에 좌절하지 않고 밝은 미래를 스스로 만들어 가는 보다 공격적인 마인드로의 전환이 더욱 더 필요한 시점이다.



최재홍(Jae-Hong Choi)

서울대학교 공업화학과(학사)
Leeds University, Dept. of Colour Chemistry (Ph.D)
LG화학 기술연구원/염료연구소 책임연구원
현재: 경북대학교 섬유시스템공학과 교수
Tel. +82-53-950-5644
Fax. +82-53-950-6617
E-mail: jaehong@knu.ac.kr