

친환경 리사이클 의류 및 섬유제품

김성훈 · 최연주

한양대학교 섬유고분자공학과

Eco-friendly Recycled Clothing and Fiber Products

Seong Hun Kim · Yeon Joo Choi

Dept. of Fiber & Polymer Engineering, Hanyang University

1. 머리말

산업혁명 이후 공업 및 기계 중심의 제조업을 기반으로 하는 산업체제가 형성되면서 과학 기술은 급격히 발달하였고, 산업은 급성장하여 대량생산체제가 확립되었다. 대량생산체제가 구축되면서 인류는 물질적 풍요로 인해 윤택한 생활을 영위하게 되었으나, 폐기되는 자원의 증가로 쓰레기 문제와 환경오염과 같은 환경문제가 발생하게 되었다. 또한, 1970년대 두 번의 석유파동을 거치면서 자원고갈 문제에 대한 심각성을 인식하게 되어 폐기물을 제2의 자원으로 보고 이를 재활용 하고자 하는 움직임이 본격화되기 시작하였다.

최근에는 이산화탄소(CO₂), 메탄(CH₄), 아산화질소(N₂O), 염화불화탄소(CFCs) 등의 과다 사용에 의한 온실효과(green house effect)로 인해 지구표면의 평균온도가 상승하는 지구 온난화(global warming) 현상이 발생하게 되어 1880년 대비 1990년도 지구의 대기온도가 약 0.6℃ 상승하였다. 지구 온난화의 영향으로 생태계가 변화되고, 해수면의 상승으로 해안선이 달라지면서 동물과 사람들에 게 큰 피해를 주고 있으며, 오존층이 파괴되는 등 전 세계에 2차적 문제를 야기하고 있다. 이와 같은 지구의 환경문제를 해결하기 위해 1992년 6월 유엔환경개발회의(UNCED)에서는 [기후변화 협약]을 체결하였고, 1997년 12월 [교토의정서]를 채택하여 청정개발체제를 구축하고, 온실가스 배출을 감축하며, 각 나라의 구속력 있는 목표를

산정하려는 노력을 기울이고 있다. <표 1> 지구 온난화의 주원인으로 제기되고 있는 온실 가스의 배출량을 줄이는 방법으로는 에너지 절약, 폐기물의 재활용, 환경친화적 상품의 사용, 신 에너지 개발 등이 제안되고 있다.

환경문제가 전 세계적인 사회문제가 되면서 이를 해결하기 위한 여러 가지 방안이 모색되고 있으며, 그 중 환경 보존 및 재활용에 대한 관심이 확대되면서 석유화학 제품 폐기물에 대한 적정 처리 및 재활용에 대한 감시와 법적 규제도 날로 확대 강화되고 있는 추세이다. 이에 따라 국내에서도 환경문제를 극복하고 이를 대체할 녹색산업의 성장 및 가치 창출 개발이 요구되고 있는 상황에서 지식경제부에서는 섬유산업 부분에서의 녹색성장 패러다임을 발표하였다. <그림 1> 섬유산업의 녹색성장 패러다임은 에너지

표 1. OECD 국가와 온실가스 배출량 비교(2005년)

	우리나라	순위	비고
배출량	5.9억톤	6위	1위 미국(70.7), 2위 일본(13.6)
증가율('90-'04)	90.1%	1위	2위 터키(72.6), 3위 스페인(49.0)
1인당배출량	12.28톤/인	14위	1위 룩셈부르크(28.02)
증가율('90-'04)	69.5%	1위	2위 터키(36.2), 3위 스페인(35.6)

자료: 지식·혁신주도형 녹색성장을 위한 산업발전 전략, 2008.12, 지식경제부

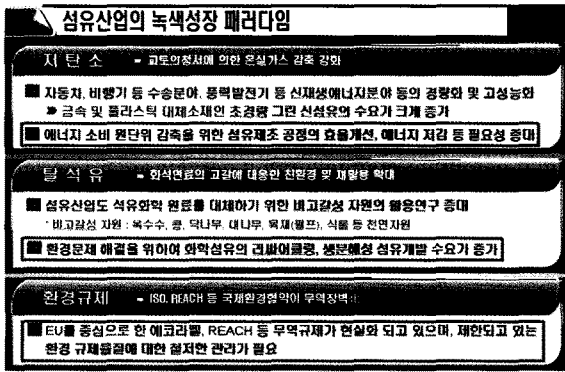


그림 1. 섬유산업의 녹색성장 패러다임(지식경제부)

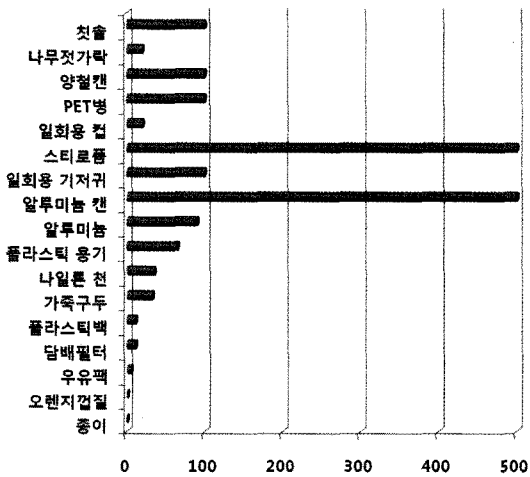


그림 2. 폐기물의 분해기간

자료: [섬유제품의 성능유지와 관리]

소비 원단위 감축을 위한 섬유제조 공정의 효율 개선 및 에너지 저감을 통한 저탄소, 화석연료 고갈 및 환경문제 해결을 위한 화학섬유의 리사이클링과 생분해성 섬유개발을 통한 탈석유화, EU를 중심으로 한 에코라벨, REACH(Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals) 등 국제 환경협약이 무역장벽화 되면서 이를 해결하기 위하여 제한되고 있는 환경 규제물질에 대한 철저한 관리를 그 내용으로 하고 있다.

본 논문에서는 자원고갈 문제와 환경문제에 대처하기 위한 방안 중의 일환으로 폐기물의 양을 감소시킬 수 있을 뿐만 아니라 섬유자원과 에너지도 절약할 수 있는 의류 및 섬유제품의 재활용에 대하여 살펴보려고 한다.

2. 의류 및 섬유제품의 재활용 기술 개발

섬유산업이 발달하면서 섬유의 내구연한은 점차 증가하

여 의류 및 섬유제품의 물리적 수명은 향상되었으나, 유행의 변화속도가 빨라지면서 심리적 의복 수명은 단축되어 의복에 대한 내용 연수는 감소함에 따라 의류 및 섬유제품의 폐기량은 점차 증가하고 있는 실정이다.

의류 및 섬유제품의 폐기는 70% 이상이 조각이나 매립에 의해 이루어지는데, 조각에 의해 폐기하면 연소할 때 섬유에 따라 매연이나 연기, 유독가스 등이 배출되어 환경오염을 유발할 수 있고, 매립하면 미생물에 의한 분해가 어려운 문제점을 가지고 있다(그림 2).

그러므로, 최근에는 환경 보존을 위해 의류 및 섬유제품을 폐기하지 않고 재활용하는 방법에 대한 여러 가지 연구가 이루어지고 있는 추세이다. 의류 및 섬유제품의 재활용(Recycling)은 폐기물 중 가치재를 회수하여 동일한 제품의 생산공정에 재투입하는 것뿐만 아니라 물리적 또는 화학적 공정을 거쳐 폐기물을 제품화하는 것을 의미한다.

재활용의 방법에는 기증 및 중고시장의 활용, 수선 또는 개조에 의해 사용하지 않는 의류를 다시 사용하는 의류의 재사용 방법과 폐기되는 의류 및 섬유제품을 재활용하는 방법이 있다. 폐기되는 의류의 재활용에는 폐의류로부터 섬유제품을 다시 만들어 사용하는 방법, 낙모 및 낙면 등 생산 공정에서 발생하는 섬유나 원단 조각 등을 재생산하여 사용하는 방법, 폐합성섬유를 물질 재생(material recycle)이나 화학재생(chemical recycle), 열적 재생(thermal recycle)을 통해 재활용하는 방법 등이 있다.

여기에서는 폐합성섬유로부터 섬유제품을 재사용하는 기술과 친환경 리사이클 섬유를 개발하는 기술을 중심으로 살펴보려고 한다.

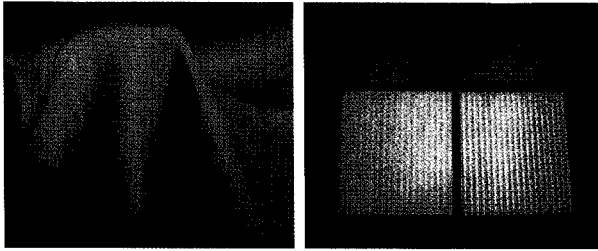
2-1. 폐합성섬유로부터 섬유제품을 재사용하는 기술

의류 및 섬유제품의 제조과정에서 발생하는 자투리 섬유류를 고부가가치 제품으로 재활용하는 폴리에스터 극세섬유 폐기물의 재활용 기술을 살펴보았다. 극세사는 원사가 가격이 고가이지만, 극세사 직편물의 경우 고흡수성 및 고흡유성, 우수한 닦음 성능, 보온성, 흡습 특성을 가지고 있어서 극세사는 일반 의류용 제품뿐만 아니라 산업용 섬유에도 사용량이 증가하고 있으며, 이에 따라 폐극세사의 발생량도 증가하고 있는 추세이다.

극세사 직편물 자투리를 재활용하기 위하여 극세사 직편물 자투리를 극세사용 개삼기(garneting machine)로 개삼한 후, 여기에 일정 온도에서 용해되어 접착 바인더 역할을 하는 저융점 폴리에스터 스테이플 섬유를 소량 첨가하여 극세사용 소면기(carding machine)를 통과시켜 웹 상



극세사용 개섬기 소면공정 극세사 재활용품 웹의 형성



(a) 니들편칭 재활용 부직포 (b) 열융착 재활용 부직포

그림 3. 재활용 극세사 부직포의 제조과정

태로 제조하였다. 제조된 웹을 프레스를 이용하여 열과 압력을 가해서 압착 성형하여 재활용 부직포를 제조한 뒤, 재활용 부직포의 흡수 특성을 살펴보고, 부직포에 기능성을 부여하기 위하여 대전방지제를 첨가하여 대전 방지 가공을 행하였다.

다음은 폐극세사를 이용하여 재활용 부직포를 제조하는 과정을 그림으로 나타내었다(그림 3).

소리는 여러 가지 환경요소들 중에서 실내의 환경의 쾌적성을 평가하는 중요한 요소의 하나로써 소리 에너지는 물질 내를 전달해 가는 동안 차차 약해지고 어떤 장애물을 만나게 되면 그 장애물의 성질이나 모양에 따라 음파가 변하게 된다. 만약 재료의 한쪽에 소리를 투사하고 투사한 쪽에서만 관찰하면 반사되어 오지 않는 소리는 재료에 흡수되었거나 투과된 것인데, 겉보기에는 그 재료에 흡수된 것처럼 보이므로 이를 흡음이라고 한다(그림 4)-(그림 5).

다음은 폐극세사를 이용하여 제작한 재활용품을 제시하였다. <그림 6> 중간 열의 좌측에 위치한 극세사 이불은

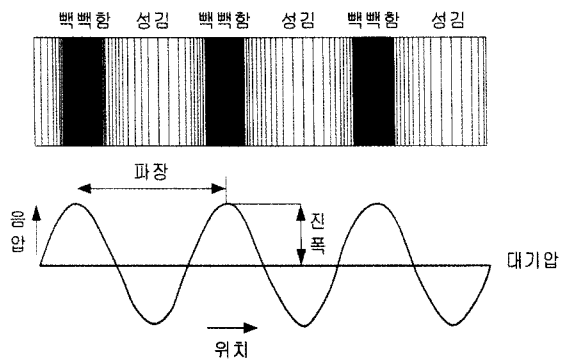


그림 4. 음파의 모식도

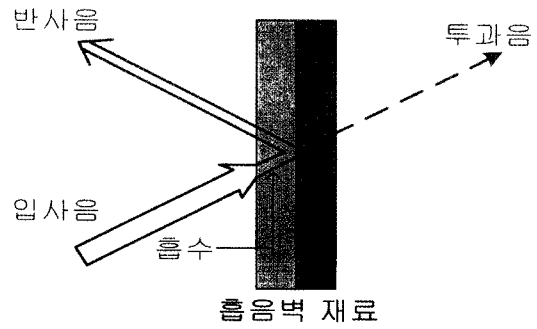


그림 5. 장애물 표면에서의 음파의 변화



그림 6. 폐극세사를 이용한 재활용품

극세사 공정폐기물을 개섬하여 솜 상태로 제조한 뒤, 이를 이불 솜으로 재활용한 제품이고, 중간 열의 가운데 제품은 개섬된 재활용 극세사 섬유를 카딩하여 섬유층을 니들편칭한 후 커버를 씌워 제조한 담요 천이며, 이와 같은 담요 천은 폐유의 해상 유출 사고 및 자동차 정비 공장 등에서 사용이 가능하다. 재활용 극세사 흡음판은 개섬 과정에서의 단사 현상으로 웹 내에서의 공극이 더 많아지므로 일반 흡음판에 비해 흡음 특성이 매우 우수한 특성을 나타내었다. 하단에는 재활용 극세사 섬유를 카딩한 후, 엠보싱이 있는 캘린더로 열과 압력을 가해 포인트 본딩한 열융착 부직포이며, 엠보싱 간격을 5, 10, 15, 20mm로 변화를 주어 용도에 따라 다양하게 선택이 가능하다.

대전 방지제를 다르게 하여 시료를 처리한 뒤, 면포와 모포를 피마찰포로 사용하여 대전압의 변화를 측정해 보면 평직 면포를 피마찰포로 사용하였을 때 마찰 대전압이 낮게 나타났으며, 3종류의 대전 방지제(양이온계, 음이온계, 비이온계)로 처리된 재활용 극세사 부직포의 마찰 대전압 값은 모두 감소하였으며, 감소폭은 음이온계 < 양이온계 < 비이온계의 순으로 증가하였다(그림 7).

일반적으로 2kV 이하의 마찰 대전압을 가지면 제전성이

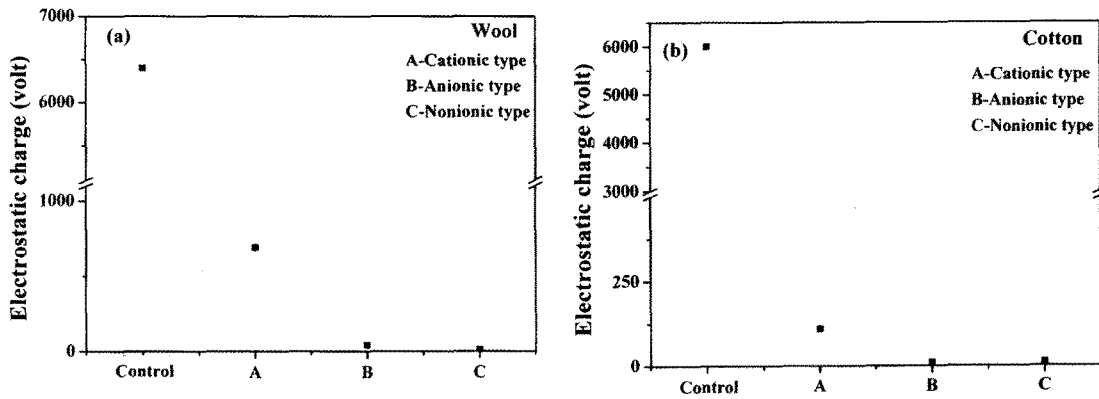


그림 7. 대전용 마찰포 면, 모와의 마찰 후 발생된 마찰 대전압

있다고 하는데, 재활용 극세사 부직포의 마찰 대전압은 1kV 이하로 나타나므로, 대전 방지제로 처리한 재활용 극세사 부직포는 매우 우수한 제전성을 보여 주고 있어서 자동차 내장재 및 인테리어용 카펫, 기능성 벽지 등의 재료로도 활용이 가능할 것으로 보여진다.

2-2. 친환경 리사이클 섬유 개발 기술

친환경 리사이클 제품은 제품의 라이프 사이클 전체에서 에너지 절감, 저탄소, 유해물질 감소, 환경정화 및 폐기물 감소에 대한 환경부하를 저감시키는 제품을 의미한다. 특히, 친환경 리사이클 섬유 제품은 폴리에스터나 나일론 등의 리사이클 섬유 원료 물질부터 최종 제품 생산 공정에 이르는 전 공정에서 조제, 운수 등의 절감 및 재활용이 포함되며, 궁극적으로는 제품 제조과정에서의 재활용 비율을 높이고, 완제품의 재활용 효율을 개선함으로써 환경부하를 최소화하고 한계 자원을 효율적으로 재사용하여 완전 순환

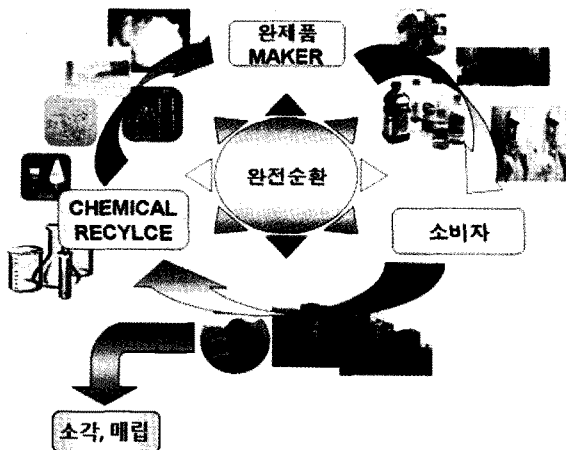


그림 8. 완전 순환 리사이클 개념도

시스템을 구축하는 것을 근본 목적으로 하고 있다(그림 8).

2007년 기준 전 세계 총 생산량이 3,110만 톤에 달하고 전 세계 섬유소비량의 60% 이상, 화학섬유의 70% 이상을 차지하는 폴리에스터계 제품 및 셀비지의 재자원화를 살펴 보면, 주로 물리적 재생(material recycle) 또는 화학적 재생(chemical recycle), 열적 재생(thermal recycle) 방법을 통해 이루어지고 있다. 물리적 재생 방법은 수지 폐기물을 회수하여 세척, 파쇄, 건조, 재용융, 펠렛화의 과정을 거쳐 만드는 방법이고, 화학적 재생은 폐기물을 해중합하여 모노머 및 올리고머로 회수한 후 재중합하여 다시 원래의 고분자를 만드는 방법이다. 이외에 열적 재생은 열에너지로 재이용하는 방법으로 분별과정이 필요 없으나, 자원을 반복하여 이용할 수는 없다는 단점이 있다. 한편, 물리적 재생과 화학적 재생은 기존 원유에서 생산하는 공정보다 70~55%의 CO₂ 및 70~50%의 에너지를 절감할 수 있어서 최근 대표적인 녹색공법으로 주목 받고 있다(그림 9).

폴리에스터의 대표적인 재자원화 방법 중 기존 물리적

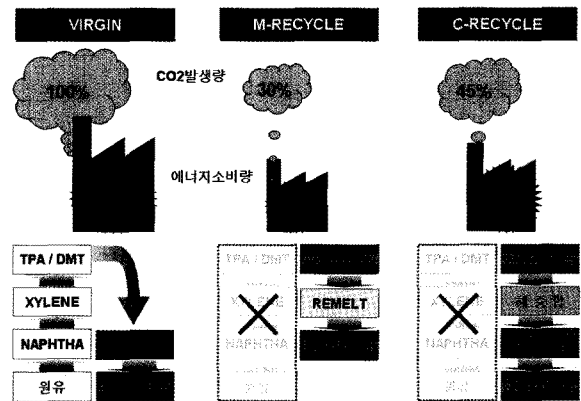


그림 9. 폴리에스터의 물리적 및 화학적 리사이클 공정의 저탄소 및 에너지 절감효과

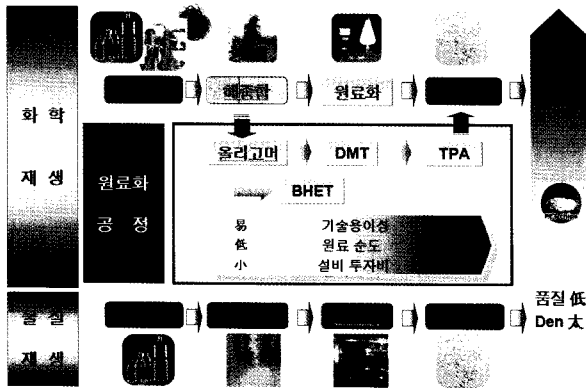


그림 10. 폴리에스터의 물리적 또는 화학적 리사이클 공정도 및 장단점 비교

방법에 의한 물질 재생은 공정이 복잡하지 않고 제조 단가도 낮은 반면, 고도의 이물 제거가 곤란하여 재생품의 순도 및 품질이 떨어지고 생산 제품의 용도 및 시장 확대에 있어 한계에 도달한 상황이나 최근 주목 받고 있는 화학적 재생은 원료 단계까지 폴리에스터를 해중합하기 때문에 미세 이물의 제거가 가능하므로 원료 물질과 동일한 물성의 폴리에스터 생산이 가능한 장점이 있다.

이중 폴리에스터를 해중합하여 단량체 원료인 DMT와 TPA까지 생산하는 고도의 methanolysis 및 hydrolysis에

의한 화학적 재생 방법은 원료 물질과 유사한 고순도의 재생원료를 얻을 수 있는 장점이 있지만, 공정이 복잡하고 초기 투자비가 높으며, 에너지 소모가 크고, 위험 물질을 사용하는 문제점이 있어서 올리고머 수준까지만 해중합함으로써 에너지 소비량 및 제조 비용을 상대적으로 낮추고, 고순도 저온 정제 및 여과가 가능하도록 한 신규 glycolysis 공법이 경제성 있는 고품질의 폴리에스터 재자원화 방법으로 주목 받고 있다(그림 10).

3. 의류 및 섬유제품의 재활용 기술 관련 현황

3-1. 국내 기술 동향

국내의 경우 대형 화섬사를 중심으로 폐PET 및 나일론 소재(병, 어망 등)를 일부 회수하여 제조한 재활용 칩을 개발하여 양산화를 진행 중에 있지만, 현재는 일부 소재에 국한되어 있으며, 기능성과 경제성, 효율성 면에서도 개선되어야 할 사항이 많은 시장 진입 초기 상태이다. 제품 적용의 경우에도 기존 소재에 혼용하거나 일부 국한된 의류제품에만 적용되고 있으므로 앞으로도 기술개발과 함께 제품의 다양화에 대한 연구가 필요하다.

폴리에스터 재활용 분야를 살펴보면 생산자 책임 재활용

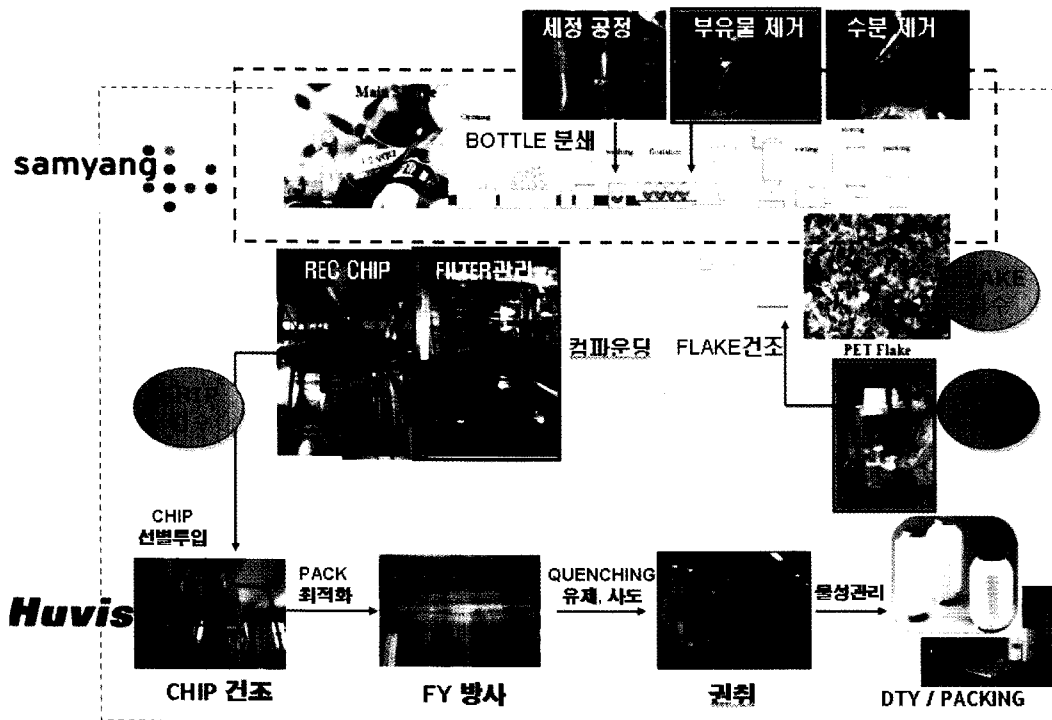


그림 11. Material Recycle 원사 생산 공정도

제도(Extended Producer Responsibility(EPR))의 운영으로 폐페트병의 회수율은 2010년을 기준으로 84%의 높은 수치를 보이고 있으나, 회수된 폐페트병은 대부분 물리적 재생에 의해 생산되어 주로 저가의 플라스틱 성형물, sheet, 포장재 및 산업용 재생 단섬유 형태로 재활용되고 있는 실정이며, 화학적 재생에 의한 상용화 기술 및 제품화는 개발이 진행 중에 있다.

휴비스의 모사인 삼양사(Samyang)는 폐페트병의 수거 및 원료 공급을 진행하고, 휴비스(HUVIS)는 원사를 생산하므로 종합적인 품질관리가 가능하며 현재는 기존의 재활용 원사가 갖는 단점을 극복하여 극세사까지 생산이 가능한 기술을 갖추므로써 그 품질을 인정받고 있다(그림 11).

나일론의 경우, 국내 원사 제조업체를 중심으로 nylon6 화학적 재생섬유의 시생산 및 상업 생산이 시도되고 있다.

3-2. 국외 기술 동향

일본의 경우, 2020년까지 일본 기술 정책 전략의 섬유 산업 기술 로드 맵에 친환경 기술을 핵심분야로 지정하여 자원 및 환경제약으로부터 탈피하기 위한 친환경 리사이클 첨단 섬유제품 개발을 진행 중에 있다. 유럽의 경우, 독일을 중심으로 환경혁신 프로그램의 일환으로 독일 섬유산업의 친환경 재활용 처리기술에 관한 시범사업에 대규모 투자를 진행하고 있으며, 고순도 PET 재생기술 확보를 통한 사업화와 폐유리섬유의 재활용 기술 개발 등 관련 섬유 재생 기술을 활발히 진행 중에 있으나, 다양한 제품군을 생산하기 위한 기술 개발은 아직 미흡한 상황이다.

폴리에스터 재활용의 경우, 물질재생에 의한 재활용 폴리에스터 소비는 2007년 580만 톤을 보여 연평균 4% 가량 성장하였고, 이중 약 400만 톤의 재활용 폴리에스터는 페PET 병으로부터 생산되고 있다.

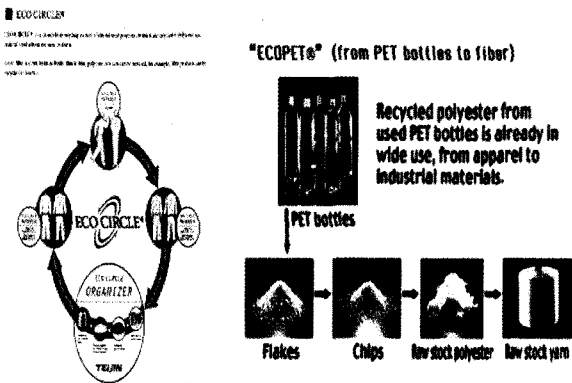


그림 12. Teijin사의 ECO-CIRCLE

• 데이진(Teijin, 일본)

화학재생 방법 중 hydrolysis 공정을 통해 폴리에스터 원료인 TPA를 연간 70,000톤 생산하고 있으며, 리사이클 원사 브랜드인 CALCULOS-ECO®도 생산하고 있다. 또한, 일련의 기업들과 ECO-CIRCLE을 형성하여 친환경 제품의 부가가치를 높이고 있다(그림 12).

• 아사히카세이(Asahi-kasei, 일본)

화학 재생 방법 중 methanolysis 공정을 통해 폴리에스터 원료 중 DMT를 제조하고 있으며, 페PET로부터 폴리에스터 원료인 TPA를 연간 3,000톤 생산하고 있다. 아사히카세이의 리사이클 브랜드는 ECOSENSOR®이다.

• UNIFI(미국)

물질재생 방법에 의해 재활용한 폴리에스터 섬유에 흡한 속건성 등의 기능성을 부여하여 제조하고 있으며, 시판되는 리사이클 원사 브랜드에는 REPREVE®이 있다.

나일론 재활용 분야에서 일본의 데이진사는 공정 중에 발생한 나일론 파사를 재활용한 방적사를 시판하고 있고, 재생 nylon 6을 미국의 아웃도어 기업인 Patagonia에 공급하고 있으며, 이외에 리사이클 소재를 극세섬유화하고 고기능성을 부여하는 기술을 개발하여 시판 중에 있다.

4. 환경 친화적 의류 및 섬유제품

4-1. 친환경 의류제품

최근에는 환경에 대한 위기 의식과 함께 환경에 대한 소비자들의 관심이 높아지면서 친환경을 컨셉으로 추구하는 기업이 증가하고 있으며, 이에 따라 '그린 마케팅(Green marketing)'이 중요한 화두로 부각되고 있다. 여기에서는 환경 친화성을 마켓 전략으로 제시하고 있는 몇몇 기업들의 사례를 소개하고자 한다.

• 팀버랜드(Timberland)

팀버랜드사는 친환경적인 매장에 초점을 맞추어서 매장의 실내 인테리어에는 나무와 재활용 재료를 사용하였고, 자연친화적인 non-VOC 페인트를 사용하여 탄소를 배출하지 않는 탄소 중립 매장으로 뉴욕에 처음으로 친환경 매장을 열었다. 팀버랜드사의 어스키퍼(Earthkeeper) 브랜드 라인이 내건 'Don't Tell Us it Can't Be Done' 캠페인은 비즈니스는 환경을 의식한 제품과 기업의 이윤을 동시에 창출할 수 있다는 점을 강조하고 있다. 팀버랜드사는 사회

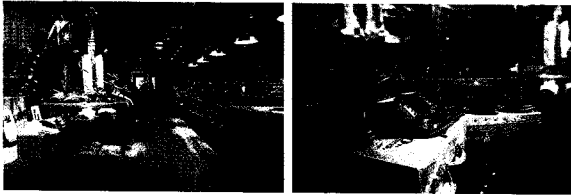
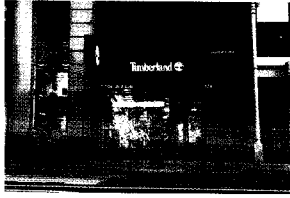


그림 13. Timberland사 매장의 외부와 실내 모습

및 환경적으로 친환경 사업에 이바지한 공로가 인정되어 2009년도 친환경 기업 베스트 2위 자리를 차지하기도 하였다(그림 13).

• 리바이스(Levi's)

리바이스사는 2010년 7월부터 청바지의 제품 안쪽에 케어 라벨을 부착하여 찬물로 세탁, 자연 건조, 'Wash Cold, Line Dry, Donate When No Longer Needed' 등 제품을 친환경적으로 사후 관리할 수 있는 새로운 방법을 제시하였고, 버려질 현 청바지를 수거하여 쓰레기 소비를 줄이는 환경보호 동참을 유도하는 포에버 블루 캠페인을 연중 실시하고 있으며, 수거된 현 청바지는 아름다운 가게 등 비영리기관에 전달하여 재활용되거나, 일부는 판매되어 장학금으로 활용할 계획을 세우고 있다. 또한, 2010년 8월부터 프리미엄 에코(Eco) 라인의 일환으로 100% 유기농 면으로 만들어진 신제품에 기존 리바이스의 상징인 가죽패치와 레드 탭(Red Tab) 대신 코튼 패치와 그린 탭(Green Tab)을 부착하여 리바이스의 친환경에 대한 실천의식을 반영하고 있다(그림 14).

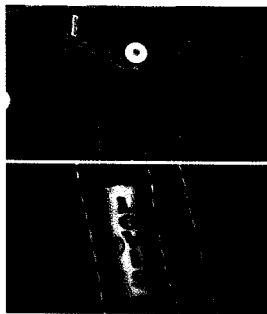


그림 14. Levi's사의 친환경 케어 라벨(Care Label)과 그린 탭(Green Tab)

• 맥스 앤 스펜서(MARKS & SPENCER)

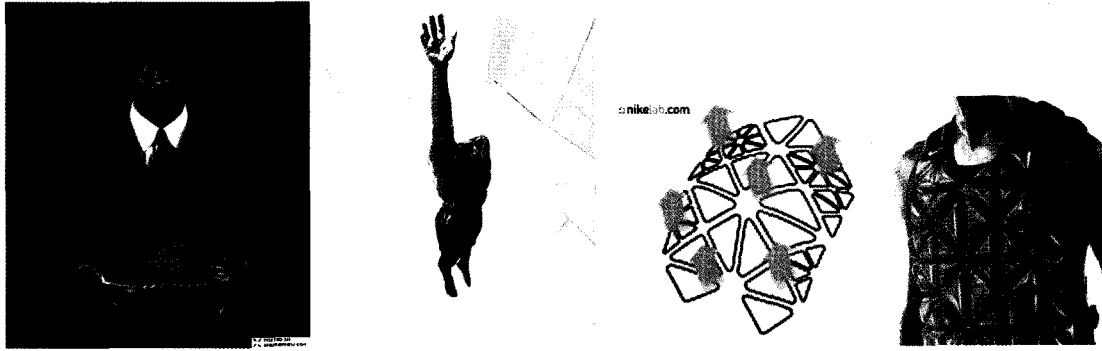
환경 보호를 위해 의류제품에 100% 유기농 면을 많이 사용하고 있으며, 'Plan A'라는 친환경 캠페인을 진행하고 있다. 'Plan A'는 탄소 배출을 최소화하는 매장 운영 방식으로 에너지 절약 캠페인 전개, 제품 포장지의 사용량을 25%까지 줄임으로써 쓰레기 배출의 최소화, 자연에서 얻을 수 있는 원재료의 사용으로 환경친화적 상품 개발, 공정거래를 통한 여러 지역의 생활 개선, 건강 식품 개발과 정확한 내용의 표기로 건강한 삶을 추구하는 것을 목표로 하고 있다(그림 15).



그림 15. MARKS & SPENCER사의 'Plan A'와 에코백 광고

• 나이키(NIKE)

'Write the future'라는 구호를 내걸고 친환경 사업에 선두로 나서고 있는 기업 중 하나인 나이키(NIKE)사는 농구화 조단 시리즈의 마지막인 Air Jordan xx3을 환경적인 측면을 고려해서 농구화 제작에 사용되는 접착제 등을 친환경 신소재를 사용하여 큰 호응을 얻었고, 2008년 베이징 올림픽에서는 최첨단 제품이면서도 재활용 소재를 활용하여 만든 기능성 수영복 '스위프트(Swift)'와 '프리쿨 베스트(Pre-Cool Vest)'를 선보여서 친환경을 추구하는 나이키의 의지를 드러내 보이기도 하였다. '스위프트'는 버려진 유니폼, 산업 폐기 섬유, 페페트병 등을 100% 재활용한 폴리에스터사로 만든 수영복이며, '프리쿨 베스트'는 운동화 밑창을 재활용한 소재로 일종의 얼음 조각이다. 이외에도 2010년 남아프리카 공화국 월드컵 축구대표 유니폼은 페페트병을 재활용하여 만든 소재로 제작하여 공급하였다(그림16).



(a) Air Jordan xx3 (b) Swift (c) Pre-Cool Vest

그림 16. NIKE사의 친환경 섬유제품



그림 17. OTTO사의 'Cotton made in Africa' Label

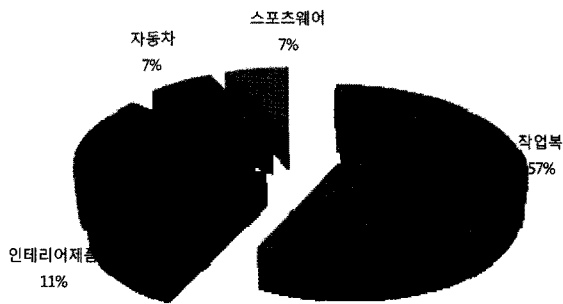


그림 18. 일본 리사이클 소재 사용빈도

• 오토(OTTO)

독일의 카탈로그 업체인 오토(OTTO)사는 독일의 몇몇 기업들과 함께 FSAF(Foundation for Sustainability Agriculture and Forestry in Developing Countries)를 설립하였다. 이 재단의 목적은 아프리카 지역에서 나오는 면화를 많이 구입하여 아프리카 노동자들의 생활수준과 교육의 질을 향상시키고자 하는 것이다(그림 17).

4-2. 친환경 리사이클 의류 및 섬유제품

일본의 경우 리사이클 섬유의 주요 용도는 <그림 18>과 같으며, 최근 국가 및 국민의 환경의식이 고조됨에 따라 수

요가 계속 증가할 것으로 전망되고 있다.

국내에서도 폴리에스터 또는 나일론 등을 물질재생이나 화학재생에 의해 재활용한 섬유제품은 스포츠 및 레저 웨어로부터 각종 아웃도어 웨어, 이너웨어뿐 아니라 관공서나 은행 등에서의 유니폼 등으로 사용되고 있다. 또한, 비의류 제품으로는 백(bag), 장난감 및 자동차 시트, 헤드라이너 등의 자동차 용품, 산업용 소재에도 적용되고 있다. 친환경 리사이클 의류 제품을 제조하는 회사에는 휴비스(HUVIS), 효성(Hyosung), 웅진(Woongjin) 등이 있다.

• 휴비스(HUVIS)

휴비스(HUVIS)사는 2009년 나이키에 폐페트병을 물질재생에 의해 제조한 리사이클 원사 '에코에버(ECOEVER)'를 공급하는 공식업체로 등록되었으며, 국내 재활용 원사로 환경마크를 최초로 획득하였고, 2010년에는 재활용 원사 및 재생칩 모두 GRS(Global Recycle Standard) 인증을 획득하였다. '에코에버'는 폐페트병을 재활용하여 제조되므로 석유자원의 사용량 및 에너지 소비량, 이산화탄소 발생량을 감소시킬 수 있어서 친환경적이라고 할 수 있다. '에코에버'는 캐주얼 웨어 뿐만 아니라 스포츠 웨어, 이너웨어, 실내 인테리어 제품, 산업용 소재로도 사용이 가능하다. <그림 19>는 '에코에버'로 생산된 유니폼의 예이다.

• 웅진 케미칼(Woongjin Chemical)

웅진 케미칼(Woongjin Chemical)사는 폐페트병, 필름, 폴리에스터 원사나 직물을 화학적으로 분해한 후 재증합하는 완전 순환형 재활용 방식을 이용하여 만든 친환경 섬유 '에코웨이(ECOWAY)'를 출시하여 GRS 인증을 획득하였으며, 캐주얼 웨어 및 '블랙야크'의 아웃도어 웨어, '엘레강스 스포츠'와 '리클라이브'의 니트 트레이닝 세트와

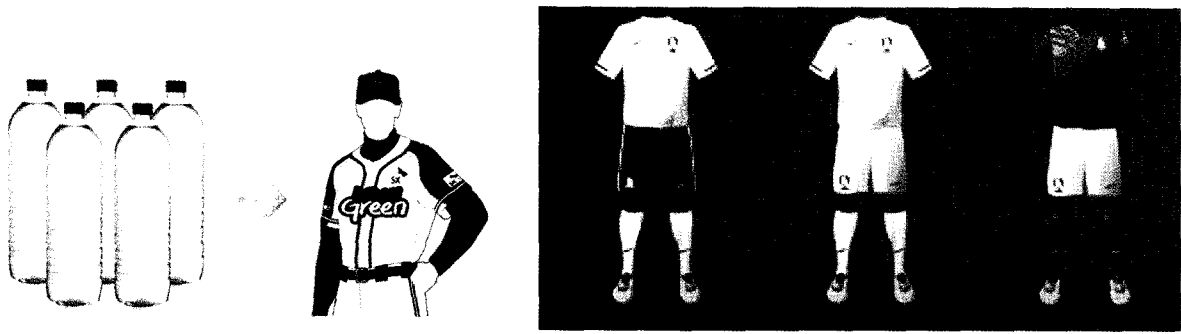


그림 19. SK 와이번스 유니폼 및 2010 남아공 월드컵 유니폼

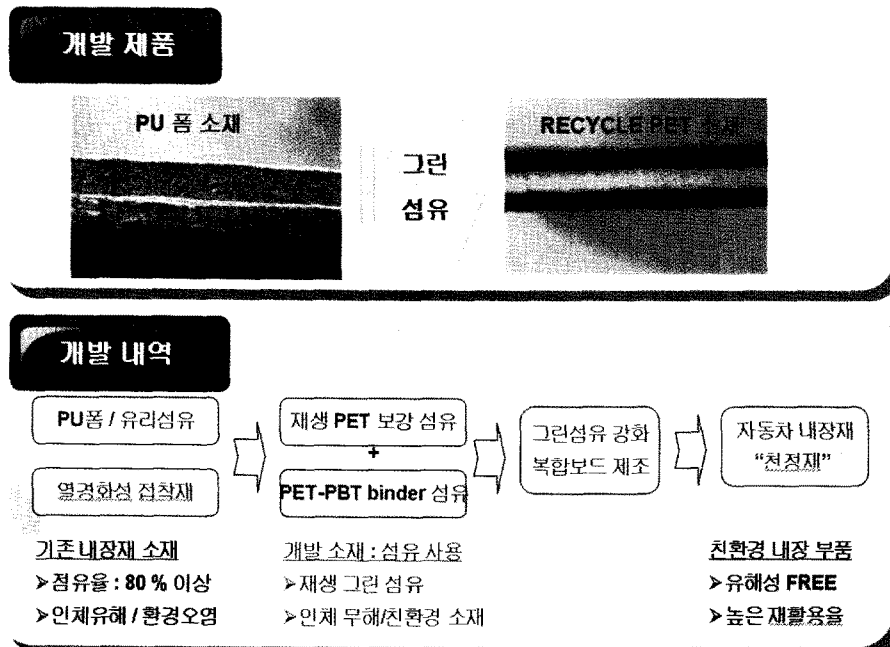


그림 20. 자동차 천정재용 재활용 섬유 소재

골프 웨어, 니트 웨어 등을 생산하는데 사용하기 시작하였다.

이외에도 코오롱의 '에코프렌(ECOFREN)', 효성의 '리젠(regen)' 과 바다 속 어망을 재활용한 의류용 나일론 원사 '마이판 리젠(MIPAN regen)' 등을 계속 선보이고 있어서 앞으로도 친환경 리사이클 원사 및 섬유제품의 용도는 다양화될 전망이다.

• Mercedes-Benz, 현대기아자동차

자동차 내장재의 경우, 전세계적으로 60,000억 원 이상의 시장을 형성하고 있으나, 현재 재활용 비율은 75% 수준이며 나머지 25%는 매립 및 소각에 의해 폐기되므로 환경파괴를 유발하고 있어 유럽연합(EU)은 2015년 95%를 목표로 자동차 산업 재활용 비율 기준을 강화하고 있으며,

이산화탄소 절감형 자동차를 생산하지 않으면 미주 및 유럽 지역에서는 환경규제로 인해 자동차를 판매할 수 없으므로 130년 가까이 자동차를 만들어온 Mercedes Benz사 및 BMW, Toyota, 현대기아 자동차 등의 자동차 제조회사는 친환경 자동차 제작에 주력하고 있다. 현재 자동차 제조회사는 폐차시 해체 매뉴얼을 완벽하게 준비해야 하고, 자연순환형 재료를 사용하여 자동차 내장재를 제조하는 것이 필수적이다. 우리나라의 경우, 친환경 자동차의 생산은 자동차 산업을 수출주도 산업으로 계속 유지해 나갈 수 있는 유일한 방안이기도 하므로 자동차 내장재 분야에서 재활용 사용 비중을 증가시킬 수 있는 섬유제품의 개발이 필요한 상황이다(그림 20).

5. 맺음말

환경을 고려하지 않은 급속한 산업화로 인해 우리 인류에게 자원 고갈 및 환경오염, 지구 온난화, 생태계 파괴 등과 같은 심각한 후유증이 초래됨에 따라 이제 친환경 산업으로의 전환은 선택이 아니라 필수 조건이 되었다. 특히, 자원이 부족한 우리나라는 석유를 원료 물질로 하는 의류 및 섬유제품들의 재활용에 대한 기술 개발 및 사업 확대가 불가피한 시점이다.

2007년 이후부터 리바이스, 나이키, 팀버랜드와 유통업체인 티켓을 포함하여 100개의 의류 브랜드와 판매점들은 제품이 만들어질 때부터 폐기에 이르기까지 생태 및 인류에 대한 영향을 측정하기 위한 소프트 웨어 도구를 개발하고 있으며, 2010년 8월부터 가전제품에 대한 에너지 성능 제처럼 옷과 신발에 대해서도 친환경 표시제를 시행하려는 노력이 이루어지고 있다. 또한, 섬유제조회사를 중심으로 폐기되는 섬유제품 및 폐페트병을 재활용하여 다시 제품화하려는 움직임이 활발히 전개되고 있으나, 아직은 폐기물의 회수와 경제적인 측면에 있어서 문제점을 가지고 있다.

2010년 현재 국내의 폐페트병 재활용 회수 비율은 84%로 높은 편이지만, 의류 및 가정용/산업용 섬유제품의 경우에는 재활용 회수 비율이 미미한 수준이며, 철저히 분리수거가 되더라도 서로 다른 원료 물질이 혼재될 수 밖에 없다. 폐페트병의 경우 주요 구성 물질은 폴리에틸렌(PE)이나 폴리프로필렌(PP)으로 구성되어 있는 경우가 있으며, 의류 및 섬유제품 또한 단일 섬유로 구성된 경우보다는 천연섬유와 합성섬유의 혼방, 합성섬유끼리의 혼방 등 혼방 제품이 훨씬 더 많은 실정이다. 따라서 경제적인 측면을 고려하여 재활용 제품의 생산단가를 낮추기 위해서는 기술 개발을 통해 분리수거 단계에서부터 다른 물질을 분별할 수 있는 재활용 생산공정을 확립하는 것이 필수적이다. 또한, 소비자들의 철저한 재활용품 분리수거도 매우 중요한 요소이므로 좀더 체계적이고 세분화된 재활용 분리수거 방식의 도입이 필요한 시점이다. 예를 들어서 폐페트병의 경우, 원료가 다른 뚜껑이나 상품 라벨을 분리해서 배출하게 하는 체계 등을 도입하는 것도 검토해 보아야 할 때이다.

이외에도 친환경 리사이클 섬유의 용도를 다양화하기 위해서 재활용 기술개발을 통해 얻어진 폴리에스터, 나일론 소재를 사용하여 촉감이 우수하고 흡습성, 흡수성, 신축성, 가시성 등이 요구되는 근무복 분야와 경량성 및 보온성, 투습방수성, 발수성, 신축성 등이 필요한 아웃도어 분야의 의

류용 제품군에 대해 원사 특성에 따른 특수 사가공 및 제직기술, 염색가공 및 용도별 후가공 기술을 통한 응용제품군을 개발하는 리사이클 의류제품의 고부가가치화가 필요한 단계이다.

참고문헌

권수에. (2002). 의복의 소비와 관리. 교학연구사.
 김성훈. (2008). 21세기 프론티어 연구 개발사업의 자원재활용 기술개발사업단, "폐합성 섬유의 고부가 재활용 기술개발" 보고서, 환경부/과학기술부.
 김성훈, 함원규, 박성윤, 윤석한, 이광상, 구현진. (2010). 친환경 리사이클 섬유 개발. 한국섬유공학회, 섬유기술과 산업, 14(2), 1-10.
 손양국, 오성진. (2008). 합성섬유의 리사이클(Recycle). 한국섬유공학회. 섬유기술과 산업, 12(3), 197-203.
 오경화, 윤재희. (2005). 섬유상 배후 내장재의 구조적 특성이 흡음 성능에 미치는 영향. 한국섬유공학회지, 42(6), 391-397.
 윤재희, 오경화. (2005). "실내벽면 마감재의 흡음 특성에 관한 연구", 한국섬유공학회지, 42(4), 255-262.
 이전숙. (2005). 섬유제품의 성능유지와 관리. 형설출판사.
www.google.co.kr
www.naver.com

김성훈

한양대학교 섬유공학과 졸업
 University of Massachusetts Lowell(석사)
 University of Massachusetts Lowell(박사)
 현 한양대학교 섬유고분자공학과 교수
 E-mail: Recycle @ hanyang.ac.kr

최연주

서울대학교 의류학과 졸업
 서울대학교 의류학과 석사 졸업
 서울대학교 의류학과 박사 졸업
 현 한양대학교 산업과학연구소 연구원
 E-mail: yjchoi613@naver.com
