

최근 일본의 섬유 재활용(recycling) 동향

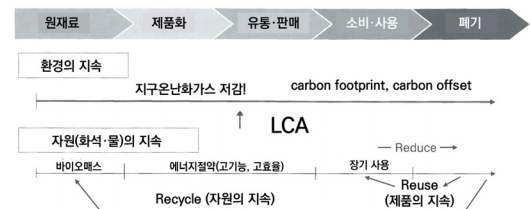
1. 서언

최근 다양한 분야에서 지속가능 개발 목표(Sustainable Development Goals, SDGs)가 화두이다. 지속가능 개발 목표는 2000년부터 2015년까지 시행된 밀레니엄 개발 목표(Millennium Development Goals, MDGs)를 종료하고, 2016년부터 2030년까지 새로 시행되는 유엔과 국제사회의 최대 공동 목표이다. 인류의 보편적 문제(빈곤, 질병, 교육, 성평등, 난민, 분쟁 등)와 지구 환경문제(기후변화, 에너지, 환경오염, 물, 생물 다양성 등), 경제 사회문제(기술, 주거, 노사, 고용, 생산 소비, 사회구조, 법, 대내외 경제)를 2030년까지 17개의 큰 목표와 169개 세부 목표를 해결하기 위한 국제사회 최대 공동 목표이다. 이중 12번째 목표인 제조 책임과 사용 책임에 대해서는 “폐기물의 발생억제”, “폐기물의 재생이용”, “라이프스타일(life style)의 수정” 등이 명문화되어 있다. 이러한 목표의 달성을 위해서는 순환형 사회의 구축이 반드시 필요하다.

일본의 순환형 사회형성 추진기본법 제2조에 의하면 「순환형 사회란 제품 등이 폐기물이 되는 것을 억제하며, 제품이 순환자원이 되는 경우, 적절하게 순환 이용이 이루어지는 것을 촉진하고, 순환 이용이 이루어지지 않는 자원에 대해서는 적절한 분배가 이루어져 천연자원의 소비를 억제하고 환경에 대한 부하를 가능한 저감하는 사회」로 되어 있다. 즉, 무조건적으로 제품 등을 재활용하는 것이 아니라 자원소비 및 환경에 대한 부하를 감소시켜 자원과 환경을 지속시키는 사회(sustainable society)를 형성할 필요가 있다. 본고에서는 섬유제품에 대해 폐기물의 현상 및 리사이클의 방향성에 대해 생각해 보고 싶다.

2. 섬유제품의 라이프 사이클과 순환형 사회

〈그림 1〉은 일반적인 섬유제품의 라이프 사이클(life cycle)을 나타낸 것이다. 천연 또는 화석원료로부터 섬유소재가 추출 및 제조된 이후 섬유제품으로 가공되어 대부분 유통을 통해 소비자에게 전달된다. 이러한 라이프 사이클에서 보면 제조 및 유통 과정 또는 소비자로부터 대량의 폐기 섬유가 발생하고 있다.



〈그림 1〉 섬유제품의 라이프 사이클

한편 자원소비를 감소하기 위해 비석유계의 재생 가능한 바이오매스를 섬유소재 원료로서 이용하는 것이 권장되고 있으며, 특히 식물 유래의 섬유가 주목되고 있다. 또한 에너지 감소와 관련하여 섬유제품의 제조 공정, 예를 들면 제직, 편성 및 염색 가공 등에 소요되는 에너지를 절감하는 것, 환경 부하 감소와 관련하여 소비 단계에서 제품의 장기 사용 등에 의한 폐기물 배출이 없도록 하는 것이 권장되고 있다.

제품의 유지관리에 대해서도 세탁, 다림질 등에 소요되는 에너지를 줄이고 그에 따른 이산화탄소 배출 저감 효과를 고려하는 것도 필요하다.

소유자가 이용하지 않는 섬유제품에 대해 다른 소비자가 이용 가능하도록 재사용(reuse)하여 장기 사용하는 것과 재사용할 수 없는 것을 다른 제품의 소재 또는 각종 연료로서 순환시키는 사회적 구조가 요구되고 있다.

〈표 1〉은 2010년 2월 일본의 (독)중소기업진흥기구 (Small & Medium enterprises and Regional innovation, Japan)가 발표한 자료로서 2009년 일본의 주요 섬유제품의 폐기량과 리사이클 비율을 나타낸 것이다. 이 표에서 알 수 있듯이 폐기물의 약 절반이 의류품이다. 의류품의 재활용 비율은 겨우 10 %를 넘는 정도이며, 다른 제품의 경우 10 %를 이하이다. 최신 자료는 아니지만 이러한 재활용 비율로 볼 때 획기적인 신규 기술 및 새로운 사회 시스템이 구축되었고 보기는 어려우며 현재도 재활용 비율의 큰 변화는 없는 것으로 생각된다.

〈표 1〉 주요 섬유제품의 폐기량과 리사이클 비율

		합계	의류	커튼	카펫	티올	이불
폐기량(톤)		1713.21	941.6	29.57	329.18	152.03	260.83
Recycle	양(톤)	163.01	106.42	1.68	25.61	3.99	25.32
	비율(%)	9.51	11.3	5.67	7.78	2.63	9.71
Reuse	양(톤)	172.04	125.68	2.05	18.09	3.03	23.19
	비율(%)	10.04	13.35	6.95	5.5	2	8.89
Repair	양(톤)	44.06	15.36	0.47	7.01	12.96	8.26
	비율(%)	2.57	1.63	1.59	2.13	8.53	3.17
3R 합계	양(톤)	379.11	247.45	4.2	50.71	19.98	56.77
	비율(%)	22.13	26.28	14.2	15.4	13.14	21.77

섬유의 재활용에 있어 중요한 폐기 의류는 기존의 관련 업자가 회수하여 쓰레기 및 중고의류용으로 분류하고, 이를 자사 혹은 관련 전문업체에서 최종 상품화 하고 있다. 그러나 최근에는 H&M, MUJI, 유니클로 등 많은 브랜드점이 자사 소속점 내에 회수함을 설치하고 자사에서 판매된 의류와 타사의 의류를 포함하여 회수하고 있으며, 재활용 관련 기업과 협업하여 섬유의 재활용을 진행하고 있다. 다만 어느 정도 의류품이 회수 및 재활용이 되고 있는지에 대해서는 공표되고 있지 않다. 한편 이러한 재활용은 고객유치에 있어 판촉 효과는 있는 것으로 알려졌으나 섬유제품의 재활용에 있어 그 기여도는 알려지지 않고 있다.

3. 패스트 패션과 섬유 폐재

최근 패스트 패션의 대두에 의해 최신 유행의 저렴한 의류품을 짧은 기간 동안 착용하고 버리는 사람이 증가하여 의류품의 폐기물이 증가하고 있다. 저렴한 의류품의 경우 수회 착용하고 바로 버려지거나 심한 경우 한 번도 입지도 않은 의류가 버려지고 있다. 이러한 습관은 단기간의 유행을 조장한다. 소비자의 선택지를 좁히고 소규모 생산에 의한 결함품을 피하기 위해 대량생산을 하고 있는 어패럴 기업에게도 책임이 있다. 한편 패스트 패션에 이의를 제기하고 슬로우 패션을 권하는 강의를 하는 개설하는 대학과 전문학교도 증가하고 있으며 클럽 활동으로서 슬로우 패션을 널리 알리는 학생들도 있다.

패스트 패션의 영향뿐만이 아니라 일본의 어패럴 기업에 계속 남아있는 의류 불량재고는 14억 장으로 시장에 투입된 양의 약 절반으로 알려져 있다. 불량 재고의 일부는 재고처리 업자가 원가에 비해 크게 낮은 가격으로 인수하여 인터넷, 상점, 해외 점포에서 재판매 되고 있지만 많은 양이 소각 처리되고 있는 것으로 생각된다.

최근 BBC 뉴스에 의하면 영국의 고급 브랜드 버버리 (Burberry)가 브랜드 보호를 위해 의류품, 액세서리 및 향수 등 2,860 만 파운드 상당의 불량재고를 파기 처분 하고 있다고 보고하였다. 다른 고급 브랜드의 경우, 도난 되거나 값싸게 판매되는 것을 방지하기 위해 재고를 파괴 처분하고 있다고 한다. 덴마크의 방송국 TV2의 방송은 스웨덴 H&M 이 2013년부터 매해 12톤 정도 팔고 남은 의류를 소각처분하고 있다고 보도한 바 있다. 또한 이 회사는 엄청난 양의 재고 처리 문제가 큰 것으로 보도되었다. 이러한 어패럴 업계의 과도한 생산을 막기 위해 제조자 측과 사용자 측이 한번 진지하게 생각할 필요가 있다.

의류품을 장기간 사용하는 움직임이 있다. 특히 유럽 에서는 슬로우 패션이 활성화 되고 있다. 이것은 양질의 의복 또는 물려받은 옷에 대해 애착을 가지고 오랜 기간 동안 사용하려는 운동이다. 일본에서는 기모노 문화가 전형적인 슬로우 패션이라 할 수 있다. 대대로 기모노를 물려받는 가정도 적지 않다. 그러나 기모노를 입는 습관이 감소되고 있으며 앞으로는 기모노를 모른



〈그림 2〉 근적외선을 이용한 의류 분별시스템

다고 하는 사람도 있을 것이다. 기모노는 일반적으로 고가이지만 높은 가격 때문에 소중하게 사용하여 폐기되지 않는다는 점에서 볼 때 고가품은 상당히 환경친화적이라고 말할 수도 있을 것 같다. 기모노 문화의 부활은 어려울지도 모르지만 의복을 수선이 용이한 구조로 제조하여 애착을 가지고 장기간 사용하거나 대대로 물려받아 사용하는 슬로우 패션적인 문화를 구축한다면 의류폐기물은 크게 감소될 수 있을지도 모른다.

4. 분리·분별 기술

섬유제품의 재활용을 어렵게 하는 요인 중 하나로서 이중 섬유의 혼합 또는 소재의 불명확성을 들 수 있다. 단일소재인 경우 비교적 재활용이 용이하지만 이중소재가 혼합된 경우에는 어렵다. 더구나 폐기시에는 소재의 종류를 알 수 없는 경우가 많아 소재별로 분별·분리 기술의 개발이 요망된다.

〈그림 2〉는 벨기에 Valan사가 개발한 것으로 근적외선을 이용한 의류의 소재별 분별 시스템을 나타낸 것이다. 숙련공이 수작업으로 소재를 분별할 경우, 1 개당 6초가 소요되지만 이 장비를 사용한 경우에는 1 초로 가능하다. 또한 소재로서는 면, 폴리에스터, 아크릴, 나일론, 비스코스 및 양모를 분별하는 것이 가능하며, 분별에 필요한 시간을 대폭 감소시킬 수 있다. 이중 소재 혼합 제품에 대한 소재 분별 기술의 경우, 특히 의류제품에 있어 비교적 높은 비율을 차지하는 면/폴리에스터 혼용 제품의 경우 많은 기업들이 도전하고 있지만 장치 비용과 섬유를 분리하기 위해 소요되는 비용적인 측면을 고려한 효율적 활용이 과제이다. 즉 섬유의 재활용은 기술적인 면에서는 가능하지만 경제적인 면에서 볼 때 최종적으로 적용이 어렵다는 것이 문제이다.

5. 다양하게 전개되고 있는 섬유의 재활용

100만 톤에 이르는 폐기 의류를 재활용하는 시스템을 생각할 볼 때 100만 톤을 일괄적으로 재활용하는 시스템이 이상적이지만 현실은 어려운 실정이다. 그래서 각각의 처리 양은 적더라도 섬유 폐재의 출처 및 종류 등의 다양한 현황에 맞는 시스템을 다수 구축할 필요가 있다.

다음은 취급량은 얼마 되지 않지만 이후 발전할 것으로 예상되는 대응 시스템을 소개한 것이다.

(1) 컬러 리사이클 시스템

기존 섬유업체로부터 회수된 섬유 폐재의 많은 양이 소재가 알려지지 않아 재활용이 쉽지 않다. 이러한 점을 고려하여 섬유 소재의 종류와 상관없이 폐재의 색상에 주목하여 색분별을 수행하고, 색을 이용한 재활용 의류 제품을 개발하는 기업이 있다. 일반적으로 다양한 색을 혼합하면 회색빛이 도는 색이 되는데, 이를 제품 표면에 사용하는 것은 일반적으로 꺼리게 된다. 일본의 모 기업은 다양한 색상이 혼색하더라도 호감 가는 색조가 될 수 있는 색 분별기준을 찾아내었다. 〈그림 3〉은 폐기된 의류를 색으로 분별하고 있는 것을, 〈그림 4〉은 색 분별한 의류를 개섬하여 폴리프로필렌 수지와 복합하여 사출 성형하여 제조한 다채로운 색상의 화분을 나타낸 것으로 폐의류를 충분히 개섬하여 얻은 섬유를 사용한다면 폴리프로필렌 수지의 강화재로서 사용이 가능하다는 것을 보여주고 있다.



〈그림 3〉 폐기 의류의 색분별



〈그림 4〉 분별된 폐기 의류를 이용한
화려한 색상의 화분

(2) 이업종 협동에 의한 업사이클

대량의 불량재고가 가능한 나오지 않도록 하는 것이 중요하지만 지금 당장 불량재고를 완전히 없애는 것은 어렵다. 불량재고는 어떻게든 처리하여야 하는 과제로서, 폐기물이 되도록 확산되지 않도록 하면서 폐기물이 발생되는 기업이나 장소에서 처리가 가능한 시스템을 구축하는 것이 필요하다.

최근 불량재고를 폐기물로 인식하지 않고 새로운 재료로서 인식하고 불량재고를 재료로 사용하여 자사에서 판매가능한 제품으로 기획하는 움직임이 있다. 〈그림 5〉는 일본의 한 어패럴 회사가 관련 그룹 및 컨소시엄을 조직하여 자사의 불량재고를 이용하여 비의류품인 멀티 백(multi bag)을 개발한 사례를 나타낸 것으로 소비자로부터 호평을 받고 있다. 이 멀티 백은 비영리민간단체

(NPO)의 협력을 얻어 제조하여 지역 경제의 향상에 도움을 주고 있다. 이러한 이업종 협업체에 의한 새로운 리사이클 시스템은 가치창조의 관점으로 볼 때 이후 점차 중요하게 여겨질 것으로 생각된다.



〈그림 5〉 불량재고를 이용하여 성형한
화려한 색상의 멀티 백

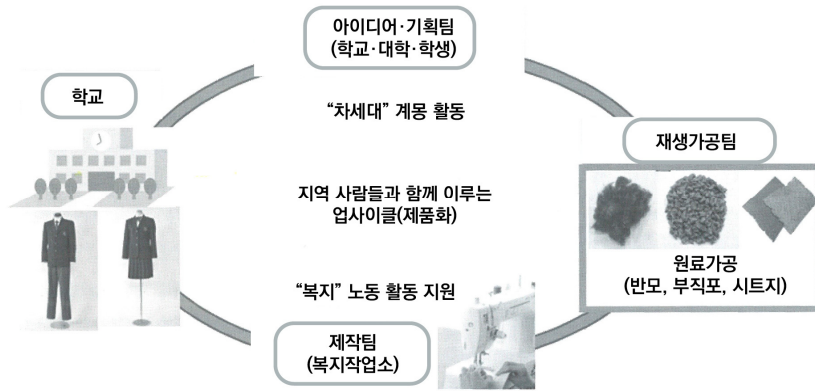
(3) 리사이클에 의한 추억 만들기

매년 발생하는 의류품 폐기물로서 학교 교복이 있다. 학교 교복은 졸업생이 후배에게 물려주는 경우도 있지만 오염 및 손상이 큰 교복은 폐기된다.

일본섬유기계학회 섬유리사이클기술연구회에서는 학교 교복을 회수하여 교복을 폐기한 학생들이 사용하는 추억의 물품을 만드는 시스템의 구축(학교 교복의 순환형 업사이클 시스템)을 위해 노력하고 있다. 이 프로젝트에는 소재 제조기업 및 교복 판매회사도 참가하고 있다.

이 프로젝트에는 리사이클 교복을 채용하는 학교에 연구회 회원이 파견 나가 학생들에게 환경 교육을 하면서 학교 교복을 재생하여 무엇을 만들고 싶은가를 학생들과 함께 생각하는 워크숍을 하는 등, 가능한 학생들의 희망을 반영한 제품을 만들어 학교 및 학생들이 이용할 수 있도록 하는 것도 포함되어 있다.

〈그림 6〉은 이 시스템 개략을 나타낸 것이다. 현재는 시행단계에 있는 이 시스템의 최대 과제는 재활용에 소요되는 경비이며 경비 부담의 문제가 해결할 수 있다면 폐기물 감소에 도움이 될 것으로 기대된다. 이러한 시스템은 기업이나 단체의 유니폼 등에도 적용이 가능하다. 리사이클 제품이 불필요하게 되어 폐기물이 되더라도 학교 및 기업·단체에서의 사용 용도를 잘 생각한다면



〈그림 6〉 학교 교복 리사이클 시스템



〈그림 7〉 폐기된 학교 교복으로부터 성형된 다양한 제품

폐기물의 회수가 용이하게 되어 재리사이클도 불가능한 것은 아니다. 〈그림 7〉은 학교 교복으로부터 학생들의 의미를 들으면서 제작한 리사이클 제품의 일부를 나타낸 것이다.

(4) 염색 수정에 의한 업사이클

소비자에 따라 추억이 깊은 의류품을 입지는 않으면서도 버릴 수 없어 창고 안에 처박아 높은 경우가 적지 않다. 이러한 의류품을 색 수정이라는 방법으로 의복을 한 번 더 되살리는 시스템이 주목되고 있다. 이러한 의류품 중 변색으로 인해 입을 수 없게 된 의류품을 회수하여 독자의 염색기술을 사용하여 매우 진한 검은 색으로 색 수정하는 서비스를 수행하는 기업이 있다. 일부의 경우 원품보다 좋아 보이게 되어 호평을 받고 있다. 최근에는 신규 의류품을 판매하면서 검은 색상으로 염색할 경우 어떠한 모습이 될지를 소비자에게 전달하여

보다 애착이 있는 의류품의 구축에 힘쓰고 있다. 이러한 시스템 구축은 의류품의 장기 사용에 크게 이바지하고 있다.

6. 근미래의 의류 순환 시스템

섬유 리사이클의 관점에서 지속가능 사회에 공헌하는 의류품은 어떠한 것일까? 상술한 바와 같이 애착이 가는 의류품의 제조, 의류품의 용이한 회수, 용이한 분별·분리, 에너지 절감 등 많은 과제가 있지만 리사이클이 가능하거나 폐기물이 나오지 않는 의복을 자기 자신이 쉽게 만드는 것이 가능하다면 그것은 해결 방법 중 하나가 될 수 있을 것이다.

최근 3D 프린터의 급속한 발전에 의해 가정에서 간단하게 플라스틱 제품을 자체 제작하는 것이 가능하게

되었다. 현재 많은 사람들에게 의해 3D 프린터를 이용한 의복 제안되고 있다(그림 8). 아직까지 우수한 태를 나타내는 수준에는 도달하지 못했지만 가까운 장래에 의류의 태를 제어하는 것도 가능할 것으로 생각된다. 이러한 3D 프린터 시스템을 이용한다면 인터넷에서 좋아하는 디자인 및 색을 선택하거나 자기가 좋아하는 디자인을 구축하여 자기만의 의복을 스스로 만들 수 있게 된다. 즉, 어패럴숍이 불필요하게 되며 그 결과로서 불량재고가 없어지게 된다. 만약, 불필요하게 된 의류의 소재가 열가소성 고분자일 경우 용융 공정을 통해 리사이클이 가능하기 때문에 완전순환형의 의류품 제조 시스템이 가능하게 된다. 이러한 시스템이 구축될 경우 제품 제조를 중심으로 한 어패럴 산업은 불필요하게 되며, 디자이너만이 소비자와 연계되는 사회가 다가올 수 있다. 예를 들면 인터넷을 통해 디자인 데이터만을 소비자에게 공급하면 될지도 모른다.

바이오 기반 혹은 천연의 수지와 복합한 재료를 3D 프린터의 필라멘트 소재로서 이용된다면 폐기되어도 환경 친화적인 의류품이 될 수 있다. 100 % 천연섬유로 이루어진 필라멘트 개발도 불가능하지 않다. 3D 프린터가 퍼스널 컴퓨터처럼 각 가정에 도입된다면 소비자가 성형소재(필라멘트)를 구입하여 좋아하는 디자인을 인터넷으로부터 다운로드하는 것만으로 제조가 가능한 세상이 그다지 멀지 않은 것 같다.



〈그림 8〉 3D 프린터로 성형된 의복

7. 결론

최근 이산화탄소 배출 규제, 온난화방지조약, IPCC (The Intergovernmental Panel on Climate Change, 기후변화협약) 선언, 파리조약, 해양 플라스틱, 중국 자원폐기물수입규제 등 환경과 관련된 용어를 많이 볼 수 있다. 지금이라도 지속가능한 사회를 구축하기 위한 의류 산업에 대해 의류 제조업체와 사용업체의 제휴를 심도 있게 생각할 필요가 있다.

♣ 가공기술 (Vol. 54, No. 8, 2019)