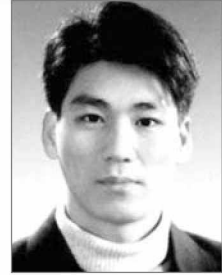




녹색 성장을 꿈꾸는 석유산업



신은호

한국 의류시험 연구원
신뢰성기술연구소
02-3668-2989

1. 들어가는 말

최근 얼마동안 우리는 유가가 1배럴에 140~150달러에 이르는 고유가를 경험하였다. 다시 유가가 1배럴에 60~70달러로 하락하였지만 환율이 상승하여 아직도 국가경제에 상당한 영향을 미치고 있다. 이 사건은 에너지와 자원 절약뿐만 아니라 석유자원 고갈에 대비한 대체 에너지와 대체 자원의 확보가 간절히 필요하다는 것을 우리에게 확실히 각인시키는 사건이었다.

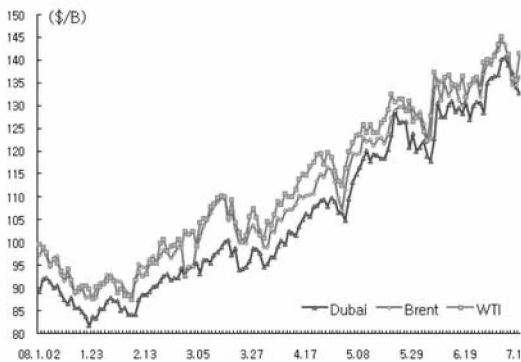


그림 1. 2008년 1월부터 7월10일까지의 국제유가 변동

또한, 급속한 산업화의 부작용으로 인류는 여러 가지 기상이변들을 경험하고 있다. 오존층의 파괴, 극지방 빙하의 감소 등 지구온난화로 인한 인류 생존 위협의 문제가 공상과학영화 속 이야기가 아닌 점점 현실속의 이야기가 되어가는 것을 우리는 경험하고 있다.

이런 환경파괴의 분쇄점을 알고 과거부터 전 세계적으로 상당한 노력들이 진행이 되고 있는 것은 매우 다행한 일이다. 어느 기업가는 “다가오는 미래는 새로운 제품을 생산하는 것도 중요하지만 ‘환경경영’, 즉 4R(Recycle, reuse, reform, reduce)이 메인 키워드가 될 것”이라고 말했다.

또한 2007년 12월에 출범한 이명박 정부도 새로운 비전의 축, 신국가발전 패러다임으로 ‘저탄소 녹색성장’을 제시했다. 녹색성장은 온실가스 및 환경오염을 줄이는 지속 가능한 성장이며, 녹색 기술과 청정에너지로 신성장 동력파 일차리를 창출하는 신국가 발전 패러다임인 것이다.

이에, 이 글에서는 석유산업분야에서 녹색성장을 위해 어떤 노력들이 진행되고 있는지를 조사하여 작성하였다. 이미 전문적인 자료들에서 외

국의 첨단 현황을 중심으로 폭넓고 깊게 다루고 있기 때문에 이 글에서는 이런 부분은 다루지 않고, 국내 기술 현황을 리사이클 섬유와 생분해성 섬유만을 중심으로 조사하여 작성하였다.

2. 리사이클 섬유와 생분해성 섬유

2003년 환경부에서 작성한 "생분해성 합성수지 도입 및 사용확대 계획"에 따르면, 2001년 기준으로 우리나라는 1인당 연간 합성수지 소비량이 106kg으로, 세계 7위의 다소비 국가에 해당하며, 벨기에 172kg, 독일 160kg, 일본 87kg, 영국 79kg의 합성수지를 사용하는 것으로 나타나 있다.

최근, 한국에서 생산되는 플라스틱 중 페트플라스틱 발생량은 160만톤이며 그중 약 30%인 140만톤이 재활용되어 사용되고 있다.

환경오염의 주범으로 꼽히고 있는 합성수지 및 섬유의 사용량을 줄이기 위한 방법으로 다시 사용하는 리사이클과 폐기시 분해가 되는 생분해성을 생각할 수 있다.

리사이클은 크게 케미컬, 미디리얼 및 서멀 리사이클로 나눌 수 있다.

리사이클 방법	개요	특징	
		장점	단점
케미컬 리사이클	화학적으로 분해하여 화학 원료로 이용 (예) 모노머화, 가스화, 용해 등	반영구적으로 리사이클 가능.	기술면 및 비용면에서 진입도가 높음. 투자 비용이 많음. 분별이 필요.
미디리얼 리사이클	동종 또는 동종 내로 혼합 재생	분별 후에는 작은 비용으로 신재 리사이클이 가능. 투자 비용이 적음.	대상 품종이 한정됨. 분별이 필요.
서멀 리사이클	열에너지로써 이용	분별 필요 없음.	자원유 반목 이용가능 없음.

표 1. 리사이클 방법별 특징

2.1 리사이클 섬유

2.1.1 국내에서 생산되는 리사이클 폴리에스테르 섬유

효성, 새한은 사용했던 페트병을 세척해 칩

(chip) 형태로 만든 후 섬유를 뽑아냈다. 효성은 '리센', 새한은 '에코웨이(ECOWAY)'라는 상품명으로 제품을 생산하고 있다.

새한은 웅진그룹에 합병이 되어 지금은 웅진케미칼로 사명이 변경되었다. 환경보호 측면에서 보면, 페트병 재활용으로 연간 400t 이상의 석유 화학 제품 소비를 줄일 것으로 기대 된다.

재활용 천 1야드(91.44cm)를 짜려면 페트병이 약 8.8개 소요된다. 페트병 1개를 재활용하면 60W 전구를 6시간 사용할 수 있는 에너지를 절약할 수 있다는 계산이 나온다.

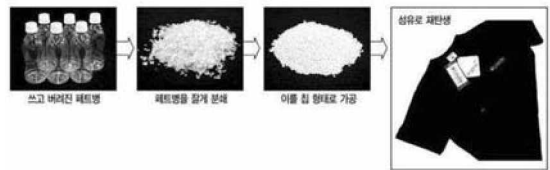


그림 2. 친환경 섬유로 재활용되는 페트병

2.1.2 국내에서 생산되는 리사이클 나일론 섬유

효성은 국내 최초로 페그볼을 재활용한 나일론 섬유를 제조하는데 성공하여 '마이판 리센'이라는 상품명으로 출시가 되었다.

'마이판 리센'은 낚은 어망을 회수해 섬유 원료인 카프로락탐(Caprolactam)을 추출하고, 이물질의류용 원사로 뽑아낸 제품이다.

리사이클 원사들을 이용한 다양한 종류의 섬유 제품들이 만들어지고 있다.

2.2 생분해성 섬유

세계 생분해성 플라스틱 생산량은 2006년을 기준으로 약 50만톤이며 2010년에는 그 두 배인 100만톤으로 증가할 것으로 예상된다. 생분해성 섬유를 설명하기 전에, 분해성 플라스틱 종

류와 정의를 이해하는 것이 필요하다.

미국 ASTM에서 발표한 분해성 플라스틱, 생분해성 플라스틱, 광분해성 플라스틱과 생분괴성 플라스틱에 관한 용어는 다음과 같이 정의되어 있다.

- 가. 분해성 플라스틱 : 특정한 환경 조건에서 화학 구조가 크게 변화해서 특정 성질을 손실하도록 설계된 플라스틱.
- 나. 생분해성 플라스틱 : 박테리아, 곰팡이, 조류와 같은 천연 미생물의 작용으로 분해가 일어나는 플라스틱.
- 다. 광분해성 플라스틱 : 빛에 의해 분해가 촉진되는 플라스틱. 통상 광증감 작용이 있는 철, 니켈, 세슘 등 전이금속화합물과 산화촉진제 등을 첨가한다.
- 라. 생분괴성 플라스틱 : 비분해성 플라스틱에 진분, 지방족 폴리에스터 등 생분해성 재질을 혼합하여 생분해성 재질만이 선택적으로 분해되는 플라스틱.

특히 생분괴성 플라스틱은 완전 생분해성 플라스틱이 고가이므로 비분해성 플라스틱과 혼합하여 가격과 불성을 조절하여 제품화 한 경우가 많다.

생분해성 섬유는 생분해성 플라스틱과 천연섬유 등 생분해가 되는 섬유상품질을 말한다고 할 수 있을 것이다.

동물성 및 식물성 천연섬유는 모두 생분해가 된다. 하지만 합성 섬유들은 거의 생분해가 되지 않는다. 생분해라는 측면에서 천연섬유들이 새롭게 조명되고 있다.

국내의 경우, 합성수지의 경우 연간 소모량이 1인당 106kg(2001년 기준, 세계 7위)에 달하기 때문에 환경오염 등의 분해를 방지하기 위해, 일반합성수지를 생분해성 수지로 대체하기 위한 연구들이 상당기간동안 진행되어 왔다. 그

결과 일부 생분해성 수지 및 섬유가 국내에서 생산되고 있다.

생분해성 플라스틱 중 PLA(Poly Lactic Acid)는 이래화학, SK네트웍스 에콜그린, 한국PLA 등에서 생산을 하고 있으면, PBS(Poly Butylene Succinate)는 삼우TCC에서 생산을 하고 있다.

여러 자료를 분석하여 보면 생분해성 플라스틱이 아닌 생분해성 섬유가 최초로 국내에 사용된 것은 생분해성 여망인 것으로 생각이 된다.

국립수산과학원은 수산생물의 산란장 및 수산자원을 보호하기 위하여 반영구적인 나일론 어망 대체품으로 미생물에 의해 분해되는 생분해성 어망을 2006년도에 개발하여 중소기업에 기술을 이전하였다.

해양수산부에서는 2007년부터 2009년까지 연간 20억 원을 투입하여 대게자원 보호 및 국내 중소기업 활성화를 위해 국립수산과학원에서 개발한 생분해성 대게자망을 생산하여, 이를 사용토록 하는 시범사업을 진행하는 중에 있다.

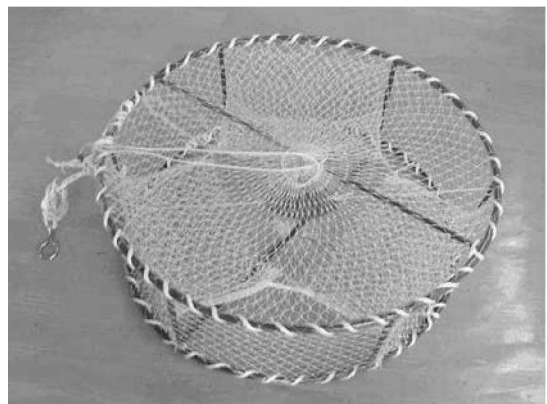


그림 3. 생분해성 어망

휴비스는 올해부터 100% 옥수수로 만든 섬유 '인지오'를 생산하고 있다. '인지오'는 바이오 공법을 통해 옥수수 4개에서 티셔츠 한 장을 만들 수

있는 실을 뽑아낼 수 있으며, 폐기시 땅에 묻으면 6개월~1년 뒤에는 생분해가 된다고 한다.

또한 옥수수를 원료로 활용해 기존 고부가가치 원사 대비 가격적인 측면에서 큰 차이가 없으며, 합섬에서는 볼 수 없는 독특한 진주 광택과 실크 촉감으로 최적의 소재에 손꼽힌다고 한다.

휴비스는 옥수수 외에도 코코넛 껍질을 재활용해 만든 친환경 섬유를 출시했으며, 삼양사와 공동으로 기존 소재를 재활용한 침단바이오 섬유 소재 개발에도 박차를 가하고 있다.

2.3 생분해성 평가

생분해성 시험방법은 국가별로 각기 다른 시험방법이 있으나 미국(ASTM), 일본(JIS), 유럽(CEN)등의 시험평가방법이 점점 ISO 국제표준을 통해 실질적으로 통합화되는 추세이다.

현재 세계적으로 'ISO 14851', 'ISO 14852', 'ISO 14855' 등이 생분해시험법으로 인정되고 있으며, 그 중에서도 'ISO 14855' 시험방법이 가장 널리 사용되고 있다.

국내의 경우, 'ISO 14855'에 부분 부합된(MOD) "퇴비화 조건에서 플라스틱의 호기성 생분해도 및 분해도의 측정-제1부: 적정에 의한 발생 이산화탄소의 정량법" (KS M 3100-1)으로 생분해성을 평가한다.

이 평가 방법은 시험물질을 접종원과 섞어 퇴비화 용기에 넣고 6개월 이하의 시험 기간 동안 함수율, 온도, 산소가 조절되는 조건화에서 58℃의 챔버에서 시험을 하여 퇴비화(생분해)가 일어날 때 발생하는 이산화탄소를 연속적 또는 주기적으로 측정하여 생분해도를 평가한다.

생분해가 일어나는 과정은 유도기, 생분해기, 정체기의 3 단계로 구분할 수 있다.

유도기는 시험 시작일로부터 분해에 관여하는

미생물이 선택되거나 적응할 때까지의 시간을 일수로 측정하는데, 이는 화학적 화합물 또는 유기물의 생분해도기 최대 생분해도의 10%에 도달할 때까지의 시간을 말한다.

생분해기는 유도기 이후부터 최대 생분해도의 90%까지 도달하는 시간을 말한다. 정체기는 일별로 측정하여 생분해기 이후로부터 시험 종료 시까지의 시간을 말한다.

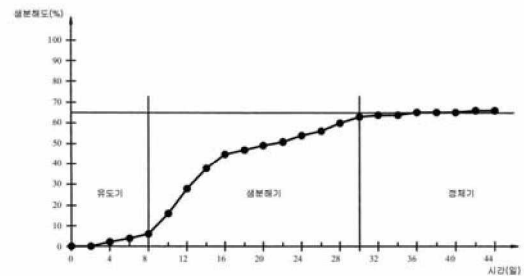


그림 4. 생분해도 곡선

국내의 경우, 생분해성의 인증 기준은 생분해성 평가를 시작한 후 45일만에 제품의 60%가 분해되고 180일(6개월) 후에는 90%가 분해되어야 한다.

국가	시험기간	분해도
한국	6개월	기준물질(셀룰로오스) 대비 90% 이상
미국		기준물질 대비 60% 이상
EU		기준물질 대비 90% 이상
일본, 독일		절대치 60% 이상

표 2. 국가별 생분해성 제품에 대한 인정기준

국가시험기간분해도한국6개월기준물질(셀룰로오스) 대비 90% 이상미국기준물질 대비 60% 이상EU기준물질 대비 90% 이상일본, 독일절대치 60% 이상

환경부는 생분해성 합성수지 시험기관으로 한

국의 류시험연구원과 한국화학시험연구원을 2004년 8월에 지정하였다. 현재까지 국내에서 생분해성 시험을 할 수 있는 국가공인시험기관은 앞에서 언급한 2곳 밖에 없다.

특히 한국의류시험연구원은 2001년부터 생분해성 평가 관련 연구 및 기업 지원을 실시하여 왔으며, 지금도 생분해성 평가와 관련하여 정부과제를 기업체와 공동으로 수행하고 있다.



그림 5. 생분해성 시험장치

3. 글을 마치며

지금까지 녹색 성장을 위한 국내 섬유산업의 노력을 리사이클 섬유와 생분해성 섬유를 중심으로 살펴보았다.

중국 섬유제품 산업의 급성장과 저가 공세, 해외의 신기능성 고부가가치 제품 출시 등, 경쟁이 치열한 섬유 산업 환경에서 지금까지 생산 원가 절감, 공정 개선, 고부가가치 신기술 개발 등에 주력해 온 한국 섬유 산업은 이제 또 다른 키워드인 "환경"에 보다 더 집중해야 할 시기이다.

앞에서 살펴본 바와 같이 현재까지 여러 노력이 있어 왔으며, 앞으로도 이 분야에 더 많은 노력과 기술 개발이 있어야 할 것이다.

한국의류시험연구원도 녹색 성장을 위해 변화하는 섬유산업에 적합한 시험평가 및 연구·컨설팅을 적극 지원하여 상생협력을 할 수 있도록 적극 참여할 것이다.

참고문헌

1. 손양국, 오성진, "합성섬유의 리사이클", 섬유 기술과 산업, 12(3), pp 197-203 (2008)
2. KS M 3100-1(2003) 퇴비화 조건에서 플라스틱의 호기성 생분해도 및 붕괴도의 측정-제1부: 석정에 의한 발생 이산화탄소의 정량법
3. PLA와 PBS를 혼합한 생분해성 수지의 신뢰성향상, 한국의류시험연구원, 2008

| 기술표준 2008.11