

# 화학 없인 못살아 —생활 속의 화학

- 01 석유로 옷을 만든다고!?
- 02 섬유의 역사를 바꾼 나일론
- 03 ‘아이언맨’도 화학섬유가 필요해
- 04 농약과 비료가 없었다면?
- 05 비닐의 활약
- 06 화학으로 둘러싸인 집
- 07 화학으로 이루어지는 자동차
- 08 미녀는 화학을 좋아해
- 09 스포츠는 화학이다?
- 10 화학으로 포장된 세상

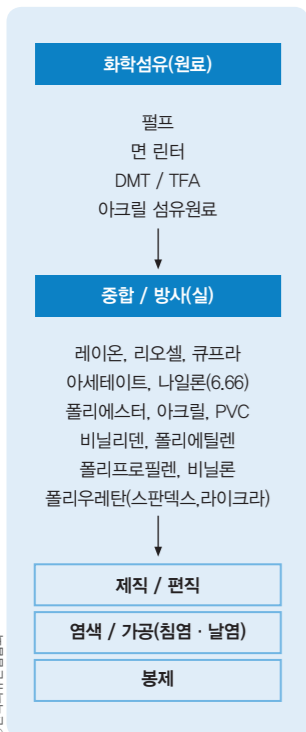
# 01 석유로 옷을 만든다고!?

우리가 입는 옷들은 어떤 섬유들로 만들어져있을까? 옷에 붙어있는 섬유 조성표를 살펴보면 모나 실크 100%라고 쓰인 옷보다 나일론, 폴리에스터,

레이온과 같은 이름들이 더 많이 눈에 띈 것이다. 면이나 모, 실크 등 천연섬유를 제외한 모든 섬유는 석유화학제품을 원료로 한 합성섬유라고 할 수 있다.

그렇다면 합성섬유는 어떻게 만들어질까? 합성섬유를 생산하기 시작한 초기에는 석탄을 원료로 했으나 현재는 거의 석유와 천연가스를 원료로 사용한다.

합성섬유의 생산 공정은 크게 세 가지가 있다. 먼저 용융 방사 공정은 원료가 용해될 때까지 가열한 다음 용융된 원료를 분사기의 노즐을 통해 압출하고, 이때 생성된 실을 냉각, 응고시킨다. 이런 방법으로 분당 최대 8천 미터 정도의 실이 만들어진다. 건식 방사 공정은 원료를 용매에 용해시킨 다음 이 용액을 노즐을 통해 압출해 실을 뽑아낸다. 습식 방사 공정은 노즐을 통해 용액을 다른 용액, 즉 응고액에 압출하고 응고된



석유에서 섬유가 만들어지기까지

실을 깨끗하게 세척하고 건조하는 방식이다.

이렇게 만들어진 실이 제직, 염색, 가공, 봉제 등의 과정을 거쳐 우리가 입는 옷으로 탄생하는 것이다. 과거에는 합성섬유가 감축이나 땀을 흡수하는 성질 등이 천연섬유에 뒤떨어진다고 여기는 것이 일반적이었다. 하지만 최근에는 천연섬유를 능가하는 감축과 기능성을 겸비한 합성섬유들이 잇따라 개발되고 있다. 우선 합성섬유는 손질이 쉽고 수분에 의해 섬유가 팽창하는 일이 드물다. 그리고 오랫동안 보존이 용이하고 미생물이나 곤충에 대한 저항력이 강하다. 정전기기가 쉽게 발생한다는 것은 단점이지만 정전기 방지 처리나 천연섬유와의 혼합을 통해 보완할 수 있다. 이러한 장점들 덕분에 합성섬유는 일상생활부터 산업까지 그 활용 범위가 더욱 넓어지고 있다.



©shutterstock.com

### 화학노트 엿보기

**폴리(poly)는 어떤 의미?**  
 제품명에 '폴리'라는 접두어가 붙으면 '폴리' 뒤에 나오는 제품이 다량 중합돼 있다는 것을 뜻한다. 단위체(monomer)는 단 하나의 화합물이고 중합체(polymer)는 유기화합물의 분자가 중합해서 생성하는 화합물을 말한다. 예를 들어 폴리아미드(polyamide)란 중합체 단위들이 아미드(-CONH-) 결합으로 연결되어 있다는 뜻이며, 폴리에틸렌은 에틸렌이 다량 중합됐다는 뜻이다. 단, 폴리에스터의 경우는 예외로 '에스터'라는 제품이 중합된 것이 아니라 '에스터'라 불리는 결합형태가 반복된다는 것을 의미한다. 폴리에스터는 아로마틱 화합물과 에틸렌계 제품을 반응시켜 에스터 결합으로 연결되는 고분자 합성으로 만든 제품이다.

## 빨래도 석유로?

합성섬유의 원료인 석유가 세제의 주원료이기도 하다는 것은 흥미로운 일이다. 단순화시켜 말하면 석유로 만든 옷을 석유로 만든 세제로 세탁하는 셈이니 말이다.

기록에 의하면 기원전까지 사람들은 초목의 재를 물에 개어 빨래를 했다. 동물의 기름과 잿물을 함께 끓여 만든 일종의 세제를 사용한 것은 기원후부터다. 그러나 이때만 해도 동물의 기름은 쉽게 구할 수 없었기 때문에 일부 귀족층만 사용할 수 있었고, 서민들은 대부분 양잿물로 빨래를 해야 했다.

지금과 같은 합성세제가 개발된 것은 2차 세계대전 이후였다. 합성세제의 주 재료는 계면활성제인데, 석유로부터 나온 벤젠과 황산을 주원료로 하는 계면활성제는 나열하기 힘들 정도로 종류도 많고 사용 범위도 대단히 넓은 화학물질이다. 우리 몸의 더러움을 씻어주는 비누, 매끄러운 머릿결을 유지시켜 주는 샴푸, 설거지를 하는데 쓰이는 주방용 세제, 그리고 화장품, 치약, 식품에 이르기까지 우리가 사용하는 수많은 생활용품에 계면활성제가 포함되어 있다.



©shutterstock.com

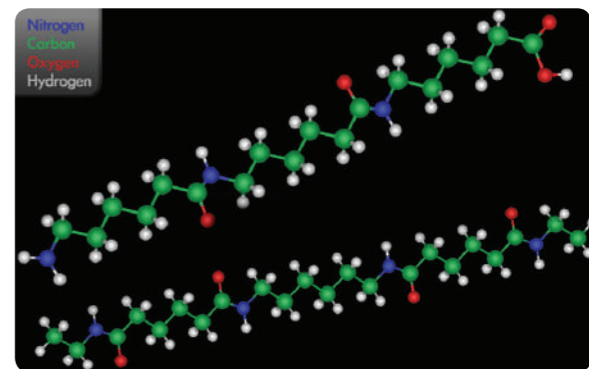


## 02 섬유역사를 바꾼 나일론

1939년, 뉴욕에서 열린 만국박람회에서 사람들의 이목이 집중된 것이 있었다. 바로 나일론이라는 새로운 섬유였다. 이 새로운 섬유를 선보인 듀폰사의 나일론 광고 문구는 '석탄과 공기와 물만으로 만든 섬유', '거미줄보다 가볍고 강철보다 질긴 기적의 실'이었다.

이후 1940년 5월 15일, 뉴욕에서 나일론 스타킹의 판매가 시작되자 수많은 여성들이 구름처럼 몰려들었고, 불과 몇 시간 만에 400만 켤레가 팔려나갔다고 한다. 당시 미국 여성이라면 적어도 한 켤레 이상의 나일론 스타킹을 가지고 있을 정도로 나일론의 인기는 폭발적이었다.

듀폰사가 본격적으로 합성섬유 연구를 시작한 것은 1930년대 들어서면서 부터였다. 하버드대학교의 교수이자 우수한 유기화학자로 인정받던 윌리스 캐러더스가 듀폰사 연구진에 합류하면서 연구는 더욱 활발해졌다. 캐러더스는 유기화학반응을 이용해 폴리에스터와 폴리아미드



©wikipedia





등의 고분자를 합성하는 실험을 했다. 그러던 중 함께 일하던 연구원이 놀라운 발견을 하게 됐다. 폴리에스터 덩어리에서 길게 실이 뽑아져 나온 것이다. 이 우연한 발견으로 캐러더스의 연구에 가속도가 붙었고 같은 방식으로 폴리아미드에서 나일론을 뽑아내게 되었다.

폴리아미드란 중합체 단위들이 아미드(-CONH-) 결합으로 연결되어 있다는 뜻으로 결합 구조가 천연섬유인 비단과 유사하다. 이때 캐러더스가 발명한 것은 '나일론66'이었다. 분자 아디프산과 다이아미노헥세인이 각각 6개의 탄소를 갖고 있어서 붙은 이름이다. 나일론의 종류는 다양한데 나일론6, 나일론66이 합성섬유로 주로 응용되고 있으며, 나일론 66이 내열성과 강도가 높다. 2차 세계대전이 발발하자 나일론은 낙하산을 비롯해 다양한 군용 제품에 이용되다가 전쟁이 끝난 후에는 의류나 양탄자 등 다양한 제품으로 변신했다. 최초의 합성섬유인 나일론은 면, 비단, 모피 등 천연섬유 제품들을 대체하며 인공으로 대량생산이 가능한 화학섬유의 시대를 열었다.\*

우리나라에는 1953년 처음으로 나일론이 들어왔다. 우리나라 역시 처음

나일론이 들어왔을 때 반응은 폭발적이었다. 처음엔 일본으로부터 수입을 했으나, '한국나일롱(주)'가 1963년 나일론 원사 공장을 준공하였다. 이후 우리나라의 화학섬유 산업과 의류 산업도 획기적인 전환기를 맞게 되었다.

내구성이 강해 거친 환경에 적응하기 쉬운 나일론은 텐트나 등산배낭 등

### 화학노트 엿보기

#### 분자량이 큰 화합물, 고분자

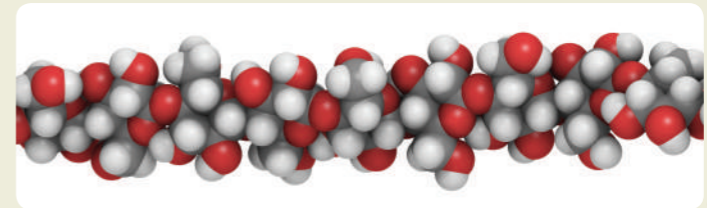
분자량이 1만보다 큰 화합물을 고분자라고 하는데, 오늘날 우리가 가장 많이 사용하는 재료는 세라믹이나 금속 같은 재료가 아니라 바로 이 고분자재료다. 섬유는 물론, 고무, 플라스틱 등이 모두 고분자재료에 속한다.

실제로 우리가 매일 사용하는 재료 가운데 고분자재료가 차지하는 비중은 엄청나다. 의식주 생활재료는 물론 반도체, 근거리 광통신 섬유 등 첨단산업재료 그리고 자동차 내외장 재료와 전투기 몸체에 쓰이는 고기능성 재료까지 고분자 재료의 사용범위와 중요성은 갈수록 증가하고 있다. 1983년을 기점으로 인류의 플라스틱 소비량이 철재 소비량을 넘어지면서 바야흐로 플라스틱 시대 혹은 고분자 시대로 접어들었다.

고분자에 유리섬유나 탄소섬유와 같이 더 강한 섬유를 보강해 강도를 높은 고분자 복합재료는 가볍고 기능은 강화되어 우주항공 분야, 자동차, 스포츠 레저 분야에 이르기까지 아주 폭넓게 사용되고 있다. 예를 들어 고분자 재료를 사용한 자동차는 기존의 대표적인 재료인 철에 비해 무게가 1/8에 지나지 않고 알루미늄에 비해서도 1/3이나 가볍다.

이처럼 고분자의 놀라운 가능성이 알려지게 된 것은 1926년 독일 헤르만 슈타우딩거가 천연고무, 셀룰로오스 등이 공유결합을 통해 길게 결합된 고분자량 화합물로 이루어져 있다는 고분자 가설을 내세우면서부터였다. 그 공로로 슈타우딩거는 1953년 노벨화학상을 수상했다.

출처: 진정일 교수의 교실 밖 화학이야기, 진정일, 공리, 2013  
소재이야기 플라스틱, 네이버캐스트 월간캠핑, 2014년 3월호







아웃도어 용품에 많이 이용되는 나일론

아웃도어 용품에 특히 많이 이용된다. 다른 가공제와의 반응성이 뛰어나 폴리우레탄이나 실리콘으로 코팅하는 후가공을 더하면 아웃도어 환경에 알맞은 기능성 원단이 된다는 것도 나일론의 장점이다.

\* 소재이야기 나일론, 네이버캐스트 월간 캠핑, 2014년 4월호

## 재미있는 화학 이야기

### 나일론 탄생 비화

섬유의 역사를 바꾼 나일론의 탄생은 사실 장난기 섞인 실험으로부터 비롯됐다. 듀폰사의 연구원이었던 윌리스 캐러더스는 유기화학반응으로 폴리에스터, 폴리아미드 같은 고분자를 합성하고 있었다. 인공중합체 섬유를 생산하기 위한 것이었다. 그러나 폴리에스터와 폴리아미드 덩어리를 만들어놓고도 더 이상의 진척이 없었다. 역사적인 발견은 우연히 이루어졌다. 동료들이 누가 가장 긴 실을 만들 수 있는가 내기를 하다가 폴리에스터 덩어리를 유리 막대에 붙여 잡아당기자 길고 가는 실이 뽑아져 나온 것이다.

캐러더스는 녹는점이 낮아 섬유를 만들 수 없는 폴리에스터에 이러한 성질이 있다면, 녹는점이 높은 폴리아미드에도 같은 성질이 있을 것이라고 생각했다. 예상은 맞아떨어졌다. 폴리아미드에서 긴 실을 뽑아낼 수 있었고, 이것이 바로 하루아침에 섬유의 역사를 다시 쓰게 한 나일론이다.





### 03 '아이언맨'도 화학섬유가 필요해

SF 영화 '아이언맨' 시리즈는 시원한 액션과 기발한 상상력으로 인기를 끌고 있다. 특히 영화가 개봉될 때마다 화제를 불러일으키는 것은 영화 속 주인공 토니 스타크를 무적의 영웅으로 만들어주는 최첨단 슈트다. 아이언맨의 슈트는 갈수록 기능이 발전하고 있는데, 2013년에 개봉한 '아이언맨3'

에서는 하늘을 날 수 있을 뿐만 아니라 높은 고도에 올라가서도 얼지 않는 슈트가 등장한다.

영화뿐만 아니라 SF 소설 속에는 옷을 입은 사람이 원하는 대로 옷 색깔이나 무늬가 자유롭게 변하거나 바깥 날씨에 따라 방한, 방수 기능이 조절되는 만능 옷들이 심심치 않게 등장한다. 그리고 이런 상상들은 영화나 소설 속 상상으로만 그치는 것이 아니다. 최근에 아이언맨 슈트처럼 옷에 특수한 기능을 적용한 전투복이나 소방용 슈트가 개발되고 있고, 이른바 '입는 (wearable) 컴퓨터'의 일종인 '스마트 글래스'는 이미 시판이 이루어지고 있다.



영화 '아이언맨'에 나오는 최첨단 슈트



구글 안경

나날이 발전하는 IT 기술은 이처럼 시간과 공간의 장벽을 없애면서 이른바 유비쿼터스 시대를 앞당기고 있다. 그러나 유비쿼터스 환경은 IT 기술만으로 가능한 것은 아니다. IT 기술을 제품으로 구현하기 위해 반드시 필요한 것이 바로 '첨단소재'다. 반도체 집적회로나 디스플레이, 광케이블 광전자 소재 등 첨단소재 없이는 아무리 앞선 IT 기술도 무용지물일 뿐이다. 웨어러블 컴퓨터의 경우에는 일상에서 옷이나 안경, 신발 등의 형태로 자연스럽게 착용할 수 있어야 하기 때문에 기능성을 겸비한 화학섬유가 필수적이다.

화학섬유는 몸을 보호하거나 아름다움을 배가시키기 위한 수단을 넘어 최신 과학기술의 적용 대상으로 첨단화되고 있다. 장소나 시간의 구애를 받지 않고 언제 어디서나 통신을 할 수 있는 유비쿼터스 시대에 화학섬유가 할 역할은 더욱 늘어날 것이다.

그런데 만일 석유가 고갈되면 합성섬유의 미래는 어떻게 되는 것일까? 현재 대부분의 석유는 연료로 이용되고 있으며, 화학제품의 원료로 사용되

는 석유는 불과 3% 정도이다. 새로운 에너지를 개발하지 못해 석유가 고갈되면 화학제품에 사용될 석유 또한 부족하게 될 것이다. 따라서 석유가 고갈되는 날, 대부분 석유화학 제품인 화학섬유 또한 이 지구상에서 함께 사라질지 모른다. 편리하고 우수한 합성섬유를 오래 이용하고 싶다면 석유 자원의 보호와 새로운 에너지원의 개발에 모두 관심을 가져야 할 것이다.

## 재미있는 화학 이야기

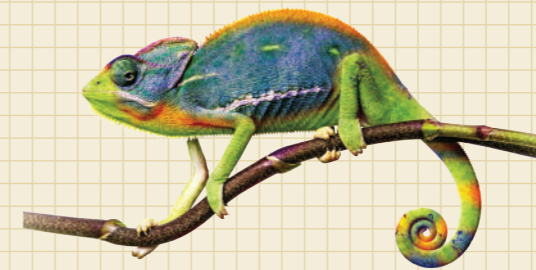
### 온도에 따라 색깔이 변하는 카멜레온 섬유?

카멜레온은 주변 상황에 따라 몸 색깔을 자유롭게 바꿀 수 있다. 이처럼 햇빛, 온도, 습도 등 외부 환경의 변화에 따라 색상이 변하도록 가공을 한 섬유를 일명 '카멜레온 섬유'라고 부른다.

1991년 영국 왕립화학협회는 창립150주년 기념행사에서 카멜레온처럼 온도에 따라 색깔이 변하는 옷을 선보여 눈길을 끌었다. 멀크화학회사가 특별 생산해 일반에 처음으로 선보인 이 특수의상은 옷을 입을 모델의 몸에 착 달라붙어 체온을 흡수하면서 스스로 여러 가지 빛으로 바뀌었다. 이 옷감은 섭씨 33도에서 푸른색으로 변했고 28도에서 붉은색, 그 밖의 온도에서도 갖가지 색깔로 변하다 마지막으로 10도 정도에서 검은색으로 변했다.

온도에 따라 색이 변하는 변색 옷, 다시 말해 카멜레온 옷은 섬유원단에 마이크로캡슐화한 변색염료를 혼합한 신섬유가 개발됨으로써 가능해졌다. 열에 민감한 변색염료를 사용하면 대기온도 또는 입을 사람의 체온변화에 따라 옷감의 색상이 달라지는 것이다. 카멜레온 섬유는 가방, 스카프, 수영복, 스키복 등과 같은 스포츠 의류에 많이 활용된다.

출처: 연합뉴스, 1992. 2. 17.





## 04 농약과 비료가 없었다면?

농약은 각종 잡초 및 해충의 침입으로부터 작물을 보호하여 농작물의 수확량을 높여주는 아주 고마운 존재다. 하지만 잘못된 사용으로 인해 마치 독약처럼 유해하기만 한 것으로 취급받거나 환경오염의 주범으로 알려져 농약과 화학비료에 대해 부정적 인식이 많다. 일부에서는 농약 사용을 반대하기도 한다. 그러나 만일 농약과 화학비료가 이 세상에 없었다면 우리에게겐 어떤 일이 벌어졌을까?



농업생산량을 획기적으로 늘려준 농약과 비료

19세기 말, 세계 인구는 약 16억 명이였다. 당시 인구는 계속해서 증가하고 있었으며 그에 비해 농업생산성은 더 이상 증가하지 않고 있었다. 머지않아 인구증가가 식량공급을 초과하게 될 것이고 인류는 결국 기아로 멸망하게 될 것이라는 비관적 전망이 나오기도 했다. 그러나 다행히도 현재까지 인류에게 그러한 일은 일어나지 않았으며, 오히려 세계 인구는 기하급수적으로 증가해 약 70억 명에 다다랐다. 어떻게 이런 일이 가능했을까? 그것은 바로 농약과 화학비료 덕분에 작물 생산량이 크게 증가했기 때문이었다.

농약이 개발되기 전에는 잡초나 해충의 피해로 농사지는 곡식의 3분의 1 정도를 잃어야 했다. 현재 사용되고 있는 합성농약이 개발되어 본격적으로 농업에 도입된 것은 제2차 세계대전 후의 일이다. 당시 DDT, BHC를 비롯한 여러 가지 합성농약들이 개발되었고, 농약의 사용이 노동력을 대신함

### 화학노트 엿보기

#### DDT

DDT의 살충 효과를 발견한 것은 1939년 스위스의 화학자 파울 뮐러(Paul Hermann Müller)에 의해서였다. 뮐러는 이 공로로 1948년 노벨의학상을 받았다. DDT는 수십 년 동안 세계적으로 가장 각광받는 살충제였다. 그러나 DDT는 생물학적으로 거의 분해되지 않고 인간과 동물의 지방조직에 쌓일 뿐만 아니라 주변 환경에도 계속 축적되어 문제가 되었다. 이로 인해 DDT는 오늘날 사용되지 않고 있다.

#### 질소비료

독일의 화학자인 프리츠 하버(Fritz Haber)는 질소와 수소를 이용해 암모니아( $\text{NH}_3$ )를 만드는 촉매 방법을 개발했고, 카를 보슈(Carl Bosch)는 암모니아 합성물을 더욱 발전시켜 질소비료를 제조 가능하게 만들었다. 암모니아는 인공 비료를 생산하는데 필요한 원료로서 현재까지도 암모니아를 생산할 때 두 화학자의 이름을 딴 하버-보슈법이 이용되고 있다. 프리츠 하버는 1918년에, 카를 보슈는 1931년에 각각 노벨상을 받았다.

출처: 화학으로 이루어진 세상, K. 메데페셀헤르만 외, 예코리브르, 2009

로써 농업생산성은 크게 증가되었다. 또한 화학비료를 포함한 다양한 종류의 비료 사용은 땅심 뿐만 아니라 질병에 대한 식물의 저항력을 높여 농작물의 생산량을 증가시키고 품질을 향상시켰다.

최근에는 많은 농약회사들이 환경과 인체에 해가 없으면서 효과가 뛰어난 친환경 합성농약을 개발하고자 끊임없이 노력하고 있다. 특히 한국화학연구원의 순수 국내기술로 개발된 ‘플루세토설프론’과 ‘메타미포프’는 벼농사에 사용되는 제초제로서 우수한 효과와 안전성이 입증되어 중국, 일본, 동남아 등지로 수출되고 있다. 또한, 환경과 먹거리 안전에 관한 관심이 높아짐에 따라 미생물이나 식물 등 천연물을 원료로 하여 인체에 해가 없고 자연환경에도 나쁜 영향을 미치지 않는 친환경 미래형 농약 개발도 지속적으로 시도되고 있어 향후 보다 안전하고 신선한 먹거리의 생산이 가능하게 될 전망이다.

재미있는 화학 이야기

식물병은 신이 내린 벌이 아니라 균 때문이다!

고대인들은 식물에 병이 생기면 신에게 제의를 지내고 기도를 했다. 로마신화에서 곡물에 병충해를 가져오는 신으로 등장하는 로비구스(Robigus) 신 또는 로비갈리아(robigalia) 여신이 표시해 놓은 곡식들은 잎이 누렇게 되어 말라죽게 된



다고 생각했기 때문이다. 곰팡이, 세균, 바이러스 등에 의해 발생하는 식물의 병을 사람들이 죄를 지어 벌을 받는 것으로 생각한 것이다.

식물에 병이 크게 발생해 인류에 재앙이 된 대표적인 사건은 아일랜드에서 발생한 감자 역병이다. 1840년부터 감자에 역병이 발생하기 시작했는데 그때에는 자연발생설이 주류를 이루고 있어 자연에 미생물이 존재하며 어떤 미생물은 식물에 병을 일으킨다는 사실을 알지 못했다. 따라서 원인도 모른 채 병은 확산되었으며 결국 1846년에는 극에 달했다. 이 사건으로 150만 명의 아일랜드 사람들이 굶어 죽었고, 또 그 정도의 사람들이 아일랜드를 떠나 신대륙으로 이주했다. 이 당시 케네디 대통령 일가도 미국으로 건너갔다고 하니 식물병이 역사를 바꾼 예라 하겠다.

이 사건 후에 많은 학자들이 감자 역병의 원인을 밝히기 위해 연구했다. 마침내 1861년 안톤 드바리는 감자에 발생한 역병은 균에 의한 것임을 증명했고, 이로써 식물에 병을 일으키는 미생물이 존재한다는 사실을 처음 밝혀냈다.

출처: 조금 병든 식물 무농약 증거?, 화학연 최경자 박사, 충청투데이 2011. 8. 10.

## 05 비닐의 활약

우리가 흔히 비닐이라고 부르는 것은 폴리에틸렌이나 폴리프로필렌과 같은 합성수지를 종이보다 얇고 부드럽게 가공해 놓은 것을 말한다. 비닐 또한 농업생산성을 혁신하는데 큰 역할을 했다.

농촌에 가면 흔히 보게 되는 것이 비닐하우스나 인삼밭을 덮어놓은 검정색 비닐이다. 이러한 농업용 필름의 등장으로 계절과 날씨에 상관없이 밭작물이나 원예작물을 재배할 수 있게 되었다.



비닐하우스

물이나 원예작물을 재배할 수 있게 되었고, 경지이용 효율도 크게 높아졌다. 농업에 이용되는 비닐은 밭작물 주변에 잡초가 자라나 작물의 영양분을 빼는 것을 막고, 또 토양이 강한 햇볕에 노출되어 쉽게 건조되는 것을 막아준다.

우리나라에서는 1990년대 중반에 시작한 육묘산업이 농업의 혁신을 가져왔는데, 여기에 화학이 결정적인 역할을 했다. 육묘산업은 농작물의 어린모를 묘상이나 못자리에서 기른 후에 판매하

는 산업으로 밭에 씨를 직접 뿌릴 수 없거나 어린 식물에 주의 깊은 관리가 필요한 경우, 또는 밭의 이용률을 높이기 위해 육묘 전문 업체에서 육묘를 재배해 판매하는 경우에 필요하다. 육묘산업은 재배 농가의 수익증대를 이끌어 농업의 현대화와 부가가치 향상에 크게 기여하고 있다. 이때 사용되는 육묘재료가 갖추어야 할 성질은 수분에 부식되지 않는 고강도, 경량의 소재여야 한다. 비닐과 같은 합성수지는 여기에 최적의 소재라 할 수 있다.

어업에서도 화학산업의 역할은 매우 중요하다. 이른바 ‘수확하는 어업’에서 ‘기르는 어업’으로 변화하면서 어업생산성의 혁신을 이루는 데 화학산업의 역할은 지대해졌다. 물위에 띄워 경계선을 삼는 부표는 폴리스티렌을 발포시켜 만든 것이며, 각종 어망과 배의 조정을 위해 사용되는 두꺼운 밧줄은 합성수지를 이용해 만든다. 합성수지로 만들어진 밧줄은 과거에 천연섬유나 짚단으로 만든 밧줄에 비교할 수 없을 정도로 우수한 강도와 내구성을 지닌다. 이러한 합성섬유 어망의 보급으로 어업의 효율성이 높아지면서 수산업 생산량이 크게 증가했다.\*

### 화학노트 엿보기

#### 폴리에틸렌 polyethylene(PE)

에틸렌의 중합으로 생기는 사슬 모양의 고분자 화합물이다. 종이컵 방습기능 물질, 플라스틱 포장재 등 일상 생활에 사용되는 플라스틱의 30% 이상이 폴리에틸렌이다. 폴리에틸렌은 압력과 온도라는 반응조건에 따라 저밀도 폴리에틸렌(LDPE)과 고밀도 폴리에틸렌(HDPE)으로 나뉜다. 저밀도 폴리에틸렌은 투명도가 높아 필름, 병, 비닐봉지 등에 사용되고, 고밀도 폴리에틸렌은 쓰레기통 등의 소재에 주로 사용된다.

\* 석유화학으로 만드는 세상, 한국석유화학공업협회, 2009



## 06 화학으로 둘러싸인 집

원목무늬 장판이 깔린 넓은 거실과 거기에 깔린 포근한 카펫, 집안의 분위기를 살려주는 벽지와 커튼, 열효율을 높여주는 지붕, 천정, 벽 등의 단열재와 비바람을 막아주는 창틀... 우리가 사는 공간은 수많은 구성요소들로 이루어져 있다. 이중에 화학제품이 아닌 것을 찾기란 쉬운 일이 아니다.

나무처럼 보이면서 관리는 편리한 원목무늬 바닥재에는 폴리염화비닐이 쓰이고, 카펫에는 세탁 등 편리성을 고려한 화학섬유가 쓰인다. 벽지는 때가 쉽게 타지 않도록 종이에 폴리염화비닐로 코팅을 하고, 커튼, 버티컬, 블라인드에는 폴리에스터나 폴리프로필렌 섬유가 많이 쓰인다. 단열재의 재료로는 열효율이 높고 방수성이 좋은 스티로폼이나 폴리우레탄 등이 주로 이용되고, 창틀의 소재도 나무나 알루미늄 위주였던 것이 열전도율이 낮은 폴리염화비닐로 대체되는 추세다.

특히 주택용품에는 화학제품 중에서도 흔히 PVC로 알려진 폴리염화비닐이 많이 사용되는데, 그 이유는 나무나 종이 또는 천연섬유에 비해 경제성이 좋고, 화재에 강하고, 주택용 자재로서 성형가공성이 우수하기 때문이다.

화학은 우리의 생활을 편리하고 효율적으로 바꾸어주며 주택문화의 변화를 이끌고 새로운 건축양식을 창조하고 있다.



다양한 화학제품들로 이루어진 집



폴리염화비닐(PVC)로 만들어진 창틀

## 07 화학으로 이루어지는 자동차

자동차산업은 화학제품을 대량으로 소비하는 대표적인 산업이다. 화학제품 가운데 자동차 생산에 가장 먼저 사용된 것은 1924년 듀폰사가 개발한 ‘듀코’라는 도료다. 이 도료는 자동차 도장 시간을 크게 단축하고 다양한 색상을 구현할 수 있어 컬러 자동차 시대를 열었다는 평가를 받고 있다.

이후 화학제품이 본격적으로 자동차에 쓰이기 시작한 것은 1950년대부터라고 할 수 있다. 이때부터 이른바 ‘플라스틱’이 자동차 생산에 사용되기

시작했는데 초기에는 주로 장식성 부품에 사용됐다. 그러다가 1970년대 오일쇼크를 거치면서 자동차 산업에서 연비 향상이 큰 과제로 떠올랐다. 연비를 높일 수 있는 방법은 자동차를 경량화 하는 것이었다. 경량화를 위해 철과 알루미늄으로 이루어졌던 자동차 부품들이 상당 부분 가벼운 플라스틱으로 대체되었다.



플라스틱이 사용되면서 더 가벼워지고 고성능화되는 자동차



화학제품들로 이루어진 자동차

한국석유화학협회에 따르면 1950년대 승용차 한 대당 플라스틱 사용량이 5kg 정도였던 것이 1970년대 초에는 평균 45kg에 이르렀고, 1990년대에 들어서는 80kg 이상으로 늘었다. 실제로 자동차에서 철과 알루미늄을 제외한 나머지 부분은 모두 화학제품으로 이루어진다고 보아도 큰 무리는 없을 것이다.

그렇다면 화학제품들은 자동차의 어디에 쓰일까?

먼저 외장재로는 자동차의 충격을 흡수해주는 범퍼, 램프커버, 자동차 옆문의 아랫부분에 대는 로커커버, 유리를 차체에 부착하는 몰딩, 사이드미러 하우징 등 곳곳에 사용되고 있다. 자동차의 내장재는 대부분 화학제품이라고 해도 과언이 아닐 만큼 대부분 플라스틱으로 이루어져 있다. 자동차 앞부분의 패널이나 계기판, 스테레오 하우징, 각종 기능조작판, 프론트박스 등이 모두 플라스틱 제품으로 만드는데, 주로 폴리프로필렌, 폴리에틸렌, 폴리

## 08 미녀는 화학을 좋아해

염화비닐 등의 범용 플라스틱이 사용되고 있다.

자동차 보닛 속의 각종 부품들도 마찬가지다. 엔진오일이나 냉각수 용기, 각종 유체를 운반시키는 파이프도 우레탄폼이나 폴리염화비닐 등으로 만든 화학제품이다. 연료탱크에는 주로 폴리에틸렌 계열 제품이 사용되고, 연료 펌프나 라인, 파이프 부분은 폴리아세탈이나 나일론 같은 엔지니어링플라스틱 제품이 사용된다.

그리고 또 하나 빼놓을 수 없는 것이 자동차의 핵심 기능을 맡고 있는 타이어다. 합성고무를 원료로 만든 타이어가 사용되면서 지면 마찰로 인한 에너지 손실이 크게 줄었고, 자동차 무게의 몇 백 배 이상의 물체를 운반할 수 있게 되었다. 또한 굴곡이 있는 지면을 지날 때 충격 흡수율이 높아 물체를 안전하게 운송할 수 있어 운수산업의 일대 혁신을 가져왔다.

최근에는 연비 기준을 높이고 온실가스 배출을 줄이기 위한 환경친화적 자동차용 화학소재의 중요성이 커지고 있다. 특히 엔지니어링 플라스틱 등 고부가가치 화학소재는 금속소재와 비교해 획기적인 경량화가 가능하며 추가적인 기능도 부여할 수 있다. 자동차 엔진도 무게를 가볍게 하는 추세이며, 친환경 자동차를 위한 연료전지, 이차전지 등도 개발되고 있다. 한국화학연구원 등의 연구기관도 가볍고, 스마트하고, 친환경적인 자동차를 위한 세계 최고 수준의 화학소재·부품 개발을 위해 노력하고 있다. 더 빨리, 더 멀리 가고 싶다는 인간의 꿈을 실현시켜준 자동차의 미래는 결국 얼마나 더 좋은 화학소재로 인간·환경과 교감하느냐에 따라 결정된다고 할 수 있다. 자동차와 인간, 그리고 화학소재의 미래가 기대되는 이유다.\*

\* 석유화학으로 만드는 세상, 한국석유화학공업협회, 2009

독일 베를린의 박물관에 전시된 고대 이집트의 여왕 노프레테테 흉상은 신비한 아름다움을 지니고 있다. 노프레테테 여왕은 기원전 1,340~1,357년경의 이집트 18대 왕조의 인물로 역사상 가장 아름다운 여인이라는 칭송을 받고 있는데, 안티모니(antimony)를 갈아 눈꺼풀에 검게 칠하곤 했다고 한다.

인류가 화장을 시작한 시점은 정확히 알려지지 않았지만 자신의 몸을 아름답게 꾸미려는 욕망은 태초부터 시작되지 않았을까? 고대 이집트에서는



이집트 노프레테테(Nofretete) 여왕



안티모니(Sb)





향유를 이용해 피부와 모발을 청결하게 했고, 로마의 여인들은 아트로핀이라는 물질이 들어있어 동공을 크게 만들어 주는 벨라도나 즙을 눈에 떨어뜨렸으며, 하렘의 여인들은 헤나로 피부와 머리카락을 물들였다는 기록이 있다. 또 몸

에서 나는 악취를 감추기 위해 분을 바르고 향수를 뿌리는 등 아름다움을 위해 여러 화학적 방법들을 이용했다.\*

19세기 들어 화장품의 종류는 더욱 다양해지고 대량으로 생산되기 시작했다. 19세기 초에 마사지 크림, 샴푸 등이 생산됐고, 이후 색조 화장품들이 등장하기 시작했다. 색조 화장품에 쓰이는 염료는 이산화타이타늄, 산화아연, 알루미늄 등의 화합물이며, 손톱을 아름답게 물들여주는 매니큐어에도 응고제, 수지, 연화제 등 여러 가지 화학물질이 사용된다.

### 화학노트 엿보기

#### 안티모니(antimony)

원자번호 51번 원소인 안티모니(Antimony)는 1500년경 처음 발견된 것으로 알려져 있다. 매장량이 적고 독성이 강한 원소로 고대부터 기름과 반죽해 눈 화장에 이용되었으며, 지금은 활자합금, 섬유와 플라스틱 등이 불에 잘 타지 않도록 하는 난연제 등으로 쓰인다.

\* 화학으로 이루어진 세상, K. 메테페셀헤르만 외, 에코리브르, 2009

## 재미있는 화학 이야기

### ‘박가분’과 ‘동동구리무’를 아십니까?

우리나라는 언제부터 화장품을 사용하기 시작했을까? 우리나라도 신라시대에 이미 흰색 백분을 사용하기 시작했고, 볼을 빨갛게 물들이던 연지는 홍화(잇꽃)와 돼지기름을 혼합해 만들어 썼다. 검은 미목으로는 눈썹을 그렸다. 조선시대에는 백분, 연지, 머릿기름, 화장수 등이 상류층과 기생들을 중심으로 널리 사용됐다.



우리나라에서 공산품으로 제작·판매된 최초의 화장품은 일제 강점기인 1916년에 상표 등록하여 판매한 박가분(朴家粉)이다. 납분은 납 조각을 식초로 처리해 밀봉한 뒤 열을 가해 만든다. 납 조각이 시간에 지남에 따라 점점 작아지면서 곁에 하얀 가루가 돌아나는데, 이를 납꽃이라 불렀다. 조개를 태운 흰가루, 칩가루, 쌀가루, 보릿가루를 납꽃에 섞어 하얀 가루로 만들면 납분이 완성된다. 화장할 때는 이것을 물을 개어 피부에 발라 피부를 희게 만드는 형태였는데 당시 여성들에게 인기가 많았다. 그러나 박가분에 들어있는 납 성분이 피부에 치명적인 독성을 지니고 있다는 것이 알려지면서 점점 인기가 줄어들었다.

1930년대에는 ‘동동구리무’라고 불리는 크림이 인기를 끌었고, 1960년대 들어 콜드 크림, 립스틱, 마스크라, 파운데이션, 매니큐어, 염색약 등 본격적인 화학 화장품들이 등장했다.

출처: 위키백과

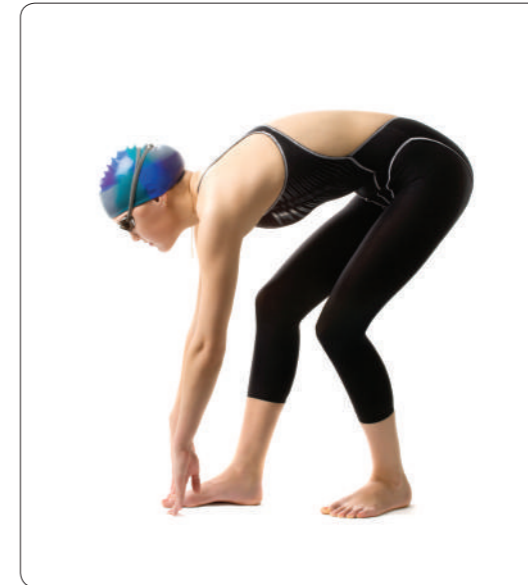
## 09 스포츠는 화학이다?

오늘날 스포츠의 발전을 가져온 데는 과학의 역할이 컸다. 과학은 각종 기록을 단축시키고 선수들의 능력을 향상시키는데 중요한 역할을 했다. 그러나 알고 보면 이 또한 화학 없이는 불가능했다.

대표적인 것이 바로 축구공이다. 19세기까지는 소나 돼지의 오줌보에 바람을 넣거나 동물가죽에 털을 집어넣은 공이 주로 사용되었다. 그 후 1872년 영국축구협회의 규정으로 가죽공을 사용하면서 가죽 안에 고무를 넣어 공을 만들었지만 무겁고 딱딱해서 발이 아프고 불편했다. 그러나 화학제품



화학소재로 만들어진 축구공



기록에 영향을 미치는 기능성 수영복

을 사용하면서부터 표면이 부드럽고 질기며, 컨트롤이 잘되고 속도가 빠르며 방수가 잘되는 축구공이 만들어졌다.

축구공은 천연고무에 바람을 넣은 다음, 폴리에스터나 나일론과 같은 질긴 합성섬유실로 고무공을 감싼다. 표면이 벗겨진 축구공을 보면 가느다란 실들이 촘촘히 공을 감싸고 있는 것을 보았을 것이다. 이렇게 실로 감싼 공을 다시 폴리우레탄 등의 인조가죽으로 감싸는데 이때 표피의 소재가 공의 가치를 결정한다.

신소재 개발과 경량화로 축구공은 갈수록 진화하고 있다. 4년 마다 열리는 월드컵에서도 축구공의 진화는 관심의 대상이다. 월드컵 공식 축구공 제조업체인 아디다스는 월드컵 때마다 새로운 표피처리 방법을 선보여 엄청난 수익과 광고효과를 함께 얻고 있다.



화학소재로 만들어진 스포츠용품들

축구공 이외에도 육상트랙, 수영복과 같은 특수 운동복, 농구나 배구경기에 쓰이는 그물 등 스포츠용품의 80% 이상이 화학소재로 만들어지고 있다. 스포츠의 과학에도 화학이 큰 비중을 차지한다는 사실, 기억해두자.

재미있는 화학 이야기

우사인 볼트가 50년 전에 뛰었더라면?

‘검은 번개’, ‘인간 탄환’ 등으로 불리는 육상선수 우사인 볼트가 50년 전에 뛰었더라도 과연 9초 5대의 기록을 세울 수 있었을까?

1960년 로마올림픽에서 10초의 기록을 깨고 우승한 아르민 하리는 우사인 볼트가 1960년 로마올림픽에서 뛰었다면 10초대의 벽을 뛰어넘을 수 없었을 것이라고 단언했다. 그가 말한 것은 볼트의 기량의 문제가 아니었다. 육상트랙과 운동화, 그리고 운동복 등 소재 등이 기록에 미치는 영향을 말한 것이었다. 특히 운동화는 0.01초로 메달을 결정짓는 육상선수에게 기록과 직접적인 관련이 있다고 할 수 있다.

그렇다면 우사인 볼트가 신은 운동화는 어떤 소재로 만들어진 것일까? 그가 신었던 운동화는 Pebax 소재로 폴리아미드계 열가소성 엘라스토머로서 폴리아미드의 기능성과 고무의 유연성을 함께 가지고 있다.

그가 런던올림픽 100m 결승에서 우승할 때 신은 운동화는 경매에서 3만9천 파운드(6,700만원)에 팔렸다.

출처: 연합뉴스, 2013. 7. 30.



우사인 볼트



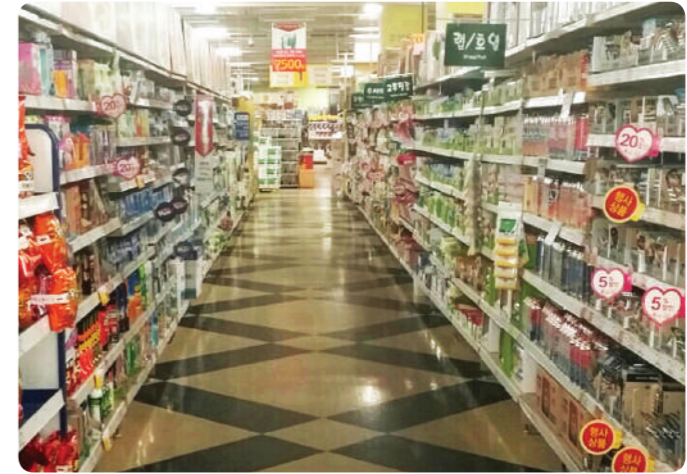


## 10 화학으로 포장된 세상

가까운 편의점이나 마트에 가서 상품 포장지를 살펴보자. 상품 포장지에서 대부분의 화학제품의 이름을 발견할 수 있을 것이다. 우리가 평소에 먹고, 마시고, 사용하는 것 대부분의 포장재는 화학물질로 만든 것이다.

포장이나 물류산업 역시 화학과 함께 발전했다. 플라스틱 제품이 등장하기 이전에 포장이나 물류 자재의 주재료는 목재, 금속, 종이, 유리 등이었다. 이후 가볍고 투명하고 충격에 강하고 어떤 모양으로도 디자인할 수 있는 플라스틱이 등장하면서 오늘날 포장과 물류의 재료는 대부분 플라스틱으로 바뀌게 되었다. 포장, 물류산업에서 화학제품은 필름, 봉투, 용기, 트레이, 시트, 팔레트, 컨테이너 등 매우 다양한 용도로 쓰이고 있다.

먼저 식품 포장은 보호와 보관, 안전과 위생, 경제성 등의 기능을 갖추어야 한다. 플라스틱은 내열, 가스 차단, 치수 안정, 경량, 재활용 등의 기능이 우수해 포장재와 용기 생산에 폭넓게 적용되고 있다. 우리가 마트나 슈퍼마켓에서 구입하는 식품의 포장과 용기 대부분은 화학물질로 만들었다고 생각해도 좋을 것이다. 식품 포장에는 화학제품으로 만든 다양한 필름이 이용되는데 때로는 기능성 필름이 적용되기도 한다. 화학물질로 만든 페트병은 유리나 알루미늄 용기를 상당 부분 대체했고, 유제품 음료나 컵라면 용기



화학제품으로 포장한 상품들이 진열된 대형마트

등에는 폴리스티렌이 많이 사용되고 있다.

일반 포장에는 레진봉투가 종이봉투를 대신해 많이 쓰이고 있는데, 쓰레기봉투를 비롯한 레진봉투에는 폴리에틸렌이 주로 사용된다. 이밖에도 각종 세제, 목욕용품 등의 용기 생산에도 합성수지가 폭넓게 사용되고 있다.

식품이나 일반 생활용품 포장 외에도 전자, 전기기기 포장에도 화학제품이 사용되고 있으며, 물류용으로는 팔레트를 비롯해 플라스틱 컨테이너에 이르기까지 다양한 부문에서 화학제품이 사용되고 있다.

이처럼 포장과 물류의 원료로 화학제품이 많이 사용되는 이유는 대형마트가 늘어나면서 상품을 일정 단위로 미리 포장해 진열하는 것이 효율적이기 때문이다. 대량으로 생산, 판매되는 제품을 효율적으로 운송하기 위해서도 플라스틱으로 된 트레이나 봉투 같은 화학제품의 활용도가 높아졌다. 우리는 바야흐로 화학제품으로 포장된 세상 속에서 살고 있는 것이다.