거미줄 모방의 연구

수많은 과학자들이 거미줄 같이 큰 에너지 흡수력과 강한 인장응력을 갖는 섬유를 만들려는 시도를 오랫동안 해왔으나, 거미줄의 특성을 재연하는데는 DNA와 관련된 기술을 필요로 하고 비용도 많이 들어 어려움을 겪고 있다. MIT의 기계공학과 Gareth Makinley 교수와 화학공학과의 Hammond 교수가 American Chemical Society에서 발표한 연구에 따르면 인공힘줄, 완전히 다른 형태의 직물의 형성과 경량의 방탄용 기능을 갖는 고강도 섬유의 원료를 만드는데 있는데 가볍고 질긴 거미줄 같은 재료가 이상적이라며 관련 연구를 수행하고 있다고 밝혔다. 거미는 자신만의 특정 영역을 가지고 동족을 잡아먹는 독특한 습성이 있어서 사육이 어렵기 때문에 유사한 성질을 가진 인공 섬유 생산에 과학자들은 관심을 보인다. 거미줄은 두개의 영역이 교차된 중합체로 한쪽 영역은 부드러우면서 탄성이 있고, 다른 영역은 작고 단단한 교질 입자 형태를 띄는데 이런 특징적인 구조가 거미줄의 특성을 가져온다고 보고되었다. 그래서 MIT의 과학자들이 연구하는 것이 이런 중합체의 화학구조의 변화가 물리적 특성에 어떤 영향을 미치는가 하는 기본연구와 그 결과를 바탕으로 인공적으로 거미줄 같은 중합체의 합성에 있다. 그리고 생산된 재료의 특성을 유지시키는 공정 기술도 관심 연구주제이다. 연구자인 James Korley는 거미줄의 부드러운 영역에 초점을 맞추고 있는데 이 부분은 다시 두 개의 영역으로 나뉘어 이중 한 영역은 일직선으로 배향되어 있기 때문에 다른 한 영역보다 더 단단하다는 가설을 제시하였다. 만약 이 가설이 맞다면 거미줄은 단단한 영역, 부드러운 영역 그리고 그 중간형태 영역 세 부분으로 나뉘어져 있는 것이다. 현재 그는 가설을 시험하기 위해 다른 두 물질로 이루어진 부드러운 segment를 단단한 segment와 결합하는 연구를 하고 있다. 또한 Pollock은 거미줄의 미세결정과 주변의 부드러운 영역사이 계면의 다른 구조적 요소에 대해 연구 중으로 다른 두 물질을 포함하는 중합체 일부를 결정화하려는 시도 중인데, 중합체가 결정화될 때 한 물질은 미세결정의 bulk형태가 되고 다른 물질은 미세결정의 외부에 얇은 막 형태가 되어 이러한 막 형태를 보이는 물질이 미세결정과 주변의 부드러운 물질 사이에서 계면을 구성한다는 것을 제시하였다. 그 결과를 바탕으로 이들 연구자들은 고분자로부터 영구적인 섬유를 만들 수 있는 새로운 방직 공정을 계획하고 있다.

(*EurekAlert*, April 29,2003)

LCD 공정에 사용되는 Supramolecular 화학

현재의 Liquid Crystal Display (LCD) 생산기술은 오래전에 기초가 세워졌다. LCD에서 통상적으로 액정은 polarizer, color filter와 전극인 indium tin oxide (ITO) 위에 폴리이미드층이 회전도포된 두 개의 유리판의 전극사이에 끼어진다. 이때 중합체 표면에서의 미세한 홈들은 액정을 배열시킨다. 액정배열을 위한 홈인 groove의 생성은 벨벳천을 회전시켜 중합체 표면을 기계적으로 마찰시키는 것으로 이 공정이 진행되는 동안에 정전기의 하전으로 인한 먼지의 오염으로 화소결함이 나타날 가능성이 높다. 최근 액정배열을 위한 ITO에 신뢰성 있는 groove 형성방법을 제시하였다. 이것은 nanogroove의 작은 island로부터의 자기조립과 관련된 supramolecular 화학을 응용한 것이다. Nijmegen 대학의 연구원들은 ITO가 입혀진 판을 siloxane 단량체 용액에 담근 결과 6분 안에 ITO 표면은 siloxane 올리고머와 공유결합하며, SEM과 AFM으로 분석한 결과 표면이 groove-like구조를 갖고 있다는 것이 관찰되었다. 이러한 구조는 벨벳천으로 마찰을 했을 경우와 비슷하게 나타났다. 이때 ITO 위에 형성된 nanogroove는 자기 조립의 seed 역할을 하고, 자기조립과정으로 원래보다 1000배 이상으로 증폭되어 groove의 길이를 수 백 마이크로에 다다르게 할 수 있다. 이것은 ITO 표면에 그라프트된 방향족 올리고머 사이에서 분자 인식과정에 의해 형성된다. Case Western Reserve 대학의 마이크로 분자학 교수인 Christoph Weder는 "이 연구는 supramolecular 화학이 어떻게 기술적 활용으로 가야 하는지를 알려주는 흥미로운 예이다" 라고 말하였다. 자기 중합체에 의한 배열확장의 개념은 아주 유용한 기술이 될 것이다. 그리고 이것의 좋은 배향성 층은 녹아있는 분자용액에 빈약한 배향성을 가진 ITO기판을 간단히 담그면 되는 간단한 방법인 것이다.

(*C&EN*, April 28,2003)

새로운 플라스틱 재활용 공정

플라스틱은 요즘 어디에서나 사용되지만, 현재의 재생기술은 제한된 부분에서 이루어지고 있다. North Carolina 주립대학의 연구자들은 여러 종류의 중합체 재생공정을 개발하였다. 우리에게 친숙한 음료수 병은 polyethylene terephthalate (PET)로 만들어지는데, "이 음료수 병들은 오염물질과 불순물 때문에 재생하는데 어려움이 많다"라며 Roberts 박사는 "버려지는 고분자 중합체를 재생할 수 있는 공정을 발전시키려고 노력하고 있으며 만들어진 재료인 상태로 중합체를 재생시키는 공정을 개발하고 있다"고 말하였다. "이 공정은 경제적으로 폭 넓게 적용시키기 위해서 간단한 공정으로 할 수 있어야 한다"라고 덧붙여 말하였다. Roberts 박사는 이 공정에 특이한 두 가지 요소가 있다고 했다. 첫 번째는 높은 처리량을 가지는 이중 회전 압출기를 사용하는 것이다. 이것은 단시간에 수많은 중합체를 처리할 수 있다. 압출기로 PET를 녹이고 매우 얇은 막을 만들어 내며, 고분자량의 중합체와 에틸렌글리콜 또는 메탄올을 섞어서 대체로 고분자의 분자량을 줄이는 것이다. 두 번째는 초임계 CO_2를 에틸렌글리콜 또는 메탄올을 결합시켜서 중합체의 점도나 점착력을 감소시켜서 공정을 쉽게 만든 다음 응축기에서 CO_2를 제거되고 동시에 여기서 불순물을 제거한다. 이산화탄소는 당연히 재사용되게 된다. Roberts 박사 연구팀은 이 공정을 산업적인 규모로 했을 때 경제적 타당성이 있는지를 연구하고 있다. 현재 산업적으로 이중 회전 압출기는 이러한 목적으로 사용되고 있지는 않지만 약간의 수정을 통해서 사용이 가능하므로 새로운 기계를 만드는 것이 아니기 때문에 좋은 결과를 가져올 것으로 예상된다.

(*EurekAlert*, April 15,2003)

금속이 비금속의 특성을 보인다!

금속 cluster가 20 K 이하로 냉각되었을 때 dipole의 갑작스러운 이동으로 인해 대전 현상을 일으켜 비금속 특징을 보인다는 연구결과가 Science에 발표되었다. 이것은 아주 예상 밖으로 금속이 보이는 현상이다. 이 때 cluster는 자발적으로 극성화가 되어지는데, 전자가 cluster에서 이유는 명확하지는 않지만 한 방향으로 이동해서 개개의 cluster가 한쪽은 +로 하전되고, 다른 한쪽은 −로 하전이 된다는 것이다. 이 강유전현상은 전이금속인 niobium, vanadium, tantalum의 cluster에서 관찰되었다. 이 발견은 초전도의 비밀을 밝혀 낼 수 있는 단서가 될 것으로 믿어진다. Georgia Tech. 연구원들은 나노미터 크기의 cluster에 있는 초전도 신호를 찾는 동안에 "자발적 대칭 파괴"라는 것을 발견하게 되는데 그것은 예기치 못한 것이었으며 설명이 어려웠으나 연구자들은 이 현상이 일어날 때 금속원자 밖에서 만들어지는 이 입자는 더 이상 금속처럼 행동하지 않는다는 것을 발견하였다. 가장 작은 cluster에서 보면, dipole 영향력은 크기에 따라서 상당히 다르다. 그리고 14개 원자로 구성된 cluster는 15개 원자로 된 cluster보다 dipole 영향력이 작은데 이것은 홀수되는 경우에는 영향력이 작아지기 때문이다. 이것은 구조적 문제가 기인한 것이라고 연구자인 Walter de Heer 교수는 설명하고 있고, 지금까지는 200개 원자까지의 cluster에 대해 연구하였는데 더 큰 규모의 cluster에 대한 연구를 지속할 것으로 말하고 있다.

(*SpaceDaily*, May 27, 2003)