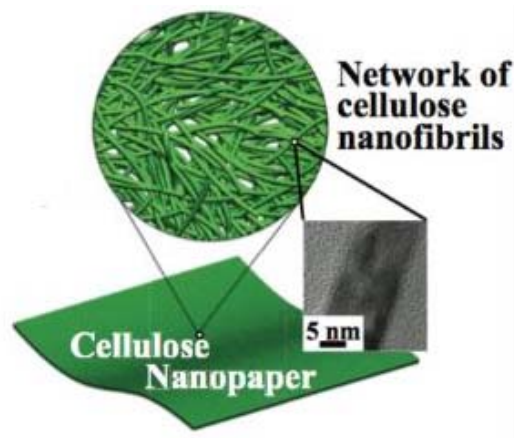


금속보다 강한 나노셀룰로스 종이



미국 메릴랜드 대학(University of Maryland)의 연구진은 최근 종이를 구성하는 셀룰로스 섬유가 가늘수록 종이가 더 질기고 더 강하다는 것을 발견했다. 과학자들은 오랜 동안 강도(strength)가 강하면서 동시에 강인성(toughness) 큰 재료를 찾아왔다. 강도와 강인성은 종종 서로 배타적일 수 있는데, 예를 들어, 강도가 매우 강한 재료는 철 또는 다이아몬드처럼 쉽게 부서지는 경향이 있다.

메릴랜드 연구진은 셀룰로스의 기계적 특성을 사용함으로써 강하고 질긴 재료를 개발하는데 성공했다. 셀룰로스는 지구상에서 가장 풍부한 재생가능한 생물자원이다. 이번 연구에서는 셀룰로스 섬유를 약 30 마이크로미터에서 10 나노미터까지 여러 단계로 직경을 조절하여 종이를 제작하였다. 10 나노미터 섬유로 만들어진 종이는 일반 종이보다 강인성은 40배 더 크고, 강도는 130배 더 강한 것으로 나타났다. 이러한 연구결과를 통해 강하고 질긴 새로운 고기능성 재료를 개발할 수 있게 되었다.

고성능이지만 가벼운 셀룰로스 기반의 재료는 무게가 중요한 분야에 금속과 같은 기존의 구조 재료를 대체할 수 있을 것이다. 예를 들어 중량을 가볍게 하여 더 에너지 효율적인 그린(green) 자동차 등에 적용할 수 있을 것이다. 또한 메릴랜드 연구진은 투명 셀룰로스 나노종이를 플렉서블 전자장치의 기능성 재료로서 종이 전자장치, 프린트할 수 있는 태양전지, 플렉서블 디스플레이 등에 사용할 수 있으며, 이를 통해 일상생활의 많은 부분이 빠르게 변화하게 될 것이라고 하였다.

셀룰로스 섬유는 다수의 수소 결합을 쉽게 형성할 수 있다. 수소 결합은 끊어졌다가도 회복하기 때문에 셀룰로스에 “자가-치료” 특성을 부여할 수 있다. 메릴랜드 연구진은 셀룰로스 섬유

가 더 작아질수록 단위 면적당 더 많은 수소 결합을 할 수 있다는 것을 발견했다. 이것은 매우 작은 섬유로 만들어진 종이도 서로 더 강하게 결합할 수 있다는 것을 의미한다. 바로 이러한 점이 셀룰로스 나노섬유를 사용한 종이의 강도가 강하고 강인성이 큰 특성을 가지게 하는 핵심이다.

위와 같은 셀룰로스 나노섬유의 특성을 확인하기 위해서, 메릴랜드 연구진은 셀룰로스 섬유와 유사한 탄소 나노튜브를 사용해서 동일한 실험을 수행하였다. 탄소 나노튜브는 서로 간에 훨씬 더 약한 결합을 하며, 장력 하에서 결합이 이루어지지 않았다. 각각의 탄소 나노튜브 자체는 매우 강한 재료 중 하나이지만 탄소 나노튜브로 만들어진 종이는 약한 것으로 나타났다.

이번 연구의 적용 방향 중에 하나는 탄소 나노튜브 종이의 기계적 성능을 향상시키는 것이다. 탄소 나노튜브 네트워크로 만들어진 종이는 예상했던 것보다 훨씬 더 약하므로, 다양한 측면에서 활용도를 높이기 위해서는 나노 스케일에서부터 매크로 스케일까지 탄소 나노튜브의 뛰어난 특성들을 변환시킬 수 있어야 할 것이다. 메릴랜드 연구팀의 연구결과는 앞으로 이러한 문제를 해결하고 강하고 질긴 탄소 나노튜브 종이를 개발하기 위한 새로운 길을 열어줄 것으로 기대되고 있다.

♠ Nanowerk, Jul 24, 2015