

나노기술용 섬유제품(1)

나노기술이란 나노미터 크기를 갖는 분자나 원자수준에서 물질을 제어하는 초미세 극한 기술을 말한다. 나노미터 크기의 수준에서는 물질의 새로운 특성이 나타나며, 이런 특성을 실제 산업의 여러 분야에 응용하여 전반적인 산업기술의 혁신적 진보를 달성하는 것이 본 산업분야의 목표이다.

나노기술의 영역은 1nm~100nm의 구간을 의미하며, 이는 분자 및 원자의 조작이 가능한 수준이다. 나노 크기에 대한 이해를 돕기 위해 일상의 물건과 크기 단위를 비교하면 다음 <표 1>과 같다.

나노기술의 가능성은 1950년대 말 이미 리처드 파인만 박사의 미국 물리학회 강연에서 원자수준에서의 물질의 조작 가능성에 대해 언급됨으로써 제시된 바 있다. 그 후 1960년대와 1970년대에 양자역학에 대한 실험물리학적 성과들이 간헐적으로 발표되다가 1986년 AT&T 벨 연구소에서 STM을 이용한 원자 분리 및 수정 실험에 성공하여 원자 수준에서의 조작 가능성을 입증함으로써 나노시대의 본격적인 개막을 선언하게 되었으며 1990년대에는 보다 본격적인 연구가 활발하게 이루어졌다.

2000년대 미국에서는 클린턴 당시 대통령이 NNI(National Nanotechnology Initiative) 전략을 발표하여 나노기술에 대한 국가적인 관심을 표명하였고, 2001년에는 한국과 일본에서도 나노기술을 국가 경제 및 안보를 위한 최우선 전략과제의 하나로 공식 인정하여 각각 「국가나노기술종합 발전계획」, 「n-Plan 21」로 이름붙인 국가적이 지원사업을 수립 추진하기에 이르렀다.

이와 같이 세계 여러 나라들은 각국의 사정을 감안한 나노기술개발 프로그램들을 정부 주도로 진행하고 있다. 각국은 이들 프로그램을 통하여 나노기술을 발전시키는 것도 있지만 나노기술을 이용하여 자국 산업의 한계를

극복하려는 의도도 포함되어 있다.

<표 1> 단위와 물체의 크기 비교

단 위	물체의 크기
10m	◀ 고래의 크기
1m	◀ 인간의 신장
10cm(10^{-1} m)	◀ 새의 알
1cm(10^{-2} m)	◀ 개똥벌레
1mm(10^{-3} m)	◀ 모래알의 크기
100 μ m(10^{-4} m)	◀ 종이 두께, 대형 아메바
10 μ m(10^{-5} m)	◀ 일반적인 세포의 크기, 머리카락 굵기
1 μ m(10^{-6} m)	◀ 적혈구, 대장균
100nm(10^{-7} m)	◀ 미토콘드리아, LSI 선폭
10nm(10^{-8} m)	◀ 바이러스 카본나노튜브
1nm(10^{-9} m)	◀ 단백질 분자, DNA 이중나선의 직경
1Å(10^{-10} m)	◀ 수소원자의 직경

나노기술에 속한 여러 분야 중에서도 나노소재는 가장 핵심적인 분야로 주목받고 있다. 일반적으로 많은 사업 기술이 소재 기술을 기반으로 하고 있는 것처럼 나노기술 역시 나노소재 기술의 바탕을 필요로 한다. 현재 산업 분야로부터 보건·의료 분야에 이르기까지 요구하는 소재의 성능 또는 물성은 매우 다양한데, 문제는 요구하는 물성이 종래의 소재가 감당할 수 없는 단계에 이르렀다는 점이다. 이러한 필요에 대응하여 여러 형태의 소재가 개

발되어 왔으며 나노소재 기술은 가장 최근에 개발되기 시작한 기술이다.

나노소재 개발에 있어서의 주된 주제는 나노소재가 갖고 있는 장기적·열적 불안정성의 극복, 나노소재가 나타내는 새로운 물성의 측정 및 규명, 경제성을 갖춘 제조법이 개발로 요약되며 세계적으로 개발경쟁이 치열한 분야를 예로 들면 소재 형태별로는 나노분말, 개별소재로는 탄소 나노튜브, 응용 분야로는 의료(의약) 및 환경·에너지 관련 분야라고 할 수 있다. 이들 분야는 이미 기술적으로 성장기에 접어들었거나 가까운 장래에 시장을 형성하여 급격히 팽창할 분야들이다.

각국이 지원하고 있는 나노소재 개발 프로그램들은 나노기술개발에서 확보할 수 있는 강점분야를 강화하거나 이미 경쟁력을 갖고 있는 소재 분야의 기술력을 더욱 강화하는 것을 목적으로 하고 있다. 미국은 국방·우주개발을 포함한 거의 모든 영역에서 필요한 나노소재 개발을 추진하고 있으며 일본은 나노소재와 공정을 결합한 주제를 다루고 있으며 특히, 탄소나노재료(탄소 나노튜브) 개발에 집중하고 있다.

나노소재는 개발형태 측면에서 두 가지로 나눌 수 있다. 하나는 기존 소재의 성분 또는 조성을 그대로 유지한 채 크기만을 미크론급 내지 서브미크론급으로부터 나노급으로 미세화한 소재이고 다른 하나는 새로운 분자구조를 갖는 나노소재이다. 새로운 구조의 나노소재는 당연히 새로운 물성을 나타내게 된다. 기존 소재의 크기를 나노급으로 줄인 경우에는 기존 소재의 물성이 현저하게 개선되거나 전혀 새로운 물성이 나타날 수 있으며 이러한 새로운 물성은 새로운 제품의 출현을 가능하게 하고 또한 기존 제품의 경쟁력강화에 기여 내지는 신제품 개발로 이어질 수 있다.

섬유산업 분야에서의 나노섬유(Nanofiber)란 1 μ m이하의 섬유를 의미하며 멜트 블로운 (Melt blown), 복합방사, 분할방사, 전기방사 등의 방법으로 제조된다. 이들 방법 중 멜트블로운, 복합상사 및 분할방사 기술은 이미 오래전(1970년대)에 개발되어 상당부분 실용화되어 있으며 이를 기본으로 제조되는

나노섬유 제품이 시판되고 있다. 한편 전기방사는 고분자 용액이나 용융체에 표면장력 이상의 높은 전기장을 가하면 고분자 용액이 방사구의 끝에서 테일러 콘(Taylor Cone)으로 알려진 방추형을 형성하게 되고 그 이상의 전기장이 가해지면 용액이 섬유 형태로 분출되게 되는 원리를 이용한 것인데 이 방법으로 제조된 나노섬유는 같은 굵기의 나노섬유라도 다른 방법으로 제조된 제품과 특히 상이한 특성을 나타내기 때문에 더욱 중요하게 인식되고 있다. 그러나 전기방사 방법은 기수르이 역사에 비해 기술적 성취도는 상대적으로 낮으며 상용화된 제품도 미국의 도널슨(Donaldson)사가 종래의 필터제품표면에 전기방사를 이용하여 나노섬유를 1~2정도의 두께로 분사 코팅하여 수명을 연장시킨 정도에 불과하다. 그러나 최근 분자제어기술의 발달과 더불어 나노섬유의 제조방법으로 크게 주목받고 있으며 특히 무기물이나 금속재료에도 적용될 수 있어 향후 용도개발의 가능성이 무한하다고 할 수 있다.

나노섬유를 포함한 초극세사는 상기한 방법으로 제조되어 다양한 산업에 적용됨으로서 고부가가치의 상품으로 창출되어 왔다. 초극세 섬유를 이용한 상품으로 인공피혁, 스웨이드 조직편물, 고밀도 직물, 초발수 고밀도 직물, 피치스킨(Peach Skin) 직물, 와이핑 직물, 의료용 신감각 소재, 부직포 등을 들 수 있다. 초극세 섬유의 상품화는 1970년 Ecsaine이 인공피혁을 개발하면서 시작되었다고 할 수 있다. 1970년 도레이를 필두로 구라레(75년), 鐘紡(77년), 帝人(77년), 유니티카(77년), 旭化成(79년), 三菱 레이온(79년) 등이 연이어 초극세 섬유의 개발에 성공하였다. 1981년에 발표된 고밀도 직물 자비나 예는 초극세 섬유의 새로운 장을 열었다. 이후 인공피혁제품뿐만 아니라 초발수 고밀도 직물, 피치스킨(Peach Skin) 등이 개발되었다. 1985년부터 초극세 섬유의 비표면적, 이형단면 등의 효과를 이용한 우수한 성능의 와이핑 클로스(Wiping Cloth)의 개발이 이루어졌다.