

광감응성 형상기억 고분자 개발

자외선을 조사함으로써 본래의 형태를 기억하게 하는 형상기억 고분자가 독일과 미국의 공동 연구팀에 의해 개발되었다. 독일 GKSS 연구소의 Lendlein 등은 열을 이용하는 대신에 빛을 사용하여 형상기억 고분자를 제작할 수 있으며 개발된 기술을 이용하여 현재 의학 및 산업용 부품을 제작하고 있다고 밝혔다. 새로 개발된 형상기억 고분자는 오랜 시간 동안 변형되지 않으며 심지어는 50도에 이르는 고온 환경에서도 그 특성을 유지한다고 밝혔다. 어떠한 형태로 변형되었더라도 자외선을 쬔어주면 원래의 형상으로 돌아가는 것이 특징이다. 형상기억 고분자는 튜브, 활모양 및 나선 모양 등 다양한 형태로 제작될 수 있다.

형상기억 고분자의 비밀은 폴리머 분자구조에 의한 광민감성에 있다. 자외선을 광민감성 고분자에 조사하게 되면, 서로 얹히고 묶여서 새로운 형상으로 제작이 된다. 계속 자외선을 조사하게 되면, 묶였던 분자구조가 다시 풀리게 되면서 원래의 형상으로 돌아가게 된다. 현재까지 연구진은 고분자 필름을 20% 늘여서 양쪽을 동일하게 260 nm의 자외선으로 60분 동안 조사하여 새로운 형상을 제작했다. 이보다 낮은 파장의 빛을 동일한 시간 조사하게 되면, 원래의 형태로 복귀되는 것이 관찰되었다. 연구진은 한쪽만 늘려서 제작된 고분자에 자외선을 조사함으로써 입체 형상을 제작했다. 외부의 힘이 풀리자 조사되는 부분은 새로운 형상으로, 조사되지 않는 부분은 원래의 형상으로 돌아가려고 한다. 이 힘의 불균형이 활 모양 혹은 나선형 모양을 생성하는 것이다. 짧은 파장으로 다시 한번 자외선을 조사하게 되면 원래의 형상으로 복원된다.

(Nature, April 14, 2005)

도시바, 1분만에 충전 하는 배터리 개발

1분이면 충전이 가능하고 기존 배터리에 비해 전력소모량도 낮은 새로운 리튬 이온 배터리가 나왔다. Toshiba는 지난 29일 거의 모든 노트북컴퓨터에서 사용가능한 신형 리튬이온 배터리를 개발했다고 발표했다. 신형 배터리는 기존 배터리에 비해 충전속도가 60배 이상 빠르고 섭씨 40도에서 충전 및 방전을 1000

번 정도 반복해야 수명이 1% 정도 줄어들고, 섭씨 40도에서도 작동이 가능하다. 특히 신형 배터리는 1분만에 80% 가량 충전이 가능해 현재 사용되고 있는 리튬이온 배터리에 비해 충전속도가 60배 이상 빠르다고 도시바는 밝혔다. 배터리 크기는 가로 35밀리미터, 세로 62밀리미터, 두께 3.8밀리미터다.

도시바는 “나노입자를 통해 충전기간 전해질이 줄어드는 것을 막아 충전속도를 높일 수 있었다”면서 “나노 입자가 리튬이온을 빠르게 흡수, 저장하도록 했다”고 신형 배터리 탄생의 비밀을 소개했다. 도시바는 내년쯤 하이브리드 자동차 등에 우선적으로 신형 배터리를 사용한 뒤 컴퓨터나 카메라 등으로 사용범위를 확대한다는 계획이다. 도시바가 지난 1993년 최초로 리튬이온 배터리를 장착한 노트북 컴퓨터를 출시하면서 리튬이온 배터리는 가장 대중적인 배터리로 사용되고 있다. 리튬이온 배터리는 과거 니켈금속 배터리와 달리 완전방출 전에도 충전이 가능하다는 장점을 지니고 있다.

(도시바 news letters, April 1, 2005)

일리노이대학, 분리막이 필요 없는 연료전지 개발

일리노이대학(University of Illinois at Urbana-Champaign)의 연구진은 연료와 산화제를 분리하는 고체 분리막이 없이 작동되며, 일반적인 산성 화학 외에 알칼리성 화학에서도 기능하는 새로운 연료전지를 개발하였다. 연료전지는 보통의 전지처럼 화학에너지가 전기에너지로 변환한다. 대부분의 연료전지가 연료와 산화제를 분리하기 위해 물리적 장벽을 사용하고 있는데, 일리노이대학이 개발한 미세유체 연료전지(microfluidic fuel cell)는 다중흐름 층류(multi-stream laminar flow)를 이용하여 이 동일한 일을 수행한다. 이 시스템은 연료와 산화제를 함유한 두 유체의 흐름이 합류하여 혼합되지 않고 촉매로 도포된 전극 사이로 흐르는 Y-형 미세 유체 도관을 사용한다. 화학, 생물분자 공학과 교수이자 Beckman 첨단과학기술연구소(Beckman Institute for Advanced Science and Technology)의 연구원인 Paul Kenis의 설명에 따르면 마이크로 크기의 유로를 흐르는 유체는 가정용의 큰 배관을 흐르는 유체와는 다르게 거동하며, 마이크로 크기에서는 난류가 일어나지 않으므로 이 층

류에서는 연료와 산화제의 두 흐름이 상호간에 물리적 장벽이 없이도 나란히 흘러갈 수 있음을 의미한다. 연료전지는 두 개의 전극(양극과 음극), 연료 및 산화제로 구성된다. 양극에서의 반응에 의해 수소로부터 양성자와 전자가 방출되고, 양성자는 셀을 통과하여 음극으로 흘러가 외부 회로를 통하여 흘러온 전자와 재결합한다. 대부분의 연료전지는 고분자 전해질 막을 사용하여 음극과 양극을 격리하고 있다.

일리노이대학에서 개발된 연료전지에서는 물리적 막이 층류의 거동 특성에 의해 대체되고 있다. 즉, 연료와 산화제의 흐름이 미세유로(microchannel)에 함께 도입되며, 양성자와 전자는 액체-액체 계면(liquid-liquid interface)을 통하여 확산한다. 이러한 구조의 무격막 연료전지는 양성자교환막(proton exchange membrane, PEM) 연료전지보다 부품수가 줄어들고 설계가 더 간단해지며 알칼리 화학에도 적용할 수 있다는 이점이 있다. 알칼리성 전지가 산성 전지보다 성능이 우수한 것처럼, 알칼리성 연료전지 역시 산성 연료전지보다 뛰어난 것이라고 Kenis는 말한다. 하지만, PEM 연료전지에서 알칼리 화학의 폭넓은 사용에 몇 가지 문제점이 제시되었는데 이 중에는(산성 연료전지에서 양성자의 역할을 하는) 수산화물 이온에 대한 막의 투과도가 낮다는 것과 탄산염 생성에 의해 막이 막힌다는 것이 문제가 되고 있다. 일리노이대학에서 개발한 연료전지는 막을 사용하지 않기 때문에 이러한 문제들을 겪지 않는다고 전했으며 3월 21일~25일 로스앤젤레스에서 개최되는 미국 물리학회 춘계대회에서 이 새로운 연료전지에 대해 발표할 예정이다. 휴대용 컴퓨터, 배터리 충전기 등의 전원으로 응용함에 있어, 충분한 전력 수준을 얻기 위해서는 복수의 연료전지가 통합적으로 사용되어야 할 것으로 보인다. 일리노이대학의 Kenis는 무격막 연료전지는 마이크로 크기에서만 일어나는 현상에 기초하므로, 크기를 더 크게 할 수는 없는 대신 직렬 및 병렬로 연결된 많은 연료전지의 배열을 만듦으로써 크기를 확장할 필요성을 언급하였다.

(Physorg News, March 23, 2005)

히타치, 나노인프린트 기술 응용에 의한 세포배양 시트 개발

(주)히타치 제작소(日立製作所)는 재생의료에 응용이 기대되는 Nano pillar 세포배양 시트를 개발하여 2005년 5월부터 시판한다. 본 배양 시트의 제조는 히

타치가 행하고, 샘플 판매는 히타치와 (주)히타치 하이테크놀로지스가 행한다.

나노인프린트 기술은 나노기술 연구로 주목받고 있는 미세가공 기술 중에서도 가장 실용화하기 쉬운 기술의 하나이다. 본 기술은 미세한 요철이 있는 형태를 수지 등의 피가공 재료에 찍 눌러서 형성하는 나노 스케일의 성형가공 기술이며, 기존 기술과 비교해서 나노 스케일의 구조를 염가로 제작할 수 있게 된다.

개발한 Nano pillar 구조를 향후 재생의료의 발전에 불가결한 조직배양에 적용하는 연구를 독립행정법인 산업기술종합연구소 우에무라(植村) 연구실과 홋카이도대학 시모무라(下村) 연구실과 공동으로 진행하고 그 성과로서 세포배양 시트를 개발, 제품화하여 시판하기로 하였다. 이번에 개발한 세포배양 시트의 특징을 살펴보면 첫째로, 세포의 뛰어난 박리성을 들 수 있다. 종래의 배양 살레(schale)는 평탄한 살레 바닥에 부착성이 있는 세포를 부착한다. 이러한 세포를 배양 살레로부터 박리하는 것은 힘들었지만, 본 배양 시트는 세포의 크기보다도 작은 Nano pillar 구조상에서 세포를 배양하기 때문에 배양한 세포의 박리가 용이하다. 두번째로, 세포를 꺼낼 때의 활성화하를 경감시키는 것이다. 종래의 배양 살레는 배양해서 살레에 부착된 세포를 꺼낼 때에 트립신(trypsin) 등의 단백질 분해 효소를 첨가한다. 그러나 단백질 분해 효소는 세포표면의 단백질을 분해함으로 박리후의 세포 활성이 저하되는 것이 문제가 되었다. 그러나 본 배양시트를 사용하면 세포가 쉽게 배양시트에서 박리할 수 있으므로 단백질 분해 효소를 사용하지 않고 세포 회수를 할 수 있으며, 세포를 꺼낼 때의 활성화하를 경감할 수 있다. 게다가, 나노인프린트 기술은 배양시트 상의 Nano pillar 구조의 레이아웃 및 재질을 변경할 수도 있다. 향후, 히타치는 여러 가지 배양 조건에 맞춰서 최적화한 Nano pillar 세포배양 시트를 고객의 요청에 따라 수탁 개발에도 대응할 예정이다. 또한, 히타치는 그룹 각 회사에서 보유하고 있는 나노 테크놀로지 관련 기술을 집결하여 빠른 시기에 사업으로 연계하기 위해서, 토털 솔루션 사업부 내에 나노프린트솔루션 센터를 설치하였다. 향후에는 센터 중심으로 Nano pillar 세포배양 시트를 판매하고, 나노인프린트 관련 시장 창설을 위한 사업전개를 꾀할 계획이다. 한편, 본 배양시트를 사용한 세포 배양의 상세한 내용에 대해서는 3월 1일부터 오사카국제회의장에서 개최한 일본재생의료학회에서 발표하였다.

(Hitachi News, February 24, 2005)

멜버른 대학, 종양을 직접 공격하는 스마트 탄 나노고분자 캡슐 개발

언젠가는 나노 고분자 캡슐이 주변 조직의 손상 없이 종양을 직접 화학치료하는데 사용될 수 있을 것으로 보인다. 이 캡슐은 저 에너지 레이저 펄스에 의해 가열, 파열되도록 설계되어, 필요한 부위에 약물을 정확히 운반할 수 있다. 항암제가 종양 표적에 도달하여 한번의 파열로 전달될 수 있다면, 훨씬 효과적이고 부작용도 그만큼 줄어들 수 있다. 이렇게 하면 약물은 암세포를 죽이는 데 필요한 농도에 도달할 수 있으며, 동시에 주변 조직에 미치는 손상을 최소화할 수 있다. 그래서 호주 멜버른 대학(University of Melbourne)의 프랭크 카루소(Frank Caruso) 교수와 연구팀은 이러한 일을 수행할 독창적인 방법을 개발하고 있다. 이들의 방법은 고분자 캡슐 안에 약물을 봉입하는 것으로, 캡슐은 금 나노입자로 코팅되고 종양 탐색 항체(tumour-seeking antibodies)에 부착되어 있다. 캡슐이 혈류에 주입되면 종양 내부에 농축되게 된다. 충분한 캡슐들이 종양 내부에 모이게 되면, 근적외선 레이저 펄스를 가하여 근적외선 파장을 강하게 흡수하는 금을 녹여 플라스틱 캡슐을 파열하여 내용물을 방출한다.

연구진들은 캡슐을 만들기 위해, 고분자가 약물을 함유하는 다중층 구를 형성할 때까지 약 1 μm 크기의 약물입자 현탁액에 반복적으로 고분자를 첨가했다. 이어서 직경 약 6 nm인 금 입자를 이 혼합물에 첨가하여 고분자 속에 묻히게 했다. 마지막으로 구의 외각층을 형성하는 지방질과 종양 세포를 표적하는 항체를 첨가하였다. 실험실 테스트에서 이 캡슐들은 근적외선 레이저로부터 나오는 10 나노초 펄스에 의해 파열되었다. 일반적으로 금은 1064 $^{\circ}\text{C}$ 의 융점을 갖는 반면에, 금 나노입자는 600~800 $^{\circ}\text{C}$ 사이의 훨씬 낮은 온도에서 녹았다. 간단한 펄스로 나노입자를 녹이기에 충분했으며, 전자현미경으로 나노입자들이 응집되면서 직경 50 nm까지 팽창하는 것을 관찰할 수 있었다. 이 펄스는 너무 짧기 때문에 캡슐의 내용물에 손상을 가하지 않았다. 카루소는 라이소자임 효소(lysozyme enzyme)가 이러한 방식으로 캡슐에서 방출된 후에도 자신의 활성을 잃지 않음을 보여주었다.

임상 사용에 있어 이 레이저는 수 mm의 조직을 침투할 수 있어, 피부를 직접 통하거나 또는 내시경을 통해 인체 내부를 비출 수 있다. 캡슐을 파열하는 데 필요한 적외선 에너지인 100 millijoules/cm²는 충

분히 안전 한계치 내에 있다. 카루소는 이것은 문신(tattoo)를 제거하는데 사용되는 에너지 보다 낮다고 말한다. 그러나 임상 사용은 아직 요원하며, 동물시험 조차도 몇 년 후의 일이다. 다음 단계는 캡슐을 보다 작게 만드는 것이다. 카루소는 보다 작은 약물 입자를 이용해 캡슐의 직경을 약 1 μm 에서 수 백 나노미터로 줄일 계획이다. 카루소는 본 기술의 핵심은 인체에 무해한 레이저에 캡슐이 반응하도록 하는데 있다고 생각하고 있다. 금은 일반적으로 전자기 스펙트럼의 가시광선으로부터 자외선 영역까지의 빛을 흡수하는데, 이 빛들은 조직을 태울 수도 있다. 그러나 캡슐 중의 금 나노입자간의 전자기적 상호작용은 금의 물성을 변화시켜, 금이 근적외광을 흡수하도록 한다. 이를 지켜본 호주 퀸즐랜드대학(University of Queensland, Brisbane)의 나노기술/생체재료센터(Nanotechnology and Biomaterials Centre)의 Matt Trau는 이 연구가 아주 대단한 것이라며, 주변 조직에 손상을 주지 않고 캡슐을 광학 활성화시킨다는 것은 특별히 이 기술의 혁신적인 부분이라고 말한다.

(NewScientist, January 7, 2005)

UCLA, 근육으로 움직이는 ‘생체’로봇 개발

UCLA(University of California, Los Angeles)의 연구진들이 생체근육으로 작동하는 미소 로봇을 개발하였다. 이 로봇은 미세 실리콘 칩 위에 “성장하고 있는” 쥐의 세포들로 만들어진 것이라고 연구진은 Nature Materials에 보고하고 있다. 길이가 1 mm 가 채 안 되는 이 미소 로봇은 외부의 어떤 동력원이 없이 스스로 움직일 수 있다. 나노기술 분야에서 연구진들은 영감을 얻기 위해 종종 자연계에 고개를 돌린다. 그러나 UCLA의 Carlo Montemagno 교수는 아이디어를 얻기 위해서가 아니라 실질적인 출발 재료를 찾기 위해 자연에 고개를 돌리고 있다. 과거에 그는 유전자 조작된 단백질로부터 회전하는 나노 모터를 개발하였다. 이번엔 쥐의 근육 조직을 미소 로봇의 골격에 성장시킨 것이다. Montemagno 연구팀은 세포가 수축할 때 스스로 움직이는 미소 장치의 개발을 위해 쥐의 심장 세포를 사용하였다. Montemagno 연구팀에서 사용하고 있는 이 뼈들은 플라스틱제거나 실리콘 기재이고 이로부터 연구팀은 이 뼈들이 움직이고 구부릴 수 있는 기계적 관절을 갖는 실로 정교한 구조를 만들었다. 그리고 표면화학의 미세 조작을 통해 근육 세포들은 접착 신호를 얻게 된다. 이렇

게 하여 근육 세포들은 조립되고, 변화를 겪으면서, 실제로 근육을 형성하게 되며 움직일 수 있는 뼈대와 근육을 가진 로봇을 갖게 되었다. 현미경으로 미세한 두 발이 달린 생체로봇(biobots)이 기어 다니는 것을 관찰할 수 있으며, Montemagno 교수는 이와 같은 근육은 많은 미소 소자에 이용될 수 있고, 심지어 컴퓨터 칩을 작동시키는 소형 전기 발전기를 구동시키는

데에도 사용될 수 있다고 말한다. 그러나 “생물 세포가 실리콘에 부착될 때도 살 수 있을까?”라는 의문이 남는다. Montemagno 교수는 세포들은 온전히 살아서 실제로 성장하고 증식, 조립하며, 스스로 구조를 형성하며 이 장치는 살아 있는 것이라고 말한다.

(BBC, January 17, 2005)

<금오공과대학교 방대석>