

‘돌연변이’ 슈퍼재료들

물질의 비밀을 원자수준에서 이해하기 시작하면서 현대의 ‘연금술사’들은 슈퍼컴퓨터의 도움을 받아 종전에 없었던 ‘돌연변이’ 물질을 창조하고 있다. 예컨대 열과 빛과 전기에 반응하여 부풀거나 오그라드는 지능형 겔(콜로이드용액이 응고한 형태)은 본래 부피보다 1천배나 팽창한 뒤 다시 원상으로 돌아갈 수 있다. 골프구두 안창에 겔을 넣으면 발의 온기로 데워져 팽창하면서 발의 모양과 완전히 일치하게 된다. 또 위산으로 훼손된 식도 조직을 코팅하는데 겔이 사용된다. 이 밖에도 인슐린과 같은 약품을 방출하거나 유독 폐기물을 흡수하는데도 쓰일 것으로 보인다.

빨간 레이저보다 파장이 훨씬 짧은 청색 레이저가 최근 개발되어 21세기 초에는 청색 발광다이오드(전압변화로 빛을 내는 반도체: LED)가 선보인다. 이로써 CD의 용량은 5배로 끌어 올리고 반세기의 수명을 가질 수 있는 LED전등이 등장한다. 인간은 강력한 섬유를 만들자면 산(酸)과 고온과 공장이 필요하지만 거미들은 실내온도(약 섭씨 20도)의 수용액으로 강철보다 강력한 명주실을 찾는다. 미국 코넬대학 의과학자들은 거미의 먹이 속에 방사선 추적물질을 넣어 거미실의 구조를 밝히는 연구를 하고 있다. 이들의 목표는 거미줄보다 더 강력한 섬유를 생산하는 유전자를 합성하자는 것이다. 이런 유전자를 박테리아를 통

해 담배나무 속에 넣은 뒤 슈퍼섬유를 양산할 계획이다.

이제 복합재료는 민간부분으로 진출하여 선박, 철도차량 등에 사용되기 시작했다. 최근 미국 캘리포니아주에서는 복합재료를 입혀 지진에도 견딜 수 있는 교량을 건설하고 있다. 그런데 듀폰사가 복합재료로 제작한 철도의 유개화차는 거대한 피크닉용 냉각기처럼 냉동이 필요없이 병맥주를 차게 먼 곳으로 운반할 수 있다.

신물질은 만드는 레이저

21세기의 화학자들은 플라스틱에다 레이저광선을 쬐어 그 분자결합을 바꾸거나 풀어줌으로써 승용차나 장비용의 강력한 플라스틱을 간단히 만들 수 있게 된다. 이들은 또 레이저광선을 이용하여 납작한 패널모양의 컴퓨터 저장 시스템이나 뛰어난 성질의 신소재를 만들게 된다. 종래 화학합성을 거들던 레이저는 앞으로는 빠르고 싼 비용으로 신물질을 만드는데 이용된다.

일본전기(NEC)의 연구팀은 레이저를 이용하여 분자의 결합을 단절함으로써 실리콘 막을 새로 만들어 반도체에 더 많은 회로를 다져 넣을 수 있는 길을 열었다. 미국 미시건대학과 켄트대학의 과학자들은 액정을 이용하여 빛을 서로 다른 여러개의 빛깔로 쪼갠 뒤 정교하게 가공된 모양을 가진 빛으로 다시 모으는데 성공했다. 이런 가공된 빛을 이용하면 보다 효과적으로

특정한 화학결합을 풀어 주어 새로운 소재를 만들 수 있다.

한편 미국 매사추세츠공대(MIT) 화학교수 넬슨은 매우 짧은 레이저광 펄스를 가지고 결정 속의 원자들을 다독거리고 있다. 그는 결정 속의 원자들을 다시 배열하여 전혀 새로운 물질을 만들 생각이다. 일본의 이데미츠광산회사 연구팀은 유기금속의 기체를 채운 탱크에 자외선을 발산하는 레이저를 쬐어 앰프와 같은 전자부품에 사용되는 페라이트라는 자성물질을 만들고 있다. 물리학자들도 레이저를 이용하여 새로운 지평을 열기 시작했다.

미국 스탠포드대학, MIT, 미국립표준기술연구원 과학자들은 원자에게 이를테면 십자포화처럼 레이저를 쬐어 주어 원자의 운동을 느리게 만든 뒤 마음대로 다룰 수 있게 만들었다. 이들은 이런 기법으로 비행용 자이로스코프와 같은 초정밀측정장비를 만들 생각이다.

스탠포드대학 물리학교수 추는 레이저광선을 이용하여 원자를 절대온도(섭씨 영하 273도)에 가깝게 냉각시켜 중력장을 측정할 수 있는 장치를 개발했다.

이런 중력센서를 이용하면 기름이 묻힌 유류층과 그 주변물질간의 밀도의 차이를 정확하게 측정할 수 있어 21세기에는 트럭이나 항공기에 이런 센서를 싣고 다니면서 기름이 묻힌 곳을 정확하게 탐지할 수 있게 된다.

물질의 비밀을 원자수준에서 이해하기 시작하면서 현대의 '연금술사' 들은 종전에 없던 돌연변이의 물질을 창조하고 있다. 21세기에는 수명이 50년인 전등, 1천배로 팽창했다가 오그라드는 지능형 겔, 강철보다 강력한 명주실 그리고 부서진 부분을 스스로 수리하는 지능형 강철 등 수퍼재료들의 행렬이 줄을 잇게 될 것이다.

신판 '터미네이터 3'

21세기에는 지능형 강철이 등장한다. 미국 노스웨스턴대학 재료과학자 그레그 올슨이 개발중인 '터미네이터 3'이라고 불리는 지능형 강철은 부서진 부분은 스스로 수리하고 생물모방 능력을 가진 영화 '터미네이터 2'에 등장하는 가상의 소재에서 아이디어를 원용했다. 영화에 등장하는 로봇 악한은 특징인을 포함하여 어떤 형태도 모방할 수 있을 뿐 아니라 산산조각이 난 뒤에도 다시 본래의 모습으로 조립할 수 있는 가상의 금속으로 만들어졌다. 올슨팀은 최고의 강력하고 유연한 실물의 재료를 창작하기 위해 부러진 뼈가 스스로 치유되듯 벌어지기 전에 균열을 스스로 막게 내부적으로 재정열할 수 있는 합금을 설계하고 있다. 이들의 연구 모델중의 하나는 실제로 바다 조개껍질에서 나온 것이다. 미세한 슬레이트의 모양을 하고 깨지기 쉬운 세라믹 재료로 구성된 전복과 같은 조개껍질은 일종의 단백질 모르타르로 강화되어 있다. 껍질이 갈라지기 시작하면 이 모르타르는 마치 인대처럼 스스로 번져나가 벌어진 사이를 메우면서 갈라진 양쪽을 끌어당겨 봉합한다. 올슨팀은 이런 단백질 모르타르의 역할을 할 수 있는 형상기억합금(形狀記憶合金)과 조개껍질의 미세한 슬레이트의 역할을 하는 주석합금을 조합하여 이런 작업을 복제할 계획이다.

그래서 이런 신소재가 갈라지기 시

작하면 형상기억합금이 갈라진 틈새를 메우고 열을 가하면 모양을 바꾸어 갈라진 양쪽을 묶어 버린다. 이런 재료는 제트엔진의 터빈날과 같이 심한 압력이 걸린 가운데서도 빈틈없이 작동해야 하는 금속부품을 사용하는 항공 우주계와 발전계에서 응용될 전망이다. 한편 올슨팀은 종래의 어떤 강철보다 2배나 강력한 강철합금을 개발하고 있다.

새 얼굴의 플라스틱

21세기에는 은박지 같이 두루마리로 된 플라스틱필름을 이용하여 누구나 쉽게 편리한 태양전지를 만들 수 있다. 이런 필름을 건물의 벽이나 지붕에 깔면 가정에서 쓰는 전기는 충분히 스스로 생산할 수 있다. 또 신용카드 두어장 두께의 플라스틱 배터리는 아무 장치에도 쉽게 장착할 수 있어 휴대폰에서 인공위성에 이르기까지 그 응용분야는 무궁무진하다. 그런데 이런 플라스틱은 버려도 쉽게 썩는 바이오 플라스틱이기 때문에 환경오염 걱정은 놓아도 된다. 20세기 인류생활의 모습을 바꾼 플라스틱은 다시 새로운 기능을 갖추면서 21세기에도 우리 생활에 큰 변화를 가져 온다. 전기가 잘 통하는 도전성 플라스틱으로 만든 정전기 해소제로 컴퓨터나 비행기날개의 표면을 코팅하면 정전기를 빨리 흘뜨리게 해서 연간 수백억달러에 이르는 정전기 피해를 막을 수 있다. 21세기

에는 두루마리로 된 스크린을 벽걸이처럼 걸면 어디에서나 텔레비전을 볼 수 있다. 발광벽지나 발광페인트를 칠한 방에서는 따로 조명이 필요없다. 휴대폰에서 전자레인지에 이르기까지 모든 표시장치는 가볍고 싸고 편리한 플라스틱 발광소자가 맡는다.

도전성 플라스틱중에는 플라스틱제의 '스마트 창'이 있어 바깥 환경에 따라 자동적으로 창이 투명도와 색깔이 바뀐다. 21세기에는 승용차도 이런 재료로 만든 거울을 이용한다. 또 도전도가 서로 다른 플라스틱 조각으로 만든 족집게들을 이용하여 인공근육으로 사용한다. 플라스틱 광섬유는 생산코스트가 매우 낮고 쉽게 대량생산할 수 있을 뿐 아니라 휘어도 쉽게 부러지지 않아 정보의 초고속도로건설은 물론 다양한 용도에 쓰인다. 이런 신소재 덕분에 실제로 빛을 방출하는 꽃장식물과 같은 인테리어제품이나 빛을 내는 웨딩드레스도 등장한다. 21세기에는 의료계로 진출하여 환자의 고통을 크게 덜어 준다. 예컨대 플라스틱 분자로 양파처럼 여러겹의 층을 가진 구체(球體)를 만든 뒤 그 속에 약품을 넣어 몸의 필요한 곳으로 보낸다. 환부에 도착한 이 구체는 한꺼풀씩 녹아 내릴 때마다 내장된 약이 방출된다. 그래서 종래에는 하루에도 2~3번씩 인슐린주사를 맞아야 하던 당뇨병환자들은 21세기에는 한번 맞은 뒤 여러날을 걸러도 된다. ㉟ 〈春堂〉