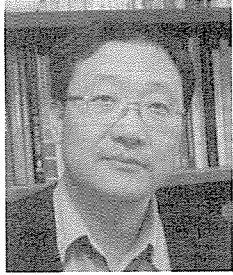


Information Technology 의 세계

일회용 DVD와 CD



趙煥奎

(부산대 공대 정보컴퓨터공학부 교수)

DVD(Digital Versatile Disc, 디지털 다기능 디스크)는 머지않아 VCR 테이프를 대체할 수단으로 주목받고 있다. 화질이나 소리는 기존의 비디오 테이프와 비교가 안될 정도로 명료하고 풍부하다. 그리고 이전의 VCR에서와 같이 특정한 장면을 찾기 위해서 조그서들을 돌려가며 화면을 뒤져볼 필요도 없다. CD에서 특정한 곡을 고르듯 한번에 옮겨갈 수 있으므로 이전의 카세트 테이프의 CD판이라고 생각하면 된다.

요즘 웬만한 영화는 모두 개봉 후 얼마 지나지 않아서 DVD로 나온다고 보면 된다. 문제는 노르웨이의 한 해커가 DVD의 내용을 풀어써 보통의 동영상 파일로 만들 수 있는 DeCSS라는 프로그램을 인터넷에 소개하면서 DVD 시장은 큰 위기에 봉착해 있다. 요즘은 DVD에서 불법적으로 추출한 동영상이 이전에 폐기된

Divx라는 동영상 포맷으로 아주 흔하게 불법 유통되고 있다. 디지털 저작물의 복제를 막는 문제는 어제 오늘의 문제는 아니다. 그 방법은 크게 두가지로 나뉘는데 한가지는 가격을 매우 싸게 책정하는 대신 그 사용 횟수를 제한하여 박리다매식 전략을 펼치는 것이고, 다른 하나는 상당히 비용을 들여서라도 불법복제방지 시스템을 구축하는 것이다. 전자의 예로는 자주 프로그램을 upgrade하는 대신 이전의 구판 프로그램은 묵시적으로 복제를 허용하게 해서 사용자들을 계속 유인해나가는 전략이다. 후자의 예로는 사용자가 프로그램을 사용할 때마다 인터넷으로 그 사용권리를 확인하게 하여 같은 프로그램이 두 군데에서 동시에 돌아가지 않도록 제어하는 방식이다.

그런데 갈수록 후자의 방법, 즉 고급의 복제방지 시스템을 도입하는 것이 경제적으로도 타산이 맞지 않으며, 그렇다고 해도 해커들의 극성스러운 공격에 견뎌내는 것은 아니었다. DVD와 같은 경우에는 후자의 입장을 택했으나 어이없는 시스템의 오류로 불법복제의 먹이가 된 것이다. 그런데 불법복제를 대처하기 위한 가장 적절한 방식은 '일회용' 디지털 상품이다. 예를 들면 몇번 보고 나면 저절로 내용이 없어지는 '일회용 DVD'

의 가격을 거의 공CD 값에 약간을 더한 정도로 판매한다면, 지금과 같이 DVD를 최고 성능 PC로 이틀씩 걸려가며 불법복제하는 수고를 할 어리석은 사람은 별로 없을 것이다. 특히 일회용 매체는 음반업체들의 오랫동안의 소원이었다. 1997년에도 네덜란드의 한 기업에서 만든 일회용 음악 CD의 원리는 CD 위에 아주 얇은 화학소재의 막을 입혀서, 그 CD를 플레이하는 과정에서 레이저가 몇 번 표면을 쏘면 그 막이 변형을 일으키도록 한다는 것이다. 그 막의 두께를 이용하면 몇번 재생을 허락할 것인지 결정할 수도 있었지만 기술적인 문제로 시장진입에서 실패했다.

그런데 최근 스펙트라디스크(SpectraDisc)사는 DVD 위에 아조벤젠 막을 입힌 일회용 DVD를 만드는 데 성공했다. 이 DVD를 개봉하는 순간 공기와 접촉된 막이 손상되기 시작하면서, 특정한 시간이 지난 후에는 거의 볼 수 없는 수준의 DVD가 된다. 이 기술을 활용하면 일회용 음악 CD도 가능하다고 한다. 현재 스펙트라사의 주장에 의하면 이틀동안 무제한 횟수로 볼 수 있는 DVD 하나의 가격은 약 2.5달러 정도가 될 것이라고 하니, 상당히 흥미롭게 느껴진다. 최근에는 한번 쓰고 버리는 휴대폰도 개발되어 있다. 한편 그렇게하여 버

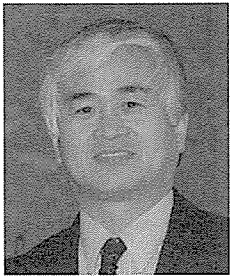
러지는 엄청난 양의 일회용 전자제품, 예를 들어 DVD나 일회용 CD에

대해서 심각하게 우려하는 목소리도 있다. 앞으로는 한번만 읽고 나면

저절로 자신의 파일을 파괴하는 전자 문서도 곧 등장할 것이다.

Bio Technology의 세계

탄수화물은 바이오산업의 시작이다



李大實

(한국생명공학연구원 책임연구원)

지구상에 가장 많은 유기화합물이 탄수화물이다. 식물의 탄소동화작용을 통하여 광에너지를 화학에너지로 바꾸어 놓은 형태로서, 사람과 동물이 이 탄수화물을 취하여 생합성과 생체에너지를 얻는다.

생물은 탄수화물 없이 단 하루도 살 수 없다. 세포의 생합성 능력은 어떤 형태의 생체분자도 탄수화물로부터 만들 수 있다는 얘기다. 실제 바이오산업의 현장에서 항생제나 비타민과 같은 저분자량 대사산물이나, 성장호르몬이나 인슐린과 같은 고분자량 단백질도 탄수화물로부터 만들어지고 있다. 그래서 탄수화물의 가공능력이 바로 바이오산업의 핵심 생산기술인 셈이다. 그러나 일반적으로

화학자나 생물학자들이 가장 다루기 꺼려하는 물질이 탄수화물이다. 여러 학문의 전문지식을 요구하기도 하지만, 우선 이성체가 많아서 분리하기가 까다롭고, 구조적인 특성을 구분하기가 제한적이기 때문이다. 3종 단당류가 연결된 3당류의 경우 이성체의 가능한 조합이 무려 1천56개에 달하고 있다. 또한 극성이 커서 유기용매에 잘 용해되지 않으므로 화학합성이 어렵고, UV분광분석은 아예 불가능하다. 그렇지만 세포공장은 탄수화물을 자유자재로 가공한다. 그 가공은 효소(enzyme)가 담당하고 있는데, 화학적으로 어려운 합성도 간단히 처리한다.

세포공장은 포도당으로부터 모든 생체분자의 생합성 경로를 갖고 있다. 일차로 탄수화물의 가공은 포도당의 당해리대사(glycolysis)부터 시작하여 TCA대사(tricarboxylic acid cycle)를 거치면서 생체 내에서 필요한 대부분의 중간물질과 에너지가 만들어진다. 대장균의 경우 포도당으로부터 모든 생체구성물들을 합성하는데 30분이면 충분하다. 결국 '탄수화물공학'은 여기서부터 출발한다.

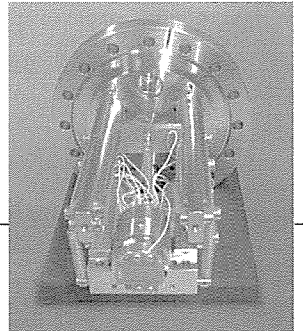
한편 탄수화물은 작은 공간에서 가장 다양한 구조형태를 갖고 있다. 구조적 다양성과 수소결합으로 인한 분자간 접착능력은 생체분자간의 상호인식의 매개물질로서 최적인 셈이다.

실제로 생체내 분자인식에 많은 당단백질이 관여하는 것이 알려졌다. 이러한 흐름은 1990년대 중반부터 생체 탄수화물의 생물학적 기능을 연구하는 '당생물학'을 등장케 하였다. 구조정보에 의존된 복합당질의 절묘한 생합성, 그리고 당질과 질병 원인과의 관계가 알려지면서 탄수화물의 생물학적 중요성이 새로이 주목받게 되었다. 이와 관련하여 탄수화물의 복합체는 신약개발의 새로운 대상으로 부상하였다. 이러한 관점에서 조상들이 찾아낸 한약재제는 흥미로운 물질이다. 물로서 추출된 한약은 상당부분 당질(glycans)과 당체(glycosides)이기 때문이다.

마지막으로 국내 낙후된 탄수화물 분야를 육성하기 위해 정책적인 배려가 시급하다. 더 나아가 21세기 바이오산업의 원료인 탄수화물 자원의 확보방안이 국가적인 차원에서 마련되어야 한다.

Nano Technology의 세계

원자현미경은 미래 과학의 견인차



〈그림 1〉 원자현미경의 scanner



朴秀進

〈한국화학연구원 화학소재연구부 책임연구원〉

나노(nano)란 10억분의 1을 나타내는 접두어로, 길이를 나타내는 단위인 미터와 같이 사용되면, 1nm=10⁻⁹m, 즉 10억분의 1미터의 크기를 지칭한다. 일반적으로 분자의 크기가 약 10⁻¹⁰m 급임을 생각하면 이는 분자 서너개를 한줄로 이어 놓은 크기가 되는 것이다. 반도체, 생체공학, 그리고 화학공학 등은 분자 단위의 이해를 필수로 하고 있으며, 분자나 원자 하나 하나를 조작해 새로운 물질을 만들거나 복제하려는 노력이 시도되고 있다. 이처럼 분자나 원자같은 나노미터 크기 정도의 물질을 합성, 연구, 조작할 수 있도록 해주는 것이 바로 원자현미경이다.

아무리 정밀한 렌즈를 가진 현미경이라도 빛을 이용해서는 수백 nm 이하의 작은 물체를 보기는 불가능하다. 이러한 광학적 한계 이하에서 원자현미경을 이용하면 물체 표면을 원

자단위로 읽을 수 있다. 어떻게 원자현미경은 물체 표면을 원자단위로 읽을 수 있는 것일까? 원자현미경이 물체의 표면을 인식하는 원리는 우리가 킁킁한 방에서 벽을 더듬어 형광등 스위치를 찾는 것과 같은 것이다. 즉, 원자현미경의 끝에 붙어있는 날카로운 탐침이 우리의 손과 같은 역할을 하여 물체에 접근했을 때 원자 사이에서 발생하는 밀어내거나 끌어당기는 등의 상호작용을 이용하여 물체의 표면을 원자 수준으로 볼 수 있게 해 준다. 원자현미경의 원조격인 SPM은 스캐닝 탐침현미경(Scanning Probe Microscope)의 약자로 보통 원자현미경으로 불리는 것이다. SPM 가운데 가장 먼저 등장한 것이 STM(Scanning Tunneling Microscope)으로 전기가 통하는 물체의 원자 이미지를 찍는 데 이용된다. 이 기구에는 끝이 원자 1~2개(0.1~0.5nm) 정도밖에 되지 않는 조그만 텅스텐 탐침이 달려 있는데 이 탐침으로 도체나 반도체 물질의 표면을 극저공 비행하면서 면밀히 조사할 수 있다. 이 때 탐침은 물체의 표면에 직접 닿지 않고도 그 표면을 조사할 수 있는데, 어떻게 직접 만지지 않고 표면을 조사할 수 있는 것일까? 탐침 끝과 시료 사이에 원자 한두개 크기의 간격을 두고 접근시켜 양쪽에

전기를 걸어주면 비록 탐침이 직접 물체에 닿지 않지만 전자가 에너지 벽을 뛰어넘는 양자역학적 터널링 현상을 일으켜, 측정할 수 있을 만큼의 전류가 흐르게 된다. 이 전류를 일정하게 유지하고 탐침을 시료 위에서 움직이면 탐침은 시료의 원자 형상에 따라 움직인다. 바로 이 탐침의 오르내림을 컴퓨터로 분석해 시료의 등고선 지도를 그릴 수 있게 되며, 등고선의 간격이 원자 크기만큼 좁기 때문에 물질 표면을 구성하는 개개의 원자를 상세히 알 수 있다. 하지만 STM의 가장 큰 결점은 전기적으로 부도체인 시료는 볼 수 없다는 것이다. 이를 해결하기 위해 만들어진 것이 AFM(Atomic Force Microscope)이다. 이 현미경은 텅스텐으로 만든 바늘 대신 캔틸레버(cantilever)라는 작은 막대를 쓴다. 캔틸레버는 길이가 아주 작으며 미세한 힘에 의해서도 아래 위로 쉽게 휘어지도록 만들어져 있다. 또한 캔틸레버 끝부분에는 뾰족한 바늘이 달려 있으며 이 바늘의 끝은 STM의 탐침처럼 원자 몇개 정도의 크기로 매우 첨예하다. 이 탐침을 시료 표면에 접근시키면 탐침의 원자와 시료 표면의 원

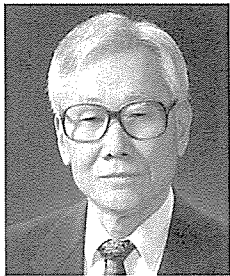
자 사이의 간격에 따라 끌어당기거나 밀치는 힘이 작용한다. 이를 측정하면 원자의 모양을 알 수 있다. 이제 원자현미경이 STM이나 AFM에

그치지 않고 시료 표면의 온도 분포를 재는 SThM 등 수십 종류가 개발되어 연구용이나 산업용 분석, 측정기로 널리 쓰이고 있다. 이와 같은

원자현미경은 가까운 미래에 만들어지게 될 초소형 나노로봇이나 잠수함 등의 생산에 견인차 역할을 하게 될 것이다.

Environmental Technology의 세계

물절약 대책 시급하다



金東旻

(서울시립대 환경공학부 명예교수)

물을 '물쓰듯이' 쓸 수 있는 시대는 이미 지나갔다. 그럼에도 불구하고 그것을 깨닫지 못하고 있는 데에 우리 물문제의 심각성이 있다. 아니, 워낙 마스크에서 떠들어대므로 그것을 느끼고는 있지만 그저 그런 수준에서 머물고 있을 뿐, 그것과 관련된 실천을 미루고 있다고 보는 것이 보다 더 옳은 표현인 것 같다. '설마' 하는 것과는 같은 일종의 위기 불감증인 것이다. 돌이켜 보건대, 안전한 물을 양에 구애받지 않고 쓸 수 있었던 시대는 1980년을 전후하여 우리 땅에서 사라졌다. 그때까지는 상수도 보급률은 낮았어도 어디에든 우물을

파거나 펌프흡입관을 박기만 하면 그런대로 마실만한 물을 얻을 수 있었다. 소양강댐·충주댐 등의 대댐도 관창게 갖추고 있어서, 상수원수의 원활한 공급 외에, 공업용수·농업용수의 공급에도 별 차질이 없었다. 그리고 무엇보다도 인구와 경제활동 규모가 지금보다 낮아서(각각 지금의 79% 및 13%), 물의 총수요가 적었다. 특히 공업용수 분야에서 그러했다. 어디 그 뿐이겠는가. 수질오염이 지금보다 훨씬 덜했으므로 그만큼 물의 사용도 자유로웠다.

20여년이 지난 지금도 많은 국민들이 물부족을 모르면서 지내고 있다. 아파트에 공급되는 물을 평평 쓰면서 우리에게 무슨 물문제가 있느냐는 듯이 지내고들 있다. 그것이 바로 문제의 핵심사항인데, 그런 이면에는 국민 인기에 연연하는 통치자와 정치인들이 나라의 물부족 사태를 외면한 채 수도물 값을 터무니없이 낮게 책정하므로써(선진 OECD국들의 1/5 수준), 그 낭비를 조장하고 있는 비현실성이 있다. 그런데 살펴본 즉슨,

사시사철 수도물을 풍족하게 쓰고 있는 지역은 그나마 서울을 비롯한 한강수계(漢江水系)의 도시들 뿐이고, 그 외의 수계지역에서는 갈수록 갈수록 다 큰 물난리들을 겪고 있다. 공업용수·농업용수의 경우는 사정이 더 험악하다. 무분별하게 지하수를 퍼쓰고, 그나마도 여의치 않을 때에는 농작포기·조업중단을 하기도 한다. 그리고 그런 지나친 지하수 채취와 지표수(地表水) 채취는 그 고갈과 함께 수환경(水環境)을 더욱 오염시키고 나아가서 생태계의 균형을 위태롭게 할 수도 있다.

좀 늦었지만 지금이라도 그리고 인기가 없더라도, 수도물 값을 상향 현실화 하여 국민들에게 물절약을 독려하는 한편으로, 절수기술 개발·중수도의 보급 확대·가혹한 수준의 수질오염 방지대책 등을 제도적으로 실천해야 할 것으로 생각된다. 그런데, 그러면서도 대통령 선거와 지방자치단체 선거를 앞둔 요즈음의 정치인들 행태를 볼 때, 어찌 그런 말의 기대감에 자신이 없다. ㉞