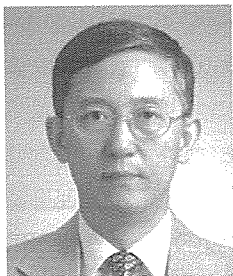


1천8백만가지의 화합물질 창출

화학은 처음 중성원자로서의 수소가 생겨난 이후 옥텟규칙에 따라 최초의 분자인 수소분자가 우주공간에서 만들어지면서 분자과학으로서의 막을 올리게 된 것이다. 지금까지 화학은 원자들을 꿰어서 약 1천8백만가지의 화합물질을 만들어 냈다. 화학자들은 또 자연에 의존하는 화합물중에서 유용한 것을 골라내기도 하지만 전혀 새롭고 유용한 화합물을 설계하고 만들어왔는데 이처럼 다양하고 신비로운 화학의 세계를 들여다 본다.



金熙濬
 <서울대 자연과학대 화학과 교수>

인공두뇌학(Cybernetics)의 아버지라고 불리는 MIT의 노버트 위너(Nobert Wiener)교수는 일찍이 “기초 과학은 어린 나무와 같기 때문에 뿌리가 잘 내리고 있나 보기 위해 가끔 나무를 뽑아보는 어리석은 짓을 해서는 안된다”라고 말한 적이 있다. 적어도 미국에서는 이 말이 무색할 정도로 기초 과학 육성을 위하여 거의 무제한의 지원이 제공되던 시대가 있었는가 하면, 지금은 미국에서도 기초 과학을 지원하는데 있어서 어떤 실제적인 문제를 해결하는데 도움이 되나 하는 소위 relevance를 강조하는 분위기가 팽배해 있다.

기초 과학과 기술은 어떠한 상관 관계를 가지는 것일까? 기초 과학의 뿌리가 약해서는 기술 사회에서의 경쟁력은 기대하기 어렵다고 하는 패러다임은 과연 효력을 지니는 것인가? 혹자는 인류가 산화·환원이나 합금의 원리를 알기 이전에 이미 석기에서 청동기로, 다시 철기로 넘어오는 발전적 과정을 훌륭하게 수행해 낸 사실을 지적할지도 모른다. 하기가 콘버그(Arthur Kornberg, 1959년 노벨 의학생리학상 수상)가 지적한대로 석기시대에 청동 재료를 개발하겠다고 연구비를 신청했다면 말도 안된다는 이유로 거들떠 보지도 않았을지도 모른다.

그러나 과학부문의 노벨상을 거의 독식하다시피 하는 미국이 경제대국의 위치를 견지하는 것을 보면 현대 사회에서 기초 과학의 실력, 기술력, 경제력의 상관관계는 확고해 보인다. 게다가 날이 갈수록 에디슨이나 아인슈타인 같은 천재가 혼자 이루어낼 수 있는 일보다는 정부 차원의 대규모 투자가 필요한 국가적인 프로젝트

의 중요성이 더해가고 있다. 그만큼 과학기술발전의 패턴이 바뀌었다는 이야기인데, 그렇다면 우리도 21세기에 살아남기 위해서는 하루 빨리 근시안적 시각에서 벗어나서 미래에 대비하는 자세를 갖추어야 할 것이다.

다가오는 21세기의 황금알을 낳는 거위는 무엇일까? 새로운 시대에 대비하기 위하여 기초 과학은 어떻게 자세를 바꾸어 나가야 하는 것일까? 왜 화학의 중요성은 더욱 강조되어야 하는 것인가? 이러한 문제들을 화학자의 관점에서 나름대로 다루기에 앞서서 이번에는 화학의 전반적인 특성을 소개하고자 한다. 그리고 다음에는 과학기술의 발전에 있어서 핵심적인 전기를 제공했던 화학 관련 업적을 돌이켜 보고, 또한 21세기 화학의 진로를 전망해 보고자 한다.

화학의 뿌리

화학의 뿌리라고 하면 인류가 언제부터 어떻게 화학의 원리를 이용해왔나, 나아가서는 인류가 어떻게 해서 화학의 원리를 이해하기 시작했나 하는 문제를 머리에 떠올리기 마련이다. 이런 문제는 다음 회에서 다루기로 하고, 이번에는 이러한 통상적인 관념을 떠나서 우주의 역사에 있어서 화학이 관심을 가지는 자연현상들이 언제부터 시작되었나 하는 관점에서 화학의 뿌리를 잠깐 생각해 보자.

물리학이 다룰 수 있는 가장 짧은 시간인 플랑크 시간, 즉 약 1백50억 년 전에 빅뱅으로 우주가 생겨난 이후 10^{-43} 초에 물리학이 시작된다고 한다면, 화학은 우주의 무대에 처음으



로 중성원자가 등장한 빅뱅 이후 30만년 정도의 시기에 시작되었다고 말해도 크게 무리는 아닐 듯하다. 물론 관점에 따라서는 맨 먼저 생긴 수소의 원자핵(양성자)으로부터 두번째 원자인 헬륨의 원자핵이 만들어진 빅뱅 이후 3분 정도라고 볼 수도 있겠다. 왜냐하면 원소의 다양성이야말로 화학 물질의 다양성의 기본이라고 한다면, 헬륨이 생겨남으로써 비로소 화학의 조짐이 보이기 때문이다. 어쨌든 일단 중성원자로서의 수소 원자가 생겨난 후에는 옥텟규칙에 따라 우주 최초의 분자인 수소 분자가 우주 공간에서 만들어지고, 분자의 과학으로서의 화학이 막을 올리게 된다. 후일 1천8백만가지 다양한 화합물을 만들어내는 변화의 과학으로서의 화학 말이다.

천문학이 주로 다루는 은하계와 별들이 생겨난 것은 그보다 수억년 후의 일이지만 1백50억년 나이에 비하면 우주는 아직 갓난아기인 셈이다. 지구과학의 대상인 태양계와 지구가 생겨난 것은 지금부터 약 46억년 전이라고 하니까 우주가 장년기에 들어선 다음이다. 지금까지 알려진 가장 오래된 세포의 나이가 약 36억년이라고 하니까, 생물학의 관심사인 생명이 태동한 것은 지구의 나이가 10억년 정도 되었을 때인 셈이고 따라서 생물학은 비교적 젊은 자연과학 분야인 셈이다.

왜 화학인가?

요즘 10대의 노래에는 반드시 춤이 따르는 모양이다. 온갖 몸짓이 수반되는, 게다가 박자까지 정신없이 빠

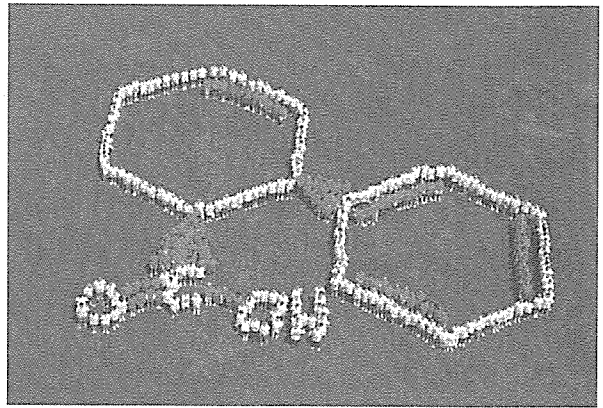
른 춤음악을 보고 (!) 있노라면 음악을 정서 순화와 연결해서 생각하는 것도 하나의 선입견에 불과한 게 아닌가 생각이 든다.

그런데 일견 정신 없 어 보 이 는 H.O.T.의 몸동작에서 자연의 중요한 원리를 엿볼 수 있

다. 바로 운동과 변화의 원리이다. 어느 순간 음악이 멈추면서 춤추는 모든 동작이 얼어붙어 버린다고 생각해 보자. 잠깐동안이 아니라 영원히 말이다. 결과는 아름다운 조각 작품이 될 수 있을지는 몰라도 다이나믹하고 생동감이 넘치는 생명체가 될 수는 없을 것이다.

화학반응이 어느 순간 일제히 정지한다면 물질 세계는 어떻게 될까? 모든 원자와 분자가 제자리에 얼어붙는 다 해도 물질의 본질을 탐구하는 물리학은 하던 일을 그대로 계속할 수 있을지도 모른다. 그러나 화학과 생물학은 모두 손을 놓아야 할 것이다. 분자 세계의 변화야말로 모든 생명체의 존재 근거이며 생존의 방편이기 때문이다. 그리고 화학은 이러한 변화를 이해하고 조절하여 인간의 삶의 질을 높이는데 필요한 물질의 풍요를 제공해왔다.

요즈음은 화학물질(chemical)이라는 단어가 많은 경우에 부정적인 의미로 받아들여지지만 실상 화학 변화의 원리를 떠나서는 인류는 석기시대에서 한발짝도 진전하지 못했을 것이



▲ 사람들이 잔디밭에 들어서서 만들어낸 최근 등록된 1천8백만번째 화합물의 구조

다. 60억 인구가 모두 천연섬유에 의존해야 한다면 식량을 재배할 경작지가 얼마나 남아날까? 농사를 전적으로 퇴비에 의존한다면 세계대전은 그칠 날이 없을테니, 그 와중에 얼마나 많은 고통이 따를까? 또 석유화학이 수많은 유기화합물을 각종 의약품의 원료로 제공하지 않는다면 인류는 동의보감을 들고 산천을 헤매는 시대로 돌아가야 할지도 모른다.

화학변화가 규칙성을 잃어버린다고 하면 그것은 더 큰 혼란을 가져올 것이다. 소화 효소가 제멋대로 녹말과 셀룰로스를 오가며 가수분해한다면 매일 오늘은 밥을 먹어야 할지 풀을 먹어야 할지 고민해야 할테고, 공기 중의 산소의 활성이 갑자기 두배로 증가한다면 온 세상이 불바다가 될 것이다. DNA 구조의 핵심인 수소결합이 규칙성을 상실하면 그야말로 공심인데 팔이 나지말라는 법이 없을 것이다.

화학결합의 원리는 이와 같이 생명 존재 자체를 가능하게 할 뿐만 아니라 물질 세계의 구조를 유지시켜 주기도 한다. 화학결합의 원리가 무너

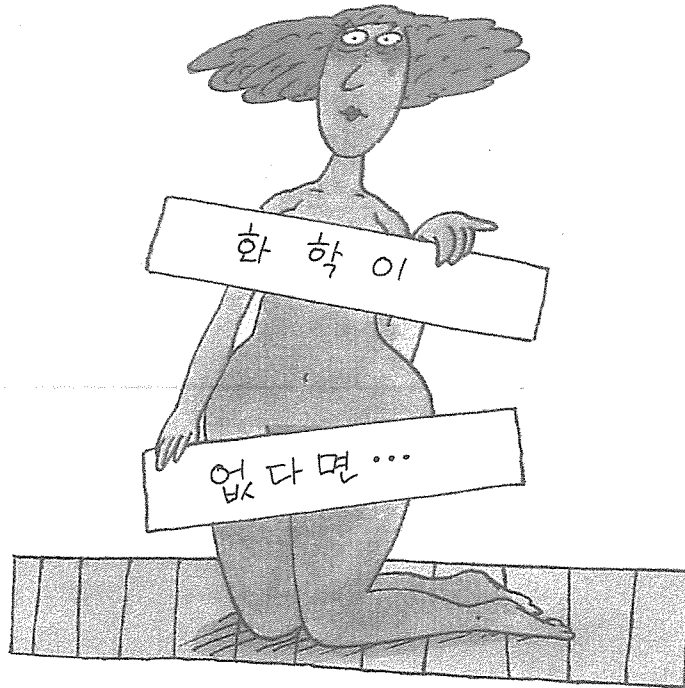
지면 모든 구조물이 성수대교처럼 무너질 것이고, 우리 몸의 구조도 지탱되지 못할 것이다.

창조적인 과학

‘구슬이 서말이라도 꿰어야 보배’라는 속담이 있다. 원자들이 아무리 많아도 화합물을 만들지 못한다면 무슨 소용이 있을까? 지금까지 화학은 원자들을 꿰어서 약 1천8백만가지 화합물들을 만들어냈다. 이 1천8백만번째

화합물은 최근 오하이오주립대학에 위치한 Chemical Abstract Service에 주민등록을 했는데, 1천3백만번째 등록이 채 10년이 되지 않은듯한 필자의 기억이 크게 틀리지 않다면 화학자들의 창조적인 활동은 대단히 가속이 붙은 모양이다.

사실 자연계에서 새로운 화합물을 발견한다는 것은 이제는 별로 기대하기 어려운 실정이고 보면, 화합물 세계의 새 주민은 거의 모두가 인간의 손으로 세상에 최초로 등장한 합성 화합물이 될 것이다. 이렇게 보면 화학이 다른 자연과학보다 더 창의적이라고 주장할 생각은 추호도 없지만, 율등 창조적임에는 틀림이 없다. 물리학은 자연에 존재하는 입자를 발견하는 데에는 대단한 성공을 거두고 있지만, 애초에 에너지나 기본 입자들이 생겨난 원인은 물리학 바깥의



(그림 출처 : 심심풀이로 읽는 화학. 에버하르트 로사 지음, 이세은 옮김. 김영사)

영역으로 돌리는 겸허함을 잃지 않고 있는 줄로 안다.

그에 비하면 화학은 전혀 새로운 화합물을 만드는 일을 다반사로 해내면서도 아무 심리적 부담을 느끼지 않는다. 왜냐하면 화학합성은 이미 주어진 원자들과 화학결합의 원리를 활용하는 창조적 활동이기 때문이다.

실용적인 과학

원자들을 꿰어 다양한 화합물을 만들어내는 화학은 대단히 실용적이다. 우리 주위에서 화학의 손을 거치지 않은 것이 얼마나 될까? 화학자들은 자연에 존재하는 화합물 중에서 유용한 것을 골라내기도 하지만, 전혀 새로운 유용한 화합물을 설계하고 만들어 내기도 한다. 그리고 이러한 일들을 우리 주위에서 어렵지 않게 얻을 수 있는 조건하에서 이루어내고 있

다. 새로운 현상을 찾아 나노 켈빈 단위의 극초저온의 환경을 만드는, 또는 초강국 미국의 예산도 감당하기 어려운 거대 입자가속기를 필요로 하는 물리학과 대조가 극명하게 드러나는 면이다.

기본적인 의식주의 문제가 적어도 기술적으로는 해결된 요즘 세상에서 삶의 질을 높일 수 있는 중요한 분야 중의 하나는 건강과 보전에 관한 분야임에 틀림없

다. 이미 불과 수백년 사이에 인간의 평균 수명이 두배 가까이 향상된 것이 사실이지만, 건강하게 장수를 누리하고자 하는 인간의 욕구는 만족을 모른다. 그런 면에서 생명 현상을 유전자 단위에서 이해하고 조절하는 능력을 갖추면서 화학의 의학약학에의 응용은 대도약을 이룩할 기회를 맞고 있다고 볼 수 있다.

그밖에도 21세기의 화학은 대체 에너지 개발, 새로운 개념에 입각한 바이오칩 및 기타 전자통신기기의 소재 개발, 환경에 관련된 여러 가지 문제들을 해결하는데 크게 기여하리라 기대된다. 왜냐하면 우리 주위 물질세계의 대부분의 실제적인 문제들은 원자, 분자 단위에서 해결해야 하는 문제들인데, 화학은 원자, 분자들과의 오랜 관계를 통해 이들과 아주 친숙해졌기 때문이다. ⑤7