原子와 分子의 世界

—科学의 社会的役割—

朴 星 來
〈韓国外国語大教授〉

燃素說을 부정하면서 근대화학의 아버지로 등장한 라봐지에는 18세기와 19세기의 갈림길에서 비로소 化学을 정밀과학의 수준으로 끌어올렸다. 18세기 후반을 통해 활발하게 진행된 기체에 대한 연구와 전기분해의 발견 등은 모두 化学反応의 본질에 관해 학자들의 관심을 집중시켜 주었다. 그러면서 속속 발견된 것이 화학반응은 언제나 몇 가지 정밀한 法則性이 있다는 사실이었다. 이미 라봐지에는 "質量不変의 법칙"이라고 할 관계를 발견한 바 있다. 화학반응의 전후에 있어 물질은 생기지도 없어지지도 않음이 증명된 것이다. 그런데 化合物이란 두 가지 혹은 그 이상의 원소가 결합되어 생기는 것인데 이 경우 그 화합물은 항상 비율(무게)로 섞인다는 것이 알려졌다. 프루스트(Joseph Proust, 1754－1826)에 의해 확립된 이 법칙은 "定比例의 법칙"이라 알려져 있다.

1805년 게이뤼삭(Joseph Gay-Lussac, 1778-1850)은 전기 스파크로 산소와 수소를 결합시켜 물을 만들 때 어느쪽 기체가 더 많더라도 화합반응은 항상 산소 1부피와 수소 2부피의 비율로 일어남을 알아냈다. "気体反応의 법칙"이란 것이 그것이다. 19세기초의 최대의 화학자라고 불려도 좋은 돌튼(John Dalton, 1766－1844)은 1803년 두 가지 원소가 결합하여 두가지 이상의 서로 다른 화합물을 만들 경우 두 원소의 무게 사이에는 간단한 比가 성립한다는 것을 발견했다. 메탄(CH_4)과 에틸렌(C_2H_4)에 있어서 탄소의 같은 무게와 결합하는 수소량은 2 : 1이라는 간단한 비율을 이룬다는 것이다. 이것이 "倍数比例의 법칙"이다.

이와같은 규칙적인 결합관계를 설명하기 위해 돌튼은 예로부터 전해내려오던 原子란 개념을 부활시켰다. 그리이스 이래의 원자개념이 단순히 다른 종류의 원자로서 되어 있다는 생각에 머문 것이었음에 반해 돌튼의 原子論은 각각의 元素는 서로 모양과 무게가 다른 원자로 되어 있다고 주장하고 있다. 그러나 돌튼의 原子는 아직 오늘날의 그것만큼 완벽한 것은 못되어서 수소와 산소의 원자를 얘기하면서 동시에 물의 원자도 인정하는 모습을 보이고 있다. 그는 아직 分子란 개념에 이르지를 못하고 있었던 때문이다. 그는 수소가 원자중 제일 가볍다고 보고 다른 원자의 무게를 수소무게의 몇배라는 식으로 표시했다.

돌튼이 생각하지 못한 分子란 생각에 처음 도달한 사람이 이탈리아의 아보가드로(Amedeo Avogadro, 1776－1856)였다. 그는 같은 온도와 압력 아래에서 같은 부피의 모든 기체는 같은 수의 分子로 이루어졌다는 가정을 내세웠다. 1811년 발표된 "아보가드로의 假說"을 이용하면 2부피의 수소와 1부피의 산소가 결합하면 왜 3부피가 아닌 2부피의 수증기를 만드는가가 잘 설명되었던 것이다. 따라서 그는 수소나 염소 또는 기타 기체원소는 원자 2개가 모여 분자 1개를 만든다고 주장하게 됐다. 그러나 그의 이론은 50년 뒤 같은 이탈리아의 칸니짜로(Stanislao Cannizzaro, 1826－1910)가 다시 전세계에 보급할 때까지는 아직 "아보가드로의 법칙"으로 인정받지 못한 채 分子개념은 알려지지 않은채였다. 돌튼같은 학자도 그의 분자개념은 인정하지 않았다. 왜냐하면 뉴튼力学的인 생각에 잠겨있던 돌튼에게는 같은 원자사이에는 斥力이 작용하고 있을 것이기 때문에 그들이 결합하여 하나의 分子가 된다는 것은 불가능한 상상이라 보였기 때문이다.

19세기 전반의 대표적 화학자의 하나인 베르쩰리우스(Jöns Berzelius, 1779－1848)는 2개의 원자가 함께 행동한다는 사실을 잘 알고 있으면서도 이것을 분자라는 단위로 보는데에는 그 생각이 미치지 않았다. 그대신 그는 정량실험을 통해 原子量을 알아내는데에 많은 공헌을 했다. 스웨덴의 과학자였던 그는 실리콘 티타늄등 5가지 새 원소를 발견했을 뿐아니라 새로운 元素記號를 고안해냈다. 돌튼도 원소기호를 고안해내어 산소를 원으로, 수소는 그 가운데 점을 찍어서 표시했고, 질소는 원의 위아래로 줄을 내려질러 표하고 탄소는 원을 검게 채워 표시했다. 돌튼의 불편한 원소표시 대신 베르쩰리우스 는 각 원소의 라틴이름을 약자로 표시하는 방법을 처음으로 고안했다. 산소는 라틴이름 Oxygenium에서 O로, 철은 Ferrum에서 Fe로 표시하는 방식이 그것이며, 이 방식은 오늘날까지 계승되고 있는 셈이다.

돌튼에 의해 原子論은 부활되었고 또 그 후의 많은 화학자들은 원자개념을 이용하여 많은 화학반응을 쉽사리 설명할 수는 있었다. 그리고 수소를 단위로 계산한 돌튼의 原子量 대신 베르쩰리우스는 산소의 원자량을 16으로 놓고 다른 것들의 원자량을 상당히 정확히 알아내고 있었다. 19세기동안 원소의 종류가 점점 늘어나고 원자량이 밝혀지면서 화학자들의 관심은 이들 원소와 원소 사이에는 어떤 관련이 없을까하는 문제로 기울어졌다. 1815년에 이미 영국의 의사 프라우트(William Prout, 1785－1850)는 이 세상의 모든 물질은 수소로서 만들어진 것인지 모른다는 대담한 가설을 익명으로 발표한 적이 있다. 고대인들이 생각하고 있던 우주의 물질 모두를 구성하는 原形物質로서 수소를 지목한 이 가설은 그 당시에는 이렇다할 주목을 끌지 못했다.

그러나 원소를 무게대로 차례차례 배열해 보면 무슨 질서가 보이겠다는 생각은 계속되어 원소를 나선형으로 배치해본 학자들이 1850년경에는 나타났다. 1864년 영국의 뉼란즈(John Newlands, 1837－1898)가 원소를 원자량이 작은 것부터 차례로 배열해 보면 8번째마다 비슷한 성질의 원소가 나타난다는 사실을 알아냈다. 음악교육을 받았던 그가 이 현상을 "옥타브의 법칙"이라 이름 부친 것은 그럴듯한 일이었다.

원소 배열의 週期性을 보다 더 확실히 하여 원소의 週期律을 발견한 사람이 독일의 마이어(Lothar Meyer, 1830－1895)와 러시아의 멘델레에프(Dmitri Mendeleev, 1834－1907)였다. 1860년대를 통해 이들 두 학자는 서로 독자적으로 또는 서로 조금씩 영향을 주고 받으면서 원소의 주기율표를 완성해 갔다. 특히 멘델레에프는 그의 일에 대해 자신이 있었고 또 대담했다. 그는 1870년에 발표된 그의 논문제목을 〈원소의 自然體系와 未發見元素의 성질을 推定하기 위한 응용〉이라 붙여 그의 원소표에 빈자리를 남겼을 뿐만아니라 새로 발견될 원소가 어떤 성질의 것이라고 예측했던 것이다. 멘델레에프의 예언대로 그후 원소는 발견되어 갔고, 원소의 주기율은 현대화학의 근본이 되는 발견으로 남게 되었다.