

氣體化學의 成立

吳 鎭 坤

全北大 文理大

17세기까지 다른 과학분야에 의하여 화학의 발달이 뒤늦은 까닭은 전통적인 古代四元素說, 畸形的인 鍊金術思想, 비합리적인 Phlogiston說이 化學의 근본이 되었던 때문이었다. 그런 까닭에 화학이 발달하기 위해서는 위와 같은 장애물을 제거하는 일이 무엇보다 시급하였다. 이러한 장애물을 제거하고 근대화학의 토대를 형성케 한 원동력이 바로 기체화학의 연구였다.

더우기 당시 영국 經驗論의 아버지인 F. Bacon의 사상은 R. Boyle과 같은 위대한 화학자를 낳게 하였고, 기체의 연구는 경험론의 전통에 빛나는 영국의 實驗派 화학자들에게 급속히 전파되었다. 특히 18세기 초기 영국의 Hales에 의해서 고안된 氣體捕集法(水上置換法)은 기체연구자들에게 큰 선물이 되었고, 나아가서 기체연구에 도움이 되었다.

기체에 대한 관심은 멀리 고대로 거슬러 올라간다. 大氣에 관한 고대의 기록을 보면, 바람 혹은 대기를 호흡과 결부시켜 초자연적인 것으로 보았다. 라틴語의 anima(혼, 호흡, 바람), 그리스語의 pneuma(대기, 바람, 인간정신)은 모두 기체와 관련된 말들이다. 또 Homer의 *Odysssey*에는 SO_2 가 기록되어 있으며, 동양 특히 중국에서도 일찍이 莊子가 대기, 아람 등에 관해서 언급한 바 있었다. 또 로마의 대박물학자인 Plinius는 술이 저장되어 있는 창고나 우물 속에 램프를 넣었을 때, 불이 꺼지면 인간의 생명에 위험하다고 언급한 바 있었고, 역시 로마의 의사인 Galenos는 공기 중에는 불을 보존하는 성분과 불을 억제하는 성분이 있다고 주장하였다. 하지만 중세에는 기체의 연구보다 金屬變換

(鍊金術)에 그 연구가 집중되었던 까닭에 기체의 연구는 거의 보이지 않고 있다.

그러나 어느 시대보다 기체의 연구가 활발해진 때는 17세기 近代의 科學革命과 더불어서였다. 다시 말해서 과학연구의 방법이 개혁되기 시작한 때부터였다. 영국에서는 F. Bacon의 경험론 즉 귀납법적 방법이 바탕이 되어 실험을 통한 화학연구가 활발히 진행되어 이른바 기체화학(Pneumatic Chemistry)의 연구가 시작되었다. 그리고 이때 기체화학의 과학적 연구는 영국의 van Helmont와 Boyle에 의해서 시작되었다.

그러나 그들은 공기가 원소라는 강한 신념과 Phlogiston이론 때문에 기체의 연구가 열면 진전을 보지 못하였다. 또 Boyle의 법칙에 의해서 공기가 均一性을 지니고 있다는 인정 때문에 더욱 침체성을 벗어나지 못하고 있었다. 더우기 순수한 상태의 기체를 얻는 실험기술의 부족으로 본격적인 기체의 연구는 더욱 장벽에 부딪치고 말았다.

van Helmont는 대기와 다른 기체가 존재하고 있다는 것에 관심을 지니고서 기체의 연구를 개시하였다. 그는 석탄이 탈 때 발생하는 기체와 발효할 때 발생하는 기체가 동일하다는 점을 알아냈다. 또 광물질(탄산염)에서 발생하는 기체와 식물질이 연소할 때 발생하는 기체가 동일하다는 사실을 발견하여 광물계와 생물계가 동일한 위치에 있다는 힌트를 얻기도 했다.

그리고 연소할 때나 발효할 때 발생하는 기체는 대기와 다르며 그 기체는 鑛泉 속이나 광산 속에도 존재한다고 주장하였다. 그리고 석회에 酸을 가할 때 역시 그런 종류의 기체가 발생한다.

다고 말하고, 이 가스를 “gas sylvestre” 즉 「森林의氣體」, 「野性の氣體」라 불렀다.

그러나 van Helmont는 기체의 보존법, 분석법, 확인법을 몰랐기 때문에 CO_2 의 진정한 발견자라고 볼 수 없다. 하지만 그의 기체연구의 목록에는 野性가스(CO_2) 風性가스(Cl_2), 脂性가스(SO_2), NO의 기록이 었보인다. 그는 기체의 성질과 그 종류를 가장 먼저 과학적으로, 표현하였으므로 18세기 기체화학의 선구자라 할 수 있다.

다음 기체화학의 발달에 있어서 획기적이 성과를 올린 화학자 Stephen Hales(1677-1761)를 들지 않을 수 없다. 영국의 생리학자이며 목사이기도 한 Hales는 定量的인 연구방법을 화학에 도입하였다. 그는 식물성 물질을 가열할 때, 대개의 경우 어떤 종류의 공기가 발생하는 것을 관찰한 나머지 대기가 다양하다는 사실을 알아냈다. 특히 그는 고안한 기체포집법은 너무 유명하며 기체화학 발달의 밑바탕이 되었다.

그후 영국의 Joseph Black(1728-1799)은 1756년 CO_2 의 발견을 내용으로 하는 졸업논문을 제출하였다. 그 내용은 MgCO_3 나 CaCO_3 를 강열할 때 CO_2 가 발생하여, MgO 나 CaO 가 CO_2 와 결합하여 MgCO_3 나 CaCO_3 가 된다고 하였다. 또 Ca(OH)_2 는 CO_2 를 흡수하여 CaCO_3 가 된다고 하였다. 그는 이때 발생하는 CO_2 가 다른 물질과 결합하여 일부 고체가 된다는 뜻에서 CO_2 를 「固定空氣」라 이름붙이게 되었다.

Black은 기체연구에 있어서 실험적 방법과 정량적 방법을 구사하여 근대화학의 길을 확실히 열어 놓았다. 영국의 과학평론가 J.C. Crowther는 「Black은 화학자로서 여러 재능을 지니고 있는 사람이다. 그는 화학분석을 하기 위한 논리적 도구로서 天秤을 처음으로 사용한 사람이다」라고 평하고 있다. 그는 진리를 확립하기 위하여 천칭을 사용하여 정밀한 측정을 하고자 하는 원칙을 실천함으로써 고차원의 논리를 도입한 셈이었다.

Black은 기체의 신비성을 제거함으로써 그후의 기체화학 진전에 중요한 첫발을 내딛게 되었다. 기체는 액체나 고체에서 방출되는 것만은

아니라 주저하고, 따라서 기체는 더체나 액체와 동등한 위치에서 반응하고 결합한다는 새로운 사실을 발견하게 되었다.

또 Black은 공기의 원소성을 부인하였다. CO_2 가 고정되어 탄산염으로 되는 변화는 자연의 공기 즉 대기 속에도 소량의 CO_2 가 포함되어 있다는 증거라고 주장함으로써 고대 4원소의 하나인 공기가 원소가 아님을 확실하게 하였다. 나아가서 그는 공기 중에는 CO_2 이외에 종류가 다른 기체가 포함되어 있을 것이라는 예언을 함으로써 기체화학 발전의 자극제가 되었다.

한편 Black의 제자인 Daniel Rutherford(1749-1809)는 「Phlogiston空氣」 즉 질소를 독립적으로 발견하였다. Phlogiston空氣란 Phlogiston으로 가득찬 공기라는 뜻으로 「生命이 없는것」, 「毒氣體」, 「酸素가 없어진空氣」로 알려지고 있었다. 그는 연소시에 발생한 CO_2 를 Ca(OH)_2 로 제거하고 남은 공기는 가연성 및 지연성이 없으며, 쥐를 질식사시킬 수 있으므로 질식하는 원소라는 뜻에서 그후 Lavoisier가 「窒素」라 이름붙이게 되었다.

한편 Henry Cavendish(1731-1810)는 「타는空氣」 즉 水素를 발견하였다. 금속을 酸에 녹일 때 발생하는 기체는 Boyle이전부터 알려져 있었다. Cavendish는 이를 철저히 검토하고 연구하였다. 그는 수학적 정확성과 정밀한 실험을 통하여 극히 가볍고 잘 타는 공기인 수소를 발견하였다. 그리고 이 공기가 물이나 알칼리에 잘 녹지 않으며, 이 기체와 혼합된 공기가 강열하게 폭발하며 이때 물이 생긴다는 사실을 알아냈다.

이 실험결과 물은 원소가 아니라 화합물임이 확인됨으로써 고대부터 전통적으로 내려오던 물의 元素性이 부인되었다. 따라서 화학발전의 장애물이 되어 오던 古代四元素說의 권위가 조금씩 흔들리기 시작하였다. 또 Cavendish는 질소 중에 약 20분의 1 정도의 또 다른 기체가 함유되어 있다고 예언함으로써 不活性氣體 발견의 실마리가 되었다.

한편 진보적인 목사 Joseph Priestley (1773-1804)는 「脫 Phlogiston空氣」 즉 酸素를 발견

하였다. 그는 水銀 위에서 기체를 잡아 모으는 새로운 氣體捕集法을 고안하여 NH_3 , HCl , SO_2 등을 얻는 데 성공하였다. Priestley는 수은을 공기 중에서 가열하여 얻은 HgO 를 분해하여 새로운 기체를 얻었다. 이 기체는 촛불을 더욱 밝게 해 주며, 쥐의 성장을 두배로 촉진시킨다는 사실을 알아냈으며, 자신이 이 기체를 들여다볼 때 상쾌감을 느끼기도 하였다. 결국 산소의 발견은 화학발전의 암적인 존재이었던 Phlogiston이론을 근본부터 흔들리게 하였다.

그런데 Priestley와 거의 같은 무렵, 독립적으로 산소를 발견한 사람은 스위스의 Carl Wilhelm Scheele(1742 - 1786)이었다. 그는 1771년에 역시 HgO 혹은 MnO_2 를 가열하여 산소를 얻었다. 그러나 이 발견 사실을 출판사의 태만으로 1777년에 와서 비로소 발표하게 되어 Priestley에게 그 발견의 선취권을 빼앗기고 말았다. 그는 정확한 관찰과 실험을 통해서 화학을 연구함으로써 새로운 시대의 개척자가 되었다.

이상 살펴 본 기체화학의 개척자들은 공교롭게

도 Black을 제외하고는 전문가나 대학교수가 아니고 과학 애호가에 불과하였다. 하지만 그들의 연구성과는 의외로 화학발전의 前進基地가 되었던 것이다. 그들에 의한 기체화학의 발달은 결국 고대 4 원소설과 Phlogiston이론을 무너뜨렸고, 나아가서 새로운 원소관과 원자론, 그리고 분자설 성립의 바탕이 되었고 Lavoisier의 근대화학혁명의 돌파구의 주실을 다했던 것이다. 또한 기체의 연구를 통해서 새로운 연구 방법인 실험적 방법과 정량적 방법이 보급됨으로써 화학혁명 수행에 도움을 주었던 것이다.

결국 기체의 연구는 공기에 관한 形而上學의 연구를 科學的 연구로, 나아가서 工業的 연구의 길로 출달음치는 발판이 되기도 하였다. 또한 여러 종류의 기체의 발견은 인간정신의 커다란 업적을 의미하며, 그것은 바로 물질세계의 확대이었다. 따라서 기체화학은 方法論的으로, 發展史的으로 증대한 의미를 지니고 있다고 생각된다.