

19世紀의 科學 ②

電 氣

朴 星 來
(外大教授)

19세기와 더불어 실용화되기 시작한 電池는 연속적인 전류를 공급하게 됨으로서 전기연구에 중요한 전환점이 되었다. 전지의 발명을 이용한 첫 중요실험은 물의 電氣分解라 할 수 있다. 바로 1800년에 영국의 니콜슨(William Nicholson, 1753 - 1815)과 칼라일(Anthony Carlisle, 1768 - 1840)은 전극을 물속에 넣어 산소와 수소를 분리해 내는데 성공한 것이다. 전기분해 방식으로 탁월한 업적을 남긴 과학자는 熱學의 연구에도 중대한 공헌을 한 영국의 王立研究院長이었던 데이비(H. Davy)였다. 그는 여러가지 용액에 전기분해 방식을 써서 나트륨, 칼륨 등 새 원소를 분리해내었다. 광부용 안전등을 발명하기도 한 데이비는 특히 전기연구로 유류 전체에 이름을 날려 나폴레옹 전쟁중에는 교전국이던 프랑스에까지 여행을 초청받을 정도였다. 과학자는 국경도 초월할 수 있던 시절이 거기 있었던 셈이다.

데이비는 왕립연구원에 전기연구의 전통을 남겼고 그 전통과 그 연구원장의 자리를 계승한 사람이 화라디(Michael Faraday, 1791 - 1867)였다. 그는 전기분해로 나오는 물질의 양은 통과한 전기량에 비례한다는 사실을 실험을 통해 증명했다(1833). 19세기의 수많은 실험가 가운데에도 가장 천재적인 실험과학자였던 화라디는 가난한 대장장이의 아들로 태어나 사환을 거쳐 제본소의 전습공을 지내며 과학에 취미를 붙였다. 그 제본소의 손님에게서 데이비가 왕립연구

원에서 정기적으로 열고 있던 과학강좌의 입장권을 얻어 당대의 유명한 강좌에 참석한 그는 곧 데이비의 인정을 받아 그 조수가 되었다가 그를 계승한 것이다.

화라디는 처음에는 데이비를 따라 전기분해에 몰두했으나 곧 그의 전기 연구는 방향을 바꿔갔다. 그에 앞서 이미 제벡(Thomas Seebeck, 1770 - 1831)은 두 가지 금속을 접합시키고 거의 열을 가하면 전기가 흐름을 발견했고, 그 반대로 두 종류의 금속을 접촉시키고 전류를 흐르게 하면 접점에는 전류의 방향에 따라 가열 또는 냉각효과가 난다는 것이 펠티에(Jean Peltier, 1785 - 1845)에 의해 발견됐다. 독일의 옴(Georg Ohm, 1787 - 1854)이 1826년 전류와 저항 사이의 관계를 밝혀냈는가 하면, 덴마크사람 외르스테드(Hans Oersted, 1777 - 1851)는 독일식 “자연철학” 영향을 받아 1820년 전류가 흐르는 철사는 자침을 회전시키는 힘이 있다는 것을 발견했다. 지금까지 알려진 다른 힘과 달리 이것은 회전적인 것이란데 그 특징이 있었다. 또 외르스테드의 이 실험이 있는 1주일 뒤 프랑스의 앙페르(André Ampère, 1775 - 1836)는 두 개의 나란한 도선에 전류를 통해본 결과 전류의 방향이 같을 때는 서로 미는 힘이, 전류의 방향이 반대일 때에는 서로 인력이 작용함을 알아냈다. 제벡은 전류가 흐르는 도선에 수직한 평면에 쇳가루를 뿌려 그것이 磁力線을 그려주는 것을 알았고, 아라고(Dominique Arago,

1786 - 1853)는 電磁力을 발명했다.

이러한 놀라운 전기지식의 발달속에서 화라디는 1821년 처음으로 電磁力을 이용하여 연속회전운동을 일으키는데 성공했다. 그는 또 1831년에는 쇠고리의 양쪽에 코일을 각각 감고 한쪽에 전류를 통해 놓은 뒤 다른 쪽에도 전기가 흐를 것을 기대하고 측정해 보았다. 그러나 그의 기대와는 달리 이때에는 아무런 전기도 흐르지 않았고 오히려 전류를 차단하는 순간 다른 쪽에 전류가 흐름을 발견했다. 외르스테드의 발견으로 시작된 電氣와 磁力은 서로 관련돼 있다는 관찰이 이제는 움직일 수 없는 사실이 되었다. 이제 전기와 자기는 靜的인 관계가 아니라 動的인 관계이어서 磁氣란 움직이고 있는 電氣와 마찬가지로, 電氣란 움직이고 있는 磁氣에 상당하다는 것이 밝혀졌다. 화라디의 電磁誘導 발견은 세계의 문명사에 하나의 위대한 어린아이의 탄생과도 같은 것이었다. 데이비의 뒤를 이어 런던의 왕립연구원 과학강좌를 맡고 있던 그에게 하루는 어느 부인이 그의 전자유도 실험을 본 뒤 그것이 무슨 요도가 있는냐고 물었다. 그에 대한 화라디의 대답은 "부인, 어린아이가 무슨 쓸데가 있겠습니까?" 라는 것이었다. 다음 반세기동안 화라디의 어린아기는 무럭무럭 자랐다. 발전기와 전동기를 시작으로 한 電氣時代는 미국의 에디슨(Thomas Edison, 1847 - 1931)으로 대표되는 19세기 하반기의 놀라운 발명들에 힘입어 가능해진 것이었다.

화라디는 자기 평생동안 전기·자기·열·빛의 상호관계를 좀 더 잘 밝혀보려는 노력을 계속했지만 위대한 실험가인 그는 이론적 천재는 부족했다. 특히 수학적 재능이 없었던 독학의 화라디로서는 어쩔 수 없는 한계가 있었던 모양이다. 화라디와는 반대로 순전히 수학적인 이론의 확립으로 電磁氣學을 현대적 정밀과학으로 끌어 올린 사람이 런던대학과 케임브리지 대학의 자연철학교수 맥스웰(Clerk Maxwell, 1831 - 1879)이다. 1873년에 출간된 《電氣磁氣論》(Treatise on Electricity and Magnetism)과 그전의 연구속에서 맥스웰은 화라디도 생각했던

것처럼 磁力線을 에터의 튜브같은 것이라고 가정했다. 이렇게 하여 그는 화라디나 마찬가지로 전기나 자기의 場(field)의 존재를 인정하고 이 모델을 아주 어려운 微分方程式 형태로 정밀수학의 경지에 끌어 올렸다.

맥스웰 방정식(Maxwell equations)으로 알려진 이 수학적 도구를 이용하여 그는 에터 속에 電磁波가 존재하리라는 것을 예언했고, 또 그 파동은 光速度와 같은 속도로 전파된다는 것을 예측했다. 또 그는 光도 전자파와 똑같은 법칙에 따른다는 것을 알아내기도 했다. 더블린의 자연철학교수 휘제럴드(George Fitzgerald, 1851 - 1901)는 만약 맥스웰 방정식이 옳다면 전기회로속에서 전류를 주기적으로 변화시켜 주기만하면 전자파가 발생할 것이라고 예언했다. 그러한 전자파를 잡아내는 장치가 드디어 1886년 독일의 물리학교수 헤르츠(Heinrich Hertz, 1857 - 1894)에 의해 발견되어 맥스웰의 예언은 적중했다. 이것이 무선전신 그리고 라디오 방송의 시작을 가능케 해준 것임은 물론이다.

맥스웰은 그 뒤 에터의 존재를 무시한 채 수학적 이론전개에만 열중하였고, 그의 전자기학은 뉴턴·아인슈타인의 이론과 더불어 근대물리학의 가장 위대한 공헌으로 손꼽힐 정도다. 그와 더불어 영국의 대표적 물리학자였던 켈빈은 기계적 모델이 없이는 자연현상을 설명할 수 없다고까지 생각했었다. 맥스웰은 근대물리학의 또 한가지 특징을 여기에서 창조하고 있었다고 볼 수 있다.

光 學

前号에서 계속

그러나 이것이 얼마나 중요한 것인가는 1859년 이후 독일의 두 과학자들의 공동 노력으로 밝혀져갔다. 키르히호프(Gustav Robert Kirchhoff, 1824 - 1887)와 분젠(Robert Wilhelm Bunsen, 1811 - 1899)은 원소에 따라 그것이 내는 스펙트럼은 서로 다르다는 사실을 밝혀 스펙트럼分析의 문을 열어준 것이다. 그들은 즉시

이 방법을 이용하여 루비디움과 세슘이라는 원소를 처음 발견해 낸다.

19세기 동안에 있었던 光學의 발달에서 빼놓을 수 없는 것이 빛의 速度 측정이다. 데카르트는 이미 17세기에 입자설에 의하면 빛은 공기속에서 보다는 투명하고 뻑뻑한 매질속에서 더 빨리 전달되리라고 예측한 바가 있다. 반대로 파동설이 맞다면 빛의 속도는 공기속에서보다 물속에서 더 느려질 것이다. 1849년과 1850년에 뤼조(Hyppolyte Fizeau, 1819-1896)와 후코(Jean Foucault, 1819-1868)는 각각 톱니바퀴와 거울을 이용하여 빛의 속도를 측정했다. 후코는 공기속에서 빛의 속도는 물속에서보다 빠르다는 것을 발견했고, 따라서 파동설은 더 확증을 얻은 셈이다.

그런데 光學의 이와같은 발달은 19세기동안 하나의 근본문제를 해결하지 못한 속에서 진행되었다. 그것은 빛이 과연 波動이라면 그 파동을 전달해주는 媒質은 어떤 것이냐는 문제였다.

영 이후의 모든 과학자들은 소리가 공기나 액체·고체를 타고 전해지고 물결이 물을 타고 전해지듯이 빛은 “에터”(ether)라는 매질을 타고 전파된다고 생각했다. 이 에터는 고체같은 특성을 가지면서도 물체와는 아무런 충돌도 있지 않은 그런 상상하기 어려운 매질로 믿어져야 했다.

1887년 미국의 마이컬슨(Albert Michelson, 1852-1931)과 몰리(Edward Morley, 1838-1923)는 지구의 운동방향과 또 그와 직각방향으로 각각 빛의 속도를 측정해 보았다. 그 결과 빛이 어느 쪽으로든 똑같은 속도임을 발견한 마이컬슨은 에터는 지구를 따라 함께 운동한다고 생각하게 되었다. 그러나 다른 학자들에 의해 에터가 지구를 따라 움직이지는 않음이 증명되자 에터라는 매질의 존재자체가 헛된 가정이었음이 뚜렷해졌다. 그리이스 이래 2천년 이상 믿어져왔고, 뉴턴 이래 거의 모든 과학자들이 믿어온 “우주에 꼭 찬 물질”이란 생각은 이제 그 끝을 보게 된 것이다.

投 稿 案 內

- ＝論 壇＝ 가. 學術論壇：産業發展에 寄與할 수 있는 國內外의 最新 科學技術
나. 學術情報：새로운 海外의 科學技術 情報 紹介
- ＝固 定 欄＝ 가. 科學隨感：生活周邊에서 일어나는 여러가지 事例中 科學技術的인
내용을 소재로 한 것
나. 漫畵：科學技術界의 주변에서 일어나는 일을 소재로 한 것
- ＝原稿枚數＝ 가. 論壇, 기타 原稿：24枚内外(200字 원고지)
나. 科學隨感：15枚内外(200字 원고지)
다. 寫眞：1枚(명함판)
- ＝其 他＝ 外來語表記는 文敎部에서 指定한 표기법을 사용하고 도량형은 政府가
지정한 도량형법인 미터法으로 표기해야 함. (採択된 원고에는 所定의
原稿料를 드립니다.)
- ＝보 낼 곳＝ 서울특별시 江南區 驛三洞76-561
韓國 科學 技術 團體 總 聯合 會 編 輯 部