

광학기술사

1.8 광학유리의 출현

Dollond가 색소(色素)렌즈를 만들어 낸 해(1752) 미국에서는 프랭클린(Benjamin Franklin, 1706~1790)이 뇌 및 전기의 본성에 관한 연구를 발표했다. 1755년에는 독일의 철학자 칸트(Immanuel Kant, 1724~1804)가 태양계 발생설(성운설)을 발표하고, 갈릴레이·뉴턴의 역학적·기계적 우주관에 대해 유기적·유동적 우주관을 시사했다는 것은 주목할 일이다. 이 성운설은 이윽고 라플라스(Pierre Simon Laplace, 1749~1827)에 의해 더욱 보완·강조되었다(1796).

이러한 시대 프랑스는 달랑베르(Jean Le Rond D'Alembert, 1717~1783)나 디드로(Denis Diderot, 1713~1784)에 의해서 계몽적 백과전서가 출판되어(1751~1772) 이성, 과학, 예술, 인간을 주체로 한 지도 이념이 계발되었고 이것은 프랑스 혁명의 도화선으로 이어졌다. 그리고 1794년 혁명속에서 파리에 에콜·폴리테크니크라고 하는 과학·기술학교가 창립되었다. 이 학교는 저명한 과학자, 기술자들이 교수이며 유명한 과학자·기술자

를 배출시켰다. 이 가운데에서 광학에 관한 사람들로 말뚝스(반사광의 바이어스를 발견(1808), 말뚝스의 정리(1809)), 아라고(수정에 관한 편광면의 회전 현상을 발견(1811), 수중 광속도 측정으로써 빛의 파동설을 지지했다(1816)), 프레넬(편광, 파동설, 회절현상, 간섭기타), 코시(빛의 분산이론(1835)이다.

이와 같이 광학계에 우수한 사람들을 배출시킨 학교의 창시자 몽즈의 탄생과 1748년 4월 스위스에서 태어난 기난(Pierre Louise Guinand, 1748~1824)이야말로 광학유리 제조기술상에 대혁명을 일으킨 사람들이다. 그리고 그는 프라운호퍼(Joseph Fraunhofer, 1787~1826)의 태양물리학의 근원을 이루어 프랑스의 광학공장(Parra-Mantoi)社의 창립을 이루었다.

실로 기난에 의해서 광학유리가 처음으로 등장했다고 해도 과언이 아닐 것이다. 그리고 프라운호퍼에 의해 광학기술이 확립되었다고도 할 수 있다.

피에르 기난은 스위스의 시계사로서 생계를 이어가고 있었지만 안경, 렌즈, 망원경의

제작에도 참여하고 있었다. 그리고 스스로 렌즈소재로 렌즈를 제작하려는 의욕에 불타고 있었다.

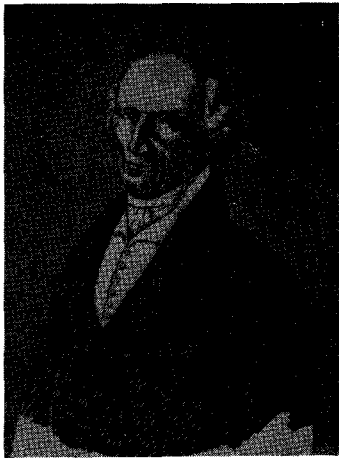
그 무렵, 망원경이라면 영국에서 제작되고 있는 도론도식의 색소렌즈를 대물경으로 한 것이 시장에서 압도적이었다. 따라서 신형의 도론도식 망원경을 스스로 만든다고 한다면 영국제의 플린트·유리를 수입하지 않으면 안된다. 거기에는 관세가 높게 부과되는 동시에 질적으로 양질(백리나 기포가 없는)인 대형인 것은 입수하기가 대단히 어려웠다. 그래서 어떻게 해서라도 스스로 양질의 플린트·유리를 용해시켜 보려고 기난은 결심했다. 어쨌든 보잘 것 없는 시계상인이 이러한 의욕을 지니고 어려운 사업에 돌진했다는 것은 주목할만한 일이다. 오늘날에도 광학유리의 제조는 어려운 사업이다. 실로 기난이야말로 광학유리계의 선각자이다.

이러하여 기난은 약 10년간 연구끝에 획기적인 유리 용해기술을 파악하는 데에 이르렀다. 그것은 도가니에 유리를 용해하면서 적당한 시간, 내회점도제의 교반봉으로 용해유리를 교반시켜 균질하게 하

조작기술과 용해 후, 화로에서 도가니를 꺼내어 깨고 유리 덩어리를 꺼내 양질 부분(백리나 기포가 없는)의 유리 소지(素地)를 선별해 내는 방법이 었다.

이 방법은 오늘날 광학유리 제조기술로서 이미 상식화된 것이지만, 그 무렵으로서는 그야말로 창의적이고 발명적인 연구였다.

1790년 기난은 이 방법에 의해서 플린트·유리를 용해하여 직경 12~18 인치의 렌즈를 만드는 데 성공했다고 한다.



피에르 루이 기난

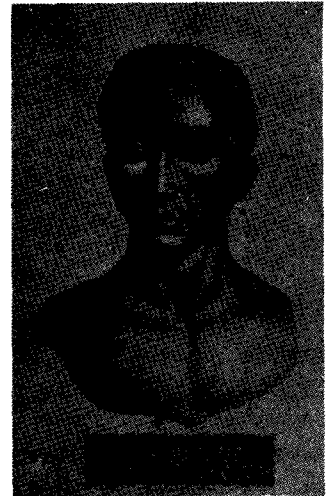
또한 독일의 봉건제 시대에 뮌헨을 중심으로 활약했던 우츄나이더는 광학기술 개발의 기초를 이루었던 Bayern의 베네딕트보이렌(Benedictbauren)의 승원에 광학공장을 만들었다.

그 광학공장에는 광학유리 용해장과 렌즈연마공장이 세워졌다(1802). 그리고 기난을 고문격으로 1805년부터 1813

년 동안 초빙하였다.

1804년에 뮌헨에는 우츄나이더와 라이헨호퍼 및 리프헬(안경사) 등 3명이 공동으로 수학·기계학 연구소를 만들었는데 베네딕트보이렌의 광학공장은 이에 합병되었다(1809). 그리고 여기에서 기난·프라운호퍼, 라이헨호퍼 등은 광학기술의 개척에 종사했던 것이다.

뮌헨에 있는 기계연구소에 광학연구부가 신설되어 프라운호퍼가 그 곳의 광학부장이 되어 최초로 손을 댔던 연구가 렌즈구면 연마기술이다. 역시 렌즈의 면이 기준이 되는 면과 일치될 수 있는 다듬질 면을 지닐 것인가의 여부를 검사하는 기술이었다. 그는 이른바 뉴턴·링(뉴턴이 1675년 발견)을 응용하여 렌즈의 곡률면 정조(精粗)를 검사하는 방법을 실시했다. 1811년에는 이미 기난의 손을 빌리지 않고도 프라운호퍼가 유리제조의 지도적 지위를 얻었다. 따라서 기난은 1813년 그가 태어난 고향인 스위스의 브르네(Brenets)로 돌아가게 되었다. 1817년 프라운호퍼는 「유리의 유백화(乳白化, 失透)의 원인과 그 예방에 관한 실험」이라는 논문을 발표했다. 또 제2차 스펙트럼을 제거시키려는 유리 소지(素地)의 연구도 함께 하고 있었다. 얼마 안가서 그는 균질한 맥리가 없는 큰 덩어리의 플린트·유리를 만들어 낼 수가 있었다. 이로써 색소 대물렌즈를 설계하여 태양 관측용



프라운호퍼

의 분광기를 제작했다. 여기서 라이헨호퍼가 분광기의 제작 기술을 이어받았다는 것은 말할 것도 없다.

프라운호퍼는 제2차 스펙트럼을 제거하는 유리를 연구했지만 풍화에 약하고 잘 흐려지기 때문에 사용할 수 없게 되었다고 한다.

또한 그는 유리의 굴절율을 회절격자에 의해서 소수점 이하 5자리까지 측정했다는 것과 렌즈계산에 3각법 추적을 했다는 것, 그리고 굴절율 측정의 기준광원에 등화(燈火)의 등색 속에 2개의 스펙트럼이 밀접되어 황색으로 보이는 밝은 빛(오늘날의 D₁, D₂선의 평균광 5893Å)을 사용했다고 한다(1814). 또한 유명한 것은 이른바 태양광 속의 수많은 흑선을 발견했다는 점이다(프라운호퍼 흑선).

뉴턴이 태양 스펙트럼을 프리즘으로 처음 관찰한 것이 1666

년.

윌러스톤(William Hyde Wollaston, 1766~1828)은 1802년 태양광선 속에 암선(暗線)(6~7개 정도)이 있다는 것을 알아냈지만 프라운호퍼에 의해서 1814년에 약 600개의 흑선을 발견하고 그 가운데 350개의 위치를 측정·작도를 하고, 그 주된 선에 A, B, C, D, E, F, G, H라고 하는 위치를 정했다. 1817년에는 회절격자를 만들어 빛의 파장을 측정했다. 그 후 1868년 흑선에 대해 한층 정밀한 연구와 파장의 측정은 스웨덴의 옹스트룀(Anders Jönas Angström, 1814~1874)의 작업이 있다. 그리고 여기에 파장의 단위 (\AA)= 10^{-8} cm가 정해졌다. 미국의 로랜드(Henry Augustus Rowland, 1848~1901)는 1882년에 태양 광선의 적색 끝에서 황색 끝까지에 걸쳐 사진을 찍고 약 2만개에 미치는 흑선을 측정하고 있다. 이 흑선의 해명은 이미 1859년에 키르히호프(Gustav Robert Kirchhoff, 1824~1887)에 의해 실행되고 그 기본법칙은 분젠(Robert Wilhelm Eberhard von Bunsen, 1811~1899)과 함께 주어졌다. 그리고 모든 원소가 고유의 스펙트럼을 발광하고 있다는 것을 확인했다(스펙트럼 분석법의 확립). 그 해에 키르히호프는 완전 흑체의 사상을 도입하여 열방사 법칙을 발표하고 다음해인 1860년에는 분젠과 함께 스펙트럼 분석법에 의해 루비듐, 세슘을 발견했다. 그 무렵 맥스웰(James

Clerk Maxwell, 1831~1879)은 3원색설(1860)을 발표했고, 다음 해 1861년에는 3색 환등 제작에 성공했다. 맥스웰은 1864년에 전자장의 기초 방정식을 발표하여 전자과의 존재를 지적하고 1871년에는 빛의 전자설을 발표하고 있지만 이미 영(Thomas Young, 1773~1829)에 의해 1817년(광파의 회파설이 나와 빛의 파동설을 확립했다. 영은 또 그 전년에 광파의 간섭실험을 발표했고, 또한 광속도에 관한 수만계수를 도입했는데 이것은 또 회절현상을 해석한 프레넬(Augustin Jean Fresnel, 1788~1827)에 의해서도 확인되고 있다.

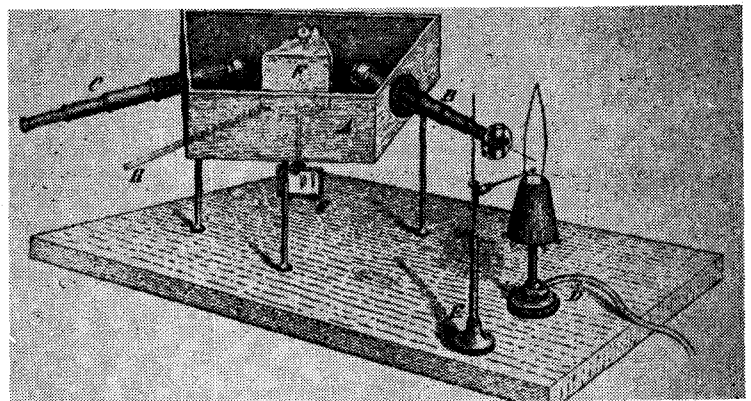
프라운호퍼는 1826년에 뮌헨에서 사망했는데 그보다 2년전 스위스에 있던 기난은 76세로 생애를 마쳤다.(1824)

그 무렵 독일에서는 가우스(Karl Friedrich Gauss, 1777~1855)가 렌즈계산의 기초이론이 되는 근축(近軸)광학의 기하광학을 연구하고 있었고(「광학굴절에 관해」1840), 오

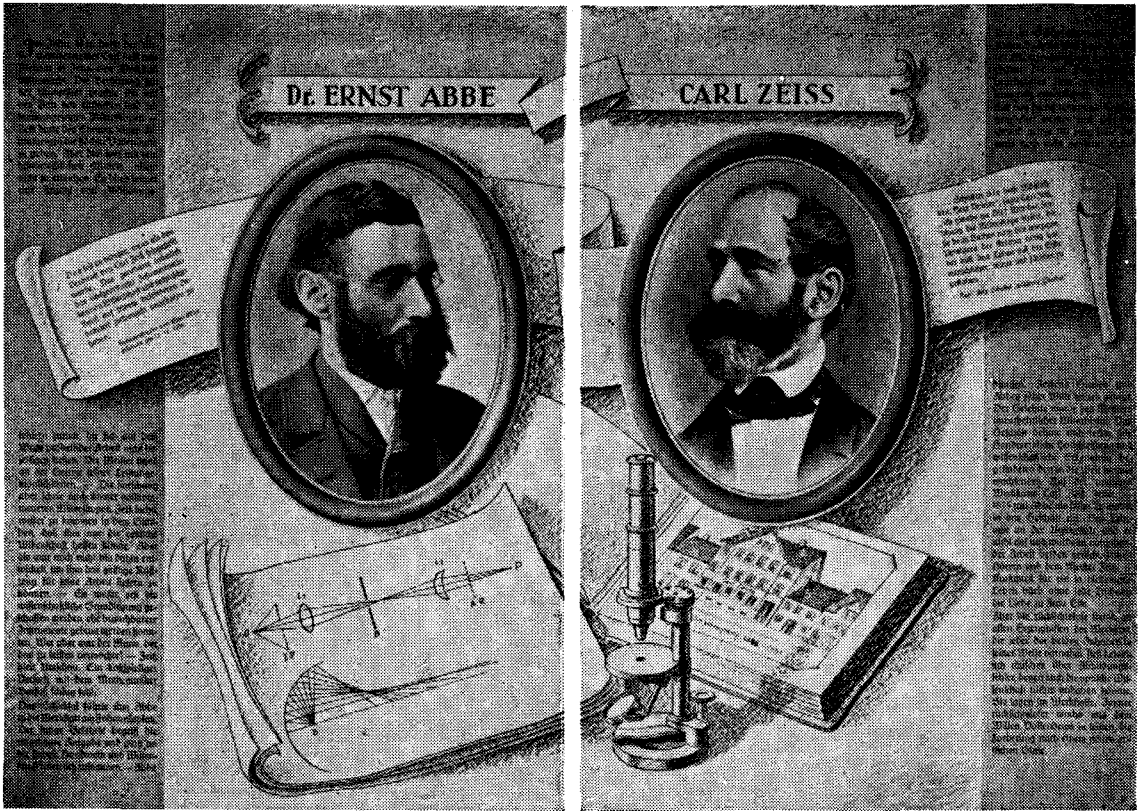
차론(誤差論)의 기본이 되는 최소 자승법을 발표하고 있다.(1823) 또한 렌즈의 수차론을 발전시킨 사이델(Ludwing Philipp von Seidel, 1821~1896, 1855년에 「광선 굴절론에 관해」를 발표)이나 광학계의 개척자 헬름홀츠(Hermann Ludwig Ferdinand von Helmholtz, 1821~1894), 렌즈나 반사경의 굴절 또는 반사 이상을 검사하는 방법을 고안(knife edge법)한 후코(Jean Bernard Léon Foucault, 1819~1868) 등이 모두 그 곳에서 탄생했고, 영(1829), 프레넬(1827) 등은 그곳에서 사망했다.

프라운호퍼가 만든 유리소재는 Dorpart의 구경 245mm(약 9.5인치) Edinburgh의 구경 490mm(약 19.5인치)로 각각 천문대의 굴절 망원경 대물렌즈에 사용되고 있었다는 점에서 그 기술정도를 상상할 수 있다.

프라운호퍼의 사망 후, 이어나 대학의 화학교수 데베라이너(Johann Wolfgang Döbereiner



분젠과 키르히호프의 分光器



아베와 Zeiss

ner) 는 유리 속의 Ca을 Ba로 치환한 연구를 하기도 하고, Sr 함유의 유리를 시험용해하여 친교가 깊은 괴테(Johann Wolfgang von Goethe, 1749~1832) 와 테베라이너의 이름이 똑같다는 데 주의하고 싶다. 또 그후 이에나 대학의 아베(Ernst Abbe, 1840~1905)의 협력하에 광학유리를 개척한 오토쇼트(Otto Schott, 1851~1935) 가 Ba계 유리용해에 의해 신종 광학유리를 만들므로써 특히 카메라 렌즈가 진보되었다는 것은 주목해야 할 일이다. Petzval 조건과 색소 재료를 동시에 만족시킬 수 있는

유리(Ba계 신종 광학 유리)를 조합하여 Zeiss社의 파울·루돌프(Paul Rudolph, 1858~1910)는 1890년에 사진렌즈 “protar”를 설계했다. 여기에 그는 이른바 “Rudolph의 원리”에 의해 알려진 무수차계 렌즈설계의 원리를 발표하는 데에 이르렀다.

또한 1825년 난시를 교정하는 데에 원주렌즈를 안경렌즈로서 사용할 수 있다는 이탈리아의 에어리(George Biddell Airy, 1801~1892)는 무지개의 이론(무지개 적분에 의해 알 수 있다. 최초의 무지개 이론은 Descartes)이나 tangent 조

건을 발견했는데 특히 원형(円穴)에 의한 회절상(airy pattern)의 연구가 유명하다.

1.9 19세기부터 20세기에 이르는 광학 기술

이후고 19세기 후반에 이르면 광학이나 광학기술의 진보는 현저해진다. 특히 방전현상, 조명(전등) 등, 광원의 진보에 따라 광학측정기, 광학렌즈, 스펙트럼, 대형 망원경, 현미경 등의 연구가 활발해지고 그것들의 기술이 개발됨에 따라 점점 일반 광학기술의 진보는 눈부신 발전을 보게 된다.