

## 굴절의 의미

- 글레어, 자연광, 휘도를 중심으로 -

### 프롤로그

1. 굴절
  2. 굴절률
  3. 굴절의 법칙
  4. 굴절계
  5. 굴절망원경
  6. 굴절어
  7. 수 입 자유화
  8. 수 입 의존도
  9. 릴케
  10. 마투테
  11. 글레어
  12. 자연광
  13. 휘도
  14. 조명관련 영문 해설
  15. 게리케
- 에필로그

### 프롤로그

신자유주의적 세계화의 비판에 앞장서 온 프랑스의 세계적인 사회학자 피에르 부르디외(Pierre Bourdieu · 71)가 프랑스 현지시간으로 지난 1월 사망한 직후 르몽드지를 비롯한 프랑스 언론은 온통 그의 추모기사로 가득했다.

같은 시간 뉴욕타임스지에는 '하버드의 정치철학자 로버트 노직(Robert Nozick), 63세로 죽다란 제목이 달린 장문의 추모기사가 게재되었다. 하버드대학교 석좌교수인 노직은 부르디외와 정반대로 세계화를 강력히 뒷받침하는 철학을 제시해온 미국의 대표적인 자유주의철학자였다.

이 두사람은 같은 날 암으로 돌아오지 못할 먼 길을 함께 떠났지만, 유럽과 미국이 낳은 금세기의 불세출의 사상가로, 그러나 이 두사람이 걸은 길은 아이러니하게도 대단히 대조적이다. 피에르 부르디외는 1930년생이었고, 노직은 1938년생이었다. 부르디외는 일방적 신자유주의를 비판하면서 학문을 통한 사회변혁을 꿈꿔왔고, 노직은 자유주의의 수호자로 세계적인 명성을 떨쳤는데 세계화의 철학기반을 제시하였다.

### 굴절

굴절(屈折 : refraction)이란 광선 또는 음파가 어느 매체(媒體)로부터 다른 매체로 들어갈 때 경계면에서 그 진행방향이 꺾이는 것이다. 한 매질(媒質)로부터 탄 매질로 진행되는 파동(波動)이 그 경계면에서 진행방향을 바꾸는 것이다. 광파(光波)·수면파(水面波)·지진파(地震波) 등 파동 일반에 보이는 현상이다.

아지랑이 밤하늘의 별이 깜박이는 것처럼 보이는 것 등의 자연현상을 비롯하여 보통 굴절에 의한 여러 가지 현상이 관찰되는 예가 적지 않다. 또한 렌즈나 프리즘은 빛의 굴절을 교묘하게 이용한 것으로, 반사경(反射鏡)과 광학(光學)기계의 중요한 부분을

구성하고 있다.

굴절은 그것이 등방성 물질(等方性物質)의 경계면에서 일어날 경우에는 굴절의 법칙이 성립한다. 여기서 등방성(等方性 : isotropy) 물질이란 물리적인 성질이 어느 방향에서나 균일한 물질과 기체 그리고 보통의 액체나 비결정(非結晶)의 고체 등을 말한다. 그러나 파동이 등방성 매질로부터 이방성(異方性)매질로 들어갈 때에는 보통 이 법칙이 성립되지 않으며, 경계면에서 굴절과가 둘로 나누어져서 이른바 복굴절(複屈折)현상을 나타낸다. 이질성 매질이란 방향에 따라 물리적 성질이 틀리는 것인데, 주로 결정에 많다.

물체를 방해석(方解石)결정을 통해서 볼 때 2중으로 보이는 것은 바로 이 때문이다. 또한 결정 뿐 아니라 등방성 물질에서도 어떤 방향으로 압력을 가한다면지 물질을 전장(電場)속에 놓으면 똑같은 복굴절(double reflection)현상이 일어난다.

## 굴절률

매질 A에서 매질 B로 빛이 나아갈 때 입사각과 굴절각 사이에 성립하는 관계  $\sin i / \sin r = n$ 의 값을, B의 A에 대한 굴절률이라고 한다. 특히 A가 진공(眞空)일 경우에는 B의 절대굴절률(絶對屈折率)이라고 한다.

광파가 하나의 매질에서 다른 매질로 입사(入射)할 때 입사각의 사인(sine)과 다른 매질로 입사할 때 입사각의 사인과 굴절각의 사인에 대하여 보이는 비(比)인데, 이는 두 매질 중의 속도(速度)의 비와 같은데 굴절도라고도 부른다.

보통 어떤 물질의 굴절률이라고 하면 이 절대굴절률을 가르킨다. 그런데 공기의 절대굴절률은 1.0003 정도이므로 특별한 경우를 제외하고는 공기에 대한 상대굴절률로 취급하는 경우가 많다.

절대굴절률은 진공 속에서 빛의 속도와 그 물질 속에서의 빛의 속도의 비(比)와 같다. 따라서 빛이

전파(傳播)되는 속도가 작은 물질일수록 굴절률, 즉 굴절하는 정도가 크다. 보통으로 물질의 굴절률(index of refraction)은 파장(波長)이 증가함에 따라 적어진다.

따라서 빛이 프리즘(das prisma : 稜鏡)에 의하여 스펙트럼(das Spectrum)으로 나누어지거나 공중에 뜬 물방울에 의하여 무지개가 보이거나 하는 것도 이 까닭이다. 또한 같은 파장에 대해서도 온도에 따라 그 값이 달라진다. 사막지대에서 신기루(蜃氣樓 : mirage)가 보인다는지, 맑은 여름날 뜨거운 아스팔트(der Asphalt)길이 축축히 젖은 것같이 보이는 것은 지면의 공기가 상공의 공기보다 뜨거워져서 그 굴절률이 틀려지기 때문이다.

특히 기체에서는 온도 외에 압력의 영향도 받는다. 따라서 어떤 물질의 굴절률을 엄격히 말할 때에는 당연히 이러한 조건을 지시해 주어야 한다. 굴절률이 큰 물질을 광학적으로 밀(密 : 촘촘함), 작은 것을 소(疏 : 성김)라고 한다.

## 굴절의 법칙

파동이 두 매질 곧 등방성 매질의 경계면에서 굴절하는 경우, 입사파(入射波)가 나아가는 방향과 굴절과 방향과의 사이에는 다음과 같은 관계가 성립한다.

첫째 입사방향과 굴절방향 및 입사점(point of incidence)에서 경계면에 세운 법선(法線)은 같은 평면 위에 있고, 각 법선의 양쪽으로 입사방향과 굴절방향으로 나누어진다.

둘째, 입사각(i)의 정현(正弦 : sine)과 굴절각(r)의 정현비(正弦比)  $\sin i / \sin r = n$ 은 입사각의 대소에 관계없이 일정하고, 두 매질에 의하여 결정이 되는 정수(定數)가 된다. 이 관계를 <굴절의 법칙>이라고 하는데 1611년 네덜란드의 수학자 스넬(R. W. Snell)이 빛에 관하여 실험적으로 입증하였으므로 스넬의 법칙(Snell's law)이라고도 한다.

### 굴절계

굴절계(屈折計)는 빛에 대한 물질의 굴절률(index of refraction)을 측정하는 기계이다. 보통 굴절률을 알고 있는 표준프리즘을 물질에 접촉시켜 경계면에서 일어나는 전반사(全反射)를 이용한다.

액체 중에서 프리즘을 담그는 액침굴절계(液浸屈折計), 고체물질을 30°, 60°, 90°의 프리즘을 잘라 같은 형의 표준 프리즘에 접촉시키는 아페굴절계, 직각의 표준프리즘 직각으로 자른 물체를 얻는 폴프리히굴절계 등이 있다.

이때 아페굴절계의 경우 액체일 때는 두 개의 표준프리즘 사이에 넣는다. 또 폴프리히굴절계는 액체는 직접 접촉시킨다.

### 굴절망원경

반사경을 사용하지 않은 망원경이 굴절망원경(屈折望遠鏡)이다. 오페라글라스(opera glass)에는 갈릴레오식 망원경, 천체망원경에는 케플러식 망원경이 사용된다.

구면수차(收差)나 색수차(chromatic aberration)가 없는 큰 구경의 대물(對物)렌즈 제작이 곤란하기 때문에 너무 큰 것은 만들지 못하고 미국 야키스천문대의 구경 40인치(102cm)가 지상에서 최대이다.

### 굴절어

굴절어(屈折語 : inflectional language)는 언어의 형태적 분류의 하나로, 글월에서 그 말이 가지는 여러 가지 관계를 어형의 변화로써 보이는 말이다. 형태구조로 분류하면 말 자체가 곡용어(曲用語)에 의하여 문법적 관계를 표현하는 언어이다. 말의 자율성이 강해서 어순(語順)이 자유로워진다. 영어나 독어 등의 인구어(印歐語)나 셈(Sem)어 등에 많은데, 교착어(膠着語 : glutinous words)나 고립어(isolated language)와 대비된다.

### 수입자유화

수입자유화(輸入自由化)는 외국상품의 수입을 금액으로나 수량으로나 제한을 가하지 않고 자유로 수입을 허용하는 것이다. 물론 무역자유화의 일환이다. 관리무역에 있어서는 수입 허가나 승인 및 이에 따른 외화의 할당 등 강력한 통제를 가하는 것이 보통이나, 선진국에서는 오늘날 무역 자유화에 따라 무역장벽을 없애고 수입자유화가 요구되고 있고 또 실시되고 있다.

이와 관련하여 수입의존도(輸入依存度)란 일국의 경제가 얼마나 수입에 의존하고 있는가를 나타내는 척도(尺度)를 말한다. 일반적으로 국민소득이나 국민총생산액의 비율로 표시하고 있다. 이것은 또한 경제성장에 따라 수입이 얼마나 증가하고 있는가를 측정하기 위한 중요한 계수가 된다. 한국의 수입의존도는 전체적으로 높은 편이며, 석유·고무·설탕 등은 전적으로 수입에 의존하고 있는 실정이다.

또 국민소득(national income) 중에서 수입상품을 구매하는 데에 할당되는 부분의 비율이 수입성향(輸入性向 : propensity to import)이다. 수입성향은 각국에 따라 다르나 국내시장의 큰 미국에서는 4%내외 정도, 대외의존도가 높은 영국에 18~20% 정도로 알려져 있다.

### 릴케

독일의 시인 릴케(R. W. Rilke, 1875~1926)는 체코슬로바키아의 프라하에서 태어났다. 프라하와 뮌헨과 베를린의 여러 대학에서 공부하고, 일찍부터 꿈과 동경에 넘친 섬세한 서정시를 썼다. 그의 시인으로서의 생애는 대개 네 시기로 나눌 수 있는데, 시집 《가신봉제(家神奉幣 : Larenopfer)》《기수(旗手) 크리스토프 릴케의 죽음과 사랑의 노래》를 발표한 것이 초기(初期)이다.

뮌헨에서 러시아 여자 루 안드레아스 살로메를 만나서 그녀의 감화에 의해 러시아 여행을 떠난다.

그후 광막한 러시아의 자연과 소박한 슬라브 농민들 속에서 오직 내적인 집중에 의하여 이루어진 《나의 축제》와 《형상(形象)시집》 등이 그 2기에 속하는 작품들이다. 이러한 러시아에서의 체험은 또한 그에게 《하나님의 말씀(Geschichten vom lieben Gott)》이란 소품집과 《시도(時禱)시집(Das Stundenbuch)》을 쓰게 하였다. 신의 탐구를 주제로 한 신비스러운 이 작품들은 정신적으로 괴로워하는 자와 멸시당한 자에 대한 사랑을 고백하고 있다.

3기는 프랑스 파리로 나아가 조각가 로댕(A. Rodin)의 비서가 된 시기인데, 이 시기에 그는 위대한 스승 로댕의 이념인 모든 사물을 깊이 관찰하고 규명하는 즉물적(即物的)인 안식(眼識)을 길렀다. 《신시집(新詩集)》과 《로댕론(論)》 그리고 파리 시대의 고독과 불안을 그린 그의 불후의 장편소설 《말테의 수기(手記)》를 발표하였다. 그러나 1913년에 제1차 세계대전이 일어나자 격변하는 세계의 정세 속에서 그는 끝내 침묵을 지켜왔다.

그리고 이후 10년 간의 침묵 끝에 1923년 스위스의 고성(孤城)에서 그의 최후를 장식하는 《듀이네의 비가(悲歌)》의 두 걸작을 발표하였다. 그의 모든 작품은 인간성을 상실당한 이 시대의 가장 순수한 영혼의 영탄(詠嘆)으로서 지금까지도 세계문학사상 높이 평가되고 있다.

## 마투테

스페인의 여류소설가 마투테(A. M. Matute), 그녀의 작품세계는 어린이들을 중심으로 이루어지는 환상적인 면과 사실적(寫實的)인 면이 기술적으로 잘 조화되어 있다고 평가되고 있다.

그녀의 작품에는 광산촌의 비참한 생활을 그린 《아벨가》(1948), 역경속에서 시달리는 한 어린이의 맑은 영혼을 애달프게 노래한 《서북방(西北方)에서 벌인 축제》(1953)가 있다. 또 내란(內亂)을 배

경으로 불꽃처럼 핀 사랑을 애절하게 이야기한 《이땅에서》와 《마보 어린이》 그리고 《죽은 자식들》이 있다.

## 글레어

글로 스타터(glow starter)는 흔히 점등관(點燈管)으로 번역된다. 글레어(glare)는 우리의 시야(視野)에 있어서 조명도(照明度)의 분포가 불균형하기 때문에 대상을 잘 볼 수 없게 되거나 일과성(一過性)의 맹목 상태가 되는 현상을 말한다. 강한 빛을 보았을 때, 수정체나 유리체에 혼탁이 있을 때에 일어난다. 비슷한 현상으로 플레어(flare)는 렌즈에 정규 굴절 이외의 광선이 들어와 영상이 부영거나, 둥글거나 또는 호상(弧狀)의 흰 반점이 나타나는 현상을 지칭한다.

## 자연광

자연광(自然光)이란 편광(偏光)되지 않은 빛을 말한다. 자연에 존재하는 광원으로부터 빛처럼 진행방향에 수직인 면 안에서 모든 방향으로 골고루 진동하는 빛이다. 반사나 굴절한 빛은 부분적으로 편광되어 있다.

## 색광도

광도와는 따로 색채감을 일으키는 빛의 속성이 색광도인데, 텔레비전 화면에 색조와 선명도가 되어 나타나는 색을 말한다.

## 휘도

휘도는 또 텔레비전 수상기 화면의 밝기를 말하는데, 브라운관의 그리드바이어스를 변화하여 전자 빔류(流)를 증감함으로써 휘도조절을 한다. 참고로 말하자면 일반 텔레비전 수상면의 밝은 부분의 휘도는  $9 \sim 20(\text{ft} - \ell) = 30 \sim 70(\text{nt})$  정도이다.

휘도레벨이란 직류분을 포함하는 텔레비전 영상

신호에서 최대의 밝기를 나타내는 전압레벨을 말한다.

휘도(brightness)란 발광체(發光體)의 단위 면적당 밝기를 말하는데, 단위는 제곱미터당(當) 칸델라( $cd/m^2$ ), 스틸브(기호 Sb,  $104 cd/m^2$ ) 등을 쓴다.

텔레비전 등에서, 브라운관상의 광점(光點)의 밝기를 이른다. 즉 면광원(面光源)의 표면의 밝기를 나타내는 양이다. 단위는 니트( $nt = cd/m^2$ )인데, 일반적으로 보는 방향에 따라 조금씩 다르다. 광원사의 1점을 둘러싸는 무한소면(無限小面)의 어떤 방향의 광도(luminous intensity)를 그 면의 그 방향에의 정사영(正射影) 면적으로 나눈 것이다.

휘도(輝度)는 광원(光源)이나 빛으로 비춘 물건의 밝은 정도를 말하며, 단위 면적마다의 광도(光度) 또는 광속(光束 : luminous flux)으로 나타낸다. 칸델라(新燭光)/ $cm^2$ 을 스티로브(sb), 그 1만분의 1로 칸델라/ $m^2$ 을 니트(nt), 또 미국에서는 루멘/평방피트를 푸트·람베르트라 부르는 단위를 사용하고 있다.  $1nt \approx 0.292 ft-l$ (푸트람베르트)이다.

### 조명관련 영문해설

조명 용어를 웹스터 사전(Webster's Third New International Dictionary of The English Language (unabridged))에서는 다음과 같이 풀이하고 있다.

#### 1) 색도도(色度圖)

Chromatic diagram n : a triangular graph on which points for all chromaticity coordinates may be systematically plotted, the apexes of the triangle representing the primary colors - called also color triangle, Maxwell triangle

#### 2) 인광(燐光)전자

phosphorescence n : ① luminescence that is perceptible with characteristic rate of decay after

the exciting cause ceases to act an enduring luminescence (as the chemi-luminescence of phosphorus and many forms of bioluminescence)

#### 3) 색도(色度)

chromaticity n : ① the quality or state of being chromatic ② the quality of color characterized by its dominant or complimentary wavelength and purity taken together.

#### 4) 색도좌표(座標)

chromaticity coordinate n : the ratio of the amount of one primary color to the total amount of all three necessary to reproduce a given color

#### 5) 형광

fluorescence n : ① the emission by a substance of electro-magnetic radiation esp. in the form of visible light as the immediate result of and only during the absorption of radiation from some other source; also : the property of emitting such radiation

② the radiation emitted during fluorescence - compare LUMINESCENCE

fluorescent lamp n : a tubular electric lamp that is coated on its inner surface with a phosphor and that contains mercury vapor whose bombardment by electrons from the cathode provides ultraviolet light which causes the phosphor to emit visible light either of a selected color or closely approximating daylight

#### 6) 색온도(色溫度)

color temperature n : the temperature at

which a blackbody emits radiant energy competent to evoke a color of the same hue and saturation as that evoked by radiant energy from a given source (as a lamp)

### 7) 색도계(色度計)

colorimeter n : ① an instrument or device for determining and specifying colors by reference either to other colors or to complex stimuli not in general identical with the actual color stimulus and giving results not independent of abnormalities in the observer's color vision - distinguished from spectrophotometer and spectroradiometer

② an instrument for chemical analysis of liquids by comparison of the color of the given liquid with standard color - compare COMPRA TOR

### 게리케

독일의 물리학자이며 정치가인 게리케(Otto von Guericke : 1602~1686)는 진공펌프를 발명했고, 1654년에는 2개의 구리반구를 붙여 펌프로 공기를 빼고 속을 진공상태로 한 뒤, 16마리의 말에게 잡아 당기게 하는 실험을 시도했다. 이때 구리반구가 움직이지 않는 것을 보고 대기압의 세기를 증명했다. 이 실험이 바로 "막테부르크의 반구실험"이다. 당시 막테부르크시(市)의 시장이기도 했던 게리케는 물리학자로서, 이 진공펌프의 실험외에도 마찰 기전기에 대해서도 연구했다.

1660년에는 황반구를 회전시켜 정전기를 일으킨다는 마찰기전기를 발명하여, 인공적으로 일으킨 전기의 소리와 불꽃을 최초로 체험한 사람이라고도 전해진다.

게리케가 이 실험에 황(磺)을 사용한 것은 당시

황은 마찰에 의해서 물건을 잡아 당기는 힘이 강하게 발생한다고 생각하고 있었기 때문이다. 1700년대에는 황대신 유리구나 통이 쓰였다.

금속막대는 마찰기전기로 발생한 정전기에 닿으면 전기가 통하지만, 나무막대는 닿더라도 전기가 통하지 않는다. 게리케는 이로써 물질에는 도체(conductor)와 절연체(insulator)가 있다는 사실도 알아냈다.

### 에필로그

화씨지벽(和氏之璧)이란 말이 있는데, 옛날 중국에 있었다는 명옥(名玉)의 이름이다. 많은 어려움을 겪은 후에야 보옥(寶玉)임이 알려진데서 유래하는데, 뛰어난 자질은 인정받기 어려움의 비유로 쓰이는데, 화벽(和璧)이라고도 한다. 《한비자(韓非子)》에 나오는 고사성어다.

전국시대 초(楚)의 변화(卞和)는 산화에서 진귀한 보옥의 원석을 얻자 여왕(厲王)에게 바쳤다. 그러나 여왕은 보옥인 줄 모르고 임금을 속였다고 하여 화의 왼쪽 다리를 자르게 했다. 그후 화는 다음에 즉위한 무왕(武王)에게 다시 이를 바쳤으나, 그 역시 보옥을 몰라보고 화의 남은 다리를 자르게 했다. 무왕이 죽고 그 아들 문왕(文王)이 즉위하자, 화는 초산(楚山)기슭에서 슬피 사흘을 울었다. 문왕이 그 까닭을 묻자, 화는 자기가 형(刑)을 받은 억울함 때문이 아니라, 천하의 명옥이 막들로 버림받는 것이 너무나 야속해서 통곡한다고 대답했다.

문왕이 곧 그 원석을 갈고 닦게 하니 과연 명옥이었으므로 화씨지벽이라 이름붙여 국보로 삼았다고 한다.

이 이야기는 단순한 보석에 관련된 이야기가 아니라 무슨 일이든지 추진하는 사업을 끝까지 밀고 나가는, 때로는 죽음도 불사하는, 기백과 용기가 있어야 한다는 것이다.