

# 色 彩 와 照 明

安 準 榮

〈大林工業專門大學〉

## 1. 색이란?

### 1.1 색이란?

사람들은 태양 빛이 희다고 생각하고 있다. 이것이 꽃에 닿아서 비교적 波長이 긴 부분이 反射되면 사람 눈에는 빨갱게 보인다. 입사구에 닿으면 可視範圍의 중앙부위가 반사되어 초록색으로 보인다. 사람의 눈은 파장에 따라서 감도가 다르며 같은 양의 에너지를 받아도 파장에 따라 느끼는 밝기가 다르다는 것은 이미 視感度로서 잘 알고 있는 일이며 이와 같이 量的인 차이 이외에 파장에 따라 質的인 차이도 있다. 왜 파장에 따라 빨갱게도 보이고 푸르게도 보이는가 하는 것은 알 수 없다. 즉 색의 정체는 알 수가 없다는 것이다. 그러나 색이라는 것이 존재하고 있다는 것은 아무도 부인할 수 없는 사실이다. 즉 무지개도 또는 햇빛의 스펙트럼을 보면 빛의 파장이 색의 근원임을 알 수가 있다. 이것은 물체를 보는 것에도 도움을 주고, 감정에도 영향을 미치고 있어 여러 가지로 응용하고 있다.

색의 정의에 대해서는 CIE(국제조명위원회)에서 규정한 정의에 의하면

25-130 색 colour(영국), color(미국)

(1) 색(知覺的인 色): 관측된 당해방사의 相

對分光分布의 차이에 의해서 視知覺의 측면으로서 관찰자는 같은 크기, 형상 및 구성하고 있는 두개의 시야의 차이를 식별할 수가 있다.

(2) 색(心理物理的인 色): 관측하는 당해방사의 분광조성의 차이에 의존하는 가시방사의 특성으로서 이것에 의해서 관측자는 같은 크기, 형상 및 구성하고 있는 두개의 視野의 차이를 식별할 수가 있다.

위의 정의외에 최근에는 조명하는 빛이 달라고 視覺系의 順應狀態가 다를 경우까지를 통일시켜 취급하여 시각계의 순응조건을 고려한 색을 규정할 필요에 의해서 “보임의 색” 또는 “색의 보임”이라 불리는 개념을 가끔 사용하게 되었다. 즉

(3) 보임의 색(apparent colour) 또는 색의 보임(colour appearance): 어떤 순응상태에서 보이고 있는 색을 그것과 같이 보이는 표준의 순응상태의 색의 성질(3刺戟值 또는 明度, 色相 및 彩度등)을 가지고 규정하여 이것을 보임의 색 또는 색의 보임이라 정의하고 있다.

위의 정의에서 보면 각각의 색이 가지는 심리물리적측면의 색과 지각적인 심리적측면의 색과 또한 색의 보임에 관한 측면에서의 색이 있는 것 같아서 이것은 자칫하면 표현에 오해를 초래하여 개념에 있어서 혼란을 가져올 우

려가 있으나 이들은 “색이란 빛의 분광조성과 시각계의 특성과의 상호관련에 있어서 생기는 지각현상을 종합적으로 나타내고 있다”고 생각하여 색이라는 개념과 색이 가지는 각기 측면과를 명확하게 구분하여 취급하는 것이 바람직하다.

1.2 색의 표시방법

색의 종류는 헤아릴 수 없을 정도로 많지만 햇빛의 스펙트럼에 대해서 나누면 그의 색상에 따른 파장의 범위는 표1과 같다.

색에는 그 자신이 빛을 방사하는 光源色과 빛을 받아서 색을 나타내는 物體色의 두가지가 있다. 물체색중에서 반사에 의한 색을 나타내는 것을 表面色이라 부른다. 먼저 표면색을 보면 회다, 붉다, 진붉다, 장미색, 푸른색, 노란색, 주황색등과 같이 이루 헤아릴 수 없이 많은 표면색으로 구분할 수가 있다. 이와 같이 인가의 눈이 식별할 수 있는 수는 대충 750만이나 된다고한다. 이들의 색을 위에서와 같이 색명을 말이나 활자로 표시하기란 매우 어려운 일이다. 따라서 색을 수량화하여 가장 간단하게 계통적으로 배열한 색본본, 색표집등을 만들어 이들에게 번호를 붙여 그 번호로서 임의의 색을 표시하고 있다. 여기서 색표를 한줄로 배열하거나, 평면상에 모든 색을 배열하려고 한다는 것은 어딘가 모순이 생겨 계통적으로 배열하려면 입체적으로 색을 배열하지 않으면 안된다는 것을 쉽게 알 수 있다. 바꾸어 말하면 색에는 3차원의 성질이 있다는 것이 된다. 이 3차원에 대해서는 서로 독립한 것이면 어느것을 취해도 무관하지만 다음과 같이 명도(明度), 색상(色相) 및 채도(彩度)의 3개의 페러미터를 사용하였다. 이를 색의 3속성(三屬性)이라 부르고 3속성을 가진 것을 유채색(有彩色), 백색,

표 1. 파장과 색

色名	波長範圍(nm)	色名	波長範圍(nm)
빨강	780~650	초록	560~490
주황	650~590	파랑	490~430
노랑	590~560	보라	430~380

회색, 흑색과 같이 명도만을 가진 계열을 무채색(無彩色)이라 부른다.

(1) 명도(Value V) : 가장 어두운 흑색으로부터 가장 밝은 백색까지의 단계 즉 명암의 성질을 나타내는 척도. 흑색을 0 백색을 1~10으로 10등분

(2) 색상(hue H) : 무지개의 색과 같이 적색, 황색, 녹색, 청색에서 보라색으로 또 다시 적색으로 환상(環狀)을 이루는 척도. 10종에 10색상이므로 10×10=100색상.

(3) 채도(Chroma C) : 맑은 색으로부터 어두운색까지의 선명한 정도를 말한다.

1.3 각속성의 척도화

3속성을 단지 색의 성질로서 보는 것만이 아니라 그의 정도를 척도화(尺度化)한 것 중에서 미국의 A.H.Munsell이 고안한 색표집에 의한 것으로 먼셀표색계(Munsell表色系)가 있다. 우리나라에서는 KSA 0062(3속성에 의한 색의 표시방법)을 채택하고 있다.

(1) 색상의 척도화 : 색상은 H로 표시하고 명도 및 채도가 일정한 색상을 그림 1에 나타낸 바와 같이 색상각의 차를 등분하여 환상으로 배열시켜 척도화 한 것이다. 이것을 색상환(色相環)이라 부른다.

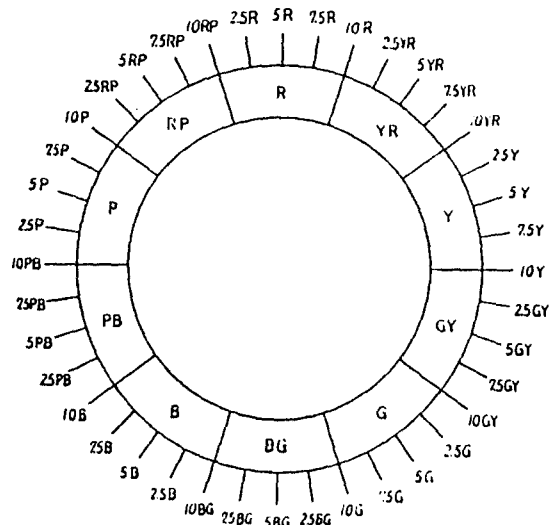


그림 1. 色相環의 분류

(2) 명도의 척도화 : 명도는 V로 표시하고 무채색을 기준으로 하여 그림2에 나타낸 바와 같이 이상적인 흑색을 0, 이상적인 백색을 10으로 하여 그 사이를 밝기에 대한 지각의 차를 등분하여 그림에 나타낸 기호 및 숫자로 표시하여 척도화한 것이다. 유채색의 밝기에 대한 지각이 이것과 같은 무채색의 기호를 사용한다.

(3) 채도의 척도화 : 채도는 C로 표시하고 색상 및 명도가 일정한 색의 배열을 그림 2에 나타낸 바와 같이 무채색을 0으로 하고 채색정도의 증가에 따라 1, 2, 3, ...으로 知覺의 차를 등분하여 그림에 나타낸 바와 같이 기호 및 숫자로 표시하여 척도화한 것이다. 그림에서와 같이 같은 색상을 가진 색을 명도 및 채도의 순으로 하나의 평면위에 배열한 것을 等色相面이라 한다.

(4) 삼축성에 의한 색의 표시기호 : 유채색의 경우와 무채색의 경우와 2종이 있다.

1) 유채색의 기재방식 : 유채색은 H·V/C의 방식에 따라서 기재한다. 예를 들면 5·R 4/

10(5R, 4의 10이라 읽는다.)

2) 무채색의 기재방식 : 무채색은 NV의 방식에 따라 기재한다. 예를 들면 N8과 같이 기재한다.

이 방법을 사용할 경우 주의하여야 할 것은 試料의 분광반사율이 色票의 그것과 반드시 일치한다고 볼 수 없으므로 色照合의 경우에 정상색각을 가진 사람에 의해서 표준조명하에서 행하지 않으면 안된다. 또한 표면특성이 상이하기 때문에 조명의 방법과 관찰하는 방법도 표준화하여야 한다.

#### 1.4 色座標 및 色度圖

색을 정량적인 계산에 사용하는 방법으로 색을 도시한다는 것은 매우 바람직스러운 일이다. 색을 기술하는 데에는 공간에 점을 표시하는 것과 같이 3개의 수를 필요로 하지만 보통색의 질을 2차원의 그림으로 나타내어 量을 XYZ 3자극치에서 Y로 나타낸다. 즉 표색계에 의해서 표시된 색에 대한 상호관계를 알기 위해서 색도좌표(色度座標)를 구하여 색도도(色度圖)에 도시하면 편리하다.

(1) 삼자극치(三刺戟値) : XYZ표색계는 CIE에서 1931에 채택한 등색함수(等色函數)  $x(\lambda)$ ,  $y(\lambda)$ ,  $z(\lambda)$ 에 의한 3색표면계로서 2도시야(二度視野) XYZ표색계(表色系)라 부른다. 광원색의 삼자극치와 물체색의 삼자극치사이에는 정의가 다소 다르지만 기호로서 XYZ를 사용한다.

광원색의 삼자극치는

$$X = K \int_{380}^{780} S(\lambda) \cdot x(\lambda) \cdot d\lambda$$

$$Y = K \int_{380}^{780} S(\lambda) \cdot y(\lambda) \cdot d\lambda \quad \dots\dots\dots(1.28)$$

$$Z = K \int_{380}^{780} S(\lambda) \cdot z(\lambda) \cdot d\lambda$$

여기서  $S(\lambda)$  : 광원의 방사량의 상대분광분포,  
 $x(\lambda)$ ,  $y(\lambda)$ ,  $z(\lambda)$  : 등색함수

$K$  : 비례계수로서 삼자극치 Y의 값이 측광량과 일치하도록 전한다.(예로 683 lm/W)

물체색의 삼자극치

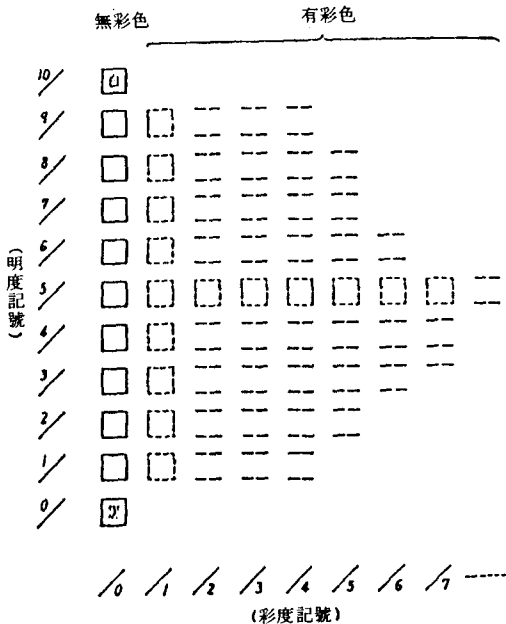


그림 2. 같은 色相面에서의 明度 및 彩度の 配列

$$X = K \int_{380}^{780} S(\lambda) \cdot x \cdot R(\lambda) \cdot d\lambda$$

$$Y = K \int_{380}^{780} S(\lambda) \cdot y \cdot R(\lambda) \cdot d\lambda \quad \dots\dots\dots(1.29)$$

$$Z = K \int_{380}^{780} S(\lambda) \cdot z \cdot R(\lambda) \cdot d\lambda$$

여기서 S(λ) : 색을 표시하는 데 사용되는 표준광의 분광분포,

x(λ), y(λ), z(λ) : 식 (1.27)의 경우와 같은 등색함수,

R(λ) : 반사에 의한 물체색의 경우에는 분광입체각반사율. 투과에 의한 불체색의 경우는 분광투과율로서 그의 기호는 τ(λ)를 사용한다. 또한 삼자극치 Y의 값은 시각반사율 또는 시각투과율과 일치한다.

K의 값은

$$K = 100 / \int_{380}^{780} S(\lambda) \cdot y(\lambda) \cdot d\lambda$$

이다.

(2) 색도좌표(色度座標) 구하는 법: 3자극치로부터 다음식에 의해서 산출하여 x, y, z를 색도좌표라 부르며 일반적으로 색도를 x, y로 표시한다.

$$x = \frac{X}{S} \quad y = \frac{Y}{S} \quad z = \frac{Z}{S} \quad \dots\dots\dots(1.30)$$

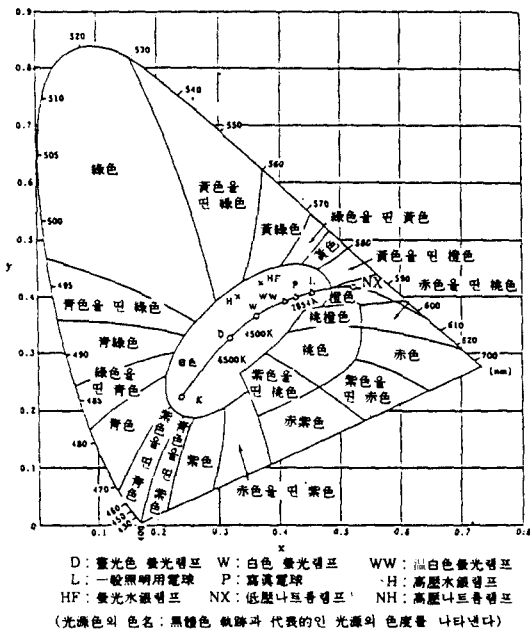


그림 3. 色 度 圖

$$S = X + Y + Z \quad x + y + z = 1$$

여기서 S는 밝기를 나타낸다.

(3) 색도도(色度圖) 색도좌표를 그림 3에서와 같이 평면위에 xy를 직교좌표로 나타내며 모든 색이 곡선과 직선으로 둘러 쌓인 부채꼴안에 포함되어 있다. 원칙적으로 물체색의 표시치의 기재방법으로 Y, x, y의 값으로 기재한다.

예: Y<sub>A</sub> = 40.2, x = 0.303, y = 0.324

Y<sub>A</sub> = 33.5, x = 0.411, y = 0.267

또한 광원색의 경우는 x, y의 값만을 기재하고 Y의 값은 생략하는 것이 보통이다.

## 2. 색온도(色溫度)와 연색성(演色性)

### 2.1 완전방사체(完全放射體)

파장, 입사방향 또는 편광(偏光)에 관계없이 입사한 모든 방사를 완전히 흡수하는 온도방사체, 즉 어떤 온도에서는 다른 모든 물체에 비하여 모든 파장에서 최대의 온도방사를 이루는 이상적인 물체를 가상하여 완전방사체라 부르며 흑체(黑體)라 부르기도한다. 완전방사체의 분광분포는 Plank의 방사법칙

$$P_p = C_1 \lambda^{-5} \{ \exp(C_2 / \lambda T) - 1 \}^{-1}$$

여기서 P<sub>p</sub>: 완전방사체의 분광분포, C<sub>1</sub>: 상수  
 C<sub>2</sub>: 상수로서 = 14380(μm · K), λ: 파장  
 T: 완전방사체의 온도

### 2.2 색온도(Color temperature)

수은램프의 빛은 푸른색을 띄고 백열전구의 빛은 붉은 빛을 띄고 있다. 또한 같은 백열전구라도 낮은 전압에서 켜면 촛불과 같이 붉은 빛을 띄고 전압을 높게 올리면 붉은 색이 약해지고 청색계가 점차 강해져 백색의 빛으로 변해간다. 이와 같이 광원의 빛은 종류에 따라 광색이 달라진다. 그렇지만 이것을 말로 표현하기란 부정확하기 때문에 정량적으로 표시한 방법으로 색온도를 사용하고 있다.

색온도의 정의를 들면 어떤 방사체(광원)의 광색과 같거나 비슷한 광색을 가진 완전방사체(흑체)의 온도를 그 방사체의 색온도라 부르기도 있다.

표 2. 대표적인 광원의 색온도

광원의 종류	색온도(°k)
태양 해 뜨기 후 30분	2400~2,650
태양 정오	5,000~6,000
고르게 뒤덮인 하늘	6,500
靑空의 빛(9시~15시)	11,000~20,000
달	4,100
형광램프(주광색)	6,500
형광램프(백 색)	4,200
할로겐전구	3,000
가스입 텅스텐전구(1000W)	2,900
가스입 텅스텐전구( 100W)	2,800
가스입 텅스텐전구( 40W)	2,700
촛 불	2,000

### 2.3 演色性(Color Rendition)

어떤 광원에서 물체색을 조명하였을 때 어떤 색으로 보일 것인가 하는 것은 그 광원에 따라서 물체색이 달리 보인다. 즉 광원에 의한 물체색 보임에 대한 효과를 연색성이라 한다. 엄밀하게 말하면 규정조건하에서 기준광원에 의한 물체색의 보임과를 비교하여 색의 차이에서 연색성을 평가한다. 연색성은 광원에 있어서 중요한 성질의 하나로서 그 광원의 분광분포에 따라서 정해진다. 연색의 변화에는 다음 두가지가 있다. 하나는 물체색의 변화(色刺戟値變化)로서 광원의 분광분포가 변하면 그광원으로 조명된 물체에서 반사 또는 투과된 빛의 보임이 달라진다. 다음은 순응후의 변화(순응색 변화)로서 조명광원자체의 색도 또는 이에 조명된 전시야내의 물체들의 평균색도에 눈이 익숙하여 눈의 감도가 변하는 것을 말한다. 예로 백색형광램프로 조명된 방에서 백열전구로 조명된 방에 들어가면 처음에는 붉게 느끼지만 한참 지나면 눈이 익숙하게 되어 붉은 느낌이 없어진다. 따라서 앞서 말한 색온도가 같은 광원의 경우에는 광원의 분광분포가 다르면 연색성에 따라서 물체색의 보임이 달라지지만 색온도마저 다른 광원이면 색순응에 따라서 양자가 소거되는 방향으로 작용하여 소거되지 않는 부분은 연색성이 다르게 느껴진다.

### 2.4 연색평가수

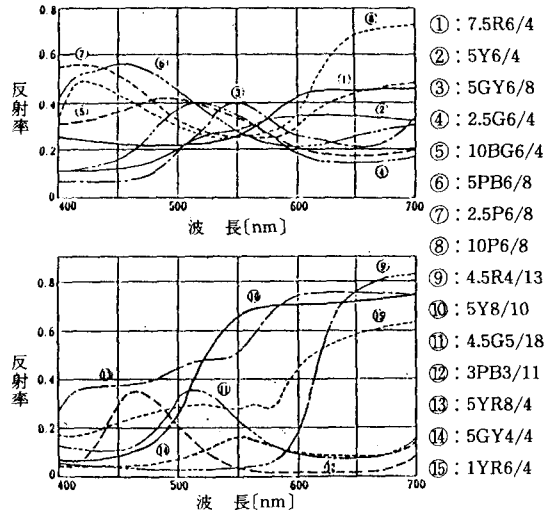


그림 4. 演色評價數 計算用 試驗色の 分光反射率

국제조명위원회(CIE)에서는 연색성을 수치로 표현하는 연색평가방법을 정하였다. 이에 의하면 시료광원의 색온도에 의해서 선정할 수 있는 기준광원을 정하여 그 기준광원과 시료광원을 규정한 시험색에 조명하였을 때의 색의 차이에서 연색평가수를 정하도록 되어있다. 그러나 색순응변화에 대해서는 아직 충분하게 정량화되어 있지 못하다. 따라서 일정한 색순응하에서 물체로부터의 반사광에 의한 색차의 영향만을 취해서 평가한 것이다.

기준광원으로서 색온도 5,000K 이하에서는 완전방사체를, 5,000K를 넘으면 CIE에서 정한 주광의 분광분포의 계산치(합성주광이라 부른다.)를, 그러나 색온도 5,300k 이하의 백색형광램프를 시료광원으로 할 때는 완전방사체를 사용한다.

시험색에는 그림4에 나타난 분광반사율로 정하였다. 그 중 No.1부터 No.8까지는 평균연색평가수의 계산에 따르고, No.9부터 No.15까지는 특수연색평가수의 계산에 따르게 되어 있다. 시험색에는 No.9는 빨강, No.10은 노랑, No.11은 녹색, No.12는 청색, No.13은 서양인의 피부색, No.14는 나뭇잎의 색 그리고 No.15는 한국인의 피부색이다. 광원의 연색평가수의 계산은 KSA 0075(광원의 연색성 평가방법)을 참조하기를 권한다.