

# 광원의 색온도 및 연색성 변화에 관한 연구

## A Study on the Color Temperature and the Color Rendering Variations of Light Sources

金 燾\* · 韓 鍾 聲\*\*  
(Hoon Kim · Jong-Seong Han)

### 요 약

광원의 상관색온도와 연색성을 측정할 수 있는 간단한 시스템을 개발하였다. 전원전압과 전원주파수 변동시 백열전구와 각종 형광등의 색온도 및 연색성이 변화하는 경향을 측정하였다. 측정 결과, 통상 발생될 수 있는 전압변동의 범위 내에서 백열전구와 형광등의 색온도는 비교적 많이 변화하나, 연색평가수는 거의 변화하지 않는 것을 알 수 있었다. 또한 50kHz 까지의 주파수 변동 범위에서 형광등의 색온도와 연색성은 변화가 적었으나, 50kHz 이상으로 되면 많은 변화가 있을 것으로 예측된다.

### Abstract

A simple system to measure the correlated color temperature ( $T_c$ ) and color rendering index ( $R_a$ ) of light sources was developed. And the  $T_c$  and  $R_a$  of incandescent lamps (I/L) and various fluorescent lamps (F/L) were measured with varying source voltage and power frequency. As results,  $T_c$  variations of I/L and F/L with varying source voltage were relatively large, but  $R_a$  variations were small. And  $T_c$ ,  $R_a$  variations of F/L under 50kHz of power frequency were small, but over 50kHz, it is supposed that  $T_c$  and  $R_a$  will vary significantly.

### 1. 서 론

광원 및 물체에서 방사되거나 반사되는 빛을

측정, 분석하고 그 색을 판별하는 測色(Colorimetry)은 물리학, 화학, 생물학 등 기초과학 분야에서의 유력한 측정, 분석수단일 뿐 아니라, 광학, 조명공학, 레이저공학 등 빛과 직접 관련되어 있는 제 응용분야에서는 가장 중요한 측정방법이다. 또한 인쇄, 염색, 미술 등 색과 관련되어 있는 모든 분야에서도 그 분야의 발

\*正會員: 江原大學校 電氣工學科 助教授

\*\*正會員: 江原大學校 大學院 電氣工學科

接受日字: 1991年 2月 28日

전을 위해서는 정확한 측색이 필수 요건이다.<sup>4-6)</sup>

특히 인간생활에 직접 이용되는 인공광원-백열전구, 형광등, 고휘도방전등-의 경우, 그 광원색의 측정은 xy색도圖(CIE 1931 xy Chromaticity Diagram)에서의 위치를 찾아내는 것 뿐 아니라, 그 광원색과 같은 색분포를 갖는 흑체(Black Body)의 온도, 즉 色溫度(Color Temperature)  $T_c$ 와 이 광원으로 비추어진 물체의 색이 표준광으로 비추어졌을 때의 색과 어느 정도의 유사성을 갖는지 물리적, 생리적 요인들을 고려하여 판단할 수 있게 해주는 演色評價數(Color Rendering Index)  $R_a$ 까지도 평가되어야 한다.

그런데 국내에서는 생산되고 있는 광원의 광원색 평가에 대한 시도가 거의 없으며, 대부분 외국, 특히 일본의 자료를 수정없이 그대로 원용하고 있는 형편이어서 형광물질이나 내부 조성물질의 구성이 광원색에 심각한 영향을 미치는 형광등, 고압수은등, 메탈할라이드 램프의 경우에는 제품의 정확한 사양이 제공되고 있지 못한 형편이다. 또한 최근에는 에너지절약을 위한 전기안정기의 사용으로 방전등(Discharge Lamp)의 고주파 점등이 증가하여 이 때의 광원색 변화도 밝혀져야 할 과제이며, TV Studio 등의 조명용으로 사용되는 할로겐 램프의 경우, 전원전압의 강하에 따른 색온도 변화가 문제로 되고 있다.

따라서 본 연구에서는 광원색의 특성을 판단할 수 있는 지수인 색도좌표, 색온도, 연색평가를 계산할 수 있는 프로그램을 작성하고, 국내에서 생산되고 있는 각종 광원에 있어서 전원전압의 변동 및 고주파 점등이 이들 지수에 미치는 영향을 밝혀보고자 한다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1 색온도 계산법

일반적으로 色(Color)이란 일정한 분광분포(Spectral Distribution)를 갖는 광원의 빛이 눈에 들어와 감각을 일으키는 자극을 말한다. 따라서 색은 인간의 개별적 시감특성에 의하여 다른색으로 인지될 가능성이 있기 때문에

1931년 국제조명위원회(CIE)에서는 사람의 시감을 분석하여 파장에 따라 3가지의 등색함수(Isochromatic Function)를 정의하였다. 이렇게 정의된 등색함수와 광원의 분광분포를 가지고 광원색을 정량화 시켰다.<sup>4-6)</sup>

광원색을 표현하기 위해 CIE 1931 xy색도좌표계가 많이 적용되며 이는 광원의 분광분포에 등색함수를 곱한뒤 가시파장역에서 적분하여 3 자극치 X, Y, Z를 구하고 이를 이용하여 색도좌표를 계산하는 것이다.<sup>7,8)</sup>

여기서 색도좌표 x, y, z는

$$\begin{aligned} x &= \frac{X}{X+Y+Z} \\ y &= \frac{Y}{X+Y+Z} \dots\dots\dots(1) \\ z &= \frac{Z}{X+Y+Z} \end{aligned}$$

로 계산된다.

식(1)에서  $x+y+z=1$ 이므로 독립 2변수로 표시할 수 있는데 보통 x, y를 택하며 이를 xy 색도좌표라고 말한다.

또한 색온도는 xy색도좌표를 1차변환한 CIE 1960 UCS 색도좌표 (u, v)에서 구하며 변환식은 다음과 같다.<sup>9)</sup>

$$\begin{aligned} u &= \frac{2x}{-x+6y+1.5} \dots\dots\dots(2) \\ v &= \frac{3y}{-x+6y+1.5} \end{aligned}$$

색온도는 광원과 같은 색도좌표를 갖는 흑체(Black Body)의 온도로 규정되어 있으나, 시료 광원의 색도좌표가 흑체궤적(Black Body Locus)에서 벗어나는 경우가 많으므로 통상 상관색온도(Correlated Color Temperature)를 사용하게 된다. 상관색온도는 CIE 1960 UCS 색도도에 온도에 따른 흑체의 색도좌표를 이어 흑체궤적을 그리고, 시료광원의 색도좌표(Chromaticity Coordinates)에서 흑체궤적에 직교하는 직선(등색온도선)을 그어, 이 직선과 흑체궤적과의 교점이 나타내는 흑체의 온도로 규정된다.<sup>5,6)</sup> 이 과정을 컴퓨터 프로그램화 한다면 흑체궤적의 좌표를 기억하는 데이터양이 매우 많아질 뿐 아니라 궤적에의 직교 곡선을 구하는 과정도 매우 어렵고 정확성을 보장하기 어렵

다.<sup>10-12)</sup>

따라서 1968년에 Robertson은 31개의 등색온도선(Isotemperature Line)의 기울기 및 흑체 궤적과의 교점을 알고 있는 상태에서 보간법을 이용하여 상관색온도를 계산하는 방법을 개발하였으며, 이 방법으로 3000K이하에서 0.2K, 8000K이하에서 1.5K의 오차를 갖는 것을 확인하였다.<sup>13)</sup> 본 연구에서는 이 Robertson의 방법을 이용하여 색온도를 구하였다.

즉, Robertson은 컴퓨터에 상관색온도가  $T_i$  인 등색온도선의 흑체와의 교점  $(u_i, v_i)$ 와 기울기  $m_i$ 를 기억시킨 후, 시료광원의 색도좌표  $(u_T, v_T)$ 가  $j$ 번째 등색온도선과  $j+1$ 번째 등색온도선 사이에 있다면, 이 사이의 흑체 궤적을 원으로 보아  $(u_T, v_T)$ 를 통과하는 등색온도선의 온도를 내삽법에 의하여 구하였다. 그림 1에서 시료광원의 색도좌표가  $T_j$ 와  $T_{j+1}$  등색온도선 사이에 있을 때

$$d_i = \frac{[(v_T - v_i) - m_i(u_T - u_i)]}{(1 + m_i^2)^{1/2}} \dots\dots\dots(3)$$

로 계산되는  $d_j$ 와  $d_{j+1}$ 의 곱은 음수(-)로 되며 이를 이용하여 시료광원의 상관색온도가 어떤 온도범위에 있는지 알 수 있다. 또한 모든 등색온도선은 흑체 궤적과 직교하므로  $T_j$ 와  $T_{j+1}$  등색온도선 사이의 흑체 궤적을 원으로 볼 수

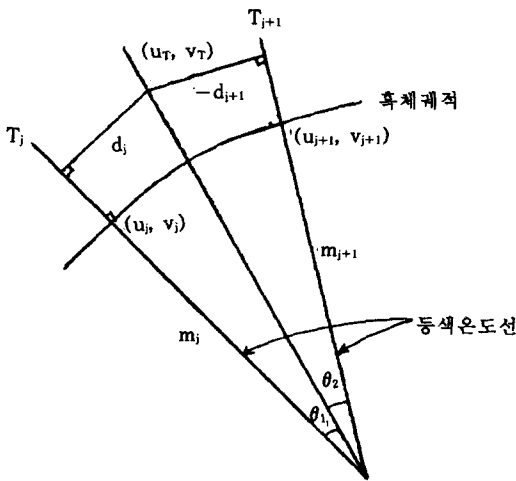


그림 1. 상관색온도의 계산

Fig. 1. Calculation of the correlated color temperature

있고 이 때 시료광원의 상관색온도는 내삽법에 의해

$$\frac{1}{T_c} = \left[ \frac{1}{T_j} + \frac{\theta_1}{\theta_1 + \theta_2} \left( \frac{1}{T_{j+1}} - \frac{1}{T_j} \right) \right] \dots\dots\dots(4)$$

이고,  $\theta_1$ 과  $\theta_2$ 는 미소하므로  $\theta_1/\theta_2 = \sin\theta_1/\sin\theta_2$ 로 가정하면

$$\frac{1}{T_c} = \left[ \frac{1}{T_j} + \frac{d_j}{d_j - d_{j+1}} \left( \frac{1}{T_{j+1}} - \frac{1}{T_j} \right) \right] \dots\dots\dots(5)$$

로 계산된다.

Robertson은 31개의 등색온도선 (10000K이하 21개)을 이용하여 상관색온도가 8000K이하일 때 오차가 1.5K이하로 된다고 주장하였다. 그러나 Robertson이 이용한 시료광원은 실제적 광원이 아니고 이론적인 광원 뿐이었으며, 이 방법을 이용하여 형광등의 상관색온도를 계산하여 본 결과 오차가 20K이상임을 알 수 있었다.

따라서 본 논문에서는 등색온도선을 110개로 늘려서 (10000K이하에 100개)상관색온도를 계산하였으며, 이는 등색온도선을 210개 (10000K이하 200개) 취하였을 때의 상관색온도와 비교하여 볼 때 오차가 0.5K이하이므로 적절한 개수임을 확인할 수 있었다.

### 2.2 연색성 계산법

연색성(Color Rendering)이라 함은 동일한 색을 가진 물체가, 조명하는 빛에 따라 색이 다르게 보이는 것을 평가하는 것이다. 광원의 이러한 연색성을 규정해 주기 위한 척도로서 기준광원(Standard Light Source)이 필요하며, 이는 색온도 5000K이상에서는 주광(Day Light), 5000K이하에서는 흑체의 분광분포를 기준으로 하고 있다.<sup>6, 14, 15)</sup>

연색성 평가방법은 스펙트럼 밴드법(Spectral Band Method)과 시험색법(Test Color Method)이 있으며, 전자의 방법은 광원의 분광분포에 대해 파장범위별로 일정한 가중치를 주어 온도범위에 따라 흑체 혹은 주광과 얼마나 다른지를 나타냈으나 오차가 많고 불충분하므로 후자의 시험색법을 거의 채택하고 있다.<sup>9)</sup>

이 시험색법은 시험색으로써 적당한수의 물체 색을 정하여 이것을 기준광원으로 조명하였을

때와 시료광원으로 조명하였을 때의 색차이로부터 연색성을 수량화하는 것으로, 본 연구에서는 이 방법을 채택하였다.

연색성은 평균연색평가수  $R_a$ 와 특수연색평가수  $R_9 \sim R_{15}$ 로 표시되며 평균 연색평가수는 8종류의 시험색을 시료광원으로 조명하였을 때와 시료광원과 같은 색온도의 표준광원으로 조명하였을 때의 색도 변화를 평균하여 구하게 된다. 또한 특수연색평가수는 일상 생활에서 많이 나타나는 7가지의 색에 대하여 시료광원과 표준광원 조명시의 색도 차이를 계산한 것이다.

따라서 연색평가수는 시험색들의 분광반사율(Spectral Reflectance)과 시료광원의 색온도 및 표준광원의 분광분포를 알면 계산할 수 있고, 이들 사항은 한국 공업규격에 명시되어 있다.<sup>14)</sup>

7종의 시험색 분광분포가 규정된 특수연색평가수  $R_i$ 의 계산은 CIE 1964 UVW계에 의한 색차(Color Difference)  $\Delta E_i$ 에 의해 구해지며 일반식은 다음과 같다.

$$R_i = 100 - 4.6\Delta E_i \dots\dots\dots(6)$$

여기서  $i=1 \sim 15$ 까지이며 색차  $\Delta E_i$ 는 (7)식으로 표현된다.

$$\Delta E_i = [(W_{ki} - W_{ri})^2 + 169\{W_{ki}(u_{ki} - u_r) - W_{ri}(u_{ri} - u_r)\} + 169\{W_{ki}(v_{ki} - v_r) - W_{ri}(v_{ri} - v_r)\}^2]^{1/2} \dots\dots\dots(7)$$

$W_{ki}$ : 시료광(k)에 의한 시험색(i)의 명도지수

$W_{ri}$ : 기준광(r)에 의한 시험색(i)의 명도지수

$u_{ki}, v_{ki}$ : 시료광(k)에 의한 시험색(i)의 UCS 색도좌표

$u_{ri}, v_{ri}$ : 기준광(r)에 의한 시험색(i)의 UCS 색도좌표

$u_k, v_k$ : 시료광(k)의 UCS 색도좌표

$u_r, v_r$ : 기준광(r)의 UCS 색도좌표

식(7)에서 명도지수  $W$ 는 다음식으로 구해진다.

$$W_{ki, ri} = 25 Y_{ki, ri}^{1/3} \dots\dots\dots(8)$$

여기서

$$Y_{ki, ri} = \frac{\int_{380}^{780} S_{k, r}(\lambda) \bar{y}(\lambda) \phi_i(\lambda) d\lambda}{\int_{380}^{780} S_{k, r}(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda} \times 100 \dots\dots\dots(9)$$

$S(\lambda)$ : 광원의 분광분포

$\bar{y}(\lambda)$ : 등색함수

$\phi_i(\lambda)$ : i번째 시험색의 반사율

로  $Y$ 는 시감반사율의 백분율(기준광 또는 시료광이 시험색에 入射시 반사율의 평균치)로 되고 0~100사이이며 식(9)의 분모는 물체에 들어가는 빛을, 분자는 나오는 빛을 나타낸다.

그리고 평균연색평가수  $R_a$ 는 다음식으로 계산된다.

$$R_a = 100 - 4.6\Delta \bar{E}_a \dots\dots\dots(10)$$

$$\Delta \bar{E}_a = \frac{1}{8} \sum_{i=1}^8 \Delta E_{ai} \dots\dots\dots(11)$$

여기서

$$\Delta E_{ai} = 800[\{(u_{ki} - u_k) - (u_{ri} - u_r)\}^2 + \{(v_{ki} - v_k) - (v_{ri} - v_r)\}^2]^{1/2} \dots\dots(12)$$

로 주어진다.

이상과 같이 이들 사항을 기본으로 하여 시료광원의 분광분포를 입력하여 xy색도좌표, uv 색도좌표, 상관색온도, 평균연색평가수, 특수연색평가수를 계산해 주는 프로그램을 작성하였으며, 그 흐름도는 그림 2에 나타났다.

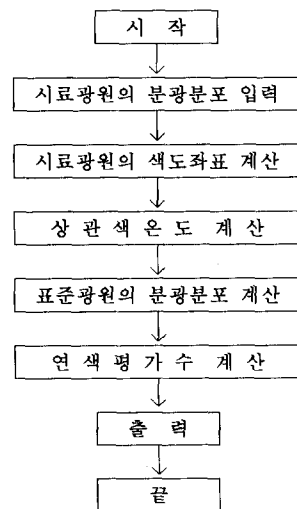


그림 2. 색온도와 연색평가수를 계산하는 프로그램의 흐름도

Fig. 2. Flow chart of the program calculating  $T_c$  and  $R_a$ .

### 3. 측정장치 및 측정방법

#### 3.1 측정장치

본 연구에 사용된 측광장치의 구성도를 그림 3에 나타내었다.

적분구(Integrating sphere)는 일본 Shibaura Electric社의 TYPE PL-60이며, 직경 60cm의 구형으로 구의 내벽에 반사율이 높고 완전확산에 가까운 반사를 하는 백색도료가 도포되어 있다. 또한 두께 2mm, 직경 14cm의 원판에 백색도료를 도포한 차광판을 측광창 앞에 설치하여 직사조도를 차단하였다.

측광창밖의 Optical Fiber를 통해 전송받은 빛을 Monochromator에서 분광을 하게 되는데, 본 연구에서 측정되는 빛의 파장범위는 380(nm)~780(nm)사이의 분광분포이며, Exit Slit

은 5(nm)의 분광된 빛을 통과시키게 된다.

Monochromator(Jobin Yvon, H-20V)는 자동 scanning을 위하여 Stepping Motor를 사용하여 구동하고, Stepping Motor의 작동은 Z-80 Microprocessor를 이용하여 제어하였다.

광전자증배관(Photo-Multiplier Tube, R-955)의 고전압공급장치와 램프에 인가하는 전원은 전압변동을 고려하여 SCR형 자동전압조정기(AVR, 3kVA)를 사용하였다. 또한 PM-Tube의 출력에서 교류점등에 의한 전원주파수 2배의 교류성분을 제거하고 직류성분만을 통과시키기 위하여 Op-Amp를 이용한 필터를 제작하였다.

PM-Tube의 출력신호는 필터를 통하여 디지털 스토리시스코우프(Nicolet, Model 4094)에 전달되며, 스코우프는 이 신호를 20msec마다 샘플링하여 저장한다. 저장된 신호는 모노크로메타의 scanning이 끝나면 컴퓨터에 전달되어, 색온도 및 연색평가수의 계산에 이용된다.

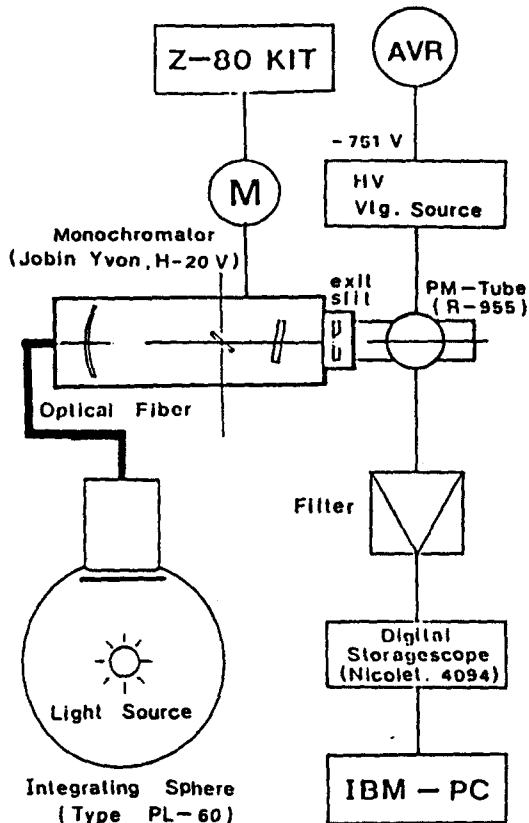


그림 3. 측정장치 구성도

Fig. 3. Diagram of Measuring System

#### 3.2 측정방법

형광등과 같이 길이가 긴 광원 뿐 아니라 백열전구도 측광위치에 따라서 분광분포가 달라지므로 시료광원을 적분구에 넣고 측광창을 통하여 전광속을 측정하게 되는데 적분구내의 램프를 점등하기 전에 적분구의 에이징(Aging)을 먼저 행해야 한다. 이는 계절이나 실내온도의 영향에 의해 에이징을 하지않은 상태에서 점등을 하면 구면내 도료가 건조되어 가면서 반사율이 변하기 때문이다. 본 실험에서는 최초 측정시 100W 백열전구로 10일간 에이징을 행하고, 매일 실험시 마다 1시간 정도 에이징을 행하였다. 또한 시료광원도 정격전압에서

표 1. 실험에 사용한 각종 광원

Table 1. Lamps used in experiment

백열전구	110V	60W
할로젠전구	120V	100W
주광색형광등	A社	20W
	B社	20W
백색형광등	A社	20W
	B社	20W

약 100시간정도 에이징을 행한 후 측정하였다.

본 측정에서 행한 전원전압의 변동범위는 정격전압을 기준으로 하여  $\pm 20\%$ 로 램프에 따라서 다르지만 대략 80~120V의 범위에서 5V 간격으로 낮은 전압에서부터 측정하였으며, 본 측정에 사용된 시료광원의 종류 및 제원을 표 1에 나타냈다.

전원전압 변동실험은 시료광원을 적분구에 넣고, 오차를 줄이기 위해 전원전압원으로 SCR형 자동전압조정기(AVR, 3kVA)에서 Slidacs(3kVA)을 이용하였다. 측정전압에 맞게 점등된 광원은 적분구내에서 약 10분간 점등한 후 측광창을 통해 나오는 빛을 Optical Fiber를 통하여 Monochromator에 전송시켜 측정하고 램프전압 및 전류도 별도로 측정하였다.

전원주파수 변동 실험은 주파수 범위 60Hz~50kHz에서 행하고, 측정의 편리를 위하여 높은 주파수에서 부터 낮은 주파수로 측정을 하였다. 전원전압원은 최대 50kHz의 주파수와 100W 까지의 전력을 공급할 수 있는 Power Amplifier를 이용하였다. 또한, 안정기 대응으로 가변 인덕터(Variable Inductor)를 사용하였으며, 전원주파수에 따라 적절한 인덕턴스의 값을 사전 계산에 의해 구한 뒤, 점등전 디지털 LCR메타(EDC-1620)를 이용하여 측정시의 주파수에 맞게 가변 인덕터를 조절한 후 점등하고 램프전류가 일정한 값이 되도록 전원전압을 조절하였다.

이상과 같은 방법으로 시료광원을 점등한 후

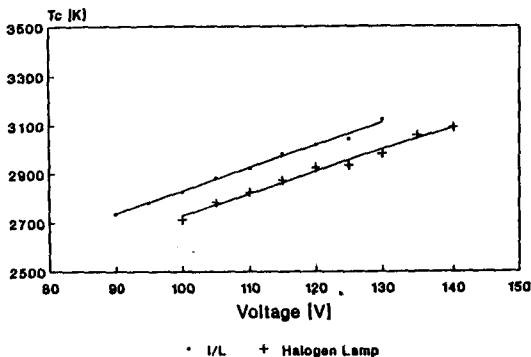


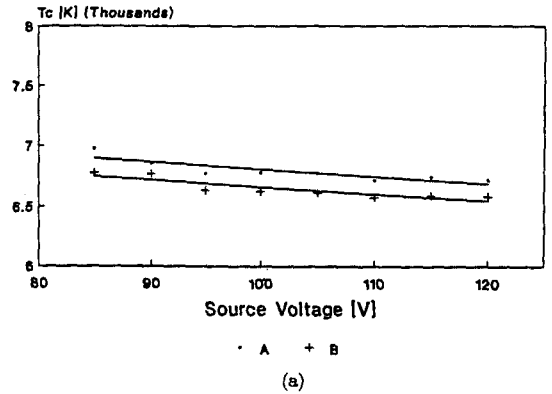
그림 4. 백열전구와 할로겐전구의 색온도 변화

Fig. 4.  $T_c$  variation of I/L and Halogen Lamp

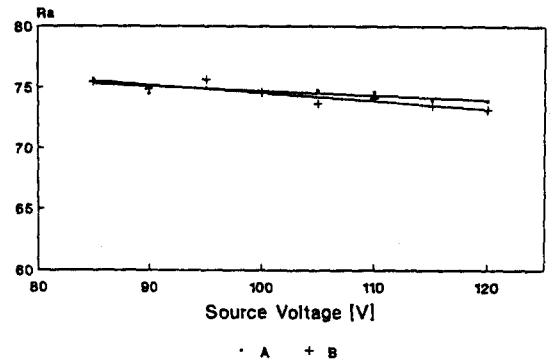
전술한 측광법에 따라 측정을 행하였다.

#### 4. 결과 및 검토

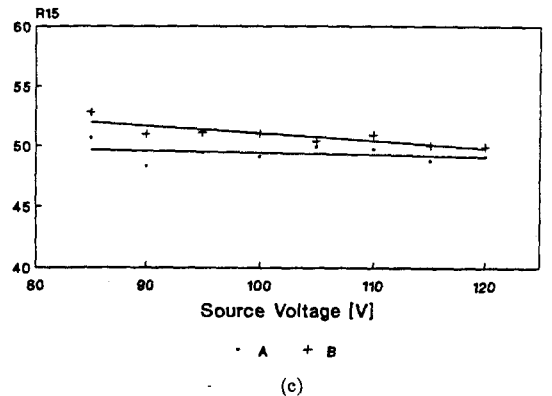
그림 4는 전압변동에 따른 일반 백열전구



(a)



(b)



(c)

그림 5. 전원전압 변동시 주광색 형광등의  $T_c$ ,  $R_a$ ,  $R_{15}$  변화

Fig. 5.  $T_c$ ,  $R_a$ ,  $R_{15}$  variation of Daylight F/L as function of source voltage

(110V/60W)와 스튜디오용 할로젠전구(120V/100W)의 색온도 변화를 나타낸 것이다. 두 전구가 모두 전원전압  $\pm 1V$  변화에 약  $\pm 9K$ 의 색온도 변화를 보였다. 이 결과로 미루어 볼 때 큰 소비전력의 스튜디오용 전구를 다량 사용하는 TV스튜디오 등에서는 전원전압이 5V 낮아지면 전구의 색온도가 45K정도 낮아지므로 주의하여야 할 것으로 생각된다.

그림 5는 전원전압 변동에 따른 주광색 형광등들의 상관색온도  $T_c$ , 평균연색평가수  $R_a$ , 특수연색평가수  $R_{15}$ 의 변화를 나타낸 것이다. 두 개의 형광등 모두 상관색온도가 6500~7000K 사이이고 평균연색평가수도 70이상으로 KS규격에 적합한 것을 알 수 있다. 전원전압이 상승함에 따라  $T_c$ 는 5V당 약 30K 감소하며  $R_a$ ,  $R_{15}$ 의 값들도 모두 감소하는 경향을 보인다. 이 값들의 변화는 실용상 사람의 눈이 큰 변화를 느낄 정도는 아니지만, 연색평가수의 경우 B社의 주광색 형광등은 비교적 큰 변화를 보였다.

그림 6은 백색 형광등의  $T_c$ ,  $R_a$ ,  $R_{15}$ 를 전압 변동에 따라 그린 것이다.  $R_a$ 는 모두 65이상으로 KS규격에 맞으나 상관색온도는 KS에 규정된 4500K보다 높게 나타나는 경우가 많았으며, 특히 B社의 백색 형광등은 백색보다는 주백색 형광등으로 분류될 수 있는 특성을 보였다.<sup>16)</sup> 전원전압 5V 상승에 따라  $T_c$ 는 5~10K 상승하는 경향을 보였으며  $R_a$ ,  $R_{15}$ 도 모두 상승하였다. 이 경향은 주광색 형광등과 반대이며, 변화의 정도는 주광색 보다는 적었다.

그림 7, 8은 램프전류를 일정하게 유지하고 전원주파수를 변경했을 때의  $T_c$ ,  $R_a$ ,  $R_{15}$ 의 변화를 그린 것이다. 주광색 형광등은 10kHz 이상의 주파수에서 연색성이 약간 감소하는 경향을 보이고 색온도는 거의 일정하며, 백색형광등은 10kHz 이상에서 색온도는 감소하고 연색성은 증가한다. 전반적으로 주파수 변화의 영향은 전압변화의 영향보다 훨씬 적어서 50kHz 이하의 주파수범위에서 사용되는 전자 안정기가 형광등의 광색에 미치는 영향은 거의 없는 것으로 규정할 수 있을 것이다. 그러나 50kHz 이상의 주파수로 점등할 때에는 변화의 추세로 보아 상당한 영향을 미칠 것으로 판단되며, 주

광색 형광등은 연색성이 떨어지므로 고주파 점등시 주의를 요한다.

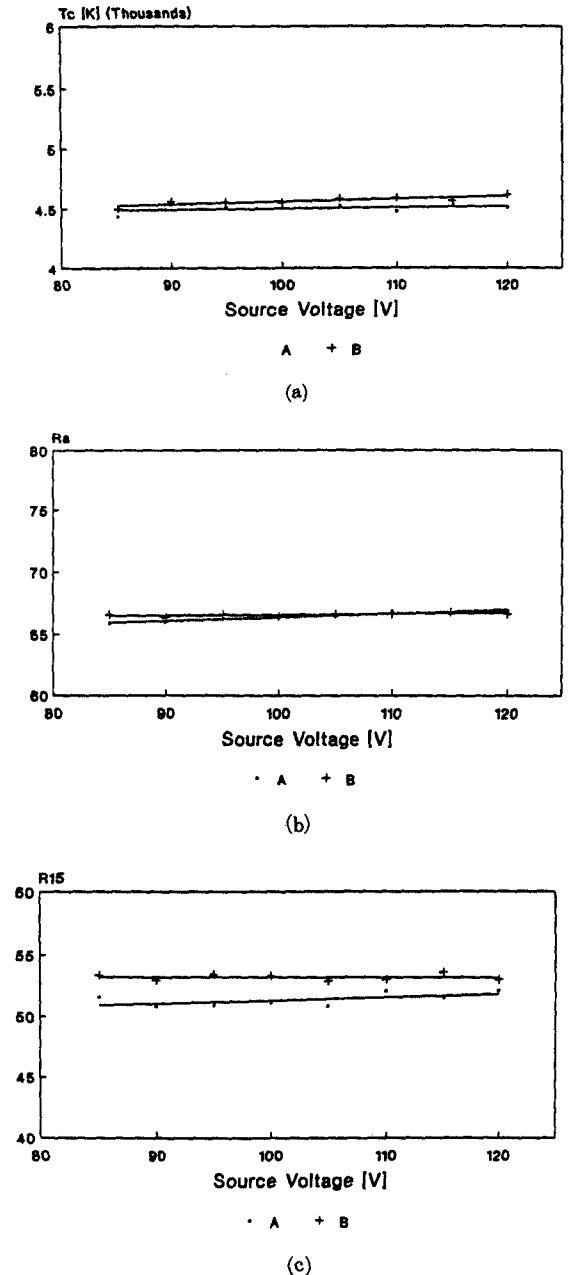
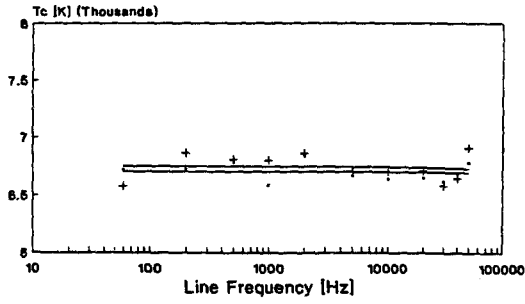


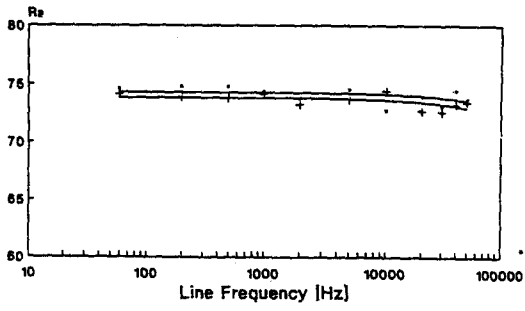
그림 6. 전원전압 변동시 백색 형광등의  $T_c$ ,  $R_a$ ,  $R_{15}$  변화

Fig. 6.  $T_c$ ,  $R_a$ ,  $R_{15}$  variation of White F/L as function of source voltage



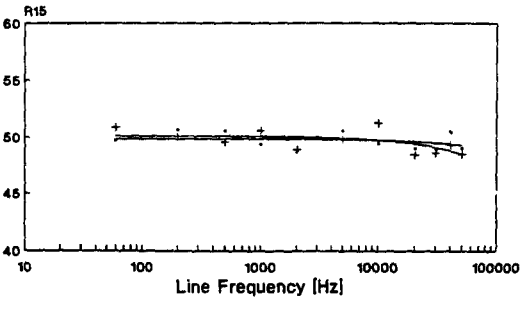
• A + B

(a)



• A + B

(b)



• A + B

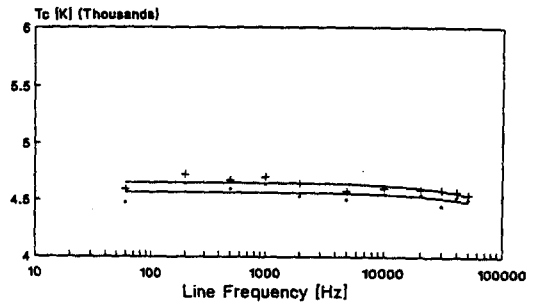
(c)

그림 7. 전원주파수 변동시 주광색 형광등의  $T_c$ ,  $R_a$ ,  $R_{15}$  변화  
 Fig. 7.  $T_c$ ,  $R_a$ ,  $R_{15}$  variation of Daylight F/L as function of power frequency

### 5. 결 론

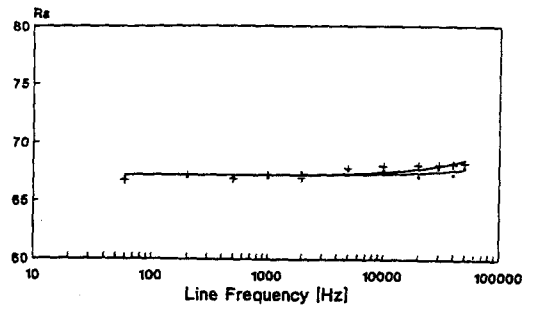
본 논문에서 서술된 실험을 수행한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 광원의 분광분포를 측정하고, 이를 이용



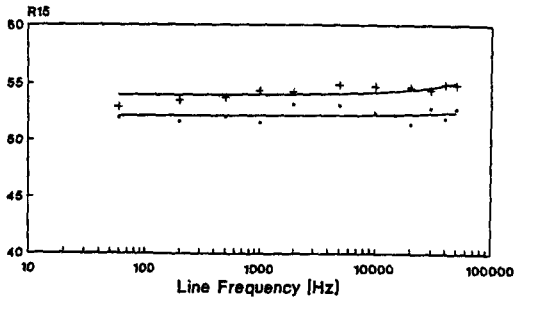
• A + B

(a)



• A + B

(b)



• A + B

(c)

그림 8. 전원주파수 변동시 백색 형광등의  $T_c$ ,  $R_a$ ,  $R_{15}$  변화  
 Fig. 8.  $T_c$ ,  $R_a$ ,  $R_{15}$  variation of White F/L as function of power frequency

하여 색도좌표, 색온도, 평균연색평가수, 특수연색평가수를 판단할 수 있는 시스템을 구성하였다.

- (2) 상관색온도를 구하는 Robertson의 방법은 실제광원의 색온도를 구하는데 큰 오차를 가지



므로 등색온도선의 갯수를 110개로 늘림으로써 정확한 색온도를 구할 수 있었다.

(3) 백열전구와 할로겐전구는 전원전압의 1V 증감에 대하여 색온도 9K의 변화를 보이며, 이는 전원전압의 감소가 심하고 색온도가 중요한 장소에서 큰 영향을 미친다.

(4) 전원전압의 증가에 따라 주광색 형광등은 상관색온도, 평균연색평가수, 특수연색평가수가 모두 감소하며 백색 형광등은 모두 증가한다. 그러나 이 변화의 정도는 실용상 지장이 있을 정도는 아니다.

(5) 전원주파수가 증가하면 주광색 형광등의 연색성은 떨어지며, 백색형광등의 연색성은 상용주파수에 비하여 약간 상승 하나 그 변화의 정도는 그다지 크지 않았다.

본 연구에서 구성한 시스템은 저가의 Monochromator에 구동장치 및 측정장치를 직접 제작하여 부착하고, 측정된 데이터를 이용하여 색도좌표등을 계산하는 프로그램도 직접 작성하였으므로 이 분야에 있어 낙후되어 있던 국내수준을 한 단계 진보시킬 수 있을 것으로 생각된다. 이때 고가의 디지털 스토리지 스코우프는 비교적 싼 가격의 A/D Converter로 대체할 수 있다.

앞으로는 형광등에서의 색온도와 연색성 변화의 원인을 구명하고 형광물질이 없는 각종 고광도 방전등에서의 전원전압 및 전원주파수 변동의 영향과 전압파형의 영향, 주위온도 변화의 영향등을 측정, 계산하는 것과, 좀더 간편하고 측정결과를 일목요연하게 관찰할 수 있는 시스템 및 프로그램을 작성하는 것이 과제로 될 것이다.

### 참 고 문 헌

- 1) 지철근, 전기응용, 문운당, 1988
- 2) 大韓電氣協會 編, 현대 조명환경 시스템, 대한전기협회, pp.71~108, 1987.
- 3) Pritchard, D.C., Lighting, Longman, pp.38~48, 1985.
- 4) Elenbaas, W., Fluorescent lamps, Macmillan, pp.71~102, 1971.
- 5) Kaufman, J.E., ed., IES LIGHTING HA-

NDBOOK, Reference Volume, IES of North America, 1984, New York

- 6) 日本照明學會 編, LIGHTING HANDBOOK, オーム社, 1987, 東京
- 7) KS A 0061 XYZ색 표시계 및  $X_{10}$   $Y_{10}$   $Z_{10}$  색 표시계에 따른 색의 표시방법, 한국공업표준협회
- 8) KS A 0068 광원색의 측정방법, 한국공업표준협회
- 9) KS A 0076 광원의 분포온도 및 색온도 측정방법, 한국공업표준협회
- 10) 武林, 外, 色覺情報計測へのコンピュータ利用, 照學誌, 68(5), 1984(194)
- 11) 本郷, 外, 放電うんぷ光の動的測定へのコンピュータの利用, 照學誌, 68(5), 1984. (200)
- 12) 齊藤, 測光へのパーソナルコンピュータの利用, 照學誌, 68(5), 1984(190)
- 13) Robertson, A.R., Computation of correlated color temperature and distribution temperature, J. Opt. Soc. Am., 58(11), 1968 (1528)
- 14) KS A 0075 광원의 연색성 평가방법, 한국공업표준협회
- 15) KS A 0074 측색용 표준광 및 표준광원, 한국공업표준협회
- 16) KS A 3325 형광램프의 광원색 및 연색성에 의한 구분, 한국공업표준협회