

# 색온도별 LED 조명에 의한 색상별 색보임에 대한 주관평가 연구

(A Study on the Subjective Evaluation of Color Appearance  
under the Different LED CCT Conditions)

김현선\* · 김유신 · 최안섭\*\*

(Hyun-Sun Kim · Yu-Sin Kim · An-Seop Choi)

## Abstract

LED lighting may cause different sensation and color appearance due to the different spectral power distributions compared to those of conventional lightings. Particularly, the CCT (Correlated Color Temperature) of LED lighting has a major effect on color appearance so that this study conducted an experiment through a subjective evaluation and luminance measurement for effective color appearance in a space. This study performed a subjective evaluation under the seven different LED CCT conditions, and color appearance was evaluated with major five colors in a customized lighting box. In addition, luminance measurement was conducted for each CCT and color condition to compare the results from a subjective evaluation. The results of this study may help to select a proper LED CCT for specific color conditions.

Key Words : Key Words : Color Appearance, CCT, Color Temperature, LED

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

최근 에너지 절감과 함께 고효율 조명 개발의 필요성이 대두되면서 백열램프 및 형광램프를 대체할 광원으로 저 소비전력, 고효율, 친환경적인 LED 조명이 각광받고 있다[1]. 이러한 특징으로 LED 조명은 신광

원으로서 다양한 분야에 적용되고 있다. 백색 LED의 경우 청색 LED로부터 방출되는 청색빛을 여기(勵起) 에너지원으로 황색의 형광체를 결합하여 백색이 구현된 것으로, 분광 스펙트럼 상에서 최대 피크치가 청색과 황색의 두 영역에서 발생된다[2]. 이러한 LED의 분광분포는 기존광원과 다르기 때문에, LED 조명에 의한 물체의 색보임은 기존광원에 의한 색보임과 큰 차이를 가져올 수 있다.

조명용 광원으로서 LED는 기존광원에 비해 낮은 연색지수(Color Rendering Index)로 인하여 인간의 감성반응 및 시작업 등에 차이를 가져오며[3], 그에 따라 LED 조명의 적용에 한계점이 발생한다. 그러나 LED 조명의 적용 범위가 다양해지면서 색보임이 중

\* 주저자 : 세종대학교 건축공학과 석사과정  
\*\* 교신저자 : 세종대학교 건축공학과 교수  
Tel : 02-3408-3761, Fax : 02-3408-4331  
E-mail : aschoi@sejong.ac.kr  
접수일자 : 2010년 11월 23일  
1차심사 : 2010년 12월 1일, 2차심사 : 2011년 1월 12일  
심사완료 : 2011년 1월 25일

요시 되는 상업공간에의 적용 또한 피할 수 없게 됨에 따라 LED 조명특성을 고려한 조명계획이 요구되어진다.

LED 조명 관련 기존의 선행연구를 살펴보면, 대부분 LED 조명과 형광램프의 작업성, 분위기 등에 관한 주관평가 비교 및 색온도 변화에 따른 공간 선호도, 감성반응과 같은 일반적인 주관평가의 연구들이 수행되고 있다[3-10]. 이중 LED 조명과 형광램프에 따른 색 차이를 비교하는 주관평가가 일부 진행되었으나 이는 대체적으로 소수 샘플에 의해 진행되었다 [11-13].

LED 조명의 색온도가 달라지면 물체에 입사하는 파장의 비율이 달라져 색보임에 가장 큰 영향을 미치므로, 공간 내 색보임이 잘 나타나도록 하기 위해서는 색상별 적합한 색온도의 고려가 이루어져야 한다. 그러나 이러한 색온도별 LED 조명의 분광분포에 따른 색보임에 관한 연구는 없는 실정이다. 따라서 본 논문에서는 색온도별 LED 조명에 의한 색상별 색보임을 분석하고자 기준광원인 형광램프에서의 색보임을 기준으로 색상별 색보임 차이를 분석하였다. 또한 각 상황에서 색상별 휘도값을 측정하여 주관평가의 결과와 측정 휘도값의 상관관계를 분석하였다. 이를 통해 공간 내 색보임을 효과적으로 나타내기 위한 LED 조명의 색온도 선정을 목적으로 한다.

## 1.2 연구의 방법

본 연구는 현재 가장 널리 사용되고 있는 형광램프에 의한 색지의 색보임을 기준으로 LED 조명의 색온도 변화에 따른 색보임을 비교·평가하고자 다음과 같은 방법으로 연구를 진행하였다.

- 1) 동일한 조명박스 두 개를 제작하여 조명박스 중앙에 각각 형광램프와 Bar Type의 LED 조명을 설치하였다.
- 2) 피험자에게는 각 조명박스 내에 놓인 색표지를 동시에 비교할 수 있도록 하여 색보임 및 선호도, 감성이미지 차이를 평가하도록 임상실험을 진행하였다.
- 3) 색온도별 LED 조명에 의한 각 색상별 색표지의

휘도를 측정하였다.

- 4) 두 실험을 통하여 휘도 및 임상실험 결과를 비교·분석을 통해 두 값의 상관관계를 분석하였다.

이때 동일조건 하에서 특정 색상의 휘도를 측정하였을 때, 그 값이 클수록 그 색상의 색보임을 잘 나타낸다고 할 수 있다. 이는 그 색상의 색을 보이게 하는 파장의 반사율이 커[14], 우리 눈의 시각각을 더욱 자극하기 때문이다.

## 2. 실험 및 분석

### 2.1 개요

본 연구는 우선 현재 일반적으로 사용되는 형광램프의 색보임을 기준으로 색온도별 LED 조명의 색보임에 대한 주관적 반응을 평가·분석하였다. 형광램프와 LED 조명을 동시에 비교·평가할 수 있도록 조명박스(W600×D350×H440[mm]) 두 개를 제작하였다. 이는 제한된 개수의 조명박스를 통해 LED 조명에 의한 절대적인 주관평가를 수행할 경우에는 반복되는 여러 색온도들에 의해서 피험자에게 혼란을 줄 수 있고 정확한 판단에 영향을 줄 수 있기 때문에, 기준광원이라는 상대적인 요소를 고려한 것이다.

제작한 조명박스에 형광램프와 Bar Type의 LED 조명을 중앙에 배치하여 밝기를 조절하면서 실험을 진행하였다. 이때 주변 색과 주변광의 영향을 최소화하고자 조명박스 내·외부색은 검정색으로 통일하였으며, S대학교의 창이 없는 강의실에서 실험을 진행하였다. 표 1은 논문의 실험측정 개요이다.






그리고 제작한 조명박스를 통해 형광램프와 LED 조명에 의한 물체의 색상별 평가를 위하여, 전문가용 색표집에서 대표색상 5가지를 선정하였다. 대표색상은 표 2와 같이 먼셀의 주요 5색인 Red, Yellow, Green, Blue 및 Purple로 하였다. 이를 평가하는 항목은 인간의 시각기능 및 심리적 반응을 고려하여 색보임, 밝기, 선명함, 자연스러움, 선호도의 평가로 구분하였으며, 7점 스케일을 이용하였다.

이 때 밝기, 선명함, 자연스러움과 같은 감성이미지 평가는 기존의 관련 선행연구 결과를 바탕으로 관련어휘를 선정 한 것이다. 다음으로 색온도별 LED 조명으로 색상별 색지를 조명 후, 각각의 휘도를 측정하여 이를 임상실험의 결과와 비교하였다. 이때 휘도 측정은 임상실험과 동일한 조건으로 진행하였다.

표 1. 실험측정 개요  
Table 1. Summary of the experiment measurement

실험 기간	2010년 7월 15일 ~ 2010년 8월 21일			
실험 장소	S대학교 강의실			
실험 기기				
			LED bar	
				
	조명 박스		Laptop 컴퓨터	색온도 컨트롤러
				
M사 LS-110	M사 CL-200	삼각대	색표지	

표 2. 평가에 사용된 색  
Table 2. Colors for the subjective evaluation

Red	Yellow	Green	Blue	Purple
				
H : 5R V : 4 C : 16	H : 5Y V : 5 C : 11	H : 5G V : 5 C : 11	H : 5B V : 4 C : 9	H : 5P V : 3 C : 11

## 2.2 방 법

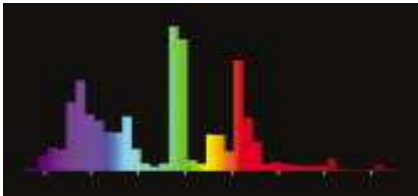
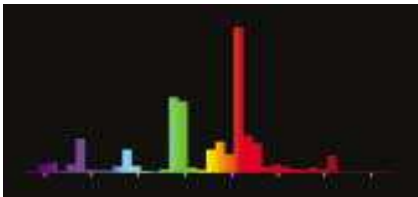
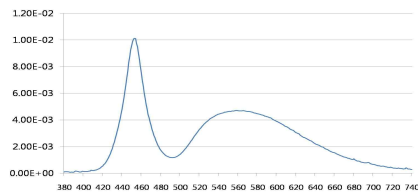
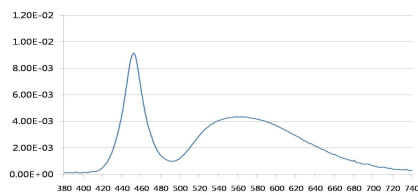
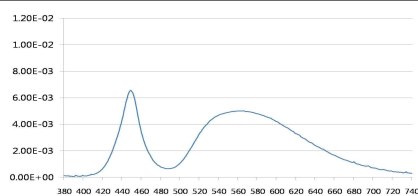
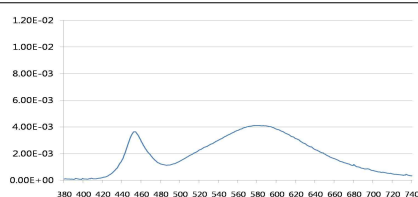
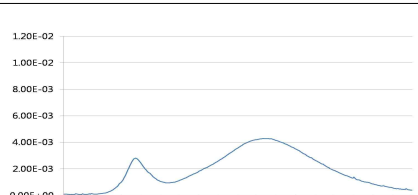
본 연구의 실험에 사용된 기준조명은 2807[K]과 6230[K]의 형광램프와 6349[K], 6023[K], 4682[K], 3956[K], 3401[K], 2852[K] 및 2640[K]의 색온도를 가지는 총 7가지의 LED 조명기구를 이용하여 비교하였다. 각 조명은 조명제어 소프트웨어를 통해 256단계로 밝기 조절하여 200[lx]를 기준으로 약 ±2[%]가 되도록 유지하였다. 사용된 Bar Type의 LED 조명기구는 N사의 동일한 소자를 사용하였고, 동일간격으로 배치되었다. 표 3은 실험에 사용된 각 광원의 특성을 나타낸 것이다.

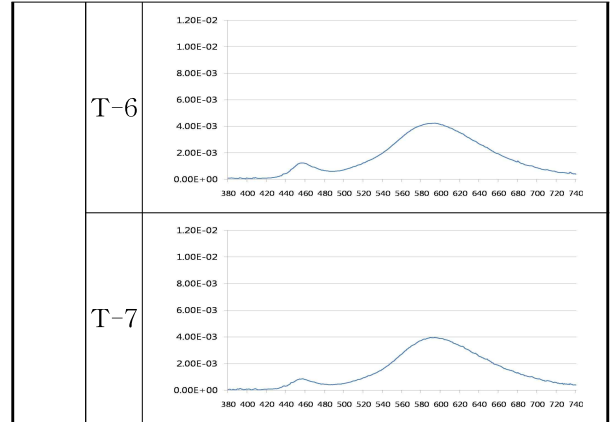
표 3. 실험광원의 특성  
Table 3. The characteristics of light sources

구분	광원 종류	색온도 [K]	조도 [lx]	평균 연색 지수	색좌표	
					x	y
형광 램프	Ref.-1	2807	198.9	84.50	223.8	206.5
	Ref.-2	6230	196.3	84.50	183.3	200.2
LED	Test-1	6349	198.3	78.60	195.9	198.4
	Test-2	6023	202.1	77.90	200.7	202.1
	Test-3	4682	200.1	68.90	187.0	200.2
	Test-4	3956	200.8	75.30	196.2	200.9
	Test-5	3401	203.3	74.10	208.6	203.4
	Test-6	2852	197.1	67.70	210.3	197.2
	Test-7	2640	201.0	65.80	221.4	201.1

표 4는 실험광원의 분광분포를 나타낸 것이다. 형광램프는 O사의 것으로서 해당사이트에서 제공한 400~750[nm] 범위의 분광분포를 나타낸 것이다. 그리고 LED 조명은 국가공인기관에 검사를 의뢰하여 L사의 SLMS LED-7650을 통해 380~740[nm] 범위의 파장별 복사에너지량의 데이터를 얻어 그래프로 나타낸 것이다.

표 4. 실험광원의 분광분포  
Table 4. The spectral distributions of light sources

구분		분광분포
형광 램프	R-1	
	R-2	
LED	T-1	
	T-2	
	T-3	
	T-4	
	T-5	



본 연구의 실험에 사용된 색표지(50×50[mm])를 각각의 조명박스 내 동일 색표지를 중앙에 위치시켰으며, 이때 색표지가 놓인 작업면의 높이는 750[mm]이다. 피험자는 그림 1과 같이 두 개의 조명박스 정중앙으로부터 약 1,014[mm] 떨어진 위치에서 평가하였다. 그리고 형광램프를 기준으로 LED 조명의 항목별 상대적 평가를 위하여 임상실험 및 휘도측정을 하였다. 우선 임상실험은 동일 조도 하의 기준광원인 형광램프와 비교광원인 LED 조명을 설치한 두 개의 조명박스를 나란히 배치하여 피험자가 비교·평가하는 방식으로 진행되었다. 피험자는 2807[K]과 6230[K]의 형광램프와 LED 조명을 동시에 비교하여 형광램프를 기준(보통:0)으로 하여 LED 조명을 상대적으로 평가한 것으로 7점 스케일 평가법을 사용하였다(매우 : 3, 보통 : 0, 전혀 : -3). 감성이미지 평가를 위한 평가어휘는 관련 선행연구에서 제안한 평가어휘를 바탕으로 [15-17], 색보임에 영향을 받는다고 생각되는 감성평



그림 1. 임상실험의 모습  
Fig. 1. The figure of the subjective evaluation

가 항목으로 3쌍의 어휘(밝은-어두운, 선명한-흐릿한, 자연스러운-부자연스러운)를 추출하였다.

다음 단계로 각 색상의 과장영역별 반사율에 의한 밝기를 알기 위해 임상실험과 동일한 조건으로 휘도 측정을 실시하였다. 피험자와 동일한 거리에서 약 1,200[mm]의 높이(사람이 앉았을 때의 시선높이)에 고정된 휘도계를 통해 측정하였다[18-19]. 휘도측정은 그림 2와 같이 설정하였다.

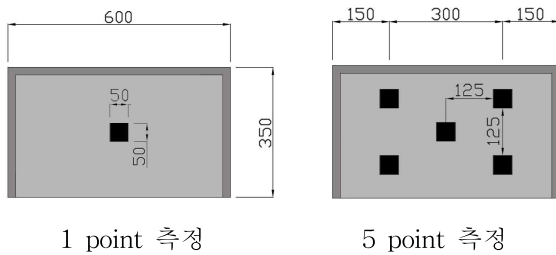


그림 2. 측정위치 (조명박스 평면)  
Fig. 2. The measurement positions (lighting box plane)

### 2.3 피험자 구성

피험자는 색판별에 이상이 없다고 인정되는 총 30명의 건축과 대학원생을 대상으로 하였다. 이중 15명은 기준광원이 온백색(2807[K]) 형광램프인 경우와 나머지 15명은 기준광원이 냉백색(6230[K]) 형광램프인 경우로 구성하였다. 그 내용은 표 5와 같다.

표 5. 임상실험의 피험자 구성  
Table 5. Composition of subjects for the evaluation

성별	남자 17명(56.67%), 여자 13명(43.33%)		
소속	S대학교 건축과 대학원생		
나이	만 20세부터 만 29세		
피험자 시력 조건	안경	렌즈	미 착용
	7명	7명	16명
	색맹	색약	정상
	0명	0명	30명
합 계	30 명		

## 3. 결과 및 고찰

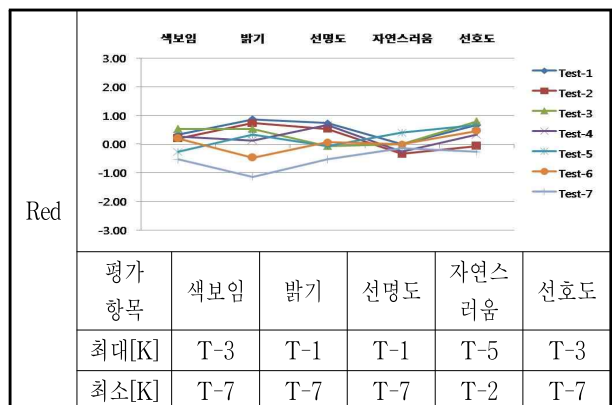
### 3.1 임상실험

기준광원과 비교광원의 상대적 평가를 위하여 형광램프와 LED 조명이 설치된 조명박스를 나란히 배치하여 실험을 진행하였다. 기준광원이 온백색과 냉백색일 때로 구분하여 LED 조명의 색온도 변화에 따른 특정색의 색보임, 밝기, 선명함, 자연스러움, 선호도의 평가로 나누어 표 6과 7에 나타냈다.

형광램프를 기준으로 색온도 변화에 따른 LED 조명의 평가 결과는 다음과 같다.

- 기준광원이 온백색 형광램프인 경우, LED 조명이 기준광원(Test-3)보다 낮은 색온도에서는 Red와 Yellow의 색보임이 좋다. 그리고 기준보다 높은 색온도에서는 Green, Blue 및 Purple의 색보임이 좋은 것으로 나타났다.
- 기준광원이 냉백색 형광램프인 경우, 온백색 형광램프와 비교·결과와 비슷하나, Yellow의 경우에서 기준보다 높은 색온도에서 색보임이 좋게 나타났다.
- 색상 및 평가항목에 관계없이 Test-7의 LED 조명에서 대부분 가장 낮게 평가되는 것을 볼 수 있다. 이는 너무 낮은 색온도가 사람들에게 부자연스럽게 느껴지기 때문이다[20].

표 6. 온백색(2807[K]) 형광램프일 때의 평가결과  
Table 6. Results of the case of the 2807[K] fluorescent lamp



색온도별 LED 조명에 의한 색상별 색보임에 대한 주관평가 연구

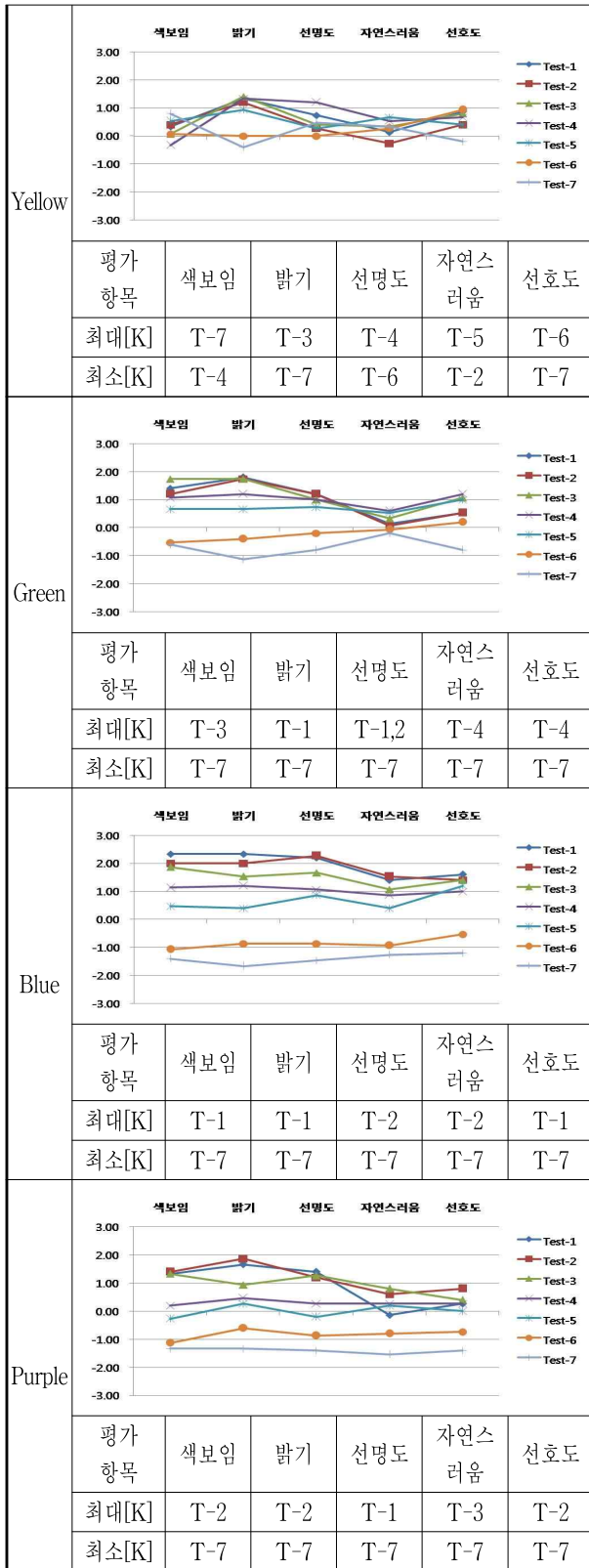
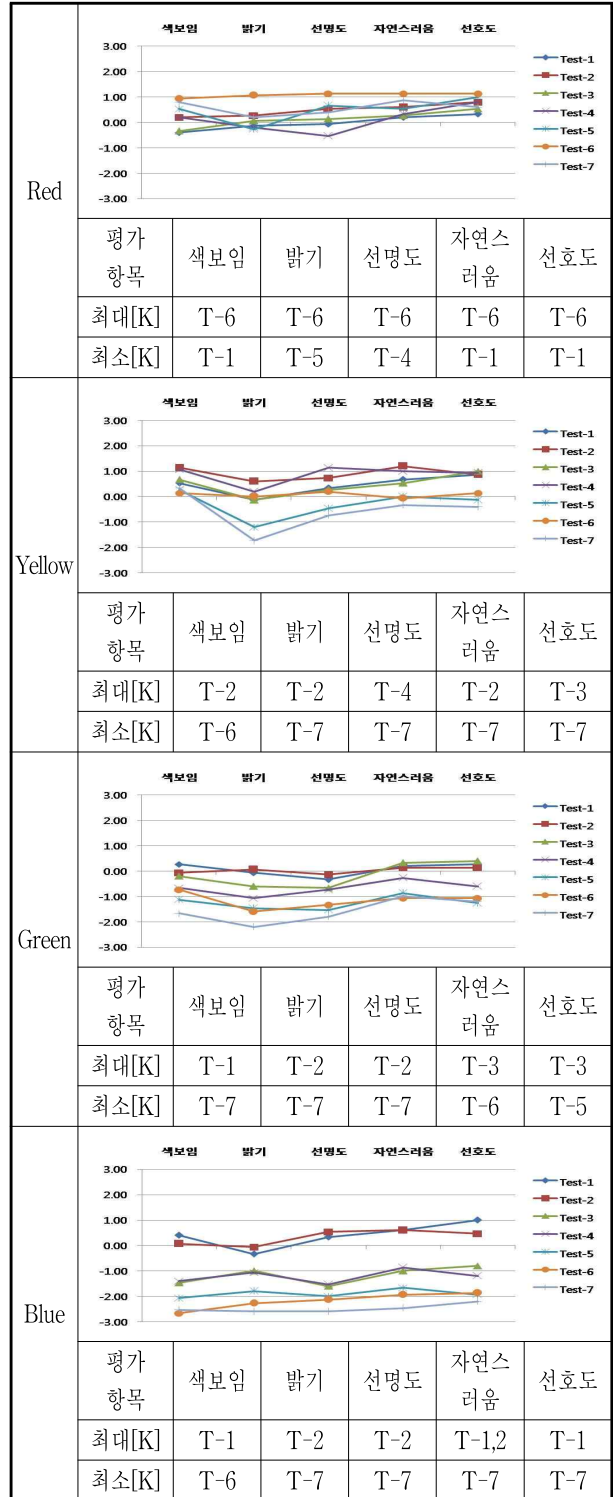
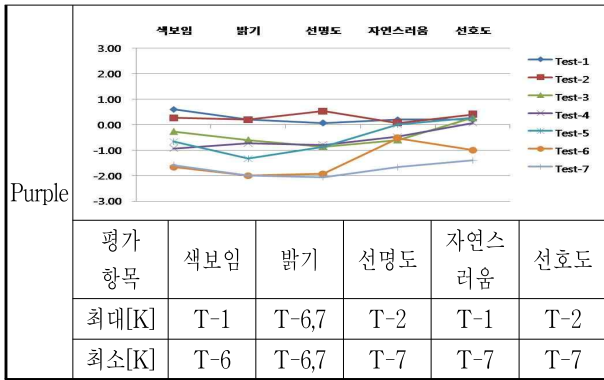


표 7. 냉백색(6230[K]) 형광램프일 때의 평가결과  
Table 7. Results of the case of the 6230[K] fluorescent lamp





- 밝기 항목을 살펴보면, 기준광원이 온백색 형광램프인 경우, 모든 색상에서 Test-1~Test-3의 높은 색온도를 가지는 광원의 밝기가 높게 느껴지는 것으로 나타났다.
- 기준광원이 냉백색 형광램프인 경우, Red와 Purple 색상에서는 Test-6의 광원이, 그 외의 Yellow, Green 및 Blue의 색상에서는 Test-2의 광원이 밝게 느껴지는 것으로 나타났다. 높은 색온도에서 광원이 밝게 느껴지는 일반적인 경우 [21-22]와 달리 Red와 Purple의 색상에서는 기준광원이 높은 색온도임에도 불구하고 낮은 색온도의 광원에서 더 밝게 느껴졌다. 이는 두 색상이 장파장 영역에서 반사되는 에너지양이 크기 때문이다. 이는 표 3에서처럼 낮은 색온도를 가지는 광원일 때, 장파장영역의 분광분포 값이 커지기 때문일 것이다.
- Purple 색상의 경우는 Red와 Blue의 혼합색으로서[23], 그 비율에 따라 장파장 성분이 많은 Purple, 단파장 성분이 많은 Purple 색상일 수 있다. 본 연구에 사용된 Purple 색상의 색지의 경우 위의 결과로 보아 장파장 성분이 많은 Purple 색상으로 사료된다.
- 기준광원과 관계없이 색보임이 높게 평가되는 색온도의 광원에서 선호도 또한 높게 평가되었다.

### 3.2 휘도측정

본 연구에서는 임상실험의 결과와 비교하고자 색온도별 LED 조명에 의한 색상별 휘도를 측정하였다(표

8). 이때 5 point 측정 결과는 5 point에서 측정한 각각의 휘도값의 평균값을 나타낸 것이다. 특정 색온도에서의 휘도값이 높다는 것은 동일광속이 입사하였을 때 그 색상의 분광반사율과 입사한 광속의 분광분포간의 상관성이 높아서 더 많은 광속을 반사시키는 것으로, 결국 그 색상을 가장 잘 보이게 하는 색온도라 할 수 있다.

표 8. 휘도측정의 결과  
Table 8. Results of luminance measurement

1 point 측정 [cd/m <sup>2</sup> ]							
	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7
Red	4.80	5.16	5.20	6.06	6.73	7.27	7.84
Yellow	28.84	29.52	30.20	31.33	31.48	31.71	32.20
Green	5.53	5.61	5.39	5.15	4.74	4.12	3.87
Blue	7.22	7.23	7.00	6.70	6.26	5.33	5.18
Purple	3.26	3.31	3.13	3.33	3.53	3.37	3.56
5 point 측정 [cd/m <sup>2</sup> ]							
	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7
Red	3.88	4.07	4.09	4.70	5.25	5.69	6.20
Yellow	22.78	23.45	23.61	23.78	24.37	24.40	25.11
Green	4.41	4.44	4.35	4.06	3.71	3.25	3.07
Blue	5.74	5.75	5.43	5.28	4.81	4.20	4.04
Purple	2.60	2.66	2.54	2.68	2.74	2.71	2.76

이 때 5 point에서 측정한 휘도값이 1 point에서 측정한 휘도값과 비교하였을 때 그 값이 상대적으로 낮은 것을 볼 수 있다. 이는 LED 조명이 집속성이 강한 배광특성을 가지므로, 조명 중앙의 직하부를 제외한 나머지 4 point에서의 측정값이 낮기 때문이다.

### 3.3 임상실험과 휘도측정의 최대값 비교

본 연구에서 수행한 임상실험과 휘도측정의 결과를 비교하면 표 9와 같다. 이때 임상실험의 색보임과 밝기의 항목별로 크기가 큰 순(가장 큰 값부터 세 번째로 큰 값까지)으로 나타내어 비교하였다. 평가항목 중 색보임과 밝기의 항목만을 휘도와 비교한 것은 두 평가항목이 휘도와 가장 관련이 있기 때문이다.

표 9. 임상실험과 휘도측정 결과 비교  
Table 9. Comparison of results of luminance measurement and subjective evaluation

		색보임		밝기		휘도[cd/m <sup>2</sup> ]	
		2807[K]	6230[K]	2807[K]	6230[K]	1 point	5 point
		기준	기준	기준	기준		
Red	1st.	T-3	T-6	T-1	T-6	T-7	T-7
	2nd.	T-1	T-7	T-2	T-2	T-6	T-6
	3rd.	T-4	T-5	T-3	T-7	T-5	T-5
Yellow	1st.	T-7	T-2	T-3	T-2	T-7	T-7
	2nd.	T-5	T-4	T-1,4	T-4	T-6	T-6
	3rd.	T-2	T-3	T-2	T-6	T-5	T-5
Green	1st.	T-3	T-1	T-1	T-2	T-2	T-2
	2nd.	T-1	T-2	T-2,3	T-1	T-1	T-1
	3rd.	T-2	T-3	T-4	T-3	T-3	T-3
Blue	1st.	T-1	T-1	T-1	T-2	T-2	T-2
	2nd.	T-2	T-2	T-2	T-1	T-1	T-1
	3rd.	T-3	T-4	T-3	T-3	T-3	T-3
Purple	1st.	T-2	T-1	T-2	T-1,2	T-7	T-7
	2nd.	T-1,3	T-2	T-1	T-3	T-5	T-5
	3rd.	T-4	T-3	T-3	T-4	T-6	T-6

두 실험의 결과비교는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

- 임상실험은 온백색과 냉백색 형광램프를 기준광원으로 하여 상대적인 평가를 내린 것으로서, 기준광원에 따라 결과의 차이가 나타난다. 특히 Yellow, Purple에서 기준광원이 무엇인가에 따라 색보임 항목에 대한 결과가 큰 차이를 보이는 것을 알 수 있다.
- Red와 Yellow와 같은 색상의 경우 온백색 형광램프를 기준으로 하여 바라보았을 때의 색보임과 밝기를 제외하고는 낮은 색온도의 광원에서 그 결과가 높게 나타났다. 이는 기준광원의 색온도가 약 2807[K]으로 너무 낮으므로 피험자로 하여금 부자연스러운 느낌을 주기 때문이다.
- Green과 Blue 색상의 경우 임상실험의 결과와 휘도측정의 결과의 일치도가 가장 높은 것을 볼 수 있다. 모두 높은 색온도에서 높은 결과값을 보여 주었다.
- 붉은색 계통의 색상은 장파장 영역, 푸른색 계통

의 색상은 단파장 영역에 해당한다. 이를 위의 결과와 함께 표 3의 분광분포와 비교해 보면 장파장 영역의 에너지량이 많은 낮은 색온도의 광원일수록 붉은색 계통의 색상에서, 단파장 영역의 에너지량이 많은 높은 색온도의 광원일수록 푸른색 계통의 색상에서 평가항목 및 휘도의 결과값이 높게 측정됨을 알 수 있다.

- Purple 색상의 경우 그 일치도가 가장 낮은 것을 알 수 있다. 이는 Purple 색상이 Red와 Blue의 혼합색으로서 이러한 오차가 발생하는 것으로 사료된다.
- 기준광원이 냉백색 형광램프의 경우의 결과값이 휘도측정의 결과와 비교하였을 때 기준광원이 온백색 형광램프일 경우보다 그 일치도가 높게 나타나는 것을 알 수 있다.

### 3.4 임상실험과 휘도측정의 단순회귀분석

최대값을 비교한 임상실험과 휘도측정의 결과의 객관성을 높이고자 SPSS를 이용하여 단순회귀분석방법을 수행하였다. 단순회귀분석의 결과(표 10)는 다음과 같이 정리하여 나타낼 수 있다.

- 임상실험과 휘도측정의 결과를 비교한 결과, 기준광원과 관계없이 Yellow와 Purple을 제외한 대부분의 색상에서 R<sup>2</sup>(결정계수)값이 0.50이상으로 나타났다.
- 휘도가 색보임 및 밝기에 영향을 미친다는 가설 채택 유무를 결정하는 기준으로 p(유의확률)을 사용할 수 있는데, Yellow와 Purple을 제외한 대부분의 색상에서 유의수준 0.05 미만으로 유의한 것으로 나타났다.
- 가설을 채택하는 기준은 p값 이외에도 t(검정통계량)값이 존재한다[24]. t는 대부분의 색상에서 ±1.96이상으로 휘도가 색보임 및 밝기와 관련 있다는 가설이 채택됨을 알 수 있다.

## 4. 결 론

본 논문에서는 LED 조명에 의한 색보임을 평가하



고자 다양한 색온도 및 물체의 기본 색상들에 대한 임상실험 및 휘도측정을 실시하였다. 이는 동일조도 하에서 휘도값이 높은 색온도가 특정 색상을 잘 나타낸다는 기본원리에 대한 주관평가의 결과와 측정 휘도값의 상관관계를 분석하고자 하였다.

표 10. 단순회귀 분석을 통한 임상실험과 휘도측정 비교  
Table 10. Comparison of results of luminance measurement and subjective evaluation through a simple regression analysis

		색보임-휘도		밝기-휘도	
		2807[K] 기준	6230[K] 기준	2807[K] 기준	6230[K] 기준
Red	R <sup>2</sup>	0.60	0.84	0.87	0.16
	B	-0.25	0.53	-0.57	0.20
	t	-2.74*	5.03*	-5.78*	0.96
	(p)	(0.04**)	(0.00**)	(0.00**)	(0.38)
Yellow	R <sup>2</sup>	0.01	0.29	0.55	0.52
	B	0.03	-0.27	-0.42	-0.77
	t	0.20	-1.41	-2.34*	-2.31*
	(p)	(0.85)	(0.22)	(0.07)	(0.07)
Green	R <sup>2</sup>	0.92	0.77	0.98	0.90
	B	1.28	1.02	1.66	1.40
	t	7.42*	4.03*	16.36*	6.71*
	(p)	(0.00**)	(0.01**)	(0.00**)	(0.00**)
Blue	R <sup>2</sup>	0.99	0.83	0.98	0.96
	B	1.73	1.56	1.72	1.33
	t	27.50*	4.91*	16.19*	11.45*
	(p)	(0.00**)	(0.00**)	(0.00**)	(0.00**)
Purple	R <sup>2</sup>	0.61	0.46	0.45	0.47
	B	-6.16	-7.56	-5.19	-8.16
	t	-2.82*	-2.06*	-2.04*	-2.12*
	(p)	(0.04**)	(0.09)	(0.10)	(0.09)

\*  $t \geq \pm 1.96$  또는 \*\*  $p < 0.05$ 일 때, 연구가설 채택

그 결과, 두 실험의 결과값이 정확히 일치하지는 않았으나 각 색상별 주관평가와 휘도 측정값이 높게 나타나는 색온도의 영역이 유사한 것으로 나타났다. 이 중 Blue와 Green 색상의 경우에는 기준광원의 색온도와 상관없이 주관평가와 측정 휘도값의 상관성이 모

두 높게 분석되었다. 그러나 Red와 Yellow 색상의 경우 낮은 색온도의 휘도값이 높게 측정되었음에도 불구하고 일부 결과의 상관성이 낮게 나타났다. 특히 Purple 색상의 경우는 두 결과의 상관성이 가장 낮게 나타났다. 이는 낮은 색온도 하에서 장파장 색상이 실제 빛의 물리량보다 낮게 인식될 수 있다는 점을 보여 주고 있다.

또한 단순회귀분석을 통하여 색보임, 밝기의 각 평가항목이 휘도와 관련이 있다는 본 논문의 가설을 채택함으로써 위의 결과들의 객관성을 높일 수 있었다. 그리하여 본 논문의 결과는 실제 색보임이 매우 중요한 공간에서 LED 조명의 색온도를 선택할 시 고려사항이 될 수 있을 것이다.

임상실험의 경우 그 결과값이 LED 조명만의 절대값이 아닌 형광램프의 상대값이기 때문에 오차 발생 가능성을 내포하고 있다. 만약 7개의 조명박스를 통한 서로 다른 7개의 색온도 LED 조명을 동시에 비교하는 주관 평가를 수행할 수 있다면 결과의 객관성을 높일 수 있을 것이다.

**감사의 글**

이 논문은 2010년도 교육과학기술부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구(No. 20100016737)임.

**References**

- [1] 김래원 공저, 고효율 LED 및 고체광원 조명기술, 아진출판사, 2006.
- [2] 지순덕 외3명, LED 기반 백색조명의 색온도 및 연색지수에 따른 감성평가, 감성과학, 2006.12.
- [3] 장준호, 주관평가를 통한 공간별 적합 색온도에 관한 연구, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 2007.
- [4] 백승헌 외 3명, LED광원의 상관색온도에 따른 작업면의 선호도 조사, 한국생태환경건축학회 학술발표대회 논문집, 2008.
- [5] 신화영 외 2명, LED 광원과 형광광원의 색온도 변화에 따른 작업면의 분위기에 대한 주관적 반응 평가, 한국생활환경학회지, 2009.
- [6] 지순덕 외 3명, LED 기반 백색조명의 색온도 및 연색지수에 따른 감성평가, 감성과학, 2006.12.
- [7] 양희경 외 4명, 주관평가와 작업수행도의 상관관계 분석에 의한 조명 색온도에서의 피로도 평가, 한국감성과학회지, 2001.12.
- [8] 백승헌 외 3명, LED광원과 형광광원의 상관색온도가 시

작업 성능에 미치는 영향, 한국조명전기설비학회 논문지, 2009.

[9] 이진숙 외 1명, 건축조명광원의 광학적 특성에 따른 인간의 감성반응 분석-조명광원별 색온도 특성에 따른 반응을 중심으로, 한국조명전기설비학회 논문지, 2005.

[10] 이진숙 외 2명, 색온도 특성에 따른 LED 조명과 형광램프의 감성반응 비교분석, 대한건축학회 논문집, 2009.

[11] 이현정 외 2명, 광원의 물리적 특성에 따른 실내 색채의 변화특성 및 인간의 감성반응 분석, 대학건축학회 학술발표대회 논문집, 1999.

[12] 이진숙 외 1명, 광원의 색온도에 따른 실내색채의 평가에 관한 연구, 대한건축학회 논문집, 2000.

[13] 정승균 외 3명, LED 조명에 의한 색채 변이량 평가, 한국조명전기설비학회 학술발표대회 논문집, 2009.

[14] IES Illuminating, IES Course Fundamentals of Lighting.

[15] 황세욱, 공간계획과 인간공학, 태학원, 1996.

[16] [KONICA MINOLTA, LUMINANCE METER LS-100/LS-110 INSTRUCTION MANUAL.

[17] 이진숙 공저, 건축조명광원의 광학적 특성에 따른 인간의 감성반응 분석, 한국조명전기설비학회 논문지, 2005.

[18] 한국표준과학연구원, 주거/사무환경 제시 및 측정 시스템 개발, 과학기술부, 2002.

[19] 이진숙 공저, 색온도 특성에 따른 LED조명과 형광램프의 감성반응 비교분석, 대한건축학회논문집, 2009.

[20] 정연홍 외 2명, 사무공간에서 형광램프 조명기구와 백색 LED 조명기구의 색온도 비교를 통한 선호도에 관한 연구, 한국조명전기설비학회 논문지, 2008.

[21] 윤인 외 1명, 광원의 분광특성에 따른 밝기지각의 변화에 관한 연구-시야 변화에 따른 밝기지각의 평가-, 대한건축학회 논문집, 2002.

[22] 이진우 외 2명, 각종 광원의 색온도, 연색성과 밝은 느낌에 대한 실험적 연구, 한국조명전기설비학회 논문지, 2003.

[23] <http://100.naver.com/100.nhn?docid=839808>(NAVER 백과사전).

[24] 송지준, 논문작성에 필요한 SPSS/AMOS 통계분석방법, 21세기사, 2008.

◇ 저자소개 ◇



**김현선(金賢善)**

1985년 1월 5일생. 2009년 세종대 건축학과 졸업. 현재 세종대 건축공학과 석사과정.



**김유신(金有信)**

1981년 1월 2일생. 2005년 세종대 건축공학과 졸업. 2007년 세종대 건축공학과 건축환경설비전공 졸업(석사). 현재 세종대 건축공학과 박사과정.



**최안섭(崔安燮)**

1967년 10월 4일생. 1991년 한양대 건축공학과 졸업. 1993년 The Pennsylvania State University 건축공학 건축조명시스템 전공 졸업(석사). 1997년 The Pennsylvania State University 건축공학 건축조명시스템전공 졸업(박사). 현재 세종대 건축공학과 교수. 본 학회 이사.