

## LED 조명에 의한 색채 및 실내 조명환경 평가 실험실 구축

(The construction of laboratory for color and interior lighting atmosphere evaluation under LED lighting)

정승균\* · 김현지 · 김 훈

(Seung-Gyun Jung · Hyun-Ji Kim · Hoon Kim)

### 요 약

LED 광원의 광학적 성능이 발전함에 따라 광원으로서의 광학효율이 기존 광원을 대체할 정도의 수준을 만족하고 있으며, 이에 의해 실내 조명광원으로서 활용도가 점차 증가하고 있다. 하지만, LED 광원의 경우 기존 광원과는 판이한 분광분포를 가지고 있으며, 소형 광원의 군집체로서 조명기구를 형성하기 때문에 이를 이용하는 사용자들에게 이전의 조명기구와는 크게 다른 느낌, 분위기 등을 가질 수가 있다.

본 연구에서는 기존광원과 LED 광원과의 차이점을 분석하고 이러한 차이점 즉, 분광분포 및 조명기구의 구성 형태 등에 따른 피험자들이 느끼는 색 편차, 조명 분위기의 변화 등을 평가 시험할 수 있는 실험실의 구성안을 제시하였다.

### 1. 서 론

LED 광원은 현재 백열램프 및 형광램프의 광효율을 만족시킬 정도로 광원으로서의 성능이 크게 개선되었으며, 그 성능은 점차 더욱 발전하고 있다.

이러한 광효율의 개선에 의해 LED 광원은 신호용 광원이나 경관조명용 조명기구로서의 적용에서 벗어나 보여지는 광원이 아닌 비추는 조명으로 실내조명 분야에도 그 활용도를 크게 넓혀가고 있다.

근래들어 백열램프의 소켓에 그대로 끼워 사용할 수 있도록 LED를 다수 집적시킨 LED 전구나 LED 전용 스포트라이트 조명기구 등이 이러한 응용분야의 일례라 할 수 있다.

하지만, LED 광원의 발광원리 및 적용 방식을 살펴보면 기존 광원과는 다른 형태를 가짐을 알 수 있다. 먼저 실내 조명에서 가장 많이 사용되는 백색 LED의 경우 청색 LED 소자에 형광체를 적용하여 백색광을 얻어내고 있으며, 이러한 경우 단파장에 큰 피크치를 가지는 백색광을 생성한다. LED 광원의 이러한 독특한 분광분포는 기존 광원들 즉, 백열램프나 고압램프, 형광램프등에서 나타나는 분광형태와는 다른 형태를 가지며, 이러한 차이점에 의해서 색채에 대한 인식이 기존광원과는 다르게 나타날 수 있다. 물론 기존광원들 간에도 분광분포의 차이가 존재하며 이에 따라 색에 대한 인식의 편차가 발생할 수 있다. 그러나, 기존 광원의 경우 이미 수십년간 실생활에 적용되어 왔으며 이용자들이 광원에 의한 느낌을 익숙하게 느끼고 있기 때문에 기존 광원들 간의 분광분포의 차이는 크게 문제 될 것이 없

을 것으로 본다.

하지만, LED 광원의 경우 일반 조명용 광원으로서 활용되어지는 것은 근래에 들어서이고, 아직까지도 크게 보급되었다고 말하기에는 부족하므로 LED 광원의 광색에 대해 이용자들은 생소함을 느낄 수 있어 이에 대한 평가가 이루어질 수 있어야 한다.

LED 광원과 기존 광원간에는 이러한 분광분포의 차이에 의해 발생하는 색 인식의 편차 뿐만 아니라 조명기구 형태에 의해 발생할 수 있는 분위기의 차이도 존재할 수 있다.

LED 광원의 경우 다수의 소자가 모여 하나의 조명기구를 구성하며, 현재 개발되어지는 LED 조명기구는 보통 기존 광원을 대체하는 형태를 가지고 있다.

광원의 크기와 광 발산 형태 자체가 기존 광원을 적용하는 조명기구들과는 다르기 때문에 LED 광원에 의한 조명환경에 있어 조명기구 이용자들은 기존광원과는 다른 실내분위기를 느낄 수 있다.

따라서 본 논문에서는 기존 광원과 LED 광원간의 큰 두가지 차이점 분광분포와 조명기구 구성 형태에 의해 발생할 수 있는 이용자들의 색 편차의 평가와 실내 조명 분위기의 평가를 위한 실험실을 구성하고, 실험에 요구되는 각종 사항들을 결정하였다.

### 2. 본 론

#### 2.1. 색 편차 평가 실험실의 구성

그림 1은 색편차 평가 실험실의 구성도를 보이

고 있다.

광원의 분광분포 이외에는 다른 변수가 존재하지 않도록 하기 위해서 조명기구는 피험자의 뒤쪽에 위치하도록 하며, 실험실 실내에는 피험자의 색 평가 능력에 대해 영향을 끼치지 않도록 먼셀기호 N5의 무채색을 적용하도록 하였다[1].

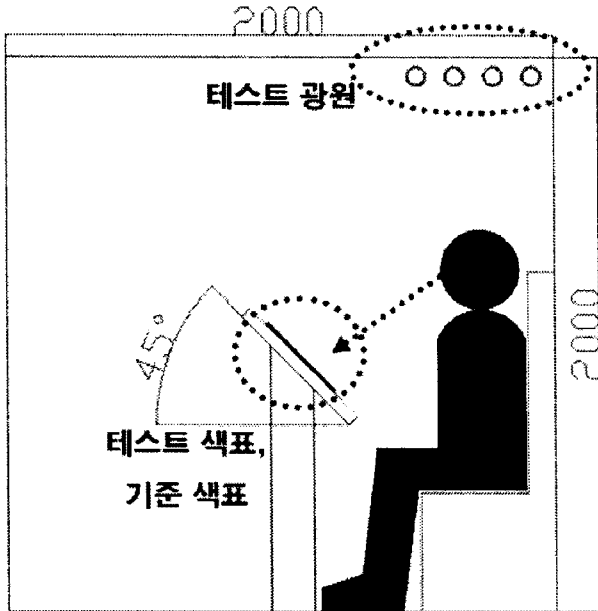


그림 1 실험실 구성도

이때 평가를 위한 테스트 광원은 크게 형광램프, 백열램프, LED 광원으로서 구성되어 있으며, 한가지 색온도에 대한 평가가 아닌 다양한 색온도의 광원을 적용하여 그 색 편차를 평가하도록 하였다.

그림 2에는 기준 색표의 구성의 예시를 보이고 있다. 기준 색표는 평균 연색평가수를 포함한 약 15가지 정도의 색채를 선택하였다.

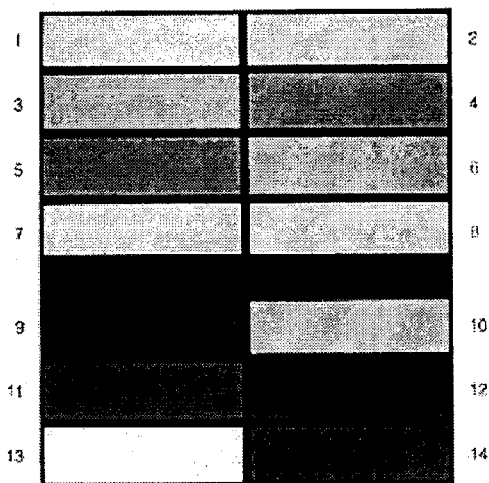


그림 2 기준 색표의 구성

그림 3은 피험자가 직접 바라보며 평가하게 되는 색표의 형태를 보이고 있다. 각 색표는 피험자에 대해 2° 시야에 해당하는 크기로 이루어지며, 색표의 둘레에는 10° 시야 크기의 N5 색지를 적용하여[2] 피험자가 테스트색을 평가 할 때 색에 대한 혼란을 방지하도록 한다.

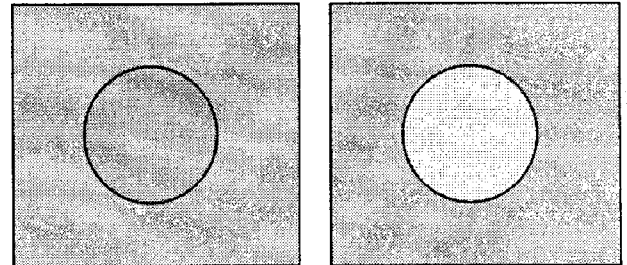


그림 3 피험자에게 주어지는 색표의 형태

실험실의 내부는 오직 테스트 광원에 의해서만 조명되어지도록 하며, 테스트 색표와 기준 색표가 놓여지는 작업면의 조도는 500lx가 제공되도록 광원의 광량을 조절한다.

피험자는 실험실에 입실하여 테스트 광원의 광색에 순응하고, 해당 광원에 의해 조명되어지는 기준 색표를 원하는 시간만큼 지켜보고 이에 대해 동일하다고 느껴지는 테스트 색표를 선택하게 된다.

선택된 색표에 대해서는 기준 색표와 색 편차가 존재할 경우 Lab 색차식을 이용하여 색차량을 계산하도록 하고 이와 더불어 먼셀 공간에서의 색 전이량을 계산하여 어떠한 기준 색표를 어떠한 색으로 혼돈하였는지 또한 분석하도록 한다.

## 2.2 조명환경 분위기 평가 실험실의 구성

조명환경에 의한 분위기 평가 실험실의 구성에 있어서 가장 큰 변수는 조명기구의 구성 형태이다. 기존 광원들은 광원의 크기, 광발산 형태 등에 따라서 조명기구의 근본적인 부피나 형태가 정해져 버리고, 이에 따라 해당 조명기구의 적용 장소나 목적 또한 결정 되어질 수 있다. 하지만, LED 조명기구의 경우 소형의 소자가 다수 모여 조명기구를 구성하는 형태를 가지기 때문에 조명기구의 형태 구성에 있어 매우 큰 자유도를 가지고 있으며, LED 광원은 기존광원들이 가지게 되는 조명방식이나 크기에 의한 영향을 가지지 않게 된다. 이러한 경우 어떠한 조명방식이 조명기구의 이용자들에게 어떤 느낌을 주는지를 평가하여 각기 다른 조명 방식 형태에 따른 실내분위기의 평가가 이루어 질 수 있

도록 하는 것이 본 실험 구성의 최종 목표라 할 수 있다.

그림 4에는 이러한 조명방식과 기구의 광발산 특성에 의한 실내조명에서의 분위기 변화 예시를 보이고 있다.

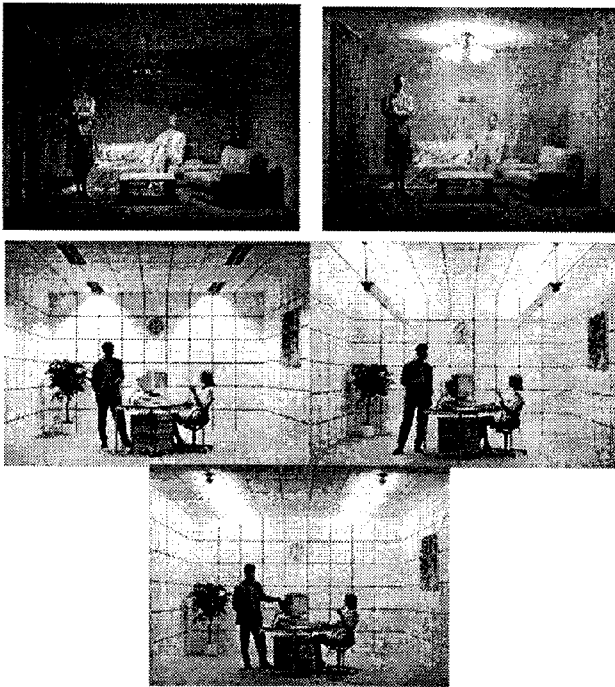


그림 4 조명 방식에 따른 실내 분위기의 변화 예시

본 실험을 위해서 실험실은 축소 모형(라이트 케비닛)을 제작하여 실내 분위기를 평가하도록 하였다.[3]

축소 모형의 사이즈는 높이 1m, 폭 80cm, 깊이 60cm로 이루어져 있으며, 내부면을 오피수 공간으로 가정, 가구 및 소품들을 제작하여 피험자가 실제감을 느낄 수 있도록 한다.

그림 5에 이러한 라이트 케비닛의 형태를 보이고 있다.

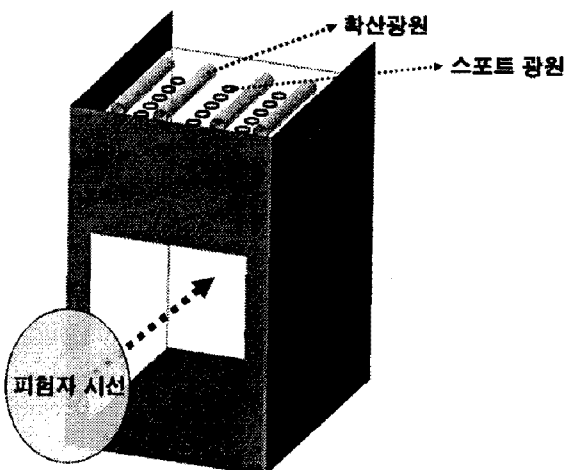


그림 5 조명환경에 따른 실내 분위기 평가를 위한 축소모형의 개략도

축소모형 실내면의 조도는 조명기구의 종류나 조명 방식의 형태에 상관없이 모두 500lx를 유지하도록 설정하였다. 또한 실내의 벽면은 색채를 교체할 수 있도록 하여 다양한 실내 색에 의한 분위기 변화를 유도할 수 있도록 구성하였다.

이때 실내 색은 기본적으로 LED 광원의 색채 평가에 적용된 평가 색지의 색채를 기반으로 선택하였으며, 예비실험을 거쳐 가장 영향이 크게 발생하는 색을 선별하여 본실험에 적용할 계획이다.

실내 분위기 평가 시험에 적용될 조명기구는 크게 2가지의 조명 방식을 가지고 있으며 이에 대한 조명기구의 구성을 표 1에 보이고 있다.

표 1. 분위기 평가시험에 적용되는 광원의 구성

광원 종류	조명방식	
	스포트 광원	확산 광원
백열램프	○	
형광램프		○
CMH	○	
LED 광원	○	○

평가 실험의 진행방법은 아래와 같이 구성하였다.

먼저 피험자들은 입실하여 5분간의 명순응후, 테스트 광원에 대해 익숙해질 때까지 축소 모형 내부를 응시하고 이에 대한 느낌을 SD법에 의한 설문지를 작성함으로써 평가를 하도록 한다.

표 2에는 SD법에 의한 평가 설문지의 예시를 보이고 있다.

표 2. SD법의 평가 설문지 예시

단조로운	—	복잡한	긴장감있는	—	수수한
시원스러운	—	담담한	다이내믹한	—	정적인
가벼운	—	무거운	재미있는	—	지루한
귀여운	—	점잖은	정돈된	—	산만한
독특한	—	평범한	규칙적인	—	변화감있는
따스한	—	시원한	충족한	—	불충족한
부드러운	—	딱딱한	화려한	—	수수한

깨끗한	—	칙칙한	안정감 있는	—	불안한
자연스러운	—	어색한	화려한	—	수수한
복잡한	—	단순한	무거운	—	가벼운
따스한	—	시원한	부드러운	—	딱딱한
밝은	—	어두운	활기있는	—	활기없는
변화감있는	—	단조로운	단단한	—	부른
매끄러운	—	거칠은	부박한	—	정교한

### 3. 결론

본 논문에서는 LED 조명기구를 통한 조명환경에 의해 발생할 수 있는 색인식의 변화와 실내 분위기를 평가할 수 있도록 하는 실험실의 구성에 대해서 논하였다.

이러한 평가실험은 LED 광원의 일반 조명 적용에 있어 기반을 마련하는 것으로서 앞으로 크게 증가할 LED 조명의 활용도를 생각해 볼 때 이는 필수적으로 요구되는 것이라 할 수 있다.

현재는 실험실의 구성안의 계획이 완료되어 실험실의 제작이 시작되었으며, 실험실의 완성이후 예비실험을 거쳐 실험의 구성요소를 다시 재검토하고 이를 바탕으로 본실험을 실행, LED 조명기구에 의한 조명기구 이용자들의 평가 분석을 시행할 계획이다.

본 연구는 산업자원부의 산업기술기반조성사업 표준 기술력향상 과제의 일환인 “LED 표준화 사업”의 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

#### 참 고 문 헌

- [1] 최승영, 정규수, 송인춘, 이진숙 : 조명광원색이 실내공간에 미치는 영향평가, 대한건축학회 추계학술발표대회 논문집 pp317-320(1996. 10)
- [2] Tatsuya Nagase, Daisaku Morino, Syoichi Oyama, Hirohisa Yaguchi, Yoko Mizokami : Relation between elemental color perception and categorical color, Journal of the Color Science Association of Japan v.31 suppl. pp.4-5(2007)
- [3] 임오연, 김병수 : 광원의 색온도에 따른 고령자의 실내색채 지각특성에 관한 연구, 대한건축학회 논문집, v.24 pp235-242(2008)