

LED 광원의 색온도와 조도 변화에 따른 심리반응 연구

A Study on the Psychological Responses by the change of Illuminance and Color temperature in LED

Author 이연수 Yi, Yon-Soo / 정회원, 연세대학교 주거환경학과 박사과정
하미경 Ha, Mi-Kyoung / 정회원, 연세대학교 주거환경학과 교수

Abstract As the importance of eco-friendly and energy saving issues are emphasized in lighting as consciousness about energy saving is elated worldwide, demand for natural resources such as gas increases, supply of LED lighting is spread. Owing to white LED's development and price fall. It is expected to LED High Luminance Emitting Diode. LED's brightness and long life-time that surpass fluorescent light in the latest as well as is used by back light source of thin film LCD, low electric power attrition rate by advantage do and widen the market at the world lighting lamp market that is potential market. Accordingly, study about suitability of LED lighting is activated but space that apply actual LED lighting fixtures yet is less and advanced researches about LED fixtures' applied apaces are slight compared to existing light source up to now because is not many on this. The result of the experiment shows similar tendency with the existing light sources'. Through a psychological reaction experiment in the LED lighting experiencing space that can control of color temperature and lighting level, this study is wished to use to the data for lighting design of space that LED lighting fixtures are applied hereafter.

Keywords LED조명, 색온도, 조도, 심리반응
LED Lighting, Color temperature, Illuminance, Psychological response

1. 서론

1.1. 연구의 배경과 목적

세계적으로 에너지 절약에 대한 경각심이 고조되고 전기, 가스 등 같은 천연자원에 대한 수요가 증가하면서 조명분야에서도 친환경 및 에너지 절약의 중요성이 강조되고 있다. 이에 따라 최근 몇 년간 LED 조명의 보급이 확산되고 있으며 주거 및 오피스 현장에 적용되는 경우가 증가하고 있다. 지난 2011년 06월에는 정부 주도로 '녹색 LED 조명 보급 활성화 방안'이 확정, 발표되면서 그간 '06년 수립되었던 'LED 조명 15/30 보급 프로젝트'에 더하여 '20년까지 국가 전체 보급률 60%(공공기관은 100%) 달성'의 목표가 새로이 설정되었다. 이에 따라 민간 건물과 주택 등의 LED 고효율 조명 사용 의무화가 단계적으로 확대될 전망이다.¹⁾

최적의 LED 적용공간을 제공하기 위해서는 LED 조명기구를 사용한 공간에서 재실자들이 어떻게 반응하는

지를 평가한 자료들이 필요하다. LED 조명의 적용성에 대한 연구가 활발히 이루어지고는 있지만 아직 실제 LED 조명기구를 적용한 공간이 많지 않아 연구사례도 부족한 실정이다. 본 연구의 목적은 LED적용공간에서 느끼는 재실자의 반응을 평가하는데 있으며, 이를 통하여 미래 적절한 LED 조명계획을 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

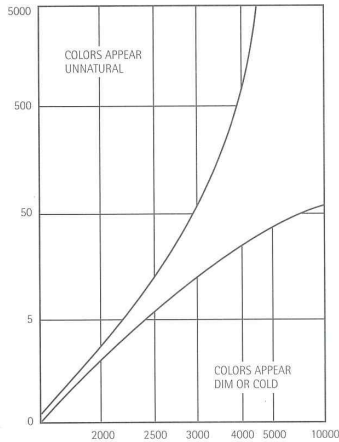
2. 문헌고찰

2.1. 색온도/조도

색온도와 조도, 쾌적감과 관련하여 그간 기존의 연구에서 가장 많이 적용된 사례로는 Kruithof²⁾의 연구결과로 인간은 높은 색온도의 빛은 높은 조도에서, 낮은 색온도의 빛은 낮은 조도에서 쾌적하다고 하였다.

1) LED조명 2060 계획, 지식경제부, 2011.06

2) A.A. Kruithof : Tubular Luminescence lamps for general illumination, Philips Technical Review 6, 1941, pp.65-96



<그림 1> Amenity curve

조명의 색온도는 환경에 대한 주관적인 인상에 영향을 미치며 <그림 1>의 쾌적 곡선(Amenity curve)에서와 같이 더 따뜻한 색온도의 조명이 낮은 조도의 환경에 더 이상적임을 보여주고 있다. 70년대 펜실베니아 주립대학의 존 플린(John Flynn) 교수의 연구에서도 실내공간에서 백색 조명(White light)의 환경에서 색온도가 주는 주관적인 반응에 대한 평가를 하였다. 그 결과 시각적으로 따뜻한(warm) 공간과 차가운(cool) 공간에서의 반응을 다음과 같이 요약하였다. 차가운 색온도(4,100K)는 “시각적 명확성(visual clarity)을 강화하였으며 따뜻한 색온도(3,000K)의 공간은 유쾌함과 이완된 느낌이 강조되어 나타났다.³⁾

본 연구에서도 색온도와 조도의 조절이 가능하도록 시공된 LED 조명 체험 공간 내에서 서로 다른 색온도와 조도가 조합된 조명환경의 변화를 통하여 변화에 따른 채실자의 심리반응의 변화를 관찰하고자 한다.

2.2. 선행연구

윤인, 정창원(2000)은 ‘광원의 색온도와 조도의 조합에 의한 쾌적 범위에 관한 연구’⁴⁾에서 실험 결과, 대체적으로 Kruithof의 결과와 유사하다 하였으며 이진숙, 김원도, 김소연(2009)⁵⁾은 LED조명과 형광램프조명 광원간의 밝기감과 연색성에 대한 비교실험과 인간의 감성반응 실험을 실시하여 인간이 느끼는 반응의 변화를 비교 분석하였다. 최수현(1988)⁶⁾은 실험연구로 조도와 조명색이 공간지각 및 과업수행에 영향을 미치는 요인임을 입증하

였다. 신화영, 정인영, 김정태(2009)⁷⁾는 실험연구로 4개 조명환경을 설정하여 LED 광원과 형광광원의 색온도 변화에 따른 작업면의 분위기에 대한 주관적 반응 평가를 실시하였다.

2.3. LED 조명의 현황

LED는 고휘도 및 WHITE 구현과 가격하락 등에 힘입어 전광판 및 간판, 자동차 조명, 신호등, 건물 파사드와 LED 조명 광원 및 비상등과 같은 조명용 표시장치, 가전제품의 디스플레이, 휴대폰, 액정표시장치 등의 백라이트 광원 (BLU)으로 넓게 쓰이고 있다. 뿐만 아니라 최근에는 형광등을 능가하는 밝기와 긴 수명, 낮은 전력 소모율 등을 장점으로 잠재시장인 세계 조명 램프 시장으로 시장을 넓혀갈 것으로 전망되고 있다. LED는 주로 노트북 및 휴대폰 LED BLU 광원으로 사용되면서 급부상했으나 초기 일반조명에 비해 3배 이상 높은 단가 및 밝기 문제 때문에 광원 시장에 적용하는데 한계가 있었다. 그러나 최근 대형 건설사를 중심으로 신축현장 및 대형 빌딩 경관으로 채택되는 사례도 늘고 있으며 LED의 단가하락이 이어지고 있어 LED의 기술발전에 따라 점차 일반조명 시장으로 응용분야를 넓혀갈 수 있을 것으로 전망된다.⁸⁾

<표 1> LED/기존 광원 비교표

구분	기존광원	LED 광원	비고
제어	On/Off	다색 및 다단계 밝기	지능·감성조명
응답속도	1-3초(형광등)	-10나노초	
광전환 효율	백열등 5%, 형광등 40%	최고 90% 잠재효율	고효율광원, CO ₂ 저감
수은	사용(기체광원)	무(고체광원)	친환경
발광대역	집중 불가	집중화	특수조명 활용(가전·의료·농수산)
수명	3천-7천 hr	5만-10만 hr	유지관리 용이
내열성	우수	열에 취약	별도 방열설계
가격	저렴(형광등 약3천원)	고가(3만-30만원)	보급 애로

*출처 : 지식경제부(2008. 5. 23), LED산업을 21세기 新성장동력산업으로 육성키로, 지식경제부 보도자료

또한 에너지 절감의 측면에서 강조되고 있는 LED 조명의 현황을 살펴보기 위하여 최근(2012.02) 국토해양부가 개정, 고시한 「건축법」 제66조제2항 및 「건축물의 설비기준 등에 관한 규칙」 제21조 및 제22조에 따른 건축물의 에너지절약설계기준 중 조명과 관련된 내용<표 2> 일부를 정리해 보았다.

3) Gary Gordon, Interior Lighting, 3rd edition, John Wiley & Sons, Inc., 1995, pp.47-48

4) 윤인·정창원, Horikoshi Tetsumi, 광원의 색온도와 조도의 조합에 의한 쾌적범위에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 2000.12

5) 이진숙·김병수, 조명광원의 휘도 및 면적변화에 따른 불쾌클리어감의 영향분석, 대한건축학회논문집, 2007.1

6) 최수현, 조도와 조명색이 공간지각과 과업수행에 미치는 영향에 관한 실험연구, 연세대학교 대학원 석사학위논문, 1988

7) 백승현·정인영·김정태, LED광원과 형광광원에 의한 작업면의 조명환경 분석, 한국실내디자인학회 하계학술발표대회논문집 제8권 제1호(통권14호), 2008

8) 장하균·정봉만·장우진·조용익·한수빈·홍창희 공저, 고효율 LED 및 고체광원 조명기술, 아진출판사, 2006

<표 2> 에너지성능지표 검토사항 - 전기설비부문 (조명관련)⁹⁾

항목	근거 서류	작성 방법
⑥ 실내 조명설비 군별 또는 회로별 자동제어 설비 채택	○ 조명자동제어 설비계통도 ○ 적용비율계산서 ○ 설치예정확인서	○ 도면에 자동제어방식 및 설비 표기 > 건물 전체 조명부하의 40%이상 적용시 인정 > 조명부하 계산서 첨부 > 적용비율 계산서에 건축물명, 기술사 날인 > 필요시 설치예정확인서 첨부
⑧ 옥외등 고휘도방전램프 또는 LED램프 사용/ 격등조명, 자동점멸기 사용	○ 옥외 외등설비 평면도	○ '고휘도방전램프 사용' 또는 'LED램프'와 '격등회로 구성' 및 '자동 점멸기에 의한 점·소등' 표기 > 고휘도방전램프: 메탈할라이드램프, 나트륨램프 > 자동점소등방식: 광센서 방식, 타이머 방식 > 조명자동제어 시스템방식 > 옥외등은 '고효율에너지 기자재인증 램프' 적용 명기
⑭ 전체 조명설비 전력량에 대한 LED 조명기기 전력량 비율 (%)	○ 전등설비평면도 ○ 조명부하계산서 ○ 적용비율계산서 > 계산서에 건축 물명, 기술사 날 인	○ LED 조명기기는 '고효율 에너지기자재 인증제품'사용 ○ 전체 조명설비 전력량(KVA)에 대한 적용 비율 계산서 제출 > 적용비율(%) = [LED조명기기전력량(KVA) ÷ 전체조명설비 전력량(KVA)]×100 > LED 유도등 및 보안등 전력량에 포함 가능 고효율 에너지 기자재 인증제품만 적용
⑯ 공동주택의 지 하주차장 300㎡이 내 마다 2㎡ 이상 의 채광용 개구부 설치	○ 지하주차장 전등설비평면도 ○ 지하주차장 평 면도 및 개구부 확대 평 면도 ○ 자연채광면적계 산서 > 계산서에 건축 물명, 기술사 날 인	○ 건축관련 평면도에 채광용 개구부를 300㎡ 마다 2㎡이상 설치하고 표기(지하주차장 평면도) ○ 지하주차장 평면도에 채광용 개구부 면 적을 합산하고, 자연채광 면적계산서 작성 ○ 지하주차장 조명에 대해 조명 자동제어 계통도 작성 제출 > 면적을 계산할 수 있도록 작성하고, '자 동점멸' 또는 '조명제어'를 도면에 표기 > 조도자동조절 조명기구 설치시 인정(지 하 1층에만 적용) > 지하 2층 이하 의 지하주차장은 적용 대상에서 제외

위와 같이 '건축물 에너지 절약 설계기준' 개정을 통하여 LED 조명기구의 사용을 권장하며 설치확대를 유도하고 있다. LED조명기구는 '고효율 에너지기자재 인증제품'을 사용하도록 하고 있으며 전체조명설비 전력량(KVA)에 대하여 LED 적용비율계산서를 제출 하도록 하고 있어 LED 조명의 적용은 더욱 활발해 질 전망이다.

LED 조명 적용비율 계산서 제출시, 계산 양식은 다음 <표 3>과 같다.

<표 3> LED 조명 적용비율 계산 양식 사례

계산식
적용비율(%) = [LED조명기기전력량(KVA) ÷ 전체조명설비 전력량(KVA)] X 100

다음 <표 4>에서는 적용비율의 계산 사례를 보여주고 있다. 20% 이상일 경우 기본배점 외 1점의 배점을 받을 수 있다.

9) 국토해양부 고시 제2012-69호, 「건축법」 제66조제2항 및 「건축물의 설비기준 등에 관한 규칙」 제21조 및 제22조 에너지절약설계기준, 2012.02

<표 4> LED 조명 적용비율 계산 양식 사례

구분	전체 조명부하 전력량	LED 조명기기 전력량	설치비율	
LED 적용비율	1층	50 kVA	20 kVA	40 %
	2층	50 kVA	20 kVA	40 %
	3층	50 kVA	20 kVA	40 %
	4층	50 kVA	20 kVA	40 %
	5층	50 kVA	20 kVA	40 %
	합계	250 kVA	100 kVA	40 %

3. 실험계획

3.1. 실험조건

본 연구는 실험연구로 A사의 LED 조명체험관 <그림 2>를 실험장소로 사용하였다.



<그림 2> 체험관 사진

실험공간은 천장과 바닥, 벽은 백색에 가까운 밝은 마감으로 되어 있어 조명색의 차이가 비교적 명확하게 나타날 수 있으며 창이 없는 공간으로 주광의 영향을 배제하고 100% 실내의 LED광원의 빛 환경을 조사하였다.

실험대상자는 실험에 관심을 가지고 진지하게 임할 수 있는, 디자인 관련전공 대학원생들과 LED 관련 분야 사무직 종사자 가운데 교정시력 0.8-1.2이고, 색맹이 아닌 남녀 각각 15명씩 총 30명을 실험대상자로 선정하였다.

공간 지각 실험을 위한 조명환경의 설정은 각기 2가지씩 다른 조도와 색온도의 조합으로 4가지 다른 빛환경을 설정하였다.<표 5> LED조명의 조도(2타입)와 색온도(2타입)가 다른 4개의 조명환경에서 설문을 통하여 선호도와 심리반응을 평가 하였다.

설치된 조명기구는 현재 LED 조명기구 중 가장 보편적으로 개발되어 적용되고 있는 LED 면광원 타입(□ 600x600mm)이 적용되었으며 같은 기구 내에 2가지 다른 색온도의 LED CHIP이 설치되어 있어 색온도의 조절

<표 5> 조도와 색온도의 2X2 요인방안

조도 설정		
	저조도(200lux)	고조도(500lux)
색온도 설정		
	낮은 색온도(4,000K)	높은 색온도(6,500K)

이 가능케 되어 있다.

조도의 설정은 특정한 공간기능에 대한 설정을 하지 않았으며 KS 권장조도 중 휴식을 위한 저조도 범위(150-200-300lx)와 고조도의 행위가 발생하는 기준(300-400-600lx)를 기준으로 하여 벽면에 부착된 디밍 스위치를 이용하여 실의 가운데에 위치한 테이블의 상부 중앙면 조도가 각각 저조도(200Lux)와 고조도(500Lux)인 2가지 환경을 설정하였다. 색온도의 경우 실험에 사용된 면광원 타입은 현재 가장 보급화 되어 사용되는 LED 평판조명으로 <그림 3>과 같이 대부분 제조사가 할로젠이나 형광등보다 높은 4,000K~6,500K 색온도 범위의 조명 기구를 공급하고 있어 이를 기준으로 낮은 색온도(4,000K)와 높은 색온도(6,500K)의 2가지 조건을 설정하였다.<표 6>

이는 LED의 경우 온백색(3,000K)에서 LED 광원효율



<그림 3> LED 조명기구 색온도 종류 사례

<표 6> 조도와 색온도의 실험 조건 요약

	조도 조건		색온도 조건	
	저조도	고조도	Warm White	Cool White
Scene1 (저조도+낮은 색온도)	✓		✓	
Scene2 (저조도+높은 색온도)	✓			✓
Scene3 (고조도+낮은 색온도)		✓	✓	
Scene4 (고조도+높은 색온도)		✓		✓

이 매우 낮아지는 특성이 있어 이 경우 백열전구 대비 에너지 절감의 효과가 감소되기 때문이다.

3.2. 실험 방법 및 내용

본 연구는 LED 조명기구의 조도 및 색온도 변화와 그 조합에 따라 달라지는 공간에서의 심리반응을 알아보기 위하여 공간지각과 관련된 형용사 어휘를 통한 설문 조사를 실시하였다.

심리반응 조사에 사용할 형용사구의 추출을 위하여 관련 연구의 사례조사를 통하여 19개의 형용사구를 선정하여 설문지를 작성하고 실험광원 및 조도레벨 등의 실험 조건을 선정하였으며 본 연구에서 사용한 의미 분별 척도는 최수현(1988)¹⁰⁾이 ‘조도와 조명색이 공간지각과 과업수행에 미치는 연구’에서 사용한 25쌍의 어휘 중 본 연구와 관련이 있는 19쌍의 어휘를 선정하여 7점 척도로 평가 하였다.<표 7>

<표 7> 방이 아주 밝은 느낌인 경우

	아주	어느 정도	약간	중간	약간	어느 정도	아주	
밝다	✓							어둡다

No.	평가어휘	No.	평가어휘
1	명확하다 - 흐릿하다	11	만족스럽다 - 불만족스럽다
2	밝다 - 어둡다	12	쾌적하다 - 불쾌하다
3	높다 - 낮다	13	좋다 - 싫다
4	넓다 - 좁다	14	친근하다 - 적대적이다
5	트여있다 - 막혀있다	15	편안하다 - 불편하다
6	집중된다 - 산만하다	16	아름답다 - 추하다
7	기능적이다 - 비기능적이다	17	자극적이다 - 비자극적이다
8	초점이 잘 잡힌다 - 초점이 잘 안 잡힌다	18	긴장된다 - 느긋하다
9	공적이다 - 사적이다	19	춥다 - 따뜻하다
10	비사교적이다 - 사교적이다		

공간지각 어휘로 추출된 19쌍의 어휘를 재차 요인 분석한 결과 <표 8~11>과 같이 모두 3개의 요인으로 나타났다. 이는 Osgood and suci¹¹⁾의 의미공간에 대한 대표적 차원 연수에서 정리된 3가지 주요인의 분류를 참고하여 정리하였다.

첫째 요인은 ‘명확하다-흐릿하다’, ‘높다-낮다’, ‘밝다-어둡다’, ‘넓다-좁다’, ‘트여있다-막혀있다’, ‘집중된다-산만하다’, ‘기능적이다-비기능적이다’, ‘초점이 잘 잡힌다-초점이 잘 안 잡힌다’, ‘공적이다-사적이다’, ‘비사교적이다-사교적이다’ 등 10개 어휘가 포함되어 공간감을 나타내 주는 ‘기능적 요인’으로 분류하였다. 두 번째 요인은 ‘만족스럽다-불만족스럽다’, ‘쾌적하다-불쾌하다’, ‘좋다-싫다’, ‘친근하다-적대적이다’, ‘편안하다-불편하다’, ‘아름

10) 최수현, 조도와 조명색이 공간지각과 과업수행에 미치는 영향에 관한 실험연구, 연세대학교 대학원 석사학위논문, 1988

11) Osgood, C.E. and G.J.Suci, Factor Analysis of Meaning, Journal of Experimental Psychology, 1955, pp.325-338

답다-추하다' 등 6개 어휘를 포함하는 한쪽은 긍정적인 어휘를 다른 한쪽을 부정적인 어휘를 두어 평가적 차원을 보이는 '평가적 요인'으로 분류하였다. 셋째는 '자극적이다-비자극적이다', '긴장된다-느긋하다'를 포함하며 대상이 지닌 잠재적 힘을 나타내는 요인으로 '역동적 요인'이라 명명하였다.¹²⁾

실험전의 시각적 경험을 통일시키기 위해서 피실험자를 전실에서 30분간 순응시켰으며 이때 피실험자에게 실험의 주의사항을 지시하였다. 그 후 실험실에 이동시켜 테이블의 중앙면을 2분간 보도록 지시하고 조건제시를 하였다. 5분간 실내전체의 인상에 대해서 평가시킨 후, 실험조건을 변화시켜 각 조건에 대해서 이것을 반복하였다. 설문용지는 매회 조건제시후에 배포하고 설문 종료 후에 회수하였다.

조명환경에 대한 심리반응과 조명요소(색온도, 조도)의 관계를 상관분석을 통하여 파악하였다.

4. 실험결과

각각의 환경별로 설문을 실시하고 <표 8~11>과 같이 기술통계와 19가지 공간지각 언어 각각에 대한 답변을 빈도분석 하였으며 그 결과는 다음과 같다.

<표 8> Scene1에 대한 기술통계

n=30

요인	평가항목	평균	표준 편차
기능적 요인	명확하다 - 흐릿하다	2.9	1.54
	밝다 - 어둡다	2.6	1.13
	높다 - 낮다	2.7	0.65
	넓다 - 좁다	4.1	1.06
	트여있다 - 막혀있다	2.5	1.04
	집중된다 - 산만하다	4.2	1.62
	기능적이다 - 비기능적이다	2.6	1.52
	초점이 잘 잡힌다 - 초점이 잘 안잡힌다	2.6	1.22
	공적이다 - 사적이다	1.8	0.76
	비사교적이다 - 사교적이다	3	1.76
평가적 요인	만족스럽다 - 불만족스럽다	4.2	1.56
	쾌적하다 - 불쾌하다	4.2	0.89
	좋다 - 싫다	5.1	1.47
	친근하다 - 적대적이다	4.2	1.42
	편안하다 - 불편하다	5.9	0.71
역동적 요인	아름답다 - 추하다	4.8	0.89
	자극적이다 - 비자극적이다	2	0.91
	긴장된다 - 느긋하다	2.2	1.09
	춡다 - 따뜻하다	2.5	0.82
	Valid N		

1)7점 척도

첫째, <표 8>과 같이 답변한 Scene1 (저조도+낮은 색

12) 최수현, 조도와 조명색이 공간지각과 과업수행에 미치는 영향에 관한 실험연구, 연세대학교 대학원 석사학위논문, 1988, p.49

온도)의 환경에서는, 기능적 요인 항목들에서 조도가 낮은 환경이므로 '어느 정도 흐릿하다'와 '어느 정도 어둡다'는 답변이 가장 많았다. '높다-낮다' 항목에는 어느 정도 낮다(40%), 약간 낮다(50%)로 낮은 조도와 색온도의 공간에서 대부분이 낮다고 답변하였으며 '넓다-좁다'에 대해서는 4.1로 대부분 중간이라 하여 넓지도 좁지도 않게 느끼는 것으로 나타났다. '트여있다-막혀있다'에 대하여 '어느 정도 막혀있다'고 느낀다고 응답한 수가 많았다. '집중된다-산만하다'에 대해서는 고르게 다른 의견을 보이고 있으며 특징적으로 '공적이다-사적이다'의 항목에서는 1.8로 대부분이 '아주 사적이다', 또는 '어느 정도 사적이다'라고 답하여 S1의 환경에서 매우 사적인 분위기라고 느끼고 있음을 알 수 있다.

평가적 요인과 관련된 항목에서는 만족스럽다-불만족스럽다, 쾌적하다-불쾌하다, 좋다-싫다 등의 항목에 대해 중간 이상(4.2-5.1)의 긍정적인 답변이 많았으며 큰 특징을 보이지는 않았다. '편안하다-불편하다'에 대한 항목은 어느 정도 편안하다(50%) 아주 편안하다(20%) 약간 편안하다(30%)라고 답하여 응답자 전원이 약간(5)이상의 편안함을 느낀다고 답하였다.

역동적 요인에서는 어느 정도 비자극적이다, 느긋하다, 따뜻하다고 느낀다는 답변이 많았다.

<표 9> Scene2에 대한 기술통계

n=30

구분	평가항목	평균	표준 편차
기능적 요인	명확하다 - 흐릿하다	5.3	1.12
	밝다 - 어둡다	5.4	1.04
	높다 - 낮다	5	0.64
	넓다 - 좁다	5	1.02
	트여있다 - 막혀있다	4.9	1.40
	집중된다 - 산만하다	4.7	0.92
	기능적이다 - 비기능적이다	5.6	0.50
	초점이 잘 잡힌다 - 초점이 잘 안잡힌다	5.5	0.51
	공적이다 - 사적이다	5.3	1.12
	비사교적이다 - 사교적이다	4.6	0.67
평가적 요인	만족스럽다 - 불만족스럽다	4.2	0.89
	쾌적하다 - 불쾌하다	5.2	0.76
	좋다 - 싫다	4.6	1.13
	친근하다 - 적대적이다	4	0.64
	편안하다 - 불편하다	4.1	1.16
역동적 요인	아름답다 - 추하다	4	0.45
	자극적이다 - 비자극적이다	3.3	1.21
	긴장된다 - 느긋하다	4.1	0.84
	춡다 - 따뜻하다	4.7	0.80
	Valid N		

둘째 <표 9>와 같이 답변한 Scene2(저조도+높은 색온도)의 환경에서는, 기능적요인의 항목들에서 Scene1 (저조도+낮은 색온도)의 답변과 비교해보면 같은 조도임에도 색온도가 높아지면서 '명확하다-흐릿하다'와 '밝다-어둡다'에 대해 약간, 어느 정도 명확하다(5.3)고 느껴 S1의 답변(2.9)과 차이를 보였고 '밝다-어둡다'에 대한 평균

값이 2.6에서 5.4로 차이를 보여 색온도가 높아지면서 공간을 훨씬 밝게 느낀다고 답하였다.

‘높다-낮다’ 항목에서는 약간 높다(5)고 응답하여 역시 색온도 변화에 따른 공간지각 차이를 보이고 있으며 ‘트여있다-막혀있다’ 어느 정도 트여있다(4.9)는 답변이 많았다. ‘집중된다-산만하다’ 항목은 중간이다와 약간 집중된다는 답변(4.2)이 70%로 Scene1보다 색온도가 높아지면서 상대적으로 집중된다는 답변이 많고 ‘초점이 잘 잡힌다-초점이 잘 안 잡힌다’의 경우 평균 5.5로 모든 응답자가 약간, 어느 정도 초점이 잘 잡힌다고 답하였다. ‘기능적이다-비기능적이다’ 항목은 약간, 어느 정도 기능적이다라고 답(5.6)하여 색온도가 높아지면서 전반적으로 기능적이란 반응이 증가했다. ‘비사교적이다-사교적이다’에서는 평균 4.6으로 S1과 비교하여 비사교적이다 라는 의견이 답변이 증가하였다.

평가적 요인과 관련된 항목들을 살펴보면 S1과 유사하게 ‘만족스럽다-불만족스럽다’, ‘좋다-싫다’, ‘친근하다-적대적이다’ 등의 항목에서는 평균 4-4.2로 유사하게 ‘중간이다’라는 답변이 많았으며 ‘쾌적하다-불쾌하다’ 항목에서는 평균 5.2로 답하여 쾌적하다는 의견이 S1보다 약간 증가하였다.

그 외 역동적 요인에서는 색온도가 높아지자 ‘춥다-따뜻하다’ 항목에서는 평균 4.7로 50%가 약간 춥다라고 답하여 S1보다 춥다는 답변이 증가하였다.

<표 10> Scene3에 대한 기술통계 n=30

구분	평가항목	평균	표준 편차
기능적 요인	명확하다 - 흐릿하다	5.1	1.32
	밝다 - 어둡다	5.5	1.14
	높다 - 낮다	4.4	0.93
	넓다 - 좁다	5.3	1.21
	트여있다 - 막혀있다	4.3	1.29
	집중된다 - 산만하다	4.7	1.12
	기능적이다 - 비기능적이다	4.6	1.30
	초점이 잘 잡힌다 - 초점이 잘 안잡힌다	5.1	1.06
	공적이다 - 사적이다	3.9	1.32
	비사교적이다 - 사교적이다	3	1.11
평가적 요인	만족스럽다 - 불만족스럽다	5.8	0.76
	쾌적하다 - 불쾌하다	5.3	0.76
	좋다 - 싫다	5.8	0.41
	친근하다 - 적대적이다	5.3	0.92
	편안하다 - 불편하다	5.3	1.02
역동적 요인	아름답다 - 추하다	5.1	1.16
	자극적이다 - 비자극적이다	2.9	1.32
	긴장된다 - 느긋하다	3	1.02
	춥다 - 따뜻하다	2.8	1.10
	Valid N		

셋째 <표 10>과 같이 답변한 Scene3 (고조도+낮은 색온도)의 환경에서는, 기능적 요인의 항목들에서 ‘밝다-어둡다’항목과 관련하여 60%가 어느 정도 밝다(5.5)고 답하였으며 이는 저조도 환경인 S2와 거의 같은 평균값

(5.4)이다. ‘높다-낮다’의 항목에서 ‘중간이다’에 가까운 평균 4.4로 같은 낮은 색온도인 Scene1 (저조도+낮은 색온도)에서의 평균값(2.7) 보다는 조도가 높아지면서 상대적으로 공간을 높다고 느끼고 있었다. ‘초점이 잘 잡힌다-초점이 잘 안 잡힌다’는 항목은 평균 5.5로 약간 잘 잡힌다고 답하였다.

평가적 요인에서는 ‘만족스럽다-불만족스럽다’, ‘좋다-싫다’ 항목에 대하여 모두 평균 5.8로 답하여 높은 조도+낮은 색온도 환경에서 4개 환경 중 만족도와 관련하여 가장 긍정적인 답변을 보였다.

‘편안하다-불편하다’ 항목은 평균 5.3으로 어느 정도 편안하다고 답하였으며 ‘비사교적이다-사교적이다’ 항목에서는 약간 사교적이다(40%), 어느 정도 사교적이다(40%)로 평균 3으로 답하였다.

역동적 요인 중 ‘춥다-따뜻하다’ 항목에서는 평균 2.8로 답하여 S2의 평균(4.7)과 비교하면 조도가 높아졌으나 더 따뜻하다고 답변이 증가하여 색온도에 의한 영향이 큰 것으로 나타났다.

<표 11> Scene4에 대한 기술통계 n=30

구분	평가항목	평균	표준 편차
기능적 요인	명확하다 - 흐릿하다	6.7	0.65
	밝다 - 어둡다	6.8	0.61
	높다 - 낮다	6.1	1.47
	넓다 - 좁다	5.6	1.45
	트여있다 - 막혀있다	6.4	0.67
	집중된다 - 산만하다	5.6	1.38
	기능적이다 - 비기능적이다	6.3	0.47
	초점이 잘 잡힌다 - 초점이 잘 안잡힌다	6.2	0.89
	공적이다 - 사적이다	6	0.79
	비사교적이다 - 사교적이다	4.6	1.38
평가적 요인	만족스럽다 - 불만족스럽다	4.9	1.32
	쾌적하다 - 불쾌하다	5.6	1.22
	좋다 - 싫다	5	1.20
	친근하다 - 적대적이다	3.9	1.16
	편안하다 - 불편하다	4.1	1.32
역동적 요인	아름답다 - 추하다	3.9	0.31
	자극적이다 - 비자극적이다	3.8	1.56
	긴장된다 - 느긋하다	5	0.79
	춥다 - 따뜻하다	5.1	1.16
	Valid N		

마지막으로 <표 11>과 같이 답변한 Scene4 (고조도+높은 색온도)의 환경에서는, 기능적 요인을 살펴보면 ‘명확하다-흐릿하다’에 대해 평균 6.7로 80%가 아주 명확하다(7)고 답해 명확성에 대해 다른 환경에 비해 눈에 띄는 차이를 보였으며 ‘밝다-어둡다’와 관련하여서는 아주 밝다는 답이 대부분(6.8)으로 같은 조도의 환경에서도 낮은 색온도에서보다 색온도가 높아지자 더 밝게 느끼고 있음을 알 수 있다.

‘높다-낮다’의 항목에서는 평균 6.1로 높이에 대한 지각은 어느 정도 높다, 아주 높다는 답변이 대부분으로

요인	평가항목	Scene 1 (저조도+낮은 색온도)		Scene 2 (저조도+높은 색온도)		Scene 3 (고조도+낮은 색온도)		Scene 4 (고조도+높은 색온도)	
		평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차
기능적 요인	명확하다 - 흐릿하다	2.9	1.54	5.3	1.12	5.1	1.32	6.7	0.65
	밝다 - 어둡다	2.6	1.13	5.4	1.04	5.5	1.14	6.8	0.61
	높다 - 낮다	2.7	0.65	5	0.64	4.4	0.93	6.1	1.47
	넓다 - 좁다	4.1	1.06	5	1.02	5.3	1.21	5.6	1.45
	트여있다 - 막혀있다	2.5	1.04	4.9	1.40	4.3	1.29	6.4	0.67
	집중된다 - 산만하다	4.2	1.62	4.7	0.92	4.7	1.12	5.6	1.38
	기능적이다 - 비기능적이다	2.6	1.52	5.6	0.50	4.6	1.30	6.3	0.47
	초점이 잘 잡힌다 - 초점이 잘 안잡힌다	2.6	1.22	5.5	0.51	5.1	1.06	6.2	0.89
	공적이다 - 사적이다	1.8	0.76	5.3	1.12	3.9	1.32	6	0.79
평가적 요인	비사교적이다 - 사교적이다	3	1.76	4.6	0.67	3	1.11	4.6	1.38
	만족스럽다 - 불만족스럽다	4.2	1.56	4.2	0.89	5.8	0.76	4.9	1.32
	쾌적하다 - 불쾌하다	4.2	0.89	5.2	0.76	5.3	0.79	5.6	1.22
	좋다 - 싫다	5.1	1.47	4.6	1.13	5.8	0.41	5	1.20
	친근하다 - 적대적이다	4.2	1.42	4	0.64	5.3	0.92	3.9	1.16
역동적 요인	편안하다 - 불편하다	5.9	0.71	4.1	1.16	5.3	1.02	4.1	1.32
	아름답다 - 추하다	4.8	0.89	4	0.45	5.1	1.16	3.9	0.31
	자극적이다 - 비자극적이다	2	0.91	3.3	1.21	2.9	1.32	3.8	1.56
	긴장된다 - 느긋하다	2.2	1.09	4.1	0.84	3	1.02	5	0.79
	출다 - 따뜻하다	2.5	0.82	4.7	0.80	2.8	1.10	5.1	1.16

1) 7점 척도 명확하다(7) ~ 흐릿하다(1)

높다고 느끼고 있으며 ‘넓다-좁다’에 대해서는 평균 5.6으로 어느 정도 넓다고 느끼는 것으로 나타났으며, ‘트여있다-막혀있다’는 평균 6.4로 어느 정도(40%), 아주(50%) 트여있다고 답하였다. ‘집중된다-산만하다’는 평균값 5.6이며 ‘기능적이다-비기능적이다’에서는 평균 6.3으로 전원 어느 정도~아주 기능적이라고 답하였다. ‘초점이 잘 잡힌다-초점이 잘 안 잡힌다’는 평균 6.2로 대부분 어느 정도~아주 초점이 잘 잡힌다고 답하여 4개 환경 중 가장 집중되고 기능적이며 초점이 잘 잡힌다고 느끼는 환경으로 나타났다. ‘공적/사적이다’는 항목에서도 어느 정도 공적이라는 답(6)을 보여 S4를 가장 ‘공적이다’라고 답하였다.

평가적 요인과 관련하여 ‘만족스럽다/불만족스럽다’와 ‘좋다-싫다’ 항목은 평균 4.9~5라 답하여 긍정적인 답변이 많았으나 S3와 비교할 경우 다소 낮게 나타났다. 고른 분포 편안하다/불편하다 항목에 대해서도 전반적으로 고른 의견을 보였다.

역동적 요인중 ‘출다-따뜻하다’와 ‘긴장된다-느긋하다’ 항목에 대해 각 평균 5.1, 5로 답하여 4개 환경중 가장 긴장된 높은 값을 보였다.

5. 결론

본 연구에서는 서론에서 언급한 바와 같이 LED 조명이 설치된 공간에서 조도레벨과 색온도의 설정을 변화시켜 보여 지는 심리반응을 살펴보았다.

본 연구를 통해 얻은 실험의 결과를 요약해 보면 아래

와 같다.

첫째, 피실험자 모두 Scene1의 저조도/낮은 색온도 환경에서 어느 정도~아주 편안하다(5.9)고 답하고 있어 저조도와 낮은 색온도 환경에서는 편안한 휴식공간에 적합한 심리적 특징을 보였다

둘째, 같은 저조도 환경에서도 Scene2에서 색온도가 상승함에 따라 ‘밝다’라는 답변이 2배 이상 증가하여 조도 외에 색온도도 밝기감에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

셋째, 고조도/높은 색온도의 환경에서는 밝다, 넓다, 명확하다, 기능적이다, 트여있다는 의견이 두드러지게 나타나고 있어 편안함 보다는 밝고 기능적이며 경쾌함을 주는 공간에 적합한 조명 환경으로 나타났다.

마지막으로 본 실험의 결과는 대부분의 항목에서 높은 색온도의 광원은 높은 조도에서 낮은 색온도의 광원은 낮은 조도에서 쾌적하다는 기존광원의 실험결과와 거의 유사한 경향을 보이고 있으나 본 연구에서는 고조도/낮은 색온도로 설정된 Scene3 에서 만족도와 관련하여 만족스럽다와 ‘좋다-싫다’ 항목들이 가장 높은 선호도를 보였다. 이는 다른 광원과 다른 고휘도의 LED광원의 특성과 연관이 있어 보이나 본 연구는 실험대상자의 수와 조명환경의 설정 단계가 2단계로 한정되어 있고 환경별 실험 순서에 의한 영향 등 한계를 갖고 있으므로 더 보편적인 결과를 얻기 위하여 향후 연구에서는 한계점을 보완한 진행이 필요하다. 다양한 재실 환경과 LED 조명기구 타입의 환경에 대한 세분화된 측정을 통한 심리반응

들은 향후 연구에서 다루도록 하겠다.

참고문헌

1. 최수현, 조도와 조명색이 공간지각과 과업수행에 미치는 영향에 관한 실험연구, 연세대학교 대학원 석사학위논문, 1988
2. 윤인·정창원, Horikoshi Tetsumi, 광원의 색온도와 조도의 조합에 의한 쾌적범위에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 2000.12
3. 윤인·정창원, Horikoshi Tetsumi, 빛·열환경요인이 심리반응에 미치는 복합적 영향 -색온도, 조도, 작용온도의 조합에 있어서-, 대한건축학회논문집, 2001.04
4. 이진숙·김병수, 조명광원의 휘도 및 면적변화에 따른 불쾌글레어감의 영향분석, 대한건축학회논문집, 2007.1
5. 백승현·정인영·김정태, LED광원과 형광광원에 의한 작업면의 조명환경 분석, 한국실내디자인학회 하계학술발표대회논문집 제8권 제1호(통권14호), 2008
6. IESNA, Lighting Handbook 8th Edition
7. Flynn, J.E., T.J. Spencer, O. Martyniuk, and C. Hendrick, Interim study of procedures for investigating the effect of Light on Impression and Behavior, Journal of the Illuminating Engineering Society, 1973.03
8. 장하균·정봉만·장우진·조용익·한수빈·홍창희 공저, 고효율 LED 및 고휘광원 조명기술, 아진출판사, 2006
9. <http://www.mke.go.kr>

[논문접수 : 2012. 09. 23]
[1차 심사 : 2012. 10. 24]
[2차 심사 : 2012. 11. 09]
[3차 심사 : 2012. 11. 23]
[게재확정 : 2012. 12. 10]