

연령대별 가독(加讀)기능을 위한 실내공간의 백색 LED조명환경 연구

(A Study on White LED Lighting of Interior Space for the Readability by Age)

양정순* · 김진희

(Jung-Soon Yang · Jin-Hee Kim)

Abstract

The experimental study of the white LED lighting focused on the readability in interior space according to age group is conducted realizing importance of the lighting environment and necessity of lighting study depending on the user situation. The results of study represent that a teenager does not show sensitive reaction to change of the color temperature and illuminance. The people in 20s and 30s prefer neutral white LED lighting and are very sensitive to change of the light environment. The people in 50s and 60s prefer high illumination and cool white LED lighting series. People of all ages highly appraise 6000K of 700 lux and 4000K in the illuminance range of 700 lux to 1000 lux for readability. The white LED lighting of color temperature 4000K is estimated as a suitable environment for readability in a wide range of illumination.

Key Words : LED Lighting, Lighting Color, Relationship Between Color Temperature And Illumination, Readability, Age Group

1. 서 론

1.1 연구배경 및 목적

다각적 입체적으로 사회가 발전함에 따라 대량의 일률적인 공급 중심에서 개개의 다양성이 존중되는 수

요 중심으로 공간 가치평가 기준이 변화하고 있다. 이 중 실내공간의 특성을 결정하는 주요 요소인 인공조명은 효율성만을 강조하는 조명기구 중심에서 그 공간과 이용자를 고려한 조명환경과 조명디자인 중심으로 중요성이 확장되고 있다.

공간과 그 곳 이용자를 고려한 조명디자인은 공간의 목적과 기능, 특징, 활용시간과 정도에 관한 분석과 함께 이용자의 생리적·심리적·경험적·문화적 상황과 행위패턴을 이해해야 한다[1]. 조명디자인 과정에서 공간분석 및 이용자 행위패턴은 가장 중요한 디자인과정으로 인식되고[2] 있으나 이용자 상황들은 간과되는 경우가 많다. 그러나 같은 조명환경에서 사용자들의 다양한 상황에 따라 다르게 지각하고 반응한다.

* 주(교신)저자 : 이화여자대학교 색채디자인연구소
조명디자인/조명색채분야 연구원
* Main(Corresponding) author : Ewha Color Design
Research Institute Researcher
Tel : 02-3277-4609, Fax : 02-3277-3730
E-mail : yjsworld@hotmail.com
접수일자 : 2012년 11월 8일
1차심사 : 2012년 11월 13일
심사완료 : 2012년 12월 17일

이는 연령(年齡)에 따라 시야확보에 필요한 조도수준이 다르고, 조명색채를 심리적으로 접근하여 치료에 활용하고 있으며 야외에서 한국인과 유럽인이 자연광 정도에 대한 행태반응이 다른 사례를 통해 알 수 있다.

본 연구에서는 이용자 상황에 따른 조명환경의 중요성과 연구의 필요성을 인식하고 빛을 지각하는 시각 시스템과 밀접한 영향이 있는 연령에 따른 조명환경을 연구하고자한다. 그 중 가독(加讀)기능을 중심으로 연령대별 선호 백색 LED조명환경을 도출하여 가독성에 효과적인 LED조명 색온도와 조도 데이터베이스를 구축하고자 한다. 이러한 연구결과 및 과정은 실내공간의 LED조명 연출시 데이터베이스로 활용되기를 기대하며 새로운 연구방법으로 제안한다.

1.2 연령과 조명환경 상관성 및 연구 의의

연령이 많아짐에 따라 시각 구조와 시력에 많은 변화가 일어난다. 사람의 눈은 나이가 많아짐에 따라 망막의 추상체 감도 및 수정체의 탄력성, 투과율 저하로 인해 시력, 휘도대비 변별력, 색의 식별 능력 등 시각 기능이 떨어진다[3]. 이러한 이유로 연령에 따른 가독 공간을 위한 필요조도와 쾌적감을 느끼는 조명색채는 다르게 지각될 것으로 판단된다.

첫째, 망막의 조도 상대적 감소 예상치에 대한 그림 1을 통해 조도와 연령과의 상관성을 알 수 있다. 이는 같은 외부 조도수준에서 나이가 증가함에 따라 망막의 조도 수준은 현저히 감소하며, 연령이 증가함에 따라 가독성을 높이기 위해서는 높은 조도 수준이 요구됨을 나타낸다. 그러나 가독성을 높이기 위한 밝기는 1,000lx까지는 시력과 직선적인 상관관계가 있으나 그 이상은 오히려 감퇴현상이 있을 수 있다[4].

둘째, 조명색채와 연령과 상관성은 그림 2의 연령에 따른 빛의 파장별 수정체 투과율을 통해 알 수 있다. 가시광은 380nm에서 780nm까지 분광된 파장 형태로 측정되며 연령 변화에 수정체 투과율이 달라 같은 조명색채라도 다르게 지각 인식됨을 말해 준다. 그 중 단파장의 경우 장파장보다 나이 증가 영향을 많이 받아 연령이 증가함에 따라 짧은 가시파장으로 지각되며[5], 고령으로 갈수록 특히 저조도에서 색깔 변별력

이 떨어지고 미묘한 색차와 휘도차 지각에 어려움이 있다[6]. 이러한 이유로 조명디자인시 공간 이용자의 연령을 고려한 계획이 요구된다.

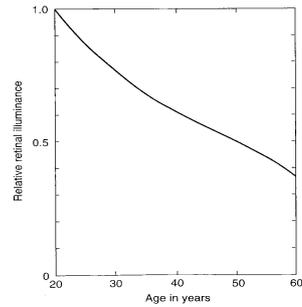


그림 1. 망막의 조도 상대적 감소 예상치
Fig. 1. An estimate of relative decline in retinal illuminance (출처: IESNA(7))

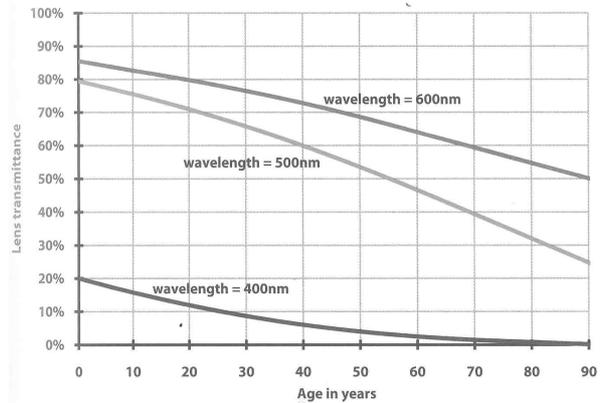


그림 2. 나이와 파장과의 관계(수정체 투과율)
Fig. 2. Lens transmittance as a function of age and wavelength of optical radiation (출처 : David L. DiLaura(8))

연령을 고려한 LED조명환경에 관한 선행연구를 살펴보면 이진숙 등(2012)의 조명 색온도가 고령자 색지각에 미치는 영향에 관한 연구와[9] 지순덕, 김채복(2011)의 학령기 아이들을 대상으로 LED조명 색온도에 따른 학습효과에 대한 연구[10]가 특징적이다. 이외의 대부분의 조명 실험 연구는 청년층을 대상으로 진행되고 있어, 연령대별 비교를 기반으로 한 LED조명환경에 대한 연구는 거의 부재한 실정이다. 나이가 많아짐에 따라 시각시스템이 변화되어 빛을 인식하는 생리조건이 달라지며 축적된 경험에 따른 빛 인식 태

도 역시 다를 것으로 사료된다. 그러나 특정한 공간 외의 대부분 공간들은 다양한 연령층이 함께 이용함에도 불구하고 연령대별 LED조명환경에 대해 적극적인 고려가 되지 않았음을 알 수 있다.

따라서 가독기능을 위한 실내공간 백색 LED조명환경 연령별 적정 조도수준과 색온도 조건이 다르게 요구되며 구체적인 데이터 도출이 필요하다. 이러한 조도와 색온도 관계성 연구결과 활용을 통해 다양한 연령대의 공간 이용자들에게 보다 쾌적한 공간을 제공

할 것으로 판단되며 여기에 연구의 의의가 있다.

2. 실험

2.1 실험 내용

2.1.1 실험 과정 및 방법

연령대별 가독기능을 위한 실내공간 백색 LED조명환경과 관련된 실험 과정 및 방법은 다음과 같다.

표 1. 실험에 사용된 LED조명환경
Table 1. LED Lighting condition for the experiment

구분	문항	조명 번호	조도 (lx)	cW	wW	색좌표 x	색좌표 y	측정 색온도(K)	휘도 (cd/m ²)	비고	조명번호의 연출 사진		
색 온 도 기 준	Cool White 계열 LED 조명	1번 문항	1.1	1000	119	0	0.3214	0.342	5999	267.8	암순응 고려		
			1.2	700	86	0	0.3213	0.3419	6002	187.5			
			1.3	500	63	0	0.3211	0.3415	6014	132.8			
			1.4	300	42	0	0.3206	0.3407	6042	78.38			
		2번 문항	2.1	300	42	0	0.3206	0.3407	6040	78.4		명순응 고려	
			2.2	500	63	0	0.3212	0.3416	6008	132.8			
			2.3	700	86	0	0.3214	0.3419	5998	187.9			
			2.4	1000	119	0	0.3215	0.3421	5994	268.1			
	Warm White 계열 LED 조명	3번 문항	3.1	1000	0	144	0.4637	0.4247	2751	264.2	암순응 고려		
			3.2	700	0	105	0.4636	0.4245	2752	186.2			
			3.3	500	0	76	0.4633	0.4242	2752	130.9			
			3.4	300	0	50	0.4627	0.4235	2756	79.42			
		4번 문항	4.1	300	0	50	0.4627	0.4235	2756	79.48		명순응 고려	
			4.2	500	0	76	0.4634	0.4241	2751	131.1			
			4.3	700	0	105	0.4636	0.4245	2750	186.4			
			4.4	1000	0	144	0.4637	0.4248	2752	263.4			
	Neutral White 계열 LED 조명	5번 문항	5.1	1000	70	70	0.3765	0.3737	4076	267.8	암순응 고려		
			5.2	700	52	52	0.3757	0.3729	4094	188.5			
			5.3	500	40	40	0.3741	0.3717	4129	131.1			
			5.4	300	30	30	0.3735	0.3709	4141	80.08			
6번 문항		6.1	300	30	30	0.3735	0.3709	4141	80.08	명순응 고려			
		6.2	500	40	40	0.3741	0.3717	4129	131.1				
		6.3	700	52	52	0.3757	0.3729	4094	188.5				
		6.4	1000	70	70	0.3765	0.3737	4076	267.8				
조도 기준	-	7번 문항	7.1	800	105	0	0.3217	0.3429	5981	218.7	-		
			7.2	800	65	65	0.3769	0.3745	4071	230.9			

첫째, 색온도와 조도 변화 제어가 가능한 LED조명이 설치된 실험실을 구축하였다.

둘째, 가독성을 높이는 연령별 색온도와 조도에 관한 문헌조사를 진행하여 조명환경을 설정하였다. 우선 색온도를 기준으로 조도 변화를 주어 평가 실험을 진행하였다. 연출 조명환경은 사람들이 가장 쾌적하게 인지하는 자연광 범위에 포함되는 색온도 2,700K, 4,000K 그리고 6,000K으로 설정하고 조도는 가벼운 읽기에서 집중 읽기 범위인 300lx와 500lx, 700lx, 1,000lx로 설정하였다. 실험은 명순응과 암순응에 따른 오차를 방지하기 위해 각 색온도별로 낮은 조도에서 높은 조도로, 반대의 높은 조도에서 낮은 조도로 두 번 시행하여 결과를 도출하였다.

셋째, 설문은 실험실 내 책상에 신문과 책등의 읽을 거리들을 놓아두고 표 3 내용 중 '색온도 기준'의 문항별 색온도와 조도를 연출하였다. 색맹여부와 교정시력을 확인한 피험자들에게 연출되는 조명환경 아래에서 주어진 신문과 책등을 편안하게 읽을 수 있는 조명을 선택하게 하였다.

설문(1) 앞에 놓여진 책 또는 신문을 읽기에 가장 편안한 조명은 몇 번입니까?
 ① ② ③ ④ ⑤전부 비슷함 ⑥ 없음

넷째, '색온도 기준'에서 선택된 가독성에 적합한 범위인 800lx의 6,000K과 800lx의 4,000K의 두 가지 조명환경을 연동하여 색온도가 다른 같은 조도 연령별로 재평가하여 연구의 신뢰도를 높이고자 하였다.

다섯째, 실험된 조명환경의 조도, 휘도, 색도를 측정하여 광학적 분석을 수반하였다.¹⁾

이렇게 진행된 실험의 결과를 엑셀을 통해 도표화하여 다각적인 분석을 진행하였다.

2.1.2 실험실 구축 및 피험자 구성

실험실(2,720×2,200×2,400mm) 내부의 천정과 벽은

1) 실험실 중앙부에 작업면(바닥에서 75cm 높이)에 표준흰색(white standard)를 설치하고 Minolta CS1000을 이용하여 휘도와 색좌표를 측정하고 Minolta LS-200을 이용하여 조도를 측정하였다.

무광 흰색도료로 바닥은 짙은 회색 카펫으로 마감하여 LED조명의 색들이 공간에서 잘 구현될 수 있도록 하였으며, 출입을 위한 개구부(800×2,200mm)에 암막커튼(내부 회색)을 설치하여 외부 빛을 차단하였다. 천정에 정방형 LED조명기구²⁾(550×550mm) 4개를 배치하였고, 그 기구에는 0-255범위에서 광량 조절이 가능한 R(red)G(green)B(blue)와 wW(warm white), cW(cool white) 72개의 LED소자와 폴리카보네이트 유백색 디퓨저가 구성되어 있다.

피험자는 표 2와 같이 40대를 제외한 10대부터 60대까지 총 57명으로 성별은 남 22명과 여 35명을 대상으로 구성하였다. 피험자는 색맹과 색약이 없으며 교정시력 0.7이상을 대상으로 진행하였다.



그림 3. 실험실 내부와 외부 사진
 Fig. 3. The internal and external laboratory photos

표 2. 피험자 구성
 Table 2. A subject for the experiment

구분	10대	20대	30대	50대	60대	총계	
피험자 수	16명	10명	11명	10명	10명	57명	
성별	남	6명	5명	5명	2명	4명	22명
	여	10명	5명	6명	8명	6명	35명

2.2 실험 결과

2.2.1 색온도에 따른 연령별 선호 조도

색온도에 따른 연령별 선호 조도 실험은 색온도

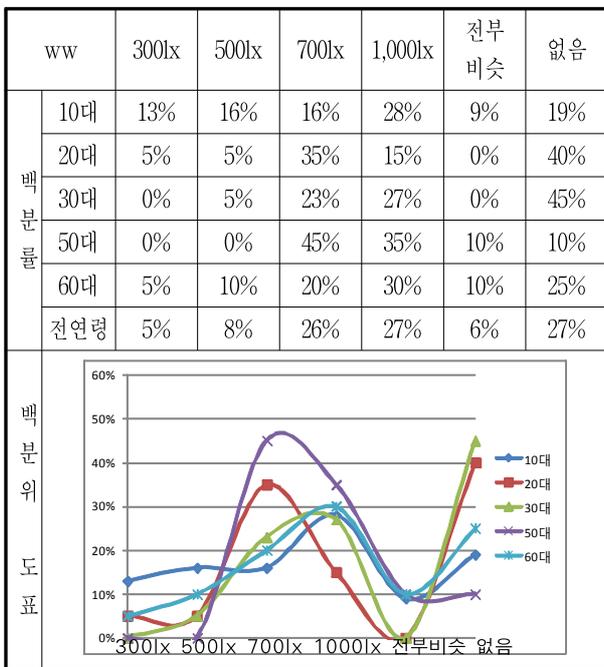
2) LED조명소자는 (주)루미마이크로 제품이며 조명 기구는 (주)알에프텍에서 제작하였다.

2,700K과 4,000K, 6,000K로 구분하여 실시하였고 분석 결과의 도표는 각 연령대의 피험자수가 달라 연령대별 백분율로 표기하였다.

① Warm White LED조명(2,700K)의 가독성 평가 가독기능을 위한 실험결과로 Warm White계열 LED조명(2,700K)은 다른 색온도에 비해 적합하지 않다고 판단하는 경향이 크다. 그 결과는 표 3와 같다.

표 3. 색온도 2,700K에서 읽기환경의 연령별 선호 조건

Table 3. Preferred illuminance according to age group (2,700K)



20대와 30대의 경우 40%이상 선택하지 않았으며 10대와 50대, 60대는 ‘전부비슷’과 ‘없음’의 부정적 선택을 25% 내외로 선택하였다. 10대의 경우 조도변화에 따른 선호도 차이가 크지 않고 20대와 50대의 경우 300lx와 500lx범위보다 700lx와 1,000lx를 명확하게 더 선호하고 있음을 알 수 있다.

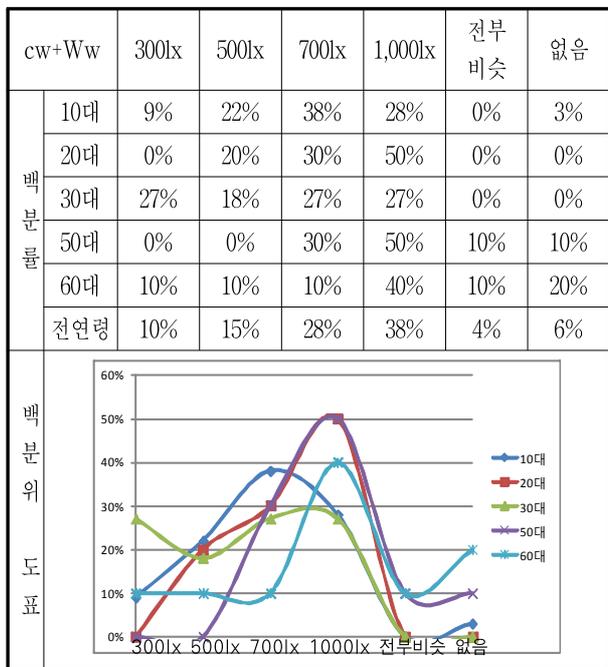
② Neutral White LED조명(4,000K)의 가독성 평가 Neutral White계열 LED조명(4,000K)의 가독성을 위한 조명환경은 전연령 통합 1,000lx를 가장 선호하

였으며 내용은 표 4와 같다.

연령대별로는 10대의 경우 700lx를 가장 선호하며, 30대 경우 18%~27%범위로 300lx~1,000lx의 조도범위를 비슷하게 선호하고 있었다. 50대 경우 300lx와 500lx를 선택하지 않았으며 60대 경우 20%가 ‘없음’을 선택한 것이 특징적이다. 4,000K 색온도와 가독성 관계에서 10~30대의 연령층이 50~60대의 연령층에 비해 긍정적임을 알 수 있다.

표 4. 색온도 4,000K에서 읽기환경의 연령별 선호 조건

Table 4. Preferred illuminance according to age group(4,000K)



③ Cool White LED조명(6,000K)의 가독성 평가

Cool White계열 LED조명(6,000K)의 가독성을 위한 조명은 전연령 통합 700lx를 가장 선호하였다. 연령별대 별로는 10대와 30대의 경우 500lx~1,000lx의 범위에서 비슷하게 선호하고 있으며 20대, 50대, 60대는 조명별 선호정도가 명확함을 알 수 있다. 다른 색온도에 비해 300lx선호도가 현저히 낮으며 ‘없음’은 1%선택으로 가독환경에 적합하다고 판단하는 것으로 보인다.

표 5. 색온도 6,000K에서 읽기환경의 연령별 선호 조도
Table 5. Preferred illuminance according to age group(6,000K)

cw		300lx	500lx	700lx	1,000lx	전부 비슷	없음
백분률	10대	9%	25%	28%	38%	0%	0%
	20대	0%	5%	60%	30%	0%	5%
	30대	0%	32%	36%	32%	0%	0%
	50대	5%	10%	30%	45%	10%	0%
	60대	0%	10%	50%	40%	0%	0%
	전연령	4%	18%	39%	37%	2%	1%

④ 통합 색온도의 연령별 가독성을 위한 조도수준 평가

통합 색온도(2,700K, 4,000K, 6,000K)의 조도수준에 따른 가독성을 위한 연령별 평가는 표 8과 같다.

이 데이터는 설문 내용 중 선호조명 없음과 모두 비슷함에 대한 내용을 제외한 색온도와 조도의 관계에 대한 내용을 표기하였다. 연령대 별로 10대와 50대, 60대는 1,000lx를 가장 선호하고 있으며 50대와 60대는 700lx보다 1,000lx를 선호하는 비율이 더 컸다. 그러나 20대의 경우 700lx 선호 경향이 강하며 30대의 경우 700lx와 1,000lx의 선호도가 29%로 같았다. 또한 20대와 30대의 경우 조명환경이 '전부비슷'의 선택이 0%임을 통해 젊은 층이 장년층에 비해 빛에 대해 세심하게 평가함을 알 수 있다.

또한 전연령 통합 가독성을 위한 조도수준 평가는 700lx와 1,000lx가 30%~35% 범위로 선택되었다.³⁾

3) 가독성이 강조되는 오피스의 주요 국가 조도기준은 한국 : 150-200-300lx(인쇄 원본의 판독), 300-400-600lx(전화번호부 판독)[11], 일본 : 750lx(일반사무

가독기능에 적합한 조도는 700lx~1,000lx 범위이며 표 6 그래프를 통해 시각 측면에서 800lx가 적절하다고 판단된다.

표 6. 통합 색온도의 연령대별 읽기환경의 선호 조도
Table 6. Preferred illuminance according to age group(2,700K, 4,000K, 6,000K)

통합색온도		300lx	500lx	700lx	1,000lx	전부 비슷	없음
백분률	10대	10%	21%	27%	31%	3%	7%
	20대	2%	10%	42%	32%	0%	15%
	30대	9%	18%	29%	29%	0%	15%
	50대	2%	3%	35%	43%	10%	7%
	60대	5%	10%	27%	37%	7%	15%
	전연령	6%	12%	32%	34%	4%	12%

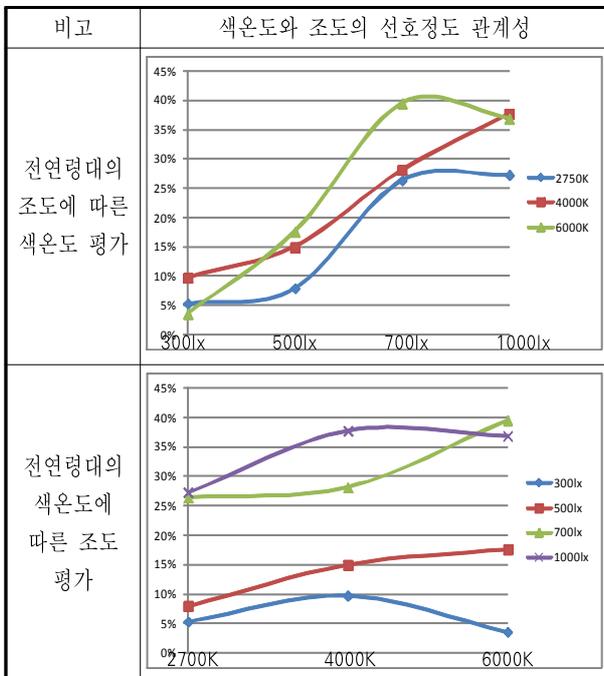
2.2.2 색온도와 조도의 선호도 관계성

먼저 전 연령대 조도에 따른 색온도 평가 도표를 보면 Neutral White LED조명(4,000K)의 경우 조도가

실)[12], 미국 : 250-500-1000lx(Reading : print media 6pt-Font), 150-300-600lx(Reading : print media 8pt-Font)[13], 영국 : 500lx(Mainly paper based work)[14], CIE : 500lx(offices/reading)[15]와 같다. 본 실험과 다른 국가의 조도기준을 살펴보면 국내의 조도기준이 항목별로 세분화되고 높아져야 함을 알 수 있다.

높아짐에 따라 일정하게 선호도가 증가함을 알 수 있다. Cool White LED조명(6,000K)의 경우 700lx에서 사람들이 가장 책 읽을 때에 편안함을 느끼며 Warm White LED조명(2,700K) 경우 전반적인 선호도가 낮고 700lx와 1,000lx가 비슷하게 지각하고 있음을 알 수 있다. Cool White와 Warm White는 300lx에서 낮게 평가되었으며 700lx와 1,000lx의 평가정도는 각 색온도에서 비슷하게 선호하고 있는 것이 특징적이다.

표 7. 색온도와 조도의 선호도 관계성
Table 7. Relationship between color temperature and intensity of illumination



다음 전 연령대의 색온도에 따른 조도 평가의 도표를 보면 전반적으로 1,000lx를 가독환경으로 높게 평가하고 있으나 Cool White LED조명(6,000K)에서는 다소 그 수치가 낮아짐을 알 수 있다. 700lx의 경우 Warm White LED조명(2,700K)과 Neutral White LED조명(4,000K)에서 비슷하게 가독성을 지원하는 것으로 평가하나 Cool White LED조명의 평가가 거의 40%로 높아짐을 알 수 있다. 또한 가독성이 가장 떨어지는 환경은 300lx의 6,000K으로 판단하고 있었다.

아울러 전연령 통합 가장 가독성을 지원하는 실내환

경은 700lx의 6,000K으로 평가되었다. 그러나 다양한 조도의 범위에서 안정적인 가독성을 지원하는 색온도는 4,000K으로 판단된다.

2.3 연령대에 따른 조명환경 평가 비교

연령대별 가독기능을 위한 실내공간 백색 LED조명 환경에 대한 실험 피험자군 중 연령대의 상·중·하 대표 세 연령대를 비교하였다. 이는 대상 연령대의 차를 주어 연령변화에 따른 조명환경 선호 평가의 결과의 폭을 넓히기 위함이다.

표 8. LED조명의 연령대별 가독환경 평가
Table 8. The readability circumstance assessment of LED lighting according to age group

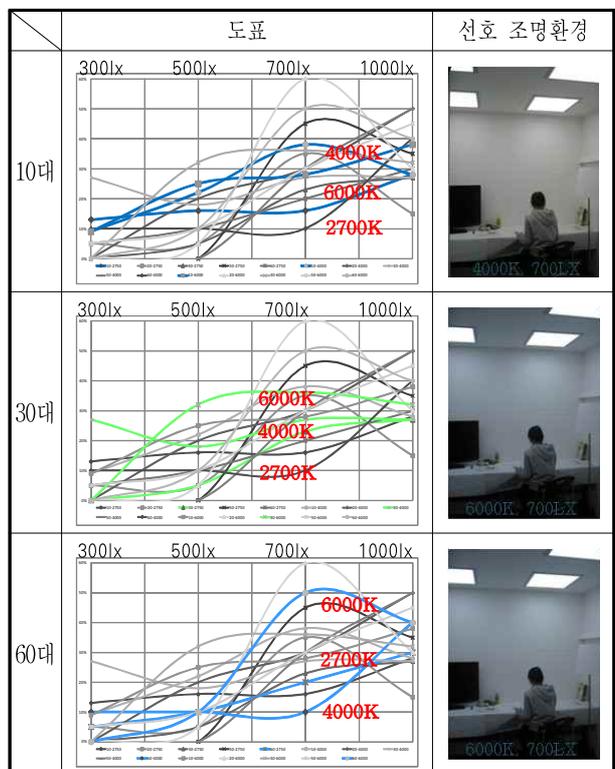
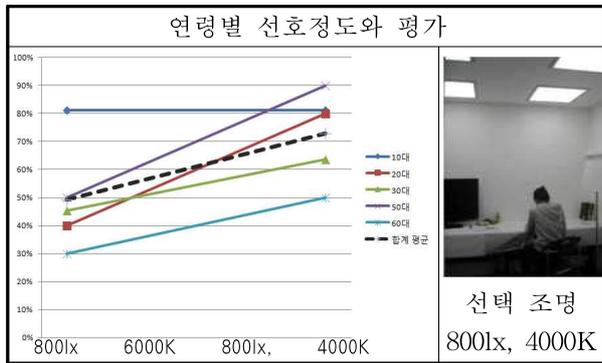


표 8의 도표에 의하면 연령대별 조명환경에서의 가독기능에 대한 평가는 다양함을 알 수 있다. 또한 연령대에 따라 색온도 변화에 따라 적절한 가독기능을 위한 조명의 조도가 다름을 알 수 있다. 10대의 경우 약간의 편차는 있으나 700lx외의 다른 조도에서 색온

차에 따른 평가정도가 크게 차이나지 않으며 700lx의 4,000K과 6,000K을 가장 편안한 가독환경으로 지각하고 있다. 30대의 경우 4,000K에서 색온도 변화에 따라 비교적 일정하게 평가하고 있으며 다른 연령대에 비해 낮은 조도수준의 가독환경을 편안하게 지각함을 알 수 있다. 또한 60대의 경우 타 연령대에 비해 높은 조도수준을 선호하는 경향이 두드러졌다. 특히 6,000K의 700lx를 편안한 가독환경으로 인지하고 있으며 10대와 함께 300lx~500lx 범위의 Warm White LED조명색채에 좋은 평가를 하였음이 특징적이다.

연구의 신뢰도를 높이기 위해 가독성에 적합한 조도와 색온도 범위의 두 가지 조명환경을 재실험하였다.

표 9. 조도 800lx조명의 색온도 변화에 따른 가독성 평가
Table 9. The readability assessment according color temperature (800lx)



조도인 800lx 조명을 4,000K과 6,000K으로 연동하여 피험자들에게 가독성을 평가 설문(복수응답 가능)을 진행한 결과 800lx, 4,000K의 조명환경이 가독성에 적합하다고 70% 이상 선택하였다. 특징적인 부분은 다른 연령층은 4,000K의 평가가 월등히 높았으나 10대의 경우 색온도에 따라 선호도의 차이가 없다는 점이다. 또한 두 가지 조명을 모두 선택한 경우가 많아 두 조명환경 모두 가독성에 적합하다고 인식하고 있는 비율이 높음을 알 수 있다.

3. 결 론

인간은 시시각각 변화하는 빛환경에서 시각을 통해

가장 용이하게 정보를 얻으며 각 개인의 다양한 상황에서 이를 다르게 지각한다.

이에 본 연구에서는 이용자 상황에 따른 조명환경의 중요성과 연구의 필요성을 인식하여 연령대별 가독기능을 위한 실내공간의 백색 LED조명환경을 실험 연구하였다. 색온도를 기준으로 다양한 조도수준을 연출하여 피험자에게 각 색온도별 편안한 가독환경을 선택하게 하여 연령별 평가 특징과 적정 조도와 색온도의 범위 도출 및 선택된 조명환경의 조도와 색온도의 관계성을 파악하였다.

연령대별로는 첫째, 10대의 경우 다른 연령층에 비해 색온도별 조도변화에 민감하지 않은 것으로 판단되며 가독기능을 위한 조명환경은 700lx의 4,000K과 700lx의 6,000K으로 지각하였다.

둘째, 20대의 경우 Cool White LED조명은 700lx의 조도수준을 선호하며 Neutral White LED조명에서는 500lx~1,000lx의 조도를 전반적으로 선호하였다.

셋째, 30대의 경우 대체적으로 색온도별 500lx~1,000lx까지 선호정도가 비슷하며 다른 연령대 비해 낮은 조도 수준을 선호하며, 300lx의 Neutral White LED조명을 다른 연령대에 비해 두드러지게 선호하고 있음을 알 수 있다. 또한 20대와 30대의 특징은 Warm White LED조명을 가독성을 위한 조명평가에 더욱 부정적이며, 20대~30대의 연령층이 다른 연령층에 비해 조명환경에 대해 섬세하게 평가하고 있다고 판단된다.

넷째, 50대의 경우 조도수준에 민감한 반응을 보였다. Cool White LED조명 경우는 조도수준에 따라 점차적으로 선호도가 증가하나 Neutral White과 Warm White LED조명은 조도수준에 따른 선호와 비선호의 경향이 뚜렷하다.

다섯째, 60대의 경우 큰 편차로 700lx의 Cool White LED조명의 선호하며 특징적인 점은 다른 연령대에 비해 700lx의 Neutral White LED조명을 낮게 평가하고 있다. 또한 50대~60대가 다른 연령층에 비해 1,000lx를 9%정도 더 선호하여 가독환경에서 더 높은 조도수준을 요구함을 알 수 있었다.

마지막으로 색온도 별 조도변화에 의한 설문은 전연령대 통합 결과 가장 가독성을 지원하는 실내환경은 700lx의 6,000K으로 평가되었다. 그러나 6,000K의 경

우 낮은 조도 수준 혹은 높은 조도 수준에서 오히려 선호도가 떨어지는 경향이 있으며, 4,000K은 우리의 조도수준이 높아짐에 따라 시각환경이 개선되는 범위의 곡선과 유사하여 다양한 조도의 범위에서 안정적인 가독성을 지원하는 것으로 판단되었다. 연구의 신뢰도를 높이기 위해 가독에 적합한 범위인 조도 800lx 조명의 색온도 변화에 따른 재실험을 한 결과 Neutral White LED조명을 가독환경에 더 적합하다고 평가되었다.

본 연구를 통해 연령대별로 조명환경을 다양하게 지각 평가하고 있으며 공간 기능에 따라 요구되는 조명 환경도 다양함을 알 수 있었다. 이러한 연구결과 및 과정은 가독기능을 위한 실내공간의 LED조명 연출시 데이터베이스로 활용되기를 기대하며 LED조명환경의 연구방법으로 제안한다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부 및 한국산업기술평가관리원의 산업원천기술개발사업(신산업)(10040037, 쌍방향 정보교환 기반 복합공간용 인텔리전트 IT조명 시스템 기술 개발) 과 (K1002180, Full Color감성조명, 제어 및 네트워크 기술 개발) 연구 사업의 일환으로 수행하였음.

References

[1] Jung-Soon Yang, A Study on the Autumn LED Emotional Lighting Color through the comparative analysis of the Daylighting and LED Lighting Color, Journal of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers, Vol. 25, No.11, pp.2, 2011. 11.

[2] Jung-Soon Yang, Hyun-Joong Kim, A Study on Exterior Lighting Design of an Urban Apartment Complex, Korean Society of Design Science 96th Vol.24 No.3, pp.187~189, 2011.

[3] The Illuminating Engineering Institute of Japan, Han-Jong Park, Do-Hee Lee, Lighting hand book, Original title: 照明ハンドブック, Gyeonggi-do: Sungandang, 2010. pp. 269.

[4] Jae-Hoo Kim, Eyes and lighting, Journal of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers, Vol.7 No.5 1993, pp.3~7.

[5] David L. DiLaura, Kevin W. Houser, Richard G. Mistrick, Gary R. Steffy, The Lighting Handbook Tenth edition: Reference and Application, New York : Illuminating Engineering Society, 2011. pp. 2.19~2.22.

[6] Architectural Institute of Japan, Yoon Hye-lim, Environment design of light and color. Gyeonggi-do: Sungandang, 2005. pp. 218~219.

[7] IESNA, The IESNA Lighting handbook. ninth edition, New York : Illuminating Engineering Society 2000. pp.10-15.

[8] David L. DiLaura, Kevin W. Houser, Richard G. Mistrick, Gary R. Steffy, The Lighting Handbook. IES Tenth edition: Reference and Application, New York : Illuminating Engineering Society, 2011. pp.2.19~2.22.

[9] David L. DiLaura, Kevin W. Houser, Richard G. Mistrick, Gary R. Steffy, The Lighting Handbook. IES Tenth edition: Reference and Application, New York : Illuminating Engineering Society, 2011. pp.2.19~2.22.

[10] Jin-sook Lee, Ji-young Park, So-yeon Kim. Analysis of the effect of color temperature of white LED lighting on color recognition in the elderly, Korea Society of Color Studies's thesis, Vol.26 first, 2012. 02, pp.55-67.

[11] Soon-Duk Jee, Chae-Bogk Kim. Subjective Evaluation on the Color Temperatures of LED illumination in the Classroom, Journal of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers, Vol. 25, No.1 , pp.30-41, 2011.

[12] Agency for Technology and Standards, KS lighting Standards, KS A 3011, <https://www.standard.go.kr>, 1998. pp.18.

[13] The Society of lighting, A Hand book of Office lighting Design, Original title: オフィス照明設計技術指針, JIEG-008, 2001 pp.13.

[14] David L. DiLaura, Kevin W. Houser, Richard G. Mistrick, Gary R. Steffy, The Lighting Handbook. IES Tenth edition: Reference and Application, New York : Illuminating Engineering Society, 2011. pp.32.8.

[15] The society of light and lighting, The SLL lighting handbook. CIBSE 2009. pp.162.

[16] CIE, Lighting of indoor work places. CIE S 008/E-2001, 2001. p14.

◇ 저자소개 ◇



양정순 (梁貞順)

1977년 5월 20일생. 이화여자대학교 공간 디자인 전공 수료(디자인학 박사). (주)비츠로 앤 파트너스 과장. 숭실대, 세종대, 배재대 실내건축과 강사. 현재 이화여자대학교 색채디자인연구소 연구원.



김진희 (金珍希)

1986년 8월 26일생. 이화여자대학교 공간 디자인 전공 졸업. 현재 이화여자대학교 색채디자인연구소 연구원.