

고령자를 위한 주거시설 조명환경 계획에 관한 연구

(Development of Methodology of Lighting Plan for Elderly Housing)

원슬기* · 박병철 · 최안섭**

(Seul-Ki Won · Byoung-Chul Park · An-Seop Choi)

요 약

본 연구는 급속히 고령화되는 현 사회와 그에 따라 증가하는 고령자 주거시설에 적용하기 위한 조명환경 계획의 방법론을 제시하는 것에 그 의의가 있다. 이를 위해 일차적으로 고령자의 심리·생리적 특성을 파악하고, 빛과 인간의 건강·감성의 관계에 관한 연구의 경향을 파악하였다. 또한 현재 고령자 주거시설의 조명현황을 파악하고 문제점을 분석한 후, 이의 개선을 목표로 고령자의 생리·심리적 특성을 고려한 고령자 주거시설 조명환경 계획의 방법론을 제시하였다. 그리고 고령자의 일일 생활패턴에 따른 시나리오를 구성하고, 이에 따라 제어가 용이한 인터페이스를 계획하였다.

Abstract

The number of people over sixty five years old is steadily rising and the elderly housing are continuously increasing. Regarding such a trend, this research has been focused to propose the methodology of lighting design for elderly people. For this purpose, we researched the basic theory of lighting design through literature review, first. In addition, measurement and analysis of the light environment and light plan in elderly housing has been carried out by case studies. And we organized lighting scenario by the daily life-pattern of the elderly, and than planned lighting interface to be easy to control.

Key Words : Lighting for elderly, Elderly housing, Lighting plan, Lighting interface

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

조명은 고령자의 독립적인 생활을 위해 필수적인

건축환경 요소이다. 조명의 밝기만을 고려하던 과거와는 달리, 인간의 건강과 감성을 더욱 고려한 조명 시스템의 개발이 진행되고 있다. 그러나 고령자를 대상으로 한 연구는 미비한 실정이며 늘어가는 고령자 주거시설의 질적인 수요에 대응할 수 있는 조명환경 계획의 방법론 마련이 필요하다. 따라서 본 연구는 급속히 고령화되는 현 사회와 그에 따라 증가하는 고령자 주거시설에 적용하기 위한 조명환경 계획의 방법론을 제시하는 데에 그 의의가 있다.

* 주저자 : 세종대학교 건축공학과 석사과정
** 교신저자 : 세종대학교 건축공학과 교수
Tel : 02-3408-3761, Fax : 02-3408-3671
E-mail : aschoi@sejong.ac.kr
접수일자 : 2007년 2월 15일
1차심사 : 2007년 3월 2일
심사완료 : 2007년 3월 30일

1.2 연구의 방법 및 범위

본 연구는 이론연구, 사례연구, 가이드라인 제시 및 응용의 단계로 진행되었다. 이론연구 단계에서는 주거시설의 조도기준, 고령자의 심리·생리적 특성에 대해 고찰하였으며 국내·외의 서적, 논문, 웹 자료 및 통계자료들을 토대로 정리하였다.

사례조사 단계에서는 선정된 고령자 주거시설의 조명평면을 분석하였다. 평형별로 조도와 색온도를 측정하고, 선행 연구된 바 있는 일반 주거시설(공동주택)의 측정 데이터와 비교 분석하였다.

가이드라인 제시 및 응용 단계에서는 측정된 데이터를 바탕으로 현 고령자 주거시설 조명의 문제점 파악 및 공간별 개선안을 컴퓨터 시뮬레이션을 사용하여 제안하였다. 또한 고령자의 하루생활을 시간대별로 분류하여 그에 따른 조명 시나리오를 구성하고, 고령자가 쉽게 제어할 수 있는 인터페이스를 디자인하였다.

2. 이론적 고찰

2.1 주거시설 조명의 정량적·정성적 지표

사회활동이 왕성한 일반 성인들에 비해 주거 내에서 보내는 시간이 많은 고령자에게 주거영역은 전체 생활영역의 대부분이라고 해도 과언이 아닐 정도로 큰 부분을 차지한다. 이러한 주거공간의 조명은 거주자의 시각 및 심리, 작업능률 등에 큰 영향을 미친다. 다음 표 1은 주거시설의 조명환경을 구성하는 지표를 나타낸 것이다[1-2].

2.2 고령자와 조명

2.2.1 고령자의 시각특성

인간은 눈을 통해서 외부로부터 받아들인 정보들을 대뇌에서 해석하고 그 결과로 특정행동을 하게 된다. 따라서 눈의 노화로 인한 시각과정의 변화는 고령자 행동특성의 변화를 유발하게 된다.

표 1. 주거시설 조명의 지표

Table 1. Indexes of lightings of residential area

지표	내 용
조도	<ul style="list-style-type: none"> ☐ 기준조도 미달시 작업효율 저하, 시력저하 및 심리적 불안, 우울, 불면에 따른 신경과민 등의 장애 유발 ☐ 기준조도를 초과할 경우 휘도차(10:1 이상)에 따른 눈부심 유발, 기구 및 광원과 소비전력 상승에 따른 유지비 상승 문제 등이 발생 ☐ 고령자의 경우 동일 작업을 수행하는 데에 일반 성인의 2~3배에 해당하는 고조도 필요
균제도	<ul style="list-style-type: none"> ☐ 일반적으로 측정 조도값의 [최소값/최대값] 또는 [최소값/평균값]으로 산출(값이 낮을수록 공간의 밝기를 실제보다 낮게 인식)
색온도	<ul style="list-style-type: none"> ☐ 색온도가 높을수록 차갑고 활발한 분위기를 연출, 낮을수록 평온하고 안정된 분위기를 연출 ☐ 값이 높아질수록 황색에서 백색, 청색의 순으로 변화
글레어	<ul style="list-style-type: none"> ☐ 고령자는 일반적으로 글레어에 대해서는 70세는 20세의 2배, 80세는 3배로 더욱 민감 ☐ 1[lx]의 밝기에 눈이 순응하고 있을 때, 1.5m 떨어진 백열등의 유백 글로브 기구를 보고 느끼는 글레어의 정도를 조사한 실험에서는 평균연령 70세 이상의 고령자들이 장시간 조명기구의 불빛이 보이는 공간에서는 2,000[cd/m²] 이하의 휘도에서, 단시간인 경우 5,000[cd/m²]에서 눈부심이 발생

인간의 시력은 20대의 평균 시력이 1.0이라면 65세에는 0.4정도로 떨어져 정교한 작업이 곤란해진다. 또한 명암에 대한 순응력이 떨어지며 색 감각, 특히 한색계에 대한 판단력이 둔해진다. 그리고 백내장의 발생시 인식가능한 색의 수가 현저히 감소되고, 노화에 따라 수정체의 색이 노랗게 변하여 시계가 마치 노란색필터를 통하여 보여지는 듯한 시계황변화가 발생한다[1].

2.2.2 고령자의 생리 및 심리와 조명

고령자가 되면 숙면단계의 수면이 감소하고 65세 이후는 이 수면대가 거의 없어지므로, 긴 잠을 유지할 수 없고 새벽잠을 설치게 된다. 고령자는 이러한 수면패턴으로 낮 시간에 졸게 되는데, 사회적 활동이나 정신적 자극이 적은 고령자의 조는 현상은 인지능을 퇴화시킨다[3]. 이러한 현상의 개선을 위해서는 수면 전에 빛의 밝기조절을 통해 적절한 멜라토닌(생

고령자를 위한 주거시설 조명환경 계획에 관한 연구

체리듬 조절의 중요한 역할을 하는 호르몬, 수면과 밀접한 관련)이 분비되도록 하는 것이 중요하다[4].

또한 고령자 주거시설 조명의 제어수단 선정시에는 새로운 환경에의 적응 및 기기조작법에 어려움을 느끼는 고령자의 심리적 특성을 충분히 고려해야 한다. 복잡하고 불편한 제어방법은 고령자가 스스로에 대한 무능력을 느끼게 하므로, 자립적으로 제어가능한 수단을 제공하여 자아존중감을 가지는 데에 도움이 되도록 해야 한다.

3. 사례연구

3.1 사례연구 개요

본 사례연구는 고령자 주거시설의 현 조명 실태를 파악하고, 선행연구 된 일반 주거시설과의 비교·분석을 통해 현황평가 및 문제분석을 수행하는 연구이다[2]. 이를 위해 고령자 주거시설의 조명환경 측정을 실시하였다. 사례대상지의 개요는 다음의 표 2와 같다.

표 2. 사례대상지의 개요
Table 2. Outline of case studies

구분	고령자 주거시설	일반 주거시설
조사일시	2006.8.4. 일몰 후	2003.9.8. 일몰 후
대지위치	서울특별시 녹번동	서울특별시 방배동
조사 규모	22평 / 36평 / 43평	24평 / 33평 / 41평

3.2 사례대상지 조명현황 분석

표 3은 고령자 주거시설과 일반 주거시설에 사용된 조명기구, 표 4는 일반 주거시설과 고령자 주거시설의 공간구성 및 조도측정 지점을 평형별로 나타내고 있다. IES 4점법과 KS 5점법을 이용해 각각의 평균조도를 구하고 균제도를 비교하였다. 거울면, 현관손잡이, 열쇠구멍 등 수직면 조도가 중요할 경우 수직면 조도를 함께 측정하였으며, 공간별 색온도를 측정하였다. 표 5와 6은 측정된 조도값을, 표 7은 균제도를 일반 주거시설과 비교하여 나타낸 것이다.

표 3. 측정공간의 조명기구 사양
Table 3. Luminaires of measurement space

구분	고령자 주거(43평)		일반주거(41평)	
	규격	제품형태	규격	제품형태
거실등	FPL 28[W]x2 4EA		FPL 55[W]x3 2EA	
안방등	FPL 36[W]x2		FPL 36[W]x3	
침실등	FPL 36[W]x2		FPL 36[W]x2	
주방등	FL 32[W]x2		FL 28[W] T5 2EA	
식탁등	KR 60[W]x1		IL 60[W]x1	
복도	MR16 50[W]x1		HAL 50[W]x1	
현관등	IL 60[W]x1		IL 60[W]x1	
발코니등	MR16 50[W]x1		IL 60[W]x1	
공용욕실	MR16 50[W]x1		FPL 36[W]x1	
드레스실	MR16 50[W]x1		HAL 50[W]x1	
창고등	IL 60[W]x1		IL 60[W]x1	

표 4. 조사사례대상지의 공간구성 및 조도측정 지점
Table 4. Spatial compositions and location of illuminance measurement

	20평형	30평형	40평형
고령자 주거			
일반 주거			

고령자 주거시설의 조도값 측정결과 공간구성이 다른 20평대를 제외하고는 평형이 커질수록 공간별 조도값이 떨어지는 것을 알 수 있었다. 이는 공간크기에 대한 충분한 고려 없이 동일한 조명기구를 이용해 일률적인 계획을 하였기 때문으로 볼 수 있다. IES와 KS의 측정방법에 따라 산출된 평균조도값은 최대 30[%]까지 상이하게 나왔는데, 중앙집중식 조명으로 계획되어져 있지 않은 거실을 제외하고는 조명기구 직하부의 조도를 두 번 고려하는 KS 값이 높게 산출되었다. 이처럼 조명기구 직하부 조도를 어

표 5. IES 4점법을 이용한 실내공간별 평균조도
Table 5. Average illuminance using Four Point Method of IES

공간 분류	측정기준 (lx)	20평대 (lx)		30평대 (lx)		40평대 (lx)	
		고령자 주거	일반 주거	고령자 주거	일반 주거	고령자 주거	일반 주거
거실	바닥위40±5	354	240	417	367	347	465
안방	바닥위40±5	317	310	218	214	197	219
침실	바닥위40±5	-	193	264	136	220	167
주방	작업면80±5	383	308	505	190	533	278
식탁+주방등	작업면80±5	434	식탁등 168	413	식탁등 63	390	식탁등 39
		153		181		153	
욕실	작업면80±5	509	203	336	182	485	215
현관	바닥면조도	25	30	22	26	25	30
드레스룸	작업면80±5	-	-	319	-	160	73

표 6. KS 5점법을 이용한 실내공간별 평균조도
Table 6. Average illuminance using Five Point Method of KS

공간 분류	측정기준 (lx)	20평대 (lx)		30평대 (lx)		40평대 (lx)	
		고령자 주거	일반 주거	고령자 주거	일반 주거	고령자 주거	일반 주거
거실	바닥위40±5	271	330	378	431	375	598
안방	바닥위40±5	351	374	262	295	270	235
침실	바닥위40±5	-	241	222	172	249	205
주방	작업면80±5	383	308	505	190	533	278
식탁+주방등	작업면80±5	434	식탁등 168	413	식탁등 63	390	식탁등 39
		153		181		153	
욕실	작업면80±5	509	203	336	182	489	215
현관	바닥면조도	25	31	23	30	25	32
드레스룸	작업면80±5	-	-	319	-	160	89

표 7. 고령자 및 일반 주거 실내공간별 균제도
Table 7. Uniformity ratio of illuminance

분 류		20평대 (lx)				30평대 (lx)				40평대 (lx)			
		고령자 주거		일반 주거		고령자 주거		일반 주거		고령자 주거		일반 주거	
		IES	KS	IES	KS	IES	KS	IES	KS	IES	KS	IES	KS
거실	최소/평균	.70	.70	.80	.58	.97	.84	.59	.51	.90	.83	.64	.50
	최소/최대	.53	.53	.63	.63	.92	.65	.75	.44	.82	.73	.41	.26
안방	최소/평균	.92	.71	.87	.72	.90	.75	.88	.64	.86	.62	.72	.53
	최소/최대	.87	.49	.80	.80	.81	.56	.74	.41	.74	.40	.53	.35
침실	최소/평균	-	-	.96	.85	.82	.74	.94	.74	.79	.70	.90	.74
	최소/최대	-	-	.94	.94	.71	.62	.91	.52	.70	.56	.73	.55

떻게 다루느냐에 따라 공간의 조도측정 결과가 달라 지므로 조도측정방법의 선정에 있어서 공간 및 활동 종류를 고려해야 한다. 균제도는 일반 주거시설에 비하여 높게 나왔으나 공간의 크기가 커질수록 낮아 졌다. 다음의 표 8에서 공간별 문제점과 이의 개선방 향을 나타내었다.

표 8. 고령자 주거시설 조명의 공간별 문제점 및 개선안

Table 8. Derived problems and remedies of lighting environment in elderly housing

분류	내 용
거실	문제점 <ul style="list-style-type: none"> ☐ 독서나 전화 등의 작업을 위한 작업면조도 미달 ☐ 다양한 활동이 일어나는 공간임에도 불구하고 조명 SCENE의 연출 변화가 불가능
	개선안 <ul style="list-style-type: none"> ☐ 국부조명의 추가로 충분한 작업면조도 확보 ☐ 거실의 다양한 사용목적에 따라 융통성 있게 변화를 줄 수 있는 조명계획이 필요(거주자 선호도 고려)
안방	문제점 <ul style="list-style-type: none"> ☐ 화장이나 독서 등 작업을 위한 작업면조도 미달 ☐ 균제도가 낮고 휘도가 높아 고령자의 글래어 유발
	개선안 <ul style="list-style-type: none"> ☐ 조명기구의 분산배치를 통한 균제도 향상 ☐ 글래어 발생을 최소화 하는 간접조명방식 적용 ☐ 휴식시 안정된 느낌의 제공을 위해 빛의 색온도 조절
주방	문제점 <ul style="list-style-type: none"> ☐ 위험한 식기류의 사용에 필요한 작업면 조도 미달 ☐ 색온도 조절이 불가능한 고정된 조명
	개선안 <ul style="list-style-type: none"> ☐ 국부조명의 추가로 충분한 작업면조도 확보 ☐ 음식의 종류나 사용자의 기호에 따른 색온도의 조절이 가능한 조명계획 필요
화장실	문제점 <ul style="list-style-type: none"> ☐ 조도기준에 미달되는 조도 및 고령자의 배설물 및 몸의 변화를 관찰하기 부적절한 연색성을 가진 광원의 사용 ☐ 거울을 볼 때 얼굴에 그림자 발생
	개선안 <ul style="list-style-type: none"> ☐ 연색성이 우수한 광원을 사용한 조명기구의 분산배치로 전 반조도 확보 및 개방감 증대 ☐ 거울 및 수납장 간접조명 추가로 그림자발생 방지
현관	문제점 <ul style="list-style-type: none"> ☐ 낮은 전반조도, 열쇠구멍 및 신발장 수직면조도 미달 ☐ 공간에 밝은 외부에서 실내로 들어올 경우 순응에 어려움을 겪는 고령자를 고려하지 않은 조명계획
	개선안 <ul style="list-style-type: none"> ☐ 조명기구의 추가 배치를 통한 전반조도 확보 ☐ 조명기구 배광 및 Aiming을 통한 수직면조도 확보 ☐ 외부로부터의 순응을 고려한 조명계획 필요
기타	<ul style="list-style-type: none"> ☐ 한 번에 많은 기능을 제공하는 집약적인 인터페이스로 정보의 파악을 어려워하는 고령자에게 부적절-최소의 구성으로 효율을 극대화(컬러나 심벌 등의 요소 활용)

4. 고령자 주거시설의 조명계획

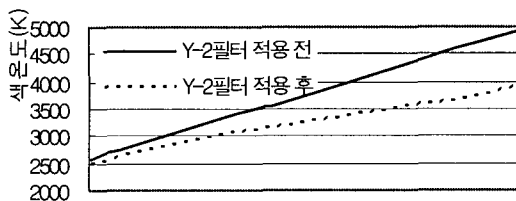
4.1 고령자의 색지각 오인

황변화가 발생하면 색지각의 변화가 일어나므로, 일반 성인을 기준으로 계획된 공간은 고령자의 다른 감성을 유발할 수 있다. 황변화에 따른 색지각 오인 정도를 정량적으로 분석하기 위해 고령자의 시각을 대체할 수 있는 모의수정체 활용방법이 사용되고 있다. 요시다 아코의 연구에서는 이를 나이에 따라 세분화 하여 60~70세 모의 수정체 대응으로 필터 Y-2를, 70세 후반의 대응으로는 YA-3필터를 사용하였다[5]. 국내에서는 정준수와 윤혜림의 연구에서 색식별성에 중점을 두고 황변화가 많이 진행된 YA-3필터를 사용한 바 있다[6].

표 9. Y-2필터 적용 전·후의 색온도값 변화추이
Table 9. Changes of color temperature after application of Y-2 filter

적용 전([K])	적용 후([K])	차이([K])	오차율(%)
2591.0	2477.0	114.0	4.4
2755.0	2627.0	128.0	4.6
3405.0	3052.0	353.0	10.4
3563.0	3165.0	398.0	11.2
4419.0	3577.0	842.0	19.1
4930.0	3884.0	1046.0	21.2

그림 1. Y-2필터 적용 전·후 색온도값 변화추이
Fig. 1. Changes of color temperature after application of Y-2 filter



본 연구에서는 보다 구체적인 색변화를 파악하기 위해 노화진행의 초기단계에 해당하는 Y-2필터를 적용하여 고령자 주거시설에 제안하는 색온도 보정에 활용하였다. 색도계를 이용한 측정으로, 2,000~5,000[K]의 범위에서 색온도 변화정도를 파악하였

다. 표 9는 측정 값 및 오차율을 나타낸 표이고, 그림 1은 이를 그래프로 나타낸 것이다.

4.2 고령자 주거시설의 공간별 조명계획

본 절에서는 사례연구를 통해 도출된 문제점들을 개선하기 위한 조명평면의 대안을 제시하였다. 그리고 이의 정량적인 검증을 위해 변화 전후를 Lightscape 3.2로 시뮬레이션 하여 비교분석하였다. 다음의 표 10~17은 각 공간별 조명계획을 위한 기본방안 및 시뮬레이션 결과이다. 표기된 모든 수치는 '일본 노동성의 VDT가이드라인에 관한 조사 연구보고'와 '광원의 색온도와 조도의 조합에 의한 쾌적범위에 관한 연구'에 근거한 것이다[7-8].

표 10. 고령자 주거시설 거실의 조명계획 기본방안
Table 10. Lighting plan of livingroom of elderly housing

구분	조명계획
광원	<ul style="list-style-type: none"> ☐ 대화 및 휴식-저휘도, 광색조절이 용이하며 열방사가 적은 형광등 선택, T5 14[W] 2700[K], T5 14[W] 6500[K]을 동시에 사용하여 색온도 조절 ☐ 기타작업-연색성이 우수한 할로겐램프, 유지보수가 용이한 콤팩트 형광등 18[W](1200[mm])의 Task light
조명기구 및 조명방식	<ul style="list-style-type: none"> ☐ 사용목적에 따라 색온도 조절이 가능하고, 디밍(Dimming)을 통한 조도레벨의 조절이 가능하도록 계획 ☐ 글래어를 절대적으로 감소시키고 천장의 개방감을 증폭시키는 코브조명방식 적용 ☐ TV시청 및 컴퓨터 사용시-조명기구의 휘도를 제한하기 위해 확산판넬, 프리즘 판넬, 혹은 루버 등을 이용하여 글래어를 제한할 수 있는 조명기구 사용 ☐ 독서를 위한 조명기구는 글래어가 없고, 방향이나 위치를 조절할 수 있는 것을 사용
조도	<ul style="list-style-type: none"> ☐ 조도기준-전반:약 75~100(lx), 독서/전환:약 600(lx), 단란 : 약 300(lx) ☐ 작업면조도와 전반조도 비가 3:1정도 유지(노인들의 시각 활성화에 기여)-작업면조도 600[lx]가 디밍하지 않은 상태의 전반조도가 최소 200[lx]가 되도록 계획 ☐ TV시청 및 컴퓨터 사용시-VDT 주변의 수평면조도 : 750~1500(lx), VDT화면의 수직면조도 : 약 100~200(lx), TV 시청시:약 200(lx)
조도 및 색온도	<ul style="list-style-type: none"> ☐ 전반조명의 색온도 3000[K], 독서 등의 세밀한 작업을 위한 색온도 6000[K](동일조도에서 색온도 높을수록 쾌

구분	조 명 계 획
운영방안	적성 증가) ☑ 고령자 선호도에 따라 색온도 조절 가능하도록 계획 ☑ 보정값 3000[K]→4000[K] / 6000[K]→6500[K]
규제도	☑ 전반조명 1/10, 국부조명1/10 ☑ VDT사용시-보조조명 사용시에는 보조조명을 단독으로 사용할 경우(Em)와 실내전체의 평균조도 E의 비 (Em/E)가 3 이하가 되도록 계획, 수평작업면의 조도의 규제도(최소/평균) 0.7 이상, 전반조명의 작업구획 내에 있는 수평면 조도의 규제도 0.5 이상
휘도	☑ VDT작업을 위한 조명기구의 휘도 : 300[cd/m ²] 이하(반사방지처리 된 VDT의 경우), 반사각 50도 이상의 조명기구 휘도는 200[cd/m ²] 이하 ☑ 반사방지를 위해 창에 블라인드나 커튼을 설치 ☑ VDT나 TV는 광원이 비치지 않는 쪽으로 설치

표 11. 고령자 주거시설 거실의 시뮬레이션 결과
Table 11. Simulation results of livingroom of elderly housing

구분	개선 전	개선 후
조명 평면		
시뮬레이션 이미지		
조도 분포		
	측정 값 280[lx]	시뮬레이션 값 320[lx]
휘도 분포		

표 12. 고령자 주거시설 안방/침실의 조명계획 기본방안

Table 12. Lighting plan of bedroom of elderly housing

구분	내 용
광원	☑ 저휘도, 광색조절이 비교적 용이하며 열방사가 적은 형광등 선택, T5 8[W] 2700[K], T5 8[W] 6500[K]를 동시에 사용하여 색온도 조절
조명기구 및 조명방식	☑ 생체리듬에 최적화 된 색온도로의 조절 및 디밍을 통한 조도레벨 조절이 가능한 조명기구 선택 ☑ 글래어를 감소시키기 위해 간접조명기구 선택 ☑ 야간의 이동을 고려한 스텝등이나 nightlight 활용 ☑ 플러그인 형식의 조명기구를 몇 개 설치하여 침실과 화장실 사이의 공간을 조명(자동센서)
조도	☑ 조도기준-전반 : 약 150([lx]), 심야 : 약 6~10([lx]) ☑ 작업면조도와 전반조도의 조도비가 3:1 정도를 유지-작업면조도 600[lx]의 달성을 위해서는 디밍하지 않은 상태의 전반조도가 최소 200[lx]가 되도록 계획 ☑ 취침시간 및 기상시간을 사전에 입력하고, 색온도 및 조도를 서서히 조절해 숙면 분위기 유도
색온도	☑ 수면장애 문제가 발생하기 쉬운 고령자의 특성을 충분히 고려하여 생체주기 에 따른 최적화된 조명 환경을 제공 ☑ 야간 스텝등은 붉은 계열의 빛을 사용해 화장실까지의 통로를 밝혀 멜라토닌의 역제를 최소화 ☑ 보정값-3000[K]→4000[K]/4000[K]→5500[K]/5000[K]이상→6500[K]
조도 및 색온도 운영방안	☑ 기상모드(기상후 5~10분 사이에 쾌적한 각성상태 유지) 기상 30분 전 색온도3000[K] 조도30[lx] → 기상 15분 전 색온도3500[K] 조도75[lx] → 상쾌한 기분으로 기상 ☑ 취침모드 (잠드는 시간 30초~15분) 취침 15분 전 색온도3000[K] 조도10x이하 → 15분 후 조도10x이하 15분후 소등 → 편안한 상태로 숙면
규제도	☑ 전반조명 1/10, 국부조명 1/10
조명제어	☑ 디밍을 통한 조도 및 색온도 조절 ☑ 잠자리에서 제어할 수 있도록 계획하여 사용편의성 도모

고령자를 위한 주거시설 조명환경 계획에 관한 연구

표 13. 고령자 주거시설 안방/침실의 시뮬레이션 결과
Table 13. Simulation results of bedroom of elderly housing

구분	개선 전		개선 후
조명 평면			
시뮬레이션 이미지			
조도 분포			
	측정 값 164[lx]	시뮬레이션 값 169[lx]	236[lx]
휘도 분포			

표 14. 고령자 주거시설 주방/식당의 조명계획 기본방안
Table 14. Lighting plan of kitchen/diningroom of elderly housing

구분	내 용
광원	<ul style="list-style-type: none"> ☑ 저휘도, 열방사가 적은 형광등 선택, 수납장 내부에는 직관형 자외선 살균램프를 사용하여 청결함 유지 ☑ 식탁의 조명은 연색성이 우수한 할로겐램프 선택
조명기구 및 조명방식	<ul style="list-style-type: none"> ☑ 높은 목표조도를 달성할 수 있는 직부형 조명기구사용, 글래이 발생 방지를 위해 확산판넬, 프리즘 판넬, 루버 등을 이용하거나, 수납장 상부에 직관형 형광등을 매입하여 천장을 밝혀 글래이 없이 전반조명의 역할을 하도록 계획 ☑ 수납장 하부에 매입형식의 국부조명 설치 ☑ 식탁-색온도 조절이 가능한 펜던트 조명기구 설치
조도	☑ 조도기준-전반 : 약 150([lx]), 싱크대 : 약 300([lx]), 식탁,

구분	내 용
	<ul style="list-style-type: none"> ☑ 조리대 : 약 750([lx]) ☑ 작업면조도와 전반조도의 조도비가 3:1정도 유지-작업면조도 1,000([lx]시 디밍하지 않은 상태의 전반조도가 최소 350([lx])가 되도록 계획
색온도	<ul style="list-style-type: none"> ☑ 주방의 쾌적감 증대를 위하여 높은 색온도로 계획 ☑ 식탁은 색온도 조절이 가능한 부분조명의 사용으로 음식의 종류에 따라 제 색을 낼 수 있도록 계획
균제도	☑ 전반조명 1/10, 국부조명 1/10
조명제어	☑ 디밍을 통한 조도 및 색온도 조절
기타	<ul style="list-style-type: none"> ☑ 글래이 방지를 위해 얇은 식탁에 얇은 상태에서 펜던트의 광원이 시야에 노출되지 않도록 계획 ☑ 주방 및 욕실에서 물의 온도를 알 수 있는 조명(물의 온도에 따라서 색이 변하는 수도꼭지 등)

표 15. 고령자 주거시설 주방/식당의 시뮬레이션 결과
Table 15. Simulation results of kitchen/diningroom of elderly housing

구분	개선 전		개선 후
조명 평면			
시뮬레이션 이미지			
조도 분포			
	측정값	시뮬레이션값	바닥면 : 425[lx]
	작업면 : 532[lx]	353[lx]	작업면 : 687[lx]
식탁위 : 390[lx]	356[lx]	식탁위 : 612[lx]	
휘도 분포			

표 16. 고령자 주거시설 화장실의 조명계획 기본방안
Table 16. Lighting plan of bathroom of elderly housing

구분	내	용
광원	☑ 연색성이 우수한 할로겐램프를 선택 ☑ 거울, 수납장 간접조명으로 직관형 형광등 선택	
조명기구 및 조명방식	☑ 확산판넬, 프리즘 판넬, 루버 등을 이용한 할로겐 다운라이트를 설치하여 글레어 최소화 ☑ 얼굴 그림자 방지를 위해 거울 양 옆에 눈높이의 조명기구를 설치하거나 상부에 직관형 형광등 간접으로 설치 ☑ 좁고 답답하게 느껴질 수 있는 화장실의 개방감을 증폭하고 주광으로부터 얻을 수 있는 심리적 안정감을 줄 수 있는 인공광의 계획	
조도	☑ 조도기준-전반 : 약 150(lx)	
색온도	☑ 쾌적감의 증대를 위하여 6500[K](주광색)으로 계획	
균제도	☑ 전반조명 1/10	

표 17. 고령자 주거시설 화장실의 시뮬레이션 결과
Table 17. Simulation results of bathroom of elderly housing

구분	개선 전	개선 후
조명 평면		
시뮬레이션 이미지		
조도 분포		
	측정값 65[lx] 시뮬레이션값 62[lx]	139[lx]
휘도 분포		

5. 고령자 주거시설 조명의 인터페이스

5.1 인터페이스 디자인의 가이드라인

인터페이스는 사람과 시스템간의 접점으로 조명과 인간의 관계에서 스위치, 리모컨 등의 제어기기를 의미한다[9]. 고령자들은 인터페이스 사용시 자신의 특정 행동으로부터 즉각적인 물리적 반응을 기대하므로, 이의 구축에 있어 고령자의 특성을 충분히 고려해야 한다. 다음의 표 18은 Alison J. Head가 제시한 인터페이스 디자인 가이드라인을 나타낸 것이다[10].

표 18. Alison J. Head의 인터페이스 디자인 가이드라인
Table 18. Design guideline of interface by Alison J. Head

구분	내	용
작업지원 수준	인터페이스는 사용자 기대에 부응해야하고, 사용자가 원하는 작업을 지원해야 한다.	
사용 편리성	인터페이스를 쉽게 배우고 기억할 수 있어야 하며 사용면에서 유쾌해야 한다. 또한 사용자의 실수를 유발하지 않아야 한다.	
미학적인 구성	인터페이스와 사용자의 시각적인 커뮤니케이션이 이루어져야 하며, 이를 통해서 사용자가 정보를 쉽게 흡수하고 작업을 수행할 수 있도록 도와야 한다. 또한 너무 많은 정보로 사용자를 압도해서는 안된다.	

5.2 고령자 조명의 인터페이스 디자인

본 연구에서는 고령자 주거시설에서 생활하는 고령자의 하루 생활패턴을 가정하여 그에 맞는 조명 시나리오를 구축하였다. 조명평면은 앞 절의 개선안을 기준으로 하였고, 생활시간 및 활동은 장영희(2001)의 노인의 주거 내 일상생활행태 연구에서 남녀노인 50여명을 대상으로 분석된 생활패턴의 평균값에서 도출하였다[11].

심벌디자인은 국제적인 표준 픽토그램(사물·시설·행위·개념 등을 상징화된 그림문자로 나타내 불특정 다수의 사람들이 빠르고 쉽게 공감할 수 있

고령자를 위한 주거시설 조명환경 계획에 관한 연구

도록 만든 상징문자)을 참고하여 구성하였다[12]. 인터페이스 구성 특성은 다음의 표 19와 같다.

표 19. 개발된 인터페이스의 특징
Table 19. Characteristics of developed interface

인터페이스 특성 및 내용	
1. 누르는 버튼 형식, 버튼 크기는 지름 20[mm], 버튼 간격은 중심선 기준으로 30[mm](픽토그램과 문자를 함께 사용할 경우에는 글씨체를 바탕채로 선정)	
2. 야간의 이용시에도 고령자의 사용을 보다 용이하게 하기 위하여 심벌 버튼 자체가 발광하도록 계획	
3. 배경과 문자의 대비를 최대화 하되 시각적 피로를 주지 않아야 하므로, 백색 배경에 검은색을 이용	
4. 한 인터페이스 내의 아이콘(버튼)은 최대 6개로 하여, 심적 부담이나 혼란을 겪는 일이 없도록 계획	
5. 야간에 한 공간에서 다른 공간으로의 이동시, 이동하는 공간의 조명을 미리 점등할 수 있도록 구성	
6. 해당 공간의 조명 조작부와 타 공간의 조작부 배치를 명확히 구분하여 고령자 사용의 혼란을 방지	
(※표기된 모든 수치는 '고령자가 사용하기 쉬운 제품과 편리한 공간을 만들기 위한 설계 데이터'와 '노인을 위한 휴대용 인터페이스 디자인에서 아이콘 사용현황과 역할에 관한 연구'에 근거한 것임[13-14].)	

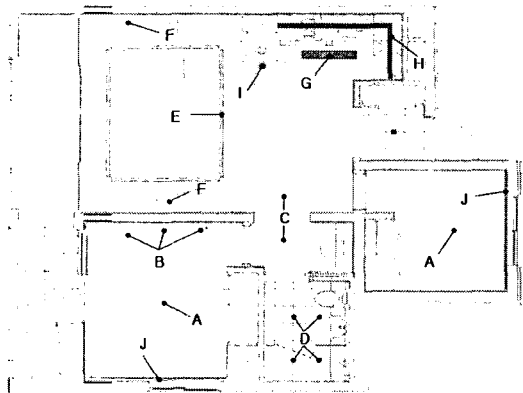


그림 2. 고령자 주거시설의 조명평면 계획안
Fig. 2. Lighting plane of elderly housing

그림 2는 조명평면, 표 20은 고령자 주거시설의 일일 생활패턴에 따른 조명 시나리오를 나타낸 것이다. 표 20에서는 공간별로 필요한 심벌을 분류 및 배치하여 인터페이스를 구축하고, 이의 설치 위치를 제시하였다.

표 20. 시간에 따른 고령자 주거시설 조명 시나리오
Table 20. Lighting scenario of elderly housing

시간	장소	Symbol	조명의 변화
05:30 ~ 06:00	침실 및 안방	기상	단계1. 중앙등(A) 서서히 점등되어 조도 30[lx], 색온도 3000[K] 유지 단계2. 15분 후 색온도 3500[K], 조도 75[lx] 유지 단계3. 상쾌한 기분으로 기상
06:10	복도 및 화장실	용변사위	단계1. 벽면 다운라이트(B) 및 복도 센서등 서서히 점등 단계2. 화장실 전면등(C)과 화장실 전반조명(D)이 서서히 점등되어 150[lx] 유지 샤워를 할 경우 샤워부스 내부 조명 100[%] 점등 ※화장실 등은 센서에 의해 자동 소등
06:20	거실	일반 TV, 독서컴퓨터	단계1. 센서로 내부 밝기를 감지, 중앙 간접등(E)이 서서히 점등되어 지정된 전반조도 100[lx] 유지 단계2. 독서모드 선택시 국부조명(F)이 추가로 점등되어 600[lx]를 유지, 중앙간접등은 1:3의 비율을 충족시키기 위해 200[lx]까지 밝아짐.
07:00	주방	주방작업	단계1. 직부형 조명기구(G) 서서히 점등되며 작업면조도 확보를 위한 직관형 형광등(H) 모두 점등, 필요조도 750[lx] 유지
07:00	식탁	한식양식	단계1. 음식의 종류에 따른 식사모드 선택 단계2. 미리 설정되어 있는 색온도로 자동 조절되며 펜던트(I) 서서히 점등, 조도 750[lx] 유지
09:00 ~ 12:00	모든 공간	가사활동	단계1. 중앙등 100[%] 점등 단계2. Task light을 제외한 국부조명 전체 점등, 조도 600[lx] 유지
12:00	주방	주방작업	단계1. 직부형 조명기구(G) 서서히 점등되며 작업면조도 확보를 위한 직관형 형광등(H) 모두 점등, 필요조도 750[lx] 유지
12:30	식탁	한식양식	단계1. 음식의 종류에 따른 식사모드 선택 단계2. 미리 설정되어 있는 색온도로 자동 조절되며 펜던트(I) 서서히 점등, 조도 750[lx] 유지
13:30 ~ 16:00	거실	TV 독서, 컴퓨터	단계1. 활동종류에 따른 모드 선택 단계2. 간접조명(E)이 서서히 점등되고 각 활동에 따라 국부조명(F)이 추가되어 설정된 조도로 밝기 유지(TV시청-약200[lx], VDT수평조도-약1000[lx], VDT수직조도-약 150[lx])

시간	장소	Symbol	조명의 변화
			단계3. TV시청 혹은 컴퓨터 활용시 창으로부터 유입되는 빛에 의한 반사를 막기 위해 블라인드 작동
16:00	거실		단계1. 간접조명(E)이 서서히 켜지며 전반조도는 약 200[lx], 색온도 3000[K]로 은은하고 편안한 분위기 연출(간접조명만을 이용하여 자칫 좁게 느껴질 수 있는 거실에 개방감 부여)
18:30	주방		단계1. 직부형 조명기구(G) 서서히 점등되며 작업면조도 확보를 위한 직관형 형광등 모두 점등(H), 필요조도 750[lx] 유지
19:00	식탁		단계1. 음식종류에 따른 식사모드 선택 단계2. 미리 설정되어 있는 색온도로 자동 조절되며 펜던트(I) 서서히 점등, 조도 750[lx] 유지
20:00	거실		단계1. 간접조명(E)과 국부조명(F)의 일부 추가로 조도 200[lx] 유지
22:00	안방 및 침실		단계1. 취침 15분 전 중앙등(A)이 디밍되면서 서서히 소등되어 조도 10[lx], 색온도 3000[K]를 유지하다가 15분 후 완전 소등 단계2. 벽면간접등(J)이 서서히 디밍되다가 5분 후 완전 소등 단계3. 편안한 상태로 숙면 ※다음날 기상시를 위해 미리 기상모드 선택
02:00	화장실 및 복도		단계1. 벽면 다운라이트(B) 및 복도 센서등 서서히 점등 단계2. 화장실 전면등(C)과 화장실 전반조명(D) 서서히 점등되어 150[lx] 유지 단계3. 고령자가 방으로 돌아와 다시 휴식상태가 되면 센서등까지 완전 소등

표 21. 공간에 따른 인터페이스 구성 및 설치위치
Table 21. Spatial composition and position of interface

장소	인터페이스 구성	설 치 위 치
침실 및 안방		- 일반모드와 청소 및 가사활동시 선택할 수 있는 버튼은 출입구 바로 옆에 설치하되, 팔꿈치로도 조작이 가능한 높이인 85~110[cm]에 설치 - 벽면의 스위치 등 조작기들은 휠체어 사용자를 위하여 벽 모서리로부터 50[cm] 이상의 거리를 두고 설치

장소	인터페이스 구성	설 치 위 치
침실 및 안방		- 이부자리나 침대에서 손이 닿는 곳에 위치시켜 고령자 사용의 편의를 도모 - 벽면의 스위치 등 조작기들은 휠체어 사용자를 위하여 벽 모서리로부터 50[cm] 이상의 거리를 두고 설치하고, 팔꿈치로도 조작이 가능한 높이인 85~110[cm]에 설치 - 야간의 거실이용 및 화장실 이용시를 고려하여 누운 상태에서 손이 닿는 곳에 설치(높이 50[cm] 이하)
거실		- 벽면의 스위치 등 조작기들은 휠체어 사용자를 위하여 벽 모서리로부터 50[cm] 이상의 거리를 두고 설치하고, 팔꿈치로도 조작이 가능한 높이인 85~110[cm]에 설치
화장실		- 벽면의 스위치 등 조작기들은 휠체어 사용자를 위하여 벽 모서리로부터 50[cm] 이상의 거리를 두고 설치하고, 화장실 출입구 바로 옆에 위치하되 팔꿈치로도 조작이 가능한 높이인 85~110[cm]에 설치
주방 및 식탁		- 벽면의 스위치 등 조작기들은 휠체어 사용자를 위하여 벽 모서리로부터 50[cm] 이상의 거리를 두고 설치하고, 팔꿈치로도 조작이 가능한 높이인 85~110[cm]에 설치
비고	* 상기 표기된 모든 수치는 2006년 산업자원부 기술표준원에서 제정한 고령자 배려 주거시설 설계치수 원칙 및 기준에 근거한 것임[15].	

6. 결론 및 향후 연구계획

본 논문은 급속히 고령화되어가는 사회와 그에 따라 확대되고 있는 실버세대의 심리·생리적 특성을 고려한 조명환경 제시를 목표로, 현재 고령자 주거시설을 사례로 조명평면을 분석하였다. 그 결과 사례대상지의 공간별 조도는 고령자의 작업을 고려한 조도기준에 미치지 못하고 있었으며, 주거 내에서의 다양한 활동을 고려한 융통성 있는 조명계획이 되어 있지 않음을 알 수 있었다.

다음 단계로 조명환경 측정을 통해 도출된 각 공간별 문제점을 분석하였다. 그리고 조명환경 개선은

고령자를 위한 주거시설 조명환경 계획에 관한 연구

위한 기본방안과 대안을 공간별로 제시하였다. 이 과정에서 고령자 시각의 황변화로 인해 발생하는 색온도 지각의 오인 정도를 Y-2 필터를 사용한 측정을 통해 파악하고, 제안된 색온도 값을 보정하였다.

또한 고령자가 쉽게 제어할 수 있는 조명 인터페이스의 구축을 위해 일일 생활패턴에 따른 시나리오를 구성하고, 픽토그램을 이용하여 인터페이스를 디자인 하였다. 그리고 공간별로 이를 분류 및 배치하고, 산업자원부 기술표준원에서 제정한 고령자 배려 주거시설 설계치수 원칙 및 기준에 따라 설치 위치를 제시하였다.

향후에는 보다 광범위한 고령자 시설에 적용할 수 있는 조명 방법론의 다각적인 검토가 필요할 것으로 사료된다. 또한 이러한 방법론을 실제 적용하여 고령자들의 반응을 검토하고 개선해 나갈으로써 보다 실용적이고 만족도 높은 조명환경을 제공할 수 있을 것이다.

이 연구에 참여한 연구자(의 일부)는 『2단계 BK21 사업』의 지원비를 받았음.

References

- [1] 인테리어산업협회, 고령자를 위한 조명과 색채, 도서출판국제, 2001.
- [2] 이정은, 주거공간의 삶의 질 향상을 위한 건강조명시스템 개발 및 적용방안, 석사학위논문, 2005.
- [3] 정도연, 수면장애, 문화일보, 2003.
- [4] Stephen M. Pauley, Lighting for the human circadian clock, Medical Hypotheses, 2004.
- [5] 橋本公克・吉田おこ, 消える案内標識と水晶體の透過率-高齢化視界黄変化の研究, 日本建築學會講演集, 1991.

- [6] 정선희, 고령자특성을 고려한 고령자전문병원의 색채환경에 관한 연구, 한국실내디자인학회 학술발표대회논문집, 2006.
- [7] 일본 노동성, VDT가이드라인에 관한 조사 연구보고.
- [8] 윤인정, 광원의 색온도와 조도의 조합에 의한 쾌적범위에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 2000.
- [9] <http://www.uidesign.co.kr/>, User Interface Design.
- [10] Alison J. Head, Design wise, 1999.
- [11] 장영희 외 1명, 노인의 주거내 일상생활행태 연구, 대한건축학회 논문집, 2001.
- [12] ISO, 국제표준 픽토그램.
- [13] 사단법인 인간생활공학 연구센터, 고령자가 사용하기 쉬운 제품과 편리한 공간을 만들기 위한 설계 데이터, 일본.
- [14] 박오동, 노인을 위한 휴대폰 인터페이스 디자인에서 아이콘 사용현황과 역할에 관한 연구, 석사학위논문, 2005.
- [15] 산업자원부 기술표준원, 고령자 배려 주거시설 설계치수 원칙 및 기준, 2006.

◇ 저자소개 ◇

원슬기 (元슬기)

1983년 2월 26일생. 2005년 세종대 건축공학과 졸업. 현재 세종대 건축공학과 석사과정.

박병철 (朴炳哲)

1977년 6월 16일생. 2004년 세종대 건축공학과 졸업. 2006년 세종대 건축공학과 건축환경설비 전공 졸업. 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 건축조명시스템 전공 졸업(박사). 현재 세종대 건축공학과 교수.