

# 박물관 조명에 관한 국내 연구 동향 분석

김지원<sup>a</sup> · 강대일<sup>b\*</sup>

<sup>a</sup>국립문화재연구소 · <sup>b</sup>한국전통문화대학교 문화재보존과학과

\*Corresponding Author : conserva@nuch.ac.kr

## 국문초록

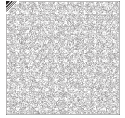
본 연구에서는 박물관 조명과 관련하여 지난 30년간 우리나라에서 수행된 주요 연구들을 되짚어보고자 학술 논문을 중심으로 연구 동향을 조사하였다. 현재까지 박물관 조명으로 사용된 광원과, 그 한계로 인해 보존환경이 발전되는 과정 중에 우리나라에서 수행된 박물관 조명에 의한 유물 열화에 대한 중요 연구 사례들을 되짚어보고 최근 적용되는 LED 광원에 의한 연구 현황을 살핌으로써 향후 연구가 나아갈 방향을 제시해보고자 하였다.

박물관 조명에 관한 연구의 궁극적인 목표는 장기간 사용에 대해 보존 효과를 높이는 것이며, 각 시대별 최신 광원을 대상으로 연구가 이루어져왔다. 1990년대 이전에는 최초의 박물관 전시 조명인 백열전구와 형광램프를 한지에 조사(照射)하여 광원에 의한 지류 유물의 안정성 평가가 이루어졌으며, 1990년대에는 할로겐램프와 HID램프의 도입으로 광원 자체의 특성 분석 및 조도 기준 제시에 관한 연구가 주를 이루었다. 2000년대에는 그간 연구되었던 광원의 특성을 바탕으로 박물관의 조명환경 측정을 실시하여, 보존 측면에서 유물의 안정성뿐만 아니라 관람 정서를 향상시킬 수 있는 방향의 연구가 진행되었다. 또한 2010년 이후에는 LED램프가 도입되면서 LED램프에 의한 유물 열화 연구가 확대되는 동시에 blue spike 영역의 축소, 연색성 증대 등 광원 자체의 개선 연구가 이루어졌다.

박물관 및 미술관에서 사용되는 조명이 진보함에 따라 전시품 보존 기준의 방향도 조도 중심에서 유물의 색상 및 광원의 복사속에 이르기까지 변화해왔으며, 그에 따라 발전된 기준 마련의 필요성이 제기되었다. 보다 면밀한 유물 변성 조건의 표준화 마련을 위해서는 장기적인 안목에서의 박물관 조명에 관한 꾸준한 연구가 기획되어야 할 것이다.

**주제어** 전시 조명, 박물관 환경, 유물 변색, LED, 보존

**투고일자** 2019. 06. 21 ● **심사일자** 2019. 07. 22 ● **게재확정일자** 2019. 08. 11



## I. 서론

박물관에서 전시를 목적으로 한 조명은 시각 대상물로서 요구되는 휘도 대비나 색채를 최대한 표현할 수 있어야 하며, 보존 측면에서는 빛, 자외선, 온도, 습도 등에 의한 전시물의 열화학적 손상을 방지할 수 있어야 한다. 따라서 조명용 광원에 필요한 평가 특성 항목과 인공 광원에 대한 평가 방법의 필요성은 CIE(국제조명위원회)에 의해 국제 표준화가 꾸준히 추진되었으며, 박물관에서 사용되는 조명의 경우 이러한 광화학적 손상의 최소화를 위해 시대별로 최신 광원을 사용해왔다. 박물관 조명은 장기간 사용에 대해 보존 효과를 높일 수 있는 것을 기준으로 조명 광원이 선택되었고, 새로운 광원이 적용될 때마다 조명 에너지에 의한 손상 방지를 위해 유물에 대한 전시 조명의 안정성 연구가 이루어졌다.

국내에서 박물관 조명에 대해 최초로 서술된 문헌은 1968년 과학기술처가 출판한 『문화재의 과학적 보존관리에 관한 조사 연구』이다. 이 연구에서는 지류 문화재가 광원에 취약함을 인지하고 백열등과 형광등을 분산하여 직접 조명의 해를 입지 않게 권고하는 등의 개선방안을 제시하였다. 이후 박물관 조명과 유물 재질에 대한 본격적인 연구가 이루어진 것은 1989년 한성희 등에 의한 「광조사(光照射)에 의한 한지(韓紙)의 변질(變質)에 대하여」 이후로서 1990년대와 2000년대를 거치며 새롭게 적용되는 형광등, 할로젠 등에 의한 유물 열화 연구가 진행되었으며, 2010년 이후로는 앞서 언급한 광원들로부터 광화학적 손상이 발생됨에 따라 LED가 차세대 전시 조명으로 광범위하게 적용됨에 따라 이에 대한 연구가 이루어졌다. 특히 LED에 관해서는 발광 다이오드에 의해 색이 구현되는 광원의 특성상 조명의 손상 요인으로 보편적으로 지목되었던 조도(lux)뿐만 아니라 가시광선의 파장, 색온도 등 다양한 변인에 의한 연구가 진행되고 있다.

많은 연구자들이 전시와 보존 양 측면을 고려한 최적의 타협점을 찾고자 각 시기의 최신 조명을 대상으로 다양한 연구를 수행해왔다. LED라는 새로운 광원이 도입되고

있는 시점에서 지금까지의 박물관 조명의 발전과 동향을 살피는 것은 향후 연구 발전을 위해 의미 있는 일일 것이다. 본고에서는 지금까지 박물관 조명으로 사용된 광원과, 그 한계로 인해 보존환경이 발전되는 과정 중에 우리나라에서 수행되어진 박물관 조명에 의한 유물 열화에 대한 중요 연구 사례들을 되짚어보고, 최근 적용되는 LED 광원에 의한 연구 현황을 살핍으로써 향후 연구가 나아갈 방향을 제시해보고자 한다.

## II. 본론

### 1. 자료 조사 범위

우리나라에서 이루어진 박물관 조명에 대한 연구는 학술지 발표 논문을 중심으로 진행되었다. 인간 사회에서 모든 문화 범위에 연관된 “조명”이라는 주제의 특성상 ‘박물관’, ‘미술관’, ‘전시환경(展示環境)’ 등의 키워드로 범위를 제한하였으며, 주요 키워드는 ‘전시조명(展示照明)’, ‘전시품(展示品)’, ‘유물(遺物)’, ‘보존(保存)’, ‘열화(劣化)’, ‘변색(變色)’, ‘내광성(耐光性)’ 등이다. 내광성에 관해서는 옥외환경 유사조건 조성을 목적으로 하여 자외선을 단독 열화 요인으로 지정한 경우는 본고의 연구 대상에서 제외하였다. 또한 유물을 구성하는 재질에 대한 실제 내광성 평가를 진행하지 않은 연구이더라도 ‘광원(光源)’, ‘광조사(光照射)’, ‘조도(照度)’, ‘백열전구(白熱電球)’, ‘형광(螢光) 램프’, ‘HID램프’, ‘할로젠’, ‘LED’ 등의 키워드로 시대별 전시환경과 관련한 연구 동향을 파악하고자 하였다.

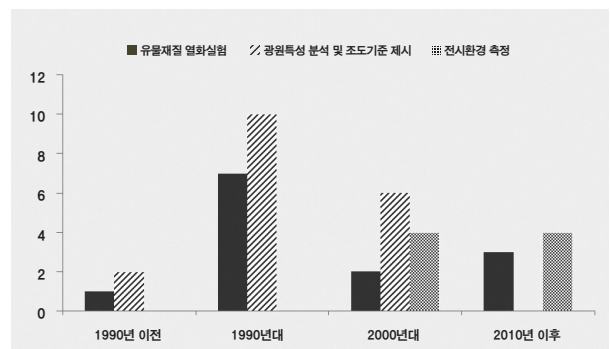


그림 1 시기별 전시 조명 관련 연구 주제 현황.

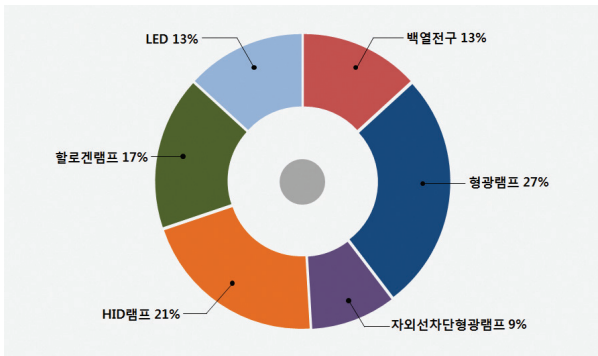


그림 2 연구에 사용된 광원의 비율.

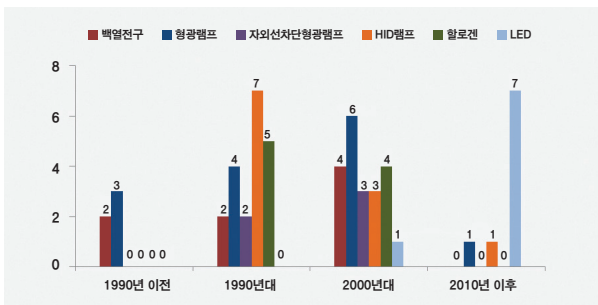


그림 3 시기별 광원 활용 건수.

## 2. 박물관 전시 조명의 발전과 연구 동향

### 1) 1990년대 이전 : 백열전구·형광램프의 사용

1887년 서울 경복궁 안에 있는 건청궁에서 백열전구가 최초로 점등하게 된 이후 임전구제작소 등 순수 국내 제조업체가 생겨나기 시작하면서, 백열전구는 6·25전쟁 이후 본격적으로 상용화되어 박물관 조명으로 가장 먼저 사용되었다. 국립중앙박물관이 지금의 국립민속박물관 건물에 개관하고 있던 시기에 진열장의 주요 광원은 백열전구였으며 자외선 차단 필터가 적용되지 않은 형광램프가 일부 사용되었다(사진 1, 2).

백열전구는 복사열에 따른 온도 상승의 직접적인 원인 보다 그에 따라 일어나는 상대습도의 부분적 저하가 원인이 되기 때문에, 함수율에 따라 변색이 발생하는 유기재질의 유물에 치명적이다. 한편 형광램프는 양단에 텅스텐 재질의 필라멘트가 있으며, 필라멘트 가열에 따라 쉽게 열전자가 방사되도록 전자 방사물질이 도포되어 있다. 점등 시 전극 간에 고압이 가해지면 열전자는 반대측 전극의 고압에 이끌려 방전이 시작되는데, 점등 시 전자

방사물질의 비산이 심하기 때문에 점멸 횟수에 따라 수명이 짧아지며 깜빡임이 격화된다. 플리커(flicker) 현상이라고 불리는 이 깜빡임은 자외선에 가까운 청색광 영역에서 야기되어 형광램프의 자외선 방출량을 증가시키고, 이는 유물의 열화를 가속시켜 전시에 있어 형광램프 사용의 가장 치명적인 단점이 된다.

반면 1968년 『문화재의 과학적 보존관리에 관한 조사 연구』에서는 섬유류 문화재나 지류 문화재의 조명용 광원으로서 형광램프보다는 램프의 소비 전력이 적은 백열전구 사용을 권고하였다. 이는 자외선은 무조건 차단한다는 원칙이 적용된 것으로서, 광원을 전시 조명에 적용하기 전 실제 검증 과정이 이루어지지 않았던 것으로 보이며, 1989년이 되어서야 한성희 등에 의해 한지를 대상으로 실제 유물 재질을 대상으로 자외선과 형광등에 의한 열화 연구가 처음 실시되었다. 이후 1990년대 초반은 광고사에 의한 유기 재질의 열화 연구로서 자연광과 파장이 가장 가까운 제논램프에 대한 연구가 진행되었으나(전경숙 1992), 조건을 다르게 하여 변색의 요인으로서 광고사와 온·습도의 경계가 불분명했다는 한계가 있다.

표 1 1990년 이전 박물관 조명 관련 연구논문

번호	제목	연도
1	광고사에 의한 한지의 변질에 대하여	1989
2	박물관·미술관의 전시 조명 광원	1989

표 2 1990년 이전 박물관 조명 관련 단행본

번호	제목	연도
1	문화재의 과학적 보존관리에 관한 조사 연구	1968



사진 1 『국립중앙박물관 준공보고서』(1972) 중 회화전시실의 백열전구.



사진 2 기록물 「바레인 주택성 차관 국립중앙박물관 방문 관람 2」(1978) 쇼 케이스 내 형광등.



2) 1990년대 : 전시용 광원의 특성 분석과  
조명환경계획 수립

1990년대 전반에는 김홍범, 김훈 등에 의해 유물에 안정된 박물관의 전시 환경 조성을 목적으로 조도 및 파장 측정, 조도 기준 설정 등의 연구가 활발히 진행되었다. 특히 전후 시기에 비해 광원 특성 분석 및 조도 기준 제시에 관한 연구가 압도적이다. 이는 국립중앙박물관이 조선총독부 건물을 철거하며 현 국립고궁박물관 건물로 이전하였던 시기로, 전시관을 신설하며 기존에 사용하였던 조명을 근래의 최신 조명으로 교체하는 과정에서 전시품에 대한 안정성 분석을 실시한 것으로 보인다. 차세대 광원으로는 할로젠램프가 언급되었는데(김홍범·권세혁 1994), 파장·조도뿐만 아니라 쾌적한 관람 분위기를 위한 높은 연색성을 장점으로 꼽았으며, 기존에 사용되던 형광램프에는 자외선 필터를 부착해 유물의 퇴색을 방지하고자 하였다(사진 3, 4).

할로젠램프는 텅스텐의 증발로 인해 온도가 상승하면서 필라멘트가 단선(斷線)되는 백열전구의 단점을 보완하기 위해 개발되었다. 연색성이 높아 자연광처럼 색을 선명하게 재현할 수 있다는 것이 가장 큰 이점이지만, 램프의 발열성이 매우 높아 열에 의해 전시품이 손상될 수 있다. 이런 할로젠램프의 단점을 보완하기 위해 전시실 전반 조명으로 사용된 것이 제논램프, 메탈할라이드램프 등의 HID램프이다. HID는 High Intensity Discharge의 약자로 수은·제논·메탈할라이드 등의 방전에 의해 발광되며, 휘도가 높고 수명이 길어 천장의 높이가 높은 곳이나 대형 전시물의 국부 조명에 주로 사용되었다.

할로젠램프와 HID램프, 자외선 필터를 부착한 형광램프가 전시 조명으로 활발히 사용됨에 따라 새로운 광원의 특성 분석이 집중적으로 이루어졌다. 전시 조명에 의한 유물 열화의 가능성에 있어 조명 기준 작성은 Harrison의 광학적 손상 실험 결과와 Thomson의 조도 기준을 기초로 하여 각 광원의 파장을 분석하고 물질의 내광성을 규정하고자 하였다(Thomson et al, 1986). Harrison은 파장이 짧아질수록 대수적으로 증가하는 종이의 손상 정도 및 가시광 범위에서의 손상 값을 수치화하였고, Thomson은 결

과를 참고하여 박물관에서 실질적으로 활용할 수 있도록 'The Museum Environment'에 조도 기준을 발표하였다. 이를 바탕으로 한 조명환경계획이 1990년대 전반에 걸쳐 수립되었으나, 이 계획은 서구 유물을 중심으로 이루어진 탓에 국내 고유 재질의 유물에 대해서는 근거가 부족하였다. 또한 Harrison의 손상 실험에서 사용된 백열전구와 박물관 조명의 열 방출 정도가 달라 일률적으로 내광성 기준을 적용하기에는 이론상의 한계가 있었다(김홍범 1995).

따라서 1990년대 중반 이후에는 박물관에서 실제 활용되고 있는 조명 특성을 우선 분석하고, 내광성을 좌우하는 요인인 가시광 대역의 방사와 적산조도에 대한 변색을 측정하여 국내 유물 재질을 위한 전시환경의 가능성을 제시하고자 하는 연구가 전반적으로 진행되었다. 하지만 그 재질은 염색된 직물류와 한지에 한정되어 있고, 누적 조도와 단파장대에 의한 변색 손상계수가 결국 비슷한 양상을 보여 조도와 파장이 열화에 미치는 정도의 차이를 명확히 제시하지 못했다는 아쉬움이 있다(김훈 외 1997).

표 3 1990년대 박물관 조명 관련 연구논문

번호	제목	연도
1	면섬유의 photodegradation에 대한 연구 -온도, 습도가 인열강도 감소에 미치는 영향	1992
2	Cellulose의 광분해에 관한 연구 (II) -광조사된 면섬유의 화학적 성질을 중심으로-	1992
3	광방사 에너지에 의한 손상을 고려한 박물관 전시조명 설계기준 설정에 관한 연구	1994
4	박물관의 전시조명계획	1994
5	조명에 의한 박물관·미술관 전시품의 열화	1994
6	박물관·미술관용 형광램프	1994
7	박물관·미술관용 할로젠전구	1994
8	박물관의 조명환경계획에 대한 소고	1995
9	전시물의 변색 예측을 이용한 박물관 조명 기준의 작성	1995
10	조명에 의한 박물관 전시물의 변색 측정에 관한 연구	1996
11	진열장 조명의 이론적 기준과 시설에 대한 고찰	1996
12	광방사에 의한 채색지의 새로운 내광성 평가방법	1997
13	직물류 유물의 전시 및 보관환경 실태조사	1997
14	광조사에 의한 유기물의 변색 측정 및 예측	1999
15	복사에너지에 의한 플라스틱의 변색 측정 및 예측에 관한 연구	1999

표 4 1990년대 박물관 조명 관련 단행본

번호	제목	연도
1	박물관 내 전시 및 수장 공간의 조명환경 기준 연구	1996
2	박물관 내 전시 및 수장 유물의 보존환경 기준 연구	1996



사진 3 구 중앙청 시절 「알베르토 후 지모리 페루 대통령 국립중앙 박물관 관람」(1993) 할로겐램프 전시 조명.



사진 4 현 고궁박물관 시절 「신 중앙 박물관 내부 전시품」(1996) 자외선 차단 형광램프와 할로겐램프.

3) 2000년대 : 현 국립중앙박물관을 중심으로 한 조명환경 측정

1990년대 전반에 걸쳐 연구되었던 광원 특성 분석과 조명환경계획 수립을 바탕으로, 용산에 위치한 현 국립중앙박물관의 실제 전시환경을 측정하는 방향의 연구가 진행되었다. 2000년대 전반에 걸쳐 광범위하게 사용되었던 백열전구와 형광램프, 고(高)천장 전시 조명으로 사용된 HID램프, 전시 케이스 국부 조명으로 사용된 할로겐램프가 주 연구 대상이 되었다. 또한 이전 연구에서는 광복사선을 유물 열화의 주요 요인으로 파악하고 특정 광원에 의한 변색을 예측할 수 있는 방법을 제시하고자 했다면, 이 시기에는 모든 전시실을 아우르는 광복사량 및 복사분포를 측정하고 유물을 체계적으로 관리할 수 있는 유지관리 방안을 설정하고자 하였다. 이는 광원마다 전시물에 유해한 복사비율이 다르고 복사된 에너지가 다양한 광원에서 방출되기 때문에, 특정 광원만을 대상으로 전시물을 관리하기에 많은 어려움이 따른다는 것을 관찰했기 때문으로 보인다. 따라서 주로 특정 광원을 대상으로 파장의 범위를 좁혀 손상을 측정하였던 이전의 광 열화 실험과는 달리 광원을 분리하지 않아도 광량 측정이 가능한 조도 중심의 실험이 진행되었고, 이는 박물관 및 미술관의 소장품 보존환경 조도 기준 확립으로 이어졌다(이학정 2006; 이승은 2008).

또한 박물관 전체를 아우르는 조명환경의 조도 및 휘도, 연색성 등을 동시에 측정하며, 유물의 특성을 쉽게 파악할 수 있도록 박물관의 본래 목적인 ‘전시품의 관람’을 위한 환경을 조성하고자 하였다. 하지만 보존에 적절한 환경과 쾌적한 관람을 위한 환경이 서로 다른 측면이 있어 퇴색과장 차단 필터 등 광원 자체의 유해과장 차단 연구 또한 진행되어 전시와 보존 양 측면을 고려한 최적의 타협점을 찾고자 하였다(임종민·이진우 2010). 이와 관련하여 새로운 전시 광원으로 제시된 것이 LED램프였다. LED램프는 자외선과 분리된 가시광선 영역의 빛을 발광한다고 하여 유물에 매우 안정적인 광원이라고 알려졌다. 초기에는 이를 검증 없이 받아들여 LED램프 관련 연구는 보존 측면에서의 안정성 연구보다 관람의 정서성을 향상시키는 방향의 연구가 이루어졌다. 특히 현대 미술관에서는 국내외 미술관·박물관이 지향해야 할 조명 및 등기구, 조명 시스템에 관한 연구를 제시하면서 전시의 효과적 연출에서 LED 광원을 매우 주목할 만한 차세대 광원이라고 평가하였다(이경아 2006; 장영준 2010).

표 5 국내 박물관의 소장품 보존환경 조도 기준

	공간 및 재질		권장 조도 (lux)	연간 허용 적산조도
	국립중앙 박물관	빛에 민감하지 않은 것	금속, 도자기, 석재, 유리, 옥류	450lx 이하
빛에 비교적 민감한 것		목재, 칠기, 골각류	220lx 이하	500,000lx·h
		빛에 매우 민감한 것	서화, 직물류	80lx 이하
국립고궁 박물관	빛에 민감하지 않은 것		금속류, 도자류, 옥석류	300lx 이하
		빛에 비교적 민감한 것	목기류, 칠기류, 골각류	150lx 이하
	빛에 매우 민감한 것		직물류, 서화류, 전적류	150lx 이하
		80~100lx		10,800lx·h
서울역사 박물관	빛에 민감하지 않은 것	금속류, 옥석류, 도자기류	450lx 이하	-
	빛에 비교적 민감한 것	피모직, 목축초칠, 골각패	150lx	108,000lx·h
	빛에 매우 민감한 것	염직물, 의상, 수채화, 인쇄물, 염색된 피혁	50lx	12,000lx·h

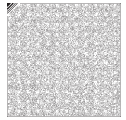


표 6 2000년대 박물관 조명 관련 연구논문

번호	제목	연도
1	수장 공간의 조도 기준에 대한 연구	2002
2	각종 광원의 광복사의 측정과 분석	2004
3	신 국립중앙박물관의 조명환경 측정	2005
4	박물관의 전시 조명 기준에 따른 유물 관리 방안	2005
5	국립중앙박물관의 조명환경 측정 및 분석	2006
6	전시 쇼 케이스 제품 개발 연구: 광방사 에너지 손상 중심의 기능성 및 정서성 증대 중심으로	2006
7	건직물의 광열화 거동	2006
8	전시 조명에 의한 천연염색한지의 색과 강도 변화 (1)	2008
9	증착법을 이용한 퇴색파장 차단 필터 및 램프에 관한 연구	2010
10	미술관의 할로겐, LED 조명 시스템에 관한 연구	2010

표 7 2000년대 박물관 조명 관련 단행본

번호	제목	연도
1	박물관의 전시조명	2004
2	조명환경원론	2004
3	문화재보존환경론	2005

4) 2010년 이후 : 유물의 안정성을 위한 LED 연구의 시작  
 기존에 사용되었던 백열전구, 할로겐램프, 형광램프 등은 단독으로 사용하기에는 각각의 결함이 있었다. 백열전구와 할로겐램프는 연색성이 매우 좋고 색온도가 낮아 따뜻한 느낌을 줄 수 있다. 하지만 백열전구는 발광되며 가열에 의한 상대습도의 부분적 저하가 발생되고, 형광램프는 자외선 방출량이 가장 많은 광원으로 꼽힌다. 반면 LED는 전류가 흐르면 빛을 발생하는 반도체소자로서 자외선에서 적외선 영역까지 색 구현이 가능하며, 백열전구나 형광램프와 같은 대다수 광원과는 다르게 가시광 영역과 자외선 영역이 분리된 빛을 얻을 수 있다. 또한

발열이 없고 발광 다이오드로 색온도를 제어할 수 있어 쾌적한 관람환경을 조성할 수 있다. 무엇보다 LED램프는 깜빡임 현상(flicker)이 거의 없어 박물관 및 미술관에 적용됨에 있어 보존 측면에 있어서도 안정적이라고 여겨졌다. 따라서 대체로 색온도를 활용한 조형 연출에 국한된 전시환경 연구가 이루어졌으며, 국립중앙박물관, 국립고궁박물관, 국립현대미술관 등 국내 주요 전시기관은 유물에 대한 안정성 검증 없이 기존 조명을 LED램프로 교체하기 시작하였다(사진 5, 6).

하지만 일찍이 전시 조명을 LED램프로 교체한 네덜란드의 반고흐 미술관에서 황색 안료가 LED램프에 의한 변색을 일으켰다는 사례를 시작으로(Monico et al. 2013), 국내 박물관 및 미술관에서의 도입에 있어 전시품 안정성 연구의 필요성이 시급해졌다. 연구는 LED 광원에 의한 유물 재질의 가속 노화 평가실험에 집중되었으며, 발광 다이오드의 조합에 따라 색온도 및 파장을 다르게 제어할 수 있다는 LED램프의 특성상 변색 재질의 평가를 위한 다양한 방법이 제시되었다. 백열전구로부터 시작된 이전 연구에서는, 유물의 열화 요인으로 적산조도와 복사속이 지목되었으나 각각이 어느 정도의 영향을 미치는지에 대한 범위가 모호하였다. 하지만 조도가 낮고 복사속이 높은 LED램프와 조도가 높고 복사속이 낮은 반대 조건에서의 LED램프를 같은 재질을 대상으로 조사하였을 때, 조도보다는 복사속에 의한 열화가 더 심하게 일어난다는 결과가 있었으며, 복사속이 높더라도 전시품의 색상에 따라 빛의 흡수율이 달라 변색 정도가 달라질 수 있는 가능성이 제시되었다(김지원 2017; 김지원 2018). 특히 LED램프가 전통 안료인 옹황의 변색을 야기한다는 연구가 발표되어, 유기물뿐만 아니라 무기물 역시 내광성에 관한 검증이 이루어져야 한다는 것을 확인하였다(Jo et al. 2019). 이는 전시품 보존 기준의 방향성이 기존에 통용되었던 조도 중심에서 유물의 색상과 해당 전시실에 사용된 광원의 복사속에 이르기까지 변화해왔으며, 그에 따라 보다 발전된 기준이 마련되어야 한다는 점을 시사하는 것이었다.

표 8 2010년 이후 박물관 조명 관련 연구논문

번호	제목	연도
1	2010 상해 엑스포 전시관 LED 조명의 소형 연출에 관한 연구	2011
2	유물 변색 특성 평가를 위한 LED 기속 노화 실험 연구	2017
3	박물관 전시공간 조명환경 기준 연구 (I) - 색온도를 중심으로	2017
4	전시 시설에서 LED의 고조파 발생 및 대책에 관한 다학제적 연구	2017
5	LED 광원에 의한 회화 전색제의 변색 영향 연구	2018
6	국립중앙박물관 기획특별전 '불교 조각대전' 조명 연출 디자인	2018
7	박물관 전시 조명 조사 연구	2018
8	LED illumination-induced fading of traditional Korean pigments	2019



사진 5 국립고궁박물관 LED 램프 (2018).

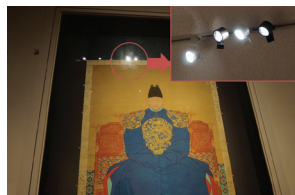


사진 6 국립중앙박물관 LED 램프 (2018).

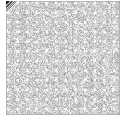
### Ⅲ. 결론

본고에서는 국내에서 박물관 전시 조명에 대한 실질적인 연구가 시작된 이래 약 30년간의 현황을 살펴보았다. 1990년대 이전에는 최초의 박물관 전시 조명인 백열전구와 형광램프를 대상으로 한 한지의 열화 실험을 통해 광원에 의한 유물의 안정성 평가가 이루어졌으며, 1990년대에는 할로겐램프와 HID램프의 도입에 따라 광원 자체의 특성 분석 및 조도 기준 제시에 관한 연구가 주를 이루었다. 유물 재질의 열화 실험은 대체로 염색된 직물류와 한지를 대상으로 하였고, 조사(照射)된 조명은 기존에 사용되었던 형광램프와 일부 백열전구, 새롭게 전시 조명으로 도입된 할로겐램프 및 HID램프가 활용되었다. 또한 각 광원의 파장과 조도를 측정 한 후 이를 바탕으로 자외선과 단파장 영역대의 복사속과 적산조도에 대한 변색 예

측을 통해 우리나라 고유의 유물 재질을 위한 전시환경을 수립하고자 하였다.

2000년대에는 그간 연구되었던 광원의 특성을 바탕으로 실제 박물관의 조명환경 측정이 진행되었으며, 보존 측면에서 유물의 안정성뿐만 아니라 관람의 정서를 향상시킬 수 있는 방향의 연구가 진행되었다. 분석된 주요 광원은 천장 조명으로 사용된 백열전구와 형광램프, 국부 조명으로 사용된 할로겐램프 등이지만 차세대 광원으로 LED램프가 소개되기도 하였다. 2010년 이후에는 유물의 전시에 있어 매우 안정적이라고 평가되었던 LED램프가 변색을 일으킨다는 사실이 알려져 대부분 LED램프에 의한 유물의 열화 연구가 진행되었다. 색과 파장을 조합할 수 있다는 LED램프의 특성으로 색온도, 파장, 조도를 분리하여 다양한 요소를 변인으로 한 실험이 가능해졌으며, 광원의 복사속이 유물 변색의 주요인임이 검증되었다. 또한 아교, 건성유 등 열화 대상 재질의 종류가 확대되었고, 그간 쾌적한 전시와 관람의 분위기를 위한 조건으로만 언급되었던 색온도가 전시품 변색에 지대한 영향을 미친다는 결과가 발표되었다(김지원 2017; 이승은 2017). 이에 따라 보존과학 측면에서 유물 변색 영향 연구가 다 시금 다수 이루어지는 동시에, LED램프의 가장 큰 단점으로 지적된 blue spike의 영역 축소, 연색성 증대 등 박물관 조명으로 활용하기 위한 광원 자체의 개선 연구 역시 진행되었다.

현재까지도 LED램프가 유물의 안정성에 미치는 영향 연구는 회화 안료, 칠기 등 다양한 재질을 대상으로 진행되고 있다. 하지만 유물의 변색 요인이 조도보다 복사속, 색온도라는 연구 결과가 발표됨에도 불구하고, 대상 재질에 광원을 조사(照射)하여 적산조도에 따른 변색 정도를 측정하는 것이 대부분이다. 기존의 조도 기준을 준수하여 전시환경을 조성했다 하더라도 광원의 복사속으로 인해 전시품의 변색을 야기할 수 있다는 연구 결과가 이어짐에 따라 이제는 복사속을 기준으로 한 변색 예측 연구가 이루어져야 한다. 국외에서는 색 분해를 유발하는 유효 파장에 대한 스펙트럼을 분석하여 유물의 변색

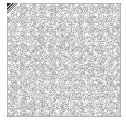


을 예측하는 등의 색온도 관련 연구가 주를 이루고 있으며(Lunz et al, 2017; Monico et al, 2013; Zhai et al, 2015), 일본에서는 LED램프의 단점을 보완한 OLED(Organic Light Emitting Diodes, 유기발광소자)가 새로운 광원으로 주목받고 있다(Lumiotec 2013). 수많은 발광 다이오드가 필요한 LED에 비해 OLED는 연색성이 높고 빛의 잔상이 거의 없어 쾌적한 관람 환경을 제공할 수 있다는 장점이 있다. 하지만 유기물을 재료로 사용하기 때문에 산소 및 수분에 매우 취약하여 박물관의 전시환경과 유물의 안정성 검증이 반드시 필요할 것이다.

본고에서는 국내에서의 박물관 조명에 관한 연구 동향 분석을 실시하여 사용 광원의 발전을 통해 향후 박물관 전시환경 기준을 개선하고 연구가 나아갈 방향을 제시하고자 하였다. 연구 결과를 적용함에 있어 유물 변성 조건의 표준화 마련을 위해서는 다양한 재질을 대상으로 보다 세밀한 연구가 이루어져야 하지만, 박물관 조명환경에 관한 연구는 진보하고 있다. 향후 다채로운 주제와 장기적인 안목에서 박물관 조명에 관한 꾸준한 연구가 기획되었으면 하는 바람이다.

## 참고문헌

- 강대일, 1989, 「박물관·미술관의 전시 조명 광원」 『학술연구발표논문집』 제3권, 국립문화재연구소, pp.1~32
- 강대일, 2005, 『문화재보존환경론』, 한국전통문화대학교
- 과학기술처, 1968, 『문화재의 과학적 보존관리에 관한 조사 연구』
- 국가기록원 사진자료, 1978, 「바레인 주택성 차관 국립중앙박물관 방문 관람 2」
- 김원길·김주연, 2018, 「국립중앙박물관 기획특별전 ‘불교 조각대전’ 조명 연출 디자인」 『한국공간디자인학회 논문집』 제13권 제3호, 한국공간디자인학회, pp.199~208
- 김지원·이유정·김규린·이화수·강대일, 2018, 「LED 광원에 의한 회화 전색제의 변색 영향 연구」 『보존과학회지』 제34권 제2호, 한국문화재보존과학회, pp.77~85
- 김지원·이화수·유재형·이진환·강대일, 2017, 「유물 변색 특성 평가를 위한 LED 가속 노화 실험 연구」 『한국문화재보존과학회 춘계학술대회집』 제45권, 한국문화재보존과학회, pp.33~38
- 김홍범, 1994, 「박물관의 전시조명계획」 『조명·전기설비학회논문지』 제8권 제2호, 한국조명·전기설비학회, pp.2~9
- 김홍범, 1995, 「박물관의 조명환경계획에 대한 소고」 『보존과학연구』 제16권, 국립문화재연구소, pp.139~154
- 김홍범, 1996, 「진열장 조명의 이론적 기준과 시설에 대한 고찰」 『보존과학연구』 제17권, 국립문화재연구소, pp.157~191
- 김홍범, 2002, 「광방사에 의한 채색지의 새로운 내광성 평가방법」 『조명·전기설비학회논문지』 제11권 제6호, 한국조명·전기설비학회, pp.37~43
- 김홍범, 2004, 『박물관의 전시 조명』, 현대건축사
- 김홍범·권세혁, 1994, 「광방사 에너지에 의한 손상을 고려한 박물관 전시조명 설계기준 설정에 관한 연구」 『조명·전기설비학회논문지』 제8권 제1호, 한국조명·전기설비학회, pp.29~36
- 김홍범·김훈·권세혁, 1996, 「전시물의 변색 예측을 이용한 박물관 조명 기준의 작성」 『조명·전기설비학회논문지』 제10권 제6호, 한국조명·전기설비학회, pp.37~47
- 김훈·김홍범, 1996, 「조명에 의한 박물관 전시물의 변색 측정에 관한 연구」 『조명·전기설비학회논문지』 제10권 제5호, 한국조명·전기설비학회, pp.43~51
- 김훈·김홍범·권세혁, 1997, 「광방사에 의한 채색지의 새로운 내광성 평가방법」 『조명·전기설비학회논문지』 제11권 제6호, 한국조명·전기설비학회, pp.37~43
- 문화재관리국, 1972, 『국립중앙박물관 준공보고서』
- 문화체육부, 1996a, 『박물관 내 전시 및 수장 공간의 보존환경 기준 연구』
- 문화체육부, 1996b, 『박물관 내 전시 및 수장 공간의 조명환경 기준 연구』
- 박필제·이준호, 2010, 「2010 상해 엑스포 전시관 LED 조명의 조형 연출에 관한 연구」 『기초조형학연구』 제12권 제1호, 한국기초조형학회, pp.277~284
- 이경아, 2006, 「전시 쇼 케이스 제품 개발 연구: 광방사 에너지 손상 중심의 기능성 및 정서성 증대 중심으로」 『기초조형학연구』 제7권 제4호, 한국기초조형학회, pp.447~456
- 이경원, 1994, 「박물관·미술관용 형광램프」 『조명·전기설비학회논문지』 제8권 제2호, 한국조명·전기설비학회, pp.16~19
- 이미식·배순화, 1997, 「직물류 유물의 전시 및 보관환경 실태조사」 『복식』 제34권, pp.109~120
- 이승은·노현숙, 2017, 「박물관 전시공간 조명환경 기준 연구 (I)」 『박물관 보존과학』 제18권, 국립중앙박물관, pp.65~76
- 이승은·노현숙·이민수, 2008, 「전시 조명에 의한 천연염색한지의 색과 강도 변화 (I)」 『박물관 보존과학』 제9권, 국립중앙박물관, pp.51~58
- 이승은·제이슨길, 2018, 「박물관 전시 조명 조사 연구」 『박물관 보존과학』 제19권, 국립중앙박물관, pp.83~98

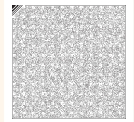


## 참고문헌

- 이학정·권영숙·장정대·이상준·조현호, 2006, 「건축물의 광열화 거동」 『한국염색가공학회지』 제18권 제6호, 한국염색가공학회, pp.37~42
- 임근하·좌성훈, 2017, 「전시 시설에서 LED의 고조파 발생 및 대책에 관한 다학제적 연구」 『한국과학예술포럼』 제28권, 한국과학예술융합학회, pp.255~266
- 임종민·이진우, 2010, 「증착법을 이용한 퇴색파장 차단 필터 및 램프에 관한 연구」 『조명·전기설비학회논문지』 제24권 제12호, 한국조명·전기설비학회, pp.47~56
- 장영준, 2010, 「미술관의 할로겐, LED 조명 시스템에 관한 연구」 『국립현대미술관연구논문집』 제2권, 국립현대미술관, pp.139~177
- 전경숙, 1992a, 「Cellulose의 광분해에 관한 연구 (II) -광조사된 면섬유의 화학적 성질을 중심으로-」 『한국의류학회지』 제18권 제1호, 한국 의류학회, pp.15~22
- 전경숙, 1992b, 「면섬유의 Photodegradation에 대한 연구 -온도, 습도가 인열강도 감소에 미치는 영향-」 『한국의류학회지』 제16권 제2호, 한국 의류학회, pp.181~187
- 지철근, 1994, 「조명에 의한 박물관·미술관 전시품의 열화」 『조명·전기설비학회논문지』 제8권 제2호, 한국조명·전기설비학회, pp.10~15
- 지철근, 2004, 『조명환경원론』, 문운당
- 지철근·조기동, 1994, 「박물관·미술관용 할로겐전구」 『조명·전기설비학회논문지』 제8권 제2호, 한국조명·전기설비학회, pp.20~23
- 한성희·문환석·이규식, 1989, 「광조사에 의한 한지의 변질에 대하여」 『보존과학연구』 제10권, 국립문화재연구소, pp.253~259
- 한중성·김기훈·이창모·김훈·김홍범, 2005, 「신 국립중앙박물관의 조명환경 측정」 『한국조명·전기설비학회 학술대회논문집』, 한국조명·전기설비학회, pp.97~100
- 한중성·김홍범·김훈, 2004, 「각종 광원의 광복사의 측정과 분석」 『한국조명·전기설비학회 학술대회논문집』, 한국조명·전기설비학회, pp.229~234
- 한중성·김훈, 1999a, 「광조사에 의한 유기물의 변색 측정 및 예측」 『한국색채학회학술대회 논문집』, 한국색채학회, pp.6~12
- 한중성·김훈, 1999b, 「복사에너지에 의한 플라스틱의 변색 측정 및 예측에 관한 연구」 『한국색채학회학술대회 논문집』, 한국색채학회, pp.45~52
- 한중성·김훈, 2005, 「박물관의 전시 조명 기준에 따른 유물 관리방안」 『한국조명·전기설비학회 학술대회논문집』, 한국조명·전기설비학회, pp.217~221
- 한중성·김훈·김홍범, 2006, 「국립중앙박물관의 조명환경 측정 및 분석」 『조명·전기설비학회논문지』 제20권 제3호, 한국조명·전기설비학회, pp.1~5,
- e영상역사관 사진자료, 1993, 알베르토 후지모리 페루 대통령 국립중앙박물관 관람
- e영상역사관 사진자료, 1996, 신 중앙박물관 내부 전시품
- Garry Thomson, 1986, 『The Museum Environment (2nd ed.)』, Butterworth-Heinemann, Oxford
- Jo Soomin, Ryu Soo Ryeon, Jang Wonhyeong, Kwon Oh-Sun, Rhee Boa, Lee Young Eun, Kim Dongmin, Kim Jungsik, Shin Kwanwoo, 2019, 「LED illumination-induced fading of traditional Korean pigments」 『Journal of Cultural Heritage』 Vol.37, pp.129~136
- Letizia Monico, Koen Janssens, Costanza Miliani, Brunetto Giovanni Brunetti, Manuela Vagnini, Frederik Vanmeert, Gerald Falkenberg, Artem Abakumov, Yinggang Lu, He Tian, Johan Verbeeck, Marie Radepont, Marine Cotte, Ella Hendriks, Muriel Geldof, Luuk van der Loeff, Johanna Salvant, Michel Menu, 2013, 「Degradation process of lead chromate in paintings by Vincent van Gogh studied by means of spectromicroscopic methods. 3. Synthesis, characterization, and detection of different crystal forms of the chrome yellow pigment」 『Analytical Chemistry』 Vol.85, pp.851~859

## 참고문헌

- Lumiotec, 2013, Lumiotec OLED Panels Adopted to Illuminate Special Exhibition At Tokyo National Museum - Highlight of Special Exhibition of Treasured Masterpieces from the National Palace Museum, Taipei-, [www.lumiotec.com](http://www.lumiotec.com)
- Manuela Lutz, Elise Talgorn, Jannie Baken, Wiebe Wagemans, Dirk Veldman, 2017, 「Can LEDs help with art conservation? - Impact of different light spectra on paint pigment degradation」 『Studies in Conservation』 Vol.62. pp.294~303
- QY Zhai, MR Luo, XY Liu, 2015, 「The impact of illuminance and colour temperature on viewing fine art paintings under LED lighting」 『Lighting Research and Technology』 Vol.47. pp.795~809



# An Analysis of Domestic Research Trends on Museum Lighting

Jiwon Kim<sup>a</sup> and Daiill Kang<sup>b\*</sup>

<sup>a</sup>National Research Institute of Cultural Heritage

<sup>b</sup>Department of Conservation Science, Korea National University of Cultural Heritage

\*Corresponding Author : conserva@nuch.ac.kr

## Abstract

In this study, research trends were investigated by examining important academic research on museum lighting that has been carried out in Korea over the past 30 years. The aim was to highlight important studies conducted in Korea on material deterioration caused by museum lighting and to examine the current status of research on LED light sources to provide direction for future research.

The ultimate goal of studies on museum lighting is to improve the long-term conservation effects, and this study examined the latest light sources of each era. Prior to the 1990s, the effects of light sources on relics were assessed by investigating incandescent light bulbs and fluorescent lamps, the first museum exhibition lighting. Then in the 1990s, the introduction of halogen lamps and HID lamps led to the analysis of the characteristics of a light source itself and the introduction of illumination standards. In the 2000s, the lighting environment of museums was investigated based on the characteristics of the light sources that had been studied, and in terms of preservation, research was conducted not only to improve the conservation of relics but also to improve the sentiments of visitors. After 2010, LED lamps were introduced; therefore, material deterioration studies on LED lamps were expanded. During this period, enhancements to LED light sources were made, such as reducing the blue spike area and increasing color rendering.

With the development of lighting used in museums and art galleries, the direction of the display preservation criteria has led to the need to prepare advanced standards, covering all aspects from the center of illumination to the consideration of the color of an object and the speed of radiation from the light source. Regular studies of museum lighting in a long-term perspective should be planned to standardize the more advanced conditions of material discoloration.

**Keywords** display lighting, museum environment, artifacts' discoloration, LED, conservation

Received 2019. 06. 21 • Revised 2019. 07. 22 • Accepted 2019. 08. 11