

각종 광원의 광복사의 측정과 분석

(Measurement and Analysis for Optical Radiation of Light Sources)

한중성* · 김홍범 · 김 훈

(Jong-Sung Han · Hong-Bum Kim · Hoon Kim)

요 약

조명기술의 발전에 따라 현대의 조명환경에는 다양한 종류의 광원이 사용되고, 박물관 등에서는 조명에 의한 다양한 연출 효과를 얻기 위해 같은 전시 공간 내에서도 여러 종류의 광원들을 사용한다. 광원마다 전시물에 유해한 성분의 복사비율이 다르고, 여러 성분의 복사에너지가 복합적으로 전시물에 입사되기 때문에 전시물의 관리에 많은 어려움이 따른다. 따라서 박물관에서 전시물의 손상이 어느 정도 일어날 수 있을지를 예측하고, 그에 대한 적절한 대책을 수립하는 등의 박물관 조명의 효과적인 실시를 위해서는, 전시물에 조사되는 광복사량 및 복사분포를 측정하고, 이를 바탕으로 적절한 조명의 형식과 누적조도로서 각 유물을 체계적으로 관리할 수 있는 유지관리 방안을 설정할 필요가 있다. 본 연구에서는 전시조명용으로 많이 사용되는 인공광원과 자연주광을 대상으로, 이들 광원들이 방출하는 복사조도와 자외선을 포함하는 광복사량, 광원의 분광분포 등을 측정하고 그 결과를 분석하였다.

1. 서 론

근래에 들어와 국민 개개인의 문화예술에 대한 관심이 고조되고, 문화예술의 대중화를 추구하는 경향에 따라, 문화예술의 저변확대와 문화관광의 차원에서 박물관이나 미술관과 같은 전시문화시설이 급속히 늘어나고 있는 실정이다. 박물관의 주요 기능은 인류의 문화유산인 예술, 역사, 과학기술 등 인간 환경의 물질적 증거에 관련된 모든 자료를 수집하여 조사, 연구, 보존 및 전시하는 것이다. 이를 위하여 보존에 가장 적절한 환경을 조성함과 동시에 이를 관람하는 사람들이 쾌적한 상태에서 유물의 특성을 쉽게 파악할 수 있도록 전시환경을 조성해야 한다. 이러한 환경에는 조명환경이 큰 구성 부분을 차지한다.

조명기술의 발전에 따라 현대의 조명환경에는 다양한 종류의 광원이 사용되고 있다. 이는 역으로 각각의 물질들이 다양한 환경의 빛에 노출되어 전시되거나 사용되고 있다는 것을 시사한다. 박물관에서의 전시 및 수장 공간의 조명용 광원은 인공광원과 채광에 의한

자연주광으로 크게 구분된다. 인공광원은 형광램프, 백열전구가 주로 사용되어 왔다. 근래에는 연색성이 양호하고 절전효과도 있는 콤팩트 형광램프와 거의 열복사를 수반하지 않는 미니할로겐이나 연색성이 좋고 자외선 복사가 거의 없는 할로젠 비임램프 등이 전시조명용으로 많이 사용되고 있는 실정이다.

또한 현대의 박물관, 미술관에서는 조명에 의한 다양한 연출 효과를 얻기 위해 같은 전시 공간 내에서도 여러 종류의 광원들을 사용한다. 따라서 광원마다 전시물에 유해한 성분의 복사비율이 다르고, 전시물에 따라 빛의 노출이 제한되어 있음에도 불구하고 여러 성분의 복사에너지가 복합적으로 전시물에 입사되기 때문에 전시물의 관리에 많은 어려움이 따른다. 따라서 박물관에서 전시물의 손상이 어느 정도 일어날 수 있을지를 예측하고, 그에 대한 적절한 대책을 수립하는 등의 박물관 조명의 효과적인 실시를 위해서는, 박물관내 전시실, 수장고, 진열장의 전시물에 조사되는 광복사량 및 복사분포를 측정하고, 이를 바탕으로 적절한 조명의 형식과 누적조도로서 각 유물을 체계적으로 관리할 수 있는 유지관리 방안을 설정할 필요가 있다.

본 논문에서는 전시조명용으로 많이 사용하는 여러 종류의 인공광원과 자연주광을 대상으로, 각 광원에서 방출하는 자외선 복사비율 및 자외선 복사량, 복사조도, 광원의 분광에너지분포 등을 측정하였다. 측정 결과를 바탕으로 각 광원의 복사특성, 광원이 방출하는 자외선 복사, 복사조도와 자외선 복사와의 관계 등을 주로 광화학적 손상의 측면에서 분석하여 보았다.

2. 전시물의 손상과 방호

2.1 광화학적 손상

자연광이나 인공광원이 제공하는 복사에너지에는 가시광선 외에도 이보다 파장이 긴 적외선과 파장이 짧은 자외선이 포함되어 있다. 분자가 광화학적 반응을 일으키는 빛은 주로 가시광선과 자외선 영역으로 그 에너지는 약 $146\sim 1,192[\text{kJ/mol}]$ 에 해당한다. 이 에너지의 범위는 유기화합물의 각종 결합의 해리에너지와 거의 동등하다. 따라서 유기물은 이 영역의 빛을 흡수하면 화학적인 변화를 일으켜서 물질 고유의 구성성분의 변화와 함께 색상의 변색이나 퇴색과 같은 광화학적인 손상을 일으킨다[1].

조명에 의해 물질의 손상에 영향을 주는 인자는 다양하나 직접적인 영향을 주는 요소로는 광원의 복사에너지, 물질 자체의 내광성, 조사시간 등이 있다. 광원의 복사에너지가 원인인 경우 단파장의 복사일수록 작용의 효과가 크고, 가시광선에서도 작용이 강한 것으로 알려져 있다. 일반적으로 자연주광, 형광램프, 메탈할라이드램프 등은 $60\sim 80[\mu\text{W}/\text{lm}]$ 사이의 자외선 복사비율을 갖는 백열전구에서 나오는 빛에 비하여 다량의 자외선을 포함하고 있으며, 반대로 백열전구나 할로겐전구에서는 적외선을 다량 방출한다[2]. 손상의 방지를 위해서 유해한 성분의 복사에너지를 최대한 제거해야 한다. 특히 가시광선에 수반하는 자외선과 적외선의 양을 줄이려는 노력이 필요하다. 조명환경을 저해시키지 않는 범위에서 물질의 손상을 최소화시킬 수 있는 방안을 강구해야만 한다.

자연광은 $290\sim 35,000[\text{nm}]$ 범위의 스펙트럼을 포함하고 있다. 태양의 복사에너지는 대기를 통과하면서 스펙트럼의 구성에 심한 변화가 일어난다. 대기 중에 존재하는 공기나 오존 등에 의해 $290\sim 300[\text{nm}]$ 이하의 파장은 흡수되어 지상에 도달하는 복사의 파장은 $290\sim 35,000[\text{nm}]$ 정도이며 자외선은 약 5%, 가시광선은

50%, 적외선은 45% 정도로 된다. 이러한 빛이 실내의 측창과 천창의 유리를 통하여 들어올 경우 자외선의 일부는 제거된다. 유리는 약 $310\sim 320[\text{nm}]$ 이상의 빛만을 투과시키기 때문이다[3]. 그러나 자연광은 그 자체가 일정하지 않다. 일기에 따라 밝기와 광색, 밝음의 분포가 다르므로 인공광원처럼 쉽게 제어할 수 없다는 단점이 있다.

또한 일반 형광램프는 주로 가시광선을 발산하지만 자외선과 적외선도 일부 복사되고 있다. 이들 중에 파장이 $310[\text{nm}]\sim 320[\text{nm}]$ 이하의 짧은 자외선은 유리관을 통과하지 못하고 흡수되지만, 이보다 긴 파장의 자외선은 유리관을 투과한다. 이 자외선은 전체 복사에너지의 2~3% 정도의 미량으로 일반조명에서는 크게 문제가 되지는 않지만 미술관이나 박물관, 백화점, 상점 등에서 미술품, 의류품, 인쇄물 등에 장기간 조명시킨다면 이 자외선이 퇴색의 원인이 된다. 따라서 박물관과 같은 전시조명에는 귀중한 문화재나 미술공예품의 보존의 관점에서 조명기구의 커버에 퇴색작용이 큰 $400[\text{nm}]$ 이하의 파장의 빛을 흡수하는 투명재료를 사용하는 경우도 있지만 형광램프의 유리관 내면에 자외선 흡수막을 칠한 퇴색방지형 형광램프가 널리 사용되고 있다[3].

2.2 손상에 대비한 전시조명기준

박물관에서 전시되는 유물들은 조명을 실시함으로써 제공되는 가시광선 및 자외선, 적외선에 의하여 손상을 입을 수 있다. 조명에 의한 손상을 방지하기 위해서는 주요 손상원인 자외선 및 적외선 복사에너지를 원천적으로 제거하는 것이 최선의 방책이나 기술적, 실용적으로 이를 완벽히 제거하는 것은 쉽지가 않다. 또한 전시물을 보는데 필수적인 가시광선조차도 전시물에 손상을 일으킨다. 따라서 손상의 원인을 완벽히 제거한다는 것은 거의 불가능한 일이며, 최소화를 위한 노력이 실질적인 수단이라 생각된다. 손상을 최소화하기 위해서는 유해한 복사에너지를 최대한 제거하고 밝기를 제한하여 가시광선에 수반하는 자외선과 적외선의 양을 줄임과 동시에, 전시물이 복사에너지에 노출되는 시간을 줄이려는 노력이 필요하며, 이들을 모두 고려하여 각 전시물에 대한 적절한 조명방식과 조명기준을 결정하여야 할 것이다.

손상에 대비한 조명기준을 정할 경우, 박물관에서 소장하고 있는 자료의 종류와 개수가 매우 많고, 한 자

료에도 여러 종류의 물질이 포함되어 있으므로, 각 전시물에 대하여 개별적으로 조명방식을 결정하는 것은 너무나 방대한 작업이고 실용적이지 못하다. 따라서 보존이나 전시에 문제가 생기는 자료에 대해서만 별도의 개별적인 조명기준을 마련하여, 실제 전시에서 큐레이터나 기술자가 쉽게 사용할 수 있도록 할 필요가 있다. 그러므로 각국의 박물관, 미술관에서는 자외선에 의한 광화학적 손상을 기초로 하여, 전시물을 ①빛에 매우 민감한 것, ②비교적 민감한 것, ③민감하지 않은 것의 세 종류 정도로 구분하고, 이들에 대한 조도수준을 정하여 조도나 적산조도 값을 규제하는 방식을 취하고 있다. 이러한 방식은 단순하고 일관성이 있으므로 적용이 편리한 점이 있다. 따라서 이 지침을 따를 경우 조명방식도 서너 가지 정도로 단순화되며, 전시실의 전반적인 밝음의 분포도 균일해지는 장점이 있다.

북미조명학회(IESNA), 영국 건축설비공학회, 캐나다 몬트리올 박물관 등의 조명기준은 단순한 조도보다는 적산조도를 기준으로 정하고 이에 따라 전시시간을 제한하는 방식을 취하고 있다. 이러한 관점은 조명에 의한 전시물의 손상의 정도가 빛의 세기와 노출시간에 달려있다는 실험적, 경험적 근거에 의한 것이다. IESNA와 영국의 Garry Thomson은 이를 상호작용법칙(Reciprocity Law)으로 설명하면서 손상의 정도는 빛의 세기와 노출시간 즉, 노출량에 달려 있다고 하였다[2,4]. 예를 들어 100[lx]의 조도로 5시간동안 빛에 노출된 전시물의 경우와 50[lx]로 10시간 노출된 전시물은 다 같이 500[lx·h]의 노출량을 갖는다. 이러한 상호작용 개념을 조명기준에 적용할 경우, 유물의 특성과 관람조건에 따른 노출광량과 전시시간과의 관계를 가변적이면서 합리적으로 설정할 수 있다.

실용상 조명기준을 조도 값이나 적산조도 값으로 제한하는 방식을 취하고 있지만, 그 저변에는 자외선에 대한 규제가 전제되어 있다. 즉, 자외선이 주로 광화학적 손상을 초래하기 때문에 영국과 미국의 박물관 조명기준에서는 복사에너지에 포함된 자외선과 가시광속의 비를 75[μW/lm] 이하로 제한하도록 추천하고 있으며, 통상 외국의 박물관들은 400[nm] 이하의 자외선을 완전히 차광하는 것을 전제로 조명기준을 적용하고 있다[2,4,5,6]. 국내의 경우, 조명기준이 한국공업규격(KS)에 조도 값으로 정해져 있으나 일본공업규격(JIS)의 모방에 지나지 않는다. 또한 기준조도 값이 다른 기준에 비하여 지나치게 높으며, 적산조도에 대한 기준이 없는

등 실제 적용에 있어 손상에 취약하고 비현실적인 측면이 많다. 이에 1996년 국립중앙박물관의 연구용역 의뢰에 의해 한국조명·전기설비학회에서 박물관의 조명 환경 기준에 대한 연구를 수행한 바 있으며, 그 연구 결과로 실용적이면서 엄격한 추천조명기준이 만들어져 있다[7,8,9].

3. 실험방법

3.1 인공광원의 광복사 측정

인공광원의 광복사 측정을 행한 실험실은 면적 2.5[m]×3.5[m], 높이 3[m]인 실내의 개방 공간으로서, 내부에 반사의 영향을 억제하기 위해 무반사 흑색 페인트가 칠해진 암실이다. 시험용 광원은 100[W] 백열전구, 50[W] 다이크로의 할로겐전구, 23[W] 3과장 형광램프, 20[W] 직관형 형광램프, 20[W] MR16형 다이크로의 할로겐전구, 100[W] 소형 메탈할라이드램프 등 총 6종을 대상으로 하였다.

광복사의 측정은 범용 광모니터(774 Environmental Monitor, Type 774, ELSEC, UK)를 사용하였다. 이 측정기기는 가시광선, 자외선(UV), 적외선(IR), 그리고 온도를 동시에 측정하여 저장한 후 컴퓨터로 데이터를 전송할 수 있다. 조도는 0.1~20만[lx]까지 측정이 가능하며, UV는 300~400[nm] 파장 범위에서 UV복사량은 2~5만[mW/m²], UV복사비율은 0~1만[mW/lm]까지 측정할 수 있다. 또한 IR복사량의 측정은 350[nm]~40[μm] 파장 범위에서 0~1000[W/m²]까지 가능하다.

광모니터의 수광 센서의 중심에서 수직으로 윗부분에 거리 변동이 가능한 등기구를 설치하여 최대 배광이 센서의 중심을 향하도록 한 뒤, 단계별로 정해진 조도를 측정하여 그 단계의 조도에 맞게 조명시스템을 세팅시켰다. 그 상태에서 10분간 점등한 후 각 측정 단계마다 광원의 자외선 복사량, 적외선 복사량, 온도를 각각 측정하였다. 이 과정을 조도 단계별로 시료와 조명기구 사이의 거리를 변화시키면서 반복하였다.

측정당시의 주위환경은 주위온도 약 23±1[°C], 상대습도 49±3[%]를 유지한 상태였으며, 초기상태의 일정한 온도를 유지시키기 위해서 각 램프의 측정이 끝날 때마다 충분한 환기를 시키고 시료의 온도가 실온과 같아진 다음에 실험을 행하였다. 그리고 조도의 변동 범위는 10[lx]~2000[lx]까지 총 15 단계로 하였다.

3.2 자연주광의 광복사 측정

본 실험에서는 태양광의 측창 채광에 의한 주광을 대상으로, 실내의 각 방향에서 주광의 광복사량 등을 측정하였다. 측정 장소는 200[m²] 정도의 면적을 갖는 실내의 사무공간이다. 2개의 창문이 들어가는 실내에 설치된 창문들은 약 1.5[m]×1.5[m]의 크기이며, 창문은 양방향 미닫이식이다. 실내의 창문들은 남쪽 방향과 북쪽에 각각 3개, 서쪽 방향에 2개가 설치되어 있다.

측정 높이는 창틀 밑면 높이를 기준으로 하였으며, 창틀 밑면은 바닥에서부터 약 0.8[m] 위에 위치한다. 광복사의 측정은 범용 광모니터(774 Environmental Monitor, Type 774, ELSEC, UK)를 사용하였다.

4. 실험결과 및 분석

통상 자외선 복사는 [W/lm], 또는 [W/m²·lx]를 단위로 하는 자외선 복사비율(Proportion of UV)과 [W/m²]를 단위로 하는 자외선 복사량(Amount of UV)으로 구분하여 사용하고 있다. 자외선 복사비율은 광원으로부터 피조사물까지의 거리에 무관하기 때문에 인공광원이나 채광에 의한 자연주광의 자외선 체크에 유용하여 현재까지 박물관에서 많이 사용하고 있다. 반면 전시물에 입사하는 전체 자외선 복사량에 의해 전시물의 손상이 발생되고, 자외선 복사량은 조도와 밀접한 함수 관계를 갖고 있으므로, 특히 조도기준이 정해지지 않았을 경우, 자외선 복사량을 직접 측정하여 사용하면 유용하다. 예를 들어 자외선 복사비율이 75[μW/lm] 이하로 제한된 전시물의 경우, 전시물에 입사되는 자외선 복사량이 20[mW/m²]로 계속되었다면, 그 때의 최소 규정 조도는 267[lx] 정도가 되고, 그 이상의 조도 범위를 넘지 않으면 자외선 규정치를 달성할 수 있다.

그림 1은 조도의 변동에 따른 자외선 복사량의 추이를 알아보기 위해 그래프로 나타낸 것이다. 6종의 대상 광원 중에서 가장 많은 자외선 복사량을 방출하는 메탈할라이드램프와 미미한 복사량을 갖는 MR16형 할로젠전구를 제외한 4가지 광원들에 대해 나타내었다. 4가지 램프간의 자외선 복사량의 차이가 뚜렷이 구분되고, 모든 램프가 조도의 변동에 따라 자외선 복사량이 거의 선형적으로 증가하고 있음을 볼 수 있다. 4가지 램프 중에 20[W] 직관형 형광램프가 조도 증가에 따라 제일 높은 상승 폭을 보이고 있으며, 그 다음에 3과장 형광램프, 백열전구, 다이크로의 할로젠전구의 순으로

증가한다. 200[lx]에서의 직관형 형광램프의 자외선 복사량은 54.6[mW/m²]로서, 이 값은 동일 조도에서의 백열전구 값의 8.2배, 3과장 형광램프의 1.9배, 50[W] 할로젠전구의 7.7배에 해당한다.

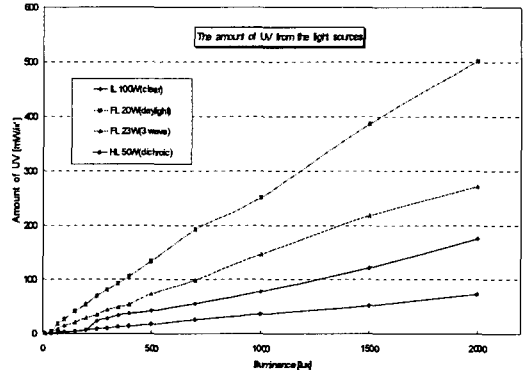


그림 1. 각종 광원의 조도 변동에 따른 자외선 복사량의 상승 추이

그림 2는 광원의 자외선 복사비율을 그래프로 비교하여 나타낸 것이다. 막대그래프로 표시된 자외선 복사비율은 각 조도 단계별로 측정된 복사비율의 평균치이다. 통상 각국의 박물관, 미술관에서는 백열전구의 자외선 복사비율을 기준으로 75[μW/lm] 이상 초과하지 못하도록 제한하고 있다. 그래프에서 보이는 바와 같이 백열전구의 자외선 복사비율은 79[μW/lm]로 자외선 제한치에 근사하다. 그러나 직관형 형광램프는 257[μW/lm]로 자외선 제한치의 3.4배, 3과장 형광램프는 1.9배인 142[μW/lm]에 달하고, 스케일이 너무 커서 그래프에 나타내지 못한 메탈할라이드램프는 무려 10.6배인 796[μW/lm]의 자외선 복사비율을 보였다. 이러한 램프들을 빛에 민감한 전시물의 전시조명용 광원으로 사용할 경우, 전시물의 관리에 특별한 주의가 필요하다. 반면 할로젠전구는 상대적으로 작은 값을 보이고 있다. 50[W] 다이크로의 할로젠전구는 36[μW/lm]으로 제한치의 절반 정도의 수준을 유지하고, MR16형 다이크로의 할로젠전구는 평균 복사비율이 3[μW/lm] 정도로 그 값이 너무 작아 그래프에 나타내지 못했다.

그림 3은 본 실험에 사용하였던 백열전구, 3과장 형광램프, 할로젠전구의 분광에너지분포를 나타낸 것이다. 온도복사의 발광원리를 갖는 백열전구와 할로젠전구는 연속스펙트럼 형태의 분광분포를 갖는 반면 형광

램프는 불연속적인 분광분포를 보이고 있다. 백열전구와 할로젠전구는 서로 비슷한 분광분포를 보이고 있으며, 가시스펙트럼 내에서도 붉은색 계통의 파장역으로 갈수록 에너지의 밀도가 높다. 그러나 두 전구간의 에너지의 밀도 차이는 많이 나며, 연색성은 백열전구 98, 할로젠전구 97로 서로 비슷하다. 형광램프는 550[nm] 파장 부근과 600[nm] 파장 영역에서 강한 스펙트럼분포를 보이고 있으며 연색성은 83으로 측정되었다.

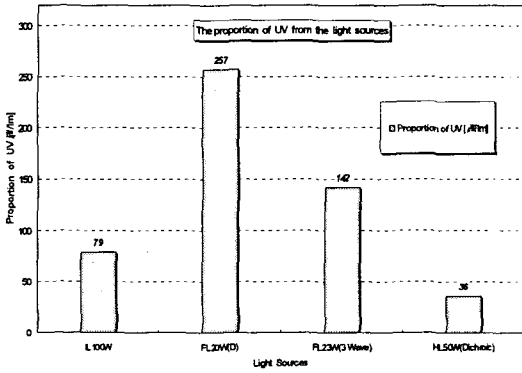


그림 2. 각종 광원의 자외선 복사비율의 비교 [W/lm]

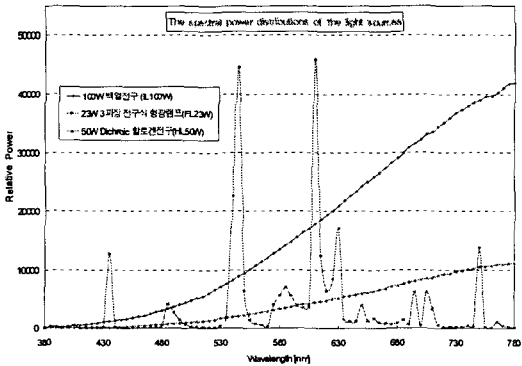


그림 3. 광원의 분광에너지분포

그림 4는 남향의 실외와 실내에서 측정한 자연주광의 자외선 복사량을 나타낸 것이다. 실내의 각 영역간의 자외선 복사량의 차이에 비해 실외와 실내 사이에는 큰 폭의 자외선 복사량의 차이가 난다. 이러한 이유는, 우리는 약 310~320[nm] 이상의 빛만을 투과시키기 때문에, 이보다 파장이 짧은 자외선이 실내의 측창을 통하여 들어올 경우 유리에서 많이 제거되기 때문

으로 생각된다.

그림 5는 측정 영역별로 일정 시간마다 측정한 자외선 복사비율 값을 전체시간에 대해 평균을 취하여 영역별로 나타낸 것이다. 실외에서 측창이 있는 실내를 통과할 때는 물론이고 실내에서도 측창과 멀어질수록 자외선 복사비율이 감소하고 있음을 볼 수 있다. 측창을 기점으로 그래프를 살펴보면, 실외에서 30[cm] 사이에 18[%] 정도 감소되고, 60[cm] 사이에서는 29[%]로 점차 그 폭이 커지면서 150[cm] 사이에는 약 43[%]까지 감소한다.

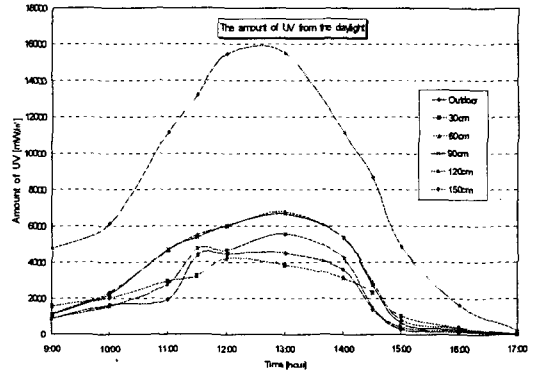


그림 4. 자연주광의 자외선 복사량의 변화 추이

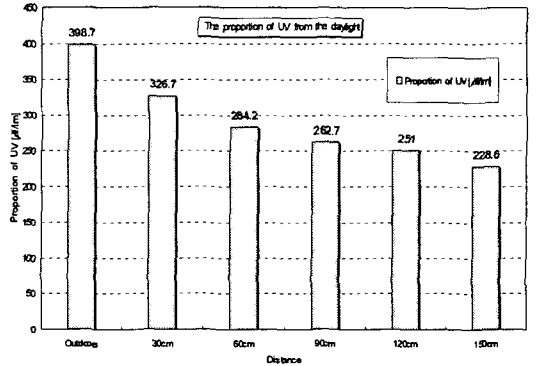


그림 5. 자연주광의 영역별 자외선 복사비율의 비교

그림 6은 앞에서 언급한 실험 결과 중에서 실외와 측창에서 90[cm] 떨어진 지점에서 각각 측정한 조도, 자외선 복사비율 및 자외선 복사량의 최대치로서, 이들을 상호 비교하기 위해 그래프로 나타낸 것이다. 조도의 경우, 측창을 통과하면서 32[%] 정도 감소한 값을

보이고 있으며, 자외선 복사비율은 약 37[%], 자외선 복사량은 57[%] 정도 감소하는 것으로 나타났다.

그림 7은 겨울철 하루 종일 흐린 날의 복향의 측창을 통해 실내로 입사하는 빛을 측정된 것이다. 날씨의 변화에 대응하여 복사광도 심하게 변하고 있으며, 조도와 자외선 복사량이 서로 비례적임을 알 수 있다.

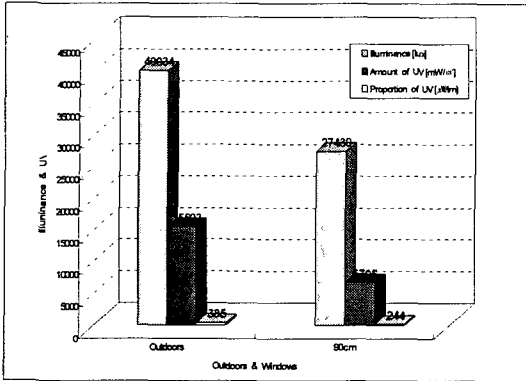


그림 6. 옥내·외 자연주광의 조도, 자외선 복사비율 및 자외선 복사량의 비교

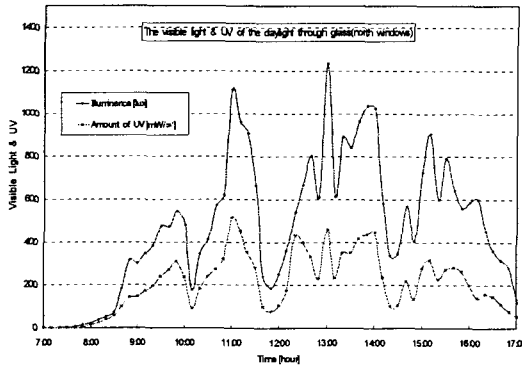


그림 7. 복향의 측창으로 입사하는 주광의 복사광

5. 결 론

본 논문에서는 전시조명용으로 많이 사용하는 여러 종류의 인공광원과 자연주광을 대상으로, 각 광원에서 방출하는 자외선 복사비율 및 자외선 복사량, 복사조도, 광원의 분광에너지분포 등의 광복사를 측정하였으며, 그 결과를 분석하여 다음의 결론을 얻었다.

(1) 전체 측정 인공광원의 자외선 복사량은 조도의

증가에 따라 거의 선형적으로 증가하는 추이를 보였으며, 200[lx]에서의 20[W] 직관형 형광램프의 자외선 복사량은 54.6[mW/m²]로서, 이 값은 동일 조도에서의 백열전구 값의 8.2배, 3파장 형광램프의 1.9배, 50[W] 할로겐전구의 7.7배에 해당한다.

(2) 백열전구의 자외선 복사비율은 79[μW/lm]으로 전시조명기준의 자외선 제한 값에 근사하고, 매탈헬라이드램프는 무려 이 값의 10.6배에 이른다. 또한 직관형 형광램프는 3.4배, 3파장 형광램프는 1.9배에 달한 반면 할로겐전구는 제한치 이하의 작은 값을 보이고 있다.

(3) 자연주광의 시간별 자외선 복사량의 분포 실외와 실내 사이에서 큰 폭의 차이가 난다. 이는 자외선이 실내의 측창을 통하여 들어올 경우 유리에서 많이 흡수되기 때문으로 생각된다.

(4) 자외선 복사비율도 실외에서 측창이 있는 실내를 통과할 때는 물론이고 실내에서도 측창과 멀어질수록 자외선 복사비율이 감소하고 있다. 실외에서 30[cm] 사이에 18[%] 정도 감소되고, 60[cm] 사이에서는 29[%]로 점차 그 폭이 커지면서 150[cm] 사이에는 약 43[%]까지 감소한다.

(5) 실외 및 측창에서 90[cm] 떨어진 지점에서 측정된 광복사의 최대치끼리의 비교에서, 조도의 경우, 측창을 통과하면서 32[%] 정도 감소하고, 자외선 복사비율은 약 37[%], 자외선 복사량은 57[%] 정도 감소하는 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

- (1) 大澤善次郎, "高分子の劣化と安定化", 武蔵野 クリエイト, 東京, 1992
- (2) G. Thomson, "The Museum Environment, 2nd ed.", Butterworth-Heinemann, Oxford, 1986
- (3) S. M. Lambrechts, and H. L. Rothwell, "A Study on UV Protection in Lighting, Osram Sylvania Inc., 1995
- (4) IESNA, "Lighting Handbook, 9th ed.", IESNA, New York, 2000
- (5) CIBSE, "LC8: Lighting for museums and art galleries", CIBSE, London, 1994
- (6) K. M. Colby, "A Suggested Exhibition/Exposure Policy for Works of Art on Paper", Policy, Feb., 1996
- (7) 한국산업규격, "KS A 3011-1993, 조도기준", 한국표준협회, 1993
- (8) 김훈, 김홍범, "전시물의 변색 예측을 이용한 박물관 조명 기준의 작성", 한국조명전기설비학회지, Vol. 10, No. 6, pp. 37-47, 1996. 12
- (9) 국립중앙박물관, "박물관내 전시 및 수장공간의 조명환경 기준 연구", 1996