特　　輯

照明에 의한 博物館·美術館 展示品의 劣化

池 哲 根
〈서울大 工大 名譽敎授〉

1. 序　論

博物館은 선조들이 남긴 美術品, 文書, 歷史的 遺物 등이 수집 수장된 資料들을 현존하는 사람들에게 보이게 하는 동시에 後世의 사람들에게도 보일 수 있도록 우량한 상태로 保存하여야 한다. 博物館이나 美術館에서는 資料가 갖고 있는 고유의 아름다움을 照明으로 충분하게 보임으로써 照明效果를 얻을 수 있다.

그러나 반면에 밝은 照明으로 인하여 발생하는 資料의 損傷이 문제가 된다.

그러므로 일반적인 博物館·美術館의 展示照明은

① 展示品을 損傷시키지 않고 照明한다.
② 晝光과 동등한 色彩感覺을 재현한다.
③ 心理的 不快感을 주지 않도록 한다.

등의 세가지 점을 고려할 필요가 있다. 때문에 양자는 모두 ①에 관심을 두고 있으나, 전시담당자는 照明에, 보존담당자는 損傷에 더욱 중점을 두고 있다.

그런데 照明에 의한 밝음의 정도는 照度란 수치로서 나타낼 수 있지만, 劣化에 대한 영향의 정도를 수치로 나타내기는 어려운 것이 문제이다.

2. 展示照明의 照度基準

피로가 적고 쾌적하게 볼 수 있으며 더구나 보존을 고려한 관상조건을 조성하기 위해서는 적절한 照度를 설정할 필요가 있다.

表1에서 각국에서 추천하고 있는 展示照明의 照度基準을 표시하고, 表2에서는 각국의 美術館·博物館에서 시행하고 있는 照度値를 참고로 나타낸다.

展示資料의 耐光性은 재질에 따라서 다르므로 照度基準은 材質別로 나타낸다. 推奬照度에는 光源의 종류에 대한 지정이 없고, 또한 전시기간의 한정도 일부를 제외하고는 명확하지 않다.

빛에 대하여 가장 연약한 染織物이나 東洋畫들을 합한 水彩畵 혹은 彩色手寫本 등의 종류는 모든 照度基準이 일치하며 50〔lx〕이하이다.

그것보다 다소 耐光性이 있는 油彩畵나 漆器에 대해서는 대체로 200〔lx〕가 사용되고 있다.

50〔lx〕, 200〔lx〕는 모두 1년간을 통하여 시행되는 전시를 전제로 한 照度라고 생각되며, 年間의 積算照度는, 年間의 展示時間을 300일, 1일 8시간 조사로서 각각 120,000〔lx.h〕, 480,000〔lx.h〕로 된다.

照明設計에서는 照明器具의 오손을 고려하여 初期照度値는 표1의 값에 50〔%〕를 더하고 있다.

3. 照明에 의한 展示品의 劣化

文化財의 劣化는 빛, 溫度, 濕度 등에 크게 기인되고 있다는 것은 명확한 사실이다.

展示에는 自然光 또는 人工光에 의한 照明이 필요하지만 照明에 의한 光放射에 의하여 可視光線중 波長이 짧은 측인 紫色光線과 紫外線部分에서 變色과 褪色을 일으키는 光化學的反應과 또한

表 1. 美術館, 博物館에서의 展示照明 推奨照度

(단위 : lx)

對象 \ 規格		ICOM(佛) (1977)	IES(英) (1970)	IES(美) (1987)	JIS(日) (1979)	G. Thomson (1988)	KS(韓) (1978)
빛에 매우 민감한 것	染織物, 衣裳, 水彩畵, 東洋畵, 印刷物, 郵票, 壁紙, 染色皮革, 自然史關係標本	50 될 수 있으면 낮은 쪽이 좋다 (색온도: 약2,900K)	50	50 (1일 8시간 년 300일로 적산 조도 120,000lx.h)	150~300 (박제품, 표본에 대해서는 75~150)	150	75~300
빛에 비교적 민감한 것	油彩畵, 皮革品, 骨角, 象牙, 木製品, 漆器	150~180 (색온도: 약4,000K)	150	75 (1일 8시간 년 300일로 적산 조도 180,000lx.h)	300~750	200	300~700
빛에 민감치 않은 것	金屬, 돌, 유리, 陶磁器, 寶石	제한없음 단 300lx를 초과하는 조명을 실시할 필요는 없음 (색 온 도:4,000 ~ 6,500K)	제한없음		750~1,500		750~1,500

表 2. 世界各國 美術館·博物館의 照明의 예

	照度 水平	照度 垂直	光源	施設	設備容量	備考
Fernand Léger Museum at Biot	400lx	350lx	FL-80, RF100	乳白유리 光天井	1,650 l m/m²	
Natinal Gallery, Be'rlip	100l	140 ~220lx	Ld200, RF150	透明유리	950 l m/m²	
Tate Gallery, Lond on (Redesfgned Room)		215l	FL80(R) RF150	포리비닐	20 l m/ft²	色溫度4,100K
Boymans Van Beuninger Museum Rotterdam	300lx	300lx	FL100, Ld100			
Gallery in the Rijks-museum Amsterdam		50lx	FL65			畵間光天井 100lx
Adelaide Art Gallery Austria		400lx	FL40			
Copenhagen for the Matise Exhibitin		500 ~1,000lx	Ld150w		65w/m²	
Art Center Oslo	600 ~900lx	300lx	FL65	루 버	3,150 l m/m²	
Folkwang Museum Essen, Berlin	60lx	60lx		서물유리 光天井	650 l m/m²	
Calauste Gulbenkian Museum		50 ~400lx	FL40, Ld(100)			

주 : FL : 형광램프, Ld : 백열전구, RF : 투광용전구

波長이 긴 부분인 赤色光線과 赤外放射部分에 의한 資料의 熱作用으로 인하여, 乾燥 등에 의한 展示資料의 劣化는 展示品保存 측면에서 매우 중요하다.

대체로 博物館의 展示室은 無窓方式이 많으며, 照明은 人工光源에 의하여 이루어지고 있다.

照射光源으로는 晝光採光에 의한 太陽光, 人工光源인 螢光램프, 白熱電球, 할로겐電球 등이 널리 사용되고 있다.

이들 중에서 螢光램프, 할로겐電球의 紫色放射및 紫外放射에 의한 光化學的反應에 따른 變, 褪色, 그리고 白熱電球, 할로겐電球에 의한 赤色放射, 赤外線放射에 따른 熱作用 등이 展示品의 이탈, 박리에 큰 영향을 주고 있다.

晝光도 天空光이나 太陽直射光에 의한 光化學的反應과 熱作用이 심하다.

결과적으로 展示效果를 기하기 위해서는 충분한 밝기의 照明을 실시하는 것이 좋으나 保存측면에서는 될 수 있는 대로 어두운 照明이 바람직하다.

(1) 光放射가 資料에 미치는 光化學的損傷

展示照明光源으로는 太陽光, 螢光램프, 白熱電球, 할로겐電球, 크세논램프 등이 주로 사용되며, 이들 照明光源으로부터의 光放射에 의하여 資料에 褪色이나 劣化 등의 作用效果가 있다.

照明光源으로부터의 放射가 展示資料에 입사하면 일부는 反射되고 일부는 透過되며, 나머지 放射는 資料內部로 吸收되어 褪色, 黃變 등의 현상이 나타난다.

染織物에 사용되는 染料의 褪色, 油繪具에 사용되는 乾性油의 黃變, 紙類, 木棉의 黃變, 合成樹脂의 黃變등은, 放射에 의한 作用效果이다. 일반적으로 有機物質은 放射에너지를 흡수하면 物質分子가 勵起되어 活性化되고, 이 分子의 活性化에너지가 酸素로 전달되며, 活性化된 酸素가 발생하고, 이것이 물分子와 결합하여 H_2O_2가 생성된다. 이것이 有機物質이나 染料와 결합하여 물질의 光學的酸化가 일어나고, 이 과정에서 光學的酸化에 의한 損傷이 발생한다. 放射에 의한 損傷은 照度×照射時間에 비례한다.

光化學的損傷의 分光特性은 대상물질의 특징에 따라 다르지만 Harrison이 질이 낮은 종이에 대하여 구한 것을 그림1에서 표시한다.

이 光化學的損傷은 紫外放射領域은 물론, 580〔nm〕이하의 可視放射의 영역까지도 일어난다.

短波長의 光일수록 작용이 커지며 특히 400〔nm〕이하의 紫外線의 작용이 95〔%〕이다. 참고로 그림2에 各 光源의 分光分布를 표시한다.

表3에는 각종 光源의 單位照度당의 損傷係數와 相對値를 나타낸다. 이에 따르면 自然光에는 비하여 人工光은 損傷이 극히 낮음을 알 수 있

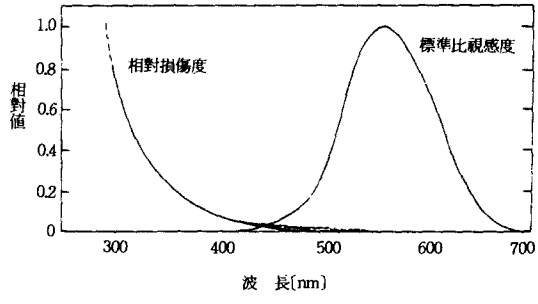

그림 1. 상대손상의 분광특성

表 3. 각종 光源의 單位照度당의 相對損傷係數

구분 / 光源	相關色溫度(K)	平均演色評價數 Ra	單位照度당 損傷係數	相對値(%)
天空光	11,000	–	0.4800	100.0
直射日光	5,300	100	0.0790	16.5
白熱電球 100W(2,856K)	2,856	100	0.0136	2.8
螢光램프(晝光色)	6,500	77	0.0462	8.4
螢光램프(白色)	2,900	64	0.0444	9.2
博物館用 螢光램프(白色)	4,500	91	0.0169	3.5

다.

表4에 單位光束當의 紫外線에너지를 表5에 각종 光源의 일반적 특성과 에너지 配分을 표시한다.

그리고 그림4와 그림5에서 각각 窓유리와 프라스틱의 透過率을 참고로 표시한다.

또한 博物館, 美術館에서의 紫外放射量의 安全基準의 最大値는 Thomson에 의하면 75[㎛w/lm]로 되어 있으며 表4에 각 光源의 單位光束當의 紫外線에너지를 나타낸다.

그러나 光化學的損傷을 저감시키는 방법으로는

① 使用光源으로서, 光化學的損傷係數가 적은 것을 선택하고 ② 照明器具 거버나 採光窓에 短波長(특히 400[nm]이하)의 光放射를 흡수하는 투광재를 사용한다.

③ 보기좋은 照明을 손상시키지 않는 한 될 수 있는대로 낮은 照度로 억제함과 동시에 필요시간 이외에는 照明을 하지 않도록 한다.

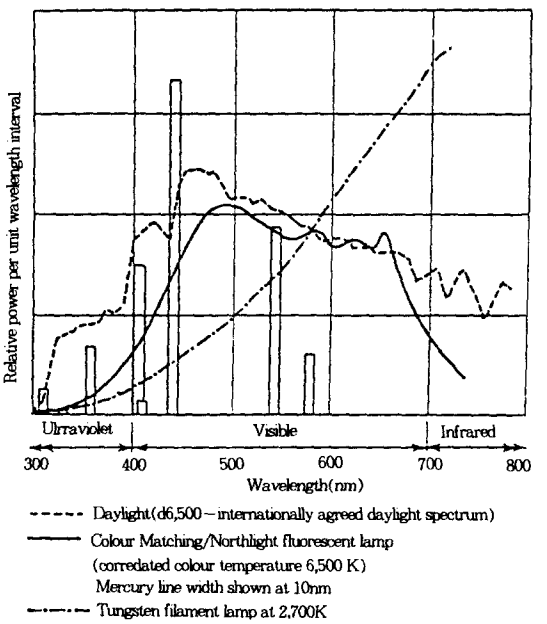

그림 2. 晝光·白熱電球·螢光램프의 分光分布

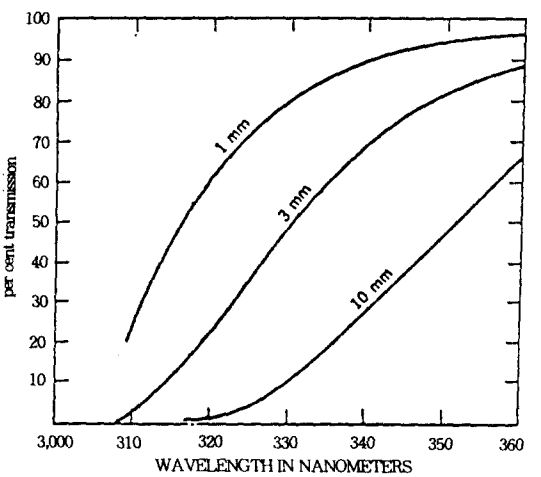

그림 3. 두께가 다른 窓유리의 透過率

表 4. 각종 光源의 單位光束當의 紫外線에너지 (400nm이하)

光源	單位光束當 紫外線에너지 (300nm이하)
太陽光 + 天空光(한여름 날)	720㎛W/lm
白熱電球 (500W)	60~70㎛W/lm
螢光램프(약 4,000K, Ra 50~70)	110~140㎛W/lm

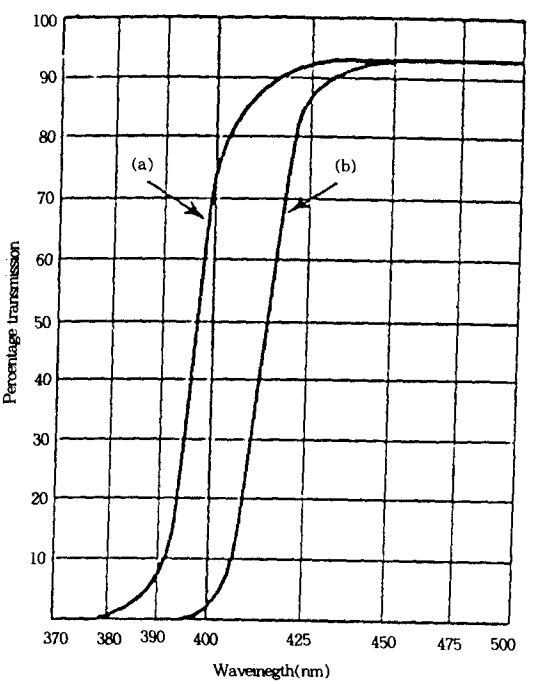

그림 4. 플라스틱의 透過率의 예

(2) 熱放射가 資料에 미치는 物理的損傷

가) 熱放射에 의한 溫度上昇으로 인한 物理的 損傷

紫外線, 可視光線 및 赤外線의 光放射는 그의 일부가 展示物에 흡수되어 展示物의 熱運動을 촉진시켜서 높은 熱에너지를 갖게 되어 溫度가 상승된다. 특히 赤外線은 특별히 강한 熱作用을 갖고 있어서 熱線이라고도 한다. 物質의 溫度가 上昇하거나 冷却되면 膨脹, 收縮이 수반되어 이 현상이 반복되면 物質內의 水分의 蒸發, 吸收에 의해서 각종 資料중 膨脹係數가 다른 물질의 組合으로 구성된 資料나 書畵 등의 경우에는 각종 色染料 등의 乾燥 등으로 接着力을 弱化시켜서 이탈, 박리와 함께 비틀림, 찌그러짐 등이 발생하고 또한 光放射의 일부는 展示空間의 溫度變化와 相對濕度의 변화를 초래함으로서 展示物의 熱的變化나, 지나친 乾燥의 反復 등으로 物理的損傷을 유발시키는 원인으로 된다.

光源으로부터 放射되는 에너지도 빛이나 對流, 傳導에 의하여 모두 공간내에서 熱에너지로서 흡수되지만 被照射物에 빛에너지(照明熱)로서 주어지는 정도는 光源의 分光特性에 따라 다르며 이 정도를 放射照度라 한다. 表5에 램프 1[lx]당의 放射照度를 표시한다. 또한 展示物의 溫度上昇은 展示物表面의 分光吸收率에 따라 다르며 동일 放射照度라도 대상으로 하는 波長域에서 分光吸收率이 높을수록 높아진다.

光源이 발생하는 실제적인 溫度上昇은 白熱電球에 의해 500[lx]로 照明된 물체의 경우 色相에 따라 2~3℃의 溫度上昇이 있고 200[lx]로 照明될 경우 1~1.5℃의 변화가 있다.

溫度上昇에 의한 物理的損傷은 될 수 있는대로 저감시키는 방법으로는 ① 使用光源으로서 單位照度당의 放射照度가 적은 것을 선택한다.

② 放射照度를 저감시킬 필요성이 강한 곳에서는 白熱電球나 할로겐電球에는 赤外放射 吸收필

表 5. 各種 光源의 에너지 配分

品種 \ 에너지 配分		放射에너지				對流 및 傳導
		紫外線	可視光線	赤外線	全放射	
白熱電球	100W	0.1%	9.0%	84.0%	93.0%	7.0%
〃	1,000W	0.5	11.9	83.0	95.0	5.0
螢光램프 一般用白色	40W	0.5	18.8	40.7	60.0	40.0
〃	65W	0.6	18.0	41.5	60.0	40.0
〃	120W	2.1	17.2	42.2	60.0	40.0
高壓水銀램프(Coloured corrected)	400W	3.8	14.8	58.6	75.5	24.5
〃 (Type HQA)	400W		13	60	77	23
〃	400W	3.0	14.8	66.7	81.5	18.5
메탈할라이드램프	400W		20.0	61.0	84.0	16.0
〃 (coloured corrected)	400W	2.3	20.5	57.7	80.5	19.5
〃 H Q I (Na. Tl. In. I)	400W	3.2	20	61	84	16
〃 H Q I (Dy. Tl. I)	400W	3.4	34	54	91	9
〃 HQITS(Dy. Tl. I 直線形)	400W	7.4	36	49	93	7
〃 H M I (Dy. Ho. I 콤팩트)	575W	〃	44	42	97	3
〃 (Dy)			29	55	84	13
〃 (Sn)			23	62.2	85.2	14.8
高壓나트륨燈	400W	0.3	30	47.2	77.5	22.5
〃 (Na VTS linear Form)	400W	0.3	30	63	93	7
〃	400W		29.5	56	85.5	14.5
할로겐램프(3,000K)	500W	0.2	14	80.3	94.5	5.5

表 6. 單位照度當 放射照度

光源	單位照度당 放射照度 mW/m².lx	1℃ 상승하는 照度〔lx〕		
		色그림물감면	벤벨크(백)	순모(흙)
太陽直射光	10	1,700	5,600	2,950
螢光燈 40. S. W	10	1,700	5,600	2,950
白熱電球 100V, 100W	57	300	1,000	520
쿨비임電球 100V, 80W	39	440	1,420	760
미니할로겐電球 100V, 150W	56	300	1,000	525
메탈할라이드燈 400W	10	1,700	5,600	2,950
螢光水銀燈	12	1,430	4,670	2,470

터를 螢光램프에는 유리 또는 플라스틱의 필터를 램프 전면에 장착한다.

그리고 白熱電球를 放熱필터없이 사용할 경우에는 130〔lx〕를 초과하지 말것

③ 展示쇼케이스등의 한정된 공간내의 展示物에 대한 照明에서는 쇼케이스내의 溫度上昇에 특히 배려한다.

安定器, 變壓器등의 發熱源이 되는 부분은 쇼케이스 외부로 격리하고 對流 또는 強制通風에 의한 냉각을 실시한다.

(3) 展示에 따른 微氣象條件

博物館資料의 保存 및 展示에 상반되는 이상적인 氣象環境條件으로는 다음과 같은 溫·濕度條件이 오랜 세월 제시되어 왔다.

溫度 : 20±2℃

濕度 : 50±5%

屋內에서 物品을 보관, 전시하는 한, 溫度條件은 그리 중요하지 않고 相對濕度가 일정 범위내에 있으면 별문제가 없다.

金屬의 단체제품에서는 녹 슬지 않게 相對濕度를 50%이하로 하는 것이 바람직하다.

木材, 紙類, 섬유 등의 有機物을 많이 함유하고 있는 것에서는 자연損傷을 촉진하는 요인의 하나로 環境濕度의 변화에 의하여 資料 자체의 內部에 보유된 水分이 그의 표면으로부터 出入하는 것이다.

濕氣가 많은 것을 乾燥한 공기중에 놓으면, 物品의 내부로부터 일정한 水分이 방출되어 공기중의 相對濕度는 평형을 유지한다.

예컨대 溫度 25℃, 相對濕度 50%의 상태는 乾燥空氣 1m³중 水分 10g을 포함한다. 이대로 溫度를 3℃ 上昇시키면, 相對濕度는 약 42%로 떨어지며 50%로 유지하려며는 2g/m³의 물이 필요하다.

그러므로 이 水分을 資料의 有機物로부터 빼앗게 된다. 반대로 溫度가 떨어지거나 水分의 보급이 이루어져서 공기중에 수분이 남게 되면 그 분량만큼 物質이 흡수하게 되며 이와같이 물질로부터의 放出과 吸收에서 放出의 경우가 위험하다. 물이 氣化하여 放出의 순간 큰 힘이 작용하여 그것이 물질에 대한 스트레스로 작용하기 때문이다.

博物館照明에서는 演出效果를 얻기 위하여 스포트 照明에 사용되고 이에는 白熱電球나 할로겐電球 등 빛과 더불어 많은 熱을 放射하는 光源이 쓰여지므로 이들 電球의 點燈, 消燈에 따른 資料의 表面 및 展示室間에의 熱作用으로 溫度가 변화되고 또한 相對濕度도 변화한다.

그러므로 展示照明의 스포트 光源으로서 할로겐電球 등을 사용할 경우에는 器具에 電球의 背面을 赤外線放射通過함과 동시에 前面렌즈나, 電球의 선단부분에 熱放射를 방지하고 紫外線도 차단하는 장치를 한 것이 사용되어야 한다.