

조명에 의한 박물관 전시물의 변색 측정에 관한 연구

(A Study on the Measurement of the Museum Exhibit's
Color Change by Lighting)

金 燾* · 金弘範**

(Hoon Kim · Hong-Bum Kim)

요 약

박물관에서 조명에 의한 전시물의 손상이 일어나는 것을 최소화하기 위해서 적절한 조명 기준이 요구된다. 이러한 조명 기준의 작성을 위한 기초 자료를 얻기 위하여, 방사에너지의 파장의 함수로 전시물의 변색을 측정할 수 있는 장치를 구성하였다. 크세논 램프를 광원으로 사용하고, 빛은 여러 가지 차광 필터를 통과하여 시료에 입사한다. 여러 차광 필터 밑의 시료의 색을 측정함으로써 특정 파장 범위의 방사 에너지에 의한 시료의 변색을 추정하였다. 측정 결과, 식물 염료들은 단시간에 심한 변색을 보였으나, 전래 종이는 상대적으로 거의 변색이 되지 않았다.

측정 결과를 이용하여 다른 광원에 의한 변색을 예측할 수 있으며, 이는 조명 기준 작성의 근거가 된다.

Abstract

An appropriate lighting standard for the museum is needed to minimize the deterioration of the exhibits by the light. To obtain the basic data for the standard, a system to measure the color change of the artifacts as a function of the radiation energy frequency was constructed. Xenon lamp is used as a light source, and the light is irradiated to the samples through several cut-off filters. Measuring the colors of the samples under each filters, color change of the samples is estimated for each frequency ranges of radiation energy. As a result, natural dyes show severe color change in a short time, but traditional papers shows relatively small color change.

Using measured results, color change due to other light sources can be calculated and this will be the base of the standard.

*正會員 : 강원대학교 전기공학과 부교수

接受日字 : 1996年 7月 1日

**正會員 : 국립중앙박물관 사무관, 고려대학교 전기공학과 박사과정

1. 서론

방사에너지에 의한 전시물의 손상의 정도는 전시물을 이루고 있는 유기물의 종류, 방사에너지의 스펙트럼분포, 방사에너지의 세기, 조명을 실시한 시간 등에 따라 달라진다. 광학적인 손상의 경우 방사광의 파장이 짧을수록, 세기가 클수록, 오래 쬐일수록 손상이 심해지는 것으로 알려져 있다. 따라서 전시물의 종류와 전시 방법, 광원의 종류, 조명 방식에 따라서 손상의 정도가 달라지며, 이들을 모두 고려하여 각 전시물에 대한 조명방식과 수준을 결정하는 것이 최선의 방법이 될 것이다. 그러나 박물관에서 소장하고 있는 자료의 종류와 개수는 매우 많으며, 한 자료에도 여러 종류의 물질이 포함되어 있으므로, 각 전시물에 대하여 조명방식을 개별적으로 결정하는 것은 거의 불가능할 정도로 방대한 작업이다. 따라서 박물관 전반에 걸쳐서 일관되게 적용할 수 있는 조명기준을 될 수 있는 한 간략하게 만들되 간략화된 조명 기준으로는 보존이나 전시에 문제가 생기는 자료에 대해서만 별도의 개별적인 기준을 마련하여, 실제 전시에서 큐레이터나 기술자가 쉽게 사용할 수 있도록 할 필요가 있다.

본 논문에서는 우리 나라의 박물관에 적합한 조명 기준을 마련하고 개별적 기준이 필요한 전시물의 종류를 파악하기 위하여, 국내 고유의 염색 물질 및 천과 종이 시료를 마련하여 자외선에 의한 손상의 정도를 시험하고 이를 분석하였다. 즉, 각국에서 자외선 손상의 정도를 시험한 내용과 결과를 비교하여, 국내 유물의 자외선 손상 정도를 시험, 측정할 수 있는 장치를 개발하고, 이 장치를 이용하여 비교적 자외선에 의한 손상이 심할 것으로 예측되는 몇 가지 시료들에 대한 손상 시험을 수행하였으며, 측정의 결과 각 시료의 특성을 분석하였다. 이러한 분석을 바탕으로 국내 박물관에 적합한 조명환경 기준을 마련할 수 있으며, 이 과정은 차후 게재될 논문에서 정리하였다.

2. 조명에 의한 전시물의 손상

2.1. 연구사례

1888년에 영국의 Russel과 Abney가 수채화에 미치는 빛의 영향에 대한 보고서를 제출하였다. 조명에 의한 물질의 손상에 대한 최초의 대규모 실험적 연구에 의해, 물질의 색 변화는 광원에서 나오는 빛 중에서도 주로 파란색 및 보라색 부분에 의존하고, 조명의 노출시간에 의존한다는 결론을 내렸다.¹⁾

이 최초의 보고 이후에 장기간에 걸쳐 꾸준한 연구가 많이 수행되었다. 1950년 미국의 표준청은 국회도서관의 의회에 의해 독립선언서나 미국 헌법과 같은 귀중한 양피지가 빛에 의한 손상이 없이 전시될 수 있도록 대규모의 연구를 수행하였다. 또한 Judd는 빛에 노출된 물질의 광화학적 분해에 대하여 저급 종이를 여러 파장의 빛에 쬐어서 시험하고, 그 결과에 따라 상대손상률 $D(\lambda)$ 를 정의하였다. 상대손상률과 광원의 방사 효율에 따라 단위조도당 손상가능도가 결정되고, 광원의 방사위험도가 평가된다. 이를 토대로 서류의 조명에 적합한 광원과 필터가 결정되었다. 필터의 경우는 차광과장 430(nm)의 보호필터를 진열장의 두 장의 판유리 사이에 끼우는 방법이 제시되었다.²⁾ 1953년 Harrison은 이 방법을 뉴욕 메트로폴리탄 박물관의 조명시스템에 적용하였다.

1956년 McLaren은 117종류의 합성염료에 대하여 퇴색실험을 수행하였다. 각 시료에 대하여 300, 360, 400, 460, 600(nm)이하의 빛을 각각 흡수하는 필터를 통하여 직사광선을 조사하고 시료의 분광반사 스펙트럼을 측정된 결과, 퇴색에 가장 크게 영향을 미치는 과장 영역은 물질의 내광성에 따라 변화하며, 각 물질에 고유의 임계과장이 있고, 광학적 반응은 임계과장보다 짧은 과장의 빛에 의해 일어난다는 것을 밝혔다.³⁾

1957년 Thomson은 4종의 염료를 목면에 염색한 시료에 365(nm), 404.7~435.8(nm), 546.1~578.0(nm)의 단색광을 방사강도 200($\mu W/cm^2$)으로 조절하여 15개월간 조사한 뒤 색차의 변화를 측정하였다. 측정의 결과를 토대로 하여 그는 가장 빛에 민감한 물질에 대해서는 최대조도 50

[lx]를, 유화나 템페라화에 대해서는 150[lx]를 제시하였다. 이후 그 자신이 유화에 대한 조도 값을 200[lx]로 수정하였다.¹⁾

1957년 일본의 新井 등은 14종의 페인트에 대하여 직사광선, 형광램프, 백열전구, 살균램프를 이용하여 조명을 실시하고 분광반사율의 변화를 측정하였다. 1963년에는 登石 등이 주사(朱士) 등의 시료를 진공, 1기압 산소, 1기압 이산화탄소의 각 조건하에 유리에 봉입하고, 형광램프로 2,000 [lx]하에 4,000시간을 조사하여 분광반사 스펙트럼의 변화를 측정하였다.²⁾

1966년에는 Padfield와 Landi가 40여 종의 천연염료에 직사 일광, 형광 램프의 빛으로 조명하여 퇴색시험을 행하였다. 직사 일광으로는 250만 [lx·h], 형광램프로는 910만[lx·h]의 적산조도를 인가하였으며 주변온도는 16~20[°C]를 유지하였다. 블루 스케일 및 그레이 스케일과의 비교 결과, 모든 천연염료는 500만[lx·h]의 형광램프 조명에 의해 크게 퇴색하며, 직사 일광의 경우는 이보다 빠르다는 것을 밝혔다. 인디고, 페르시안 블루 등은 높은 내광성을 갖고, 내광성은 매염제와 섬유의 종류에 따라 편차가 크다.³⁾

1977년 Duff, Sinclair 등이 알리자린, 인디고 등의 염료에 50[W] 수은등 빛을 20[cm] 거리에서 조사하고, 색차를 20시간마다 측정하였다.¹⁾ 1983년에는 Bowmann과 Reagan이 역시 천연염료에 백열전구, 형광램프, 할로겐램프의 빛과 이 빛에서 자외선 및 적외선을 제거한 빛을 조사하여 퇴색을 측정하였고, 자외선 및 적외선을 제거한 쪽의 퇴색이 작은 것을 밝혔다.²⁾

1985년에는 見城이 로우더민 B, 밀타승 모니터에 단색광을 조사하였다. 조사한 단색광은 235, 287, 338, 390[nm] 등의 자외선에서 441, 498, 544, 596, 647, 699[nm]의 가시광선까지이며, 밀타승의 경우 441[nm]이하의 빛에 민감하고 이보다 긴 파장에서는 비교적 안정하며, 로우더민 B는 338~596[nm]의 범위에 비교적 민감함을 밝혔다.³⁾

1991년에는 독일의 Aydinli, Krochmann, Hilbert 등이 박물관 전시물 시료에 대하여 변퇴색 시험을 행한 결과를 발표하였고, 국제조명위원회

(CIE)에서는 이들의 보고서를 변퇴색 시험의 기준으로 출판하였다.³⁾ 이들의 시험 방법은 광범위한 종류의 시료에 대하여 방사에너지에 의한 손상의 정도를 파장의 함수로서 비교적 단시간에 측정할 수 있는 장점을 가지고 있다. 이러한 함수를 이용하면 실제 조명에 사용하려는 광원에 의한 손상의 정도를 예측할 수 있으며, 이에 따라 조명기준도 만들 수 있다. 따라서 본 논문에서는 이들의 시험방식을 채택하여, 우리나라 고유의 유물에 대한 손상시험을 행하였다.

2.2 파장에 따른 손상

방사에너지가 손상을 일으킬 수 있는 가능성은 파장에 관계가 있으며, 파장이 짧을수록 손상도 많이 일으킨다. 이것은 광양자의 에너지가 파장에 반비례하므로 파장이 짧을수록 에너지가 커지는 관계에서 짐작할 수 있다. 그러나 파장과 손상의 관계를 이와 같이 직접적인 수학적 관계로 나타낼 수는 없으며, 이것은 각 물질이 파장에 따라 반사, 흡수하거나 반응하는 것이 달라지는 고유의 특성을 갖고 있기 때문이다.

1953년 Harrison이 방사에너지의 파장에 따른 저급 종이의 손상 정도를 도출하여 보고하였다.¹⁾ 이 보고서에서 그는 300~660[nm]의 범위에서 상대적인 손상의 예상치를 제안하였다. 이 값은 300[nm]에서 최대치 7.75, 660[nm]에서는 0으로 된다. 해리슨의 손상계수라고 불리는 이 값은 박물관 전시물에 대한 자외선의 영향에서 여러 가지 광원의 상대적인 영향을 계산하는 중간 단계로서 제안된 것이다. 여러 가지 광원에 의한 손상의 정도를 알아내기 위해서는 분광에너지 분포를 동일 조도가 되도록 조절하고 각 파장영역의 에너지 값에 손상계수를 곱한 뒤 이를 더한 값을 서로 비교하면 된다. 이러한 방법으로, 예를 들어 유리를 통과한 천공광이 같은 조도의 백열전구에 비하여 손상을 다섯 배정도 더 일으킨다는 것을 알 수 있다.¹⁾

Feller는 고무의 열화, 페인트의 부식 등이 Harrison의 저급종이의 손상과 같은 형태를 보인다는 것을 밝혔으며, 손상률의 대수 값을 파장에 대하여 그래프로 나타내면 음의 기울기를 갖는

직선에 가깝다는 것을 알아내었다.³⁾

3. 조명에 의한 변색 시험 방법

3.1. 시험 방법의 결정

당 시험의 목적은 자외선 및 단파장 가시광에 의한 유물의 변색 정도를 측정하여 이를 바탕으로 손상을 일정 수준 이하로 제한하는 적정 조명 기준과 광원을 선정하고자 하는 것이다. 광화학적인 유물의 손상을 파악하기 위해서 다음과 같은 시험 및 분석방법을 사용하였다.

시험방법은 CIE의 퇴색시험법³⁾을 채택하였다. 이 방법은 유물에 대한 방사에너지의 작용효과를 파장별로 측정할 수 있을 뿐 아니라, 비교적 짧은 시간에 여러 시료에 대한 시험을 수행할 수 있고, 여러 가지 광화학적인 손상에 의한 유물의 손상을 그 광화학적인 과정에 상관없이 종합하여 측정할 수 있기 때문이다. CIE퇴색시험법은 다음과 같다.

시험 광원으로는 자외선 및 가시광선 영역에서 연속적인 분광에너지분포를 갖는 크세논 램프를 사용하며, 이는 햇빛보다도 시료에 입사되는 방사 에너지를 정확하게 측정할 수 있으므로 유리하다. 메탈헬라이드 램프나 고압수은램프는 자외선 영역에서 연속스펙트럼을 내지 못하므로 배제된다.

램프에서 나온 빛은 여러 종류의 차광 필터를 통과하여 시료에 입사된다. 필터의 차광 파장 (cut-off wavelength)은 자외선과 가시광선 영역에서 여러 가지이며, 각각 차광 파장보다 짧은 방사에너지는 흡수하고 긴 방사에너지만을 투과하는 특성을 가지고 있다. 시험에 사용한 차광 필터의 차광 파장은 각각 285[nm], 309[nm], 338[nm], 366[nm], 400[nm], 455[nm]이다. 이들 차광 필터로 가려진 시료의 각 부분은 시간에 따른 변색의 정도에 차이가 나게 된다. 이러한 변색의 차이를 계산하여 특정 파장의 자외선에 의한 변색을 예측할 수 있다. 예를 들어 차광파장 366[nm]와 400[nm]인 두 필터를 경유한 방사 에너지를 쪼인 시료의 두 부분의 변색의 차이를 계산하면, 366~400[nm]사이의 방사 에너지에 의한

손상을 알 수 있다. 이러한 방식으로 여러 가지 차광필터를 사용하여 파장에 따른 손상 정도를 알 수 있으며, 이는 방사에너지 중에서 특정 파장 부분만을 투과하는 밴드패스 필터(band-pass filter)를 사용하는 것보다 손상의 정도가 빨라서 시험을 상대적으로 빨리 수행할 수 있다.

변색 정도의 측정은 색채색차계를 이용하여 변화된 시료의 물체색을 측정하고 이를 원래의 색과 비교하는 방법으로 수행하며, 황변, 표백 등 색과 관련된 모든 종류의 손상을 그 원인과 무관하게 측정할 수 있다. 측색은 CIELAB 색공간에서 물체의 L^* , a^* , b^* 값을 측정하고 이 값들을 이용하여 색 차이를 계산하게 된다. 최초 시험에 들어가기 전에 시료의 색을 측정한 뒤 광원을 이용하여 시료를 변색시키면서 일정 시간 간격으로 색을 측정하여 색이 변화되어 나가는 과정의 색차를 계산하였다.

이 시험법을 이용하여 얻어지는 결과는 조사 시간에 따른, 각 차광 필터 밑 부분의 시료의 색 변화로서 이는 색차 ΔE^*_{ab} 값으로 얻어진다. 크세논 램프의 분광에너지 분포는 이미 알고 있으며, 차광 필터의 분광투과율을 여기에 곱하여 필터를 통하여 시료에 조사된 방사 에너지의 분광분포를 알 수 있다. 앞서 설명한 것과 같이 두 필터 밑 부분의 변색의 차이를 계산하면 그 색차의 차이는 파장에 따른 누적방사에너지 $W_d(W \cdot h/m^2 \cdot nm)$ 의 함수로 표현된 변색치 $S_d(W_d)$ 가 된다.

3.2 시험 장치와 시료

구성된 시험 장치의 사진을 그림 1에 보였다. 시험 장치는 반경 50[cm]의 원통으로서 내면을 무반사 흑색 페인트로 도장하였으며, 시료를 25개까지 걸어서 시험할 수 있다. 장치의 중심에는 150[W]의 크세논 램프를 설치하여 점등하고, 램프의 온도 상승을 방지하기 위하여 램프 위쪽에 환풍기를 설치하였다.

크세논 램프의 분광 분포는 그림 2와 같으며, 이 분포는 300[nm]이하의 자외선에서부터 적외선까지 골고루 분포된 연속스펙트럼으로서 파장에 따른 작용효과를 분석하기에 적합하다. 이 분광분포에서 작용효과를 많이 일으킬 것으로 예상

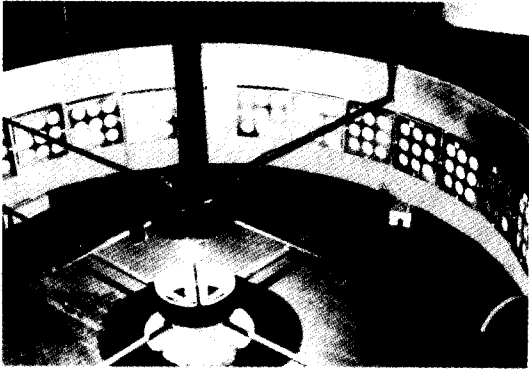


그림 1. 변색 시험장치
Fig. 1. Color Change Test System

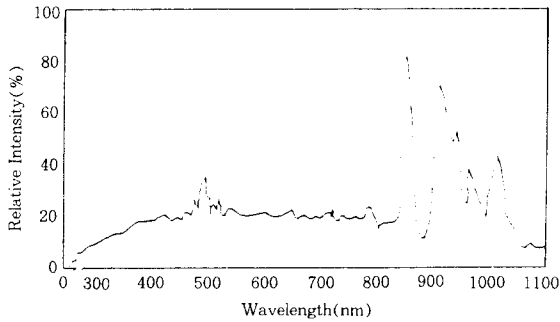


그림 2. 크세논 램프의 분광분포
Fig. 2. Spectral Energy Distribution of Xe lamp

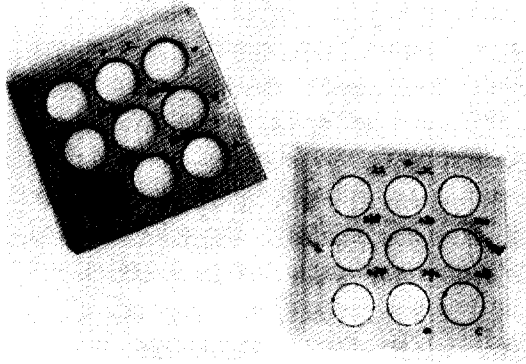


그림 3. 시료부의 구성
Fig. 3. Configuration of the Sample Part

되는 450[nm]보다 짧은 파장의 가시광선 및 자외선 양을 계산해보면 광속 1[lm]당 2.01×10^{-3}

[W]의 비율로서 시험시 시료에 제공된 800[lx]의 조도에 대해서 $16.08 \times 10^{-3} [W/m^2]$ 의 양이 공급되며, 380[nm]보다 짧은 자외선은 $9.12 \times 10^{-3} [W/m^2]$ 의 양이 공급된다. 또한 램프의 배광 분포는 50[cm]거리에 있는 10[cm]×10[cm]크기의 시료의 표면 전체에 걸쳐서 균일한 방사에너지를 제공할 수 있는 형태이다.

시료부는 그림3과 같이 구성되어 있다. 두께 3[mm]의 알루미늄 판에 직경 1[inch]의 구멍을 9개 뚫고 6개의 차광 필터를 끼웠으며 나머지 구멍 중 한 개는 막혀 있고 두 개는 뚫려 있다. 막혀 있는 구멍 뒤의 시료부분은 변색이 없이 원래의 색을 유지하며, 뚫려 있는 구멍 뒤의 시료부분은 크세논 램프에서 나오는 방사에너지를 여과 없이 그대로 받아들이므로 변색이 가장 심하다. 그 외의 필터 뒤에 있는 시료부분은 차광필터의

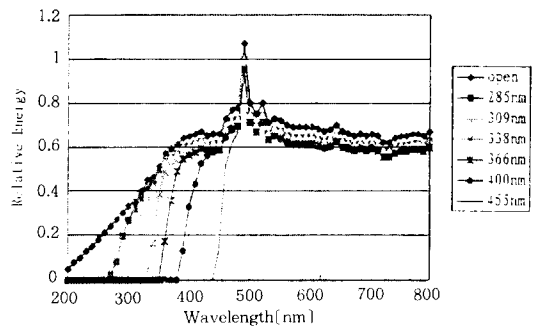


그림 4. 각 차광 필터를 통과하여 시료에 조사되는 방사 에너지의 분광분포
Fig. 4. Spectral Energy Distribution Irradiated on the Samples through Cut-off filters

표 1. 두 필터를 통과한 방사에너지의 분광분포 차이에 관한 값들

Table 1. Values of the Spectral Energy Differences for Two Filters

	최대에너지 파장[nm]	차광과장 [nm]	단위조도당 에너지[mW/m ² lx]
open~285(nm)	270	223 290	0.73
285(nm)~309(nm)	300	282 314	0.15
309(nm)~338(nm)	330	309 345	0.47
338(nm)~366(nm)	350	341 368	0.22
366(nm)~400(nm)	380	364 399	0.37
400(nm)~455(nm)	440	398 455	0.61

특성에 따라 특정 파장보다 짧은 파장의 자외선 부분을 없앤 방사에너지를 받게되고 그에 따른 변색이 일어난다.

여섯 가지 필터는 각각 그 차광 파장이 285, 309, 338, 366, 400, 455(nm)인 Oriol사의 차광 필터로서 자외선과 함께 455(nm)까지의 가시광선의 영향까지도 시험할 수 있다. 변퇴색된 결과는 Minolta사의 CR-300 색채색차계로 48시간마다 한 번씩 측정하여 기록하였다. 그림 4는 필터뒤에 있는 시료 부분이 받는 방사에너지의 스펙트럼으로서 450(nm)이상의 가시광선 부분은 거의 같으며, 차광 필터의 종류에 따라 특정 파장보다 짧은 자외선이 차광된 방사에너지가 조사되는 것을 알 수 있다.

이와 같은 방사에너지가 조사되어 변색된 시료 각 부분의 색을 측정하여 색변화를 계산한 뒤, 그 색변화의 차이들을 계산하면 특정 파장의 자외선에 의한 변색을 평가할 수 있다. 실제로 차광파장이라는 것은 50[%]의 투과율을 갖는 파장을 말하는 것이므로, 자외선의 파장 범위는 두 필터의 차광파장을 뺀 것과는 차이가 있다. 표 1은 두 필터들을 통과한 방사에너지의 분광분포 차이들에서의 최대 방사에너지 파장, 최대치의 반 값을 갖는 파장들(차광파장, 최대파장보다 길고 짧은 두 개가 있다.), 크세논 램프의 단위 조도 당 자외선 에너지의 양을 보인 것이다.

알루미늄 판의 겉면은 무반사 흑색페인트로 도장하였다. 시료자체는 알루미늄 판과 같은 크기로서 아크릴 시료대에 밀착하여 붙이고, 이를 알루미늄 판과 결합한다. 이렇게 하여 한 시료의 아홉 군데 위치가 각각 다른 방사에너지를 받아 변퇴색하므로 동일조건에서 만들어진 시료를 동일한 주변환경에 손상시키고, 수시로 변퇴색을 측정한 뒤 다시 계속하여 시험을 수행할 수 있다.

이 외에도 온도를 조절하기 위해 에어컨디셔너를 설치하고, 온도와 습도를 계속 측정하였으며, 방사에너지는 조도계로 측정하고, 조도계에서 나온 신호를 기록계로 보내어 연속 기록한다. 시험 기간중의 전압변동을 막기 위하여 교류 정전압원으로 전체 장비의 전력을 공급한다.

시험에 사용하는 시료는 민속박물관(이 관호, 최 은수)과 단국대 석주선 기념관(고 부자)의 협조로 마련하였다. 즉, 민속박물관의 종이문화대전(1995. 5~ 7)에서 오 성남씨가 재래식 기법으로 제작한 닥종이와 뽕나무종이를 종이시료로서 구하였다. 천시료는 종래의 손으로 짜는 기법으로 제작된 명주와 무명 및 삼베이다. 염색 시료는 황백, 치자, 괴화, 소목의 네 종류 천연염료를 명주와 무명 및 닥종이에 손으로 염색하여 총 12종의 시료를 마련하였다. 석주선 기념관에서는 20세기 초반에 만들어진, 화학염료로 염색한 공단과 갈 옷감 등을 제공하였다. 이들의 시료와 함께, 비교를 위하여 서양지로써 복사지와 갱지를 더하여, 모두 21종의 시료에 대하여 시험을 행하였다.

4. 시험 결과

시료에는 약 800(lx)정도의 조도가 제공되고 있으며, 단위 조도당 자외선 양은 2,010($\mu W/m^2 \cdot lx$)에 해당되어 여름 낮의 자연광에서의 자외선 밀도의 세 배에 가까운 값이다. 햇빛에 의한 변퇴색 시험은 하루 중 해가 떠있는 시간외에는 수행할 수 없으며, 일기의 영향을 받는다. 따라서 이 장치로 한 달 동안 조사하여 변색시킨 시험 결과는 햇빛을 이용하여 열 달 이상 시험한 결과와 마찬가지로 된다.

한 달 가량의 시험을 수행한 결과 천연 염료 및 인공 염료로 염색한 대부분의 시료들과 갱지 및 복사지에서 큰 변색을 관찰할 수 있었으나, 갈 옷감과 염색을 실시하지 않은 천 및 한지에서는 거의 변색을 관찰할 수 없었으며 변색이 있더라도 그 크기가 작고 계측기의 오차한계 이내의 값으로서 변색의 경향을 파악할 수 없었다. 변색이 작은 유물에 대해서는 더욱 높은 조도로 조명하면서 수개월 이상의 장기간에 걸쳐 관찰하는 시험이 필요할 것으로 예상된다.

그림 5부터 그림 8까지에 각각 갱지와 황백, 괴화, 치자로 염색한 닥종이들의 변색을 그래프로 보였다. 그래프는 각각 두 개 씩으로서 위의 그래프(a)는 적산조도에 따른 각 차광 필터 및 시

료부분의 변색을 보인 것이고, 아래의 그래프(b)는 자외선과 단파장 가시광선의 특정 범위의 방사에너지에 의한 변색을 계산하여 도표화한 것이다. 이 변색을 이용하여 각종 광원을 이용하여 조명을 실시할 때 각 시료들의 변색이 어느 정도로 일어날 지를 예측할 수 있다. 또한 이러한 분석을 행하기 이전에도 이 그래프들을 이용하여 시료들의 여러 특성을 파악하는 것이 가능하다.

그림 5는 갯지에 대한 시험 결과로서 그래프(a)에서 알 수 있듯이 퇴색이 매우 급격하게 일어난다. 초기에 급격하던 퇴색이 시간이 경과하면 점차 느려진다. 갯지의 퇴색은 매우 심하여 수시간만 조사하여도 변색을 눈으로 관찰할 수 있는 정도이다. 그래프(b)에서는 자외선과 단파장가시광선의 여러 파장범위에 의한 변색의 경향을 알 수 있다. Harrison의 손상계수에 의하면 파장이 짧을수록 손상계수가 큰 것으로 되어 있으나, 갯지에 대한 시험 결과는 이와 달리 340~360(nm) 부근의 자외선이 가장 변색을 심하게 일으키고(그래프의 기울기가 크다), 그 외의 자외선은 이보다는 변색이 적고 변색의 정도가 거의 비슷하며, 400~450(nm)의 단파장 가시광은 거의 변퇴색에 영향을 주지 못하는 것을 알 수 있다.

그림 6부터 그림 8까지는 천연 식물염료인 황백, 괴화, 치자로 염색한 닥종이의 변색시험 결과를 보인 것이다. 이 염료들로 명주 및 무명을 염색한 시험의 결과는 닥종이에 염색한 결과와 유사하다. 이들 염료는 자외선에 매우 약하여 그 변색이 심하며, 황백과 괴화는 복사지보다 약간 덜한 정도의 변색을 보였으나, 치자와 소목의 변색은 매우 심하였다.

황백의 경우에는 단파장 가시광에 의한 변색이 가장 심하고 280~320(nm)의 자외선이 그 다음으로 변색을 시킨다. 다른 자외선들은 거의 변색에 주는 영향이 없으며, 그림 (b)에서 방사에너지에 따른 변색이 음의 기울기를 가진 경우가 나타나지만, 이는 변색을 측정하는 색채측정계의 오차와 손으로 제작한 시료의 균일성 문제에 의한 것으로 보인다. 이러한 특성은 황백으로 염색한 유물의 조명에 세심한 주의를 기울여야 한다

는 것을 의미한다. 즉, 280~320(nm)의 자외선은 일반적인 조명상황에서는 매우 적고 자외선 제거 필터를 사용함으로써 쉽게 제거할 수 있으나 400~450(nm)의 단파장 가시광은 그 제거를 위하여 별도의 필터를 설치하는 등의 고려를 하여야 한다. 단, 황백은 노란색 계통이므로 남색과 보라색의 보임에 중요한 단파장 가시광을 제거하여도 색의 보임에는 큰 지장이 없을 것으로 생각된다.

괴화는 변색을 시키는 정도가 시험에 이용한 310~345(nm)를 제외한 방사에너지의 전체 파장에 걸쳐 균일한 양상을 보이며, 방사에너지를 조임에 따라 직선적으로 변색이 증가하는 경향을 나타낸다. 특히 괴화는 황백과 마찬가지로 단파장 가시광에 의한 변색이 심하다. 치자는 시험에 사용한 시료 중에서 가장 변색이 심하였다. 특히 310~400(nm)의 자외선에 의하여 균일한 변색을 보이며, 단파장 가시광선에 의한 영향은 거의 없

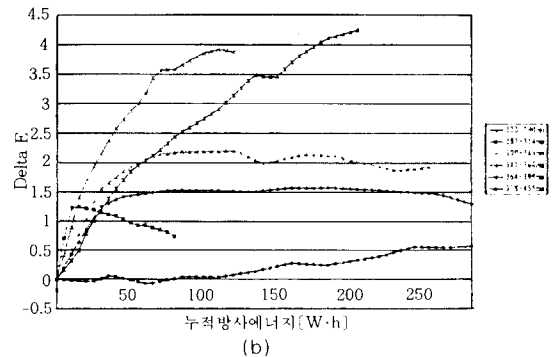
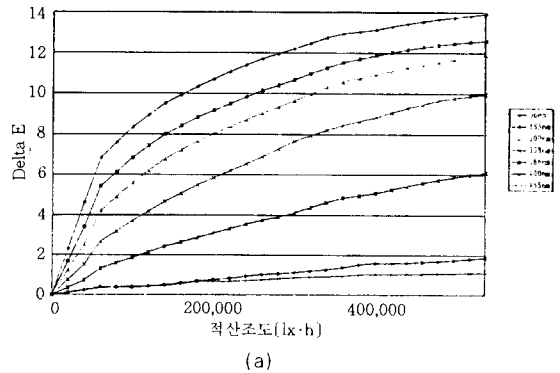
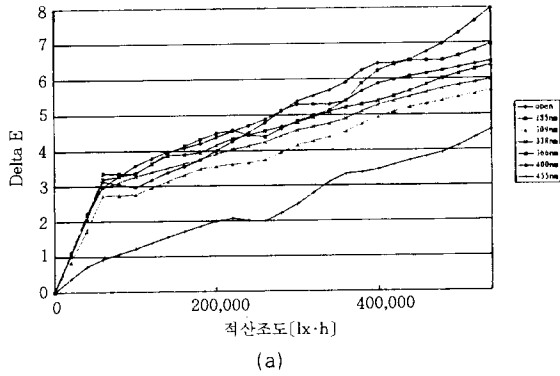
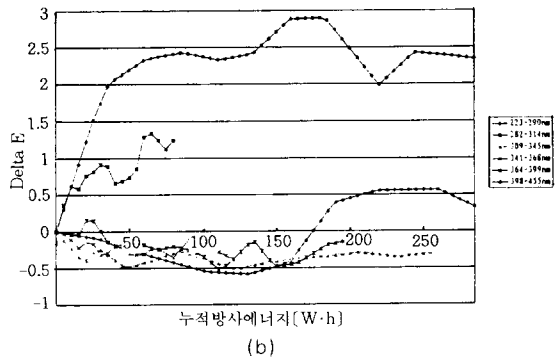


그림 5. 갯지의 변색시험 결과
Fig. 5. Color Change Test Result of the Low Grade Pulp Paper

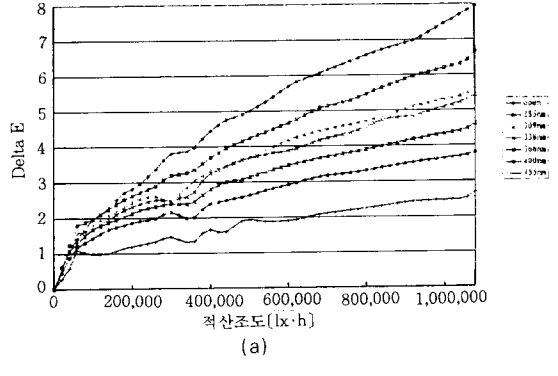


(a)

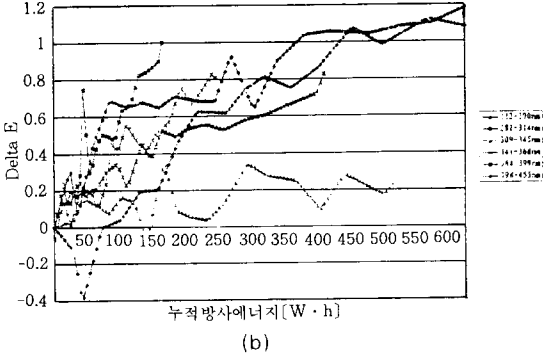


(b)

그림 6. 황백으로 염색한 닥종이의 변색시험 결과
Fig. 6. Color Change Test Result of the Traditional Paper Dyed by Hwang-Bak

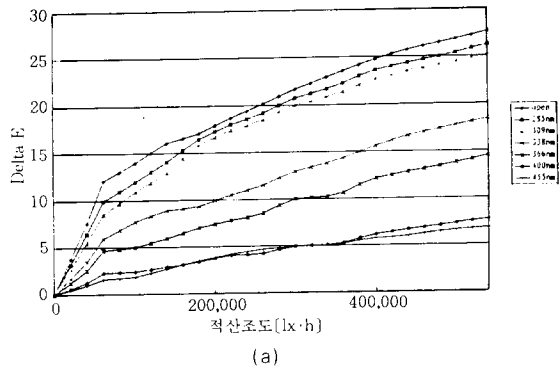


(a)

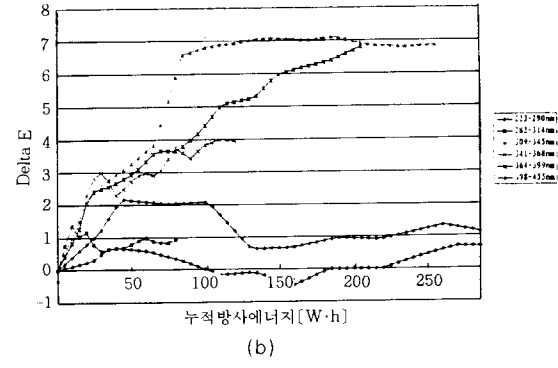


(b)

그림 7. 괴화로 염색한 닥종이의 변색시험 결과
Fig. 7. Color Change Test Result of the Traditional Paper Dyed by Goi-Hwa



(a)



(b)

그림 8. 치자로 염색한 닥종이의 변색시험 결과
Fig. 8. Color Change Test Result of the Traditional Paper Dyed by Gardenia

었다.

이와 같은 시료의 퇴색시험에 있어서는 과장대별로 손상되는 시료의 필터 밑 각 부분의 특성이 균일할 것이 요구되나 현실적으로 수제작한 시료

에서 이를 기대하기는 어렵다. 따라서 시험의 초기에 균일성이 떨어지는 것을 보상하기 위한 방법의 강구가 필요하다.

5. 결론

우리 나라의 박물관에서 적용할 수 있는 적절한 조명 기준을 만들기 위하여, 조명에 의한 물질의 변퇴색을 방사에너지의 과장에 따라 측정할 수 있는 장치를 구성하고, 여러 시료에 대한 시험을 수행하였다. 시험의 결과, 대부분의 천연 염료로 염색된 시료들은 심한 변색을 보였으며, 특정 과장에 대해서 변색의 정도가 큰 것을 확인하였다. 그러나 닥종이, 먹, 갈옷감 등의 시료는 시험기간 내에 거의 변색을 관찰할 수 없었으며, 이의 시험을 위해서는 보다 강한 방사에너지를 조사하면서 장기간의 시험을 수행하여야 할 것으로 생각된다.

시험의 결과를 이용하여 각종 광원에 의한 시료들의 변퇴색 경향을 계산할 수 있으며, 이를 바탕으로 조명 기준을 만들 수 있다. 이 과정은 별도의 논문에서 상술한다.

참 고 문 헌

1) CIE Technical Collection 1990/3. "On the Deterioration

of Exhibited Museum Object by Optical Radiation", 1991, CIE Publication 89/3, Wein.

2) 神庭信幸, "博物館展示照明が色材料に及ぼす作用効果", 照明學會誌, 1990, Vol. 74, No. 4, pp.191~196.

3) Garry Thomson, "The Museum Environment, 2nd ed." 1986, Butterworth-Heinemann, Oxford.

◇ 著 者 紹 介 ◇



김 훈(金 燦)

1958年 8月 6日生. 1981年 서울대工大 電氣工學科 卒. 1983年 서울대大學院 電氣工學科(碩士). 1988年 서울대 大學院 電氣工學科(博士). 1993年 濠洲國立大學 訪問教授. 現在 江原대 工大 電氣工學科 副教授, 當學會 編修理事.



김 홍 범(金弘範)

1954年 5月 25日生. 1978年 서울대工大 工業教育科 電氣專攻 卒. 1994年 高麗大 產業大學院 電氣工學科 卒(碩士). 現在 文化體育部 國立中央博物館 電氣事務官.