

자연광으로 촬영된 Digital Image와 휘도 측정치의 보정 실험

(Correction Experiment Between Digital Image is taken by Natural Light and Luminance Measurement Value)

김기훈* · 한종성 · 김훈

(Gi-Hoon Kim · Jong-Sung Han · Hoon Kim)

Abstract

사진 측광은 일시에 대량의 데이터를 얻을 수 있으므로 시간에 따라 빛이 변화하는 주광의 측정 수단으로 이용될 수 있다. 이를 위하여 자연광 아래에서 디지털 이미지와 휘도 측정치의 보정실험을 행하였으나 청공광과 백색시료를 제외한 나머지 시료에 대해서는 그리 만족스러운 결과를 가져오지 못하였다. 앞으로 Videophotometry를 실현하기 위해서는 피 계측면의 분광 반사특성에 의한 계측치의 오차를 제거하기 위한 CCD 소자의 시감도 보정, 시야를 정확하게 재현하기 위한 광학적 연구, 인간의 시각 특성에 부합하는 측정 휘도의 보정 등에 대한 연구가 이루어져야 할 것이다.

1. 서 론

지금까지 휘도 측정은 주로 휘도계에 의한 측정 계측으로 이루어지지만 현재의 방법으로 공간 전체의 휘도 분포를 파악하기에는 많은 시간이 요구된다.

또한, 자연광의 경우와 같이 시간적으로 빛이 변화하는 공간에서는 대량의 측정점에 대한 정확한 계측은 곤란하다. 이것에 대해서 광학 사진에 의한 휘도 측정 방법이 고안, 실용화된다면 공간상의 휘도 분포를 정확하고 편리하게 측정할 수 있을 것이다. 예를 들면 도로, 터널 조명설비에서의 노면 휘도 분포를 측정하는 작업에서 한쪽 차선을 폐쇄함으로 인해 발생하는 위험성을 극복할 수 있으며, 색채 구성이 복잡한 교량의 경관이나 건축물 외관 및 내부 조명 환경을 측정하는 데에도 유효한 도구가 될 것이다.

또한 사진 측광은 일시에 대량의 데이터를 얻을 수 있으므로 시간에 따라 빛이 변화하는 주광의 측정 수단으로서도 이용될 수 있다. 예를 들면 터널조명설비에서의 야의 휘도, 건축물 내부에서의 창을 통해 입사하는 주광, 천공의 휘도분포 등을 편리하고 정확하게 측정할 수 있다.

또한 도로 조명 설비에서의 젖은 노면이나 곡선도로부의 측정이 가능하기 때문에 마른 노면과 직선 도로부만을 기준으로 하고 있는 도로조명 기준에 대해서 젖은 노면이나 곡선 도로부에 대한 기초 자료를 제공할 수 있고, 스포츠 조명 설비나 각종 설비의 클리어 인덱스의 연구에 기초 자료를 제공함으로써 조명공학의 폭넓은 연구를 위한 기초 수단이 될 수 있다.

CCD 카메라를 사용한 초기의 시스템으로는 1988년 캐나다 국립연구소 (National Research Council)에서 개발된 CapC 시스템이 있고 일본에서는 휘도분포 계측 시스템이라는 것이 개발되어 있다.

또한 최근에는 흑백 CCD 카메라에 RGB 3장의 필터를 회전 터릿에 부착한 측색 시스템도 개발되어 있으나 이들 중 어떠한 시스템도 측광 측색을 위해서는 화상 신호 레벨과 휘도와와의 보정, 여러 파장의 빛을 반사 하는 분광 반사 특성에 대한 CCD의 분광 감도의 보정을 필요로 한다[1]. 아래의 그림 1은 CCD 카메라로 촬영한 이미지의 신호값을 인간이 느끼는 휘도로 변환하기까지 보정하여야할 항목들을 나타내고 있다[2].

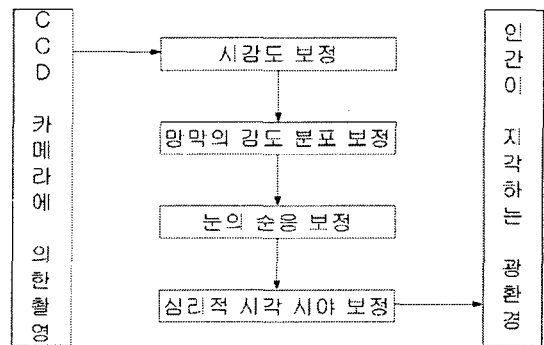


그림 1 CCD 카메라의 인간의 시각으로의 접근
Fig. 1. Human Vision approach of CCD Camera

2. 자연광하에서의 디지털 사진 촬영 기법

사진 촬영이 디지털 카메라에 의한 것이든 필름 카메라에 의한 것이든 촬영 시의 촬영 조명에 따라 커다란 차이를 보이는 것은 아니다. 일반적으로 보급되는 「one shot」형 디지털 카메라로 칭하여 지는 것은 지금까지의 필름 카메라와 같은 사용법이 적용된다. 업무용으로 천 ~ 수백만 화소 이상을 지닐 수 있는 「multi shot형」 혹은 「센서 시프트(shift)형」 디지털 카메라를 사용하는 경우에 한해서는 연속 점등 또는 고주파 점멸형의 촬영 광원이 필요로 되지만, 그 경우도 광색의 특성 만에 착안하면 필름 카메라의 촬영으로 구하여 지는 조명 광원과 차이는 거의 없다.

옥외 내지는 창가 등에서 인공광을 사용하지 않고 촬영한 일반적인 사진 촬영의 경우는 소위 태양광과 구름 및 청공 등의 천공 반사광이 촬영광원이 된다. 이러한 자연광은 자연의 음영을 얻을 수 있고, 카메라 그 자체도 자연광 하에서 양호한 결과가 얻어질 수 있도록 설계되기 때문에 가장 이상적인 광원의 하나로 말할 수 있다.

2.1 태양의 직사조명

청천한 날의 옥외 등에서 태양광이 직접 피사체를 조사하고 있는 경우 피사체로의 빛의 입사 각도에 주의하지 않으면 안 된다. 예를 들면, 정오 시각과 여름 또는 저위도일 때에 태양광선은 거의 바로 위에서 피사체를 조사하게 되지만 조석과 동절기, 혹은 고위도 지역에서는 사면 혹은 바로 옆에서 조사하게 된다.

전자의 경우 촬영 광원인 태양광의 피사체부위 바로 옆의 상관 색온도는 약 5500[K]로 되고, 후자의 경우는 2000 ~ 4000[K] 라는 낮은 상관 색온도로 된다. 대부분의 디지털 카메라는 상관 색온도, 소위 화이트밸런스를 임의 또는 선택적으로 설정할 수 있으므로 광원의 상관 색온도에 대해서는 은염 칼라 필름의 그것만큼 엄밀하게 배려할 필요는 없다. 오히려 태양광 직사 조명의 디지털 촬영에 주의해야할 점은 음영이 발생함에 있다. 태양광은 대단히 강한 광량과 직진성을 지니고 있고 그 결과 피사체의 명암차가 크기 때문이다.

은염 필름의 경우는 명암차가 큰 조명 조건이어도 비교적 양호한 사진 촬영이 가능하지만 디지털 카메라 촬영의 경우는 광센서가 지니고 있는 다이내믹 레인지(dynamic range) 특성 때문에 밝은 개소 또는 어두운 개소 중 어느 한쪽 부위나, 또는 양쪽 부위에서 피사체가 본래 지니고 있는 미소한 농담 변화를 기록할 수 없

고, 포화상태로 되는 경우가 발생할 수 있다. 즉, 밝은 부위가 새하얗게 퍼져버리는 상태와 검은 부위가 새까맣게 손상되어 버리는 상태로 된다.

이것은 RGB의 각 채널(channel)당 8 bit의 디지털 화상 처리로 밝은 부위의 포화상태는 계조치가 255로 되고, 어두운 부위의 포화상태는 계조치가 0으로 된다는 것을 의미한다. 그리고 이와 같은 부위는 촬영 후 화상 처리 공정으로 그 포화한 계조 정보를 회복할 수 없다.

태양광의 직사조명, 특히 태양의 고도가 높은 피사체 바로 위에서의 조명은 이와 같은 상태가 발생하기 쉽다. 이러한 상황에서는 그것을 의식적으로 발생시키는 표현 수법이 아닌 한 밝은 부위가 포화하지 않도록 카메라 노출을 조정하여 노광량을 조금 적게 하거나 음영 부분에 보조적인 조명 혹은 백색 반사판을 도입할 필요가 있다. 또한 대부분의 디지털 카메라로는 콘트라스트 선택 기능이 내장되어 있으므로 낮은 콘트라스트 무드로 교체하여 두는 것도 한 방법이다.

2.2 약간 흐림 · 흐릴 때의 자연광

태양이 구름에 가린 약간 흐린 상태에 있거나 날씨가 매우 흐린 상태의 담천 혹은 우천시에는 조명광은 반 확산광 상태로 되어 위에서 서술한 포화상태로 되는 경우는 발생하기 어렵다. 특히, 태양광이 구름에 가리어져 있다고 하여도, 지면 등에 약간의 그림자가 생길 수 있는 경우는 알맞은 정도의 음영 · 대비로 되어 촬영 결과는 대개 양호하게 된다.

한편 완전한 담천 혹은 우천의 상황 하에서는 피사체엔 날카로운 음영이 존재하지 않아서 촬영 결과는 대부분 대비 감이 부족하게 되어 일반적 인상으로 졸리운 인상이게 된다. 이러한 것 때문에 디지털 카메라 촬영은 콘트라스트를 높게 설정하는 무드로 교체하여 촬영하는 것도 한 방법이지만 촬영 화상의 콘트라스트를 높이는 처리는 촬영 후 공정으로도 가능하므로 촬영 시에 특단의 배려를 할 필요는 없다.

2.3 청천일의 응달 · 창가의 자연광

청공(靑空)이 넓게 퍼져 있는 청천(靑天) 아래에서 피사체에 직접 태양광이 쬐지 않는 상태, 즉 피사체가 응달과 창가에 있거나 역광 상태에서의 촬영의 경우는 주요 피사체가 전체로 강한 청색으로 기록되어 버리는 경우가 있다. 이와 같은 조명 상태의 실질적인 주광원은 태양광이 아니라 청공이라는 청색의 광원이고 그 상관 색온도는 10000[K]를 넘으며, 매우 푸르스름한 광원으로 되어 있다. 디지털 카메라의 기종에 따라서는 이러한 상태를 검지하여 자동 보정을 행하는 기능을 지닌

것도 있고 혹은 카메라 내장 기능을 수동으로 사용하여 보정하면서 촬영하는 것도 가능하다.

주의하여야 할 점은 주요 피사체가 여러 개로 존재하고, 한쪽은 응달에서 푸르게 발색하는 상태, 다른 쪽은 응달에 존재하지 않고 정상적으로 발색하는 상태에 있는 경우, 촬영 시 어떠한 보정을 행하여도 한쪽의 문제를 회피하면 다른 쪽은 양호한 발색을 바랄 수 없다는 점이다. 이러한 문제는 태양 직사 조명과 같이 보조 광 반사판을 사용하여 태양광을 응달의 피사체로 유도하게 하는 연구를 필요로 하게 된다.

3 노출과 화이트밸런스

3.1 노출의 제어

디지털 카메라에 의한 촬영은 은염 필름 카메라에 의한 촬영보다 더욱 주의하여야 할 점이 있다. 색 반전 필름 촬영의 경우는 다소 노출의 벗어남이 있어도 필름 상에 기록 가능한 농담 계조 값이 최명부와 최암부의 휘도차가 약 300배 정도인 성능을 지닌다. 그러나 디지털 카메라는 그 휘도차가 100배 정도이다.

예를 들면 디지털 이미지에서는 조명 설비 등의 촬영으로 조명 광원이 화면 내에 포함되는 경우는 물론, 밝은 태양광으로 조명되는 흰 양복과 그 옆에 응달의 검은 양복이 있는 화면에서도 그 휘도차는 100배 정도로 된다.

이와 같은 상황 하에서 디지털 카메라로 그 두 양복의 미소한 계조를 재현할 경우 카메라의 노출을 정밀하게 제어할 필요가 생기고, 약간의 노출오차가 생겨도 밝은 부위 또는 어두운 부위에서 계조 포화가 생겨버린다. 이 정도의 휘도차가 있는 장면에서는 촬영 시에 피사체의 고휘도 부위가 계조치로 255로 포화하여 희게 퍼져버리거나 피사체의 저휘도 부위가 계조치로 0으로 포화하여 까맣게 퍼져버리는 경우가 없도록 주의하여 노출을 결정할 필요가 있다. 정확한 노출 측정 제어 기구를 지니고 있는 경우는 그것을 활용하면 좋지만, 이러한 방법을 취할 수 없는 것이 일반적이므로 이와 같은 경우는 카메라에 갖추어져 있는 노출 보정 기능을 활용하여, 카메라가 나타내는 노출치에 대해서 노출 과잉 방향과 노출 부족 방향으로 0.5조리개 정도의 보정을 덧붙여 3 코마 촬영하여 두도록 한다.

3.2 화이트 밸런스의 제어

디지털 카메라의 장점 중 하나는 은염 필름과 같이 조명 광원의 상관 색온도에 의존하는 것이 아니라 색온

도의 차이에 따라 카메라 측의 화이트밸런스를 제어할 수 있다는 점이다.

화이트밸런스란 낮은 상관 색온도의 조명 하에서 촬영한 사진이 불그스름하게 찍히고 높은 상관 색온도의 조명 하에서는 푸르스름하게 찍히는 현상을 피하고, 어떠한 색온도의 조명 하에서도 정상인 색조로 칼라 화상을 기록할 수 있도록 카메라 내 광센서의 RGB 개별 감도를 조절하는 기능을 말한다.

대부분의 디지털 카메라는 촬영 단계로서 장면의 상관 색온도를 자동 판정하여 화이트밸런스를 자동적으로 결정하는 기능을 내장하고 있고, 일반 촬영일수록 좋은 화이트밸런스를 얻을 수 있다. 그러나 엄밀한 색채 기록을 요구하는 촬영은 수동으로 화이트밸런스를 설정할수록 좋다.

수동설정의 방법으로는 흰색 또는 그레이의 피사체에 카메라를 향하게 하고 그 색조를 카메라 측에 미리 기억시키는 것으로 화이트밸런스 파라미터를 정하여 두는 방법과 또 다른 방법은 「담천」 「전등광」 「형광램프」 「조석」 등의 선택 항목으로부터 적당한 것을 선택하는 것으로 화이트밸런스 파라미터를 지정하여 두는 방법이 있다. 수동설정 방법에서 흰색 또는 그레이 피사체를 사용하는 방법은 정확하게 화이트밸런스를 설정할 수 있으나 선택항목으로부터 설정하는 방법은 대략적인 설정이 된다. 그 어떠한 경우도 자동 화이트밸런스 기능이 카메라가 촬영한 장면에 따라서 촬영자의 의도와는 무관계하게 적용하여 결정해버리는 방식과는 차이가 있고, 화이트밸런스의 파라미터를 고정할 수 있다는 점에서 서로 공통점을 갖고 있다.

예를 들면 넓은 면적의 붉은 벽을 배경으로 하여 인물을 촬영하는 장면은 자동 화이트밸런스 촬영에서는 카메라가 그 장면 전체가 불그스름하다 즉 낮은 상관 색온도이라고 판정하여 청색을 늘일 수 있는 화이트밸런스 설정을 행한다. 그 결과 주제인 인물은 청색이 과잉으로 되어 양호한 촬영결과가 얻어지지 않는다. 이러한 경우는 수동으로 화이트밸런스를 설정하여 문제를 피한다.

또한 텅스텐과 할로겐 라이트 등으로 조명된 인테리어와 이벤트 시설과 같이 특정 장소에 대한 특정 조명 광의 분위기를 중시하는 촬영은 그 조명 광원의 상관 색온도에 의존하게 되는 오토 화이트밸런스 기능을 사용하여 촬영하면 보정하지 않아야 될 난색계의 색 재현이 완전하게 보정되어 목표한 대로의 색 재현이 되지 않는 경우가 있다. 이와 같은 경우는 디지털 카메라 측의 화이트밸런스는 태양광에 고정하거나 태양광과 그 조명광원의 상관 색온도의 중간 위치 정도로 설정하여 촬영하면 대체로 목표로 하고 있는 분위기의 묘사를 얻을 수 있다[3].

4. 보정 실험

4.1 기본식

CIE(국제조명위원회)가 1931년에 정한 RGB 표색계와 XYZ표색계의 각 3자극치는 다음 식으로 상호 변환되며, 표준광을 무엇으로 하는가에 따라서 우변의 계수는 달라진다. 이 식에서, Y가 휘도 [cd/m^2]에 해당한다.

$$\begin{aligned} X &= 2.7689R + 1.7517G + 1.1302B \\ Y &= 1.0000R + 4.5907G + 0.0601B \\ Z &= 0.0000R + 0.0565G + 5.5943G \end{aligned} \quad (1)$$

그리고 표준광 C를 선택하였을 경우는 식 (2)에 의해서 상호 변환되며, 표준광 D65를 선택하면 식 (3)과 같이 상호 변환된다.

$$\begin{aligned} X &= 0.6067R + 0.1736G + 0.2001B \\ Y &= 0.2988R + 0.5868G + 0.1144B \\ Z &= 0.0000R + 0.0661G + 1.1150B \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} X &= 0.5880R + 0.1789G + 0.1828B \\ Y &= 0.2998R + 0.6056G + 0.1043B \\ Z &= 0.0000R + 0.0679G + 1.0201B \end{aligned} \quad (3)$$

또한 CIE의 색도 (x, y)는 (4)식에 의해 얻어진다.

$$\begin{aligned} x &= X/(X + Y + Z) \\ y &= Y/(X + Y + Z) \end{aligned} \quad (4)$$

그리고 대상이 광원이고, 색도가 흑체 궤적의 근방에 있는 경우는 (5)식에 의해 상관 색온도를 근사적으로 구할 수 있다.

$$T = 1437n^3 + 3601n^2 - 6861n + 5514.31 \quad (5)$$

여기에서, $n = (x - 0.3320)/(y - 0.1858)$ 이다[4].

4.2 측정 방법

Digital Image와 휘도 측정값 사이의 보정 실험의 목적은 디지털 카메라의 디지털 이미지 신호치(Y_D)와 휘도 측정치(Y_S)와의 보정함수를 구하는 것이다.

실험에 사용된 디지털 카메라는 Cannon사의 Power Shot G3을 사용하였고 이는 약 400만 pixel의 유효화소수를 갖고며 기록 화소는 정지 사진 일 때에 최대 2272×1704 , 중간 1600×1200 , 최소 640×480 의 해상도를 갖는다. 실험에서는 최대의 이미지 정보를 얻기 위해서 2272×1704 의 해상도에서 촬영하였다. 화이트밸런스는 자동기능과 수동설정 기능이 갖추어져 있고, 수동 설정 기능은 주광, 흐린 날의 태양광, 전구, 형광등 등을 지원하며 실험에서는 주광으로 설정하였다. 촬영 모드는 자동, 프로그램, 셔터 스피드, 조리개 우선, 매뉴얼 등의 여러 기능을 제공하지만, 실험에서는 매뉴얼 기능으로 설정하고 셔터 스피드와 조리개 값을 조정하여 노출값을 설정하였다. 감도는 CCD의 감광도라고도 하는데 CCD의 빛에 대한 민감도, 즉 빛에 의해 변화되는 속도를 말한다. 감도는 자동, ISO 50, ISO 100, ISO 200, ISO 400을 지원한다. 여기에서 ISO란 International Standard Association의 약자로 국제 표준화 규격임을 나타내며 숫자가 클수록 CCD의 감도가 높은 것을 의미한다. CCD의 감도가 높을수록 광량이 부족한 상태에서도 촬영이 가능하지만, 입자가 거칠어지고 화질이 떨어지게 되어 노이즈가 발생된다. 실험에서는 가장 좋은 이미지가 나온다고 하는 ISO 100에서 촬영하였다.

휘도계는 Minolta사의 LS 110을 사용하였으며, 이 휘도계는 $1/3^\circ$ 의 acceptance angle을 갖는다.

측정 대상은 백색, 적색, 녹색, 청색, 흑색의 다섯 가지 시료로 하였고 주중에 태양의 고도 변화로 인한 청공광의 밝기 변화에 따라 이들 시료들에 대한 휘도값을 측정하였다. 또한 이들 휘도값을 측정하는 동안 노출값을 15, 15.5, 16으로 하여 디지털 이미지를 촬영하였다. 노출값을 15, 15.5, 16으로 설정한 것은 야외에서 청공광을 촬영광원으로 하였을 때 디지털 이미지 사진 촬영이 이러한 노출 영역에서 가장 바람직하게 촬영되기 때문이다. 또한 디지털 이미지가 촬영된 주중 청공광의 밝기 변화는 최대 $20075[\text{cd}/\text{m}^2]$ 에서 $204[\text{cd}/\text{m}^2]$ 까지 있었으나 디지털 이미지에서 유효 데이터를 추출할 수 있었던 영역은 $20075[\text{cd}/\text{m}^2]$ 에서 $2024[\text{cd}/\text{m}^2]$ 까지의 영역이었다.

이와 같이 디지털 이미지의 신호치(Y_D)와 휘도 측정치(Y_S)의 값을 측정하고, 그들 상호 간의 관계를 회귀 분석을 통하여 보정함수를 구하였다. 그리고 임의의 조명 상황에서 디지털 카메라와 휘도계로 휘도값을 측정하고 그 값을 비교하여 보정함수를 검증하였다.

4.3 측정결과

그림 2에서 그림 7까지는 각각의 시료에 대한 노출값(Ev)에 따른 휘도 측정치(Y_S)와 디지털 이미지 신호치(Y_D)의 관계를 보여주고 있다. x축이 휘도계로 측정된 휘도 측정치이고 y축이 디지털 이미지의 신호치이다. y축의 값은 JPEG 파일 형식의 0~255의 정수로 저장되어 있는 값을 식 (3)에 의해서 Y 값으로 변환한 값이다. 그림에서 보면 일정한 구간에서 Y_D 와 Y_S 의 값이 매우 선형적임을 알 수 있다.

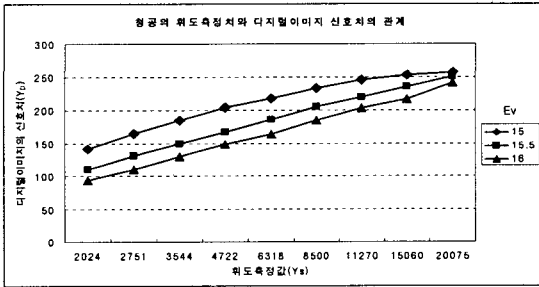


그림 2. 청공의 Ev에 대한 Y_S 와 Y_D 의 관계
Fig. 2. Relation Y_S and Y_D for Ev of Clear Sky

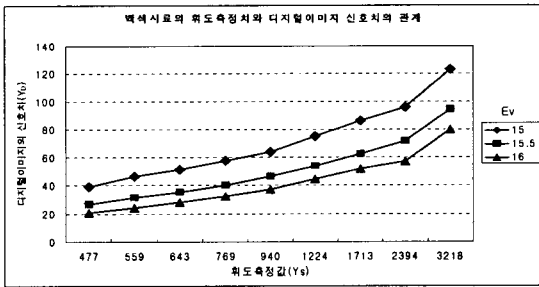


그림 3. 백색 시료의 Ev에 대한 Y_S 와 Y_D 의 관계
Fig. 3. Relation Y_S and Y_D for Ev of White

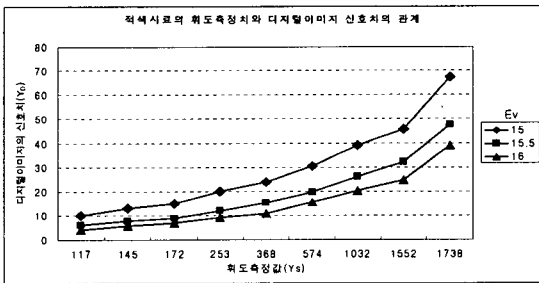


그림 4. Ev에 대한 Y_S 와 Y_D 의 관계
Fig. 4. Relation Y_S and Y_D for Ev of Red

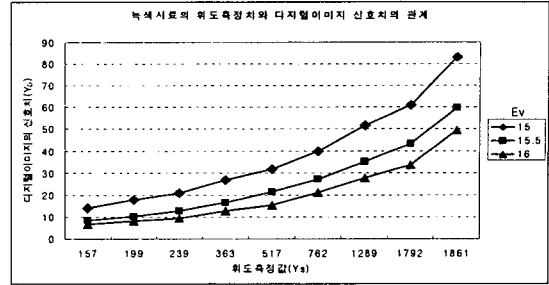


그림 5. 녹색 시료의 Ev에 대한 Y_S 와 Y_D 의 관계
Fig. 5. Relation Y_S and Y_D for Ev of Green

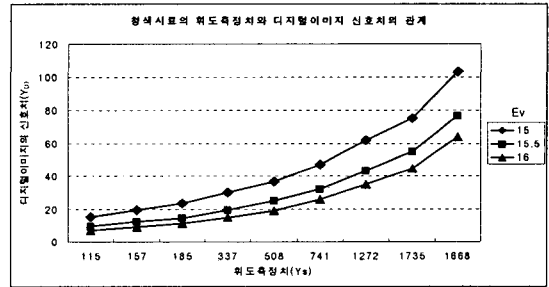


그림 6. 청색 시료의 Ev에 대한 Y_S 와 Y_D 의 관계
Fig. 6. Relation Y_S and Y_D for Ev of Blue

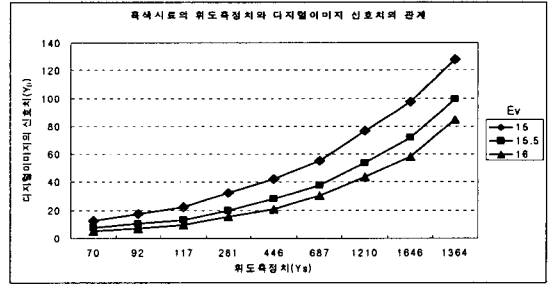


그림 7. 흑색 시료의 Ev에 대한 Y_S 와 Y_D 의 관계
Fig. 7. Relation Y_S and Y_D for Ev of Black

또한 그림에서 보는 바와 같이 청공을 제외한 모든 물체색은 같은 형태의 그래프를 얻었다. 그림 1은 주중 청공광의 밝기의 변화를 측정하였으므로 물체색의 휘도 변화와 차이가 있다. 최고 약 20000[cd/m²] 까지 상승하여 그 값을 유지하다 태양의 고도가 기움에 따라서 서서히 감소하였다. 측정 시간은 휘도가 최대인 시점에서 측정을 시작하여 점차 휘도가 감소하여 어두워 질 때 까지 측정을 행하였다. 이러한 Y_D 와 Y_S 의 상호 관계를 가지고 회귀 분석을 통하여 각각의 Ev 값에 대한 회귀식을 다음과 같이 구하였다.

4.4 회귀분석 및 보정함수

측정 결과에서 얻은 디지털 이미지의 신호치(Y_D)와 휘도 측정치(Y_S)을 가지고 회귀식을 구하였다. 회귀식은 식 (6)과 같이 일차식으로 구하였으며, 노출값과 시료에 따른 회귀식의 계수 a, b를 표 1에 정리하였다.

$$Y_S = a + bY_D \quad (6)$$

표 1. 회귀식의 계수
Table 1. Coefficient of regression expression

계수 시료	Ev15		Ev15.5		Ev16	
	a	b	a	b	a	b
청공	-19687	132	-13761	120	-11232	117
백	-1122	34	-865	43	-731	49
적	-297	33	-207	45	-151	54
녹	-315	29	-204	38	-143	46
청	-230	21	-141	28	-84	33
흑	-117	14	-25	18	24	21

4.5 실험 검증

위에서 얻은 회귀식을 검증하기 위해서 임의의 청공 광 하에서 휘도계와 디지털 카메라로 위에서 언급한 다섯 가지의 시료에 대해서 Y_S 와 Y_D 를 측정하였다. 표 2는 디지털 카메라로 촬영하였을 때의 디지털 이미지의 신호값(Y_D)을 시료와 Ev 별로 정리하고 이것을 회귀식으로 계산한 Y_R 과 휘도계로 측정한 Y_S 값을 비교한 것이다.

표 2. Y_D 및 Y_S 와 Y_R 값의 비교
Table 2. Comparison Y_S and Y_R and Y_D

	Ev15		Ev15.5		Ev16		Y_S
	Y_D	Y_R	Y_D	Y_R	Y_D	Y_R	
청공	193	5841	158	5153	139	5031	5032
	249	13248	228	13532	211	13455	9248
	253	13777	235	14370	218	14274	11730
백색	126	3224	97.6	3302	81.7	3293	2244
	173	4845	141	5155	122	5278	4056
	250	7501	228	8870	213	9760	14220
적색	58.7	1621	41	1623	33.9	1670	610
	73.6	2108	55	2248	44.7	2250	888
	121	3656	96.9	4119	83.1	4312	2526
녹색	68.4	1659	49.1	1683	38.9	1643	794
	83.9	2107	66.4	2348	53.9	2332	1244
	159	4275	127	4677	110	4908	3730
청색	69.6	1254	50.9	1271	40.6	1237	599
	81	1497	59.8	1517	50	1543	886
	133	2606	105	2771	89.8	2837	2475
흑색	73.4	940	52.7	919	42.5	901	358
	64.2	807	46.2	803	36.2	771	401
	67	848	47.8	832	38.7	823	699

표 2를 보면 Y_R 이 Y_S 보다 모든 시료에 대해서 높게 나왔다. 청공광과 백색 시료의 일부에서는 Y_S 와 Y_R 값이 정확히 일치하지는 않았으나 큰 수치의 휘도값에 비해 대체적으로 만족스러운 값을 얻었지만 R, G, B의 원색에 가까운 시료에 대해서는 2배 이상 Y_R 값이 상승하였다. 흑색 시료도 2배 내지 3배 이상 Y_R 값이 상승하였다.

표2에서 가장 정확한 영역은 청공광에 대한 영역이다. 이것은 청공광 만을 갖고 직접 보정실험을 한다면 정확도를 더욱 상승시킬 수 있음을 의미한다. 시료에 대한 오차는 구름의 이동에 의한 시료판에서의 음영 또는 태양광의 고도 변화로 인한 휘도계로의 입사 등에서 발생한 오차라고 생각한다. 그러므로 야외에서의 자연광 아래에서의 촬영은 실내와는 달리 조명환경을 변화시키는 많은 요소들에 주의를 하여야 할 것이다. 또한 다음으로 정확한 영역이 백색 시료 이고 이것에 비해 R, G, B의 유색 시료는 오차가 매우 컸다. 이것으로 보아 앞으로 시료의 분광 특성에 대한 민감도 보정도 이루어져야 할 것이다.

5. 결 론

자연광 아래에서 디지털 이미지와 휘도 측정치의 보정실험을 행하여 청공광과 백색시료를 제외한 나머지 유색 시료에 대해서는 그리 만족스러운 결과를 가져오지 못하였다. 이것은 자연광 하에서 휘도 측정 시 조명 환경이 변화하는 많은 요인들을 고려하지 못하였기 때문이라고 생각한다. 앞으로 Videophotometry을 실현하기 위해서는 피 측정면의 분광 반사특성에 의한 측정치의 오차를 제거하기 위한 CCD 소자의 민감도 보정, 시야를 정확하게 재현하기 위한 광학적 연구, 인간의 시각 특성에 부합하는 측정 휘도의 보정 등에 대한 연구가 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Toshie Iwata, Shiro Tsukami, "CCD 카메라의 광환경計測への應用技術", 日本照明學會誌, 第81卷, 第3号, pp.38~41, 平成9年
- [2] 海宝幸一, 松繩堅, "電子カメラを用いた輝度計測と光環境計測への応用", 日本建築學會技術報告集, 第1号, pp.229~232, 1995. 12
- [3] 照明 핸드ブック, 第2版, "10編 デジタル沙塵撮影の照明とカラーマネジメント", 日本照明學會編, Ohmsha, pp.534~553,
- [4] Yoshiaki Uetani, "ビデオ測色法とその應用", 日本照明學會誌, 第85卷, 第7号, pp.479~483, 平成13年