

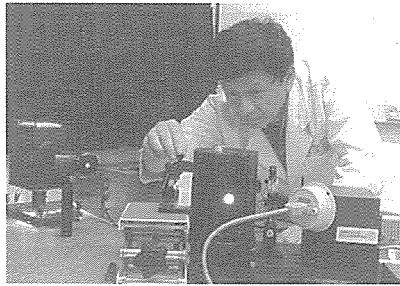
분광확산절대반사율 측정장치개발 — 한국표준과학연구원 광학그룹

한국표준과학연구원 광학그룹의 김창순박사팀은 색채 고유의 특성을 나타내는 절대반사율에 대한 측정장치 개발에 성공하여 학계의 관심을 모으고 있다. 김박사팀이 개발한 분광확산절대반사율 측정장치는 그 정밀정확도가 $\pm 0.2\%$ 수준으로 국제표준기구에 부합되는 정밀기구이다. 특히 이번 개발한 측정장치는 해외개발품과는 다르게 최신부품을 이용, 국내의 독자적인 방법으로 개발해 대부분의 기구를 자체적으로 제작할 수 있는 장점이 있다.

색 채 고유의 특성을 나타내는 절대반사율에 대한 측정도구가 국내 기술진에 의해서 개발되었다. 한국표준과학연구원(원장 鄭明世) 양자연구부 김창순박사팀이 개발한 분광확산절대반사율(Spectral Diffused Absolute Reflectance Factor) 측정장치는 정밀정확도가 $\pm 0.2\%$ 수준으로 국제표준기구에 부합되는 정밀한 기구이다.

정밀·정확도 $\pm 0.2\%$ 수준

시각은 정상적인 사람의 전체 감각 중 80%를 차지할 만큼 중요한 감각이며 이중에서도 색채는 인간이 가장 예민하게 반응하는 감각이다. 따라서 인간의 미세한 색채변별력을 따라잡기 위해서는 정확하고 정밀한 색채의 측정이 필요하다. 각각의 색채는 자신만의 독특한 반사율을 가지며 이 색채의 고유치는 광파의 각 파장에서의 입사광량에 대한 반사광량의 비율인 절대반사율로 정의될 수 있다. 국



▲ 분광확산절대반사율 측정장치로 색채의 절대반사율을 측정하고 있는 김창순박사

제적으로는 이러한 색채의 절대반사율을 이용하여 각 색채에 대한 표준을 결정하여 사용하고 있다.

이번에 개발된 분광확산절대반사율(이하 절대반사율) 측정장치는 물체의 파장별 반사율을 절대적으로 측정하는 것으로 색채측정의 1차 표준을 생산하는 장치이다. 이 장치는 종전에 외국에서 개발된 장치와 달리 측정이 간결하고 정확한 Sharp-Little 방식으로 제작되었으며, 거기에 최신 광검출소자인 Array detector를 사용하여 전 가시광선영역(380nm~

780nm)의 분광반사율을 빠른 시간 내에 정확하게 측정해 내는 우수한 장비이다. 또한 기존에 사용되어 오던 장비의 측정시간이 최소한 30~40분이 소요되며 측정데이터도 가시광선 내의 몇개 파장에서만 측정하여 내삽하는 간접 데이터임에 비하여 이 장치는 가시광선영역에서 1천24개의 직접측정치가 측정되고 2~3초 이내에 10회의 측정치가 통계처리까지 완료되는 이 분야에서 세계 최고의 고속정밀 system이다.

현재 색채측정의 국제표준은 색채 측정의 기준이 되는 백색표준물질(white reference material)의 절대반사율을 선진표준기관에서 정확히 측정하고 상호 비교하여 색채측정의 국제적인 1차 표준으로 삼고 있다. 색채의 국제적 표준은 이렇게 선진표준기관에서 교정된 백색표준물질의 교정값을 사용하여 직·간접적으로 기준분광광도계를 교정하여 유지하게 된다. 국제적으로 색채의 표준은 가시광선에서 반사율이 높은 황산바륨이나 PTFE 등의 절대분광반사율을 기준으로 측정하고 있다.

이 측정장치가 개발되기 전까지 우리나라는 색채의 절대반사율을 측정할 수 있는 기술 자체를 확보하지 못하여 미국 NIST(National Institute of Science and Technology)로부터 기준물질을 구입하여 색채나 분광반사율의 표준으로 사용해 왔었다. 더군다나 이러한 방법으로 측정된 표준의 불확도는 약 0.5% 정도이고 그 속도에 있어서도 만족할 만한 결과를 주지는 못하였다.

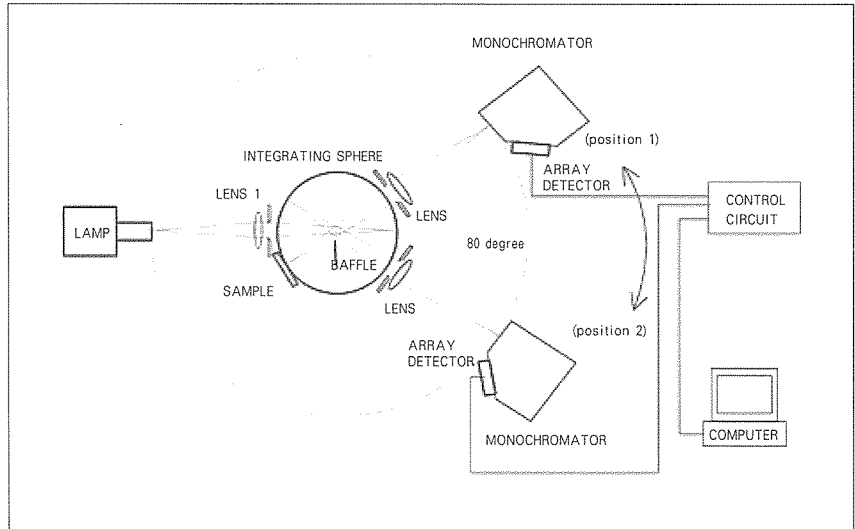
국내에서는 이러한 절대반사율 측정기구의 개발을 위하여 지난 1987

년부터 독일로의 기술연수와 함께 그 나라의 장치를 본떠서 실험을 하는 등 끊임없는 노력을 해 왔다. 그러나 그러한 노력에도 불구하고 국내 기술진은 이 장치에 대한 독자적 기술을 보유할 수 없었고 따라서 색채 표준의 측정과 기준은 모두 해외에 의존할 수밖에 없었다.

그러나 이 장치의 개발로 우리나라는 기존의 어느 측정장치 보다도 정확하고 신속한 결과를 얻을 수 있게 되었으며 또한 이 결과를 바탕으로 색채의 1차 표준을 생산하는 색채 표준의 정점 국가로 자리잡게 되었다. 또한 이번에 개발된 측정장치는 기존의 해외 개발품들과는 다른 획기적 방식과 최신 부품을 이용하여 국내의 독자적 방법으로 개발되었을 뿐 아니라 대부분의 기구를 자체 제작함으로써 1천만원 미만이라는 저렴한 비용을 사용해 개발되었다는 것 역시 의미있는 일이다.

독자 개발...기구도 자체 제작

이 장치의 핵심 기술은 색채의 빛이 투과되는 적분구(integrating sphere)와 그 적분구 내부의 코팅물질에 의해서 반사되어 나온 빛의 스펙트럼을 측정하는 검출기(detector)의 구성에 있다. 색채의 반사율을 정확히 측정하려면 외부로부터 들어오는 빛을 정확한 크기의 구멍에 통과시켜야 하며 또한 반사되는 빛에 대한 스펙트럼을 다른 색채의 잡음에 대해 오차를 갖지 않도록 정확하게 측정해야 한다. 이러한 적분구와 검출기의 기술은 그 중요성만큼이나 이 시스템의 개발에 있어서 가장 어려운 점이었다고 김창순박사는 밝힌다. 김



▲ 분광확산절대반사율 측정장치의 내부구성도

박사는 지난 83년 한국과학기술원(KAIST)에서 플라즈마 연구로 석사 과정을 마친 후 한국표준과학연구원에서 근무하면서부터 광학에 대하여 관심을 두기 시작했다. 그가 처음 색채의 1차 표준을 확고하고자 절대반사율 측정시스템의 개발에 관심을 갖게 된 것은 지난 87년부터였으나 작년 7월 그 결실을 보게 된 것이다.

실험결과 세계 권위지 소개

한편 이 장치를 이용한 실험결과는 색채과학분야의 세계적 권위지인 「Color Research and Application」이라는 잡지에 게재된 바 있으며 (Color vol 22(4) p275, 1997) 이 결과를 바탕으로 색채계를 교정하는 백색표준판이나 표준색판을 제작하여 업계에 보급할 계획이다. 이를 계기로 한국표준과학원은 미국(NIST), 영국(NPL), 독일(PTB), 캐나다(NRC)와 더불어 1999년 국제반사율비교계획에 참여할 것을 제안받아, 세계적인 연구기관과 함께 국제표준의 향상을 위하여 일하게 되었다.

이번에 절대반사율 측정장치를 개발한 한국표준과학연구원 양자연구부 광학그룹은 광·복사표준, 레이저 출력표준, 분광색채표준 등의 국가표준을 유지·보급하며 이와 관련된 측정 기술과 장비개발 등을 연구하는 그룹으로 박사 2명을 포함한 정규직 9명과 현재 3명의 Post Doctor 등이 모여 각 분야별로 연구를 진행하고 있다. 그동안의 성과 중 색채관련 분야에서만 자동배색장비의 국산화, 적외선 위장복지의 개발, 표준색 모음 개발(섬유, 페인트, 프라스틱), 이동형 색채계 개발, 분광광도계 개발, 초고속 다채널 분광광도계 개발, Holographic grating 개발, 분광광도계 관련 CRM 개발 등 활발한 연구성과를 올리고 있다.

한편 김창순박사는 앞으로의 연구에서 색채를 정확하게 측정표준할 수 있도록 표준기준물과 기준판의 개발과 함께 색채에 대한 인간의 감성적 반응을 연구하는 감성공학의 연구에도 노력할 것이라고 포부를 밝혔다. ①7

박상현<본지 객원기자>