

Application News

No. A639K

UV-3600i Plus/UV-Visible Spectrophotometer

적분구를 이용한 반사율 측정 : 표준백판에 따른 스펙트럼의 차이점 (Example of Reflectance Measurement Using Integrating Sphere: Difference of Spectra Depending on White Reference Plate)

□ 소개

적분구는 일반적으로 고체나 탁한 액체와 같이 산란 또는 확산 반사를 나타내는 시료의 반사율 측정에 사용된다. 적분구의 구면 내부는 황산바륨 또는 반사율이 높은 다른 광 산란 물질로 만들어져 있으며, 구면으로 들어오는 빛(입사광)을 균일하게 산란시킨다. 이를 통해 산란 특성을 가진 시료를 측정할 때에도 시료에서 투과된 빛 또는 반사된 빛을 매우 정확하게 감지할 수 있다.

적분구를 이용하여 측정된 시료의 반사율은 표준백판의 측정값과 비교함으로써 얻는 상대적 반사율 값이기 때문에, 표준백판의 반사율에 따라 측정된 값이 달라진다. 따라서 표준백판이 다를 경우 뿐만 아니라, 동일한 표준백판이라도 노후화로 인해 반사율에 변화가 생기는 경우에도 시료의 측정값이 달라질 수 있다.

일반적으로 표준백판은 황산바륨(이하 BaSO₄) 분말을 압착하여 사용하며, 이 외에 산화알루미늄(알루미나, 이하 Al₂O₃)과 산화마그네슘(이하 MgO) 분말도 사용한다. 또한 필요에 따라 특정한 반사율을 가진 불소수지 백판을 사용하기도 한다.

이 뉴스레터는 BaSO₄, MgO 분말과 불소수지를 표준백판으로 사용했을 때, 각 시료의 측정에 미치는 영향을 확인하기 위해 UV-3600i Plus와 ISR-603 적분구를 이용하여 다양한 시료에서 측정된 반사 스펙트럼 예를 소개하였다.

(불소수지 표준백판이 오염된 경우, 표준백판을 다시 연마 가공하거나 새로운 백판을 구매해야 한다.)

여기서는 각 표준백판의 반사 특성을 비교하기 위해 불소수지 표준백판을 비교표준으로 하여 BaSO₄, MgO 분말의 상대반사율을 측정하였다(그림 2). 표 1은 측정 조건을 나타낸다.

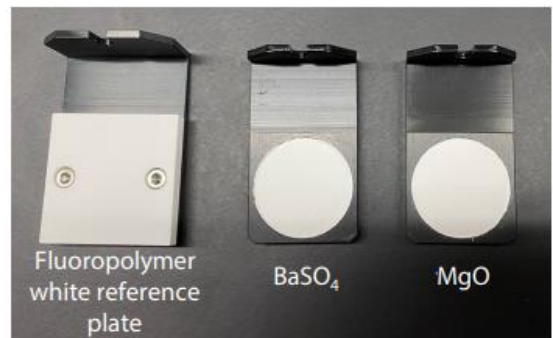


그림 1. 표준 백판

표 1. 측정 조건

Instruments	: UV-3600i Plus, ISR-603
Measurement mode	: Reflectance
Measurement wavelength range	: 250 - 2500 nm
Scan speed	: Medium
Sampling pitch	: 1.0 nm
Slit width	: (20) nm
Light source switching wavelength	: 310 nm
Detector switching wavelength	: 830 nm, 1650 nm

□ 표준 백판의 반사율 차이

분말 샘플홀더에 BaSO₄ 및 MgO 분말 시약을 그림 1과 같이 채웠다. 이러한 분말 시약으로 만들어진 표준백판은 가격이 저렴하며 오염되었을 경우 교체할 수 있다는 장점이 있지만 채우는 방법에 따라 반사율이 달라질 수 있다는 단점도 있다.

반면, 불소수지 표준 백판은 고가이지만, 오염된 경우를 제외하고는 전체영역에서 고른 반사율을 나타내며, 특히 근적외선 영역에서 다른 표준백판보다 높은 반사율을 보이는 것이 장점이다.

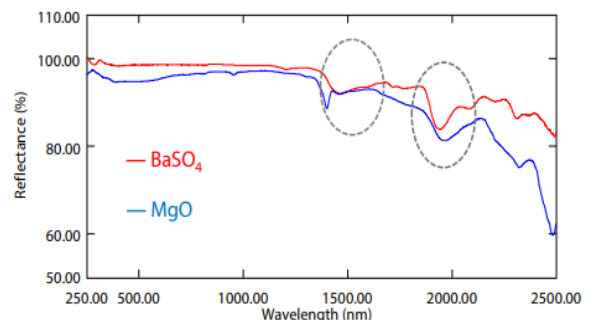


그림 2. 시료의 상대 반사율 스펙트럼 (불소수지 표준백판 Reference로 이용)

BaSO₄와 MgO 모두 가시광선 영역에서 반사율이 90% 이상이지만 근적외선 영역에서는 반사율이 낮으며 1500 nm와 2000 nm 부근에서는 흡수 피크(점선으로 표기된 곳)가 나타난다. 이러한 피크의 흡수는 BaSO₄ 및 MgO에 포함된 수분에서 비롯된다. 따라서, BaSO₄와 MgO는 표준백판 자체에서 흡수가 일어나 불소수지 표준백판에 비해 근적외선 영역에서 반사율이 낮다는 것을 알 수 있다.

□ 반사율 측정 시 표준백판의 영향

시료는 그림 3과 같이 부직포, 종이 및 세라믹 소재를 사용했으며, 표 1의 조건으로 측정하였다. BaSO₄, MgO 및 불소수지를 표준백판으로 사용하여 대상 시료의 상대전반사를 측정하였으며, 그림 4와 같이 각각의 스펙트럼을 비교하였다.

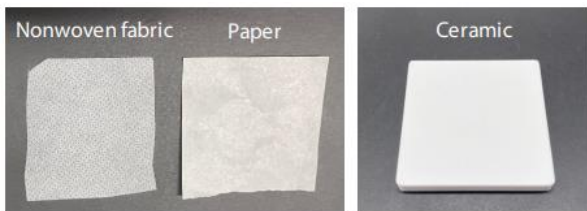
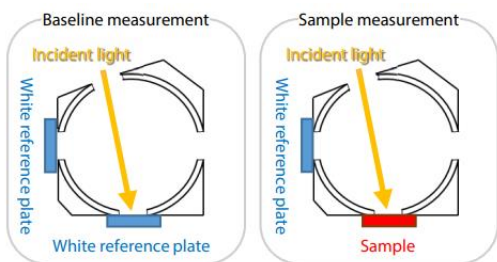


그림 3. 측정에 사용된 부직포, 종이 및 세라믹

그림 4와 같이 근적외선 영역에서는 사용된 표준백판에 따라 스펙트럼 차이가 있음을 알 수 있다. 또한, BaSO₄(적색선)와 MgO(청색선)를 표준백판으로 사용했을 때의 스펙트럼을 보면 적색 화살표로 표시된 것처럼 표준백판 자체의 수분 흡수로 인해 1500 nm와 2000 nm 부근에서 차이가 있음을 확인할 수 있다. 상대 반사율 측정의 경우, 베이스라인 측정에 사용된 표준백판의 흡광도가 그림 5에서 나타낸 것과 같이 시료의 측정 값에 직접적인 영향을 미친다.



표준백판의 흡수는 시료 측정 값에 직접적으로 영향을 미친다

그림 5. 상대 전반사 측정

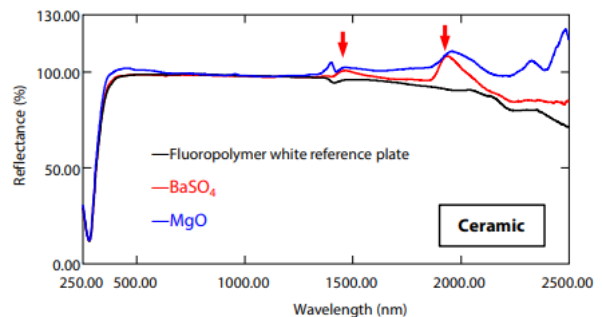
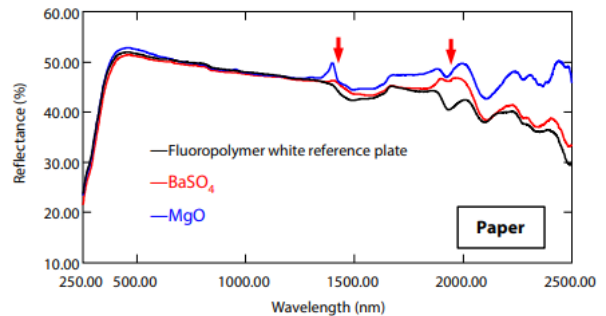
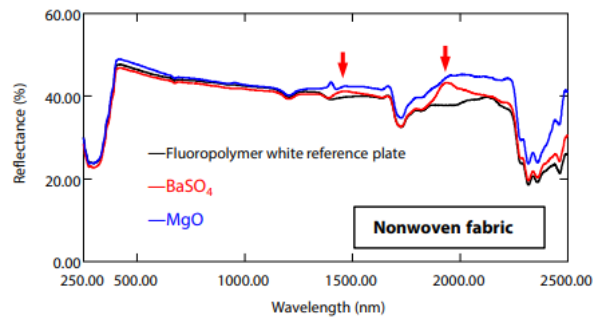


그림 4. 시료 별 상대 전반사 스펙트럼

반면, 앞서 언급한 것과 같이 불소수지 표준백판의 경우, 습기의 영향을 받지 않고 측정할 수 있으므로, 확산 반사를 일으키는 시료의 근적외선 영역 측정에는 불소수지 표준백판의 사용이 권장된다.

□ 결론

이 뉴스레터에서는 적분구에 BaSO₄, MgO 분말 및 불소수지 표준백판을 사용할 경우, 시료 측정에 미치는 영향을 확인하고자 하였다. 측정결과로부터 사용한 표준백판의 종류에 따라, 특히, 근적외선 영역에서 측정된 스펙트럼이 달라지는 것을 확인할 수 있었다. BaSO₄와 MgO는 상대적으로 저렴하여 널리 사용되고 있지만, 근적외선 영역의 측정에서 수분의 영향을 받는 것을 고려할 필요가 있다. 반면, 불소수지 표준백판을 사용했을 경우, 근적외선 영역 측정에서도 수분의 영향을 받지 않는 것을 확인할 수 있었다.