

## FTIR Spectrometer를 이용한 혈중성분의

## 원적외선 분광 스펙트럼에 관한 연구

Research on Far-Infrared Optical Spectra of Blood Substrates  
using FTIR-spectrometer

김건식, 전계진\*, 윤길원\*, 박승한  
연세대학교 물리학과, \*삼성 종합기술원 의료전자 Lab.  
kimmys@phy.yonsei.ac.kr

혈중 성분, 또는 생체 시료와 빛의 상호작용에 관한 연구는 비침습적 정량분석의 가능성을 의미하므로 많은 연구가 진행되고 있다. 특히 원적외선 검출소자가 급속히 개발됨에 따라 원적외선(8~15 $\mu$ m) 영역에서의 생체 시료 및 성분들의 정량적인 분석과 영상에 관한 연구가 큰 주목을 받고 있으며, 그중 혈중 Glucose 성분의 정량분석에 관한 연구들은 여러 분광법으로 활발히 연구되고 있다<sup>(1)(2)</sup>. 본 연구에서는 혈중성분인 Glucose, Hb, Albumin을 수용액 상태로 원적외선 영역에서 흡수 spectrum을 측정하여 정량분석에 대한 가능성을 확인하였다.

물은 생체 조직이나 혈액 등에서 가장 많은 부분을 차지하고 있는 성분이며, 따라서 물에 대한 정확한 원적외선 흡수 spectrum을 측정해 두어야 다른 성분들을 구분해 낼 수 있다. 더욱이 일정한 크기를 갖는 cell 내에서 시료를 측정할 때, 농도가 커질수록 물이 줄어들어 배경흡수가 줄어드는 이른바 'water displacement' 현상이 일어나는데, 이에대한 보정을 위해서 물의 원적외선 영역 흡수 spectrum의 정확한 연구가 필요하다. BaF<sub>2</sub> window를 사용하였으며, 물은 증류수를 사용하였다. 측정범위는 3.5~12.5 $\mu$ m, resolution은 4cm<sup>-1</sup>이며, 128회 scan한 data를 얻었다. Pathlength는 0.015, 0.025, 0.05, 0.1 mm의 spacer를 사용하여 0.015, 0.025, 0.04, 0.05, 0.065, 0.075, 0.1mm로 변화시키며 측정하였다. (Fig.1)

Glucose는 당분이 체내에 흡수되어 변화된 성분으로, 그 양을 정량적으로 분석함으로써 당뇨의 진단이 가능하며, 인체내에서는 50mg/dl에서 400mg/dl 사이의 값을 갖게 된다. 본 연구에서는 glucose수용액을 농도가 0, 50, 100, 150, 200, 300, 400, 500, 1000mg/dl 인 sample로 준비하여 측정하였다. 측정범위는 3.5~12.5 $\mu$ m, resolution은 4cm<sup>-1</sup>이며, 128회 scan한 data를 얻었다. 농도가 작으므로, water displacement 현상은 아주 작게 나타났다. 측정결과, 8~10 $\mu$ m 영역에서 특정한 흡수 봉우리들이 나옴을 확인할 수 있었고, 농도에 따라 흡수도가 선형적으로 증가함을 확인할 수 있었다. (Fig.2)

혈중 성분중 가장 많은 것은 헤모글로빈(Hb)으로 체내에서 그 농도가 4~16g/dl의 범위이다. Powder 상태의 Hb를 증류수에 녹여 사용하였으며 0, 4, 12, 16g/dl의 sample을 준비하여 실험하였다. 농도가 커서 water displacement 현상이 크게 나타났고, 이를 보정하여 농도에 따라 선형적인 농도변화를 갖는 data를 얻을 수 있었다. 흡수는 7~9.5 $\mu$ m의 파장영역에서 나타났으며, glucose의 흡수 봉우리와 상당부분 겹치는 것을 확인하였다. 하지만, 9.7 $\mu$ m나 10.1 $\mu$ m에서는 구별이 가능할 것으로 예측된다. (Fig. 3)

Albumin 역시 powder 형태의 것을 사용하였고, 증류수에 녹여 그 흡수 spectrum을 측정하였다. 인체내에서의 농도는 3~10g/dl의 범위인데, 0, 3, 5, 10g/dl의 sample을 준비하여 실험하였다. Albumin 수

용액은 7~9 $\mu\text{m}$ 의 파장영역에서 흡수 봉우리들이 존재했으며, 따라서 glucose의 흡수 봉우리들과는 거의 겹치지 않음을 확인하였다. 또한 Hb 수용액에서와 마찬가지로 농도가 크기 때문에 water displacement 현상이 나타났고 이를 보정하여 농도에 따라 선형적으로 흡수변화를 보이는 data를 얻을 수 있었다. (Fig.4)

본 연구를 통해 구한 Glucose, Hb, Albumin의 흡수 spectrum은 원적외선 영역에서의 비침습적 혈중 성분 측정에 유용한 자료로 활용될 것으로 생각된다.

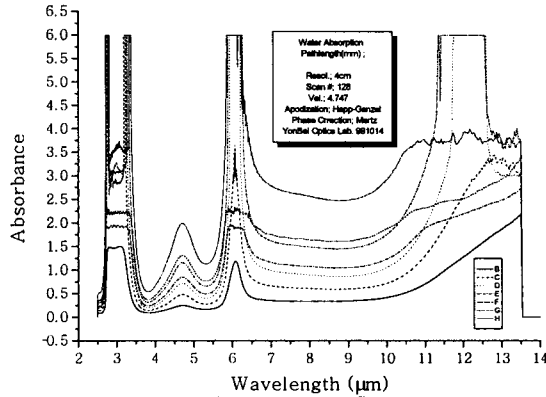


Fig.1 물의 원적외선 영역 흡수 spectrum

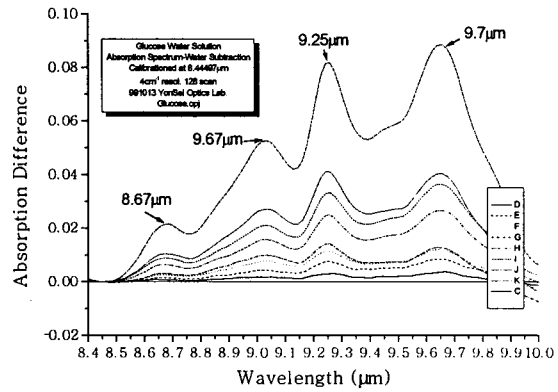


Fig.2 Glucose 수용액의 보정된 흡수 spectrum

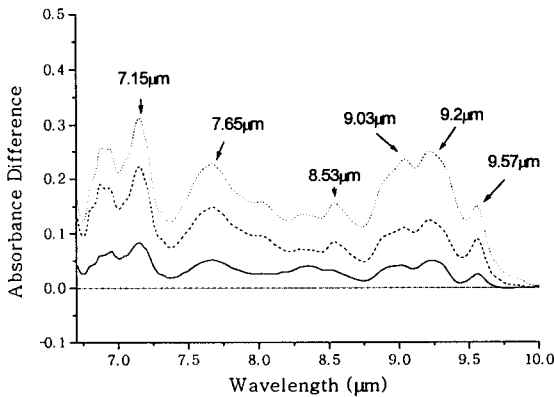


Fig.1 Hb 수용액의 보정된 흡수 spectrum

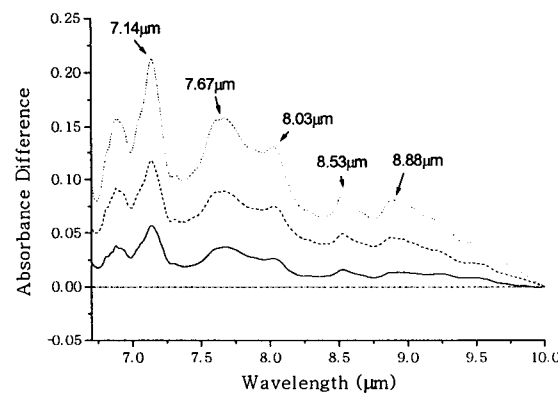


Fig.2 Albumin 수용액의 보정된 흡수 spectrum

참고문헌

1. John S. Maier, "Possible correlation between blood glucose concentration and the reduced scattering coefficient of tissues in the near infrared", Optics Letters 19(24), 2062-2064 (1994)
2. H.M.Heise, "Human Oral Mucosa Studies with Varying Blood Glucose Concentration by Non-invasive ATR-FT-IR-Spectroscopy", Cellular and Molecular Biology 44(6), 889-912 (1998)