

## FTIR Spectrometer를 이용한 혈중성분의

### 원적외선 분광 스펙트럼에 관한 연구

## Research on Far-Infrared Optical Spectra of Blood

### Substances using FTIR-spectrometer

김건식, 최우석, 박승한, 전계진\*, 윤길원\*

연세대학교 물리학과, \*삼성 종합기술원 의료전자 Lab.

kimmys@phya.yonsei.ac.kr

혈중 성분, 또는 생체 시료와 빛의 상호작용에 관한 연구는 비침습적 정량분석, 또는 생체 조직의 상태 분석의 가능성을 의미하므로 많은 분야에서 연구가 진행되고 있다. 최근에는 원적외선 검출소자가 급속히 개발됨에 따라 원적외선(8~15 $\mu$ m)영역에서의 생체 시료 및 성분들의 정량적인 분석과 영상에 관한 연구가 큰 주목을 받고 있다. 그중 혈중 Glucose 성분의 정량분석에 관한 연구는 여러가지 분광법-특히 NIR 영역에서 흡수, 투과, ATR, NMR 등-으로 활발히 연구되고 있으며<sup>1)</sup>, 최근에는 FIR 영역에서 혈중 성분들이 특정한 흡수 봉우리를 가지고 있음이 확인되어 이 영역에서의 분광법과 정량 분석에 대한 관심이 고조되고 있다. 본 연구에서는 혈중 성분들의 원적외선 영역에서 빛과의 상호작용인 흡수 spectrum을 측정하여 정량분석에 대한 가능성을 확인하였다. 생체를 이루는 가장 기본인 물에 대한 흡수 spectrum의 연구를 먼저 수행하였고, 혈중 성분중 Glucose, Hb, Albumin 등의 수용액을 농도별로 흡수 spectrum측정을 하였다.

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. 측정범위는 3.5~12.5 $\mu$ m, resolution은 4cm<sup>-1</sup>이며, 128회 scan한 data를 얻었다.

혈중 성분으로 Glucose, Albumin, Hb 등을 선정하여 실험하였다. 그중 비교적 농도가 작은 Glucose의 경우, 약간의 background 보정만으로 농도에 따라 선형 증가하는 흡수 spectrum을 얻을 수 있었다. 하지만 Hb 등 농도가 큰 성분의 경우, water-displacement 효과가 크게 나타남을 알 수 있었다.

Glucose는 당분이 체내에 흡수되어 변화된 성분으로, 체내에서는 50mg/dl에서 400mg/dl 사이의 값을 갖게 된다. 본 연구에서는 glucose 수용액을 농도가 0, 50, 100, 150, 200, 300, 400, 1000mg/dl 로 준비하여 측정하였다. 측정범위는 3.5~12.5 $\mu$ m, resolution은 4cm<sup>-1</sup>로 실험하였다. 측정결과, 8~10 $\mu$ m 영역에서 특정한 흡수 봉우리들이 존재함을 확인할 수 있었고, 농도에 따라 흡수도가 선형적으로 증가함을 확인할 수 있었다.

헤모글로빈(Hb)의 경우, 체내에서의 농도가 4~16g/dl의 범위로 상대적으로 농도가 큰 성분이다. 실험은 powder 상태의 Hb로 만든 수용액과, 사람의 실제 혈액에서 혈구를 추출하여 용해시킨 sample을 사용하였다. Powder 상태의 Hb를 증류수에 녹여 0, 4, 12, 16g/dl의 농도로, 사람의 혈구를 이용한

sample은 11.2, 14g/dl의 두 가지 농도로 준비하여 실험하였다. 흡수는 7~9.5 $\mu$ m의 파장영역에서 나타났으며, glucose의 흡수 봉우리와 많은 부분 겹치는 것을 확인하였다. Powder 상태 Hb의 수용액 sample과 실제 사람의 혈구를 사용한 sample의 흡수 spectrum은 다른 형태임을 확인하였다.

Albumin은 powder 형태의 것을 사용하였고, 증류수에 녹여 그 흡수 spectrum을 측정하였다. 0, 3, 5, 10g/dl의 농도를 갖는 sample을 준비하여 실험하였다. Albumin 수용액은 7~9 $\mu$ m의 파장영역에서 흡수 봉우리들이 존재했으며 Glucose의 흡수 대역과는 차이가 있음을 확인하였다.

본 연구에서는 물과 혈중성분의 정량적 분석을 위한 흡수 spectrum 측정을 하였다. Glucose, Hb, Albumin 등과 같은 물에 녹일 수 있는 성분에 관하여 연구하였으며, 농도에 대해 선형으로 변화하는 흡수도를 갖고 있음을 확인할 수 있었다. 이를 정량적 분석에 이용 가능할 것으로 예측된다. 상대적 농도가 큰 경우, water displacement 현상이 나타남을 확인하였고, 이를 보정하는 방법을 연구하였다. 물에 녹지 않거나 소량으로만 존재하는 혈중 성분들에 대해서도 연구하고, 실제 혈액을 이용한 흡수 spectrum등도 측정, 분석하게 되면 원격외선 영역에서의 비침습적 혈중성분 측정에 유용한 자료로 활용될 것으로 기대된다..

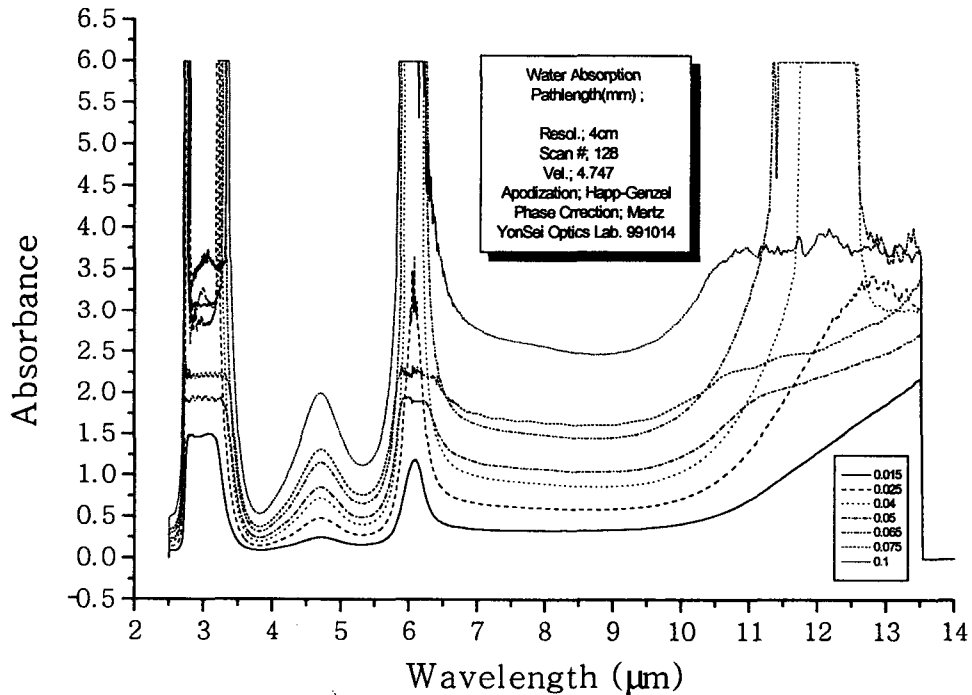


Fig.1 물의 원격외선 영역 흡수 spectrum

참고문헌

1. H.M.Heise, "Human Oral Mucosa Studies with Varying Blood Glucose Concentration by Non-invasive ATR-FTIR-Spectroscopy", Cellular and Molecular Biology 44(6), 889-912(1998)