

Glucose 수용액에서의 PA signal 측정을 위한 연구

Research on Detecting Photo-Acoustic Signal in Glucose Solution

김건식, 전계진*, 윤길원*, 박승한
연세대학교 물리학과, *삼성 종합기술원 M-응용 Project Team
kimmys@phya.yonsei.ac.kr

최근 문명의 발달과 풍요로운 생활로 인해 개개인의 관심은 경제적인 면 못지않게 자신과 가족의 건강 등에도 고조되어 가고 있다. 특히 인터넷 등 많은 정보의 교환이 활발해지면서 자신의 상태나 건강 등에 관한 정보를 많이 접하게 되고, 이에 따른 진료 및 치료에 대한 정보 및 기기의 보급이 시급할 전망이다. 이에 따라 가까운 미래에는 오프라인뿐만 아닌 온라인상의 진단, 치료 등의 서비스가 필요해질 전망이다. 따라서 가정용 진단기, 혹은 재택 진료(기) 등의 연구가 세계적으로 연구되어 지고 있는 실정이다. 특히 혈중 성분, 또는 생체 시료와 빛의 상호작용에 관한 연구는 비침습적 정량분석, 또는 생체 조직의 상태 분석의 가능성을 의미하므로 다양한 분야에서 연구가 진행되고 있다.

원적외선 영역에서 혈중성분들의 분광 특성이 존재함이 확인되면서 이 영역의 빛을 이용한 혈중 성분의 정량 분석을 통한 진단기술 개발이 활발히 진행되고 있다⁽¹⁾ 있다. 특히 원적외선 영역에서 특정 파장에서의 반응성을 이용한 여러 방법들 중 Photo-Acoustic을 이용한 방법이 여러 가지로 연구 되어지고 있다. ^{(2),(3)} 현재 수용액 상태의 혈중 성분들의 원적외선 분광 특성을 연구하였으며, 이를 이용한 혼합 성분들의 흡수 spectrum 정량-정성 분석이 가능하며, 이러한 특성을 이용하여 non-invasive 로 이용 가능한 분광법을 연구 진행 중이다. 원적외선은 물에 대한 흡수도가 크고 침투 깊이가 적으므로 흡수 spectrum을 이용한 방법은 한계가 있다.

PA를 이용한 분광법은 흡수된 원적외선에 의한 반응으로 나오는 acoustic signal을 측정함으로써 보다 실제의 경우에 적용 가능한 방법으로 생각된다. PA방법은 낮은 농도의 기체 성분을 검출할 때 주로 쓰이는 방법이다. 이 경우 cell의 resonance(공명)를 이용하여 acoustic signal을 증폭시켜 측정하게 되므로 ppm 단위의 농도까지 측정 가능하다. 하지만 liquid sample의 경우 시료의 진동에 의한 acoustic signal을 직접 측정하여야 하므로 좀더 어려운 점이 있다. 이러한 이유 때문에 충분히 큰 광량에서 액체 시료 내의 PA-signal을 측정 가능하므로 Laser를 이용한 glucose 수용액 또는 human whole blood에서의 PA 실험이 연구되어 지고 있다.⁽³⁾

본 연구에서는 수용액 상태의 시료에 대한 PA signal을 Black-body radiator로 구성된 광원을 이용하여 측정함으로써 시료의 농도를 구하고자 한다. 그 시작으로 물에서의 PA signal을 측정하였고, glucose 수용액에서의 PA signal 및, 특정 파장에서의 PA signal을 측정하였다.

광원으로는 1200℃까지 온도조절이 가능한 Black-body Radiator를 사용하였다. 실제 생체 시료에 직접 조사하여야 하고 넓은 영역의 파장을 이용할 수 있기 때문에 Laser의 경우보다 폭넓은 활용이 가능하기 때문이다. 물에서의 PA signal 측정 시 film type의 pzt detector를 이용하였다. 이 detector를 직접 물에 넣어 측정하는 방식을 사용하였다. PA cell은 closed system으로 제작하는 것이 보통이지만 실제

생체시료에 적용할 때는 시료에 빛을 조사한 후 detector를 그 위에 contact 시켜서 측정하게 될 것이므로 closed system이 되기가 어렵다. 따라서 open system으로 sample의 진동에 의한 acoustic signal을 직접 측정하도록 하였다. 그 결과 chopping-frequency에 반비례하는 PA signal을 얻을 수 있었다.

Glucose 수용액에서의 PA signal 측정은 band-pass filter를 이용하여 glucose 흡수 봉우리가 존재하는 파장영역을 이용하여 농도에 따른 선형성을 살펴보았다.

본 연구에서는 혈중 성분의 in-vivo 측정을 위한 기초 단계로서 water 및 glucose 수용액에서의 PA signal을 측정하였다. 그 결과 laser가 아닌 Black-body radiator를 이용하여 PA signal을 얻을 수 있었으며, glucose 농도에 따라 선형적으로 증가하는 PA signal을 얻을 수 있었다.

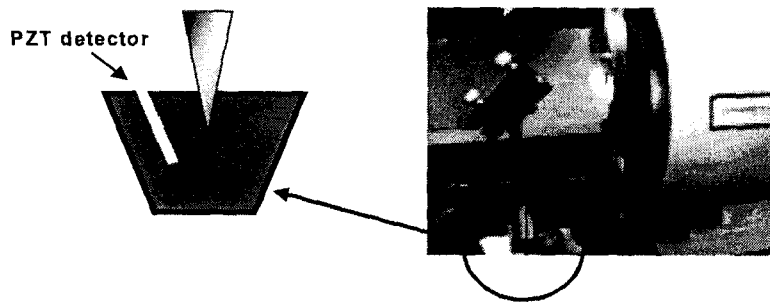


Fig. 1. Black-body radiator 및 water에서의 PA signal 측정

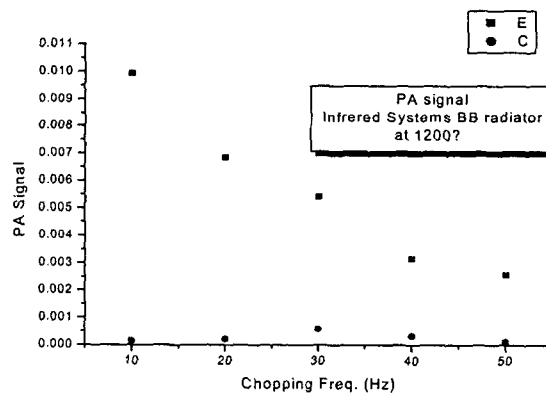


Fig. 2. water에서 검출된 PA signal

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)
2. Yaochun Shen, Zuhong Lu, Stephen Spiers, Hugh A. MacKenzie, Helen S. Ashton, John Hannigan, Scott S. Freeborn, and John Lindberg, "Measurement of the optical absorption coefficient of a liquid by use of a time-resolved photoacoustic technique", Applied Optics 39(22), 4007-4012(2000)
3. G.B.Christison, H.A.Mackenzie, "Laser Photoacoustic determination of physiological glucose concentrations in human whole blood", Med. & Biol. Eng. & Compu., 1993. 31, 284-290