

歯髄腔内血液の光音響法による検出の試み

Detection of blood in dental pulp by photoacoustic analysis

○山田 あずさ¹, 柿野 聡子², 松浦 祐司¹ (1. 東北大学工学, 2. 東京医科歯科大)

○Azusa Yamada¹, Satoko Kakino², Yuji Matsuura¹

(1.Tohoku Univ., 2.Tokyo Medical and Dental Univ.)

E-mail: azusa.yamada@ecei.tohoku.ac.jp

1. はじめに

光音響法はおもに粘膜などの軟組織への適用が行われているが、歯牙などの硬組織に対しては報告例が少ない。我々のグループでは歯牙表面から光入射を行うことにより、歯髄などの深部の診断を行うことを検討している。その手法として光音響法は比較的簡易な装置を用いた、歯髄健康度の非侵襲診断法として期待できる。本報告では、ヒト抜去歯の歯髄腔における光の吸収を光音響波によって取得することを試みた。

2. 測定結果

光源としては硬組織における散乱の影響が小さい波長 1064 nm のマイクロチップ YAG レーザ (パルスエネルギー 2 mJ, パルス幅 1.4 nsec) を用いた。サンプルとしては、歯冠方向から歯根方向に切断した歯牙の歯髄腔に濃度 3 % のウシ血液由来ヘモグロビン水溶液を注入したものを用い、これにレーザ光を照射し光音響波を検出した。本手法では臨床への適用を考慮して、歯牙の表面に柔軟なポリマー製の音響プローブを貼付する手法を用いた^[1]。

ヘモグロビン水溶液を注入した歯牙の光音響波と歯髄腔に純水を注入した場合の光音響波を比較して図 1 に示す。レーザ照射のタイミングを図中に矢印で示した。両者にはほとんど差が見られないが、これらをフーリエ変換すると図 2 に示すようにヘモグロビン溶液が歯髄腔中に存在する場合には、低周波成分の他に、より周波数の高い成分が現れていることがわかる。これは比較的低い周波数で振動する歯牙の成分に、微小容積ゆえに高い周波数成分をもたらす歯髄腔中の血液の振動が重畳しているためだと考えられる。

次に波形を短時間フーリエ変換することで、周波数強度の時間変化を解析した。計算においては時間幅 8 μ 秒のハミング窓を 0.4 μ 秒のステップで移動させている。計算結果を図 3 に示す。図 3(a) より 3 μ 秒のレーザ照射直後よりヘモグロビン由来の高周波振動が、8 μ 秒付近から歯牙由来の低周波振動が発生していることがわかった。ヘモグロビン由来の振動は高周波であるため、発生直後に減衰していると考えられる。フーリエ変換強度の時間変化に注目することで図 2 の通り通常のフーリエ変換では確認できない、レーザ照射直後に発生する高周波振動を確認することが出来た。

今後は歯髄腔中の血液に含まれる酸化ヘモグロビンの濃度変化によって光音響波の強度が変化することを利用し、歯髄腔の酸素飽和度検出の診断法の確立を目指す。

[参考文献]

[1]山田あずさ, 柿野聡子, 松浦祐司, "近赤外レーザー光を用いた光音響法の歯髄診断への応用検討," レーザー学会学術講演会第 35 回年次大会, 東京, 2015 年 1 月, 12aV03

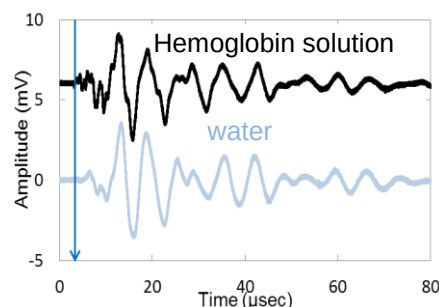


図 1 光音響波形

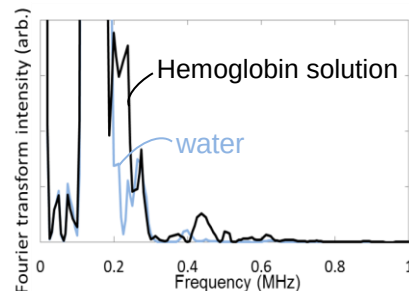
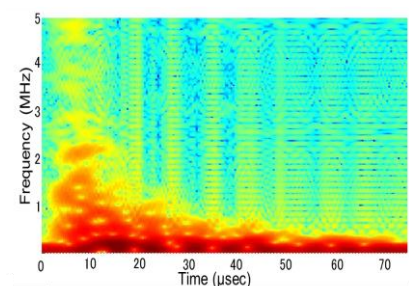
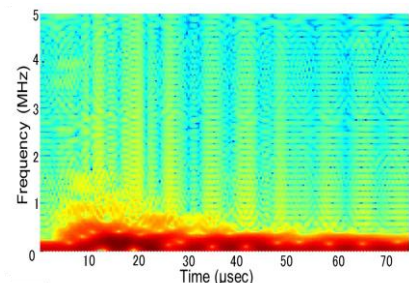


図 2 フーリエ変換計算結果



(a)ヘモグロビン水溶液



(b)純水

図 3 短時間フーリエ変換計算結果