

糖化が骨の光音響特性に与える影響

Effects of Saccharification on Photoacoustic Properties of Bone

同志社大, [○](M1C)前川 慶彦^a, 矢能 啓太, 上野 翔矢, 松川 真美^b

Doshisha Univ., [○]Yoshihiko Maekawa, Keita Yano, Shoya Ueno, Mami Matsukawa

E-mail: (a)yoshi096528@gmail.com, (b) mmatsuka@mail.doshisha.ac.jp

1. はじめに

糖尿病患者は、健常者に比べ骨折のリスクが高いため、その骨強度の評価は重要である。WHOはこの骨強度に骨密度(カルシウム量)と骨質が寄与することを示した^[1]。骨質とは、骨の弾性、マイクロクラックなど多くの要因の総称である。しかし、現在はX線法による骨密度のみの診断が主流であり、糖尿病のように骨密度ではなく骨質に起因する疾病の評価が出来ない。斎藤らは、糖尿病や老化による骨中コラーゲンの架橋異常を指摘しており^[2]、この架橋異常は骨の弾性的性質にも影響を与えたと考えられる。一方Merrillらは、光音響法による骨の微細構造分析の可能性を示唆した^[3]。しかし、糖尿病が骨強度に与える影響の評価について光音響法の有効性は不明である。

本研究では、光音響法を用いて、健常者を模擬した骨試料、糖尿病を模擬した骨試料の光音響波形の比較検討を行った。

2. 試料及び実験方法

46月齢のウシの大腿骨の骨幹部の皮質骨を直方体に切り出し、4試料に分割した(7mm×7mm×1.7mm)。糖化用試料として、生理食塩水(PBS)4mL、D(-)Ribose 0.12g、Protease Inhibitor Cocktail Set III 4μL、Penicillin-Streptomycin 40μLの割合で調整した溶液に浸した。また、参照用試料としてPBS4mL、Penicillin-Streptomycin 40μLの割合で調整した溶液に浸した。これらを37°Cに設定したインキュベータ中で14日間培養した。光音響計測の実験系をFig.1に示す。サブナノ秒パルスレーザー(波長1064nm, Helios 1064-5-50, COHERENT Co.)から各試料表面の5点にレーザーを照射した。発生した音波をPVDF自作トランスデューサで受波し、その後増幅器

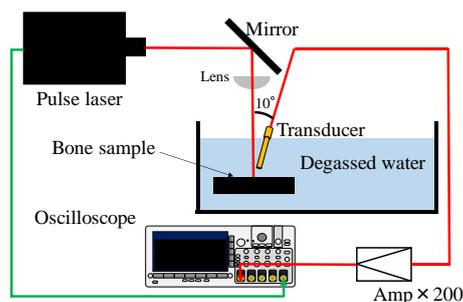


Fig.1 Experimental system.

(SA430F5, NF Co.)で200倍増幅後、オシロスコープ(DPO7254C, Tektronix Co.)で観測した。

3. 実験結果及び検討

Fig.2に受波した光音響波の波形を示す。Fig.3に到達時間とPeak to peak値の関係を示す。なお、波頭の立ち上がり10%を到達時間と定義した。到達時間は糖化試料の方が遅く、参照試料と糖化試料には有意差がみられた($p < 0.01$)。また、波形の周波数特性から糖化試料では高周波成分の減衰が確認できた。これらの結果から、糖化が光音響特性に影響を与えていると考えられる。糖化は主にコラーゲンで生じている。つまり骨の光音響特性にコラーゲンが寄与している可能性が示唆された。

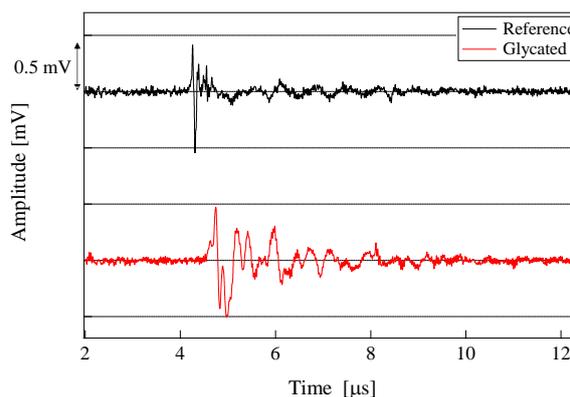


Fig.2 Observed photoacoustic waves.

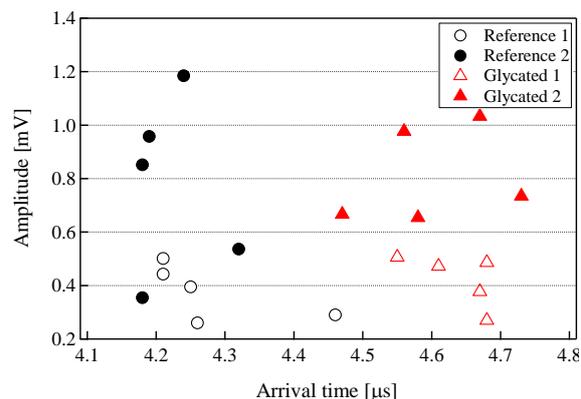


Fig.3 Arrival times and amplitudes of photoacoustic waves.

参考文献

- [1] WHO, JAMA. Vol.285, No. 6, pp.785-795, 2001.
- [2] M. Saito, et al., Osteoporosis Int., Vol.17, pp.1514-1523, 2006.
- [3] J.A Merrill, et al, Proc. of SPIE, Vol. 11241, art. no. 112410H, 2020.