

海綿骨の骨梁形状が超音波二波伝搬現象に与える影響

Effect of trabecular structure on two wave phenomenon

○中西翔子, 八軒卓磨, 井本有紀, 松川真美 (同志社大学)

○Shoko Nakanishi, Takuma Hachiken, Yuki Imoto, Mami Matsukawa (Doshisha Univ.)

E-mail:mmatsuka@mail.doshisha.ac.jp

1. はじめに

超音波による骨粗鬆症診断の技術の一つに二波伝搬現象[1]がある。二波伝搬現象とは、骨端部内部にある海綿骨（網目状の骨梁+間隙部を満たす骨髄）中では二種類の縦波（主に骨梁を伝搬する高速波と主に骨髄を伝搬する低速波）が分離伝搬するものである。この高速波と低速波は骨密度や骨質の情報を含む。

海綿骨の骨密度と二波伝搬現象との関係は数多く報告されている[2]。しかし、実際の骨粗鬆症では海綿骨の骨梁が細くなることで骨密度が低下する。そこで本研究では海綿骨の骨梁の太さが二波伝搬現象に及ぼす影響を実験的に検討したので報告する。

2. 実験方法

実験試料には、28 月齢のウシの左橈骨遠位部内の海綿骨（10.7×8.0×11.6 mm）を加工し、海綿骨モデルとして用いた。また 32 月齢のウシの左橈骨骨幹部から作成した皮質骨試料（10.7×1.9×11.6 mm）二枚で海綿骨モデルを挟み込みヒト骨モデルとした。これらの試料を pH 0.1 の硫酸に 1 分刻みで計 5 分間浸すことで人工的に骨梁を細くした。浸漬 1 分毎に試料を取り出して超音波測定を行い二波伝搬現象の変化を観測した。また X 線マイクロ CT 装置（Shimadzu, SMX-160CTs）を用いて各段階の試料の海綿骨の骨体積比を算出した。

超音波測定の実験では水浸パルス法を用いた。周波数 1 MHz, 振幅 70 V_{pp} の正弦波 1 波を送波用集束型 PVDF センサ（東レ, 直径: 20 mm, 曲率半径: 40 mm）に印加し、試料の骨梁配向方向に縦波を照射した。試料を透過した縦波を音軸上におかれた受波用平面型 PVDF センサ（自作, 直径: 3 mm）で観測した。このとき送受波器間の距離は 60 mm である。また試料はセンサの音軸上で、送波用センサから 40 mm の位置に設置した。

3. 実験結果と考察

硫酸の浸漬により海綿骨の骨体積比は 24.0%

から 19.8%に徐々に減少し、骨梁が細くなった。

超音波の観測波形例を Fig. 1 に示す。浸漬後の試料は高速波の振幅が小さくなり、到達時刻が遅くなった。この理由として骨梁が細くなり高速波の伝搬経路が減少したことが考えられる。一方、硫酸浸漬後の試料では低速波の振幅も小さくなった。これは、骨梁表面の粗さが増して水・骨の界面での摩擦が増加したことや骨の材質変化の影響が考えられる。また低速波に見られる高周波成分は受波用 PVDF センサの PVDF 膜内での共振と考えられる。

4. まとめ

海綿骨形状の変化が超音波二波伝搬現象に与える影響を調べた。硫酸への浸漬により骨梁が細くなると高速波は振幅が小さくなり、到達時刻が遅くなった。一方で低速波も振幅が小さくなった。これは骨梁の表面粗さの変化によるものと考えられる。ただし、浸漬による骨物性の変化も把握する必要がある。

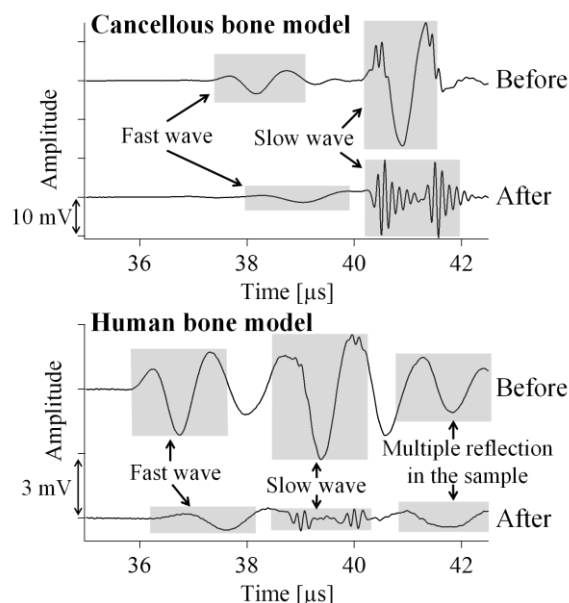


Fig. 1 Observed waveforms.

参考文献

- [1] K. Mizuno, et. al., J. Acoust. Soc. Am., **125** (2009), pp. 3460-3466.
- [2] T. Otani, Jpn. J. Appl. Phys., **44**, No. 6B (2005), pp. 4578-4581.