

フェムト秒レーザー誘起衝撃力により加振した細胞組織の振動挙動

Vibration responses of a cell layer excited by a femtosecond laser impulse

奈良先端大物質, °高尾 晃平, 荒木 崇志, 秋田 絵理, 安國 良平, 細川 陽一郎

NAIST, °Kohei Takao, Takashi Araki, Eri Akita, Ryohei Yasukuni, Yoichiroh Hosokawa

E-mail: takao.kohei.tl6@ms.naist.jp

細胞は内外からの力の影響を受けて、張力や弾性率といった力学特性を変化させながら構造や機能を調整することが知られている。このような生体の力学応答を理解するためには、個々の細胞の力学特性に加えて、細胞集団(細胞組織)としての特性を理解することも重要になる。我々はこれまでに細胞組織の力学特性を評価する手法として、時空間制御性に優れ、かつ非破壊的に試料を振動励起することが可能な、集光フェムト秒レーザーが誘起する衝撃力の利用に注目し、研究をすすめている。高強度の近赤外フェムト秒レーザーを対物レンズで水溶液中に集光すると、水の多光子吸収に起因して発生したキャビテーションバブルの急激な膨張に伴い周囲の物体に衝撃力が作用する。本発表では、この衝撃力を細胞密度の異なる細胞シートに作用させて振動励起した挙動を調べ、その力学特性を検討した結果について報告する。

細胞試料としてイヌ腎臓尿細管上皮細胞(MDCK)を用い、細胞がガラスボトムディッシュ上の70~80%程および100%を占めた状態に培養した。フェムト秒チタンサファイア再生増幅器(80 fs, 800 nm, 500 nJ/pulse)のシングルパルスを用いて、20倍対物レンズ(NA=0.46)を用いてMDCKの細胞シートに集光し、集光点から100 μm離れた場所にAFM探針を接触させ、レーザー照射により誘導される細胞シートの振動を、AFM探針の変位としてオシロスコープにより測定した。

細胞密度の異なるMDCK細胞シートにフェムト秒レーザーパルスを照射し、各状態で励起された振動波形、およびその周波数応答を図1に示す。細胞密度が密になるほど、現れる周波数ピークの強度が大きくなった。これは、細胞が密になり、励起された振動が効率的に細胞間を伝搬し、AFM探針に伝えられたことに起因すると考えられる。発表では、さらに細胞間相互作用以外にも個々の細胞骨格や細胞間接着などの変化が振動応答に与える影響についても報告する。

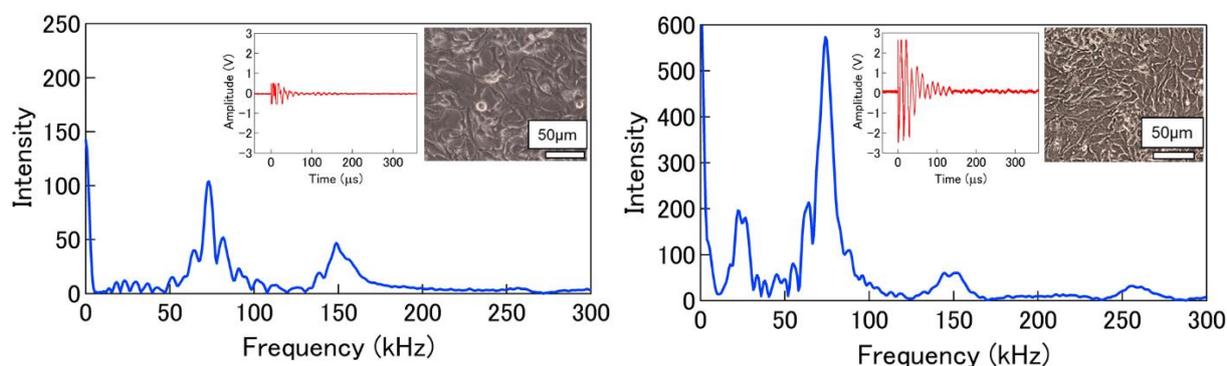


Figure 1. Vibration of the MDCK cell layer induced by femtosecond laser impulse. The vibration was detected by an AFM cantilever. The cantilever vibrations were indicated in graphs as spectra in time domain (red line) and frequency domain (blue line). Cell density in the cell layer is 70-80% and 100% in left- and right- side graphs, respectively. Microphotographs of the cell layer for each cell culture condition are shown as insets in graphs.