

細胞が力や変形を感じ取るメカニズムの解明

人間適応工学研究室 佐藤 克也

本研究室では、再生医療への応用を目指した基礎的研究を進めている。再生医療は、患者自身の細胞を用いて組織・臓器の修復を行い、究極的には欠損した生体部位の再生を目指すものである。生体関連のテーマは一見、機械工学とは縁のない分野のように思われるかもしれない。しかしながら、実際には機械工学で学ぶ各種力学の知識や手法が生体の機能解明に大いに役立つのである。このような分野はバイオメカニクスと呼ばれ、非常に歴史は浅いものの機械工学における領域の一つである。

現在、人工多能性幹細胞(iPS細胞)の研究が世界的に推進されており、種々の細胞への分化誘導技術は遠からず確立されると思われる。その一方で、生体組織は非常に複雑な構造を有しており、分化誘導した細胞群に如何にして生体が本来持っている複雑な構造を形成させるか。その誘導技術が今後重要となると考えられる。

我々のグループでは特に骨組織に着目しており、骨を作る細胞(骨芽細胞)の機能解明を目指している。骨組織は生体に加わる力の具合に応じてその形態や強度が変化する。これは、骨芽細胞を含む骨系細胞が外部から加わる力や変形を感じ取って、その活動を变化させた結果として生ずるものであるが、細胞がどのようにして力や変形を感じ取っているのか。そのメカニズムには未解明な点が多い。このメカニズムを解き明かすことができれば、外部から適切な力や変形を細胞に与えることで、任意の骨形成を促すような制御因子として利用できる可能性がある。

細胞が力を感じ取るメカニズムの解明のためには、外部から細胞に作用する力や変形のみならず、細胞内部での力のかかり方や変形の分布を正しく評価することが不可欠である。そこに、機械工学で学ぶ知識や手法が非常に強力なツールとなるのだ。細胞に引張りや圧縮の変形を与え、その際の細胞応答を評価する実験がこれまでも数多くなされている。我々のグループでは、細胞内でのシグナル伝達や、刺激の受容部位をより詳細に評価することを目指して、顕微鏡観察下において単一の細胞に引張りひずみを付与し、その際の細胞応答をつぶさに観察するためのマイクロデバイスを新規に開発した。MEMS技術を応用し2mm角の大きさで、細胞に引張りひずみを付与するための機構とチャンバーを組み込んだデバイスである。このデバイスを用いることで、これまでの実験系では捉えにくかった、引張りを受ける細胞の刺激受容部位や細胞内力学状態などが明らかとなり、全く新しい知見を得ることができると期待されている。

