シャジクモが有する巨大細胞を用いた AFM 力学計測による細胞壁の弾性率分析

Analytics of Elasticity in Cell Wall Based on AFM Force Measurements of Giant Cells in the Alga, *Chara*

奈良先端大物質 [1]，奈良先端大バイオ [2]，秋田県立大 [3]，台湾国立成功大 [4]
◦村岸　尚志 [1]，入口　大修 [1]，山崎　勇輝 [1]，　岡野　和宣 [1]，
津川　暁 [3]，出村　拓 [2]，三村　徹郎 [4]，細川　陽一郎 [1]
Div. Mat. Sci. NAIST[1], Div. Bio. Sci. NAIST[2], Akita Pre. Univ.[3], Taiwan Chen-Kung Univ.[4],
◦Takayuki Murakishi[1], Taishu Iriguchi[1], Yuki Yamasaki[1], Kazunori Okano[1],
Satoru Tsugawa[3], Taku Demura[2], Tetsuro Mimura[4], Yoichiroh Hosokawa[1]
E-mail: Murakishi.takayuki.mn2@ms.naist.jp

細植物細胞は、細胞壁がその形態を維持し、環境刺激から内部を保護し成長している。細胞壁の機能を理解するには、細胞壁のもつ構造に由来する力学特性を知ることが必要不可欠である。細胞の力学特性は、細胞壁の弾性率だけでなく、細胞内圧、さらには細胞内圧により生み出される細胞壁の引張応力の影響があることが示されており、さらには細胞壁の弾性率の異方性が大きく関与している可能性が考えられている。近年、原子間力顕微鏡（AFM）が細胞壁の力学特性を知るための有力な手段として注目されているが、細胞全体の力学特性に起因する特性を理解することは難しい。我々は藻類であるシャジクモ（*Chara australis*）が持つ直径数ミリメートル、長さ数センチメートルの巨大細胞の細胞壁の弾性率を AFM 力学計測することで、細胞壁の弾性の異方性や膨圧が弾性に与えるについて明らかにしようとしている。本報告では、AFM 力学計測により、シャジクモの細胞壁に負荷された力(Force)と細胞壁の歪量(Indentation)の関係（フォースカーブ）を計測し、細胞壁の弾性の異方性について考察した。

シャジクモをガラスボトムディッシュ上に固定し、水で満たし、先端形状が球状（半径 0.4 - 15 μm）の AFM 探針（ばね定数：42 N / m）を細胞に接触させ、計測を行った。AFM 探針には最大 6 μN の力が付加され、AFM 探針のたわみ量と細胞壁の歪量から図 1 に示すフォースカーブを得た。細胞壁の厚さは 1μm 程度であり、歪量が数 100nm までのフォースカーブは、主に AFM 探針の先端が細胞壁に沈み込む挙動を反映していると考えられる。この挙動はヘルツの接触理論により解析でき(Fig.1 右上図)、ここで見積もられる細胞壁のヤング率は、数 MPa となる。一方で歪量が μm 以上の時、AFM 探針により細胞壁全体が押し曲げられる挙動を反映する(Fig1 右下図)。この領域でのフォースカーブの傾きから見積もられるバネ定数 (6.78 N/m)は、細胞壁の面内弾性と張力によるものと考えられる。発表ではフォースカーブの AFM 先端径の依存性も考慮し、植物細胞に潜在する弾性の詳細について議論する。

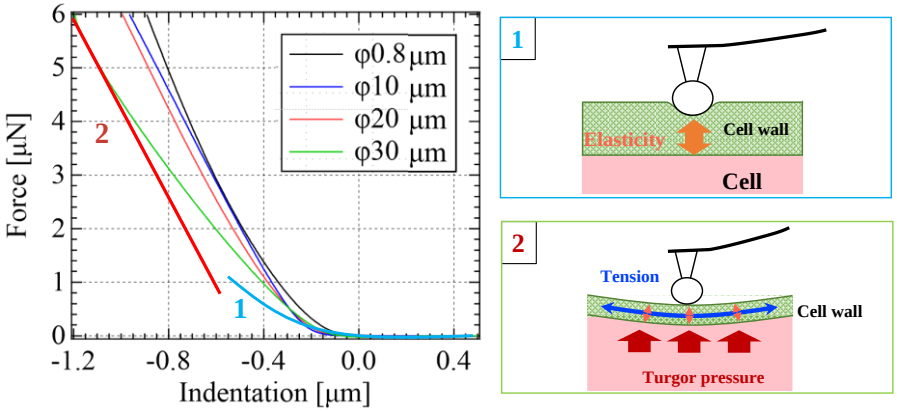

Fig. 1 Force curves obtained by AFM force measurement. The measurement was performed by cantilevers with several types of tip diameter (φ). Blue line is calculation by Hertz contact theory with Young's modulus of MPa. Slope of red line indicates spring constant of the apparent stiffness of the cell.

© 2022年 応用物理学会