

巻 頭 言

メカニカルストレス

田中 栄*

「メカニカルストレス」とは生体内の細胞や組織に負荷される物理的・力学的な刺激を指すが、外来刺激のみならず、細胞や組織の移動、あるいは形態変化に伴って生じる内因性の刺激もこれに含まれる。メカニカルストレスに呼応して、生物には無機的な物質とは異なった反応が生じる。これは組織・細胞がメカニカルストレスを受容した際に、物理的刺激をさまざまな生物学的反応へと変換させる機構を有することによる。動物がメカニカルストレスのない状態で生命を維持することは不可能であり、発生から成長、恒常性維持とその破綻である疾患、そして老化や死に至るまで、すべてのライフステージを通じてメカニカルストレスは根源的な役割を果たす。

生体に働くメカニカルストレスの代表は重力である。約3億年前に水中（海）から陸上での生活へと進化を遂げたのと同時に、生物は6倍（1 G）の重力を受けることになり、これに適応した生体機能を備える必要が生じた。生体組織の中で、このような重力負荷の変化によってもっとも大きな影響を受けたのは骨格であった。外形を維持して内臓を保護するため、そして大きな重力に抗して陸上での移動を可能にするために強固な支持機構が必要になったからである。19世紀後半にJulius Wolffは、大腿骨近位部の骨梁構造が、力学的負荷によって生じる内部応力によって決定されること、また病的な骨の外形状変化に伴って引き起こされる歪みの変化によって骨の内部構造が変化し、それが正常な場合と同じルールに従って生じることを報告した（“The Law of Bone Remodeling”, originally published in 1892）。このように骨格

* 東京大学医学部整形外科（〒113-8655 東京都文京区本郷7-3-1）

系の制御においてメカニカルストレスは決定的な役割を果たしているが、骨格系におけるメカニカルストレスの受容機構、そしてその応答メカニズムの理解はきわめて不十分なレベルにとどまっている。

2017年2月にNASA（米航空宇宙局）は水が存在するなど生物の生息に適した条件が整った太陽系外惑星七つを39光年先の宇宙で発見したと発表し、今また宇宙への関心が高まっている。しかし宇宙空間など重力のない状況下で生体へのメカニカルストレスが減少すると、わずかな期間に骨格の強度が著しく低下することが明らかになっている。今後の人類の宇宙進出のためにも、メカニカルストレス研究のさらなる発展が望まれる。