

特集：宇宙医学研究の最先端

序 章

——宇宙環境が生体に及ぼす影響——

二川 健*

宇宙開発の技術が発展し、長期の宇宙空間での滞在が可能となってきた。無重力環境が引き起こす骨粗鬆症や筋萎縮などのさまざまな疾患が宇宙飛行士らを悩ませている。一方、わが国では、少子高齢化に伴い、加齢に伴う運動器障害（ロコモティブ・シンドローム）を伴う高齢者の数が増加している。このような運動器の障害は、患者本人の生活の質（QOL）の低下や要介護者の増加に伴う医療費の増大につながるため、早急に解決すべき問題の一つと考えられる。つまり、宇宙での生命科学研究（スペースサイエンス）は、宇宙飛行士の健康増進だけでなく、地上における高齢者の疾患の治療や予防に通じる重要な学問分野になりつつある。本特集では、「宇宙医学研究の最先端」と題し、無重力環境が生体の「免疫」、「骨」、「筋」、「立体構造形成」に及ぼす影響について、さらに放射線が「発がん」に及ぼす作用について、それぞれの最先端の研究者に紹介していただいた。

無重力環境が生体に及ぼす影響でもっとも理解が進んでいる分野の一つが「骨」への影響である。無重力空間に滞在すると、ヒトの骨量は1カ月におおよそ1.5%ずつ減少する。驚くことに、地上に戻った後も無重力の影響は続き、帰還後数年たっても骨量が元に戻らないケースもある。骨代謝に関与するおもな細胞は骨芽細胞、破骨細胞と骨細胞であるが、骨形成を担う骨芽細胞の機能低下と骨吸収を担う破骨細胞の活性化が、このような骨量減少の病態である。ところが、近年、骨形成と骨吸収のアンバランスに骨細胞が重要な働きをしていることがわかってきた。具体的には、骨細胞は骨におけるメカノセンサーとしての働きをしていることが明らかになってきた。これまでは骨芽細胞に特異的に発現していると考えられていたRANK（receptor activator of NF- κ B）が骨

Key words: 宇宙環境, 骨, 免疫, 筋, 立体構造形成, 癌

* 徳島大学大学院医歯薬学研究部生体栄養学分野（〒770-8503 徳島市蔵本町3-18-15）

細胞にも発現していることが報告され、無重力ストレスを感知した骨細胞が RANK を発現し、RANK-RANKL signaling pathway を介し、破骨細胞形成を促進し骨吸収を亢進するというものである。骨の無重力ストレスの感知は、骨細管内の液体の流速の変化をとらえることができる骨細胞の樹状突起を介して行われていると考えられているが、その詳細は不明である。さらに、硬骨生物（骨細胞がない）であるメダカであっても破骨細胞の活性化がみられているので、必ずしも骨細胞だけが重力感知を行っているとは限らないようだ。

無重力は免疫機能の低下、筋量の減少、臓器立体構造の構築にも影響を与える。もちろん、宇宙放射線は DNA 損傷を介し癌化のリスクファクターであるのはいうまでもない。このような無重力や放射線による骨、筋や免疫などへの影響を研究することは、「生体の恒常性維持」のための環境因子に対する新たな応答（適応）のメカニズム解明にも通じるものである。本誌は『腎と骨代謝』であるので、読者は腎疾患やカルシウム代謝に関心のある方々が多いのではないかとされる。しかし、それらの疾患を違った観点（宇宙）から見ると、今までの視野とは異なったものが見えてくるのではないかと期待している。ぜひ、腎疾患やカルシウム代謝に関して「宇宙（無重力や高放射線環境）」の観点から覗いていただき、それぞれのご専門の分野に新しい風を起こしていただければ幸いである。
