

特別寄稿

水生と陸生の脊椎動物の骨格の形態と機能から学ぶ骨代謝

東京歯科大学口腔科学研究センター 客員教授

山口 朗

はじめに

水生と陸生の脊椎動物とのあいだでは生活する環境要因が大きく異なるために、脊椎動物が水生から陸生に移行した時に骨格にダイナミックな構造的変化が起こり、新たな機能を獲得したと想像される。また、この構造と機能の変化がわれわれの骨代謝の理解に重要なヒントを与えてくれることもある。本稿では、このような観点から、水生脊椎動物と陸生脊椎動物における体内のカルシウム貯蔵庫としての骨格の形態と機能の差異について考察したい。

生活環境の違い

水生脊椎動物は浮力に助けられて活動するために彼らの受ける重力は約 1/6G といわれているが、陸生脊椎動物は常に 1G の重力に抵抗して活動している。また、水生脊椎動物と陸生脊椎動物ではカルシウムの摂取法に関しても大きな差異がある。水生脊椎動物は周囲の水にカルシウムが含まれているために（淡水の Ca^{2+} : 0.4~12.0mg/dL, 海水の Ca^{2+} : 40.8mg/dL）、生活に必要なカルシウムは効率良く水中から採取することが可能で、生体内にカルシウムを貯蔵するための組織、器官を必要としないかもしれない。しかし、陸生脊椎動物はカルシウムが存在しない空気中で生存するために、生活に必要なカルシウムは食物から摂取する必要が生じ、骨格がカルシウムを貯蔵する組織、器官として重要な役割を担うようになったと考えられる。

以上のように水生脊椎動物と陸生脊椎動物の骨

格は、重力に対する抵抗性とカルシウム貯蔵庫としての機能の点で大きく異なり、このような差異は骨格の形態と機能にも反映されていると想像できる。そのため、このような観点から種々の脊椎動物の骨格を解析して水生脊椎動物と陸生脊椎動物の差異を明らかにすることは、われわれの骨組織の恒常性の維持機構や骨疾患の発症メカニズムの理解を深めるとともに、骨疾患の新たな治療法を理解するための重要なヒントを与えてくれるであろう。

カルシウム貯蔵庫としての骨組織

古生代（約 5 億年前）の海水中には過剰のカルシウムが存在していたために、原始的な骨格である無顎類の甲皮は、体内に取り込んだ過剰なカルシウムをリン酸カルシウムとして皮膚に沈着させた排泄器官の一種と考えられており、生体内にカルシウムの貯蔵庫を維持する必要はなかったと思われる。頭頂骨などの膜性骨化で形成される骨はこのような硬組織の名残ともいえる。一方、陸生脊椎動物では空気中にカルシウムが存在せず、恒常的にカルシウムが不足したため、生体内にカルシウム貯蔵庫を具備する必要が生じ、骨格がその役割を担うようになったと考えられている。

哺乳類の長管骨の骨幹端部には海綿骨より成る骨幹端部の軟骨内骨化部（2次海綿骨）が存在する（**図 1**）。ラットを低カルシウム食で飼育すると、2次海綿骨が急速に吸収され、血清カルシウム値の上昇がみられるので、骨幹端部の軟骨内骨化部における2次海綿骨は、哺乳類における重要なカルシウム貯蔵庫と考えられる。