

サーカディアンリズム

北海道大学医学部生理学第一講座 本間研一

睡眠や覚醒など生体機能にみられる周期性のなかで、約24時間の周期を示すサーカディアンリズム（概日リズム）は、生物が地球環境に適応する過程で獲得した機能であり、4つの特徴をもつ。それらは、生まれつきのリズム（生得性）、外部から周期的エネルギー供給を必要としない（自律性）、リズム周期が24時間から多少ずれる（概日性）、外界の周期性に同調する（同調性）、である。

1) 生得性

サーカディアンリズムが環境の周期性によって形成され、あるいは学習によって保持されたものでないことは、恒常環境から出生した個体にもサーカディアンリズムが出現することや同一の親から出生した仔でも周期が多少異なることなどから推測される。しかし、生得性の真の証明は案外難しい。哺乳類では、母体のリズムの影響を完全に除くことは不可能である。我々は授精直後に母ラットの視交差上核を破壊し、無周期性となった母から生まれた仔ラットにもサーカディアンリズムが発現することを確認した。しかし、授精後数日間に母ラットのリズムが仔のサーカディアンリズム形成に決定的な役割をしている可能性は否定できない。

2) 自律性

サーカディアンリズムは環境から周期的変動を除いても長期間持続し、しかもその場合のリズム周期は24時間からわずかであるがずれる。これをフリーラン周期という。フリーラン周期は種や個体、性によって異なる。フリーラン周期が存在することから、サーカディアンリズムの起源は自律性の振動機構であると結論される。サーカディアンリズムは単一細胞でも確認されており、脊椎動物では網膜、松果体、間脳視交差上核などに振動体細胞が存在する。ラットでは視交差上核の培養神経細胞から分泌される神経ペプチドにサーカディアンリズムが認められ、振動機構の解析に有力なモデルを提供している。

3) 概日性

サーカディアン（概日）リズムの名は、そのフリーラン周期が24時間からわずかに異なることに由来する。サーカディアンリズムは生物が24時間周期の地球環境に適応する過程で進化させた機能と考えられるが、その周期が正確な24時間でない意味は、次に述べるリズム同調機能と関係して重要である。高等動物では、サーカディアンリズムの周期は単一振動体細胞のリズム周期によるものでなく、多数の振動体細胞から発生するサーカディアンリズムの振動共役によって決められていると考えられる。振動共役はリズム周期の安定化やリズム機能の高度化に寄与していると思われる。

4) 同調性

サーカディアンリズムの主たる機能は24時間周期の昼夜変化に同調し、1日の時刻や季節を認識することにある。そのためには、リズムの周期が24時間に一致するだけでなく、リズム位相が環境の特定事象（例えば日の出時刻）と一定の時間的關係を作り出す必要がある。前者を周期調節、後者を位相調節という。事実、サーカディアンリズムはこの2つの調節をノンパラメトリック同調と呼ばれる様式で達成している。そのモデルとして、リミットサイクルの引き込み現象が最もよく使われている。サーカディアンリズムは時間学習や時間記憶にも関係している。