

第6回

呼吸

講師

渡邊 正治

今回学ぶこと

生物が生きていくためにはエネルギーが必要です。そのエネルギーを有機物から取り出すはたらきが呼吸です。よく「脂肪を燃やす」などの表現を耳にしますが、体の中で本当に燃焼が起こっているのでしょうか？燃焼と呼吸は最終的な結果だけを見ると同じです。では、両者の違いはどこにあるのか、今回の学習で理解を深めましょう。

調べておこう、覚えておこう

呼吸, 燃焼, 化学エネルギー, ミトコンドリア, ATP,
ATP合成酵素

呼吸の反応

第3回の「生命活動を支える代謝」でも学んだが、生物の外見は短期間に変化しなくても、体を構成する物質や細胞は常に入れ替わっており、そのことに多くのエネルギーを必要とする。運動せずに、じっとしているだけでも、一日に成人男性で1500kcal、成人女性で1200kcal程度のエネルギーが必要で、これを**基礎代謝量**という。生物は、細胞内の酵素のはたらきにより、酸素を用いて有機物を分解してエネルギーを取り出し、このエネルギーを使ってATPを合成している。この一連の反応を**呼吸**という。呼吸には細胞質基質中の酵素も関係するが、ミトコンドリアの中にある酵素などのタンパク質が大きく関わる。

Column

ミトコンドリアは二重膜構造になっており、内膜と外膜の間のスペースを**膜間腔**という。内膜に囲まれた液状部分を**マトリックス**という。有機物を分解したとき放出されるエネルギーは、マトリックスから膜間腔へと水素イオンを輸送することに使われ、膜間腔の水素イオン濃度は高くなる。この水素イオンが、濃度差に従って膜間腔からマトリックスに戻るとき、内膜にあるATP合成酵素を通り、ATP合成酵素の膜内に埋まっている部分を回転させる。これは、ダムに貯えられた水が流れ落ちる力を利用してタービンを回す、水力発電のしくみに似ている。ATP合成酵素の膜外に出ている部分は、中央の回転軸と、軸に接して周りを取り囲む構造からなる。中央の回転軸は、膜内の部分と繋がっていて、連動して回転する。軸は真っ直ぐな棒状ではなく、非対称な形になっているため、回転すると、軸を取り囲む構造を周期的に変形させる。この周期的な変形により、その構造が、①ADPとリン酸を取り込み、②ADPとリン酸を結合させ、③ATPを放出する、ということを繰り返す。こうして連続的にATPが合成されるのである。ATP合成酵素は小さすぎて回転を直接観察することはできないが、回転軸に蛍光を発する長いタンパク質の棒を結合させると、光る棒が回ることでATP合成酵素の回転を可視化できる。「ATP合成酵素 動画」で検索すれば、このしくみを解説する動画を見つけることができる。番組で紹介されている、このしくみの可視化技術は、まさに「超絶凄ワザ」である。