

生命活動を支える代謝

講師
渡邊 正治

今回学ぶこと

動物はなぜ成長期を過ぎても食べ続けなければならないのでしょうか？実は、生物の外見は変化しなくても、体内の物質は常に入れ替わっているのです。生体内で起こる物質の合成や分解などの化学反応を代謝といい、運動以外にも生体物質の合成にたくさんのエネルギーが必要なのです。代謝に伴うエネルギーの受け渡しにはATPという物質が重要な役割を果たしています。今回は細胞レベルの生命維持に不可欠な、代謝とエネルギーについて学びます。

調べておこう、覚えておこう

有機物、タンパク質、炭水化物、脂質、核酸、代謝、
エネルギー、同化、異化、光合成、呼吸、ATP、
高エネルギーリン酸結合

生物を構成する物質

細胞の構成成分を調べると、原核細胞でも真核細胞でも大部分を水が占め、次に多いのはタンパク質である。水は色々な物質を溶かす優れた溶媒で、生命活動を支える化学反応は、水を媒介として、酵素のはたらきにより円滑に進む。酵素はタンパク質でできているが、タンパク質にはたくさんの種類があり、さまざまな生命活動に関わっている。タンパク質の設計図を遺伝子といい、その本体はDNAと呼ばれる核酸の一種である。炭水化物と脂質はエネルギー源として重要であるが、炭水化物のセルロースは細胞壁を、リン脂質は細胞膜を構成している。タンパク質、炭水化物、脂質、核酸は、いずれも炭素を含む有機物である。炭水化物は糖質とも呼ばれ、グルコース(ブドウ糖)は呼吸の材料としてよく使われる。この他に、無機物のイオンが細胞質基質などに存在し、生命活動に関わっている。太古の海の中で、さまざまな物質が脂質の膜に包まれた微小なカプセルに閉じ込められて互いの反応確率が高まり、それが生命の誕生につながったと考えられている。

代謝とエネルギー

通常の食生活をしている限り、毎日食べたものの重さだけ体重が増え続けることはない。すなわち、物質の出入りのバランスがとれているのである。この状態は「**動的平衡**」と呼ばれる。生物は、外界から物質とエネルギーを取り込み、必要な物質の合成と不要になった物質の分解を繰り返し、物質レベル、細胞レベルで常に体の中身を更新して命を維持している。生体内での物質の合成反応を**同化**、分解反応を**異化**という。生体内でのこれらの化学反応をまとめて**代謝**という。同化はエネルギーを吸収する反応で、異化はエネルギーを放出する反応である。すべての生物は生命活動に必要なエネルギーを、細胞内で有機物を分解する異化反応で得ており、このはたらきが呼吸である。肺における酸素と二酸化炭素の交換は外呼吸とも呼ばれる。有機物に蓄積されたエネルギーの元をたどれば、太陽の光エネルギーに行き着く。植物は光エネルギーを用いて二酸化炭素と水から有機物を合成する。光合成とは、光エネルギーを有機物のエネルギーに変換する同化反応なのである。

エネルギーの受け渡しをするATP

呼吸による有機物の分解で放出されたエネルギーを生命活動に直接利用することはできない。呼吸で放出されたエネルギーは、一時的にATPという物質に蓄えられる。全ての生物が共通に用いるATPは、そのエネルギーが、運動、生体物質の合成、発光などのさまざまな生命活動に使われるので、エネルギー通貨ともいわれる。ATPは、アデノシンという物質にリン酸が3つ結合したアデノシン三リン酸の略称で、リン酸どうしの結合は高エネルギーリン酸結合と呼ばれる。呼吸により有機物から放出されたエネルギーでADP(アデノシン二リン酸)とリン酸が結合してATPが合成される。ATPがADPとリン酸に分解されるとき、比較的大きなエネルギーが放出され、このエネルギーを用いて生命活動が営まれている。ATPが分解されるときに放出されるエネルギーは、生命活動を支える反応を起こさせるのには過不足のない大きさで、再合成も容易である。ヒトは1日に体重に近い量のATPを消費する。ATPは細胞内でADPとリン酸に分解されると、呼吸で放出されたエネルギーを用いて直ちに再合成され、これが繰り返されているのである。脂肪は他の有機物に比べて同じ重さで蓄えられるエネルギー量が大きいので、ある程度の期間エネルギーをコンパクトに貯蔵するのには向いている。過剰に摂取された炭水化物は代謝により脂肪に変換されて貯蔵される。

Column

植物は二酸化炭素と水から光エネルギーを用いて有機物を合成することができる。このように、外界から無機物を取り込み、有機物を合成して生活する生物を**独立栄養生物**という。これに対して、動物や菌類などのように、植物が生産した有機物を直接的または間接的に取り込んで生活している生物を**従属栄養生物**という。餌を得たり敵から逃れたりするために、高度な機能を発達させた動物と、活発な運動でエネルギーを消費することなく、無尽蔵に降り注ぐ太陽の光エネルギーを利用して生きている植物と、どちらが優れていると言えるのか？その判断は、どの特性に注目するかで異なるであろう。