

代謝を進める酵素

講師

平山 大

今回学ぶこと

生物が生きていくためには、細胞の中でさまざまな化学反応が起きることが必要です。細胞内の穏やかな環境において、化学反応が速やかに進むのは、タンパク質からなる「酵素」がはたらいているためです。今回は、細胞内における酵素の役割とその性質について見ていきましょう。

調べておこう、覚えておこう

酵素，触媒，リゾチーム，カタラーゼ，（酵素の）立体構造，
基質，基質特異性

代謝における酵素の役割

細胞には、さまざまな役割を果たすタンパク質が含まれている。例えば、目の網膜の視細胞には光を受容するロドプシン、筋細胞には酸素と結合し筋肉中に酸素を貯蔵するミオグロビンなどがある。生体内で化学反応を促進するのにはたらいっている「**酵素**」という物質もタンパク質からできている。

生体内で起こる合成反応や分解反応などの化学反応を代謝と言う。代謝では、連続的な化学反応が進行している。一般的に化学反応は、常温で中性の穏やかな条件下では起こりにくいですが、生体内で起こる化学反応の一つ一つは、穏やかな条件下であっても、とても速く進んでいる。これは、それぞれの化学反応において酵素がはたらいているためである。

酵素のはたらき

生物が生きていくためには、細胞の中で色々な化学反応が起きることが必要である。その一つ一つの反応には、専用の酵素が「**触媒**」としてはたらいている。触媒とは、それ自身は変化せず、化学反応を促進するはたらきをもつ物質をいう。例えば、過酸化水素は、常温では非常にゆっくりと酸素と水に分解するが、過酸化水素水に肝臓片を加えると、急激に反応が進み、多量の酸素が発生する。これは、肝臓の細胞に含まれる**カタラーゼ**と呼ばれる酵素が触媒としてはたらいたためである。実験では、酸素の発生がおさまってきたときに、反応液から肝臓片を取り出して過酸化水素水を追加すると、再び激しく酸素が発生した。これは、反応の前後でカタラーゼが変化せず、繰り返し過酸化水素に作用して

反応を進めることができるためである。このような酵素反応において、酵素が作用する物質を「**基質**」と呼ぶ。

タンパク質の結晶を作り、X線を当てることで、**タンパク質の形（立体構造）**を解析することができる。殺菌作用をもつ**リゾチーム**という酵素を作るタンパク質の立体構造をこの方法で解析すると、細菌の細胞壁の成分がピッタリとはまり込むような溝があることが分かる。この溝に細胞壁の成分が結合し、分解されていると推測できる。それぞれの酵素は、このように固有の立体構造をもち、限られた基質にだけ作用し、化学反応を促進する。このような酵素の性質を「**基質特異性**」という。タンパク質を主成分とするゼラチンと炭水化物を主成分とする寒天にそれぞれパイナップルのかけらを置く実験では、ゼラチンだけが溶けた。これは、パイナップルに、タンパク質だけに作用するという基質特異性を持った酵素（タンパク質分解酵素）が含まれているためである。

細胞内ではたらく酵素

デンプンを分解する時、デンプンを燃やしてしまったり、熱や光として一気にエネルギーが出て行ってしまう。これでは生物が利用できない。そこで呼吸の反応では、段階を踏んでデンプンを分解して、デンプンに蓄えられていたエネルギーを少しずつ取り出し、そのエネルギーをATPの合成に利用している。このように段階を踏んで順番通りに反応を進められるようになったのは、生物が進化する過程で多くの酵素が作られ、選択されてきたためである。

例えば、連続する3つの反応段階からなる分解反応があるとき、まず酵素Aが基質を分解する。次の段階で、最初の反応によって生じた物質の一方が酵素Bの基質として作用を受けて分解される。さらに、次の段階で、2段階目の反応で生じた物質の一方が酵素Cの基質として作用を受けて分解される。さまざまな物質で混み合う細胞の中で、このように反応が順番通りに、秩序正しく進められるのは、基質特異性の異なる酵素が細胞の中に用意されているためである。

酵素は、これまでにたくさん見つかった。例えば、細胞内の葉緑体には光合成に関する酵素があり、核にはDNA合成に関する酵素がある。また、ミトコンドリアには呼吸に関する酵素がある。細胞質基質には、さまざまな酵素が含まれるが、呼吸に関する酵素も複数ある。酵素にはこのように細胞内ではたらくものが多くあるが、消化酵素のように細胞外に分泌されてはたらくものもある。だ液にはデンプンを分解するアミラーゼ、胃液にはタンパク質を分解するペプシン、そして唾液には脂肪を分解するリパーゼが含まれている。それぞれの酵素は、その性質に最も適した場所ではたらく、それぞれの役割を果たしている。

生物は多くの酵素をもち、それぞれの酵素は生体内で固有の反応に関わっている。これは、生物がエネルギーを効率よく得るような方向へと進化してきた中で、より効率のよい酵素が選択されてきたことによると考えられている。だからこそ酵素の形やはたらきを研究することは、それぞれの生き物がどのようにそれぞれの生息環境に適応してきたかを知る手掛かりになると考えられている。