

2

酵素はすごいパワーを持っている

私たちが見ている世界の中では、一般に化学反応は常温で勝手に進んでいくことはない。実際には少しずつ進んでいて、空気中の酸素は反応性の高い気体であるため、地球上の物質は触媒がなくても少しずつ酸素と反応していく。つまり、酸化反応が進んでしまう。いわゆる錆びてしまうわけである。だから、地球上では、還元的にはたらく抗酸化剤が重要になる。代表格が、ビタミン C、ビタミン E、グルタチオンである。常温で進む反応はすでにほとんど終わっていて、安定した物質になっていると考えられる。化学反応の一つとして燃焼、燃えることを考えると、高温によって化学反応が進むことがわかる。糖質（たとえばグルコース）は、燃えると二酸化炭素と水ができる。一方、私たちが糖質を食べると、解糖系とクエン酸回路を経て、電子伝達系を介して二酸化炭素と水と ATP というエネルギーを得ることができる。哺乳類では 37°C ぐらいの体温があるが、変温動物や植物では外気温が低くても、この反応が起きている。これを可能にしたのが、たんぱく質触媒の酵素である。これは酵素という触媒が活性化エネルギーを下げたから可能になったことである。本当に酵素はすごいパワーを持っている。

栄養学を勉強していると、糖質や脂質に比べたんぱく質の栄養価を格段に詳しく勉強することがわかる。これはどうしてだろうか。糖質や脂質が、炭素、酸素、水素からできており、エネルギー源として働くため、必須脂肪酸を除けば量をとればよいことがわかる。比較的簡単である。しかし、たんぱく質には、炭素、酸素、水素の他に窒素が含まれている。この窒素を十分にとることがなかなか難しい。こんなことから、たんぱく質の代謝は窒素の代謝としてみればよいことになり、窒素を測定すること（ケルダール法を利用した窒素出納法）によってたんぱく質代謝を推測している。

窒素は、植物の三大栄養素の一つであり、カリウム、リンとともに植物にとって大変重要な元素である。現在では、比較的安価な窒素肥料をまくことによって植物を増やすことができるが、人類はおよそ 100 年前まで十分な窒素肥料を作ることができなかった。身の回りの空気中にたくさんの窒素があるにもかかわらずこれを利用するのが難しかった。つまり、窒素肥料を使って植物にたんぱく質を作らせるのが大変だったので、たんぱく質を人が十分に得ることも難しかった。これを可能にしたのが、鉄を含む金属の触媒を使って高温・高圧にして、活性化エネルギーを下げ化学平衡を制御することで、空気中の窒素をアンモニアに変える方法の発明である（ハーバー・ボッシュ法）。これにより植物生産を一気に伸ばすことが可能になった。

それでは窒素肥料がないときに植物はどうしているのだろうか。一部の細菌は、酵素によって空気中の窒素をアンモニアに変換することができる（窒素固定という）。特にマメ科植物につく根粒菌は、窒素固定ができるだけでなくマメ科植物と共生関係を築いているため、マメ科植物は荒れた土地にも生育することができる。したがってマメ科植物が良い畑を作ってくれるのである。高温・高圧にしなくても、たんぱく質触媒である酵素を使うことで、窒素固定の反応によって私たち人間にたんぱく質を供給してくれる。酵素のすごさがよくわかる。

文 献

1. 元素学たん, 「1918 年・ハーバーボッシュ法【ノーベル化学賞紹介】」, (2022 年 8 月 10 日取得, <https://www.youtube.com/watch?v=dJ7671J50KU>).