

# 酵素のはたらき

## キーワード

触媒、酵素、基質、  
基質特異性、最適温度、  
最適 pH

講師・監修 橋本瑠美子

## 学習のねらい

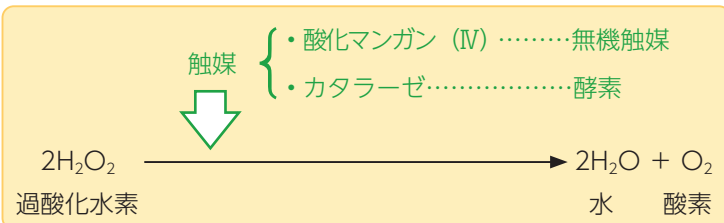
生物の体内では、物質の合成や分解など、さまざまな化学反応（代謝）が起こっています。これらの化学反応は、「酵素」のはたらきによってすみやかに進行します。例えば、米の主成分であるデンプンを酵素を使わずに分解するためには、強い酸性の条件で長時間加熱しなければなりません。しかし酵素を使うと、中性で、ヒトの体温でも容易に分解することができます。酵素とは、どのような物質なのでしょう？ 実験を通して、酵素のはたらきや性質について学んでいきましょう。

## 学ぶ前に考えてみよう

- 食べ物を消化する酵素には、どのようなものがあるのでしょうか？ また、それぞれの消化酵素は、どのような栄養素の分解に関係しているのでしょうか？
- 肉料理によく使われるパイナップルやショウガなどには、どのようなはたらきをもつ酵素が含まれているのでしょうか？ また、洗濯用洗剤やコンタクトレンズの洗浄液には、どのようなはたらきをもつ酵素が含まれているのでしょうか？

## 酵素のはたらきを調べよう

2.5～3.5% 過酸化水素水(オキシドール)は、傷口の消毒や洗浄に使用される。過酸化水素は、室温では分解されにくい。しかし、これに「酸化マンガン (IV)」や「カタラーゼ (ブタの肝臓に多く含まれる酵素)」を加えると、速やかに分解される。過酸化水素が水と酸素に分解される化学反応は、右のように示される。



酸化マンガン (IV) やカタラーゼのように、化学反応を促進する物質を「触媒」という。触媒のうち、酸化マンガン (IV) のような無機物の触媒を「無機触媒」、カタラーゼのように細胞内で合成される有機物の触媒を「酵素」という。

過酸化水素水を入れた試験管に触媒を加えると、しばらくの間は激しく酸素が発生するが、やがて反応は停止する。これは、試験管内のすべての過酸化水素が分解されたためである。触媒は、化学反応を促進するが、それ自体は反応の前後で変化しないため、繰り返し作用することができる。そのため、反応終了後の試験管に過酸化水素水を追加すると、再び激しく酸素が発生する。

## 酵素の構造とはたらき

酵素の主成分は**タンパク質**である。タンパク質は、多数のアミノ酸が連結した鎖（ポリペプチド）が折り畳まれて、複雑な立体構造を形成している。タンパク質を構成するアミノ酸は20種類あるため、アミノ酸の配列や数にはさまざまなバリエーションが生じる。タンパク質の立体構造は、アミノ酸の配列や数によって変わるため、生体内にはさまざまな種類のタンパク質が存在することになる。ヒトの体には、酵素であるアミラーゼやカタラーゼのほか、多くのホルモン、筋肉を構成するアクチンとミオシン、赤血球に含まれるヘモグロビン、毛や爪を構成するケラチン、皮膚や腱<sup>けん</sup>を構成するコラーゲンなど、約10万種ものタンパク質が存在するとされている。

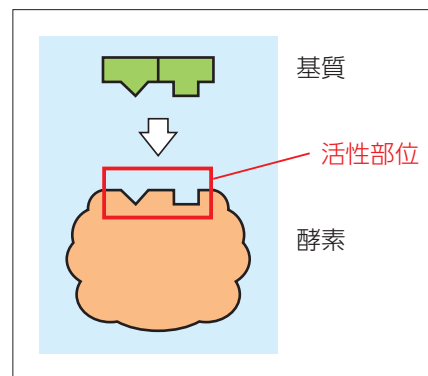
酵素は、細胞内で合成された後、それぞれの役割ごとに特定の場所に配置され、特定の化学反応の触媒としてはたらく。例えば、細胞内の葉緑体には光合成に関する酵素が、ミトコンドリアには呼吸に関する酵素が存在している。このように、適切な場所に適切な酵素が関係することで、さまざまな化学反応を効率よく進めることができる。また、消化酵素であるアミラーゼやペプシンのように、細胞外に分泌されてはたらく酵素もある。

## 酵素の性質

### ① 基質特異性

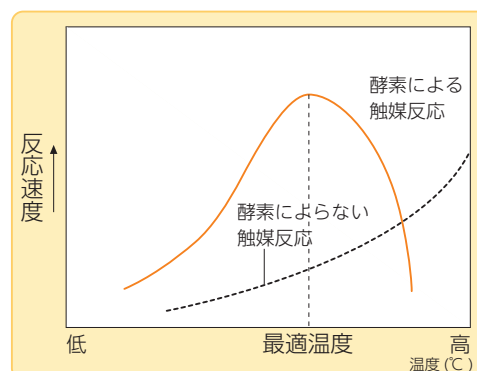
酵素の作用を受ける物質を「**基質**」という。基質は、酵素の「**活性部位**」と呼ばれるくぼみに結合する。酵素は、活性部位にぴったり結合する特定の基質の化学反応だけを促進する。酵素が特定の基質だけに作用する性質を、「**基質特異性**」という。

パイナップルに含まれるタンパク質分解酵素の活性部位には、ゼラチンの主成分であるタンパク質は結合するが、寒天の主成分である炭水化物は結合しない。つまり、タンパク質分解酵素は、基質であるタンパク質のみに作用する。ゼラチンのゼリーのみが分解され、寒天のゼリーは分解されない。番組の実験で確認してみよう。



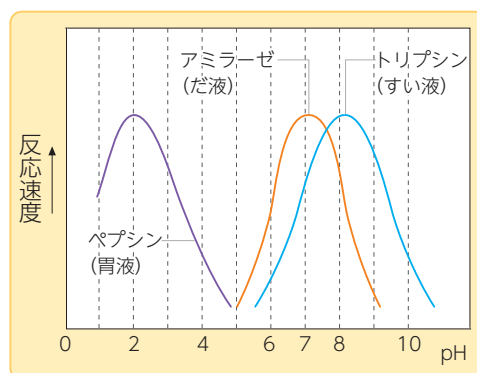
### ②最適温度

生卵をフライパンで加熱すると、卵白はあっという間に白く固まる。これは、加熱により、卵白に含まれるタンパク質の立体構造が崩れるためである。酵素の主成分はタンパク質であるため、高温になると酵素の立体構造が崩れて、基質と結合できなくなる。そのため、酵素が触媒となる化学反応では、温度が高くなりすぎると、反応速度が小さくなる。酵素の反応速度が最大となる温度を「**最適温度**」という。ヒトの体内ではたらく酵素の最適温度は、35～40℃程度のもが多い。



### ③最適 pH

牛乳に乳酸菌を加えて保温すると、牛乳全体が凝固してヨーグルトができる。これは、乳酸菌が生成する乳酸によって pH（水素イオン指数）が酸性になり、牛乳に含まれるタンパク質の立体構造が崩れるためである。このように、酵素の主成分であるタンパク質は、強い酸性やアルカリ性の条件にすると、立体構造が崩れることがある。酵素が触媒する化学反応において、



反応速度が最大となる pH を「**最適 pH**」という。アミラーゼやカタラーゼをはじめ、多くの酵素の最適 pH は pH7 付近（中性）であるが、強酸性の胃液に含まれるペプシンの最適 pH は pH2 付近、弱アルカリ性のトリプシンの最適 pH は pH8 付近である。

### “探究”してみよう！

- パイナップル以外にも、タンパク質分解酵素を多く含む果物はあるだろうか？ゼラチン（主成分はタンパク質）の水溶液に、生の果物を入れて、ゼリーが固まるかどうか、調べてみよう。
- ブタの肝臓片（レバー）に含まれる酵素「カタラーゼ」と無機触媒である「酸化マンガン（IV）」は、どちらも過酸化水素を分解する触媒であるが、それらの性質には違いがある。酵素と無機触媒には、どのような違いがあるだろうか？ 調べてみよう。

column



学習内容や日常生活にひそむ謎を見つけて、探究しよう！

番組の中で、ブタの肝臓に多く含まれる酵素として紹介された「カタラーゼ」は、ブタだけではなく、多くの生物がもつ酵素です。カタラーゼは生体内でどのような役割をしているのでしょうか？ 私たちは、有機物を酸化することでエネルギーを得ています。（これを「呼吸」といいます。⇒第7回参照）このとき、使われた酸素原子の大半は水（ $H_2O$ ）になりますが、一部は過酸化水素（ $H_2O_2$ ）になります。過酸化水素が多くなると細胞を傷つけてしまうので、カタラーゼによって、無害な水と酸素へと速やかに分解しているのです。

また、カタラーゼの触媒作用は、傷口を洗浄・消毒する際にも利用されています。傷口に消毒薬であるオキシドール（2.5～3.5% 過酸化水素水）をかけると、気泡（酸素）が発生します。これは、傷口の血液に含まれるカタラーゼによって、過酸化水素が分解されるためです。このとき発生した気泡（酸素）によって、傷口を洗浄したり、酸素を苦手とする細菌を死滅させたりしているのです。

さて、今度は食品の保存方法について、少し考えてみましょう。食品には、冷蔵庫で冷やす必要があるものと、室温でも保存できるものがあります。冷蔵庫で冷やすと、食品が長持ちするのはなぜでしょうか？ 食品を冷やすと、腐敗の原因となる微生物の酵素がはたらきにくくなって、その繁殖が押さえられるからです。一方、缶詰の食品は、冷やさずに室温に置いても、長期間保存することができます。なぜでしょうか？ 一般に缶詰の食品は、密閉した後で十分に加熱しているため、食品に付いている微生物の酵素がはたらきを失い、生命活動を行うことができなくなるからです。このように、食品の保存方法にも、酵素の性質が活かされています。食品を保存する方法には、「乾燥させる」、「塩漬けにする」、「砂糖漬けにする」、「酸素を遮断する」など、さまざまなものがあるので、なぜその方法が有効なのか？ についても、実験したり調べたりしてみましょう。

日常生活で何気なく使っているものや私たち自身の行動などについて、「なぜだろう？」、「どのような原理なのだろう？」など考えたり、わからないことについて調べたりする活動を通して、科学的なものの見方や考え方を身につけましょう！