

## 事例Ⅱ 細胞内外の酵素のはたらき

### 指導のポイント

生命現象を生化学の視点から考えるにあたっては、分子レベルでの理解に先駆けて、可視レベルからの導入が効果的である。また、実生活の現象と関連させて考察させることで、知識の活用がより促進される。そこで、下の3つの授業展開例を作成し、ワークシートとして示した。

実践に際しては、教員の“一人走り”や、生徒の“体験あって知識なし”にならないように、一人一人の生徒が実験の目的を明確に把握し、見通しを持って実験を主体的に行うように指導する。その一つとして、実験プリントに実験目的を事前に印刷しておくのではなく、生徒との対話の中から目的を明確化して記入させることが効果的である。

各シートのねらいと概要は以下の通りである。

#### ワークシート1：酵素（カタラーゼ）の性質

過酸化水素の分解を促進する触媒であるカタラーゼおよび酸化マンガン(IV)を用いて、酵素（生体触媒）と無機触媒の性質の違いを見出し、酵素の性質（熱変性、酸による変性）について理解を深める。実験結果をもとに、そこから言えることを考察する作業を通して科学的なものの見方を養うことを目的とする。そのため、着目すべき実験結果や対照実験の意義、酵素が発生したと言える根拠などについて班毎にじっくり思考させる時間を設けたい。（「考察③～⑤」は定型文による穴埋めで記入、「考察①、②、⑥」は文章で論述するトレーニングとする。）

#### ワークシート2：酵素（ブロメライン）の性質

パイナップルに含まれるタンパク質分解酵素（ブロメライン＝システインプロテアーゼ）を利用して、酵素の性質（基質特異性、熱変性）について確認する。目的意識を持たせるための実験であり、既習事項をもとに実験結果を予想させ、その判断理由を記述する活動を通して、科学的なものの見方を養う。また、実験結果をもとに何が言えるのかを考察させ、穴埋め形式の文章にまとめる活動を通して、論理的な記述のトレーニングとする。

#### ワークシート3：科学的根拠をもとに考察しよう

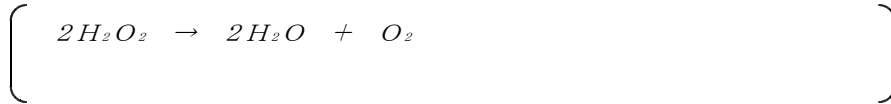
消費生活の中で想定した新たな課題に対して、科学的根拠をもとに考察し、論述させる活動を通して科学的な思考力・表現力の育成に取り組む。

## 酵素（カタラーゼ）の性質

### 目的

酵素（生体触媒）「カタラーゼ」や、無機触媒「酸化マンガン(IV)」は、過酸化水素の分解を促進する。「カタラーゼ」と「酸化マンガン(IV)」のはたらきを比較し、酵素の特性についてまとめる。

\* 過酸化水素の分解反応の化学反応式



### 準備

【試料】肝臓片(レバー)、煮沸肝臓片(煮沸レバー)

【器具】駒込ビペット(2~5mL) 3本、試験管 8本、試験管立て、マッチ、線香、ピンセット 1本(毎回洗って使用)、

【薬品】3% 過酸化水素水 [H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>]、酸化マンガン(IV) [MnO<sub>2</sub>]、煮沸酸化マンガン(IV)、10% 塩酸 [HCl]、蒸留水

### 方法

(1) 下表の A ~ H の試験管を用意し、触媒を加えて気体発生の有無を記録する。

(2) 気体の発生した試験管内に線香を入れ、炎の様子を記録する。

(3) 反応終了後の試験管 C に、再び H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> を加え観察する。

激しく燃焼 → 「++」  
燃焼した → 「+」  
燃焼しない → 「-」

大量に発生 → 「++」  
少し発生 → 「+」  
発生しない → 「-」

### 結果

試験管	内容		触媒		気体発生	線香の炎
A	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 3mL	蒸留水 2mL	なし			
B	なし	蒸留水 2mL	肝臓片			
C	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 3mL	蒸留水 2mL	肝臓片	酵素 (生体触媒)		
D	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 3mL	蒸留水 2mL	煮沸肝臓片			
E	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 3mL	塩酸 2mL	肝臓片			
F	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 3mL	蒸留水 2mL	MnO <sub>2</sub>	無機触媒		
G	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 3mL	蒸留水 2mL	煮沸 MnO <sub>2</sub>			
H	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 3mL	塩酸 2mL	MnO <sub>2</sub>			

## 考察

- ① A、Bの実験を行った理由を記入しなさい。また、このような実験を何というか。

理由 過酸化水素水だけでは自ら気体を発生しないこと (A)、肝臓片は自ら気体を発生しないこと (B) を確認するために行った。	対照実験
--	------

- ② 発生した気体は何か。 また、そう判断した理由を述べよ。

気体 酸素	判断理由 発生した気体中では、線香の火が激しく燃えたため。
----------	----------------------------------

- ③ 酵素・無機触媒のはたらき ……[ A ]・[ B ]・[ C ]・[ F ]の比較  
・肝臓片に含まれる酵素「カタラーゼ」は、 $\text{H}_2\text{O}_2$ の分解を ( 促進 ) する。  
・無機触媒「酸化マンガン(IV)」は、 $\text{H}_2\text{O}_2$ の分解を ( 促進 ) する。

- ④ 酵素・無機触媒と熱の関係 ……[ C ]・[ F ]と[ D ]・[ G ]との比較  
・酵素および無機触媒のうち、熱の影響を受けるのは ( 酵素 ) である。

- ⑤ 酵素・無機触媒と酸の関係 ……[ C ]・[ F ]と[ E ]・[ H ]との比較  
・酵素および無機触媒のうち、酸の影響を受けるのは ( 酵素 ) である。

- ⑥ 反応終了後の試験管 C に再び  $\text{H}_2\text{O}_2$  を加えると、どのような変化が観察されたか。  
また、そのような反応が起こった理由を考察し、記述しなさい。

変化 気体が発生した。
理由 酵素カタラーゼは化学反応を促進するが、自らは変化しないで試験管中に残っていたと考えられる。

## まとめ

この実験から分かった酵素カタラーゼの特性を説明しなさい。

--

目的

パイナップルにはタンパク質分解酵素（ブロメライン）が含まれる。パイナップルゼリー作りにおいて、既に学習した「酵素の特性」の知識を活用して実験結果を予想し、その知識を確認する。

復習

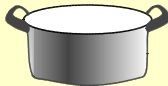
- ・ 酵素は生体内で起こる化学反応を促進する（ 触媒 ）としての機能をもつ。
- ・ 酵素の主成分は（ タンパク質 ）である。そのため、加熱や強酸・強塩基により（ 変性 ）し、（ 失活 ）するといった特性をもつ。
- ・ また酵素の分子構造はとても複雑で、特定の（ 基質/立体構造 ）としか結合しない。この性質を（ 基質特異性 ）という。

方法 （1クラス12名、4人1組） 1cup 150mL

- (1) 下記の作り方を参考にして、A～Dの4種類のゼリーを作る。
- (2) A～Dのゼリーが固まるか否かを予想し、理由と共に記入する。→〈予想〉
- (3) 冷蔵庫に入れ、翌日結果を確認し結果を記入する。→〈結果〉

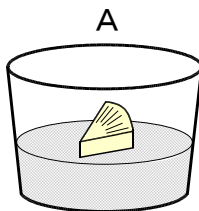
寒天ゼリーの作り方（6人分）

- ① 水1Lに寒天8g（2袋）と砂糖（適量）を入れ、かき混ぜながら溶かす。
- ② 沸騰後さらに2分間かき混ぜる。
- ③ 寒天をカップに入れ、パイナップルを加えて冷蔵庫で冷やす。

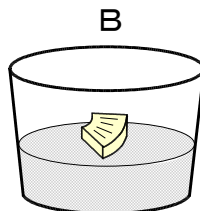


ゼラチンゼリーの作り方（6人分）

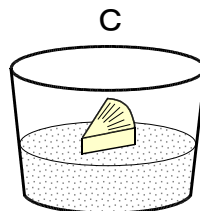
- ① 60℃以上の熱湯1Lにゼラチン20g（4袋）と砂糖（適量）を入れ、混ぜて溶かす。
- ② ゼラチンをカップに入れ、パイナップルを加えて冷蔵庫で冷やす。



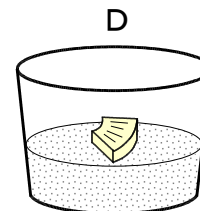
A  
寒天  
生パイナップル



B  
寒天  
缶詰パイナップル



C  
ゼラチン  
生パイナップル



D  
ゼラチン  
缶詰パイナップル

固まる→○ 固まらない→×

	〈予想〉	判断理由	〈結果〉
A			○
B			○
C		パイナップルに含まれている酵素によって、ゼラチンが分解される。	×
D			○

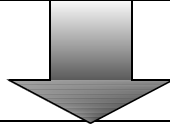
〈ヒント〉

I 寒天とゼラチンの主成分の違い

- ・ 寒天の主成分 = ( 多糖類 )
- ・ ゼラチンの主成分 = ( タンパク質 )

II 生のパイナップルと缶詰のパイナップルの違い

- ・ 生のパイナップルには ( タンパク質分解 ) 酵素が含まれている。
- ・ 缶詰のパイナップルは、製造段階で ( 加熱 ) されている。



考察

・ A、Bは・・・

酵素は特定の基質のみに作用する。・・・(a 基質特異)性  
 生のパイナップルに含まれる (b タンパク質分解) 酵素は、寒天の主成分である (c 多糖類) を分解 (d する・しない) ので、A、Bのゼリーは (e 固まる・固まらない)。

・ C、Dは・・・

Cでは、(b)酵素のはたらきにより、ゼラチンの主成分である (f タンパク質) が分解 (i される・されない) ので、Cのゼリーは (h 固まる・固まらない)。

Dでは、パイナップルに含まれる (b)酵素が (j 加熱) によって (k 失活) したため、(f)が分解 (l される・されない)。そのため、Dのゼリーは (h 固まる・固まらない)。

## 科学的根拠をもとに考察しよう

問題：かまぼこ製造会社が、「購入したかまぼこに昆虫が混入していた」と消費者からクレームを受けたとする。この昆虫は製造過程で混入したものか、消費者の手元にある段階で混入したものを調べるにはどうしたらよいか。その方法と理由を記述し、話し合ってみよう。

方法：昆虫を解剖し、3%過酸化水素水を添加して酸素発生の有無を確認する。

理由：もし製造過程で混入したものであれば、加熱処理により酵素(カタラーゼ)は失活するので、過酸化水素水を添加しても酸素は発生しないはずである。逆に、酸素が発生すれば、この昆虫は加熱処理されていないことになるので、消費者の手元にある段階で混入したと考えられる。