

でんぷん分解酵素の体内での働きについて

松山市立潮見小学校 第6学年 松友美津妃
指導教諭 長川聖太郎

1 研究のきっかけと目的

母に料理を教わったときに、パイナップルに漬けると肉が柔らかくなることを教えてもらった。これは、酵素の働きによるものだそうだ。酵素は、古くから人類が利用していて、「納豆を作る」、「洗剤として使う」など、様々なことに使われている。学校で学んだ「消化と吸収」の授業でも、だ液はでんぷんを糖に変える働きがあることを教わった。これも酵素の作用だそうだ。食べ物の消化において、だ液の酵素がどのように働いているのか、また、だ液に含まれる酵素と食品にふくまれる酵素の違いがどのようになっているかを調べたいと思い、本研究に取り組むことにした。

2 研究の実際

(1) 実験1：「だ液の酵素が胃の中でも働くか」

① 方法

- (ア) 1%でんぷん液（水100mLに対して、片栗粉1gの割合で混ぜたもの）を7つの試験管に入れ、それぞれのpHを2、3、4、7、10、11、12に調節する。pHはpH試験紙で確認する。
- (イ) (ア)のそれぞれの試験管に、ヨウ素水溶液（水10mLに対して、うがい薬〔ポピオンヨード7%〕1mLの割合で混ぜたもの）0.1mLを入れて混ぜる。
- (ウ) (イ)のそれぞれの試験管に、だ液水溶液（水25mLを口にふくみ、2分後に容器にもどしてかき混ぜたもの）1mLを入れて混ぜる。
- (エ) ヨウ素でんぷん反応の色の変化を観察する。

- ##### ② 結果：方法(イ)の後、強いアルカリ性（pH12）ではヨウ素でんぷん反応が起きず、水溶液は透明のままだった。pH11も色がうすい。方法(ウ)の後、1分経つとpH11は水溶液の色が透明になった。時間が経過するにつれ、pH10からpH4までが透明になり、pH4が完全に透明になるまでに8時間かかった。

- ##### ③ 考察：実験が終わった試験管に塩酸とヨウ素水溶液を入れてヨウ素でんぷん反応が起こるかどうかを確認した。すると、pH2、3、12ではでんぷんが残り、pH4からpH11までの範囲でだ液の酵素が働いたことが確認できた。このことから、だ液は弱酸性から弱アルカリ性ででんぷんを分解できることが分かった。

胃の中のpHは、一日の生活でpH1～8の間で変化し、食事後の約2時間はpH4よりも高くなる。だ液の酵素はこの間にでんぷんを分解できると考える。

- ##### ④ 結論：だ液にふくまれる酵素は、pH7.5を中心とする弱酸性～弱アルカリ性で最もよく働く。食事後、胃液で強い酸性になる前に約2時間かかるため、この間にだ液の酵素はでんぷんを分解できる。

(2) 実験 2：「酵素の多い食材の選定」

① 方法

- (ア) 印刷用紙にヨウ素水溶液を均等にぬり、少し乾かす。
- (イ) 大根、ナス、スイカ、レンコン、トマト、ブドウ（デラウェア）、納豆、ヨーグルト、ニンジンをも(ア)の印刷用紙に10秒間押し付ける。
- (ウ) 印刷用紙の色の変化を確認する。

② 結果：印刷用紙にヨウ素水溶液をぬったときはむらさき色（でんぷんが付着しているため）であったが、食材を押し付けて取り外すと以下のように変化した。

食 材	印刷用紙の色の変化
大根、レンコン、トマト	取り外した直後にヨウ素の色素が消えた。
ナス、スイカ、ブドウ、納豆、ヨーグルト、ニンジン	取り外して、3分後に色素が消えた。

③ 考察：多くの食べ物にはでんぷんを分解する酵素（アミラーゼ）がふくまれている。アミラーゼが多い食材は、大根、レンコン、トマトで、アミラーゼが少ない食材は、ニンジン、ナス、スイカ、ブドウ、納豆、ヨーグルトということが分かった。

④ 結論：根菜類（大根、レンコンなど）にアミラーゼが多い。甘い果実（ブドウ、スイカなど）には、アミラーゼが少ない。実験2の結果より、大根を用いて、この後の実験を進める。

(3) 実験 3：「大根とだ液の酵素の違い」

① 方法：実験1と同様にして実験を行う。ただし、実験1のだ液水溶液1 mLを以下のように変更する。

実 験	実験1との変更点
実験3 A	大根液（大根おろしを手で絞り、溶液のみを採取したもの。）1 mL
実験3 B	大根水溶液（水10 mLに対して、大根液0.1 mLの割合で混ぜたもの）0.5 mL（実験3 Aの大根液の20分の1の量）
実験3 C	大根液0.1 mL（実験3 Aの大根液の10分の1の量）

② 結果

実 験	結 果
実験3 A	大根液を入れた直後に、すべての試験管でヨウ素でんぷん反応の色がすぐに消えた。大根液を減らして再実験（実験3 B）する。
実験3 B	大根水溶液を入れて3分後には、pH11の水溶液は透明になった。その後、6時間経過したが、他のpHの水溶液に変化は見られなかった。
実験3 C	1分後にはpH11の水溶液が透明になった。10時間後にはpH4の水溶液は透明に、pH3は透明に近いむらさき色になった。

③ 実験3 A、B、Cの考察

大根液の酵素のほうがだ液よりも低いpHでも働いている。本当に大根の酵素によってでんぷんが分解されたのかを確かめるため、実験3 C後の試験管に塩酸とヨウ素

液を入れてかき混ぜた。すると、消えていたヨウ素でんぷん反応が再び現れた。大根液にはヨウ素でんぷん反応をじゃまする成分がふくまれているのだろう。大根の酵素の働きはこれまでの実験方法ではうまく確認できないことが分かった。

④ 結論：大根にはヨウ素でんぷん反応をじゃまする成分がふくまれている。

(4) 実験 4：「大根とだ液の酵素の違い 2」

実験 1、実験 3 を改良し、実験 4 では「でんぷんを分解させてからヨウ素を入れる」、
「塩酸で酵素の働きを止める」こととする。

① 方法

(ア) 0.05% でんぷん液の pH を調節（実験 4 A では pH 7、実験 4 B では pH 3 に調整する）し、1 mL ずつ試験管に入れる（時間短縮のため、でんぷん濃度を下げる）。

(イ) (ア) のそれぞれの試験管に、酵素液 0.1 mL を入れて混ぜる。

以下のように pH や酵素液を調整して実験する。

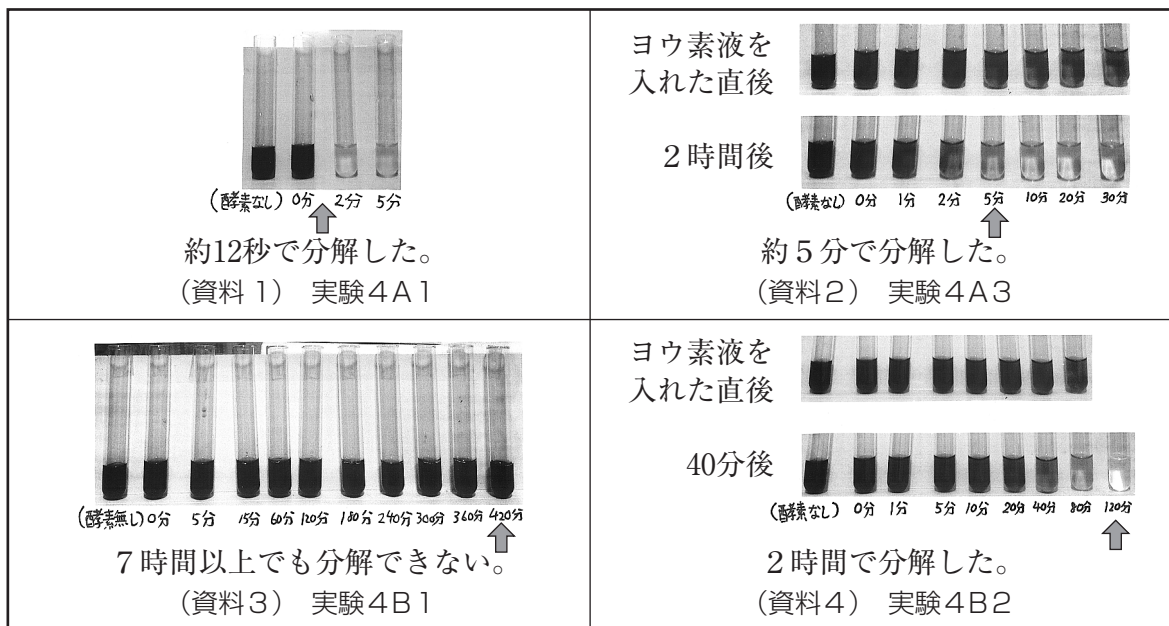
実 験	pH	酵 素 液
実験 4 A 1	pH 7	だ液 0.1 mL
実験 4 A 2	pH 7	濃度 100 分の 1 のだ液水溶液 0.1 mL
実験 4 A 3	pH 7	実大根液 0.1 mL
実験 4 B 1	pH 3	だ液 0.1 mL
実験 4 B 2	pH 3	大根液 0.1 mL

(ウ) ある時間が経過した後、(イ) の試験管に塩酸ヨウ素液（ヨウ素液 1 mL に対して、1 N 塩酸 9 mL の割合で混ぜたもの）0.1 mL を入れて混ぜる（ヨウ素液の割合はこれまでの実験の約 2 倍になる）。

(エ) ヨウ素でんぷん反応の色の変化を比較する。

② 結果

実 験	結 果
実験 4 A 1	だ液の酵素が強く働き、約 12 秒ででんぷんを分解した（資料 1）。だ液をうすめて再実験（実験 4 A 2）する。
実験 4 A 2	約 20 分で、でんぷんを分解した。
実験 4 A 3	約 5 分で、でんぷんを分解した。 塩酸ヨウ素液をさらに 0.1 mL 追加した直後は、水溶液が一時的に赤茶色に変わった。徐々に色が消え、2 時間後にはヨウ素でんぷん反応のむらさき色が残った（資料 2）。
実験 4 B 1	強い酸性では、でんぷんを分解できない（資料 3）。
実験 4 B 2	強い酸性でも酵素が働いた。塩酸ヨウ素液をさらに 0.1 mL 追加して 40 分経過すると、約 2 時間で分解していることが分かった。大根にふくまれている、ヨウ素でんぷん反応をじゃまする成分のえいきょうが少し残っていたようだ（資料 4）。



③ 考察

(ア) 実験4A1、2、3

でんぷん濃度を低くすることで、反応時間が短くなった。ヨウ素液の量を増やすことで実験が安定した。大根液の場合、むらさき色が全体的にうすい。大根液にふくまれるヨウ素でんぷん反応をじゃまする成分のえいきょうが少し残っているのだろう。中性では、だ液の酵素の方がでんぷんを分解する力がよく働く。

(イ) 実験4B1、2

酸性（pH 3）では、大根の酵素の方がでんぷんを分解する力がよく働く。

④ 結論

pHが低いと酵素の働きが遅くなる。中性では、だ液の酵素の方がよく働く。酸性では、大根の酵素の方がよく働く。口の中では、だ液の酵素の働きが良いので食べ物はしっかりかむのが良い。胃の中では、大根の酵素が消化を助けてくれるだろう。

3 総括

- (1) だ液と食品の酵素は別物である。働きやすいpHに違いがあることが分かった。
- (2) だ液の酵素：pH7.5を中心とする弱酸性から弱アルカリ性で働く。
大根の酵素：酸性でも働く。→胃の中での消化を助ける。

4 感想

今回の実験では、でんぷんを分解する酵素（アミラーゼ）の実験を行ったが、酵素には様々な種類がある。機会があれば、他の種類の酵素についても実験してみたい。

5 参考文献

歯チャンネル88 <http://www.ha-channel-88.com/>

名古屋第一赤十字病院 <http://www.nagoya-1st.jrc.or.jp/>