

### 3. でんぷん ~でんぷんと酵素の関わり~

静岡市立千代田小学校

6年 堀岡舞

#### 1 研究の動機

昨年度、でんぷんの性質について研究した。その結果から、「でんぷんが麦芽糖やブドウ糖に変化する時の条件は何か」という課題をもち、今年も継続して研究することにした。

#### 2 研究の目的

でんぷんが麦芽糖やブドウ糖に変化する時の条件を調べる。

#### 3 昨年度の研究で分かったこと

- ・でんぷんはだ液（アミラーゼ）で麦芽糖になり、小腸（マルターゼ）でブドウ糖になる。
- ・でんぷんに水を加え、加熱してでんぷん水溶液を作り、それを37℃まで冷ましてだ液を加えて10分待つと、でんぷんではないもの（おそらく麦芽糖）に変化する。

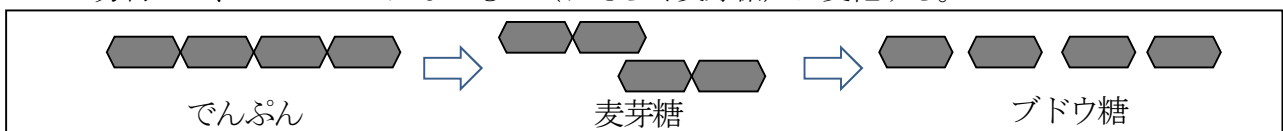


図1 でんぷんがブドウ糖になるまでの分解図

#### 4 研究の方法と内容・結果

##### (1) でんぷんを麦芽糖やブドウ糖に変化させる酵素探しについて

実験1では、でんぷんから麦芽糖にしたものをブドウ糖へと変化させる酵素を見つけるための実験を行った。なぜなら、まずはでんぷんをブドウ糖にしようと考えたからだ。はじめにでんぷん水溶液にだ液を加えて10分経ったものを作り、次にそこへ様々な酵素、今回は大根おろし汁、熟したバナナ、お酒、イースト菌、胃腸薬を加え、さらに10分待った。それを、尿糖検査キットを使って反応をみるという方法で実験を進めた。すると、イースト菌を加えたもの以外は尿糖検査キット（以下、検査キット）に反応したため、でんぷんから麦芽糖、さらにブドウ糖へと変化したと考えた。図2に、イースト菌を加えたもの以外の全ての酵素が、検査キットに反応した様子を示す。

しかし、加えたもの自体にブドウ糖が含まれている可能性があると考え、実験2で酵素自体にブドウ糖が含まれていないか調べるための実験を行った。今回は検査キットと、念のためヨウ素液でも反応をみた。その結果、予想通り検査キットにはイースト菌以外の全ての酵素が反応し、ヨウ素液には一つも反応しなかった。その様子を図3に示す。

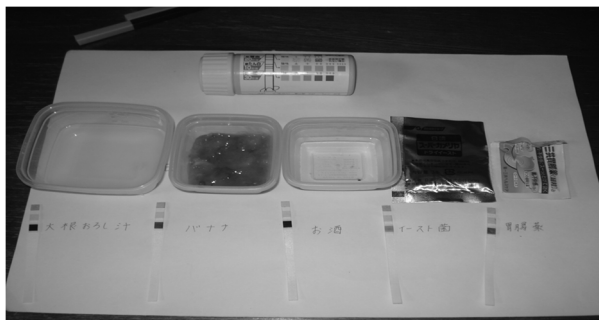


図2 尿糖検査キットによる反応の様子（実験1）

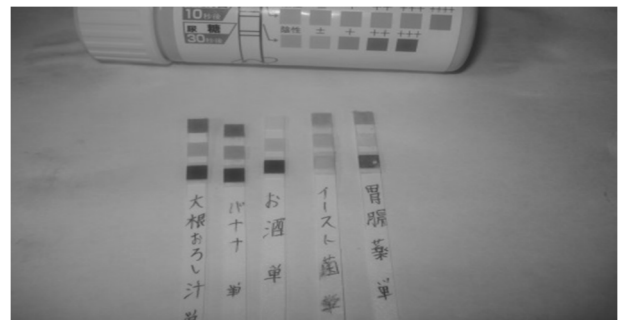


図3 尿糖検査キットによる反応の様子（実験2）

## (2) 新タカジアスターゼ N1 (酵素 100%) に含まれているブドウ糖について

まず、ブドウ糖を含んでいない酵素を用意した。(第一三共製) それは、「新タカジアスターゼ N1」(以下、酵素試薬) というものだ。その酵素には、本当にブドウ糖が含まれていないかを確認するために、実験 3 を行った。すると、1 錠に対して水 1 滴を加えると検査キットに反応し、1 錠に対して水 200ml だと反応しなかった。この結果から、酵素の濃度が反応に何かしらの影響を与えることが分かった。

そこで、検査キットに反応しない最大限の濃度を調べるために実験 4 を行った。方法は酵素試薬 1 錠に対して、水を 50ml、100ml、150ml をそれぞれ加えたものを、検査キットで反応をみるという方法をとった。それぞれ反応をみると、50ml と 100ml は反応してしまっていたが、150ml は 5 回ともすべて反応しなかった。この結果から検査キットに反応しない最大限の濃度を知ることができた。(表 1)

表 1 酵素の濃度と反応の様子

| 回数<br>水量 | 1 回目 | 2 回目 | 3 回目 | 4 回目 | 5 回目 |
|----------|------|------|------|------|------|
| 50ml     | ○    | —    | —    | —    | —    |
| 100ml    | ○    | —    | —    | —    | —    |
| 150ml    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    |

## (3) でんぷんを麦芽糖やブドウ糖に変化させる確認実験について

実験 5 では、実験 4 で得られた結果をもとに、でんぷんをブドウ糖へ変化させるための実験を再度行った。実験方法は、実験 1 と同じである。実験を行ったところ、90 分経っても検査キットには反応せず、ヨウ素液には反応した。

そこで、新たに第一三共様からいただいた資料を参考にしながら、でんぷんをブドウ糖へ変化させるための新たな方法(実験 6) を考えた。この方法は、この研究をさらに成功へと近づける結果が得られた。実験方法は以下の通りである。

- ① 片栗粉(大さじ 3 杯) を 500ml の水に溶いて火にかける。
- ② トロトロの糊状になったら火からおろし、温度が 50~55℃ に下がるのを待つ。
- ③ 砕いた酵素試薬を小さじ 1 杯入れてゆっくりかき混ぜる。
- ④ 徐々にサラサラになってきたら、魔法瓶に入れて 60 分おく。
- ⑤ 60 分おいたものを、検査キットとヨウ素液それぞれで反応の様子をみる。

その結果、検査キットとヨウ素液それぞれで反応することが分かった。つまり、ブドウ糖とでんぷんの両方が含まれていることが分かった。さらに、もし 60 分以上待てば 100% ブドウ糖になるかもしれないという予想をすることができた。図 4 には実験方法③、図 5 には実験方法⑤の様子をそれぞれ示す。



図 4 酵素試薬を加えて混ぜている様子(方法③)

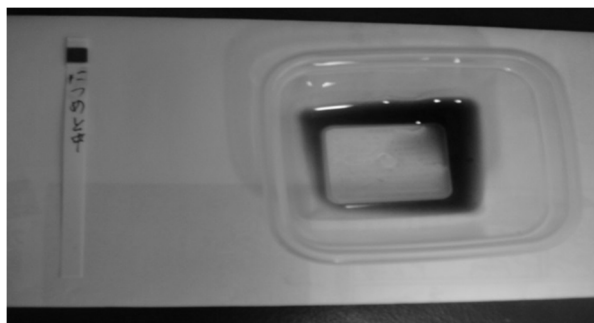


図 5 検査キットとヨウ素液による反応の様子(方法⑤)

## 5 考察

### (1) でんぷんを麦芽糖やブドウ糖へ変化させる酵素探しについて

でんぷんからブドウ糖へ変化させる時、ブドウ糖が含まれている酵素を使ってしまったため、予想していた結果を得ることができなかった。実験を行うときには、実験条件を事前にしっかりと計画することの大切さをあらためて感じることができた。

### (2) 新タカジアスターゼ N1（酵素 100%）に含まれているブドウ糖について

(1)の結果から、ブドウ糖が含まれていない酵素を見つけようとしたが、「酵素 100%」と書いてあったとしても、酵素試薬の割合が多いと検査キットに反応してしまうことが分かった。実験計画では、「でんぷんを麦芽糖やブドウ糖に変化させる酵素の条件」を調べるようになっていた。しかし実験を進める中で、酵素を溶かした水溶液の濃度を变化させることによって、検査キットに反応しない最大限の濃度や温度との関係を見付けることができた。このことから、でんぷんを麦芽糖やブドウ糖へ変化させるには、でんぷん水溶液や酵素の濃度、水溶液の温度との関係がとても大切だということが分かった。

### (3) でんぷんを麦芽糖やブドウ糖に変化させる確認実験について

今回の実験では、でんぷんをブドウ糖に変化させる時の分解時間が 60 分だったため、ヨウ素液にも反応してしまい、100%のブドウ糖へ変化させられなかったと考えている。しかし、実験 6 の実験方法で時間を 60 分以上にすることで、期待する結果を確実に得ることができるのではないかと可能性を見付けることができた。第一三共様よりいただいた資料をもとに行ったでんぷんを糊状にする方法も今後の実験方法に加えることで、さらに良い実験結果を得ることができると考えている。



図6 今年の実験で使用了実験器具、試薬例

## 6 今後の課題

- ・実験 6 の実験方法をさらに応用し、でんぷんの 100%ブドウ糖への変化を達成
- ・今回使った酵素以外の、でんぷんをブドウ糖に変化させる酵素の発見
- ・変化に最適な温度や時間など実験条件の検討
- ・酵素の性質についての再調査

## 7 研究を終えた感想・謝辞

前回の研究に引き続き、今回の研究でも「でんぷん」について多くの発見をすることができました。また多くの課題を見付けることができ、今後の研究がとても楽しみです。

最後に、私の研究に助成をしていただいた静岡クラブの先生方、研究のご指導をしていただいた富士の国科学の学校の先生方、理科担当の安池先生、試薬や資料を使わせていただいた第一三共ヘルスケア株式会社様（文中：第一三共様）、文集作成にご協力いただいた担任の片柳先生、そしてたくさんの協力と応援をしてくれた家族のみんなに感謝したいです。ありがとうございました。

## 8 参考文献

「水飴」～片栗粉と消化酵素剤からできる不思議～ 第一三共ヘルスケア株式会社