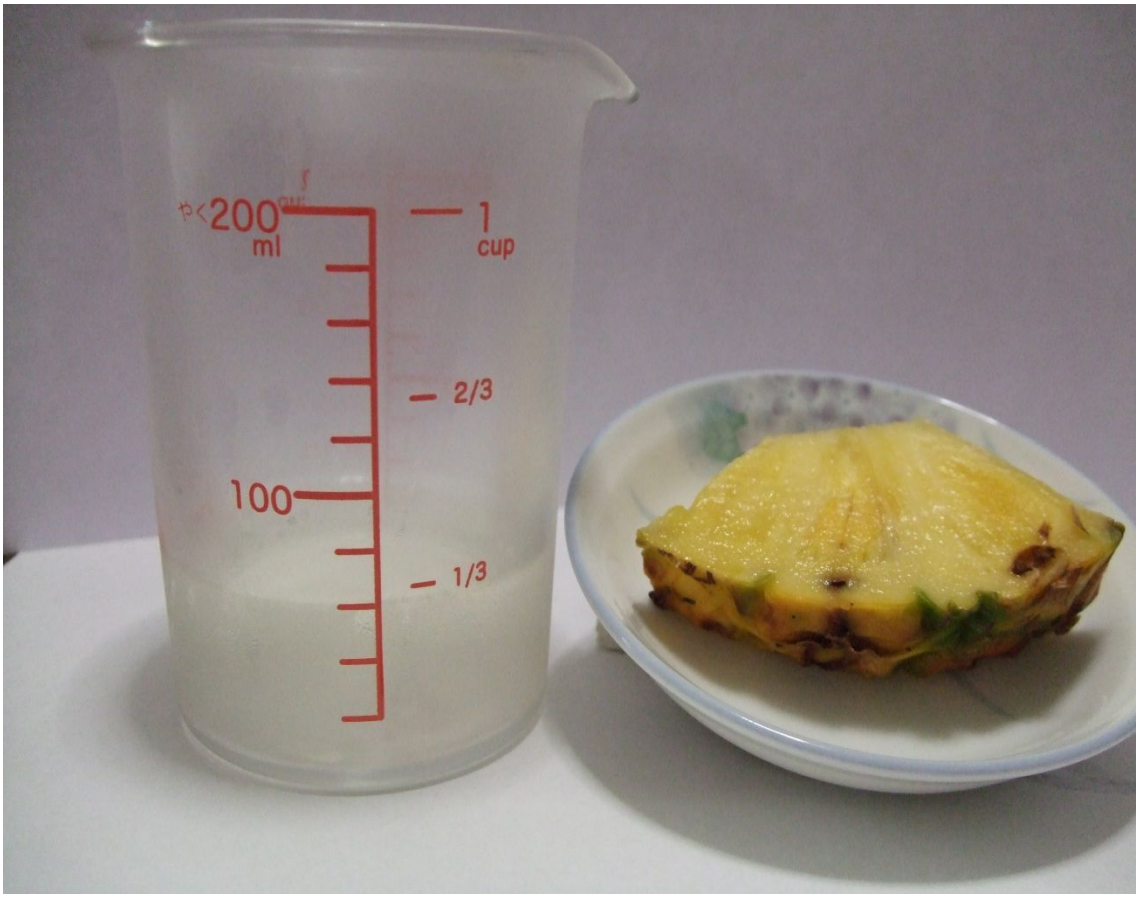
酵素を調べる

～酵素は生きている　酵素の仕事は1つ～



碧南市立新川中学校　　２年４組

石川　未紗

（研究の動機）

お菓子作りや料理で教わったことで、酵素に関心と疑問を持った。

小学校では「消化と吸収」のはたらきで、唾液はデンプンを消化して水に溶けやすい糖に変えることを知り、ヨウ素液で唾液がデンプンを分解したことを確認した。また、それぞれの消化管から出される消化液についても学んだ。

中学では、これから習う「生命を維持するはたらき」で新しく消化酵素について学ぶことになっている。

中１の研究では、牛乳を凝固させるために仔牛の胃に含まれるキモシン（レンニン）という酵素が使われていることを知った。

私は、酵素が持つ力やはたらきを、もっと詳しく知りたいと思い調べることにしました。

（お菓子作りや料理で教わったこと）

Ⓐ　ゼラチンを使ってパイナップルゼリーを作るときは缶詰を使用。寒天で作るときは生でも可。
Ⓑ　バナナは皮に黒い斑点が出た頃が甘くなっている。
Ⓒ　切ったリンゴの変色を防ぐには、しばらく塩水に漬けておくとよい。
Ⓓ　切ったバナナの変色を防ぐにはレモン汁をかけるとよい。
Ⓔ　お弁当の付け合せのフルーツで、キウイフルーツは練り製品と一緒に置かない。
Ⓕ　つきたてのおもちは大根おろしと一緒に食べると消化によい。
Ⓖ　ご飯はたくさん噛むと甘くなる。
Ⓗ　豚肉の生姜焼きは、漬け込む調味液中の生姜のはたらきでお肉が柔らかくなる。
Ⓘ　麦ごはんに、山芋（とろろ）をかけると消化に良い。
Ⓙ　酢豚にパイナップルが入っているのは、お肉との相性がよいため。
Ⓚ　油っぽい食事には、グレープフルーツが合う。
Ⓛ　少々のけがなら、「つば」をつけておけばよい。
Ⓜ　万が一、食べ過ぎたときは胃腸薬を飲む。

Ⓐ~Ⓜの全てに酵素が関係していると聞き、それぞれに疑問を持ったので一つずつ調べていくことにした。

Ⓐ《なぜ、生のパイナップルを使ってはいけないのか？》

（予想）　缶詰のパイナップルは砂糖のように甘く、舌がピリピリしない。生はピリピリする。この、ピリピリ成分がゼラチンを固まらなくするのではないか？

（ゼラチンの成分をインターネットで調べる）

ゼラチンは、動物の皮、腱、骨などを構成するコラーゲンを熱湯で処理して得られる誘導タンパク質からできている。

ちなみに寒天の成分は紅藻類の細胞壁に含まれるガラクトースとその誘導体から構成される。粘質性多糖、海藻多糖である。

[実験１]　ゼラチンに対する生パイナップルの影響

[方法]　カップに濃度５％のゼラチンを入れ１０時間冷やし固め、その上に生パイナップルを乗せて室温で様子を観察する。

ゼラチン濃度は標準使用量で準備。対照実験として寒天も冷やし固め、生パイナップルを乗せて観察。

[予想]　分解にどのくらいの時間が掛かるのかは見当がつかないが、箱裏に記載されていることからも、生パイナップルはタンパク質分解酵素を含むため、ゼラチンは固まらない。

ゼラチンとパイナップル

寒天とパイナップル

室温で２時間後・・少し沈下

さらに２０分後・・すべて沈下

寒天・・変化なし

[結果]　予想通り、ゼラチンは凝固せずパイナップルが沈下した。寒天は分解されなかった。

[考察]　生パイナップルの酵素によってゼラチンが分解されたことを確認した。

では、なぜ缶詰を使うと固まるのか？缶詰は高温で処理されているから、酵素の活動と関係があるのでは？

（缶詰の処理方法を調べる）　缶の中に調味液と材料を入れ、空気を抜いて蓋をし、水洗い後１１５℃の蒸気で７０分殺菌する。

[考察]　このことから、酵素は熱処理により無くなってしまうと考えられる。

パイナップルについては、確認ができた。他の果物にも同じ作用をもつものがないか調べる。

[実験１の追加]

（その①）濃度５％ゼラチンを固めたものと、５種類の果物を使い、タンパク質分解酵素の有無を調べることにした。

左から

レモン・キウイ・リンゴ・巨峰・桃

４０分後にレモン沈下

１時間２０後に巨峰・キウイ沈下

リンゴ・桃は、１時間１０分後でも沈下しない。

（結果と考察）

２時間後にはすべてが液状になった。しかしゼラチンのみのカップも室温で液状になっていた。その性質がある以上、すべてにゼラチンを分解する酵素が含まれているかは確認できない。そこで、この５種類の果物に酵素が含まれているのかインターネットで調べるとともに、再度冷やすことにした。酵素の活性によりゼラチンが分解されていれば冷やしても凝固しないと考えたからだ。また、パイナップルについても調べることにした。

（その②）再度冷やして変化を見る。早くから液状になったレモンは活性が強そうだから固まらないと予想する。

（結果と考察）

キウイ以外はすべて固まった。キウイにはゼラチンを分解する酵素が多く含まれているから、凝固しなかったと考えられる。成分を調べたところ、桃以外でタンパク質分解酵素が含まれていることがわかった。

よって、ゼラチンの濃度を薄くすれば、レモン・巨峰・りんごでも分解できるのではと考えた。

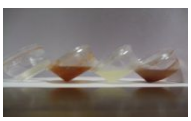
（その③）ゼラチン濃度を５％から１％に薄めて、酵素活性が弱かった３種を調べる。

活性を強めるために、　すりおろしてガーゼで濾した液を使用。左から、リンゴ・レモン・巨峰。

（結果）　リンゴとレモンは３０分後に液状になる。巨峰は２０分後に液状になる。

（考察）　意外にも、レモンより巨峰の方が先に液状になった。酵素試料を液体にしたことで、活性が強まったと考えられる。

ゼラチンのみは、３０分後でも、固まっていた。レモンで液状になったのは酸によるものか？試しに食酢を入れ室温に置く。５分後に液状になった。再度冷やすと固まったので、レモンでゼラチンが液状になったのは、やはりタンパク質分解酵素によるものである。証拠に、液状化された３種を再度冷やしたところ、パイナップルとキウイと同じように、凝固しなかった。ゼラチンの濃度を薄くしたことで、活性力が弱いものでも分解できることが、確認できた。



再度冷やしたもの。左から、食酢ゼラチンの凝固状態のものと、リンゴ・レモン・巨峰の液状。

このほかにも、タンパク質分解酵素が含まれている食物を調べ実験することにする。酵素試料は、同じくすりおろして濾したものを使用。酵素の働きを、より活性化させるには、すりおろして細胞を壊した方がゼラチンと反応しやすいと考えた。

（その④）家で用意できる野菜と果物を使用する。ゼラチン濃度は５％。

人参・さつまいも・山芋・ピーマン
大根・なし・バナナ・じゃがいも
一時間後には、すべて液状になった。

バナナ・人参・さつまいも
山芋・ピーマン・じゃがいもは、
再度冷却で凝固した。

大根・なしは、再度冷却しても凝固しなかった。

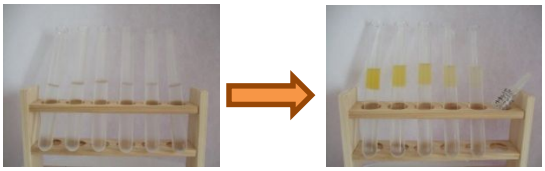
このほか、キャベツ・セロリ・パセリ・なす・パプリカ・しょうが・まいたけ・パパイア・ビワ・マンゴーにも、タンパク質分解酵素が含まれている。

（結果と考察）

酵素の活性が弱いものは、再度の冷却で凝固した。活性が強かった大根となしは、再度の冷却でも凝固しなかった。いろいろな種類の食物で、タンパク質分解酵素が確認できた。しかし、これまでの実験では、活性の比較ができていないため、どの程度分解できたのかを数字で表す方法を探る。そこで、酵素の濃度によって活性が比較できる、試験管での実験を考えた。これまで使ったカップでは、考えた実験がやりにくいため、父に頼んで至急、試験管を発注してもらった。

[実験２]　酵素活性の比較

[方法]　試験管６本に５％濃度のゼラチンを、高さ９cm 流し入れ、一晩冷やし固める。実験１で再度冷却しても凝固しなかったパイナップルを濾した液を使用する。酵素試料の濃度を変えたものを、２．０cc ずつ入れて分解した部分の高さを測る。



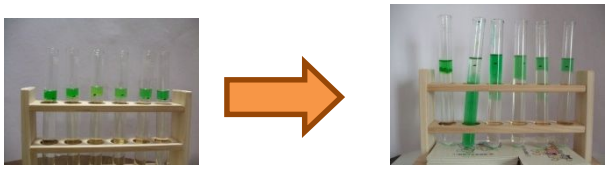
濃度１００％・８０％・６０％・４０％・２０％

[結果と考察]

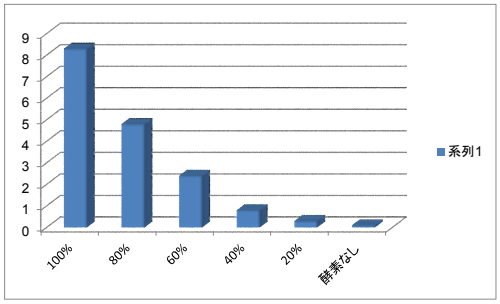
酵素活性が強すぎてしまい、すべて液状になってしまった。混ざり合ったパイナップル色素が分かりにくいので改善の必要があるため、ゼラチン濃度を高くして酵素試料を着色することにし、対照実験として酵素試料を熱した試料も追加する。

[実験２の追加]　再度、酵素活性の測定。

ゼラチン濃度を１０％にして、緑の食紅で着色したパイナップル酵素試料を２cc 投入。



[結果と考察]　《　表―１　》



酵素試料とゼラチンの境にマーカーで印をし、そこから下へ分解された長さを測る。８時間後、反応を測定。

（写真は、左から酵素なし・１００％・80%・６０％・４０％・２０％の順）

１００％濃度で８．３㎝。８０％で４・８㎝。６０％で２・４㎝。４０％で０・８㎝。２０％で０・３㎝の分解を確認できた。対照実験での試料では、分解されてない。色を付けたことで、はっきり確認ができた。ゼラチン濃度を高くしたので、酵素試料の濃度別に分解の違いを見ることができた。酵素なしの試験管では、分解されなかったので、ここでも酵素が熱されると失活することが確認できた。グラフにしたことで、活性の比較がより分かりやすくなった。

驚いたことに、１００％濃度ではまだ分解が進行中でその 5 分後にはすべて分解された。ほかの 5 本は、一晩おいても変化はなかった。酵素活性を、より詳しく表すには（実験 1 の追加）でレモンが一番早く液状になった要因に酸が関係していたと考えると、ゼラチンの pH 調整の必要性や、体の中で酵素が活性される要因に体温が関係すると考えると酵素試料を温度条件別に測定することが今後の課題である。

Ⓑ《バナナの皮に現れる黒い斑点と甘さの関係》

[予想]　皮の中で化学反応が起こる？甘くなる何かが含まれていると思い、インターネットで成分を調べる。

[調べた結果]　バナナ自体が自分自身を消化させる酵素を持っていた。アミラーゼ・マルターゼ・スクラーゼ・ラクターゼ。

[考察]　自身を消化させて甘くなる＝糖質が増える＝黒斑点は糖が増えた目印となる=糖に分解する酵素が存在する＝炭水化物のデンプンが含まれるのでは？　唾液に含まれる酵素は炭水化物分解酵素だ。調べたところ、アミラーゼという。デンプンは唾液で糖に変わることは知っている。よって、糖質への消化にはバナナのアミラーゼ酵素がはたらいているといえる。調べによると、バナナは様々な糖を単糖類に至るまで加水分解することがわかった。（加水分解とは？化合物が水と反応して起こす分解反応。例・麹のαアミラーゼによる米の澱粉の分解は、加水分解で、お酒ができる。）

[実験 3]　バナナに含まれるデンプンを確認する。

[予想]　熟したものが甘いということは、熟す前にデンプンが多く含まれていると考えられる。

[方法]　熟す前のバナナとシュガースポットがあるバナナをヨウ素澱粉反応でデンプンの有無を調べる。

[結果]

熟す前→ヨウ素反応が出た。

〈デンプンが多く含まれる〉

熟した後→ヨウ素反応なし。

〈デンプンが分解されている〉

[考察]　デンプンの存在は確認できた。次に、アミラーゼの存在を確認するための方法を考える。

[実験 3 の追加]　バナナのアミラーゼ酵素でデンプンの分解を調べる。

[方法]　デンプンで作られているオブラートを使う。酵素試料は、バナナをすりつぶしたものを使用。

ヨウ素反応を確認したオブラートでバナナを包む。

[結果]

１時間２０分後デンプンが溶けた。アミラーゼによって分解されたことが確認できた。バナナには炭水化物分解酵素が含まれていることも確認できた。

ⒸⒹ《なぜ塩水とレモン汁で、変色を防ぐことができるのか》

[予想]　リンゴとバナナには、同じ酵素が含まれているのでは？変色する要因は、酸素とある成分との反応で酸化したのではないのかと考えられる。インターネットで変色に関わる酵素はなにか調べる。

㊧塩水＋リンゴ・㊨レモン汁＋バナナ　　４０分後　　㊧変色なし・㊨切ったまま放置は変色あり

[結果と考察]　調べたところ

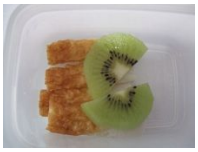
リンゴとバナナには、「ポリフェノールオキシターゼ」という酵素が含まれており、空気中の酸素によりはたらいて「ポリフェノール」を「キノン」という物質に変化させたことにより、褐色の物質となることがわかった。

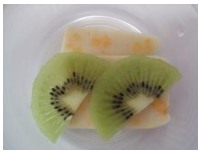
予想通り、２つの果物には、同じ酵素が含まれていた。塩水やレモン汁で変色を防ぐということは、酸化を防ぐ役割をしたことになる。よって、ポリフェノールオキシターゼ酵素は、塩とレモンで、還元されたということだ。

Ⓔ《練り製品とキウイフルーツを一緒に置くとどうなるか？》

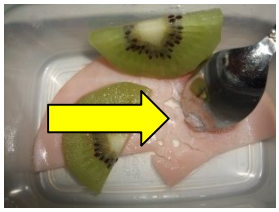
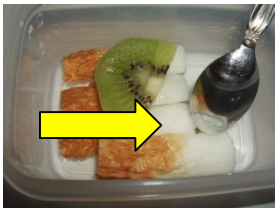
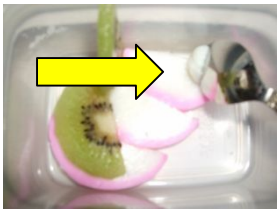
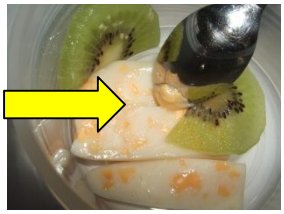
[予想]　キウイフルーツには、タンパク質分解酵素が含まれているので、タンパク質でできている練り製品は、溶ける。

[実験４]　ハム・ちくわ・かまぼこ・チーズかまぼこと、キウイを一緒に置いた時に起こる変化を観察する。





[結果]　４０分後

ハムとかまぼこは、少し触るだけでスプーンについたので、タンパク質が分解されたことになる。ちくわは、少し力を加えるとスプーンで取ることができたので、ハムやかまぼこ程ではないが、これもタンパク質が分解されたことになる。

チーズかまぼこは、あまり分解されていなかったが少しスプーンに付いた。

[考察]　実験４は室温で行ったが、冷蔵庫の中で冷やすとタンパク質は分解されないのではないかと考えた。冷やされることで、酵素の活性が停止されると考えたからだ。

[結果]　４時間３０分後

キウイの置き場所を変えたところを触ってみると、柔らかくなっていたので、冷やされても分解が進むことがわかった。練り製品とタンパク質分解酵素を持つ果物は一緒にしてはいけないと確認ができた。

Ⓕ《大根おろしと一緒に食べるとなぜ消化に良いのか？》

[予想]　おもちは、炭水化物である。よって、デンプンが含まれている。大根には、これを分解できる酵素が含まれていると考えられる。ただ、実験１で大根には、タンパク質分解酵素を含むことが確認されたことから、違う種類の酵素も含まれているのではないか疑問に思った。実験１と実験３でバナナにも複数の酵素が含まれていると分かったので大根も同じように複数の酵素が含まれていると考えられる。

[実験 5]　大根おろしで、おもちが分解できるか調べる。

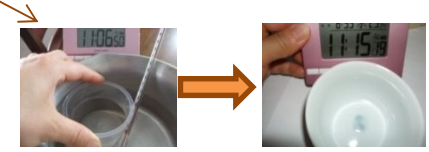
[方法]　おもちと大根酵素試料を準備。　あわせて、でんぷんのりでも調べる。

㊧おもち・㊨酵素試料

㊧でんぷんのり・㊨酵素試料

[結果]

合わせたものを１時間後に 45 度の湯煎にかける。大きすぎた固形物を減らすことにして、その２０分後にヨウ素液を落とす。反応は、なし。



45 度の湯煎にかけ、溶けた糊にヨウ素液をおとす。薄く青くなったが、次第に消えた。

[考察]　二つの実験からいえることは、大根の酵素によってデンプンが分解されたということだ。糖に分解されているか確認するには、教科書に載っていたベネジクト液で確認できるが用意が難しいので、他の方法を考えたところ尿糖検査薬を思いついた。

[実験 5 の追加]　尿糖試験紙を使い分解後の糖の存在を調べる。

〈スティック使用前の色〉

〈おもち→反応あり〉

〈でんぷん糊→反応あり〉

[考察]　二つとも反応が出たので、おもちとでんぷん糊は、大根酵素試料により糖に分解できたといえる。

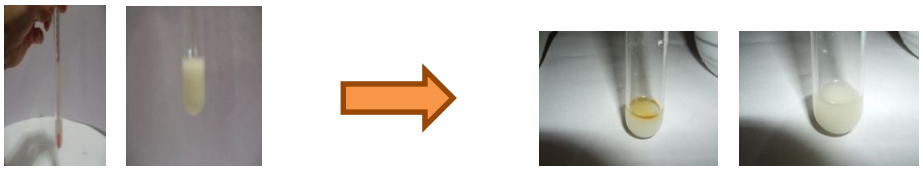
実験１での考察より、温度条件を変えて活性を比較することにした。

（その①）大根酵素試料で活性の最適温度を調べる。

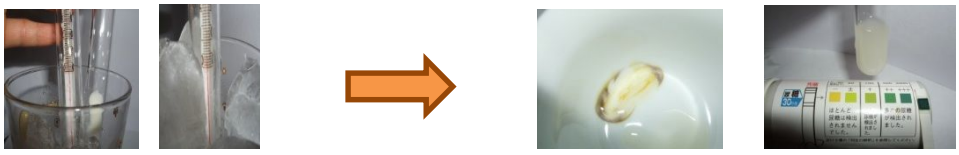
（方法）　０℃・４０℃・８０℃の各温度における反応の違いを比較する。　試料は片栗粉デンプンと大根酵素試料。

（予想）　体温との関係と、おもちが温かいことで４０℃の条件が最も活性が強まると考える。

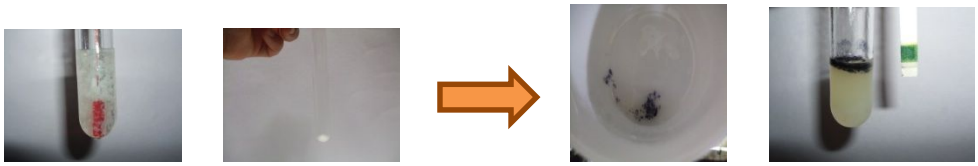
（結果）　５分後反応を確認する。



４０℃の湯煎をした大根酵素試料　　ヨウ素を滴下した。反応なし、デンプンが分解された。



氷で冷やし０℃にした大根酵素試料　　コップに移してヨウ素澱粉反応有り。糖も検出された。



８０℃で湯煎した酵素試料と試験管内の片栗粉デンプン　　コップに移してヨウ素反応有り。糖も検出された。

８０℃から３８℃に下げたときは、酵素の働きがあるか調べる

３８℃に下がったものに、ヨウ素液を落として、反応が出たものと、糖の検出もされもの。

（考察）　酵素は、一度熱されると働かなくなることが、確認できた。

予想通り、酵素は４０℃で活性が強まると確認できた。しかし、０℃と８０℃で糖が検出されたことは、予想外であった。デンプン反応があったのに、糖も分解されている？もしかすると、大根に元々糖が含まれていてそれが、試験紙で検出されたのではないか？　生の大根と唾液を使って試験紙で糖の検出を調べる。

（結果）

㊤スティック：唾液　反応なし。　　㊦スティック：大根酵素液　反応あり。

（考察）　大根酵素試料で糖が確認されたので、０℃と８０℃で糖が検出されても仕方がないと思った。糖試験紙は不適切かもしれない。糖の確認は難しいので、別の方法でアミラーゼの存在の確認と、活性を測定したい。

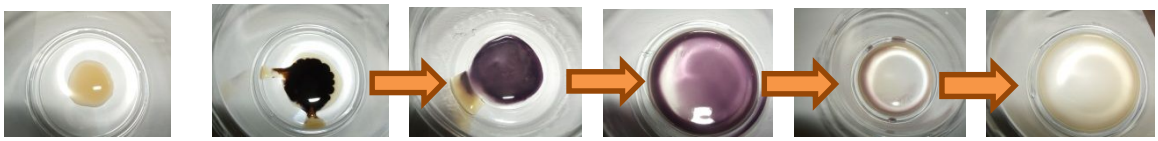
（その②）大根のアミラーゼ酵素の存在の確立と活性反応の測定

（方法）　大根の濾し汁を試料として、デンプンはサツマイモから抽出する。デンプンを分解させ、一定時間ごとに反応を測定。

サツマイモの濾し汁とデンプン（酵素液）

デンプンを移してヨウ素を滴下、反応あり。

（結果）　デンプンに大根酵素試料を入れて反応を観察する。



〈デンプン液〉　〈ヨウ素滴下直後〉　〈５分後〉　〈１０分後〉　〈２０分後〉　〈３０分後〉

一定時間ごとのヨウ素液による反応

経過時間（分）	直後	5	１０	２０	３０
色調	青黒	青紫	紫	赤褐色	うす褐色

（考察）　実験により、大根のアミラーゼ酵素でサツマイモのデンプンを分解したことを、ヨウ素デンプン反応で確認ができた。これは、大根にアミラーゼ酵素が存在しているといえる。一定時間ごとに反応を測定した結果、色調の変化が明確となり活性の様子がはっきりと確認できた。大根おろしは、おもちのデンプン消化を助けることが理解できた。

この実験は、バナナの実験で知った加水分解作用と同じだと思った。大根アミラーゼによってサツマイモデンプンが加水分解されて、糖に変化したことになる。よって、Ⓖについても唾液によって同じ作用がはたらき、甘くなるといえる。

もう１つ、確認したいことがある。分解＝小さくなることの証明と、糖の存在だ。教科書にはセロファンを使って分子が小さくなったことを確認できる方法が載っていたので試すことにした。

（その③）糖の分子が小さくなったことと、糖への分解ができたことを視覚的に確かめる。

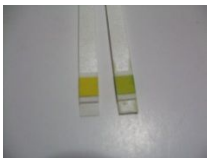
（方法）　大根酵素試料とサツマイモデンプン液を混ぜたものをビニール袋に入れ、口を縛り、水が入ったボールに袋を入れ、

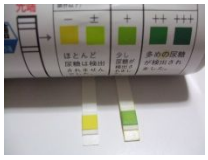
糖試験紙で糖がボール内の水に流出したかを調べる。

（結果）

水で試験紙は、反応しない。１５分後反応なし

７時間後再び試験紙を漬ける。㊤薄く反応あり㊦新品





㊨７時間１０分後　　㊨７時間３０分後　　㊨８時間後

（考察）　１５分後に反応が出ず、３０分後、１時間後にも試したが検出されなかった。諦めてそのままにしておいたものに試験紙を試しに漬けたところ、かすかに反応が見られたのでその後時間を空けて試験紙を確認した結果、反応がはっきりと見られるようになった。大根酵素によりデンプンを糖に分解して、小さくなった糖を確認することができた。また、新たに疑問がうまれた。アミラーゼはデンプンしか分解しないのか？デンプン以外は分解しないことを確認するために調べることにした。

（その④）アミラーゼの分解可能な物質について。

（方法）　試験管を使い片栗粉デンプンとゼラチンを入れ、それぞれに唾液を入れる。ヨウ素液と糖試験紙で反応を見る。

（結果）

㊧２本：デンプンのみとデンプン＋唾液。
㊨２本：ゼラチン５％のみと、
ゼラチン＋唾液。

㊧デンプンのみにヨウ素反応あり。
㊨ゼラチンのみ、ヨウ素反応なし。
（移動させて確認）

㊧デンプン＋唾液に糖が検出
された。
㊨ゼラチン＋唾液、
糖検出なし。

（考察）　アミラーゼはデンプンに働きかけ糖が検出された。ゼラチンには反応しないことが確かめられた。酵素は、働きかける相手が決まっているといえる。ゼラチンがアミラーゼによって分解されていないことが、わかりにくいので、タンパク質分解酵素を含む試料を追加して、別の方法で確認したい。

（その⑤）デンプンとゼラチンの唾液アミラーゼとキウイの酵素試料による分解について

（方法）　デンプンであるオブラートと、タンパク質のゼラチンを使用。２個ずつ用意してそれぞれに、酵素試料を入れて比較する。

（結果）

㊤キウイ試料、オブラート２つ。
㊦唾液、５％ゼラチン２つ。

㊧唾液　㊨キウイ試料入れる。
㊤オブラート　㊦ゼラチン

㊧ゼラチン＋唾液　㊥オブラート＋唾液
㊨ゼラチン＋キウイ試料
㊥オブラート＋キウイ試料

〈オブラート〉

〈ゼラチン〉

㊧唾液アミラーゼにより分解された。

㊨キウイ試料は分解できなかった。

㊧唾液アミラーゼでは、分解されなかった。

㊨キウイ試料により分解された。

（考察）　視覚的にわかりやすい実験ができた。アミラーゼは、デンプンのみに働きかけ、タンパク質分解酵素のキウイ酵素試料は、ゼラチンにのみ働きかけることが分かり、作用する相手が決まっていることを裏付けできた。

キウイの酵素名を調べたところ「アクチニジン」という。

Ⓗ《ショウガで肉が柔らかくなるのか？》

実験１その３でショウガに、タンパク質分解酵素が含まれているとわかった。

[実験６]　ショウガの酵素試料でゼラチンを分解できるか？　　試料は５％濃度ゼラチンとショウガ汁を濾したものを使用。

１５分後に分解され、

冷却しても液状のままだった。

液状になったので再度冷却する。

[結果と考察]

再度の冷却でも凝固しなかったので、ゼラチンがショウガの酵素により完全に分解されたことになる。

ショウガには、タンパク質分解酵素が含まれていると確認できた。このことから、

肉がショウガによって柔らかくなることが確かめられた。ショウガの酵素名は「ジンジベイン」という。

Ⓘ《山芋が消化に良いのはなぜか？》

山芋には、実験１でタンパク質分解酵素が含まれているとわかった。むぎごはんは、炭水化物。

消化に良い＝炭水化物分解酵素も含んでいることになる。山芋の成分を調べてみる。

[調べた結果]

デンプン分解酵素ジアスターゼ、糖質分解酵素アミラーゼ、酸化還元酵素カタラーゼが含まれている。これらの酵素によって分解されるので、消化を助けることにつながるとわかった。また、大根と同様にタンパク質分解酵素も含まれていて、マグロの山掛けはご飯とマグロの消化を助けられる、考えられたメニューだ。

Ⓙ《酢豚に入っている訳？》

[予想]　　パイナップルに、タンパク質分解酵素が含まれているから、酢豚に入れることで肉の消化を助ける役割をすると考えられる。

[調べた結果]　予想通りだった。酵素名は「ブロメライン」。タンパク質を分解するほか、捻挫・関節炎の炎症を抑え、下痢や消化不良の消化器系障害にも効果を発揮する。酵素の失活温度は５０℃～６０℃なので調理の途中で入れて、加熱しすぎなければ効果を充分に活用できる。パイナップルは、調理で肉を柔らかくし、体内でも消化を助ける一石二鳥の果物だ。

Ⓚ《油とグレープフルーツの関係》

母に聞くと、詳しくは知らないが脂肪を分解する作用があるとか。一時期はグレープフルーツダイエットが流行ったそうだ。

[調べた結果]　グレープフルーツには、交感神経を刺激して新陳代謝を高める「リモネン」「ヌーカトン」「ナリンギン」などの精油成分が含まれている。「リモネン」はリラックス効果、血行促進効果。香りに含まれている「ヌーカトン」は交感神経を刺激して脂肪を燃焼する成分ＵＣＰ（エネルギー代謝調節機構）を作り出す。「ナリンギン」はポリフェノールの一種でフラボノイド系の苦み成分だ。「ナリンギン」は、反応の手助けをする酵素の「ナリンギナーゼ」で、加水分解されると、「ナリンゲニン」に変化して無味になる。また、「ナリンギン」は果皮＞果肉＞果汁の順に含まれて

いて、血中の脂肪酸を分解する働きがある。また、脂肪分解酵素全般を『リパーゼ酵素』とよぶ。

[考察]　グレープフルーツの酵素が作用して脂肪を燃焼してエネルギーにかえられることがわかった。

これらを含む精油を取り出せないかと思い、中１の研究で乳脂肪分を取り出した抽出法で、やることにした。

[実験７]　有機溶媒で精油を取り出す。

[方法]　グレープフルーツの濾し汁を２ｃｃ、ベンジン２ｃｃを試験管に入れ、精油を分離させる。

[結果]

〈ベンジンを入れた直後〉

〈１分後〉

〈１０分後〉

〈入れ物を変えて見やすくした〉

〈二日後ベンジンが蒸発したもの〉

[考察]　ベンジンの匂いが残ってしまった。　白っぽく残ったものが、グレープフルーツの精油だと思う。

グレープフルーツの良い香りがなくなってしまったことが残念だ。

Ⓛ《本当に唾液で治るのか》

[予想]　なんとなく、きたないイメージがあり、唾液の酵素は、アミラーゼなのでまちがった言い伝えだと思う。

[調べた結果]　唾液の成分は、水・電解質・粘膜や、食物を覆う粘性タンパク質の「ムチン」という粘液・その他の酵素から成る。

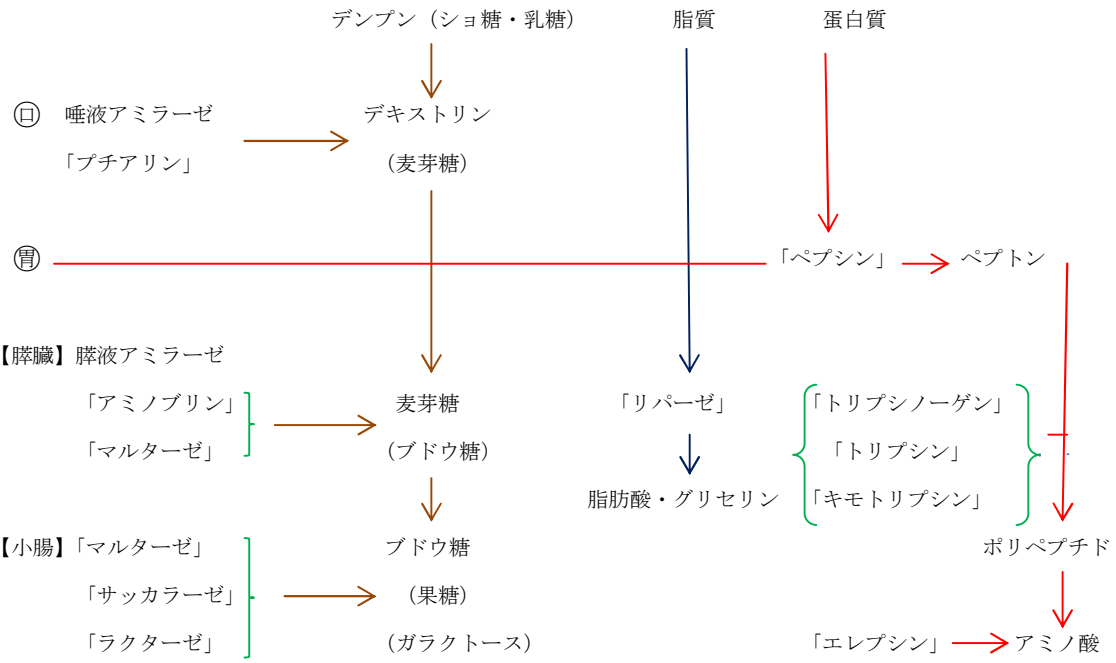
分泌量は、１日１～１．５ℓ。酵素は、デンプンをマルトース（麦芽糖）へ分解する「βアミラーゼ」、体外から侵入した細菌から体を守る酵素の「リゾチーム」、抗菌作用を持つ酵素の「ペルオキシターゼ」・「ラクトフェリン」・「セレニウム」だ。

唾液のｐＨは中性で、これが酸性に傾くと虫歯や口内炎ができやすくなり、それを防ぐ役割があるそうだ。

[考察]　少しくらいのけがなどは、唾液で治せることがわかりイメージが変わった。唾液は、身近な治療薬だ。

人間の体内で、どのような消化活動が行われているのか調べたいと思った。

（主な消化酵素の種類と働きを図にする）



[考察]　最終的に変化するかたちは、デンプンはブドウ糖、タンパク質はアミノ酸、脂質は脂肪酸・グリセリンになることがわかった。

消化には各臓器でさまざまな酵素のはたらきがあることに驚いた。このほか教科書には、体内の不要な物質を体外に出す働きに関わっている腎臓や肝臓のことが載っていた。腎臓は、血液をろ過して不要な物質を取り除き尿として体外に出す役割をする。肝臓では、タンパク質が分解されるとできる有害なアンモニアを無害な尿素に変えて血液で腎臓に運ばれることを知った。調べていくと、体内では呼吸やすべての活動によって有害な活性酸素が発生し、これを撃退する抗酸化物質が肝臓に存在することがわかった。抗酸化物質は活性酸素によって細胞が酸化するのを防ぐ役割をする。抗酸化物質は、「酵素（抗酸化酵素）」「ビタミン」「植物科学栄養素（ファイトケミカル）」「Ｑ１０補酵素・メラトニン・グルタチオン」がある。肝臓の酵素について調べることにした。

（肝臓に含まれる抗酸化酵素）

タンパク質とミネラルから合成される活性酸素消去酵素。

①ＳＯＤスーパー・オキサイド・ディスムターゼ（超酸化物不均化酵素）・・・人間が分泌している抗酸化酵素の中で最も多く活性酸素を消し去れる力がある。９万個／秒。働きは、活性酸素を中和して「酸素」と過酸化水素水に分解する。（過酸化水素水は有害物質）

②グルタチオンペルオキシターゼ・・・ＳＯＤによって作られた過酸化水素水を「水」にする酵素。体内に十分なセレニウムが必要。（人間が自分で作ることができるミネラル）

③カタラーゼ・・・ＳＯＤによって作られた過酸化水素水を「水」と「酸素」に分解する酵素。

これら３つの酵素が働くには、原料となるミネラルが必要で、ＳＯＤには銅・モリブデン・マンガン・亜鉛・鉄・セレニウムが、グルタチオンにはセレニウムが、カタラーゼには鉄が使われている。

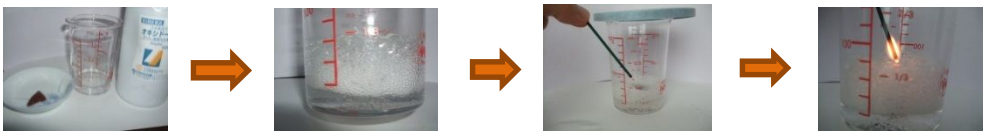
[考察]

抗酸化酵素にはたくさんのミネラルが必要だとわかった。なかでも、セレニウムは唾液に含まれていることからもそしゃくの重要性を知ることができた。噛むことは、唾液分泌につながり、消化を助けるだけでなく活性酸素消去酵素の分泌にも役に立っているということだ。教育テレビでは、とても興味深い酵素の実験が紹介されていた。肝臓のカタラーゼ酵素による過酸化水素水の分解実験だった。やってみたいと思った。

[実験８]　肝臓のカタラーゼ酵素の存在を確かめる。

[方法]　肝臓（豚のレバー）と、過酸化水素水（オキシドール）を使い分解させる。

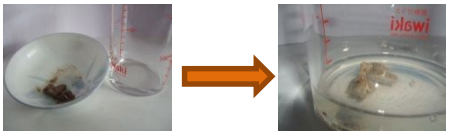
[結果]



オキシドールと肝臓が入った耐熱カップに火をつけた線香を入れると・・・・・・・・火が激しく燃え上がった

このことから、肝臓のカタラーゼ酵素により過酸化水素水から酸素に分解できたといえる。

対照実験として肝臓を加熱したもので酵素の働きを比較する。



[考察]　実験により、肝臓のカタラーゼ酵素が確認された。対照実験では、酸素は出なかったので酵素は失活したことになる。

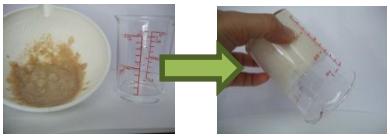
カタラーゼ酵素はこのほか、どこに存在するのか調べたところ生物全般にあることがわかった。家にあった野菜で実験する。

［実験８の追加］野菜にカタラーゼ酵素は含まれているか

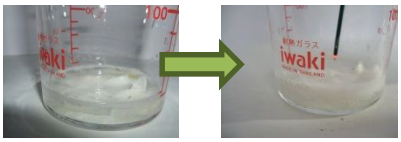
[方法]　オキシドールを入れた耐熱カップにサツマイモ・ジャガイモ・ニンジン・ねぎをすりおろしたものを入れる。

[結果]

〈サツマイモ〉　　サツマイモのカタラーゼで酸素が発生して、線香の火が激しく燃えた。



〈ジャガイモ〉　　逆さまにしても落ちない泡が立つが、意外にも線香の火が燃えなかった。



〈長ネギ〉　　ジャガイモほど泡立たず、線香の火も燃えなかった。

〈ニンジン〉　　ニンジンのカタラーゼで酸素が発生し火が燃えた。

[考察]　野菜にもカタラーゼ酵素が含まれていたことが確認できた。ジャガイモと長ネギでは、何回も実験をしても線香の火はほとんど燃えなかったが、細かい泡が立っていることから、カタラーゼ酵素によって分解されていると考えられる。

Ⓜ《胃腸薬と酵素の関係》

（胃腸薬の成分を調べる）　デンプンを分解するビオジアスターゼやタカジアスターゼ、中性脂肪を分解するリパーゼ、脂肪や脂肪酸の分解を促すウルソデスコキシコール酸、タンパク質を分解するニューラーゼやプロザイム、糖質を分解するバンクレアチンなどがある。調べていくと、デンプンが糖に変化する過程が水あめを作る工程に似ていることが分かった。そして、胃腸薬のタカジアスターゼを使って作れることを突き止めた。

[実験９]　消化酵素のタカジアスターゼと片栗粉を使って水あめを作る

水で溶いた片栗粉でヨウ素反応あり。　熱湯を入れて練る。　砕いたタカジアスターゼ酵素を入れデンプンを溶かす。　液体になったら６時間魔法瓶で保温後、鍋に出す。

鍋を火にかけ、煮詰めていく。　固くなってきたら割り箸に取る。

[結果考察]

水あめの完成！　味は、サツマイモ飴にとても似ていた。

《酵素について調べる》

酵素は、全生物界に存在しており細菌で１０００種類以上の酵素を必要とする。人間の体内には、３０００～５０００種類の酵素がある。酵素はタンパク質からできており生体で起こる化学反応の触媒（しょくばい）として働く。触媒とは化学反応を生じ易くさせる働きのこと。酵素の触媒作用を受ける物質（作用する相手）を基質という。酵素の性質は、触媒する基質が決まっている、これを基質特異性という。また、酵素自身はまったく変化しない。酵素は熱によって変性（壊れる）する。

《研究を終えて》

酵素は、消化・吸収・代謝・排泄などあらゆる過程に関わっており、まさに生きているのは、酵素のおかげだといえる。

酵素の特性が基質特異性であると知り酵素の仕事は、それぞれ一つであるとわかった。また、活性する条件や失活する条件があり酵素は、生きているといえる。今回の実験では、全てがとても衝撃的だった。タンパク質分解酵素でタンパク質が分解され、炭水化物分解酵素で炭水化物が分解されるという、酵素の相性があって他には作用しない。活性するには、最適な温度条件があることなど酵素の働きに驚きの連続だった。酵素が基質に働くと基質が違うものに変化したりして、酵素が生きているということを、自分の目で確かめることができて、よかったと思った。

今回の研究でやれなかった、ｐＨの条件下での活性の比較などにも挑戦したいと思った。