

野菜から酸素？酸素を作る酵素について

東海大学付属静岡翔洋小学校

6年 中林夕結

1 動機

6年生の理科の最初の実験は「ものの燃え方」でした。燃焼には酸素が必要で酸素があると炎がぱっと明るくなり面白かったです。そして3年の自由研究で水草が光合成で酸素を作ることを思い出し、植物の光合成以外でも酸素が作れないのかな？と考え調べたら「野菜から酸素を発生させる実験」※下記の(1)があることを知りました。本当に野菜から酸素がでるのか？野菜も植物なので光合成をして酸素を出しているのではないのか？授業で習った水上置換法を使い調べることにしました。

2 研究内容

- (1) ダイオンから酸素を発生させる。
- (2) 他の野菜でも酸素を発生させられるか、また、切り方を変えると酸素の発生に違いがでるか。
- (3) 野菜の部位(実やクキ等)で酸素の発生に違いがでるか？
- (4) ゆで野菜にすると酸素の発生に違いがでるか？(野菜を凍らせるとどうか？)
- (5) 酸素が良く出る温度があるのか？
- (6) 酸素は野菜から出ているのか？芽生えからでているのか？
- (7) 野菜以外で酸素を発生させられるものがあるか？

3 研究

- (1) ダイオンから酸素を発生させる。

ア 方法 ダイオンと芽生えをジップロックに入れ、空気をぬき観察する

(計測時間5分、ダイオンの量10g、芽生え1.5% 10ml)

イ 調べること 酸素が出ているか。出ている場所、量、時間

(ア) 気体を調べる 気体が集まったらジップロックを開けて火のついた線香を入れて観察、様子から何の気体が推定する。

(イ) 3年生の自由研究で調べた水草の光合成から酸素が出る様子との違いを考える。

ウ 結果 ダイオンから気泡がでた

(ア) 気泡について

- ・発生場所 ダイオンの周り全体から
- ・量 小さな泡がでて、大きな気泡になった
- ・時間 芽生えを入れるとすぐに
- ・様子 炭酸のようにシュワシュワ音を立てて発生



※写真) 大根から気泡が出た

エ 考察 気体を集めたジップロックに火のついた線香を入れると、理科の授業「ものの燃え方」のときのように炎が明るく光ったので、気体は酸素だと考えた。

酸素を発生させるダイオンと芽生えの化学反応について調べると芽生えは過酸化水素 H_2O_2

($H-O-O-H$) で、ダイオンの酵素(カタラーゼ)に反応して 酸素と水を発生させるとわかった。

(※日本分析化学専門学校HPより)

オ 感想 実験前は酵素の反応は光合成のようにゆっくりで少しずつ酸素を発生させると予想していたが、酵素は芽生えを加えると同時に反応が始まりあっという間に酸素を作り出すことに驚いた。

(2) 他の野菜も芽生から酸素を発生させられるか、切り方を変えると違いがでるか。

ア 方法 試験管の中に異なる切り方の野菜を入れ、芽生を加え密閉、水上置換法で発生する気体をメスリンダーに集め発生量と酸素かどうかを調べる。

(計測時間 15 分、材料の量 10 g、芽生 3% 15cc)

(ア) 野菜 ダイコン・かぶ・キュウリ・アスパラ・カイワレ大根・トマト・パインアップル ※写真) 水上置換法

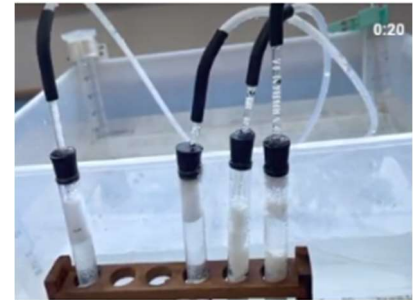
(イ) 切り方 5ミリ角・みじん切り・すりおろし・しぼり液

イ 調べること 気体の発生量、気泡の観察、試験管の温度

ウ 結果 集めた気体は全てお線香を入れて、燃えるか確認
酸素発生が多い野菜 ダイコン・かぶ・キュウリ・アスパラ・カイワレ大根
少ない野菜 トマト・パインアップル

多い切り方 5ミリ角、みじん

少ない切り方 すりおろし



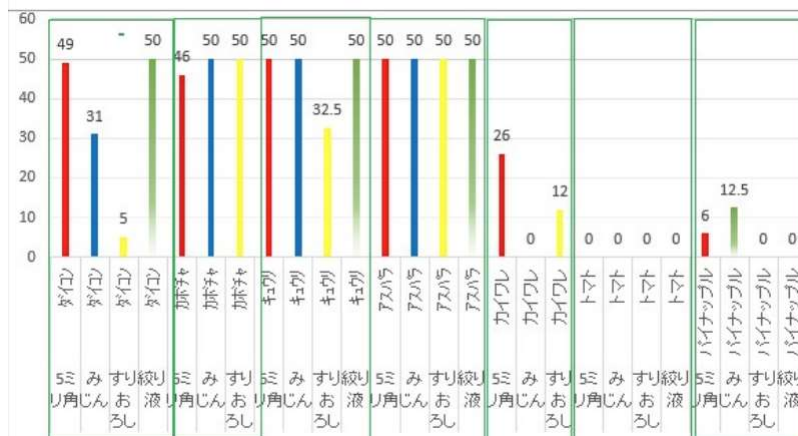
※写真)

かぶの反応の様子

左からすりおろし、みじん、角切
すりおろしは多数泡ができています



※写真) メスリンダーに集めた
気体にお線香を入れた様子



※グラフ) 野菜の切り方と期待発生
量反応の様子

- ・かぶ・キュウリ・アスパラは酸素発生が多かった。
- ・野菜により酸素発生に違いがある
- ・試験官は熱くならなかった。
- ・芽生と野菜が混ざるとすぐに反応をはじめ、10 から 15 分ほどで反応が少なくなる。

エ 考察

・芽生と反応し、酸素を発生させる野菜とさせない野菜があるとわかった。小2の自由研究で生のパインアップルにはゼラチンゼリーを溶かす酵素があること、小5の自由研究でトマトにつく天然酵母が活発に発酵して気泡を作り、トマトには酵素の素がありそうなのに芽生と反応せず不思議だと感じた。野菜や果物はそれぞれもっている酵素が違うのだと考えた。

・野菜の切り方で酸素の発生量に差が出ることがわかった。みじん、すりおろしの様に細かいと酸素が多く発生。野菜の切った面が多く芽生と触れる部分が多くなると反応が増えるためと推測した。

- ・酵素が反応して酸素を出すときは発熱しない。
- ・野菜により、反応の量や激しさが違った。アスパラ・カボチャは激しく反応した。
酵素には種類があるのかもしれないと考えた。
- ・オキシドールと反応して酸素を出すものダイコン、キュウリ、カワレ大根、カボチャ、アスパラでゼラチンゼリーを溶かすもの
ハッパール・キイ ※小2 自由研究ゼリーと果実反応より

(3) 野菜の部位（実やクキ・皮等）で酸素の発生に違いがでるか？

ア 方法 野菜の内側と外側、上部と下部、花芽と茎などとオキシドールで化学反応させて水上置換法でメスリンダーに気体集め発生量を比べる。（計測時間5分、ダイコンの量5g、オキシドール1.5% 10ml）

イ 調べること 気体の発生量、気泡の観察、試験管の様子（温度）、野菜はダイコン、カボチャ、キュウリ、アスパラ、カワレ大根の5種類

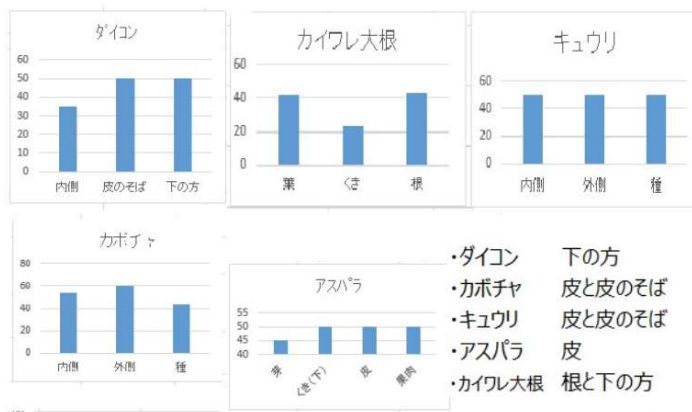
ウ 結果 部位により酸素の発生に違いがでた。皮と外側、根や茎の下の方多い。

気泡ができることで材料が上に押し上げられてしまいオキシドールに浸っていないこともあり正確な気泡の発生量が調べられなかったが、気泡が出来ているときの勢いで違いを判断した。

激しく反応し、オキシドールが溢れてなくなると反応がとまる。試験管の温度は上がらなかった。

※グラフ) 野菜の部位ごとの酸素発生量

※写真) カボチャの部位で気泡の大きさが違う



お線香が燃焼している様子

エ 考察 ダイコンとカワレ大根は 辛み成分があり同じような仲間なので、根など下の方に酵素があるのではないか。カボチャ・キュウリは皮の色が濃い緑色でその濃い成分に多く酵素があるのではないか。酵素が多く含まれる部位は野菜により、異なることがわかった。同じ野菜で部位にどんな違いがあるのか断面を顕微鏡で観察してみたい。

(4) ゆでた野菜は酸素を発生させるか？

ア 方法 野菜をゆでて、研究(2)と同じ方法で酸素の発生を調べる。研究(2)で酸素が多く発生した材料と切り方にする。(2)の生野菜の結果と比べる。・ゆで時間 沸騰後1分

イ 調べること 気体の発生量を調べる

材料 ダイコン(下根)、カボチャ(皮と皮のそば)、キュウリ(果肉)

ウ 結果 全てほぼ反応なし。※ダイコンはわずかに泡が出たが気泡になるほど集まらず計測不能。

エ 考察 沸騰したお湯で1分ゆでた野菜は、酵素が働かず、酸素を発生させない。

★沸騰したお湯と正反対に凍らせた場合はどのように反応するか?調べてみたくなり、研究を追加する。

(4-2) 追加実験 凍らせた野菜は酸素を発生させるか？

ア 方法 野菜を凍らせて酸素の発生を調べる。※凍らせたあと解凍して刻んだ

イ 調べること 気体の発生量を調べる 野菜はダイコン(下根)・カボチャ(皮と皮のそば)・キュウリ(果肉)

ウ 結果 ダイコン・カボチャ・キュウリ全て酸素が発生した。

エ 考察 予想外の反応で驚いた。10分ほどで反応が少なくなった。凍らせた野菜もゆで

野菜と同じで酵素が働かなくなると予想していた。しかし、非常に活発に泡がたまるほど反応を

したのはなぜだろう。

★凍った野菜を切ったとき生の野菜やゆで野菜よりも水分がたくさん出た。この水分は野菜の成分で、この水分に酵素が含まれていると考えた。

※写真) ゆでた野菜は気泡がでない

※写真) 凍らせた野菜は気泡が出た追加実験



(5) 酸素を良く発生させる温度があるか?酵素が反応する温度があるのか?

ア 方法 材料を入れた試験管を常温水、湯、氷水 (2) にいれてと同じ方法で調べる

イ 調べること 気体の発生量を調べる。

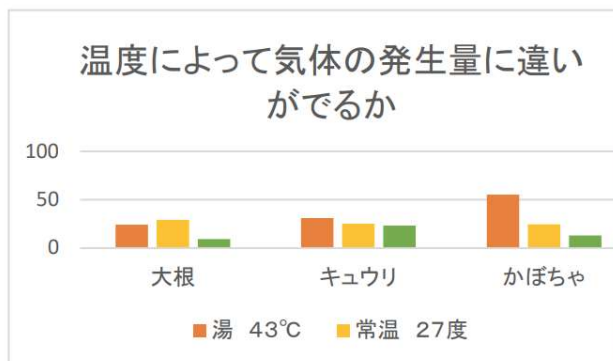
野菜は ダイコン・かぼちゃ・キュウリの3種類、

温度は 湯43℃、常温27℃、氷水5℃

ウ 結果 湯は3つの野菜全て活発に反応した。とくにかぼちゃは活発に反応した

常温3つの野菜全て活発に反応した。とくにダイコンが活発に反応した。

氷水 3つの野菜全て反応が少なかった。キュウリは他より反応が多めだった。



エ 考察 キュウリとかぼちゃはお湯で温めると反応が強く常温より酸素を多く出した。

冷やすと酸素を出さなくなった。氷水に入れるとすぐに酸素を出し始め、約10分後反応がとまった。酸素の発生量は 温>常温>冷 となった。

★ゆで野菜は酸素が発生しなくなったので湯 (44℃) にいれても反応しないのでは?と予想していたが、結果は44℃で温めた試験管の野菜の酸素が多く出た。また (4-2) の凍らせた野菜も酸素が出た。

そこで研究 (4) のゆでた野菜の結果はどうしてだろうと改めて考えた。温度が高すぎたのでは?ゆでた時、酵素が水に溶けだしてしまったのでは?と考え

★追加実験 酵素が水に溶けださないよう野菜を電子レンジで温め、気体の発生量を調べることにした

(4-3) 追加実験 ゆでずに電子レンジで温めた野菜は酸素を発生させるか?

ア 方法 野菜を電子レンジであたためて酸素の発生を調べる。※温めてから刻んだ

イ 調べること 気体の発生量を調べる 野菜は ダイコン・かぼちゃ・キュウリの3種類

ウ 結果 全てほぼ反応なし。

- エ 考察 高い温度になった野菜は、オキシドールを混ぜても酸素を発生させなかった。
野菜が高温になると酸素が発生しなくなる＝酵素が働かなくなる。
酵素が反応しやすい「温度」があることがわかった。

(6) 野菜から出ているのか?オキシドールからでているのか?

ア 方法 反応が終わったところに、オキシドール・材料をそれぞれ追加して気体の発生を調べる。

イ 調べる事 気体の発生量を調べる

材料 ダイコン パターン1 ダイコンにオキシドールを加え、反応が少なくなったころ「オキシドール」追加
パターン2 ダイコンにオキシドールを加え、反応が少なくなったころ「ダイコン」追加

エ 結果 どちらも追加後に反応が活発になった。

追加1回目は反応があつたが、追加2回目は少しの反応しか起こらなかった。

オ 考察 気体が発生する要因がオキシドールなのか、ダイコンなのかは判定できなかったが、同じ材料を追加し続けても反応が起こらなかったなので気体が発生させるには野菜もオキシドールもどちらも必要とわかった。

★野菜が光合成で酸素を発生させているのではないので、野菜以外にもオキシドールと反応し 酸素を発生できるのではないかと確かめることにした。

(7) 野菜以外でオキシドールから酸素を発生させられるものがあるか。酵素をもっているものを探す

ア 方法 (2)と同じ方法で酸素の発生を調べる。

イ 調べること 気体の発生量を調べる

材料 豚肉、しいたけ、納豆(納豆菌)、ヨーグルト(乳酸菌)、土(微生物) 酵素入り製品の7種類

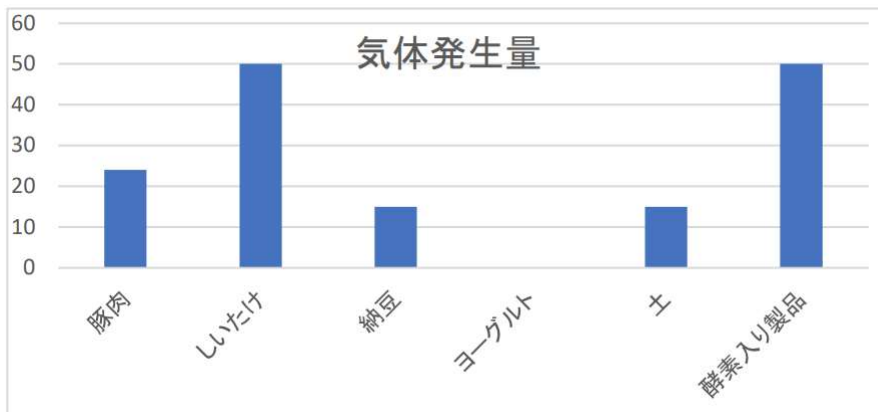
ウ 結果 豚肉、しいたけ、納豆、土、酵素入り製品が気体が発生させた気体が燃えた
(酸素を発生させた)のは 豚肉、しいたけ、納豆、土の4種類

材料	材料量	オキシドール	気体発生量		気体量多い順	泡の様子	線香の様子	酸素かどうか	気が付いたことなど
豚肉	5	5	24		3	予想より反応があった。泡が次から次へと出てくる。		○	
しいたけ	5	5	50	以上	1	気泡が多い。予想に反し一番激しい反応だった。		○	
納豆	5	5	15		4	泡が多い ネバネバが白くなった		○	
ヨーグルト	5	5	0		5	反応なし		×	
土	5	5	15		4	食べ物ではないが反応があった。7分すぎたら反応がなくなった。土が泡の動きで混ざるくらい反応した		○	
酵素入り製品	5	5	50	以上	2	あっという間に 泡で埋め尽くされた 気体というよりスムージーのような泡	明るくならない	×	気体が酸素が不明

- エ 考察 野菜以外にも豚肉・しいたけ・土は酸素を発生させる酵素をもっている。しいたけがとくに多く気体が発生させたので酵素を多くもっているのかもしれない

※グラフ) 気体の発生量

※写真) シイタケから発生した酸素がもえる様子



酵素入り製品から発生した気体は燃焼しなかったので酸素ではないと考えた。

<わかったこと>

- ・野菜が酸素を発生させるのではなく、酵素に酵素が加わると化学反応で酸素が発生する。
酵素だけ、酵素だけを追加しても酸素を作り続けられない。どちらも必要。
- ・酸素の発生の仕方は、酵素と混ざった瞬間から始まり、光合成のようにゆっくりとした反応ではない。
すぐに激しく反応するが、反応で発熱することはない。
- ・酸素を発生させる野菜とさせない野菜があるので、酵素を持つ野菜と持たない野菜がある。
- ・ゼラチンを溶かす酵素をもつアップルは酵素に反応しなかったので、酵素によって反応する内容が違い
酵素は種類があるとわかった。
- ・野菜の切り方で酸素の発生量に違いがでることから、酵素と野菜がもつ酵素がふれる部分が多いほど反
応する。(酸素の発生と酵素の量は比例している)
- ・酸素の発生量は野菜により違う。また野菜の部位でも違う。酵素が多く含まれる部分がある。野菜では根
や皮に近いところに酵素が含まれているとわかった。大根・かいわれ大根は根菜なのでニンジンやゴボウにも
多く含まれているかもしれない。
- ・酵素が反応する温度がある。44℃位に非常に活発に反応を起こした。
高温 (沸騰) × ・お湯 (44℃) ◎ ・常温 ○ ・低温 (5℃) ・冷凍後
※低温でも反応を起こす酵素もある。※沸騰させると酵素が働かなくなる。

《まとめ》

- ・酵素から酸素を発生させる酵素を持つ物に共通することは何か。
野菜は外に触れる皮などの部分に多く含まれていた。皮やその付近に多く含まれる理由は「酵素」に一番
近い部分だからなのかもしれない。
 - ・酵素を発生した野菜がどんな酵素を持っているか調べた。
- | | | | |
|--------|----------|---------|-------|
| ダイコン | アミラーゼ | 消化酵素 | 酵素と反応 |
| | プロテアーゼ | 消化酵素 | |
| | リパーゼ | 消化酵素 | |
| かいわれ大根 | ジアスターゼ | | |
| | オキシターゼ | | |
| かぼちゃ | アスコルビナーゼ | ビタミンを酸化 | |
| キュウリ | アスコルビナーゼ | ビタミンを酸化 | |
| | ホスホリパーゼ | | |

アスパラ アスパラゴリン

オキドールと反応するアミラーゼを含む記載があった野菜は大根のみ。アミラーゼが含まれていないのにどうしてオキドールと反応して酸素を発生したのか？

※アミラーゼについて再度調べてみると

アミラーゼはたいていの生き物が持っている酵素。赤血球や微生物ももっているとわかった。酸素の発生量の違いはそれぞれの野菜が持っているアミラーゼの量によるもの。

赤血球にも含まれているので、豚肉にも含まれている。

微生物ももっている所以、微生物が多数いる「土」もオキドールと反応した。

材料により持っている酵素に違いがあり、水上置換法で気体を集めるとき、試験官のゴム栓が飛んで抜けてしまうほど激しく酸素を発生させることや、野菜だけでなく肉、菌類、納豆や土にも酵素があることに大変驚いた。予想外のことが起きる実験は本当に楽しく、今後も化学反応をする酵素の働き等について、もっと学習したいと思いました。

以上

参考

- ・日本分析化学専門学校 HP
- ・HP[ネットで化学]
- ・科学大好きクラブ家庭でトライ!! 野菜の酵素で化学反応