

植物色素の 不思議な力



碧南市立新川中学校

3年2組

石川 未紗

部門A

目次

研究を始めたきっかけ.....	2
研究の動機.....	2
研究の目的.....	2
事前調査と事前実験.....	2
追研究の目的.....	6
追研究の内容.....	6
追研究Ⅰ.....	6
追研究Ⅱ.....	9
まとめ.....	12
研究を終えて.....	13

《研究を始めたきっかけ》

きっかけは、昼食作りだった。母から「材料は冷蔵庫にあるものを使って」と言われていたので、私の好きな焼きそばとサラダ、赤シソジュースを作ることにした。焼きそばの材料は、中華麺・ピーマン・玉ねぎ・人参・冷凍シーフードmix・キャベツの代わりに紫キャベツを使った。

作り方は2つのフライパンの、片方でシーフードmixとあまり火を通したくないピーマンを炒めておき、もう片方でしっかりと炒めた玉ねぎと人参に、少し柔らかくしたかった紫キャベツと麺がほぐれやすくするための少量のお湯を入れ、最後に二つを合わせたところにソースを入れて炒める。ところが、合わせる前に麺の色が緑色になってしまったためソースを入れることをやめた。わたしは、何が起こったのか不安になり、母の帰宅後に確認してもらうことにした。

《研究の動機》

食べられると聞いたので、再度火を入れ直しウスターソースを入れ炒めた。

できあがった様子は、緑色が少し残る部分もあったがいつもの焼きそばになった。

この時母から「化学反応みたいだね」と聞いたわたしは、なぜこのような現象が起こったのか、化学反応なのか知りたくなり不思議現象について調べることにした。

《研究の目的》

麺の色が変わった原因を科学的に探ることを目的とする。

《事前調査と事前実験》

この現象の原因を母と祖母に聞く。母は「野菜と炒めただけだからソースをかければ食べられると思うよ。色も茶色になったからソースに秘密があるかもね。

インターネットで調べる前に自分の知識や予想で考えて」と言い、

祖母は「ナスでも入れたかん！」と言っていた。

二つの疑問点について仮説を立て確認実験をやってみる。

①蒸し焼きした野菜と麺は、なぜ麺だけ緑色になったのか、その原因を探る。

②ウスターソース投入後に麺の色が茶色に変化したのはなぜか原因を探る。

まず①について、野菜自身の色素と麺の黄色い色素が単純に混ざり合わさったと思った。

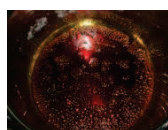
しかし、(人参のオレンジ×黄色)・(玉ねぎの白×黄色)・(キャベツの紫×黄色)

どれを混ぜても緑になるわけがなく、他に原因が思いつかず②について考えることにした。ウスターソースの原料表示を見ると、カラメル色素が使われていた。緑になった麺が茶色に変化したのは茶色のカラメル色素が関係しているのではと考えた。そこで、カラメルを作り緑色の麺にかけて茶色に変色するか調べることにした。

〈事前実験 1〉

茶色になった原因はなにかを追究する。

まず、緑色の麺にカラメルをかけるとどうなるか？



グラニュー糖＋水
→カラメル



緑色の麺に
かける



かけた後の拡大写真

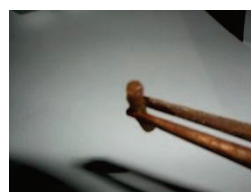
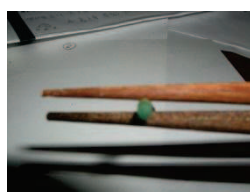
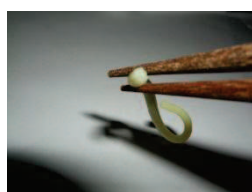


ソースとカラメルの色の
様子を比較

〈結果と考察〉

カラメルは表面に絡まっているだけで麺自体は変色しなかった。

カラメルが表面にしか絡まっていないことを確認するために、断面を比較する。



	変色前	緑色に変色した麺	ソースで変色した麺	カラメルをかけた麺
中まで変色の有無		○	○	×

結果として、カラメルは変色とは無関係であることが確認できた。

このことから、ウスターソース中のカラメル色素以外の原料が緑色の麺と

反応して色が変わったと考えた。この様な変色などの現象が他にもあったか

考えたところ、昼食作りで一緒に作った赤シソジュースを作る工程で、クエン酸の

代わりに食酢を入れたら鮮やかな赤紫色に変化したことを思い出した。この反応は、

赤シソの色素が溶けだして茶褐色になったお湯が酸性の食酢によって変化したものだ。
茶色への変色はこれと似た反応ではないかと考えた。ウスターソースの成分には

酸性またはアルカリ性のものが入っていて緑色の麺と反応して茶色になったと考え、
なにが関係しているのかも一度ソースの材料を調べ直すことにした。

〈①の仮説〉 茶色に変色したのは、 赤シソジュース作りでの反応と同じように
pH が関係しているのではないかと

〈原料調べ〉

ウスターソースの原材料→たまねぎ・トマト・セルリー・にんにく・糖類・食塩

醸造酢・タンパク加水分解物・香辛料・カラメル色素
調味料アミノ酸

麺の原材料→小麦粉・食塩・かんすい・植物油脂・乳化油脂・クチナシ黄色素

〈インターネットで調べ学習〉

pH ピーエイチとは・・・水溶液中の水素イオン濃度の指数で pH1~14 まであり、物質の酸性・アルカリ性の度合いを示す物理量である。両方同じ量なら中性の pH7。

①ウスターソース自体の pH は酸性で、ウスターソース内の醸造酢も酸性であった。

②小麦粉の主成分は炭水化物、植物性のタンパク質で水溶液でないから pH は測定できない。

③クチナシ黄色素は pH に作用するか調べる。
水溶性の黄褐色、橙黄褐色でその色は中性からアルカリ性域で安定しタンパク質やデンプンなどへの染着性が良好。

④かんすいとは何か？酸やアルカリに作用するか調べる。
原料は、炭酸ナトリウムで小麦粉のタンパク質グルテンと結びつき弾力が増す。
炭酸ナトリウム水溶液はアルカリ性。混ぜ込んだことで麺は塩基性となる。

⑤食塩・糖類・油脂は水溶液でないから pH に影響はない。

〈調べた結果〉

材料・原料	pH	
ウスターソース	酸性	酸性の醸造酢が入っている
かんすい	アルカリ性	麺の弾力を出す作用がある
クチナシ色素		かんすいと植物性タンパク質の小麦で黄色が安定して発色している

よって、麺は黄色のアルカリ性だと分かった。

また、麺が茶色になった原因は酸性である醸造酢とアルカリ性である緑色の麺が反応したからだと思った。後に原因を追究することにする。

〈事前実験 2〉

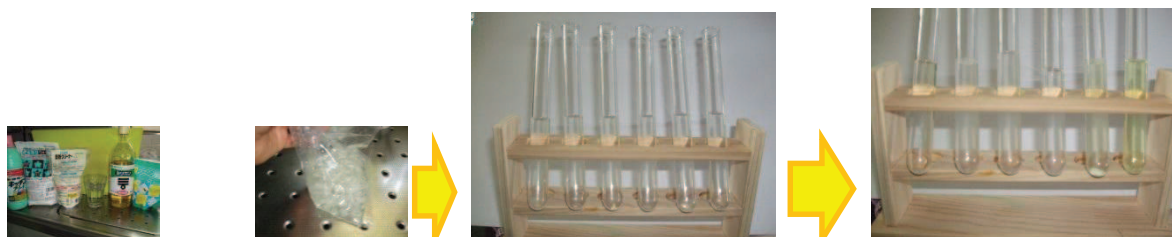
麺が緑色になった原因を追究し、人参・玉ねぎ・紫キャベツは pH に作用するのか確かめる。

〈②の仮説〉

使った野菜の中に、赤シソのような反応をするものがあるのではないか？

〈方法を探る〉

小学生の頃、水溶液の液性を調べた時、指示薬としてリトマス紙を使い、酸性は赤色アルカリ性は青色になった。中1ではオオカナダモの実験でBTB溶液を使い、 CO_2 が増えると酸性で黄色、中性は緑色、 CO_2 が減るとアルカリ性で青色になることを知った。このような指示薬を使わないで、野菜色素が酸やアルカリに作用するか調べる方法を探したら、小6の教科書に水溶液の性質で100%ブドウジュースに塩酸や水酸化ナトリウム水溶液を入れて反応させるもの、紫キャベツを煮た水溶液を使ったものが載っていた。そこで野菜色素を抽出して水溶液を作り、酸性・中性・アルカリ性のものを家にあるもので用意し野菜色素水溶液との反応があるか調べることにした。



『浄水で抽出した玉ねぎ色素の水溶液』

試験管左から	強アルカリ性の	pH12.8	キッチンブリーチ
	酸性の	pH2	クエン酸
		pH3	食酢
	中性の	pH7	浄水
	アルカリ性の	pH8	重曹
	強アルカリ性の	pH11	セスキ炭酸ソーダを滴下

たまねぎ水溶液は、pH11のみ黄色く反応した。酸性では反応なし。



『浄水で抽出した人参色素の水溶液』

人参水溶液は、強アルカリの pH12.8 のみ色素が薄くなった。酸性では反応なし。



『浄水で抽出した紫キャベツ色素の水溶液』

紫キャベツ水溶液は、中性の浄水以外に反応した。

〈結果〉

紫キャベツ色素だけ酸やアルカリに反応して変色した。pH11 で緑色の反応が見られたことから、紫キャベツ色素が麺に含まれるアルカリ性のかんすいに反応していたと確認できた。また、紫キャベツ色素がリトマス紙や BTB 溶液と同じように指示薬となることも分かった。

紫キャベツ色素の水溶液で、左端の試験管の色が無くなって薄い黄色になった原因をインターネットで調べたところ、キッチンブリーチが pH12.8 の強アルカリのため色素が不安定となり退色という現象が起こることが分かった。

この試験管内の水溶液上部では、うっすらと退色する前の緑色が残っていた。

焼きそばが緑色になった原因は紫キャベツの色素がかんすいに化学反応したためであることが分かった。

(追研究の目的)

調べ学習でわかったことや事前実験の結果から、pH によって幅広い色調を持つ紫キャベツを使い、何色の麺が作れるのか科学的に探る。

そのほかの植物色素などでも反応するものがあるか調べ、反応があった麺があれば、それを使って焼きそばを作る。

この二つを目的に追研究を進めることにする。

また、食べられることを前提にするので食品以外のものは使わないこととする。

(追研究の内容)

追研究 ① ・ ・ 食べることを前提に、何色の麺がつかれるか？

追研究 ② ・ ・ 紫キャベツ色素以外で中華麺を変色させることができるものはないか？

追研究 ①

いろんな色を作るには、酸性やアルカリ性で食用できるものを使い麺と反応させると作れると考え、食用酢とベーキングパウダーを使うことにした。

ベーキングパウダーの主原料は重曹と同じ炭酸水素ナトリウムだ。

この二つで、紫キャベツの特性を利用した赤色系・青、緑系の麺を作る実験をする。

〈方法〉

まず、元の麺は食用酢とベーキングパウダーでは変色はしないことを確認してから紫キャベツ色素抽出液で緑色の麺を作る。そこへ食用酢をかければ酸性に傾き

確認実験 2 のように色が緑→紫→ピンクへ変わっていくと考えた。また、色の濃い緑を基準にした方が幾色かの青緑系・赤系の麺が出来るのではと考えた。

条件を揃えるために、麺 10 g ・ 紫キャベツ 5 g ・ 浄水 30 c c とした。

〈実験 1〉

先に紫キャベツと浄水を 1 分半加熱して、麺を蒸し焼きにする④。

次に、色を濃くするには麺にベーキングパウダーを混ぜてアルカリ度を上げれば作れるのではと考え、使うことにした。

ベーキングパウダーを耳かきいっぱい入れたもの⑤と④の色を比較する。



元の麺

④の麺

⑤の麺

ベーキングパウダー耳かき
1 杯程度

〈結果と考察〉

理由は...

④⑤共に変化が見られなかった。

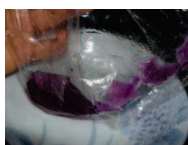
→ ⑤は重曹を入れた時、シュワシュワと音が立ち蒸発したからと考えた。

なので...

麺に直接振りかけて熱しながら馴染ませて取り分けておき、水と紫キャベツを蒸し焼きした中に入れて炒めることにした。また、紫キャベツ色素も濃い方がよく反応するのではと思い直接蒸し焼きにしないで、一旦色素を抽出することにした。

生と凍らせたもので揉んだ後の水分量を比較すると、生の方が少なく少し濁った感じになったため凍らせた紫キャベツと浄水を袋内で揉んだものを使うことにする。凍らせた野菜は自然解凍すると元の固さよりも柔らかくなるので、色素が出やすくなり強い反応が出るのではと考えたからだ。

〈実験 2〉



凍結した紫キャベツと
浄水で抽出

元の麺と混ぜた④と⑤の麺の色を比較

〈結果と考察〉

色素を濃くしたことでベーキングパウダー無しでも④の方が少し濃くなった。

更に濃い色を作るために、ベーキングパウダーの量を増やすことにした。

〈実験 3〉



⑩→ベーキングパウダーを⑨の 2 倍



⑪→ベーキングパウダーを⑨の 5 倍

〈結果と考察〉

	⑩の色	⑪の色
変化の様子	あまり変化がない	濃い緑色になった

大して色が濃くならなかったの、ベーキングパウダーを増やしてもアルカリ性は強まらなと考えた。麺自体のアルカリ度を上げることは難しいと判断した。

また、ベーキングパウダーの増やしすぎは味にも影響すると感じた。

そこで⑩の結果から色素の濃度に着目し、紫キャベツの色素を浄水で抽出しないで凍ったまま揉み、100%紫キャベツ自身の水分のみで抽出する方法で試すことにした。

〈実験 4〉



100%色素のみ



⑨元の麺と混ぜてから炒めたもの

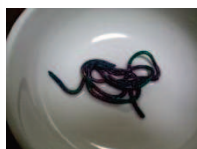
〈結果〉

⑪はこれまでの実験の中で、一番濃い緑色になった。味に影響なく変色させるには、麺の pH 状態は変えずに紫キャベツ色素の濃度を調節すればよいと分かった。

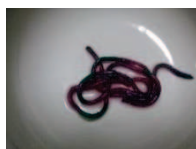
〈実験 5〉

青色や赤色系に挑戦する。事前実験 2 での水溶液は酸性で赤色系になったことから、緑色の状態から pH を少し酸性に傾けることで青色になるのではと考えた。また、事前実験 1 で確認できなかった緑色の麺がウスターソースの醸造酢によって茶色になることの確認もできると考えた。

試しに⑪の麺に食酢をかけると麺は赤っぽく変化していった。



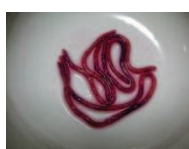
直後



10 秒後



30 秒後



60 秒後



90 秒後



120 秒後

〈結果と考察〉

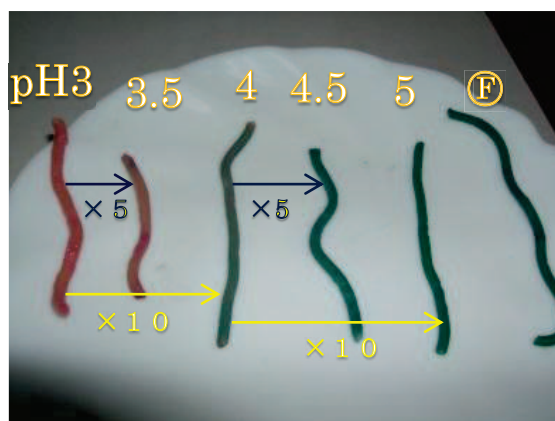
緑色の麺に食用酢をかけたら、ピンク色に変色した。②のウスターソース中の醸造酢で

緑色のアルカリ性の麺が反応して茶色になったことが確認できた。
食酢の量を調整すれば違った色も作れると考え、調べることにした。

〈調べ学習〉

インターネットで pH と希釈の考え方を調べると、酸性もアルカリ性も 10 倍薄めるごとに pH7 の中性に近づきそれを超えることはないと分かった。
麺を青色にするには pH7 に近づければできると考え、酸性の食酢をそれぞれ薄めたもので㊦の緑色になった麺にかけることにした。

〈実験 6〉



〈結果と考察〉

pH3 の食酢を pH4.5 に希釈して㊦の麺にかけると、事前実験 2 で pH8 の重曹に反応した青色と同じ色に変化した。(右から 3 本目)

pH3.5 に希釈した食酢では、事前実験 2 の pH7 の紫色になり(左から 2 本目)

pH3 の食酢をそのままかけたらピンク色になった。(左端)

この実験から、紫キャベツで緑色に変色したアルカリ性の麺は希釈した食酢をかけると青色→紫色→ピンク色に変化することが確認できた。

食酢を利用すると㊦の麺以外に五色の麺を作ることができた。しかし、赤色系が 2 色しかできなかった。実験 4 から、紫キャベツ色素の濃度を調節すれば幾つかの緑色系の麺を作れると考え実験することにした。

〈実験 7〉

色素の抽出法は凍結法にして、100%から 10%ずつ濃度を薄めて作る。

紫キャベツ 150g で色素液は 100cc とれた。色素液の量が限られているため麺の量は 5g、色素を 10cc にして馴染ませてから炒める。

分量が少ないため計量スプーンやスポイトを使用して正確に希釈する。





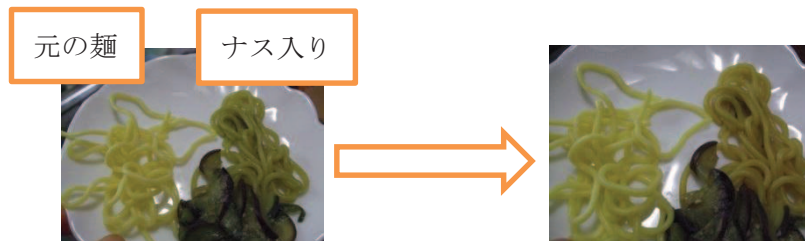
〈結果〉

紫キャベツ色素の濃度を調節すれば濃い麺から薄い麺までできることが確認できた。

追研究 2

紫キャベツ以外で麺に反応するものを探す。祖母が言っていたナスで試す。

〈実験 1〉



15 分後

〈結果と考察〉

ナス入りは、うぐいす色に変色したが、15 分後に退色の現象が現れて元の色に近くなった。

そこで...

麺と反応がありそうなものを野菜そのものでなく、ソースなどの調味料や香辛料で野菜や果物や木の実などの色素が使われていそうなものを探し、麺と反応させてみる。

〈実験 2〉

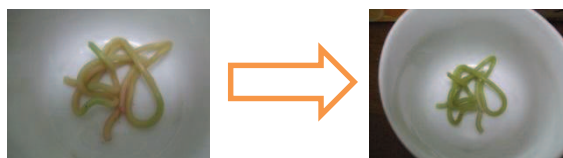
家にあるものを使う。赤シソふりかけ・カレー粉・シナモン・パプリカ・ターメリック

バジル・オレガノ・一味唐辛子



すべてが粉のため 5cc のスプーン一杯の浄水で溶いてから元の麺と馴染ませ炒める。

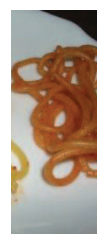
赤シソふりかけ



5 分後...部分的に薄い緑色に変色

40 分後...全体の変色が確認された。

ターメリック
一味唐辛子
カレー粉



	ターメリック	一味唐辛子	カレー粉
色の変化の様子	濃いオレンジ色	変化なし	オレンジ色

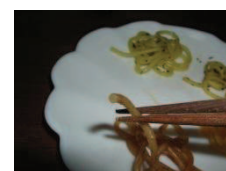


元の麺とターメリックの麺の断面の色を比較
ターメリックの麺は、中まで薄く変化した



味を確認したら、ターメリックで味に苦みが少し出たため、試にソースをかけてみたら、カレー色に変色した。

シナモン
赤パプリカ
バジル
オレガノ



	シナモン	赤パプリカ	バジル	オレガノ
色の変化の様子	全て変化なし			

シナモンの麺で断面を確認
色は、ついていなかった

〈結果〉

元の麺と反応したものは、ターメリックとカレー粉で、色は濃いオレンジ色と少し薄いオレンジ色になった。そこへソースをかけたら酸に反応してカレー色になった。ナスでは、変色の反応があったが退色してしまい、赤シソは、色が薄く反応に時間がかかった。紫キャベツ以外の植物色素で、麺と反応するものがナスと赤シソふりかけと香辛料のカレー粉とターメリックだと分かった。アルカリ性に反応する色素が野菜だと紫色をしていて、香辛料は黄色でそれぞれ違う色に反応したことや pH に反応しないものがあることから、植物色素がどんなふうに分けられているのか植物色素の分類について調べることにした。

〈インターネットで調べ学習〉

植物色素は4種類に大別される。

① クロロフィル ・ ・ 種類・クロロフィル a,b 色・緑

葉緑素で緑色植物種の高等植物から藻類に分布。溶性は油溶性、色の変化は安定的で pH により左右されない。

② カロチノイド ・ ・ 種類・カロチン、キサントフィル 色・黄、橙、橙赤

緑色植物の葉、根、花、果実から菌類、藻類に分布。溶性は油溶性、pH に左右されない

③ ベタレイン ・ ・ 溶性は共に水性。アカザ目、サボテン目など限られた科に分布。

種類・ベタシアニン↓

ベタキサニン↓

色・ピンク~赤紫

黄色

色の変化・アルカリ性で黄色

pH に左右されない

酸性で不変

④ フラボノイド ・ ・ 溶性は共に水性。

種類・アントシアニン↓

a フラボン、フラボノール、

色・橙、赤、紫、青

b オーロン、カルコン↓

色の変化・アルカリ性で青~紫

白~黄色 アルカリ性で濃黄色

次第に退色、酸性で赤

酸性で不変

分布・花、果実、紅葉する葉

a ほとんど全ての花、コケ類

B 紅花などの黄色花

〈調べた結果〉

紫キャベツの色素はフラボノイド系のアントシアニンのアントシアニンという。

黄色のカレー粉、ターメリックも同じフラボノイド系でクルクミンという色素で

赤シソはシソニン、ナスはナスニンという色素だと分かった。皆、同じ種類だった。

〈焼きそば作り〉

麺と反応した色が退色しなかった紫キャベツと食酢、カレー粉、ターメリックを使い変色した麺で、カラフルな焼きそばを作る。味付けは、塩コショウにする。



カラフルな焼きそばが完成した。

《まとめ》

- ・ 焼きそばの麺が緑色に変色した原因は、紫キャベツ色素に含まれる

アントシアニンが麺の原料である {かんすい} というアルカリ性の炭酸ナトリウムに反応したため。

- ・ 緑色に変色した麺がウスターソースをかけると茶色に変色する原因は、原料の醸造酢によるもの。
- ・ 緑色系の麺を作るには、紫キャベツ色素の濃度を調整するとよい。
- ・ 青色、赤色系の麺にするには、濃い緑色の麺に希釈した食用酢を使う。
- ・ 紫キャベツ色素以外で麺と反応するものは、ナス、赤シソ、ターメリックなどのフラボノイド系の色素。

《研究を終えて》

調理中に起こった不思議な現象がきっかけで、紫キャベツ色素の性質を知ることができ、食材には不思議な化学反応が起こるものがいくつかあることを知った。

いろんな色の麺を使った焼きそば作りは手間ではあったが、できあがりにはカラフルに美味しく仕上がった。

生の紫キャベツの苦みが個人的にあまり好きでなかったことと、緑キャベツの代替えとして使うことにした偶然が、今回の不思議現象を引き起こした。

これからちょっとした不思議現象があったら、追究の目で探っていきたいと思う。

