

👑 沖縄県教育長賞 👑

音のふしぎ

那覇市立安謝小学校 2年 新里彩花

💡 けんきゅうのきっかけ

わたしは、1年のときに糸でんわのことをしらべて、人のこえや音が糸でつたわることがわかりました。

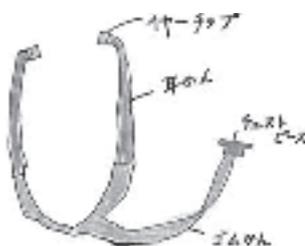
びょういんへ行ったとき、おいしゃさんがちょうしんきでしんぞうや体の中の音をきいていたので、糸でんわににていると思ったので、けんきゅうしようと思いました。

💡 しらべること

- ① ちょうしんきのしくみはどうなっているのかな。
- ② ゴムかんで音がきこえるかな。
- ③ 口のところは何がいいかな。
- ④ よくきこえるちょうしんきをつくってみよう。
- ⑤ ちょうしんきでいろんな音をきいてみよう。



💡 ちょうしんきのしくみ



ひふにあてるぶ分(チェストピース)で音をひろい、その音を分かれたゴムかんをつうじて、りょう耳につたえる。

(ウィキペディア)

ちょうしんきがふしぎなところ

- ① 糸でんわは糸でつたえるけど、ちょうしんきはどうやって音をつたえているかな。
- ② 糸でんわは糸をまっすぐにピンとしないときこえにくいけど、ちょうしんきのホースは、まがっていてもきこえているのでふしぎだと思います。

じっけん①

ゴムかんで音がきこえるかしらべる

わたしのよそう

よくきこえると思う。

じゅんびするもの

- ① ゴムかん
- ② 紙コップ



つくり方

- ① 紙コップにあなをあけます。



② ゴムかんに1メートルに切ります。



③ 紙コップにゴムかんとおします。



じっけんの方法

ゴムかんと紙コップでゴムかんでん話をつくってしらべる。

かぞくできこえ方をしらべました。

① ゴムかんでん話

声が小さくなって、きこえにくい。

わたし	△
おねえちゃん	△
おにいちゃん	×
おかあさん	△
おとうさん	×
おばあちゃん	×



② 紙コップを1こにする。

耳のところをゴムかんにしたら、声がよくきこえた。

耳のところを紙コップにしたら、声がきこえにくい。



	耳をゴムかん	耳を紙コップ
わたし	◎	△
おねえちゃん	◎	△
おにいちゃん	◎	×
おかあさん	◎	△
おとうさん	◎	×
おばあちゃん	◎	×



おねえちゃん



おにいちゃん

③ ゴムかんだけにする。

ゴムかんだけにしたら、すこしきこえた。

わたし	○
おねえちゃん	○
おにいちゃん	△
おかあさん	△
おとうさん	△
おばあちゃん	△



けっか

紙コップを1こにして、口のほうを紙コップにして、耳のところはゴムかんだけにしたら、よくきこえた。

わかったこと

- ① 紙コップが声をあつめていると思う。
- ② ゴムかんから声がきこえてくるので、耳とちかくしたほうがきこえると思う。



じっけん②

口のところは何がいいかしらべる

わたしのよそう

糸でん話のときは紙コップがよくきこえたので、紙コップがいちばんきこえると思う。

じゅんぴするもの

- ① 紙コップ
- ② 小さい紙コップ
- ③ プラスチックコップ
- ④ じょうご





つくり方

① コップにあなをあけます。



② ゴムかんをとおします。



③ じょうごにゴムかんをさしこんで、テープでとめます。



じっけんの方法

声がよくきこえるのは、どれかしらべます。

① 紙コップ
よくきこえた。



② 小さい紙コップ
よくきこえた。



③ プラスチックコップ
きこえにくい。



④ じょうご
とてもよくきこえた。



	紙コップ	小さい紙コップ	プラスチックコップ	じょうご
わたし	○	○	△	◎
おねえちゃん	○	○	△	◎
おにいちゃん	○	△	△	◎
おかあさん	○	△	△	◎
おとうさん	○	△	△	◎
おばあちゃん	○	△	×	◎

きこえたじゅんばん

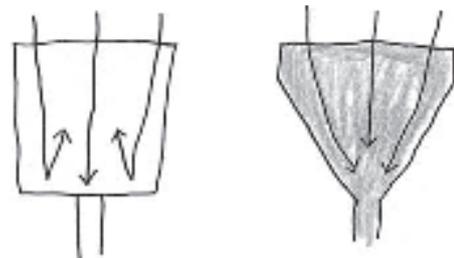
かぞくできこえ方をしらべたけっか、よくきこえたじゅんばんにならべました。



1 ばん	じょうご
2 ばん	紙コップ
3 ばん	小さい紙コップ
4 ばん	プラスチックコップ

わかったこと

- ① 小さい紙コップとふつうの紙コップは、きこえかたは同じくらいだった。
- ② プラスチックコップは、糸でん話のときもきこえにくかったので、にていると思った。
- ③ じょうごがとってもよくきこえたので、びっくりした。
- ④ じょうごがきこえやすいのは、声があつまりそうなかたちだから、よかったと思う。
- ⑤ 紙コップは、声のはねかえりそうなかたちだと思う。

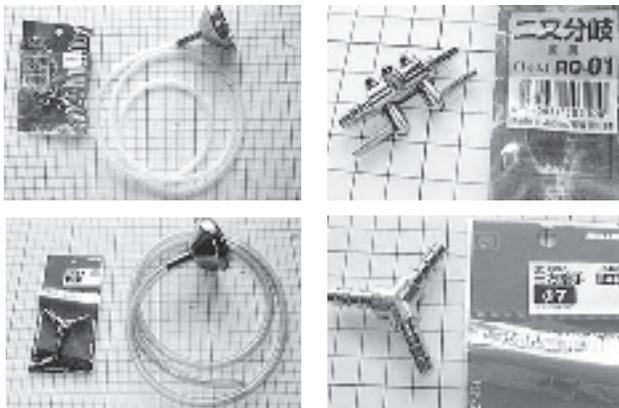


ちょうしんきを作ってみよう

耳のところはゴムかんのままにして、口のところはじょうごにして、ちょうしんきを作りました。

じゅんぴするもの

- ① ゴムかん 白
- ② 二又分岐
- ③ ゴムかん ピンク
- ④ 三方つぎ手



ゴムかんは、大きさのちがう白とピンクをつかいました。



つくり方

- ① ゴムかんは1メートルなので、30cmと30cmと40cmに分けます。
- ② 二又分岐にゴムかんを付けます。
- ③ じょうごをつけてテープでとめます。



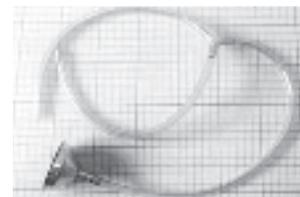
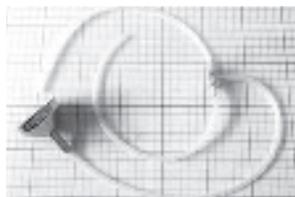
- ④ ピンクのゴムかんも30cmと30cmと40cmに分けます。



- ⑤ 三方せつ手にゴムかんをつけて、じょうごはテープでとめます。



お店に行ったら、ちがう太さのゴムかんと三つ又をかったので、両方とも作ってみました。



じっけん③

イヤーチップは何がいいかしらべる

りょう方の耳にゴムかんをさしこんだらいたいし、耳にちょうどとまるようにしたほうがいいので、しらべました。



じゅんぴするもの

- ① タレピン小
- ② えんぴつキャップ
- ③ クッション付テープ
- ④ イヤホン



じっけんの方法

ちょうしんきの耳のところに、いろいろつけてみました。

- ① タレピン小

タレピンを2つに切って、ふたのところやそのほうをつけてみたけど、耳にとまりませんでした。



わたし	×
おねえちゃん	×
おにいちゃん	△
おかあさん	△
おとうさん	△
おばあちゃん	×



② えんぴつキャップ

えんぴつキャップをテープでとめてみたけど、大きくて耳にとまりませんでした。



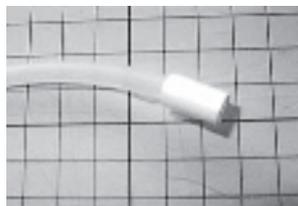
わたし	×
おねえちゃん	×
おにいちゃん	○
おかあさん	○
おとうさん	◎
おばあちゃん	△



おとうさんの耳にはぴったりでした。

③ クッション付テープ

ゴムかんにつけてみたけど、耳にとまりませんでした。



わたし	×
おねえちゃん	×
おにいちゃん	×
おかあさん	×
おとうさん	×
おばあちゃん	×

④ イヤホン

はじめにじっけんしたものがぜんぶとまらなかったのので、イヤホンをかいました。

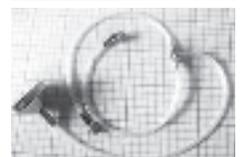
イヤホンをゴムかんにつけてみたら、耳にとまって、音もきこえました。



わたし	○
おねえちゃん	○
おにいちゃん	◎
おかあさん	◎
おとうさん	◎
おばあちゃん	◎

わかったこと

- ① ゴムかんが耳にとまるようにするためには、耳のかたちにあうイヤーチップがいい。
- ② ゴムかんがおもたかったので、イヤーチップをさがすのがむずかしかった。
- ③ 耳をちゃんとふさいだら、ゴムかんからきこえる音がきこえやすい。
- ④ 耳をちゃんとふさがないと、その音もきこえるから、ゴムかんの音がきこえにくくなる。



おまけ

じっけん③のとき、イヤーチップは何がいいか、さがすのがむずかしくて、100円ショップでいろいろかってきました。

おかあさんといっしょにいろいろ作ってみたけど、なかなかできませんでした。



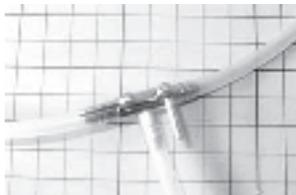
じっけん④

音はゴムかんをつうじて耳につたえているか

じっけん③でつくったちょうしんきをつかって、音がゴムかんをとおってきこえているかしらべました。

じっけんの方法

ちょうしんきの二又分きに、せんがついていたので、せんをとめてもきこえるかしらべます。



① 右だけとめてみる

右だけきこえなくなりました。



② りょう方とめてみる

りょう方きこえなくなりました。



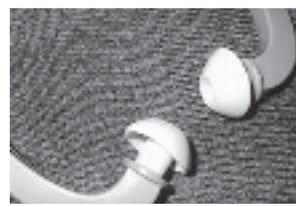
ひこうきのイヤホンは、ゴムかんをプラスチックでささえています。



2本のゴムかんをつなげて1本にしています。



イヤーチップのところは白いゴムになっています。



耳にとまりやすい形になっています。



イヤーチップははずせません。



わかったこと

- ① 音はゴムかんをとおってきこえるから、と中でとめたら、音がとおらなくなってきた。
- ② 音は空気といっしょにとおてくると思う。

ひこうきのイヤホン

わたしは、なつ休みにりょうこうにいきました。ひこうきにのったとき、音がくをきくイヤホンがあって、かたがちょうしんきににっていました。



イヤホンの先は、あなが2つあって、さしこんでできます。



スチュワーデスさんにきいたら、ひこうきのイヤホンは、ゴムかんの中がくうどうになっているそうです。

さしこみ口から音がきこえていて、その音をイヤホンで耳までつたえているそうです。

音を大きくして、さしこみ口に耳をちかづけたら、音がきこえました。

じっけん⑤

チェストピースは何がいいかしらべる

ちょうしんきには、ひふにあてるチェストピースがあるので、よくきこえるようにするためには、何がいいかしらべました。

わたしのよそう

糸でんわのそこは、しゅうじがみがよくきこえたので、しゅうじがみがいいと思う。

じゅんぴするもの

- ① しゅうじがみ
- ② サランラップ
- ③ アルミホイル
- ④ クッキングシート
- ⑤ クリアファイル
- ⑥ クッションシート



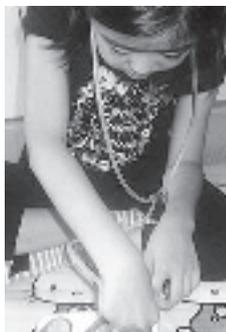
じっけんの方法

ちょうしんきの口のところに、いろいろはってみて、とけいの音をきいてみました。



① しゅうじがみ

しずかにしていたら、3びょうぐらいできこえてきました。よくきこえました。



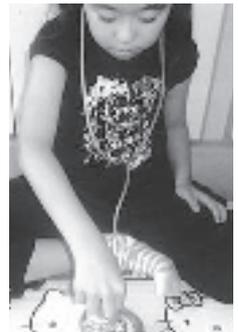
② サランラップ

サランラップもよくきこえました。



③ アルミホイル

10びょうくらいしずかにしたら、すこしきこえました。



④ クッキングシート

とてもよくきこえました。シートがパリパリしていました。



⑤ クリアファイル

よくきこえました。
しゅうじがみとおなじくらいです。



⑥ クッションシート

5びょうぐらいできこえました。



かぞくでしらべているところ

かぞくできこえ方をしらべました。

しずかにしてききました。



じっけんのけっか

	わたし	おねえちゃん	おにいちゃん	おかあさん	おとうさん	おばあちゃん
①しゅうじがみ	○	○	○	◎	○	○
②サランラップ	○	◎	○	◎	○	○
③アルミホイル	△	×	×	×	△	×
④クッキングシート	◎	◎	◎	◎	◎	◎
⑤クリアファイル	○	○	○	○	○	○
⑥クッションシート	△	△	△	△	△	×



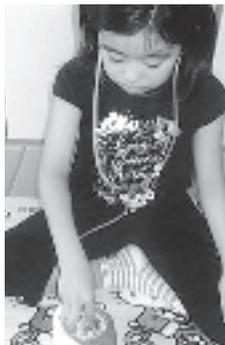
きこえたじゅんばん

かぞくできこえ方をしらべたけっか、よくきこえたじゅんばんにならべました。

1 ばん	クッキングシート
2 ばん	サランラップ
3 ばん	しゅうじがみ
4 ばん	クリアファイル
5 ばん	クッションシート
6 ばん	アルミホイル

わかったこと

- ① 糸でんわのときはしゅうじがみがいちばんよくきこえたけど、ちょうしんきはクッキングシートがいちばんよくきこえていた。
- ② しゅうじがみをじょうごにはるとき、ちゅういしてはらないとやぶれそうになる。
- ③ クッションシートは、ふわふわしていて、あつさもあつたけど、けっこうきこえた。よく見ると小さいあながあるからきこえたと思う。



じっけん⑥

ゴムかんのふとさはどっちがいいか

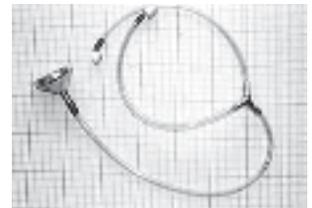
お店で、ふといゴムかんとほそいゴムかんをかったけど、どっちがきこえやすいかしらべる。

わたしのよそう

ふといほうがよくきこえると思う。

じっけんの方法

じっけんでしらべたけっかで、イヤホンとじょうごとクッキングシートをつかって、ふといゴムかんとほそいゴムかんのちょうしんきを作りました。



① ふといゴムかん

とけいの音がきこえたけど、すこしきこえにくかった。

わたし	△
おねえちゃん	△
おにいちゃん	△
おかあさん	△
おとうさん	△
おばあちゃん	×



② ほそいゴムかん

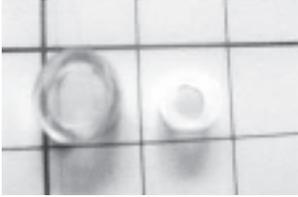
音がきこえやすかった。ふといゴムかんよりもほそいゴムかんのほうがきこえやすかった。

わたし	○
おねえちゃん	○
おにいちゃん	○
おかあさん	○
おとうさん	○
おばあちゃん	△

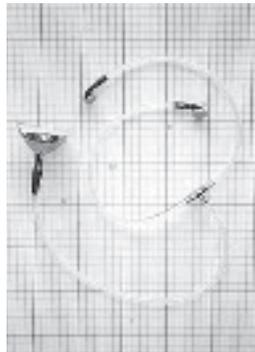
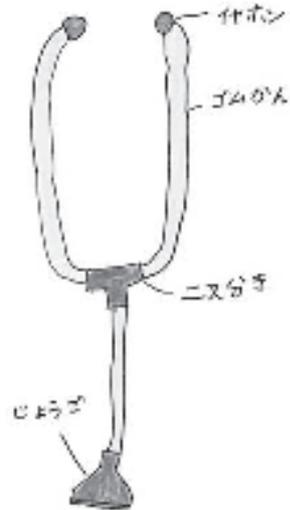


わかったこと

- ① ほそいゴムかんのほうがきこえやすかった。ふといゴムかんは音がひろがって、きこえにくいかもしれないと思いました。
- ② ふといゴムかんをゆびでさわってみたら、かたかったです。ほそいゴムかんはやわらかかったです。



💡 よくきこえるちょうしんき



- ① イヤーチップは耳にぴったりの形がいい。その音がきこえないほうがいい。
- ② チェストピースは、音をあつめやすい形がいい。
- ③ チェストピースのまくは、クッキングシートがよくきこえた。
- ④ ゴムかんは、ほそいほうがよくきこえた。



じっけん⑦

ちょうしんきでいろんな音をきいてみよう

じっけんの方法

よくきこえるちょうしんきで、心ぞうやいろいろな音をきいてみる。

① 木の音

いえの木の音をいろいろきいてみました。きこえませんでした。



② 地めんの音

地めんの音もきこえませんでした。



③ せんぷうきの音

せんぷうきの中の音はきこえませんでした。



④ 公えんの木の音

公えんの大きい木も音はきこえませんでした。

⑤ じどうはんばいきの音

音はきこえませんでした。ジュースをかってみたら、ジュースが出てくるときに、ガタゴト音がきこえました。



⑥ しんぞうの音

自分のしんぞうの音をきいてみたら、小さくトキトキときこえました。



⑦ ホースの音

おばあちゃんがにわで水まきをしていたので、ホースの音をきいてみたら、きこえませんでした。



⑧ 水かけしたあとの木の音

おばあちゃんが水かけしたあと、木の音をきいてみました。何もきこえませんでした。



⑨ 水かけしたあとの花とはっぱの音

水かけしたあとに、花とはっぱの音もきいてみたけど、何もきこえませんでした。



わかったこと

- ① 自分のしんぞうの音と、じどうはんばいきの音だけきこえました。
- ② 木とかじめんの音がきこえなかったので、ざんねんでした。
- ③ チェストピースがまっすぐだから、まがったところはきこえにくかった。



けんきゅうのかんそう

- ① ちょうしんきを自分で作ってみたので、たのしかったです。
- ② 耳につけるとき、とまりにくかったけど、音をきくのはたのしかった。
- ③ ちょうしんきは、とけいとか、しんぞうの音はきこえたけど、ほかはあまりきこえなかったので、ざんねんでした。
- ④ もっとよくきこえるちょうしんきをけんきゅうしてみようと思いました。

講 評

音のふしぎ

1年生のときに作った糸電話と病院に行ったときおいしゃさんが使っていたちょうしんきから、音がつたわるしくみにきょうみをもったことはすばらしいです。

まず始めに、研究をする前にちょうしんきの基本的なつくりを調べたうえで、自分なりに考えて実験してあります。

そして、ちょうしんきの各部について、1つずつきもんとといています。ゴム管の太さや、耳のところの形、チェストピースの形などをそれぞれ、いくつか比べて実験しながら、よいもの、よい方法を見つけ出し、それらの実験結果を合わせて、よりよいちょうしんきを作ったところがすばらしいです。

また、糸電話とのちがいにも気がつき、音の伝わり方もしらべてあります。

レポートも分かりやすいようによく工夫されています。それぞれの実験のねらい、よそう、方法、結果、分かったことをきちんを書いてあります。結果は表にまとめるなどして分かりやすく表現しています。

今後は、さらにちょうしんきに工夫をくわえて、いろいろな音を聞いてみて、それらの音についてもっと研究をしていくことができると思います。または、音のつたえ方のところの研究を深めていくこともできると思います。ぜひ研究を続けていってほしいです。

受賞ポイント

1年生の糸電話から発展させ、小学校2年生のレベルに合った研究である。目標を持ち、各部分、1つずつ形状や素材を比較して実験を重ね、それらの成果を総合して1つのものを作り上げる方法は、まさに現在理科で、『ものづくり』を提唱していることがねらっているものであり、科学の方法の基本的なことである。以上より、沖縄県教育長賞にふさわしい作品であると判断した。

👑 沖縄県教育長賞 👑

植物の色と紫外線

沖縄市立泡瀬小学校 6年 上 間 さくら

💡 動機

「これって“さくら”の研究に似ているんじゃない」と伯母が花の色水と紫外線の事について書いてある本をみせてくれた。私はこれまでやってきた自由研究の花の色水が紫外線と関係があることを知った。私の研究がもしかしたら、今、話題になっている紫外線防止に役立つのかなと思ひ、今年は花の色素と紫外線の関係を研究することにしました。

💡 実験

実験① 紫外線をさえぎる植物の色素を調べる。

材料(道具)

- 紫外線測定器
- いろいろな植物
- 精製水 又は水道水
- エタノール
- ステンレスボウル
- ガラス皿
- ガラスビン
- 計量カップ
- ハカリ
- 不織布の水切りネット
- コーヒードリッパー
- カメラ



実験方法

- ① 精製水(又は水道水)で色素を取り出す。
 - (1) ステンレスボウルに細かく切った植物と精製水(500cc)を入れて数分煮る(ふっとうして5分)
 - (2) さめたら不織布の水切りネットでこして色水を作る。
 - (3) 太陽の光を直接紫外線測定器に当て、紫外線の強さを調べる。
 - (4) 太陽の光をガラス皿を通した時、精製水300ccを入れたガラス皿を通した時、色水300ccを入れたガラス皿を通した時の紫外線の強さを調べる。
 - (5) それぞれ紫外線の強さを比較する。
- ② エタノールで色素を取り出す。
 - (1) ステンレスボウルに植物と精製水(500cc)を入れて数分煮る。
 - (2) 植物が柔らかくなったら取り出してエタノールを入れたガラスビンに入れ、一晩置く。
 - (3) 不織布の水切りネットでこして、色水を作る。
 - (4) 太陽の光を直接紫外線測定器に当て、紫外線の強さを調べる。
 - (5) 太陽の光をガラス皿を通した時、エタノールを入れたガラス皿を通した時、色水を入れたガラス皿を通した時の紫外線の強さを調べる。
 - (6) それぞれの紫外線の強さを比較する。

なす 140g

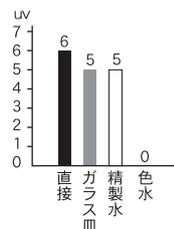


7月27日(水) 晴れ
項目

- ① 色素の抽出
- ② 紫外線の観測
- ③ 紫外線データ
- ④ 気づいた事

③ 紫外線データ(13:00)

	UV	色	程度	強度 (mw/m ²)
直接	6	オレンジ	強い	141
ガラス皿	5	黄	中程度	135
精製水	5	黄	中程度	118
色水	0			0



④ 気づいた事

色水を通すと、紫外線をさえぎった。色水はうすいのに紫外線をさえぎったのでビックリし、何回もはかった。なすはきれいな色が出るのかなあとと思ったけど、予想と全然違い、しぶくにごったかんじになった。ガラスビンに入れて写真をとると、去年やった木酢酸鉄の色に似た。なすのうす茶だとUVを通さない事が分かった。

① 色素の抽出 なす ② 紫外線の観測



容器によって、色が違って見える。

チンゲンサイ 6枚

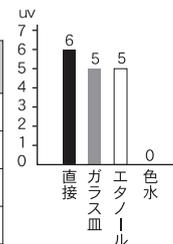


7月27日(水) 晴れ
項目

- ① 色素の抽出
- ② 紫外線の観測
- ③ 紫外線データ
- ④ 気づいた事

③ 紫外線データ(13:00)

	UV	色	程度	強度 (mw/m ²)
直接	6	オレンジ	強い	143
ガラス皿	5	黄	中程度	127
エタノール	5	黄	中程度	132
色水	0			0



④ 気づいた事

チンゲンサイでも、他の結果と同じになった。強度がガラスよりエタノールがUVが強かったのは意外だった。チンゲンサイはこんなにきれいになるとは思わなかった。わりと色水がこくて、実験の結果が分かりやすかった。やっぱりエタノールだったので、においがきつくて手がスースーした。ガラスビンに入れた時とガラス皿に入れた時では、色が違って見えた。チンゲンサイのきみどりはUVをさえぎった。

① 色素の抽出 ② 紫外線の観測



レッドキャベツ

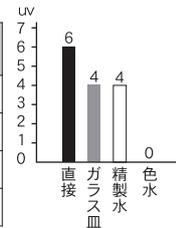


8月1日(月)晴れ
項目

- ① 色素の抽出
- ② 紫外線の観測
- ③ 紫外線データ
- ④ 気づいた事

③ 紫外線データ (15:30)

	UV	色	程度	強度 (mw/m ²)
直接	6	オレンジ	強い	141
ガラス皿	4	黄	中程度	112
精製水	4	黄	中程度	107
色水	0			0



④ 気づいた事

思ったより色水が濃くなったのでビックリした。色水を通すと前と同じUVが0になった。どの色だったらUVをさえぎらないのだろう？ レッドキャベツの色水はガラスビンに入れた時と、ガラス皿に入れた時の色が違って見える。色水は思ったよりきれいになった。不織布でこしている時、レッドキャベツの色がうす紫になったので、ちゃんと煮だしている事が分かった。レッドキャベツのむらさきだとUVがさえぎられる。

① 色素の抽出



レッドキャベツ
350g
直接、紫外線をはかる



こまかく切る
色水を入れたガラス皿を通して紫外線をはかる



5分煮る
精製水を入れたガラス皿を通して紫外線をはかる



不織布でこす
ガラス皿を通して紫外線をはかる



ガラスビンに入れた色水
ガラス皿に入れた色水

容器によって色が違って見える

② 紫外線の観測



ピーマン 70g

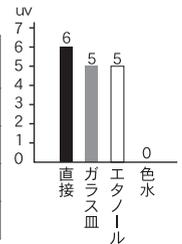


8月1日(月)晴れ
項目

- ① 色素の抽出
- ② 紫外線の観測
- ③ 紫外線データ
- ④ 気づいた事

③ 紫外線データ

	UV	色	程度	強度 (mw/m ²)
直接	6	オレンジ	強い	140
ガラス皿	5	黄	中程度	130
エタノール	5	黄	中程度	127
色水	0			0



④ 気づいた事

ピーマンも他と結果が同じだった。直接とガラス皿の強度が10しか差がない事が分かった。ピーマンはチンゲンサイと同じ、色水が緑色になった。エタノールだったので、においがくさくて手がスースーした。やっぱりピーマンのにおいがきょうれつだった。ガラスビンに入れた色水を写していないので、ガラス皿と比べる事が出来なかった。ピーマンのきみどりはUVをさえぎった。

① 色素の抽出



ピーマン 70g
直接、紫外線をはかる



2分間煮る
ガラス皿を通して紫外線をはかる



エタノールにつける
エタノールを入れたガラス皿を通して紫外線をはかる

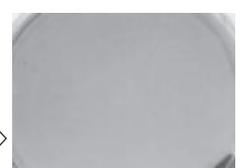


エタノールにつける
色水を入れたガラス皿を通して紫外線をはかる



ガラス皿に入れた色水

② 紫外線の観測

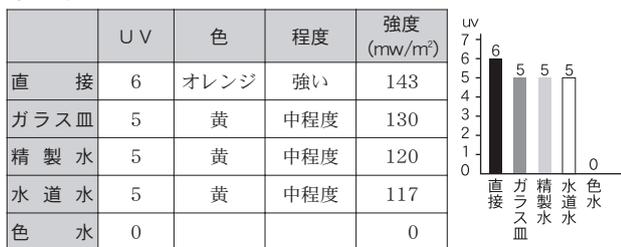


ホウオウボクの花 50g



- 8月2日(火)
 項目
 ① 色素の抽出
 ② 紫外線の観測
 ③ 紫外線データ
 ④ 気づいた事

③ 紫外線データ



④ 気づいた事

ホウオウボクの花でも、他とほぼ同じ結果になった。それに精製水も水道水も同じ結果になった。色水はうすかったので紫外線を通すと思ったけど、やっぱり色水は通さなかった。ガラスビンに入れた時と、ガラス皿に入れた時は全然色が違って、他の色水かなと思った。ホウオウボクの花のうすピンクだとUVはさえぎられる。

① 色素の抽出



ホウオウボクの花
50g
直接、紫外線をはかる



5分煮る
ガラス皿を通して紫外線をはかる



不織布でこす
⑤精製水⑥水を入れたガラス皿を通して紫外線をはかる



色水を入れたガラス皿を通して紫外線をはかる



ガラスビンに入れた色水
ガラス皿に入れた色水



サンダンカ 10g



- 8月16日(火)
 項目
 ① 色素の抽出
 ② 紫外線の観測
 ③ 紫外線データ
 ④ 気づいた事

③ 紫外線データ (15:00)



④ 気づいた事

予想と同じように、色水は0になった。直接のUVとガラス皿のUVが1違うことが分かった。サンダンカの花はあまり咲いていなかったのでも色が出ないかと思っていただけ、黄色が出た。サンダンカの花は赤い色なのに、黄色になったのはなぜだろう。それは分からなかった。ガラスビンに入れた時と、ガラス皿に入れた時では色が違った。サンダンカのうす黄色はUVを通さない。

① 色素の抽出



サンダンカ 10g
直接、紫外線をはかる



5分煮る
ガラス皿を通して紫外線をはかる



不織布でこす
水道水を入れたガラス皿を通して紫外線をはかる



色水を入れたガラス皿を通して紫外線をはかる



ガラスビンに入れた色水
ガラス皿に入れた色水



ホウオウボクの葉 30g



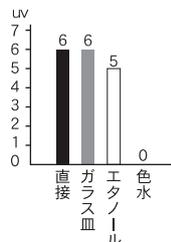
8月2日(火)

項目

- ① 色素の抽出
- ② 紫外線の観測
- ③ 紫外線データ
- ④ 気づいた事

③ 紫外線データ (11:00)

	UV	色	程度	強度 (mw/m ²)
直接	6	オレンジ	強い	153
ガラス皿	6	オレンジ	強い	150
エタノール	5	黄	中程度	128
色水	0			0



④ 気づいた事

ホウオウボクの葉は他とは結果が違い、ガラス皿を通しててもUVが6になった。意外だった。ホウオウボクの葉はおじぎ草に似ていて、何回も葉をさわっていた。葉でもチンゲンサイ、ピーマンと色が似ていた。エタノールだったので、手がスースーしていた。ガラスビンに入れた時の色水の写真がないため、ガラス皿に入れた時と比べる事が出来なかった。ホウオウボクの葉のきみどりはUVをさえぎった。

① 色素の抽出



ホウオウボクの葉 30g
直接、紫外線をはかる



2分煮る
ガラス皿を通して紫外線をはかる



エタノールにつける
エタノールを入れたガラス皿を通して紫外線をはかる



エタノールにつける
エタノールを入れたガラス皿を通して紫外線をはかる



不織布でこす
ガラス皿に入れた色水



② 紫外線の観測

人参 60g



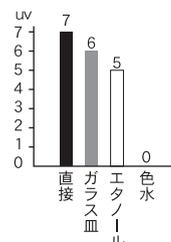
8月10日(水) 晴れ

項目

- ① 色素の抽出
- ② 紫外線の観測
- ③ 紫外線データ
- ④ 気づいた事

③ 紫外線データ (14:00)

	UV	色	程度	強度 (mw/m ²)
直接	7	オレンジ	強い	186
ガラス皿	6	オレンジ	強い	162
エタノール	5	黄	中程度	120
色水	0			0



④ 気づいた事

直接のUVとエタノールのUVが2も違うのが意外だった。他と同じように色水のUVが0になった。エタノールだったので手がスースーした。人参はオレンジなのに、色水は黄色になったのは意外だった。人参は色水を作って何日か後にはかったけど、結果は他と同じかんじになったので良かった。ガラス皿に入れた色水がかき氷のレモン色に似ていたのでおいしそうだった。人参のレモン色はUVをさえぎった。

① 色素の抽出



人参 60g
直接、紫外線をはかる



2分煮る
ガラス皿を通して紫外線をはかる



エタノールにつける
エタノールを入れたガラス皿を通して紫外線をはかる



不織布でこす
色水を入れたガラス皿を通して紫外線をはかる



ガラスビンに入れた色水
ガラス皿に入れた色水



パプリカ(赤) 103g

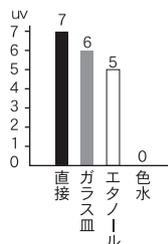


8月11日(木)晴れ
項目

- ① 色素の抽出
- ② 紫外線の観測
- ③ 紫外線データ
- ④ 気づいた事

③ 紫外線データ

	UV	色	程度	強度 (mw/m ²)
直接	7	オレンジ	強い	175
ガラス皿	6	オレンジ	強い	151
エタノール	5	黄	中程度	113
色水	0			0



インパチェンス 20g

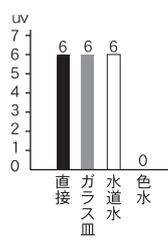


8月16日(火)晴れ
項目

- ① 色素の抽出
- ② 紫外線の観測
- ③ 紫外線データ
- ④ 気づいた事

③ 紫外線データ (13:30)

	UV	色	程度	強度 (mw/m ²)
直接	6	オレンジ	強い	163
ガラス皿	6	オレンジ	強い	149
水道水	6	オレンジ	強い	142
色水	0			0



④ 気づいた事(14:00)

直接のUVとエタノールのUVが2も違うのは意外だった。他と同じように、色水のUVが0になった。パプリカの赤だったので、赤が出るかなと期待していたけど、オレンジ色になったので、残念だった。パプリカのおいがかさくて、口で息をしていた。ガラス皿に入れた時は赤だったので、ガラス皿に入れたらオレンジになった。パプリカ(赤)のオレンジ色はUVをさえぎった。

④ 気づいた事

直接のUVと水道水のUVが同じになるのは意外だった。インパチェンスの色水はうすかったのに、UVが0になったのはびっくりした。いつもは水道水は5か4だけど、今回は6なので意外だった。ガラス皿に入れた色水はピンクできれいだったけど、ガラス皿に入るとにごって、うすむらさきになった。インパチェンスのうすむらさき色はUVをさえぎった。

① 色素の抽出



パプリカ(赤)
103g

直接、紫外線をはかる



2分煮る

ガラス皿を通して紫外線をはかる



エタノールにつける

精製水を入れたガラス皿を通して紫外線をはかる



不織布でこす

色水を入れたガラス皿を通して紫外線をはかる



ガラス皿に入れた色水

ガラス皿に入れた色水



ガラス皿に入れた色水

① 色素の抽出



インパチェンス
20g

直接、紫外線をはかる



5分煮る

ガラス皿を通して、紫外線をはかる



不織布でこす

水道水を入れたガラス皿を通して紫外線をはかる



色水を入れたガラス皿を通して紫外線をはかる

色水を入れたガラス皿を通して紫外線をはかる



ガラス皿に入れた色水

ガラス皿に入れた色水



ガラス皿に入れた色水

ブルーベリー 80g

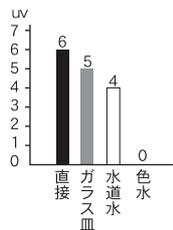


8月16日(火) 晴れ
項目

- ① 色素の抽出
- ② 紫外線の観測
- ③ 紫外線データ
- ④ 気づいた事

③ 紫外線データ (14:00)

	UV	色	程度	強度 (mw/m ²)
直接	6	オレンジ	強い	140
ガラス皿	5	黄	中程度	122
水道水	4	黄	中程度	102
色水	0			0



マツバボタン 9g

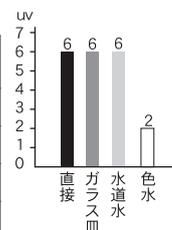


8月22日(月) 晴れ
項目

- ① 色素の抽出
- ② 紫外線の観測
- ③ 紫外線データ
- ④ 気づいた事

③ 紫外線データ

	UV	色	程度	強度 (mw/m ²)
直接	6	オレンジ	強い	154
ガラス皿	6	オレンジ	強い	147
水道水	6	オレンジ	強い	147
色水	2	緑	弱い	41



④ 気づいた事

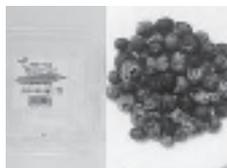
予想と同じように色水は0になった。直接のUVとガラス皿のUVが違う事が分かった。

目で見ると赤むらさきだったけど、写真にすると赤くなくなった。ブルーベリーは前にやったほしたブルーベリーと違い、予想と同じ色になった。ガラス皿に入れた時とガラス皿に入れた時の色水が全然違って見えた。ブルーベリーの実の赤むらさきはUVをさえぎった。

④ 気づいた事

ガラス皿と水道水の強度が一緒だったのは意外だった。色水はネバネバして、とろみがあった。ガラス皿に入れると赤色だけど、ガラス皿に入るとうすオレンジ色になった。マツバボタンは花なのでUVをさえぎると思ったけど、UVをさえぎらなかったのは意外だった。マツバボタンのうすオレンジ色はUVをさえぎらなかった。

① 色素の抽出



ブルーベリーの実
80g
直接、紫外線をはかる



5分煮る
ガラス皿を通して紫外線をはかる



不織布でこす
水道水を入れたガラス皿を通して紫外線をはかる



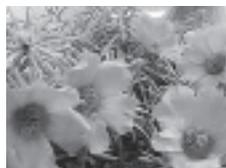
色水を入れたガラス皿を通して紫外線をはかる



ガラス皿に入れた色水
ガラス皿に入れた色水



① 色素の抽出



マツバボタン
9g
直接、紫外線をはかる



5分煮る
ガラス皿を通して紫外線をはかる



不織布でこす
水道水を入れたガラス皿を通して紫外線をはかる



色水を入れたガラス皿を通して紫外線をはかる



ガラス皿に入れた色水
ガラス皿を入れた色水



チョウマメ 8g

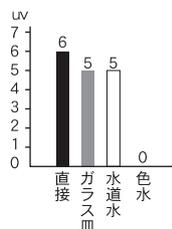


8月24日(水) 晴れ
項目

- ① 色素の抽出
- ② 紫外線の観測
- ③ 紫外線データ
- ④ 気づいた事

③ 紫外線データ (14:00)

	UV	色	程度	強度 (mw/m ²)
直接	6	オレンジ	強い	145
ガラス皿	5	黄	中程度	133
水道水	5	黄	中程度	130
色水	0			0



④ 気づいた事

チョウマメの花でも他とほぼ同じになった。ガラスビンに入れると、紫だけどガラス皿に入れると、青色になった。やっぱりチョウマメの青色はきれいだった。今回は台風の影響もあり、花があまり咲いていなかった。でも8gでもきれいな青色になったので良かった。チョウマメの青色はUVをさえぎった。

① 色素の抽出



チョウマメ 8g
直接、紫外線をはかる



5分煮る
ガラス皿を通して、紫外線をはかる



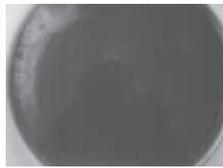
不織布でこす
水道水を入れたガラス皿を通して、紫外線をはかる



水道水を入れたガラス皿を通して、紫外線をはかる



ガラスビンに入れた色水
ガラス皿に入れた色水を通して、紫外線をはかる



バナナの中身 80g

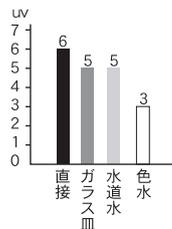


8月19日(金) 晴れ
項目

- ① 色素の抽出
- ② 紫外線の観測
- ③ 紫外線データ
- ④ 気づいた事

③ 紫外線データ (13:00)

	UV	色	程度	強度 (mw/m ²)
直接	6	オレンジ	強い	156
ガラス皿	5	黄	中程度	135
水道水	5	黄	中程度	135
色水	3	黄	中程度	81



④ 気づいた事

バナナの皮と同じように、バナナの中身もUVが3あった。やっぱり果物だから紫外線を通すのかなあと考えた。1口サイズに切った時、チョコレートと一緒に食べたくなった。煮ている時より、さましている時の方がくさくて、息ができなくなった。ガラスビンに入れると、白っぽく見えるけど、ガラス皿に入れると、とうめいみになったバナナの中身のにごった白色はUVを通した。

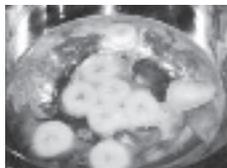
① 色素の抽出



バナナの中身 80g
直接、紫外線をはかる



一口サイズに切る
色水を入れたガラス皿を通して紫外線をはかる



5分煮る
水道水を入れたガラス皿を通して紫外線をはかる



不織布でこす
ガラス皿を通して紫外線をはかる



ガラスビンに入れた色水
ガラス皿に入れた色水



バナナの皮 54g

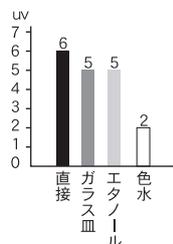


8月19日(金) 晴れ
項目

- ① 色素の抽出
- ② 紫外線の観測
- ③ 紫外線データ
- ④ 気づいた事

③ 紫外線データ (13:00)

	UV	色	程度	強度 (mw/m ²)
直接	6	オレンジ	強い	161
ガラス皿	5	黄	中程度	135
エタノール	5	黄	中程度	130
色水	2	緑	弱い	56



緑のバナナ 28g

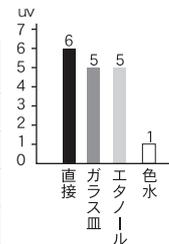


8月24日(水) 晴れ
項目

- ① 色素の抽出
- ② 紫外線の観測
- ③ 紫外線データ
- ④ 気づいた事

③ 紫外線データ (2:00)

	UV	色	程度	強度 (mw/m ²)
直接	6	オレンジ	強い	141
ガラス皿	5	黄	中程度	137
エタノール	5	黄	中程度	130
色水	1	緑	弱い	25



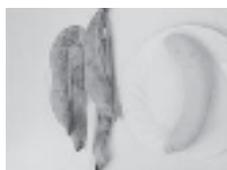
④ 気づいた事

他の実験と違い、色水のUVが2あった。果物だからなのかなあ。なすの皮のUVが0だったので、バナナの皮も0だと思った。結果UVは2になった。バナナのくささとエタノールのくさが混ざってもっと変なおいになった。エタノールなので手がスースーした。ガラスビンはやまぶき色みたいで、ガラス皿はレモン色みたいになった。バナナのレモン色ではUVを通した。

④ 気づいた事

緑のバナナは熟していないので、中身を取ろうとして、バナナをちぎっていたら手に液がついて、接着剤みたいになって何回も手を洗った。黄色いバナナはUVを通したので、緑のバナナはUVを通さないと思った。でもUVを通したのは意外だった。バナナにはUVをさえぎる何かがないんじゃないかな？ 緑のバナナの黄色っぽい緑はUVを通した。

① 色素の抽出



バナナの皮
54g

直接、紫外線をはかる



2分煮る

ガラス皿を通して、
紫外線をはかる



エタノールにつける

エタノールを入れた
ガラス皿を通して、
紫外線をはかる



不織布でこす

色水を入れたガラ
ス皿を通して、紫
外線をはかる



ガラスビンに入れ
た色水

ガラス皿に入れた
色水



① 色素の抽出



緑のバナナ 28g

直接、紫外線をはかる



2分煮る

ガラス皿を通して、
紫外線をはかる



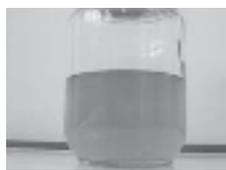
エタノールにつける

エタノールを入れた
ガラス皿を通して、
紫外線をはかる



不織布でこす

色水を入れたガラ
ス皿を通して、紫
外線をはかる



ガラスビンに入れ
た色水

ガラス皿に入れた
色水



ナスの中身 95g

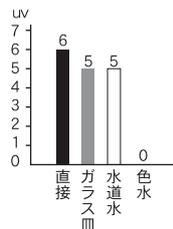


8月19日(金)晴れ
項目

- ① 色素の抽出
- ② 紫外線の観測
- ③ 紫外線データ
- ④ 気づいた事

③ 紫外線データ (13:00)

	UV	色	程度	強度 (mw/m ²)
直接	6	オレンジ	強い	158
ガラス皿	5	黄	中程度	132
水道水	5	黄	中程度	125
色水	0			0



④ 気づいた事

ナスの中身はUVが2か3ぐらいあると思った。皮がUVをふせいで中身はUVを通すと思った。でもUVが0になったのは意外だった。ガラスビンに入れるとやまぶき色みたいだけど、ガラス皿に入れるとうす黄色になった。中身は意外にやわらかかった。ナスの中身のうす黄色はUVをさえぎった。

① 色素の抽出



ナスの中身 95g

直接、紫外線をはかる

② 紫外線の観測



うす切りにする

ガラス皿を通して、紫外線をはかる



5分煮る

水道水を入れたガラス皿を通して、紫外線をはかる



不織布でこす

色水を入れたガラス皿を通して、紫外線をはかる



ガラスビンに入れた色水

ガラス皿に入れた色水



ナスの皮 20g

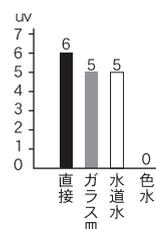


8月19日(金)晴れ
項目

- ① 色素の抽出
- ② 紫外線の観測
- ③ 紫外線データ
- ④ 気づいた事

③ 紫外線データ (13:00)

	UV	色	程度	強度 (mw/m ²)
直接	6	オレンジ	強い	161
ガラス皿	5	黄	中程度	136
水道水	5	黄	中程度	125
色水	0			0



④ 気づいた事

やっぱりナスの皮のUVは0になった。ガラス皿と水道水のUVが同じになった。ガラスビンに入れると茶色で、紅茶みたいな色をしているけれど、ガラス皿に入れるとにごったうす黄色っぽくなった。こんなに色の差があるとは思わなかった。ナスの皮のにごったうす黄色は紫外線をさえぎった。

① 色素の抽出



ナスの皮 20g

直接、紫外線をはかる



ピーラーで皮をむく

ガラス皿を通して、紫外線をはかる



5分煮る

水道水を入れたガラス皿を通して、紫外線をはかる



不織布でこす

色水を入れたガラス皿を通して、紫外線をはかる

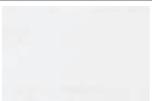
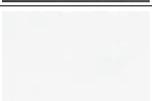


ガラスビンに入れた色水

ガラス皿に入れた色水



実験①-① 紫外線をさえぎる植物の色素

	植 物	色 水	U V	色	程 度	強度 (mw/m ²)
ナス			0			0
チンゲンサイ			0			0
レッドキャベツ			0			0
ピーマン			0			0
クの花 ホウオウボ			0			0
サンダンカ			0			0
クの葉 ホウオウボ			0			0
人参			0			0
パプリカ (赤)			0			0
インパチェンス			0			0
ブルーベ リーの果			0			0
マツバボタン			2	緑	弱	41
チョウマメ			0			0
バナナの中身			3	黄	中	81
バナナの皮			2	緑	弱	56
の緑のバナナ			1	緑	弱	25

	植 物	色 水	U V	色	程 度	強度 (mw/m ²)
ナスの中身			0			0
ナスの皮			0			0

実験①-② 紫外線をさえぎる植物の色素と弱める植物の色素

紫外線をさえぎる植物の色水		
ナス	チンゲンサイ	レッドキャベツ
ピーマン	ホウオウボクの花	サンダンカ
ホウオウボクの葉	人参	パプリカ(赤)
インパチェンス	ブルーベリーの果	チョウマメ
ナスの中身	ナスの皮	

弱める植物の色水		
マツバボタン	バナナの中身	バナナの皮
緑のバナナの皮		

	紫外線をさえぎる植物の色水と色	弱める植物の色水の色
赤	ナス、ホウオウボクの花、サンダンカ、パプリカ(赤)、インパチェンス、ナスの皮	マツバボタン
紫	レッドキャベツ、ブルーベリーの果	
青	チョウマメ	
黄	人参、ナスの中身	バナナの中身、バナナの皮
緑	チンゲンサイ、ピーマン、ホウオウボクの葉	緑のバナナの皮

実験結果

14種類の植物の色水で紫外線をさえぎる色素を調べる実験をした。14種類のうちナス、チンゲンサイ、レッドキャベツ、ピーマン、ホウオウボクの花と葉、サンダンカ、人参、パプリカ(赤)、インパチェンス、ブルーベリー、チョウマメの12種類の植物で紫外線の量が「0(ゼロ)」になったということは、紫外線をさえぎっていることが分かった。

実験をする前は、紫外線をさえぎるのは植物の色素の違いではないかと思っていた。

実験を進めていると、植物の色水を通した紫外線は「0」を示し、植物の色素はどんな色でも紫外線をさえぎるんだと思った。

ところが、マツバボタンの花の色水で「2」の数値がでた。紫外線は弱くなるけれど、完全にさえぎることはできなかった。

どんな色水でも紫外線をさえぎるだろうと思い始めていたので、とても意外だった。

また、バナナも紫外線を完全にさえぎることはできなかった。部分によっても紫外線量は違っていた。

バナナの中身は「3」、黄色の中身は「2」、緑のバナナの皮の色水は「1」の量になった。

バナナの緑色の皮のとき、紫外線をさえぎる量が多く、黄色になると少なくなると考えられる。バナナの中身の紫外線をさえぎる量が少ないのは、周りを皮でカバーしているからかもしれないと考えた。

バナナのように、中身と皮で紫外線をさえぎる量が違うものがあるかもしれないと思い、最初に実験したナスを、中身と皮に分けて再び実験してみた。

ナスの場合、中身も皮も紫外線をさえぎった。

ナスの皮が紫外線をさえぎるのは予想していたが、中身の色水が水に近いくらいすい色水なのに、紫外線をさえぎったのはとても不思議だった。

今度は色水の濃さで紫外線をさえぎる力が変化するのではないかと考えた。

けれども、サンダンカやインパチェンス、ナスの中身などは、色が薄く水に近いくらいなのに、紫外線をさえぎった。

このことから、紫外線をさえぎるのは色水の濃さではないことがわかった。

植物の色素

ナス	アントシアニン
チンゲンサイ	葉緑素
レッドキャベツ	アントシアニン
ピーマン	葉緑素
ホウオウボクの花	フラボノイド系のアントシアニン
サンダンカ	
ホウオウボクの葉	葉緑素
人参	カロテン
パプリカ(赤)	カルテノイド系のカプサンチン
インパチェンス	
ブルーベリーの実	アントシアニン
マツバボタン	フラボノール
チョウマメ	テルナチン、β-カロテン、ベタレイン
バナナの中身	
黄色いバナナの皮	
緑のバナナの皮	葉緑素
ナスの中身	アントシアニン
ナスの皮	アントシアニン

※植物色素であるクロロフィル(葉緑素)やアントシアニンは、植物を紫外線から守っている。

○葉緑素(緑色の光合成色素)=クロロフィル

青緑のクロロフィルaと緑色のクロロフィルb、緑色の葉に含まれている。

○カロテン(オレンジ色の光合成色素)

○アントシアニン(赤い色素)

実験② 紫外線によるバナナの色の変化を調べよう。

材料(道具)

- バナナ 5本
- アルミホイル
- 紫外線測定器

実験方法

- ① 5本のバナナ下半分にアルミホイルを巻く。アルミホイルには紫外線をさえぎる性質がある。
- ② 晴れた日の11:00に5本のバナナをすべて日光に当てる。(11:00~15:00はUVが強い時間帯)
1本目のバナナは1時間で日陰に取り込む。
- ③ 2本目のバナナは2時間で取り込み、3時間、4時間、5時間太陽に当てたバナナを作る。
- ④ 実験に使った5本のバナナを暗い所に1~2日置いておく。
- ⑤ アルミホイルを外し、色の変わり具合を調べる。

実験③ 紫外線測定器で紫外線をさえぎる色を調べる。

材料(道具)

- カラーセロハン(赤、黄、緑、とうめい)
- 紫外線測定器

実験方法

- ① 赤いカラーセロハンを通した太陽の光を紫外線測定器に当て、紫外線の強さを調べる。
- ② 同じようにいろいろな色のセロハンで測定し、太陽の光を直接当てたときと、紫外線の強さがどう変わるかを調べる。

実験② 紫外線によるバナナの色の変化



5本のバナナ下半分にアルミホイルを巻いて日光にあてる(10:00)
アルミホイルを巻いた所は、そのまま黄色くなると思った。



1時間後、1本目のバナナを日陰に取り込む。(11:00)
バナナの根元が少し黒っぽくなってきた。



2時間後、2本目のバナナを日陰に取り込む。(12:00)
少し皮がやわらかくなってきた。



3時間後、3本目のバナナを日陰に取り込む。(13:00) つかもうとすると、中身がつぶれそうになった。



4時間後、4本目のバナナを日陰に取り込む。(14:00) 5時間後、5本目のバナナを取り込む。(15:00) 取ろうとすると裏側から液が出ていて、アリがたくさん出てきていた。



実験したバナナ5本を暗い所に1~2日置く。3時間後から真っ黒になっている。



暗い場所に2日置いたバナナ。2日置くと2時間後に取り出したバナナも真っ黒になっている。



バナナの下半分に巻いたアルミホイルをはずす。予想通り、アルミホイルを巻いた所はそのままの黄色だった。



バナナの皮をむいてみた。皮が真っ黒になっている所は、中身も真っ黒になっていた。アルミホイルを巻いていたのに、3時間後から色が変わっていた。



バナナを半分切ってアルミホイルを巻いてあった所と、そのままの所を輪切りにした。4、5時間は中まで真っ黒だった。



輪切りにしたバナナ。上の段は直接日光に当たった所。下の段はアルミホイルで巻いた所。1時間、外に置いた下の段はおいしそうだった。

気づいた事

最初の予想通り、アルミホイルを巻いた所は、UVをさえぎった。皮をむいたら、アルミホイルを巻いた所でも時間がたつにつれて、だんだんやわらかくなった。5時間日光に当たったバナナは中から茶色い液が出てきて、つかもうとすると、やわらかくてグチャっとなりそうだった。日光に当たった所は3時間から中身も真っ黒になっていた。時間によって食べ比べをしようと思ったけれど、グチャグチャで食べられる状態ではなかった。アルミホイルを巻いた所は、紫外線を通さないのに中身は変化した。とりこむ時に熱かったので、グチャグチャになったのは熱のせいだと考えられる。

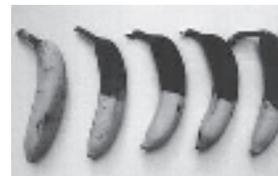
実験② 紫外線によるバナナの色の变化



5本のバナナ下半分にアルミホイルを巻いて日光にあてる。アルミホイルを巻いた所は紫外線を通さないと予想した。



1時間ごとにバナナを1本ずつ取りこむ。1時間、2時間、3時間、4時間、5時間太陽にあてたバナナを作り、1~2日暗い所に置く。日光にあてた部分の2時間後、こげ茶に。3時間後から真っ黒になった。



バナナの下半分に巻いたアルミホイルをはずし、色の変わり具合を見る。予想通りアルミホイルを巻いた部分は黄色のままだった。



バナナの皮をむいてみた。中身も太陽に当たった所やアルミホイルを巻いた所も変化した。皮が真っ黒になっている所は中身も黒くなっていた。

実験結果

予想通りアルミホイルを巻いた部分は、黄色のままだった。このことからアルミホイルは紫外線をさえぎることが分かった。日光に当たった部分の2時間後こげ茶色に、3時間後から真っ黒になった。アルミホイルを巻いた所は、紫外線を通さないのに中身は変化した。とりこむ時に熱かったので、グチャグチャになったのは熱のせいだと考えられる。

実験③ カラーセロハンを巻いて紫外線をさえぎる色を調べる。



青、紫、赤、ピンク、緑、黄の6色のカラーセロハンを巻いて日光にあてる。セロハン巻いた所では色が変わるかと思った。



10:00から16:00まで6時間日光にあてる。日光にあてるとバナナがちぢんでカラーセロハンとバナナの間がすきまができた。バナナは真っ黒になった。



カラーセロハンはずす。カラーセロハン巻いても境目がなかった。セロハン巻いても変わらない。



皮をむいてみた。中身まで真っ黒だった。とてもやわらかくて、さわっただけでつぶれそうだった。

カラーセロハンでつつんで紫外線をさえぎる色を調べる。

6色のカラーセロハンで巻いて日光に6時間当てて紫外線をさえぎる様子を調べたが、バナナが縮んでセロハンとの間にすきまができたため、光があたったのか全体炭みたい真っ黒だったので、それで今回はバナナを1本ずつセロハンでつつんでくべてみた。
また、時間が長かったのではないかと考えたので、前回の半分の3時間で調べた。



バナナとカラーセロハンの間にすきまができないように色別に分けてつつむ。青・黄・赤の3本のバナナを用意する。



3時間たつてバナナの様子を見てみると、すでに真っ黒になっていた。また、下の方が陰になってしまっていた。



カラーセロハンはずしたバナナは真っ黒になっていた。色の違いで差があるか分からなかった。



皮をむいてみた。中身も黒くなりかけていた。青いセロハンで巻いた方が黒くなった。

カラーセロハンを通して紫外線をはかる



直接紫外線をはかる



青いカラーセロハンで紫外線をはかる

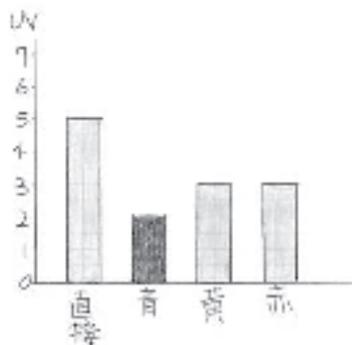


黄のカラーセロハンで紫外線をはかる



赤いカラーセロハンで紫外線をはかる

	UV	色	程度	強度
直接	5	黄	中程度	132
青	2	緑	弱い	43
黄	3	黄	中程度	83
赤	3	黄	中程度	70



気づいた事

カラーセロハンでは、何色でもUVをさえぎることができると思った。でも、青も黄も赤もUVを通したので、予想は外れた。黄や赤のカラーセロハンより、青のカラーセロハンの方がUVをさえぎったのに、バナナの実験だと青いカラーセロハンを巻いた方が真っ黒になったのは不思議だった。

実験③-① カラーセロハンを巻いて紫外線をさえぎる色を調べる。



6色のカラーセロハンを巻いて日光にあてる。

↓ 6時間後



6時間後、炭のように真っ黒になったバナナ。

実験方法

日光に6時間当てると長すぎたのか、真っ黒になった。カラーセロハンを巻いた所と、直接日光に当てた所の差はなかった。またバナナが縮んで、バナナとカラーセロハンの間にすきまができたからではないかと考えた。

実験③-② カラーセロハンでつつんで紫外線をさえぎる色を調べる。



青・黄・赤の3色の色別に分けてつつむ。

↓ 3時間



3時間後、真っ黒のバナナ。



皮をむいてみた。

カラーセロハンを通して紫外線をはかる



	青のカラーセロハン	黄のカラーセロハン	赤のカラーセロハン
UV	2	3	3

実験結果

カラーセロハンでは何色を使ってもUVをさえぎる事ができると思っていたが、青・黄・赤どれもバナナが黒くなったので、紫外線を通したことが分かった。3時間でも長すぎたのか、セロハンの色違いでは差は出なかった。またセロハンの色違いで紫外線をさえぎる数値が違うことが分かった。

実験④ 日焼け止めクリームの効果を調べる

材料(道具)

- 日焼け止めクリーム
- とうめいなガラス皿
- 紫外線測定器

実験方法

- ① 紫外線防止効果の異なる日焼け止めクリームを用意する。
- ② それぞれの日焼け止めクリームをとうめいなガラス皿にできるだけ均一に15×15cmぐらいぬる。
- ③ ガラス皿を通した太陽の光を紫外線測定器に当て、紫外線の強さを調べる。
- ④ 何もぬっていないとうめいなガラス皿を通した太陽の光を紫外線測定器に当て、紫外線の強さを調べる。
- ⑤ 日焼け止めクリームの紫外線防止効果を調べる。
また、日焼け止めクリームの種類が異なるとどんな違いが出るかを調べる。

実験⑤ 紫外線測定器で紫外線の変化を調べる

材料(道具)

- 紫外線測定器

実験方法

- ① 紫外線測定器に太陽の光を当て、紫外線の強さを調べる。
 - ② 1時間おきの紫外線の強さを測定し、1日の紫外線の強さの変化を調べ、表とグラフにする。
- ※ 別冊No.3にまとめている。

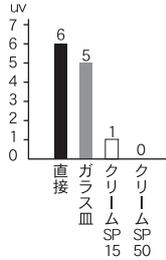
日焼け止めクリーム



- 8月22日(月)晴れ
項目
 ① 色素の抽出
 ② 紫外線の観測
 ③ 紫外線データ
 ④ 気づいた事

③ 紫外線データ (15:00)

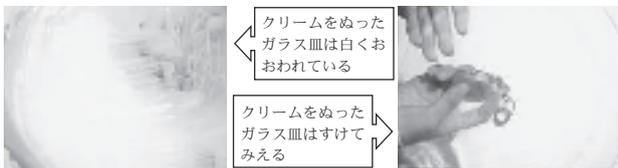
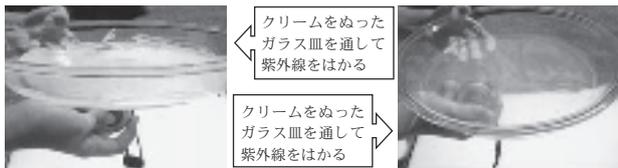
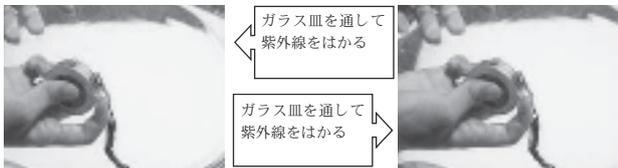
	UV	色	程度	強度 (mw/m ²)
直接	6	オレンジ	強い	144
ガラス皿	5	黄	中程度	122
クリームSP15	1	緑	弱い	25
クリームSP50	0			2



④ 気づいた事

15:00にやったので、直接のUVが5か4ぐらいかなと思った。でもUVが6あったので良かった。SP15はUVが1あったけどSP50はUVが0になった。日焼け止めクリームはこくぬって、SPが小さいより、うすくぬってSPが大きい方がUVをさえぎることがわかった。

日焼け止めクリームSPF15 日焼け止めクリームSPF50+



実験④ 日焼け止めクリームの効果

	日焼け止めクリーム SPF15	日焼け止めクリーム SPF50+
成分	水、バラメトキシケイ皮酸2-エチルヘキシル、シクロメチコン、グリセリン、セテアリルアルコール、ポリソルベート60、プロピレングリコール、エタノール、酸化チタン、ステアリン酸グリセリル&ステアリン酸PEG100、セスキオレイン酸ソルビタン、アロエベラ、トリエタノールアミン、ケイ酸(Ng/Al)、メチルパラベン、カルボマーフェノキシエタノール、酢酸トコフェロール、キサンタンガム、プロピルパラベン、エチルパラベン、EDTA2Na、香料	シクロヘタンシロキサン、水、メトキシケイ皮酸エチルヘキシル、酸化亜鉛、トリエチルヘキサノイン、ジグリセリン酸化チタン、ポリメチルシロセスキオキサン、(アクリレート/メタクリル酸ポリトリメチルシロシキ)コポリマー、ラウリル PEG-9 ポリジメチルシロシキエチルジメチコン、ミツロウ、スベリヒユエキス、アロエベラ、トリエタノールアミン、ケイ酸(Ng/Al)、メチルパラベン、カルボマーフェノキシエタノール、酢酸トコフェロール、シリカ、ハイドロゲンジメチコン、水酸化Al、パンテノール、(ピニルジメチコン/ラウリルジメチコン)クロスポリマー、トリスステアリン酸ポリグリセルー-2、1・2-ヘキサジオール、EDTA-2Na、メチルパラベン、プロピルパラベン
クリームをぬったガラス皿		
UV	1	0

実験結果

日焼け止めクリームは、SPFの数小さいより、大きい方が紫外線をさえぎることがわかった。SPFの小さい方を厚くぬるよりSPFの大きい方をぬった方がより紫外線をさえぎる。こんなに成分はあるのに知っているのは5つしかなかった。他の成分表も見てみたいと思った。

実験⑤ 紫外線の変化(UV)

月	日	曜日	天気	気温 (°C)	7時	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18時
7	21	木	晴れ	33	0	2	5	3	2	6	7	7	5	3	2	0
	22	金	雨	31	0	0	1	2	6	6	6	5	5	4	2	0
	23	土	晴れ	32	0	0	2	2	4	5	5	5	1	3	1	1
	24	日	雨のち曇り	32	0	0	0	0	1	1	4	4	2	0	0	0
	25	月	曇りのち雨	30	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0
	26	火	曇り	30	0	1	4	5	2	1	2	5	1	3	2	0
	27	水	晴れ	32	1	2	4	5	6	6	6	6	5	4	2	0
	28	木	晴れ	33	0	3	3	4	6	7	6	7	6	5	2	0
	29	金	晴れ	32	0	1	4	4	4	2	4	5	5	5	3	0
	30	土	晴れ	32	0	2	4	4		7	6	6	5	5	3	0
	31	日	晴れ	31	0	3	1	4	6	6	5	6	4	3	3	0
8	1	月	晴れ	31	0	1	3	4	2	6	2	1	6	5	1	0
	2	火	晴れ	31	0	3	4	6	7	6	6	6	6	4	3	0
	3	水	晴れ	31	0	1	4	5	6	5	5	3	4	4	3	0
	4	木	台風	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	5	金	台風	27												
	6	土	台風	26												
	7	日	曇り	28	0	0	0	3	2	2	4	4	3	2	0	0
	8	月	曇り	30	0	0	0	2	2	6	7	2	4	4	3	0
	9	火	晴れ	30	0	2	4	5	4	6	7	6		4	3	1
	10	水	曇り	30	0	1		3	6	4	5	7	4	1	1	0
	11	木	曇り	30	0	2	1	5	2	1	3	1	1	1	0	0
	12	金	曇り	30	0	0	1	2	3	2	3		4	0	0	0
	13	土	曇り	29	0	0	2	3	3	3	2	1	1	2	1	0
	14	日	曇りのち晴れ	29	0	0	3	3	5	5	6	6	2	1	2	0
	15	月	晴れ	33	0	2	3	3	7	6	4	5	4	1	0	0
	16	火	晴れ	32	0	2	5	4	5	2	5	6	6	4	2	0
	17	水	晴れ	31	0	3	4	6	7	6	4	5	6	3	3	0
	18	木	晴れ	32	0	2	3	4	6	7	3	6	5	4	2	0
	19	金	晴れ	33	0	2	4	5	6	6	6	6	5	4	2	0
	20	土	晴れ	32	0	2	4	5	6	6	0	2	1	4	2	0
	21	日	晴れのち曇り	32	0	2	2	6	7	7	2	3	1	1	2	0
	22	月	晴れ	32	0	2	5	5	6	6	6	5	6	4	2	0
	23	火	晴れ	33	0	2	4	4	7	7	7	2	2	0	0	0
	24	水	晴れ	32	0	2	4	5	7	6	6	6	5	3	2	0
	25	木	曇りのち晴れ	29	0	0	1	5	6	1	1	2	3	1	2	0
	26	金	曇り	30	0	0	0	1	2	3	3	1	2	1	1	0
	27	土	曇りのち晴れ	30	0	1	1	1	5	7	6	2	5	1	2	0
	28	日	晴れ	31	0	2	1	6	7	7	7	7	1	3	1	0
	29	月	曇りのち晴れ	30	0	0	1	5	3	6	7	2	5	1	1	0

実験結果

1日の紫外線の変化の表から、1日のうちで紫外線が最も強い時間帯はオレンジになっている11:00から14:00だった。太陽の位置が真上にある時間帯で白や緑、黄色になっている所は、太陽が雨雲、雲、うす雲におおわれていた時だった。1日の紫外線の変化は晴れの日で紫外線測定時に太陽が雲にかかっていない場合、予想していたとおり、山なりになった。

結果

今回の**実験1**で植物の色素が紫外線をさえぎったり、弱めたりすることがわかった。そして、色の違いや濃さの違いではないことも分かった。しかし、紫外線をさえぎるものが何なのかははっきりしたことはわからなかった。

では、何が紫外線をさえぎるのだろうか。

色素の成分によるものだろうか。

たとえば似たような色でも成分が違ったり、違う色でも紫外線をさえぎる成分がふくまれているのかもしれない。

今後の課題になった。

実験2では、バナナの様子から強い紫外線を直接2時間も受けると危ないと感じました。

また、アルミホイルのような全く紫外線を通さないものでカバーしても3時間日光を受け続けると、内部が変化したように熱による危険を感じました。

実験3**4**では、1回目は6時間という時間設定だったので、長すぎたと思った。なので、2回目は半分の3時間で実験してみた。それでも長かったと思う。結局、紫外線をさえぎる色を調べることができなかった。

でも3時間、日中の太陽の光を浴び続けると、体の表面だけでなく、内部まで影響して変化を起こすことが分かった。怖いと感じた。

実験5の1日の紫外線の変化から、晴れた日の11:00から14:00の日中は1番紫外線がとて強く、紫外線対策をしないと危険だと感じた。朝と夕方、そしてくもりの日は、紫外線が弱いので、外で行動しても大丈夫だと思った。

今回の実験で植物の色が紫外線を完全にさえぎったり、弱めたりしながら身を守っていることが分かった。

しかし、私達が紫外線から身を守るためにどういう色を身につけた方がいいのか、役立つ色はどれなのか、紫外線防止に最も効果のある色がどの色なのか、有力な色を見つけることはできなかった。

太陽の光は私達の生活にとっても必要なものではあるけれど、長時間浴び続けると危険である。

私達が紫外線から身を守るためには、紫外線の強い日中は外出をひかえたり、帽子や長そでの服を着たり、日焼け止めクリームをぬったり、紫外線対策を考えなければいけないと思った。

もしかすると、日焼け止めクリームがない時は、植物の

色水をつけたりするのもいいのかなと思った。

感想

- 2つの台風で花がとばされて、花がなくなったので、材料を集めるのに大変だった。
- 紫外線測定器を太陽の位置にむけるのが難しく、UVをはかりにくかった。
- 実験の時、暑くてフラフラすることもあり、実験のあと中に入るとしばらく周りが見えなくなった。
- 紫外線をはかる時間に外に出る事が出来ず、UVをはかれないこともあったし、気がつく測定する時間が過ぎていて、はかりそこねたこともあった。
- 私の自由研究の花を分けた泡瀬小学校校長先生、母の友達、インターネットで成分をさがしてくれた父、いろいろアドバイスをしてくれた母、伯母さん、伯父さん、いとこのお兄さん、手伝ってくれた皆様に感謝しています。

紫外線

太陽の光の中には、紫外線という目に見えない光が含まれている。適度な量の紫外線なら体の中でビタミンDが作られたり、肌の雑菌を消毒したりと役に立つこともある。紫外線の働きを利用して病院では器具の雑菌をしている。

太陽の光に当たると、日焼けするのは人の体が紫外線から身を守るためである。適度な量ならいいけれど、紫外線の浴び過ぎは、さけたほうがいいといわれている。

太陽の光にふくまれる紫外線(UV)にはUV-A、UV-B、UV-Cの3種類ある。

そのうち地上へ届くのは、UV-AとUV-B。

UV-Aはシワなどの肌の老化、UV-Bは皮ふがんの原因になるといわれている。

$UV = UI + \text{raviolet} = \text{紫外線}$

参考にした本

- 中学生 理科の自由研究 ECOの実験室 成美堂出版
- 進研ゼミ 小学講座 チャレンジ6年生「環境リサーチ Book」
- インターネット
 - ・生物実験室16 植物色素の紫外線カット効果
 - ・エキサイト健康
 - ・クロマトグラフィーでみる葉の色素と黄葉、紅茶
 - ・横浜市衛生研究所、食品添加物データシート、パプリカ色素
 - ・[ピーマン]赤い色素のカプサイチンについて
 - ・花色素の分析と抽出

講 評

植物の色と紫外線

小学校2年生に「色マジック」から始まり、昨年小学校5年生時の「植物の色の不思議」、今回のテーマ「植物の色と紫外線」と植物と色の関係について、毎年、課題を持ち取り組んできています。

今回の研究は、植物の持つ色素と紫外線の関係について、花や葉、実の皮にとどまらず、実の中に含まれる色まで抽出して、比較しています。その結果、色の種類や色の濃さに関係なく紫外線を阻害する何らかの仕組み(成分)があることを導いたことは興味深いところです。

紫外線からのダメージについて、バナナを使ったところも興味深いです。紫外線を当てる部分と当てない部分との対照実験の手法も科学的です。

日焼け止めクリームの効果についての実験は、SPF 値(サンケア指数)と紫外線阻害との関係を調べる実用的な実験で興味深いです。

夏休み期間(40日)における紫外線量の変化の記録は圧巻です。

実験結果に写真を効果的に使用したり、データを表、グラフ化したりして見やすくしています。紫外線値の測定器具および数値の説明も載せると更に科学性が増すものと思います。

受賞ポイント

小学校2年生から小学校6年生までの、長期にわたる継続した研究であること。

今回は、実験1から実験5までの5回の実験を行い、無理なく結論を導き出し、考察に至っていること。

植物の持つ色素と紫外線の関係にとどまらず、視点を変え、市販の日焼け止めクリームの効果の実験を行ったり、休み期間中の紫外線量の変化を調べたりし、考察へと導いています。日中の紫外線の変化を記録した膨大なデータは、研究に対する並々な熱意と努力を感じます。以上により沖縄県教育長賞にふさわしい研究と判断しました。

👑 沖縄県教育長賞 👑

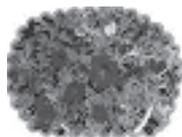
オリジナルペチュニアを作ろう！

うるま市立田場小学校 6年 識名真生

💡 調べた理由

私は、2年生から家にある植物で、自由研究をがんばってきました。

2010年度の研究では、ポーチュラカとマツバボタンについて調査しました。私はその調査で交配について研究し、興味をもちました。



なぜなら、交配して別の色や形が出たり、自分だけの品種が作れるのがおもしろいと思ったからです。

今年は、ペチュニアという花に興味をもちました。花もカラフルで形もいろいろあり、きれいな花だからです。

交配の方法はインターネットから調べて自分で交配をすることにし、組み合わせの色のちがいやその成功率などを調査して、世界に一つだけの品種ができないか挑戦しました。

💡 調査した内容

- ① ペチュニアについて調べる。
- ② 交配親を決めて交配をする。
- ③ 交配後の経過と観察
- ④ 種子の採取と数の結果
- ⑤ タネまきと発芽率の調査
- ⑥ 番号ごとに花の色と特徴を調査する。



💡 ペチュニアについて

名前の由来

ペチュニアは最初タバコ属として紹介されたため、南米ブラジルでタバコを意味する「ペチュン」から由来しています。

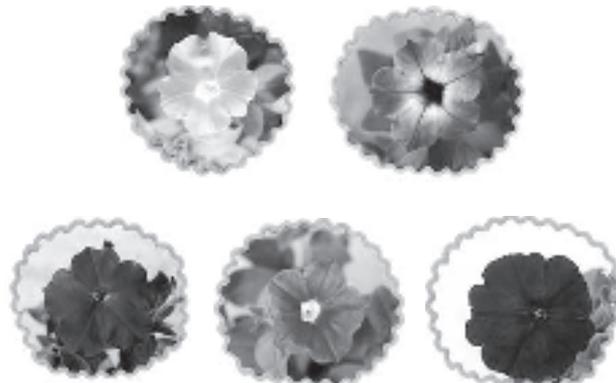


和名

江戸時代後期に渡来した際、花が朝顔に似て、がくは羽根突きの羽に似ていることから、「ツクバネアサガオ(突羽根朝顔)」となった。

💡 ペチュニアの分類

原産地……南アメリカ
科・属名……ナス科・ペチュニア属
性質……一年草・半耐寒性多年草
草丈……20～50cm
タネまき……4月中旬～5月
花期……4～12月





ペチュニアの性質

1. くきがはうように伸びるほふく性。草姿がコンパクトな立ち性があります。
2. 花色が豊富でパステルカラーや寒色、赤や黄色の暖色などがあり、スター咲きやフリルなどの花もある。
3. 大輪、中輪、小輪と花径もいろいろ。
4. 一重、八重、芳香性と多種あります。
5. 夏の暑さを嫌う性質があったが、品種改良で春先～秋と開花期が長くなった。
6. 花弁に厚みがある品種が多く、耐雨性が高くなった。



ペチュニアの改良史

イギリス編

1834年・アキシラリスという品種とインテグリフォリアを交雑させて「ペチュニア・ヴィオセラ」が誕生。現在のペチュニアの基礎となっている。

アメリカ編

1886年・普通の主婦シェパード夫人と隣に住むグールド夫人が100%完全巨大輪ペチュニア「カリフォルニア・ジャイアンツ」を完成させた。

日本編①

1852年・ペリー来航の一年前に、アメリカから渡米しました。渡米した当時はペチュニアを文字って「ペテニヤ」と呼ばれていました。

日本編②

1986年・サントリーフラワーズ株式会社の「サフィニア」が販売された。1995年・麒麟ビール社の「麒麟ウェーブ」が販売された。



交配親のペチュニアの種類



F1 フラールブルーベイン
花弁にベイン(脈)が入る美しい花。(No.1とした)



F1 キューティ ピンクmoon
極小輪一重咲きで、コンパクトにまとまります。(No.2とした)



F1 キューティ ブルー
極小輪一重咲きで、コンパクトにまとまる。(No.3とした)



F1 ロンドディープローズ
雨がふった後の回復が早い多花性種です。(No.4とした)



名前は不明。
家で発芽した株です。(No.5とした)



交配の方法

3月19日



① 次の日に咲きそうな花を開き、おしべをとります。



② オスとなる花から花粉をとります。



③ めしべに花粉をつけます。



④ 虫などに交配されないように、ホッチキスで花の先をとめます。



⑤ 日付と交配した種類を書いたラベルをつけました。

💡 交配の組み合わせ ①

番号㉔とした
＜メス＞



F1 フラールブルーベイン

＜オス＞



F1 キューティブルー

番号㉕とした
＜メス＞



F1 キューティブルー

＜オス＞



F1 フラールブルーベイン

番号㉖とした
＜メス＞



F1 キューティピンクmoon

＜オス＞



No. 5

番号㉗とした
＜メス＞



No. 5

＜オス＞



F1 キューティピンクmoon

💡 交配の組み合わせ ②

番号㉘とした
＜メス＞



F1 ロンドディープローズ

＜オス＞



F1 キューティピンクmoon

番号㉙とした
＜メス＞



F1 キューティピンクmoon

＜オス＞



F1 ロンドディープローズ

番号㉚とした
＜メス＞



F1 キューティブルー

＜オス＞



F1 ロンドディープローズ

ベインとは？

No. 1 のように、花びらにすじや脈のもようが出ている花やそのもようのこと。

モーンとは？

No.2のように、花の中心から外側に向けて、白色のグラデーションがある花、そのもよう。

 セルフでできたタネの種類

セルフとは、自家受精(自分で交配をしたこと)のことです。



番号㉑とした
虫などが交配した可能性があるが、自然にセルフでタネができたもの。
F1フラールブルーベインセルフ



番号㉒とした
虫などが交配した可能性があるが、自然にセルフでタネができたもの。
F1キューティピンクモーンセルフ



番号㉓とした
虫などが交配した可能性があるが、自然にセルフでタネができたもの。
F1キューティブルー



番号㉔とした
虫などが交配した可能性があるが、自然にセルフでタネができたもの。
F1ロンドディープローズ

 交配後の経過

メス F1フラールブルーベイン
オス F1キューティブルー

3月19日 番号㉑ 3月29日



4月9日



メス F1キューティブルー
オス F1フラールブルーベイン

3月19日 番号㉑

3月29日



3月30日



4月9日



メス F1キューティピンクモーン
オス No.5

3月19日 番号㉑

3月29日



3月30日



4月9日



メス No.5

オス F1 キューティピンクモン

3月19日 番号㉑

3月29日



3月30日



4月9日



メス F1 ロンドディープローズ

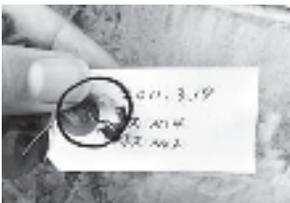
オス F1 キューティピンクモン

3月19日 番号㉒

3月29日



3月30日



4月9日



メス F1 キューティピンクモン

オス F1 ロンドディープローズ

3月19日 番号㉓

3月29日



4月9日



メス F1 キューティブルー

オス F1 ロンドディープローズ

3月19日 番号㉔

3月29日



3月30日

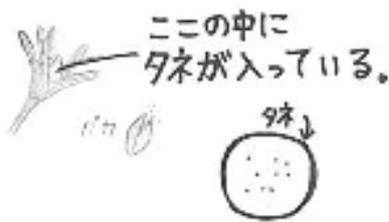


4月9日



花のタネとり

約1か月後に、タネをとった。



顕微鏡で見たペチュニアの種子。

50倍で観察 約0.6mm



- とったタネは、カメラのフィルムケースに入れて保存しました。
- ケースには交配の組み合わせと月日を書きました。
- 冷蔵庫に入れて保管しました。



4月21日

種子をとっている様子。

💡 種子の数の結果

6月5日

	交配の組み合わせ	種子の数			平均
F	メス3 × オス1が3つ	131コ	32コ	172コ	111.7コ
K	メス3 × オス4が3つ	103コ	152コ	194コ	149.7コ
I	メス2 × オス5が2つ	60コ	38コ		49コ
J	メス5 × オス2が2つ	150コ	146コ		148コ
G	メス2 × オス4が2つ	80コ	68コ		74コ
H	メス4 × オス2が2つ	95コ	10コ		52.5コ
E	メス1 × オス3が2つ	83コ	88コ		85.5コ



ケースから出してタネを数えている様子。



タネを顕微鏡で見ている様子。



50倍で観察 約0.6mm
顕微鏡で見たタネ。

💡 タネまき

6月26日

<タネの植え方>



① フィルムケースからタネをとり出します。



② タネはとても小さいので、小皿に入れます。



③ つまようじで、ピート板にタネをまきました。ラベルも立てました。



④ 家の中の日当たりがいい所におきました。各種類50粒ずつタネをまきました。

💡 はち上げ前の様子

7月21日



(中央から分けて)
右がメス4 × オス2 (H)
左がメス2 × オス4 (G)



右がメス1 × オス3 (E)
左がメス3 × オス1 (F)



右がメス2 × オス5 (I)
左がメス5 × オス2 (J)



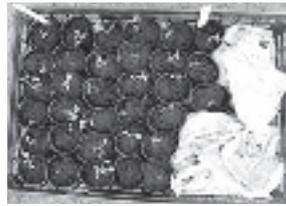
左がメス3 × オス4 (K)



右がNo.2 セルフ(B)
左がNo.1 セルフ(A)



右がNo.4 セルフ(D)
左がNo.3 セルフ(C)



③ はち上げた後の様子です。はち上げの方法は「はち上げ②」で説明します。



④ はち上げの様子を記録しました。

💡 発芽率の表

	交配の組み合わせ	発芽した数			発芽率
		7/1	7/11	7/21	
G	メス2 × オス4	1コ	9コ	20コ	40%
H	メス4 × オス2	0コ	2コ	6コ	12%
F	メス3 × オス1	12コ	31コ	37コ	74%
E	メス1 × オス3	17コ	33コ	35コ	70%
J	メス5 × オス2	0コ	6コ	22コ	44%
I	メス2 × オス5	6コ	15コ	24コ	48%
K	メス3 × オス4	6コ	27コ	31コ	62%
A	No.1	9コ	28コ	30コ	60%
B	No.2	1コ	4コ	4コ	8%
C	No.3	4コ	13コ	17コ	34%
D	No.4	13コ	23コ	30コ	60%

(発芽した数 ÷ 50) × 100 = 発芽率
(まいたタネの数)

💡 はち上げ②

7月23日



① 培養土が固まっているので、よくほぐします。



② ビニールポッドに培養土を入れて芽を置いて、まわりに培養土を入れると



③ このようになり、完成です。



④ ラベルも書きます。



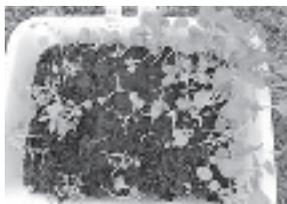
⑤ たっぷり水をあたえます。



⑥ はちはお父さんの職場に1週間置きました。

💡 はち上げ①

7月21日



① このように大きくなりすぎていたので、はちに入れます。



② 土は「サカタスーパーミックスA」を使います。



はちがえ 1 回目

8月9日



① はちが小さく、根がつまっているので、はちがえをします。



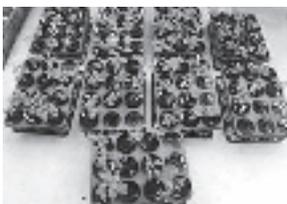
② 9 cmのポッドに土(培養土)を入れ



③ なえを入れて、まわりに培養土を入れます。



④ 1つ1つのはちにラベルを立てました。



⑤ 午前だけ光が当たる場所に置きました。

Aは15コ Bは1コ Cは1コ Dは5コ
Eは26コ Fは19コ Gは5コ Hは2コ
Iは10コ Jははし Kは10コ



番号Aの交配の組み合わせ調査



A 1
花の大きさ 5 cm 花の色 b 22
ペイン d p 22



A 2
花の大きさ 5.5cm 花の色 d p 22



A 3
花の大きさ 4.5cm 花の色 b 22
ペイン V 23



A 4
花の大きさ 4.5cm 花の色 b 22
ペイン d p 22



A 5
花の大きさ 4 cm 花の色 b 22
ペイン d p 22



A 6
花の大きさ 3.8cm
花の色 d p 22 d p 20



A 7
花の大きさ 4.2cm 花の色 d p 20
ペイン d p 22



A 8
花の大きさ 4.3cm 花の色 b 22
ペイン d p 22



A 9
花の大きさ 5.3cm 花の色 V 24



A 10
花の大きさ 5.3cm 花の色 V 22



A 11
花の大きさ 3.7cm 花の色 V 22
ペイン d p 22



A 12
花の大きさ 4.5cm 花の色 s t 24
ペイン d p 22



A 13
花の大きさ 4 cm 花の色 V 24
ペイン d p 22



A 14
花の大きさ 3.9cm 花の色 s t 24
ペイン v 22

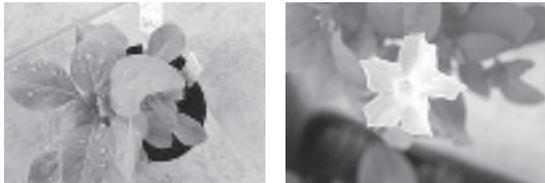


A 15

花の大きさ3.8cm 花の色 l t 22+
ベイン d p 22

番号ⒷⒸⒹの交配の組み合わせ調査

B 1



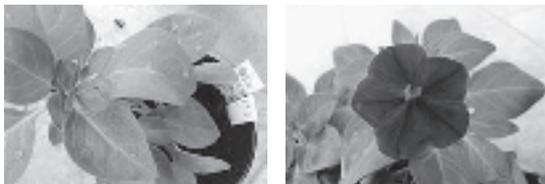
花の大きさ：4.3cm 花の色：l t 24+
特徴：うすいピンク色に、少しモーンが入っている。

C 1



花の大きさ：4.4cm 花の色：d p 20
特徴：全体的にこい紫色。

H 1



花の大きさ：4.7cm 花の色：v 24 ベイン：V 23
特徴：花びらにこい赤紫のベインが入っている。

H 2



花の大きさ：4cm 花の色：P I - 4 ベイン：v 24
特徴：ベインが入っている。H 1より色がうすい。

番号Ⓓの交配

メス



F 1 ロンドディープローズ

×

オス



F 1 キューティピンクモーン

番号Ⓓの交配の組み合わせ調査

D 1



花の大きさ：5.5cm 花の色：d p 22
特徴：こい紫色で、こい色の線が入っていた。

D 2



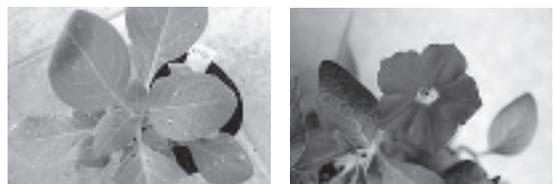
花の大きさ：4.5cm 花の色：P I - 4
特徴：全体的にピンク色で、中心は白だった。

D 3



花の大きさ：4cm 花の色：d p 22
特徴：全体はこい紫で、中心あたりにベインがあった。

D 4



花の大きさ：4cm 花の色：V 24
特徴：きれいな赤色。中心は白。

D 5



花の大きさ：5cm 花の色：d p 22
特徴：白いモーンがあり、中心は紫色。



番号㉔の交配の組み合わせ調査

番号㉔の交配

(メス)



No. 2

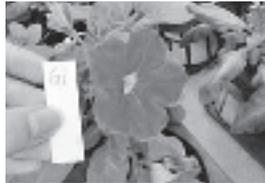
×

(オス)



No. 4

G 1



花の大きさ：5.3cm 花の色：V24

特徴：花全体がピンク色で、中心だけ白色。

G 2



花の大きさ：4.5cm 花の色：P I - 4

特徴：花全体がピンク色で、中心だけ白色。G 1 よりうすい。

G 3



花の大きさ：5.3cm 花の色：P I - 4

特徴：きれいなピンク色。中心は白色。

G 4



花の大きさ：3.7cm 花の色：V24

特徴：赤に近いピンク。G 5 と似ている。

G 5



花の大きさ：4.3cm 花の色：V24

特徴：赤に近いこいピンク色。



番号㉕の交配の組み合わせ調査

番号㉕の交配

(メス)



F 1 フラールブルーベイン

×

(オス)



F 1 キューティブルー



E 1

花の大きさ4.6cm 花の色V22



E 2

花の大きさ4.4cm 花の色 d p 20



E 3

花の大きさ4.2cm 花の色 d p 22



E 4

花の大きさ5.5cm 花の色 d p 22



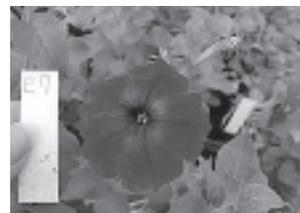
E 5

花の大きさ4.8cm 花の色 d p 22



E 6

花の大きさ5cm 花の色 d p 20



E 7

花の大きさ4.5cm 花の色 d p 22



E 8

花の大きさ4.6cm 花の色 d p 20



E 9

花の大きさ4cm 花の色 d p 20



E 10

花の大きさ5.2cm 花の色 d p 20



E 11
花の大きさ5.2cm 花の色 d p 20



E 12
花の大きさ3.8cm 花の色 V 19



E 23
花の大きさ5 cm 花の色 d p 22



E 24
花の大きさ4.4cm 花の色 d p 22



E 13
花の大きさ4.8cm 花の色 d p 20



E 14
花の大きさ4.3cm 花の色 d p 20



E 25
花の大きさ5.1cm 花の色 V 23



E 26
花の大きさ4.2cm 花の色 d p 20



E 15
花の大きさ4.4cm 花の色 d p 22



E 16
花の大きさ4.5cm 花の色 d p 22



E 17
花の大きさ4.7cm 花の色 d p 20



E 18
花の大きさ4.8cm 花の色 V 24



E 19
花の大きさ4.2cm 花の色 V 19



E 20
花の大きさ5.3cm 花の色 d p 22



E 21
花の大きさ5.7cm 花の色 V 23



E 22
花の大きさ3.6cm 花の色 d p 22

番号㊦の交配の組み合わせ調査

番号㊦の交配

(メス)

(オス)



F 1 キューティブルー



F 1 フラールブルーベイン



F 1
花の大きさ4.5cm 花の色 d p 20



F 2
花の大きさ4 cm 花の色 d p 20



F 3
花の大きさ4 cm 花の色 d p 22



F 4
花の大きさ4.6cm 花の色 d p 22



F 5
花の大きさ5 cm 花の色 d p 20



F 6
花の大きさ4 cm 花の色 d p 20



F 7
花の大きさ5.2cm 花の色 d p 20



F 8
花の大きさ5.1cm 花の色 d p 20



F 19
花の大きさ4.7cm 花の色 d p 22



F 9
花の大きさ4.8cm 花の色 d p 20



F 10
花の大きさ4.3cm 花の色 d p 22



F 11
花の大きさ4.7cm 花の色 d p 20



F 12
花の大きさ4.4cm 花の色 d p 20



F 13
花の大きさ5.2cm 花の色 d p 22



F 14
花の大きさ4.9cm 花の色 d p 22



F 15
花の大きさ4cm 花の色 d p 20



F 16
花の大きさ4.5cm 花の色 d p 22



F 17
花の大きさ5.6cm 花の色 d p 22



F 18
花の大きさ4.4cm 花の色 l t 22+

<花の調査方法>

花の色の調査



199種類の配色カードを使います。



このカードと花の色を合わせました。



配色カードと花の色を合わせているところ。

花の大きさの調査



花のはばをメジャーではかります。



花の大きさをはかっているところ。



番号①の交配の組み合わせ調査

番号①の交配

(メス)



×

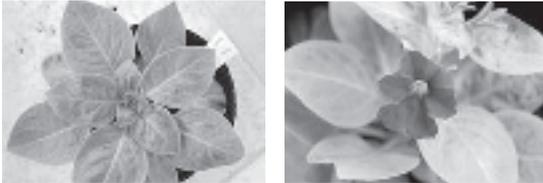
(オス)



F1 キューティピンクモーン

No. 5

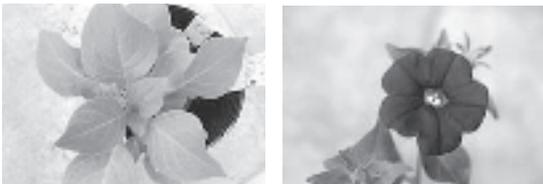
I 1



花の大きさ：3.7cm 花の色：V24

特徴：小さくきれいなピンク色。

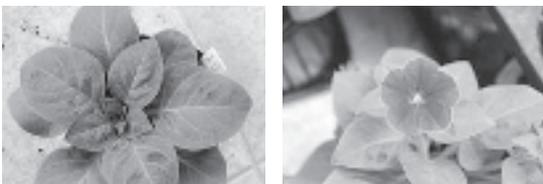
I 2



花の大きさ：3cm 花の色：V23 ベイン：d p 2⁺

特徴：全体的に色がこい花。ベインもこい紫色。

I 3



花の大きさ：3.1cm 花の色：V24 ベイン：V23

特徴：花の形がそろっていて、ベインも入っている。

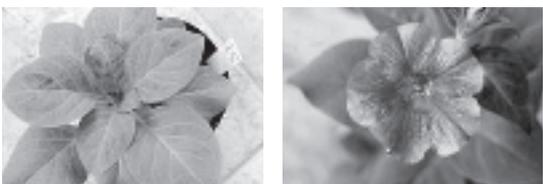
I 4



花の大きさ：2.8cm 花の色：V23 ベイン：こい紫

特徴：ベインが入っていて、きれいな紫色をしている。

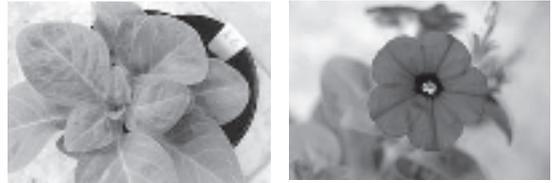
I 5



花の大きさ：3.3cm 花の色：d24 ベイン：P I-8

特徴：サーモンピンクのような色。ベインも入っている。

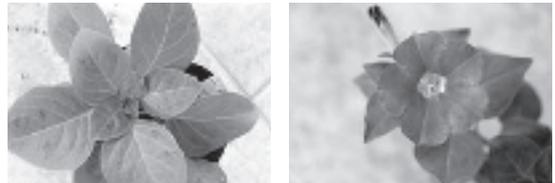
I 6



花の大きさ：3.3cm 花の色：V24

特徴：こいピンク色。中心や線の色もこい。

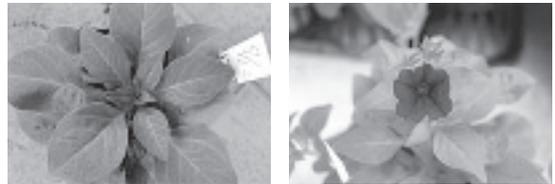
I 7



花の大きさ：3.3cm 花の色：V24

特徴：きれいなピンク色をしている。

I 8



花の大きさ：2.5cm 花の色：V23 ベイン：d p 2⁺

特徴：全体的にこい紫色。ベインもある。

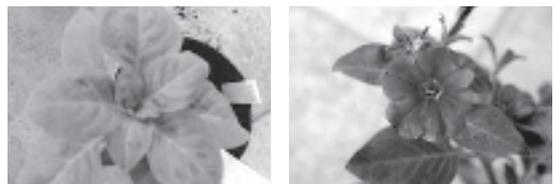
I 9



花の大きさ：2.7cm 花の色：I t 24⁺

特徴：小さい花でうすいピンク色に白い線が入っている。

I 10



花の大きさ：3.2cm 花の色：P I-8

特徴：少しこい赤系のピンク色。



番号②の交配の組み合わせ調査

番号②の交配

(メス)



F1 キューティブルー

(オス)



F1 ロンドディープローズ

×

K 1



花の大きさ：4.4cm 花の色：V23

特徴：全体がこいピンク色。

K 8



花の大きさ：5.5cm 花の色：V23

K 2



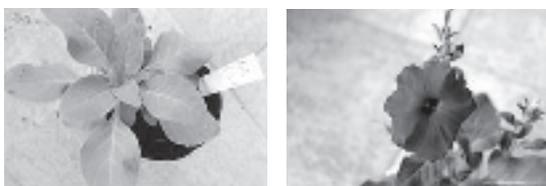
花の大きさ：5.5cm 花の色：V23

K 9



花の大きさ：4.7cm 花の色：V23

K 3



花の大きさ：5.5cm 花の色：V23

K 10



花の大きさ：5.1cm 花の色：V23

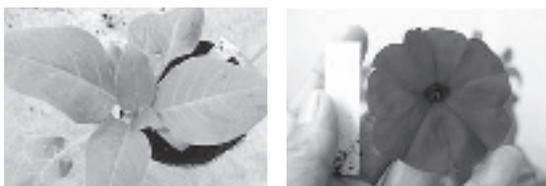
K 4



花の大きさ：2.8cm 花の色：V23

特徴：中心の色がこい紫色。花は小さい。

K 5



花の大きさ：5.7cm 花の色：V23

K 6



花の大きさ：4.4cm 花の色：V23

K 7



花の大きさ：5cm 花の色：V23

番号①の交配の組み合わせ調査

番号①の交配

(メス)

(オス)



No. 5

×



F 1 キューティピンクモーン



J 1

花の大きさ3.1cm 花の色V24



J 2

花の大きさ3cm 花の色P1-4



J 3

花の大きさ3.3cm 花の色I t 24+



J 4

花の大きさ3.9cm 花の色V 2



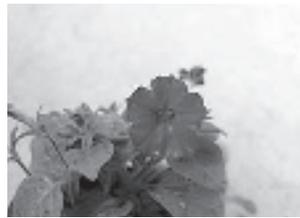
J 5
花の大きさ 4cm 花の色 P | - 6



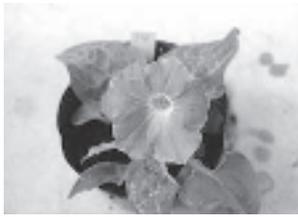
J 6
花の大きさ 2.8cm 花の色 V 24



J 7
花の大きさ 3.3cm 花の色 I t 22+



J 8
花の大きさ 3.3cm 花の色 V 24



J 9
花の大きさ 4.5cm 花の色 P | - 4



J 10
花の大きさ 3.6cm 花の色 V 2



J 11
花の大きさ 3.8cm 花の色 P | - 4



J 12
花の大きさ 2.8cm 花の色 I t 24+

💡 ペチュニアFスペシャル



ペチュニアFスペシャル

番号Fの品種の中に、1つの株から2色の花が出ている(赤紫系と青紫系)品種がありました。これを「ペチュニアFスペシャル」とします。

交配した花を、花だんやプランターなどに植えました。



💡 花の調査結果

番号A

親と同じ紫系の色。
ペインとが入っていて、花の大きさは中輪である。

番号B

親と似たピンク色の花。
モーンが出ている。
発芽率がとても低かった。

番号C

親のキューティブルーとよく似た色のこい紫色が出た。
発芽率が低かった。

番号D

紫のこい色が多い。
いろいろなパターンの花が咲いた。
花の大きさは中輪。

番号E

こい紫系と赤紫系の花色が多い。
紫系はキューティブルーが強く出た。
花は中輪である。

番号F

こい紫系、赤紫系、うすい紫系の花が咲いた。
ペインははっきりするのがいくつか出た。
花は中輪。

番号㉔

ピンク系の花で、明るい花が咲いた。
大きさは中輪である。



G 2

花全体がきれいなピンク色。

番号㉕

赤紫系の花色で、ベインがある。
きれいな花が咲きました。
大きさは中輪。



F 14

きれいな紫色。
ベルベットのような手ざわり。

番号①

紫系、ピンク系、サーモンピンク系など、いろいろ咲いた。ベインがある花もあった。花の大きさはとても小さく、小輪である。



K 5

花は5.7cmと一番大きい。

番号②

ピンク系、赤系の花が咲いた。
奇形してしまっている花もあった。
花の大きさは小輪。



I 5

サーモンピンクのきれいな色。ベインも入っている。

番号㉖

赤、紫色の花で、ほぼ同じ色の花が咲いた。花の大きな中輪。



I 9

小さくてかわいい花。
うすいさくら色。

 私が選んだペチュニア ベスト 11



A 13

きれいな紫色のベインが入っている。



H 1

花の色は赤色で、ベインも入っている。



I 6

こいピンク色。中心や線もこい色。



D 4

きれいな赤色。中心は白色。



I 7

きれいなピンク色。中心は白。



D 5

白いモーンが入っている。中心や線は紫色。



ベスト11の押し花とF2(雑種第2代)の交配

A13



F2の交配9月26日



10月1日

A13セルフの特徴

押し花にすると紫色のベインがきれいに出た。大きい花では5cmあった。

H1



F2の交配9月26日



10月1日

H1セルフの特徴

押し花では赤色は出なかったが、うすくベインが出た。大きい花は6cmほどあった。

D4



F2の交配9月26日



10月1日

D4セルフの特徴

これも押し花では赤が出なかった。花の大きさは4.8cmだった。

D5



F2の交配9月26日



10月1日

D5セルフの特徴

押し花にすると、モーンがきれいに出た。花の大きさは5cmだった。

G2



F2の交配9月26日



10月1日

G2セルフの特徴

押し花ではピンク色がぬけて紫色になっていた。花の大きさは5cmほどだった。

F14



F2の交配9月26日



10月1日

F14セルフの特徴

きれいな紫色が出て、花びらに厚みがあった。花の大きさは6cmあった。

K 5

F 2の交配 9月26日



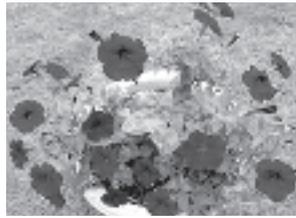
10月1日

K 5 セルフの特徴

1番大きな花は6cmあった。

I 6

F 2の交配 9月26日



10月1日

I 6 セルフの特徴

押し花だときれいに紫色になった。花の大きさは3.3cmだった。

I 5

F 2の交配 9月26日



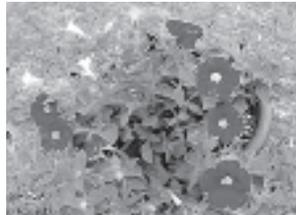
10月1日

K 5 セルフの特徴

こいピンクがうすい紫になっていた。ペインがきれいに出ていた。花の大きさは3.3cmだった。

I 7

F 2の交配 9月26日



10月1日

I 7 セルフの特徴

押し花にすると紫色になった。花の大きさは3.5cmあった。

I 9

F 2の交配 9月26日



10月1日

I 9 セルフの特徴

押し花にするとうすいピンクがさらにうすい紫になっていた。

花の大きさは3cmだった。

<押し花の方法>



- ① スポンジに花をならべ、その上にもう一つスポンジを重ねる。
- ② 輪ゴムでスポンジを止めて、チャック袋に花をはさんだスポンジと乾燥剤を入れて、しっかりチャックをしめる。
- ③ 3~4日後に取り出して、ラミネートした。

💡 F 2 (雑種第 2 代) のタネまき



10月29日に、交配した F 2 のタネまきをした。

F 2 でも F 1 と同じような花が出るのか調査するために交配した。



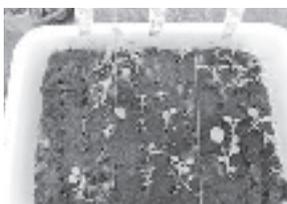
11/23
右：A13
中心：H1
左：D5



11/23
右：G1
中心：F14
左：K5



11/23
右：I5
中心：I9
左：I6



11/23
右：I7自然
中心：I9自然
左：K5自然

💡 F 2 の発芽率の表

$$(\text{発芽した数} \div 30) \times 100 = \text{発芽率}$$

(まいたタネの数)

番号	発芽した数		発芽率
A13	11/3 7コ	11/23 11コ	37%
H1	12コ	11コ	40%
D5	11コ	20コ	67%
G1	1コ	6コ	20%
F14	0コ	0コ	0%
K5	4コ	10コ	33%
I5	8コ	16コ	53%
I9	18コ	25コ	83%
I6	11コ	14コ	47%
I7自然	15コ	15コ	50%
I9自然	6コ	16コ	53%
I5自然	4コ	11コ	37%

💡 F 2 (雑種第 2 代) のはち上げ

12月4日

はち上げる前の様子



右：A13
中心：H1
左：D5



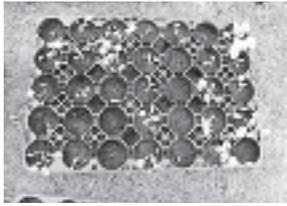
右：G1
中心：F14
左：K5



右：I5
中心：I9
左：I6



右：I7自然
中心：I9自然
左：I7自然



はち上げた様子



はち上げた芽のアップの様子

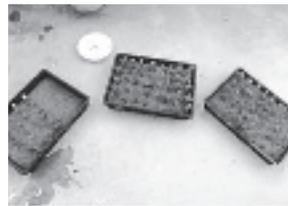
土はサカタスーパーミックスAを使いました。



③ バーミキュライトに5コずつくきをさして、ラベルを立てる。



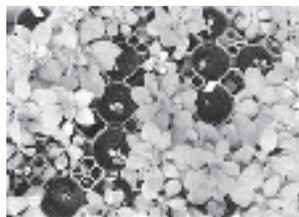
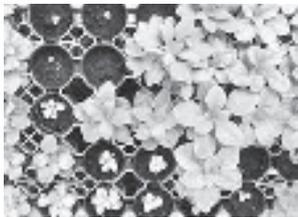
④ 全体の様子。



⑤ 全部さし終わったようす。

💡 F 2 (雑種第2代)の苗の状態

1月5日



苗の様子。大きい苗と小さい苗に差がある。

番号	苗の数	番号	苗の数	番号	苗の数
A13	12コ	F14	0コ	I 6	13コ
H 1	5コ	K 5	14コ	I 7自然	15コ
D 5	16コ	I 5	12コ	I 9自然	17コ
G 1	7コ	I 9	0コ	K 5自然	13コ

💡 さし芽実験

11月23日

(発根調査結果)

番号	発根した数	番号	発根した数	番号	発根した数
A13	4コ	80%	I 7	5コ	100%
F14	4コ	80%	G 2	5コ	100%
I 9	5コ	100%	D 4	2コ	40%
I 5	5コ	100%	D 5	5コ	100%
H 1	1コ	20%	K 5	1コ	20%
			I 6	5コ	100%



発根した株のようす

💡 さし芽実験

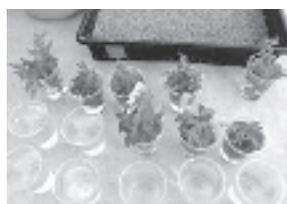
<なぜさし芽をするのか?>

10月29日

種をまくと、花の色などが変わってしまう可能性があるため、さし芽を増やすことにした。



① 花のくきを10cm くらい切りとる。



② 栄養剤が入った水にくきをつける。

・ I の番号は、発根率がどれも高く、100%だった。
 ・ H や K は発根率が低く、20%だったが、今からはえてきそうな株もあった。

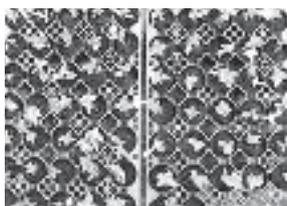
💡 まとめ

- ① 交配親を決めて、交配することができた。
- ② 交配して、約1か月後にタネを採取することができた。
- ③ 1つの実の中の種子の数はメス3 × オス4で149コと多く、メス2 × オス4が74コと1番少なかった。
- ④ タネを植えて、芽を発芽させることができた。

- ⑤ 発芽率を比較すると、
メス3 × オス1が74%で高く、メス4 × オス2が12%と低かった。
- ⑥ 交配した株を開花することができた。
- ⑦ たくさんの交配の組み合わせにより、いろいろな花の色が咲いた。
- ⑧ 番号①の花は特にカラフルで花も小さく、かわいい花が出た。
- ⑨ 私が作ったペチュニアで、ベスト11を選ぶことができた。
- ⑩ ベスト11の交配をし、種子を採取することができた。
- ⑪ F2のタネをまいて、発芽率を比較すると、I9が83%、D5が67%と高く、F14が0%と低かった。
- ⑫ 株を増やすために、さし芽実験をして、発根率を比較すると、Iの番号がすべて100%だった。
- ⑬ 花がきれいでいい株は、種をまくと同じ花が咲かない可能性があるが、さし芽をすることで同じ株を増やせることが分かった。
- ⑭ F2の株をはち上げし、数を比較してみると、D5が16コ、I7自然が15コ、I9自然が17コと多かった。
- ⑮ I9、K5の番号は、交配したタネと自然交雑のタネがあり、交配したものと自然交雑のもので比較していきたいと思う。
- ⑯ さし芽にした株もはち上げして、花が咲いている苗を作ることができた。



F2のはち上げた株



さし芽にした株の様子



感想

今回、私はペチュニアの交配について、自由研究で調査しました。

自分で交配をして、タネをとり、植えるのは大変でした

が、発芽し、花が咲いた時はとてもうれしかったです。

そして交配させて咲いた花には名前もつけたいと思います。また、番号①の品種は小さくてかわいい花なので「ペチュニアマーキー」シリーズとして、研究を続けていきたいです。

これからもどのような花が咲くのか楽しみです。

花の交配などの調査も続けていきたいです。

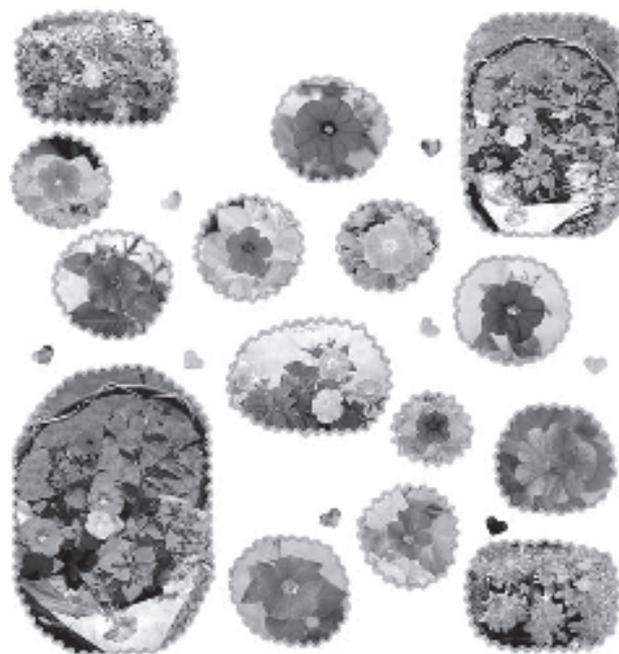
参考資料

色がわかる四季の花図鑑

ホームページ

- ・キリンビール株式会社
- ・株式会社サカタのタネ
- ・サントリーフラワーズ株式会社
- ・タキイ種苗株式会社

ペチュニアマーキーシリーズの花



講 評

オリジナルペチュニアを作ろう！

昨年に引き続き、植物の交配実験を行っています。植物を交配させて自分の好みの植物を作る取り組みは、人間の長い歴史で行われてきたことです。沢山のペチュニアを交配させ、採取された種を数える作業や発芽率の検証は時間と手間のかかる作業だったと思います。

色を比較するとき、カラーチャートを使い判別したのは、全ての人に共通に伝えることができる優れた手法です。また、種子を受けつける作業もつま楊枝を使うなど細かい作業をきちんと行っています。

今回は、自分の好みの花を作ることが目標であったため、交配の組み合わせを選んだ基準など説明が不足していて、パネルの表の書き方でも、なぜこの順番で書いているのか、分からないところがあちらこちら見受けられました。

科学作品展では、研究の目標からその検証の進め方、その研究についてなぜそのような実験が必要か、伝えること、結果から考察を導き出す上で理論の整合性がとれているかなどが重要です。今回の実験では、交配の組み合わせについて、もう少し工夫が必要です。

本来なら雄雌1～5の全ての交配を順序よく並べて記入するのが望ましいが、すべての交配が無理なら、選んだ理由を明記し、その順番で書く。一つの品種(メス2)を基準として、他の品種全てと交配して、結果を比較するなど結果を比較しやすくする。など工夫してみてください。(読んでなぜこれとこれを交配して、他は交配しないのはなぜか、説明が欲しかったです)発芽率を求めるうえで、基本情報として品種ごとの発芽率に違いは無いのかなど疑問も生じました。そもそも発芽率が悪い品種が他の品種と交配したときに発芽率が変化したかなどあると考察もしやすいと思います。

ベスト11を選んだ基準は主観で見目の美しさで決めたのかいなか説明も不足していますので、今後の実験では気をつけてみてください。

今回の高校産業部門ではランの品種改良までおこなった研究もあるので先輩方の研究なども参考にしてください。今後も期待します。

受賞ポイント

小学生による交配実験という点で評価が高く、実験の量、質は高いレベルである。以上より沖縄県教育長賞にふさわしい作品であると判断した。

沖縄県教育長賞

ポタージュスープはなぜ冷めにくい

南城市立大里中学校 3年 仲里 悠 城間 広 大
赤崎 拓海 宮城 弘 幸

はじめに

ファーストフード店などで、ポタージュスープを注文して飲んだとき、熱くて大変な思いをしたことがある。友達ちに聞くと、同じようなことを体験していて「熱くて、飲めない。」「なかなか、冷めない。」と話していた。

いろいろな話の中で、もう冷めただろうと思ったトーフを食べたら、「熱くて口から出してしまった。」という笑い話も出てきた。

熱くなった物は、時間がたてば冷めていくというのは、当たり前のことだったが、物によっては、冷めにくい物や冷めやすい物があることや、どのように冷めるかは考えたこともなかった。

また、注文した飲み物には、紙コップにフタがついているが

・こぼさないため ・ゴミなどが入らないなどの理由以外にも、保温も関係しているのではと思った。

そこで、日頃よく口にする「液状の物の冷め方」をじっくり調べてみることにした。

目的

- (1) いろいろな物(液状)の冷め方を調べる。
- (2) 冷やし方のちがいで、冷める速さがどのように変わるのか調べる。

内容

- (1) 液状の物の冷え方のちがい
〈材料について〉

日常生活で良く使用するもので、液状のものを6種類調べることにした。

- ① 水
- ② コーヒー
- ③ 牛乳
- ④ 油
- ⑤ ポタージュスープ
- ⑥ みそ汁

水をベースにして、水に物質が溶けている物を使う。

- ・みそ汁は、みそをといて使う。
- ・ポタージュスープは、粉末のものをお湯でといて使う。
- ・コーヒーや牛乳は、市販のものを使う。コーヒーは、無糖を使う。
- ・油は、コーン油を使用する。水と性質がちがうので、比較対照するために使う。



《冷やし方のパターン》

3つのパターンを考えた。

A：机の上に置く。

(日常生活での、普通の冷やし方)

容器の底が机の面と接触している。



B：三脚の上に置く。

金網の上に置くが、容器が別の物体とほとんど接触していない。
容器が空気に触れるのが多い。



C：フタをして置く。

容器の上部をフタがおおう。
ファーストフード店で多い。



《調べ方》

Cパターンは、ビーカーにぴったりのふたを準備することができなかったため、紙コップを使用した。A・Bパターンは、紙コップで冷え方を調べたが、ビーカーの場合とほぼ同じだったので、ビーカーをそのまま使用した。



3つのパターンとも材料の量を同じにする。

- ①材料は、100ccビーカーにとる。
- ②80℃以上まで、加熱する。沸騰はさせない。
- Cの場合は、急いで材料をコップにうつす。
- ③1分毎に、温度を測る。
- ④温度が40℃頃に下がるまで、測定をする。
(40℃が飲みごろ？というみんなの判断で)

《実験1》 液状の物質の冷え方を調べる

【材料】

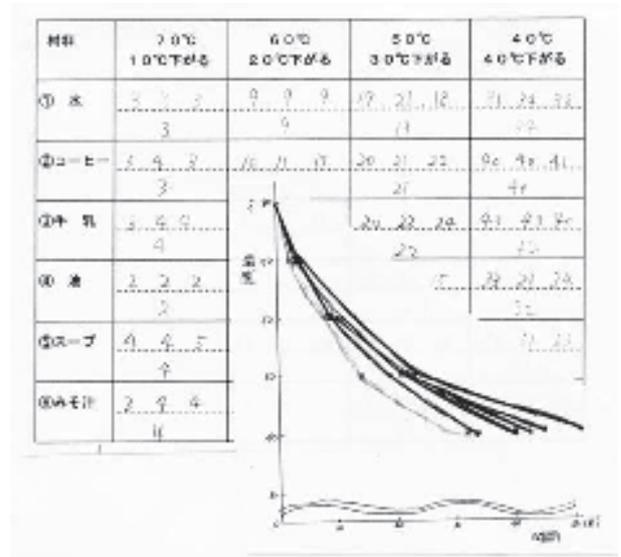
- ① 水 ② コーヒー ③ 牛乳 ④ 油
- ⑤ ポタージュスープ ⑥ みそ汁

【方法】

- ①A・B・Cの3つのパターンで調べる。
- ②ビーカーに100ccの液を入れ、ガスバーナーで90℃近くまで加熱する。
- ③A・Bは、80℃まで冷めてから、1分おきに温度を測定する。
- ④Cは、コップに液をうつして、フタをしてから測定する。
- ⑤40℃に下がるまで、測定する。
- ⑥同じ実験を3回行う。

【結果のまとめの工夫】

- ◎実験データーより、10℃下がるごとに、かかった時間を計算し、3回のデーターの平均をもとめた。
- ◎それぞれのパターンで、グラフ化した。
冷める速さを比べたので、
縦軸：温度 横軸：時間にした。



1分毎の温度記録を、すべてグラフにするのではなく、10℃さがるのにかかった時間を求めてグラフ化した。
測定は、80℃ から40℃ まで行ったので、70℃・60℃・50℃・40℃の各温度に下がるまでにかかった時間を求めて、グラフ化した。

そのために記録用紙を工夫した。(実験データーは、レポートの後ろにある)

時刻		実験方法																				
最初の温度	時間	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
[℃]	時間	31	23	23	33	25	26	27	38	35	32	31	34	35	36	37	38	39	40			
	温度																					
実験回数	時間	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	
	温度																					
注目	時間																					
	温度																					

最初の温度から10℃下がるのにかかった時間

水	3.3.3	9.9.9	17.21.12	21.24.32
コーヒー	4.4.2	10.11.17	20.21.25	30.31.41
牛乳	3.5.9	9	20.22.24	31.31.37
油	2.2.2	2	22	27.27.28
ポタージュ	4.4.5	4	4	11.22
みそ汁	2.9.4	11		

この記録用紙をもとに、6種類の液の温度変化を一覧表にした。3回の測定結果の平均をすぐに出せるように工夫した。これをグラフ化した。



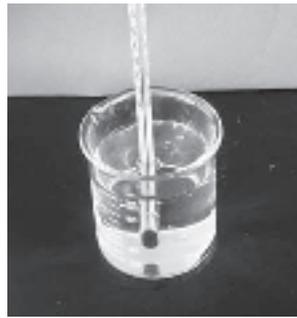
コーンポタージュ



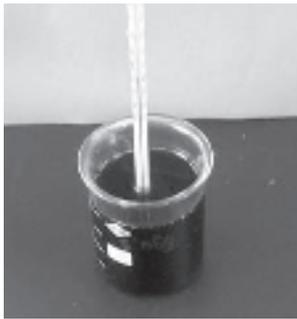
牛乳



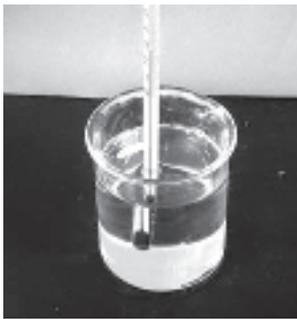
みそ汁



水



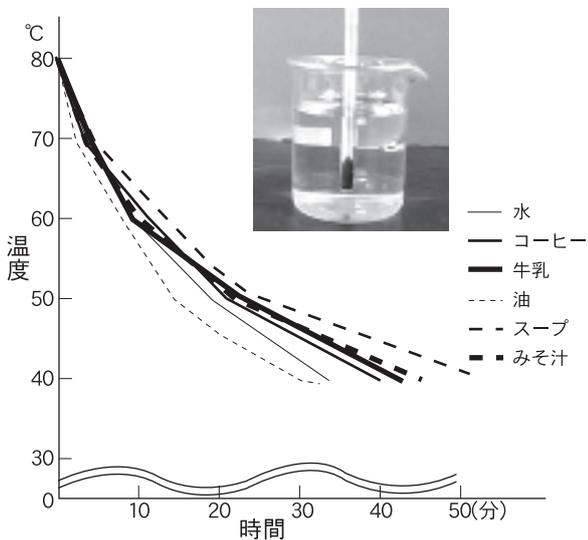
コーヒー



油

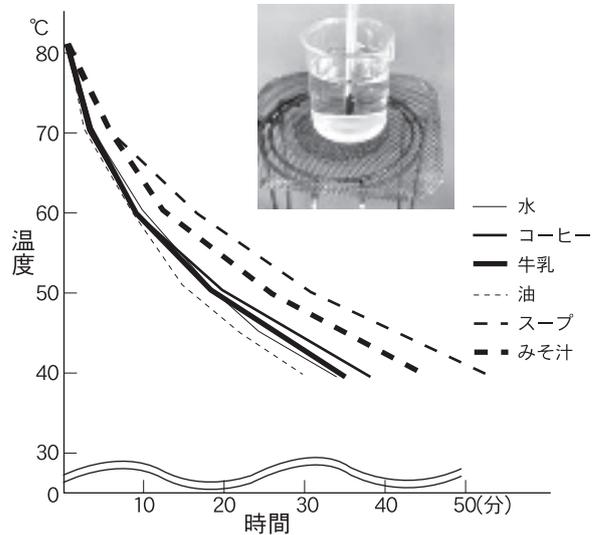
【結果】Aパターン

材 料	70℃ 10℃下がる	60℃ 20℃下がる	50℃ 30℃下がる	40℃ 40℃下がる
①水	3 3 3 3	9 9 9 9	17 21 18 19	31 34 38 34
②コーヒー	3 4 3 3	10 11 13 11	20 21 22 21	40 40 41 40
③牛 乳	3 4 4 4	9 10 11 10	20 23 24 22	43 43 40 42
④油	2 2 2 2	6 6 6 6	15 13 15 14	33 29 34 32
⑤スープ	4 4 5 4	13 12 14 13	28 27 29 28	50 51 53 51
⑥みそ汁	3 4 4 4	9 10 11 10	21 20 21 21	45 50 40 45



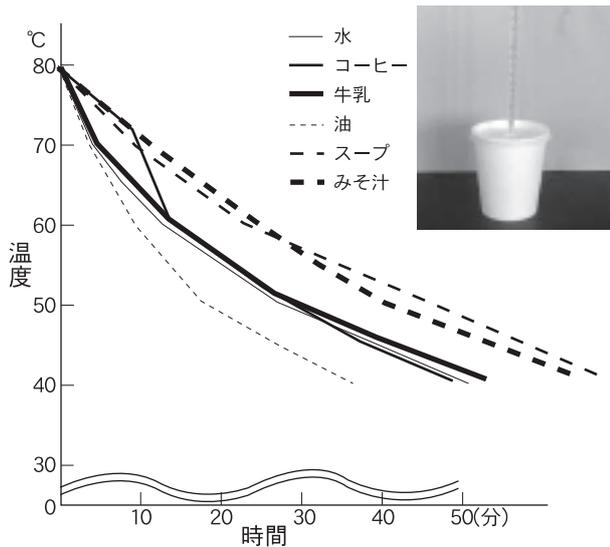
【結果】Bパターン

材 料	70℃ 10℃下がる	60℃ 20℃下がる	50℃ 30℃下がる	40℃ 40℃下がる
①水	4 4 4 4	10 10 9 10	18 19 20 19	33 35 35 34
②コーヒー	4 5 4 4	9 11 11 10	19 21 21 20	34 38 42 38
③牛 乳	4 3 4 4	10 9 9 9	20 18 18 19	38 32 34 35
④油	3 3 3 3	8 7 8 8	16 15 18 16	30 28 33 30
⑤スープ	7 5 7 6	17 16 18 17	31 31 30 31	52 53 53 53
⑥みそ汁	5 6 6 6	12 13 14 13	25 27 27 26	44 46 47 45



【結果】Cパターン

材 料	70℃ 10℃下がる	60℃ 20℃下がる	50℃ 30℃下がる	40℃ 40℃下がる
①水	4 3 4 4	14 11 13 12	30 25 26 27	54 49 48 50
②コーヒー	8 9 9 9	12 14 14 13	25 29 27 27	47 55 43 48
③牛 乳	4 4 7 5	13 13 16 14	27 26 30 28	45 51 61 52
④油	3 3 3 3	10 7 9 9	20 16 18 18	39 32 37 36
⑤スープ	7 10 10 9	21 23 22 22	40 40 37 39	68 68 69 68
⑥みそ汁	10 11 12 11	26 22 23 24	53 40 43 45	65 66 67 66



【結果】

A・B・Cのパターンによる冷え方のちがいを比べてみた。40℃下がるのにかかった時間で比べた。

(3回測定した平均の時間)

① 水

パターン	40℃
A	34分
B	34分
C	50分

② コーヒー

パターン	40℃
A	40分
B	38分
C	48分

③ 牛乳

パターン	40℃
A	43分
B	35分
C	52分

④ 油

パターン	40℃
A	32分
B	30分
C	36分

⑤ スープ

パターン	40℃
A	53分
B	51分
C	68分

⑥ みそ汁

パターン	40℃
A	45分
B	45分
C	66分

6種類の液は、冷める時間はそれぞれちがうが、冷やしかたのパターンで、同じ傾向になった。

パターンによる冷え方の速さは、6種類ともはやい順に並べると、ほぼ

B → A → C



になっている。

【分かったこと】

- ① 液状の物質をあたためた後の冷め方は、それぞれ違う。冷えにくい順に並べると
 スープ > みそ汁・牛乳 > コーヒー > 水 > 油
 となる。

② 冷え方の順番は、冷やしかたのパターンが変わってもほとんど変わらない。このことから、冷え方のちがいは、物質の状態に関係があると考えられる。

③ 水と比べると、ポタージュスープは、20分ぐらいも冷え方が遅い。

④ 牛乳は、冷めていく途中で、表面に膜が張った。膜を取った場合と取らない場合で比べてみると、10分ぐらいのちがいがあった。膜をそのままにしているほうが、冷めにくい。

⑤ 油はどのパターンでも、一番、冷めるのがはやかった。

⑥ 油と水は、純粋な物質である。

液体の比熱を比べると、水:1.00に対して、油(食用油):0.47である。油は、温まりやすく、冷めやすい物質になる。

⑦ 6種類の物質で、冷めかたが似ているものをまとめると、

- ・ポタージュスープ、みそ汁
 - ・水、コーヒー、牛乳
 - ・油
- となった。

【考察】

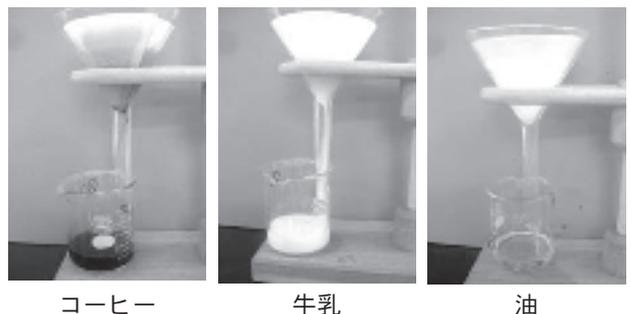
6種類の液状の物質の冷め方がちがう理由は、水に溶け込んでいる物質の粒子の大きさや量によるものだと考えた。

そこで、粒子の大きさを調べるために、液をろ過してみた。

その結果

- ① ろ紙を通過した液(ろ紙の穴より小さい粒子がとけ込んでいる)
 水・牛乳・コーヒー
- ② ろ紙を通過する液とろ紙上に固形物が残った液(ろ紙の穴より大きい物質がある。)
 みそ汁・ポタージュスープ

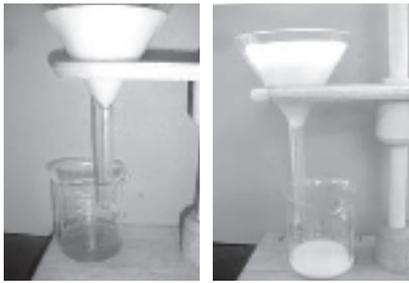
ろ過のようすとろ過後のろ紙のようす



コーヒー

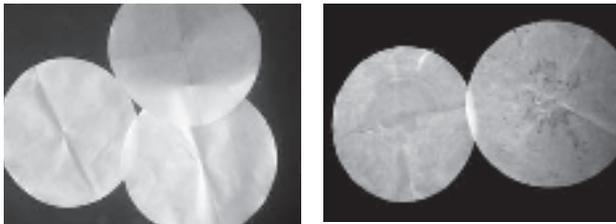
牛乳

油



みそ汁

ポタージュ



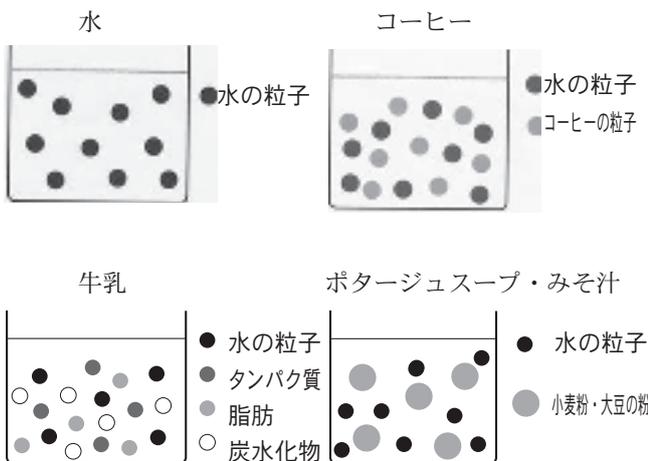
牛乳(上)油(右)コーヒー(左) みそ汁(左)ポタージュ(右)

《ろ過から分かったこと》

- ①水・コーヒー・牛乳は、そのままの状態、ろ過される。
- ②油もろ紙を通過した。時間がかかる。
- ③みそ汁やポタージュスープは、ろ紙上に固形物が残った。
- ④ポタージュスープのろ過液は、牛乳のように白かった。コーンポタージュは、黄色くなった。

ろ過の実験をもとに、液の粒子のようすを、モデルで考えてみた。

ろ過の結果から、粒子の大きさは
 水・コーヒー・牛乳の粒子 < ろ紙
 < みそ汁・ポタージュスープの粒子
 となる。



- ・ポタージュスープとみそ汁の中には、水より大きい粒子がある。(水に溶けない)
- ・みそ汁とポタージュスープのちがいは、ポタージュスープは、小麦粉などによって、とろみがあるのであることだと思ふ。

6つの液を温めてから冷やしていく実験や、ろ過の実験から2つの疑問がでてきた。

疑問1

水に溶け込んでいる粒子が大きいと、冷めるのが遅くなるのだろうか。
 とろみなどがあると、冷めるのが遅くなるのだろうか。

疑問2

ふたをすると、冷めるのがなぜ遅くなるのだろうか。

2つの疑問を考えてみた。

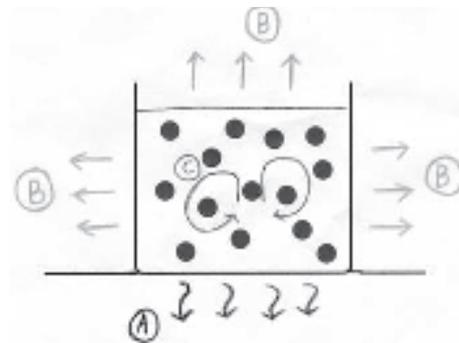
物質が冷めるのは、物質のもっている熱が、他の物質や空気中に移動することで、温度が下がることによって起こる。

それで、熱の移動について、いろいろ調べれば、疑問が解けるかもしれないと思った。

【熱の移動について】

温かい物体が冷めるとき、熱の移動が起こって、温度が下がっていく。熱は、温度の高いほうが大きいので、温度の高いほうから、温度の低い方へ移動する。

熱の移動には、「伝導」「対流」「放射」がある。これを、パターンAで考えてみた。



①：伝導による熱の移動

温かい液の入っているビーカーは、伝導によって、すぐに温かくなる。さらに、机に置くと、熱がビーカーを通して、机に流れる。

②：放射による熱の移動

あつくなつたビーカーからは、空気中に熱が伝わっていく。逃げていく。
 液の上面・液面からも、空気中に逃げていく。

③：対流による熱の移動

液の中では、サイドが早く冷え、内部と温度差ができる。温度が高い粒子は、温度が低い粒子よりも軽いので、液の上部へ、温度が低い粒子は底部へ動き、液内で粒子の移動が起こる。

実験の中で、液の上面では、湯気のようなものが見られた。これは、水分が空気中に蒸発しているためだと思う。そうすると、液体から気体になるために、液から気化熱が奪われる。

これも、液が冷める原因のひとつだと考えてみた。

液状の温かいものが冷めるときは、「伝導」「放射」「対流」の3つの熱の移動で冷めていくが、「放射」のひとつの形態が「気化熱」なのかなと考えたがよく分からない。

「伝導」「放射」は、固体で起こる。気体・液体の中では、「対流」が熱の移動に関係していることも分かった。

また、気化熱の大きさにも影響されると思う。

まず、ポタージュスープが水に比べて、冷めにくいのは、「対流」による熱の移動のちがいが要因だろうと考え、実験を工夫して検証した。

液体の中で、温度差ができたとき、温かい粒子は軽くなり上へ、冷たい粒子は重くなり下へ沈む。この連動が対流をつくる。

そうすると、液体の中で、液の内部と外側(液面上部・下部・側部)では、温度の差がでてくると考えた。それを、確認してみた。

《実験2》水とポタージュスープが冷えるとき、液の内部と液のサイド(上・下・横)の温度はどうなるか。

【予想】

水が早く冷え、ポタージュスープが冷えにくかった。それは、水の方が対流が活発なためだと思う。だから、水の方が温度の差がでてくる。

【方法】

- ①水をビーカーに100ccとる
- ②水を加熱する。80℃以上に温める。
- ③火を止め、机の上に置く。
- ④3つの温度計を入れ、2分ごとの温度を測定する。
- ◎温度計の位置
液の中央
水面から約1cm下(側面側)
底面から約1cm上(側面側)
- ◎2名で測定する
- ⑤40分間測定する。
- ⑥測定は、3回行う。
- ⑦ポタージュスープの場合も同じように行う。



*発泡スチロール板に穴を開けて温度計を3本差し込めるようにした。

【結果】

●スタートの温度が、ちがうので、それぞれで10分後の温度を比べた。

①水の場合(1回目)

	上部(側部) A	中央(内部) B	下部(側部) C
10分後	63	64	64
20分後	54	54.5	55
30分後	47	48	48.5
40分後	43	43.5	44

②水の場合(2回目)

	上部(側部) A	中央(内部) B	下部(側部) C
10分後	61	64.7	64.7
20分後	52	55.3	55.3
30分後	46	49.5	49.5
40分後	42.5	42.5	44.5

③水の場合(3回目)

	上部(側部) A	中央(内部) B	下部(側部) C
10分後	63.5	66.7	67
20分後	55	58	58
30分後	49	52	52
40分後	45	46.9	46.9

①ポタージュスープの場合(1回目)

	上部(側部) A	中央(内部) B	下部(側部) C
10分後	65	68.5	67.5
20分後	56.9	59	58.5
30分後	50	53	52
40分後	45	48	47

②ポタージュスープの場合(2回目)

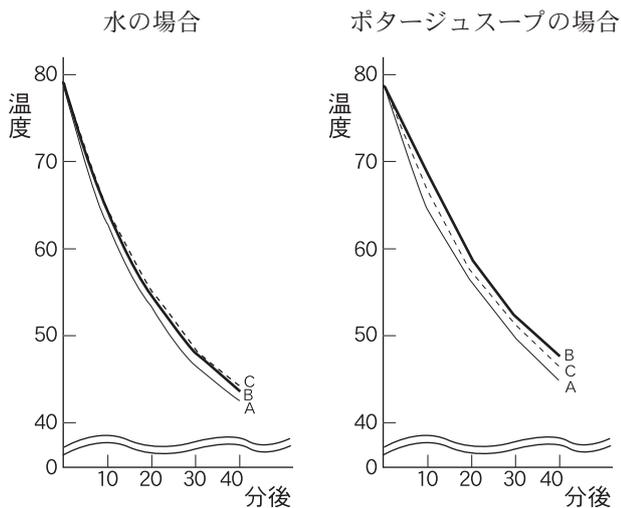
	上部(側部) A	中央(内部) B	下部(側部) C
10分後	66	69	66
20分後	58	61	58
30分後	52	55	52
40分後	45	53	48

③ポタージュスープの場合(3回目)

	上部(側部) A	中央(内部) B	下部(側部) C
10分後	63	66.2	65.5
20分後	55.3	58	57.1
30分後	49.7	52	51.2
40分後	44.8	47	46.1

【考察】

液体の内部と側部(上部と下部)の3カ所の温度を測定した結果をグラフにした。



結果から、

- ①水の場合もポタージュスープの場合も、上部が早く冷えることが分かる。
- ②下部は、机と接しているために、熱が逃げにくいと考えられる。
- ③ポタージュスープの方が、水より温度が下がりにくい。
- ④両方とも、内部が温度が下がりにくい。
- ⑤ポタージュスープの方が、上部と内部の温度差が大きい。

などが分かる。

しかし、予想とちがうことがある。それは、「ポタージュスープの方が、上部と内部の温度差が大きい。」という結果がでたことだ。

水の方が冷えやすいので、液の内部と側部は温度差が大きくなると考えていたが、差がポタージュスープより小さかった。

冷えやすい液体は、熱の移動がスムーズだから、移動がはやいから、温度差が小さいのだと考えた。対流が活発なのだと思う。

それに対して、冷えにくい液は、熱の移動がスムーズでない・対流がスムーズでないために、内部に熱が残る。つまり、内部の熱の移動が遅くなっているのだと思う。

液の上部は、空気に近いために冷えるが、対流がスムーズでないので、内部との温度差が大きくなったと考えられる。

なぜそうなるのかを考えると、やはり、ポタージュスープには、さまざまな粒子が混ざっていることやとろみがあることが原因だと思う。

実験2より、液体が冷めていくときには、対流が起こると思う。しかし、水の中に他の物質が溶けていたり、粘りけがあると、対流がスムーズにいかないため、粒子が動きにくくなることも考えられる。

とろみ・粘りけや、粒子の大きさなどが、液状の物質の

冷め方を遅くしている原因だとすると、とろみや粘りけを強くしたり、弱くして調べることで、検証できないだろうか考えた。

また、みそ汁をろ過したものとそうでないものを比較してみることも考えた。

まず、とろみのある液状の物質を探してみた。

そして、「洗濯のり・PVAのり」と「シロップ」を使用することにした。

この2つなら、水で薄めることも簡単にできるからだ。



原液を100%として薄めることにした。

濃度	のり・シロップの量	水の量
100%	100cc	0 cc
90	90	10
70	70	30
50	50	50
30	30	70
10	10	90

濃い・粘りが強い



うすい。粘りが弱い

《検証実験1》粘りけのある液体の冷め方を調べる。

【予想】

粘りけがある方が、動きにくいので冷めにくい。

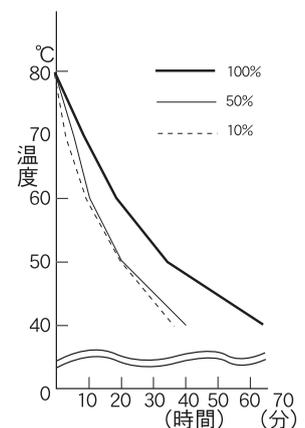
【方法】

- ①PVAのりもシロップも、100ccを基準にする。
- ②濃度のちがうそれぞれの液を加熱する。
- ③80℃以上になったら、火から下ろし、冷やす。
- ④すべて、Aパターンで調べる。

【結果】

40℃になるまでにかかった時間を比べる。(シロップ)

濃度	シロップ
100%	64分
90	55
70	45
50	40
30	39
10	37



【分かったこと】

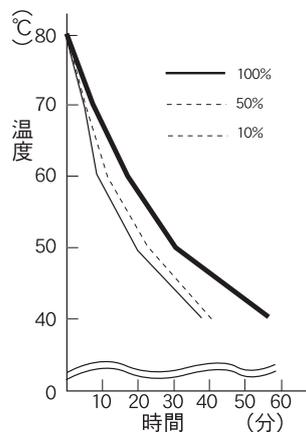
- ①濃度が高いほうが、冷めるのに時間がかかる。
- ②温度の変化(冷め方は)、濃度に関係なく、似ている。
- ③最初は、下がっていく温度の変化大きいのが、やがてゆっくりになっていく。
室温に近づくとつれて、温度の下がり方は、小さくなっていく。

10℃ごとに下がるのにかった時間

濃 度	10℃下がる	20℃下がる	30℃下がる	40℃下がる
100%	8	18	34	64
50	4	10	20	40
10	3	9	20	37

PVAのり

濃 度	シロップ
100%	55分
90	50
70	45
50	40
30	41
10	38



【分かったこと】

- ①濃度が高いほうが、冷めるのに時間がかかる。
- ②温度の変化(冷め方は)、濃度に関係なく、似ている。

10℃ごとに下がるのにかった時間

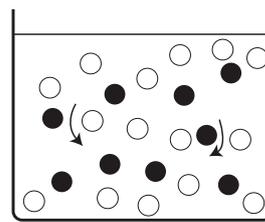
濃 度	10℃下がる	20℃下がる	30℃下がる	40℃下がる
100%	7	16	30	55
50	4	11	21	40
10	3	8	19	38

- ③下がっていく温度の変化は、シロップと似ていて、最初は大きいのが、やがてゆっくりになっていく。室温に近づくとつれて、温度の下がり方は、小さくなっていく。

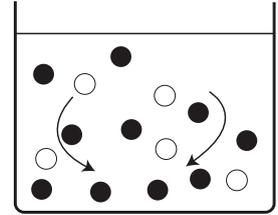
【考 察】

冷め方は、とろみや粘りけが強いほど、冷めにくい。
濃度が高い液ほど、水の中にとけ込んでいる粒子の数が多。そうすると、対流によって粒子が動くときに、やはり障害になってしまうと思う。

濃い液



うすい液



粒子がぶつかり動きにくい 粒子が少ないので、ぶつからないで、動きやすい
○：水の粒子 ●：シロップやのりの粒子

次に、粒子の大きさに冷え方がちがうかを検証してみた。

- 普通のみそ汁：大きい粒子や小さい粒子などが混在している。
- ろ過したみそ汁：ろ紙の穴より小さな粒子が混在している。

《検証実験2》みそ汁とろ過した汁の冷え方のちがい

【予 想】

ろ過した方のみそ汁が、粒子が細かいので動きやすく、早く冷える。

【方 法】

- ①お湯100ccに、みそ20gをとかす。2つくる。
- ②1つのみそ汁をろ過する。
- ③ろ過したみそ汁と、そのままのみそ汁を、80℃以上にあたためる。
- ④それぞれ冷やす。冷やしかたは、Aパターンで行う。



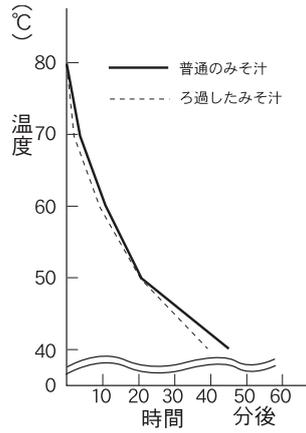
【結 果】

40℃になるまでにかかった時間

普通のみそ汁	ろ過したみそ汁
45分	37分

10℃ごとに下がるのにかかった時間

	普通のみそ汁	ろ過したみそ汁
10℃下がる	4	3
20℃下がる	11	10
30℃下がる	21	21
40℃下がる	45	39



【分かったこと】

ろ過したみそ汁の方が、早く冷めた。

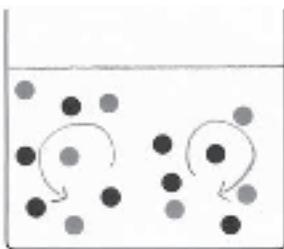
【考 察】

みそ汁は、熱うちは、みそも一緒に対流しているのが見える。しかし、冷めてくるとみそが下に沈んでくる。

ろ過したみそ汁は、大きな粒子がなく、対流がスムーズに起こったため、早く冷めたと思う。

みその粒が残っている方は、みそが下部の方にたまっていく。汁の部分と二層になってしまい、上の液の方が早く冷める。下部のみそが多い部分は、みその粒子が大きくて対流で動きにくくなる。みその粒も熱を持っているため、冷めるのが遅くなる。

(ろ過したみそ汁)

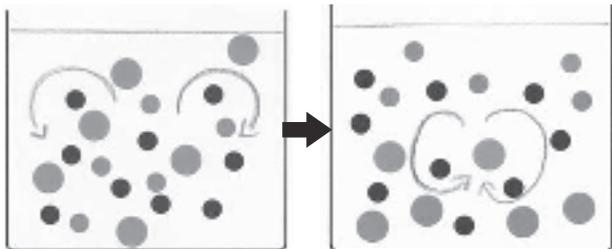


加熱して、温度が高いうちは、内部と側部の温度差が生じ、対流が起こる。

普通のみそ汁より、粒子が大きくないので対流はゆっくりであるが続く。

- みその粒
- 水の粒子

(普通のみそ汁)



最初は、対流が起こっている。

大きな粒が下部にくるため対流が起こりにくい。

検証実験 1・2 より

①純粋な液より、混合液の方が冷めにくい。

・水にいろいろな物質が溶けている、みそ汁・ポタージュスープなどが冷めにくい。

②粘りけや、粒子の大きさ・数が多いほど冷めにくい。

・のりやシロップの濃度を変えると、濃度の高いほうが冷めにくい。

・みそ汁をろ過した液とそうでない液では、ろ過した液が早く冷める。

などが分かった。

次に、疑問 2 の検証を考えてみた。

実験 1 で、A パターンと C ターンの結果から考えることにした。

それは、ふたがある場合と、ない場合の温度変化だからだ。



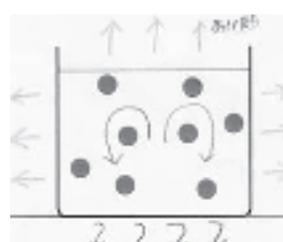
6 つの液で、40℃下がるまでに、かかった時間を比較すると表のようになる。ふたがある場合とない場合の冷める時間差をもとめた。

	ふたがない (A)	ふたがある (C)	C-A
水	34分	50分	16分
コーヒー	40	48分	8分
牛乳	43	52分	9分
油	32	36分	4分
スープ	51	68分	17分
みそ汁	45	66分	21分

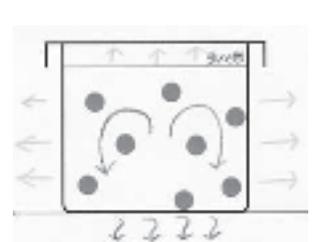
ふたがあると、すべての液で、冷めるのが遅くなっている。

ふたをすることで、何が変化するかを熱の移動で考えてみた。

Aパターン



Cパターン



ふたをすることで、液面からの水分の蒸発が押さえられると思う。それによって、気化熱を奪う量が小さくなり、温度が下がりにくくなり、冷めにくくなると思った。

気化熱は、水が蒸発・気化するときに奪う熱だから、気化熱が大きいほど液体の水分量も減ると思う。

これを検証するために、液の質量を測定してみた。

《検証実験3》液面からの水分の蒸発量を調べる。

《予想》

実験1の結果と同じ、冷めにくい液が、水分の蒸発量が少ないと思う。

【方法】

- ① 6種類の液を、80℃以上に温める。
- ② ビーカーに、それぞれ100gとる。(電子てんびんではかる)
- ③ 温度計をセットし、80℃から、2分おきに、質量と温度を測る。
- ④ 30分間測定する。
- ⑤ 時間と質量の関係をグラフにする。
- ⑥ 比較するために、ふたつきのコップでも同じ実験を行う。
- ⑦ 最初の温度の設定が、しっかり一定にしにくいので、スタート時の質量を基準にする。
- ⑧ 質量の変化量を+、-で表す。



【結果】

- ① ふたをしない場合の変化(最初よりどれだけ増減したか)

質量変化

	最初	10分後	20分後	30分後
水	0	-1.5	-2.2	-2.6
油	0	0	0	0
コーヒー	0	-1.7	-2.3	-2.7
牛乳	0	-1.4	-2.0	-2.3
みそ汁	0	-1.2	-1.8	-2.2
スープ	0	-0.6	-0.9	-1.2

温度変化

	最初	10分後	20分後	30分後
水	0	-21	-31	-37
油	0	-19	-31	-39
コーヒー	0	-20	-30	-36
牛乳	0	-18	-28	-35
みそ汁	0	-14	-22	-30
スープ	0	-11	-20	-27

② ふたをしたときの变化

質量変化

	最初	10分後	20分後	30分後
水	0	0	0	0
油	0	0	0	0
コーヒー	0	0	0	0
牛乳	0	-0.1	-0.1	-0.1
みそ汁	0	-0.1	0	0
スープ	0	0	0	0

温度変化

	最初	10分後	20分後	30分後
水	0	-13.3	-22.2	-28.7
油	0	-18	-30	-34
コーヒー	0	-14.0	-22.2	-28.3
牛乳	0	-13.8	-21.5	-28.8
みそ汁	0	-9.7	-17.5	-24.0
スープ	0	-8.5	-15.3	-21.8

- ① ふたをしない場合の質量変化は、30分後には大きい順に、コーヒー・水 > 牛乳・みそ汁 > ポタージュスープの順になった。

- ② ふたをした場合は、すべての液で質量変化がなかった。牛乳は最初の10分で、0.1gだったが、その後の変化はなかった。

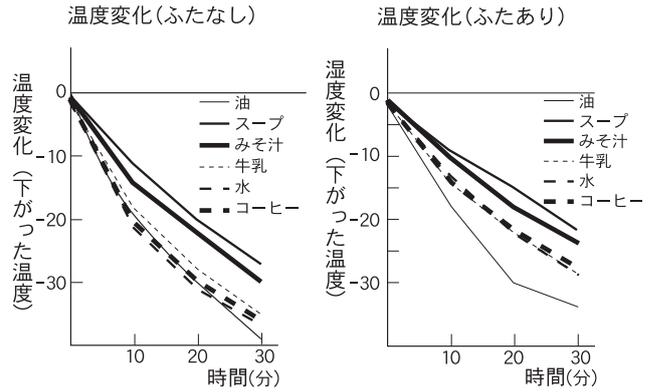
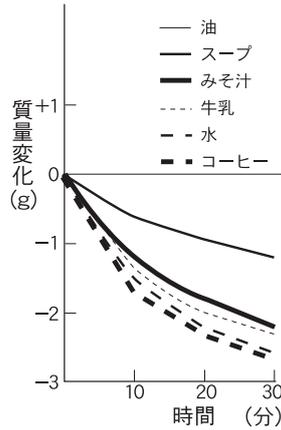
- ③ 油は、どの場合でも質量変化がなかった。

- ④ 経過時間でみると、はじめの10分間での蒸発量が大い。時間が経過すると、蒸発量も減ってくる。

【考 察】

時間と質量変化をグラフにした。

- ①はじめの10分間、質量の減少も大きい。液の温度が高い状態の方が、水分の蒸発量も大きい。
- ②温度の変化も最初の10分間が大きいので蒸発量が多いほど、気化熱をうばったと考えられる。
- ③ポタージュスープは、6つの液の中で、一番蒸発量が小さいから、温度変化も小さい。冷めにくいと考えられる。
- ④液の冷めにくい順番は、蒸発量による質量変化と関係がある。蒸発量が多いのは、気化熱が多く奪われるので、さめやすい。逆に、蒸発量が小さいものほど、冷めにくい。
- ⑤油は、冷めていっても質量の変化がなかった。油は、気化熱による温度変化はなかったと考えられる。
- ⑥ふたをすると、すべての液で質量の変化がなかった。ふたをすると、水分の蒸発がなくなるのではない。それは、30分後にふたをはずすと、ふたの内側に水滴がついていることから分かった。



ふたのことを調べているうちに、気になったことがある。それは、「温めた牛乳やポタージュスープが、冷めていく途中で膜が張る。この膜が張っている状態は、容器にふたをするのと、同じ冷え方になるのかな」と思ったからだ。

牛乳の膜は、割り箸などでとることができた。ポタージュスープはとりにくかった。

実験1では、膜が張っても気にせずに、そのまま実験したので、膜をとった状態と、膜が張った状態での冷え方を調べてみた。

《検証実験4》牛乳の膜があるものとないものの冷え方のちがい

《予 想》

膜がある方が、冷めるのが遅いと思う。

【方 法】

- ①ビーカーに牛乳を100cc入れ、あたためる。
- ②冷やしていく途中で、膜が張ると取り除くものと、そのままのものをつくる。
- ③冷え方を調べる。
- ④最初の質量と実験終了時の質量を測る。

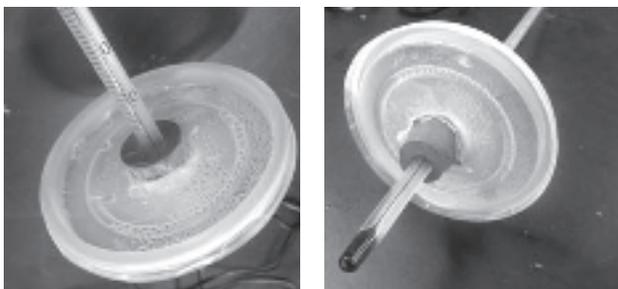
【結 果】

40℃になるまでにかかった時間

膜のある牛乳	膜のない牛乳
43分	32分

10℃下がるごとの時間の比較

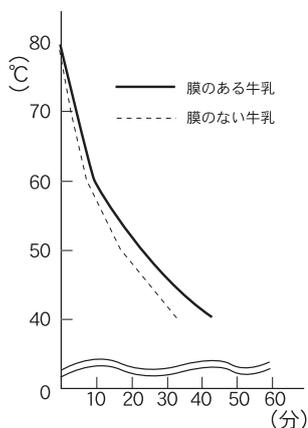
	膜のある牛乳	膜のない牛乳
10℃下がる	4分	3分
20℃下がる	9分	8分
30℃下がる	22分	17分
40℃下がる	43分	32分



- ⑦この水滴は、ふたをしても液の表面から水分の蒸発が起きていることを示している。ふたの近くの空気によって、冷やされた水蒸気が、再び水になったためである。
ふたをしていることで、水蒸気が空气中に逃げることがなかったために、質量の変化がなかった。
- ⑧ふたをした時と、ふたをしてない時の冷え方に差が出た。ふたをしている方が、温度の変化も小さく冷めにくい。
これは、蒸発によって熱が奪われることが少ないためだと思う。ふたは、蒸発量を押さえる役目もしている。

質量の変化

膜のある牛乳	膜のない牛乳
- 2.3g	- 2.7g

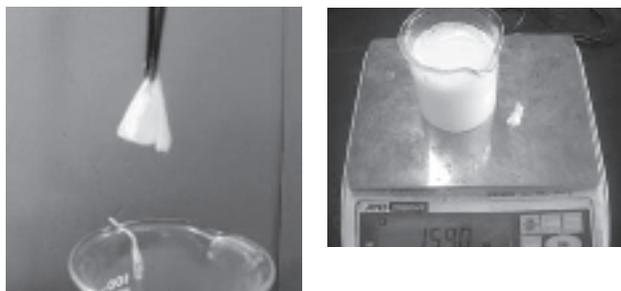


【分かったこと】

- ①膜の張った牛乳の方が、膜をとった牛乳より、冷めにくい。
- ②冷めたときの質量変化も、膜をとった場合が大きい。

【考察】

牛乳は、タンパク質・脂肪・炭水化物・カルシウム・ビタミンなどの成分でできている。タンパク質は、熱を加えると固まる性質がある。牛乳は、40度以上になると、タンパク質が脂肪を包み込みながら、固まっていき膜をつくる。(文献より)



牛乳の表面に、膜が張ると、膜によって、温かい牛乳が空気とふれあう部分がなくなる。この膜が、水分の蒸発を押さる。そうすると気化熱が奪われにくくなり、液面で冷めるのが遅くなる。対流のスピードが遅くなり、冷めるのに時間がかかるだろうと考えた。

ポタージュスープやカレーのルーなどでも、膜をはることがある。これらの膜も、液面からの水分の蒸発を防いでいると思う。それは、冷めにくくする保温効果になると思う。

そこで、膜のはらない液でも、冷めにくくすることができるか考えた。

思いついたのが、液の表面にフタをする「落としぶた」だ。「落としぶた」は、煮物などで味をしみこませるのに使う。味をしみこませる以外に、しょう油などが、外へ跳ね出さないようにもしている。



「落としぶた」を使うと、液の温度変化はどうなるのだろうか。

コップのフタを、ビーカーに入る大きさに切りとって「落としぶた」として使用した。

《検証実験5》「落としぶた」を使うと冷め方はどうなるか
これまでの実験で、冷めやすかった水とコーヒーで調べた。

《予想》

落としぶたを入れると、水分の蒸発が押さえられて、冷めにくくなると思う。

【方法】

- ①ビーカーに水を100cc入れ、あたためる。
- ②80℃以上になったら、机の上に置き、80℃近くでフタを置く。
- ③1分おきに温度を調べる。
- ④40度以下になるまで、測定する。
- ⑤コーヒーの場合も同じにする。
- ⑥最初の質量と実験終了時の質量を測る。

【結果】

◎水

40℃になるまでにかかった時間

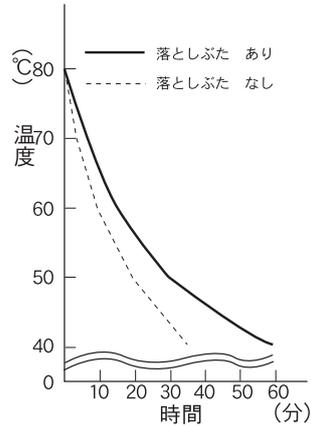
落としぶたなし	落としぶたあり
34分	59分

10℃下がるごとの時間の比較

	落としぶたなし	落としぶたあり
10℃下がる	3	6
20℃下がる	9	16
30℃下がる	19	30
40℃下がる	34	59

質量の変化

落としぶたなし	落としぶたあり
- 2.6g	- 0.6g



◎コーヒー

40°Cになるまでにかかった時間

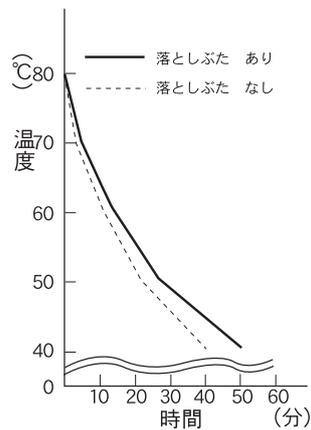
落としぶたなし	落としぶたあり
40分	50分

10°C下がるごとの時間の比較

	落としぶたなし	落としぶたあり
10°C下がる	3	4
20°C下がる	11	12
30°C下がる	21	26
40°C下がる	40	50

質量の変化

落としぶたなし	落としぶたあり
- 2.7g	- 0.7g



◎油

40°Cになるまでにかかった時間

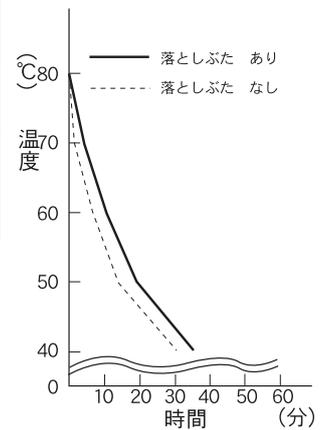
落としぶたなし	落としぶたあり
32分	35分

10°C下がるごとの時間の比較

	落としぶたなし	落としぶたあり
10°C下がる	2	4
20°C下がる	6	10
30°C下がる	14	19
40°C下がる	32	35

質量の変化

落としぶたなし	落としぶたあり
0g	0g



【分かったこと】

①「落としぶた」があると、同じ40°C まで冷めるのに時間がかかる。

水	25分長くなる。
コーヒー	10分長くなる。
油	3分長くなる。

②落としぶたがあると質量の変化も少ない。蒸発量は少なくなる。(もとの量より減った値)

	落としぶたあり	なし
水	-0.6g	-2.6g
コーヒー	-0.7g	-2.7g
油	0g	0g

【考察】

やはり、「落としぶた」を使用すると、冷めるのが遅くなる。

牛乳の膜と同じように、液の表面から蒸発する水分が、「落としぶた」によって蒸発しにくくなる。そのため、気化熱が奪われなくなるので、表面の温度が下がりにくい。

そうすると、液全体の温度の差ができにくくなり、粒子の対流が生じにくくなると思う。

コップのふたの場合は、蒸発量が0だった。落とし



ふたの場合は、1 g 以下であるが減ったのは、落としぶたがピーカーとの間にすき間なく浮かべることができなかつたためである。

ふたのすき間から、水分が蒸発して逃げたと考えられる。

疑問2のまとめ

検証実験 3・4・5より

コップのふたをすると、質量の変化がないことから、水分の蒸発を防ぐ役目をしている。それは、水分の蒸発による気化熱が少なくなることにつながる。そのために、液の温度変化が小さくなり、冷めにくくなる。

牛乳の膜や「落としぶた」などを使うと、温めた液が、冷えるのが遅くなったり、質量も変化が小さい。

これも、液面からの水分の蒸発が少なくなるからであることが分かった。

〈これまでのまとめ〉

ここまでの実験を通して、

- ① 6種類の液の中で、一番冷めにくいのは、ポタージュスープである。
- ② 冷めにくいのは、水にいろいろな粒子が溶け込んでいて、そのためにとろみ・粘りけができてしまい、液を冷やしていく対流をできにくくしている。
- ③ 粘りけが大きいほど冷めにくい。
- ④ ポタージュスープや牛乳のように、液の表面に膜ができる冷めにくい。
- ⑤ 油は、どのパターンでも一番冷めやすい。水と比較しても比熱が小さいことが理由だと考えられる。
- ⑥ 容器にふたをすると、水分の蒸発を防ぐことができるので、気化熱によって液体が冷めるのを妨げるはたらきがある。

ふたは、保温効果につながる。

僕たちの実験では、温かいものが冷めるとき、熱の「伝導」「対流」「放射」のどれが大きき左右しているかはよく分からない。

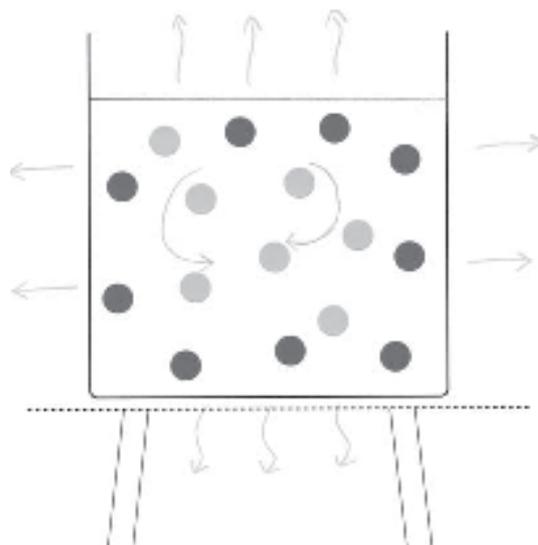
ここまでの実験で、考えたことをもとに、A・B・Cのパターンでの冷え方のちがいをモデルで、説明してみた。

(2) 冷え方の方法のちがいから考える

Bの方法がはやいのは、容器がすべての面で、空気と接しているためである。液の表面で、水分の蒸発による気化熱が奪われたり、空気中へ熱が逃げたりと、早く冷やされる。

冷えた粒子は、重いので、下へ沈み、内部の熱い粒子が上へ行く。Aよりは、熱が空気中へ逃げていく範囲が大きい。そのため、熱による対流も起こりやすいと考えられる。

かきまぜたり、容器の大きさを変えない限り、温かいものを早く冷めさすには、できるだけ空気との接触面積を大きくすることだと思う。

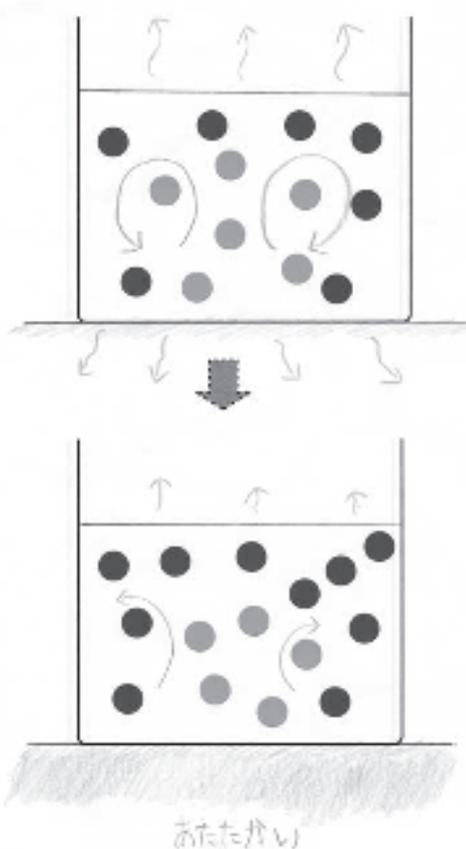


AがBより遅いのは、容器の底面が机と接しているからだと思う。机は、空気より比熱が小さいので、温まりやすい。

そのため、熱い容器がくっつくとき、机が熱の伝導によってあたためられる。最初は、液の表面・側面で、気化熱や空気中への熱の移動が起こり、それによって、冷やされた粒子が下へ沈み、内部の温かい粒子が上へ動くなどの対流が起こる。

しばらくすると、机も熱くなり、液の上部・側部と内部との温度差が、Bのようにはひらかなくなる。

そのために、Bのように対流が進まないと考えた。

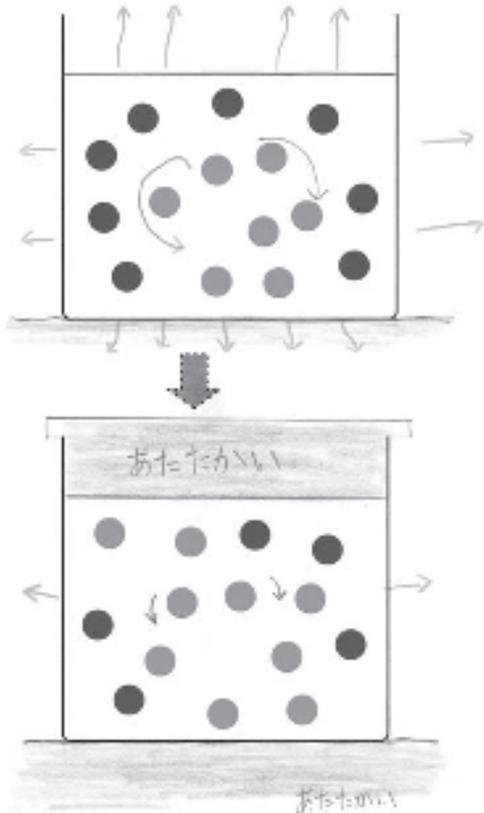


Cが一番遅いのは、ふたによる「保温効果」だと思う。ふたをされているために、液面の上部にある空気は、放射などによって温められ、温度が上がる。

さらに、水分の蒸発によって水蒸気量が飽和状態になり、液面からの水分の蒸発も起こりにくくなる。そのため、気化熱を奪うことも起こらない。

また、机と接している面でも、机と液の温度が近くなる。そうなると、液の上部と下部で温度が下がりにくくなり、温度の差が広がらずに対流が起こりにくくなる。

そのため、冷えるのが遅いと思う。



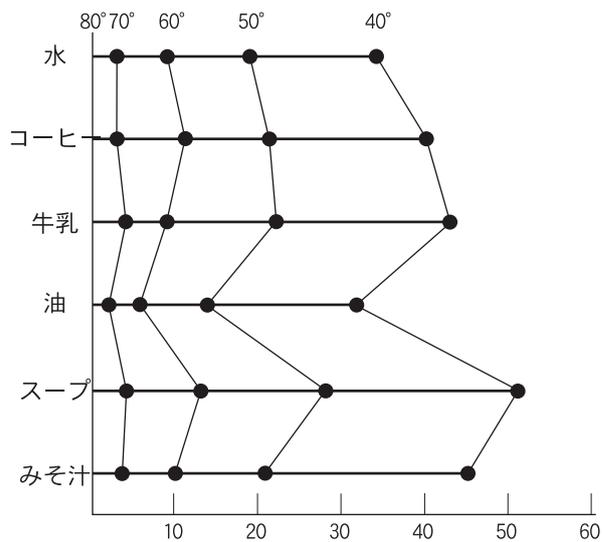
(3) 冷え方の共通性について

多くの実験をして、冷え方の表をつくったり、グラフ化にしたりすると、物の冷え方には、共通性があることが分かってきた。

それは、最初は、早く冷えるが、だんだん冷えるのが遅くなるということだ。

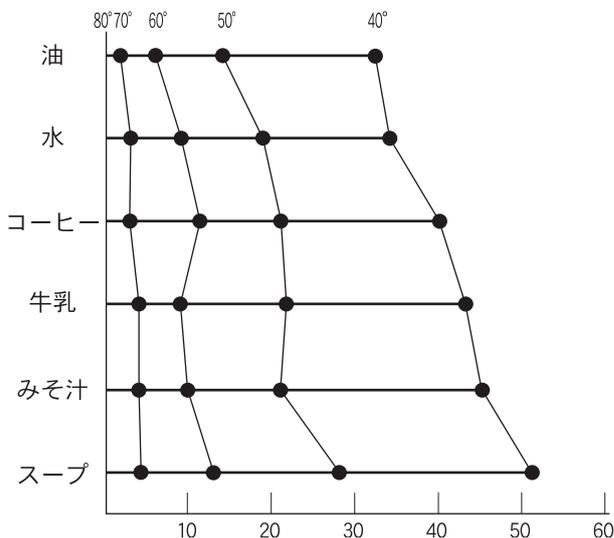
Aパターンで、最初(80℃)から10℃ ずつ下がるのにかかった時間を計算した。それを6種類の液で比べてみた。

液の種類	80℃ → 70℃	→ 60℃	→ 50℃	→ 40℃
水	3分	6	10	15
コーヒー	3	8	10	19
牛乳	4	5	13	21
油	2	4	8	18
スープ	4	9	15	23
みそ汁	4	6	11	24



温度の変化をわかりやすくするために、Aパターンで冷めるのがはやかった順に並べてみた。

液の種類	80℃ → 70℃	→ 60℃	→ 50℃	→ 40℃
油	2	4	8	18
水	3分	6	10	15
コーヒー	3	8	10	19
牛乳	4	5	13	21
みそ汁	4	6	11	24
スープ	4	9	15	23



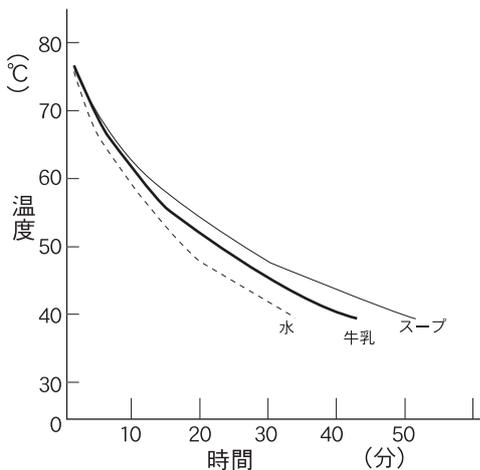
グラフより

80℃→70℃、70℃→60℃、60℃→50℃、50℃→40℃
 というように、同じ10℃ずつでも温度が低くなるほど、冷めるのに時間がかかっているのが分かる。

液の種類に関係なく、冷め方は(冷める時間)は似ている。

6つの液の、冷え方のパターンは、よく似ている。冷め方を、より詳しくみるために、3種類の液(水・牛乳・スープ)の冷え方を1分ずつの温度でグラフ化した。

パターンAの温度を、グラフ化した。



グラフより、

- ・液の温度が高い間は、空気中などへの熱の移動が大きくて、冷めるのが早い。
- ・液の温度が低くなり、空気の温度に近づくにつれて、熱の移動が小さくなり、冷めるのに時間がかかる。
- ・この傾向は、A・B・Cどのパターンでも同じであるし、6種類の液でも同じ傾向である。

熱の移動は、接する2つの物質の温度差が大きいほど早いということが分かった。

(4) 液の温まり方を調べる

これまで、温かい物の冷め方を調べてきた。その中で、疑問があった。それは、油の冷え方だった。油(なたね油)の比熱は、約0.49なので、水の1.0に比べると半分である。温まりやすく・冷めやすい物質である。

ぼくたちの予想では、温かい水が冷めていくときの時間より、約2倍の速さで冷えるだろうと考えていた。しかし、実験結果は、水よりは早く冷めるが、Cパターン以外は大きな差はなかった。

80℃から40℃まで冷えるのにかかった時間

	水	油
Aパターン	34分	32分
Bパターン	34分	30分
Cパターン	50分	36分

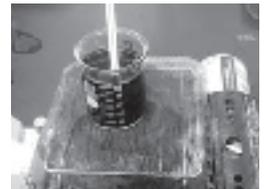
「温まりやすいものは、冷めやすい」「温まりにくいものは、冷めにくい」という熱についての考え方は、温める時と冷やすときではちがうのだろうか。また、水にものが溶け込んでいる物質で、あてはまるのだろうか。

そこで、今度は逆の実験で確かめることにした。これまでは冷め方だったので、温まり方を調べることにした。

《実験3》液の温まり方を調べる。

【方法】

- ①これまで使用した液で調べる。
 水・油・牛乳・コーヒー
 みそ汁・ポタージュスープ
- ②それぞれの液を100cc ビーカーに入れる。
- ③みそ汁やスープは、お湯でつくったものを室温まで冷やす。
- ④ガスコンロでゆっくり加熱する。
 火力の強さを一定にする。(弱い)
- ⑤1分毎の温度を測定する。
- ⑥80℃をこえるまで測定する。
- ⑦実験は、それぞれ3回以上行う。
 ※6つの液は、室温とほぼ同じにするため2時間以上は、教室に置いておく。

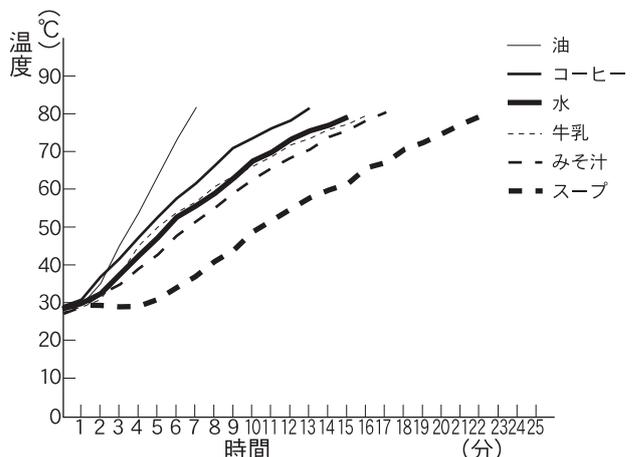


【結果】

①80℃以上になるまでの時間(3回の平均)

	時間(分)	平均
水	15, 13, 15	14分
油	8, 7, 8	8分
コーヒー	13, 12, 14	13分
牛乳	15, 16, 16	16分
みそ汁	13, 17, 18	16分
スープ	22, 25, 16	21分

② 時間と温度の変化をグラフにした。



【分かったこと・考察】

- ①油が温まるのが一番早かった。時間も水の約半分の時間で80℃以上になった。
 - ②水やコーヒーみそ汁は、温まり方が似ている。
 - ③牛乳とポタージュスープが6つの液の中では、温まりにくい方だった。
 - ④特に、ポタージュスープの場合は、温度の上昇が数分間はほとんどなくて、数分後からどんどん上昇した。
- これは、水以外にとろみの成分である小麦粉や片栗粉の大きな粒子に、熱が伝わるためだと思う。コーヒーなどのような小さな粒子の場合は、熱が伝わるのが早いためにすぐに粒子の運動が活発になり、温度も早く上昇すると思う。

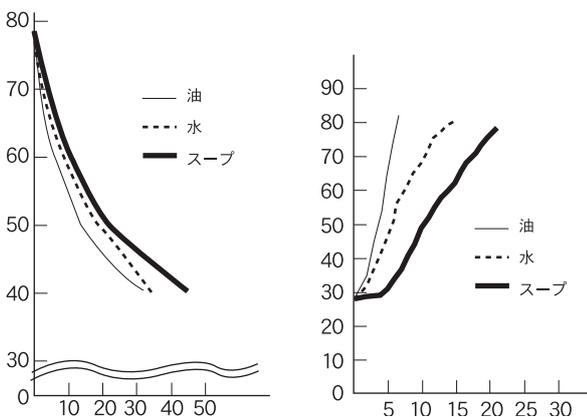
同じ40℃ という温度変化だけど、温めるときと冷めるときでのちがいがあった。

◎温めた液が冷めるときは、最初は温度の下がるのが早い。
液の温度が下がりだし、室温・空気の温度に近づくと、温度が下がるのに時間がかかる。

◎温めるときは、熱が直接容器に伝わり、液に伝わる。しかし、ガラスなど厚くもなく固体なのですぐに熱は液に伝わる。そのため、最初の1分ぐらいは、温度の上昇が小さいが、その後は熱はどんどん液に伝わるので、温度も時間と共に同じくらいの割合で上昇・変化している。

ポタージュスープなど、とろみがあったり、粒子が大きいものは粒子に熱が伝わる間温度の上昇がほとんどないと考えられる。

油・水・ポタージュスープの温まりかたと冷め方のようす



④ まとめ

- (1) 温めた液の冷め方は、液にとけ込んでいる物質によってちがう。
- (2) 純粋な物質より、混合物が冷めにくい。
- (3) 混合物でも、粒子が大きい物質が冷めにくい。また、とろみや粘りけがある物が冷めにくい。
- (4) 実験で使用した、日常生活で使用する液6種類では、ポタージュスープ > みそ汁・牛乳 > コーヒー > 水 > 油 の順に冷めにくかった。
- (5) 液の粘りけや・とろみの濃度が高いほど、冷めるのに時間がかかる。
- (6) 液体(水・ポタージュスープ)の入った容器を加熱後、冷やしていくと容器の内部の水と側部(上・底)では、同じ時間でも温度がちがう。上部の方が低く、内部の方が高いこのことから対流が起きていると考えられる。
- (7) 液が冷えるとき、液面から水分が蒸発する。そのため、気化熱によって冷やされるのが早いと考えられる。早く冷える液体ほど、蒸発量が大きい。
- (8) 容器にふたをすると、冷めるのがかなり遅くなった。ふたは、保温効果がある。蒸発量もほとんどない。気化熱が奪われなくなる。
- (9) 牛乳の膜があると、膜がないのより冷めるのが遅い。
- (10) 「落としぶた」で、膜の保温効果を調べた。落としぶたがあると、冷めにくいことが分かった。
- (11) 温めた液が冷めるときは、最初は温度の下がるのが早い。液の温度が下がりだし、室温・空気の温度に近づくと、温度が下がるのに時間がかかる。
- (12) 冷やし方の方法を変えても、温度変化の傾向は、同じだった。熱の移動は、接する2つの物質の温度差が大きいほど早いということが分かった。

④ 今後の課題・調べたいこと

- (1) ポタージュスープが冷えにくいのは、とろみの成分である、片栗粉や小麦粉がとけ込んでいるからだ。実際に、片栗粉の量を変えて、とろみの状態を変えて、実験した方が良いと思う。

(2) 温めたトーフを冷ますとき、トーフの内と外側の温度が、どのように変化するか調べたい。熱い食べ物の、食べ頃が探れるかもしれない。

感想

僕は、普段、家などで、牛乳などを温めると、水よりもはるかに冷めるのが遅いことに気がつきました。

実験をしてみると、水と比べてコーンポタージュは、同じ温度になるまでにかかる時間が、20分ほど変わることになりました。

実験を繰り返す中で、「条件が変わるとどうなるだろう」という疑問も出てきました。

実際に、実験をしてみると、コップにふたをすると、同じ水でも15分くらい冷えるのが遅くなるのが分かりました。

1コの発見が、次の疑問につながって、どんどん研究が進んでいきました。

今回の研究で、物事を調べる楽しさもわかり、ちょっとした事でも調べてみると、新しい発見などがあったので、この経験を他の分野にも生かしていきたいです。

悠

僕は、自由研究をして、初めて知ったことがたくさんありました。特に、驚いたことは、液体に「ねばりけ」や「とろみ」があるほど、冷める速さが、遅くなるということです。

水とか液体は、物質の粒子が循環・対流して、冷えることが影響していることが分かったからです。

あと、条件を変えてみると、おもしろいように実験結果も変わってきたので、やりがいのある自由研究でした。

広大

僕は、自由研究をしていて、不思議に思ったことがたくさんありました。

「なぜ、物質によって冷める速さがちがうのか」とか、「スープは、冷めるのが何で遅いのか」などあったけど、研究をして、冷めるのが遅いのは、「とろみ」や「粘りけ」があるためだと知りました。

自由研究をして、知らなかったことも知ることができ、とてもうれしかったし、楽しかったです。

弘幸

僕がこの実験をした理由は、給食でよくでる汁物が、温かいまま食べられたり、牛乳が冷たいまま飲めるのはなぜだろうと思ったからです。

この実験を繰り返して気づいたことは、温まりやすいのは、冷めやすいということです。油は、1番冷めやすく温まりやすい液体でした。だから、油が料理とかにもよく使われているんだなと思いました。

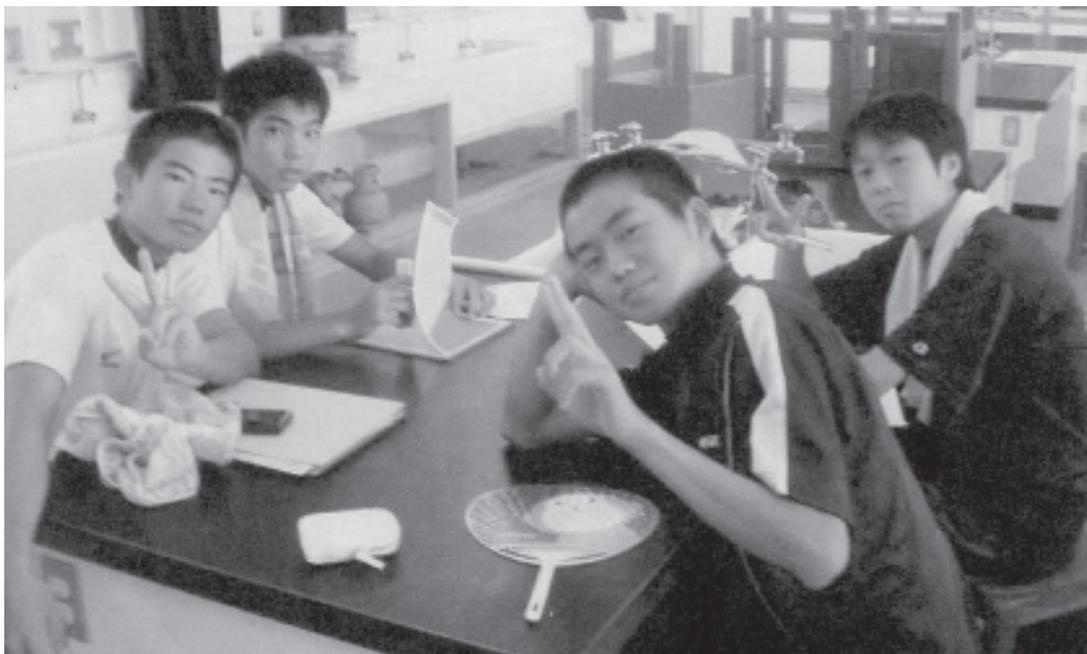
逆に、ポタージュスープと牛乳にはる膜は、保温効果を果たしていることが分かりました。だから、ポタージュスープは、冷めにくいんだなと気づきました。

僕は、この実験を通して、日常生活にも、まだまだ不思議なことがたくさんあるなと実感しました。だから、全体の視野じゃなくて、小さい1つのことにも目を向けていきたいなと思いました。

拓海

参考文献

ザ サイエンス 実験・観察 全教図



講 評

ポタージュスープはなぜ冷めにくい

ファーストフードのポタージュスープの熱さに驚き、物の冷め方に興味・関心を持ち取り組んだとの事ですがよく探求しました。

“熱”の現象は物理の中でも扱うのが難しいものです。見えないこと、キープして置けないこと、“熱の量”を直接測ることが難しいなどがあります。

しかし、皆の経験からわかるように私たちの“生活”には非常に関わりの深いもので、“加熱”では熱は欲しいし、“冷やす”には熱は迷惑な存在です。人の勝手な都合ですが、熱のことを良く理解することで、うまく熱を扱うことができるようになるでしょう。

実験1. では材料による冷め方の違いがわかり、

実験2. では液の濃さでの違いを、

実験3. では液の中の材料の粒の大きさでの違いを、

実験4、5. では容器のふたの有無や液面の膜の有無による違いをよく解明しました。また、温まり方についても実験しています。

これらの実験・考察で、熱の伝わり・移動の仕組みについて多くのことが解かりました。魔法瓶、電気ポット、保温なべ、さらに車のエンジンで出来た熱の処理、“保冷材”など生活の中で“熱”についての器具や装置がいくつもあります。それらの構造が熱処理をどのように対処しているかなどさらに探求を続けて下さい。

そして“熱”の伝わる原理を突き止めて欲しいものです。研究の発展を期待しています。

受賞ポイント

熱現象の解明は難しいことであるが種々の材料や実験でそれらの温度変化を通してよく追求している。それらの方法や過程から熱の伝わる三原則がほぼ掌握されており沖縄県教育長賞にふさわしいと判断した。

👑 沖縄県教育長賞 👑

沖縄の野生ラン ダイサギソウの研究 Part II

うるま市立具志川東中学校 2年 識 名 和 生

💡 I テーマ設定理由

沖縄の野生ランの一つである、ダイサギソウは環境省のレッドデータカテゴリーで絶滅危惧 1 B類に位置づけられ、近い将来絶滅する危険性の高い植物である。

ダイサギソウが絶滅する理由は、ダイサギソウの自生する環境が開発により、減少していることや、園芸目的で盗掘されていることである。

沖縄県においてもダイサギソウは、以前は多く見られたが、近年は大きく減少している。

昨年度は、平成20年まで中部農林高校が調査していたダイサギソウの自生地を調査を開始して各エリアの状況を比較して違いをまとめた。また、ダイサギソウの形態の調査をして、開花と葉幅の関係等を解析した。そして、ダイサギソウの無菌播種をしてダイサギソウの増殖にも挑戦した。

今年度は、同じ自生地を調査して前年度との生育状況・形態・環境の変化を調査した。また、沖縄の土壌によってダイサギソウの生長に影響が出るのかを、沖縄の代表的な土をサンプリングして、ダイサギソウの球根を植え付け観察した。さらに、自生地からダイサギソウの種子を採集し、より手軽に増殖する方法に挑戦した。

これらの調査でダイサギソウの自生地の状況を知り、増殖方法を調べることで保護活動へ役立てる事を目標とした。

💡 II 調査内容

1 調査概要

- ①ダイサギソウの自生地調査
- ②自生地花芽調査
- ③自生地開花調査

- ④沖縄の土壌別にダイサギソウの生育調査
- ⑤ダイサギソウの増殖研究
- ⑥手軽にできるダイサギソウの播種実験



学名 *Hbenaria dentata* (Sw)Schltr.(1919)
和名 ダイサギソウ

2 自生地調査日

- 平成23年 7月18日
- 平成23年 7月24日
- 平成23年 7月27日
- 平成23年 7月29日
- 平成23年 8月 1日
- 平成23年 8月15日
- 平成23年 8月16日
- 平成23年 8月17日
- 平成23年 9月24日 (花芽調査)
- 平成23年10月23日 (開花調査)
- 平成23年12月 4日 (さや採集)

3 自生地調査場所

「ヤンバル」のある地域
※詳しく記すと、盗掘される場合があるので、極秘にする。

4 自生地調査方法

- (1) 竹を約50センチも切り、ビニールテープ(2011年黄

色)を上部にはり付け、マジックで番号を書きラベルとした。(後でテプラ入力したシールをはり直す)

- (2) 昨年立てたラベルを目印に、ダイサギソウをマークして調査した。
- (3) 調査しやすいように、周辺の雑草を刈り取った。草刈りはダイサギソウの保護にもつながる。草が茂り過ぎると光不足で枯れる。
- (4) 昨年のラベルを抜き、新しくラベルを差した。
- (5) ダイサギソウの有無・葉数・草丈(2011年上の葉の付け根生長点までの距離)・最も広い葉の葉幅を調査した。
- (6) 今年度新しく発見できた個体には、11-〇と番号を一時的につけ、No.268から後を今年度の新株として付け直した。
- (7) 調査場所にエリア名をつけ、7つのエリアに分けて調査した。

5 沖縄の土壤別ダイサギソウの生育調査

- (1) 沖縄の代表的な土壤、国頭マージ、島尻マージ、ニービ、ジャーガル(クチャ)をサンプリングする。
- (2) 無菌播種で増殖したダイサギソウの球根を各土壤に植え付け、その生育の様子を観察する。



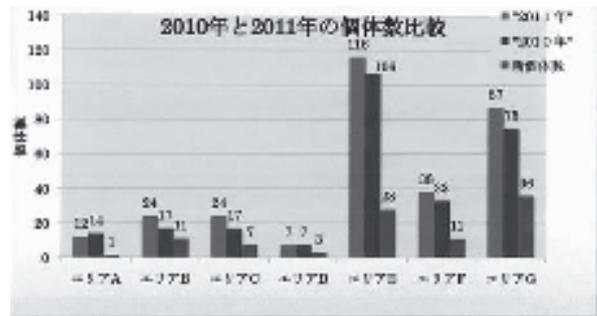
自生地調査の様子



各土壤への植え付け様子

III 調査結果

2010年と2011年の個体数比較



2010年度と比較すると、各エリアの個体数はエリアA、Dを除き、高くなっている。今年度もエリアEが最も高く116個体、エリアDが7個体で最も低くなっている。

上位のエリアE、Gは新個体も多く、適当な日当たり、水分がある。ダイサギソウにとってよい環境だと考えられる。一方、台風の被害を大きく受けているエリアでもあり、これからの変化も観察していきたい。

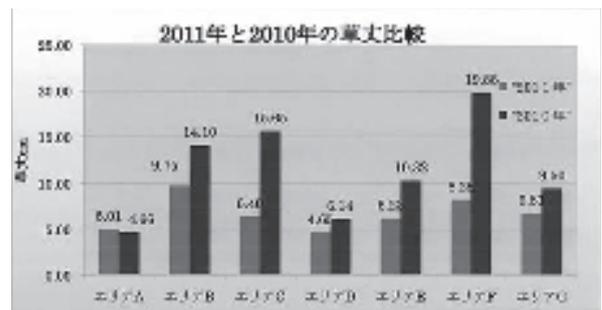
昨年度の総個体数の比較



今年度の総個体数は308個体で、2010年度より39個体増えている。これは、1年間個体数が維持できていることを示す。

今年度は新個体も97個体発見できて、自生地のダイサギソウの増殖にもつながっている。一方、2010年度確認できて、今年確認できなかった個体数は49個体あり、梅雨明け後の乾燥や、カタツムリ等の食害が考えられる。

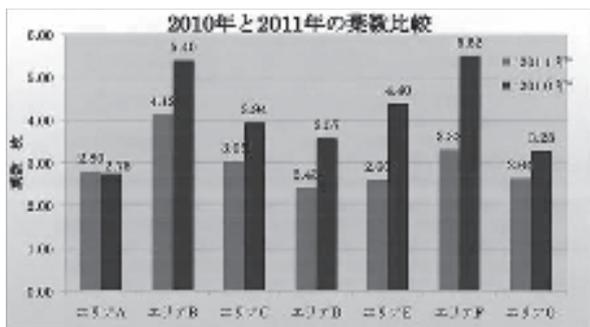
2011年と2010年の草丈比較



2010年度と比較すると、各エリアの草丈の平均値はエリアAを除き、低くなっている。今年度はエリアBが最も

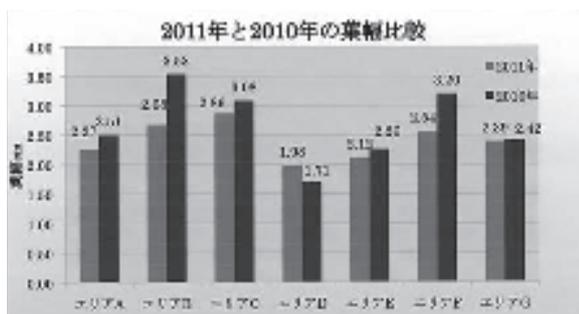
高く9.75cm、最も小さいのはエリアDで4.65cmとなっている。2010年度は、葉を伸ばし、葉の先端までにはかったものを草丈としていたが、今年度では正確にするために、一番上の葉の葉柄(生長点)とした。この変更によって、今年度は2010年と比較したとき、低くなった理由の一つと考えられる。しかし、それを考えても今年度は、2010年度より生育が悪いと思われる。

2010年と2011年の葉数比較



2010年度と比較すると、各エリアの葉数の平均値は、エリアAを除き、低くなっている。今年度は、エリアBが最も高く4.13枚、最も少ないのがエリアDで2.43枚となっている。今年度が、2010年度より生育が悪いのは、梅雨明け後の乾燥と、台風9号後に調査を行ったためと考えられる。台風の影響を大きく受けているエリアD、E、Gは葉数が少なく、あまり受けていないエリアB、Cは他のエリアより葉数が多くなっている。

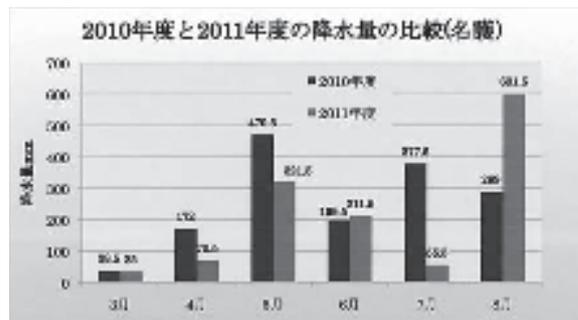
2011年と2010年の葉幅比較



2010年度と比較すると、各エリアの葉幅の平均値はエリアDを除き、低くなっている。今年度はエリアCが最も大きく2.86cm、最も小さいのはエリアDで1.98cmとなっている。

葉幅は個体数の少ないエリアB、Cが高い値になっている。これは、エリアB、Cは個体数が少ないが、比較的大きい個体が多い事を示している。

2010年度と2011年度の降水量の比較(名護)



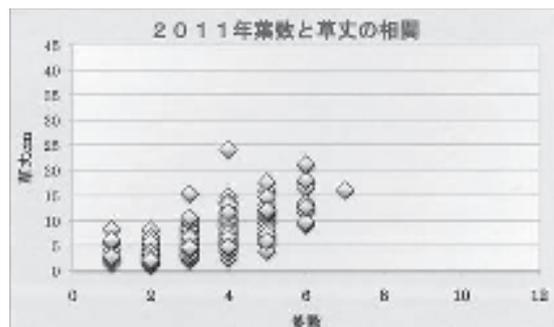
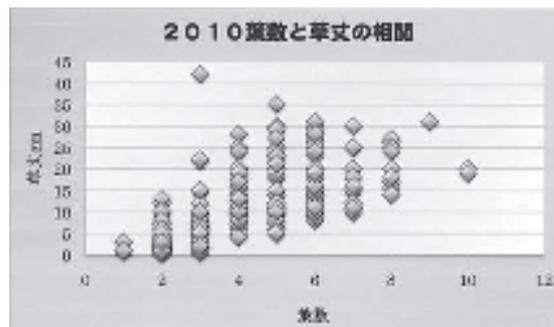
今年度の4、5、7月の降水量は、2010年度と比較したとき、減っている。

特に7月は、2010年度と比較すると極端に少なくなっている。

今年度8月の降水量は601.5mmで高い。それは、台風9号が約2日間停滞したため降水量が増えたと考えられる。

今年度の7月は極端に降水量が少なく、7月がダイサギソウの成長期でもあるため、ダイサギソウの生育が悪い原因の一つと考えられる。

2010年・2011年葉数と草丈の相関

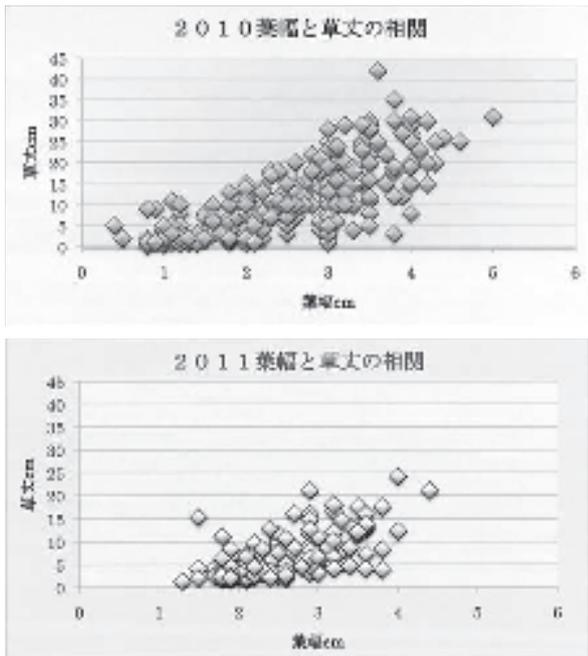


2010年度と同様に葉数と草丈の相関を調査すると、2011年度も、葉数が増えると草丈が高くなる相関があった。

2010年度と異なる点として、草丈が25cm以下と低くなっていることと、8枚以上の株がみられなくなったことである。

その理由としては、今年度の7月の降水量が極端に少なかったため、生育が悪くなった原因と考えられる。また、草丈の調査方法を変えて、一番上の葉の葉柄をはかるとにしたため、草丈は2010年度と比べ、低くなっている。

2010年・2011年葉幅と草丈の相関



2010年度と同様に、葉幅と草丈の相関を調査すると、2010年度と同じく、葉幅の値が高くなると、草丈が高くなる相関があった。

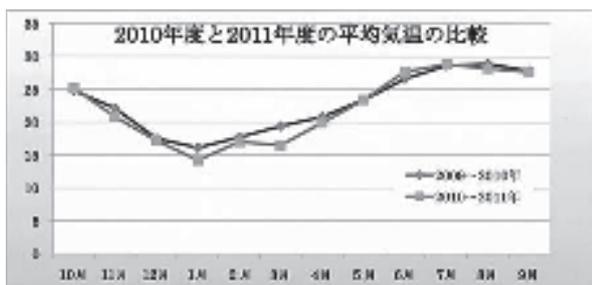
今年度のグラフは、1 cm以下の個体がないように見えるが、今年度は小さい個体を「極小」と表記しているため、1 cm以下がこのグラフにはない。

4 cm以上の個体もあまり多くは見られない。それは、今年度の7月の降水量が極端に少なかったため、ダイサギソウの生長が悪くなり、葉幅や、草丈の値が低くなったためと考えられる。

9月の調査より花芽の個体別に花芽の有無を調査した。
調査日平成23年9月24日

エリア	A	B	C	D	E	F	G
つぼみ	3	11	6	1	21	11	9
開花	0	0	0	0	0	0	0
開花なし	9	13	18	6	95	28	78
全体数	12	24	24	7	116	39	87

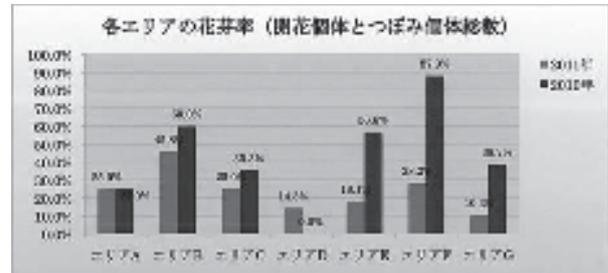
2010年度と2011年度の平均気温の比較



昨年度と同じ日に開花調査を行ったが開花個体が見られなかった。開花が遅れている理由は、1～4月の平均気

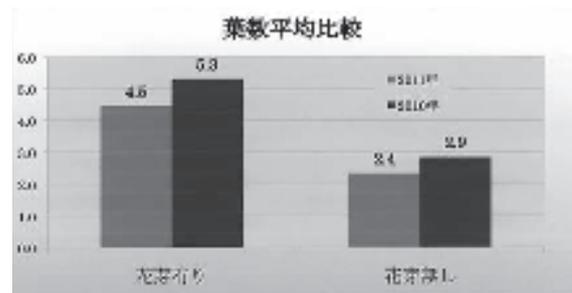
温が昨年より低いいため発芽が遅れ、開花時期がずれていると考えられる。

各エリアの花芽率(開花個体とつぼみ個体総数)



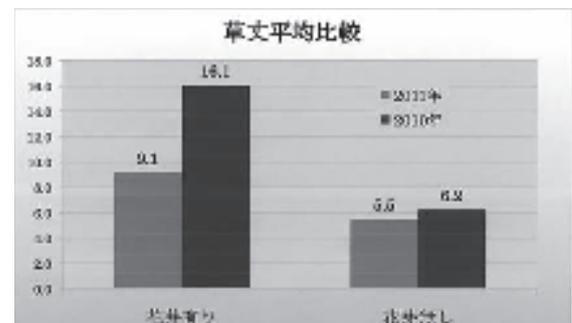
2010年度と花芽率を比較するとエリアDとAを除くエリアで低くなっている。エリアE、F、Gは特に低く、梅雨明け後の乾燥と台風9号の影響など考えられる。今年度はエリアBがもっとも高く45.8%、エリアGでは、もっとも低く10.3%となった。

葉数平均比較



花芽の有無と葉数を比較すると、2010年度より今年度は葉数が低くなっている。ダイサギソウの生長が今年はいくつか悪くなるのがわかる。花芽の有りと無しとでは、葉数に約2枚の差があることがわかる。

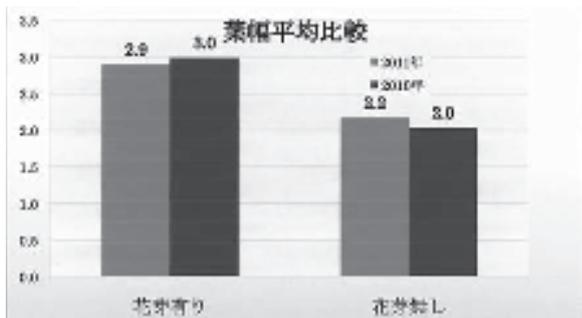
草丈平均比較



花芽の有無と草丈を比較すると、2010年度より今年度は草丈が低くなっている。特に花芽有りの株は、7 cmの差がある。草丈が低くなった理由は、梅雨明け後の乾燥と台風9号の影響が考えられる。また、草丈の測定方法を昨年度と変えた影響もある。

花芽なしより花芽有りで、2010年度は10cm、2011年度は4 cm草丈が高い。

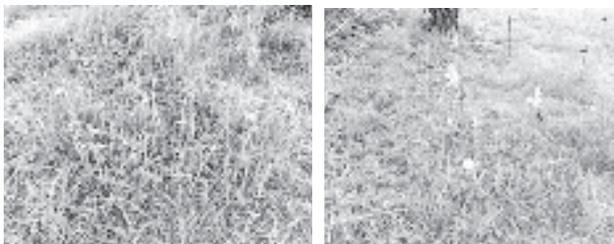
葉幅平均比較



花芽の有無と葉幅を比較すると、2010年度とほぼ変わらなかった。花芽有りは花芽無しより葉幅が約1cm大きい。2010年と2011年度とも同じ傾向であった。花芽有りの平均は約3cm、花芽無しは約2cmであることがわかった。

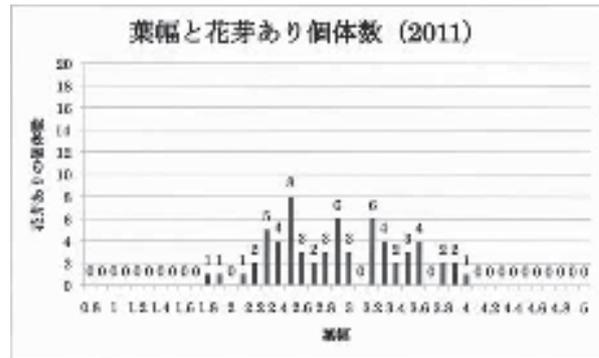
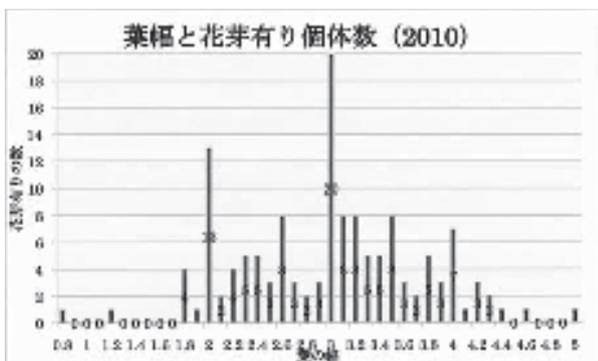


9月24日 花芽の有無と草丈の調査をしている様子。エリアCを調査している。まだ、つぼみの状態で開花はしていない。



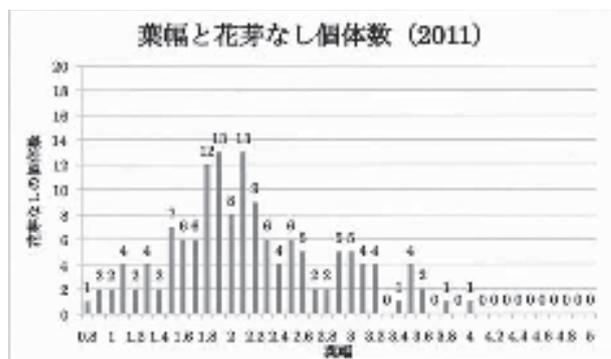
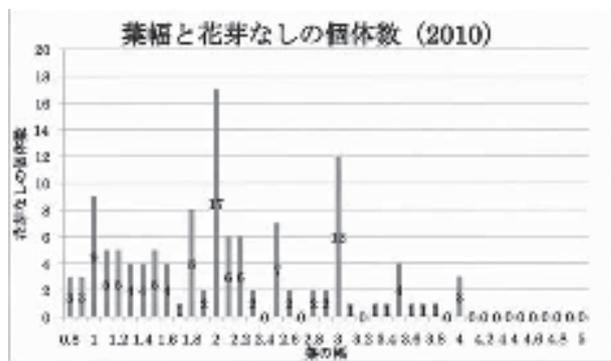
エリアFの様子。左は今年度、右は昨年度の様子。昨年度は数株の開花が見られたが今年度は一株も開花していない。

葉幅と花芽有り個体数 (2010) (2011)



葉幅と花芽のありの個体数の関係を2010年度と2011年度で比較すると、昨年度と同じく幅1.8cm以上の個体で花芽がつくことがわかった。今年度は葉幅4cm以上の個体はみられなかった。大きい個体は昨年度より減少している。葉幅の平均値は昨年度と同様に約3cmとなった。

葉幅と花芽なしの個体数 (2010) (2011)

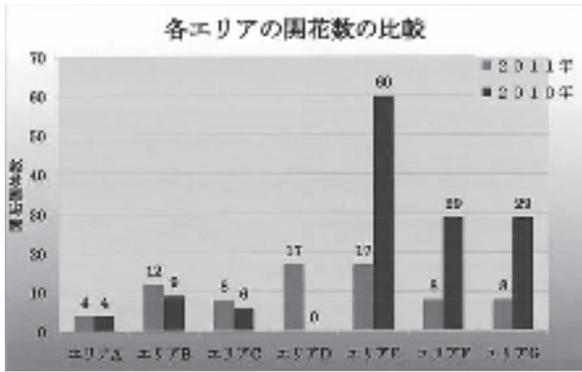


葉幅と花芽のなしの個体数の関係を2010年度と2011年度で比較すると、昨年度と同じく葉幅4cm以上の個体はないことがわかった。花芽なしの個体の葉幅の平均値は昨年度と同様に約2cmとなった。個体数も葉幅2cm前後に多いことがわかる。

調査日平成23年10月23日
各エリアの開花個体比較調査

年度	A	B	C	D	E	F	G
2011年	4	12	8	17	17	8	8
2010年	4	9	6	0	60	29	29

各エリアの開花数の比較



2010年度と各エリアの開花数を比較すると、2010年度開花数が多かったエリアE、F、Gの開花数が非常に少なくなっていることがわかる。これは、台風9号や梅雨明け後の乾燥の影響で、生育が悪くなったためだと考えられる。一方、エリアDは2010年度が0だったのに対し、17個体と大幅に開花数が増加している。エリアDの開花個体の多くが点在するモクマオウの傍から生えていることから、乾燥や台風の影響を受けにくかったのではないかと考えられる。また、エリアDは今年度から開花が始まり、株の確認がこれまでできなかったために、今年度開花数が高くなったと考えられる。



エリアDのダイサギソウ エリアGのダイサギソウ

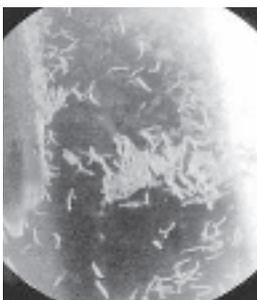
◆ダイサギソウの増殖研究



①ダイサギソウのさや



②無菌操作で播種



③ダイサギソウの種子

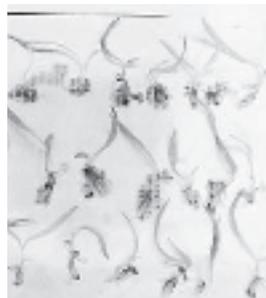
11月21日にダイサギソウの種子を採取して、22日に中部農林高校で無菌播種した。種子を顕微鏡で観察するとホコリのように小さく、たくさん観察できた。



④播種直後の様子

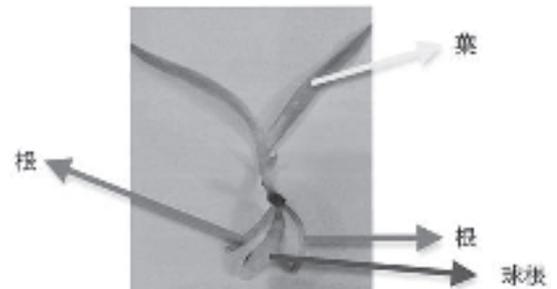


⑤播種後11ヶ月



⑥苗の状況

播種後の培養は、中部農林高校と自宅でも行った。多少、培養室での生育がよかったが、家でも十分できることがわかった。一つのフラスコに318株のダイサギソウが育てていた。



⑦苗の形態



⑧ダイサギソウの順化

無菌操作で増殖すると播種後約1年でこの様な状態まで生長する。まだ球根も小さいがこの状態でも順化ができるのか実験する。順化する培養土には、火力発電所よりでる廃棄物(クーリンカ)を使用する。これから継続観察する。

沖縄の土壌別生育比較・途中経過

8月28日の途中経過



国頭マージ(左)：ダイサギソウが自生する土壌だが、生長は遅め。最大個体の葉の長さは5.2cm。

島尻マージ(右)：土壌のなかでも生長は良く、大きい個体も多い。最大個体葉の長さ7cm。



ジャーガル(クチャ)(左)：生長はあまり良くない。最大個体葉の長さ5.6cm。

ニービ(右)：比較的生長は良い。最大個体葉の長さ5.9cm。

仮説では、ダイサギソウが自生する国頭マージの生長が良いと考えた。しかし、若干の差は見られるが、大きな差は見られなかった。このことから、ダイサギソウの生長には、土壌は関係しないと考えられる。しかし、まだ結論を述べるには早いので、これからも調査を続け、変化を見ていきたい。

◆手軽にできる ダイサギソウの播種実験

- ① ダイサギソウのさやを割り、種子を取り出す。
- ② カメラのフィルム用マウントに、お茶パックをカットしたものをはりつけ、種子を入れるケースを作る。
- ③ 綿棒1杯分の種子を②のケースに入れる。
- ④ ポットの7分目程度までクーリンカ(火力発電所からでる廃棄物からできる培養土)を入れ、③のケースを置く。
- ⑤ ケースがかぶる程度のクーリンカを入れる。この上に、ダイサギソウの球根、ネジバナ、コケなどを植えていく。また、クーリンカだけのものはこの時点で上までクーリンカを入れておく。



③の様子



上にネジバナを植え付ける

こけを植え付ける

IV 考察

今年度は308個体のダイサギソウを確認する事ができた。2010年度と比較すると、39個体増えている。このことから考えると、自生地の個体数は維持できている。2010年度から引き続いての協力者の定期的な草刈りによって、個体数が増加していて、環境は維持できているといえる。今年度の調査でも、個体数が維持できていることが分かって嬉しかった。

今年度は新個体が97個体増え、自生地のダイサギソウの増殖にもつながっている。一方、未確認個体も多く、49個体を確認できなかった。これは、今年7月の降水量が極端に少ないことによる乾燥、カタツムリ等による食害、8月に沖縄本島を襲った台風9号の2日間もの停滞などの原因が重なり、ダイサギソウの生育が悪くなったためと考えられる。

ダイサギソウの生育は、草丈、葉数、葉幅とも2010年度より低くなった。それは、2010年度と比較したとき、今年度の7月の降水量が極端に少なく、7月がダイサギソウの生長期でもあるため、今年度のダイサギソウの生育が悪い原因の一つだと考えられる。

また、今年度はカタツムリ等による食害も増えている。これは、7月の乾燥により、自生地の他の植物も生育が悪くなり、カタツムリ等が食べる植物が減ったため、ダイサギソウにも手を出したものと考えられる。この苛酷な状況でも、花を咲かせて欲しい。そう思いながら調査を行った。

土壌による発芽の影響は、あまり大きな差は見られなかった。しかし、その後の生長に、若干の違いが見られた。島尻マージが最もよい生育を見せている。はじめはダイサギソウの自生地の土壌である国頭マージで生長がよいのではと思ったが、予想に反して水はけの良い島尻マージやニービの生育がよい。これは、自生地の環境と違い、毎日水やりをしているため、保水性の高い土壌より水はけの良い土壌での生育が良いのではないかと考えられる。また、ダイサギソウの生長は土壌よりは植物との共生関係と関係性が高いのではないかとと思われる。

9月24日自生地の花芽調査では、つぼみの個体は62個体あり、開花している個体はなかった。花が見ることができなくて、少し残念だった。

2010年度は9月23日には開花しているダイサギソウを確認しているので、今年度は開花時期が遅くなっている

と考えられる。2010年度と2011年度の平均気温を比較すると、今年度の1月から4月は、2010年度より気温が低くなっている。ダイサギソウは気温を感じて球根から発芽するので、今年度は発芽が遅れ、開花時期にもずれが生じたと考えられる。花芽率はエリアB、Fの順に高くなっている。2010年度と比較した時、エリアA、Dを除き、花芽率は低くなっている。エリアDのみ上昇しており、2010年度より成熟していると考えられる。

花芽の有無と葉数・草丈・葉幅を比較すると、いずれも、花芽有りの方が高い値になった。このことから、個体の大きさが大きいほど花芽がつく確率が高くなる傾向がある。

また、葉幅以外は、2010年度より低い値になっている。これは、7月の乾燥、台風9号の栄養で、生育が悪いためと考えられる。

葉幅と花芽有無の相関をみると、葉幅1.8cm以上の個体で、花芽がつくといえる。また、今年度は生育が悪いため、4.1cm以上の個体がない。花芽の有無と葉幅を比較すると、花芽有りは約3cm、花芽無しは約2cmとなり約1cmの差があることがわかった。

10月23日自生地の開花調査では、開花した個体は74個体あった。前回の調査から1ヶ月たち、ダイサギソウの花を見る事が出来てよかった。今年度はエリアE、F、Gの開花数が2010年度より大幅に少なくなり、エリアDは大幅に増加している。エリアDの個体数が大幅に増えたのは嬉しかった。エリアE、F、Gは台風9号や梅雨明けの乾燥の影響を受け、エリアDはあまり受けにくかったと考えられる。

より簡単にダイサギソウを増殖させる方法として、新たに播種実験を行った。2～3ヶ月ほどしたら、一度掘り返して様子を見ようと思う。

Ⅴ これからの課題(計画)

来年度も同じ自生地で調査を行い、ダイサギソウの個体数や自生地の変化をみていきたい。また、増殖実験はまだまだ結果を述べる事はできないので、引き続き調査を続けていきたい。土壌別の生育比較、手軽にできる播種実験は、一度掘り返し、どのような結果になっているかを調査したい。

Ⅵ 参考資料

フリー百科事典ウィキペディア

<http://ja.wikipedia.org/wiki>

日本のレッドデータ <http://www.jpnrdb.com/Yahoo!JAPANオークション>

<http://auctions.yahoo.co.jp/>

琉球新報 <http://ryukyushimpo.jp/>

生活雑日記帳

http://blogs.yahoo.co.jp/katsu_london/folder/581372.html

忘れ者の散歩道 <http://ele-middleman.at.webry.info/>

沖縄の植物 <http://koma2.fc2web.com/index2.html>

気象庁ホームページ

<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>

講 評

沖縄の野生ラン ダイサギソウの研究 Part II

絶滅危惧種であるダイサギソウの保護を目的として、地道な現地調査と簡易な増殖方法について検討したとても良い研究です。

昨年度からの継続研究である野外個体の生育状況調査では、成長だけでなく花芽や開花についても細かなデータ収集がされているほか、それをもとにグラフと背景にある気象条件などから株の増加や減少の原因を考察している点が素晴らしいと思います。

また、積極的に株を増やしていく試みにもチャレンジしており、生育土壌などとの関連や播種実験も今後の結果が楽しみです。

ダイサギソウは比較的陽の当たる開けた場所で生育するようになるので、今後、ダイサギソウを保護していくうえで、自生地の保全と必要最小限の管理(草が生い茂らないような適度な刈り取りなど)が必要と思われます。今後も、研究成果が保護活動につながることを目標に頑張ってください。

ゲットウのにおいの変化

昭和薬科大学附属高等学校 2年 当真由華 仲村真智子
1年 濱崎 祐

💡 目的

私達は、ゲットウの独特のにおいに興味を持ち、そのにおい成分を水蒸気蒸留によって採り出した。

その結果、時間の経過につれてにおいの変化していることに気がつき、特に、バラのにおいからレモンのにおいへとにおいの変化していることに興味を持った。

私達は、このにおいの変化の原因を追及したいと考えた。そこで、私達は以下の指針を立てた。

①においの変化は、ゲットウ中に含まれるにおい成分の変化によるものと考え、蒸留中、時間毎に蒸留液を採りだし、においと TLCシートを用いてバラのにおい成分とレモンのにおい成分である市販のゲラニオール、シトラールと比較して成分を調べることとした。

②ゲットウ中の成分に、シトラールは含まれないことが文献によりわかったので、におい成分の変化は化学変化によるものだと考え、ゲラニオールが酸化されたのではと考えた。そこで、ヘキサンと酸化マンガン(IV)を用いてゲラニオールの酸化実験を行うこととし、時間毎に反応液を採りだし、においと TLCシートを用いて成分を調べることとした。

③蒸留実験、酸化実験で得られたにおいと TLCシートのスポットをそれぞれ比較し、変化が重なった時間をおいとおい成分と比較することによって、においの変化が成分の変化であるか、成分の変化は化学変化によるものなのかを調べることとした。

◆目的 蒸留を行い、時間が経つにつれてにおいや成分がどのように変化するかを調べる。

◆準備 底にキリで穴をいくつか開けた空き缶・半分に切った空き缶(底側)・ガスバーナー・スタンド・三脚・ゲットウの葉・蒸留水・ビーカー・市販のゲラニオール・市販のシトラール・TLCアルミナシート・展開槽・展開溶液(ヘキサン 8 mL・酢酸エチル 2 mL)・スクリーン管・毛细管

◆実験方法

I 簡易蒸留装置の作製

底に穴を開けた空き缶に細かく切ったゲットウの葉を 50 g 入れ、半分に切った空き缶に蒸留水 100 mL を入れた。

二つの空き缶をあわせてテープで密閉し、空き缶の口に誘導管付きゴム栓をはめ込み、誘導管に繋いだゴム管の先を氷水で冷やされた試験管にいれ、簡易蒸留装置とした。



図1 底にキリで穴を開けた空き缶



図2 ゲットウの葉

💡 実験—ゲットウの蒸留—



図3 100mL 水を入れた空き缶

II ゲットウの蒸留

(1) I で作製した簡易蒸留装置をスタンドで固定して、強火で加熱した。



図4 簡易蒸留装置

(2) 蒸留が始まってから3分毎の留出液を試験管に採った。

留出液を2本に分け、1本目は臭気を調べるのに用い、2本目は TLC を展開するのに用いた。

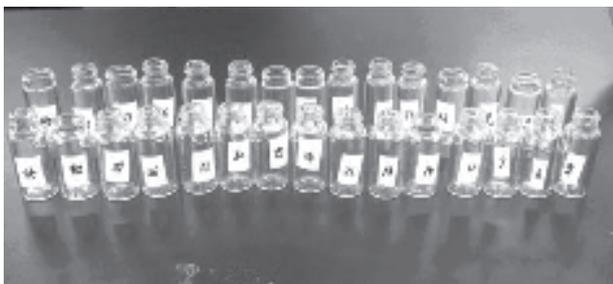


図5 臭気を調べるのに用いたスクリュー管



図6 留出液を保存したもの

(3) (2) で得られた留出液を時間ごとで並ぶように TLC シートにグラニオール・シトラールとともに打ち、展開溶液(ヘキサン:酢酸エチル=4:1)で展開し、発色試薬(アニスアルデヒド)に浸して加熱。

その後に発色したスポットの位置と色を調べた。

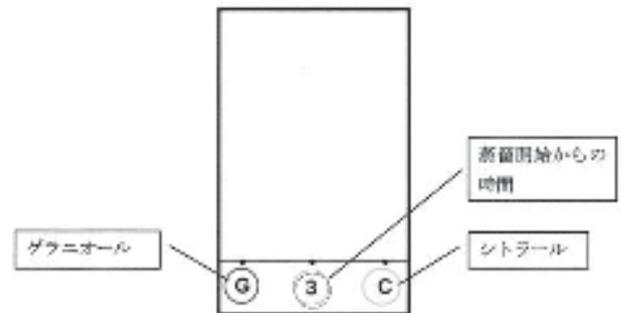


図7 留出液をグラニオールとシトラールとともに打った TLC シート

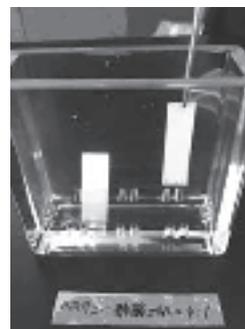


図8 展開溶液で展開



図9 アニスアルデヒドに浸した



図10 加熱

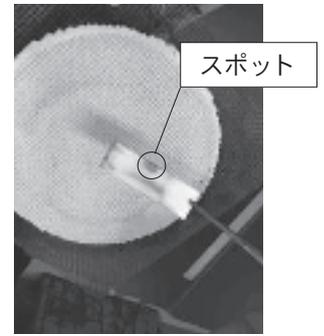


図11 スポットが確認できた

◆結果 ゲットウの蒸留

(1) 加熱してから、17分(16分57秒)が初留だった。
(2) におい

分	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45		
においの違い		草のにおい						バラのようないにおい									
												レモンのにおい					

図12 時間によって変わっていったにおいに変化を表にしたもの

蒸留開始～15分後まで	15分後～30分後まで
1本目～5本目	6本目～10本目
草のにおいがし、3本目からはバラのにおいも少し感じられた。5本目はバラのにおいが強くなった。	草のにおいがしなくなり、バラと薄いレモンの混じったようなにおいが感じられた。
30分後～39分後まで	39分後～45分後まで
11本目～13本目	14本目～15本目
バラのにおいもしたが、レモンのにおいが強めに感じられるようになった。	バラのにおいが薄くなり、15本目には少し違うにおいも感じられた。

図13 においの変化

(3) TLC

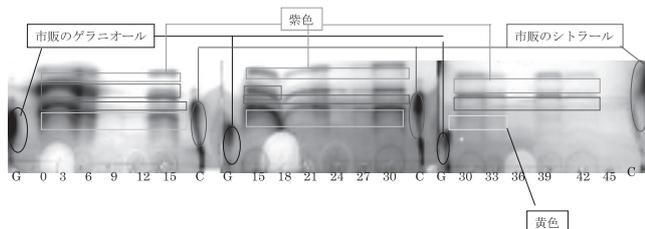


図14 時間ごとに留出液をスポットし発色させた TLC シート
※数字→初留を0分としたときの、経過した時間

上図は、時間毎に留出液を打って並べたものである。結果は以下の通りとなった。

- 3～6分 : 紫色、青色、赤紫色、淡緑色の4つのスポットが確認された。
- 15分 : 3～6分と同じ4つのスポットが確認された。
- 18分～30分 : 青色のスポットが確認されなくなり、3つ(紫色、赤紫色、淡緑色)のスポットが確認された。
- 30～33分 : 黄色のスポットが確認された。
- 39～42分 : 黄色のスポットが確認されなくなり、2つ(紫色、赤紫色)のスポットが確認された。

においとと比較から、青いスポットは3～15分の位置に確認されたため、草のにおいを表していると考えられる。39～42分に確認できた黄色のスポットはレモン(シトラール)のにおいだと考えられる。

◆考察

- ・においの変化は、成分の違いだということが実験から確認することができた。
しかし、ゲットウの成分を文献(『月桃の精油成分について』藤田治重)で確認したところ、実験で得られたシ

トラールは含まれていないことが分かった。これより私たちは、においの変化は成分の違いだけではなく、におい成分の化学変化により生ずるのではないかと考えた。

実験2 : ゲラニオールの酸化

◆目的

蒸留のにおいと TLC シートのスポットから、主ににおい成分としてゲラニオールとシトラールが確認された。しかしゲットウの成分の中にはシトラールが含まれないことが文献よりわかった。

そこで、化学構造式を調べてみたところアルデヒド基を有していた為、酸化しやすいのではないかと考えた。つまり、シトラールの還元物であるゲラニオールがゲットウ中に含まれることから、確認されたシトラールはゲラニオールが酸化して生成されたものではないかと考え、この化学反応がにおいの変化の一因だと考えた。

そこで、本当にゲラニオールからシトラールに酸化するのかを確認するため、市販のゲラニオールを用い、酸化剤でシトラールに導き、化学変化が起こっているかを、TLC シートを用いて調べるための実験を行った。

◆準備

- 〈器具〉毛細管, TLC アルミナシート, スクリュー管, ストップウォッチ, パスツール, ピンセット, 展開槽
- 〈試薬〉ゲラニオール, シトラール, ヘキサン, 酢酸エチル, アニスアルデヒド(発色試薬), 酸化マンガン(IV)

◆実験方法

- I ゲラニオールの酸化反応(水温 23.4℃)
 - (1) 気温, 水温を計った。
 - (2) 反応容器(スクリュー管)に、酸化マンガン(IV)1.0 g, ヘキサン 10 mL, ゲラニオール 0.10 mL を加えた。
 - (3) スクリュー管を攪拌し、5分ごとにパスツールで内部の試料を少量取り、脱脂綿をつめた別のパスツールを通して酸化マンガン(IV)を取り除き、濾過した。ここで採った試料の反応は終了したものとみなした。
 - (4) 反応が終了した試料を毛細管で取り、両側にゲラニオールとシトラールをスポットした TLC シートへスポットした。
 - (5) スポットした TLC シートを展開槽内の展開溶液(ヘキサン: 酢酸エチル=4:1)に浸して、展開した。
 - (6) 展開した TLC シートをアニスアルデヒドに浸して加熱した。
 - (7) 実験は 60 分まで行い、試験管 13 本分を採取し、ス

ポットを確認した。

(8) ゲラニオール、シトラールとそれぞれ三点打ちをし、確認したスポットが各化合物と同じものかを調べた。

I の実験で得られたスポットは時間間の変化が大きかったため、より細かい変化をみたいと思い、取り出す時間を5分ごとから3分ごとにえて再度実験を行った。

(9)

- ① 気温 19.9℃, 水温 22.9℃ において同様の実験を行った。
- ② 取り出す時間を5分ごとから3分ごとにして、同様の操作を行った。
- ③~④は省略する。

I・II では反応が完結しなかったため、温度を上げれば反応速度も上がると考え、温度を上げて再度実験した。

II. ゲラニオールの酸化反応(水温 41.2℃)

(1)

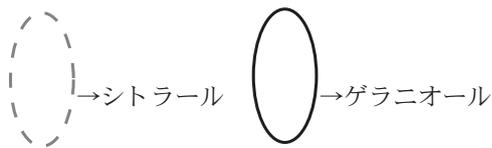
- ① 気温 20.2℃, 水温 41.2℃ において同様の実験を行った。
- ② と同様、5分ごとで操作を行った。
- ③~④は省略する。

(2)

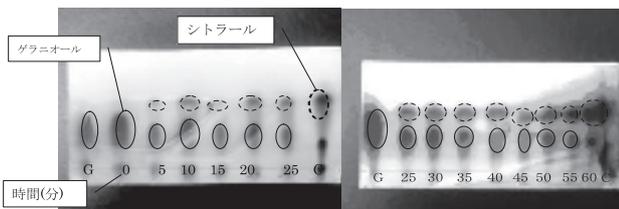
- ① 気温 20.2℃, 水温 42.3℃ において同様の実験を行った。
- ② III と同様、3分ごとで操作を行った。
- ③~④は省略する。

◆実験結果

I. ゲラニオールの酸化反応(水温 23.4℃)



実験 I (20℃ 5分毎) の TLC シートのスポットの発色は次のようになった。



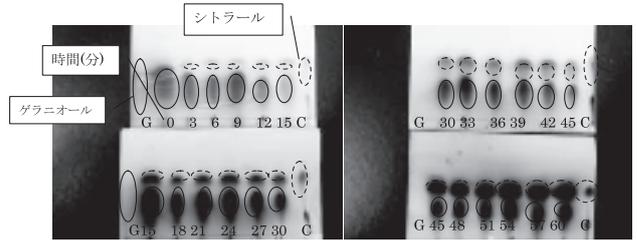
酸化反応の進行状況を5分毎に TLC シートで確認したもの。

ゲラニオールが酸化され、シトラールに変化していることがわかる。

反応は緩やかに進み、60分経っても反応はまだ完結せず、未反応のゲラニオールが少し残っている。

II. ゲラニオールの酸化(水温22.9℃)

実験 I (9)(20℃ 3分毎) のスポットの発色は次のようになった。

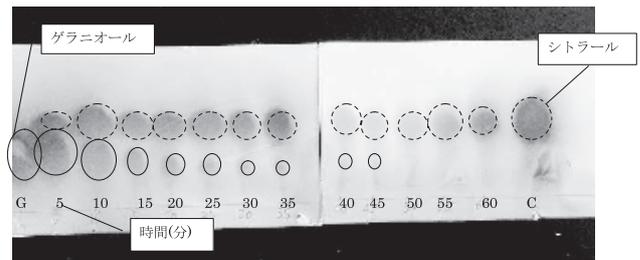


酸化反応の進行状況を3分毎に TLC シートで確認したもの。

ゲラニオールが酸化され、シトラールに変化している。反応は緩やかに進み、60分経っても反応は完結しない。5分毎の TLC シートのスポットと比べると、未反応のゲラニオールが多い。

III. ゲラニオールの酸化(水温41.2℃)

実験 II (1) のスポットの発色は次のようになった。

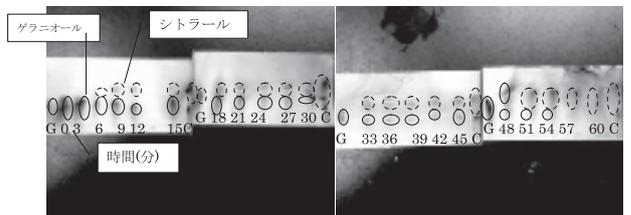


酸化反応の進行状況を5分毎に TLC シートで確認したもの。

20℃ の5分毎よりも反応が早くすすみ、約20分後にはほとんど酸化されている。

IV. ゲラニオールの酸化(水温 42.3℃)

実験 II (2) のスポットは次のようになった。



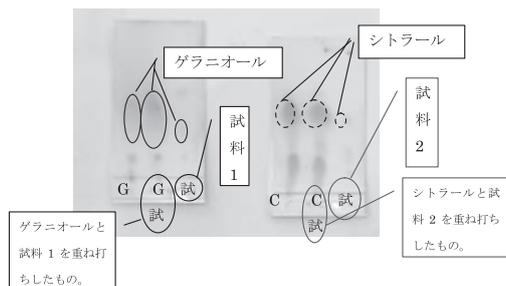
酸化反応の進行状況を3分毎に TLC シートで確認したもの。

40℃ に比べると反応が遅い。

反応は51分くらいでやっと完結する。

酸化実験の TLC シートで検出されたスポットが、市販のゲラニオールとシトラールと一致するかを確認するため、三点打ちを行った。

次の図はその写真である。



※試料：20℃ 5分毎の酸化実験において、30分経過後に採りだした液。

試料 1 はゲラニオールに注目し、試料 2 はシトラールに注目した。

三点打ち・・・市販のゲラニオールと試料を両端に打ち、真ん中には市販のゲラニオールと試料を重ねて打って、色、位置ともに等しいかを確認した。

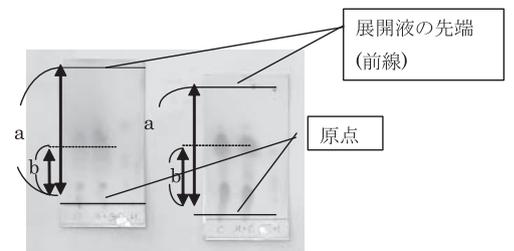
【色】

市販のゲラニオール	試料 1	市販のシトラール	試料 2
若草色	若草色	薄い焦げ茶色	薄い焦げ茶色

【位置(R f 値)】

市販のゲラニオール	試料 1	市販のシトラール	試料 2
0.24 ~ 0.50	0.24 ~ 0.34	0.45 ~ 0.62	0.45 ~ 0.53

Rf 値の求め方



a・・・原点から展開液の先端(前線)まで。
b・・・原点から色素の中心まで。

$$Rf \text{ 値} \cdots \frac{b}{a}$$

◆実験の考察

(1) 実験 I において、採取する時間を変えて実験を行ったのはなぜか。

5分毎で反応液を採取したところ反応が急速に進んでいる部分があり、より細かい変化の経過を調べたいと思い、3分毎に採取する時間を変えた。

(2) 実験 II において、温度を変えて実験を行ったのはなぜか。

20℃ だと反応が完結しなかったため、温度を上げる

ことによって反応を完結させようと思い、温度を上げた。

また、蒸留中は温度が上がっているはずなので、より蒸留中の反応に近いと考えた。

蒸留実験と酸化実験の融合

◆目的

蒸留実験で確認したにおいの変化はゲラニオールからシトラールへの変化によるものなのかを蒸留実験と酸化実験の比較によって調べるため、私達は以下の実験を行うこととした。

◆準備

蒸留実験と酸化実験で使用したもの。

〈器具〉底にキリで穴をいくつか開けた空き缶・半分に切った空き缶(底側)・ガスバーナー・スタンド・三脚・ゲットウの葉・蒸留水・ビーカー、毛細管、TLC アルミナシート、スクリュー管、ストップウォッチ、パスツール、ピンセット、展開槽、展開溶液(ヘキサン 8 mL・酢酸エチル 2 mL)、中に脱脂綿が入ったスクリュー管

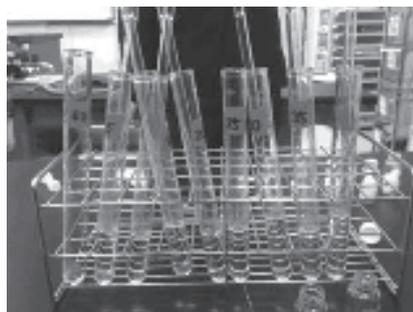
〈試薬〉市販のゲラニオール、市販のシトラール、ヘキサン、酢酸エチル、アニスアルデヒド(発色試薬)、酸化マンガン(IV)

◆実験

(1) 前回の蒸留実験から、ゲットウのにおいの変化は蒸留液が得られるようになってから 30 分以内に起こっていることがわかる。

そのことをふまえて、50gのゲットウを用いて45分間蒸留実験を行い、においサンプル用に量を多く採るため5分ごとに蒸留液を採取した。その液を脱脂綿の入ったスクリュー管に半分ほど入れ、残りは酢酸エチルを入れてにおい成分を抽出し、蒸発させて濃度を濃くした。その後、その抽出液を TLC シートのスポットし、展開した後加熱し発色させた。

採取したそれぞれのにおいは実験後嗅ぎ、近いにおいごとに分類した。



5分毎に採取した留出液

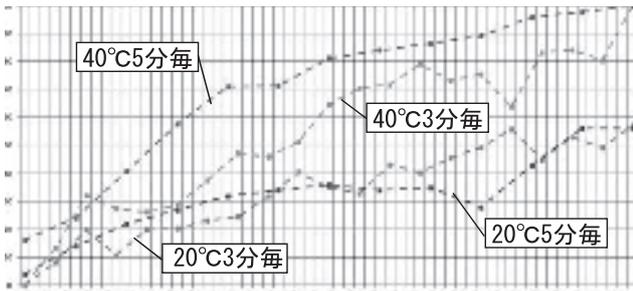


においを採取用の中に脱脂綿を入れたスクリー管

(2) 蒸留実験と比較しやすい酸化実験は何℃の実験かを調べるため、前回の酸化実験で得られた結果をわかりやすくするために変換率を求め、それを用いてグラフを作成し、見比べた。

変換率・・・

TLCシート上のゲラニオールとシトラールのスポットをあわせた面積を100%とし、シトラールのスポットの割合を調べたもの。
ゲラニオールからシトラールへの変化の割合が見やすいため、用いた。
面積は、ImageJというフリーソフトを用いて測定した。



上図より、40℃より20℃の方が、反応が緩やかで蒸留実験と比較しやすいことがわかった。

このことより、比較する酸化実験は20℃で行うこととした。

また、時間は3分毎の方が安定であるが、蒸留実験と時間を合わせるため5分毎で行った。

においサンプル分も採取するため酸化実験はすべての量を二倍にして行った。

酸化して5分ごとに液を採取し、半分は脱脂綿の入ったスクリー管に入れ、残りをTLCシートにスポットした。その後展開し、加熱して発色させた。

(3) (1)で得られたにおいサンプルのバラからレモンのおいに変化した部分と、(2)で得られたにおいサンプルのおいを比較し、類似する臭気を調べた。

また、においが近似する時間をそれぞれ確認した。

(4) (1)で得られたTLCシートのスポットのゲラニオールからシトラールへ変化している部分と、(2)で得られたTLCシートのスポットを比較し、類似している部分を調べた。

また、スポットが近似している時間をそれぞれ確認し

た。

(5) (3)と(4)で得られた結果の時間を照らし合わせ、同様のにおいの変化が確認できた時間とTLCシート上のスポットの変化が確認できた時間が等しいかを確認ため、ゲットウのおいの変化が本当にゲラニオールからシトラールへの変化であるのかを確認した。

◆結果

(1) 蒸留実験におけるにおいの違いは以下のようになった。

※時間(分)→初留を0分とした時の採取した時間

※においの強さのレベルを【弱：1～5：強】とした。

5分	10分	15分
草とゲットウ独特のにおいがした。【5】	ゲットウ独特のにおいと少し酸味があったにおいがした。【4】、【1】	ゲットウ独特のにおいが薄まった。【3】

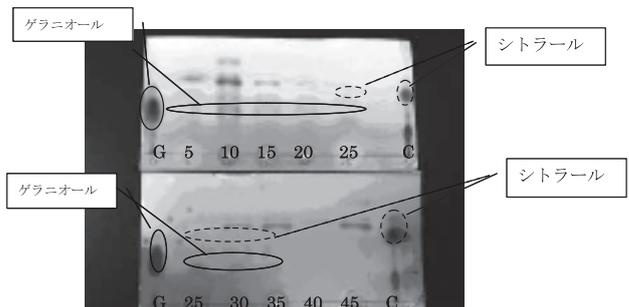
20分	25分	30分
ゲットウ独特のにおいが薄まり、バラのようなにおいがした。【3】、【1】	弱くバラのにおいがした。【2】	バラのにおいが強くなった。【4】

35分	40分	45分
バラのにおいと微かにレモンのようなにおいが感じられた。【4】、【1】	ラのにおいとレモンのにおいがした。【3】【2】	バラのにおいと強くレモンのにおいがした。【2】、【3】

(2) 20℃ 5分毎におけるゲラニオールからシトラールへの酸化実験のおいの変化は以下のようになった。

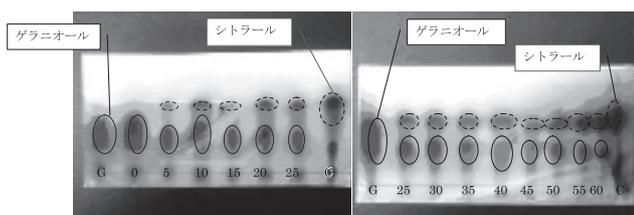
※時間(分)→採取した時間

※においの強さのレベルを【弱：1～5：強】とした。



0分	5分	10分
ゲラニオールのにおいがした。【5】	ゲラニオールのにおいがした。【5】	ゲラニオールにレモンのにおいが少し混じったにおいがした。(一つのにおいだった)【4】、【1】

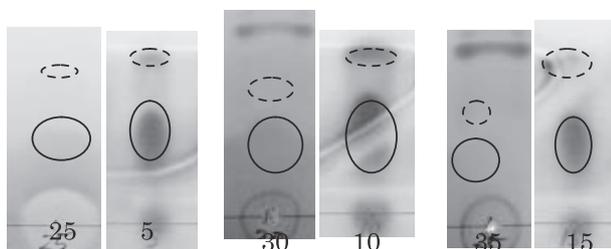
15分	20分	25分	
ゲラニオールのおいが薄まり、薄くシトラールのおいがした。(別々に感じられた)[3], [2]	ゲラニオールのおいが薄まり、濃くシトラールのおいがした。[2], [3]	ゲラニオールのおいはほとんど消え、シトラールのおいがした。[1], [3]	
30分	35分	40分	
ゲラニオールのおいは感じられず、シトラールのおいがした。[0], [3]	シトラールのおいがした。[3]	シトラールのおいがした。[3]	
45分	50分	55分	60分
シトラールのおいが強くなった。[4]	シトラールのおいがした。[4]	シトラールのおいが強くなった。[5]	シトラールのおいがした。[5]



(3)においが一致する時間は以下ようになった。

	時間(分)	時間(分)	時間(分)	時間(分)
ゲットウの蒸留	30分	35分	40分	45分
ゲラニオールの酸化実験	5分	10分	15分	20分

(4)TLC シートのスポットのゲラニオールとシトラールの割合が一致する時間は以下ようになった。



	ゲラニオールからシトラールへの酸化が同じ割合で起こっている時間(分)		
ゲットウの蒸留	25分	30分	35分
ゲラニオールの酸化実験	5分	10分	15分

(5) においの変化があった時間と、TLC シートのスポットの変化の値は近いが一致はしなかった。

においに比べて TLC シートのスポットの時間は蒸留と酸化で時間が近いことがわかった。

◆実験考察

(5)より、におい変化があった時間と TLC シートのスポット変化があった時間が一致しなかったので、においの変化のあった時間の TLC シート上の変換率を求めた。

この変換率が一致すれば、においの変化は成分の変化であり、成分の変化は化学変化によるものとわかった。

酸化

	5分	10分	15分	20分
変換率	13.54%	21.81%	27.11%	31.57%

ゲットウの蒸溜

	30分	35分	40分	45分
変換率	21.45%	27.56%	34.12%	34.35%

以上より、変換率の値は一致しなかった。

しかし、ゲットウの蒸溜においては薄く、また酸化は市販の薬品を使っているため濃くにおいができるので、ゲラニオールより強いにおいのシトラールがよりわかりやすく感じられる。

このことより、ゲットウの変換率が大きくなっていることは、においのみで判断した時間においては正しいといえる。

ゆえに、成分の変化は化学変化であるということがわかった。

よって、においの変化は化学変化によって起こっているということがわかった。

講 評

ゲットウのにおいの変化

まず始めに、ゲットウという沖縄ではどこにでも見かける植物について着目した点は、地域の再発見という視点から大変おもしろいと思います。しかし、ゲットウの水蒸気蒸留になぜ興味を持ったかについて詳細に触れていないので、研究のきっかけに対するコメントが多少弱い気がします。蒸留を行う時間とにおいの変化に着目したことについては、高校生らしくおもしろいところに目をつけているなど感じました。また、ゲットウは沖縄の伝統であるムーチャー作りに無くてはならない植物です。身近な伝統について目をつけることの大切さも改めて感じます。

本研究では、ゲットウから抽出されるにおい物質として、ゲラニオールがあることを文献で確認していますが、実際の蒸留実験では時間経過と共に2種類のおい成分があることを確認しています。事実、TLCによって2種類の物質を検出しています。

文献には無い物質を、市販のゲラニオールの酸化と TLC を用いた検証によって確認しています。酸化による確認方法については、妥当な実験と思いますが、においの変化と TLC に現れるスポットの面積を正確に測定し、時系列できちんと検証している点は、説得力のある検証方法だと思います。大学などでは様々な精密機器を用いて、抽出される量のごくわずかな有機化合物でも、分子量や構造を解析することが可能です。しかし、高校生の環境ではそのような機器を使うことはできません。そのような環境で、ここまで、有機化合物を特定できたことは工夫が必要で、よい経験になったと思います。結果・考察には時間が一致しない点も指摘がありますが、結論は妥当であると思います。

有機化合物の解析が十分にできない環境で、様々な工夫によって結論を得たことは、貴重な経験であり、試行錯誤した経験は自信を持ってください。今後の研究にも期待しています。

受賞ポイント

ゲットウに含まれている臭い成分であるゲラニオールと、その分離過程において生成してしまうシトラールについて、自分自身の嗅覚と客観的な確認法である TLC を活用して確かめている研究手法が評価できます。特に TLC の活用について、スポットの面積と時間経過を条件の違いでデータ化しているところは、客観的で研究内容の評価が高い部分です。

宮城島におけるオカガニの研究Ⅲ

沖縄県立那覇高等学校 3年 伊良皆 翼
2年 照屋 要平

💡 はじめに

オカガニは陸に棲みながら、幼生期を海で過ごすため、繁殖期になるとメスが放卵のため海岸に降りることで有名である。5月～12月の満月前後の夜には、海岸に多数のメスが現れ、一斉に全身を激しく震わせて放卵する行動が観察できる(諸喜田, 1971)。しかし、オカガニの繁殖生態に関しての文献は古いものしかなく、まだ謎も多い。一昨年の調査では、13年前と比較しても宮城島のオカガニの産卵個体数に大きな差はなかったことがわかった。また、オカガニは年に沖縄本島付近でも2回産卵することをはじめて明らかにした。昨年は、この2回産卵する個体の割合が、全産卵個体の5%以上であることがわかった。さらに、海岸近くの内湾では、アマモ場が広がりオカガニの幼生にとって、生息しやすい環境であることが予想された。

また、課題も残った。交尾はどこで行うのか？ 2度の産卵は、同じ雄の精子を貯精壺などに蓄えて行うのか？

交尾の前に脱皮するSFM種なのか脱皮せずに交尾するHFM種なのか？ 昨年の伊良部高校の伊良部島での調査結果のように、沖縄本島でも新月に産卵降海するのか？ 幼生は海流によって散布されているのか……等である。

これらの結果をふまえ、今年もオカガニについて深く調べたいと考えた。1つは生態学的なアプローチから、毎年行っている産卵個体数の継続調査を行いながら総合的な生態調査を行うことにした。そして、産卵個体以外の沢の上流の個体群の生息状況も調べてみた。もう1つは生化学的なアプローチから、宮城島のオカガニ個体群は他の地域の個体群と、どのくらい遺伝的に違いがあるのか、他地域の個体群との幼生の海流散布による混ざり合いがどの程度起っているのか、DNAを比較して調べてみることにした。

💡 <今年のテーマ>

- ① 宮城島のオカガニの産卵生態の継続調査および総合的な生態調査
- ② 宮城島のオカガニ個体群と他の地域の個体群との遺伝的比較

💡 ① 宮城島のオカガニの産卵生態の継続調査と総合的な生態調査

1 方法

(1) 道路・海岸線でのオカガニ出現個体数調査

2011年4月～10月の満月の日の前後3～4日間、19時～21時の間にうるま市宮城島の砂浜200mと護岸120m、海岸線から最も近い幹線道路500mとでオカガニの産卵降海個体のカウント調査を行った。(図1)

調査場所に出現したオカガニを捕獲し、ホワイトマーカーで甲にナンバリングし、甲幅を測定し放逐した。出現個体数が多い日は、捕獲・測定をすべての個体に行うことができないので、出現した放卵メスすべてにカラースプレーを用いてマーキングし、次回以降の調査時に1度放卵していることを確認できるようにした。(図2)。

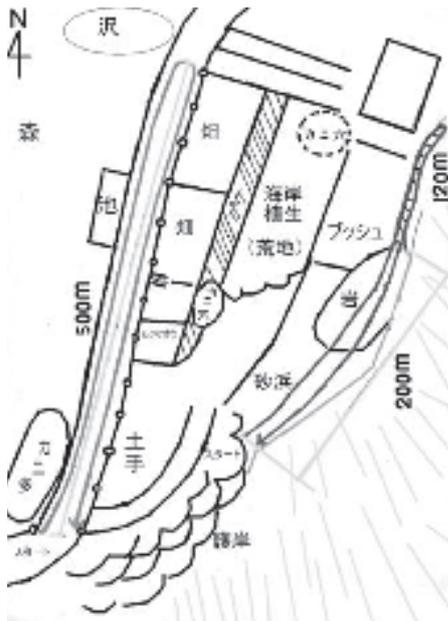


図1 宮城島の調査場所とルート

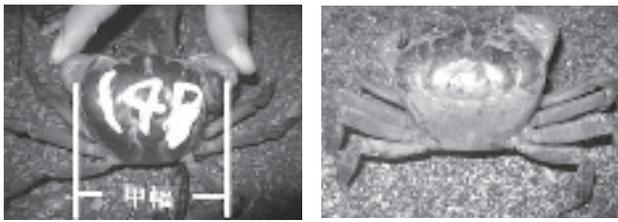


図2 マーキングしたカニ

(2) 新月の調査

昨年、伊良部高校のオカガニ調査結果で、新月の日も放卵個体がみられるという報告があった。宮城島では新月の日には調査していなかったため、宮城島にも、新月の日に放卵する個体がいるかを調査した。2011年4月～9月の新月の日、19時～21時の間に、満月調査と同様に、うるま市宮城島の砂浜200mと護岸120m、海岸線から最も近い幹線道路500mとでオカガニの出現個体を調べた。

(3) 沢付近の生息状況調査

オカガニは、海岸近くのアダンなどの海浜植物のは生えている地帯および海岸近くや河川にそっての畑や堤防などの比較的乾燥して、巣穴が主に淡水で湿った場所に生息していて、かなり内陸にまでおよんでいる。(諸喜田, 1972)

繁殖以外の生態を調べるため、森の中にある沢(図1の左上)で調査をした。沢を100mほど廻りながら、出現個体を捕獲し、ナンバリングと甲幅の測定を行った。沢の調査は満月、新月調査時に、出現個体が少なく記録や測定に余裕がある日に行った。(4/18, 6/14, 6/15, 7/1, 8/14, 9/10, 9/11の7回)また、雨の後の増水時は危険なので避けた。

2 結果

(1) 道路・海岸線でのオカガニ出現個体調査

4月～10月ののべ25回の調査で合計1269個体のオカガニの出現を確認した。出現個体数の結果は以下に示す(図3、表1)。

産卵個体数は2009年とほぼ同じで、1028個体だった。7月が最も多く、次いで9月が多かった。各月とも産卵個体数が最も多く確認されたのは満月の日の夜であった。

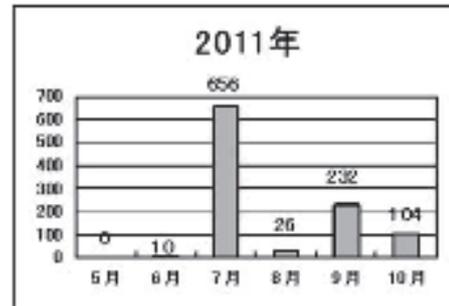


図3 月別産卵個体数

オスに比してメスの発見個体数が圧倒的に多かった。産卵個体を除くと、雌雄同じくらいの出現頻度であった。産卵個体以外の個体は3分の1がエサを食べていた。エサは枯葉が主食であるが、ミミズなどの動物も食べているものがいた(図4)。



図4 ミミズを食べるNo.3

表1 全出現個体数

日にち	月の様子	♂	♀卵無	♀卵有	♀合計	合計
4月18日	○	5	5	0	5	10
5月3日	●	8	1	0	1	9
5月18日	○	4	3	0	3	7
6月2日	●	1	0	0	0	1
6月14日		10	13	1	14	24
6月15日		9	11	3	14	23
6月16日	○	9	9	5	14	23
6月17日		11	8	1	9	20
7月1日	●	10	1	0	1	11
7月13日		8	4	58	62	70
7月14日		1	3	194	197	198
7月15日	○	3	2	311	313	316
7月16日		6	8	93	101	107
7月30日	●	3	3	0	3	6
8月12日		3	3	1	4	7

日にち	月の様子	♂	♀卵無	♀卵有	♀合計	合計
8月13日		4	8	8	16	20
8月14日	○	4	5	12	17	21
8月15日		3	4	5	9	12
8月29日	●	7	1	0	1	8
9月10日		4	1	4	5	9
9月11日		0	4	20	24	24
9月12日	○	0	0	150	150	150
9月13日		0	0	58	58	58
10月11日		7	9	38	47	54
10月12日	○	3	12	66	78	81
合計		123	118	1028	1146	1269

○満月 ●新月

調査中に、2009年と2010年にマーキングされた後、脱皮をしていない個体が確認された。

黄色(2009年5・6月)1個体、ピンク(2009年8月)3個体、水色(2009年7月)1個体、赤(2010年7月)1個体、水色と赤1個体、緑と水色1個体の合計8個体見つかった。

それらを含め、調査で2度以上発見された個体を表2に示す。

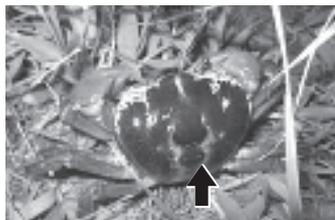


図5 今年で3度目の捕獲となる個体

一昨年の水色のマーキングと去年の赤色のマーキングが見られる。

表2 再発見した個体数

色が付記されているものは、1度目にいつマークしたかを表している。各色のマーク年度は次の通りである。

[黄…2009/5・6月 水色…2009/7月 桃色…2009/8月 赤…2010年7月 緑…2011/7月 紺…2011/8月]

同じ満月調査で2度以上確認されたものもあり、それらは数字のみで表してある。

	♂	♀無	♀産卵1回目	♀産卵2回目	計
5月3日	1	1	0	0	2
5月18日	0	1	0	0	1
6月16日	3	2	1(桃1)	0	6
6月17日	1	3	1	0	5
7月1日	1	0	0	0	1
7月13日	0	0	1	0	1
7月14日	0	2	4	0	6
7月15日	2	2	6(桃1)	0	10
7月16日	0		23 (緑20桃1水色1水色と赤1)	0	23

	♂	♀無	♀産卵1回目	♀産卵2回目	計
8月14日	0	0	0	1	1
8月15日	0	0	1(紺)	0	1
9月10日	0	0	0	2(緑2)	2
9月11日	0	0	0	2(緑2)	2
9月12日	0	0	3(黄1赤1)	71 (緑66、水色と緑1)	74
9月13日	0	0	0	8(緑8)	8
10月11日	0	0	0	2(緑2)	2
10月12日	1	0	0	4(緑4)	5
合計	9	11	40	90	150

昨年同様、2回目産卵個体の数と割合を算出した。ホワイトマーカでナンバリングしたものは脱落が激しく、識別できないものが多かったため、スプレーでマークしたもののみに、その割合を算出したところ、8月~10月に再捕獲し、2度目の産卵が確認できた個体は791個体中90個体であり、今年の割合は、11.4%だった。

(2) 新月の調査

新月の調査は5回行ったが、産卵ピークのもであつても、産卵個体や抱卵個体は全く見られなかった(表1)。

(3) 沢付近の生息状況調査

調査したどの日も5~8匹の個体を発見した。オスのNo.72は同じような場所で2回見られた。日にちごとに見てみると、オスメスがほぼ同数で、抱卵個体を見かけたのは9月11日の1個体のみだった。近づくると、最寄りの巣穴に逃げ込む個体が多かった。

4/18 オス3、メス3

6/14 オス4、メス1

6/15 オス4、メス4

7/1 オス6(N o. 72再見)、メス1

8/14 オス3、メス3

9/10 オス3、メス4

9/11 オス0、メス5(緑で卵なしメス2個体、卵ありメス1個体)

3 考察

(1) 道路・海岸線でのオカガニ出現個体調査

昨年は、7月と9月だけしか調査ができなかったが、今年は4月~10月まで毎月調査することができた。出現個体数、産卵個体数とも2009年とほぼ同じで、宮城島では、安定して個体群が維持されていることが確かめられた(図6)。

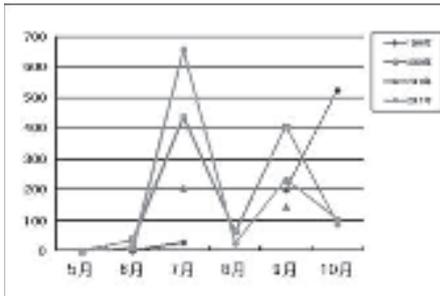


図6 各年、各月の産卵個体数

また、昨年、一昨年のマーキング個体が再び産卵に来たことで、新たな知見があった。それは、2009年度のマーキングをそのままつけている6個体は2年前から脱皮していないということである(2010年度の2個体は1年前から脱皮していない)。海に棲むカニ類の多くは脱皮をして交尾することが知られており、陸生化するにつれて脱皮せずに交尾するHFM種が進化してきたと思われるが、オカガニがHFM種である可能性は非常に高い。交尾の場面を3年間の調査で見たことがないので、おそらく巣穴の中で交尾は行われると思われる。その交尾相手が同じオスなのか、別のオスなのか、あるいは、一度交尾した雄の精子を貯精壺のようなものに貯めて、何度も使うのかは、今後の課題となる。

2回産卵した個体は、昨年の調査では4.8%だったが、今年は約2倍近い11.4%であった。これは、2度産卵する個体が増えたわけではなく、昨年の調査に比べ、より詳細に調べることができた結果だと考えられる。宮城島の個体群では、少なくとも10分の1以上の成熟メスが2度産卵することが確認された。(表3)

表3 昨年と今年の、各月の2度目の産卵個体数比較

	8月	9月	10月	スプレーのマークがついた再産卵個体数合計	1度目の産卵時にスプレーでマークした全個体数	割合
2010	ND	10	ND	10	206	4.8%
2011	1	83	6	90	791	11.4%

(2) 新月の調査

新月の調査では抱卵個体を見ることはなかった。巣穴付近で出歩いてエサを食べている個体は見る事ができた。沖縄本島付近宮城島では、新月に放卵することはないと考えて良いと思う。

(3) 沢付近の生息状況調査

計7回の沢付近の調査では、オスとメスがほぼ同数出現していた。No.72のオスは、同じ場所で6月と7月に見られたことから、オカガニは、縄張りのような

ものを持ち、同じ巣穴で暮らしている可能性が示唆された。沢付近ではほとんどの個体がゆったりと動き、エサを食べている個体も多く見られた。また、抱卵個体はほとんど見られなかった。おそらく放卵する個体は調査した時間帯にはすでに巣穴を出て、海岸へ向かっていたのだろう。9/11に見た緑マークの2個体は、すでに放卵を終えた個体であり、沢付近でゆったりと生活していることから、放卵を終えればまた巣穴に戻ってくる事が予想される。このような生活ぶりは、道路脇の池(沢より100m南・図1)でも同様に見られ、No.3のオスが同じ場所で何度も再発見されている。池の近くの溝でも、沢同様にゆったりとエサを食む個体が多い。逆に、沢や池から離れた場所や海岸ではほとんど抱卵メス(産卵降海メス)しか見られない。おそらくオスメスが、あちこちの沢や池などに局所的に集団をつくってコロニーのようなものを形成していることが予想される。オカガニは陸に棲むが、水場の近くを好むことは間違いない。



2 宮城島のオカガニ個体群と他の地域の個体群との遺伝的比較

～オカガニのダイレクトシーケンス法によるミトコンドリア DNA 配列決定

琉球大学熱帯生物圏研究センター分子生命科学施設にて前川秀彰教授をはじめポストドク研究員の方のご指導のもとダイレクトシーケンス法によるオカガニのミトコンドリア DNA の塩基配列を決定した。ミトコンドリア DNA を用いた理由は、台湾のオカガニの既知のミトコンドリア DNA 塩基配列(16SrRNA 領域、約500bp)が文献にあり(N.K.Ngら,2007)同じ領域で比較できる点と、ミトコンドリアゲノムは比較的小さく抽出しやすいという点からである。

1 方法

<手順1 オカガニのミトコンドリア DNA の抽出作業>

宮城島での調査時に採取したオカガニの脚の筋肉および発見した抱卵メスの卵をアルコールで固定し保存した。宮城島の調査後に北部のやんばるに行き、道に轆かかっているオカガニの組織を採取した。また、伊良部高校山内先生、宮古高校の川端先生、埼玉県立高校高橋先生のご協力、伊良部島と宮古島のオカガニサンプルを分けていただいた。那覇高校の大城先生のご協力、本島南部瀬長島のサンプルを採集していただいた。それらのサンプルからミトコンドリア DNA を抽出した。

試薬：SNET…組織溶解液(主成分 SDS)＝細胞膜を壊す
ProteinaseK(以下 ProK)＝タンパク質分解酵素
Tris/EDTA バッファー(以下 TE)

その他：滅菌した1.5ml チューブ

ヒートブロック(恒温器)
チューブホモジナイザー(組織破砕器)

- 方法：1. SNET と ProK の混合液を作成した。
2. 1.5ml のマイクロチューブにサンプルを入れ作成した SNET-ProK 溶液 500 μ l を加えスピンドウンした後にチューブホモジナイザーで粉砕した。
3. 55°C で 1 - 2 時間溶解させた。
4. サンプルが溶けたのを確認して、95°C で ProK を失活させる。
5. サンプルに TE を添加した。
6. 4°C/15000rpm/10min で遠心した。
7. 上部の層 200 μ l を抽出サンプルとして新しい 1.5ml のマイクロチューブへ移した。
8. 抽出サンプルに 300 μ l の TE を加えてボルテックス、スピンドウンした。

<手順 2 抽出した DNA の PCR による増幅および PCR 産物の前処理>

試薬：DNA サンプル
PCR キット
滅菌水
10pmol/ μ l に調整したプライマー
(16Sar, 1472)
TE
95%エタノール
75%エタノール
3 M酢酸ナトリウム



図 7 実験の様子

グリコーゲン (20mg/ml)
その他：PCR 用 200 μ l チューブ

- 方法：1. PCR 混合液を作成した。
2. 混合液を 200 μ l の PCR チューブに分注し、それぞれに DNA サンプルを加えて混ぜた。
3. サーマルサイクラーを以下のように設定した。
94°C (45秒) → 48°C (1分) → 72°C (1分) の繰り返し
4. PCR 産物、95%エタノール、3 M酢酸ナトリウム、グリコーゲンを混合した。
5. ボルテックスしたのち室温で 10分放置した。
6. 4°C/15000rpm/10min で遠心した。
7. 沈殿を乱さないようにアルコールを除去したのち 70%エタノールを 400 μ l を加え転倒混和

し、4°C/15000rpm/2min で遠心した。

8. 沈殿を乱さないようにアルコールを除去したのちスピンドウンし、風乾させた。
9. 20 μ l の TE に溶解した。

<手順 3 電気泳動>

DNA 抽出および PCR 増幅がうまく行っているか調べた
試薬：アガロース

TAE バッファー (以下 TAE)
ゲルレッド
マーカー
Loading バッファー

その他：ゲル作成用プレート
スターラー
ラップ
パラフィルム

- 方法：1. 電気泳動用ゲル(アガロース 1.5%)を作成した。
2. DNA サンプルと Loading バッファーの混合液を作成した。
3. 泳動槽にゲルをセットしゲルのウェルに混合したサンプルを注入した。
4. 電気泳動した。

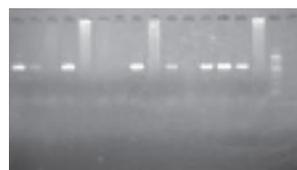


図 8 電気泳動後の PCR 産物の確認

左から、1,2,4,8,10,12,13,14 番目の各レーンで同じ長さの DNA サンプルがうまく増幅されていることがわかる。

<手順 4 サイクルシーケンズ>

ミトコンドリア DNA の塩基配列を読み取る

試薬：Big Dye Terminator
3.2pmol/ μ l に調整したプライマー
滅菌水
95%エタノール
70%エタノール
3 M酢酸ナトリウム
Hi-Di ホルムアミド

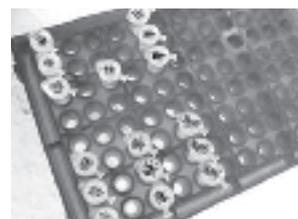


図 9 最終調整されたサンプル

- 方法：1. サイクルシーケンズ用混合液(バッファー、プライマー、BigDye)を作成した。
2. サーマルサイクラーで増幅。

3. 反応液 20 μ l に 2 μ l の 3 M 酢酸ナトリウムを加え、懸濁したのち 50 μ l の 95% エタノールを加え、懸濁した。
4. 氷中にて 10 分間放置した。
5. 15000rpm/10min で遠心した。
6. 注意深くすべての上清を除去したのち 250 μ l の 70% エタノールを加えた。
7. 15000rpm/2min で遠心した。
8. 上清を除去後、風乾させたのち Hi-Di ホルムアミド 15 μ l を加えてサンプルを溶解した。
9. 95°C で 2 分加熱したのち氷冷した。
10. シーケンサーにセットして塩基配列を読み取らせた。

2 結果

- (1) シーケンサーにより配列が決定した DNA (約 500bp)

サンプルの状態により実験結果がうまくでたものとでなかったものがあった。

宮城島のサンプルは比較的新しく結果がきれいでたので決定した配列の信憑性は高い。

本島南部の瀬長島のサンプル、宮古島のサンプル、伊良部島の一部のサンプルも結果がきれいでたので決定した配列の信憑性は高い。(図10)しかし、本島北部やんばるのサンプル、伊良部島の一部のサンプルはサンプルの状態が悪かったのか結果がうまくでず決定した配列の信憑性が低いため今回は比較の対象から省いた。(図11)

シーケンスにかけたサンプルを表4にまとめ、比較の対象となるサンプルにサンプル番号をつけた。

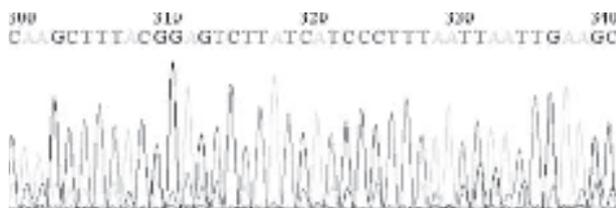


図10：結果がきれいでた宮城島のサンプル③1472領域の配列の一部抜粋

各塩基の泳動結果がきれいでているのがわかる。

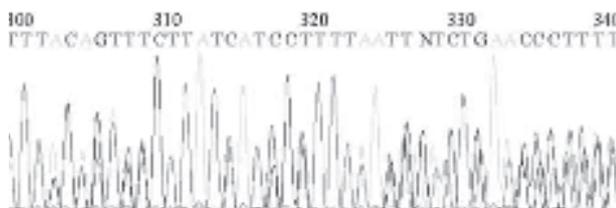


図11：結果がうまくでなかった本島北部やんばるのサンプル1472領域の配列の一部抜粋

配列はでているが塩基の泳動結果で混合物が多くあいまいな配列になっている。

表4 サンプルNo.と採集場所

サンプル番号	場所	備考	信憑性
サンプル①	宮城島	調査中に採取	○
サンプル②	宮城島	調査中に採取	○
サンプル③	宮城島	調査中に採取	○
サンプル④	宮城島	調査中に採取	○
	宮城島	調査中に採取	×
サンプル⑤	瀬長島	大城氏提供(轍死個体)	○
サンプル⑥	宮古島	川端氏提供(轍死個体)	○
サンプル⑦	伊良部島	山内氏提供(轍死個体)	○
	伊良部島	山内氏提供(轍死個体)	×
	やんばる	調査中に採取(轍死個体)	×

サンプル①とサンプル②の塩基配列は琉球大学亜熱帯生物圏研究センター分子生命科学研究施設にて前川秀彰教授、ポスドクの山田明徳理学博士、川西祐一理学博士の御指導のもと実験をし、塩基配列を決定した。

サンプル③～⑦は学校で処理を行い、シーケンサーで塩基配列を決定した。

表5 配列の決定したサンプルの 16SrRNA 領域の塩基配列

サンプル① 宮城島・標識No.116
<pre> NTNNNNNTNGNNNNNTATAAAGANTTTAACCTGCCCANNGNN NNAAAATGTAAGGGTCCGCTGTATTGTGACTGTGCNAAGG TAGCNAAAATCGCTAGTTTTTAAGAGGAAATNNNGTANGNNT GGTTGGAGATAGNANNATCNGTCTCTATAGCTATTAACCTG AATTTAACTTTCNAGTGNAAANGCTTCANTTNANTNANGG GATGATNAGACTCCGTAAAGCTTGATNTAAAGATTTTATT TGGNNGAATTTTATATATTATACAAACCTGGTGATTTATA TNTATTATGTTGGGGTGATAAGAGTCAAATGATTATTAAC TGCTTATTATTAAAAATAAAAAATAGNNAATAAAGTTAT AAATGATCTTAATTAAGATTTTAAAGTTACGTTAGGGATA ANGNNATATTCTTTTTANANNACTTATTGAGAAAAAAGT TTGNNACCTCGATGTTGAANNAAGNATNNGTACAATTGC CGTAACTGNNNNNNNTTTNNNNNNNNANNTNCTNNNGTT NANNTNNCATGAN </pre>

サンプル② 宮城島標識No.126
<pre> NTCTGTTAGTAGATATAAAAAGAGTTAACCTGCCCNANTG ATAGAAAAATGTAAGGGTCCGCTGTATTGTGACTGTGCAAAA GGTAGCAAAAATCGCTAGTTTTTAAGAGGAATCTTGTATGA ATGGTTGGAGATAGGAAAATCTGCTCTATAGCTATTAAC TGAATTTAACTTTCAAGNGAAAAGGCTTCAATTAATTA GGGATGATAAGACTCCGTAAAGCTTGATATANAGATTTTA TTGGCTGAATTTTATATATTATACAAACCTGGTGATTTAT ATTTATTATGTTGGGGTGATNNNAGTCAAATGANCTGTT AGTAGATATAAAAAGAGTTAACCTGCCCNANTGATAGAAA ATGTAAGGGTCCGCTGTATTGTGACTGTGCAAAAAGGTAGCA AAATCGCTAGTTTTTAAGAGGAATCTTGTATGAATGGTTG GAGATAGGAAAATCTGCTCTATAGCTATTAACGTAATTT AACTTTCAAGNGAAAAGGCTTCAATTAATTAAGGGATGA TAAGACTCCGTAAAGCTTGATATANAGATTTTATTGGCTG AATTTTATATATTATACAAACCTGGTGATTTATATTTATT ATGTTGGGGTGATNNGTCAAATGANTATTAACCTGCTTA TTATTANNATAAAAATAGNNANNNNGTNTNNTNATGAT CNTANTANAGATTTTANGTTACGTTAGGGATAACNGCNT TATTCTTTTTAGAGNACNTATTGANAAAANNTNTGTGAC CTCNATGTTNAGTANAGTATCTGTACNATGCCAGTAACT GTNTGACCTTTAAATTTNNACATANTNGAGTTTCAGANCA GNANNAN </pre>

サンプル③ 宮城島
NNTCGCNNNNNTNNAAAAAACATGCTGTAGTAGATATAA AGAGTTTAAACCTGCCACTGATAGAAATGTAAGGGTCGCT GTATTGTGACTGTGCAAAGGTAGCAAAATCGCTAGTTTTT AAGAGGAATCTGTATGAATGGTTGGAGATAGGAAAATCT GTCTCTATAGCTATTAAGTAACTGAACTTCAAGTGA AGGCTTCAATTAATAAAGGGATGATAAGACTCCGTAAAG CTTGATATAAAGATTTTATTTGGCTGAATTTTATATATTA TACAAACCTGGTGATTTATATTTATATGTTGGGGTGATA AGAGTCAAATGATTATTAAGTAACTGCTTATTTAAAAATAA AATAGGTGAATAAAGTTATAAATGATCTTAATTAAGAT TTTAAAGTTACGTTAGGGATAACAGCATTTCTTTTTTGA GCACTTATGAGAAAAAAGTTTGTGACCTCGATGTTGAAC CAAAGTATCTGTACAATTGCAGTAACTGTTTGACCTTTAA ATTTGACATAAATTTGAGTTCAGATCANCATGAGCCAGGT GNNTTNNNNNNNANNNN

サンプル⑦ 伊良部島
CNNTCGCCTGNTNNTNNAACANCTGTCTGTAGTAGAT ATAAAGAGTTTAAACCTGCCACTGATAGAAATGTAAGGGT CGCTGTATTGTGACTGTGCAAAGGTAGCAAAATCGCTAGT TTTTAAGAGGAATCTGTATGAATGGTTGGAGATAGGAAA ATCTGTCTCTATAGCTATTAAGTAACTGAACTTCAAGT GAAAAGGCTTCAATTAATAAAGGGATGATAAGACTCCGT AAAGCTTGATATAAAGATTTTATTTGGCTGAATTTTATAT ATTATACAAACCTGGTGATTTATATTTATATGTTGGGGT GATAAGAGTCAAATGATTATTAAGTAACTGCTTATFACTTAA AAAAATAGGTGAATAAAGTTATAAATGATCATAAATTA AGATTTTAAAGTTACGTTAGGGATAACAACATTATTTCTTT TAGAGCACTTATGAGAAAAAAGTTTGTGACCTCGATGTT CAAGCAAAGTATCTGTACAATTGCAGTAACTGTTTGACCT TTAAATTTGACATACTTTGANTTCANATCANCATGANCC ANGNNGNN

サンプル④ 宮城島・標識No.231
TNNNNNNNACATTTCGCCTTTTTTNNNAAAAACATGTTG TTAGTAGATATAAAGAGTTTAAACCTGCCACTGATAGAAA TGTAAGGGTCGGTGTATTGTGACTGTGCAAAGGTAGCAAA ATCGCTAGTTTTTAAAGATGAATCTGTATGAATGGTTGGA GATAGGAAAATCTGTCTCTATAGCTATTAAGTAACTGAA CTTTNAAAGTAAAAGGGTTCAATTAATAAAGGGATGATA AGACTCCGTAAGCTTGATATAAAGATTTTATTTGGTGTA ATTTTATATATTATACAAACCTGGTGATTTATATTTATTA TGTTGGGGTGATAAAGTCAAATGATTATTAAGTAACTGCTT TATTTAAAAATAAATANGNAAATAAAGTTATAAATGAT CATAAATAAAGATTTTAAAGTAACTGCTTAAAGTAACTGCT ATTTCTTTTTAGANCAANTTTGNGAAAAAAGTTTGTGACC TCGATTTTGAACAAAANTATCTGTACAATTGCNGTATCTG TNTGACCTTTAAATTTGNACATACTTTGATTTTCANATCAN CATGANCCAAGTGNNTCCNNTCTANCCNNGTG

サンプル⑤ 瀬長島
NNNNNNAACNNNCGCGTTTTNNNNNNAAGAGTTTAGCCT GCCACTGATAAAAAATTAAGGGCCGCGTATTCTGACCGT GCAAAGGTAGCATAATCGTTAGTTTTTAAATGGAATCTT GTATGAATGGTTGGACAAAGGAAAATCTGTCTCTATGACT ATAAATTGAATTTAACTTTTAAANTGAAAAGGCTTAAATGA ATTAAGGGGACCATAACACCCTATAAAGGTNAATATGGAA NTGNTATTTGGTCAAATTTTTATATATACAGATTTGGTA GTTTATAAGTATTATATTTGGGGCGATAAAGTAAAAATGAT TATTAACCTGCTTATTATTTAAACAAGAATAAATGATTGAA AGTTATAAAGATCCATAATTATAGATTAAAAAGATTAANT TACTTTAGGGATAACAGCGTTATTTTTTTGANAGTTCTT ATCGAGAAACGANTTTGCACCTCAATGTTGAATTAATAA ATCTGNACAANTGCAGAAGTTNNATAACAAGGCTCTGNCA NCCTTTAAATTTTACTTGATTTGAGTGNCCNCCNNNNA NCCAGNTGN

サンプル⑥ 宮古島
TCGCCTGTTTNTTCAAAAACATTCGCCTGNNTNNAAAAA CATGTCTGTTAGTAGATATAAAGAGTTTAAACCTGCCACTG ATAGAAATGTAAGGGTCGCTGTATTGTGACTGTGCAAAGG TAGCAAAATCGCTAGTTTTTAAAGAGGAATCTGTATGAAT GGTTGGAGATAGGAAAATCTGTCTCTATAGCTATTAAGT AATTTAACTTTCAAGTGAAGGCTTCAATTAATAAAGG GATGATAAGACTCCGTAAGCTTGATATAAAGATTTTATTT TGGCTGAATTTTATATATTATACAAACCTGGTGATTTATA TTTATTATGTTGGGGTGATAAGAGTCAAATGATTATTAAC TGCTTATTACTTAAAAATAAAGTAAAGTAAAGTTAT AAATGATCATAAATAAAGATTTTAAAGTTACGTTAGGGATA ACAACATTATTTCTTTTTAGAGCACTTATTGAGAAAAAAGT TTGTGACCTCGATGTTGAACCAAAATATCTGTACAATTGC AGTAACTGTTTGACCTTTAANTTNACATCTACATTCANTTC ATATCANCATGANCCNNGNNGNCCNNTANNN

(2) 比較その① 既知の台湾のオカガニの塩基配列 (DDBJ, Nk, Ngら, 2007) との比較

表6 文献から得た台湾のオカガニの16SrRNA領域

台湾
GTCTGTTTGTAGGTATAAAGAGTTTAGCCTGCCACTGATA AAAATTTAAGGGCCGCGTATTCTGACCGTGCAAAGGTAG CATAATCGTTAGTTTTTAAATGGAATCTGTATGAATGG TTGGACAAAGGAAAATCTGTCTCTATGACTATAAAGTGAA TTTAACTTTTAAAGTAAAAGGCTTAAATGAATTAAGGGGA CGATAAGACCCTATAAAGCTTAATATGGAAATGCTATTTG GTCAAATTTTATATTATAAAGATTGGTAGTTTATAAAGT ATTATATTGGGGCGATAAAGGTAAAATGATTATTAAGTGC TTATTATTTAAACAAGAATAAATGATTGAAAGTTATAAAA GGATCTAGTTATAGATTAGAAGATTAAGTTACTTTAGGG ATAACAGCGTTATTTTTTTGAGAGTTGCTATCGAGAAAA GAGTTTGCACCTCGATGTTGAATTAATAATCTGTACAA TTGCAGAAGTTGTATAAAGAGGCTGTTGACCTTTAAAT TTTTACATGATTTGAGTTTCAGACCGCGGTGAG

それぞれのサンプルを表6の台湾のものと比較したところ、宮城島のサンプル①～③は約83～85%、④は約90%一致していた。少なくとも宮城島と台湾では約83～90%一致していることがわかった。

宮古島のサンプル⑥は83.0%伊良部島のサンプル⑦は83.9%一致しており宮城島の一致率と同じような結果が得られた。

瀬長島のサンプル⑤は最も一致率が高く96.5%も一致していることがわかった。(表7)

表7 台湾のオカガニの16SrRNA領域と各サンプルの一致率

	サンプル①	サンプル②	サンプル③	サンプル④
台湾	83.2%	84.2%	84.9%	89.8%
	サンプル⑤	サンプル⑥	サンプル⑦	
台湾	96.5%	83.0%	83.9%	

(3) 比較その② 沖縄に生息するオカガニ間での比較
沖縄本島および離島のサンプルをそれぞれの比較した(宮城島のサンプルは最もきれいに結果の出たサンプル③を宮城島のサンプルとした)ところ、宮城

島と宮古島で97.6%の一致、宮城島と伊良部島で98.7%の一致、宮古島と伊良部島で98.3%の一致していることがわかった。

しかし、瀬長島と宮城島で82.3%の一致、瀬長島と宮古島で81.3%の一致、瀬長島と伊良部島で82.4%の一致であった。

瀬長島の配列だけ他の地域との一致率が低いことがわかった。(表8)

表8 沖縄本島および離島の個体間のDNA比較結果
2つの島が交差するところがその2つの島の一致率である。

	伊良部島	瀬長島	宮古島
宮城島	98.7%	82.3%	97.6%
宮古島	98.3%	81.3%	
瀬長島	82.4%		

3 考察

台湾との比較で、沖縄本島および離島のサンプルで瀬長島だけが台湾と遺伝子的差異があまり見られなかったことから台湾の個体群と瀬長島の個体群は遺伝的に近いと考えられる。さらに、沖縄本島の宮城島、離島の宮古島、伊良部島の遺伝的差異があまりみられないことから遺伝的に近いと考えられる。

台湾、先島諸島、沖縄本島付近のオカガニは同種のものでされているが、台湾や瀬長島の個体が本島および離島の個体と遺伝的差異が大きいことから、かなり変異が進んでいると考えられる。

これらをまとめると、沖縄本島および離島のオカガニは宮城島、宮古島、伊良部島の3ヶ所では遺伝的にほぼ同種、瀬長島と台湾のオカガニが遺伝的にほぼ同種と考えられる。

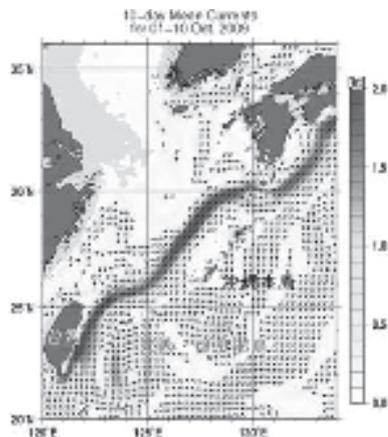


図12：沖縄本島および離島周辺の海流図
(気象庁ホームページ)

そこで、この考えを裏付けるために琉球列島の周りを流れる海流について調べてみた。オカガニは海に産卵するので海流により幼生が散布される可能性が高い。気象

庁ホームページの海流図(図12)で見られる濃い青いラインは黒潮の流れを表している。台湾の東海岸を洗う黒潮は、琉球列島では西海岸を流れている。瀬長島は沖縄本島の西側にあるので、台湾で放たれた幼生が黒潮によって瀬長島へ散布されていると考え、DNA解析の結果と一致する。また、伊良部島・宮古島当たりの海流は沖縄本島の東側へ流れており、伊良部島・宮古島・宮城島のオカガニが遺伝的に近いことと一致する。

以上、今回調べた5つの島のオカガニの遺伝的な系統関係を模式図に表すと、以下のようになると考えられる。

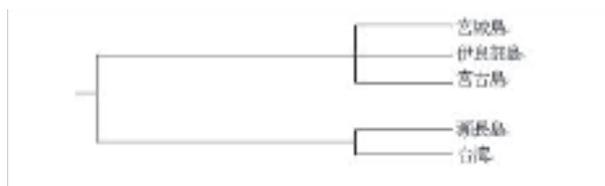


図13 5つの島のオカガニの系統関係の推測

この2つのグループのミトコンドリアDNAには、10～19%もの大きな違いがあり、今後別種に分かれていく可能性もある。

ただし、まだ調べたサンプル数が少ないことやサンプルの採集場所も少ないことから、今後さらに解析していく必要がある。

まとめ

- 宮城島のオカガニ個体群は、13年前から変わらぬ規模で維持されており、ここ数年でも産卵個体数が安定している。
- 2009年、2010年に私たちがマーキングした産卵個体が、脱皮せずに再び放卵したことから、成熟メスの中には少なくとも2年間脱皮せずに産卵を繰り返すものがあることがわかった。
- 沖縄本島付近では、新月の日に放卵する個体は発見できていない。
- オカガニは、内陸に棲むが、水場の近くで集団をつくっていることが多い。
- 沖縄のオカガニ *D. iscoplax* *Hirtipes* のミトコンドリアDNA・16SrRNA領域、約500bpの塩基配列を明らかにした。
- 沖縄本島西側海岸の瀬長島のオカガニは台湾のオカガニと、沖縄本島東側海岸の宮城島のオカガニは伊良部島・宮古島のオカガニとミトコンドリアDNAが近く、近縁であることが示唆された。

謝 辞

本研究を行うにあたり、科学技術振興機構(JST)、琉球新報サイエンスクラブ、沖縄大学ジュニア研究支援の各団体から、研究助成金をいただきました。また、琉球大学前川先生、伊良部高校山内先生、宮古高校川端先生には、多大なるご協力をいただきました。謹んでお礼申し上げます。

文 献

- 諸喜田茂充, オカガニの放卵習性について, 沖縄生物学会誌(7): 27-32, 1971.
- 金城 美智子, オカガニの繁殖生態と食性, 理学部海

洋学科卒業論文, 1996.

- 諸喜田 茂充, 甲殻類学 214-217, 東海大出版会, 2003.
- 朝倉 彰, 十脚甲殻類の交尾行動・配偶システムとその進化, 生物科学42(4), 1990.
- N.KING et.al, XENOGRAPSIDAE, A NEW FAMILY OF GRAPSOID CRABS (CRUSTACEA: BRACHYURA) ASSOCIATED WITH SHALLOW WATER HYDROTHERMAL VENTS, THAE RAFFLES OF ZOOLOGY, No.16:233-256, 2007.
- CHRISTOPH D. SCHUBART et.al, USE OF THE MITOCHONDRIAL 16SrRNA GENE FOR PHYLOGENETIC AND POPULATION STUDIES OF CRUSTACEA, 2000.

講 評

宮城島におけるオカガニの研究Ⅲ

複数年にわたる特定の地域個体群に関する調査であり、毎年の課題を明瞭に掲げ、その解明に適切な方法を選択し、多角的な視点で実験結果を考察しており、新しい知見と示唆に富んだ研究成果となっています。例えば、得られたDNAサンプルを中琉球個体群内、南琉球個体群間で比較することでその違いを発見し、同一種でありながらDNA変異量から別亜種の可能性を示唆し、その由来を種の拡散の視点から海流分布に求めることで示唆に富んだ内容です。またパネル展示では、豊富な研究内容を簡潔明瞭にデータで示しながら、無理のない考察の展開がなされ、説得力のある分かり易い展開となっています。研究内容では、マーキングによる個体識別から、個体群内の社会構造の一端を指摘していますが、産卵期前後の雌雄の行動調査を行うと、社会構造の解明に繋がるものと思います。加えて、受精卵のDNA分析と雄のDNA分析を行うとハーレム構造の妥当性を評価できるかもしれません。また、DNA調査では、データ量が少ないため、その解析結果の説得力が不十分な面もあります。宮古諸島個体群と宮城島個体群、八重山個体群と瀬長島個体群、西海岸個体群の各個体群の遺伝形質の比較からのアプローチや、DNAサンプル数が補強されると、さらに説得力のある研究に繋がると思います。また、勝連半島以北の個体群を調べると遺伝的に独立した個体群が新たに見つかるかもしれません。新たな視点と実験手法を追加したことで、さらに示唆に富んだ知見を提示できる発展性のある研究で、次年度以降の研究も期待されます。

受賞ポイント

これまでの研究成果の継続調査の価値、野外調査へのエネルギー量、新たなアプローチとして、継続調査地の個体群の社会構造解明の足がかり、県内他地域との個体群調査(共同研究的側面)、豊富な文献調査量、取組みが困難な生理学的手法による研究、分析結果を多角的な視野で分析・評価した事など、総合的な視野から沖縄県教育長賞に値すると判断した。

👑 沖縄県教育長賞 👑

守れ！世界に誇る沖縄のラン
～オキナワセッコクの研究 Part II～

沖縄県立中部農林高等学校 3年 松茂良 和 希 名 嘉 みさき 上江洲 有 美
東 江 紘 枝 仲宗根 洸 栄野比 奏 江
福 地 賢 駿
2年 名嘉真 葉 月 平 良 梨 枝
1年 平 良 雅

💡 I テーマ設定理由

「すごい綺麗！」
「お～っ！で～じでかい!!」(とても大きいなあ!!)

咲き誇るオキナワセッコクは、やんばらの命溢れる森で白く輝いていました。イタジイやイジュなどの大木に着生しており、海洋植物課の阿部さんの案内でようやく観察すること



図1 オキナワセッコクの開花株

ができました。私たちは、特定国内希少野生動物植物種であるオキナワセッコクの自生地保護に挑んでいます。

昨年度までの活動は

①オキナワセッコクの増殖

オキナワセッコクを身近に感じてもらうため、増殖した苗を美ら島バイオボトルで配付しました。

②薬剤滅菌法によるオキナワセッコクの増殖

培地に次亜鉛素酸ナトリウムを加え、クリーンベンチなどの高額な機器を使わないオキナワセッコクの増殖に成功しました。



図2 4つの園芸品種

③オキナワセッコクを活用した育種

オキナワセッコクを親株に、価値の高い園芸品種4種との交配、育種に挑戦しました。

今年度は、「オキナワセッコクをみんなで守ろう！」をテーマに

活動1 オキナワセッコクを活用した育種

活動2 誰でも増殖できる方法への挑戦

種まきキットの開発

活動3 オキナワセッコクの自生地保護

この3つの活動を実践してプロジェクト研究を行いました。

※実施計画は表の通りです。

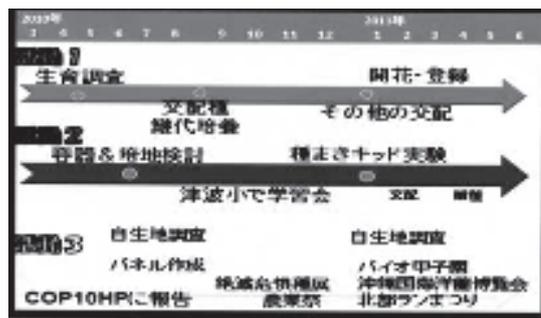


表1 「オキナワセッコクをみんなで守る！」活動計画

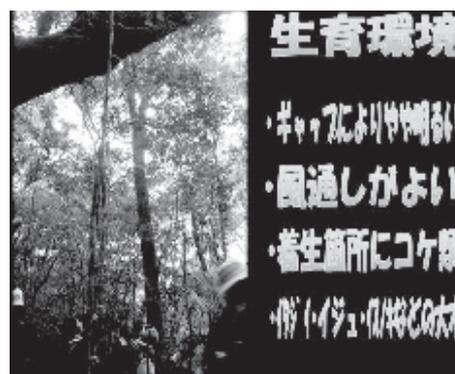


図3 自生地調査

II 活動1 オキナワセッコクを活用した育種

野生種より綺麗な花を作出することで、乱獲からオキナワセッコクを守ることが目的です。新交配種の順化後の生育状況は、交配種の中でニューセンチュリーハピネスを母親(NO)とした交配種の草丈が長く、分げつ数はアマンテスブランコを母親(AO)とした場合に多くなりました。分げつが少ないと草丈が高くなる傾向がみられ、オキナワセッコクと形態を比較するとバルブの太さはどの新交配種も約2倍太く、節間の長さはオキナワセッコクが1.5倍長いことがわかりました。

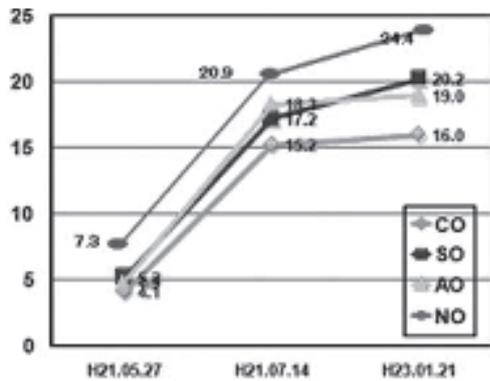


図4 新交配種の生育調査(草丈)

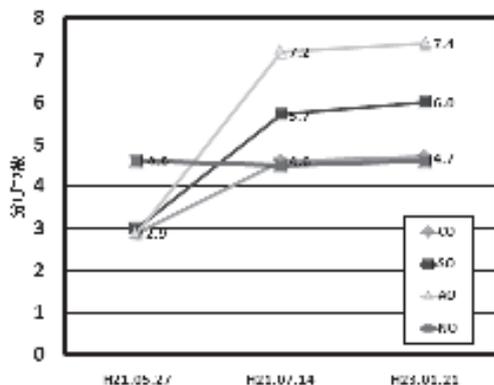


図5 新交配種の生育調査(分げつ数)

♀クリスティーナ・プリンセス × ♂オキナワセッコク (CO)
 ♀アマンテスブランコ × ♂オキナワセッコク (AO)
 ♀スチール・オーキッドグランブルー × ♂オキナワセッコク (SO)
 ♀ニューセンチュリーハピネス × ♂オキナワセッコク (NO)

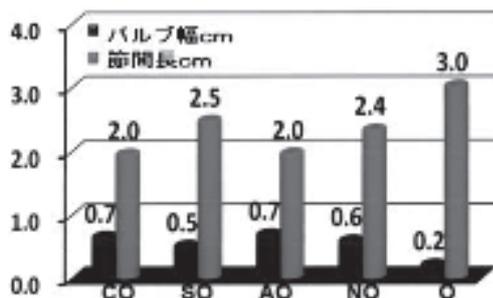


図6 新交配種とオキナワセッコクの形態比較

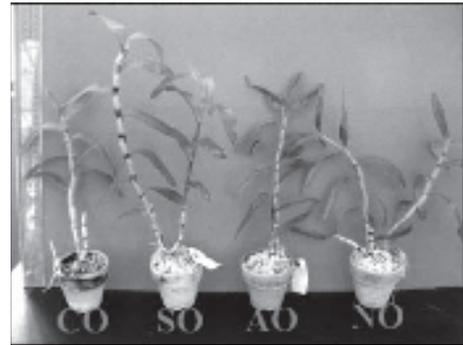


図7 新交配種の生育状況

2011年3月、先輩から引き継いできた新交配種は4年をへて開花しました。

「アマンテスブランコ」と交配した株は、白く可憐な花を咲かせ、ほのかな香りはオキナワセッコクを引き継ぎました。

ポルトガル語で「琉球」を示す「レキオス」と白く輝く「真珠」をイメージし「レキオスパールホワイト」と名付けました。「ニューセンチュリーハピネス」と交配した株は、薄いピンク色で、花弁にひだがあり、さわやかな南風をイメージし「レキオスサウスウインド」、そして「スチール・オーキッドグランブルー」と交配した株は、「レキオスククル」と名付けました。東日本大震災の前日に開花した「レキオスククル」は、震災への復興を願い、沖縄の方言で「心」を意味する「ククル」と命名しました。世界に誇れるオキナワセッコクを親株にした新交配種を英国王立園芸協会のサンダーズリストへ登録できました。多くの人に新交配種とオキナワセッコクをアピールできました。

花の形態調査は、セパル、ペタル、リップはそれぞれ約1cmオキナワセッコクより大きくなり、新交配種の開花期間は、約20日でオキナワセッコクより長く咲きました。

北部地域で行われた蘭祭りでは、新交配種の苗を配布することで、オキナワセッコクについても関心を持ってもらうことができました。

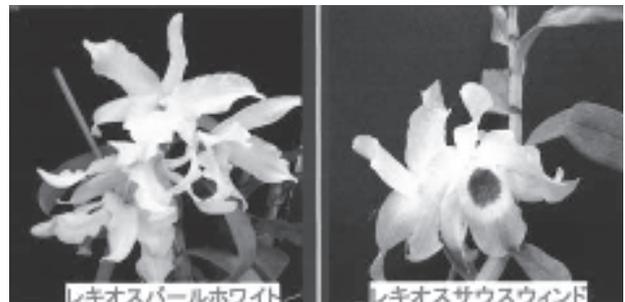




図8 英国王立園芸協会へ登録

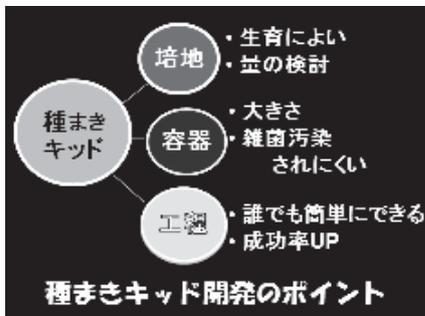
	新交配種 (単位:cm)	ドーリル 7701	ベタル	セバル	リップ
オキナワ セッコク		3.4	3.4	3.3	3.0
レドム パール ホワイト		3.5	3.7	3.6	3.7
レドム クワル		4.6	4.7	4.3	4.3
レドム サウス ウインド		4.5	5.0	4.6	4.3

表2 花の形態調査



Ⅲ 活動2 誰でも増殖できる方法への挑戦 種まきキッドの開発

ランの種子は、自然界でラン菌と共生して発芽するので発芽率はきわめて低く、ランの増殖は無菌播種が一般的です。誰でも増殖することができれば、オキナワセッコクの保護へと繋がります。身近にある物を利用し、薬剤滅菌法で種まきキッドの開発に挑戦しました。開発のポイントは次の通りです。培地、容器、実験工程に着目しました。



1. 培地の検討

これまでの研究で薬剤滅菌法でのオキナワセッコクの播種用培地は、42番リンゴ培地、移植用培地は37番バナナ培地にペプトンを添加したものが生育良好でした。

薬剤滅菌法で移植したオキナワセッコクの順化苗の生育は、37番バナナ培地は著しく根が長くなり、順化5ヶ月後では対照区である無菌操作区より草丈は高く、バルブ

は太くなりました。培地の成分を調べるとバナナ、リンゴを使用した培地はカリウムがやや多くみられました。順化後の生育結果よりバナナ入りの37番+ペプトン培地、対照区として63番+ペプトン培地を使用しました。

培地NO.				
各サイズの 数 20	37番 + ペプトン (薬剤滅菌)	37番 + ペプトン	63番 + ペプトン (薬剤滅菌)	63番 + ペプトン
草丈 (cm)	3.4	3.4	2	3.8
根の長さ (cm)	12.1	7.3	3.7	3.5
分けつ数	2	3	3	3

表3 順化前の生育比較(薬剤滅菌と対照区)

培地組成	37番 +ペプトン	39番 +ペプトン	42番 +ペプトン	63番 +ペプトン	63番
ハイドロゲル	2g	2g	2g	2g	2g
シロ糖	20g	20g	20g	20g	20g
寒天	9g	9g	9g	9g	9g
ジャガイモ	50g	100g	10g		
リンゴ			50g		
バナナ	50g				
活性炭	1g	1g	1g	1g	1g
ペプトン	1g	1g	1g	1g	

表4 培地組成

培地No.	K	Na	Mg	Ca
37+ペプトン (バナナ)	14.25	9.57	0.66	7.25
42+ペプトン (リンゴ)	13.49	6.87	0.79	6.83
63+ペプトン	10.00	7.52	0.89	6.58
63	5.88	7.42	1.03	7.83

※63番培地はハイドゲル基本培地 (mg/100g)
※37、42番培地は天然物質+ペプトン
※原子吸光度計で測定

表5 培地の成分分析



図9 容器の検討(播種2ヶ月後)

2. 容器と実験工程の検討

実験工程は、高さ4cmのカップを使用し、培地が有効塩素0.01%になるよう漂白剤を調整しました。

- ①サヤをカットし種子を0.1%の漂白剤に入れ3分間殺菌します。
- ②お茶パックで種子をこし、0.1%の漂白剤に浸します。
- ③種子が入った溶液をシリンジで1ml、培地に流し込みます。

播種後5日後の成功率は37番+ペプトン培地で50%、63番+ペプトン培地では63%成功しました。播種後10日後でプロトコームを形成し、1ヶ月後では芽がでました。2ヶ月後には、約600 μ mまでプロトコームが肥大しました。

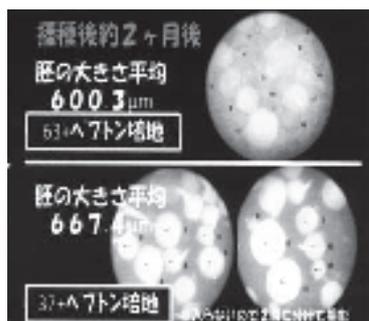
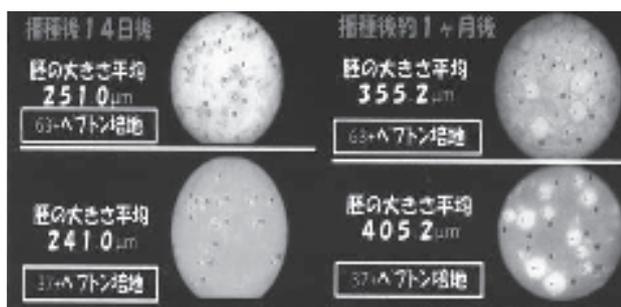


図10 胚肥大の様子

3. 津波小学校での共同実験

自生地である北部地域の津波小学校では、着生させたオキナワセッコクが開花し、子ども達とともに交配を行いました。受粉に成功し、実際に種まきキッドを使用し薬剤滅菌法の播種に挑戦しました。継代培養をなくすため、播種から順化まで苗が生育できる10cmの飲料用のカップを選定しました。

種まきキッドを使うことで、子どもたちが交配したタネを小学校の教室で簡単にまくことができました。種まきキッドの実験経過は、津波小学校と中部農林高校でお互いに情報交換し、観察中です。



図11 種まきキッド実験



図12 津波小学校にて

IV 活動3 オキナワセッコクの自生地保護

オキナワセッコクは自然豊かなやんばるの森にしか自生しておらず、オキナワセッコクの保護はやんばるの森を守ることに繋がります。そこで、オキナワセッコクの存在や絶滅の危機的状況を知ってもらおう啓発活動を行い、オキナワセッコクの保護へ結びつけるねらいで取り組みました。

沖縄国際洋蘭博覧会、農業祭での展示発表、絶滅危惧種展、バイオ甲子園で研究内容を発表。COP10(生物多様性条約第10回締約国会議)のHPに私たちの野生ランの保護活動を紹介し、自生地保護についてアピールしました。生物多様性の保護が叫ばれるなか、なんとしても種の絶滅に歯止めをかけなければなりません。津波小学校での活動で、子どもたちとの自生地保護への思いは確実に広がりを見せています。私達の活動により地域にオキナワセッコクの関心を高めることができました。



図13 津波小学校での交配



図14 農業祭での活動



図15 絶滅危惧種展



図16 沖縄国際洋ラン博覧会



図17 COP10 HPに活動紹介



図18 津波小学校啓蒙活動

V まとめ

- 活動1 オキナワセッコクを活用した育種は、保護活動に繋がると確信しました。
- 活動2 種まきキッドの開発は、誰でも簡単にオキナワセッコクを増殖することができるかと期待しています。
- 活動3 オキナワセッコクの自生地保護を呼びかける事で、「みんなで守る」活動は地域に根付いてきました。

VI 今後の課題

- ①継続した保護活動
一般の方に種まきキッドを体験してもらい、保護啓発へつなげる活動です。



図19 赤瓦を再利用

- ②順化株を活用した取り組み

約6000株増殖した株は順化可能な大きさに生長しています。製造過程で欠けてしまった、赤瓦を再利用して、オキナワセッコクを着生させました。これで、順化後の啓発活動にはずみがつきます！

オキナワセッコクを守ることは、多くの命が宿る美ら島、沖縄の自然を守ることに繋がります。だからこそみなさんの協力が必要なのです。

世界に誇れるオキナワセッコクが、この地球上から絶滅しないように。命の連鎖がかぎりなく続き、白く尊い輝きを放てるよう、これからも研究をつづけていきます。

私たちのクルルから願いをこめて。



講 評

守れ！世界に誇れる沖縄のラン～オキナワセッコクの研究 Part II～

絶滅の危機にある沖縄の野生ランの保護・増殖活動に関する継続研究で、毎年新たな課題を設定し、着実に深化を続けている内容が高く評価されます。今年度も特定国内希少野生動植物種「オキナワセッコク」を守るため、①オキナワセッコクを活用した育種 ②誰でも増殖できる方法への挑戦 ③自生地保護 を研究の柱に据え、メンバー一丸となって取り組んだことがレポートから読み取れます。その成果も大きく、種まきキットの開発や関係機関との連携による啓蒙活動等に積極的に取り組む姿は、高校生の持つパワーを感じさせてくれます。中でもオキナワセッコクを活用した育種により新品種を作出・登録できたことは、これまで本研究に携わった生徒や指導者の先生の労苦に報いるものと思います。

これからも継続して研究に取り組み、本県の野生ランの遺伝資源としての価値を広めつつ新たな産業にまで発展するよう今後の活動に期待します。

Hot Stuff: What Type of Materials are the Best Insulators? ホットスタッフ：どのような素材が断熱材として 1番適しているか?

Amelia Earhart Intermediate School 4G Reina Callahan

アメリカ エアハート インターミディエイト スクール 小4 リーナ カラハン

Research

Heat flows from hot to cold. This is a simple fact of life. People have put a lot of effort into stopping this natural physical behavior; however all they have been able to do is slow the process. My parents are always carrying around hot coffee in various containers. What keeps their coffee warm? What is the science behind the ability of a material to keep something warm? I have discovered that my project centers upon insulation and the transfer of heat energy.

Insulation helps to keep cold things from warming up, and warm things from cooling down. Insulators do this by slowing down the loss of heat from warm things and the gaining of heat by cool things. Scientifically, insulation is a barrier that minimizes the transfer of heat energy from one material to another by reducing the conduction, convection, and/or radiation effects. Plastics and rubber are usually good insulators. On the other hand, metals are the opposite. Metals usually make good conductors which allow heat energy to transfer easily. So, a good insulator is a poor conductor, and a good conductor is a poor insulator.

Scientists calculate a material's R-value to determine its resistance to heat flow. The higher the R-value, the better the material will serve as an insulator. The R-value is the reciprocal of the amount of heat energy per area of material per degree difference between the outside and inside. The unit of measurement for R-value is (square meters x degrees C)/watts.

Insulation from conduction occurs when materials are in direct contact with each other. Energy flows from one material to another. As an example, builders often place insulation materials in between walls to decrease the transfer of heat energy. Fiberglass insulation is used in many homes. It is not a good conductor, so it can be placed between walls to insulate them.

Insulation from convection is the transfer of heat when a fluid is in motion. Air and water are ways that heat is transferred through convection. Insulation for this type of heat transfer can be as simple as someone wearing a jacket to protect against loss of heat while playing outside on a windy day.

Hot objects radiate infra-red electromagnetic waves which can heat up objects at a distance. Insulation against heat transfer by radiation is done by using reflective materials. A thermos bottle is an example of this type of insulation. A thermos bottle has a lining to prevent heat loss by conduction, but it is also made of shiny materials. For example, the warm coffee inside a thermos is reflected back to itself. The coffee helps keep itself warm!

All of the scientific principles mentioned above were applied when scientists developed the thermal insulation beverage container. This type of container is used most often by people when they want to keep their beverages either hot or cold. A thermal beverage container works by keeping whatever liquid is inside the container from becoming the same temperature as the outside air. An insulation barrier is formed to prevent the temperature of the air outside from transferring into

the container and whatever the beverage it is holding. People use these containers whenever there is a large difference between the beverage and the outside temperature. This is true whether the drink is hot and the air is cold, or vice versa. An insulated container works the same way as clothes that keep you warm, or insulation that keeps cool air in a house during the summer.

In closing, new technology allows companies to develop new insulated containers. Thermos L.L.C., the leading manufacturer worldwide of insulated food and beverage containers, has developed Thermos vacuum insulation technology that creates an airless space between two walls to almost eliminate temperature change. It will be interesting to see in the coming years if advanced technology will allow people to completely stop heat flow from hot to cold.

Statement of Question

My experiment focused on the question of what type of materials are the best insulators. The purpose of this project was to see which insulation material will keep water hot the longest.

Hypothesis

If I use different types of material for insulation, then the peat moss will be most effective in keeping water hot the longest.

Variables

Independent Variable- Type of Insulation Material
 Dependent Variable- Temperature Loss
 Constants- Amount of Insulation, Amount of Water, Time Intervals, and Container Used

List of Materials

- Electronic Timer
- Hot Water (80°C-90°C), 150 ml for each trial
- Stainless Steel Bowl (15 cm deep)
- 200 ml Measuring Cup
- Celsius Thermometer
- Metric Ruler

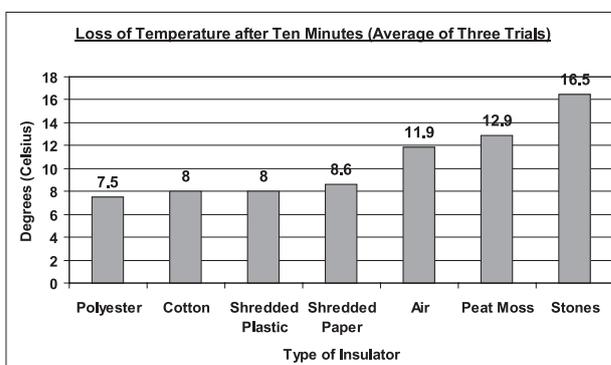
List of Materials (continued)

- 3 Cups Shredded Paper
- 3 Cups Shredded Plastic
- 3 Cups Cotton Balls
- 3 Cups Small Stones
- 3 Cups Peat Moss
- 3 Cups Polyester Filling

Procedure

1. Using the insulator you want to test, place at least 2-3 cm of material in the bottom of the stainless steel bowl.
2. Set the 200 ml measuring cup on this, centering the cup in the middle of the bowl.
3. Pack the space along the sides with the same insulation material.
4. Pour 150 ml of hot water (between 80°C - 90°C) into the measuring cup. Be very careful with the hot water.
5. Insert the thermometer into the water. Wait for a few seconds until the temperature remains constant. Record the starting temperature in Celsius in your data log.
6. Start the electronic timer.
7. Record the temperature in your data log every minute for ten minutes.
8. Repeat the procedure at least three times for each tested insulation material.
9. Graph your results, and analyze your data.

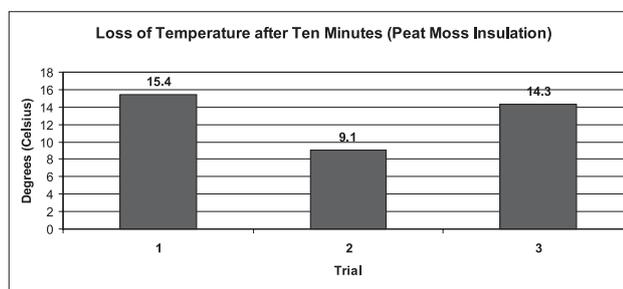
Data Analysis and Graphs



Graph shows that the polyester material proved to be the best insulator with an average temperature loss of 7.5° C. The different types of insulators were

ranked in the following order, from lowest temperature loss to highest temperature loss. Materials with lower temperature loss are better insulators, than those materials with higher temperature loss.

Rank	Type of Insulation Material	Average Temperature Loss (°C)
1	Polyester	7.5
2	Cotton	8
3	Shredded Plastic	8
4	Shredded Paper	8.6
5	Air	11.9
6	Peat Moss	12.9
7	Stones	16.5



The average temperature loss for the peat moss material was 12.9° Celsius. Three trials were used to compute the mean. The range between each trial was 6.3° Celsius.

Conclusion

My hypothesis was not supported by my data. According to my results, the peat moss insulation lost an average of 12.9 °C during the ten minute observation period. The peat moss was one of the worst performing insulators in my study. Polyester proved to be the best insulator as the water temperature only dropped 7.5°C. In order to make my experiment better, I would try to compare and insulator's mass with its ability to keep materials warm. Also, I would like to know if artificial insulators work better than natural insulators. Finally, I would research materials that are actually used as insulators in many different products.

Acknowledgments

I would like to thank all of my teachers who helped me with my science fair project. It was a

difficult task, but I am proud of my accomplishments. I would also like to thank my family for helping me buy the materials, research my topic, and for sharing their time when I conducted my experiment.

References

Challoner, J. (2000). *Energy*. New York, NY: Dorling Kindersley.

Gardner, R. (2003). *Really Hot Science Projects with Temperature*. Berkeley Heights, NJ: Enslow Publishers.

Karpelenia, J. (2004). *Heat*. Logan, IA: Perfection Learning.

Kurtus, R. (2006, April 29). *Thermal Insulation Prevents Heat From Escaping*. Retrieved December 2, 2011, from Ron Kurtus' School for Champions website: www.schoolforchampions.com/science/thermal_insulation.htm

Royston, A. (2008). *Conductors and Insulators*. Chicago, IL: Heineman Library.

Thermos Technology. (n.d.). Retrieved November 19, 2011, from Thermos L.L.C. website: <http://www.thermos.com/About.aspx>

What is the Best Insulator? . (2004). Retrieved November 19, 2011, from Worcester Polytechnic Institute website: www.TeachEngineering.org

概要

ホット スタッフ：どのような素材が断熱材として1番適しているか？

1. 動機 : 熱は、熱いところから冷たいところへ流れます。人間は何百年もの間この自然物理現象を止めようと、またはこのプロセスを遅らせようと努力しています。色々な異なった素材が長時間熱を保温するための断熱材として使用されています。どのような素材が断熱材として最も適しているか確かめるためこの実験を行いました。
2. 手順 : 天然、人工両方の異なった素材を使用し、どの素材が一定時間の熱損失を防ぐか確かめました。150mlのお湯の周りにそれぞれの素材を断熱材として使用しました。一定時間毎に水の温度を記録しました。初めの温度と終わりの温度を比較して熱損失を確かめました。何回か実験を繰り返しました。全ての結果を分析し、断熱材として最も適しているものから最も適さないものまでランク付けしました。
3. 結果 : 全ての素材の結果から、熱損失の平均が7.5℃だったポリエステルが最も良い断熱材でした。天然、人工素材の熱損失でパターンは発見できませんでした。素材の熱損失は7.5℃から16.5℃で様々でした。
4. 考察 : 私の仮説はデータから立証はできませんでした。私は、選んだ素材の中ではピートモスが1番良い断熱材になると予想しました。ピートモスはぎゅうぎゅう詰めで空気を逃がさないため、温度を下げないと考えました。次回はより正確な結果を得るためにもっと多種の素材を使用し、実験の回数も増やしたいと思います。私の発見が将来新しいタイプの保温容器の開発に役立つかもしれません。

What is the Most Efficient Angle to Place a Solar Panel?

ソーラーパネルの効率を一番良くする設置角度は何度？

Amelia Earhart Intermediate School 5 G Manmeet K. Pelia

アメリア エアハート インターミディエイトスクール 小5 マンミート ペリア



Research

The sun is fascinating, and bigger than anything you can imagine. The diameter of the sun is about 100 times wider than the earth. The sun is a massive collection of gases which is mostly made up of helium (74%) and hydrogen (25%). Without the sun we wouldn't have food, plants could not make their food, they couldn't make oxygen and no animal could breathe including us. Without the sun we would be freezing cold.

Solar Energy means light or heat that comes from the sun. Solar energy is clean it doesn't pollute the air, land, or water. Solar energy is a renewable source replenish in a relatively short time. Advantage is that it is virtually free, renewable, and nonpolluting energy source. Currently about 86% of the world's energy comes from the burning of fossil fuel. If more people use solar energy to heat their homes and run their electricity our environment would be a lot cleaner.

In 1954, the first photovoltaic technology is born when Daryl Chapin, Calvin Fuller, and Gerald Pearson developed silicon photovoltaic cell at Bell Labs. Solar panels are made up of silicon chips that are combined together to receive light and turn it into electrical energy. When a group of solar cells are wired together, it is called a solar panel.

Heat and light are two types of energies that come from the sun. The sun's energy heat up things, our home, cars, bodies, and also cook food, this is called thermal energy. Thermal energy means heat; solar thermal energy means heat from the sun. Light

energy is using the sun and turning it into electricity this is photovoltaic. Light energy makes our solar calculators work and can light our homes with the help of solar panels or photovoltaic cells. "Photo" means light and "voltaic" means electricity. Solar cells are semiconductor devices, meaning that they have properties that are intermediate between a conductor and an insulator. When light of the right wavelength shines on the semiconductor material of a solar cell, the light creates a flow of electrons. In this project, I use a digital multimeter to measure the current flowing through the LED when the solar cell is illuminated by light bulbs with different angle. To do this project, I did research that enables me to understand the following terms and concepts: semiconductor,

Solar cell (also called photovoltaic cell), light emitting diode (LED), lumens (unit of light intensity), voltage (V), current (I), resistance (R), Ohm's law ($V = IR$, or $I = V/R$, or $R = V/I$), power.

Global warming is when sunlight passes through the earth's atmosphere and warms the earth; heat rises from the surface and warms the atmosphere. Gases in the atmosphere absorb some of the heat and reflect it back to the ground. This warming process is the greenhouse effect. Since 1880 when accurate temperatures have been recorded, the earth has heated up 5°C. This temperature doesn't sound like much of an increase but it is causing a rise in sea level, a change in rainfall patterns, and in our weather. Every little bit that we can do as humans to prevent population will help.

Solar energy production has advantages and disadvantages, just like energy production from other sources.

Advantages	Disadvantages
● Pollution free	● High cost
● Renewable and limitless energy	● Somewhat inefficient(6%-30%efficient)
● Quiet and expandable	● Can't produce electricity at night
● No fuel is use, eliminating transportation costs	● Inefficient in low sun and cloudy condition
● Minimal maintenance with no moving/wearing parts	● Batteries used to store energy created by solar cells add to the cost and maintenance of the system.

With demand and efficiency in solar cells, solar power is becoming increasing competitive with fossil fuels. As an environmentally friendly resource, solar power looks to have a bright and sunny future.

Hypothesis

If I place the solar panel to get maximum power at 90 angle, then I predict that it will be produce the most power.

Question

What is the most efficient angle to place a solar panel in order to get maximum power?

List of Materials

- Twelve inches Desk Lamp with 30W Florescent Bulb
- Nine by nine inches House for the Solar Panel
- One by three inches Solar Panel
- Two six inches Copper Wires
- Multimeter
- Protractor

Variables

Independent Variables:

1. the angle of light in degrees

Dependent Variables:

1. amount of power in mWatts
2. amount of voltage and currents produced

Controlled Variables:

1. Solar panel position
2. Light source
3. Elapsed time for each measurement
4. Lamp was kept 12 inches away from solar panel

Procedure

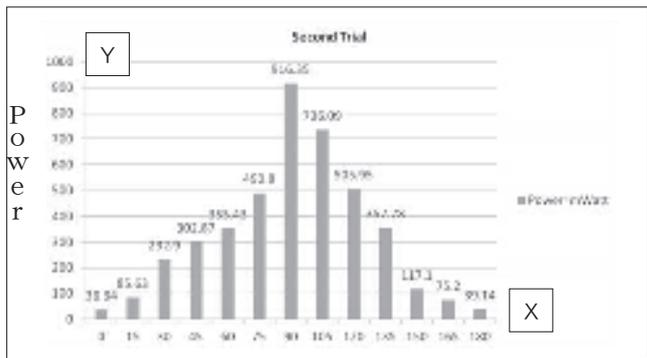
1. First, I placed the solar panel on the roof of the mini house which is attached to the protractor to find the correct angle of the lamp.
2. Second, I connected the solar panel's positive and negative wires with a multimeter to find the voltage, current, and power that is produced.
3. Third, I placed the desk lamp twelve inches away from the solar panel to the correct angle.
4. After, with the solar panel at a certain angle, I shined light on to the panel for about one minute.
5. Next, I waited until the multimeter was still and recorded the readings for the voltage and currents.
6. I repeated steps 4 and 5 and conducted three trials for each angle.
7. Later, I tabulated the results and calculated the power by multiplying the values of the voltages and currents ($V \cdot I = P$).
8. Last, I compared the value of the power produced from each angle to form my conclusion.

Solar Panel under 30W Florescent Bulb

First Trial

Angle	Voltage (mV)	Current (mA)	Power (mW)
0	183.8	.20	36.6
15	203.1	.43	87.33
30	230.0	1.0	230.0
45	242.1	1.25	302.6
60	250.1	1.43	357.64
75	264.1	1.85	488.58
90	307.4	3.04	934.5
105	290.4	2.55	740.52
120	267.3	1.88	502.52
135	250.1	1.24	310.12
150	209.6	.55	115.28
165	197.5	.38	75.05
180	186.0	.22	40.92

Power generated at Various Angle



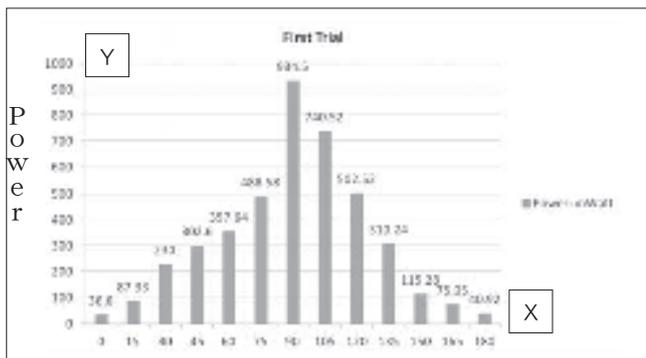
Angle

Solar Panel under 30W Florescent Bulb

Third Trial

Angle	Voltage (mV)	Current (mA)	Power (mW)
0	183.5	.20	36.7
15	203.4	.42	85.4
30	230.1	1.01	232.4
45	242.1	1.25	302.6
60	250.2	1.44	360.28
75	264.9	1.85	490.07
90	307.4	2.87	882.24
105	290.5	2.53	734.96
120	267.9	1.89	506.33
135	250.6	1.43	358.36
150	209.3	.57	119.3
165	199.1	.40	79.64
180	186.7	.24	44.80

Power generated at Various Angle



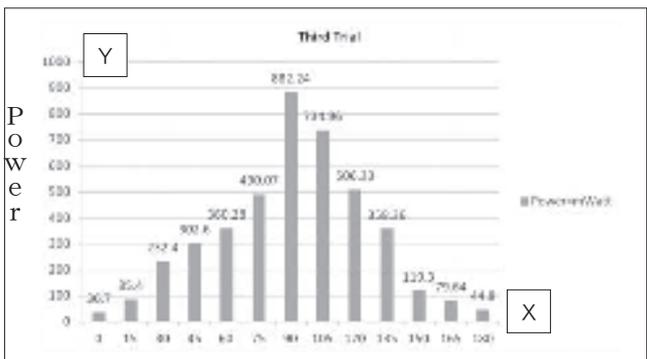
Angle

Solar Panel under 30W Florescent Bulb

Second Trial

Angle	Voltage (mV)	Current (mA)	Power (mW)
0	183.2	.20	36.64
15	203.9	.42	85.63
30	230.6	1.01	232.9
45	242.3	1.25	302.87
60	250.3	1.42	355.43
75	265.3	1.85	490.8
90	307.5	2.98	916.35
105	289.8	2.54	736.09
120	267.6	1.89	505.95
135	250	1.43	357.78
150	209.1	.56	117.1
165	197.9	.38	75.2
180	186.4	.21	39.14

Power generated at Various Angle



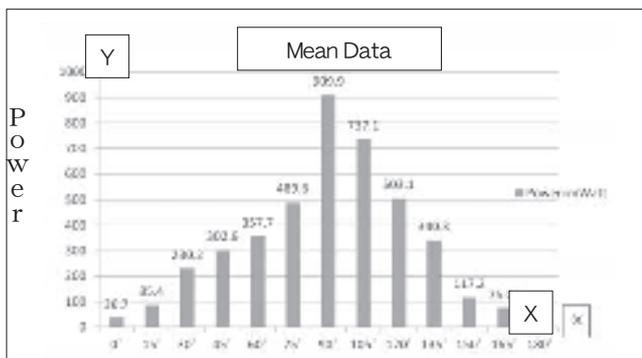
Angle

Solar Panel under 30W Fluorescent Bulb

Mean Data

Angle	Voltage (mV)	Current (mA)	Power (mW)
0	183.5	.2	36.7
15	203.4	.42	85.4
30	230.2	1.0	230.2
45	242.1	1.25	302.6
60	250.2	1.43	357.7
75	264.7	1.85	489.6
90	307.4	2.96	909.9
105	290.2	2.54	737.1
120	267.6	1.88	503.1
135	250.2	1.36	340.3
150	209.3	.56	117.2
165	197.5	.38	75.05
180	186.7	.22	40.9

Power Generated at Various Angle



Angle



Data Analysis



Observations from all three trials show that the solar panel at 90° produces 934.50, 916.35, and 882.24 mWatt which are the highest in comparison to the power generated by various angles. So, this indicates that the solar panel at 90° is the best angle in my experiment.



Conclusion

This experiment proved that my hypothesis was supported by the data. To get the maximum power from a solar panel I had to place it at a 90° angle, which is the most efficient angle. This angle produced 909.9mW. Also to get his power I had to keep the desk lamp 12 inch away, place the solar panel in the same place, use the same light bulb, and

wait one minute before recording. Using a solar panel means you will no longer be damaging the environment with fossil fuels and decrease the use of greenhouse gases. When we use a solar panel, we are practicing right-conduct. This is because by using the solar panel, we are conserving energy, which ultimately helps the environment. Solar power is non-polluting, renewable, easily harvested, abundant, and growing ever more inexpensive. This way we can show love to our mother planet “Earth”



Bibliography

Benduhn, T. (2009). *Solar Power*. Pleasantville, NY: Weekly Publisher.

Armentrout, D. (2009). *Solar Energy*. Vero Beach, FL: Rourke Publishing LLC.

Brattan, T. (2011, December 2). Interview by M. Pelia., Okinawa, Japan.

Electronics Primer: Introduction. (2002-2011). Retrieved from <http://www.sciencebuddies.org/>

About Solar Panels. (2005-2011). Retrieved from <http://www.solarpanelinfo.com/>



Acknowledgements

I thank my teacher, Mr. Callahan, for encouraging me into doing this project, my mother for giving me unique ideas for my display board, my father and Mr. Brattan for showing and assisting me doing all the engineering parts of this project, and to the man or woman that invented computers for helping me do my research paper.

概要

ソーラーパネルの効率を1番良くする設置角度は何度？

- 1. 動機** : この実験は、ソーラーパネルを設置する時の最も効率の良い角度を調べるために行いました。研究では、太陽エネルギーはきれいでお金のかからない再生可能エネルギーであることを示唆しています。私の作品はきれいな地球を維持するために皆が果たさなくてはならない事例を示した実験です。お父さんはいつも再生不能な燃料と環境への影響について話しています。それは汚れていて環境汚染の原因になります。これらのガスは、地球の温度を上げて地球温暖化を招いています。温室効果ガスを発生させず、きれいなエネルギー源が他に無いものかと考え、知りたと思いました。少し調べるとソーラーエネルギーが再生可能エネルギーだと分かりました。お父さんにソーラーパネルの実験を手伝ってくれるかお願いしました。
- 2. 手順** : 私の実験は、ソーラーパネルを設置するのに1番効率が良いのは90度かどうか確認することでした。30Wの電球のついたランプに12インチのクランプを繋ぎ、ソーラーパネル用に9インチの家、1×3インチのソーラーパネル、6インチの銅線2本、マルチメーターと分度器を使用しました。電圧、電流、電量の測定にマルチメーターを使用しました。分度器はランプにクランプをつける時の正確な角度を測定するのに使用しました。最後に、 $V \times I = P$ の数式を使い電量を計算し、異なった角度で生じた電力量を比較しました。
- 3. 結果** : 3回の実験を観察したら、ソーラーパネルを角度90度で設置した場合、934.50、916.35、882.24ワットの電力が生じ、これは他の角度と比較すると1番多い量の電力でした。だから実験では、ソーラーパネルを設置するのに1番良い角度は90度であることを示しています。この実験を行っていて角度が低ければ低いほど発電量が少ないことに気づきました。ソーラーパネルを所有している人達は直接光をあびて発電量が最も多くなる90度に設置するべきだと思いました。
- 4. 考察** : この実験で仮説が正しかったことを証明するデータを得ることができました。ソーラーパネルの最高能力を得るためには、パネルの設置角度を90度にしなくてはなりません。これが最も効率の良い角度です。この作品で色々なことを学びました。まず、ソーラーパワーは、汚染が無く、再生可能で、簡単に生産でき、豊富で、費用もかからず広まりつつあること。第二に、お父さんとブラットンさん(電気技師)のお陰でマルチメーターの使い方が分かったことです。マルチメーターは、電圧、電流、抵抗を測定します。マルチメーターはとても安い機器でソーラーパネルのような電気機器にどのくらいの電気が生じているか教えてくれます。この実験がソーラーパネルを所有していて、より多くの電力を必要としている人のためになれば良いと思います。



The Effects of Immediate versus Delayed Feedback
On the ADHD Student's Performance 2008-2011 Part III
ADHD の生徒の即時フィードバック vs 遅延フィードバック
の成績への影響 2008-2011 Part III

Kadena High School 11G Chris Carlson
カデナ ハイスクール 高2 クリス カールソン

 Introduction

This is the third year of my research study on Attention Deficit Hyperactivity Disorder and how it affects ADHD learners in school. The first year I tested three different learning styles to see which one had the greatest affect on academic achievement for ADHD learners. I proved my hypothesis that ADHD learners achieve at higher levels when they learn through hands on activities, using mnemonics, and not having to attend to more than one task at a time. The second year I produced a video/Power Point presentation to use as a teaching tool for teachers and a learning tool for students. The first focus was to have students talk about their experiences in school and to give feedback to teachers about how they learn best. The second focus was to educate teachers on 1) research based strategies to use with ADHD students and 2) provide the research on the physical, neurological, and emotional effects ADHD has on learners. Now that I understand some of the best strategies for ADHD learners, I wanted to find out if there was another factor that would motivate ADHD learners to perform better in school. My project this year is about immediate feedback and how it affects the performance in math of ADHD students.

 Hypothesis

ADHD students will perform better on a math test with immediate versus delayed feedback, and a

chance to correct mistakes.

 Problem

Why can't tests be differentiated for students, according to their needs? Why do teachers assess most of the students the same way, on the same scale, when there are different needs? If a student can't finish a test due to attention, or misses problems due to careless mistakes, does the traditional method of assessing give an accurate picture of that student's knowledge? Recent research in the area of ADHD points to a conclusion that there is a reward-motivation deficit in children diagnosed with this disorder (Volkow, Nora, 2009). The study points to a biological reason for this deficit. The dopamine pathways in ADHD children were lower than in the control group, suggesting ADHD children don't receive the same messages from the brain connected to motivation and rewards that children without this diagnosis do. Dr. Volkow notes that ADHD learners need "extra engagement" and these might include computer activities.

In the experiment I conducted two years ago, I found that all students I tested (ADHD and non ADHD) did better on school assignments that used multiple ways to assess a task. The least effective way to learn was to listen to a lecture while taking notes. Research indicates that ADHD students also do better on assignments when they have a choice on how to complete the assignment, reducing undesirable behaviors (Powell, Shawn, 1997). The next part of my inquiry about helping ADHD

students is, "If you give a test to measure knowledge in a curricular area, over curriculum that has already been taught, will the ADHD learner do better if they can take the test on a computer and receive immediate feedback on each answer?" The reason I am interested is because I believe ADHD students' attention wanders during a task or a test which can cause them to skip steps or make careless errors. At the end of the task or test, there is no interest to check their work. This is the case with me, and I am a 16 year old student who was diagnosed with ADHD at the age of 6 years old. Currently, in my Spanish class at school, my teacher gives us assignments on the computer, after she has introduced the lesson in class. After I answer each question, the computer gives me feedback on whether it is correct and gives me another chance to fix it. I am motivated to fix it right then.

Since all students in the school system I attend have to take math, I decided to test out my theory using math problems. My theory is that ADHD students will do better on a math test that is taken on a computer, with immediate feedback on each question, and a chance to fix the answer, as opposed to taking a paper and pencil test, graded, and given back for corrections a week later. I hope my data shows that it is important for teachers to design tasks and tests that will encourage ADHD students to stick with the assignment, giving them opportunities to fix mistakes without penalty.



Review of Literature

The ADHD mind is not only affected by motivation and interest, but more directly affected by the amounts of stimulation linked to a specific task (Freer, Peter, 2011). You could be interested and motivated to read non-fiction, but having interaction with the literature is much more engaging for the ADHD learner. One example of stimulation with reading would be using reader's theater, where several students are involved in reading aloud and acting out the material. Another aspect of increasing the chances of the ADHD learner's mind will do better at tasks is to use fast feedback. ADHD makes it difficult to complete tasks without instant gratification. It makes the person with ADHD act without future consequences in mind. Therefore, instant gratification is needed and important in a school/work environment (Barkley, Russell, 2011).

So much of the work students do in school is not graded or handed back for days. The delayed feedback on the outcome of the work causes the ADHD learner not to be interested in making corrections. They might have even forgotten why they made a mistake several days later, due to short term memory problems.

ADHD students will do better on tasks they find interesting and stimulating. They will do worse on tasks that require sustained attention. Feedback that is delayed presents a problem because ADHD students have difficulty in correlating delay and gratification. Even if the ADHD student understands the concept on a given assignment, if the assignment is in a form that is "boring" to the student, he might not do well because there is no immediate reward for finishing the assignment. Receiving an "A" next week is not reason enough to be thorough and complete the assignment now. Feedback that is immediate and consistent will obtain better results from ADHD learners than delayed rewards and feedback (Groom, Maddie, 2010).

Research shows that computers/audio/video materials help ADHD students process information more effectively. Software is designed to give instruction and feedback in a way that ADHD learners can learn best. For example, software can give step-by-step instruction; wait for a student to respond; give immediate feedback; and allow students to work at their own pace (Xu, Chunzhen, 2002). This type of learning is not the typical style in a classroom, especially at the secondary level. You are more likely to see lectures, which are very difficult for ADHD students to attend to due to their auditory processing deficiency (Rothenberger, Aribert, 2007).

Feedback and rewards further enhance the effects of using computers/audio/video materials ("Strategies for students," 2008). This research ties in with other research on stimulus and instant feedback. Since ADHD learners are often kinesthetic learners, using a multi-sensory approach to learning, and hands on activities, will increase their ability to process information. Small immediate rewards work well with ADHD young children and adolescents (Scheres, Anouk, 2006) however they are still dependent on how long the task is and what the gain is.

Although motivation is essential for the ADHD learner to keep him engaged, it is secondary to the stimulus needed to keep him on task (Freer,

Peter, 2011). An ADHD learner may be motivated to do homework because he knows that completing it will earn him a good grade and maybe a reward. However, since homework is typically a low stimulus task, the ADHD learner may not be able to attend to it long enough to finish it. If completion of the homework is what will earn him the grade and reward, and he cannot finish the task, then failure will result in a negative consequence. A higher level of stimulation will help to shift out of the inattentiveness or to maintain attention for longer periods of time. If motivation and high stimulus are key components for the ADHD learner, then these findings should be a “wake-up call for teachers” (Volkow, Nora, 2009). Extra engagement for these students should be built into the lesson plans. ADHD learners can concentrate on tasks they like and find engaging. These would include computer games, building, acting, and maybe using technology like Smart Boards.



Methods and Materials

I designed two tasks for students to complete. The tasks were completed one week apart. Students were given unlimited time to complete the tasks because time was not a factor in this study. Five students completed Task 1 before completing Task 2 and the other five students completed Task 2 before completing Task 1. The order was switched to rule out any effect one task might have on the other.

I designed a math test using the national math standards for each grade level. Twenty questions were selected at each grade level with equal difficulty. Using the Quia (IXL Learning, 2011) software, I designed two tests online, each 10 questions in length, for each grade level. The tests were designed for mastery of content at the grade level at the end of the year previous to the present grade level. Tests were administered in September, 2011.

I designed one test as a paper/pencil test, and printed it. The other test was designed to take online with a built in component that gave the student immediate feedback as to whether the answer given was correct/incorrect (See Appendices for tests).

Ten students with an ADHD diagnosis and on medication for ADHD completed both tasks. There were eight boys and two girls, ranging from eight years old to 14 years old.

Task 1: Paper and Pencil Test

One student was tested at a time, in a quiet room with no distractions. A 4-function calculator was available for use. Students were given unlimited time to complete the test with no assistance. Instructions to students were to complete the test to the best of their ability. There were 10 questions on the test worth 10 points each. At the end of the test students were told their test would be graded and returned in a week. Students had the opportunity to correct their answers in a week before the final grade.

Task 2: Computer Test

One student was tested at a time, on a computer, in a quiet room with no distractions. A 4-function calculator was available for use. Each student had a login name and results of the test were recorded in a teacher database on Quia (IXL Learning, 2011). Students were given unlimited time to complete the test with no assistance. Instructions to students were to complete the test to the best of their ability. There were 10 questions worth 10 points each. After recording their answer to each question, they would receive feedback on whether their answer was correct/incorrect. At that time they could rework the problem and make corrections before the test was graded. At the end of the test, the score was computed and available to the student.

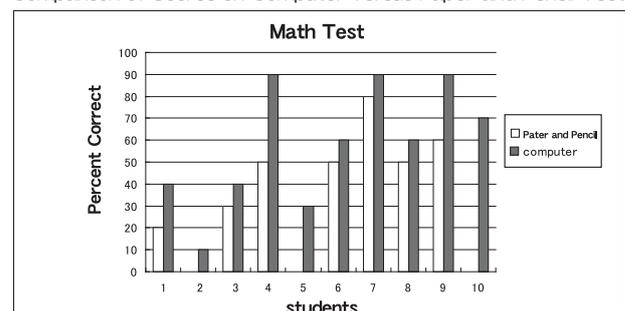


Data Analysis

All students performed better on the computerized test that provided immediate feedback, than the paper and pencil test with delayed feedback (Figure 1). Three students missed all 10 questions on the paper and pencil test. Unlimited time was given to all students to complete both tests, so this was not a factor in students #2, #5, and #10 missing all 10 questions.

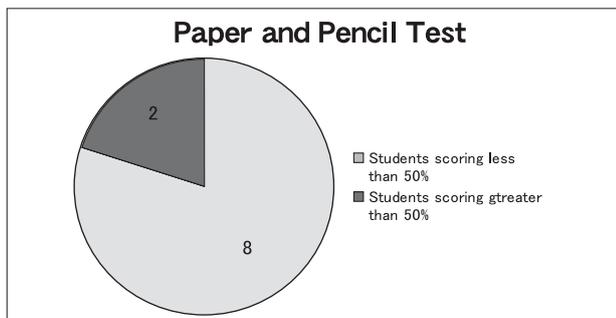
Figure 1

Comparison of Scores on Computer versus Paper and Pencil Test



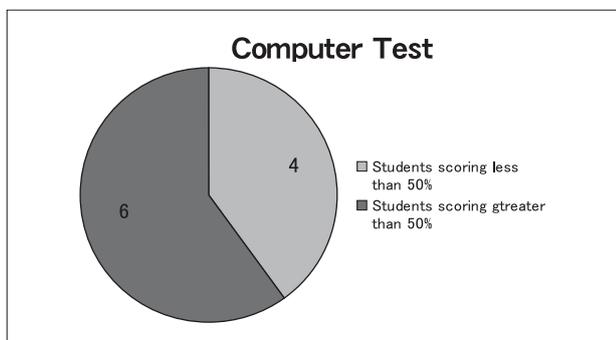
On the Paper and Pencil Test (Figure 2), 8 students scored less than 50% and 2 students scored better than 50%. None of the students chose to redo any of the questions they missed after receiving their scores one week after the test.

Figure 2
Number of Students Scoring Above/Below 50% on Paper and Pencil Test



On the Computer Test (Figure 3), 4 students scored less than 50% and 6 students scored better than 50%. All of the students chose to redo the questions they missed after receiving immediate feedback on each question.

Figure 3
Number of Students Scoring Above/Below 50% on Computer Test



Conclusions

All students in this experiment performed better on the math test that was taken on the computer (Figure 1), which gave immediate feedback after the question whether the student got it correct. The data supported my hypothesis. Immediate feedback keeps ADHD students engaged in their learning and reminds them of their mistakes. When the ADHD student is allowed to correct the mistakes on the test before it is graded, the performance score is better.

Even though students were given the opportunity to correct the mistakes on the Paper and

Pencil Test, the ADHD students lost interest in the task after a week. The delayed feedback did not motivate students to want to correct their mistakes, so their performance score was lower.

None of the students got a perfect score on either test. If 70% is a passing score, then only one student passed the Paper and Pencil Test. Only four students passed the Computer Test. This could mean that the test was too hard for the students. Although the questions were taken from a bank of questions at their grade level, they were not from the adopted curriculum that DoDEA uses. The questions on both forms of the test were parallel in difficulty. Another reason why some students scored so low could be that they were below grade level in math academic achievement. This factor was not considered when selecting the ADHD students for this study.

It is difficult for ADHD students to attend to a task for very long. Stimulus, such as a computer, and immediate feedback, increase the chance that ADHD students will complete a task. Completing a task in school increases the chance that the student will score better. With this knowledge, I think it would be logical to help teachers understand how to increase the performance of ADHD students. Thinking “outside the box”, teachers could accommodate ADHD learners with more stimulating ways to assess and complete tasks, together with immediate feedback on their work before grading.

Extension and Application

The purpose of this experiment was to validate that ADHD students need stimulus and immediate feedback to optimize their academic performance. If I were given the opportunity to present my findings to teachers in my school, I would do this so they would understand the need to differentiate instruction and assessment. If I could work with other ADHD students, I think I could make a difference in helping them to communicate with their teachers about their specific learning needs.

If I were to change some things about this experiment to make it better, one thing I would do would be to assess in different curricular areas, such as writing and science. I would want to be able to generalize the findings for this study to other curricular areas. This would strengthen my point about the need to differentiate how teachers teach

and test.

The second thing I would change would be the difficulty of the math test. I would pilot my study on some students first to see if their performance at least mirrored the normal curve. Then, I would do the study again with the new math problems. I think the way I set up the study was good, with just the ten problems. I think the way I structured the immediate feedback on the Computer Test after each question is what helped the students want to go back and try it again.



References

- (2008). Strategies for Students with ADHD. Retrieved from North Dakota Education Department website : <http://www.education.com/print/addadhd-strategies-tips/>
- Barkley, Russell. (2011, April 12). Motivating kids. *Additude Magazine*, Retrieved from <http://www.additudemag.com/adhdweb/article/print/2054.html>
- Freer, Peter. (2011, April 04). *Adhd: An interest and motivation deficit?*. Retrieved from [Http://playattention.com/attention-deficit/articles/adhdan-interest-and-motivation-deficit](http://playattention.com/attention-deficit/articles/adhdan-interest-and-motivation-deficit)
- Groom, Maddie. (2010). Behavioral incentives mimic effects of medication on brain systems in adhd. *University of Nottingham, UK*,
- IXL Learning. (2011, July 25). *Quia quiz*. Retrieved from <http://www.quia.com/servlets/quia.web>
- Powell, Shawn. (1997). Effects of choosing academic assignments on a student with attention deficit hyperactivity disorder. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 30(Spring), 181-183. doi: 10.190 1/jaba
- Rothenberger, Aribert. (2007, June). Informing the adhd debate. *Scientific American MIND*, (17), 36-41.
- Scheres, Anouk. (2006). Temporal and probabilistic discounting of rewards in children and adolescents: effects of age and adhd symptoms. *Neuropsychologia* , 44, 2092-2103.
- Volkow, Nora, D. (2009). Evaluating dopamine reward pathway in adhd. *The Journal of the American Medical Association*, 302(10), 1084-1091. doi: 10.1001/jama
- Xu, Chunzhen. (2002). Technology applications for children with adhd: assessing the empirical support. *Education and Treatment of Children*, 1-24.

概要

1. 動機：この実験研究は、ADHD の生徒達にものを教えて評価するために最も効果的な戦略を究明するための3年継続研究のパート3です。この障害の診断を受けた子供達は、ドーパミンの低レベルが原因で報酬による動機づけが欠乏しています。このような生徒達は ADHD でない生徒と同等の成績を出すには何か特別な没頭できる必要があります。ADHD の生徒はその状態のせいでテストを終わらせることができなかつたり、不注意な間違いを犯してしまうのでこの研究はとても重要なものです。先生は、何が ADHD の生徒をやる気にさせるのか理解する必要があります。
2. 手順：2つの課題を ADHD 対象者に達成してもらいました。課題は1週間間隔をあけて行いました。5人の生徒は課題2を終える前に課題1を終わらせました。そして残りの5人の生徒は課題1を終わらせる前に課題2を終わらせました。順番は一つの課題がもう一方に影響があるかもしれない可能性を除外するために切り替えました。課題1は紙と鉛筆を使用した数学テストで、現在在籍中の学年の初級向けの問題を考えました。生徒はテストを終え1週間後に得点を受取り、間違った回答を訂正する機会が与えられます。課題2はオンラインの数学テストで、現在在籍中の学年の初級向けの問題を考えました。生徒はテストを終え、各質問毎に電子的に正解かどうかフィードバックを受取れます。生徒は得点がつけられる前に即時に回答を訂正する機会が与えられます。課題1と課題2の正解回答率を各生徒ごとに記録しました。
3. 結果：研究から得たデータは、ADHD の生徒は、回答に対して瞬時にフィードバックを受取り、間違いを訂正する機会があるコンピューターを使用した場合の数学テストで良い成績を出すという私の仮説を立証しました。全生徒が紙と鉛筆のテストを終えることはできませんでしたし、また1週間後に成績を受取った後も、訂正しつづける生徒もいました。この実験で即時にフィードバックを受取れる場合は、遅延の場合より生徒の成績に良い影響がありました。仮説が立証できました。
4. 考察：この数学問題実験からの良い結果がライティングや科学などの教科分野に普及させることができるかどうか調べたいと思いました。次のステップは、ライティングと科学の分野でコンピューター化された課題と瞬時にフィードバックを受取れるテストをデザインすることです。次回の実験のためにテストをデザインする時、実際に実験を行う前に試験的テストを行いたいと思います。この実験での数学テストが生徒達にとって難しいものだったので試験的テストで生徒達が正常曲線内の得点が得られるようにしたいと思います。最後に、学校の先生と生徒達にこの良い結果を共有する機械があれば良いと思います。もし先生が ADHD の生徒に対する指示を差別化すれば成績向上と言う結果が出ると思います。