

《研究作品の概要》

まわしてへんしん いろともよう

呉市立郷原小学校 1年 おかざき りく

1 けんきゅうしようと思ったわけ

子どもかいのなつまつりで、フラッシュクリスタルこまというこまをもらいました。まわすとひかっているいろいろな色に見えてきれいでした。ほかのいろやもようで回すとどうなるのかしらりたいと思って、けんきゅうすることになりました。



2 しらべること

- (1) かみにじぶんがすきな色をかいて回してみる。
- (2) ほかのものでも回してみる。
- (3) ほかのいろやもようではどうなるのか回してみる。

3 しらべたこと

(1) じぶんがすきないろをかみにかいて回してみる



【色をつける】
お兄ちゃんがかみに丸をかいて、それをぼくがきってクレヨンで色をぬりました。これをこまにつけて回します。



【よそう】
回したら、色がまざって見えると思いました。ぜんぶの色がまざると、こんな色になるようなきがしました。



【けっか】
回っているこまの色は、まざって1色でした。色は、うすいはだ色のような色でした。



【わかったこと】
いろいろな色をぬって回すと、まざって見えました。お母さんにしゃしんをとってもらったけど、見たときの色とぜんぜんちがいました。

(2) ほかのものでも回してみる

こまを回してしゃしにとった色は、見た色とはちがうことがわかりました。ぼくは、ほかのものでも回して色をかいてみたいと思いました。

【しらべるほうほう】

回せるものにかみをはって、回してしゃしにとる。

- ①かさ ②せんぶうき ③モーター

【よそう】

かさは回しにくそうだから、色がうまくまざらないと思います。せんぶうきとモーターは、回るのがはやいのでうまくしゃしんがとれると思います。

【けっか】

3つをくらべてひょうにしました。

| | | | |
|-------------------|----------------------------|----------------------------|------------------|
| かさ | せんぶうき | モーター | しゃしん |
| まわしにくいから、色がまざらない。 | まわりやすいから、色がまざると、うすいはだ色になる。 | まわりやすいから、色がまざると、うすいはだ色になる。 | まわすと、いろいろな色が見える。 |
| まわしにくいから、色がまざらない。 | まわりやすいから、色がまざると、うすいはだ色になる。 | まわりやすいから、色がまざると、うすいはだ色になる。 | まわすと、いろいろな色が見える。 |
| まわしにくいから、色がまざらない。 | まわりやすいから、色がまざると、うすいはだ色になる。 | まわりやすいから、色がまざると、うすいはだ色になる。 | まわすと、いろいろな色が見える。 |

【わかったこと】

はやく回したほうが、いろはよくまざって見えて、しゃしにとった色とにっていました。

(3) ほかの色やもようではどうなるのか回してみる

モーターで回したとき、1ばん見た色と写真の色がにっていたので、モーターをつかいます。



【しらべるほうほう】

- ①いろいろなもようをかく。
- ②モーターで回してしゃしんとる。
- ③回したときのいろやもようをえのぐでぬる。

【けっか】

グループにわけてひょうにしました。

| | | |
|----------|--------|---------|
| 2しょくがったい | かたちとせん | 色のりょうかえ |
| 色ましまし | くろてん | おもしろもよう |

【わかったこと】

回すと、かいたかたちがちがって見えたり色がまざって見えたりしました。かたちは○になることが多くて、まざった色はうすく見えました。

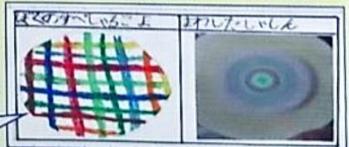
4 けんきゅうのまとめ

- こまを回すはやさによって、色やもようがちがってみえた。
- はやく回したほうが、色がまざって見えた。まざった色は、あかるい色にちかくなる。
- 目でみた色としゃしにとった色はちがって見えた。はやく回したほうが、見たときとしゃしんの色がにっていた。
- △□や点、線、かどがあるもようでも、まわすと○にへんしんしたり、色があつまったりした。
- 色のりょうをふやすと、色がこくなって見えた。
- せんをひいて回すと、それが○のかたちにへんしんすることが多かった。

5 かんそう

ぼくは、はじめにこまにすきなえをかいて回したとき、ぜんぶの色がまざってとてもおどろきました。(中略) ○のかたちにきつたり、回して見えた色をえのぐでかいたりするのがむずかしかったです。見たものとおなじようにかけたときはうれしかったです。さいごに、じっけんでわかったことと気に入ったもようを生かしてスペシャルごまをつくりました。ぼくがよそうしたとおりのカラフルなにじ色のこまができて、スキップしそうなほどうれしかったです。このけんきゅうで色がまざって見えたり、かたちがへんしんして見えたりしてワクワクしました。またほかのもようを考えて回したいです。

ぼくのスペシャルごま



《研究作品のポイント》

○ 工夫した点

- ・ こまにつけて回すときは、きれいな色になるように折り紙を貼って作った。
- ・ こまだとすぐに止まってしまうので、こまだけではなく傘や扇風機、モーターを使って実験した。
- ・ モーターを使うと長く回るし、写真を撮った色と見た色が一番似ていたなので、モーターを使って実験した。
- ・ 実験の結果を色や形ごとにグループ分けをして、表にまとめた。

○ 分かった点

- ・ こまを回す速さよって、色や模様が違って見える。
- ・ 速く回した方が、色が混ざって見えた。混ざった色は、明るい色に近くなる。
- ・ 目で見た色と写真に撮った色は違って見えた。速く回した方が、見たときと写真の色が似ていた。
- ・ ○△□や点、線、角がある模様でも、回すと○に変身したり、色が集まったりした。
- ・ 色の量を増やすと、色が濃くなって見えた。
- ・ 線を引いて回すと、それが○の形に変身することが多かった。

○ もっと追究したい点

- ・ もっといろいろな色を混ぜてどんな色になるかやってみたい。
- ・ 絵の具で混ぜた色と一緒に調べるか調べてみたい。
- ・ △や□を回しても○に変身しなかったのだから、回して△や□の模様を作ってみたい。

《審査評》

子供会の夏祭りで光るコマを見て、コマの色や模様を変えて回したら、どんな色や模様を作ることができるか知りたいと思い研究に取り組んだ。身近な暮らしの中から課題を見付け、予想を基に条件を変えて実験にあたっている点や、考察している点で極めて優れた作品である。

《研究作品の概要》



ひまわりの大図かん

~ぼくのエルドレッドから大せらのようなひまわりへ~

呉市立荘山田小学校 2年 おもだ 重田 はるき 陽希

パート2

けんきゅうしようと思ったわけ

ぼくは、1年生のときにひまわりのけんきゅうをしました。エルドレッドと名前をつけて大切にそだてかんさつしました。そのとき、みどりの花びらのようなものにまもられているたねを見て、たねが大じにされていることにきづきました。また、いろいろな大きさや形のたねがあることにきづきました。エルドレッドのたねをうえると、いろいろなたまをなげることができる大せらとうしゅのような、いろいろなひまわりがそだつかしらべたいとおもいました。

けんきゅうしたこと

- 1 たねのしゅうかく
~エルドレッドからののはっ見~
①ひまわりのねっこ
②花の大きさとたねの数
③たねのしゅるい
- 2 土のしゅるいとそだちかた
- 3 入れものの大きさとそだちかた
- 4 太ようのあたりかたとそだちかた
- 5 うえるたねの数とそだちかた
- 6 めがでるためにひつようなこと

1 2018年10月 たねのしゅうかく

大きいエルドレッドをささえるために、たくさんねっこがついていたよ。花の大きさがいろいろあったので、大きさによってたねの数がちがうのか気になったのでしらべてみよう。



4しゅるいのたねがあったよ

めが出たのは、カスカスいぎの三つで、ほとんどおなじくらいに出てきた。カスカスは、このあとずっと出てこなかった。りゅうは、たねの中に入いようがないからだと考えた。一ばん大きかったのは、そとのたねだった。たねが大きかったので、えいようがたくさんあるからだと考えた。

2 土のしゅるいとそだちかた

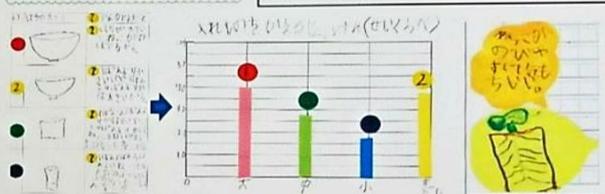
土のしゅるいによっても、せいちょうにちがいがあのか気になったのでしらべてみよう。



ひりょうは、まるで索出コー千だ!

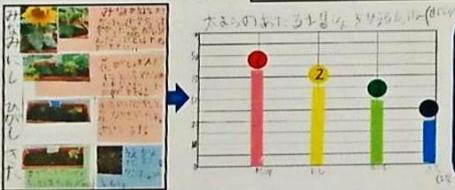
3 入れものの大きさとそだちかた

こんどは、うえきばちの大きさによってせいちょうがちがうのかについてしらべてみよう。



4 太ようのあたりかたとそだちかた

土のしゅるいによっても、せいちょうにちがいがあのか気になったのでしらべてみよう。



みなみのひまわりが、大せらとう手のような大きくてかっこいい花がさいた。

5 うえるたねの数とそだちかた

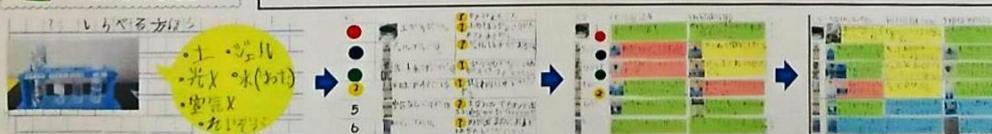
二つぶ、三つぶ、四つぶ、いっしょにうえると、力を合わせて元気よくそだつのかな?じっけんしてみよう。



一つぶだけよりも、お友だちどうしたすけあって元気にそだっているようにかんじた。

6 めがでるためにひつようなこと

ひまわりを元気いっぱいにするためには、今までのじっけんから、たねの大きさ、入れものの大きさ、太ようの光などがたいせつだとわかったよ。ほかにもめが出るためには、何がひつようなのか?さあ、じっけんしてみよう。



水だけは、めは出たけど、せいちょうしなかった。空気がつめたいおんどは、めが出なかった。

けんきゅうのかんそう

ぼくは、1年生のときから2年かん、大すきなひまわりをけんきゅうでき、エルドレッドより大きくて大せらとう手のようにさいごまであきらめないひまわりをそだてることができ、うれしかったです。「ひまわりの大図かん」をかんせいできたので、カーブにぼくの元気パワーがとどきますように・・・。

《研究作品のポイント》

○ 工夫した点

- ・昨年度咲かせたエルドレッドと名付けたひまわりの種を植えて観察したこと。
- ・エルドレッドの花からとれた種の形や大きさと関連付けながら、育ち方の違いを観察したこと。
- ・エルドレッドの種だけでなく、市販の種も「形や大きさ」で分類し、実験したこと。

○ 分かった点

- ・花の外側からとれた大きくてどっしりとした種が一番よく育つ。
- ・肥料ありや、大きな入れ物がよく育っていることに気付くとともに、小さいが高さのある入れ物で育てたひまわりが高く育っていることに気付いた。
- ・太陽の当たり方による育ちの違いも調べ、太陽のよく当たる南側で育てるのがよいことに気付いた。

○ もっと追究したい点

- ・ひまわりだけでなく、他の植物も育ててみて、ひまわりと育ち方の違いを比べてみたい。

《審査評》

1年生の時にヒマワリの研究をし、一番大きな花を咲かせたヒマワリの花から大きさや形の違うたくさん種をとれた。この種を植えるといろいろなヒマワリが育つのではないかと思い研究に取り組んだ。昨年度の研究を継続して行い、根気強く観察を続ける中でヒマワリへの愛情を更に深めていったことが感じられる、大変意欲にあふれている、極めて優れた作品である。

《研究作品のポイント》

○ 工夫した点

- ・雪ができるしくみを理解して、発泡スチロールの箱やドライアイス、ペットボトルを使って観察装置を作った点。
- ・いろいろな結晶を作るために、様々な場所に行って材料を集めた点、温度や湿度の条件を変えた点。

○ 分かった点

- ・氷と雪のできるしくみが違うこと。
- ・雪の結晶は、温度や湿度の条件で、色々な形ができること。
- ・私たちの生活の身近にある材料を使って、様々なきれいな結晶ができること。

○ もっと追究したい点

- ・自然の中でできる、様々な雪の結晶を、自分の目で見てみたい。
- ・雪の降る日に、温度や湿度を確認して、いろいろな形の雪の結晶を観察したい。
- ・もっとたくさんのおどろきの結晶を見つけてみたい。

《審査評》

この作品は、雪の結晶ができる仕組みに疑問をもち、自作の冷却装置を使い、結晶ができる条件について追及し、まとめたものである。日常生活から生じた疑問について、自作の実験装置で実験を行い、文献にも当たって調べている、極めて優れた作品である。

《研究作品の概要》

自分で作る人工クレーター



尾道市立土堂小学校
第4学年 吉原大尊

① テーマを決めた理由

- ・2019年4月5日に、『はやぶさ2が小惑星リュウグウに衝突した』というニュースを見た。
- ・昨年の研究で『月のひみつ』をテーマに研究した際、月にもクレーターがある事は知っていたが、どの様な大きさ・形・深さなのかなどクレーターについて知らない事が多いと気づいた。
- ・『はやぶさ2』が成功したので、月にあるクレーターと同じような形を自分で作る事ができるのか気になり、実験がはじまりました。

② 実験の条件

5つの条件を組み合わせて、合計300個の人工クレーターを作る

◆条件-1・・・ボールの種類

| 種類 | ピンポン玉 | スーパーボール | アルミ玉 | ビー玉 | なまり玉 |
|-------|------------------------------|-----------|-----------|----------|-----------|
| 写真 | | | | | |
| 大きさ | 39.8mm | 42.8mm | 41.0mm | 25.0mm | 38.0mm |
| 重さ | 3グラム | 40グラム | 30グラム | 20グラム | 310グラム |
| 特徴 | まん丸・すべすべ | まん丸・でにゅにゅ | でこぼこ・すべすべ | まん丸・ツヤツヤ | でこぼこ・ざらざら |
| 変える条件 | 材質のちがい・大きさのちがい・重さのちがい・表面のちがい | | | | |

なまり玉は、象約りで使うおもりを潰して潰かして、紙などで作った型に押し込んで作りました。ちよびりこわかったです。

◆条件-2・・・土の種類

| 種類 | かわいた砂 | ぬれた砂 |
|-------|----------------|----------------|
| 写真 | | |
| 重さ | 250グラム / 160ml | 260グラム / 160ml |
| 特徴 | サラサラ | 粒と粒がひっつく |
| 変える条件 | 乾いた時とぬれた時のちがい | |

◆条件-3・・・衝突角度の種類

| 種類 | 0度 | 10度 | 20度 |
|-------|----------------|-----|-----|
| 写真 | | | |
| 変える条件 | ボールが土に衝突する時の角度 | | |

◆条件-4・・・土の表面の種類

| 種類 | きれい | デコボコ |
|-------|---------|-------|
| 写真 | | |
| 方法 | レンガでならす | くまを使う |
| 変える条件 | 土の表面の様子 | |

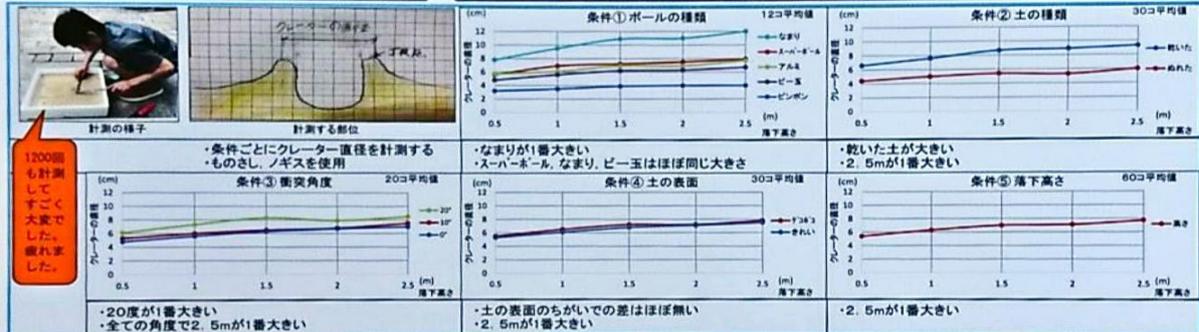
◆条件-5・・・落下高さの種類

| 種類 | 0.5m | 1.0m | 1.5m | 2.0m | 2.5m |
|-------|--|------|------|------|------|
| 方法 | <ul style="list-style-type: none"> ・巻尺で高さを測定する ・1.5m以上は脚立を使う ・それぞれの高さから自由落下させる(手からそと放す) | | | | |
| 変える条件 | 落下高さ | | | | |

脚立の上は高く、ボールを落とすのが難しかったです。

③ 結果 - 1

実験の条件ごとにクレーター直径を計測し、平均値のグラフで比較



③ 結果 - 2

宇宙のクレーターと実験クレーターの共通点

| | コースー / 月のクレーター | コペルニクス / 月のクレーター | はやぶさ2 / 人工クレーター | かんさつで分かった持ちよう |
|----|--|--|---|---|
| 宇宙 | | | | 月のクレーターはぬれた土の時に似た形状になることが多い。乾いた土は全部ならんか型で似てない。 |
| 実験 | 実験 No.173 ① おわん型 直径・・・1.8Km 深さ・・・2.61Km | 実験 No.245 ① 山が階段型 直径・・・96.7Km 深さ・・・3.76Km | 実験 No.116 ① なまり玉 ② ぬれた砂 ③ 0度 ④ きれいな ⑤ 2.5m 直径・・・8.2cm 深さ・・・3.8cm | コースー(月のクレーター)の持ちようである“おわん型”の内面や底部は“実験No.173”で明確に再現できた。 『はやぶさ2』の人工クレーターは月とは逆に乾いた土の時に似た形状があった。 ぬれた土では、ボールの形がそのまま残り、似ていない。 |

④ 考察 クレーターの大きさについて

1. “なまり”は1番重い(310g)ため、衝突の力が大きい
2. スーパーボールは1番大きい表面が“でにゅにゅ”でブレーキが強く力が小さくなる
3. ビー玉は1番小さい表面が“つやつや”でブレーキが弱く横方向の力が大きくなる
4. ぬれた土は、粒と粒がひっつき、衝突の力で土がくずれずる事が少ない
5. 高さ2.5mはスピードが速くなり、衝突の力が1番大きい

⑤ 結論

1. ボールが重いほど衝突力が大きく、クレーターが大きくなる
2. 衝突ブレーキが強いとクレーターが大きくなりやすい
3. 衝突ブレーキが弱いとクレーターが大きくなりやすい
4. ぬれた土は粒と粒が引っ付くため横方向の力が弱く、クレーターが小さくなる
5. 落下高さが高いとスピードが速く、クレーターが大きくなる

⑥ 研究を終えて

・実験は暑い野外で何日も落下と計測をくり返し、すごく大変だった。土箱が小さいため高い場所から中心に落下させるのが難しく、300回終わった時には達成感があった。

・計測した1200項目の数値を一覧にして「ならめこし」したり、36個のグラフを作成し持ちようを見つけたりしたため、時間と体力と知恵を使いへとへとに疲れた。

・結論を出した際には、「月のクレーターも同様に出来たんだ。」と想像すると、宇宙に来たようワクワクした。次はもっと大きなボールで実験して、少しでも月のクレーターの大きさに近づけたい。

《研究作品のポイント》

- 工夫した点
 - ・材質，大きさ，重さ，表面の違いによる，できたクレーターの様子を調べたり，土の状態，衝突する角度等の条件を変えて調べたりして，実際に月にあるクレーターと比較しながら考察をした点。
- 分かった点
 - ・ボールの重さが重いほど大きいクレーターができる。衝突ブレーキが強いとクレーターは小さくなり，逆に弱いとクレーターは大きくなる。ぬれた土ではクレーターは小さくなる。高さが高いとクレーターが大きくなる。
- もっと追究したい点
 - ・さらに大きいボールで実験をして，月の大きさにより近いクレーターを作って実験してみたい。

《審査評》

この作品は，月のクレーターのでき方に興味をもち，落下させるおもりの質量や，おもりを落とす高さなどを変え，様々な条件でどのような形のクレーターができるかを実験で調べ，結果を比較し，まとめたものである。自らの疑問について，事前の文献調査から実験計画を立て，適切な検証実験を行い，結論を導き出しており，科学的探究心が感じられる極めて優れた作品である。

《研究作品の概要》

水面を歩く アメンボの ひみつ

熊野町立熊野第一小学校 第5学年 安宗 栞那

研究しようと思ったわけ

アメンボが水面をすいーすいーとすべるように歩く姿は日常見慣れた光景ですが、こんなことができる昆虫は他には見当たりません。水の上を歩くのは、忍者の忍法の1つとしても取り上げられるくらいすごいことだと思います。そこで、それを平気やってのけるアメンボには、他の昆虫にないどのようなひみつがあるから、水面を歩くことができるのか。また、歩くことでどんな都合のよいことがあるのかを調べてみることにしました。

研究したこと

工夫したこと

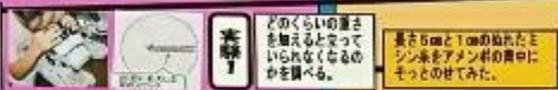
分かったこと

1 なぜ、アメンボは水面に立っていられるのか？

観察1 アメンボを水そうに入れ、いろいろな方向から方角を観察する。



観察2 水面をおさえて立つことができる足のつくりを観察して観察する。



実験1 どのくらいの重さを知ると立つていられなくなるのかを調べる。
長さ5cmと1cmのぬれたミシン糸をアメンボの背中にそっとのせてみた。

● 胴体は水面に接していない。<写真1>
● 水面に接しているのは茶色の足跡内の足の部分だけ。<写真2>
● 足は水中にすずんでいない。<写真3>
● 足が水面に接している部分では、水面がへこんでいる。足で水面をおさえて立っている。<写真4>

● 足先には、細かい毛がびっしり生えている。
● 足先から出る部分がさらに足をすまにくくしている。

以上の観察・実験で明らかになった水面に立つ条件を満たすアメンボの模型をつくる。

実験2 針金でつくったアメンボの模型が水面に立つかどうか調べる。(アメンボ模型1号)

● 針金を細くして、足先を細くする。

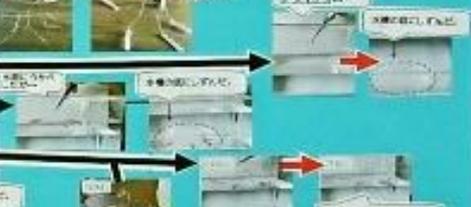
実験3 アメンボ模型1号の足を毛でおおうと水面に立つかどうか調べる。(アメンボ模型2号)

● 足先を毛で覆う。

実験4 アメンボ模型2号の足先に油分を付けると水面に立つかどうか調べる。(油ありアメンボ模型2号)

● 足先に油分を付ける。

油分が分解されるとすずむのかどうか調べる。



2 アメンボはどのようにして水面を進んでいるのか？

観察1 アメンボが水面を進むときの足の動きを観る。



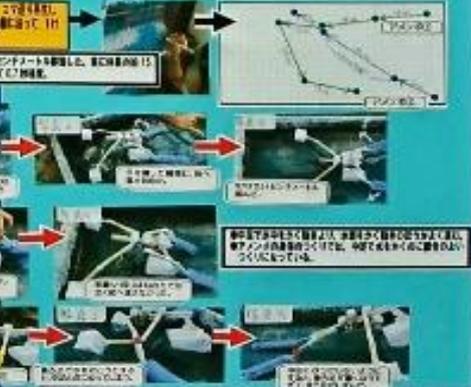
3 アメンボは、このような中足の動きで、1けり最大ののくらしいのきよりを進むのか？

● 1けり最大ののくらしいのきよりを進むのか？

4 アメンボの中足の1けりを模型で再現する。



実験1 中足が水面を打つときの動きになるよう、中足の角度を調整したときの1けりでの進んだ距離を測定する。
実験2 中足が水中をかくように、中足の角度を調整したときの1けりでの進んだ距離を測定する。
実験3 中足と後ろ足のパーツを入れ替えてみたとき、後ろ足になった中足で水をかくことができるのかどうか確かめる。



研究を終えて

アメンボの動きは、ボート競技での効率のよいこぎ方、モーターボートの水面をすべるような様子等、人間生活の様々な技術にも応用されていることに気が付き、改めて昆虫の動きのすごさを実感しました。

もっと追究したい点

昆虫が暮らかけて身に付けた生き抜くための技と、人間が様々な技術に活かそうとしている昆虫の身体の働き方のひみつについて、これからも調べていきたいです。

《研究作品のポイントなど》

○ 工夫した点

- ・アメンボが水面に立ってられるのは、①身体が軽いこと ②足先が毛におおわれていること ③その足先から油分を出して水をはじいていること 以上、3点の理由によることを確かめるために、次の3種類のアメンボの模型を作って実験をしたこと。
 - ①市販されていた針金のうち、最も細くて軽い針金で作ったアメンボ模型（「アメンボ模型1号」）。
 - ②「アメンボ模型1号」の足先にモールを装着したアメンボ模型（「アメンボ模型2号」）。
 - ③「アメンボ模型2号」の足先に食用油を付けたアメンボ模型（「油ありアメンボ模型2号」）。
- ・アメンボの素早い足の動きをはっきりととらえるために、iPadで録画・再生をしたこと。
- ・アメンボが中足で水面をける動きが再現できる模型（「アメンボ模型3号」）を作り、その動きが効率の良い動きであることを確かめたこと。

○ 分かった点

- ・アメンボの水面での立ち方・・・①胴体は水面に接していない。②足先で水面をおさえるように接している。接している部分の水面がへこんでいる。③水中にしずんでいる身体の部分は一切ない。
- ・アメンボが水面で立つことができるひみつ・・・①身体が軽いこと ②足先が毛におおわれていること ③その足先から油分を出して水をはじいていること
- ・アメンボが進むときの足の動き・・・①中足の足先で水面をすべるように後ろにかいて進む（足先を水中にしずめて水中をかくようなことはしない）。②水面をけり終えた後、中足を水面すれすれの空中を通して、元のけり始めの位置に中足をもどす。
- ・アメンボの1けりで進む距離は、最大30cm程度。アメンボの体長の15倍以上。時間にすると、0.7秒程度。
- ・「アメンボ模型3号」での実験結果によると、中足で水中をかく動きより、水面をすべるようにかく動きの方がよく進む。また、中足を後ろ足の位置にパーツを入れ変えても、ける動作が可能かどうか確かめたところ、足はしずんでしまい、後ろ足の位置では、水をかくことができないこともはっきりした。
- ・アメンボの進み方は、ボート競技での効率のよいこぎ方、モーターボートの水面をすべるような様子等、人間の生活の様々な技術にも応用されていることに気付いた。

○ もっと追究したい点

- ・昆虫が長年かけて身に付けた生き抜くための技と、人間が様々な技術に活かそうとしている昆虫の身体の動かし方のひみつについて、これからも調べていきたい。

《審査評》

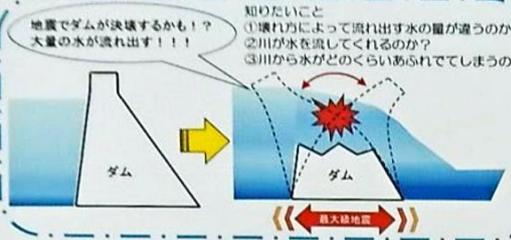
この作品は、水面を滑るように移動するアメンボに興味をもち、からだの構造、移動方法とその利点等について、製作した模型を用いた実験や録画による分析等を通して考察を深めてまとめたものである。アメンボのからだや移動方法等の疑問について、予想を立てて根気強く観察や実験を行い、論理的に考察や推論をしている極めて優れた作品である。

《研究作品の概要》

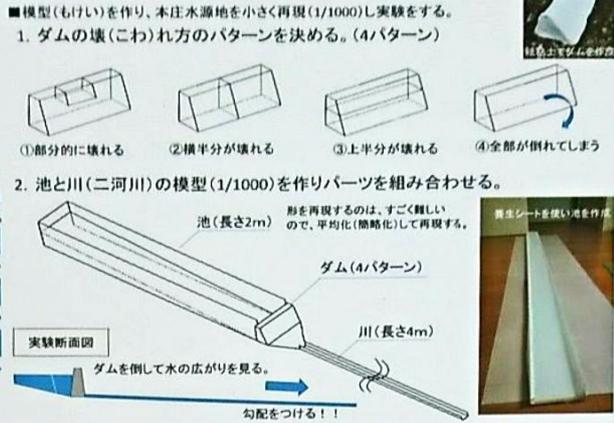
ダムが壊れたらどうなるのか！？ ～災害にそなえる～

呉市立荘山田小学校
6年 大林 栞南

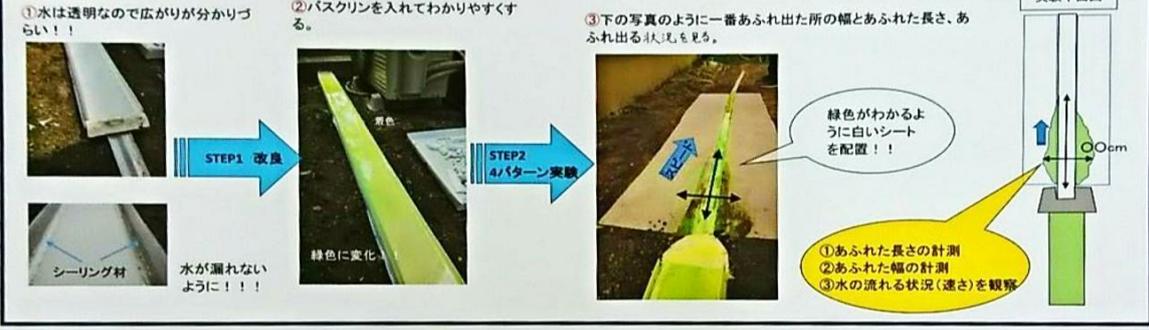
1 実験の目的



2 実験の方法



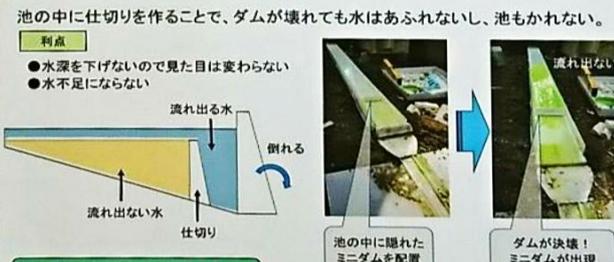
3 実験



4 結果



5 安全な対策



6 まとめと課題

| ①部分的に壊れる | ②横半分が壊れる | ③上半分が壊れる | ④全部が倒れてしまう |
|---|-----------------------------------|--|---|
| | | | |
| 流れ出した水は、二河川から少しあふれ出すが、あふれる水はすぐに改修し、川を流れていく。 | かなりの水が川からあふれてしまう。道路は冠水、家は浸水してしまう。 | 下半分が残るので、流れ出る水の量は横半分より少なくなり、あふれる水も少なくなる。 | 勢いよく水が流れ出し、二河川から大量の水があふれ出てしまう。その長さは約1kmまであふれてしまう。 |
| 4位 | 2位 | 3位 | 1位 |

分かったこと

- 本庄ダムが倒れると川から水が大量にあふれてしまう。
- 約1km先まで水はあふれてしまい、その後は川におさまり流れる。
- 川の周辺は幅が最大約300mまで浸水する。

今後課題

- 1/500で模型を作成し実験に挑戦する。
- 水の到達時間や速さを研究する。
- 川の形や障害物を再現する。

感想

私の研究は、簡単な模型で本庄ダムや池を再現したもので、本当に本庄ダムが壊れたらどうなるかは、この研究とはちがうことになるかもしれません。今回の研究でダムの壊れ方について色々なパターンを試してみて、ダムに何かあった際の恐ろしさを十分に理解することができました。

《研究作品のポイント》

○ 工夫した点

- ・実験の信頼性を上げるため、ダムや川の模型を1/1000の大きさに自作した。
- ・ダムの壊れ方は、4パターンを考え実験した。
- ・水に入浴剤で色を付け、水の広がり方をわかりやすくした。
- ・ダムが壊れた時に、どうすれば安全な対策になるかを考察した。

○ 分かった点

- ・本庄ダムが倒れてしまうと、流れ出した水は二河川から溢れてしまい、約1 km先まで浸水してしまう。
- ・水深を半分にすれば、倒れても川から水は溢れないが、池は干からびてしまうので、池の中に仕切りを作れば、水は溢れないし、池も干からびない。

○ もっと追究したい点

- ・実験の精度を上げるため、水が流れる川の形を再現する。
- ・溢れ出た水が、1 km先に届くには、どのくらい時間がかかるのか。
- ・家などの建物が、水の流れをどの程度阻害するのか。

《審査評》

水源地の水を堰き止めているダムが壊れてしまったら大変なことになると予想される。もしもそのようなことがあった場合、実際にどのようなことが起きるかを、実験で確かめようと思った。水源地・ダム・河川を一体化したモデルを用いて、ダム崩壊の模擬的な実験を行った。その結果から、下流への影響（被害の大きさ）を予想し、さらに追加実験により安全対策まで言及している。暮らしの中から生まれた研究で、さらに今後の発展も期待できる極めて優れた作品である。

《研究作品の概要》

ふしぎなじしゃくの世界 Part 2

広島市立五日市東小学校第5学年 中村 理紗子



研究の動機

引きつけあう！？

3年生の理科の授業で、じしゃくのN極にくっついたはり金は、じしゃく側がS極で反対の先がN極のじしゃくとなると置ったのに、はり金のN極にもう一つのぼうじしゃくのN極を横から近づけると、引きつけあった。

はり金のN極とS極はどこにあるのか疑問に思い、去年、はり金の極を見つける研究をしたが、課題が残った。

今年の研究では、間のはり金が2本のときはしりぞけあい、3本だと引きつけあうときのはり金の極について調べた。でも、予想と大きく違ったので、実験方法を変えて、もう一度はり金1本のときの極を調べ直した。また、はり金をU字型に曲げたときの極についても調べ直した。

用意する物

【平面で観察】
 準備物：ぼうじしゃく2本、はり金、砂鉄、サランラップ、カップ、ガーゼ、白い蕪用紙

【立体的に観察】
 準備物：ぼうじしゃく2本、はり金、砂鉄、ペットボトル、サラダ油、わりばし

観察の仕方：わりばしでかきまぜて、砂鉄を全体に行きわたらせたなら、かきまぜるのをやめて、砂鉄の動きを観察する。

工夫した点
 去年はクリアファイルの上から砂鉄をふりかけたけど、クリアファイルとの間にすきまができるので、もっと正確に砂鉄のつき方を調べるために、じしゃくにサランラップをまいて、はり金に直接砂鉄をふりかける。

実験1 間にはり金が1本の場合

【結果】

- ・はり金全体に砂鉄がついている！
- ・はり金全体につく砂鉄の量は同じ。

【考察】

- ・砂鉄がはり金に対して垂直に立っている。
- ・はり金の中には小さなじしゃくがたくさんある。小さなじしゃくでも、N極同士はしりぞけあう。
- ・はり金全体に砂鉄がつくこと、砂鉄がはり金に対して垂直に立っていることから、はり金の中の小さなじしゃくが、たて方向にならんでいる、と考えられる。

実験3 間のはり金がU字型の場合

【結果】

- ・曲げたはり金の外側にだけ砂鉄がつく。
- ・平面で観察すると、内側に砂鉄がないところがある。
- ・内側にN極からはり金真ん中に向かう線が見える。→はり金を少しずつ曲げながら、線の変化を見てみた。

【追実験・結果】

- ・90°に曲げたくらいから、2つのぼうじしゃくのN極から出る線が、内側でぶつかってしりぞけあい、2方向に分かれている。
- ・90°以上曲げると、はり金の内側近くの砂鉄がなくなって、N極からはり金の真ん中へ向かう線が見えた。

【考察】

- ・砂鉄も鉄なので、ぼうじしゃくについた砂鉄は小さなじしゃくになっている。
- ・はり金の内側に砂鉄がないのは、内側がN極になっていて、砂鉄のN極としりぞけあっているから。
- ・はり金の外側には砂鉄が外側に向かってついているので、はり金の外側もN極になっている。
- ・U字型に曲げたはり金は、はり金のまわりがN極、中がS極になっていると考えられる。

実験2 間にはり金が2本の場合

【結果】

それぞれのはり金の先に同じ量の砂鉄がついて、はり金の先はしりぞけあった。

【考察】

それぞれのはり金の先は、じしゃく側がS極、反対の先は同じ力のN極になっている。

間にはり金が3本の場合

【結果】

はり金のつなぎ目にたくさん砂鉄が集まり、真ん中のはり金全体に少量の砂鉄がついた。

【考察】

両はしのはり金が同じ力のじしゃくとなり、真ん中のはり金に同じ力のN極の力が加わって、N極とS極がたて方向にならんでいる！！

感想

今年は、実験方法を工夫して良かったことで、去年わからなかった、はり金全体にじしゃくの方ができる、ということが分かった。何回も実験をくり返し、砂鉄のつく場所、つき方、つく量を確かめ、はり金の中の小さなじしゃくを考えることで、はり金の本当のN極とS極を見つけることができた。予想より、とても小さな世界のことだったので、はり金の中の小さなじしゃくが見えたら良いなと思った。

今後の課題

- ・立体観察装置がにごっていて、上からの観察ができなかったのも、もっと良く見える装置を作りたいと思う。
- ・曲げたはり金について、もっとくわしく調べる必要がある。

《研究作品のポイント》

○ 工夫した点

- ・ 去年より、砂鉄の付き方をもっと正確に観察するために、じしゃくにサランラップをまいて、はり金に直接砂鉄をふりかけた。
- ・ じしゃくの力を立体的に観察するために、ペットボトルの中にサラダ油、砂鉄を入れ、はり金を固定して、立体観察装置を作った。
- ・ 立体観察装置を作るのに、砂鉄がすぐにしずまないように、サラダ油を使った。
- ・ はり金をU字型に曲げたときにできる砂鉄の線を調べるために、はり金を少しずつ曲げながら、砂鉄の動きの変化を確認した。
- ・ 砂鉄の付き方や砂鉄の線を分かりやすくするために、図を使って表した。

○ 分かった点

- ・ 間にはり金1本をはさんだ場合、はり金全体に砂鉄が垂直に立って付くことから、はり金の中の極はたて方向に並んでいると考えられる。
- ・ 間にはり金が2本の場合、理科の時間で習った通り、はり金のじしゃく側の先がS極、反対の先は同じN極の力になっているので、しりぞけ合う。
- ・ 間にはり金が3本の場合、はり金のつなぎ目にたくさん砂鉄が集まり、真ん中のはり金全体に砂鉄が付いたことから、両はしのはり金は同じ力のじしゃくになり、真ん中のはり金は、はり金1本の時と同じ、極が縦方向に並んでいると考えられる。
- ・ 間のはり金をU字型に曲げると、曲げたはり金の外側にだけ砂鉄が付き、はり金の内側にN極からはり金の真ん中に向かう線が見えるが、はり金近くで砂鉄が無くなる部分があることが分かった。これは、砂鉄も小さなじしゃくとなり、はり金内側と砂鉄が同極でしりぞけ合っているから。砂鉄の動き、付き方から、はり金のまわりがN極、中がS極になっていると考えられる。

○ もっと追究したい点

- ・ 立体観察装置がにごっていて、角度によって見えなかったなので、もっとよく見える装置を作って観察したい。
- ・ 曲げたはり金について、もっとくわしく調べたい。

《審査評》

2つのN極間の針金が、どの位置に何極が生じるかという疑問を抱き、針金の本数を変えたり、砂鉄の分布を立体的に観察できる装置を作って実験を行ったりしながら、考察を深めてまとめた昨年度からの継続研究である。針金の極の生じ方についての疑問を解決するために、予想をしながら様々な実験を行い、表現を工夫しながら自分なりの考察をして深く追究している優れた作品である。

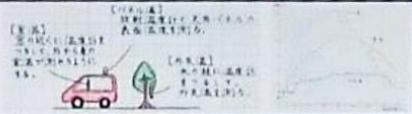
《研究作品の概要》

温度変化の要因と調節方法の研究 ～ポータブルクーラーの開発～

呉市立広中央中学校 1年 合田恵麻

1. 研究の動機

夏になると車の中はととても暑くなっていて、実は外よりも暑いのではないかとも思っていた。車の中の温度が外よりも高くなることを疑問に思い、温度が変わる要因を研究することにした。また、温度を調節する方法を研究し、応用としてポータブルクーラーを試作してみることにした。



2. 研究の目的

- 物体の温度が変化する要因を明らかにする
- 物体の温度変化を調節する方法を見つける
- ポータブルクーラーの開発

3. 温度変化の要因に関する研究

(1) 実験方法【実験1～6, 8, 9】

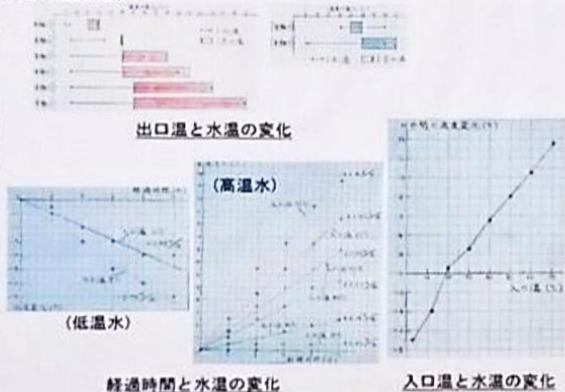
- プラスチック容器とシリコンチューブで熱交換器を作る。



- シリコンチューブに異なる温度の水を流した時のプラスチック容器内の水温(初期温度 20℃)の変化を測定する。

| 実験No. | 9 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
|--------|-----|----|----|-----|----|----|----|----|--|
| 入口温(℃) | 3 | 12 | 23 | 30 | 40 | 50 | 61 | 71 | |
| 水温区分 | 低温水 | | | 高温水 | | | | | |

(2) 実験結果



(3) 実験結果のまとめと考察

- シリコンチューブを通った後の出口温はプラスチック容器内の水温に近づくように変化している。
 ⇒ 水温が高い方から低い方に熱量が流れており、受け取った方は温度が上昇し、渡した方は温度が下降する。
- プラスチック容器内の水温変化は経過時間に比例している。
 ⇒ シリコンチューブを通して流れる熱量は一定になっている。
- シリコンチューブ入口温とプラスチック容器内の水温の差が大きい方がプラスチック容器内の水温の変化が大きい。
 ⇒ シリコンチューブを通してプラスチック容器内に流れる熱量は温度差に比例している。

6. 研究の成果と感想

- 物体の温度変化は熱量を受け取ると高くなり、渡すと低くなるので、渡す熱量の大きさを変えれば温度を調節できることが分かった。
- 試作したポータブルクーラーは涼しいと感じるまで、温度を下げることはできなかったため改良していきたい。

4. 温度調節の方法に関する研究

(1) 仮説

シリコンチューブを通してプラスチック容器に入ってくる熱量と出ていく熱量の大小関係がプラスチック容器内の水温の変化と関係している。

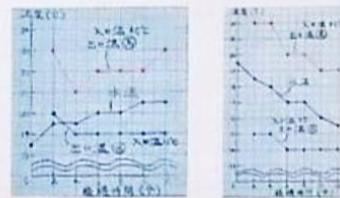


(2) 実験方法【実験13, 14】

- 自作の熱交換器を使う。
- シリコンチューブに高温水と低温水を同時に流しプラスチック容器内の水温(初期温度 20℃)の変化を測定する。

| 実験No. | 13 | 14 |
|-------|-------------------|----------------|
| 入 高温水 | 40℃(変化率 +0.57℃/分) | |
| 口 低温水 | 12℃ | 3℃ |
| 温 | (変化率 -0.48℃/分) | (変化率 -0.75℃/分) |
| 予想 | 上昇 | 下降 |

(3) 実験結果



(4) 実験結果のまとめと考察

- 実験結果は予想と一致した。
 ⇒ 入出する熱量の大小関係が水温の変化に影響する。

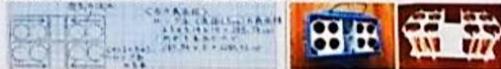
5. ポータブルクーラーの開発

(1) 空気温を下げるアイデア

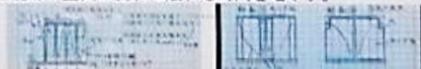
- クーラーボックス内にファンを入れて空気の流れを作る。



- 低温部が空気の流れに触れる面積を増やす。



- 低温部が空気の流れに触れる時間を増やす。



(2) 試験結果

1時間で5～6℃程度の車中の気温冷却効果を確認できた。



《研究作品のポイント》

○ 工夫した点

- ・実験装置を 100 円ショップで見つけたプラスチック容器と、ペットショップで見つけたチューブやコックなど、なるべく身近に手に入るもので作ったこと。
- ・コックのハンドルの角度で水の流れる量が変わったので、角度が分かる目盛りも実験装置に取り付けたこと。

○ 分かった点

- ・実験結果から、容器から出ていく熱量と入ってくる熱量は温度差に比例し、容器内の温度変化は容器に出入りする熱量の大小関係で決まることが分かった。

○ もっと追究したい点

- ・試作したポータブルクーラーはあまり性能がよくなかったので、すずしく感じられる温度まで気温を下げられるように改良していきたい。

《審査評》

夏場に車内が高温になることをきっかけに、自作の熱交換器を用いた実験を通して物体に出入りする熱量について考察するとともに、ポータブルクーラーを自作して車内の温度を低下させる挑戦をまとめた作品である。熱交換器の仕組みや熱の移動について、粘り強く定量的な実験を通して理解を深めるとともに、製作活動を通して実生活での活用に挑戦している極めて優れた作品である。

《研究作品の概要》

カニの陸への移行とエラ数の関係

広島学院中学校 2年 石川直太郎 加納怜 田上福人

背景と目的

「陸上生活をするなかまは、エラ数の減少が当然考えられる。」(三宅1970)とあるが、一覧表のほとんどが8対であり、また南方系の種が含まれていなかった。そこで南西諸島に遠征し、精査した。また、一部のカニは「鰓室内に血管にとむ膜状のふさ(vascular tufts;以後v. t.とする)を持ち、空気呼吸を可能にしている。」とあったので、これも調べた。さらに、エラ数の減少と乾燥耐性に相関があると考え、耐性実験も行った。

材料

I エラ数を数え、生息環境とエラ数の関係を調べる。

観察した種

スナガニ上科 17種 イワガニ上科 20種
ワタリガニ上科 2種 カラッパ上科 1種
サワガニ上科 1種 イワオウギガニ上科 3種

II インターバル撮影によって、吸水の頻度を計り乾燥耐性を調べる。

対象種 スナガニ上科 5種 イワガニ上科 8種

結果

干潟のカニにおけるエラ数の一覧

| スナガニ上科 | イワガニ上科 | ワタリガニ上科 |
|---|--|---|
| ハクセンシオマネキ シモフリシオマネキ オキナワハクセンシオマネキ | オカガニ | イシガニ ミナミベニツツガニ |
| シオマネキ ヒメシオマネキ ミナミヒメシオマネキ ルリマダラシオマネキ ベニシオマネキ ヤエヤマシオマネキ リュウキュウシオマネキ コメツキガニ チゴガニ | クロベンケイガニ アカガニ カラベンケイガニ ユビアカベンケイガニ オキユビアカベンケイガニ フタバカガニ ハリイワガニ ミナミイワガニ オオカクレイワガニ オキイワガニ モタズガニ アシハラガニ タイワンアシハラガニ ヒメアシハラガニ ミゾアシハラガニ ケフサイソガニ ヒライソガニ ハマガニ イソガニ | カラッパ上科 ソデカラッパ |
| ツノメガニ スナガニ | | サワガニ上科 サワガニ |
| ヤマトオサガニ ヒメヤマトオサガニ ヨコシオサガニ | | イワオウギガニ上科 クマドリオウギガニ カノコセビロガニ イソオウギガニ |
| 4対 | 6対 | 7対 8対 9対 |

入れ子状のエラ

スナガニ属2種は5、6番目のエラが1枚ずつ互いに入り組んでいた(未発表)。
⇒「入れ子状のエラ」と仮称



v.t.の観察

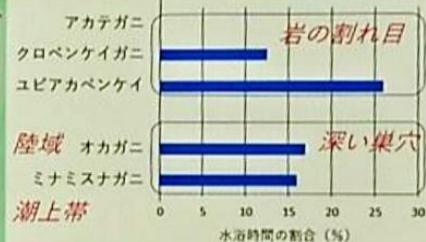
陸上へ進出した種を中心に調べた結果、多くがv. t.をもっていた。



ミナミスナガニのv.t.

乾燥耐性実験

- ・アカテガニ、クロベンケイガニ、ユビアカベンケイガニはこの順で高い位置に生息しており、水浴した時間と相関があった。
- ・オカガニ、ミナミスナガニは水辺から遠いところに生息するが、水浴時間は長かった。



考察

多くの種のエラ数が8対となっており、これが基本数だと考えられる。イワガニ上科では水際から離れたところに棲むハマガニやオカガニがエラ数が少なかったが、基本数前後であった。しかしスナガニ科、コメツキガニ科では減少の傾向があり、潮間帯上部に生息することと関係がある。特にシオマネキ類のエラ数は4、6対と少ない。ツノメガニ、スナガニ、ミナミスナガニのエラは

5、6番目のエラが入れ子状になっていた。これは7対から6対への移行段階かもしれない。耐性実験は潮間帯上部に生息するカニほど乾燥に適応していることがうかがえたが、オカガニ、ミナミスナガニでは、予想外に水浴の時間が長かった。これは湿度の保たれた深い巣穴の中で生活することと関係しているかもしれない。

今後の課題

カニが、いかにして陸上へ進出できたかを、v. t.の発達具合を詳細に調べ、空気呼吸への移行についても研究したい。また、カニの形態、行動も関係していると考えられるので、調べたい。

《研究作品のポイント》

○ 工夫した点

- ・ 研究材料を集める際、独自の竿を作った。これによって警戒心の強いスナガニ類の採集を効率よく行うことができた。
- ・ 説得力ある写真を撮影するために、接写技法を学び、被写界深度を深くしたりバックの処理など工夫した。

○ 分かった点

- ・ 過去の文献で調べられていなかった沖縄県産の材料を精査したところ、スナガニ類ではエラの基本数である8を下回るものたくさん現れた。これは文献で予言されていたとおりであり、それをわれわれが実証できた。つまり、進化とともに陸上へ進出するにつれてエラ数が減少することがはっきりした。

○ もっと追究したい点

- ・ エラの体積または重さと体重の関係の相関を調べ、エラの退化の度合いを数字で定量的に捉えたい。

《審査評》

学校の先輩と共に昨年までのカニの「吸水毛」について研究を行った。その経験から、今年度は新たにカニのエラに注目し、カニの進化の過程と陸上への適応にテーマを定めて研究を行うことにした。手法は極めて単純であるが、こまめに観察をすることで、これまで知られていない学術的にも貴重な発見をしている。研究初年であるが、継続する意欲も高く、今後の発展も期待できる極めて優れた作品である。

《研究作品の概要》

アメンボの走光性と生態

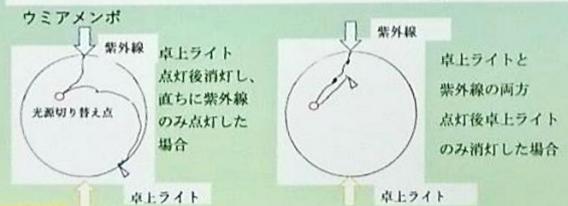
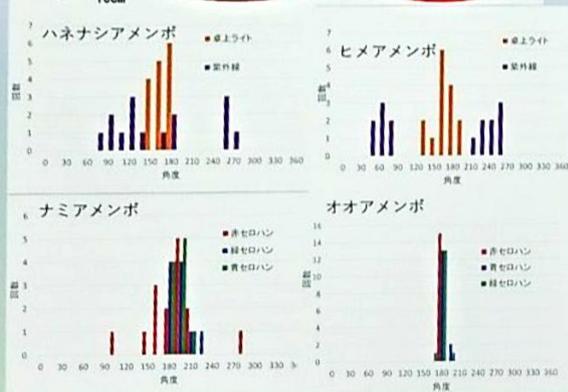
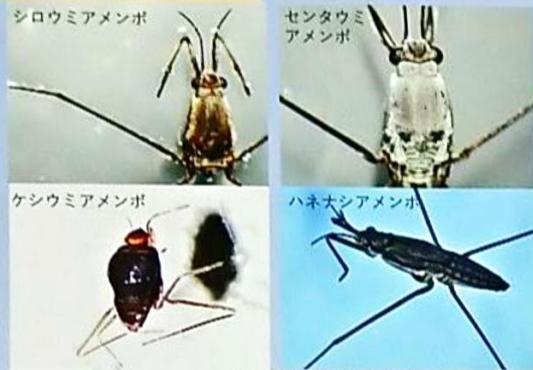
ノートルダム清心中学校 3年 奥原真理子 小畑畿枇

動機

ナミアメンボは正の走光性によって明るい水面を見つけ、季節による正～負への切り替わりがあるらしい。その他の種ではどうなるのか興味をもった。

第1章 走光性

材料・方法・結果



考察

5月に採集したハネナシアメンボ、ヒメアメンボはばらつきが見られたことから、5月末は正の走光性が失われつつある時期であると考えられる。

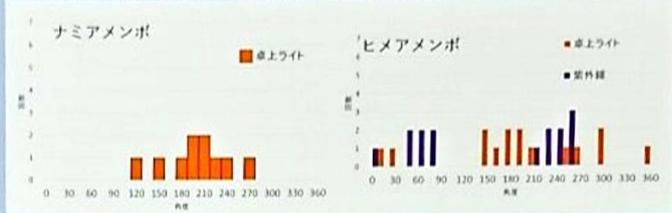
セロハンの実験では、青や緑に多く進んだことから、空の色に近い光をよく認識していると考えられる。

ウミアメンボでは、紫外線に極めて有効な刺激となっていることからウミアメンボでは可視光線より紫外線を感知する受容体を多く持っていると考えられる。

第2章 走光性の逆転

方法と結果

白い紙の中に貼った段ボールの中に水槽を入れ、アメンボを入れる。デジタルタイマーで7時間「明」、17時間「暗」に設定する。その状態を1週間続ける。



考察

卓上ライト、紫外線の場合、ナミアメンボとヒメアメンボは本来の強い正の走光性が崩れたことから、日照時間が減ることが刺激となり走光性に変化を生じ、冬眠に適した行動をとると考えられる。

第3章 洗剤の濃度と孵化

方法と結果

6つのシャーレにそれぞれ水道水、洗剤を10倍から段階的に100000倍に薄めた水(20cc)を入れる。孵化前の卵13個入れ、その状態を1週間続ける。



考察

1000倍以上に薄めると、孵化には影響がないと思われる。孵化の途中で洗剤の影響が出たため、ほとんどの個体で足を抜く前に力尽きていたり、ほとんどが卵の中で死んだり、卵から上半身を出したとたんに死んだりしていた。

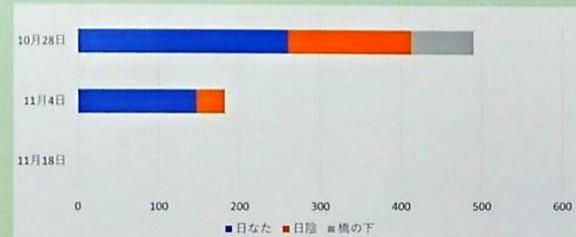
考察

孵化に洗剤が影響した。

第4章 走光性の逆転の時期

方法と結果

アメンボの生息している池を探し、アメンボの数を数える。時刻や日にちをずらして同じ場所で繰り返し測定する。



考察

10月28日から11月4日にかけて個体数は38%に減っていた。11月18日は全く見られなかったため、11月18日までに冬眠のための移動を終えたと考えられる。このことから、11月上旬に走光性が正から負へ切り替わると考えられる。

《研究作品のポイント》

○ 工夫した点

- ・アメンボの走光性の実験を行う際に、独自の実験装置を組み立てた。また、明暗条件を設定するために、デジタルタイマーを利用した。

○ 分かった点

- ・アメンボの走光性は種類によってまた時期によって異なる。冬眠（夏眠）前には走光性が正から負へと切り替わることで、水面から地中に移動すると考えられる。片方の眼を覆うと、反対方向に曲がって進む。これは両方の眼で光を均等に得ようとする反射であり、結果的に光源の方向に移動することができることを裏付けている。

○ もっと追究したい点

- ・光の種類による走光性の違い、種による走光性の違いなど。また冬眠中のアメンボをまだ発見していないので、冬季に搜索したい。さらに、空中を飛翔中のアメンボを撮影したい。

《審査評》

昨年度から継続して、アメンボの走光性に興味を持ち研究を続けている。自分達なりの仮説を立てて、長期間の継続的な観察と実験に基づく研究成果をまとめたものである。アメンボの走光性について疑問を解明しようと長期間にわたる観察や実験を行い、さらに新たな疑問を見付け探究を続けている。実験方法を工夫しながら継続的な研究を行い、発展させているという点で極めて優れた作品である。

《研究作品のポイント》

○ 工夫した点

- ・表面波及び水面の歪みを可視化するためにモアレ法を用いた。
- ・モアレ法によって得られた画像を処理する方法を考案した。
- ・あらゆる仮説を立てひとつずつ丁寧に検証した。
- ・油に対する愛をもち、油のようにべったりと粘り強く向き合い続けた。

○ 分かった点

- ・水面上で惹きあう2つの油滴の運動は、①滴下直後の高速運動、②等速での接近運動、③合体直前の加速運動、の3段階に分けられ、それぞれ、①表面波説、②マランゴニ説、③水面の歪み説、の3段階運動説で説明できることが分かった。

○ もっと追究したい点

- ・シャーレ内の温度差が発生した原因
- ・油滴の迷走や接触するまでの時間のばらつきが起こる原因
- ・水面上での空気の対流について
- ・油滴がまさに合体するときの様子について
- ・境界条件の影響について

《審査評》

ラーメンのスープに浮いた複数の油滴が集まる様子に疑問をもち、シャーレ内の水面上の2つの油滴の合体実験を通して、油滴に3段階の運動があることや複数の仮説を設定して粘り強く検証した作品である。文献調査から追究課題を設定し、自作の実験装置で精密な実験を行い、仮説を設定しながら論理的に考察している極めて優れた作品である。

《研究作品の概要》

穴付き端による音の反射遅延

広島県立府中高等学校2年 豊田一萌

1. 背景・目的

本校理研部の甲斐は昨年度の研究で、管の開口端での音の反射位置は開口端の少し外側になるとしている。私は穴の開いた端（「穴付き端」と呼ぶ）ならどうなるか疑問に思い探究した。その結果、穴付き端での音の反射の性質が明らかになり、開口端補正の意味を考察できた。

2. 穴付き端からの反射波の特徴と反射遅延距離

実験① 単反射法

これは図2-1のように音源からパルス音を出し、P端からの反射音の特徴を調べる。P端が開口端、閉口端、穴付き端の場合についてそれぞれ調べた。

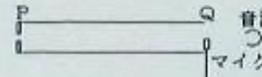


図2-1 単反射法

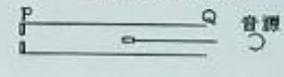


図2-2 復反法

実験①の例と考察 測定例を図3-1~3-4に示す。すべて横軸は1目盛り2msである。



図3-1 Pが開口端

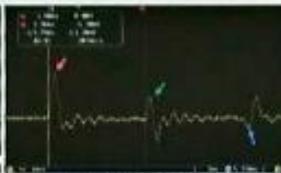


図3-2 Pが閉口端



図3-4 Pが穴付き端(2r=2.4cm)



図2-4 穴付き端の例

穴付き端では固定端反射(平板部分からの反射、緑矢印)と自由端反射(穴部分からの反射、黄矢印の両方が起こる。

実験② 復反法

これは図2-2のように管内にマイクを入れて行う。音源から管内に入った音は両端で反射を繰り返して、1往復ごとにマイクを同じ向きから通過する。その周期Tを測定し管内の音の走行距離を求める。複数周期を測ることで、1周期あたりの測定誤差を小さくできる。本研究では音はH点、S点で反射を繰り返しながら図2-5のように進むというモデルで考察する。 $\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2$ を本研究では「反射遅延距離」と呼ぶ。 Δx は次式で算出できる。

$$\Delta x = L' - L = v \times T / 2 - L \quad (v: \text{音速} \quad T: \text{1往復の時間})$$

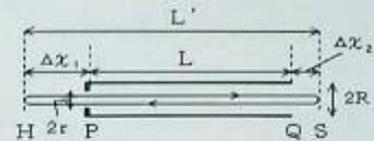


図2-5 音の伝搬モデル

実験②の例と考察

測定例を図4-1、4-3に示す。横軸は1目盛り20msである。穴付き端では固定端反射と自由端反射の両方が起こるが、反射を繰り返すと固定端反射の波は減衰し自由端反射の波として収束することがわかる。また、内径や長さの異なる管を使って実験し、反射遅延距離 Δx は式(1)を満たすことがわかった。管の内径2Rが同じなら穴が小さいほど Δx は大きい、穴径2rが同じなら管の内径2Rが大きいほど Δx は大きい。

さらに実験を工夫し、P端(穴付き端)の反射遅延距離 Δx_1 はQ端(開口端)の反射遅延距離 Δx_2 より格段に大きいこともわかった。



図4-1 Pが開口端



図4-3 Pが穴付き端(2r=3.0cm)

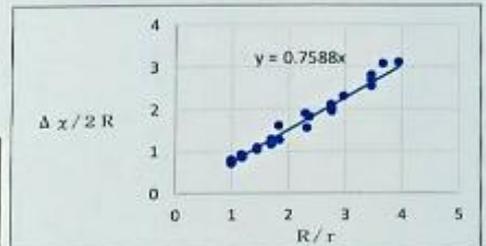


図6-2 $\Delta x/2R$ と R/r

$$\frac{\Delta x}{2R} = 0.76 \times \frac{R}{r} \quad \dots (1) \quad \left[\begin{array}{l} 2R: \text{管の内径} \\ r: \text{穴の半径} \end{array} \right]$$

3. 開口端補正と反射遅延距離

実験⑤ 共振振動数と開口端補正の測定

図8-1のように、共振状態の管内でマイクを移動して腹の位置を特定し、P側の開口端補正 Δx_1 とQ側の開口端補正 Δx_2 を算出した。

実験⑤の結果 測定例を表4に示す。

表4 管3 (2R=8.3cm, L=100.2cm), 穴径2r=4.9cm

| | 反射遅延距離 | 共振振動数 | 開口端補正 | Δx_2 (cm) | Δx_1 (cm) |
|------|-----------------|-------|-----------------|-------------------|-------------------|
| | Δx (cm) | (Hz) | Δx (cm) | | |
| 10.5 | 314 | 9.44 | 2.682 | 2.62 | |
| | 473 | 9.16 | 3.645 | 2.75 | |
| | 633 | 8.66 | 4.581 | 2.51 | |
| | 796 | 8.06 | 5.565 | 2.45 | |

開口端補正 Δx は反射遅延距離 Δx より少し小さいがかなり近い値である。高倍音になるほど Δx は小さくなり、 Δx との差が広がっている。また開口端補正は穴付き端P側(Δx_1)が開口端Q側(Δx_2)より格段に大きい。反射遅延距離と開口端補正は類似している。

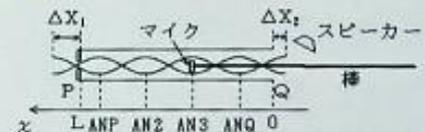


図8-1 共振振動数と腹位置の測定

4. 反射遅延距離と開口端補正の関係の考察

反射遅延距離と開口端補正は類似しているが同一ではない(後者が少し小さい)。仮想反射位置H、Sと仮想腹位置C、Dが一致しないからである。高倍音になるほど仮想腹位置は仮想反射位置より内側になる。ところで、音が穴から管外の反射位置Hまで進んで反射してまた穴から管内に戻り反射を繰り返すとは到底考えられない。(例えば2r=2.4cmの穴付き端では $\Delta x_1=20.1$ cmである。20.1cmも進んでまた穴から管内に戻り反射を繰り返すはずがない)。以上から、穴付き端の開口端補正の原因は穴付き端での反射における時間遅延である、従って穴付き端に限らず一般に、開口端補正の本質は反射における時間遅延であると推測できる。



図10-1 音の反射と開口端補正

5. 成果と課題

- 穴付き端では、音は自由端反射(穴部分からの反射)と固定端反射(平板部分からの反射)の両方の反射をする。しかし、反射を繰り返しながら管内を音が行き来すると、固定端反射の音波は減衰し、穴付き端は自由端として収束する。
- 反射遅延距離 Δx は一般に式(1)を満たす。
- 反射遅延距離と開口端補正は類似しているが一致するとは言えない。仮想反射位置と仮想腹位置が一致するとは言えないからである。高倍音になるほど仮想腹位置は仮想反射位置より内側になる。
- 開口端補正の本質は反射における時間遅延である。

参考文献 ①『管内の凹凸と音速変化や音の吸収』 広島県立府中高等学校理研部 甲斐梨花(2018)

②例えば『気柱の振動 わかりやすい高校物理の部屋』 (<http://www.wakariyasui.sakura.ne.jp/p/wave/koyuu/kityuu.html>)

《研究作品のポイント》

- 工夫した点
 - ・多くの穴付き端を自作して測定を繰り返した。
 - ・単反射法，反復反射法という2つの測定方法を使い分けて，端の種類による反射波の特徴や音の往復時間を明らかにした。

- 分かった点
 - ・穴付き端では音は自由端反射と固定端反射の両方をするが，反射を繰り返しながら管内を音が行き来すると，穴付き端は自由端として収束する。
 - ・穴付き端における反射遅延距離と穴径，管の内径の関係を導いた。
 - ・反射遅延距離と開口端補正は類似しているが同一ではない。
 - ・開口端補正の原因は反射における時間遅延である。

- もっと追究したい点
 - ・開口端では音が反射する際に，どうして時間が遅延するのかを明らかにする。

《審査評》

音の反射位置が開口端の外側になることに関する昨年度の所属校理研部の研究を基に，閉口端に穴が開いた「穴付き端」での音の反射位置がどうなるかについて，研究を進めた作品である。先行研究から追究課題を設定し，緻密で理論的な基盤の上に自作の実験装置で精密な実験を行い，論理的に考察している極めて優れた作品である。

《研究作品の概要》



柑橘類摂取時の発汗に関する研究

広島女学院高等学校 2年 内田明寿美

1. 研究の背景

広島女学院高等学校の先生が、柑橘類摂取時に鼻の詰まりから発汗することに関心されていることを聞いた。発汗は、一般的に過熱負荷に際して現れる温熱性発汗と、精神緊張や情緒興奮によっておこる精神性発汗、味覚刺激によって起こる味覚性発汗の3種類に区別されると言われている。このうち、本研究で鼻詰を当てた柑橘類摂取時の発汗は、味覚性発汗に分類されると考える。酸味や柑橘類による味覚性発汗の原因はまだ明らかとなっておらず、本研究では、柑橘類摂取時の特異的な発汗の原因解明、特に柑橘類に含まれるどの成分が特異的な発汗に作用するのかを5つの実験をもとに検証した。実験1より、特異的な発汗は柑橘類を食べた時だけでなく、嗅ぐことによって生じる発汗することが分かった。酸味と嗅覚は非常に類似しているため、その後は、成分組成が類似しているレモン精油等を用いて、柑橘類を嗅ぐことによって生じる発汗に鼻点を置いて研究を進めた。

2. 柑橘類による発汗の実態調査

柑橘類摂取時の発汗について概要を把握するために、広島女学院高等学校の生徒、中学1年生から高校3年生の女子計1253名に対してアンケートを実施した。柑橘類により発汗すると答えた生徒は、全体の2%に相当する26名であった。Fig.1に示す通り、レモンやグレープフルーツによって発汗すると答えた生徒が多かった。



Fig.1 発汗を誘発する柑橘類

3. 発汗の定性分析I～ヨード紙法～(実験1)

発汗の定性分析で頻りに使用されるヨード紙法を用いて実験を行った。対象の柑橘類の断面を採取して1分間待たせ、発汗を確認した。



Fig.2 ヨード紙法による発汗の定性測定

柑橘類による発汗を実験的に確認することができた。また、柑橘類の種類によって発汗量が異なることが分かった。これはそれぞれの柑橘類に含まれる成分、または成分の量の違いによると考えられる。これは、匂いを嗅いだ時にも同様の結果であった。

4. 発汗の定性分析II～サーモグラフィ法～(実験2)

柑橘類を摂取して発汗が生じる際に、鼻の辺りが温かくなるという被験者の話をふまえ、人の肌の表面温度を色で示すサーモグラフィを使用して実験を行った。

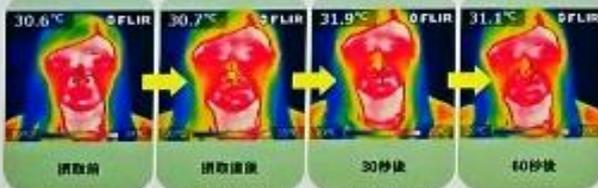


Fig.3 レモン摂取時のサーモグラフィ画像

Fig.3に示すように、被験者の鼻の色が赤から黄色に変化していることが分かる。これは、鼻の表面温度が上昇するだろうという予想に反し、被験者の鼻の表面温度が下がっていることを示しており、発汗により冷却効果が得られたことが原因であると推測される。よって、柑橘類の匂いを嗅ぐことによる発汗が実験的に確認できた。

5. 発汗の定量分析～肌水分計～(実験3)

実験1、2は定性的な分析方法であり、発汗量を比較することができない。そこで、皮膚表面の平均的な含水率が得られる肌水分計を用いて定量的に発汗を測定した。レモンとレモン精油を嗅ぎながら10秒ごとに2分間肌水分量を測定した。(計測データを解析した結果をFig.4、Fig.5中のPで示す。Pの値が小さいことは、対象物によって発汗したことを示している。)

Fig.4、Fig.5に示すように、何秒もしていない時の肌水分量(青色)は2分間一定であるのに対し、柑橘類を摂取した時の肌水分量(オレンジ色)は時間経過とともに増加している。何秒もしていない時の肌水分量に対してレモンを嗅いだ時の肌水分量には有意な差、つまり発汗がみられる。

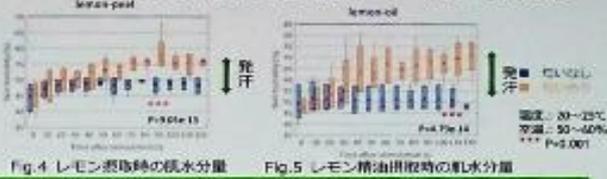


Fig.4 レモン皮摂取時の肌水分量 Fig.5 レモン精油摂取時の肌水分量

6. 成分分析(実験4)

柑橘類による発汗の原因成分特定のため、柑橘類の成分分析をガスクロマトグラフィーを用いて実施した。

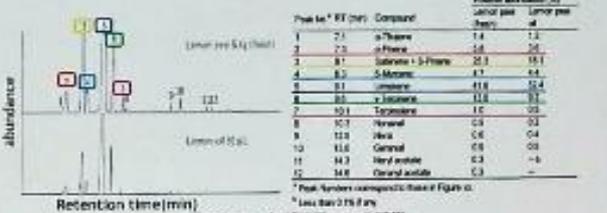


Fig.6 ガスクロマトグラフィーの結果

レモンとレモン精油は定性的に同等の組成を持つことが分かった。レモンには多い順番に、limonene, sabinene+β-pinene, γ-terpinene, α-pinene, β-myrcene, α-thujene, terpinolene が含まれていることが分かった。

7. 原因成分の特定(実験5)

実験4より、6つの成分(α-pinene, β-pinene, limonene, terpinolene, γ-terpinene, β-myrcene)を選択し、それぞれの成分を嗅ぎながら10秒ごとに2分間肌水分量を測定した。

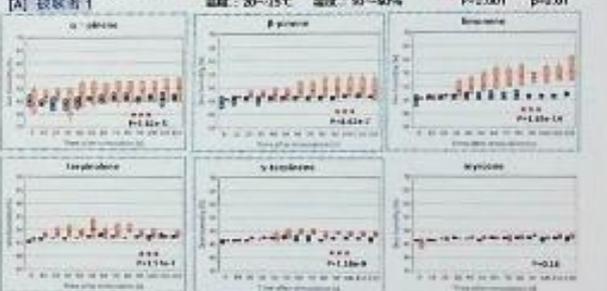


Fig.7 被験者1 単一成分摂取時の肌水分量

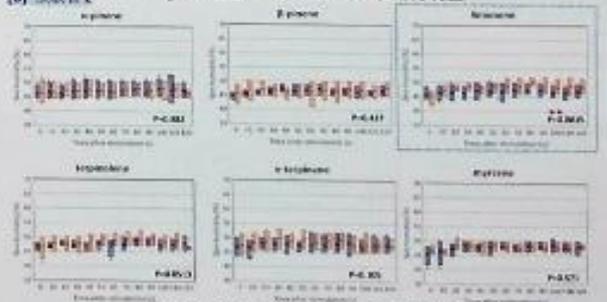


Fig.8 被験者2 単一成分摂取時の肌水分量

被験者1は myrcene 以外の5つの成分+環境トルベン系酸化水素による発汗が確認された。被験者2は limonene のみによる発汗が確認された。

8. 結論

実験5より、被験者1において limonene による発汗量が最も多く確認されたこと、被験者2において limonene のみによる発汗が確認されたことにより、柑橘類摂取時の特異的な発汗の主な原因成分は limonene であると考えられる。発汗の原因成分の数の違い、limonene 摂取時の発汗量の差より、人それぞれ原因成分が異なり、柑橘類や成分に対する作用レベルが異なると考えられる。また、単一物質を混合した時の発汗の相乗効果が示唆された。

《研究作品のポイント》

○ 工夫した点

- ・発汗を定性的ではなく定量的に測定することができる肌水分計を用いることで、単一物質に対する発汗量を比較した点。
- ・既に成分が明確となっているレモン精油を実験に用いた点。
- ・人体実験であること、また、再現性を高めるため、複数回のデータを取り、分析をかけた点。

○ 分かった点

- ・柑橘類による特異的な発汗の原因物質は人によって異なるが、主に挙げられるのはリモネンであること。
- ・柑橘類に対する感受性は人によって異なること。

○ もっと追究したい点

- ・今回の実験は、単一成分ごとの分析であったので、これらを混合したときに発汗量が変化するかを検証したい。
- ・嗅上皮で、柑橘成分が受容されてから発汗が起こるまでのメカニズムを明らかにしたい。

《審査評》

柑橘類を食べると鼻から汗を分泌するという学校の先生の話に興味をもったことから、柑橘類摂取時の発汗の原因物質について調べてまとめたものである。日常生活に存在する課題の解決に貢献することを目指し、仮説を立て、適切な検証実験を行い、論理的に考察している、極めて優れた作品である。

《研究作品の概要》

イシマキガイの不思議な生態

ノートルダム清心高等学校1年 佐藤希音・清水まこ



動機・目的

イシマキガイは感潮域の上部に生息する巻貝である。一般に貝類の幼生は浮遊生活を送るため、本種の幼生は海域に流されるはずだ。この幼生がどのように成体の生息域に達するか興味を持った。

I コドラート調査

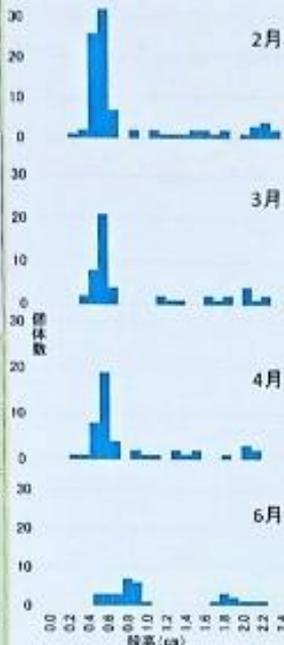
イシマキガイの成長の様子を捉え、寿命を推測する。

毎月下旬に一定区画にいるイシマキガイを採集し、個体数・殻高を記録する。



2・3月に小個体数が上限に達しており、この直前に新規個体群が参入したと言える。その後、個体数が減少したのは自然死や捕食などの要因が関わっているだろう。

小個体群は4月から6月に成長している。変温動物であるイシマキガイは、水温の上昇したこの頃に、餌を食べ始めたことで成長したのだろう。ただし、イシマキガイの成長は極めて遅く、大きく成長するには年月がかかると考えられる。



II 表面張力

イシマキガイはどのようにして海から遡上するのか？



水面の裏側に懸垂しようとする様子は見られたが、実験に使用したイシマキガイの体重が重かったため、水面懸垂できなかった。一方、ヒラマキミズマイマイは足を徐々に広げ、水面懸垂した。

IV エアレーション実験

イシマキガイは酸素を好むのか。



左から水道水、沸騰水、エアレーションを付けた水道水を置く。

水道水では少数、沸騰水では大部分のイシマキガイが水面上に上がるが、エアレーションでは全く上昇しなかった。このことから、イシマキガイは、酸素の少ない場所にいるとき、酸素がある方向に向かおうとする性質があると考えるだろう。

IV 水槽実験

イシマキガイはどのような基質を好むのか。

砂上に置き、裏向きに設置する。



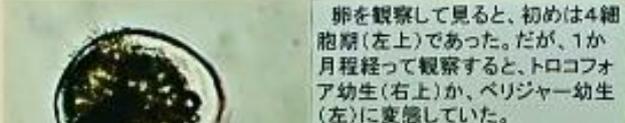
左上の写真のように他の個体の殻に付くことで表向きになり、石や壁の方に向かっていった。ただ砂に埋もれて、移動は通常より遅かった。このことから、イシマキガイは固い基質を好むと考えられる。歯舌は各列が扇形に広がり石の表面の珪藻類を食べるのに適応しており、餌のない砂地では生育できないと考えられる。

II 卵のうの解剖と発生の観察

結果



卵のうを剥がすと薄い膜があり、カプセル状であった。さらに、中には100個以上の卵が確認された。



卵を観察して見ると、初めは4細胞期(左上)であった。だが、1か月程経って観察すると、トロコフォア幼生(右上)か、ベリジャー幼生(左)に変態していた。卵は卵のうの中でプランクトンになり、初期発生までしているということが明らかになった。

まとめ

- ・2月までに新規加入群が登場し、6月ごろに成長していた。これは本種が変温動物であることと関係していると思われる。
- ・卵のうの中で発生するため、幼生が淡水の影響を受けない。
- ・本種は好酸素性生物であり、水の流れが速いところに分布しているために石から外れた卵のうが海域に素早く運ばれやすい。
- ・卵のうの中で孵化し発生が進むことで、卵のうから放出された幼生は直ちに拡散できるため、捕食されにくいと考えられる。
- ・本種は砂地を匍匐して遡上しないことが明らかになった。
- ・本種の遡上方法は懸垂移動だと考えられる。しかしながら、今回の実験では、確かめられなかったので引き続き調べていきたいと思う。

《研究作品のポイント》

○ 工夫した点

- ・コドラート調査で用いる方形枠を、塩ビパイプと買い物袋を用いて自作した。卵のうの解剖の際に、柄付き針を用いて石から剥がす方法を工夫し、習熟した。

○ 分かった点

- ・イシマキガイの卵は、卵のうの中で孵化を終えていた。幼生が卵のうの中で発生をはじめ、卵のうごと海に流され、海域で卵のうの裏側の膜が破れて幼生が放出されると予想した。幼生は淡水では生育できないので、稚貝になってはじめて親の生息域にもどると考えられるが、おそらく、水面の裏側に懸垂して満潮時に遡上すると考えられる。

○ もっと追究したい点

- ・幼生が海域で稚貝になり、それが親の生息域にいかにしてもどるのかを現地調査で明らかにしたい。

《審査評》

干潟観察会でイシマキガイのユニークな生態に関する話を聞いたことから興味をもった。文献で調べるうちに、イシマキガイの寿命や分布についての記述が研究者によってまちまちであることや、発生についての文献がほとんどないことに気づき研究対象に決めた。感潮河川に生息するイシマキガイは、分布や発生条件などが淡水域や海水域の貝類と比べて特殊である。その特殊な生態の一端を多角的・多面的に探究した点において優れた作品である。