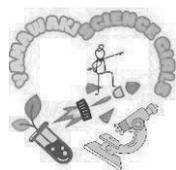


令和 6 年度
探究活動要旨集



令和7年3月
山脇学園



高校1年

研究題目	氏名			ページ
小豆の機能について	堀川 晃瑚	蒔田 心雪	眞島 陽菜	1
あなたに合うシャーペンは何？	松嶋 美優			2
折り紙と靴	佐藤 響葉			3
火星で最も効率が良い酸素の発生方法は？	呉 みんは			4
環境にやさしい海洋ごみ回収機械	都筑 奈央加			5
木から糸を作る～MDFの活用法～	安中 美乃	内田 陽菜		6
クモ糸の強化	神藤 柚香	北澤 光	木村 万葉	7
米の吸水量	小中 愛心			8
雑草の金属回収	濱田 悠那			9
植物の粘性がある液体の存在意義	出口 稜菜			10
新規モデル生物イバリアトゲイモリの飼育と観察	森野 咲			11
タコの吸盤の性質	高村 香凜	野口 真理	目崎 礼実	12
種の洗浄効果	久保木 菜々子	斉藤 友奏		13
茶葉は抗菌効果を示すのか	内村 琴子	遠矢 優衣	山崎 恵麻	14
追体験を利用したいじめの防止法	守屋 侑音			15
ドクダミの殺菌効果について	岸本 紗和	柳 羽菜乃	山崎 道瑠	16
熱と振動	木村 朝香	長渡 珠花	中村 咲希	17
パクチーの虫よけ効果	石毛 奈子			18
ハウセンカの花外蜜の秘密	伊東 瑠南			19
防災アプリ「Reafy」の開発	西沢 向日葵			20
摩擦を減らす	日下 愛菜			21
木炭と木酢液の活用法	福田 悠乃	松本 仁実		22
ロボットセラピーとゴミ拾いロボット	町田 奏実	矢野 紗那		23

氏名 堀川 晃瑚、蒔田 心雪、眞島 陽菜

1. 研究の動機

小豆のアイマスクという商品がある。これは電子レンジで加熱することで小豆内の水分が放出され、体を温めることができるものである。そこで私たちは小豆が使われている理由について「小豆には保水・保温機能が備わっている」と予想した。そこで小豆の保水・保温機能について研究を始めた。

2. 研究の目的

小豆の保水・保温機能の原理を解明し、廃棄野菜や雑草に応用することで、廃棄野菜や雑草を有効活用し、ゴミの削減に繋げる。

3. 実験方法

実験1【保水機能】

二枚の布で小豆を包み、ピーカーに輪ゴムで固定する。それを電子レンジで加熱する。加熱後 10 分ごとに 30 分間小豆、布、ピーカーそれぞれの質量を測定する。

水分の温存方法について二つの仮説を立てた。

- 1 水分を少しずつ放出している
 - 2 水分の放出→吸収を繰り返している
- どちらが正しいかを判断する。

実験2【保水機能】

実験1をより正確にする。

ピーカーに小豆、緑豆、大豆を入れ、それぞれに布を被せる。

それを電子レンジで加熱し、2 分ごと 30 分間で全体の質量を測定する。質量を測定する際に、ピーカーの側面に付着した水分をキッチンペーパーで拭う。

また、実験1と同様に仮説を検証するために、3種類の豆それぞれ同じ試料で試行を繰り返し、試行ごとに4時間以上(商品の記載に基づく)の時間を空けその間の水分量の変化を観測する。

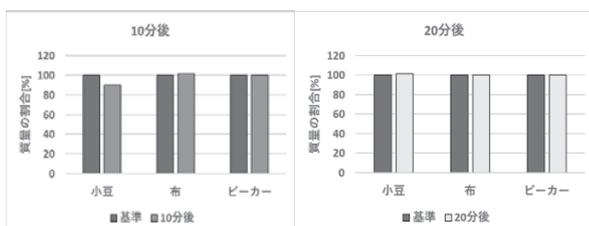
実験3【保温機能】

布で正方形の布の袋を4つ作り、それぞれに アイマスクの小豆(緑豆あり)、アイマスクの小豆(緑豆なし)、市販の小豆、市販の大豆を同じ量入れる。

それぞれを電子レンジで加熱し、5 分ごとに温度を測定する。

4. 結果

実験1 質量の割合の変化と時間の関係

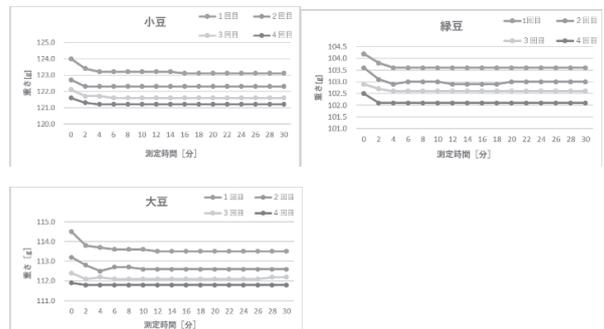


加熱から 10 分後、小豆の質量の割合が 10%減少し

た。

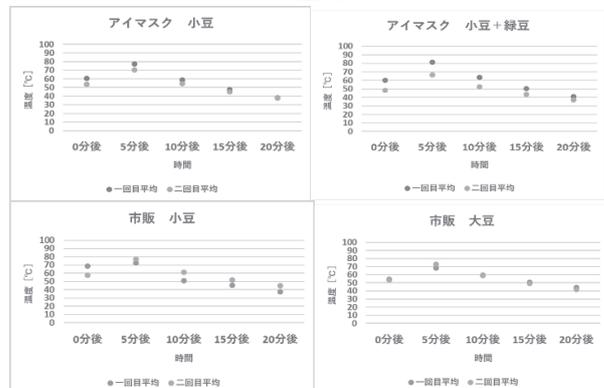
加熱から 20 分後、小豆の質量の割合が加熱前よりも増加した。

実験2 加熱からの時間と質量の関係



どの豆でも加熱回数を増やすごとに質量が減った。(初めの重さが異なっているのは、同じ豆を使ったためである。)

実験3 加熱からの時間と温度の関係



小豆と大豆の時間経過による温度変化において、同じような値が得られた。

緑豆が入ると、1 回目の加熱に対して 2 回目の加熱で温度が下がった。

5. 考察・今後の展望

保水機能について、実験2の結果より、小豆は水分の放出と吸収を繰り返すことで水分を温存していると考えられる。しかし、今回得られた結果は、そもそも保水機能が備わっていない場合にも同じ結果になるため確実に正しいとは言えない。

保温機能について、大豆には小豆と同程度の保温機能が備わっているが、緑豆には備わっていないと考えられる。しかし、小豆と大豆の両方にも保温機能が備わっていないが故に同じような結果になったという可能性も考えられる。

小豆の殻が保温・保水の役割を担っていると予想しているため、小豆の中身のみと殻付きで実験を行いたい。また、小豆に保水・保温機能が備わっているか否かを判断できるような実験を行いたい

6. 参考文献

- ・そだててあそぼう アズキの絵本 十勝農業試験場アズキグループ
 - ・すべてがわかる!「豆類」事典 加藤淳・宗像伸子
- <https://www.kobayashi.co.jp/brand/azuchika/>

1. 研究の動機

私はシャーペンが好きで小学三年生から様々なシャーペンを使っていました。その経験から、「どのようなシャーペンがどのように合うのか?」という興味を持ちました。この研究ではアンケートを通じてターゲット層を明確化し、その人に最適なシャーペンを提案することを目指しています。

2. 研究の目的

シャーペンに関するアンケート調査を行い、異なるシャーペンが使用者にどのような評に値されるかを分析します。また、手形や手の大きさのデータを収集・解析することで、手の形状やサイズとシャーペンの使用感の関係を探ります。これにより、「個人の手に最適なシャーペン」を提案できるようなデータ基盤を構築することを目指します。

実験方法

1 アンケート調査

- ・対象者: 264人
- ・方法: 6種類のシャーペンを対象に、5段階評価を行う。
- ・現在の進捗: 2024年11月22日時点で60人が回答

2 手形データの収集と画像解析

手形収集:

各対象者に紙に手の形をトレースしてもらい、手首から中指先端までの長さを測定するデータを収集しました。

画像解析:

Google Colab上でPythonプログラムを用い、手形データの画像解析を行っています。主な処理内容は以下の通りです:

- (1) 手首と中指先端の位置を認識する: 画像処理ライブラリ(例: OpenCV)を使用し、特徴点を検出。

手首から中指先端までの長さを測定する: ピクセル単位で距離を計測し、データとして保存。

3 プログラミングの課題点

現在、以下の課題が発生しています:

- 手首と中指先端の位置が画像解析で正確に認識されない。
- 手首から中指先端までの長さが、実際の手の長さ以上に検出される。

4. 結果と考察

① アンケート結果(途中経過)

一位: エナージェル・クルトガ(同率)

二位: MONO

② 画像解析の現状

手形データの画像解析では、一部のデータで正確な検出結果が得られています。原因として、トレースの精度や画像内のノイズの影響が考えられます。

5. 結論・今後の展望

- アンケート調査: 対象者数を増やし、より多くのデータを収集して統計的に信頼性の高い結果を得る。
- 画像解析: 現在の課題を解決するため、以下の改善策を検討します:
 1. 特徴点検出アルゴリズムの調整(例: 閾値設定の最適化)。
 2. 手形画像の前処理(ノイズ除去やコントラスト調整)を強化。
- 目標: 集めたデータを元に、「手の形状やサイズに基づいたシャーペンの選択基準」を提示し、個人に最適なシャーペンを提案できるモデルを構築します。

6. 謝辞

本研究に協力いただいた皆様に感謝申し上げます。

7. 参考文献

- シャーペン比較サイト:
<https://g.co/kgs/dVYjFpx>
- ChatGPTに関する情報:
<https://chatgpt.com/g/g-FtfRzXHxO-tiyat-uto-gpt-ri-ben-yu>

1. 研究の動機

小さい頃から折り紙が好きだったので研究に用いるために折り紙にできないことがないか模索していた。そこで折り紙でものをコンパクトにする特性に気が付き、日常の中で特に場所をとっている靴を折り紙の特性を使いコンパクトにしようと考えた。

2. 研究の目的

目的は主に二点あり、震災の際すぐに避難しなければならぬ人が素早く足を守り、日常面では出先で靴を履き替えたいときに簡単に履けるようにすることである。

3. 予定

1

コントロールの効きやすい小さめ紙を折り、元となる靴の形を試作する。試作品ごとに展開図を作成。

2

実際に履くことのできるサイズの靴を作れる程度の紙(作品によって大きさは異なる)を用いて着用できるサイズの靴を実験1で作成した試作品と同じものを作成する。

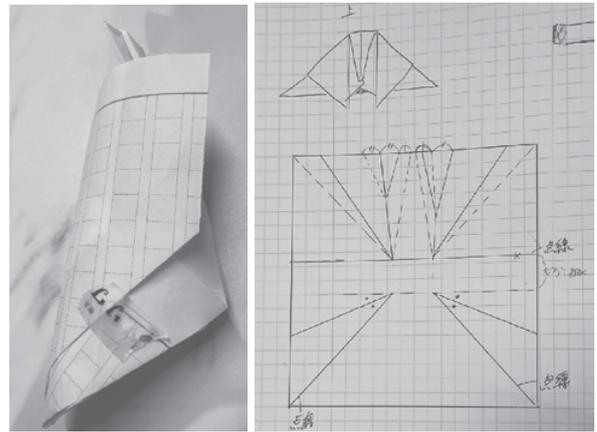
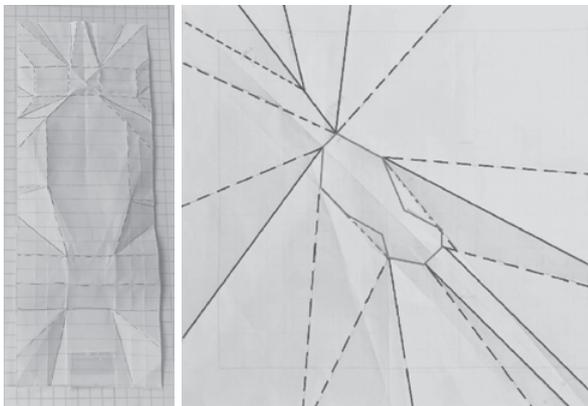
3

実験2で作成したものを着用し、形がフィットするか確認できたら実際に靴として使用できる素材(何を使用するかは未定)で作成する。

4

作成した靴を20人程度に履いてもらい、アンケートを取る。アンケートでのフィードバックを元に改良をする。

図例



4. 結論・今後の展望

目標としてハンドバックに入れられるほどの大きさであり、誰でも簡単に組み立てることができることを目指している。予定3で書いたように最終的に靴をどのような素材で作成するか決まっていらないが避難の際に履けるようにするため、ガラスなどの鋭利なものが貫通しづらく折り紙のように折ることができる素材を見つける予定である。

6. 参考文献

平板と円筒の折りたたみ法の折紙によるモデル化

https://www.jstage.jst.go.jp/article/kikaic1979/66/643/66_643_1050/_pdf/-char/ja

THE MAGAZINE 132 5.ISSEY MIYAKE

<http://www.thesalon.jp/themagazine/fashion/132-5issey-miyake.html>

ミウラ折り変換の発見と紙地図

https://www.jstage.jst.go.jp/article/iica/54/3/54_3_62/_pdf/-char/ja

Petit pli

https://shop.petitpli.com/jajp?srsId=AfmBOopxWGJIQzraxscGcCmqE_1fSlg6ySngbzthQniyJg4dwdlxqqyn

数理情報研究室

火星で最も効率が良い酸素の発生方法は？

高1サイエンスクラス 呉みんは

1. 研究の動機と目的

火星は、太陽系の中で生物が生きられるハビタブルゾーンに属している。このことから、火星で人間が生きることができるのではないかと思った。人間がグリーンハウスのドーム内で生きるといった仮定の下、必要になる酸素を発生させる方法として何が最も効率が良いかを考える。

2. 先行研究

酸素の発生方法として、火星の土壌状態は地球の最初期と似ていることから、シアノバクテリアを光合成することによる酸素の発生量が効率が良いと考えた。

しかし、植物やシアノバクテリアを育てるためには水素ガスが必要になり、水素を発生させるために電気分解をする必要がある。水の電気分解では水素と酸素が同時に発生するので、シアノバクテリアを育てるためにも、水の電気分解を用いることがよいと考えた。

だが、水の電気分解を地球上で行うよりも火星で行う方が重力の違いによって効率が悪くなるため、今回の研究では水の電気分解で酸素が発生する量を最も効率よくする方法を考える。

3. 実験方法

実験1 火星で電気分解をする時に使う触媒を火星の土壌を利用して電気分解する。そのために先に土壌が混合している状態で電気分解はできるのかを実験する。腐葉土15gを5%の水酸化ナトリウムに混ぜ、15Vで5分間電気分解する

実験2 火星で電気分解をする時に地球と同じ効率で電気分解できるようにする方法として、以下の方法を考えた。

1. メントスを利用して気泡の量を増やす。
2. 電極の表面積を広げ、気泡が電極に付着しても十分な面積が余るようにする。
3. モーターを入れて水流を作り、気泡に動きを作る。

実験3 5%の水酸化ナトリウムを15Vで5分間電気分解する。

4. 結果と考察

実験1 気泡が発生することは確認できたが測定できるほどの量では無かった。

実験2 酸素が約0.7mL発生した。

実験3 酸素が約0.3mL発生した。

実験3を行う際に実験器具の使い方が間違っていることが分かった。しかし、実験2と実験3を比べるとゴム栓の向きを間違えていたため試験管同士分離された状態になり、気体が発生しないはずだが実験を正しく行った実験3に比べて多く発生している事から空間が分離される構造であったにもかかわらず他の要素が試験管同士の空間を繋ぐ役割を果たしていたのではないかと考えられる。



実験1の様子



実験2の様子



実験3の様子

5. 結論・今後の展望

正しいデータを収集できなかったため実験1, 2をやり直す必要がある。また、実験3の結果が予想をしていた発生量に比べて少なかったため、再度実験を行いたい。追加で電流の大きさを30mAから50mAに変えて実験を行ったが変化が見られなかったため、電極同士を試験管で閉じずに気泡の発生状態を観察したい。

今後は今まで行ってきた実験をもう一度行うことと、まだ行えていなかった実験2の気泡の量を増やす実験と気泡に動きを作る実験を行いたい。

6. 参考文献

・Embry-Riddle Aeronautical University

Dr.RobertN McGreath Red Mars – Green Mars?

Mars Regolith as a Growing Medium

・和田秀徳(2007)地球の農業と火星の農業

・金子浩子(1992)微小重力下における化学反応実験

・山下雅道(2007)火星をめざす宇宙農業構想-日本・アジアからの発信

・Bethany A. Lomax (2022) Predicting the efficiency of oxygen-evolving electrolysis on the Moon and Mars

- ・マジックテープ→本体と網を繋げる。
- ・水と砂を入れたペットボトル
- ・海洋ゴミ(プラスチック製ゴミ、葉っぱなど)

1. 研究の動機

中学の理科の授業で環境問題について学び、問題解決に繋がる取り組みをしたいと考えた。その際、海洋ごみを自動で吸い取る機械「Seabin」を知り、これをヒントに海洋ゴミ回収に興味を持った。本研究は、機械自体も環境にやさしい素材で作成し、実用的で社会に活用しやすい海洋ゴミ回収機械を開発することを目指す。

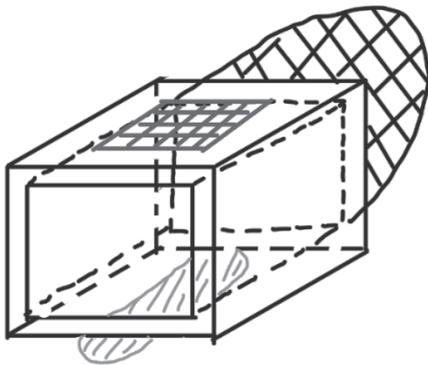
2. 研究の目的

海洋ゴミが引き起こす以下の問題に対処するため、効率的にゴミを回収できる機械を開発することを目的とする。

- ・生物の死滅
- ・景観の悪化
- ・ゴミが混入した魚の増加による漁業者への経済的影響

本研究により、海洋ごみ問題を解決し、生物多様性の保護、観光業の活性化、漁業への悪影響の軽減を実現する。

3. 実験計画



(機械の概要)

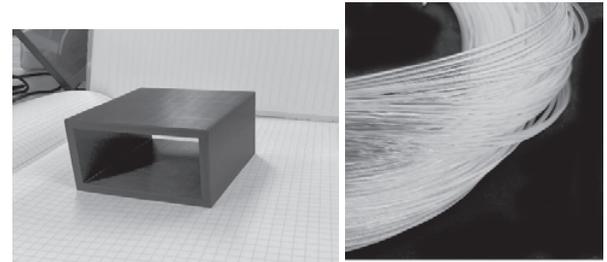
- ・水面に浮かんでいる海洋ゴミを回収する機械。
- ・模型の本体の部分は、fusion360で設計し、3Dプリンターで造形する。
- ・ゴミを回収する網を本体の後部に取り付ける。
- ・水中モーターを使用し、自動でゴミを回収できる。

実験①

網目の大きさとゴミの回収量の関係を調べる。

<使用するもの>

- ・本体(8cm×8.5cm×4.5cmの直方体から7cm×8.5cm×3.5cmの直方体をくりぬいた立体)
- ・1.0mmのナイロン糸で作った網目の大きさが1cm, 2cm, 4cmの網→袋状に縫製
- ・ビニールプール
- ・水中モーター



本体

ナイロン糸

<方法>

- 1.本体にマジックテープで網を取り付け、水中モーターを吸盤で固定する。
 - 2.1の機械を水と海洋ゴミを入れたプールに浮かべる。
 - 3.一定の水と砂を入れたペットボトルをプールの中で一定の距離、一定のスピードで押し引きし、波をつくる。
 - 4.機械を動かし、回収できたゴミの量を測る。
- 網目の大きさを変え、同様の実験を4回繰り返す。

—網の作成—

<使用する材料>

- ・1.0mmのナイロン糸
- ・周囲に釘を設置した20cm×20cmの木枠
- ・7号のかぎ針
- ・メジャー

<方法>

(網目が1cmの場合)

1. 15目のチェーンを編む
2. チェーンを1目飛ばして、かぎ針をいれ、次の目に細編みをする。1. 2を繰り返す、1列編む。
3. 同様の方法で、縦に16段になるまで編む。

4. 結論・今後の展望

- ・素材の改良: 水に浮く軽量で耐久性のある素材を使用し、本体の性能を向上。
- ・生物保護対策: 尾山って海洋生物を回収しないよう、本体に生物が嫌う匂いやデザイン(サメの形など)を採用する。

5. 参考文献

Seabin(シービン)-海洋プラスチックゴミ回収装置 | 平泉洋行<https://seabin.co.jp/>

ものづくり研究室

木から糸を作る～MDFの活用法～

高1サイエンスクラス 安中 美乃 内田 陽菜

1. 研究の動機

技術室で廃棄されるMDF材には、まだ使用可能な部分が多く含まれていることに気付いた。

そのためMDF材の新たな活用方法を見つけることで廃材の有効活用に関与したいと考えたから。

2. 研究の目的

廃材となったMDFを使用し既存の素材とは異なるものを作ることで、新たな商品開発の可能性を模索する。

3. 実験方法

実験1

技術室にあったスギの木を煮ることで繊維状の素材を得ることを試みた。

実験2

技術室にある廃材のMDF材を粉碎し紙状に固めた。この時デンプンのりを使用して固めた。

実験3

技術室にある廃材のMDF材を粉碎し紙状にした。この時洗濯のりを使用して固めた。

実験4

紙漉きの方法を使用してMDF材を紙状にした。この際、従来の紙漉きの方法に則り洗濯糊と漂白剤を使用した。

	自然乾燥	熱で押しつぶす	ヒートガン	手でちぎる	手動	フードプロセッサー	でんぶん糊	洗濯糊	漂白剤
9月25日			○	○			○		
9月27日			○		○			○	
9月26日			○		○			○	
①	○	○				○		○	
②	○					○		○	○
③			○			○		○	○

表 実験でそれぞれ使用した乾燥方法と糊の種類

4. 結果と考察

実験1

繊維状にはならず、柔らかくなっただけだった。

実験2

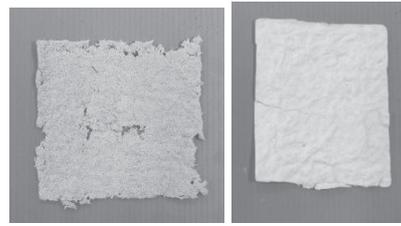
フェルト状の素材が得られた。

実験3

実験2と同様にフェルト状の素材が得られた。

実験4

薄い紙状の素材が得られたが、防水性はなかった。無臭で、ボールペンで書き込むこともできた。他と同じように、防水性はなかった。



1

②



3

写真①②③ 実験で作った紙

③の茶色の部分はヒートガンの熱により焦げた。

作ったものどれも水に浸すと乾燥前の状態に戻り、防水機能は確認されなかった。

糸にするために細く切って丸めたが、すぐに千切れてしまい糸としての利用は難しいと判断した。

5. 結論・今後の展望

結果でも記した通り当初の目標であった糸を作るというは達成が困難であると判断した。

なので、糸を作るのではなく新しい素材を作るという方向に転換した。

現段階での問題点は「撥水性がないこと」「強度の改善が必要であること」である。これらの問題を改善する実験を今後行っていきたい。

さらに一度粉碎したMDF材を乾かすために密集させた状態で一か月ほど放置したところ既存のものよりも水に強くなった。さらには乾かすと縦の力に強くなったことも確認することができた。よってこの状況を再現するために枠を小さくして密集させて乾かす実験も随時行っていく。

6. 参考文献

<https://www.daiken.jp/buildingmaterials/etc/columnrh/c/015/>

クモ糸の強化

高1サイエンスクラス 神藤 柚香、北澤 光、木村 万葉

1. 研究の動機

近年クモ糸の高い弾性や強度が注目されてきている。先行研究で、クモ糸は紫外線で劣化し、水に当てると膨張する性質があると明らかになっている。こうした性質を、ほかの物質と組み合わせることで打ち消し、天然のクモ糸を使った強い糸を作ることができると考えた。※1,2,3

2. 研究の仮説

このようにクモ糸の性質を変化させる現象を、ほかの物質で緩和する。クモ糸の持つ優れた物理特性を保ったまま、強い繊維が作れるのではないかと考えた。※4,5,6

3. 実験方法

[実験 1]

学校のビオトープで採取したクモ糸と生糸、ポリエステル糸、麻糸の表面構造を光学顕微鏡を用いて観察した。クモ糸は水で膨張する性質があるため、スライドガラスとカバーガラスの間に挟む液体は水とサラダ油の2種類を使い観察した。

[実験 2]

実際に *Trichonephila clavata*(ジョロウグモ)を飼育しクモ糸を採集した。そのクモ糸と生糸を光学顕微鏡 125 倍で観察し表面構造を比較した。

4. 結果と考察

[実験 1 の結果]

4 種類のうちクモ糸と生糸はそれぞれ視覚的に類似点があった。また、クモ糸が水に触れても、油に触れているものに比べて膨張している様子は見られなかった。観察方法が確立されていなかったため、顕微鏡を上手く扱えない、詳細写真がぼやけているなどの問題があった。

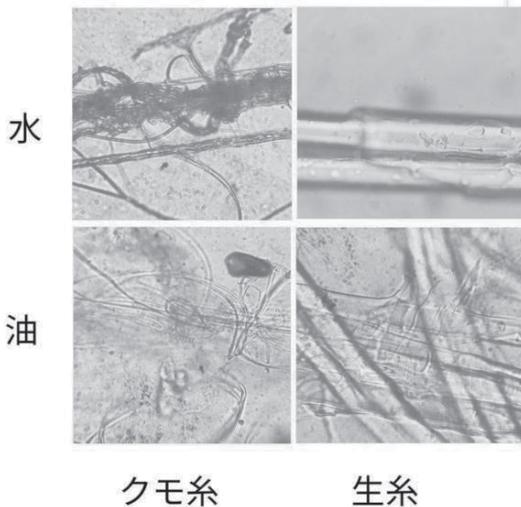
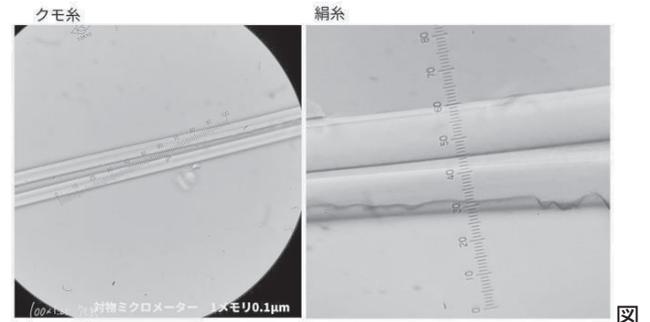


図1

[実験 2 の結果]

下図のような結果が見られた。クモ糸と生糸の共通点として、肉眼で見える一本は、2 本以上の細かい糸で構成されていることが分かった。しかし、相違点として、クモ糸には生糸がもつセシリン膜が確認されなかった。※7,8



2

5. 結論・今後の展望

クモ糸と生糸は共通点が多い一方で相違点もあり、それらを踏まえて今後のクモ糸の構造的な強化を踏まえたうえで、予備実験にも利用できると思った。

先行研究より、紫外線のもつエネルギーで、クモ糸の構造に架橋ができ、それを利用することで、自然界でクモは巣を強化するという考察がされていた。この現象を人工的に起こし、クモ糸の引っ張りに対する強度を上げることを目指す。

また、今後は糸の強度を正確に測るための物理実験も行っていこうと思う。

[予定実験]

クモ糸の張力に対する強度を計る。図3の装置を3D プリンタを用いて製作し、採取したクモ糸を正面から見て垂直に張りおもりをつるす。0.5gー5.0gの重さのものをつるして、糸がたるんだ距離を測り、クモ糸が切れない限界張力を調べる。

6. 参考文献

- ※1 クモの糸の構造を再現、人工合成の糸口に 理化学研究所 https://www.riken.jp/pr/closeup/2021/20210412_4/index.html
- ※2 クモの糸の秘密 大崎茂芳
- ※3 クモの糸の構造と引っ張りの力に対する強度の関係 徳岡直樹、小寺健太、小枝瑞歩、斎藤優奈、堀江千紐
- ※4 酸化チタンについて/日本酸化チタン工業会 https://www.sankatitan.org/titanium_dioxide/index.html
- ※5 二酸化チタンで服の修復 https://www3.nhk.or.jp/news/contents/ohabiz/articles/2024_0527.html
- ※6 二酸化チタンの光散乱について関東塗料工業組合 <https://kantoko.com/blog/2020/04/90045/>
- ※7 クモの巣はなぜ雨に強いのか？
- ※8 織物ができるまで/KAWASHIMASStories <https://www.kasashimaselkon.co.jp/stories/fabric/1160/>

1. 研究の動機

白米や玄米、もち米など様々な種類の米を食べているときに、米の種類が変わると味や食感が異なることはいまでもないが、それらのほかにも異なっている点があるのではないかと疑問に思ったから。

2. 研究の目的

米の種類による適切な浸水時間を明らかにする。また、米の品種による適切な浸水時間を明らかにする。これらのことを通して「米をおいしく食べたい」を実現する。

3. 実験方法

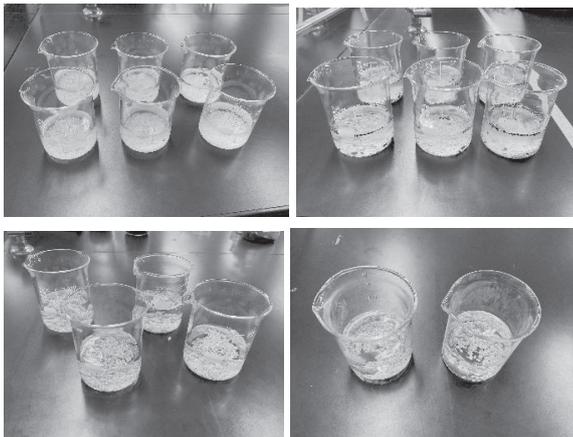
実験1 浸水時間を変えた時の白米、玄米、雑穀米の吸水率の関係を調べた。

白米を10gはかり、ビーカーに入れ、これを6セット用意した。それぞれのビーカーに水道水100mlを加えた。10分ごとに茶漉しで水を切り、この作業を実験開始時から60分後まで続けた。浸水後の米の重量をはかった。

実験2 浸水時間を変えた時のあきたこまち、コシヒカリの吸水率の関係を調べた。
方法は実験1と同様。

4. 結果と考察

実験1 米の種類の違いによって浸水時間と吸水量に特徴的な差が見られなかった。



実験2 コシヒカリはあきたこまちに比べて浸水時間による吸水量の差は少なく、10分以上はほぼ一定だった。

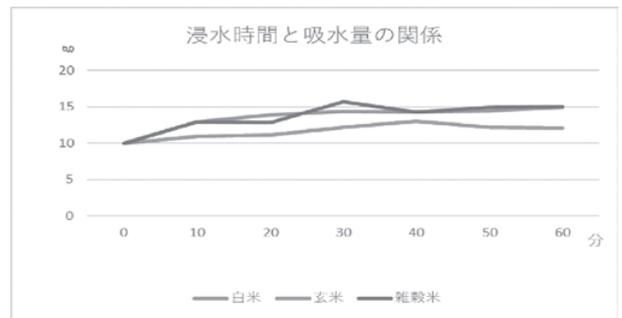


図1 浸水時間と吸水量の関係
(白米、玄米、雑穀米)

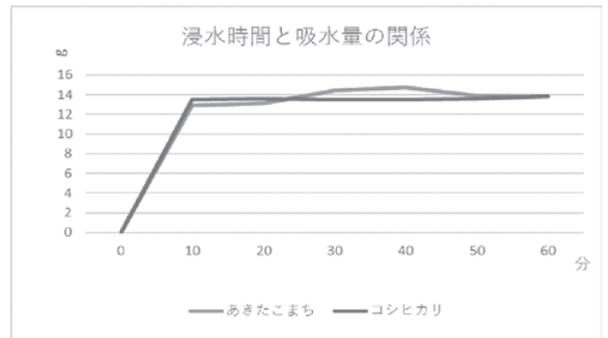


図2 浸水時間と吸水量の関係
(あきたこまち、コシヒカリ)

5. 結論・今後の展望

米の種類による吸水量の差はほとんどなく、白米の品種の差による差もほとんど見られなかった。しかし、60分以上のデータがないと正確な考察ができないことに加えて、2種類のみの実験であるため他の品種では浸水時間と吸水量の関係に違いがあるのか不明である。この点を踏まえ、今後の展望として同じ実験を60分以上継続して経過を観察したい。また、他の白米の品種でも同様の実験を行い、品種での差を比較することでより正確な結果を提示できるようにしたい。

さらに、同じ白米でも、精米日による吸水量の違いも調べてみたい。精米後、米は徐々に劣化し、風味が低下してしまうということが知られている。そのため、精米日が変わると吸水量にも変化が生まれると考えている。

これらのことを行ったらうで、最終的には米の吸水量と炊いたお米の味覚の違いを調べたい。

6. 参考文献

・炊飯における浸漬に関する研究

https://www.jstage.jst.go.jp/article/cookeryscience/54/2/54_85/_pdf

・炊飯における温水浸漬と低温浸漬が米の吸水率に与える影響

https://www.jstage.jst.go.jp/article/cookeryscience/48/3/48_193/_article/-char/ja/

1. 研究の動機

先行研究により、ホテイアオイを使った金属吸着の効能が示されており、主に水質の金属汚染で利用される動きがある。

多くがそのまま廃棄されている雑草の金属吸着効果を示すことができれば、幅広く活用できると考えたため。

2. 研究の目的

廃棄される雑草などの植物の有効活用

3. 実験方法

材料

・硫酸銅1000ppm 100mL

・エノコログサ(試料) 10g

使用する実験器具

・分光光度計PD-303(光のスペクトルを得るための光学機器、ここでは硫酸銅の持つ色の変化をもとに銅濃度の変化を測定する)

・マグネティックスターラー

手順

①100ppmに希釈した硫酸銅に試料を浮かべ、マグネティックスターラーで各分数攪拌。

②PD-303で①の前後の測定、それを数回繰り返す。

(測定後の結果)÷(初期値)×100で計算



図1



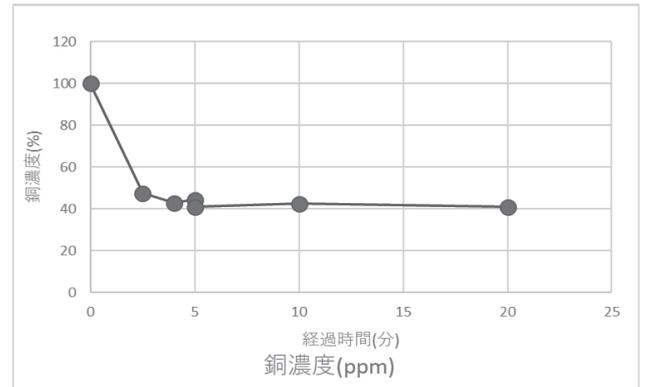
図2

4. 結果と考察

グラフ1より、0～5分の間に約59%の吸着効果が見られたと考えられる。5～20分の間では大きな変化が見られないことから、吸着効果は0～5分に行われ、試料には吸収できる規定量があり、それを超えると効果を示さなくなると推察できる。

また、中間地点の2分30秒で既に52.4%減少しており、その後も平均して3.9%の減少がみられることから時間と銅濃度は反比例型のグラフを形成すると考えられる。

材料に対して吸収できる金属量により、この作用の活用は十分効果的であると考えた。



グラフ1

5. 結論・今後の展望

材料に対して吸収できる金属量により、この作用の活用は十分効果的であると考えた。今後調べたいこととしては、

- ・より短いスパンの推移からどの間で最も効果を示すか、十分回収できるか(他の植物を含めて)
- ・植物の含有金属量から目的金属を回収する効果もあるのか

6. 参考文献

・日本食品工業学会誌,第31巻,第7号

ホテイアオイ根部による溶液中の鉛,銅およびカドミウムの吸着ja (ist.go.jp)

・雑草研究22巻,3号

ホテイアオイによる重金属の吸着についてja (ist.go.jp)

1. 研究の動機

唾液には、「ムチン」という成分が含まれおり、ここではムチンの「口内の潤いを保つ」という性質が活かされている(1)。粘液をもつ植物は何を目的として粘液をもっているのかについては、解明の余地があるため研究対象にすることにした。

2. 研究の目的

仮説: 植物の粘液には、「A保水」と「B天敵による食害を防ぐ」の役割がある。

根拠:A 動物では粘液を使って保水することから、植物でも同じような働きがあると考えられる。

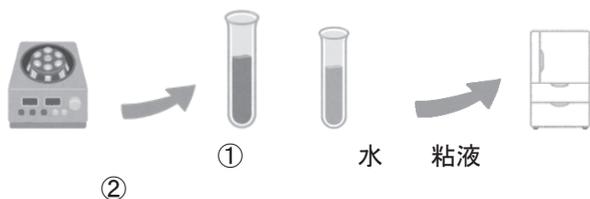
B ジュンサイ *Brasenia schreberi* は葉の外側を覆う粘物質が効果のある程度の厚みであれば、甲虫目ハムシ科の *Galerucella nymphaeae* などの草食の昆虫に対して、防御反応を示すという先行研究があった(2)。

3. 実験方法

使用する植物は手軽に手に入ることを基準に選んだ。また、器官に注目して収集することで、粘液の役割を詳しく考察できるようにした。

実験A 保水の役割

- 対象の植物の器官と蒸留水数mlを混ぜたものをハンドブレンダーで粉碎・攪拌する。
実験A-1) ツルムラサキでは、葉と茎ともに試料10gに対して水10mLを加えた。実験A-2) 長芋では、50gに対して水250mLを加えた。
- 粉碎・攪拌したものを遠心分離機にかけ、粘液を抽出する。
- 抽出した粘液と、それと同量の水を、恒温器に入れて水分の蒸発具合を比較する。
実験A-1) ツルムラサキでは、恒温器の設定温度を25°Cにした。実験A-2) 長芋では、蒸発量を増やし変化をわかりやすくするために、恒温器の設定温度を28°Cに変更した。



4. 結果と考察

実験A-1) ツルムラサキ *Basella alba*



図1 恒温器に入れてから1週間後(左から水、茎の粘液、葉の粘液の順)

1週間恒温器に入れておいたところ、水と、葉や茎から採取した粘液を比較したとき、図1のように明確な蒸発量の差が生まれた。しかし、粘液の水面両方にはカビが生えたので正確なデータとはいえない。

実験A-2) 長芋 *Dioscorea polystachya*



図2 長芋の粘液(左)と水(右)の蒸発量の比較

長芋の粘液と水との間に蒸発量の差が確認できた。しかし、長芋の粘液は水面に薄い膜ができており、それが結果に関与した可能性があるため、正確なデータとはいえない。図3は経過時間による体積の変化を示している。

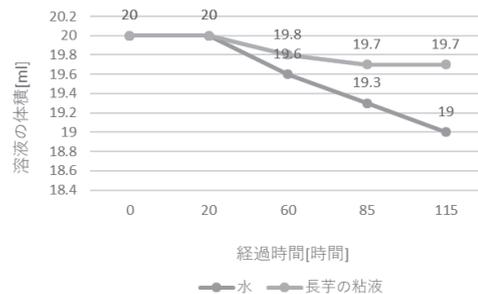


図3 長芋の粘液と水の蒸発量の変化

5. 結論と展望

2つの結果からは、保水の効果があるとは断言できない。改善策として、放置する際に使う容器をより大きな蒸発口の容器に変更しようと考えている。また、実験Aを進めていくにあたって、液面の表面積と液体の体積の比率も考慮する。追加で、**実験B 天敵による食害を防ぐ役割と実験C 粘度の比較**を新たに始める。実験Cの手順: 対象の植物をすりおろし器ですり潰し、濾過して粘液を抽出する。1000マイクロリットル(μL)ピペットを使って粘液を5μL吸い、その状態で先端のチップをおとす。おとしたところから、先端から8滴目が垂れ落ちたところまでの時間を計測する。

6. 参考文献

- <https://www.pref.yamagata.jp/documents/17944/daeki.pdf>
- Ken A. Thompson, D.M. Sora, K.S. Cross, J.M. St. Germain, K. Cottenie Mucilage reduces leaf herbivory in Schreber's watershield, *Brasenia schreberi* J.F. Gmel. (Cabombaceae)
- 静岡県立富士高等学校 石川昂 小針威吹 手島友梨 宮川菜々花 望月美空 (<https://gakusyu.shizuoka-c.ed.jp/science/sonota/ronnbunshu/R3/213069.pdf>)

山脇有尾類研究所

新規モデル生物イベリアトゲイモリの飼育と観察

高1サイエンスクラス

森野 咲

1. 研究の動機・目的

生命科学分野の研究にこれまで利用されてきた両生類は無尾目のアフリカツメガエル、ネッタイツメガエルで、近年、有尾目のイベリアトゲイモリが新規モデル生物として導入されている。文部科学省 NBRP で広島大学からイベリアトゲイモリを提供してもらえることになったので、まず動物実験委員会を立ち上げ、知識と技術を身に着けるために、発生や生殖についての基礎的な実験に取り組む。

2. 実験材料

イベリアトゲイモリ



イベリア半島やモロッコに生息するイモリ科トゲイモリ属に分類される有尾類。

近年、再生能力のメカニズムの解明や発生生物学についての研究材料として使われるようになっていく。

モデル生物とは

注目する生理現象を研究しやすい性質を持った生物のこと。

イベリアトゲイモリは繁殖と飼育が容易で、卵も大量に得られる。高い繁殖能力を持つ。

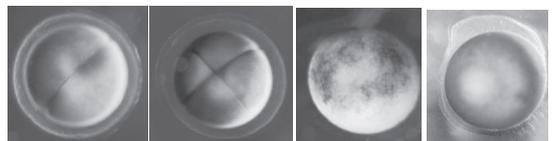
3. 実験方法

- 1 生殖器官の観察: 雄の精巣、輸精管、雌の卵巣、輸卵管、および貯精嚢を摘出し、マイクローム、HE 染色を用いて組織標本を作成した。
- 2 配偶行動の誘発: 雄雌に HCG を注射し、配偶行動を観察した。

- 3 卵割: 自然産卵と人工授精で得た受精卵を使い、発生を観察した。
- 4 幼生の飼育実験: 飼育密度が共食いに与える影響を調べた。
- 5 多精受精の確認(受精の様子)

4. 結果・考察

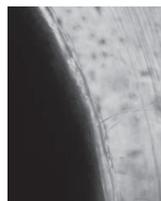
- 1 精巣、卵巣には様々な発達段階の細胞を観察し、未発達の細胞や卵が成熟した精子や卵に発達するサイクルが確認できた。
- 2 受精卵を採取して、発生段階(第2細胞期、第4細胞期、第8細胞期、桑実胚初期~後期、胞胚初期~後期)を観察できた。



- 3 配偶行動(雄が雌の腹側に回り、後ろから雌に腕を回す配偶行動と片方の腕を絡ませて雄が雌の前を塞ぐように回転する様子)を観察できた。



- 4 幼生は、高密度で共食いが起こり、成長速度に差がでることが分かった。
- 5 多精受精の確認



物理研究室

タコの吸盤の性質

高1サイエンスクラス

野口真理 目崎礼実 高村香凛

1. 研究の動機

タコには骨がなく、進化の過程が分からないことに興味を湧いたから。

2. 研究の目的

タコの吸盤の構造を耐震に活かす。

3. 実験方法

前提

貼り付けた吸盤に針金を通して面に垂直に引き、はがれるときの力の大きさを吸着力として測定した

～実験1～

素材の違いと、吸盤の大きさによる吸着力の違いを調べた。

～実験2～

ニュートンメーターを用いて、直径が同じでも吸着の引っ張る力が等しくなるか調べた

→吸盤の容量(容量は水を用いて測った)と吸着力の関係

針金は引っ張るとき、全体を引っ張ることができず、力が分散し、結果にばらつきが出てしまう

→吸盤の外側の膜を引っ張った方が吸着力が大きいことに気づいた。

～実験3～

吸盤の外側の膜を引っ張り、直径が同じでも吸盤の引っ張る力が等しくなるのか調べた

→吸盤の容量(表面直力を考慮し、容量は油を用いた)と吸着力の関係

4. 結果と考察

実験1

でこぼこの少ないガラスの方が石よりくっつきやすかったため、素材に凸凹があるとつきにくい

→陸と海の環境の違いによる結果の変化

実験2

・直径と内容量の関係で右肩上がりの結果が得られた。

しかしこれは、内容量を水で調べたため、表面張力が関係し、正確なデータを得られなかったと考える。

実験3

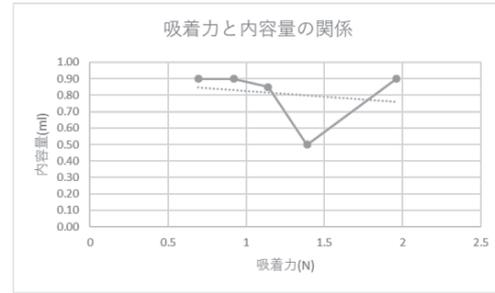
グラフ1より、吸盤の吸着力と内容量のグラフには関係性が見られない。

グラフ2より、直径と内容量のグラフはほぼ一定であるといえる。つまり、直径が変わっても内容量はあまり変わらないといえる。

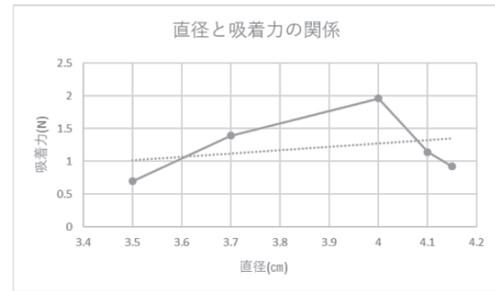
グラフ3より、直径と吸着力のグラフは直径が4cmの時に吸着力が最大になるということが言える。

また、全体を通して、タコの個体差に配慮し、多くの吸盤で実験を行うべき

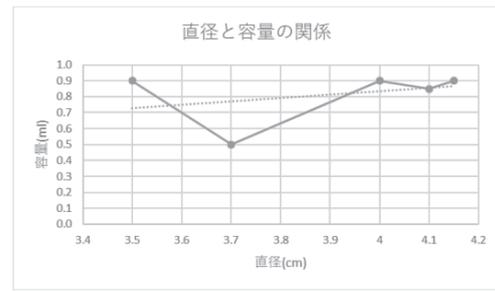
〈グラフ1〉



〈グラフ2〉



〈グラフ3〉



5. 結論・今後の展望

直径と吸盤の容積の関係よりも直径と吸着力の関係の方が強い。したがって、大気圧によってかかる面積に対する圧力が変わることから、直径が大きい吸盤の方がより大きな大気圧がかかり、吸着力が強いと結論付ける。しかし、直径が4cmの時に吸着力が最大であったことから、直径が大きい吸盤の方がより大きな大気圧がかかるとは言い切れない。よって、さらに実験する個体数を増やし、たくさんのデータを得てからもう一度結果を検討すべきである。以降、実験で4cmの吸盤で一番吸着力が大きいということが分かれば、なぜ4cmが一番吸盤の大きさに適しているのかを知りたい。また、4cmの吸盤の模型を作り、今後の実験に役立てたいと考える。

6. 参考文献

リチャード・シュヴァイド、タコの教科書。株式会社エクスナレジ、2014 サイ・モンゴメリー、愛しのオクトパス、株式会社亜紀書房、2017 寺恒乙、世界で一番美しいイカとタコの図鑑、株式会社エクスナレジ、201

1. 研究の動機

種の活用方法を調べると皮の活用方法に比べて種の活用方法は少なかったから。

2. 研究の目的

汚れを落とすことに適した種を見つけて再利用する方法を見つければ廃棄される種の量が減るのではないかと。

3. 実験方法

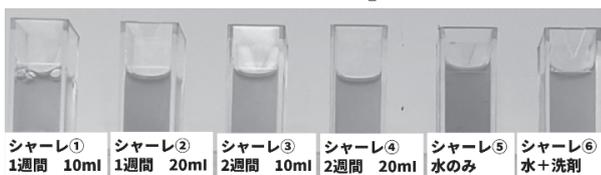
実験1

- ①5cm×5cmのガーゼを4枚用意して1.5gのケチャップを均一に染み込ませた。
- ②冷蔵庫で1週間水に浸した大豆を30分茹でて皮をむき、乳鉢で潰してペースト状にした。
- ③種のみ(①)種と洗剤(②)ケチャップのみ(③)洗剤のみ(④)の条件でガーゼを置き、大豆4g、洗剤1.5g、水15mLを加えた。
- ④混ぜて色が均一になるようにした後、セルに移した。
- ⑤分光光度計を使用して、色を数値化して測定した。

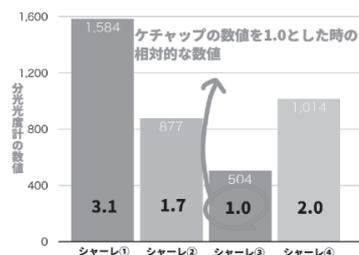


実験2

界面活性剤に似た成分であるサポニンが多く含まれており昔は洗剤として使われていたムクロジを使用した。実験1では大豆の種の色が数値に影響を与えたため、ムクロジの実をつけた水で実験を行った。ムクロジを1週間つけた水10mL(①)20mL(②)2週間つけた水10mL(③)、20mL(④)、ケチャップのみ(⑤)洗剤のみ(⑥)で比較実験を行った。



4. 結果と考察

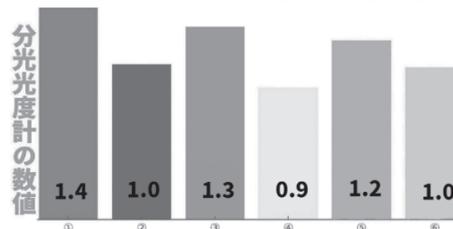


実験1

図は実験方法⑤の結果をグラフにしたもの。ケチャップ+水のみ(②)の数値を1.0として数値が高いほどケチャップが落ちたことを表している。ケチャップのみ(③)と大豆を使用した①では数値に3倍以上の差がある。大豆を使用したガーゼの数値が高くなっているが大豆の色に影響を受けている可能性がある。

実験2

実験1と同様にケチャップのみの結果を基準としてグラフにした。ムクロジ水の効果は1週間10mLの時に最も現れつける時間が長くなると効果が減少する傾向が見られた。②では、⑥のケチャップのみと割合が変わらないことから効果はないと言える。1週間前の10mlと2週間前の10mlが特に高い数値であることが分かる。



5. 結論・今後の展望

実験①で大豆の色が結果に影響を与えたことから色が薄い種が適していると分かった。今後はケチャップの量や時間、種をすりつぶす時の条件を正確に測り実験の再現性を高めたい。時期の問題でムクロジが入手できなくなるため、代わりに使える種を探したいと考えている。効果的で適した種と条件を見つけるために実験を重ねていきたい。

6. 参考文献

吹かせる生物の泡 著 茂里康 多中良栄

<https://www.jstage.jst.go.jp/article/seibutsukogaku/99/1/99.99.11.599/pdf>

東京学芸大学 ムクロジについて

<https://www2.u-gakugei.ac.jp/~planttgu/dokodemo/pc/079.htm>

1. 研究の動機

お茶を抽出した後にできる出がらしがもったいないと思い、何かに活用またはリサイクルできないかと調べ始めたのがきっかけ。すると茶葉には殺菌・抗菌効果があることが判明し、その効果は茶葉がどのような状態だと一番発揮されるかが気になり今回の実験へとつながった。現在は本当に茶葉には殺菌・抗菌効果があるのかを調べている。

2. 研究の目的

消毒液の中に茶葉の成分を入れることによる殺菌効果の向上。

3. 実験方法

材料

粉寒天、上白糖、コンソメ、茶葉、水200ml、シャーレ

実験1 異なる条件の指で触った(図一)

1.2: 消毒液をつけた指で寒天培地を触る

3.4: 水で所を洗った後寒天培地を触る

5.6: 指で触る

7.8: 茶葉を触った後、寒天培地を触る

それぞれラップをかけて36度に設定したインキュベーターに入れ、5日経過してから取り出して観察した



図1

実験2 培地の中心部分のみを指で触り2日間インキュベーターで保管した後、一度取り出して異なる条件の指で触った(図二)

1.2: 茶葉を触った指で触った

3.4: 消毒液をつけた指で触った

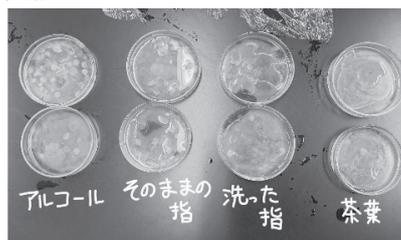
36度に設定したインキュベーターで保管し5日経過してから取り出して確認した



図2

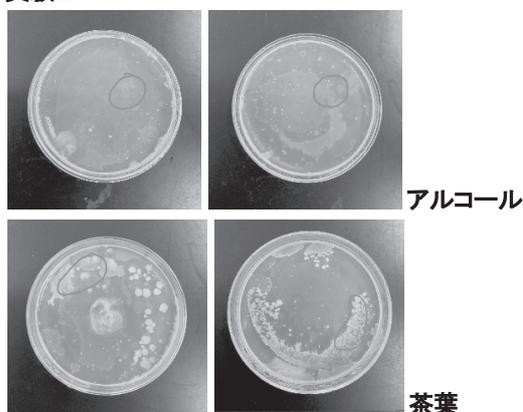
4. 結果と考察

実験1



洗わなかった指よりも洗った指で触った培地のほうが菌の繁殖は抑えられていた。また、茶葉の培地は他三つとは異なり黄褐色になっていた。これは、茶葉の色が映ったものではないかと考える。この回の実験ではクリーンベンチを正しく扱えていなかったため、それもすべての培地に菌が生えてしまった原因にあると考えた。

実験2



アルコールで触った培地は全体的に菌の繁殖が抑えられており、反対に茶葉の培地は薄黄色の菌が生えていた。写真から、茶葉よりもアルコールの方が殺菌効果を持っていることが分かった。手順②で培地の中央を指で触ったが、④の時点ではあまり菌は生えていなかった。指で触れない培地を作成していなかったため、実験の十分な比較ができなかった。

5. 結論・今後の展望

実験1、2より、

また、カテキンはお湯の温度が高いほうが抽出されやすいという記事を見つけたためお湯の温度によって結果が変化するかどうか調べてみたい。また、培地を二個ずつ作るのではなく、正確な実験のために寒天培地の数を増やしたい。緑茶の茶葉だけでなく、紅茶や殺菌作用があるとされている漢方なども使用する予定である。

7. 参考文献

<https://www.city.osaka-izumi.lg.jp/material/files/group/72/tyuu06.pdf>

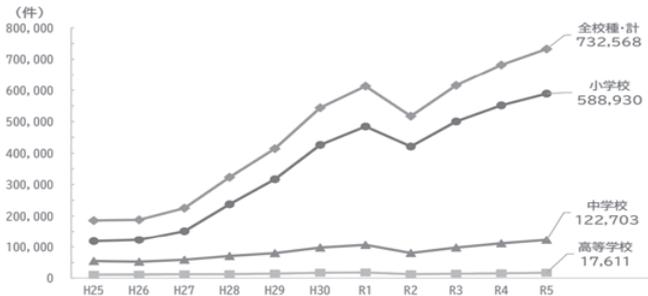
https://www.itoen.co.jp/ochagara_recycle/

https://www.maff.go.jp/j/pr/aff/1704/spe1_01.html

1. 研究の動機

私が小学4年生の時、クラス内でいじめが発生したが解決しないまま卒業してしまった。その時のことについて私は何かできなかったのかと今でも強く後悔し、ほかの人には自分と同じ思いをしてほしくないと思っている。また、いじめは現代社会で大きな問題の1つとして挙げられている。文部科学省によると令和4年のいじめ認知件数は681,948件、児童1,000人あたり53.3件でありどちらも前年と比べて増加している。そして、平成26年から令和4年までのいじめ発生件数を現したグラフが右肩上がりであることから事態が深刻になっていることが伺える(グラフ1) 私はいじめを間接的に体験することでいじめがいかに残酷なのか、どのような後悔をするのかを多くの人を知る必要があると考えた。だから私は追体験を利用するいじめ防止のコンテンツを作成する。

いじめ認知件数の推移



グラフ1

出典:文部科学省 令和5年度児童生徒の問題行動・不登校等生徒指導上の諸問題に関する調査結果の概要 いじめ防止対策に関する関係省庁連絡会議(令和6年11月8日) 文部科学省初等中等教育局

2. 研究の目的

小学生高学年を対象に道徳の教科書、教育動画にならぶいじめ防止のコンテンツを作成し、傍観者の意識を変え、日本のいじめ認知件数を減らす。

3. 作成するコンテンツの方針

私は作成するコンテンツとしてノベルゲームを選択した。ノベルゲームとは「文章を読み進めることが主体となるコンピューターゲーム」(デジタル大辞泉)のことである。選択した理由として理由として以下の点があげられる。

- ・恐怖を感じずとも様々な体験を経験できる点
- ・プレイヤーが直接関与し、選択と結果の因果関係を体験することで抵抗感なくいじめ問題に関与できる点
- ・成功や失敗による反応がその場でわかるため迅速に学習できる点

また、開発環境は

OS:Windows11

執筆ツール:Nola(オンライン小説執筆サイト)

Nolaでの執筆画面



4. 現在の問題

ノベルゲームの開発においてストーリーは、プレイヤーの体験を大きく左右する重要な要素である。しかし小説執筆の経験が浅く、物語の構成やキャラクターの描写を適切に表現できるか不安に感じている。また、プレイヤーの興味をどうやって引くかという点でも試行錯誤が続いている。これらの問題を解決するために執筆を支援するツールやリソースの活用を検討している。

5. 今後の展望

作成したゲームといじめ問題に関する道徳の教材、教育動画を比較してもらい、それぞれいじめに関する意識がどれほど変わったのかアンケートをとる。いじめは非常にデリケートな問題である。そのため取り扱いには十分に注意をし、どのくらいまでの表現方法を使用するかどうか、線引きをしっかりとる。

6. 参考文献

文部科学省.“令和5年度 児童生徒の問題行動・不登校など生徒指導上の諸問題に関する調査結果の概要(いじめ関連部分抜粋)”

こども家庭庁.2024.

https://www.mext.go.jp/content/20241031-mxt_jidou02-100002753_2_2.pdf

小学館.“novel game”.weblio辞書.

<https://www.weblio.jp/content/novel+game?dictCode=SGKDJ>(参照2025-01-24)

生物研究室

ドクダミの殺菌抗菌効果について

山脇学園 高1サイエンスクラス

山崎道瑠、柳羽菜乃、岸本紗和

1. 研究の動機及び目的

ドクダミの殺菌抗菌効果はとても強いが、ドクダミは繁殖力が強いので管理が難しく、処分されるものとして扱われがちである。

2. 実験目的

ドクダミの殺菌抗菌効果やその成分に注目して菌の抑制に活用する。

3. 実験方法

試料 ドクダミ

- ①…すり潰したもの
- ②…手を加えないもの
- ③…乾燥させたもの
- ④…湯煎したもの

実験材料

ドクダミの葉、地上茎、地下茎、普通寒天培地(粉寒天)、納豆菌、シャーレ、三角フラスコ、乳鉢、乳棒、メス、シリンダー、500mlビーカー、マイクロピペット

殺菌実験1

ドクダミを地下茎、地上系、葉の部位に分けて上記の4種類×3セットの計12個の寒天培地を用意する。100mlの水で希釈した納豆菌を寒天培地全体に0.1ml塗布する。その寒天培地をインキュベータ(37.0度)で5日間観察し、ドクダミの周りにできた阻止円の大きさで殺菌効果の比較をする。

抗菌実験2

実験①で行った4種類の寒天培地(①~④)の半分に納豆菌を塗布する。塗布されていない箇所にドクダミを置くことによって、納豆菌の浸食を防ぐ面積を比較する。

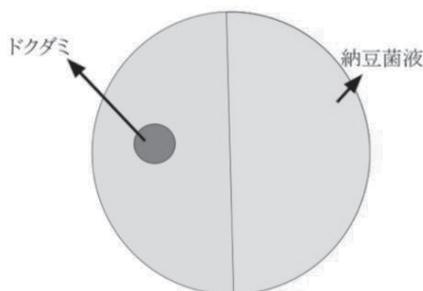


図1(実験2の方法)

4. 結果と考察

実験1

①は全ての部位に阻止円が確認された。阻止円の大きさの順番として、地上茎>葉=地下という結果が出

た。だが、シャーレに納豆菌の小さいコロニーが沢山確認されたことから希釈量が適正ではなかったため、生じた誤差だと考えられる。③は全ての部位に阻止円ができなかったことから、乾燥のためドクダミの殺菌成分であるデカノイルアセトアルデヒドが発揮したと考えられる。

表 ドクダミの抗菌実験

葉の加工	阻止円(mm)	葉の加工	阻止円(mm)
①葉	10	③葉	×
①地上茎	12	③地上茎	×
①地下茎	10	③地下茎	×
②葉	×	④葉	×
②地上茎	×	④地上茎	×
②地下茎	×	④地下茎	×

実験2

実験途中のため結果が出ていない。

5. 結論、展望

実験1より、①では全ての部位に阻止円が確認されたことから、すり潰したドクダミには殺菌効果があるといえる可能性が高い。

今回の実験では1mm以下のコロニーが培地内に埋め尽くされるほど確認されたため、次回の実験では納豆菌液の希釈量を変える。そして、ドクダミの茎の阻止円が楕円形になってしまったため、次回の実験では茎の形を正方形に加工する。乾燥させたドクダミは乾燥後の加工が難しかったため、次回は乾燥する前に加工する。また、今回の結果は実験回数が少なく信憑性が低いいため実験回数をさらに重ねたい。

6. 参考文献

2019年糸状菌

日経ハイオク

<https://bio.nikkeibp.co.jp/atcl/report/16/011900001/19/10/16/00282/>

良県立教育研究所

ドクダミの持つ殺菌作用について

<https://www.e-net.nara.jp/hs/nara/ind#ex.cfm/7,2349,c.html/2349/20221017-105701.pdf>

機関

2022年 ドクダミで肌に優しい消毒をしよう

工学院大学機関リポジトリ

file:///C:/Users/21kishimoto/Downloads/swr29_1%E5%B9%B4%E7%B5%B4%E3%80%80%E8%A5%BF%E5%86%85%E5%BD%A9%E9%A6%99%E3%80%80%E3%83%89%E3%82%AF%E3%83%80%E3%83%9F%E3%81%A7%E8%82%8C%E3%81%AB%E5%84%AA%E3%81%97%E3%81%84%E6%AE%BA%E8%8F%8C%E3%82%92%E3%81%97%E3%82%88%E3%81%86.pdf

物理研究室

熱と振動

高1サイエンスクラス

木村朝香、長渡珠花、中村咲希

1. 研究の動機

音というのは気温によって伝わる速さが変わる。また、空気を震わせることで伝わる振動でもある。振動があるならば、熱を持っているものに音を与えることで、熱を拡散させることもできるのではないか。そして、気温・温度によって音の速さが変わるのならば、逆に音の振動でも温度を変化させることができるのか疑問に思った。

2. 研究の目的

熱を持っているものに振動を与えた時温度の上がり方に変化があるのか調べる。

予想: 音を与えることは運動エネルギーを与えることと同じであるため、音を与えたビーカーは運動エネルギーを得ることでそれを熱エネルギーに変換し、温度が下がりにくなる。

3. 実験方法

実験 1

ガスバーナーで水100ml45℃まで加熱する。
40℃になるまで放置し、40℃から 2 分毎に 10 分間温度と記録をとる。

実験2

1と同様に操作をする。40℃の水にスピーカーで1190Hzの音を与えながら記録をとる。
ビーカーの下にスピーカーを置き、間に2枚のコピー用紙をはさんだ。

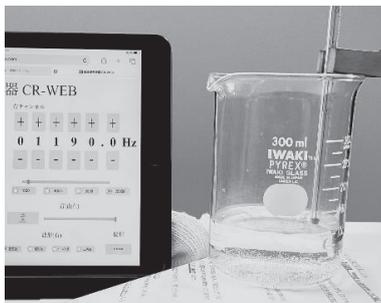


図1 実験の様子

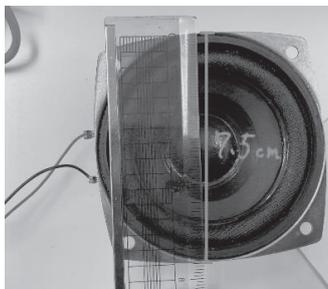
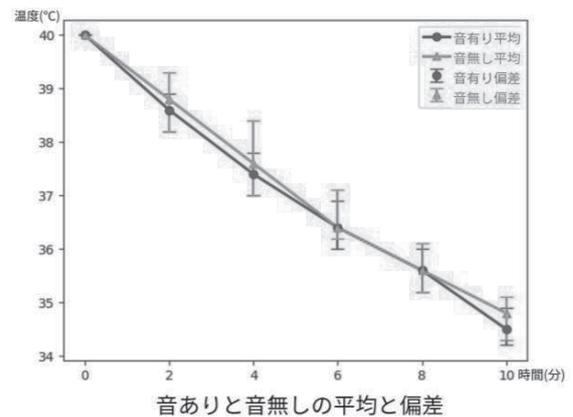


図2 スピーカー(直径 7.5cm)

4. 結果と考察



考察

実験結果からは音ありと音無しに大きな差はなかったが、うまく振動が伝わっていなかった可能性がある。そのため、温度と振動に関係がないとは言い切れない。サーモグラフィーの画像からは熱の広がりはあまり見られなかった。

5. 結論・今後の展望

- ・振動が逃げないようにするために音が反響するような工夫をする
- ・粘度や密度が違う別の液体、固体での実験
→ 砂糖水、水あめ、油、氷、金属片
- ・与える音の高さ、容器の種類、何度まで加熱するかを変える

6. 参考文献

気温が関係あり？音が遠くまで聞こえる理由

<https://weathernews.jp/s/topics/201712/050105/>

1. 研究の動機

パクチーに虫よけ効果があると知った際に、その効果で何かできないかと考え研究を始めた。

2. 研究の目的

パクチーの虫よけ効果を利用して、虫よけ効果のある有機肥料を作る。

3. 実験方法

①実験で得たいこと

植物につきやすい虫がパクチーに対してどのような行動をとるのか。

②実験方法

1. Y型の通路を作り、左右どちらかにパクチーを置く
2. 対象となる虫を入れて5分間観察
3. アルコールで消毒し複数回繰り返す

③実験道具

- ・Y字型通路
- ・パクチー
- ・対象となる虫
- ・アルコール(C₂H₆O 76.9~81.4vol%)

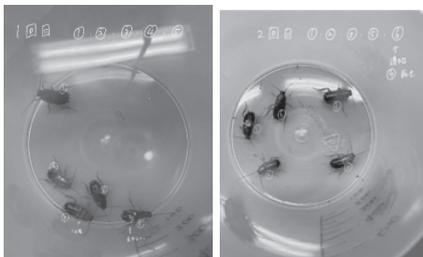


4. 予備実験

実験開始が秋から冬で植物につきやすい虫がいなかったためレッドローチ(※1)5頭で予備実験を行った。

まず、忌避行動を示しているかの基準をつくるためにレッドローチの好きなもの・嫌いなものに対する行動を観察する。

(※1)レッドローチ…隣の研究室で使われていた虫でゴキブリの一種。



実験①

好きなものに対する行動(砂糖2.0gで実験)
右左交互に砂糖を配置し5回行った。



(右側で実験した際の写真)

5. 結果と考察

	1回目	2	3	4	5
あり	◎	△	○	—	◎
なし	—	△	○	◎	—

◎—:どちらか一方に集中

○:どちらかの一方に集中したわけではない

△:分かれ道にあまり行かなかった

赤の◎は実験で得たい結果としてふさわしいもので、青の◎はふさわしいといえない結果だった。

このような実験結果になったのは以下の5点が理由だと考える。

1. レッドローチの体調によって行動が異なる
2. そもそも右側に行く習性がある
3. 集団フェロモンが関係する
4. 学習能力がある
5. 砂糖にそもそも反応していない

これらの問題点の解決策として以下の5点を考えた。

1. レッドローチを保管する環境を整える
2. Y字型通路の左右に何も置かないで実験する
3. 1頭ずつ実験を行う
4. 毎回違う5頭で実験する
5. 他の好きなものや嫌いなもので実験を行う

6. 結論・今後の展望

春までに予備実験においての忌避行動の基準をつくり、パクチーで実験を行って予備実験を終了させる。そして植物につきやすい虫で同様の実験を行う。またパクチーのどの状態が一番、忌避行動を示すのかも試したい。パクチーに対して忌避行動を見ることができたら、有機肥料に混ぜて実際に使用し機能するのか試す。

7. 参考文献

https://www.jstage.jst.go.jp/article/janip1944/30/2/30_2_115/pdf シロネズミのY迷路回避/逃避学習に及ぼす先行電撃提示条件の効果 久留米大学 津田彰

https://www.kaiseiken.or.jp/publish/reports/lib/2014_18_02.pdf 海洋生物の先行忌避行動反応に関わる実験水槽 土田修二

生物研究室

ホウセンカの花外蜜の秘密

高1サイエンスクラス

伊東 瑠南

1. 研究の目的

ホウセンカが出す花外蜜は、アリに来てもらい、葉を食べる虫(セスジズメの幼虫など)から、まもる為である(1)。また花外蜜の成分は、高濃度のショ糖、タンパク質、アミノ酸などである為、ホウセンカにとって非常に重要なものである(2)。一方セスジズメの幼虫の葉を食べるスピードがとても早いことが分かった(3)。これらの情報を元に、花外蜜の数や量、大きさを観察することによって、花外蜜を様々な視点から明らかにする。

2. 仮説

花外蜜をできるだけ無駄にしない為にホウセンカの花外蜜が出るタイミングは、葉を虫に食べられた時ではないか。

3. 実験方法

実験1

実験材料:ホウセンカ種子・プランター台2つ・6号サイズのプランター12個・家庭菜園用の土・軽石・防虫ネット・結束バンド数本、支柱など

①4月22日、ホウセンカの播種(自宅のベランダ)

②1週間後、12個の内、10個の鉢で発芽

③ホウセンカの葉を食べる虫のいない環境造り

6個の鉢の土に防虫剤を散布し、上から防虫ネットを被せた

④週2日観察を行う

4. 結果



図1



図2



図3



図4

仮説に対して⇒今回住宅街の一角で行った為、虫のいる環境にもホウセンカの葉を食べられた痕は見えなかった。

またどちらからも花外蜜は出た。

①茎に近いほうが、蜜腺が大きかった。(図1)

②開花後、花外蜜の量が減少した。

③上部は花外蜜腺が多く、下部は花外蜜腺が少なかった。(図3)(図4)

④上部の蜜腺の1つから出る蜜の量は、下部の蜜腺の1つから出る蜜の量より多かった。(図3)(図4)

5. 考察

仮説に対して⇒ホウセンカは葉を食べられると花外蜜を出すわけではない。日光が十分に当たっており、蜜腺が出来るまで成長すると、花外蜜を出すと思われる。

ホウセンカの観察:

①茎に近いほうが大きさが大きかったことに対して:茎側から育つからではないか

②開花後、花外蜜の量が減少したことに対して:セスジズメの場合、産卵期は5月から10月であり、幼虫は6~10月に活動している。またアリの多くも春から夏にかけて活発に生きている。ホウセンカが生きている間、どちらの生き物も生きている。したがってホウセンカの生きている間、受粉をすると茎や葉を守る必要がなくなった為、花外蜜があまりでなくなったのではないか。

③④上部は花外蜜腺が多く、下部は花外蜜腺が少なかったことに対して(図3):下部から枯れていくため、下部の蜜の方が少なかったのではないか。

5. 今後の展望

実際にアリが、花外蜜を出しているホウセンカがあった時、どのように進んで、どの高さまで行くのかなどアリの動きを調べていきたい。また前回の実験では若い葉に比べて、下部のよく成長した葉の方が蜜の量が多かった。したがってそれは葉の成熟度と、蜜の量は関係があると考え、その関係は葉で生成した糖を、その葉の葉柄から

花外蜜として出しているからではないかと思い、その実験を進めていきたい。

現在、温室を作り、ホウセンカの栽培と蜜の採取・濃度の測り方の確立を目指している。

7. 参考文献

(1)国立大学法人 福岡教育大学 食べられるのを防ぐ仕組み

<https://staff.fukuoka-edu.ac.jp/fukuhara/keitai/4-6.html>

(2)筑波大学生物学類根・導管液・導管の機能根・導管液・導管

千葉大学教育学部 花はなぜ美しいか2.蜜標と蜜腺

<https://opac.ll.chiba-u.jp/da/curator/900026807/KJ00004185290.pdf>

(3)nf76104セスジズメ幼虫 食事

<https://m.youtube.com/shorts/SyHapfpLa2k>



1. 研究の動機

私は小学生のとき、地震が少ない海外の学校で地震や津波について、不確かなことを教わった。地震が少ない国では、地震や津波についての誤解が多く、実際に地震を経験したとき、何をすればいいかわからなくなる人が多い。そのため、正しい知識を知ってもらう必要があると思った。

そこで私は主に海外の人のために、日本語がわからなくても誰でも楽しく地震や防災の知識を学ぶことができるアプリを開発しようと思った。

2. 研究の目的

私が開発したアプリ「Reafy」は、地震の被害を少しでも減らすことができると考える。また、日本以外に地震が多い国や、地震に慣れていない人が日本に来て実際に遭遇してしまったときに、このアプリを活用してもらうことで、世界中で被害を減らすことができると考える。

3. 制作環境

制作環境:SwiftUI XCode

テスト実施環境:XCodeの仮想環境内(iPhone 15 Max Pro)

動作チェックしたOS:iPhone iOS 17.2

使用した開発ソフト:MacBook Air

4. アプリの概要

私が開発した「Reafy」は海外の人に日本の地震や防災について知ってもらうためのiOSのアプリである。コンセプトは「知る、考える、活かす」で、それぞれに合わせて機能を実装した。それぞれの機能で学べるものがたくさんあり、防災の知識を中心として学んだり、ゲームを楽しみながら学習できるなど、自分の好きな使い方をすることができる。

5. 開発した機能

1. 知る:クイズ
防災の知識を選択問題のクイズを通して学び、報酬を得ることができる
2. 考える:ゲーム
様々な状況で地震が起きたときの行動をシミュレーションゲームを通して学び、報酬を得ることができる
3. 活かす:ワークシート
地震の計画をステップを通して立てる

4. 活かす:My City
得た報酬を使うことができる機能で、防災の知識を利用し自分だけの家や街を作ることができるアプリ
5. ミッション
ユーザーが長期的に使ってもらえるようにするための工夫として、この機能を使って報酬を得られるようにした。



クイズ

ゲーム

ワークシート

6. 結論

このアプリを使用することで、万が一地震が発生したとき、日本語が理解できなくても、誰でも対応できるように考えると考えられる。また、行動できる人が増え、被害の防止につながると考えられる。

7. 参考文献

東京防災

<https://www.bousai.metro.tokyo.lg.jp/1028036/index.html>

気象庁

https://www.jma.go.jp/jma/press/1510/29a/tagengo20151029_dictionary.pdf

物理研究室

摩擦を減らす

高1サイエンスクラス 日下愛菜

1. 研究の動機

歩かずに進むことができるのなら、持久走を走らなくて済むのではないかと思ったから。

2. 研究の目的

摩擦がない時、一度力を加えたとそのまま平行移動し続ける性質を鞋底や床に応用できれば、歩かずに進むことができるのではないか。

3. 実験方法

-実験材料-

- ・1.1cm立方体の鉄片
- ・錘(37.7g)
- ・ニュートンメーター
- ・PTFEシート



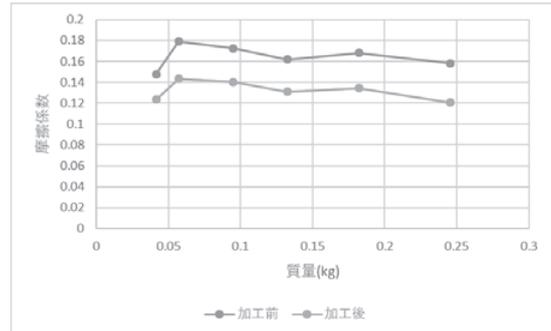
【質量が変わっても摩擦係数は変わらない事を確かめる。】

- ①ニュートンメーターと鉄片を地面と水平に置く。
- ②鉄片をニュートンメーターで押す。
- ③錘0個から5個を乗せた時の質量と動摩擦力を測定する。
- ④PTFEシートを底に貼る加工をして、①～③と同じ動作をする。



4. 結果と考察

質量(kg)	加工前	加工後
0.0414	0.147885	0.123238
0.057	0.179019	0.143215
0.0947	0.172403	0.140077
0.1324	0.161847	0.131019
0.182	0.168199	0.134559
0.2455	0.157945	0.120537



- 分かること -

- ・グラフの形が前と後で同じ
- ・前も後も錘1個乗せた時で数値が上がっている
- ・質量が変わると摩擦係数も変わってしまう。

5. 結論・今後の展望

グラフの形が前と後で殆ど同じであることから、操作による誤差はなかったと言える。また、錘1個乗せた時で摩擦係数の数値が上がってしまうことから、錘を乗せたことにより地面と鉄片の底がフィットして、より底が凸凹になったと考えられる。逆に2個目以降は安定していることから、2個目で出来た凸凹が個数を重ねるごとに擦れて滑らかになっているのではないかと考えた。初め私は、質量によって摩擦係数は変わらないと思っていたが、実験結果によると質量によって摩擦係数が変わってしまう可能性があると考えられた。今後は何故質量によって変わってしまうのか、他の物体を使用しても2個目で摩擦係数が大きくなるのかを調べていきたい。また、摩擦係数が小さくなる時の共通点や小さくするための工夫を考える。

7. 参考文献

動摩擦力の変動と表面あらかさとの相関関係

<https://www.bing.com/ck/a?!&&p=fbf2c987c78d0f89JmltdHM9MTcyNzU2ODAwMCZpZ3VpZD0yYjEwOGY2ZC1mM2Y5LTZyMTMtMDUzNi05Y2VmZjIwYjYyNjUmaW5zaWQ9NTE5NQ&p=tn=3&ver=2&hsh=3&fclid=2b108f6d-f3f9-6313-0536-9ceff20b6265&psq=%e6%91%a9%e6%93%a6%e5%8a%9b+%e8%ab%96%e6%96%87&u=a1aHR0cHM6Ly93d3cuano0YWdlLmpzdC5nb3Y5cC9hcnRpY2xiL2pqc3BIMTkzMy8zNy80MzVvMzd-fNDMzXzEyNS9fcGRm&ntb=1>

化学研究室

木炭と木酢液の活用法

高1サイエンスクラス 福田 悠乃、松本 仁実

1. 研究の動機

バーベキューで使用した炭をそのまま廃棄するのはもったいないと感じたので再利用したいと考えたから。

2. 研究の目的

木酢液の原料である木炭でも植物を早く伸ばすことができるのかを確かめる。

3. 実験方法

実験1

以下の条件を用意し、1ヶ月間春菊の地上の茎の長さを測定した。

(木酢液は10日に1回土に散布)

- ①土
- ②土+木酢液(広葉樹)
- ③土+木酢液(針葉樹)
- ④水
- ⑤水+木酢液(広葉樹)
- ⑥水+木酢液(針葉樹)

実験2

実験1で使用した土5gを茶漉し袋に入れて水20mLを加え、水が落ちなくなるまで待った。その後、手で絞り、吸収した水分量を測定した。

- ①土
- ②土+木酢液(広葉樹)
- ③土+木酢液(針葉樹)

実験3

土20gに、備長炭の粒直径(2~5mm)を加え、よく混ぜて1週間置いた。その土を全て茶漉し袋に入れ、水80gを加えて5分待った。その後、重量を計測し、土が吸収した水分量を測定した。

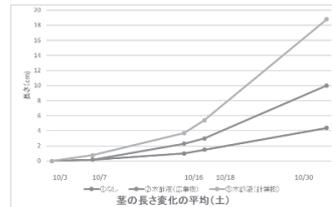
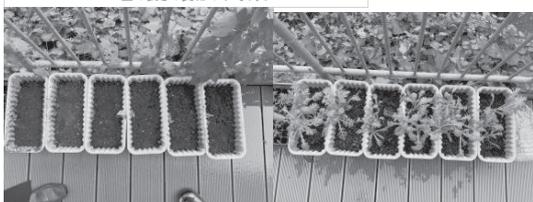
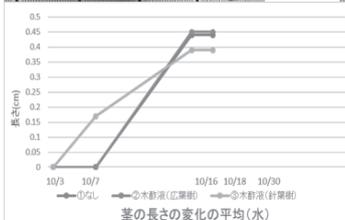
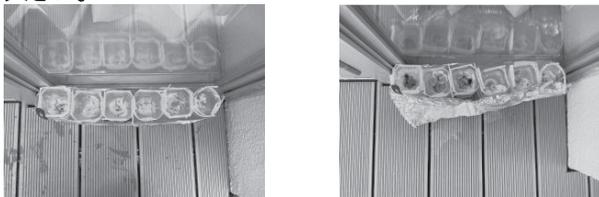
- ①炭6g②炭4g③炭2g④炭1g⑤炭なし

4. 結果と考察

実験1

木酢液を散布した方が春菊の茎の長さの伸びが大きかった。

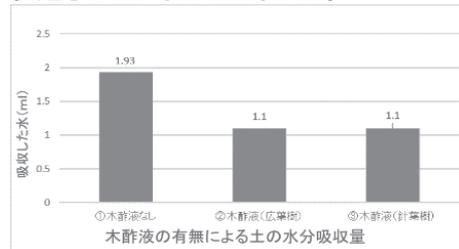
水耕栽培した春菊は18日以降から枯れ始めた。今回使用した木酢液には、春菊の成長促進効果がある。また、木酢液は水よりも土の方がその効果が大きい。



グラフ2

実験2

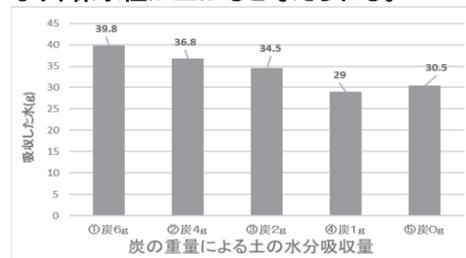
木酢液を用いた土の方が、水の吸収量が低下した。木酢液には水はけを良くする効果があり、それが成長を促進させているのではないか。



グラフ3

実験3

炭6gを入れた土が最も水の吸収量が高かった。結果より、土に混ぜる炭の量が多いほど水の吸収量が高くなり、保水性が上がると思われる。



グラフ4

5. 結論・今後の展望

実験1~3より、木酢液には春菊の成長を早める効果があり、土との相性が良いことが分かった。また、木酢液を用いた土の方が水はけがよく、それが植物の成長を促進させていると考えた。

今後の実験では、木炭を燃焼させ、燃焼時間の違いによる水の吸収量の違いも調べたい。また、実際に木炭を混ぜた土で植物を育て、茎の伸びを早める効果があるのかを検証したい。

6. 参考文献

笠原,義人 権五,奎 (宇都宮大学農学部)

日・韓両国における木炭・木酢液の活用分野拡大に関する研究

ものづくり研究室

研究題目 ロボットセラピーとゴミ拾いロボット

高1サイエンスクラス

氏名 町田奏実 矢野紗那

1. 研究の動機

現代のストレス社会では、「ロボットセラピー」が注目されており、見た目が可愛いロボットが多くの人に癒しを与えている。また、家事を効率化するロボットのような「便利さ」を提供する技術も広く活用されている。この2つの要素を組み合わせたロボットを開発することで、人々の日常生活に「癒し」と「便利さ」の両方を提供できると考えた。特に、一人暮らしの高齢者が多い現代において、このようなロボットが孤独感を和らげる一助になることを期待している。

2. 研究の目的

本研究の目的は、以下の2点です：

1. ゴミ拾いロボットにセラピー効果を付加し、高齢者施設や病院、さらには家庭での利用を通じて心の癒しを提供する。
2. ゴミ拾いの実用性と癒し効果を両立させたロボットを開発し、孤独感を軽減する新しい価値を創出する。

3. 実験方法

実験1: 卓上ロボット掃除機の組み立て

・市販の卓上ロボット掃除機(大人の科学マガジン「BEST SELECTION 05 卓上ロボット掃除機」)を使用し、ロボットの土台を組み立てた。

実験2: 犬の毛皮の取り付け

・イワヤ株式会社のぬいぐるみ「ピッコリーネ トイプードル」から毛皮部分を取り外し、組み立てたロボット掃除機に取り付けた。

・毛皮を被せたロボット掃除機を実験対象とした(図1)



図1)実際に卓上ロボット掃除機に毛皮を被せたもの

3. 結果と考察

結果

・毛皮を被せたロボット掃除機は、見た目の可愛らしさをある程度実現したが、以下の問題点が見つかった。

- ① 毛皮を被せることで、犬らしい形を維持できない
- ② 掃除中に毛皮部分にゴミが付着し、「可愛らしさが損なわれる
- ③ 吸引力が弱いため、ゴミ回収性能が低い
- ④ 掃除中の動作音が大きく、癒し効果が低下する

考察

・毛皮を被せる際、柔軟性のある素材を用いることで計上維持とかういあらしさを両立できる可能性がある
・ゴミが付着しにくいように、毛皮表面を撥水・防汚加工をする方法を検討する必要がある
・吸引力の向上と動作音の軽減を技術的に解決することで、実用性を高めることが重要

5. 結論・今後の展望

本研究では、セラピー効果を付加したゴミ拾いロボットの基礎的な試作を行ったが、以下の課題が明らかになった：

- ① 触り心地の改良：柔らかい素材(例：綿)を使用し、「毛皮の下に詰めることで、より触り心地の良いロボットを実現する
- ② ゴミの付着防止：毛皮部分に撥水・防汚加工を施し、清潔さと可愛らしさを維持する
- ③ 吸引力の静音性の向上：モーター性能や構造の改良により、ゴミ回収能力を高めつつ静音性を確保する

これらの課題を解決することで、ゴミ拾いロボットが高齢者や患者の生活支え、心の癒しを提供する新たな価値を持つロボットとして実現することを目指す。

6. 参考文献

朝日新聞 11月9日「動物型ロボ、なでて話して認知症ケア」

<https://www.asahi.com/articles/ASSBJ22NCSBJUTF L001M.html>

高校2年

研究題目	氏名	ページ
あなたは細菌を顔に塗っている?!	佐藤 彩華 野澤 杏奈	25-26
岡山県倉敷市内における外来産のカメの冬眠	内村 眞香 山崎 春奈	27-28
カブトエビの実験室的飼育方法の確立～孵化条件の検討～	伊勢 桜瑚	29-30
「可愛くなりたい」は環境に悪い!?	坂井 彩果 瀨中 千聖	31-32
環境にやさしく雑草をなくす～コーヒー豆のかすの雑草の抑制効果について～	大矢 樹里 茂木 杏珠	33-34
環境問題に着目したコンクリート・モルタルの研究及び開発	渡邊 凜	35-36
効率的な飛行機のエンジンとは	金山 栞子	37-38
コルクで土が蘇る!～廃コルクを用いた土壌改良剤の実用性～	小倉 ゆい	39-40
サウンドベジタブル～音は植物の生長に影響するのか～	一色 優希 渡部 真衣	41-42
知らないうちにプラスチックを食べている!?	笹岡 日菜乃 杉本 結	43-44
振動発電	若林 由莉	45-46
センペルビウムの子の機能性	可児 美由希 崎本 夏帆	47-48
タナカの紫外線防止効果	矢ヶ崎 葵 渡邊 陽日	49-50
淡水エビの行動は色に制限される	石山 愛梨 都丸 凜々香	51-52
短足ネコの足の負荷について～短い脚のかわいさと危うさ～	田中 杏奈	53-54
光る泥団子に与えるサラ砂の影響	川 田 愛	55-56
ヘアアイロンで髪は傷むのか	萩原 汐理	57-58
水やりロボット	青柳 怜那 石井 日奈子	59-60



生物研究室

あなたは細菌を顔に塗っている?!

高2サイエンスクラス

佐藤彩華、野澤杏奈

1. 研究の動機

スキンケア化粧水は保湿や肌荒れ防止を目的として使用される。開封後は温度変化が大きな室内や冷蔵庫内に保管されることが多く、蓋などの容器本体及び容器内に付着・混入した微生物が繁殖した(汚染された)場合、肌トラブルの原因になるのではないかと以前から気になっていたため、本研究を開始した。

2. 研究の目的

化粧水は開封後、室内もしくは冷蔵庫内で保管されることが多い。この保管状態を「常用」とする。常用環境下にある化粧水のうち、ボトルタイプの容器では開封時に外部と接触しやすい蓋に付着した化粧水、アルミパック容器では手指やピンセットなどの取り出し具に接触する内容液に微生物が繁殖していると仮説を立て、繁殖が見られた場合、繁殖を助長した原因成分が有るか探索すると共に、人体に悪影響を及ぼす病原性菌がいるかを遺伝子解析により明らかにする。

3. 実験方法

実験1:化粧水容器(蓋)からの菌の採取と単離

1)開封から1年以内の市販化粧水(8製品)のうち、ボトルタイプの容器では蓋の内側に付着した化粧水、シート型製品の容器ではシート浸漬液の一部を滅菌綿棒で採取し、標準寒天培地上に塗布して概ね日平均25°Cで1週間培養した。菌体培養を確認後、得られた菌体をLB培地に植菌し、28°Cで24時間培養した。

2)鑄型DNAの調整と定量

培養菌液100 μLに300 μLのPK含有Extraction Buffer添加(組成:200mM Tris-HCl pH7.5、0.5% SDS、25mM EDTA、250mM NaCl、Proteinase K 1mg/mL終濃度)

↓

Vortexで攪拌

↓

60°C、30分静置

↓

PC(フェノール・クロロホルム)抽出1回

(sup(上層)全量400 μL)

↓

15,000 × 5min遠心(室温)

↓

CIAA(クロロホルム:イソアミルアルコール)抽出1回

↓

15,000 × 5min遠心(4°C)

↓

0.1vol(容積)3M酢酸ナトリウム、2.5vol EtOH(エタノール)添加

↓

Vortexで攪拌

↓

15,000 × 5min遠心(4°C)

↓

Spin Vac(減圧式スピンドライヤー)で乾燥

↓

12 μLのdH₂Oにsuspended(融解)

↓

Nano DropにてOD260を測定、定量

3)PCR反応と反応産物の定量・精製

第18改正日本薬局方参考情報「遺伝子解析による微生物の迅速同定法」<G4-7-160>に準拠した実験系とした。

●プライマー

真正細菌用:10F・800R(800bp)

10F 5'-GTTTGATCCTGGCTCA-3'

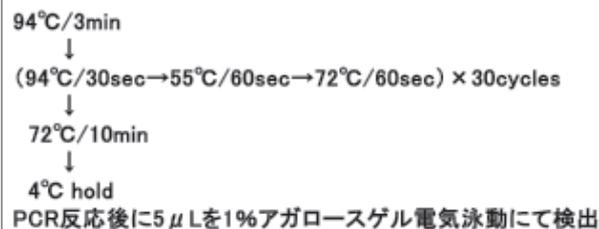
800R 5'-TACCAGGGCATCTAATCC-3'

真菌用:ITS1F・ITS1R(150~470bp)

ITS1F 5'-GTAACAAGGT(T/C)TCCGT-3'

ITS1R 5'-CGTTCTTCATCGATG-3'

●反応条件



PCR産物をQIAGEN PCR精製キットにて精製

↓

Nano DropにてOD260を測定、定量

4)塩基配列決定

BigDye Terminatorを用いたサンガー法による配列決定を行った。反応と解析はメーカーの指示に従った。

シーケンス試薬:

BigDye Terminator cycle sequence kit(Theamo Fisher)

DNA解析装置:SeqStudio Genetic Analyzer(Thermo Fisher)

真正細菌 10F使用

真菌 ITS1F使用

読取った塩基配列をNCBIのDNAデータバンクの登録配列と相対性検索ソフト(BLAST)を用いて検索した。

実験2:微生物の繁殖を助長した成分の検索

実験1の1)において、製品により微生物の増殖の程度に大きな差がみられたことから、各製品の成分表示を比較することで、微生物の増殖を促進しないしは抑制したと見られる成分の洗い出しを行った。

4.結果

実験1:

1)製品DとHでは、固形培地に塗布した翌日(1日目)から微生物の増殖が見られ、A、G、E、Fでは2日目から増殖がみられた。製品B、C、指で触れた培地では7日経過後も微生物の増殖は観察されなかった。

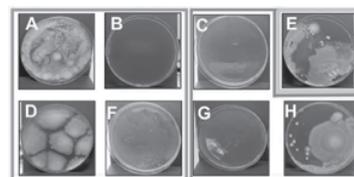


図1:培養1週間後のシャーレの様子

●枠線の色別:容器の形状

赤はボトル容器で振り出すタイプ、青はパック類、緑はボトル容器から噴射するタイプを示す。

2)鑄型DNAの収量

A、D、E、Gの4製品から鑄型DNAが得られた。Fとその他の化粧水からはDNAが得られなかった。また、製品Gからは色調の異なるコロニーが得られたため、両方から鑄型DNAを得た。収量は以下の通りである。

製品D:128.6ng/μL、製品A:269.6ng/μL、

製品E:522.6ng/μL、製品G白:765.6ng/μL、

製品G黄:1005.8ng/μL

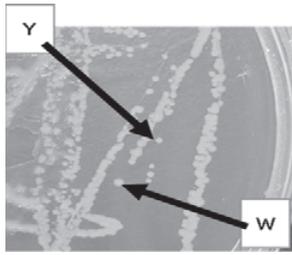


図2:一部に見られた色調の異なるコロニー(製品G)

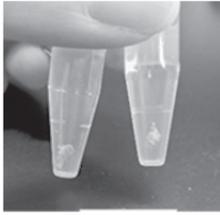
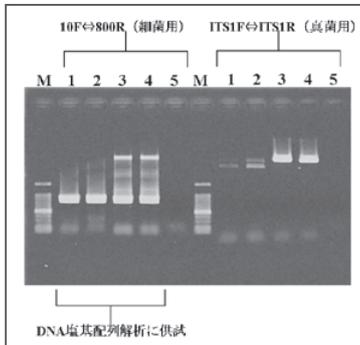


図3:取得したDNA

3)PCR反応産物の確認と精製後の定量
(電気泳動の結果)



- 1:製品D
 - 2:製品A
 - 3:製品GのWhite colony
 - 4:製品GのYellow colony
 - 5:製品E
- PCR全量20 μL

図4

第5レーンはDNAの入っていないものをPCRにかけるなどの操作上のミスから真菌用・細菌用共に検出されなかったと考えている。

4)塩基配列決定

〈製品GのWhite colony〉

パントエア菌(非病原菌性)

W) *Pantoea* sp. A1072 16S ribosomal RNA gene, partial sequence Identities 727/748(97%) Gaps3/748

Y) *Pantoea* sp. A1072 16S ribosomal RNA gene, partial sequence Identities 721/746(97%) Gaps 2/746

パントエア菌は、小麦や、果物に共生しているグラム陰性菌で、葉酸を産生してパン発微生物の増殖を助けている。また、種々の疾患改善効果(高脂血症、糖尿病、アトピー、感染防御など)を持つとされている。

〈製品D〉

バチルス・シュードミコイデス(非病原菌性)

Bacillus pseudomycoloides strain BS6 16S ribosomal RNA gene, partial sequence

Identities 733/748(98%) Gaps8/748(1%)

土壌から分離された、根粒コロニーを形成する通性嫌気性、孢子形成性、グラム陽性細菌。

〈製品A〉

バチルス セレウス(病原菌性)

Bacillus cereus strain HIS68 16S ribosomal RNA gene, partial sequence

Identities 750/753(99%) Gaps1/753(0%)

セレウス菌は通性嫌気性の土壌細菌のひとつで、土壌、ほこり、水中など自然界に広く分布している。

また、食中毒菌としても知られている。

実験2:

表1:8製品中2製品以上に共通に含まれる成分

ジプロレングリコール	保湿、防腐補助
カルボキシビニルポリマー	増粘
ピロ亜硫酸Na	酸化防止
ラベンダー油	香料
パヘニルアルコール	乳化安定化、感触改良、加脂防
グリセリン	保湿、保水、溶剤、温感
フェノキシエタノール	防腐
ポリオキシエチレン・ポリオキシプロピレン	可溶化剤、乳化剤、洗浄剤

〈増殖を見なかったB,Cに共通に含まれる成分〉

- ・防腐材:パラベン(メチルパラベン)
- ・防腐補助剤:BG(1,3-ブチレングリコール)

5. 考察

これらの結果から開封済みの化粧水中には室温で繁殖できる微生物が生息していることが明らかとなった。化粧水には病原菌も非病原菌も繁殖しており、防腐剤だけでは菌の繁殖を抑え、完全に死滅させることは難しいと考えられる。また、パントエア菌のように肌を改善する微生物が防腐剤によって死滅している可能性もあると考えられる。バチルスセレウス菌はほこりや水中に存在する菌ということから洗面所での使用や、手指が容器の振り出し口に触れるなどして化粧水に混入したと推定できる。加えて、バチルス・シュードミコイデスとパントエア菌も常在菌であることからセレウス菌同様に化粧水を使用する過程で混入したと思われる。また、現段階では繁殖を抑制した原因成分としてはパラベンとBGの可能性が示唆された。一方、現段階では繁殖を助長した原因成分を特定するには至っていない。

6. 今後の展望

- ・どの成分が菌に影響を与えているか成分ごとに菌の繁殖の様子や速度を比較する
- ・容器の形状が菌の侵入のしやすさに影響を与えているのか比較する
- ・防腐効果の高い成分の組み合わせとその比率(計1%)について調べる
- ・化粧水E、F、Hの菌同定を行う
- ・化粧水を液体培地とし、細菌が繁殖するか実験する

7. 謝辞

終始熱心にご指導いただいた横浜薬科大学の川嶋剛先生に深く感謝します。

8. 参考文献

- <https://www.kao.co.jp/curel/products/face/> (2024. 7. 23 閲覧)
 - <https://www.hada-senka.com/features/white-beauty/> (2024. 7. 23 閲覧)
 - <https://www.purealcosme.com/cemask/> (2024. 7. 23 閲覧)
 - <https://bacdive.dsmz.de/strain/1151>
- ヤクルト中央研究所HP
 パントエア菌(*Pantoea agglomerans*)のLPS | LPS(Lipopolysaccharide)／抗LPS(Lipopolysaccharide)抗体 | フナコシ (funakoshi.co.jp)

高2サイエンスクラス

氏名 内村真香、山崎春奈

1. 動機および目的

現在、日本ではミシシippアカミミガメとクサガメの2種類の外来カメの個体数が在来種を上回っている。これらの外来種によって、ハスの食害や遺伝子汚染などの被害が報告されている。これ以上外来種が増加しないよう、彼らの弱点である「冬眠」に着目し、行動習性を把握する。

2. 実験方法

実験1 岡山県倉敷市において2012年11月～2月の間に記録された二種の外来カメの行動データから2日以上移動が見られなかった期間を「冬眠期間」とし、図示した。

3. 結果と考察

実験1

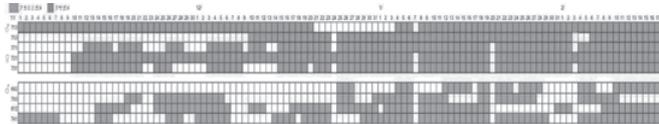


図.1 2012年に記録されたカメの11月～2月までの行動のデータから2日以上移動が見られなかった期間

ミシシippアカミミガメは、平均して11月7.6日から冬眠に入りました。冬眠の中断日数の平均は10.8日でした。全体的に早い段階から冬眠の体制に入り、ほとんど途切れることなく安定した冬眠をしていたことがわかった。

一方、クサガメは、平均して11月13.75日頃から冬眠に入った。冬眠の中断日数の平均は26.5日だった。アカミミガメと比べて冬眠に入る時期が遅く、冬眠が途切れ途切れで、安定して冬眠できているかは不明だ。また、冬眠期間も短いことが分かった。

これらの結果から、ミシシippアカミミガメは多くの個体が11月中から冬眠の態勢に入り、冬眠期間もクサガメに比べて長かったことがわかる。一方、クサガメは冬眠の態勢に入る時期が11月後半から12月にかけて遅く、冬眠期間もミシシippアカミミガメと比べて短かったことがわかった。

考察1

日本より温暖な地域が原産のアカミミガメにとって、日本の冬の寒さは厳しく、冬季に動き回るための体力が不足しているため、長期間の冬眠をすることが考えられる。一方、日本より寒冷な地域が原産のクサガメは、日本の環境にも適応しており、冬眠期間が短くても生存できると考えられる。また、外来種であるアカミミガメは冬眠を行っており、低温に耐える能力を持っているようである。それぞれの種は、各々の特性に適した冬眠を挟むことで、日本の冬を乗り越えるために適応していると考えられる

考察2

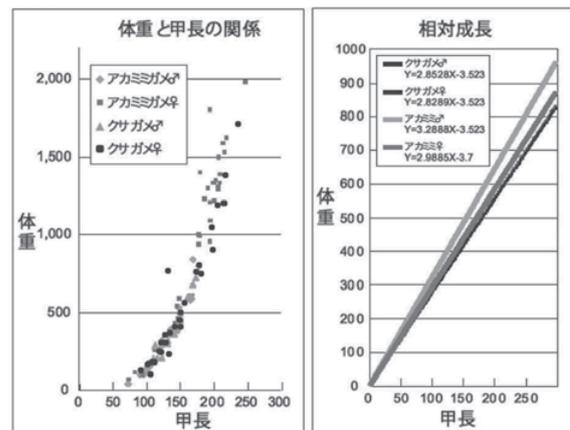


図2 クサガメとミシシippアカミミガメのオスメス別の体重と甲長の関係 相対成長

クサガメよりミシシippアカミミガメの方が体が大きいため、早い段階で十分な量の餌を得ることができなくなり、冬眠開始の時期が早まると考えられる。しかし、アカミミガメのオスとメスの冬眠開始時期を比較した場合、体の大きいメスの方が冬眠開始時期が早いということではなく、体の大きさと冬眠開始時期には関係がないと考えられる。

この結果から、冬季にはカメが動かないため、手探りで駆除を行うのではなく、クサガメは冬場でも春や秋のように、トラップでとらえ、ミシシippアカミミガメは手探りで駆除をするのが効率的ではないか、と考察した。この結果から、冬季にはカメが動かないため、手探りで駆除を行うのではなく、クサガメは冬場でも春や秋のようにトラップで捕える方法が、ミシシippアカミミガメには手探りで駆除を行う方法が効率的であると考えられる。

5. 結論・今後の展望

外来種同士の行動の違いを確認し、仮説の立証を行うとともに、気象庁の資料を用いて当時の気温と行動の関係性を調査する。また、他の年度の冬眠記録を分析し、冬季以外での行動の傾向を比較することで、暑い夏をどのように乗り越えるかについて考察する。さらに、カメの移動距離から繁殖期についても考察する予定である。

6. 参考文献

「水路がコンクリート化された水田地帯でミシシッ
ピアカミミガメはどのように過ごしているか」

秋山繁治

「ミシシッピーアカミミガメのハス食害調査」

有馬進

「誰でもできるアカミミガメ防除マニュアル」

明石市

「アカミミガメ防除の手引き」環境省

「日本のカメ一斉調査～自然調べ 2023～」

「【自然しらべ 2013】しらべ方と参加マニュアル」

日本自然保護協会 4.

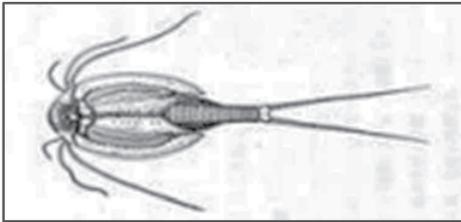
有尾類研究所

カブトエビの実験的飼育法の確立
～孵化条件の検討～
高2サイエンスクラス

氏名 伊勢桜瑚

1. カブトエビとは

節足動物門、甲殻綱、鯁脚亜綱、背甲目、カブトエビ科に属する生物。「生きている化石」とよばれており、約2億年前からその形態がほとんど変わっていない。日本国内の個体はすべて水田で確認されており、食料となる目が出たばかりの雑草を引き抜いて雑草防除の働きもしている。そのためカブトエビが実際に生息している農家では、近年まで水田の雑草防除に薬剤散布を田の草取りはカブトエビに任せて、彼らを保護していた人々もいた。



2. 研究の目的

カブトエビには次のような不明点がある。①カブトエビの生息地の中で隣り合っている水田でも、一方はカブトエビが生息しているが、もう一方には生息していないことがある。②雄のみ存在し、雌雄同体性がある種があること。①②のように生理・生態や分類学上の位置づけが不明な点が多いままであるため、その安定的飼育を当面の目標として試行錯誤を続けている。

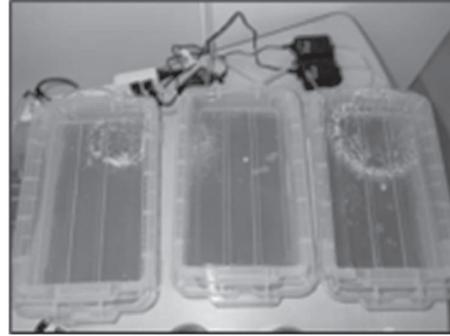
3. 実験方法

実験 1 小型円筒容器(直径7cm)9個を6日間観察して孵化が見られなかったもの(画像1)を、プラスチック容器(表面積約449cm²)3個にほぼ均等になるよう移して用いた(画像2)。プラスチック容器3つには全てエアポンプを設置した(小型円筒容器時もエアポンプは設置していた)。

画像1



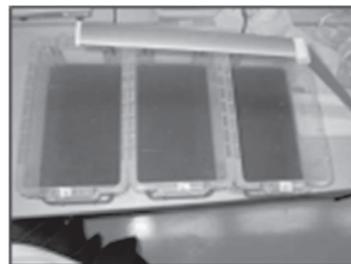
画像2



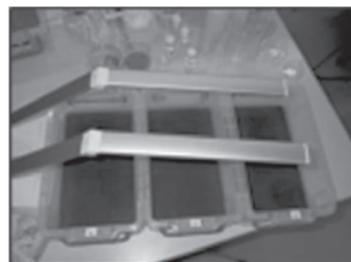
実験2 市販のカブトエビ育成キットに入っていた「カブトエビの栄養」(粉末)を使用したもの(Aとする)3つと使用しなかったもの(Bとする)にわけて比較実験を行った。これ以外にはカブトエビが生息していた田の土と汲み置き水を入れ、エアレーション有りの状態で飼育した。本実験で使用した土は実験①で使用した土を再利用している。

実験3 プラスチック容器6個に汲み置き水(600cc)、カブトエビが生息していた田の土(200g)をそれぞれ入れ、その中の3つの容器をC(画像3)、残りの容器をD(画像4)とする。容器Cには1つ、容器Dには2つ電灯を設置し、明るさによる孵化の違いを調べた。電灯は朝夕にスイッチを押し、自然界と同じように夜の間は電灯はつけずに実験を行った。

画像3



画像4



4. 結果と考察

実験 1 結果:プラスチック容器に移し替えてから2日ですべて孵化がみられた。

考察:移し替えてから孵化までが短期間だったことから、より表面積が大きい容器の方が孵化しやすいと考えられる。また「表面積が大きい」ということは、「空気に触れる面積が大きい」ことが孵化に関係していると考えられる。

実験2 結果:A は2日ですべて孵化がみられ、B も2日で孵化した。

考察:A と B の両方で孵化がみられたことから「カプトエビの栄養」の有無は孵化に関係しないと考えられる。また、A の容器間で孵化数に違いがみられたため、容器が置いてある場所による光の当たり具合が関係しているのではない(容器を廊下と教室の境目に置いていたため)と考えられる。

実験3 結果:どちらの容器でも孵化がみられたが、孵化した個体数の平均は容器 D の方が多かった。

考察:孵化した個体数に差があったことから、光の量も孵化に関係していると考えられる。また孵化した個体が死亡するまでの日数も容器 D の方が長かったため、光の量はカプトエビの成長にも関係していると考えられる。

実験結果一覧表

容器	小型内蔵容器	プラスチック容器	A. 栄養あり	B. 栄養なし	C. 電灯1つ	D. 電灯2つ
孵化までの日数	4日(空襲したが孵化せず)	2日	2日	2日	6日	6日
孵化数	孵化なし	2匹	2匹	2匹	2匹	3匹
生存日数	×	9日	9日	11日	30日	36日

5. 結論・今後の展望

- 実験1～3で得たデータをもとに、
- ・最低でもどれくらいの表面積の容器で孵化が確認できるのか
 - ・表面積が大きなくても、一定量の酸素が供給されれば孵化できるのか
 - ・光量による成長度の差があるか
- の3点について調べていきたい。

6. 参考文献

- ・秋田正人著「生きている化石(トリオプス)カプトエビのすべて」 八坂書房、2000年5月
- ・谷本雄治著「いきものだいすき2 カプトエビは不死身の生きもの!？」 ポプラ社、2007年6月

化学研究室

「可愛くなりたい」は環境に悪い!?

高2 サイエンスクラス 坂井彩果、瀧中千聖

1. 研究の動機

日焼け止めに含まれる有効成分は、酸化チタン等の紫外線散乱剤と、紫外線のエネルギーを吸収・熱変換する紫外線吸収剤に大別され、後者として汎用されるオキシベンゾン (BP-3) やメトキシケイヒ酸エチルヘキシル (EHMC) には、内分泌攪乱物質としての危険性や、ヒトだけでなく海洋生物にも悪影響を及ぼすとの指摘が一部にある¹⁾。

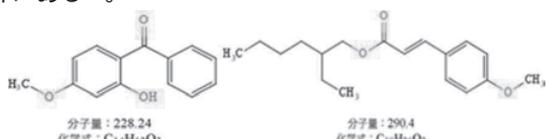


図1 BP-3 (左) とメトキシケイヒ酸エチルヘキシル (右)

2. 研究の目的

本研究では、河川水や海水等の環境水中に日焼け止め剤に由来する紫外線吸収剤がどの程度含まれているのか、負荷された屋外環境下で変化を受けるのか、毒性はあるのかを調査しようと考えた。多摩川の下流域で環境水を採水し、国内で流通している日焼け止め製品に広く含まれる紫外線吸収剤の BP-3 と EHMC を高速液体クロマトグラフィーにかけて、検出を試みた。また、本検出法による検出限界も文献上不明確であったため、その値についても併せて求めることとした。また、吸収した紫外線により分子構造が変化する、という紫外線吸収剤の特性から、試料を濃縮する過程や日光に当たっている際に揮発性物質が気化したり光分解を受けたりする可能性があると考えた。そこで、紫外線吸収剤の光安定性と機器分析及びそこに至るまでの環境水の濃縮方法や抽出方法についても再検討することとした。

3. 実験方法

実験1

- 1) 2023年9月23日、多摩川下流域に位置する東急田園都市線二子玉川駅から東横線多摩川駅にかけて移動しながら6か所で河川水を約500ml採水し試料とした。
- 2) 試料水を500mlガラスビーカーに入れ、80度に保った電気マッフル内に静置し、連続的に加熱・蒸発させ、蒸発乾固物を得た。
- 3) 蒸発乾固物に95%エタノール20mLを加えてろ過し、試料抽出液を得た。
- 4) この試料抽出液に紫外線吸収剤が存在するかを協力大学(横浜薬科大学)のご支援を頂き、LC/MSを用いて、BP-3およびEHMCの検出を試みた。
- 5) また、市販日焼け止め剤2種(A、B)およびBP-3、EHMCを1.0Lの水に対し10mg混和した溶液を倍釈法で希釈して得た10 μ g/L、1.0 μ g/L、0.1 μ g/L水溶液を調整し、本法での検出限界を調べた。

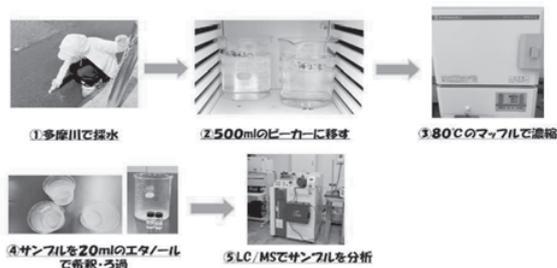


図2 実験1の実験手順

実験2

- 1) BP-3 および EHMC は純水 1L に対してそれぞれ 5g 溶かした溶液と平皿の上に市販日焼け止め A および B を 5g 塗布したものを自然光下と紫外線照射装置に 1 週間置き、紫外線に曝露させた。測定期間(2024年5月17日~5月24日)
- 2) 1週間経過後、平皿のなかにエタノール(1ml)を加えて残留物を溶解し、その後1Lの純水に混和して試料とした。
- 3) 前掲 1)、2) で得られた試料をスライドガラス上にシリカゲルを薄く塗布した TLC(薄層クロマトグラフィー用)プレートにスポットングした。
- 4) この TLC プレートをピーク波長 254nm/365nm の紫外線照射装置を装着した暗箱に入れ、上から 1112 μ W/cm² の強度で紫外線を照射した(以下 UV テスト)。
- 5) UV 防止効果のある物質(本法では紫外線吸収剤)が存在する場合、紫外線が吸収されるため、塗布した部分が他に比べて黒っぽくなる。アボベンゾン 1.5mg を水 100 mL に懸濁した後、酢酸エチル 2mL を加えて激しく混和し、UV 照射したものを図3に示す。

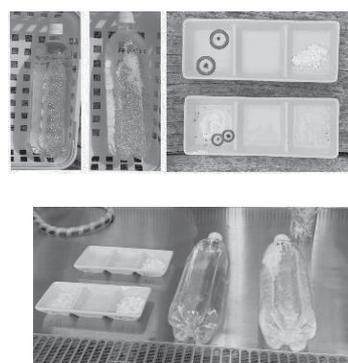


図3 上：自然光下 下：紫外線照射装置内

実験3

実験2で作成した各溶液を GC/MS にかけて、それぞれの物質の光分解産物の検出を試みた。(検出は、スペクトルの開始 m/z 値から終了 m/z 値までを全て合算して描くトータルイオンカレントクロマトグラフィー(TICC)で行った。)

実験4

河川での採水量を増やして、実験を行った。

①多摩川で採水した河川水 2L を、1-1 と同様の方法で乾燥させて得た。

②メタノール 20 mL を加え残渣を溶解した。

③綿栓濾過と減圧濃縮の後、得られた濃縮残渣にアセトニトリル 5mL を加え、前処理として BondElutC18

(VARIAN) 6mL 容量のものに通し

た。

④アセトニトリル 5mL を 3 回通し、20ml のアセトニルを用いて 100 倍濃縮をした後、GC-EIMS で確認を試みた。

4. 実験結果

実験 1-1: 試料液及び未処理河川水から BP-3、EHMC の何れも検出できなかった。

実験 1-2: BP-3 の 10 µg/L 溶液のみ液体 LC/MS で検出できた。その他の溶液はすべて不検出であった。

実験 2: いずれの溶液も UV 反応がほぼなかった。

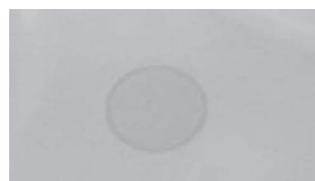


図4 上: 反応なし (試験対象成分)
下: 反応あり (アボベンゾン)

実験3: BP-3、EHMC のいずれも分解産物の検出は見られなかった。

実験4: オキシベンゾン (BP-3) と同じ溶出時間に、類似のイオンフラグメントを持つものの存在を確認した。

5. 考察

1) 検査対象成分は、いずれも水に難溶で、環境水中に検出限界以下の濃度で含まれるため、濃縮法・抽出の過程に有機溶媒を用いるなど工夫が必要である。

2) 紫外線吸収による幾何異性体等として特定の波長光を吸収しているならば、分解産物にも分析の視野を広げる必要がある。

6. 今後の展望

1) 紫外線吸収剤を継続的にモニタリングを行う。

2) 分解産物の生成について検討

3) 海洋生物への毒性評価

→イソギンチャク、オオカナダモ、海洋性発光バクテリアを用いた毒性評価

(紫外線吸収剤を植物に吸収させた際の生殖、白化に対するの影響を調べる。)

7. 謝辞

本研究の一部は 2023 年度高校活動奨励賞(クリタ活動賞)の助成金で実施されました。心より感謝申し上げます。

8. 参考文献

1) 田代豊 サンゴ食生物を用いた化学物質のサンゴへの蓄積ならびに白化現象等への影響の評価 科学 研究費助成事業 (学術研究助成基金助成金) 研究成果報告書 2013

2) Yutaka Kameda M. Tamada S. Masunaga Occurrence of Organic UV Filters in Surface Waters, Sediments, and Core Sediments in Tokyo Bay, -Organic UV Filters are New POPs- Organohalogen Compounds 69, pp.263-266 2007

3) <https://earth-ism.jp/article/howtochoose-sunscreen/> (2024年1月24日閲覧)

化学研究室

環境にやさしく雑草をなくす

～コーヒー豆のかすの雑草の抑制効果について～

高2 サイエンスクラス 茂木杏珠 大矢樹里

1. 研究の動機

コーヒーは多くの人に飲まれる反面、大量のコーヒー豆のかすが廃棄されている。カフェインは眠気を覚ます効果があるなど人体に影響を与えるように、カフェインが植物の成長を妨げ、コーヒー豆のかすで雑草を抑制できるのではないかと考え研究を始めた。

2. 研究の目的

廃棄物として処理されているコーヒー豆のかすを雑草抑制のために再利用することで、燃やされる際に排出される二酸化炭素の量を削減することができる。

※コーヒー豆のかすは、タリーズコーヒー赤坂ガーデンシティ店で提供して頂いたものを使用。

以降コーヒー豆のかすをコーヒーかすと表記する。

※土…山脇学園高等学校の屋外実験場の土を使用。

3. 実験方法

【第Ⅰ段階】

・実験1 発芽抑制実験

コーヒーかすと川砂を混ぜてシソの種を蒔き、発芽率を調べた。

・実験2 成長抑制実験

雑草の種や根が無造作に混ざっている土にコーヒーかすを加えて雑草の成長を観察した。

・実験3 液体クロマトグラフィー・質量分析器

コーヒー抽出前後の成分を調べた。

種類の違う3つのコーヒー豆で成分を比較し、コーヒーの種類別で植物に対する影響が異なるのかを調べた。

【第Ⅱ段階】

・実験4 植物別による発芽抑制実験

植物の種類別でコーヒーかすの影響は異なるのかを調べた。コーヒーかす 2.5 kg/m²に、抑制効果があると考えられる化学物質を添加して発芽率を調べた。イネ科のライムギ、アブラナ科のナノハナ、マメ科のレンゲ、キク科のシュンギクをそれぞれ以下の6つの条件で植えた。

プランターの色	コーヒーかす [kg/m ²]	化学添加物 [g/m ²]
白色	0	0
黄色	2.5	0
緑色	2.5	クロロゲン酸 0.4
青色	2.5	カフェイン 0.4
桃色	2.5	安息香酸 0.4
赤色	2.5	サリチル酸 0.4

図1.プランターの土の条件

・実験5 植物別による成長抑制実験

実験4と同様の条件でイネ科のライムギとアブラナ科のナノハナを植え、成長を観察した。

【第Ⅲ段階】

・実験6 実用化実験

コーヒーかすの影響が植物によって差があることに着目し、植物は育つが雑草は生えにくくなる、コーヒーかすと化学添加物の割合を調べた。キク科のヒマワリ、シュンギク、イネ科のトウモロコシ、ライムギ、マメ科のダイズでそれぞれ以下の8つの条件で実験を行った。

- ①コーヒーかす0.0 kg
- ②コーヒーかす1.0 kg
- ③コーヒーかす1.0 kg カフェイン0.2 g
- ④コーヒーかす1.0 kg カフェイン0.4 g
- ⑤コーヒーかす1.0 kg カフェイン2.0 g
- ⑥コーヒーかす1.0 kg サリチル酸0.2 g
- ⑦コーヒーかす1.0 kg サリチル酸0.4 g
- ⑧コーヒーかす1.0 kg サリチル酸2.0 g

4. 結果と考察

【第Ⅰ段階】

・実験1

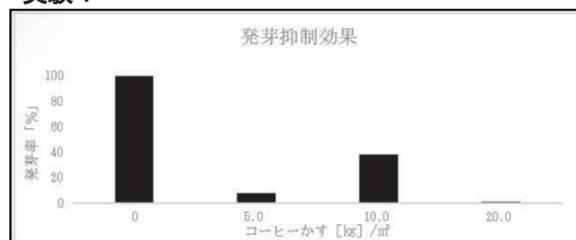


図2 コーヒーかすの量とシソの発芽率

* コーヒーかす 0.0 kg/m²を発芽率 100%に設定した。コーヒーかすに発芽抑制効果があることがわかった。

・実験2

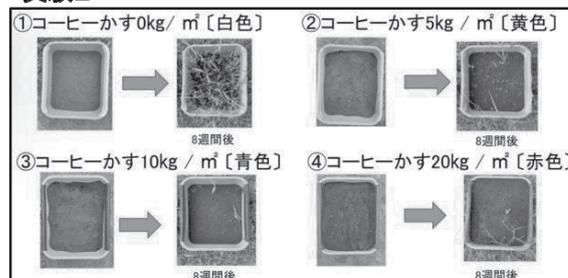


図3 実験開始日と8週間後のプランターの様子

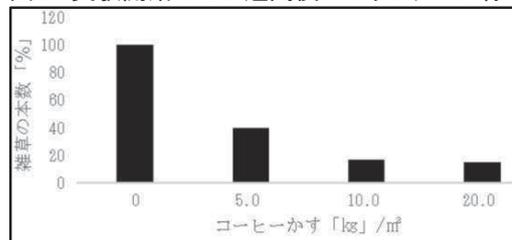


図4 コーヒーかすの量と雑草の成長率

* コーヒーかす 0.0 kg/m²を発芽率 100%に設定した。コーヒーかす 5.0 kg/m²だけで十分な成長抑制効果があった。プランターに生えた植物を同定したところイネ科の植物に強い抑制効果が表れた。

・実験3

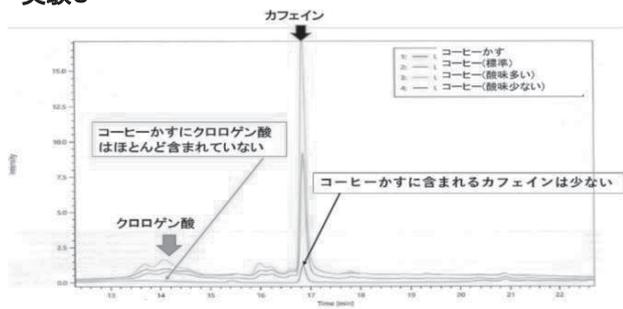


図5 液体クロマトグラフィー・質量分析器の測定結果
 コーヒーかすにクロロゲン酸は含まれていなかったため抑制効果の原因はカフェインである可能性が高い。またコーヒーの種類による成分の違いはみられなかったことから、植物への影響は、コーヒーの種類は関係しないと考えられる。

【第Ⅱ段階】

・実験4

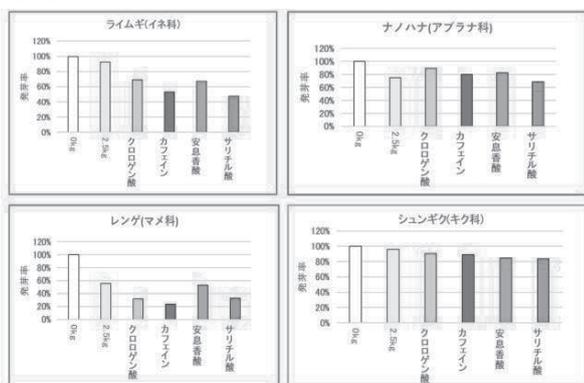
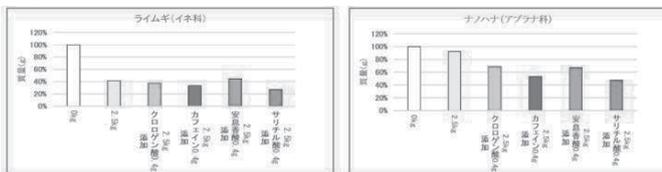


図6 ライムギの発芽率
 図7 ナノハナの発芽率
 図8 レンゲの発芽率
 図9 シュンギクの発芽率

* コーヒーかす 0.0 kg/m² を発芽率 100% に設定した。レンゲ(マメ科)が最もコーヒーかすの影響を受けることがわかった。一方で、シュンギク(キク科)は影響を受けにくかった。サリチル酸、カフェインを添加したものに強い発芽抑制効果が現れた。

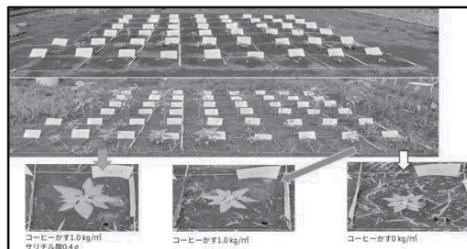
・実験5



左から
 図10 ライムギ(イネ科)の成長率
 図11 ナノハナ(アブラナ科)の成長率
 実験4と同様にサリチル酸、カフェイン添加に強い成長抑制効果があった。またイネ科のライムギに強い成長抑制効果があった。

【第Ⅲ段階】

・実験6



コーヒーかす 1.0 kg/m² にサリチル酸 0.4 g 添加すると、作物は育ち、雑草を抑制することができた。

【考察】

イネ科とマメ科の共通点として、植物と共生している微生物がいることがあげられる。この2つの科に抑制効果が現れやすい理由は、この微生物がコーヒーかすの影響を受けやすいからだと考えた。雑草だけを抑制することができたのは、植物によって効果の出るコーヒーかすの量が異なるからだと考えた。コーヒーかすはイネ科に効きやすく、多くの雑草はイネ科のため、少ないコーヒーかすでも雑草だけを減らすことができた。化学物質だけを土に添加すると雨などですぐに流れてしまうが、コーヒーかすには微細な穴があるため、コーヒーかすに添加することで化学添加物を長期間保持できると考えた。

5. 結論・今後の展望

カフェインが原因でコーヒーかす 5.0 kg/m² だけで十分な抑制効果があり、イネ科とマメ科に効果が出やすいことがわかった。また、コーヒーかす 1.0 kg/m² にサリチル酸 0.4 g を添加すると、作物は育ち、雑草だけを抑制することができた。最終的には、作物は育つが雑草だけを生えなくできる環境に配慮した製品を作りたい。この研究で社会にコーヒーかすの再利用方法を広め、農園や家庭菜園などに貢献できることを目指している。

6. 謝辞

コーヒーかすを御提供していただいた、タリーズコーヒー 赤坂ガーデンシティ店、今回の研究に多くの御助言・御助力をいただいた横浜薬科大学 鰐淵清史 准教授、元横浜薬科大学 酒井佑宣 准教授、東京薬科大学 熊田講師、花王株式会社 山田泰司氏にこの場を借りてお礼を申し上げます。ありがとうございました。

7. 参考文献

山根浩二、河野充晃、渡邊芳倫、飯嶋盛族(近畿大学農学部)、福永泰司、岩井和地、関根理恵(UCC 上島珈琲株式会社): 農作物成長促進、雑草防除および土壌改良用のコーヒーかす施用の場評価, Plant Production Science, 17,98-102 (2014)

1. 研究の動機及び目的

コンクリートは砂利・砂などの骨材を水硬性のセメントと水からなる結合材と混合して練り、硬化結合させた複合材料であり、主に高層ビルや橋脚に使用される。モルタルは砂利などの粗骨材が含まれておらず、主に壁や床の仕上げ材として使用される。このようにコンクリートやモルタルは私たちの身近な場面で長期間使われており、今後も廃れることはないだろう。そこでこれらを利用して廃棄物の処理に貢献できるのではないかと考えた。

2.モルタルの製作過程

- 1.ポルトランドセメント 450g、砂 1350g、水 225g をミキサーで練り混ぜる。
- 2.フロー試験を行う。
- 3.機械を使用し、振動させる。
- 4.モルタル供試体成形型枠(4cm×4cm×16cm)に流し込む。
- 5.7日間、または28日間水中養生する。
- 6.最大荷重を測定する。

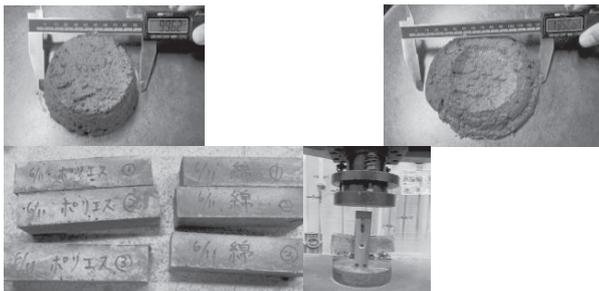


図1 製作の様子

3.実験1-プラスチックを添加したモルタル-

概要1

近年、廃棄物としてプラスチックが問題視されている。そこでコンクリートを利用して廃プラスチックの処理に貢献できるのではないかと考えた。また骨材として適した砂が不足しているという問題がある。その解決策としてプラスチックを利用できるのではないかと考えた。

先行研究によるとモルタルに含まれるプラスチックと砂の比率が3:2を超えると強度が著しく低下していることがわかった。原因はプラスチックが軽量であったため混ぜるときに分離したと考えられる。そこでプラスチックは種類によって密度が異なるため分離の具合が変わるのではないかと、つまり2種類のプラスチックで作ったときに強度の差が出ると考えた。モルタルにペレットとペットボトルを添加して実験を行った。

方法1

ペレットとペットボトルを一辺約5mmに切ったものを用意する。以下の配合で普通モルタル、ペレット入りモルタル、ペットボトル入りモルタルを6本ずつ製作し、圧縮強さと曲げ強さを求める。また破壊時の様子を観察する。ペレットとペットボトルの質量は砂675gと同等の体積になるように定める。

結果1

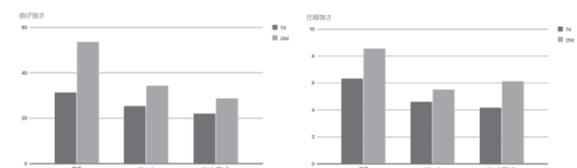


図2 曲げ強さ[N/mm²]

図3 圧縮強さ[N/mm²]

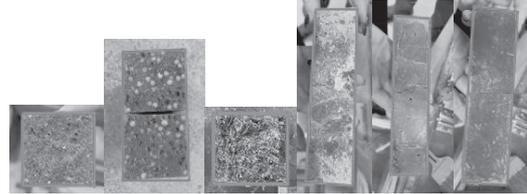


図4 モルタルの断面

図5 ペットボトルの側面

考察1

図2,3より材齢28日のモルタルに注目すると曲げ強さではペットボトルが強く、圧縮強さではペレットが強いことがわかる。しかし、普通モルタルとの差と比較して曲げ強さ及び圧縮強さにおいてペレットとペットボトルに大きな強度の差はないと言える。また図4(左から普通、ペレット、ペットボトル)よりペレットとペットボトルは視覚的に分離の具合に差はないと判断できる。よって仮説は証明されなかった。ペレットとペットボトルが普通より強度が低い主な理由は、プラスチックの表面は凹凸がないため荷重をかけたときにプラスチックとモルタルが離れやすいことだと考えられる。またモルタルに含まれるプラスチックの体積が大きいことも要因だと考えられる。

また曲げ試験を行った際に普通モルタルとペレットでは亀裂が入ったところで手で割ることができるほどの強さだった。それに対しペットボトルでは亀裂が入っても割ることができず、もう一度試験を使って二等分にした。

(図5)

実際にFRPというガラス繊維とポリエステル樹脂の複合繊維を使用したコンクリートがある。このことからペットボトルが繊維のような役割を果たしているのではないかと考えた。

4.実験2-繊維素材を添加したモルタル-

概要2

実験1より廃棄物を添加しても普通モルタルの曲げ強さと圧縮強さを維持するためには廃棄物の体積を小さくする必要がある。また、考察1で述べたペットボトルの役割を踏まえて、繊維素材に着目した。調べたところ、短繊維が含まれた繊維補強コンクリートが剝落防止のためトンネル等の舗装に使用されていることがわかった。そこで近年、廃棄量が増加している不織布マスクを用いてモルタルを補強したいと考えた。モルタルにマスクを含めた5種類の繊維素材を添加して実験を行った。

方法2

綿、ポリエステル、ナイロン、ポリエチレン、マスク(図6)をそれぞれ0.5gずつ添加したモルタルと普通モルタルを製作し、圧縮強さと曲げ強さを求める。また、破壊時の様子を観察する。



図 6 繊維素材

結果2

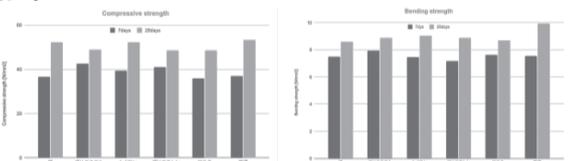


図 7 曲げ強さ[N/mm²]

図 8 圧縮強さ[N/mm²]



ポリエチレン ナイロン 綿

ポリエステル マスク

図 9 破壊時の様子

考察2

図 8 より綿、ナイロン、ポリエチレン入りのモルタルの圧縮強さが他より高い傾向にあるが、反復数が少ないため、正確な評価は行えなかった。図 7 より曲げ強さはいずれのモルタルも無添加モルタルより弱い傾向にあることがわかる。これは不純物が混ざったことが硬化反応の妨げに繋がったと考えられる。また添加量を増やすことで素材による化学反応への影響が変わり、強度変化が見られるのではないかと考えた。

図 9 よりナイロン、ポリエチレンは破壊後にモルタルを繋ぎとめる役割を果たしたと考えられる。しかし、綿、ポリエステル、マスクではこのような状態は見られなかった。また、曲げ試験後の場合、綿、ナイロン、ポリエチレンは図 9 のような状態後、それらをカッターで切ったが、ポリエステル、マスクは手で切り二つに割った。以上のことから添加材によって破壊後の形状に違いが見られたのは、その強度と耐水性などの特徴が異なることが影響していると考えられる。

5.実験3-不織布マスクを添加したモルタル

概要3

考察2で述べた添加材の特徴について検証するために添加材の長さを変えて実験を行った。

方法3

長さをそれぞれ 3.0cm、6.0cm、12.0cmに切ったマスクを添加したモルタルを製作し、圧縮強さと曲げ強さを求める。また破壊時の様子を観察する。

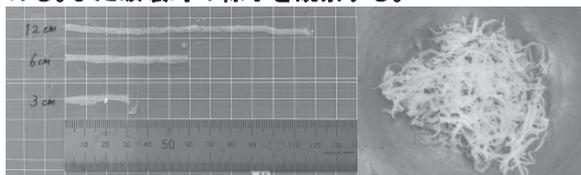


図 10 マスク

実験3

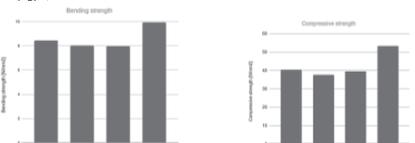
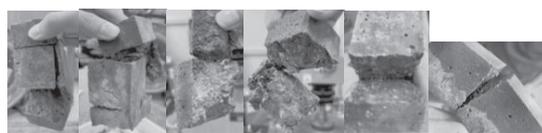


図 11 曲げ強さ[N/mm²]

図 12 圧縮強さ[N/mm²]



3cm 6cm 12cm 3cm 6cm

図 13 破壊時の様子

考察3

マスクを添加したモルタルの曲げ強さ及び圧縮強さが普通モルタルより弱く傾向にあり、実験 2 より顕著に表れている。(図 11、12)これは添加量を増やしたことが影響しているのではないかと考えた。実験2のマスクと比べて内部が添加材によって繋がっている状態のモルタルが確認された。しかし、モルタルの大部分が繋がっているものや一部の軽い欠片が繋がっているものもあった。(図 13)また、それぞれのモルタルの破壊時の様子を大きく違いは見られなかった。そこでマスクが繋ぎ止めることのできるモルタルの質量に限界があるのではないかと考えた。

6. 結論・今後の展望

廃マスクを繊維補強材として利用するためにはマスクを布状ではなく撚糸のように加工して強度や耐久性を上げる必要があることが分かった。

今後は上述のような加工によって添加材としての強度を増やすことがモルタルの強度に与える影響を調査したい。また製作するモルタルの大きさを変えて実際に内部がどのような状態であるのか調べ、モルタルを安定的に繋ぎ止められる添加の仕方を見たい。

7. 謝辞

芝浦工業大学工学部 先進国際過程(兼任 土木工学科) マテリアルデザイン研究室 伊代田岳史先生 内藤雄也さんにご協力・ご指導いただきました。ありがとうございました。

8. 参考文献

- 加藤佳孝 伊代田岳史 渡部正 梅村靖弘 鉄筋コンクリートの材料と施工 P167 鹿島出版会 (2012)
 匠抜き、繊維の種類
<https://www.takuminuki.com/howto/fiber/> (2024.6.19)
 コンクリート工学会、コンクリートの基本知識
<https://www.jci-net.or.jp/j/concrete/kiso/concrete.html> (2024.8.24)

高2サイエンスクラス 金山 葉子

1. 研究の動機

幼いころから飛行機に乗っていて飛行機に興味があったり、エンジンの見た目や音が好きということから飛行機とエンジンに関する実験をしようと考えた。ANA の中で最大の期待を対象にして実験をしようと思い、「777-300」という機体のエンジンを作成しようと思った。しかし、エンジンを作成する時間がないと指摘を受け、エンジンの羽に着目して飛行機のエンジンをどのように使用したら効率が良くなるのかということについて実験をすることにした。

2. 研究の目的

エンジンの羽の部分の形や枚数を変えて、ハンディファンから風をあて、付箋の揺れ具合を見てどのようにしたら風を多く後ろに流すことができるのかを調べる。そして、風を適度に後ろに流すことができる最適な羽の形を見つける。

3. 実験方法

仮説 エンジンを効率よく使用するためには空気のある程度エンジンの後ろに逃がすことと羽の部分の素早く回転させる必要があると考えた。羽の部分の壊した模型は空気を多く後ろに流すことができ、羽も素早く回転させることができるので現在している飛行機のエンジンよりも効率よくエンジンを使用できるのではないかと考えた。

実験1 購入したエンジンの模型の羽の角度を測る。中心と羽の付け根の部分を直角になるようにし、分度器を当てて角度を測る。



実験2 模型の羽の部分の角度を変えて、どれくらいの風が後ろに流れるのかということと比較する。



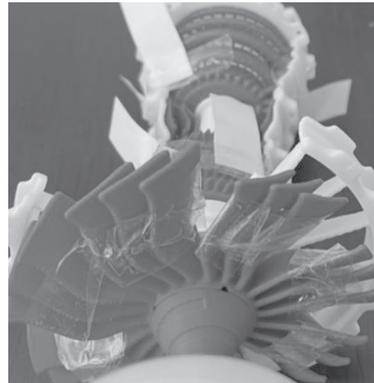
①元の模型



②羽を全体的に壊した模型



③真上から見て羽を縦方向にした



④羽をセロハンテープでくっつけた

実験3 実験2の4つの模型にハンディファンの風を当てて付箋の揺れ具合をみる(ハンディファンと模型の角度は目分量で一定にした)

4. 結果と考察

結果1 エンジンの中心部分と羽の付け根の角度は 104 度だった

結果2・3

	①	②	③	④
付箋の揺れ具合(8枚)	3枚	7枚	3枚	7枚

考察 羽同士の幅を広くしたものが空気が後ろに流れて羽を素早く回転させることができるので一番効率が良いと思っていたが、予想していたよりも空気が後ろに流れすぎてエンジンの効率が悪くなってしまうことが分かった。このことから、空気を多く後ろに流そうとしてしまうと逆に効率が悪くなるということが分かった。そのため、エンジンの羽の枚数を減らす必要があると考えた。しかし、羽の枚数を少なくすると前進する力が減って飛行機が墜落する可能性があると考えた。そのため、エンジンの羽を分厚くしたエンジンが最適だと考えた。

5. 結論・今後の展望

結論 羽の角度で空気が後ろに流れる量が変わり、エンジンの羽の角度は重要だと分かった。羽同士の間隔があまり変わらなければ風の流れ方もあまり変わらず、空気が羽を全体を壊したものと羽同士をセロハンテープでくっつけたものよりも空気があまり流れないということが分かった。

今後の展望

今回のハンディファンから風を当てる実験は飛行機のエンジンの模型を机に置いて実験したため、次回の実験からはエンジンの模型を吊るして支えがない状況でどのような動きになるのかを比較し、空気抵抗の傾向や安定性を捉えたい。そして、エンジンの模型に5gや10gの重さが異なるおもりをのせ、重さによってエンジンの模型に風を当てた時の安定性や風の流れやすさを比較し、これらの傾向も捉えたい。そして、飛行している時の状況に近い、吊るしている状態の結果からエンジンの羽の形をどのようにしたら良いのかということも考えたい。

6. 謝辞

本実験の実施に当たっては、山脇学園高等学校ものづくり研究室 小長谷洋介先生にご指導をいただきました。厚く御礼申し上げます。

7. 参考文献

ありません。

コルクで土が蘇る！

～廃コルクを用いた土壌改良剤の実用性～

高2サイエンスクラス 小倉ゆい

1. 研究の動機

世界では燃焼廃棄による地球温暖化や化学肥料の使用量の増加が問題視されている。コルクはワインの栓や建材、工芸品など使用法は多岐にわたるが、使用後に廃棄されることが多く、コルク栓だけでも年間 2000 トン以上廃棄されている。廃棄された場合、燃焼されるため、二酸化炭素を排出し、環境に影響を与えているのである。また化学肥料は、世界中で使用量が増加し植物への汚染物質の蓄積が問題になっている。そこで廃棄されるコルクを土壌改良剤として再生させることができれば、環境に優しくコルクを廃棄でき、化学肥料の使用量も低減できるのではないかと考えた。

2. 研究の目的

コルクには土壌を豊かにするスベリンやセルロース、タンニンなどの成分が含まれており、土壌改良剤として使用できる可能性が示唆されている。しかし、現時点ではこの研究に関する論文は世界で発表されておらず、コルクが本当に土壌改良剤としての機能を果たすかどうかについては十分な科学的な証拠がない。よって本研究ではコルクの土壌改良剤としての効果を検証し、実際に家庭、農業での利用が可能かどうかを明らかにすることを目的とした。さらに、長期的な視点から、コルクが土壌に与える持続的な影響についても調査、研究を行う。

3. 実験方法

実験1 pHの安定化

土壌 100g に水酸化ナトリウムを混ぜた pH8.33 のアルカリ性土壌にしたものを①～⑤の5つと粒径1mm のコルクパウダーを用意する。土壌①はコルク無添加、土壌②にはコルクパウダー2g、土壌③にはコルクパウダー4g、土壌④には土2g、土壌⑤には土4g を混ぜ、十分に混ぜた。その後約2週間日光のもと放置した後 pH を測定した。日光のもと放置する際、余計な微生物が混入するのを防ぐため、ふんわりとラップを被せた。

実験2 pH濃度を上げた倍位の変化

実験1と同様の実験を pH が 12.34 の場合でも行い、土壌が強アルカリ性の場合でもコルクは pH を安定化させるのかの確認をした。実験1より土壌全体の量が増加した場合でも、pH の変化はないことがわかったため、コルクパウダーのみの実験を行った。

実験3 TLCでのタンニン酸の検出

pH が低下した要因として、タンニン酸が土壌中に放出した可能性が考えられた。実験1で使用した土壌 20g をタンニン酸が溶けやすいとされているアルコール 100mL、水 100mL にそれぞれ溶かし、十分に混ぜた。その後、濾過し溶液中の土を取り除いた。濾過した溶液 8mL を濃縮後、メタノール 0.8mL で溶解し、プレートに2μL のせ観察した。

実験4

土壌2kg に対して、コルクを約2%の 20g を含ませたものと含ませていないものを用意し、それぞれの鉢(8号)に3株のハツカダイコン (*Raphanussativus* var. *sativus*) を播種し、水を撒く回数(日曜を除き1日1回)、量(1回につき 200mm)を揃え、育てた。その後発芽してから、毎日、草丈を測定した。

4. 結果と考察

実験1

コルク無添加の土壌①は pH の変化はなく、コルクパウダーを配合した土壌②、③は pH がそれぞれ 0.33、0.34 低下した。土壌④、⑤の結果より、土壌全体の量が増加したことによる pH の影響はないと言える。

土壌	pH
土壌①無添加	8.33
土壌②コルクを2g配合	8.00
土壌③コルクを4g配合	7.99
土壌④土を2g配合	8.32
土壌⑤土を4g配合	8.33

考察

今回の結果はコルクに由来する、タンニン酸やスベリンなどの成分が土壌中に放出され pH が低下した。または、微生物がコルクパウダーを餌として接種した際に微生物の活動が促進され、pH が低下したのではないかと考えた。

実験2

コルク2g 添加の土壌は、pH が 12.34 から 8.11 (図1)、コルク4g 添加の土壌は pH が 12.24 から 8.05 に低下した(図2)。この結果より pH が 12 と強アルカリ性の場合でも pH は中性付近に近づくことがわかった。



図1



図2

実験3

薄層クロマトグラフィーの結果図9の通り標品と同じ高さまで、水、エタノールのサンプルは上昇しなかったことから、20mLあたりに1mgもタンニン酸は含まれていないということがわかった。



【図1: 薄層クロマトグラフィー結果】

考察

今回の薄層クロマトグラフィーの結果より pH が中性付近に近づいた要因はタンニン酸ではなく、微生物によりコルクパウダーが分解され、代謝産物が土壌中に放出され pH が低下した。またはスベリンなどの酸性の成分が土壌中に放出され pH が低下したと考えられる。

実験4

表1はそれぞれの鉢の草丈の平均値をまとめたものである。グラフからもわかるとおり、植物の草丈に大きな差は見られなかった。しかし、測定を開始してから、3日目から、コルクを配合していたものは、3株とも成長していたのに対し、コルク無配合のものは3株中2株が枯れてしまった。

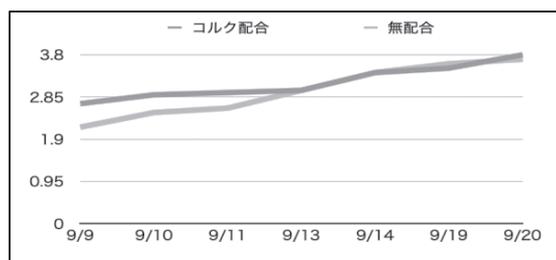
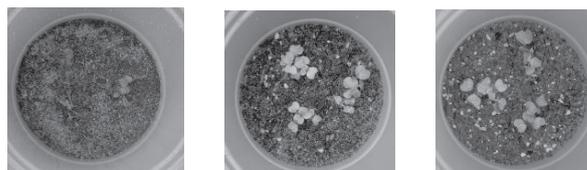


表1 それぞれの鉢の草丈の平均値

コルクあり



発芽1日目

発芽5日目

発芽11日目

コルクなし



発芽1日目

発芽5日目

発芽11日目

考察

コルク無配合の株が枯れてしまった原因として、休校中に水をあげられなかったことによる、水分不足であった可能性が考えられる。

休校明けに土壌の状態を観察したところ、コルク無配合のもの土が乾燥していたのに対し、コルクを配合したものは少し湿っていたことから土壌の保水性が向上した可能性が示唆された。

5. 結論・今後の展望

本研究により、コルクには土壌を豊かにする効果があることが明らかになった。今後は実験手法で述べた研究を繰り返し行い土壌改良剤としての再現性を確認し、「保水性の向上」や「微生物の活発化」などコルクが土壌に与える影響も継続して実験する。また農林水産省が掲げている「2050年までに輸入燃料や化石燃料を原料とした化学肥料の使用量を30%低減する」という「みどりの食料システム戦略」にも貢献していきたい。この研究を進め、コルクが一般的な土壌改良剤として使用できるような社会にしたい。

6. 参考文献

- 1: Bozok University, Architectural Investigation of Effect of Chemical Fertilizers on Environment
- 2: Pereira (2013). "Cork chemical variability," Bio Resources 8(2), 2246-2256.
- 3: Lee R. Lynd Microbial Cellulose Utilization: Fundamentals and Biotechnology September

1. 研究の動機

単子葉類であるマカラスムギ(*Avena sativa*)にクラシック音楽を聞かせて栽培すると、芽と根の生長が促進することが示された論文⁽¹⁾がある。また、実際にクラシック音楽を聞かせて育てたという小松菜「コマツ～ナ」⁽²⁾なども販売されている。しかし、双子葉類にも先行研究と同じような影響があるのか、発芽率、発根率、芽や根の生長以外にも影響があるのかは分かっていない。また、音楽のどの要素が影響を与えているのかも分かっていないため、さらに細かく研究する必要がある。

2. 研究の目的

双子葉類であるクレソン(*Nasturtium officinale*)に一定の周波数を聞かせて栽培し、発芽率や胚軸長などを測定することで、双子葉類の1.発芽率を上げる・下げる周波数、2.胚軸長の生長を促進・抑制させる周波数、3.発芽率や胚軸長以外への影響、を調べることを目的とした。周波数が高い音は振動が多いため、植物にとって心地よい刺激になり、発芽率を上昇させ、胚軸長も長くなるのではないかという仮説を立てた。生長に影響を与える周波数を見つけることができれば、植物工場などで活用できると考えている。

3. 実験方法

[準備]

図1の装置を製作した。段ボール箱に遮音シートとLEDライトを設置した装置を3台作り、そのうち2台にはスピーカーも設置した。スピーカーのうち1台は900Hz、もう1台は18000Hzの周波数の音をToneGeneratorというアプリを用いて、音量55db(夜間の騒音の平均音量)で流し続けた。実験に用いた周波数は、人間が認識しやすいと言われていた中音域(800Hz～2000Hz)から1つ、それよりも高音の高音域(4000Hz～20000Hz)から1つ選択した。

この実験では、双子葉類で、水耕栽培がしやすく生長が早いという点から、アブラナ科のクレソンを使用した。

[実験1]

種子に適度な水分を与えるために、種子50粒を水道水を染み込ませた食器用スポンジの上に播種した。それぞれの装置内で、室温(15℃程度)のまま1週間水耕栽培(水道水を使用)した後の発芽率を計測した。



図1 製作した3台の装置

[実験2]

実験1ではスポンジがすぐに乾燥してしまい、種子が

発芽する際に必要な水分を得られなかったのではないかと考え、スポンジを脱脂綿に変更して同様の実験を行った。また、全ての装置内の水分量を等しくするため、実験前に全ての装置の脱脂綿に水道水200mLを染み込ませ、実験中は霧吹きで約10mLの水やりを1日1回行った。この実験は2回行い、発芽率に加え、ノギスを用いて胚軸長も測定した。発芽率と胚軸長の平均は有意水準5%でt検定を行った。

また、装置による温度差がないことを確かめるために、Arduinoを用いて1時間に1度、温湿度を自動で計測できる装置も3台製作し、装置内に設置した。(図2)

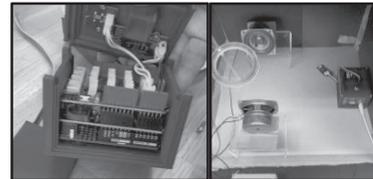


図2 製作した装置(左)と設置後の様子(右)

[実験3]

音量を55dbから66db(昼間の騒音の平均音量)に変えて、同様の実験を3回行った。

[観察]

- 1.それぞれの装置内の子葉の観察を行った。
- 2.葉の開き方に違いがあるように見えたため、子葉の葉柄と葉の角度(図3)を計測した。

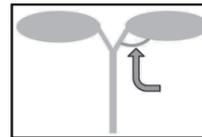


図3 計測した場所

4. 結果と考察

[実験1]

結果は図4のグラフのようになった。最も発芽率が高かったのは900Hzで24%、最も低かったのは音なしで発芽率は12%となった。しかし、水やりの際にスポンジが乾燥してしまっていることが多かった。

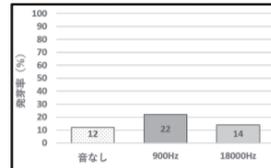


図4 発芽率

[実験2]

2回の実験の発芽率の平均(図5)音なしが87.9%と最も高かった。t検定の結果、有意差は見られなかった。

1回目の実験の胚軸長の平均(図6)は、18000Hzが11.4mmと最も長く、音なしが最も短くなった。t検定の結果、有意差は見られなかった。

2回目の実験(図7)では、音なしが12.7mmと最も長くなった。t検定の結果、有意差は見られなかった。

また、1時間おきに測った温湿度の変化(図8)より、装置による温湿度の大きな差はないことがわかった。

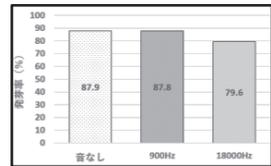


図5 発芽率の平均

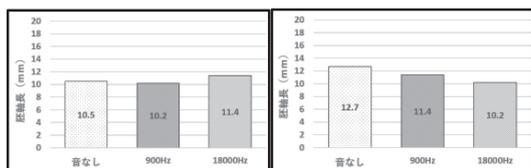


図6 胚軸長の平均(1回目)

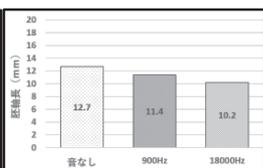


図7 胚軸長の平均(2回目)

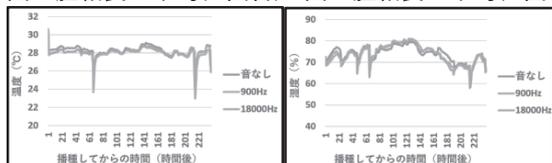


図8 温度(左)と湿度(右)の変化

[実験3]

3 回の実験の発芽率の平均は、図9のようになり、18000Hz が最も発芽率が高くなった。t 検定の結果、有意差は見られなかった。

1 回目の実験の胚軸長の平均(図10)は、音なしが最も長くなった。t 検定の結果、有意差は見られなかった。

2 回目の実験(図11)では、900Hz が 16.7mm で最も長くなった。t 検定の結果、900Hz と 18000Hz の間に、900Hz の胚軸長の方が長いという差が見られ、900Hz のと音なしの間にも900Hzの胚軸長の方が長いという差が見られた。18000Hzと900Hzの間には、有意差はなかった。3 回目の実験(図12)では、音なしが最も長くなった。t 検定の結果、有意差は見られなかった。

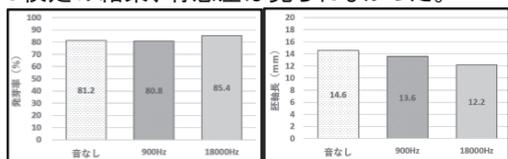


図9 発芽率の平均

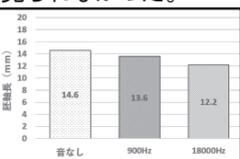


図10 胚軸長の平均(1回目)

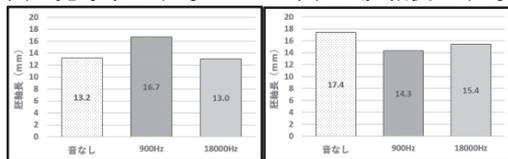


図11 胚軸長の平均(2回目)

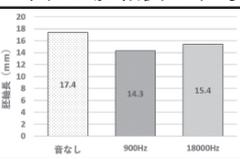


図12 胚軸長の平均(3回目)

[観察]

1.900Hz(図14)または18000Hz(図15)の音がある環境で育てたものと音なし(図13)では、音ありが音なしよりも葉の色が濃いように見えた。

また、音ありは葉が外側に丸く反っているように見えたため、実体顕微鏡で観察した結果、反っていることが確認できた。(図16)



図13 音なし 図14 900Hz 図15 18000Hz

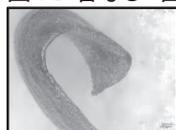


図16 実体顕微鏡の写真

2.900Hz は平均 63 度、18000Hz も平均 63 度、音なしは平均 101 度となった。音ありと音なしでは葉と葉柄の

角度に差があることが分かった。

[考察]

実験2、実験3で装置の違いによる発芽率に差は見られなかった。これにより、音の周波数は発芽率に影響を与えないと考えられる。

実験2と実験3の間に発芽率の差が見られなかった。ここから、音量の違いも発芽率に影響を及ぼさないと考えられる。

実験1では発芽率に差があるように見えたが、実験2と3では発芽率に差が見られなかった。実験2と3ではt検定を行ったが、実験1ではt検定を行っていないため、実際には実験1も差がなかった可能性がある。また、実験1と実験2、3では実験時期が異なっていたため、温度や湿度に影響された可能性があると考えている。

実験3で胚軸長の平均に差が見られた。しかし、今回は3回しか実験を行っていないため、音量が胚軸長に及ぼす影響については断定できない。そのため今後、実験回数を増やしていく必要がある。

観察の結果、葉柄と葉の角度に差があった。これは、葉の裏の細胞が音による刺激を受けて小さくなり、葉の表と裏で重さが変わったことによって、葉が外側に丸く反った形になったのではないかと考えた。

同じく、観察の際に子葉の色に違いがあるように見えた。葉が外側に反ると、光に当たる面積が少なくなると考えられる。そのため、光合成を行うために葉緑体の分裂が促進され、緑色が濃く見えたのではないかと考えた。これは、丸く反った葉と反っていない葉を光に当てた時、光が当たる面積を測定し、それぞれの葉に含まれる葉緑体の量を調べることで確認できると考えている。しかし、色の違いに関しては、実際にどのくらいの差があるのか明らかでないため、検証を重ねる必要がある。画像解析を行い、それぞれの RGB 値を出すことで確認できると考える。

5. 結論・今後の展望

実験2より、仮説は正しくないことが証明された。今後、実験を重ねて生長を抑制させる周波数が見つければ除草剤なしでの除草、生長を促進させる周波数が見つければ、植物工場などでの生産量増加に繋げることが可能になると考えている。これらのことが実現すれば、農作物の生産量を効率的に増やし、安い価格で安定させることが出来る。

6. 謝辞

今回の研究に多くのご助言とご協力をいただいた東京農業大学の坂田洋一先生に、この場を借りてお礼を申し上げます。ありがとうございました。

7. 参考文献

- (1)佐藤優紀、谷津潤 植物における音の影響 化学と生物 2013 Vol.51 No.3 p.196-198
- (2)株式会社じゅんちゃんファーム ホームページ <https://www.junchanfarm.com/komatsu-na/#komatsu-na>

知らないうちにプラスチックを食べている?!
高2サイエンスクラス 杉本 結・笹岡 日菜乃

1. 研究の動機

近年マイクロプラスチック(以下MP)は新たな環境問題として注目を集めており、現在はSDGsに含まれる課題の一つでもある。特に問題視されているのは、各地から出る膨大なプラスチックごみの一部が海に流出し、様々な海岸に漂着することである。しかしプラスチックは人工的に作られた化合物のため、自然の力でも分解するのに膨大な時間を要する上、劣化したプラスチックは海底に沈み蓄積される。また化学物質はプラスチックに吸着しやすく、海洋生物がエサと間違えて飲み込むと、海の生態系にも影響し、さらには私たちの体内にも化学物質が入る可能性がある。なお、本研究におけるMPは直径5mmよりも小さい碎片を指すものとする。

2. 研究の目的

本研究では魚の内臓や貝の可食部にMPが混入しているのかを明らかにすることを目的として実施した。

3. 実験方法

実験1 水酸化カリウムによる溶解

仮説 魚の内臓や貝の可食部に0.25×0.25(mm)以上のMPがある

1) 試料の取り出し

貝類は表面を洗浄した後に可食部を、魚類は内臓を取り出した。(図1)

2) 溶解

10%に調整した水酸化カリウム溶液を取り出した試料が浸るまで加え(図2)、35°Cに設定したウォーターバス中で溶解させた。(図3)

3) 濾過

プランクトンネット(メッシュ0.25×0.25(mm)、ナイロン製)を2枚重ねにし残渣を回収した。ネット上に付着した残渣は水にかけ回収した。(図4)

4) 測定

得られた残渣をフーリエ変換赤外分光光度計(以下FT-IR)にかけ、プラスチックの有無を調べた。



(図1)

(図2)



(図3)

(図4)

実験2 精製水による抽出

仮説 魚の内臓に0.25×0.25(mm)以上のMPは魚の体内にある

1) 試料の取り出し

魚の内臓を取り出した後、精製水500mlに浸し2日間冷蔵庫内(0°C)に保管する。

2) 採取した液体上部の浮遊物を、葉さじまたは駒込ピペットを用いてシャーレに取り出す。

3) 観察

取り出した浮遊物を実体顕微鏡を用いて観察し、浮遊物からMPを取り出す。取り出したMPを再び顕微鏡で観察する。

実験3 水酸化カリウム・精製水・過酸化水素による溶解

仮説 カキの内臓に5mm以上のMPは魚の体内にある

1) 貝の内臓部分を手又は解剖鋏を用いて取り出し、細かく切って中身を出す。

2) 精製水で濯ぎ濾過する。

3) 濾紙上の残渣を水酸化カリウム(10%)または過酸化水素水(15%)で溶解し、数日間冷蔵庫で保管。残渣を十分に溶解できていない場合は、再度溶液を100g追加する。

4) 溶解後、精製水で洗浄しFT-IRにて定性的に分析。

4. 結果と考察

実験1

<結果>

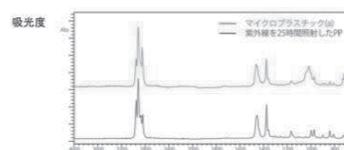
FT-IRは対象となる試料に赤外光を照射して、その透過・反射した光量を手掛かりに物質の定性的・定量的な分析が可能である。

今回は、試料中に代表的なMP片の一つであるポリプロピレンが含まれるか定性的に分析するため、透過率での判断を試みた。

赤外光を照射すると、特定の官能基はほぼ一定の吸収帯に検出されるため、化合物の部分的な構造を推定することができる。図1上段には環境表層水中から得られたMPの波形、下段には紫外線を25時間照射したポリプロピレンの波形を示す。両者の一致率を調べることで、試料中に何が含まれるか検出できることを示している。

今回の濾過後の残渣を分析した結果を図2~4に示す。試料からポリプロピレンと似た形状の波域2700~3000(cm⁻¹)間の帯域に、ピークが見られることから魚の内臓や貝の可食部にマイクロプラスチックがある可能性が示唆された。

表1: FT-IRによるポリプロピレンの赤外スペクトルの例(株式会社島津製作所技術資料より引用)



横軸: 赤外分光光度

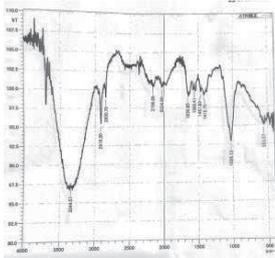


図 2 : アサリ

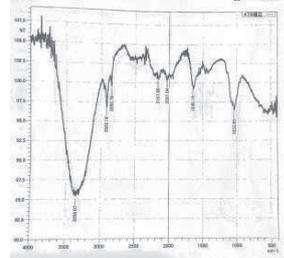


図 3 : アジ

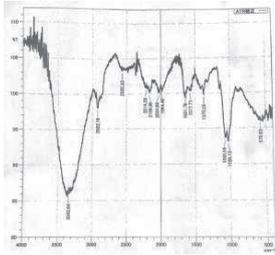


図 4 : スルメイカ

<考察>

FT-IR 解析の結果、ポリプロピレンと似た形状の波長が確認された。しかし、表 1 に示す高純度のポリプロピレン試料では、1600~2400 (cm⁻¹) 帯に透過率がフラットな帯がみられるものの、試料では幾つものピークが見られたことや、-OH を示す波長の方が高くなっている。これらは、ポリプロピレンに魚や貝などの身が付着しており、有機物に-OH が反応し不純物として同定の妨げとなっているためと考えられる。以上のことから、ポリプロピレンが含まれると断定するには至らなかった。

実験 2

<結果>

実体顕微鏡を用いて観察したが、MP らしきものを発見できなかった

<考察>

MP の発見に至らなかった要因として、精製水は魚の内臓の内容物を溶かすことができない為、採取時に内容物に MP が絡まり浮き上がりにくかったと考える

実験 3

<結果>

結果の検討中

5. 結論・今後の展望

今後は以下のことを解明していきたいと考える。

①遠心分離機による実験方法の裏付け

水酸化カリウムまたは精製水による溶解・フェントンのうち最適な実験方法を見極めるため、プラスチックを各溶液に浸し、その後遠心分離機にてプラスチックを取り出せるかどうか検証する。

②MP を含む魚介類の種類傾向や生息水域

MP が魚の内臓や貝の可食部に混入していた場合、こういった海域に生息している海洋生物に多く混入しているのかを数値化して傾向を導く。

③紫外線と太陽光によるプラスチックの形状の変化
海に流出したプラスチックが削られ MP になる上で最も大きな要因として太陽光が挙げられた。そこ

で、太陽光と皮膚に影響しやすい紫外線ではどれほどの差があるのか検証する。なお、紫外線はライトを模擬プラスチックに一定期間照射し、実験前後で模擬プラスチックの形状にどのような変化があるかを観察する。

④日焼け止めによる MP への影響

身近にあるプラスチックを試料とし、OB や ME などの日焼け止めに含まれる化学物質が MP に吸着することで、どのような影響があるか調査する。

⑤魚介類に含まれる MP の形状や種類

KOH 溶液・精製水のどちらも MP を検出することができなかった為、最適な精製方法を①のように探し出し③④の結果を基に種類を特定する。

6. 謝辞

本件 FT-IR 分析に際し、本校の高大連携協定校でもある芝浦工業大学 工学部教授北川理先生にご協力・ご指導いただきました。ありがとうございました。

7. 参考文献

- ・川原和美 マイクロプラスチック自動前処理装置 MAP-100 フーリエ変換赤外分光光度計 IRSpirit/IRXross マイクロプラスチック自動前処理装置 MAP-100 と FTIR を用いた環境水中のマイクロプラスチック分析 株式会社島津製作所技術資料 : 2023 年 6 月
- ・相子伸之・近藤美麻・近藤泰仁・田中周平 淀川ワンドの底泥と二枚貝におけるマイクロプラスチックの汚染実態『環境技術』Vol. 49 No6 p19~23(2020)https://www.jstage.jst.go.jp/article/jriet/49/6/49_311/_pdf/-char/ja (2024. 1. 24 閲覧)
- ・日本能率協会「令和元年度 新たな種類の JAS 企画調査委託事業調査報告書」p35~41 (2020) https://www.maff.go.jp/j/jas/jas_system/attach/pdf/index-26.pdf. (2024. 3. 1 閲覧)
- ・中嶋亮太・山下麗。総説-海洋マイクロプラスチックの採取・前処理・定量方法. 日本海洋会. [https://kaiyo-gakkai.jp/jos/uminokenkyu/vol29/29-5/29-5_Nakajima_and_Yamashita.pdf](https://kaiyogakkai.jp/jos/uminokenkyu/vol29/29-5/29-5_Nakajima_and_Yamashita.pdf). (2024. 7. 15)
- ・千葉商科大学. MIRAI Times. 「海が汚染され、海の生物も人も危ない！マイクロプラスチック汚染問題とは(2023. 3. 22) https://www.cuc.ac.jp/om_miraitimes/column/u0h4tu00000013vf.html (2023. 9. 27)
- ・日本内湾および琵琶湖における摂食方法別にみた魚類消化管中のマイクロプラスチックの存在実態(牛島大志 1), 田中周平 2) 鈴木裕識 2) 雪岡聖 2) 王夢澤 2) 鍋谷佳希 1) 藤井滋穂 2) 高田秀重 3) (2018)https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsw/41/4/41_107/_article/-char/ja/ (2024. 12. 14)

1. 研究の動機

どんな人でも電気を得られる環境を作るために、将来的に自家発電を普及させていきたいと考えている。その第一歩として、身近な現象で発電した方が発電機材にコストがかからないと考えた。そのため、身の回りでたくさん発生している振動を利用し、発電していきたいと思った。

2. 研究の目的

発電に使える音エネルギーを今後活用して環境に負荷をかけない発電の開発を進めていくことである。発電量が少ないことが主な原因で振動発電が利用されていない現状を、解決すべく、振動発電の発電量を増やす方法を見つけることで、振動発電が今よりも普及させていきたいと考えている。そして、世界的な問題となっている地球温暖化対策に貢献していきたいと考えた。

3. 実験方法

音の振動は小さいため、もとの振動の大きさでは発電に使えない。そこで、パラボラアンテナの仕組みを使えば、音を集められて音圧が大きくなると考えた。以下はそれを確かめるための実験である。

実験 1 パラボラがあることによって集音しやすくなるのか

仮説: パラボラありの方が集音できる音量が大きい。
手順: Tinkercad を使って 3D モデルを作り、プリンターでパラボラを印刷した。(図 1)パラボラ、スピーカー、ピンマイク、スタンド台、Tone Generator、音量測定 Web を用意し、実験を行った。スピーカーとパラボラの距離は 10cm、パラボラとマイクの距離は 1cm(図 2 から出したパラボラの焦点の位置)で設置した。パラボラなしの場合は図 3 のようにマイクとスピーカーを距離間 10cm で、パラボラ有りの場合は図 4 のようにスピーカー、マイク、パラボラの順で設置した。スピーカーからパソコンでの音量 15、1000Hz の音を出し、その音をマイクで集音し、音量測定 Web で音量を測定した。



図1 パラボラの設計図



図2 パラボラの焦点距離

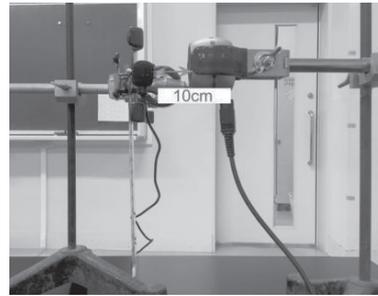


図3 パラボラなしの実験道具設置位置

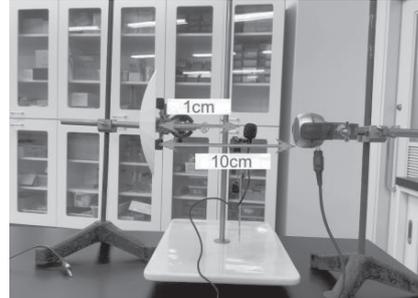


図4 パラボラなしの実験道具設置位置

実験2 スピーカーとパラボラの距離別で集音できる音の大きさに違いがあるのか

仮説: スピーカーとパラボラの距離を変えても集音音量に差はない。

手順: パラボラとマイクの距離は焦点の 1cm で固定し、スピーカーとパラボラの距離を変化させた。他の条件は実験 1 と同様の条件で実験を行った。

実験3 本当にパラボラの焦点のところで集音が最大音量なのか

仮説: 焦点の位置で 1 番集音できる。

手順: スピーカーとパラボラの距離は 20cm で固定し、マイクとパラボラの距離を変化させた。他の条件は実験 1 と同様の条件で実験を行った。

実験4 壁の反射よりもパラボラの反射の方が音を集められているのか

仮説: パラボラの反射の方が音を集められる。

手順: 壁に見立てた円板(直径 14cm、厚さ 3mm)を用意し、スピーカーとパラボラの距離を 10cm で固定した。他の条件は実験 1 と同様の条件で実験を行った。

実験5 実際のパラボラではどのくらい集音できるのか

仮説: 直径が大きく、反射する音が多くなるので、実際のパラボラの方が集音できる。

手順: 実際のパラボラと、直径 5 分の 1 のパラボラを用意し、パラボラとスピーカーの距離を 30cm に設置してそれぞれの集音音量を記録をした。他の条件は実験 1 と同様の条件で実験を行った。

実験6 実際のパラボラを使い、3D プリンターのパラボラと同じくらいの集音ができる距離はいくらなのか

仮説: 実験 5 から、距離が遠い方が集音できる大きさが大きい

手順: パラボラとスピーカーの距離を 30、60、90cm と変化させた。他の条件は実験 1 と同様の条件で実験を行った。

4. 結果と考察

実験1

結果:

表1 パラボラ有り

距離 (cm)	10
最大dB	54.7
平均dB	48.94

表2 パラボラ無し

距離 (cm)	10
最大dB	45.4
平均dB	41.86

考察: パラボラがあることで音が反射して一点に集まったのでマイクが音を集音しやすく、パラボラ有りの方が集音できたと考えられる。

実験2

結果: 表3

距離 (cm)	5	10	15	20
最大dB	58.6	54.7	54.0	47.7
平均dB	46.02	48.94	50.26	43.95

考察: スピーカーとパラボラの距離が 5、10、15cm での平均集音音量を比較すると大きな差はないと読み取れる。そのため、スピーカーとパラボラの距離で集音できる音の大きさに関係はないと考えられる。また、距離 20cm での平均集音音量がほかの距離のデータと比べて小さくなっているのは、20cm のデータを計測するときだけ実験室のエアコンを消しており、周りの環境音が小さくなったためだと考えられる。

実験3

結果: 表4

距離 (cm)	0	1 (焦点)	5	10	15
最大dB	44.6	47.7	34.9	34.9	36.3
平均dB	36.68	43.95	31.01	31.35	31.17

考察: 平均集音音量を比較すると仮説通りの結果になったということがわかる。5、10、15cm の平均集音音量は約 31dB なのに対して 0cm の平均音量は約 37dB であることから、パラボラとマイクの距離ではなく、パラボラの焦点とマイクの距離で集音音量に差が出ると考えられる。

実験4

結果: 表5

距離 (cm)	10
パラボラ 最大dB	54.7
パラボラ 平均dB	48.94
円板 最大dB	39.4
円板 平均dB	26.58

考察: 実験1のパラボラ無しの結果と比較すると、実験4の方が集音できていないということがわかる。そのため、壁の反射では音を集められていないということが考えられる。

実験5

結果: 表6

	実際のパラボラ	5分の1のパラボラ
最大dB	5.8	57.3
平均dB	0.9	40.41

考察: パラボラの直径によって反射できる音波の数が異なり、集められる音の大きさに変化があると考えた。しかしパラボラの直径が大きい方が音を集められていなかったので、パラボラの凹んでいる部分の大きさによって集音音量が変わる可能性があると考えられる。また、パラボラの直径によって集音に適切なパラボラとスピーカー

の距離があると推測できる。

実験6

結果:

	30cm	60cm	90cm
最大dB	5.8	41.1	47.3
平均dB	0.9	34.0	39.0

考察: パラボラの直径の大きさによって、大きく音を集められるスピーカーの位置が異なり、音源の距離が近い場合はパラボラの直径は小さい方が向いており、遠い場合はパラボラの直径が大きい方が向いていると考えられる。

5. 結論・今後の展望

今回の研究では、音の振動から発電ができるようにするために、集音して音の振動を大きくしようと考え、集音する方法としてパラボラの構造を利用した。パラボラがあることで集音しやすくなるということが明確になった。また、実験4から壁で音が反射したとしても音を集められているとは限らないことが分かり、音を集めるには平らな形状よりも放物線の形状の方が向いていることが分かった。

今後の展望としては、3D プリンターで作ったモデルだとパラボラの丸い角度がずっと固定されているので、マイクとスピーカーの位置を固定し、場所によってどの条件で一番反射するのかを確かめたいと考えている。そしてその結果によって一番集音できるパラボラの形を作ろうと考えている。パラボラの形で、どの大きさや半球の深さの条件であれば一番集音できるのか、音の発信源(スピーカー)とパラボラをどの距離や角度で設置するのが一番集音できるのか、をこれからの実験で行っていきたいと考えている。

6. 参考文献

1) “放射線の準線・焦点と一般化”, 高校数学の美しい物語

<https://manabitimes.jp/math/868> (閲覧 2024-9-27)

2) “スピーカーからの距離と指向角度”, ヒビノ株式会社

<https://www.hibino.co.jp/bgm-speaker-adviser/mame-4.html> (閲覧 2024-10-9)

可児美由希、崎本夏帆

1. 研究の動機

本研究では、ベンケイソウ科センペルビウム属センペルビウム (*sempervivum*) のセンペルビウムクリアチンを使い、行っている。センペルビウムの大きな特徴の「糸」が下の写真(図1)のように細く、白い「糸」がらせん状に葉の上にある。

我々は、センペルビウムの糸の役割を判明することにより、現在の形態の理由や、その他の糸を持った動物や植物の進化の理由の判明につながるのではないかと考えた。



図1 センペルビウム

2. 研究の目的

センペルビウムは他の植物にはない葉の先端から、他の葉の先端にかけて複数本生えている糸のようなものを持つ。これを以後『糸』と呼ぶ。センペルビウムの『糸』の機能性はいまだ明らかになっていない。そこで、私たちは①日光から身を守るため②空気中の水分を蓄えるため③形を保つため④道管、篩管と同じで、水や栄養分を運ぶためという4つの仮説を立てて検証する。そのうち1つの①日光から身を守るためを検証する。①の仮説を立証することで植物の進化の際にどの条件が一番重視されているのかの判明につながると考えられる。

3. 実験方法

実験1

目的: 糸と光の関係性の調査

通常の個体と糸をすべて除去した個体を2鉢ずつ用意する。4鉢のセンペルビウムを使用して対照実験を行った。2鉢ずつに分けて段ボールで作った暗室と光の当たる通常環境にそれぞれ設置をして実験を行う。(図2)

どちらの環境でも一方の鉢は糸を取り、光以外の条件はすべて同一として水は一週間に2回、4mlずつ与える。水を与えるタイミングは4つともすべて同じとする。

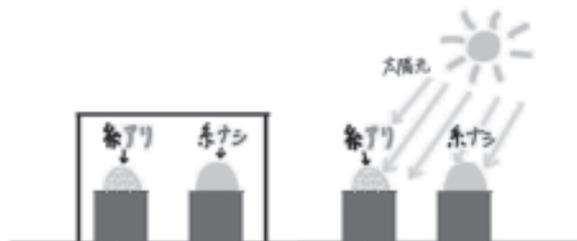


図2 実験概要(対照実験)

実験2

目的: センペルビウムに適する環境の調査

最適な飼育環境を明らかにすることで以後の実験のデータをより正確にするために行う。温度を16.5~17°に設定したインキュベーター(図3)を用いてセンペルビウムの適している環境と正常な成長段階の観察実験を行う。複数のセンペルビウムの株が生育している鉢を二つ用意する。



図3 実験2で使用したインキュベーター

4. 結果と考察

実験1: 結果

暗室の外に設置していたセンペルビウムは実験開始の6月6日から1ヶ月以上たった7月19日に枯れ始めて、15日後の8月3日に完全に枯れた。一方で暗室のセンペルビウムは枯れ始めたが実験開始から約2ヶ月経過した8月5日から47日後の9月22日に完全に枯れた。

考察:

暗室の中と外で枯れ始めるのにかなり大きな期間の差があること、それぞれの条件下で枯れ始めてから完全に枯れるまでの日数の差が32日もあることから日光はセンペルビウムにかなり大きな影響を与えていると考えられる。

また、センペルビウムは夏冬に休眠期があることから一週間に2回、4mlずつは入れすぎである。鉢内に水が溜まってしまい、特に直射日光の当たる環境下のセンペルビウムが早く根腐れを起こしてしまったと考えられる。

実験2

結果:

センペルビウムは枯れずに3月1日から5月21日までの81日間生存した。

しかし一方の鉢では糸が完全になくなり、もう一方では糸が薄くなった。(図4)

考察:

インキュベーター内では光はあるが日光ではなく人工の光である。そのことからセンペルビウムの糸はあくまで日光に反応しているものであり、長時間日光に当たらなかったことから不要になりなくなったと考えた。また、糸が完全になくなったセンペルビウムのほうは通常はらせん状である葉の形が崩れて伸びていた。(図5)このことからセンペルビウムの糸は形を保つための役割も持っていると考えられる。また結果より、今まで1つの役割だけを持つとされていたが1つだけでなく複数の役割を持つと考えられる。



図5 形の崩れたセンペルビウム

5. 結論・今後の展望

光による対照実験を行った実験1では、気温の管理など環境の管理を徹底しておらず、外的影響を大きく受けてしまったことが原因で完全に枯れてしまったと考えられる。今後は、全てのセンペルビウムをインキュベーター内で環境管理を徹底して、実験を行う。

また、実験で使用するセンペルビウムの数量を増やして結果のデータをより正確にして信ぴょう性を持たす必要があると考えた。

今後の実験の展望としては実験2の結果より光を当てていても日光でなければ糸の通常時の役割を正しく証明できないと考えられるので2回目の光の対照実験では植物の光合成に重要な波長である400~500nmと600~700nm(図6)の波長のライトで実験を行う。

実験全体を通した結論として日光はセンペルビウムの糸にかなり大きく影響を及ぼしていると言える。また、センペルビウムの糸の機能性として「乾燥から身を守るために水を蓄える」という仮説を立てていたため、それも検証していきたい。

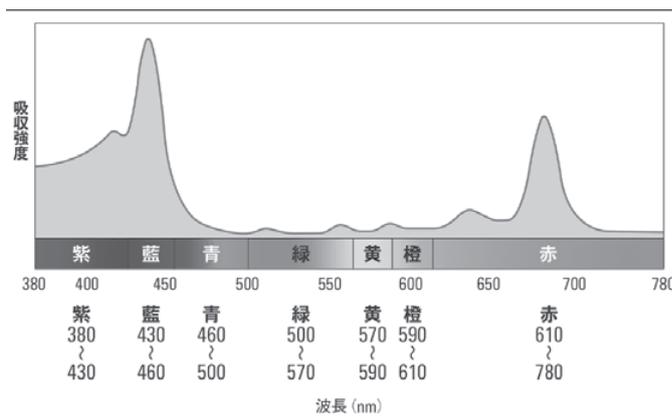


図6 可視光線

6. 参考文献

【多肉植物】センペルビウムの育て方とは？増やし方や植え替え方について

<https://www.hyponex.co.jp/plantia/plantia-9194/>

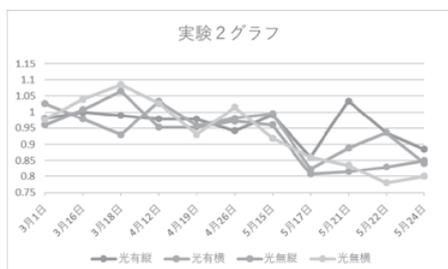


図4:実験2グラフ(縦軸:元の長さを1とした時の縦横の長さの推移 横軸:日付)

1. 研究の動機

多くの日焼け止めにはオキシベンソンという紫外線吸収剤が含まれておりサンゴを白化させる一因となっている。白化とはサンゴの白い骨格が透けて見える現象のことを指し、白化した状態が続くと栄養を受け取ることができず死滅する¹⁾。サンゴが死滅すると生態系の崩壊や観光資源の減少につながる。そこで、オキシベンソンを含まない日焼け止めを作りサンゴの白化を防ぐ。

2. 研究の目的

オキシベンソンを含まない日焼け止めにはタナカを用いる。タナカ(*Limonia acidissima*)とはミャンマーに生息している木である。ミャンマーではタナカの樹皮や根を研磨石の上ですりつぶし水を混ぜ、化粧品として顔に塗る伝統が14世紀から続いている。また紫外線から肌を守るとされている²⁾。しかし、タナカの紫外線防止効果に関する先行研究は見つからなかった。そこで、本研究ではタナカが日焼け止めとして有効であるか確認するためにタナカの紫外線防止効果を調べる(実験①)。実験①の結果より紫外線を集める効果は光合成を促進させると仮説を立て、タナカ水を塗布した株と塗布していない株で光合成速度を比較する。光合成を促進する結果が得られた場合、タナカを有機農薬として利用することが期待できる(実験②)。

3. 実験方法

実験1 タナカの紫外線防止効果

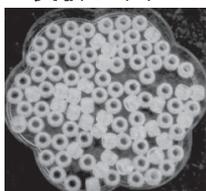


図1 蓄光し緑色に発色している様子

タナカ、日焼け止め、何も塗布していないものの3条件で比較を行った。測定には、蓄光すると暗い空間で緑色に見える蓄光ビーズ(RAM180度,079)(図1)を使用した。蓄光とは照射された光を蓄え、照射後蓄えた光を放出できることである。蓄光ビーズは球状のためタナカや日焼け止め(ビオレ UV アクアリッチウォーターエッセンス q,花王(株))を均一に塗布することが難しい。そこで、200°Cに加熱したアクリルベンダー(図2)を用いて直径約2cmの円形になるように平たくした。以下、これを紫外線ビーズとする。また、タナカ(FT01B,桜(有))と水を質量比1:4に混ぜたものをタナカ水とする。「タナカ水を塗布した紫外線ビーズ」・「日焼け止めを塗布した紫外線ビーズ」・「何も塗布していない紫外線ビーズ」を比較した(図3)。



図2 アクリルベンダー



タナカ水 日焼け止め 塗布なし

紫外線ビーズに紫外線ライトを照射し、射前後の緑の濃さを比較した。実験では、照射される紫外線以外の光の吸収を防ぐために、紫外線ビーズの保管・実験を暗闇で行った。内部に白いパネルを張り付けた箱の中に1枚の紫外線ビーズを設置し、紫外線ビーズの上部40cmから紫外線ライト(UVA395nm)を5秒間照射した。照射前後の紫外線ビーズをスマートフォンで撮影した(図4)。この操作を各条件につき20回ずつ、計60回行った。撮影した写真をMATLAB(数値解析ソフトウェア)で画像解析を行いRGB値を求めた(図5)。RGB値とは色を赤(Red)、青(Blue)、緑(Green)に分けて0~255で色の強さを数値化する仕組みである。またRGB値が大きいくほど色が強いといえる。蓄光した紫外線ビーズは暗所だと緑色に見えるため、緑のRGB値に注目した。紫外線ビーズのみのRGB値を調べるために閾値を23とした。この閾値は紫外線ビーズを置かずに実験を行った3枚の写真から、緑のRGB値の最大値をとり決定した。

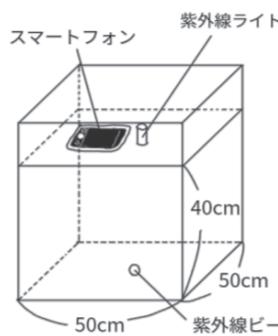


図4 実験装置

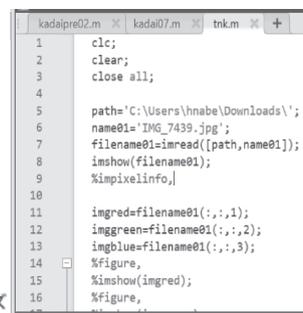


図5 MATLABのスクリーンショット

実験2 タナカの光合成速度への影響

ドラセナサンデリアーナ(*Dracaena sanderiana*)6株を使用した。「葉の表にタナカ水を塗布した株」と「塗布していない株」を比較した。二酸化炭素濃度の変化を調べて光合成速度を確認する。株ごとに袋で密閉し、袋内に二酸化炭素濃度測定計のセンサーを設置した。50分間の計測を行ったが最初の1分間はセンサーが不安定のためデータを無効にした(図6)。

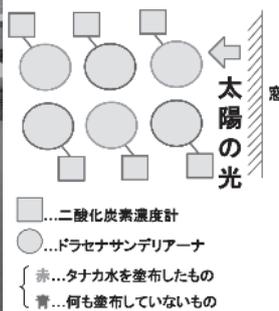


図6 二酸化炭素濃度測定の様子・配置

4. 結果と考察

横軸は塗布した条件、縦軸はRGB値、緑の濃淡はデータの個数(有効数字2桁)を表すヒートマップを作成した(図7)。「タナカ水を塗布した紫外線ビーズ」が、濃い緑色の領域が最も広く、緑のRGB値の個数が最も多い。このことから、「何も塗布していないもの」より「タナカ水を塗布したもの」の方が反応しているとわかる。よって紫外線防止効果が弱く395nmの紫外線を集めているとわかる。

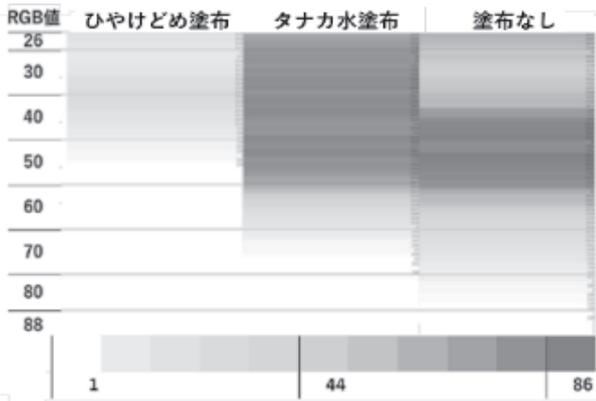


図7 ヒートマップ

縦軸を袋内の二酸化炭素濃度、横軸を測定時間とし近似直線でグラフを示す(図8)。

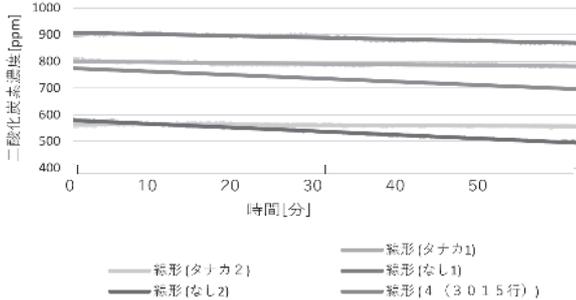


図8 二酸化炭素濃度の変化

図8の二酸化炭素濃度の傾き(二酸化炭素濃度の変化量/時間)を絶対値を用いて求め、有効数字3桁とすると表1のようになった。

表1 二酸化炭素濃度の変化量の平均

	傾きの平均 [$\times 10^{-2}$ ppm]
タナカ	4.93
何も塗布していない	21.8

「何も塗布していない株」より、「タナカ水を塗布した株」の方が二酸化炭素濃度が低いことから、タナカは光合成を促進しないことが分かる。図9は縦軸を光吸収率、横軸を波長で表しクロロフィルの吸収スペクトルを示している。

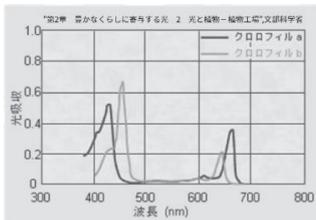


図9 クロロフィル吸収スペクトル

クロロフィル a は光エネルギーを化学エネルギーに変換する役割を持ち、クロロフィル b は吸収した光をクロロフィル a に伝送する役割を持つ色素である。図9からクロロフィル a は 400nm 以下の波長も吸収すると読み取れる。よって、タナカ

を葉の表に塗布した個体は塗布していない個体より 395nm をより多く吸収し光合成を促進しているはずである。しかし、タナカは乾くと白っぽくなることから、可視光線を全て反射する性質を持つ。故に、光合成を促進できない。

5. 結論・今後の展望

このことから次の課題はタナカの白っぽさを抑えることであると考えた。またタナカの紫外線を集める効果のメカニズムについて研究していきたい。

6. 謝辞

本研究を進めるにあたり、東京理科大学理学部第一部応用数学科 瀬尾隆教授には、データのまとめ方についてご指導を頂きました。心から感謝いたします。

「RAM180 度」楽天市場店には、図1の写真の使用を快く許可をいただきました。

この研究に協力して下さったすべての方々に、この場を借りて感謝申し上げます。

7. 参考文献

- 1) “サンゴ礁の働きと現状”, 水産庁
https://www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/tamenteki/kaiseitu/moba/sango_genjou/
 (閲覧 2024-7-20)
- 2) タナカ, 途上国森林ビジネスデータベース, 2016,
<https://jifpro.or.jp/bfpro/sanpin/sanpin-03/1609/>
 (閲覧 2024-7-22)
- 3) “第2章豊かなくらしに寄与する光 2 光と植物—植物工場”, 文部科学省
https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu3/toushin/attach/1333537.htm (閲覧 2024-9-27)

1. 動機および目的

先行研究で淡水生のヌマエビは赤と黒の場所によく集まるといことが分かっていた。どうしてそのような行動をするのか解明したいと思った。そこで私たちは、ヌマエビが、色の何を指標として移動する場所を決めるのかを研究することにした。本課題は、ヌマエビの行動の制御に発展する可能性があり、養殖の分野で活用を期待できる。

2. 仮説

ヌマエビは影や水草に隠れ、捕食者から身を守る習性がある。したがって、色の三属性の中で、明度が優先されて、その低い色へ移動する性質をそなえる。

明度: 色には色相、明度、彩度という三つの要素がある。明度は色の明るさの度合いのこと。明度が高ければ白に近づき、低ければ黒に近づく。図1は、上段が各色の原色、下段が各色から色の鮮やかさを示す、彩度を抜く処理をしたものをまとめる。赤と黒で比べると、彩度を抜いた時に赤よりも黒の方が濃い色のため、黒のほうが明度は低いと言える。同じように、灰色と緑で比べると、彩度を抜いた時に灰よりも緑の方が濃い色のため、緑の方が明度は低いと言える。

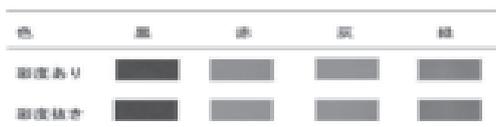


図1 彩度あり(上段)と彩度抜き(下段)の色相

3. 操作の概要-1

ヌマエビ: ヌマエビ科に属する淡水生のカワリヌマエビ属 Neocaridina の交雑種を用いた。山脇学園の屋外実験場の池にいるものを採取し、実験室内の水槽で飼育するものを随時使った(図2)。全長は 30 mm、薄い灰色半透明で、コケや水草、魚餌を食べる雑食性。自然界の寿命は 1-2 年。
器具: バット(200×250 mm)、ボウル(直径 300 mm)、色付きテープ、カメラを固定する台、デジタルカメラ WG40(RICOH)、LED 電球(E26 広配光)、LED 照明(Wodondog)

操作方法: バットまたはボウルの内面に、2 色のテープを貼る。そこへ、水深 35 mm まで淡水を入れて、ヌマエビを 15 個体放す。カメラ等の装置で、10 分間隔のインターバル撮影で半日間記録する(図3)。写真から個体の分布を特定し、場所の色と個体数をグラフ化した。



4. 試行①~⑥

仮説「ヌマエビは明度の低いほうに集まる」を検証した。

試行① 緑・青

試行② 灰・緑

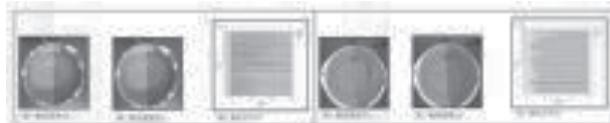


試行①では明度の低いほうに、試行②では明度の高いほう

に集まった。ただし、両試行には、バットの隅に集まるという共通点があった。色よりも容器の形状に行動を制限する優先権があると示唆された。そこで、次の試行では隅の無いポウルを容器として使用した。

試行③ 緑・青

試行④ 灰・緑



どちらの試行でもヌマエビが終始、色の境目に集まっていた。この理由は、カメラの影によるものだと考えられたので、次の試行では真上から光を当て、影をなくすことにした。

試行⑤ 灰・緑

試行⑥ 赤・黒



試行⑤、⑥共に、明度の低いほうに集まった。なお、先行研究(1)では、赤と黒に有意な差は無いとされていたが、今回改めて、より明度の低い黒がヌマエビを引き寄せることが分かった。

5. 操作の概要-2

ヌマエビがどこまで小さい明度の差を識別できるのかを、より定量的に調べるため、明度差の小さい色の組み合わせで試行した。明度の厳密な測定には、数値計算のソフトウェアである MATLAB(R2022b、MathWorks、アメリカ、1984)を使用した。MATLAB は対象となる色の明度を 256 段階で表し、数値が 256 に近づくほど明度は高くなり、0 に近づくほど明度は低くなるよう設定した。実験に使用した色付きテープに、操作時と同距離で光を当て、デジタルカメラ WG40 で 5 枚撮影し、MATLAB で測定した。5 枚分の平均値を今回の明度として使用した。

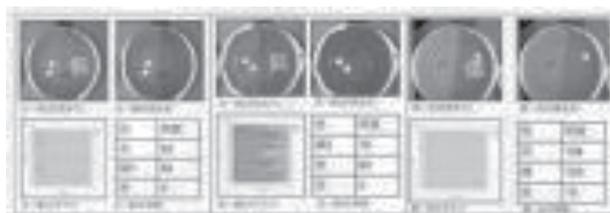
6. 試行⑦-⑨

「ヌマエビは明度をどこまで識別できるのか」を検証した。

試行⑦ 水・緑 1

試行⑧ 赤・緑 2

試行⑨ 橙・灰



試行⑦ 水・緑 1 では、9 段階低い緑へ 15 個体中平均して 14 個体が集まった。試行⑧ 赤・緑 2 では、4 段階高い赤へ平均して 12 個体のヌマエビが集まった。試行⑨ 橙・灰では、16 段階高い橙へ平均して 13 個体集まった。

これより、試行⑦から、明度が 9 段階離れていると、ヌマエビは明度の差を判別できるが、試行⑧から、4 段階では明度の差を判別できないと考えられる。しかし、試行⑨では、16 段階高い橙にヌマエビが集まった。この結果から、ヌマエビが明度の差だけで移動する色を選んでいないということが示唆される。

試行⑥では赤に集まっていない。また、MATLAB によると、黒と赤には 72 段階の明度差があった。一方試行⑨は明度差が 16 段階と小さい。このことから、一定以上の明度差がなく、赤系統色と非赤系統色で分けられている場合、ヌマエビは赤系統色を好むのではないか。これまでの試行で明度差の小さい赤色を交えた試行を実施しなかったため、今回新たに赤系統色がヌマエビの行動に作用しているという結果が出たと考えられる。

ここまです 2024 日本水産学会で発表

7. 操作の概要-3

ここまでの試行で、明度差だけでなく赤系統色(色相もヌマエビの行動に関係しているのではないかという結果が得られた。赤系統色が本当に関係しているのか確かめるために、赤・赤、赤・非赤、非赤・非赤で、それぞれ明度が異なる色同士を組み合わせた。また、これまで使用していたLED電球は光の位置が安定しないなどの問題点があったため、以降の操作では広範囲を照らすLED電球を使用した。電球を変えて操作しても集まる色に違いが生じなかったため、ライトの変更による影響はないと考えている。MATLABによる明度測定もライトを変えてやり直しているため、前回までと数値は異なるが、相対的な明度は同じである。

8. 試行⑩、⑪

「非赤・非赤」で行う場合、ヌマエビは明度の低い色へ移動するかを再度検証した。

試行⑩ 水・緑1 試行⑪ 灰・緑2



試行⑩水・緑1では、26段階低い緑1へ15個体中平均して14個体集まった。試行⑪灰・緑2では、18段階低い緑2へ平均して14個体集まった。したがって、試行⑦、⑩、⑪より、赤色を含まない場合、9段階以上の明度差があると、ヌマエビは明度の低いほうへ移動すると言える。

9. 試行⑫、⑬

「赤・赤」で行う場合明度の低いほうへ移動するかを検証した。

試行⑫ 橙・赤3 試行⑬ 赤1・赤2



試行⑫ 橙・赤3では、48段階低い赤3へ15個体中平均して13個体集まった。試行⑬ 赤1・赤2では、13段階低い赤2のほうに平均して14個体集まった。したがって、赤系統色のみを使用した場合、明度差が13段階以上あると、ヌマエビは明度の低いほうへ移動することが分かった。

10. 試行⑭、⑮、⑯

「赤・非赤」で行う場合、明度の低い方へ移動するかを検証した。

試行⑭ 赤1・緑3 試行⑮ 赤1・緑1 試行⑯ 赤1・紺 試行⑰ 赤2・黒



試行⑯より赤1・黒



試行⑭では、1段階高い赤へ15個体中平均して10個体集まった。試行⑮では、5段階高い赤1へ平均して12個体集まった。試行⑯では、47段階高い赤1に平均して12個体集まった。つまり47段階以内の差であれば、ヌマエビは赤系統色に集まると考えられる。

11. 結論

「赤・赤」、「非赤・非赤」の試行でどちらも明度が低い方に集まることから、ヌマエビは原則として、明度を優先して色を判断し、明度の低い色へ移動することが分かった。しかし例外として「赤・非

赤」の組み合わせでは、必ず明度の低い方に移動するわけではないことが分かった。「赤・非赤」の実験では、明度差が47段階差以内であれば明度が高くても、赤系統色を選んで移動した。しかし、72段階差ある試行⑥ 赤・黒では、明度の低い黒へ集まった。このことから、ヌマエビは「赤・非赤」の組み合わせにおいて、47から72段階の範囲内に閾値が存在し、明度と色相の優先順位を切り替えると考えられる。

12. 考察

赤にだけ特別な反応を示したのは、ヌマエビが所持するオプシンが関係していると考え、複眼を持つエビであるヌマエビとシャコとクルマエビの生態や所持しているオプシンを比較した。オプシンとは動物の網膜に存在するタンパク質の総称である。オプシンの種類によって感知できる波長が異なる。

シャコ(*Neogono dactylus oerstedii*)

既に遺伝子解析されているこのシャコは33種類のオプシンを所持していることが分かっている(3)。サンゴ礁という色鮮やかな場所で獲物を捕獲するのに有利なように、これほど多くのオプシンを持つとされている。

バナメイエビ(*Litopenaeus vannamei*)

バナメイエビは1種類のオプシンを持っている(4)。また、バナメイエビを用いた同様の研究では、色による行動の変化は見られていない(5)。浅い海の底に生息しており常に浮遊しているため色覚は必要ないのではないかと考えられている。

ヌマエビ(*Neocaridina*の交雑種)

今回の実験で、赤との組み合わせにおいては必ずしも明度の低い方に移動するわけではないと分かった。ヌマエビは常に水草などの影に隠れてじっとしている。食性も藻類や生物の死骸であり積極的に捕獲することはない。

3種を比較して

ヌマエビはシャコと違い、色鮮やかな環境に生息しているわけではない。そのため、シャコのような大量のオプシンは持たないのではないかと考える。1種類のオプシンを持つバナメイエビは色に対して行動の変化が見られない。ヌマエビが、赤に対して特別な反応を示すことから、2種類以上のオプシンを持っていると示唆される。

表1 ヌマエビ、シャコ、バナメイエビの生態とオプシン

種	ヌマエビ	シャコ	バナメイエビ(クルマエビ科)
学名	<i>Neocaridina</i> の交雑種	<i>Neogono dactylus oerstedii</i>	<i>Litopenaeus vannamei</i>
生息環境と例	池や沼 <small>本校実験池</small>	サンゴ礁 <small>西表島サンゴ礁</small>	浅い海の底 <small>(5)よりクルマエビ</small>
オプシン	不明	33種類(最大吸収波長350-550)	1種類(最大吸収波長500nm)
食性	藻類や生物の死骸	ゴカイ類・貝類 エビ・小魚	甲殻類・貝類・藻類
色への反応	明度が低い場所、赤に移動	不明	色による行動の変化はなし
生息地域	中国、韓国、日本	カリブ海	東部中部太平洋および西部大西洋

14. 今後の課題

今回はヌマエビ、シャコ、バナメイエビの3種の比較をしたが、よりヌマエビと似た生態のエビのオプシンが解明されていれば、それを活用して考察を広げる。また、黒から白にかけてのグレースケールで実験をし、色に関わらず明度の低い方に集まるのかを検証していく。

15. 参考文献

- (1)小林瑞生, 西田愛理: ミナミヌマエビの色彩の嗜好性, 水産学会(2021)
- (2) *Marsupenaeus japonicus* (Field guide of Marine Invasive Species of Mediterranean an)・BioDiversity4All
- (3) Exceptional diversity of opsin expression patterns in *Neogonodactylus oerstedii* (Stomatopoda) retinas (2020)
- (4) 松田圭史, 長谷川英一, マーシーワイルダー: バナメイエビの視物質組成と最大吸収波長及び若齢期と亜成体期の視物質について, 日本水産学会誌(2011)
- (5) 秋山利乃, カワフリヌマエビ *Neocaridina* 交雑種における適切な生育環境—バナメイエビ *Litopenaeus vannamei* に適する環境を探る—, 水産学会(2024)
- (6) 色彩検定 文部科学省後援 公式テキスト 2 級編(2019)

16. 謝辞

本研究の推進、考察にあたり、慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科 森田鉄兵准教授、岡山大学学術研究院歯薬学域生物物理化学研究室 須藤雄気教授にご助言いただき、深く感謝いたします。

物理研究室

短足ネコの足の負荷について ～短い脚のかわいさと危うさ～

高2サイエンスクラス

田中 杏奈

学名: Felis catus

日本名: ネコ

分類: 哺乳綱 食肉目 (ネコ目) ネコ科

1. 研究の動機

ペットショップでの生体販売の問題を調べていたとき、人気のあるマンチカンやスコティッシュフォールドなどの短足やたれ耳のネコは遺伝性疾患の骨軟骨異形成症になりやすく、運動能力が低い、関節が外れやすい、など様々な身体的特徴があることを知った。そこで、足の短いネコは普通の猫と比較してどのくらい負担になっているのか気になったので、この研究を始めた。

2. 研究の目的

短足のネコは腰に負担がかかりやすい、関節に負荷がかかり脚を痛めてしまう、など多くの症例があるが、実際に身体的にどれくらい負荷がかかるのか、本当に短足は良くないのかなどの研究はされていない。本研究を通じて、短足のネコと普通のネコで脚の関節の負荷の数値が違うのか研究し、短足のネコのを目的とする。

3. 実験方法

実際にネコを使って実験したり測定するのは、動物実験の倫理違反になる可能性があり、難しい。そのため、パソコン内でモデルを作り、シミュレーションで負荷をかけることで強度を図ることにした。シミュレーションに使う際のソフトは fusion360 を使用した。次に、fusion360 内でのシミュレーションの仕方を模索した。

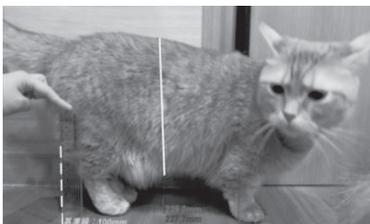
測定方法

普通のネコ(短足ではないネコ)と短足のネコの体重・体長・体高・前脚の長さを測定する。

正確に測るため、直接定規を当て測定せず、定規をネコの近くに置きソフト(<https://drawingruler.the-ninja.jp/ninja.jp/>)で値を出す。短足のネコは猫カフェに行行ってデータを取らせてもらった。

破線: 100mm の基準線

実線: 基準線から出した測定値



体長: ネコの胸からお尻までの長さ

体高: 地面から肩までの高さ

前脚の長さ: ネコのお腹から横に伸ばしたときの
前脚の高さ

として測定する。

サンプル数: 普通ネコ 10 個体、短脚ネコ 8 個体

4. 結果と考察

短足のネコと普通のネコの体重、体長、体高、前脚の長さの平均値は下の表のようになった。

図1

	体重	体長	体高	前脚
普通のネコ	4.98kg	40.3cm	22.9cm	14.1cm
短足のネコ	3.47kg	31.8cm	19.8cm	5.9cm

普通のネコの体長と前脚の長さ※図 2

普通のネコの体長と前脚の長さの相関係数: 0.859

短足のネコの体長と前脚の長さ※図 3

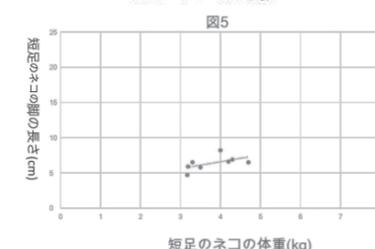
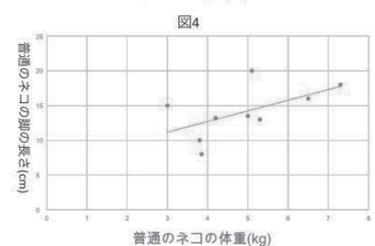
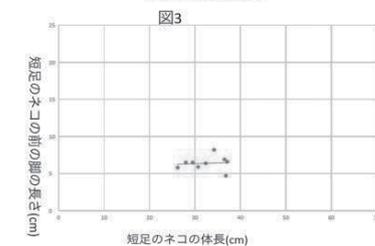
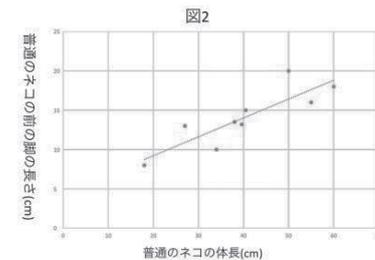
短足のネコの体長と前脚の長さの相関係数: 0.0853

普通のネコの体重と前脚の長さの散布図※図 4

図 4 の散布図の近似値直線の数式: $y = 1.5535x + 6.5772$

短足のネコの体重と前脚の長さの散布図※図 5

図 5 の散布図の近似値直線の数式: $y = 0.9648x + 2.726$



考察

結果の平均の値から短足のネコは普通のネコよりサイズが小さいことがわかる。これは短足のネコは体重が重かったり肥満であると、足に負担がかかるためだと考えられる。

足の長さの平均を体高の平均で割ったとき普通のネコの方は 0.3498 で短い足のほうは 0.1972 だった。

普通のネコの体長と前脚の長さの相関係数は短足のネコの体長と前脚の長さの相関係数と比較し約 10 倍も高いことがわかる。

これは短足のネコは体の大きさにかかわらずほとんど同じ足の長さであることを示している。やはりどれだけ大きくても支える足の長さはほとんど変わらず短いため、足の負担は大きいと考えられる。

図 4、図 5 の結果から近似値直線の数式の傾きが図 4 より図 5 の方が小さいのがわかる。このことから短い足のネコは身体の大きさ(重さ)と足の長さに相関が少なく、その差は約 1.5 倍ほどだと言える。

模型作成

私が模型のシミュレーションに使用したのは、fusion360 というソフトウェアである。Fusion 360 とは、AutoCAD に代表される図面作成ソフトウェア開発企業「Autodesk 社」が提供する 3DCAD ソフトで豊富な機能が搭載されていて、製品デザインから製造まで一つのソフトで完結できる点が大きな特徴である。

シミュレーションとは、一般的に CAE と呼ばれる機能で、Fusion の CAE 解析とは、3DCAD で作成したモデルの設計が実際の条件に適応するか否かを仮想的に実験できる機能で、荷重や固定などの条件を設定し、仮想モデルにどのような影響が出るか検証できる。

3D データに材料の情報や力などの条件を与えて、コンピューター内で実験を行うソフトウェアで、これによって、試作品を作成する前に強度などの事前検証が行える。この中で、猫の足の長さが違う模型をそれぞれ作り負荷をかけることで強度を計測する。

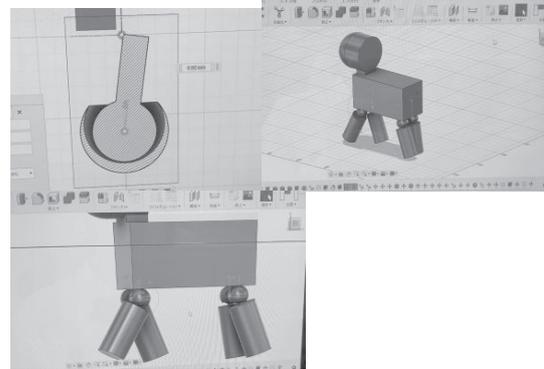


5. 結論・今後の展望

模型を作るのにあたっていろいろなソフトでシミュレーションができるものを探し、fusion360 を見つけた。しかし、fusion360 を使えるようになるのにも時間がかかってしまった。(模型の経過途中は図6)模型を関節まで表現しこのシミュレーションを行うのに負荷を計測するのが今

後の課題だ。今後、シミュレーション内で材料を変え、様々な素材で実験することで猫の身体の性質に一番近いものを見つけ、より実物に近づけていきたい。

図6



6. 謝辞

短足のネコの身体的データを測定に協力していただいた「猫カフェもふにゃん」様にご協力いただきました。ありがとうございました。

7. 参考文献

- 1) ”猫のサイズの測り方を解説！体長・体高・全長ってどこ？”、ねこ25
https://www.neko25ban.com/neko_size_hakarikata/
(閲覧 2023-12-20)
- 2) ”短足なマンチカンの起源は？病気と関係はあるの？、アニホック動物病院
<https://anihoc.com/column/cat-knowledge/5093/>
(閲覧 2024-1-21)
- 3) ”獣医師監修】マンチカンってどんな猫？特徴・性格・飼い方を解説”、PetNewsStorage
<https://www.petfamilyins.co.jp/pns/article/pfs20190927b/>
(閲覧 2024-4-25)

光る泥団子に与えるサラ砂の影響

高2サイエンスクラス川田愛

1. 研究の動機

多くの人が小さい頃に泥団子を作る過程でサラ砂を使う。光る泥団子作りまで存在する。しかしながら、特定の砂が影響を与えているかの情報は不十分で、曖昧な点が多い。本研究は、サラ砂がどのような役割をしているかを知ることを目的とした。

2. 研究の目的

幼児教育や保育現場では、公園や園庭での土いじりが遊びの一環として一般的に行われている。特に泥団子づくりは、多くの子どもたちに親しまれており、最近では「光る泥団子」が人気を集めている。その影響で、作り方を紹介する本が出版されたり、専用の制作キットが販売されたりするようになっていった。しかし、この「光る」現象について学術的に研究した例は少なく、これまでの研究の多くは経験則に基づくものであった。たとえば、異なる種類の土を使った際の作りやすさ、完成後の硬さ、水分の含有量、光沢の有無などを、主観的に比較したものがほとんどである。特に「光る」という現象には、左官職人が室内の壁を仕上げる際に使う「磨き」と呼ばれる技法と共通する部分がある。しかし、この技法は職人の長年の経験に基づいたものであり、科学的・工学的な観点から詳しく解明された研究はほとんどないのだ。そこで、本研究では、異なる種類の土を使って泥団子を作り、最終的に「磨き」の技法を用いて光らせることに注目した。特に、仕上げの工程で使われる「サラ砂」が泥団子の光沢にどのような影響を与えるのかを、物理的な特性をもとに詳しく調べることを目的とした。

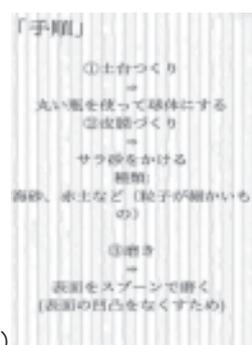
3. 実験方法

実験1 (川砂・富士砂・海砂)3種類のサラ砂を用いて比較実験をする

仮定: 使用する砂によって表面の粒子間を埋めると仮定した。

今回の実験では、川砂・富士砂・海砂の3種類のサラ砂を用いて比較実験を行った。それぞれの砂の性質や表面

の変化を観察し、違いを明らかにすることを目的とした。立方体状の箱にそれぞれの砂を詰め、表面をスプーンの腹で磨いた。しかしいずれの条件での実験においても表面が光る現象は確認されなく、(図2)の結果となった。川砂は粒子が比較的均一で水はけが良く、実験中も表面に光沢が現れることはなかった。富士砂は火山由来のため粒子が多孔質で、光を反射しにくく、表面が光ることのない表面を維持した。海砂は塩分を含むため湿気を帯びやすいものの、土台として用いた際には表面に光沢が現れず、他の砂と同様に光る現象は見られなかった。これらの結果から、砂が土台として使用される場合、表面が光るかどうかは砂の種類に依存しないことがわかった。今後、表面の光沢に関する実験を行う際には、砂の粒径、磨きの工程などの条件を変えて実験を実施することが有効だと考えられる。



(図1)

結果	川砂	海砂	富士砂 (石灰含む)
川砂	光る	光る	微かに光沢がある
海砂	×	×	×

(図2)

実験2

仮定: サラ砂によって光沢度合いが変化する

(図1)の手順に従い、荒木田土を用いて泥の壁を作った。サラ砂として粒径を0.1mm以下の川砂とキットの砂を使用した。光の拡散度を測定するため、(図4)のように一定の角度から泥の壁にレーザーポインターで光を当て、その光が鏡を用いた時の完全反射と比べて、差があるかを記録した。この実験の結果、川砂とキットの砂の数値変化を比較したが、どちらも一定の数値を維持し、明確な変化を確認することはできなかった。この結果から、表面の

光沢は砂の粒子の大きさに関係はないと分かった。そして磨きの工程が表面の光沢度合いを変えていると考えた。



(図3)



(図4)

実験3

図1の手順において、サラ砂の代わりに水酸化カルシウムを用いて、泥団子を作り実験2と同様に光沢を調べようとした。しかし、表面の水酸化カルシウムが定着せず、剥がれ落ちてしまった。水酸化カルシウムと荒木田土が何らかの反応があったのではないかと考える。

4. 結果と考察

結論

今回の結果から、泥団子の光沢には磨きの過程が深く関与していることが明らかとなった。磨く過程で砂の粒子同士が擦れ合い、表面の凹凸が次第に減少することで、光が均一に反射しやすくなり、滑らかな光沢が生まれると考えられる。一方で、同じ磨き方を行った場合、川砂とキットの砂の間で光沢の度合いに明確な差は見られず、素材の違いよりも磨きの工程が光沢に大きな影響を与えていることが分かった。

考察

「光る泥団子の表面の光沢は、磨きの工程によって大きく左右される」ことから、長時間にわたり丁寧に磨くことで、表面は滑らかになり、光が均一に反射して美しい光沢が得られると考えられる。一方で、短時間で急いで磨いた場合、表面に微細な傷が残り、光の反射が乱れて光沢が損なわれる可能性がある。こうした光沢の違いには、磨く際の摩擦力や使用する素材が大きく関係していると考えられる。

5. 今後の展望

今後は、磨き方や摩擦力の強さを変化させるなど、さまざま

な条件下での実験を行い、それぞれが泥団子の光沢に与える影響をより詳しく分析する必要がある。これにより、磨きの工程において最も効果的な方法や条件を明確にすることができると考えられる。さらに、最適な磨き方が特定されれば、泥団子の表面に一層美しい光沢を生み出すことが可能となり、より魅力的な仕上がりが期待できる。

6. 参考文献

先行研究：

https://www.jstage.jst.go.jp/article/sanyot/39/0/39_KJ0005922039/_pdf/-char/ja

<https://www.kyoiku->

[tosho.co.jp/kyozai/life/mv/c3_11.pdf](https://www.kyoiku-tosho.co.jp/kyozai/life/mv/c3_11.pdf)

<https://web.tuat.ac.jp/~soil/tanaka/fieldresearch/SoilDumpling2/MudBallsPoster.pdf>

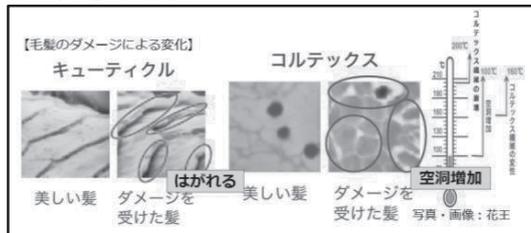
https://www.city.chiba.jp/kyoiku/gakkokyoiku/kyoikushido/documents/29_57.pdf

引用文献：

<https://machiken-pro.jp/shop/pages/column027.aspx>

1. 研究の動機

髪が傷む原因は熱や摩擦、化学薬品、紫外線などたくさんある。私は頻繁にヘアアイロンを使用するため、「髪が傷んだ」と感じることが多い。ヘアアイロンによるヘアダメージを可視化できたら、髪の傷みを防げるのではないかと考え、この研究を始めた。



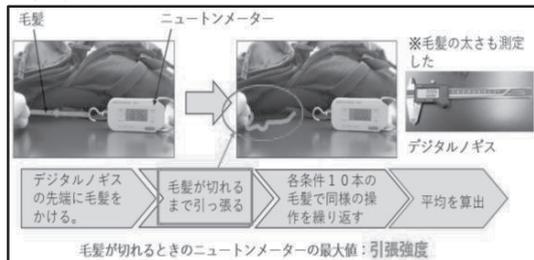
2. 研究の目的

多くの現代人は日常的にヘアアイロンを使用しているため、毛髪に大きなダメージを与えている。実際にどのくらい傷むのかを調べ、毛髪保護につなげたいと考えた。本研究はヘアアイロンのダメージ量、ダメージによる毛髪の組織の変化を数値化してダメージレベルを可視化したい。これにより、ヘアアイロンのダメージ指標を明らかにし、ヘアケア商品の開発や日常生活に使用することができる。

3. 実験方法

自身の毛髪でニュートンメーターを用いて何Nで毛髪が切れるのか(引張強度)、デジタルノギスを用いて毛髪の太さを条件ごとに10回測定し、平均を算出した。

<実験の流れ>



○実験1: 熱が引張強度に与える影響

ヘアアイロンの熱による毛髪の引張強度の大きさの違いを調べるために、未処理の毛髪、約160℃で15秒熱処理した毛髪、約190℃で15秒熱処理した毛髪を用意して、熱が冷める前に引張強度を測定した。(一か所のみ熱処理した)

○実験2: 熱と摩擦が引張強度に与える影響

ヘアアイロンの熱と摩擦による毛髪の引張強度の大きさの違いを調べて比較した。

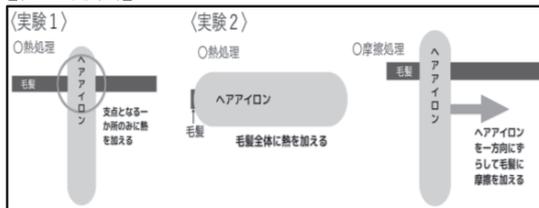
<熱処理>

未処理の毛髪、約160℃で50秒熱処理した毛髪、約190℃で50秒熱処理した毛髪を用意して、熱が冷める前に引張強度を測定した。(全体に熱処理した)

<摩擦処理>

室温で50回摩擦を加えた毛髪、約160℃で50回摩擦を加えた毛髪、約190℃で50回摩擦を加えた毛髪を用意して、熱が冷める前に引張強度を測定した。

【処理方法】

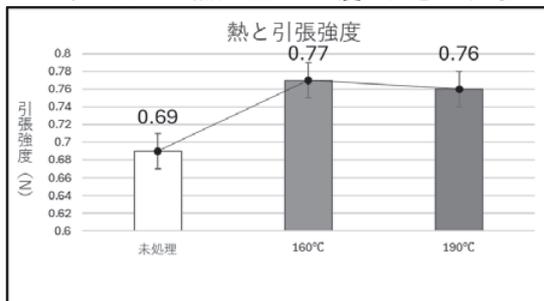


4. 結果

○実験1: 熱が引張強度に与える影響

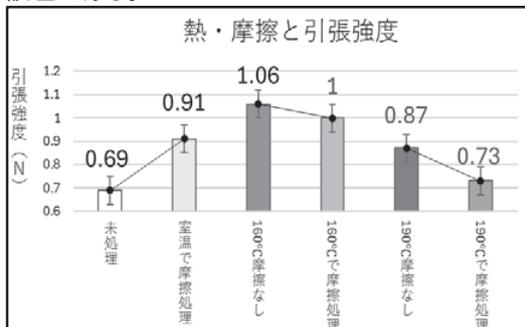
未処理の毛髪の引張強度が一番小さかった。160℃で熱処理した毛髪と190℃で熱処理した毛髪の引張強度はあまり変わらなかったが、エラーバーが重なっているため誤差が生じている。

未処理の毛髪、160℃で熱処理した毛髪の太さの平均は0.07mm、190℃で熱処理した毛髪の太さの平均は0.06mm。



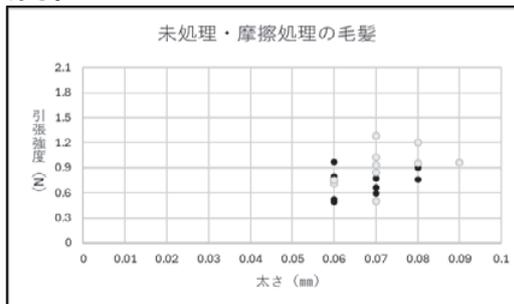
○実験2: 熱と摩擦が引張強度に与える影響

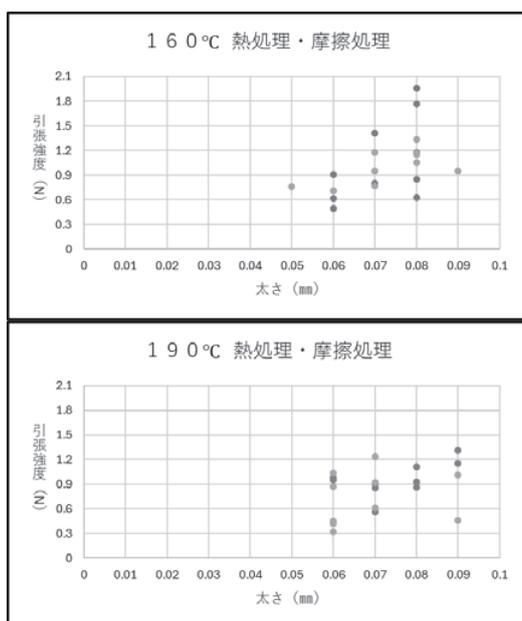
未処理毛髪の引張強度が一番小さかった。160℃で処理した毛髪と190℃で処理した毛髪の引張強度に違いが表れた。160℃で処理した毛髪の引張強度が一番大きかった。また、摩擦処理前の方が摩擦処理後よりも引張強度が大きい。しかし、160℃のときはエラーバーが重なっているため誤差である。



<毛髪の太さと引張強度>

毛髪の太さは0.06mm~0.09mm。太いと引張強度が大きくなる傾向があり、細いと引張強度が小さくなる傾向がある。





4. 考察

〈実験1〉

①熱処理時間が15秒と短いため、毛髪内のタンパク質の変質した量がほぼ同じで毛髪の伸びやすさが変わらなかったからだと考えた。

〈実験2〉

①熱処理時間が50秒と長いため、毛髪の変質したタンパク質の量に変化が出たからだと考えた。

②摩擦処理前の方が受けたダメージが小さいからだと考えた。

〈全体〉

①毛髪のタンパク質が熱によって変質し、固まる前に測定したため毛髪が伸びやすかったからだと考えた。

→「実験1・実験2から熱と摩擦による引張強度の差異を正確に判断できない」

②毛髪の太さが引張強度に影響を及ぼしたのではないか。

③年齢や性別、トリートメントの使用頻度、縮毛矯正やブリーチ経験によって毛髪のタンパク質変性の仕方や毛髪の水分量が異なることが原因になったのではないか。また、実験回数が各条件10回と少ないため正確性が低いことも原因だったのではないか。

5. 展望

タンパク質変性の影響が及ぼされていないときの引張強度の違いを調べるために。熱が冷めた状態で引張強度を測定する。今回の実験では条件ごとの値に大きな差が見られなかったため、加える熱ダメージをさらに大きくして値の差を得る。さらに、実験方法が一般的なヘアアイロンの使い方と異なっていたため、日常生活での使用法に近い方法で処理する。同じ条件の実験結果に差が見られたり、条件ごとの値が誤差の範囲にあったので、今後は毛髪の太さを全て同じにして太さが結果に影響を与えないようにする。

また、毛髪の構造の状態からのダメージレベルを調べるために、毛髪のキューティクルやコルテックス・メデュラを確認する。

6. 参考文献

花王 髪の知識 髪の構造

<https://www.kao.com/jp/haircare/hair/1-3/>

花王 髪の知識 高温加熱の影響

<https://www.kao.com/jp/haircare/hair/3-7/>

花王 髪の構造変化と傷み意識

<https://www.kao.com/jp/haircare/hair/3-1/>

「毛髪のダメージの原因について」

大澤優華 小栗結奈 杉山未来 藤井月花

「毛髪の年齢的变化に関する研究(I) —引張り強度とヤング

率について—」成瀬信子 小川安朗 藤田拓男 折茂 肇 大畑

雅洋 岡野一年 吉川政己

1. 研究の動機及び目的

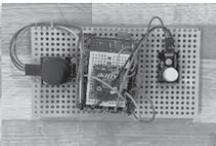
近年農家は減少傾向にあり、数十年前は2000万人もいた農家が、2020年には840万人まで減少したというデータが農林水産省より出ている。原因として農家の人の体力面や自然災害に対する懸念、農業への悪印象などが挙げられる。その中の1つとして農業に対して「手間がかかる」、「面白くない」などの印象を抱えている人が多く、それが一番の原因だと考えた。その影響によって基本的に農業に対して興味を持つ人が少ないようで、農業をやりたいと考える人が減っているのだと推測した。また、日本は山が多く農業に適した平坦な土地が少ないため、農業の規模は小さくならざるを得ない。さらに、農地面積自体も狭く、コンバインやトラクターなどの農業機械の性能を最大限に活用できていない。そこで、ゲーム感覚で水やりができ且つ自分で植物を育てられる小型ロボットの製作に挑むことで、農業に興味を持たせて悪印象を払拭できるきっかけになるのではないかと考えた。

2. 研究過程

このロボットシステムは、水が入ったスプレーを乗せて車輪で走る本体(図1)と、本体を遠隔で動かすコントローラー(図2)の2つで構成されている。本体を遠隔で動かすために、無線通信用の部品であるXBeeを介してデータ通信する。そして、プログラムによって制御するためにArduinoを用いてロボット本体の車輪を動かすプログラムと、水をスプレーボトルから噴射させるプログラムの2つを作成した(図3,図4参照)。



(図1)



(図2)



(図4)



(図3)

ロボット本体に、スプレーを載せており、左右3つずつ計6つの車輪で支えている。前輪の2つのみモーターと直接繋いで制御する。残り4つの車輪は、前輪が動くときに連れて回る仕組みである。コントローラーには、ボタンとスティックモジュールを設置した。コントローラーのボタンを押すと、本体のスプレーから水が出る仕組みである。スティックモジュールは、倒した方向と同じ方向に本体が動くよう設定した。例えばスティックモジュールを前に倒したら本体は前に進み、後ろに倒したら後ろに進む。左右も同様の仕組みである。

スプレーには電池式のスプレーを使用した。ロボットが重くて走らないことを避けるために、一部分を切断して改造した。また、スプレー内のモーターの配線を繋ぎ変え、電気機器の電源を切り替えるリレーモジュールを使用してコントローラーのボタン1つで遠隔操作できるようにした。XBeeの性能は、本体とコントローラーが30メートル離れた場所でも操作できるものであった。これは家庭菜園や農地などで十分に活用できる距離である。誰でもゲーム感覚で楽しみながら農業体験を可能とするロボットである。

3. 結果と考察

本体の前輪はモーターによって回転する。ロボット製作当初は、ギークサーボというモーターを使用して前輪2つを同時に動かせるようにプログラムの作成を試みた。車輪が「まっすぐに進む」、「右に進む」、「左に進む」の3パターンを作成したが、ギークサーボの軸と角度指定を上手く行えなかった。

また、製作途中で今回のロボットにはギークサーボがそもそも不向きな部品だと分かった。ギークサーボは前輪を支える役割を兼ねていたため、本体から外さずに製作を進めた。ギークサーボのステアリング機能を使わずに、前輪の片方のみを動かして方向転換を実行する方向で工夫を重ねて行った。

本体とコントローラーをXBeeを用いて遠隔操作で走らせることができた。しかし、以下のような問題点が発覚した。本体にスプレーボトルや回路を置く十分なスペースがない。

- ・骨組みがスプレーボトルや回路を支える力がない
- ・左右に曲がり切らない

結果から十分な速さが出ないのは、基盤が柔らかいことが原因だと考えた。そのため、現在より頑丈な素材に変える必要がある。

左右に曲がり切れないのはタイヤの出力が弱いからだと考える。今後は出力を強くするべきである。

加えて、本体の必要のない部品を外したり、部品を改良して本体自体の重量を軽減することで本体が一定の速度で走ることができると考える。

また、このロボットはスプレーボトル内の水をほかの液体に変えることで多方面での活躍が期待できる。例え

ば、水をアルコールに変えた場合、インフルエンザや新型コロナウイルスなどに感染して隔離された患者に対して、医療従事者がアルコール消毒などを安全に遠隔操作することができる。お風呂掃除洗剤に変えた場合は、お風呂掃除の負担が減り、子供がこのロボットを通じて自主的に掃除する機会が増えることが予測できる。

このように「遠隔操作で行う水やりロボット」は、若者を対象とした農業に関心を持たせるためのツールだけでなく、使い次第で幅広い世代や状況に適應することができるものである。

4. 結論・今後の展望

本ロボットが屋外で走れる状態になった際には、実際に家庭菜園のような場所で私たちのロボットを使用してもらいたいと考えている。その後、ロボットを使用したことによって、農業に対する意識変化に関するアンケートや感想を集めて、改良を重ねていきたい。

5. 参考文献

「農林水産省 3,農業集落構造の変化 (1)農家人口の減少」

<https://www.maff.go.jp/j/council/seisaku/nousin/kikaku/h17-1/pdf/data2-1-2.pdf>

「日本ユニセフ協会」

<https://www.unicef.or.jp/kodomo/sdgs/about/>

高校3年



研究題目	氏名	ページ
JSEC2024 科学技術政策担当大臣賞 受賞 How did Japanese Cynops acquire their breeding ecology?	大久保 亜美	61-72
高校生バイオサミット 科学技術振興機構理事長賞 受賞 Analysis of Neocaridina species behavior patterns and individual recognition using a PC.	廣緒 優華	73-87

日本のイモリ属(Cynops)の繁殖生態は どのように獲得されたか？

山脇学園高等学校3年 大久保亜美

01 イモリ属(Cynops)について



02 研究背景

アカハライモリの野外観察

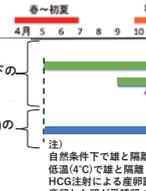


アカハライモリの繁殖期は、日本に生息する多くの両生類と同じで①のように春から初夏だと考えられてきたが、秋にも配偶行動が確認されたことをきっかけに、②のように秋から始まって冬眠を挟み、翌年の初夏にわたる長い期間であることが解明された(秋山2011)。
この先行研究を受け、アカハライモリが秋と春の二回にわたって配偶行動を行う特殊な繁殖生態をもつことに疑問を持った。野外観察では、4月～6月に産卵を確認し、秋には産卵を確認できない。そこで、日本列島の四季のある環境に適応するために身に着けた新たな繁殖生態であるという仮説を立てた。イモリ属の起源は中国だということがわかっているので、緯度も近く気候も近い南西諸島に分布しているシリケンイモリの繁殖生態を調べることによって、アカハライモリの繁殖生態の謎を解くヒントが得られるのではないかと考えた。

03 結果

貯精嚢内の精子の受精能の確認

イモリを殺さずに貯精嚢内に精子がどのくらいの期間蓄えられるかを確認するためにHCGによる産卵誘発を行った。温度に着目し、アカハライモリの冬眠の時期に近い温度(低温4℃)の場合と自然条件下でそれぞれ飼育し、HCGを注射することで、秋に取り入れた精子を冬眠からあけた春に再び利用する可能性があるのか確認した。

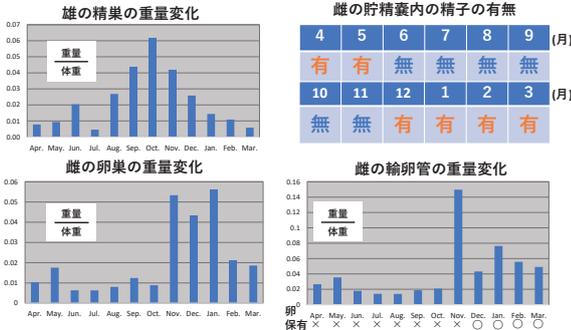


受精方法について

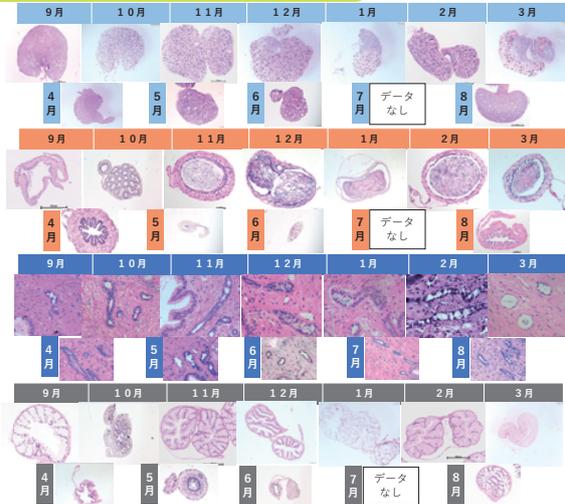
イモリ属の受精方法は、雌が雄が落とす精包を受け取り、精子を貯精嚢内に一定期間蓄え、卵が総排出腔内に排出されるタイミングで、精子が放出し受精させる。



生殖器官の周年変化



生殖器官の組織標本比較



精巢
輸卵管
貯精嚢
輸卵管

《結論》
・12月から貯精嚢に精子が入り始めている→配偶行動である
・12月～3月に輸卵管内の卵を確認→産卵期である

シリケンイモリの繁殖期は冬～春(12月～3月頃)

04 考察

シリケンイモリは「冬から初春にかけてが繁殖期」

イモリ属の繁殖生態の考察

アカハライモリの繁殖期と一致しない



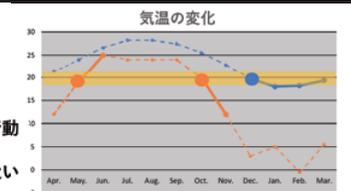
起源のイモリ属に近い

イモリ属全体の繁殖生態の基本パターン

気温との関係

- ・アカハライモリの春の配偶行動と秋の配偶行動の時期の気温に近い
- ・シリケンイモリの配偶行動の時期の気温も近い

気温が繁殖期の引き金になっている可能性



- 反例
- ・沖縄の与那覇岳で7月～9月に産卵を確認(富永・山越, 2011)
 - ・雄が12月から9月まで輸卵管内に精液をもち、雌が3月から10月まで輸卵管の中に卵をもつことを確認(花原, 2017)

矛盾しない

参考文献

- 1) Akiyama.S, Iwao.Y, Miura.I. Evidence for True Fall-mating in Japanese Newts *Cynops Pyrrhogaster*, Zoological Science 28:758-763(2011)
- 2) 田中聡 瀬底島におけるイボイモリとシリケンイモリ生態についての予備的観察 沖縄生物教育研究会誌 26:13-21 (1994)
- 3) 花原務 今帰村におけるシリケンイモリの繁殖期と水場の利用 沖縄生物学会誌 55:p1-10 (2017)
- 4) 富永篤・山越悠貴 沖縄におけるシリケンイモリの夏季から秋季産卵の観察例 Akimata 22:p9-11

アカハライモリの秋の配偶行動は四季のある日本列島の種ならではの戦略

How did Japanese *Cynops* acquire their breeding ecology?

by

Ami Okubo

Abstract

Cynops is a genus of newt, with 11 species living in China and 2 species in Japan. In Japan, *Cynops Pyrrhogaster* (the red-bellied newts), and *Cynops Ensicauda* (the Sword-tail newts), live as members of the *Cynops*. Until now, the breeding season of *Cynops Pyrrhogaster* was thought to be the same as that of many amphibians, beginning in spring and ending in early summer. However, previous research has shown that the mating behavior of *Cynops Pyrrhogaster* occurs not only during spring and summer, but also in fall. Therefore, we decided to examine the reproductive ecology of the *Cynops Ensicauda* and compare it to that of the *Cynops Pyrrhogaster* in order to understand the significance of the newts special two-fold reproductive ecology in fall and spring. Since *Cynops Ensicauda* shares a reproductive ecology and is genetically similar to a species from southern China, which is believed to be the origin of the newts genus, we attempted to determine the breeding season by examining changes in weight of the reproductive organs and tissues of the newt over a one-year period. The results showed that while there is a gap between the breeding and spawning seasons in *Cynops Pyrrhogaster*, the breeding and spawning seasons in *Cynops Ensicauda* almost coincide with each other, from December to March. Considering that the breeding season of the *Cynops Ensicauda* is the basis of the entire newts genus, it is likely that many other southern Chinese species also have the same reproductive ecology, in which they take part in gametogenic behavior and then lay eggs consecutively. We thus conclude that the reproductive ecology of the red-bellied newts, which initiates autumn gametogenesis but stops it once and then resumes gametogenesis and spawning in spring, was acquired because it is a species living at the low-temperature northern limit of the newts genus.

Table of Contents

Introduction.....4

- 1) About *Cynops*
- 2) Fertilization method of *Cynops*
- 3) Purpose of research

Method.....7

- 1) Comparison of temperatures in the habitats of *Cynops pyrrhogaster* and *Cynops ensicauda*
- 2) Confirmation of the fertilizable period of sperm in the cloaca of *Cynops pyrrhogaster*
- 3) Changes in the state of the reproductive organs of *Cynops ensicauda* over the course of a year
 - (i) Comparison of weight changes in reproductive organs
 - (ii) Permanent tissue preparation, comparison and observation

Results.....8

- 1) Comparison of temperatures in the habitats of *Cynops pyrrhogaster* and *Cynops ensicauda*
- 2) Confirmation of the fertilizable period of sperm in the cloaca of *Cynops pyrrhogaster*
- 3) Changes in the state of the reproductive organs of *Cynops ensicauda* over the course of a year
 - (i) Comparison of weight changes in reproductive organs
 - (ii) Permanent tissue preparation, comparison and observation

Discussion.....11

Conclusion.....11

Introduction

Reproduction is an essential part of our organism and one of the most mysterious phenomena that begins with the encounter of a single egg and sperm. Living organisms, including us humans, invariably engage in reproductive behavior and thrive in various ways by leaving offspring to the next generation. Also, many animals have a continuous breeding season and mate only at specific times of the year. However, *Cynops pyrrhogaster*, one species of newt that lives in Japan, which we focused on in this research, is known to separate its breeding behavior in two times during the year. Why do they take the trouble to separate the breeding season two times? What has happened to *Cynops*, including *Cynops pyrrhogaster*, throughout the evolutionary process? So, to clarify the mystery of the mating behavior of *Cynops pyrrhogaster*, we researched and compared the breeding seasons of the *Cynops ensicauda*, which belong to the same *Cynops*.

1) About *Cynops*

Cynops is a genus of newt, with 11 species living in China and 2 species in Japan. They are found in wetlands near water, surrounded by nature. Recently, their habitats are being lost due to land reclamation and concreting of rice paddies and mountain ditches. Thus, their population has been decreasing year by year, and they are now listed as “a near threatened species” (Red Data Book 2020).

In Japan, the red-bellied newt, *Cynops pyrrhogaster* (Fig. 1), and the Sword-tail newt, *Cynops ensicauda*, (subspecies Amami sword-tail newt, *Cynops ensicauda ensicauda* (Fig. 2), and Okinawan sword-tail newt, *Cynops ensicauda popei* (Fig. 3) live as members of the *Cynops*.

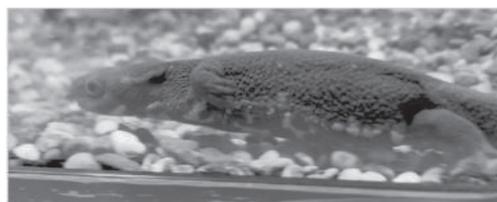


Fig. 1. *Cynops pyrrhogaster*
(The red-bellied newt)



Fig. 2. *Cynops ensicauda ensicauda*
(Amami sword-tail newt)



Fig. 3. *Cynops ensicauda popei*
(Okinawan sword-tail newt)

2) Fertilization method of *Cynops*

Newts have a unique fertilization method. Frogs, which are members of the same amphibian family, use external fertilization (when the female lays eggs, the male fertilizes them with sperm). On the other hand, newts use internal fertilization (fertilized by the female body just before she lays eggs using sperm that she has saved in her body in the past). The male releases a pouch of sperm in front of the female in response to a series of mating behaviors during the breeding

season. The sperm are attached to the female near the anus while she passes over it, and are taken into the body (Hayashi, 2022:143) (Fig. 4). Then keeps the sperm for a certain period in the cloaca (Fig. 5), and when she lays eggs, the sperm are released into the anus before the eggs are released.

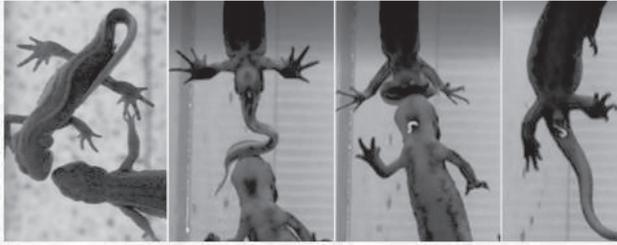


Fig. 4. Method of sperm transfer

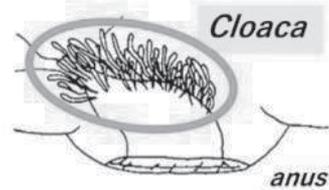


Fig. 5. Location of cloaca

3) Purpose of this research

Cynops is a species that inhabit Southern China, the Nansei Islands and the Japanese chain of islands except Hokkaido. Also, the northern limit of their habitat is the Shimokita Peninsula of Aomori. The breeding season for *Cynops pyrrhogaster* has been considered the same as that of most other amphibians. It has been thought that they hibernate during the low-temperature winter, become active as temperatures rise, and engage in breeding behavior and spawning during the spring and early summer. However, we observed their mating behavior in the fall, which had not previously been considered a breeding season. Taking advantage of this, previous studies have shown that the mating behavior of *Cynops pyrrhogaster* occurs not only during spring and summer, but also in fall (Akiyama et al., 2011). Based on this, we considered the breeding season of the *Cynops pyrrhogaster* as follows (Fig. 6).

		Spawning season April ← → June			
<i>C.pyrrhogaster</i>		Fall	Winter	Spring	Summer
	① Mating behavior in fall and spring	Mating behavior ←-----→	Hibernation	Mating behavior ←-----→ Spawning season ←-----→	
	② Mating behavior in fall	Mating behavior ←-----→		Spawning season ←-----→	
	③ Mating behavior in spring			Mating behavior ←-----→ Spawning season ←-----→	

Fig. 6. Breeding season patterns of *Cynops pyrrhogaster*

- ① Mating behavior in spring and fall (sperm taken in both fall and spring are used for spawning).
 - ② Mating behavior occurred only in the fall (males and females did not meet in the spring).
 - ③ Mating behavior occurred only in the spring (males and females did not meet in the fall).
- Of these, we focused especially on ③.

Method

1) Comparison of temperatures in the habitats of *Cynops pyrrhogaster* and *Cynops ensicauda*

Cynops pyrrhogaster is a hibernating species and *Cynops ensicauda* is a non-hibernating one. We compared the temperature change over the year in the area where each inhabits.

2) Confirmation of the fertilizable period of sperm in the cloaca of *Cynops pyrrhogaster*

We confirmed whether *Cynops pyrrhogaster* may use the sperm taken in the fall for spawning in the spring after hibernation. We also checked to see how many months of sperm fertilization potential was maintained in the cloaca.

As a method to examine newts without killing them, we attempted to prove this by injecting them with HCG (a hormone that induces egg laying). First, after confirming mating behavior, we isolated females from the males. The females were reared under natural conditions and at a low temperature of 4°C to simulate winter. Then, at different times, HCG was injected under the chin to see if fertilized eggs could be obtained. If fertilized eggs were obtained, it meant that sperm fertilization ability was retained until that time. We aimed to elucidate the mechanism by this method.

3) Changes in the state of the reproductive organs of *Cynops ensicauda* over the course of a year

The following (i) and (ii) data were collected for each reproductive organ (testis, deferent duct, oviduct, ovary, cloaca) of specimens collected from nature (in this case, newts from Amami Oshima in Japan) (Fig. 9).

(i) Comparison of weight changes in reproductive organs

A graph was created using the weight data of reproductive organs (testis, oviduct, ovary) for each month measured at autopsy. To account for individual differences, the weight of each organ was calculated as weight / body weight.

(ii) Permanent tissue preparation, comparison and observation

First, we aimed to establish a procedure for preparing permanent tissue samples. Once we were able to do so consistently, we observed the condition of the reproductive organs under a

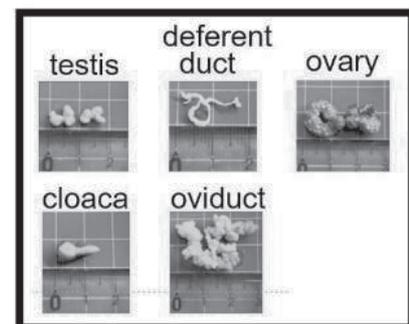


Fig.9. Reproductive organ specimens

microscope. By comparing the permanent tissue specimens in each month, we aimed to identify the breeding season.

Results

1) Comparison of temperatures in the habitats of *Cynops pyrrhogaster* and *Cynops ensicauda*

The figure on the right shows changes in temperature in the habitats of Okayama, where *Cynops pyrrhogaster* were collected during this time, and Okinawa, where the *Cynops ensicauda* were also collected (Fig. 10). In this graph, the breeding season of *Cynops pyrrhogaster* is shown by a bold line and the not-breeding season is shown by a dotted line. *Cynops pyrrhogaster* are likely to hibernate due to their suppressed behavior from 10°C, so the breeding season for *Cynops pyrrhogaster* is between 10°C and 25°C. Also, since *Cynops ensicauda* live in subtropical regions, they do not have a winter season and do not have temperatures lower than 10°C. Therefore, as can be seen from the graph, the habitat of the *Cynops ensicauda* has little temperature difference throughout the year.

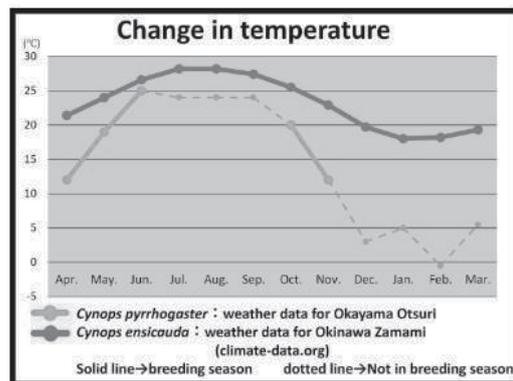


Fig.10. temperature changes in the habitats of Okayama and Okinawa

2) Confirmation of the fertilizable period of sperm in the cloaca of *Cynops pyrrhogaster*

The figure shows a model of the correlation between the length of time the male and female were kept in isolation and whether or not fertilized eggs (eggs in which the sperm retain their fertilizing ability and develop normally after fertilization) were present (Fig. 11). Females that received sperm through mating behavior and laid fertilized eggs in May were isolated from males and kept under low temperature (4°C) conditions. Fertilized eggs could be found even during the month of December. On the other hand, under natural conditions (outdoors), fertilized eggs could not be observed in December. So, it was confirmed that sperm retained their fertilizing ability in the cloaca for more than 7 months when kept under low temperature conditions.

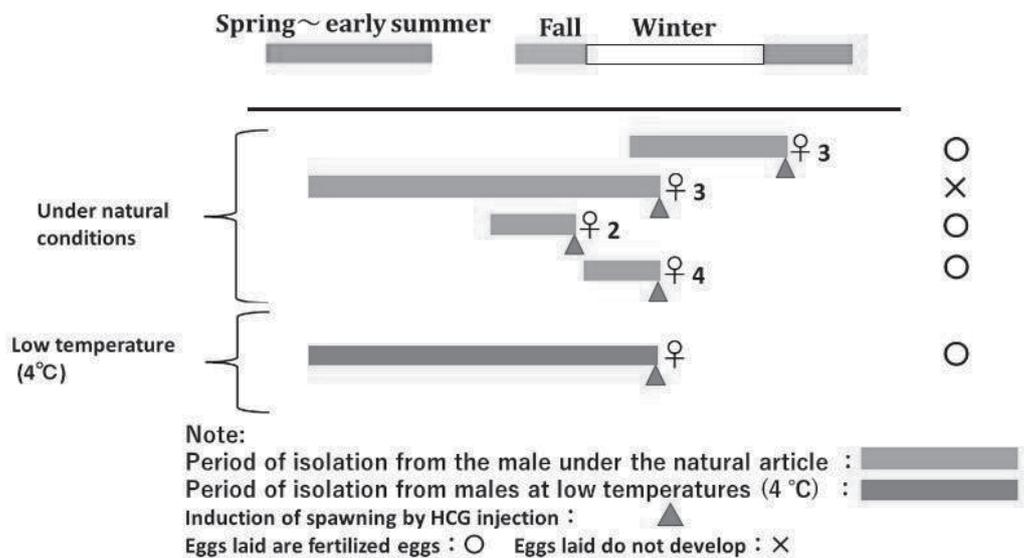


Fig.11. isolation period with males and timing of HCG injections

3) Changes in the state of the reproductive organs of *Cynops ensicauda* over the course of a year

(i) Comparison of weight changes in reproductive organs

A graph of the weight of each organ is shown below. The graphs for the deferent duct were not drawn because of the difficulty of weighing them exactly due to their light weight. The following can be said about the graphs of each organ. Testes in males developed in the fall and shrank in the spring (Fig. 12). The smaller weight of testes means that the sperm have matured and moved from the testes to the deferent duct. In addition, both ovaries and oviducts of females developed rapidly from fall to spring (Fig. 13). The period when the oviducts contained eggs was from December to March.

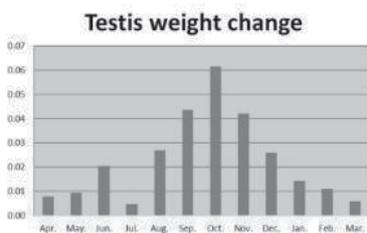


Fig.12. testis weight change

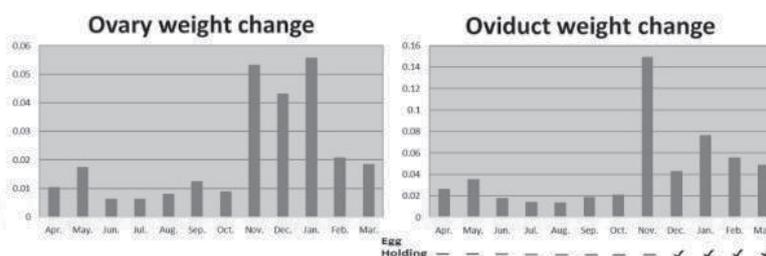


Fig. 13. ovary and oviduct weight change

(ii) Permanent tissue preparation, comparison and observation

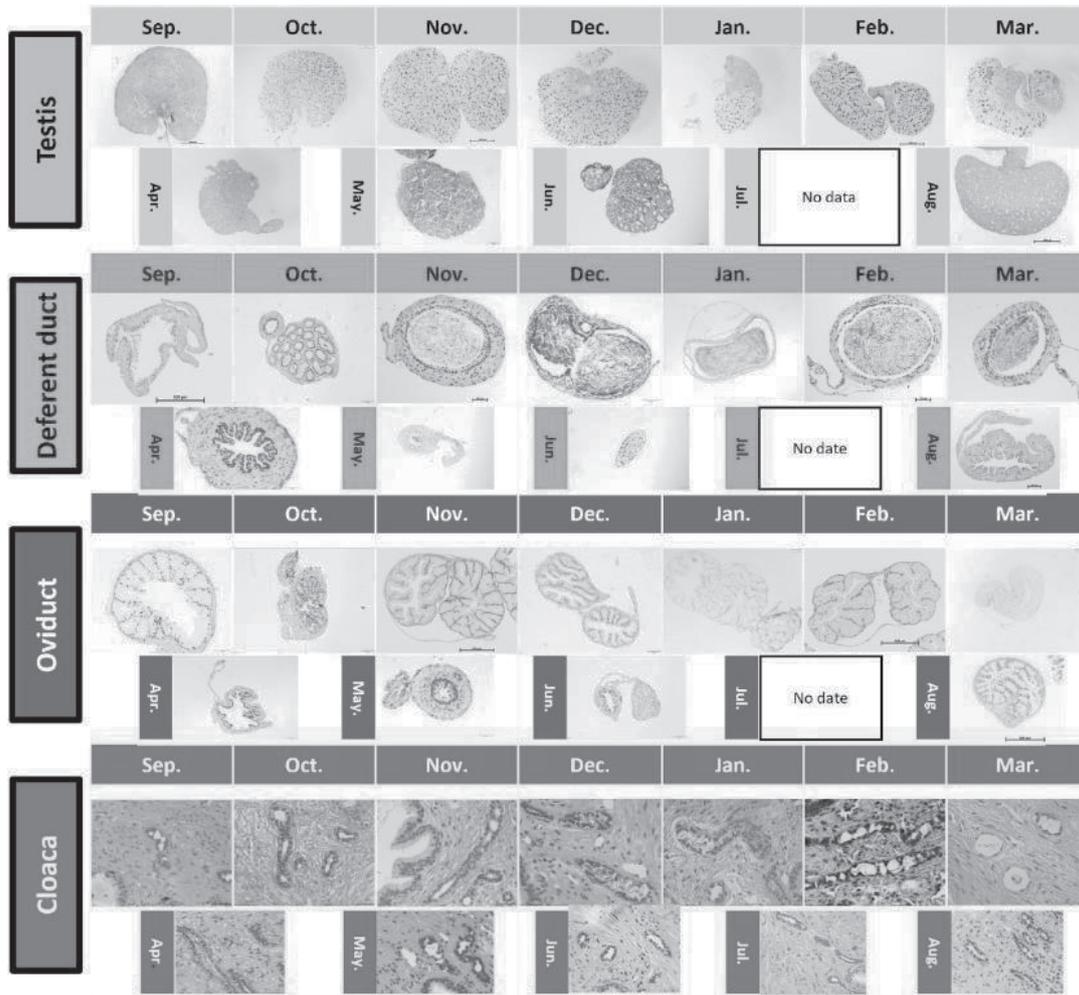


Fig.14. histology of reproductive organs by month

The above figure shows a timeline of reproductive organ tissue samples (Fig. 14).

- A bundle of mature sperm in the testis (Fig. 15) was observed from October to March.
- Checking the inside of the deferent duct, we found that sperm were contained in the deferent duct from November to March. This result corresponded to the period of sperm maturation in the testes.
- The wall of oviducts became thicker and enlarged from September to March. Actually, egg laying was observed from December to March, corresponding to matured oviducts.
- The presence of sperm in the cloaca was confirmed from December to May.

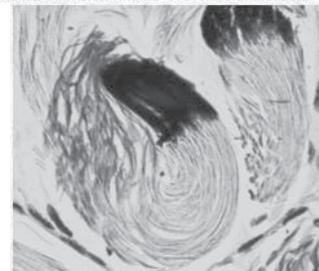


Fig.15. a bundle of sperm

Discussion

The eggs were found in the oviducts of *Cynops ensicauda* from December to March, confirming that this was the egg-laying season. In addition, sperm could be observed in the deferent ducts from November to March, and sperm in the testis from December to May. It is suggesting that the spawning and breeding seasons coincide. This proved that *Cynops ensicauda* is a species with an ecology in which spawning occurs immediately after mating behavior.

Therefore, it is assumed that the Chinese species, which is close in latitude to this *Cynops ensicauda*, also has a similar reproductive season. From these facts, it can be inferred that *Cynops pyrrhogaster's* special breeding season from fall to spring is due to the fact that it is a species that inhabits a northern region with four seasons. In addition, we discussed the meaning of autumn mating behavior in *Cynops pyrrhogaster*.

The figure shows that the beginning of the breeding season for both *Cynops pyrrhogaster* and *Cynops ensicauda* is about 20°C. (Fig. 16) This suggests that temperature may trigger the fall mating behavior of red-bellied newts. If this idea is true, it could also explain another thesis in which the breeding season of the *Cynops ensicauda* was confirmed at a different time from the results of our study, based on the difference from habitat.

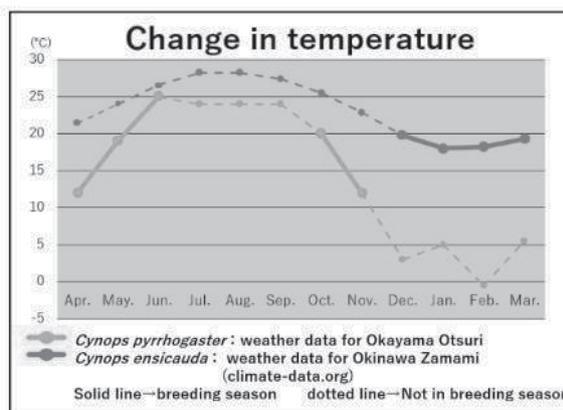


Fig.16. relationship between temperature changes and breeding season

Conclusion

Both methods (i) and (ii) in (3) have clarified the breeding season of *Cynops ensicauda*, and from there we were able to approach the clarity of the original breeding season of the *Cynops*. In (2), we were able to confirm that sperm in the cloaca of *Cynops pyrrhogaster*, are retained in a fertilized state for a long period of time under low temperatures, and we were able to re-prove our previous study from a different angle. In (1), the reasons why *Cynops pyrrhogaster* deliberately take part in mating behavior in the fall were discussed.

This research focused on changes in reproductive organs over the year, and clarified the breeding season of *Cynops ensicauda* and the original reproductive season of the *Cynops*. However, there are still more questions to be answered, such as what happens to the reproductive biology of *Cynops pyrrhogaster* in Okinawa and *Cynops ensicauda* in Honshu in the field of breeding experiments.

In spite of the difficult challenges of continuing scientific research using animal materials under the COVID-19 pandemic, we consider ourselves fortunate to have been able to take on this research challenge, starting from the angle of utilizing the fixed samples collected since 2013.

References

- IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources) (2020), *Red Data book* (Reptiles and Amphibians, Vol. 3)
- Hayashi.T (2022), *Hakken! newt* :140-144
- Akiyama.S, Iwao.Y, Miura.I (2011), *Evidence for True Fall-mating in Japanese Newts Cynops Pyrrhogaster*, *Zoological Science* Vol. 28:758-763
- Tominaga.A (2020), *Variety and process differentiation of Cynops Pyrrhogaster*, *Caudata (the Journal of Amphibians and Reptiles)* Vol. 4

カワリヌマエビ属の行動要因の解明とプログラミングを用いた個体の認識

山脇学園高等学校3年 廣緒優華

要約

本校SI部生物班では、屋外実験場で飼育しているカワリヌマエビ交雑種(以下ヌマエビ)を使用した色覚の実験を代々行ってきた。そこでは光の三要素(色彩・明度・彩度)など様々な点に着眼して実験が進められた。その結果、赤と黒の反射光に対して、嗜好性があることが示された。(小林・西田, 2021年日本水産学会大会) この性質は自分の生存に有利に働いているはずである。先行研究より、赤と黒への嗜好性があることから、今回ヌマエビの視界を赤と黒に絞ってその行動を明らかにしようと試みた。そして、より深くヌマエビの行動原理を解明するために、ミナミヌマエビをPCで自動認識するプログラムを開発した。

実験概要

◆実験①(再実験)
カワリヌマエビ交雑種の色彩への嗜好性
◆実験②
嗜好性のある色彩に対する行動への影響
↓
◆プログラミングを用いた個体の認識
MATLABを使用し、ミナミヌマエビの行動様式を数値的に解明

カワリヌマエビ属とは

ヌマエビ科・ヒメヌマエビ亜科の外縁部が黒化しているが、属内の種の外部形態が類似しており、種の特定が困難
学名(*Neocaridina*)

ミナミヌマエビとは

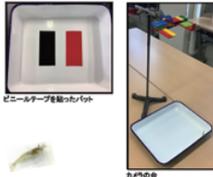
ヌマエビ科・ヒメヌマエビ亜科・カワリヌマエビ属
体長 成体 20mm・メス30mm未満
生息地 淡水域で過ごすため陸封型
学名(*Neocaridina denticulata*)

背景・目的

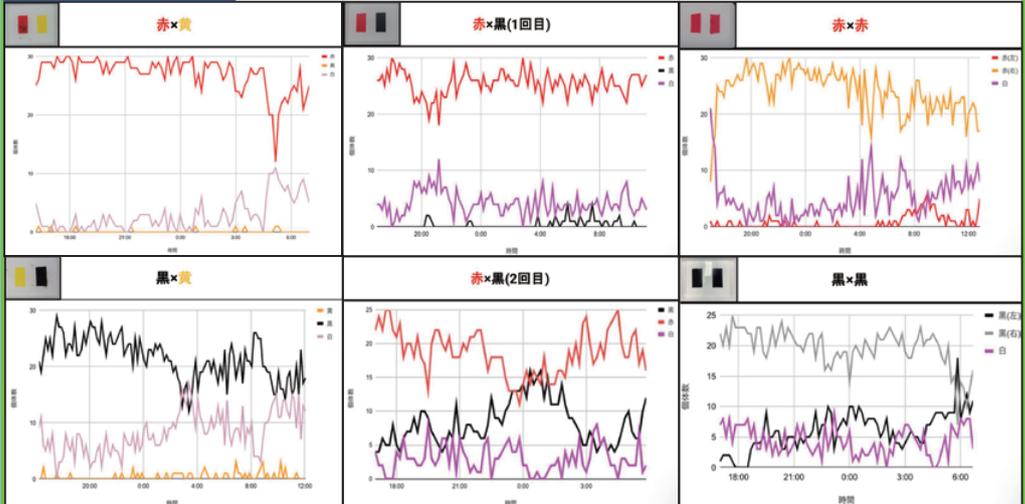
- カワリヌマエビ交雑種は赤と黒の反射光に対して嗜好性がある
- カワリヌマエビ交雑種の行動原理の解明
- 嗜好する理由・エビ類の基本行動の理解

実験①方法(再実験)

- カワリヌマエビ交雑種 30個体
- バット (190mm×250mm×30mm)
- 色付きテープ (50mm×100mm)
- カメラ (10分間隔インターバル撮影)
- カメラを固定する台
- 水平な机、人通りのない部屋
- 水深 10mm
- 水温 25度
- 蛍光灯下



実験①結果(再実験) グラフの縦軸: 個体数 横軸: 時間



実験②概要・仮説

- 見える世界を、嗜好する色である赤と黒のみにした場合のカワリヌマエビ交雑種の挙動を確認する
- 赤と黒を区別できないため、それぞれがバット全体に広がると考えられる

実験①考察(再実験)

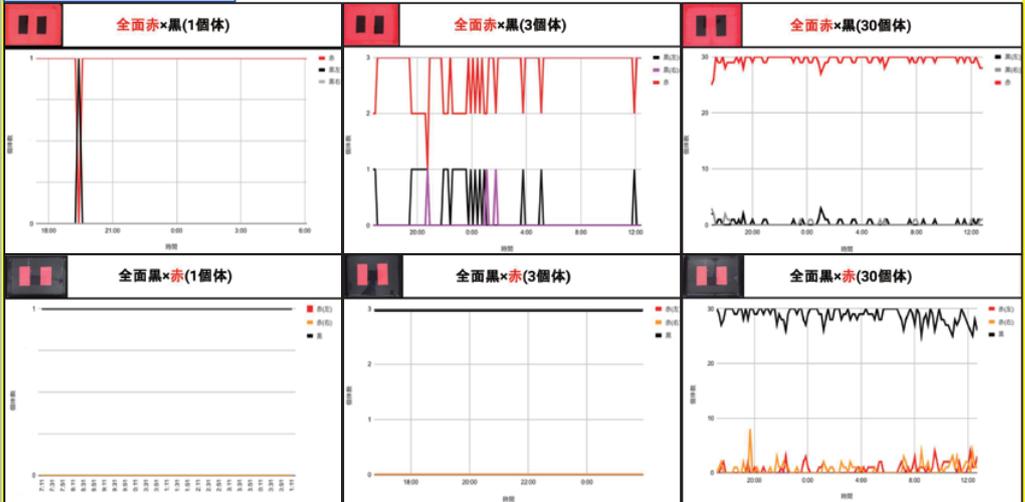
- 黄<赤=黒の形で嗜好している
- 赤と黒の組み合わせでは毎回結果が異なる→赤と黒を区別することが難しい
- 赤と赤、黒と黒の組み合わせではどちらか一方に集まる→大きい個体に小さい個体が追従する行動が見られた



実験②方法

- 実験1と同じバットの白色部分全体をビニールテープで覆う
- 供試個体数は1・2・3・5・7・10・15・30個体
- その他方法は実験①と同様

実験②結果 グラフの縦軸: 個体数 横軸: 時間



プログラミングを用いた個体の認識

目的

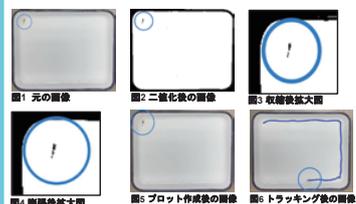
- ヌマエビの追従行動の要因を解明
- 120枚の静止画を確認、グラフ化
- MATLABを使うことで正確かつ迅速に実験データをまとめることが可能

方法

- バット (190mm×250mm×30mm)
- 水深 10mm・水温 25度
- 蛍光灯下・3分程の動画撮影
- ヌマエビを1個体のみ放つ
- 水平な机、人通りのない部屋

プログラム作成手順

- MATLAB上での動画の読み込み・再生
- ビデオフレームの作成
- 二値化
- クロージング処理
- オブジェクトの抽出
- イメージ領域の重心計測
- プロットを作成
- トラッキング



実験②考察(1)

- 全面が赤や黒の場合、バットの端や影に集まる
- 赤と黒の見分けはつかない、自分の身を守る行動をとる
- 右図から以下の2点が推察される
- ①オニテナガエビ、カワリヌマエビ交雑種という別種であっても明度による行動は変わらない
- ②成体、幼生などの発達段階が違っていても色彩の嗜好は変わらない



表1. FEEDING RATES OF JOEAE OF *Abradebrachion rumbergii* (*Aristidea angulifera* sp. n.) UNDER DIFFERENT BACKGROUNDS OF COLORATION.

Color of beaker	Lightness	5th axis	6th axis	8th axis
Black (only bottom)	4.7±0.7	8.8±1.3	17.7±1.8	
Experiment				
Control	10.0	4.2±0.3	11.3±0.6	18.0±0.7
Red	11.0	4.0±0.1	9.0±0.4	12.0±0.8
Yellow	18.5	1.9±0.9	4.1±1.1	5.9±1.2
Sky Blue	18.0	0.5±0.4	2.5±0.2	4.7±0.7
White	20.0	0.7±0.2	1.0±0.1	4.7±1.0
Shiny tin*	-	0.5±0.3	1.0±0.1	2.9±1.2

* Wrapped with aluminum foil

考察・展望

- 複数個体での認識を行う
- 追従行動を数値的に解明
- カワリヌマエビ属内の種を識別するプログラムの作成
- 同属のシナヌマエビなどの外来種の分布が拡大し、種間交雑が生じたことで、在来種のミナミヌマエビが一部地域で準絶滅危惧種に(外来種の変異が大きい、属内の種の外部形態が類似)(島根県、鹿児島県では準絶滅危惧種*Neocaridina denticulata denticulata* 滋賀県では絶滅危惧種*Neocaridina denticulata denticulata*)

考察・展望

- カワリヌマエビの色覚が働く行動(小林・西田, 2021年日本水産学会大会)
- オニテナガエビ幼生の餌食行動に関する色覚の影響(https://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/201911913.pdf)
- 小林, 1995, 日本プランクトン学会報
- 島根県に侵入した外来種オニテナガエビとカワリヌマエビの種間交雑について(https://researchmap.jp/iread0119845/publication/paper/1395650/attachment_file.pdf)
- (佐藤, 2015, 第五回環境科学センター報告書)
- 遺伝的・形態的変異による新種形成に寄与するオニテナガエビの再発見と外来種の分布拡大(https://www.kyocera.ac.jp/sites/default/files/2022/08/202531_kukc594c48f8b9b040279dc5d9b955c79.pdf)
- (広瀬, 2022, Conservation Genetics)
- 千葉県沼津市より観察された外来種カワリヌマエビの一種の外部形態, 遺伝子情報および生態史(https://www.jstage.jst.go.jp/article/cancer/30/0/30_fr/pdf/charja)
- (庄光, 2021, 2020年度日本甲殻学会・学会発表論文研究報告)
- MATLAB, HP
- jp.mathworks.com

**Analysis of *Neocaridina* species behavior patterns
and individual recognition using a PC.**

By

H3H(10)
Yuka Hirohata

Table of Contents

Introduction

Experiment ①

Methods

Results

Discussion

Experiment ②

Objective/Hypothesis

Methods

Results

Discussion

Experiment ③

Objective

Methods

Programming Procedure

Discussion and prospects

References

Acknowledgments



1.Introduction

○Background of Research

Have you ever heard of the *Neocaridina denticulata* ?

The *Neocaridina denticulata* is a species of shrimp belonging to the decapod family freshwater shrimp and is a freshwater inhabitant with a body length of between 20 and 30 mm. My school keeps freshwater shrimp in its outdoor laboratory, and research on freshwater shrimp has been conducted for generations. I have also researched the color vision of shrimps from the third year of junior high school to the first year of high school.

○How I started my current research

I started my research on the *Neocaridina species* because I have been interested in crustaceans since I was a child and wanted to take over the *Neocaridina denticulata* research that has been carried out at our school.

And I began my behavioral analysis of *Neocaridina denticulata* for two main reasons.

The first reason is that in my previous research, I had conducted experiments that were extremely time- and labor-intensive.

In the shrimp color vision experiment that I had conducted until my first year of high school, it was necessary to visually examine approximately 120 still images each time to determine the shrimp's preferred color. This required a great deal of time and effort each time the experiment was conducted, and produced potentially erroneous experimental data. To improve this method, we decided to create a program to tabulate experimental data accurately and quickly.

The second reason was that the shrimp may not have preferred a particular color, but rather a following behavior in which the smaller individuals followed the larger ones.

While tabulating the data from the color vision experiment, it was observed that many small shrimp were not attracted to a particular color, but rather followed the larger shrimp around. Therefore, we initiated the present study to clarify the principles of shrimp behavior.

○ Research Objectives

I would like to elucidate the behavioral principles of shrimp by creating a shrimp behavior analysis program. We also hope to use this program as a shortcut to elucidate shrimp farming methods and behavioral principles of other animals.

○ Introduction to Methodology

In the course of conducting the study, three major experiments were conducted.

In experiment ①, the preference of *Neocaridina denticulata* for color.

In experiment ②, the effect on behavior in response to the color preference.

In experiment ③, image analysis was conducted using MATLAB in order to understand the behavior patterns of *Neocaridina denticulata*. The image analysis was based on a 15-minute movie in which a single *Neocaridina denticulata* was released into a dissecting dish. The center of gravity of the *Neocaridina denticulata* was measured, and other measurements were made to create a movie with the trajectory of the shrimp's behavior.

2. Experiment ① Methods

○ what I used

- 30 individuals (*Neocaridina denticulata*)
- Vat (190mm × 250mm) → Fig. 1
- Color tape (50mm × 100mm) → Fig. 1
- Camera (interval shooting)
- Stand to hold the camera → Fig. 2
- Depth of water is 10mm
- In an empty room



Fig. 1



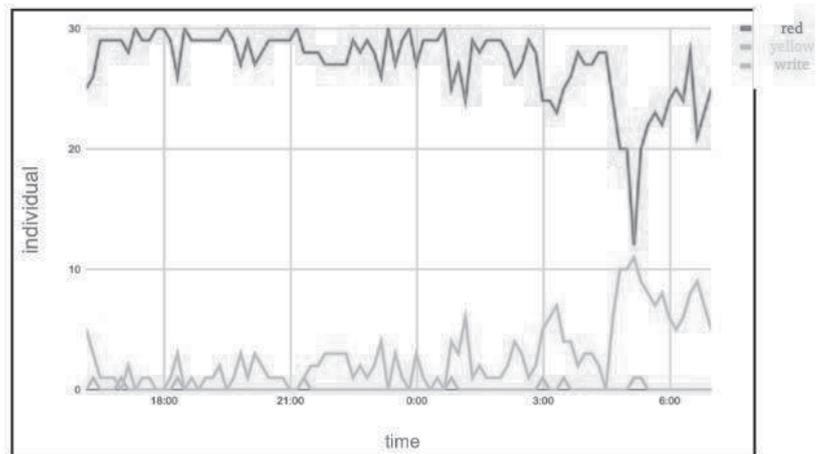
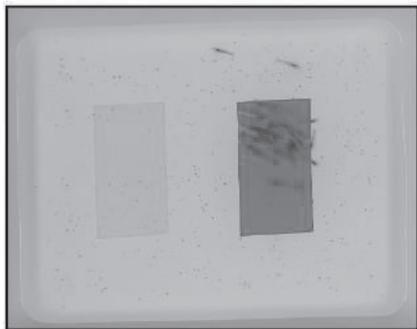
Fig. 2

○ Detailed method

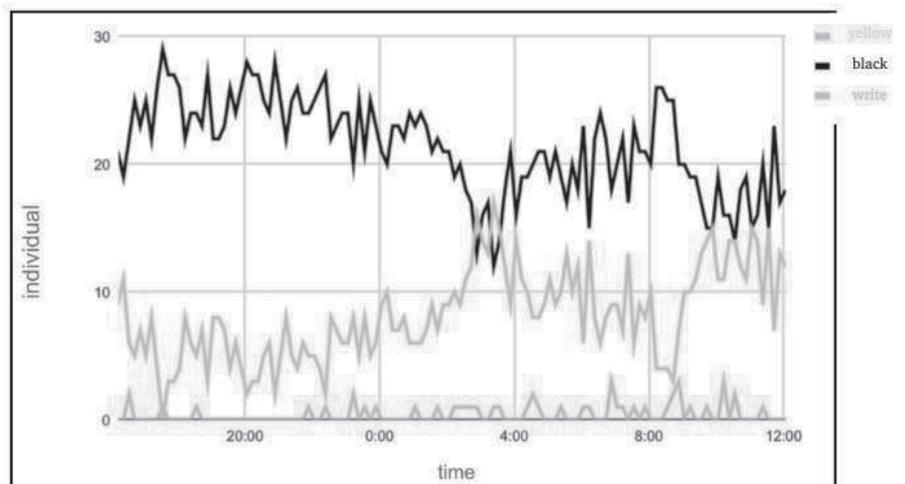
In the container shown in Fig. 1 with two pieces of vinyl tape, Water was filled to a depth of 10mm and 30shrimp were released. The camera taking pictures was then used to take interval shots, taking a picture every 10minutes for 24hours, and the experiment was conducted in a room with no pedestrian traffic.

3. Experiment① Results

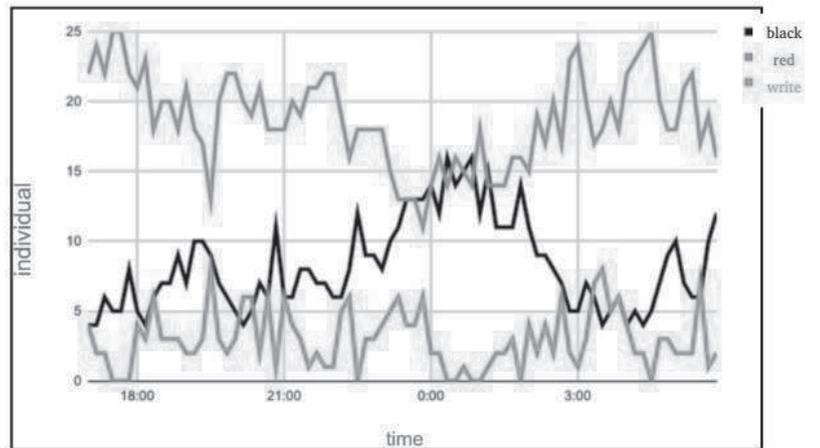
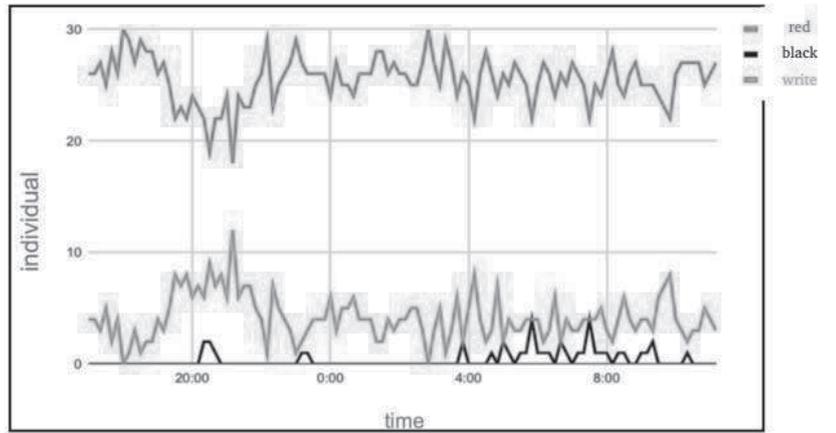
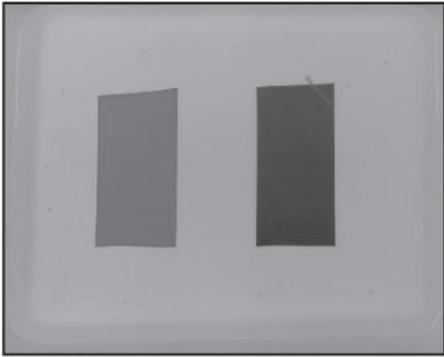
○ when the red and yellow tape is applied.



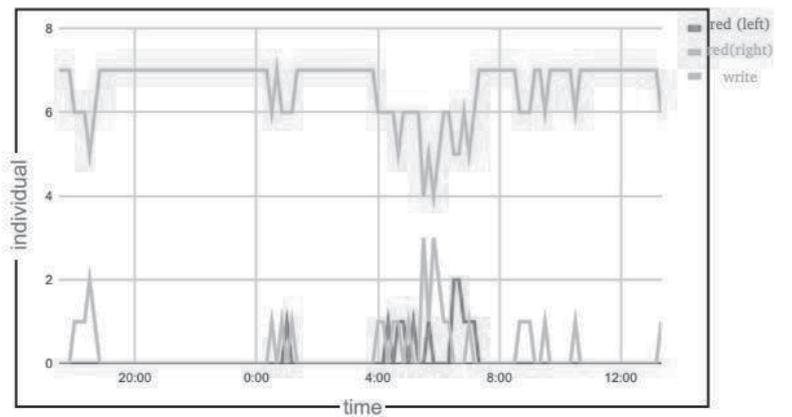
○ when the black and yellow tape is applied.



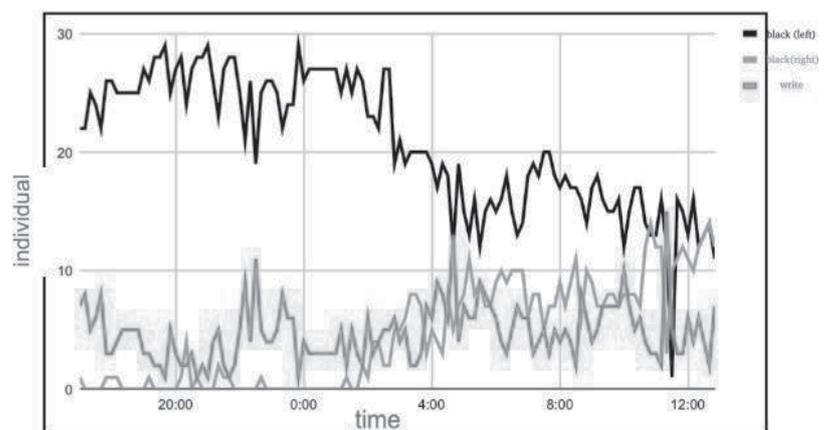
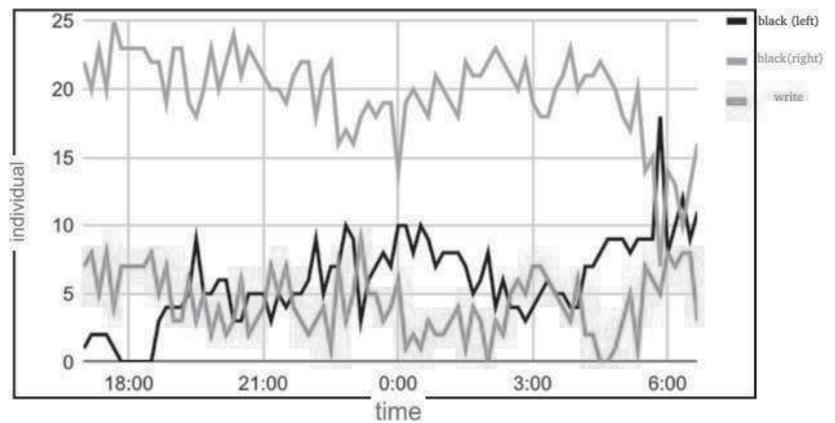
○ when the red and black tape is applied.



○ When red and red tape is applied.



○ When black and black tape is applied.



4. Experiment ① Discussion

- The red and black tapes are easy to gather.
- ➔ have an innate preference for certain colors.
- Results are different every time when red and black tapes are applied.
- ➔ It is difficult to distinguish between red and black.
- When red and red or black and black are taped, they cluster on one side or in a corner.
- ➔ Smaller individuals seemed to follow the larger ones.

5. Experiment ② Objective/Hypothesis

To confirm the behavior of the shrimp when the visible world is limited to its preferred colors, red and black.

From experiment ①, red and black are indistinguishable.

➔The red and black are not distinguishable from each other.

6. Experiment ② Method

White part of the same vat as experiment ①.

Cover the whole with tape. ➔Fig.3/Fig.4

Other items used are the same as in Experiment ①.

Change the number of shrimp (1,2,3,5,7,10,15,30)

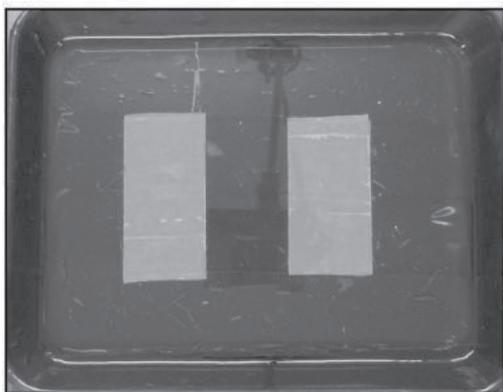


Fig. 3

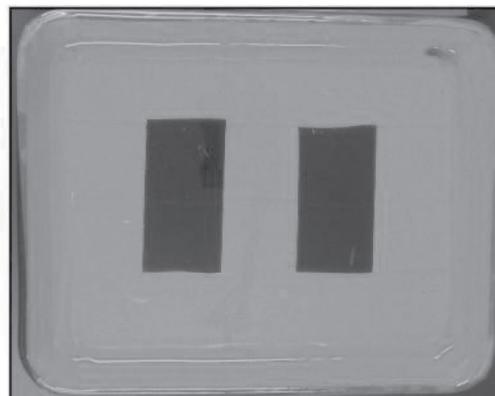
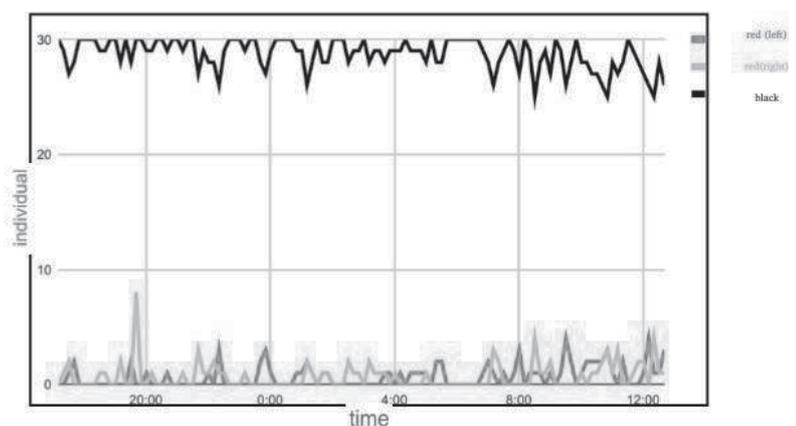
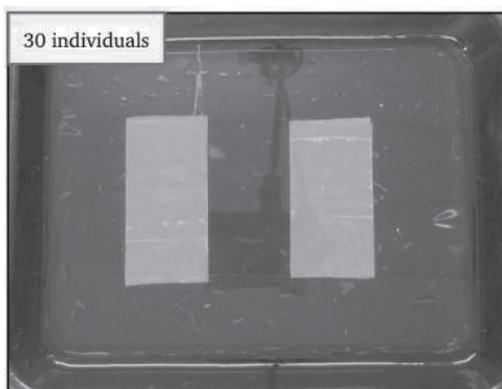
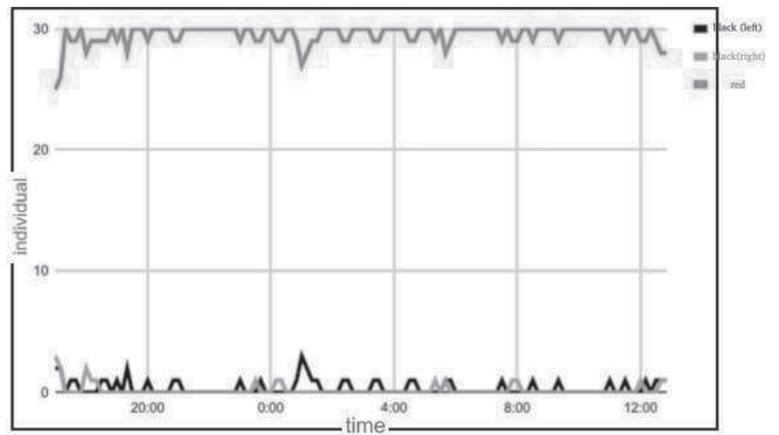
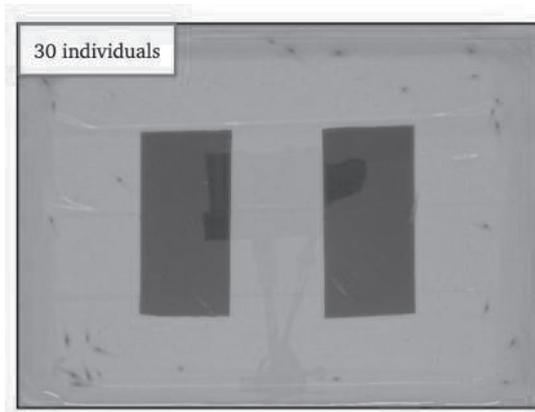


Fig. 4

7. Experiment ② Results

○ Full-scale black × red / Full-scale red × black





8. Experiment② Discussion

- When all surfaces are red or black, they congregate at the edge of the bat or in the shadows in all populations experiments. (Fig. 5/ Fig. 6)
- ➔ cannot distinguish between red and black, they act to protect themselves.
- ➔ color lightness is related to the color.

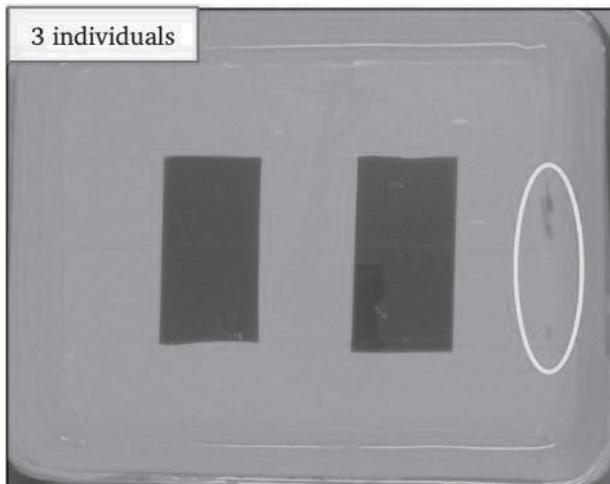


Fig. 5

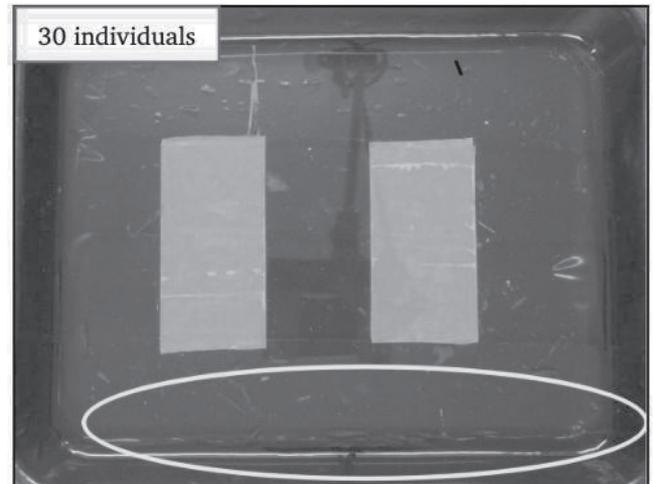


Fig. 6

- The paper on *Macrobrachium rosenbergii* suggested two things.
 - (1) *Macrobrachium rosenbergii*, *Neocaridina denticulata*, a separate species, does not change their respective behavior due to colouration.
 - (2) Color preferences remain the same at different ages, e.g. adults and juveniles.

TABLE 1. FEEDING RATES OF ZOEAE OF *Macrobrachium rosenbergii* (*Artemia nauplii* · ind.⁻¹ · h⁻¹, Mean ± SD, N=4) UNDER DIFFERENT BACKGROUNDS OF COLORATION.

Color of beaker	Lightness	4th zoea	6th zoea	8th zoea
Control				
Black (only bottom)	—	4.7±0.7	9.8±1.9	17.7±1.8
Experiment				
Black	10.0	6.2±0.3	11.3±0.5	18.9±2.7
Red	14.0	4.5±1.0	9.6±0.9	12.9±0.8
Yellow	18.5	1.9±0.9	4.1±1.1	5.9±1.2
Sky blue	18.0	0.9±0.4	2.5±0.2	4.7±0.7
White	20.0	0.7±0.2	1.0±0.5	4.7±1.0
Shiny tin*	—	0.5±0.3	1.0±0.3	2.9±1.2

* Wrapped with aluminium foil

9. Experiment③ Objective

- Recognition of *Neocaridina denticulata* by PC

➔Uncovering the Factors of Shrimp Following Behavior.

• In Experiment① and Experiment②, about 120 still images were visually observed and graphed in one experiment, which was both inaccurate and difficult.

➔The software MATLAB makes it possible to summarize experimental results accurately and quickly.

10. Experiment③ Method

- Vat (190×250×30mm)
- Depth of water 10mm
- Camera
- Stand to hold the camera
- Under fluorescent light
- Filming a movie for about 3 minutes
- Only one *Neocaridina denticulata* was released



A single *Neocaridina denticulata* released into a vat

11. Experiment③ Programming Procedure

(i) Loading and playing back videos on MATLAB

Reading files containing video data and displaying video on MATLAB.

```
clc,  
clear,  
close all  
path='C:\Users\19hirohata\Downloads\  
name01='IMG_2097 (1).MOV';  
filename01=([path,name01]);  
videoReader = VideoReader(filename01);  
videoPlayer = vision.VideoPlayer;
```

Fig. 7 Script of (i)

(ii) Creating video frames

Determines if the video frame is readable and saves it as a still image.

```
hasFrame(videoReader)  
frame = readFrame(videoReader);  
videoPlayer(frame);
```

Fig. 8 Script of (ii)



Fig. 9 Original image



Fig. 9 Enlarged view

(iii) Thresholding

Replace all values above the threshold in the grayscale image with 1 to create a black-and-white image.

```
img03=rgb2gray(frame);  
img04=imbinarize(img03);
```

Fig. 10 Script of (iii)



Fig. 11 Grayscale image



Fig. 11 Enlarged view

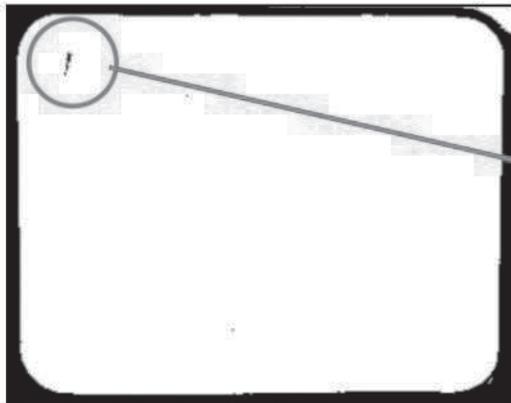


Fig. 12 A black-and-white image

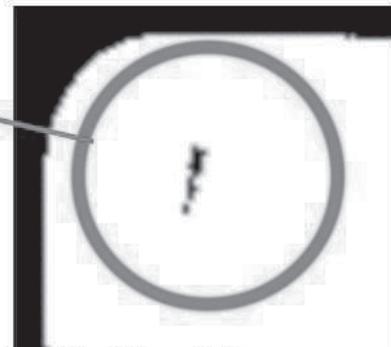


Fig. 12 Enlarged view

(iv) Closing processing
Image contraction and expansion.

```
Se=strel('disk',1);
Img10=imerode(img04,Se);
Img11=imdilate(Img10,Se);
```

Fig. 13 Script of (iv)

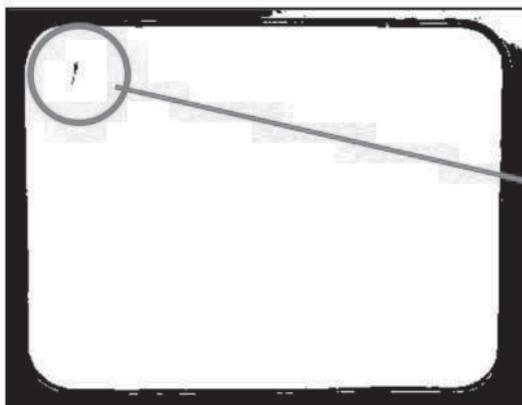


Fig. 14 Image after contraction

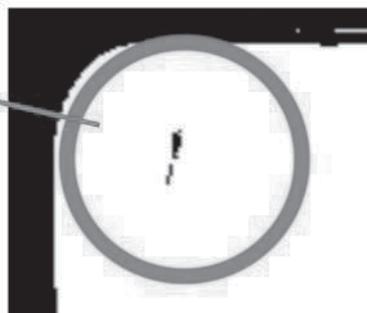


Fig. 14 Enlarged view

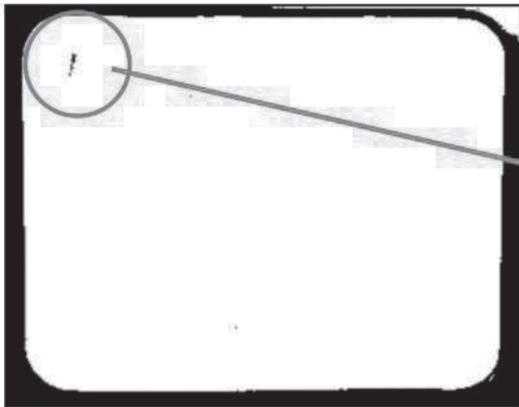


Fig. 15 Image after contraction and expansion

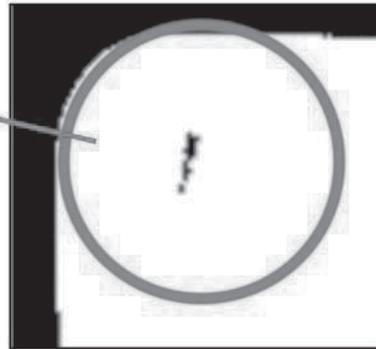


Fig. 15 Enlarged view

(v) Object extraction

Extract objects from a binary image of a specified size.

```

Img12= bwareafilt(Img11,1);
Img13=imcomplement(Img12);
ImgWB= bwareafilt(Img13,[10 300]);

```

Fig. 16 Script of (v)

(vi) Measuring the center of gravity of the image area

Measuring image area properties.

```

s = regionprops(ImgWB,'centroid');
BIw = cat(1,s.Centroid);

```

Fig. 17 Script of (vi)

(vii) Creating the plot

Plotting at the center of gravity of the image area.

```

Cent=[ii,...
BIw(1,1),...
BIw(1,2)];
if ii==1
Cent01=cat(1,Cent);
else
Cent01=cat(1,Cent01,Cent);
end
imshow(frame);

```

Fig. 18 Script of (vii)

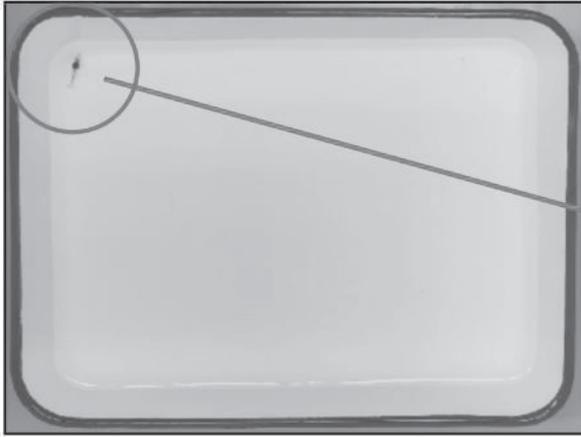


Fig.19 Image with plots struck



Fig. 19 Enlarged view

(viii)Object tracking

Retain the plot and return video frames to video.

```

hold on
plot(Cent01(:,2),Cent01(:,3),'b.')
hold off
filename02 = [sprintf('%03d',ii) '.jpg'];
fullname00=fullfile('C:\Users\19hirohata\Downloads\','numaebi',filena
me02);
imwrite(frame,fullname00)
ii = ii+1;
end

```

Fig. 20 Script of (viii)

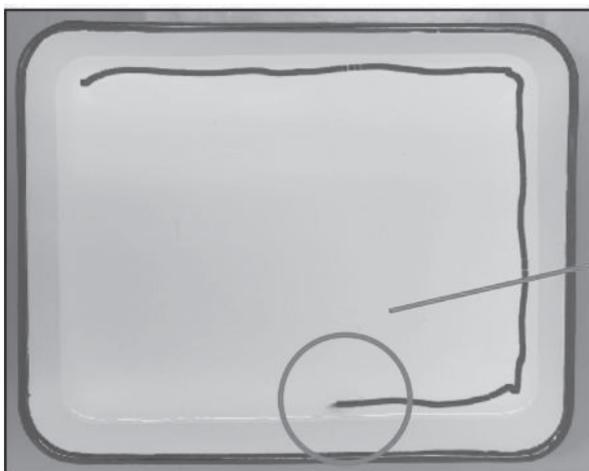


Fig.21 Image after tracking

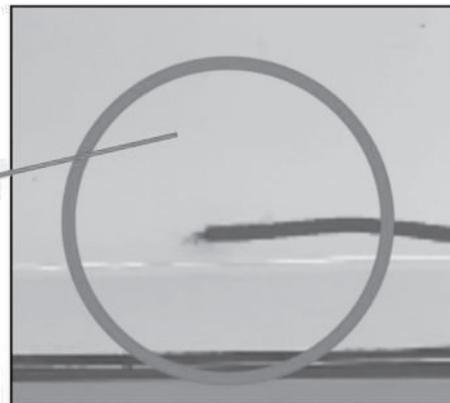


Fig. 21 Enlarged view

12.Experiments③ Discussion and prospects

- Recognition in multiple individuals.
- ➔Clarification of the presence or absence of follow-up behavior.
- Creation of a programme to identify species within the genus *Neocaridina*.
- ➔Recognise the native species *Neocaridina denticulata* and link it to the survival of the species.

13. References

- Behavior guided by color vision in the *Neocaridina species*.

(Our school's biology group: Kobayashi and Nishida, 2021 Japan Society of Fisheries Science Meeting)

- Influence of container coloration on feeding of larvae of the *Macrobrachium rosenbergii*.

<https://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/2010511913.pdf>

(Hayashi and Oomori.1993)

- Series 5: Questions about Shrimps and Crabs that Everyone Wants to Know

- crustaceanology

- <https://jp.mathworks.com/help/>



14. Acknowledgments

International Mangrove Association

Dr. Baba and Dr. Kezuka

令和6年度 サイエンスクラス

探究活動要旨集

令和7年 3月 発行

山脇学園 サイエンス教育部