

令和 6 年度指定



SS 課題探究 生徒論文集

第 1 年次



令和 7 年 3 月

沖縄県立向陽高等学校

発刊にあたって

沖縄県立向陽高等学校

校長 玉木 亨

「令和6年度向陽高等学校SS課題研究生徒論文集」の刊行にあたり、ご挨拶申し上げます。

文部科学省が指定する「スーパーサイエンスハイスクール（SSH）」は、平成14年度に開始され、先進的な科学技術、理科・数学教育を通じて、生徒の科学的な探究能力等を培うことで、将来社会を牽引する科学技術人材を育成することを目的としています。向陽高校は令和元年度に指定され、Ⅰ期5年間を終えることができました。令和6年度からはⅡ期がスタートしています。本校SSH事業の中で中心となるのが、生徒が主体的に行う課題研究です。高校在学中の3年間で系統的に取り組んでいます。1年生では多角的な物の見方や考え方、実験の方法、データのまとめ方など研究活動に必要な基礎を学びます。2年生では約4名のメンバーと一緒に、自ら課題を見つけ、それを解決するために試行錯誤しながら観察・実験を繰り返し、データを分析してまとめます。3年生では前年度に行った結果をもとに、論文を作成します。また、一部は英語での論文作成に挑戦しています。このように作成した論文を集録したものが本冊子となります。

さて、学習指導要領の改訂により高等学校では「総合的な探究の時間」が新たに始まりました。その解説では「この学習活動が、解決の道筋がすぐには明らかにならない課題や、唯一の正解が存在しない課題に対して、最適解や納得解を見いだすことを重視している」ことが示されています。高等学校において質の高い探究活動を行うことは生徒の資質・能力の向上に結びついており、その導入はこれまでのSSH事業成果の蓄積が大きいとされています。

また、理科における探究活動は①自然事象に対する気づき、②課題の設定、③仮説の設定、④検証計画の立案、⑤観察・実験の実施、⑥結果の処理、⑦考察・推論、⑧表現・伝達の一連の学習過程が示されています。繰り返すことで、よりよく課題を発見し解決していくための資質・能力が育成されます。本校生徒の課題研究においても同様に取り組んでいます。これから進学する大学や社会の中で求められる最適解や納得解を導くための必要な力が育成されていると感じており、生徒の今後の活躍を期待しています。

この生徒論文集は向陽高校29期理数科生徒の3年間の取組と成長、その結果が詰まったものです。私自身、本冊子を手にした時、課題研究の取組や内容の深化を図り、社会を牽引する人材となる生徒の育成に努めていきたいと改めて思ったところです。

集録されている18編の論文の中には8月に行われたSSH生徒研究発表会や第26回中国・四国・九州地区理数科高等学校課題研究発表大会島根大会へ学校代表として参加した研究も集録されています。是非、お手にとってご覧頂きたいと思います。

令和7年3月

目 次

Chemi	Beauty Benefits of Okinawa Green Papaya's Seeds and Peel	1
Bio	Nutritional Effects of Termites on Guppies	6
化学	青パパイヤの種と皮の美容効果	12
	ゴーヤーの廃棄部分を有効活用するためには	16
	藍の発酵建ての条件による色の変化	22
	モンパノキに含まれる成分	28
	モコモコモコレット～泡の研究～	32
	寮の残飯からメタンガスを作る	37
生物	グッピーに与えるシロアリ栄養効果	40
	オキナワハクセンシオマネキと干潟の底生生物の関係	46
	水を嫌う貝の分布調査	52
	盲斑の形や大きさは何に関係があるのか	60
地学	沖縄本島における湧水と土壌との関係	68
	雄樋川の水質調査	72
物理	トラス構造について～ダンボールの強度とトラスの密度との関係～	78
	圧電素子による発電	82
	水切りの跳ねる回数を増やすには	86
	風を受けて転がる物体の構造の条件	90
情報	高校受験の新しい情報収集手段を模索する	94
数学	円周上を回転する直線の交点の軌跡	100

Beauty Benefits of Okinawa Green Papaya's Seeds and Peel

Haruka MIYAKAWA, Kasumi TAIRA, Riko FUKUZATO

Abstract

The green papaya fruit has been recognized for its beauty effects, but the seeds and peels are usually discarded in the process of being commercialized. Our research focused on these seeds and peels. Here, we conducted an experiment to examine the moisturizing and exfoliating effect of the seeds and peels. As a result of our research, we found that seeds and peels have moisturizing and exfoliating effects, each with different properties.

Introduction

We learned that the green papaya fruit, which is commonly used in Okinawa, has beauty benefits. We decided to investigate whether the seeds and peels, which are usually discarded, also contain ingredients with beauty benefits. Based on the hypothesis that the seeds and peels contain the same cosmetic properties as the fruits, we conducted an experiment to examine the moisturizing effect using rice cakes and the exfoliating effect using chicken meat.

Experimental method

【Preparation】 Preparation of extracts

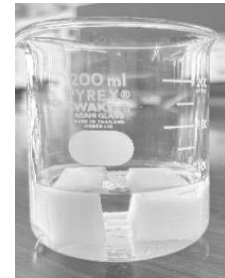
We extracted green papaya fruit, seeds, and peels with distilled water and made three types of extract. All three types of extract had the same concentration. Using them, we conducted two experiments.

Experiments (1): Examining the moisturizing effect using cut rice cake

(1) Soak the rice cake in the respective extracts as shown in 1-1 and remove them after one hour.

(2) The moisture content of the surface of the cut rice cake was measured with the “Skin Checker”, and the value recorded was used as the result of experiment [1], and the value on the side is the result of the experiment [2].

(3) Compare the moisture content on the surface and sides of the cut rice cake before and after the experiment.



Picture 1-1

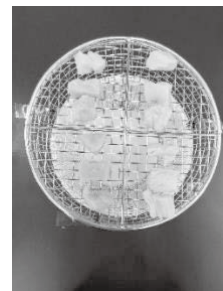
Experiment (2): Examining the exfoliation effect using chicken meat.

The second experiment is to examine the exfoliating effect. In this experiment, we used chicken meat because they were used in a previous study.

(1) The pieces of chicken meat were soaked in the respective extracts for one hour. After that, the pieces of chicken meat were placed in a net.

(2) Soak the pieces of chicken meat in the extract for 2, 4, and 6 hours, and measure the change in the mass of the chicken.

(3) Compare the changes in the mass of chicken meat before and after the experiment.



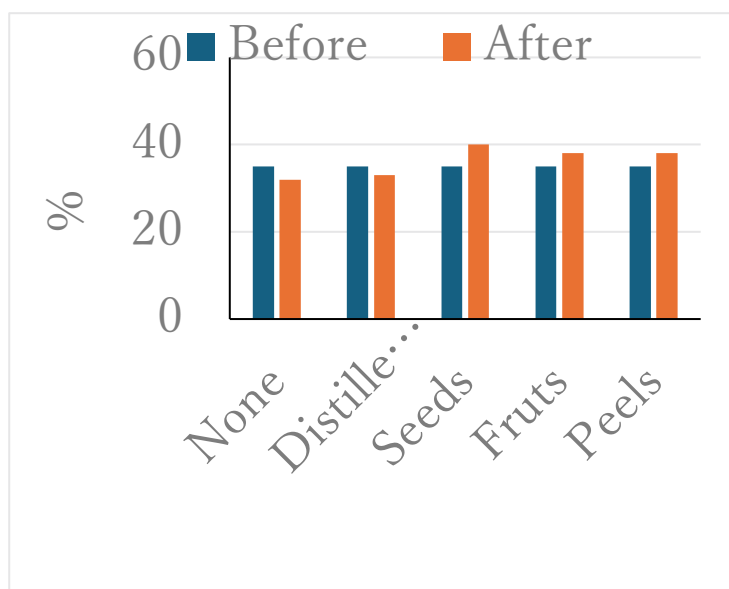
Picture 1-2

Results

In the experiment [1] to determine the moisturizing effect of cut rice cakes, the side values were highest for the seeds compared to the pre-experiment values.

In experiment [2] to determine the amount of moisture on the surface of the cut rice cake, the value of the moisture checker increased by 2 after 30 minutes for the rice cake soaked in the seed extract, and by 1 for the rice cake soaked in the peel extract and remained at that value from 30 minutes to 50 minutes. The rice cake soaked in the fruit extract did not change in value until 40 minutes but increased by 1 after 50 minutes. The value of the cut rice cakes in which nothing was done fell by 1 from 30 minutes to 50 minutes.

Table1



	0min	30min	40min	50min
Distilled water	0	0	0	0
Seeds	0	2	2	2
Peel	0	1	1	1
Fruit	0	0	0	1
Normal	0	-1	-1	-1

Graph1 Moisture content

Table2 The exfoliation effect

	0hours	2hours	4hours	6hours	8hours
	later	later	later	later	later
Fruit	0%	8.10%	11.63%	-10.05%	8.67%
Seed	0%	6.96%	10.88%	3.82%	26.09%
Peel	0%	6.62%	25.86%	44.19%	24.20%
Distilled water	0%	2.65%	-0.86%	5.65%	12.38%

Analysis

The hypothesis that the seed extract has osmotic power was formulated based on the fact that the water content of the sides of rice cakes soaked in the seed extract increased in the rice cake experiment of Experiment 1. The hypothesis is also supported by the fact that of the seeds increased the water content the most in Experiment 2. The seeds and peels helped the rice cake to retain more water than the fruit. The seeds and peels are considered to have a higher moisturizing effect than the fruits, because the seeds and peels increased the water content more than that of the fruit.

In Experiment 3, the mass of the chicken soaked in the fruit extract continued to decrease longer than that of the seeds and peels, suggesting that the fruit has an exfoliating effect.

Conclusion

The fact that the mass of the chicken soaked in the fruit extract continued to decrease for longer than that of the seeds and peels in Experiment 3 suggests that the fruit contains a component that exfoliates the skin for a long duration. The mass of the chicken meat soaked in the peel extract decreased after 6 hours, and then began to decrease again after 8 hours, suggesting that the fruit contains components that work over time. The mass of the chicken soaked in the extracts of the two species also decreased, suggesting that the extracts contain components that exfoliate the skin, although they are not long lasting.

Reference

Kumamoto University (educational material research on proteolysis using pineapple, etc.)

https://kumadai.repo.nii.ac.jp/?action=repository_action_common_download&item_id=30996&item_no=1&attribute_id=21&file_no=1

Acknowledgments

Ms. Hisako Gibo, Okinawa Prefectural Koyo High School teacher, for her guidance, my colleagues who have worked with us on my research
Thank you very much for your cooperation in our research.

Nutritional Effects of Termites on Guppies

Konatsu TAKEDA, Mae KANEYUKI, Manaka NAKANDAKRI,
Shion CHIBANA, Maki AZAMI

Abstract

We learned that termites are eaten as a nutritious food by people in Kenya. Therefore, we decided to investigate how insects affect the growth of other organisms. In this study, the amount of termites in the guppies' food was varied and differences in growth were measured. We also measured the value of dissolved oxygen content in the water tank and compared the degree of water contamination. The results showed that there was no difference in the growth rate of the guppies, regardless of which food was fed. Also, the dissolved oxygen level was highest in the group fed the food containing 50% termites. Thus, termites can be substituted for commercial bait and have the potential to control water contamination in the guppies' water tank.

Motivation

Termites are one of the most common insects in our lives, and are one of the few organisms that feed on "cellulose," the main component of wood, and are called "decomposers of the forest. In the course of our research, we learned that termites are eaten in Africa as "kumbikumbi," as part of highly nutritious insectivorous diet. However, there is resistance to eating insect foods and the possibility of allergic reactions. Therefore, instead of actually eating termites, we wanted to investigate how they affect the growth of other organisms.

Previous research

We compared the effect of housefly pupae on red sea bream fed with fish meal that is mixed with housefly pupae (10% and 25%) and fish meal without housefly pupae mixed in. The results, red sea breams fed a diet mixed with housefly (10%) tended to feed better and to grow larger than red sea breams raised on fish meal. Then, the body of red sea breams became more vibrant. Then, the red sea breams' immune systems are activated, making them more resistant to disease. See reference (1).

Table 1 Nutritional value of termites in Kenya

	シロアリ	牛肉(肩ロース)
タンパク質[g]	33.51~39.74	17.8
脂質[g]	44.82~47.31	20.8
鉄[mg]	53.33~115.97	1.6
亜鉛[mg]	7.10~12.86	2.8

See reference (2)

Research purpose

It is thought that the feed with a lower percent of termites mixed in will grow better than previous research.

So, we thought that the food mixed with 25% termites would grow better.

Experiment [1]

Hypothesis

It is thought that the feed with a lower percent of termites mixed in will grow better than previous research.

So, we thought that the food mixed with 25% termites would grow better.

Experimental method

- ① We collected the *Neotermes sugioi*, dried them and crushed them in a mortar. Termites were collected by splitting rotting wood and drying them in a dish dryer.
 - ② We mixed crushed termites with commercial guppy food in a 25%/50% ratio.
 - ③ We weighed 0.01grams of each food on an electronic balance.
 - ④ Keep the guppies between 1.5 cm and 2.5 cm individually in the following groups of 5 guppies each.
 - A: Group A is fed only commercial food.
Hereafter, this will be referred to as the 0% termite-fed group.
 - B: Group B is the 25% termite-fed group.
 - C: Group C is the 50% termite-fed group.
- Group B and C was fed pre-mixed and ground termite and commercial

food.

- ⑤ We continue to observe the body length of the fishes for at least one month.

〈guppy's measurement method〉

First, Guppies were placed on top of a sheet of graph paper, and We took a picture from directly above and measured the body length.

Research Results

We found out that groups that were fed with 50% termite grew the most.

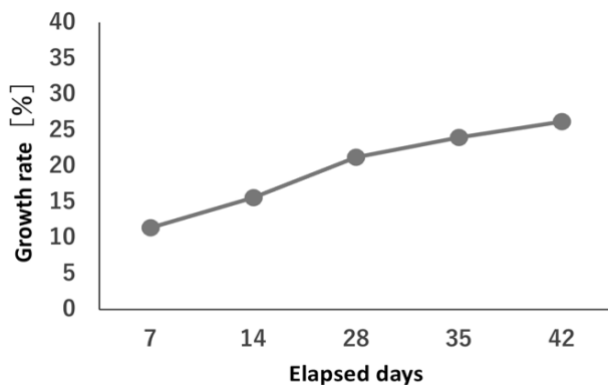


Fig.1 Growth rate of A(fed only commercial food)

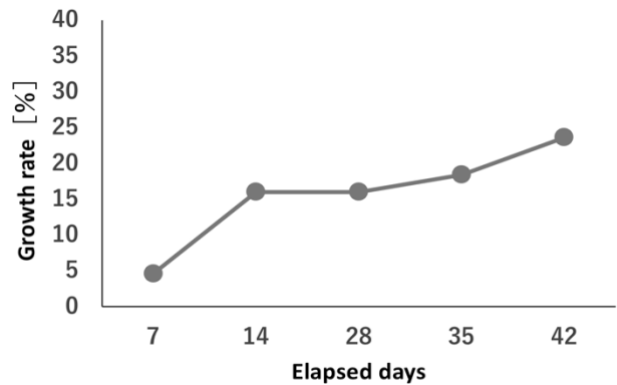


Fig.2 Growth rate of B(the 25% termite-fed group)

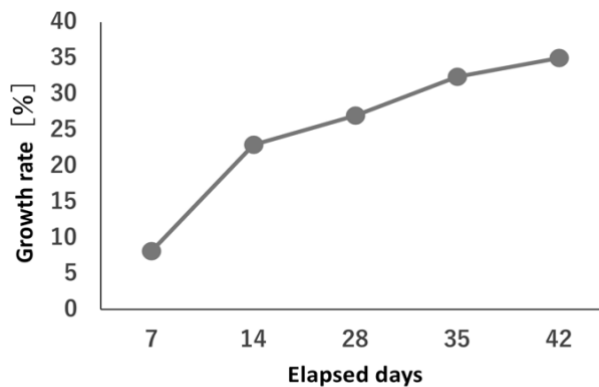


Fig.3 Growth rate of C(the 50% termite-fed group)

Analysis

All the guppies grew without any problems. Therefore, termites can be used as a substitute for food, and it can be said that termites do not have a negative effect on guppies. Also, the 50% group had the highest growth rate, it is thought

that the more termites they are given the better the growth will be. Although visually, the dirt in the tank of 0% groups was particularly noticeable. It is thought that feeding bait containing termites may help prevent the aquarium from becoming dirty.

Experiment [2]

Hypothesis

In Experiment [1], the highest growth rate was 50% among 0%, 25%, and 50%, so it can be assumed that the more termites there are, the better the growth will be.

Experimental method

- ① We collected the *Neotermes sugioi*, dried them and crushed them in a mortar. Termites were collected by splitting rotting wood and drying them in a dish dryer.
- ② We mixed crushed termites with commercial guppy food in a 50%/100% ratio.
- ③ We weighed 0.005 grams of each food on an electronic balance.
- ④ We divided 8 guppies of about 1 cm into the next group and raised them individually.

A: Group A is fed only commercial food.

Hereafter, this will be referred to as the 0% termite-fed group.

C: Group C is the 50% termite-fed group.

Group C was fed pre-mixed and ground termite and commercial food.

D: Group D is the 100% termite-fed group.

- ⑤ We continue to observe the body length of the fishes for at least one month.

〈guppy's measurement method〉

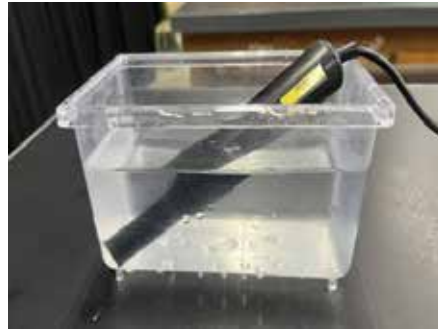
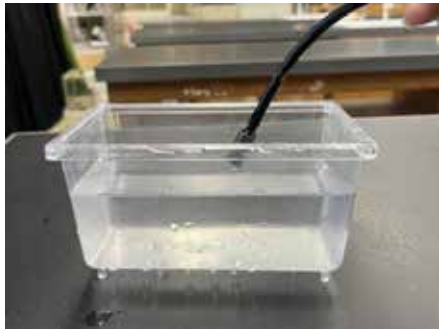
Same as experiment [1].

〈how to measure dissolved oxygen〉

We also noticed a difference in the level of dirtiness in each of the tanks as we proceeded with our experiment. Therefore, we decided to measure the amount of dissolved oxygen in the tanks from the middle of the experiment onwards to measure differences in water quality.

First, we removed the aeration pump to standardize the conditions, and after 10 seconds, placed the dissolved oxygen meter in the tank.

The values were then measured after leaving the dissolved oxygen meter in the tank for 1 minute.



Research Results

We found out that groups that were fed with 0% termite grew the most. We compared the group that was fed with 100% termites with group that was fed with 0% termites, there was not much difference.

The value of dissolved oxygen was the highest in the group that fed with 50% termite mixture.

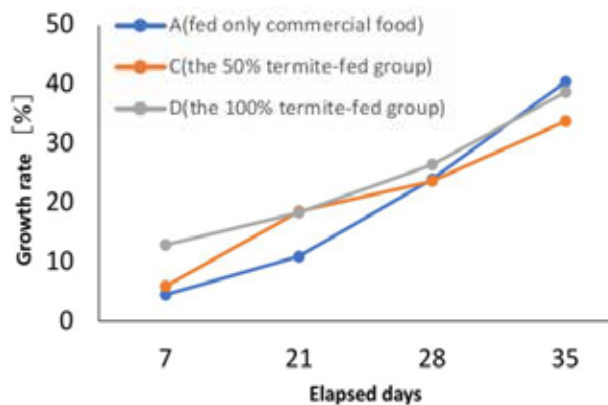


Fig.4 trends in the growth rate of guppies

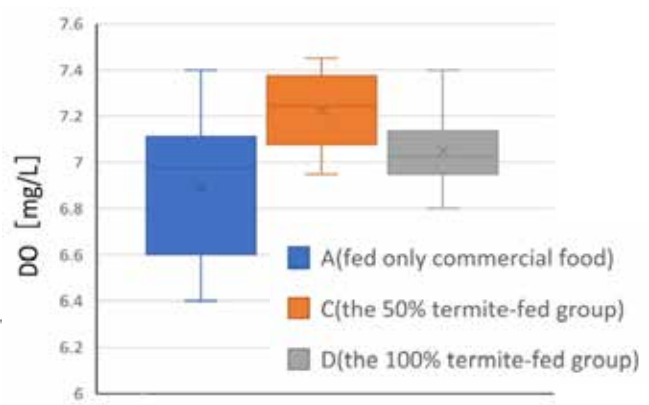


Fig.5 DO value

Analysis

The 100% groups grow like the 0% groups. From this, we can see that termites have nutritional effects that are the same as commercial food. In the Experiment [1], among the 3 groups, the group fed with a 50% termite mixture had grown the most. However, this time, the 50% group had a growth rate that was lower than the 0% group. On the other hand, hypothesis testing revealed

no significant differences between the three groups. Also, it was found that there was no significant difference in the growth rate of guppies in Experiment [1]

Therefore, there is no difference in the growth rate of each group in Experiment [1] and Experiment [2]. From this, termites are considered to have the same nutritional value as commercially available food. When we investigated the value of dissolved oxygen, we found that there was a difference between the 0% groups and the 50% groups. Therefore, the water of the 50% groups had cleaner water than the water of the 0% groups.

However, this time, the measurement period was short, and we only measured twice. By increasing the number of measurements, it's thought that there is a significant difference between the 0% groups and the 100% groups.

From these things, we thought that using termites as feed could reduce water pollution. This may help the aquaculture industry, which is plagued by dirty aquariums and high costs of fish food.

References

(1) Japan Science and Technology Agency

"Seeking alternative ingredients for aquaculture feed to fishmeal."

Dietary effects of housefly (*Musca domestica*) (Diptera:Muscidae)

pupae on the growth performance and the resistance against

bacterial pathogen in red sea bream (*Pagrus major*) (Perciformes:

Sparidae)

(2) John N. Kinyuru et al., Nutrient composition of four species of winged termites consumed in western Kenya, *Journal of Food Composition and Analysis*, 30, 2013, 120-124

青パパイアの種と皮の美容効果

宮川晴圭 平良香澄 福里莉子

要旨

私たちは、沖縄でよく食べられている青パパイアに美容効果があることを知り、通常廃棄されてしまう種や皮にも美容効果はないか、調べる実験を行った。ここでは、保湿効果と角質除去効果を調べる実験を行った。研究の結果、種、皮それぞれに異なる性質を持つ保湿効果、角質除去効果がある事が分かった。

Abstract

The green papaya fruit has been recognized for its beauty effects, but the seeds and peels are usually discarded in the process of being commercialized. Our research focused on these seeds and peels. Here, we conducted an experiment to examine the moisturizing and exfoliating effect of the seeds and peels. As a result of our research, we found that seeds and peels have moisturizing and exfoliating effects, each with different properties.

始めに

私たちは、沖縄でよく使われている青パパイヤの実には美容効果があることを知り、通常廃棄されている種や皮にも同様に美容効果のある成分が含まれているのかを調べることにした。そこで本研究では、種、皮にも実と同様に美容効果をもたらす成分が含まれているという仮説のもと、切り餅を使った保湿効果を調べる実験と鶏肉を使った角質除去効果を調べる実験を行った。

実験方法

【準備】 抽出液の作成

青パパイヤの果肉部、皮、種をそれぞれ 20 g ずつ摩砕する。それぞれ蒸留水 200ml を加え、冷蔵庫にて 3 日程安置する。その後、液を濾過し、これを抽出液とする。今後の実験ではこの抽出液を使用する。

[1]切り餅を用いた保湿効果の有無を調べる実験

- ① 図 1-1 のようにそれぞれの抽出液に切り餅を浸し、一定時間経過後に取り出す。
- ② スキンチェッカーで切り餅の表面と側面の水分量を測定する。側面の値を実験(1)、表面の値を実験(2)の結果とする。
- ③ 実験前後の切り餅の表面と側面の水分量を比較する。

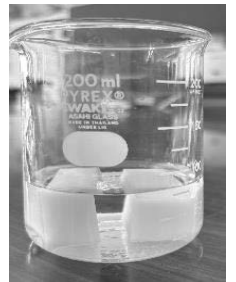


図 1-1

[2]鶏肉を用いた角質除去効果の有無を調べる実験

本実験では、角質の主成分であるタンパク質に着目した。青パパイヤ抽出液のタンパク質分解効果を調べることにより、青パパイヤの種と皮の角質除去効果の有無を調べた。また、結果をより明確なものとする為、タンパク質を多く含む鶏胸肉を使用する。

- ① 鶏胸肉をそれぞれの抽出液に一定時間浸す。その後、図 1-2 のように網に静置し水気を切る。
- ② 鶏肉を抽出液に浸す時間を 2 時間、4 時間、6 時間と変化させ、それぞれの鶏肉の質量の変化を測定する。
- ③ 実験前後の鶏胸肉の質量の変化を比較する。

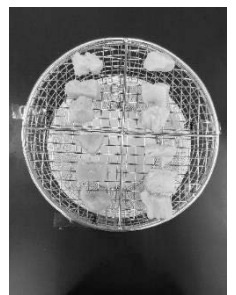
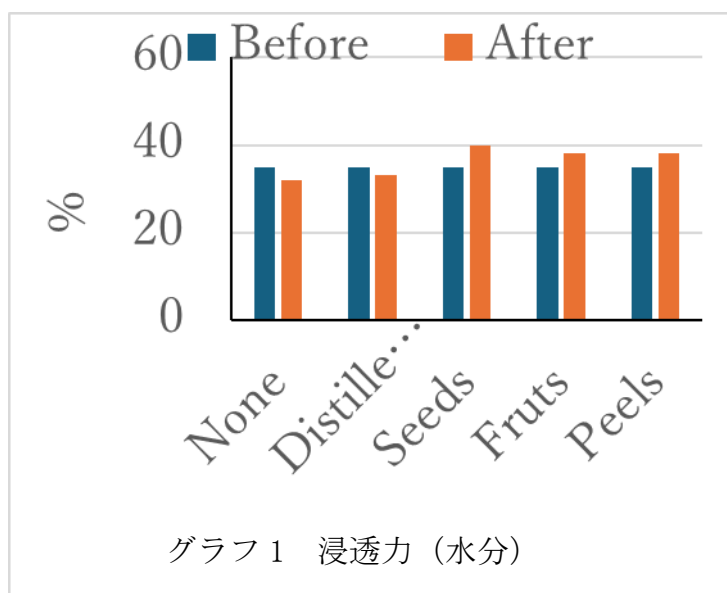


図 1-2

実験結果

実験[1] (1) の切り餅を用いた保湿効果を調べる実験では、側面の値は実験前と比べて種が最も高かった (グラフ 1)。

実験[1] (2) の切り餅の表面の水分量を調べる実験では、種の抽出液に浸した切り餅は、30 分後に水分チェッカーの値が 2 上昇し、皮の抽出液に浸した切り餅は値が 1 上昇し、30 分後から 50 分後までその値を保った。実の抽出液に浸した切り餅は 40 分後まで値の変化はなかったが、50 分後に値が 1 増加した。何もしていない切り餅は 30 分後から 50 分後まで値が 1 下がった (表 1)。



	0 分	30 分	40 分	50 分
蒸留水	0	0	0	0
種	0	2	2	2
皮	0	1	1	1
実	0	0	0	1
何もしていない	0	-1	-1	-1

表 1

次の表は実験[2]における鶏肉の質量の増減の割合を示す。

実験[2]では、蒸留水につけた鶏肉の質量は 6 時間後まで質量に大きな変化は無かったが、8 時間後に大きく増えた。実の抽出液につけた鶏肉の質量は、4 時間後から 6 時間後の間で質量が大きく減少し、8 時間後は種、皮、蒸留水につけた鶏肉と比べると質量の増加は少なかった。

	0 時間後	2 時間後	4 時間後	6 時間後	8 時間後
実	0%	8.10%	11.63%	-10.05%	8.67%
種	0%	6.96%	10.88%	3.82%	26.09%
皮	0%	6.62%	25.86%	44.19%	24.20%
蒸留水	0%	2.65%	-0.86%	5.65%	12.38%

表 2

種の抽出液につけた鶏肉の質量も、実と同様に4時間後から6時間後の間で質量が減少したが、8時間後には大きく増加した。

皮の抽出液につけた鶏肉の質量は実、種、蒸留水につけた鶏肉よりも質量が大きく増加した特に6時間後の値が他と比べて大きくなっている。また、皮の抽出液につけた鶏肉の質量だけ6時間後から8時間後の間に質量が減少した（表2）。

考察

実験[1]（1）の切り餅の実験で種の抽出液につけた切り餅の側面の水分量が上がったことから種の抽出液には浸透力があるとの仮説が立てられた。また実験[1]（2）で種の水分量が1番多くなったことからその仮説は成立すると考えられる。また種、皮は実より水分量が多くなったことから実より保湿効果が高いと考えられる。

実験[2]で実の抽出液につけた鶏肉の質量が種、皮と比べてより長く減少し続けたことから実には持続性のある角質除去効果をもたらす成分が含まれていると考えることができる。また皮の抽出液につけた鶏肉の質量は6時間後時点で1度減少が見られなくなったのち8時間後時点から再度減少が始まったことから時間をおくことで作用していく成分が含まれていると考えられた。種の抽出液につけた鶏肉の質量も減少がみられたことから持続性はないが角質除去効果をもたらす成分は含まれていると考えられた。

参考文献

熊本大学(パイナップルなどを用いたタンパク質分解に関する教材研究)

https://kumadai.repo.nii.ac.jp/?action=repository_action_common_download&item_id=30996&item_no=1&attribute_id=21&file_no=1

謝辞

ご指導いただいた 沖縄県立向陽高校教員 宜保 久子先生
今まで研究を共にしてくれた仲間たち
研究にご協力いただきありがとうございました。

ゴーヤーの廃棄部分を有効活用するためには

Effective use of discarded bitter melon parts

神谷優季 平田悠太朗 我謝幸穂
久保百花 上原奈乃葉 上地栄達

Yuki KAMIYA Yutaro HIRATA Yukiho GAJA
Momoka KUBO Nanoha UEHARA Eitatsu UECHI

要旨

私たちは普段料理を作る際、人参の葉やゴーヤーのわたや種が捨てられていることに気づいた。そこで私たちはそれらに含まれている成分に着目し、日常生活の中で、有効活用できないか調べることにした。本研究では、人参の葉とゴーヤーのわた・種を生の状態と、灰化した状態のものでそれぞれ水に浸け置きし、体に良い効果があるカリウムが含まれているかを調べた。その結果、灰化したゴーヤーのわたにカリウムが最も多く含まれていることがわかった。また、ゴーヤーのわたと種にはカリウム、鉄、亜鉛などの成分も豊富に含まれていた。そこで、私たちはわたと種を粉状にし、食品に加工できるのではないかと考えた。そして、ドーナツの生地練りこみ、商品開発に取り組んだ。その際、地域の会社と協力して商品化した。

Abstract

When we cook, we usually throw away carrot leaves, bitter melon seeds and pith. So, we decided to focus on the ingredients contained in them and find out if they can be used effectively in daily life. In this study, we soaked carrot leaves, bitter melon seeds, and pith in both a raw and incinerated in water and investigated whether it contains potassium which has a good effect on the body. As a result, it was found that the highest amount of potassium is contained in the incinerated bitter melon. In addition, bitter melon seeds and pith were also rich in minerals such as potassium, iron, and zinc. So, we thought that we could pulverize the seeds and pith, then process them into food. We kneaded it into a dough for doughnuts and worked on producing original doughnuts. We then commercialized them in collaboration with a local business.

1. 始めに

私たちは、人参とゴーヤーは、沖縄県の特産品であり、日頃から各家庭で使われ、葉や種は廃棄されている。そのため、SDGs の観点から、捨てられている食べ物を有効活用したいと考えた。そのことから、廃棄されている部分を有効活用し商品を開発できないかと考え、人参の葉とゴーヤーのわたと種に注目して研究した。また、人参の葉の成分を調べた先行研究より 1 番多く含まれているのがカリウムだとわかり、カリウムの効果について調べた。カリウムは心臓機能や筋肉機能の調節、体内のナトリウムを外に出す効果があるため、カリウムに注目して実験を進めた。実験よりゴーヤーも同様に、カリウムが 1 番多く含まれていたのもので、ゴーヤーの廃棄される種やわたにもカリウムが含まれていると考え、実験の対象とした。

2. 仮説

人参やゴーヤーのわたや種にカリウムは存在し、火を通してても含有量は変わらないことを仮説として立てた。

3. 実験方法

- (1) 人参の葉とゴーヤーをわたと種に分ける。
- (2) 人参の葉はフードドライヤーを使って乾燥させる。
- (3) 細かく刻んで、蒸留水とエタノールに浸す。
- (4) 浸した溶液を冷蔵庫で 2 週間寝かす。
- (5) 抽出液をろ過する。
- (6) エバポレーターで水分を飛ばして濃縮する。
 - A. 灰化させる。(300 度を 2 回)

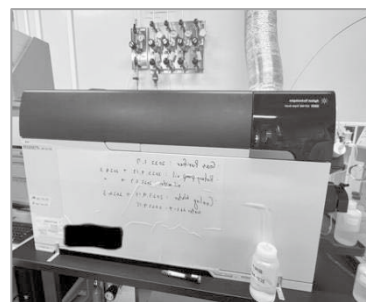


エバポレーター

総合地球環境学研究所（京都府在）

○抽出液の成分を調べる方法

- ・持参した試料をメスアップする。
- ・ろ過する。
- ・EC(イオンの量)を調べる。
- ・値が 100 を超えたものは 5 倍希する。
- ・試料に 70%の硝酸 1.05ml 加える。
- ・ICP-MS で調べる。



ICP-MS

4. 結果

図 1 よりカリウム量が一番多く含まれていたのは灰化したゴーヤーのわただった。また、灰化する前では人参の生の葉にいちばん多いことがわかった。人参の生の葉で溶媒による比較をした結果、図 2、図 3 より溶媒に水を使用することによって、成分が多く溶け出すことがわかった。乾燥させた人参の葉では花の有無による成分の違いを比較した結果、図 4、図 5 より人参の葉は花がある方が成分が多く含まれることがわかった。また、ゴーヤーのわたと種で比較した結果、図 6、図 7 よりゴーヤーのわたの方が成分が多く含まれることがわかった。以上の結果から仮説の人参の葉やゴーヤーのわたや種にカリウムは含まれていること、含まれていた場合火を通してカリウムの含有量は変わらないことがわかった。

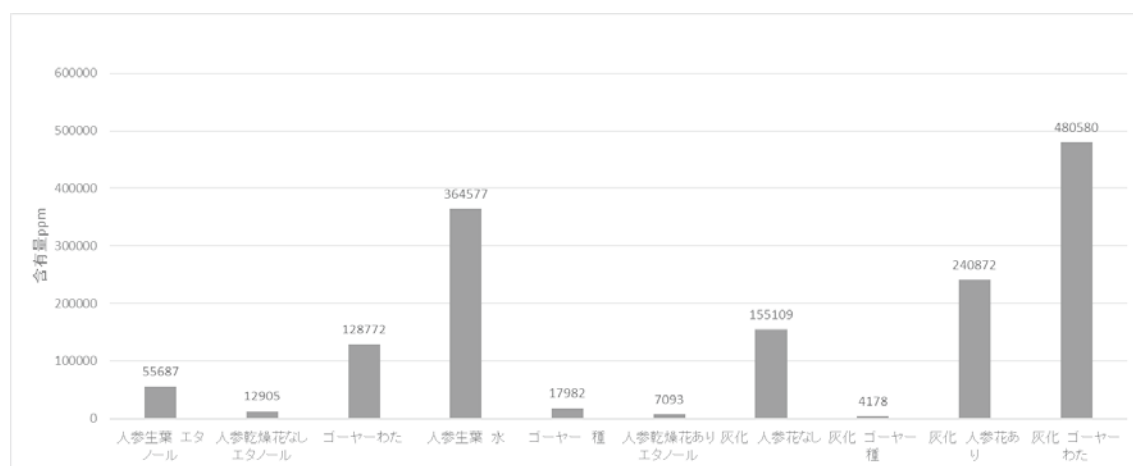


図 1 カリウム量

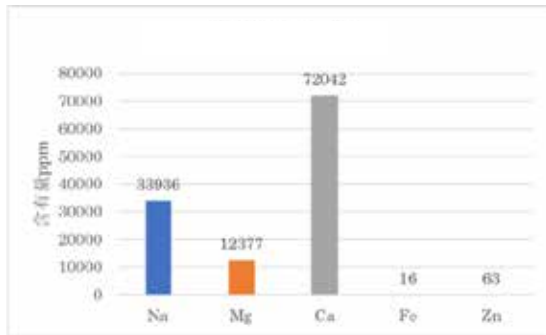


図2 人参生の葉 水

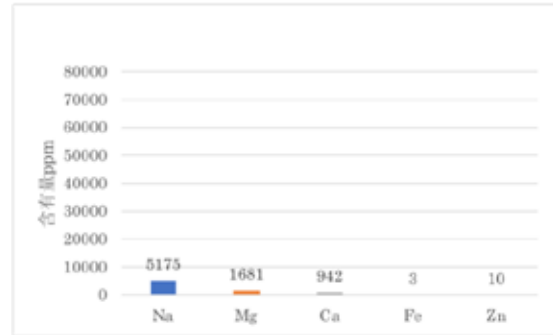


図3 人参生の葉 エタノール

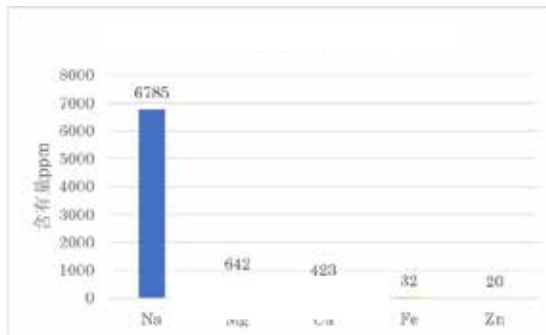


図4 人参乾燥花あり エタノール

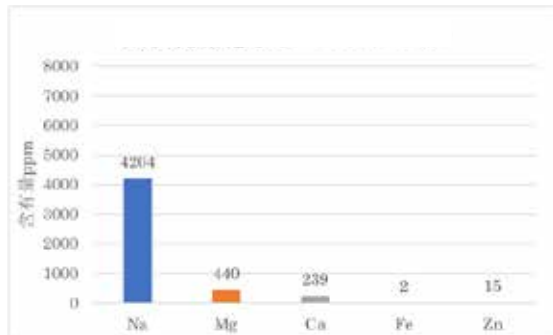


図5 人参乾燥花なし エタノール

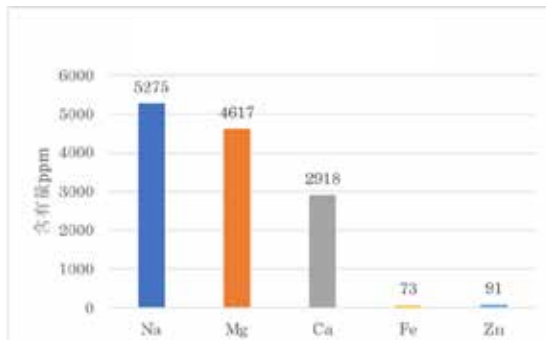


図6 ゴーヤー わた

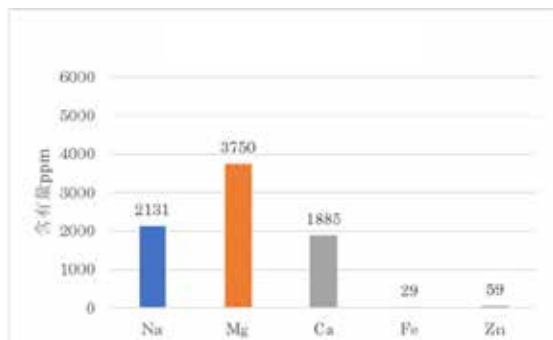


図7 ゴーヤー 種

5. 考察

これらの結果から、人参の葉、ゴーヤーのわたと種にはカリウムやマグネシウムなどの成分が含まれており、灰化する前の抽出液は人参の葉が最もミネラルを含んでいたことから、人の健康に目を向けた食品の開発が行えると考えた。灰化時と抽出時でゴーヤーのわたと人参に含まれているカリウムの量の大小が変化したことについて灰化時では、物質全量を計量できたのに対し、抽出時には抽出しきれなかった分のカリウム量を正確に計測できなかったことにより、生じた可能性があると考えた。

6. 商品開発に向けて

ゴーヤーには健康や美容に効果のある成分が多く含まれていることが分かったので食品に含ませることで摂取できると考えました。商品化するにあたって幅広い年齢層に購入してもらうためにゴーヤー特有の苦味もなくし美味しく食べることができるようにドーナツの生地練りこんで提供していただきました。

○ゴーヤーがドーナツになるまで

- ・農家さんやJAさんから不要なゴーヤーやわたや種をもらいに行く
- ・ゴーヤーを種とわた、実に分ける。
- ・種とわたはフードドライヤーで乾燥して粉末にし、実は美味しくたべる。
- ・「アカマルplus ドーナツ」さんでドーナツを作る工程で粉末を混ぜる
- ・「ごーなっつ」完成！！

ドーナツを作った後、2月11日に南の駅やえせで行われたイベント「まんちやーまんちやー」で「ごーなっつ」100個の試験販売を行った。販売にあたってゴーヤーに含まれる成分や効果や研究内容、経緯を書いたリーフレット、また「ごーなっつ」の感想やカリウムの効果を知っていたかのアンケートを行った。アンケートより、カリウムの有用性を知っていた人は図8より半数にも満たなかった。

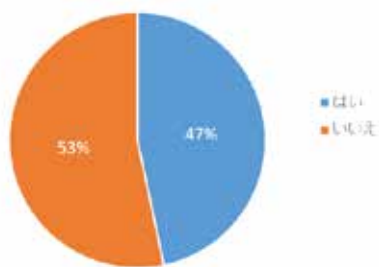


図8 アンケート結果



販売の様子

7. 今後の課題

研究の結果を用いて商品開発に取り組んだ結果、カリウムの有用性はまだまだ知られておらず、この研究をきっかけに1人でも多く、この有用性と有効活用手段として認知してもらうことが課題だと考えた。

8. 参考文献

カリウムの働き

<https://www.tyojyu.or.jp/net/kenkou-tyoju/eiyouso/mineral-k.html>

塩酸抽出

https://www.g-agri.rd.pref.gifu.lg.jp/taihi_manual/3-1.html

人参の栄養分

<https://calorie.slism.jp/106211/>

謝辞

本研究にあたり、多くの方にご指導ご協力を賜りました。いつも熱心なご指導をいただいた向陽高校の先生方、ドーナツ販売に協力して下さった、株式会社さし草屋、アカマルplus ドーナツ、河原農園、島袋農園、八重瀬町地域おこし協力隊、南城市・八重瀬町地域連携体、心より感謝申し上げます。

藍の発酵建ての条件による色の変化

Condition Dependent Color Changes in Indigo Dyeing

新里友唯 金城真虹 島元葵慧

Yui SHINZATO Mako KINJO Chise SHIMAMOTO

要旨

藍の発酵建ては天然染料を使っており環境に良いが、その染色方法は不明な点が多く、一般への普及は難しい。そこで藍染のプロセスを明らかにし、藍染の普及に貢献したいと考えた。本実験では、藍染液内の還元菌の活性化のために加える糖の種類を変化させ、染まり具合の違いを調べた。その結果、糖の還元性が高いほどよく染まり、還元性のない糖では全く染まらなかった。このことから、インジゴの還元は還元菌によるものとされていたが、実際に還元しているのは糖なのではないかと考えた。

Abstract

Fermented indigo dyeing uses natural dyes and is environmentally friendly, but there are many unknowns about the dyeing method, making it difficult to popularize it among the general public. Therefore, we aimed to clarify the indigo dyeing process and contribute to its popularization. In this experiment, we changed the type of sugar added to activate the reducing bacteria in the indigo dye solution and investigated the differences in the degree of dyeing. As a result, the more reducing the sugar, the better the dyeing, while sugar with no reducing properties did not contribute to dyeing at all. From this, we inferred that although it was previously believed that indigo reduction was caused by reducing bacteria, it may actually be the sugar that reduces it.

1, 始めに

藍染めは日本の伝統的な染色技法で、植物染料である藍を用いる。藍染めは

環境への負担が少ない染色方法だが、その発酵建ては伝統の職人技であり、一般への普及が難しいとされている。

藍の発酵建て(*)で必要なものは、泥藍、水、糖である。藍の染色成分であるインジゴは不溶性で、そのままでは布に染めることができない。そのため、インジゴを還元することで黄色のロイコインジゴにする。ロイコインジゴは水溶性のため布に付着することができ、布に付着させたあと、酸化させて不溶性のインジゴに戻すことで染色が完了する。その際、還元菌の活性化のために糖を加え、一日2回液を混ぜる。

(*)発酵建て…水に溶けない藍を発酵という過程で可溶化させ、染色出来る状態にすること

2, 先行研究

昨年度の研究として、藍染めの糖の量による染まりかたの違いを調べたところ、糖の量が多い方が濃く染まり、染色できる回数も多いことが分かった。他にどのような条件でよく染まるのか疑問に思い、実験を開始した。(実験に用いた藍染法は藍建てマニュアルに則したものとする。)

3, 仮説

予備実験より、以下の仮説を建てた

○還元性の高い糖ほど染まりやすいのではないかな

○激しく振ると染まりにくいのではないかな

4, 研究目的

藍染めにおいてどのような条件で良く染まるのかを調べる。

5, 実験 1

実験1では、糖と水の種類による染まり方の違いを調べた。そこで、酸化を防ぐため写真1のように藍染液を容器いっぱいに入れ、泡が立たないように、静かに混ぜた。糖は[グルコース]、[マルトース]、[スクロース]、[水あめ]を使



写真1

写真2 (激しく振ったもの)

用し、水は[カルキ抜きした水道水]、[雨水]、[蒸留水]を使用した。また、仮説より、写真2のように比較するために水あめで作った藍染液をそれぞれ用意した。

染まり具合の判定は、表 1 と適応させて判断し数値化した。

表 1

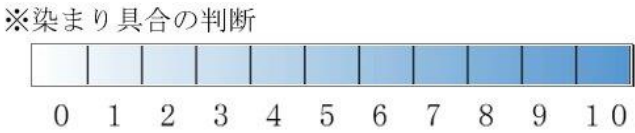
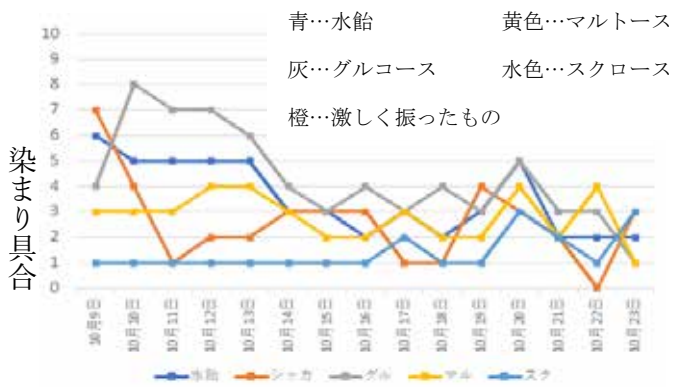


表 2 実験 1 の結果

	水あめ	ショカ	グルコース	マルトース	スクロース
蒸留水	 5	 1	 7	 3	 1
カルキ抜き	 9	 1	 10	 6	 1
雨水	 4	 1	 4	 4	 2

この結果から、水は[カルキ抜きした水道水]で、糖は[グルコース]のものと水は[カルキ抜きした水道水]で、糖は[水あめ]のものがよく染まっていることが分かる。[激しく振ったもの]と、[スクロース]は全く染まらなかった。また、[雨水]は他の水と比べ、染まりにくいという結果となった。

糖と水の種類による染まり具合のグラフがグラフ 1、2 である。横軸は日付で縦軸が染まり具合となっている。この図からも、糖は[水あめ]、[グルコース]、水は[カルキ抜きした水道水]がよく染まったことが分かる。



グラフ 1 (糖による染まり具合の変化)



グラフ 2 (水による染まり具合の変化)

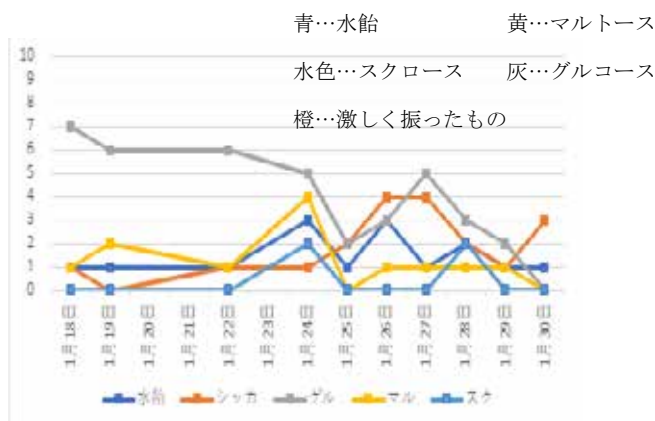
6, 考察 1

結果より、[激しく振ったもの]が染まらなかったのは、振ったことにより空気に触れ酸化したからだと考えられる。

藍染液内の還元菌がインジゴを還元しているなら、還元性のない糖でも染まると考えていたが、染まらなかったためロイコインジゴの還元には還元菌ではなく糖が大きく関係している可能性や、還元菌の好む糖が還元性のある糖だということが考えられる。

7, 実験 2

高い精度で結果を得るため、実験 1 を再度検証した。グラフ 3 は、糖の違いによる色の違いを調べたものである。水は[蒸留水]で統一している。



グラフ 3 (糖による違い)



グラフ 4 (水による違い)

縦軸が染まり具合、横軸が日付になっており、灰色が[グルコース]、黄色が[マルトース]、青が[水あめ]、橙が[激しく振ったもの]、水色が[スクロース]である。グラフ 1 と比較してみると、全体的にあまり染まっていなく、糖は[グルコース]がよく染まり、水による染まり具合の違いはあまり見られなかった。

グラフ 4 は、水の違いによる色の違いを調べたものである。糖は[グルコース]で統一している。青が[蒸留水]、黄色が[雨水]、橙が[カルキ抜きした水道水]となっている。

8, 比較

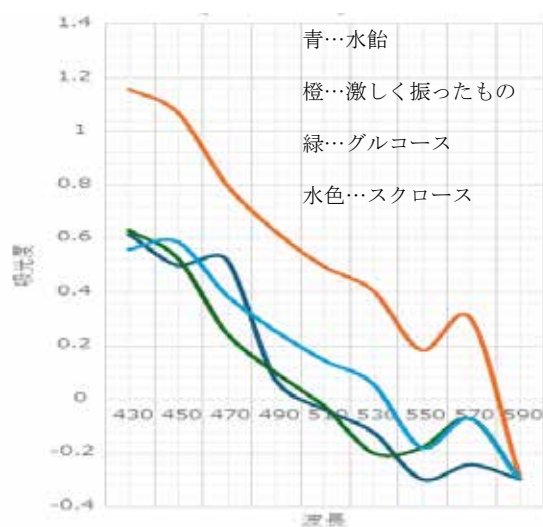
実験 1、2 とともに還元性の高い[グルコース]が最も染まっており、還元性のない[スクロース]はほとんど染まっていないため、染まり具合と糖の還元性には正の相関があると考えられる。

実験 1 では[カルキ抜きした水道水]が最も染まっていたが、実験 2 では全く違った結果となっているため、このデータでは水による違いを判断できなかった。

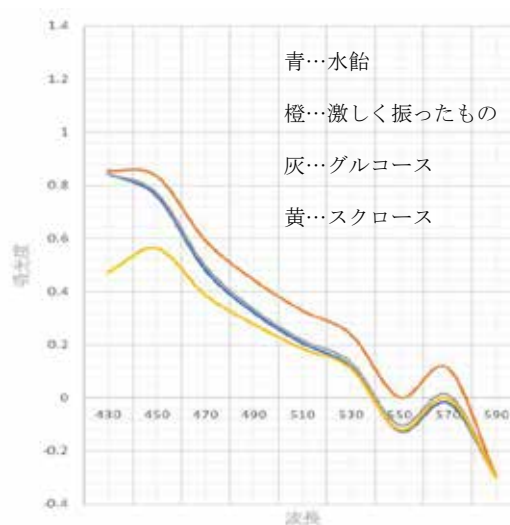
9, 実験 3

糖による染色液の色の違いを調べるため可視分光光度計を用いて[グルコース]、[水あめ]、[スクロース]、[激しく振ったもの]の上澄み液の吸光度を調べた。これらのグラフは波長を 430nm~590nm に設定している。

グラフ 5、6 を見ると、全体的に 570nm 付近で値が大きくなっている。



グラフ 5 (毎日混ぜる)



グラフ 6 (混ぜるのをやめた)

次に、混ぜることをやめてしばらく経った後、それぞれの吸光度を測定した。

その結果、[激しく振ったもの]は混ぜるのをやめると吸光度が下がり、[スクロース]、[グルコース]、[水あめ]は混ぜるのをやめると吸光度が上がった。

10, 考察 2

グラフ 5、6 から、よく染まったものはインジゴがロイコインジゴによく還元されているため、インジゴ(青)が減りロイコインジゴ(黄色)が増えていると考えられる。一方で、あまり染まらなかった[激しく振ったもの]の 570nm での値が最も高くなっているのは、激しく混ぜることでよく酸化されてインジゴが増えているためだと考えられる。

[激しく振ったもの]は混ぜるのをやめると吸光度が下がったのは、酸化されていたインジゴが還元菌によって還元されロイコインジゴになったということが考えられる。

[スクロース]、[グルコース]、[水あめ]は混ぜるのをやめると吸光度が上がったのは、好気性の還元菌が混ぜなかったために還元しなくなりインジゴが増えたと考えられる。これらのことから、混ぜる回数や強さが染まり具合に大きく関係していることがわかった。

11, 結論

以上の実験より、以下の結果を得ることができた。

1. 還元性の高い糖ほど染まり具合が良い
2. 糖は還元菌の活性化だけでなく、糖自体が還元を行っている
3. 酸化を防ぐことで、より良く染色することができる

12, 参考文献

・ 藍建てマニュアル [aa927fd2f3517c1494d39e83eaff9876.pdf](#) (okinawa-tlo.com)

モンパノキに含まれる成分

The Anti-Fogging Effect of the Octopus Bush

玉那覇ゆりあ 仲村優花

Yuria TAMANAHA Yuka NAKAMURA

要旨

沖縄の海岸沿いに分布するモンパノキは昔から水中メガネの曇り止めとして使われていた。そこで、私たちはモンパノキの葉には曇り止め成分が含まれるのか、葉の使用の仕方と曇り止め効果にはどのような関係があるのか調べた。本研究はモンパノキの葉に界面活性効果が見られるか、葉の利用の仕方が曇り止め効果に影響するのかを明らかにする。(1) 界面活性効果と比較、(2) 使用方法を変えて曇り具合を比較する、この二つの実験を行う。その結果、(1) は界面活性効果が見られた、(2) は葉の断面を直接スライドガラスに擦り付ける方法が最も曇り止め効果があることが分かった。しかし現段階の実験ではモンパノキに含まれる曇り止め成分が界面活性剤の成分と同じであるとは言い切ることができないので、今後、曇り止めの働きをする成分は何かを明らかにすることが課題である。

Abstract

The Octopus Bush is distributed along the coast of Okinawa and has long been used as an anti-fogging agent for glasses used underwater. We therefore investigated whether Octopus Bush leaves contain anti-fogging agents and what relationship there is between the way the leaves are used and their anti-fogging effect. This study will determine whether the surfactant effect is found in Octopus Bush leaves and whether the way the leaves are used affects the anti-fogging effect. Two experiments will be conducted: (1) a comparison with the surfactant effect and (2) a comparison of the degree of fogging with different methods of use. From these two experiments, the results of (1) showed that there was a surfactant effect, and the results of (2) showed that the method of directly rubbing the cross section of the leaves against the glass slide was the most effective. In other words, Octopus Bush leaves have an anti-fogging effect. However, at this stage of the experiment, it cannot be concluded that the

anti-fogging component contained in Octopus Bushes are the same as the surfactant component. Our future research will focus on elucidating the components that function as anti-fogging agents.

1 はじめに

モンパノキとは、暖かい地域の海岸に広布する多肉植物で、昔から水中メガネの曇り止めや薬草として利用されていた。

そこで、「モンパノキに含まれる成分」を研究テーマに、モンパノキにはどんな曇り止め成分が含まれているのか、どのように利用するのが効果的なのか、研究したことを報告する。

2 研究仮説

私たちはモンパノキの葉に含まれる曇り止め効果は界面活性効果が原因であり、モンパノキの葉の断面を直接擦り付ける方法が曇り止め効果最大であると仮説を立てた。

3 実験

モンパノキの葉を蒸留水で抽出した液を蒸留水抽出液、エタノールで抽出した液をエタノール抽出液と呼ぶことにする。

(1) 界面活性効果の有無

界面活性効果を含むものの特徴として、擦ると泡が立つ・滑りをよくする・乳化することがあげられる。この性質を利用して、次の方法で界面活性効果の有無を調べる実験を行った。

- ① 葉の断面と断面を擦り付ける・②すり潰す・③油と蒸留水抽出液を混ぜる

(2) どのように利用するのが曇り止め効果最大か

曇りの度合いを数値化するために、照度を用いて実験を行った。照度は、ポケットラボという機械で調べた。照度を用いて比較する際の基準として、(ア) ライトの光を遮るものがないとき(イ) 何も塗っていないスライドガラスを曇らせたときの照度を比較する。すると、(ア) ライトの光を遮るものがなかった時は照度が高く、(イ) 曇らせたスライドガラスが光を遮ったときは照度が低いという結果になった。このことから、曇っているスライドガラスをかざすと照度が下がると考えた。

実験方法は、①葉をちぎった断面を直接スライドガラスに擦り付ける

②蒸留水抽出液をスライドガラスに塗る

③エタノール抽出液をスライドガラスに塗る

スライドガラスを湯気にかざし、曇らせる。また、抽出液の溶媒に曇り止め効果が含まれている可能性があると考えられるので、以下の方法でも追加の実験を行った。

④蒸留水をスライドガラスに塗る

⑤エタノールをスライドガラスに塗る

これらの曇らせたスライドガラスにライトの光をあて、スライドガラスを通過する光の照度で比較する。

4 結果・考察

(1) 界面活性効果の有無

泡は立たない・滑り効果なし・油と蒸留水抽出液を混ぜると少量の乳化が見られた。ことから、検証した2つの性質とは異なったが、乳化が見られたので界面活性効果がないと言い切ることはできないと考えた。

(2) 5つの方法と照度

表①それぞれの平均照度

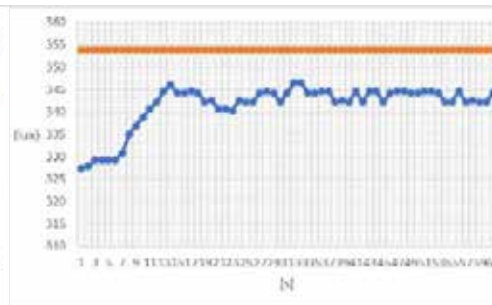
方法	平均 (lux)
①直接	333.53
②蒸留水抽出	328.68
③エタノール抽出	330.11
④蒸留水	331.06
⑤エタノール	322.07

それぞれの方法の平均照度は下の表①である。最も平均照度が高かったものは①直接で平均 333.53 (lux)、次いで④蒸留水だが湯気にかざすと水滴が多くできたことから、光が水滴に集中して照度が高くなったと考えられるので④蒸留水は曇り止め効果はないと判断した。続いて②蒸留水抽出で 328.68 (lux)、③エタノール抽出 330.11 (lux)、⑤エタノール 322.07 (lux) という結果になった。このことから①直接葉を擦り付ける方法が曇り止め効果が最大であると考えられる。さらに曇り止め効果があるか、という点に加えて、曇りが取れるまでの時間の変化について比較を行った。ここで、傾きの求め方は、曇っている時の照度が一定で低い値をとる時間 (s) から曇りが取れ一定の値をとる時間 (s) までの値の範囲を利用して求めた。比較結果は①直接は 7 秒・傾き 1.859、⑤エタノールは 11 秒・傾き 2.789、③エタノール抽出液は 15 秒・傾き 1.821、②蒸留水抽出液は 15 秒・傾き 1.484、④蒸留水は 58 秒・

傾き 0.5466 となり、1 秒あたりの傾きは①直接 0.2655、⑤エタノール 0.2535、③エタノール抽出液 0.1214、②蒸留水抽出液 0.09893、④蒸留水 0.009424 となった。このことから、直接葉を擦り付ける方法が曇り止め効果最大で曇りが取れる速さも最も速いと考えた。



グラフ①何も塗らない



グラフ②直接

5 今後の課題

曇り止めの働きをする成分は何かを明らかにすること、高濃度で抽出する方法を見つけることが課題である。そこで今後の方針は、この2つを市販の曇り止めと比較しながら研究を進める。さらに、モンパノキの葉の採取場所を変えて比較実験をする、水中で使う曇り止めと空間で使う曇り止めは用途の違いが生じることから、そこにも注目して実験をしていく。

6 参考文献

[界面活性剤の働き（作用・機能）（jp-surfactant.jp）](http://jp-surfactant.jp)

[モンパノキはすごい - 沖縄 B 級ポータル - DEEokinawa（でいーおきなわ）（deekinawa.com）](http://deekinawa.com)

モコモコモコレット～泡の研究～

The Effect of Foam on Hand Washing

内間涼菜 仲座帆乃花 黒田侑亜 本間雛

Suzuna UCHIMA Honoka NAKAZA Yua KURODA Hina HONMA

要旨

私たちは、コロナ禍で手を洗う回数や頻度が増えたことで泡の大きさに違いがあることに気づいた。そこで私達は泡の濃密さに着目して、密度や泡の持ち時間、除菌力にどのような違いがあるのかを調べることにした。そこで、本研究では、泡の濃密さを変化させ密度や泡の持ち時間、除菌力の3つについて調べた。その結果、密度については濃密な泡の方がより大きくなり、泡の持ち時間については35℃の時の方が一番長くなり、除菌力については濃密な泡の方がより高くなった。よって濃密な泡だと密度は大きく除菌力は高く、そして泡の持ち時間は35℃が一番長く持つとわかった。

Abstract

In recent years, the number and frequency of hand washing has increased due to the COVID-19 pandemic. When we wash our hands, we noticed differences in foam size and decided to focus on the density of the foam. We decided to find out what causes differences in density, foam duration, and disinfection power. Therefore, in this study, we changed the density of foam and investigated these factors: density, foam duration, and disinfection power. Our results showed that denser foam had the longest foam retention time at 35° C and had stronger disinfecting power. Therefore, we concluded that denser foam is more effective at disinfecting power, and lasts the longest at 35° C.

1 はじめに

私たちは、コロナ禍で手を洗う回数や頻度が増えたことで泡の大きさの違いに

気付いた。また、化学の教科書に界面活性剤や表面張力について書いてあるのを見つけ、泡に興味を持った。そこで、私たちは、異なる泡の濃密さによってどのような違いがあるのかを様々な視点から研究を行った。

2 濃密の定義

ひとつひとつの泡の大きさが小さく密度が濃くて細やかなこととした。

3 先行研究

(1) 実験方法

1. 液体石鹼 10g をボトルに入れる
2. 濃度に合わせて水を入れる
3. 10 秒間振る
4. 5 回プッシュし、ビーカーの中に泡を入れる
5. 泡の高さを定規で計る

(2) 考察

実験結果から石鹼の濃度が 55.5% の時、泡の高さが 1 番高く、最も泡だったと言える。また、石鹼の濃度が 100% の時には、泡の高さが最も低かったことから、石鹼の泡立ちには水が必要不可欠ということがわかった。一方で、石鹼の濃度が 50% より低くなると徐々に泡立ちも、悪くなっていくことが判明した。



グラフ①: 石鹼の濃度と泡の大きさの関係

(3) 結果

濃度 50% に近い時、泡が最も泡立ちやすい。

自由研究「石鹼の泡立ちと濃度の関係」より引用

4 実験 I

(1) 仮説

泡立てる回数が多く、水や周りの温度が体温くらいの 35 度が濃密であるのではないか。

(2) 実験方法

1. ホイップルンに液体石鹼 8 ml と精製水 8 ml を入れて、泡立てる



回数を変えて濃密さを比較する。

回数→20回、40回、60回、80回、100回、200回

2. ホイップルンに液体石鹼8mlと精製水8mlを入れて、液体石鹼や精製水、周りの温度を変えて、泡の濃密さを比較する。

温度→5℃、15℃、25℃、35℃、45℃、60℃、80℃

3. ミクロメーターを使用し顕微鏡で、1と2で出来た泡を、観察しスマホで撮影する。
4. 映像を元にランダムで50個の泡のサイズを計り、平均を求める。
5. 3と4の工程をそれぞれ3回ずつ行い、3回の結果から泡の大きさの平均を求める。
6. 5で求めた数値から考察して、濃密な泡を作るための条件を探す。

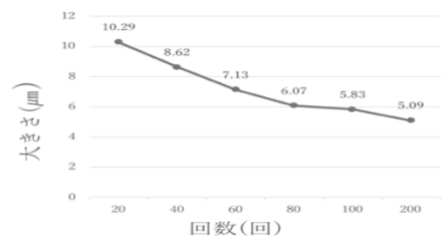
(3)結果

〈回数〉

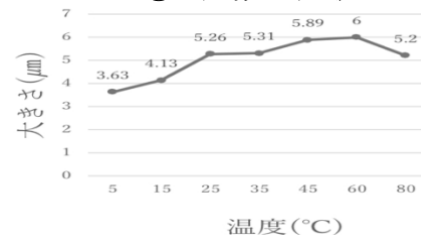
- ・20回の方がもっとも泡の大きさが大きく、200回の方がもっとも泡の大きさが小さい。
- ・回数を多くするにつれて泡の大きさはどんどん小さくなる。

〈温度〉

- ・5℃の方がもっとも泡の大きさが小さく、25℃を超えると泡の大きさはあまり変化がない。
- ・5℃で作った泡はすぐに消えた。



グラフ①：回数の実験



グラフ②：温度の実験

(4)考察

- ・泡立てる回数を増やすとより濃密な泡に(泡の大きさが小さく)なる
- ・温度を低くするとより泡が濃密に(泡の大きさが小さく)なる
- ・濃密な泡の条件は以下の通り

表：濃密な泡の条件

条件	回数(回)	温度(℃)
1	200	5
2	80	15
3	60	35
4	40	45
5	20	60

5 実験Ⅱ

(1) 仮説

濃密な泡の方が密度が大きく持ち時間が長く除菌力がある。

(2) 実験方法

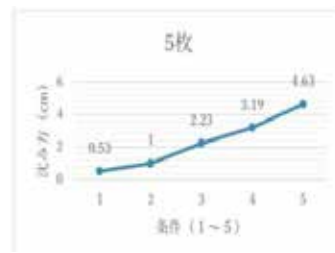
実験Ⅰの考察にある条件1、2、3、4、5の泡を作り、密度、持ち時間、除菌力を比較する。どの実験も3回ずつ行い、平均を出す。

- ・密度→1円玉3枚と5枚をテープでまとめたものを作り、泡の上に乗せ、30秒後の沈み方を観察する。
- ・持ち時間→作った泡を30分間で5分ごとに重さを計り、重さの減り具合を比べる。
- ・除菌力→消しゴムを人が触るようなドアなどにつけ、それを寒天培地の上に押し付け菌の増え方を比較する。

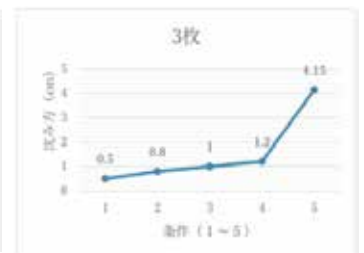
(3) 結果

〈密度〉

- ・1円玉5枚を沈めた時、条件1が最も沈まず、条件5がもっとも沈んだ。
- ・1円玉3枚を沈めた時も条件1が最も沈まず、条件5がもっとも沈んだ。



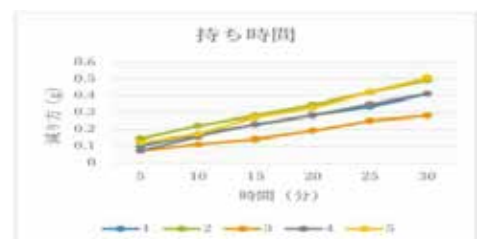
グラフ①：5枚の時の沈み方



グラフ②：3枚の時の沈み方

〈持ち時間〉

- ・5分ごとに一定の減り方をしている。
- ・条件3が泡の重さの減り方が1番小さい。



グラフ③：持ち時間

〈除菌力〉

- ・条件3の60回35℃の 때가、1番菌が少なかった。

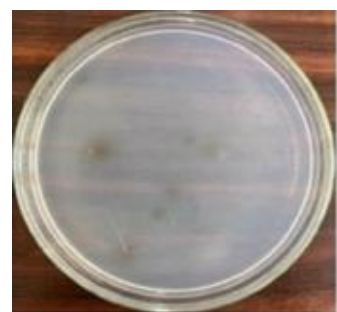
ノーマル



条件4



条件3



(4) 考察

- ・濃密な泡の方がより密度が大きい。
- ・条件 3 が泡の重さの減り方が小さかった。

→35℃だと安定した泡が作れる

- ・泡の重さの減り方で条件 5 は回数が、条件 1, 2 では温度が関係している。

→回数が少なく温度が 35℃から

- ・濃密な泡の方がより除菌力がある。

5 今後の課題

・除菌力ではあまり時間が取れなかったため、もっと正確な数値を出せるように回数を重ねて実験したい。また、持ち時間では回数と温度で何の関係しているのかを明確にしたい。

6 参考文献

Group 4 (icu.ac.jp)

日本石鹼洗剤工業会 役立つ情報 こどものページ (jsda.org)

【自由研究・生物】寒天培地で微生物を育てよう（中学生向け） | リセマム (resemom.jp)

寮の残飯からメタンガスを作る

Making Methane Gas from Dormitory Leftovers Waste

大城佑顕 寺田恭介 高安陽菜樹 村田天 知念光輝 吉田光志

Yuken OSHIRO Kyosuke TERADA Hinaki TAKAYASU
Ten MURATA Koki CHINEN Kou YOSHIDA

要旨

寮の残飯を発酵させてメタンガスを作ろうと考え、様々な方法でメタンガス発酵を行った。メタンガスの発生の有無は、専用の検知器や火を近づけることで調べた。メタンガスの発生は確認できたが、条件の違いによる変化を調べることができなかった。今後は発生させたメタンガスの活用方法を模索していきたい。

Abstract

We tried to produce methane gas from dormitory leftovers through fermentation. We generated methane gas in many ways. We checked the generation of methane gas by using a methane detector and bringing a flame closer. We confirmed the generation of methane gas, but we could not investigate changes under different conditions. In the future, we will explore how to use methane gas.

1 はじめに

私たちは、図南寮から残飯が出ていることを知り、それを改善できないかと考えた。近年、持続可能な社会を目指す活動が盛んに行われており、そのような観点から、残飯を何かに有効活用することはできないかと考え、この研究を始めるに至った。

2 研究目的

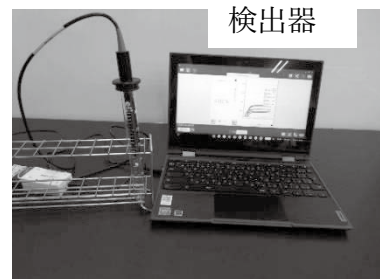
- ・図南寮の残飯を発酵させて、メタンガスを発生させる。
- ・図南寮の残飯を有効活用することで持続可能な社会を目指す

3 仮説

仮説として、メタン発酵はメタン生成菌という微生物の活動によるものなので、温度や発酵容器に入れる土と残飯の種類によって発行の仕方、発生するメタンガスの量が変わってくると仮説を立てた。

4 予備実験

1. 予備実験としてデータの測定に使う検出器がメタンガスに反応するか確認をした。
 - ・酢酸ナトリウム、水酸化ナトリウムの粉末を混ぜ合わせる。
 - ・混ぜ合わせた試薬を加熱しメタンを発生させ試験管に水上置換で集める。
 - ・集めた気体をエタノール検出器で測定する。



5 実験

1. 初めの実験では、ビニール袋を容器にして発酵を行った。

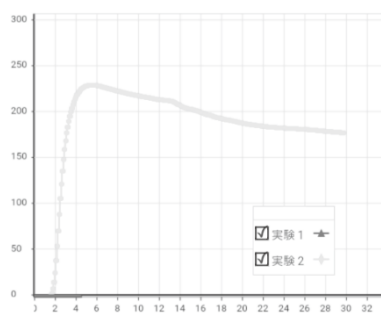


図 1



実験容器のイメージ



実験の様子

3. 二回目の実験ではペットボトルを容器にして発酵を行った



実験容器

6 結果・考察

始めの実験は、メタンガスの発生を確認することはできなかった。
二度目の実験では、火を近づけると燃焼を確認できたので、メタンガスの発生を確認することができた。

考察として、二度目の実験で使用した川の泥がメタン発酵をするうえでよい環境を作ったと考えられる。

7 今後の課題

酸素のない環境で発酵させることでメタンガスの発生を確認することができた。

川の泥を使うことで酸素の少ない嫌気性の環境にすることができ、メタンガスの発生を促進させる事が出来る。他にどのような要因がメタンガスの発生に関係しているか考察していきたい。メタンガスが発生しなかった原因を調べていきたい。また、収集したメタンガスをどのように活用していくかを模索していきたい。

8 参考文献

<https://www.pref.mie.lg.jp/common/content/000812772.pdf>

<https://www.naro.affrc.go.jp/archive/niaes/magazine/114/mgzn11412.html>

グッピーに与えるシロアリの栄養効果

Nutritional effects of termites on guppies

武田小夏 兼行真恵 仲村渠愛花 知花思遠 薊真希

Konatsu TAKEDA, Mae KANEYUKI, Manaka NAKANDAKRI, Shion CHIBANA, Maki AZAMI

要旨

私たちは、シロアリが栄養価の高い昆虫食として食べられていることを知った。そのため、他の生物の成長にどのような影響を与えているか調べたいと考えた。そこで本研究では、グッピーの餌に含むシロアリの量を変化させ、成長の違いを測定した。また、水槽の溶存酸素量の値を測定し水の汚れ具合を比較した。その結果、どの餌を与えてもグッピーの成長率に違いは見られず、溶存酸素量はシロアリを50%含む餌を与えたグループが1番高かった。よって、シロアリは市販の餌に代用可能であり、水槽の水の汚れを抑制する可能性があることが分かった。

はじめに

シロアリは私達の生活の中でよく見かける昆虫の一つであり、木材の主成分である「セルロース」を栄養源とする数少ない生物であり、「森の分解者」と呼ばれている。調べていくうちに、シロアリはアフリカで「クンビクンビ」と呼ばれ栄養価の高い昆虫食として食べられているとわかった。しかし、昆虫食を食べるのには抵抗があり、またアレルギーを起こす可能性がある。そこで、シロアリを実際に食べるのではなく他の生物の成長にどのような影響を与えているか調べたいと考えた。

先行研究

三浦教授らはイエバエのサナギを魚粉に10%、25%の割合で混ぜて効果を検証した。その結果、イエバエのサナギを10%の割合で混ぜた魚粉で3つの効能が明らかになった。1つ目はイエバエのサナギを混ぜた飼料を魚が好んで食べること、2つ目は体色が鮮やかになることと、3つ目は免疫が活性化して病気に強くなることである。(参考文献①参照)

表1：100gあたりの主要な栄養価

	シロアリ	牛肉(肩ロース)
タンパク質[g]	33.51~39.74	17.8
脂質[g]	44.82~47.31	20.8
鉄[mg]	53.33~115.97	1.6
亜鉛[mg]	7.10~12.86	2.8

参考文献②参照

目的

- ・ シロアリを含む餌を与えたグッピーと市販の餌だけを与えたグッピーの成長の差を調べる。
- ・ シロアリの含有量によってグッピーの成長の差があるかを調べる。

【実験Ⅰ】

仮説

先行研究より、シロア리를混ぜる割合の低い餌の方がよく成長すると考えられるので、シロア리를 25%混ぜた餌のほうがよく成長すると考えた。

実験方法

- ① スギオシロア리를朽木を割って採取し、食器乾燥機で乾燥させその後乳鉢で潰す。
- ② 潰したシロア리를 25%、50%で市販のエサ(グッピー・テトラの主食 ジェックス株式会社)に混ぜる。
- ③ 電子天秤でそれぞれのエサを 0.01g ずつ測りとり。
- ④ 1.5cm 以上 2.5cm 未満のグッピーを 5 匹ずつ次のグループに分ける。
 - A. 市販の餌のみを与えるグループ
以下、これをシロア리를 0%混ぜた餌を与えるグループと呼ぶ。
 - B. シロア리를 25%混ぜた餌を与えるグループ
 - C. シロア리를 50%混ぜたエサを与えるグループ
グループ C には、シロアリと市販の餌をあらかじめ混ぜて潰したものを与えた。
- ④ 1 ヶ月以上体長を継続観察する。

〈測定方法〉

1. グッピー

1mm 方眼用紙を敷いた上にシャーレを置き、真上から写真を撮り体長を測る。

結果

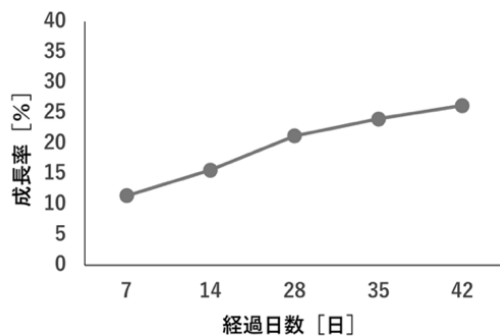


図1 A(シロアリ含有量0%)におけるグッピーの成長率

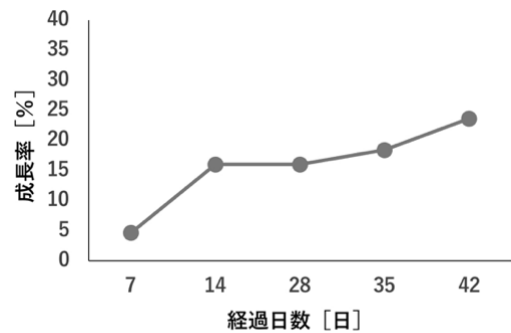


図2 B(シロアリ含有量25%)におけるグッピーの成長率

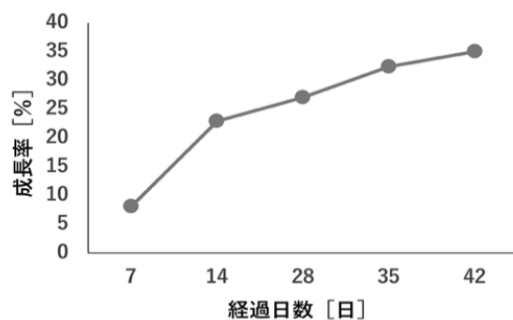


図3 C(シロアリ含有量50%)におけるグッピーの成長率

グループC(50%)の成長率が1番高かった。

考察

全てのグッピーが問題なく成長した為、餌はシロアリに代用可能であり、シロアリがグッピーに悪影響を及ぼすことはないと考えられる。また、グループC(50%)の成長率が1番高かった結果より、シロア리를多く与えた方がよく成長するのではないかと考えられる。目視ではあるが、グループA(0%)の水槽の汚れが特に目立っていた為、シロアリを含む餌を与えると水槽の汚れを抑えることができるのではないかと考えられる。

改善点

グループC(50%)の成長率が1番高かったが、雄雌の割合をそろえずに実験した為それが影響した可能性が考えられるので、次回からは雄雌を確実にそろえて実験したい。実験期間中に水槽の隙間からグッピーが逃げ死んでしまったため、隙間をふさぎグッピーが逃げないようにした。グッピーの体調を測る際に時間がかかってしまったので、ミルソーという透明観察槽をもとに自作したもので体調測定時の時間短縮を試みたいと思う。

【実験Ⅱ】

仮説

実験Ⅰより、0%、25%、50%のうち成長率が一番高かったのはシロアリを多く含む50%だったため、シロアリを多く含むほどよく成長すると考えられる。

実験方法

- ① スギオシロアリを朽木を割って採取し、食器乾燥機で乾燥させその後乳鉢で潰す。
- ② 潰したシロアリを50%、100%で市販のエサ(グッピー・テトラの主食 ジェックス株式会社)に混ぜる。
- ③ 電子天秤でそれぞれのエサを0.005gずつ測りとり。
実験2では実験1より小さい稚魚を使用したため餌の量を減らした。
- ④ 1cm程度のグッピーを8匹ずつ次のグループに分けて、個別に飼育する。
 - A. 市販の餌のみを与えるグループ
以下、これをシロアリを0%混ぜた餌を与えるグループと呼ぶ。
 - C. シロアリを50%混ぜた餌を与えるグループ
 - D. シロアリを100%混ぜたエサを与えるグループ
- ⑤ 1ヶ月以上体長を継続観察する。

〈測定方法〉

1. グッピー

実験Ⅰと同様。

2. 水槽の溶存酸素量

私達は実験Ⅱを進めていく中でそれぞれの水槽の汚れ具合に差があることに気づいた。そこで、水質の違いを測定する目的で実験の途中から水槽の溶存酸素量を測定することにした。

- ① 条件を揃えるために各水槽のポンプを取り出し、10秒後に溶存酸素計を水槽の中に入れる。
- ② 1分置いた後、値を測定する。

結果

グループ A(0%) が図 4 より 1 番成長率が高い。グループ D(100%) とグループ A(0%) を比べると、成長率にそれほど差がなかった。また、グループ C(50%) の成長率が 1 番低かった。溶存酸素量の値はグループ C(50%) が 1 番高かった。

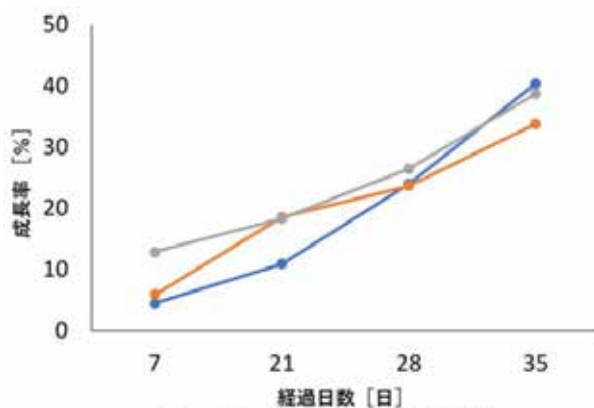


図4 各グループにおけるグッピーの成長率

—●— A(シロアリ含有量0%)
—●— C(シロアリ含有量50%)
—●— D(シロアリ含有量100%)

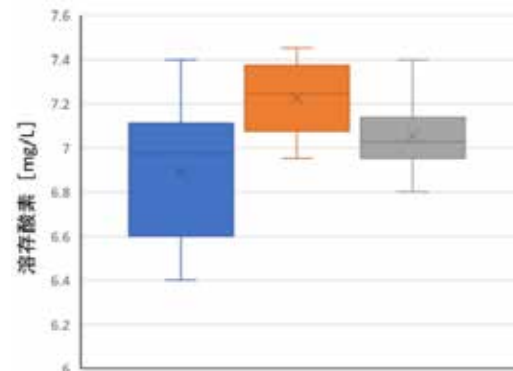


図5 各グループにおける溶存酸素量の値

■ A(シロアリ含有量0%)
■ C(シロアリ含有量50%)
■ D(シロアリ含有量100%)

考察

シロアリのみを与えても市販の餌と同様に成長することから、シロアリには市販の餌と同様な栄養効果があると考えられる。

実験 I では、グループ A(0%)、グループ B(25%)、グループ C(50%) のうち グループ C(50%) が 1 番成長したが、今回はグループ A(0%) よりもグループ C(50%) が低い成長率となった。しかし、仮説検定を行ったところ A、C、D の各グループの成長率の値に有意差がみられなかった。また、実験 I のグッピーの成長率についても仮説検定を行った結果、A、B、C の各グループの成長率に有意差がなかった事が判明した。よって、実験 I、実験 II においては各グループの成長率に違いはないといえる。このことから市販の餌と同様の栄養効果があると考えられる。溶存酸素量の値も仮説検定を行ったところ、グループ A(0%) とグループ C(50%) には有意差があった。このことから、シロアリを 50% 含んだ餌を与えた水槽の水がシロアリを含まない水槽の水よりも綺麗だといえる。しかし、今回は測定期間が短く 2 回のみの測定になってしまった為、測定回数を重ねてデータを蓄積していくとグループ A(0%) とグループ D(100%) にも有意差が見られるのではないかと考えられる。

これらのことから、グッピーの餌にシロアリを使用することで、水槽の汚れが軽減され、さらにコストを抑えた飼育ができる可能性があると考えた。これは、養殖業における水槽の汚染問題や魚の肥料のコスト高という課題を解決へ導くことが期待できるだろう。

改善点

今回の実験では、稚魚に対して 0.005 g の餌を与えたが食べ残しが見られた為、餌の量が多かったと考えられる。

今後は稚魚に対して予備実験を行い、餌の量を調整したいと思う。

また水槽に光が差し込み藻類が繁殖して光合成したので、今後は光が遮られる場所条件を揃えて実験したい。

展望

A グループの水槽が 1 番汚れていたが、それは目視だったので COD とアンモニウムイオンを測り実際にどの程度汚れに違いがあるのかを数値化して比べたい。また、水槽に日光が当たると苔が生えやすくなり、汚れに影響する可能性があるため日が当たらないように工夫したいと思う。

参考文献

① 国立研究開発法人科学技術振興機構

「魚粉に変わる養殖用飼料の原料を求めて」

Dietary effects of housefly (*Musca domestica*) (Diptera:Muscidae) pupae on the growth performance and the resistance against bacterial pathogen in red sea bream (*Pagrus major*) (Perciformes: Sparidae)

② John N. Kinyuru et al., Nutrient composition of four species of winged termites consumed in western Kenya, *Journal of Food Composition and Analysis*, 30, 2013, 120-124

謝辞

本研究の遂行にあたり、多くの方々にご協力を賜りました。井口修先生、後野響生先生をはじめとする向陽高等学校理科担当の先生方には終始熱心なご指導を頂きました。また、琉球大学、その他の先生方には中間検討会と及び最終発表会において、貴重な助言をいただきました。併せて厚く御礼申し上げます。

オキナワハクセンシオマネキと干潟の底生生物の関係

relationship between Okinawa Fiddler Crab and Benthic organisms in tidal flats

永松晃汰 平良光裕 澤岨光咲 近江柊雅 知念朗楽

Kota NAGAMATSU Kosuke TAIRA Kosaku TAKUSHI

Shuga OHMI Hogara CHINEN

要旨

私達は雄飛川で見られるオキナワハクセンシオマネキが絶滅危惧二類に分類されていることを知った。そこで私達はオキナワハクセンシオマネキが環境にどのような影響を与えているか調べ、本研究では雄飛川の河口でコードラート (50×50 cm²) を用いてその範囲内のオキナワハクセンシオマネキの数と底生生物の種類、底質の粒度を調べた。その結果、適度なオキナワハクセンシオマネキの個体数がある調査地では生物多様性に富んでいることが分かった。逆にオキナワハクセンシオマネキの個体数が多すぎたり少なすぎる調査地では生物多様性に富んでいないことがわかった。

Abstract

We learned that fiddler crab: *Austruca perplexa* in Okinawa found in the Yuhi River were classified as an endangered species. Therefore, we investigated how Okinawa fiddler crabs affect the environment. In this study, we used a quadrat (50 x 50 cm²) at the mouth of the Yuhi River to determine the number and the types of benthic organisms of the *Austruca perplexa* within the area. Bottom sediment particle size was also investigated. The results showed that the *Austruca perplexa* can be said to be rich bigdiverse in areas where the abundance of other types of

benthic organisms is not biased. It was found that if the number of *Austruca perplexa* is uneven, it cannot be said that the area's biodiversity is rich.

1. はじめに

オキナワハクセンシオマネキが絶滅危惧二類に分類されていることを知り、絶滅から守りたいと思った。そこで、オキナワハクセンシオマネキが干潟にどのような影響を与えているのかをオキナワハクセンシオマネキの巣の形状や干潟の底生生物に着目し、オキナワハクセンシオマネキが生息する環境を調査し、考察していこうと考えた。

仮説

オキナワハクセンシオマネキが巣穴を掘ることによってその空間が底質に酸素を供給し、干潟に影響を与えていると考えた。したがって、オキナワハクセンシオマネキの巣穴が多いほど底生生物の数や種類が多くなり、干潟の環境も良くなるという仮説を立てた。

2. 先行研究

嶋永元裕氏のスナガニ類の巣穴が小型底生生物の微小空間分布に与える影響についての研究を参考にした。事前研究によりスナガニの甲幅、甲長、鋏脚の長さをノギスで測定し、樹脂を用いて巣穴の型を取ったり体積や深さを調べることでスナガニの甲幅と巣穴の体積には正の相関がある事を発見した。

3. 予備調査

調査場所 沖縄県八重瀬町 雄樋川河口付近

調査方法

1. オキナワハクセンシオマネキの体長と巣穴の関係性を調べるために巣穴から出てきたオキナワハクセンシオマネキを捕獲し、甲幅、甲長、鋏脚の縦と横の長さを測定する。
2. 巣穴の形状を把握するためにオキナワハクセンシオマネキの巣穴に巣穴の形

状をする樹脂と硬化剤を混ぜたものを注ぎ入れ巣穴の型をとる。

3. 時間をおいて(最低1日)固まった巣穴の型を回収した

表1 採集されたオキナワハクセンシオマネキ

採集日	採集番号	甲幅	甲長	鋏脚(左・右)	鋏脚(横)	鋏脚(縦)	巣穴の体積	巣穴の深さ	巣穴の形づけ	巣穴の向き
9月30日	A	11	7.05	左	16.7	6.73	—	—	—	—
9月30日	B	12.1	7.8	右	19.65	6.8	25	8.83	J型	川
9月30日	C	11.4	8	右	17.65	6.6	18	9.93	J型	川
9月30日	D	14.2	8.8	右	22.55	7.6	28.83	7.63	J型	川
9月30日	E	14.2	9.25	左	24.5	8.75	42.66	12.16	J型	川から陸
10月1日	F	13.4	9	右	22.2	8.05	30.5	13.53	I型	真下
10月1日	G	13.2	9.5	左	22.45	7.65	23	7.53	J型	川
10月1日	H	15	9.45	右	26.2	8.55	91.16	9.93	J型	陸
10月1日	I	11.45	7.5	左	19.95	7.3	34.33	8.76	J型	陸
10月1日	J	11.85	7.7	左	19.95	6.6	25.33	11.83	I型	陸
11月4日	K	9.7	7.2	左	11.2	4.6	16.67	9.63	J型	無し
12月10日	O	13.1	8	左	20.2	7.2	35.8	14.5	I型	川
12月10日	Q	13.6	8.6	右	21.8	7.1	40.2	13.16	J型	陸
12月10日	R	10.2	6.6	—	—	—	12.3	6.87	J型	川
11月4日	L	—	—	—	—	—	17.83	7.73	J型	無し
11月30日	M	9.75	5.8	—	—	—	—	—	—	—
11月30日	N	10.1	6.7	左	16.7	5.7	—	—	—	—
12月10日	P	7.45	5.1	右	10	3.9	—	—	—	—

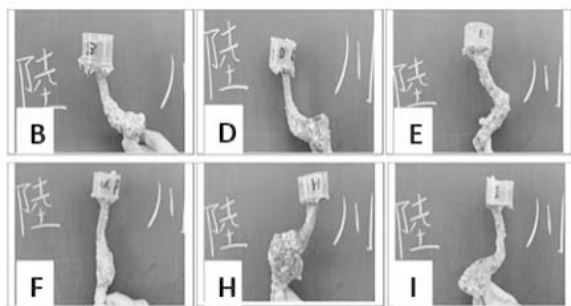


図1 採取されたオキナワハクセンシオマネキの巣穴の形状
採集番号B, D, E, F, H, J

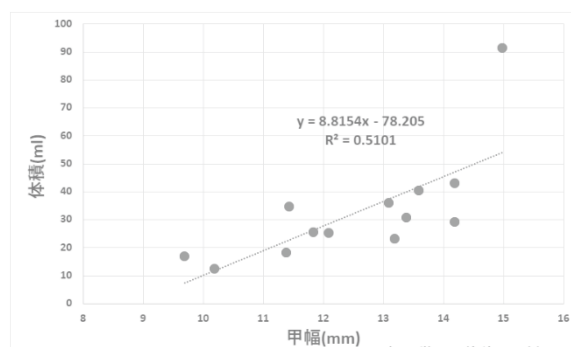


図2: オキナワハクセンシオマネキの甲幅と巣穴の体積の関係

結果

図2、図3より、オキナワハクセンシオマネキの甲幅は巣穴の体積とは正の相関があった ($R \approx 0.714$) が、深さは正の相関が非常に弱かった ($R \approx 0.329$)

考察

巣穴の形状について、巣穴の方向と海の

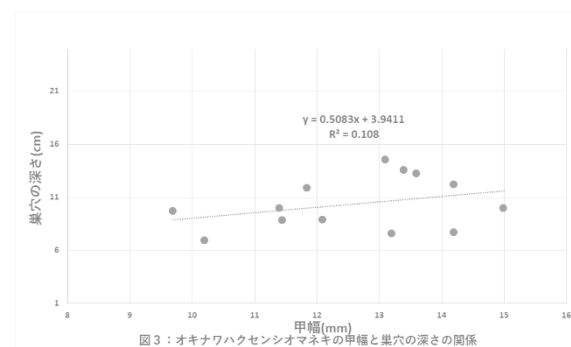


図3: オキナワハクセンシオマネキの甲幅と巣穴の深さの関係

位置は関係があると判断出来ないオキナワハクセンシオマネキの巣穴の体積と甲幅に相関はあるが、形成はJ型が多かった。それは礫が多く営巣活動の妨げとなるのでそのような形をしていると考えられる

4. 本調査

実験場所 沖縄県八重瀬町 雄樋川河口付近（予備実験と同様）

研究方法

1. 50×50 cm²のコドラート内で深さ 30cm 掘り、掘った砂をふるいにかけて、出現した生物を捕獲し、同定を行った。これらの生物は後に標本にした。オキナワハクセンシオマネキについては甲幅と甲長を計測した後、調査地に放した。

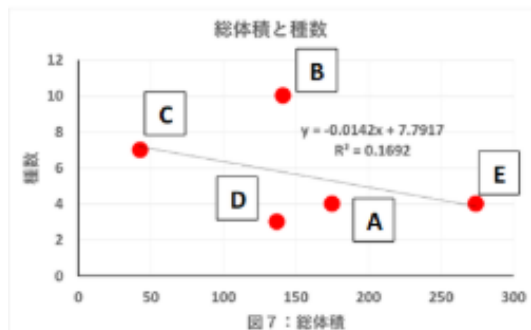
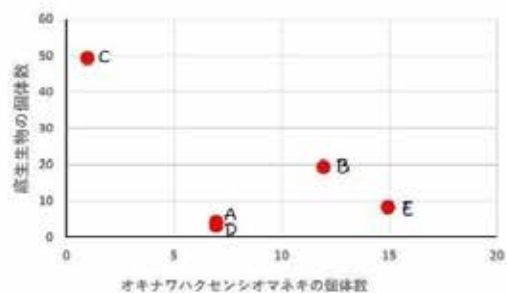
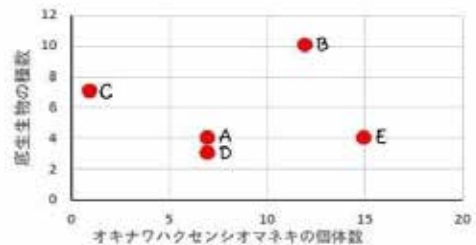
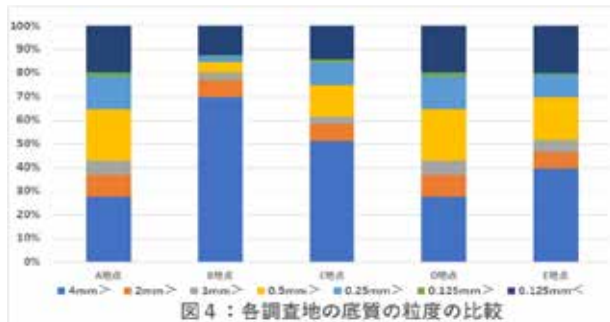
2. また、50×50 cm²のコドラート内で表層 1cm の底土を採取した。これを 4mm、2mm、1mm、0.5mm、0.25mm、0.125mm の 6 段階のふるいにかけて後、各段階の底土の乾質量を計測した。

この測定を 5 ヲ所で行いそれぞれの場所を A, B, C, D, E とした。

表2 各調査地における生物個体数

調査地	A	B	C	D	E
オキナワハクセンシオマネキ	7	12	1	7	15
シオマネキ類（幼体）	0	1	6	2	1
ルリマダラシオマネキ	0	0	0	0	3
イワガニ科	0	1	8	0	5
トウゾクテッポウエビ	0	0	5	0	0
ウミニナ	1	4	24	1	1
オオマルアマオブネ	0	1	2	0	0
マルアマオブネ	0	1	1	0	0
マスオガイ	1	1	2	1	0
ヒメアサリ	0	1	0	0	0
イソアワモチ	0	2	0	0	0
ウミアサガイ	1	0	0	0	0
スジホシモドキ	1	0	0	0	0
ゴカイ SP	0	3	12	0	1
ムカデ SP	0	1	0	0	1
ミミズ SP	0	4	0	0	0
ウスバガガンボ	0	0	0	1	0
種数	4	10	7	3	4
個体数	4	19	49	3	8

5. 結果



A、B、C、D、Eの五つの調査地の底質は図4のようになった。グラフからB地点が最も礫が多いことがわかる。また、各地点で採取した底生生物の種は表のようになった。C地点ではオキナワハクセンシオマネキの数が少ないが、他の生物の個体数が他と比べて多かった。オキナワハクセンシオマネキが最も多かったE地点では、出現した底生生物の種数が他と比べ少なかった。

予備実験の図2よりオキナワハクセンシオマネキの甲幅と巣穴の体積には正の相関がある。よって本研究の際、冬になりオキナワハクセンシオマネキが巣穴を閉じていてもオキナワハクセンシオマネキの甲幅のデータからコドラート内の巣穴の総体積を算出した。(図7)

6. 考察

図7を見ると、総体積が増加すると底生生物の種数が減少している。これは、土壌中の巣穴の総体積が増えるほど底生生物が活動しづらいためと考えられる。表2よりオキナワハクセンシオマネキの数が多くなるほど干潟の有機物が多く食べられることでウミニナが食べる有機物の量も減少してしまうため、ウ

ミニナの数も減少していると考えられる。表2からCでは底生生物の個体数が多くなっていて、中でもウミニナやゴカイの個体数が多いことがわかる。しかし図5から個体数が多いCでの数は他と比べて多いとは言えないことがわかる。実際、オキナワハクセンシオマネキの個体数が12であったBでの種数が1番高い数値になっている。したがって、オキナワハクセンシオマネキは種数に影響を与えると考えられる。Cより、オキナワハクセンシオマネキの個体数が少ないと地上と土壌中でそれぞれ特定の種が個体数の割合が高くなり多様性が低くなる。例えばC地点では地上の種の55%をウミニナが、土壌中の種の70%をゴカイが占めている。これは、底生生物はオキナワハクセンシオマネキが少ない場所の方が土壌中の巣穴の総体積も小さくなり、他の生物が活動しやすくなるためだと考えられる。逆にEの様にオキナワハクセンシオマネキの個体数が多すぎても多様性が低くなる可能性がある。それは、多くのオキナワハクセンシオマネキが地上で活動している場所では他の生物が活動しづらいと考えられ、別の場所に移動することや、同じ理由でオキナワハクセンシオマネキの巣穴が多い土壌での活動も好まないためであると考えられる。

7. 今後の課題

事前研究より、掘った巣穴から出てきたオキナワハクセンシオマネキの甲幅のデータからコードラート内の巣穴の総体積を算出し、その巣穴の体積と底生生物の種数、個体数の関係について考察する。

8. 謝辞

協力していただいた生物分野の井口先生、新垣先生、後野先生やこの研究について貴重なご助言をくださった琉球大学の杉尾教授、並びにその他の大学の教授の方々に深く感謝します。

9. 参考文献

- ・沖縄の生き物たち(沖縄生物教育研究会編) 新星出版
- ・沖縄の生き物たち 改訂版(沖縄生物教育研究会編) 新星出版
- ・沖縄の海の貝・陸の貝 久保弘文・黒柱耐二 沖縄出版
- ・干潟のカニ・シオマネキ大きなはさみのなぞ 武田正倫 文研出版

水を嫌う貝の分布調査

Survey of the distribution of water averse shellfish

安慶名光成 熱田嵐次 嘉数怜久 寺田周太 宮城幸哉

Mitsunari AGENA, Ranji ATTA, Riku KAKAZU,
Shuta TERADA, Hideya MIYAGI

要旨

私達は、水を嫌う貝の潮間帯におけるそれぞれの種の帯状分布が種によって異なっていることを知り、それぞれの種の分布域が異なる要因を解明するために本研究を行うことにした。

そして3種の貝の垂直分布の調査やマーキングによる移動調査により、潮位高から見た分布域は低い順にキバアマガイ、イボタマキビ、コンペイトウガイになっていたこと、それぞれの種の生息環境が分かったため、種類によって好む環境が潮位高だけで決定しているのではなく、他の生存に有利な条件によって決まっており、それに伴って垂直分布の違いが生まれていると考える。今後、個体差による影響を減らすために調査回数を増やしていきたい。

Abstract

We learned that the zonal distribution of each species of water-averse shellfish in the intertidal zone differs among species. We decided to conduct this study to elucidate the factors that cause each species' different distribution areas.

We found that the vertical distribution of the three shellfish species and the movement of the marked shellfish showed that the distribution areas of the three species were, in descending order of tide level. They are *Nerita plicata* Linnaeus, *Nojiritrina pyramidalis*, and *Echinicus cumingi spinulaceus*. We also know the habitat of each species. We believe that the vertical distribution of

each species is not determined only by the environment it prefers. We also believe that different environments can have a favorable effect on survival, which affects the vertical distribution. In the future, we would like to increase the number of surveys in order to reduce the effects of individual differences.

1. はじめに

私たちは海水の入ったビーカーに入れると這い出てくる貝の種類があるというのを知り、その水を嫌う貝として紹介されていた腹足類の貝の生態について知りたいと思ったため本研究を行うことにした。

2. 先行実験

自分達でも研究を行うきっかけとなった実験を行ってみたいと思ったため室内と屋外という条件を追加して再現実験を行うことにした。



写真 1a ビーカー内の
キバアマガイ



写真 1b ビーカー内
のコンペイトウガイ

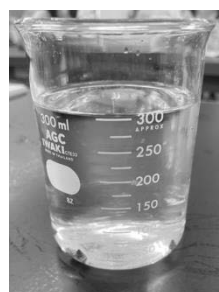


写真 1c ビーカー内
のイボタマキビ

① 実験方法

ビーカーに港川海岸で採水した海水 300ml と貝 3 種（キバアマガイ、イボタマキビ、コンペイトウガイ）を入れ、這い出てくる個体数と所要時間を室内と屋外で記録した。

②実験結果

屋内での実験では図 1 よりコンペイトウガイは開始後 10 分までに半分以上の個体がビーカーから出てきており 20 分までには全ての個体が出てきた。イボタマキビはコンペイトウガイよりも少し遅く、10 分後以降に半分以上の個体が出てきた。キバアマガイは個体差はあるものの 3 種の中で最も出てくるのが遅かった。屋外の場合は屋内の結果と異なり、キバアマガイは開始 20 分以内に全個体がビーカーから出てきた。コンペイトウガイは 30 分実験を行ったが、1 個体しか出てこなかった。

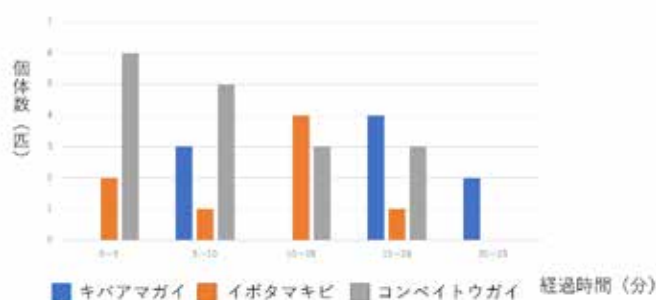


図 1 種ごとのビーカーから出るのにかった時間と個体数

③考察

これらの貝を採取する際分布場所に関して窪んでいる場所は影になっているところに多く分布しているような傾向が見られた。

3. 仮説

先行実験の屋外と屋内の結果の違いから分布には水を嫌う性質だけではなく他の要因もあると考えられるため、垂直分布の主要因について

「帯状分布においてそれぞれの種により生息分布域が異なっているのは、それぞれの種の乾燥への耐性が異なっているからではないか」という仮説を立てた。

4. 研究方法

仮説を検証するため 3 つの実験を行った。

① 分布・生息環境調査



写真 2a 航空写真における港川海岸 2b 3種の貝が生息するノッチの様子

実際の環境における分布について「垂直分布」「水平分布」について
50 cm×50 cm のコドラートを用いて八重瀬町の「港川海岸」の沿岸部
で個体数や種類を調査した。

② 水槽での分布再現実験



写真 3 水槽の再現実験の様子 岩 A (左) 岩 B (右)

調査場所における貝の実際の移動の様子を調査するため、自然
に分布しているキバアマガイとコンペイトウガイに種と個体を識
別できるように複数色の数字をマーキングし1週間での移動の様
子を調査した。

③ マーキングでの移動調査



写真 4a マーキングしたコンペイトウガイ 4b マーキングしたキバアマガイ

貝の分布の要因について調査するために、調査場所の貝が分布している岩を持ち帰り、水槽（30cm×60cm×40cm）に大きい岩 A（28cm×35cm×28cm）と小さい岩 B（40cm×10cm×15cm）の 2 つと港川海岸で採取した海水を 3cm 程度まで入れそこにキバアマガイ 8 匹、コンペイトウガイ 15 匹、イボタマキビ 17 匹を入れ 1 週間での分布の変化を調査した。

5. 結果

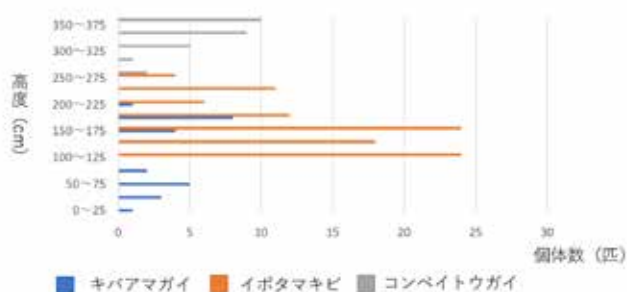


図 2a 晴れにおける 3 種の貝の垂直分布

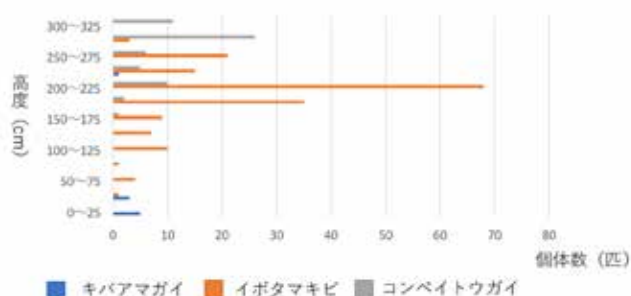


図 2b 曇りにおける 3 種の貝の垂直分布

① 分布・生息環境調査結果

・垂直分布について

キバアマガイは最大 2m、イボタマキビガイは 1m から最大 3m、コンペイトウガイは 2m から最大 3m までの範囲で分布した。図 2 の a と b より全体的な分布高度は天候によって変化した。

② 水槽での分布再現実験の結果



図 3 岩ごとの種別個体数

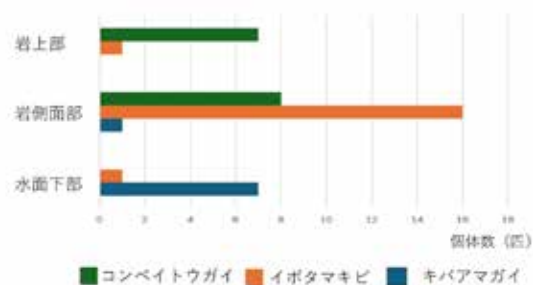


図 4 3 種の生息する岩の場所ごとの個体数

図3より3種すべて岩Aを好む傾向が見られコンペイトウガイは3種の中で最も2つの岩の個体数差が大きかった。

図4よりキバアマガイは岩の裏のくぼみになっていて水に浸かっている場所にはほとんどの個体が見られたこと、イボタマキビは水中から岩の上部まで広く範囲で生息していたこと、コンペイトウガイは乾燥した岩の上部に集中して生息している傾向が見られた。

③ マーキングの移動調査の結果

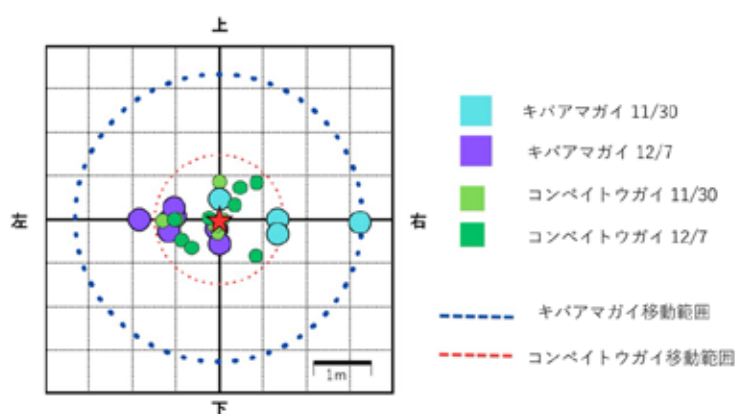


図5 貝の移動距離と方向

全体の平均移動距離は69.12cm、コンペイトウガイは51.1cm、キバアマガイは92.1cmでキバアマガイの方が移動性が高かった。

全50匹中27匹しか発見できなかった。

6. 考察

・水槽実験について

室内実験で生息した高さの順序が実際の垂直分布と同じであることから、種によって生存に適した底質や岩の質や天敵などの環境が潮位高より影響が大きいと考えた。

・マーキング実験について

図5より移動には規則性がないと考えられる。

またキバアマガイの移動性が高い理由について、キバアマガイは分布高度が低いいため移動の必要性が高く、体長の大きさも大きいため他の2種の貝よりも

移動性は高くなっていると考えた。

したがって、これらの実験結果から仮説について考察すると
種によって生存に有利な環境が種ごとの環境への適応方法の違いによって決まり、それによって分布場所や高度に違いが生まれていると考えられる。

・キバアマガイについて

分布場所は潮間帯の低位置の窪みや影になっている場所が主であった。

水槽実験などから見られるこの低位置の窪みや影を好む傾向について、窪みは海生の天敵からの襲撃から逃れることができる点で生存に有利な環境であると考えられ、窪みは波の侵食によって形成されるため、分布の位置も低くなっていると考えられる。また、キバアマガイの分布している生息域はキバアマガイが優占種であり、キバアマガイ以外の種はほとんど見られない。この理由として考えられるのはキバアマガイの体長が大きく競争に強いことと食物となるプランクトンが十分に存在しており成長することができたことなどが考えられる。これらの理由からキバアマガイは安全ではあるが食物が多くは確保できない乾燥した場所にわざわざ生息場所を移す必要性はなかったと考えられる。

・イボタマキビ、コンペイトウガイについて

分布場所は乾燥した潮間帯の高位置が主であった。

乾燥した環境は海生の天敵の襲撃を受けないという点で生存にであるためこれらの2種の貝の分布高度は上昇していったと考えられる。またこの2種も顕明な分布高度の違いは見られないが、棲み分けは行われておりどちらの種も十分生息するのに必要な食物と場所が確保できているため同じような乾燥した環境に生息していると考えられる。

7. 結論

私たちは仮説に対する結論として

「帯状分布の種による生息分布域の違いは食物の存在をめぐる競争の有無や天敵からの被害を減らすための行動の違いなどの生存戦略においての様々な違いが重なって生じている」 と考える。

8. 展望

水槽での実験について貝の個体差が大きく見られることがあったため、種による違いをより明らかにするために個体差の影響も考慮しながら実験の試行回数を増やし、実験の精度を上げていきたいと考えている。

マーキング調査についても調査場所や試行回数を増やし、より正確な移動の様子や発見できなかった個体の発見できなかった要因を解明できるようにしていきたいと考えている。

9. 参考文献

土屋誠・宮城康一編「南の島の自然観察―沖縄の身近な生物と友達になろう」

微小貝ホームページ <https://bishogai.com/index.html>

貝の博物誌 <https://umdb.um.u->

[tokyo.ac.jp/DKankoub/Publish_db/2002Shell/00/00100.html](https://umdb.um.u-tokyo.ac.jp/DKankoub/Publish_db/2002Shell/00/00100.html)

10. 謝辞

本研究の遂行にあたり、多くの方にご指導ご協力を賜りました。熱心なご指導をいただいた指導教諭の新垣光功先生、井口修先生をはじめとする向陽高校の先生方、中間発表、最終発表においてご助言頂いた琉球大学の教授方に心より感謝申し上げます。

盲斑の形や大きさは何に関係があるのか

What Does the Shape and Size of Blind Spot Have to Do with It?

新垣李颯 喜屋武あいの 久手堅吏紗 長嶺七海

Momoka ARAKAKI, Aino KYAN, Risa KUDEKEN, Nanami NAGAMINE

要旨

私たちは日常生活で存在を感じることない盲斑に興味を持った。その盲斑の形や大きさの違いが身体的個人差に関係があるのかを調べることにした。そこで本研究では、高校2年生約70名を対象に盲斑を測定し、性別、身長、体重、血液型、利き目の5つの項目と比較した。その結果をグラフにすると、すべての項目でばらつきがみられた。また、t検定をすると形はそれぞれの項目と相関関係が見られず、大きさは性別、身長、体重、血液型とは関係が見られなかったが、利き目とのみ関係が見られた。盲斑の形は一人一人異なっているため、指紋と同じように、個人を特定する要素として使えるのではないかと考えている。

Abstract

We became interested in blind spots, which we do not notice in everyday life. So, we decided to study the relationships between the shape and size of blind spots and physical individual differences. In this study, we measured the blind spots of about 70 people in the second year high school students, and compared 5 items: gender, weight, blood type, and dominant eye. If we made the results into a graph, there was a difference in all items. In addition, when the t-test was performed, the shape of blind spots was not correlated with each item. Size was not related to gender, height, weight, or blood type, but there was a relationship with only the dominant eye. Because the shape of the blind spot is unique to each person, just like fingerprints, we think the shape of blind spots can be used as an element that identifies individuals.

1 はじめに

網膜上には、視神経が束になって眼球外へ出ていく部分があり、この部分を盲斑と言う。盲斑には視細胞が存在せず、盲斑に結んだ像は脳に伝わることができないので物を見ることができない。しかし、通常は両目で物を見ているため、左右の目が補佐的な役割をして、見えない部分を補っている。

研究動機・目的

普段生活をしていて、存在を感じることもない盲斑だからこそ、盲斑の形や大きさは人によってどう変わるのか気になり、この研究を行った。

2 仮説

私たちグループは、盲斑の形は利き目、大きさは性別に関係しているのではないかと。

3 実験方法

（準備）試験用紙、指示棒、1 m の棒

- ① 試験用紙から 1 m 離れ、被験者の目線と＋印を合わせる。
- ② 被験者は左目を閉じ、右目で＋印を見続ける。実験者が動かす棒にかかれた印が見えなくなる位置と再び見えてくる位置を印づける。
- ③ 2 点の中間点を通る補助線を引き、補助線に沿って操作②と同様に見える見えないの境界点を探す。
- ④ 点と点を結ぶ。
- ⑤ それぞれの被験者の性別、身長、体重、血液型、利き目について記録する。
- ⑥ 盲斑の大きさ、形それぞれを 5 項目（性別、身長、体重、血液型、利き目）と比較をする。

4 予備実験

4 人の右目の盲斑を測定した

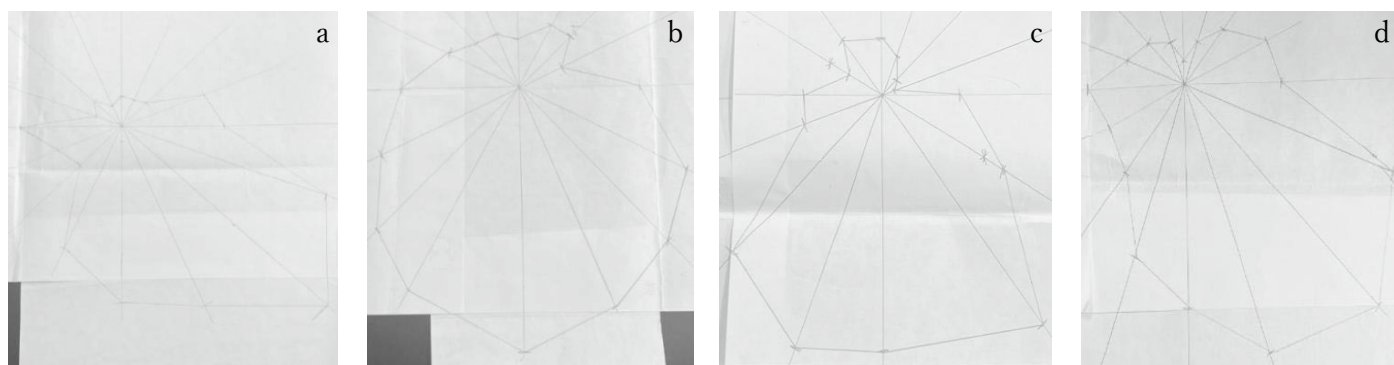


図1 メンバー4人の右目の盲斑

共同研究者4人（a～d）の右目の盲斑を測定したところ、形と大きさは異なっていた。また、中心線の下側に検出された。

5 結果

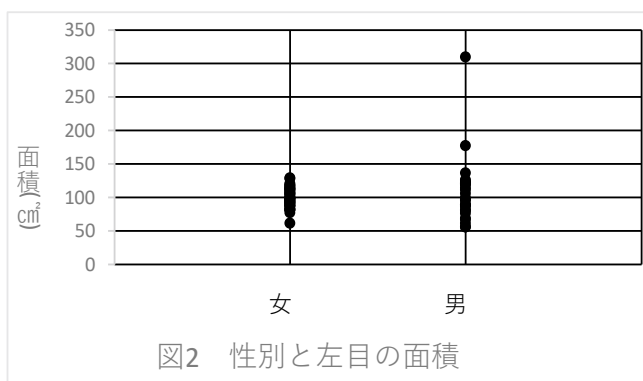


図2 性別と左目の面積

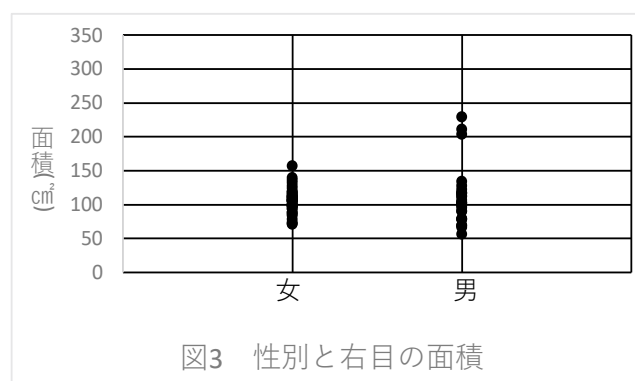


図3 性別と右目の面積

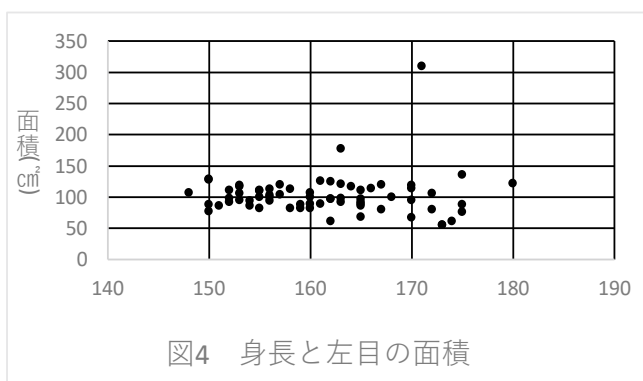


図4 身長と左目の面積

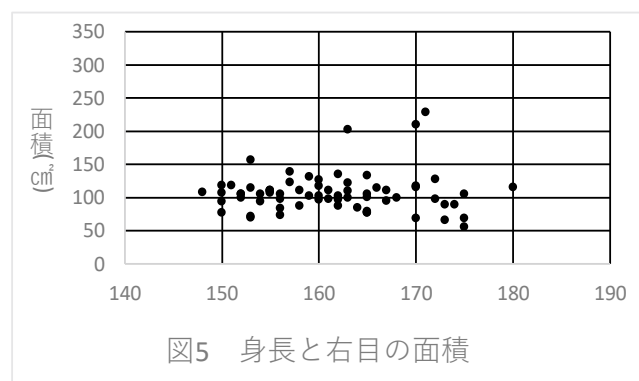
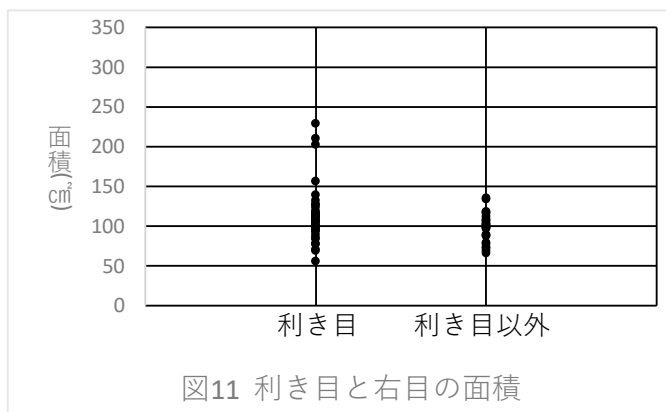
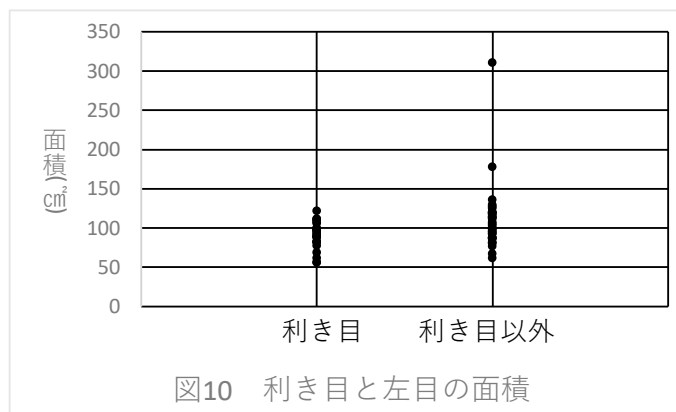
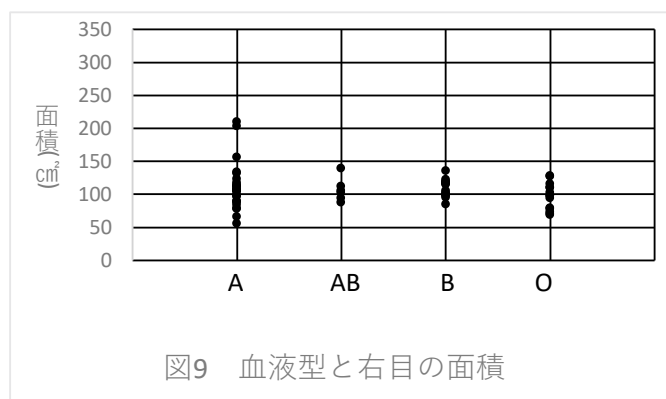
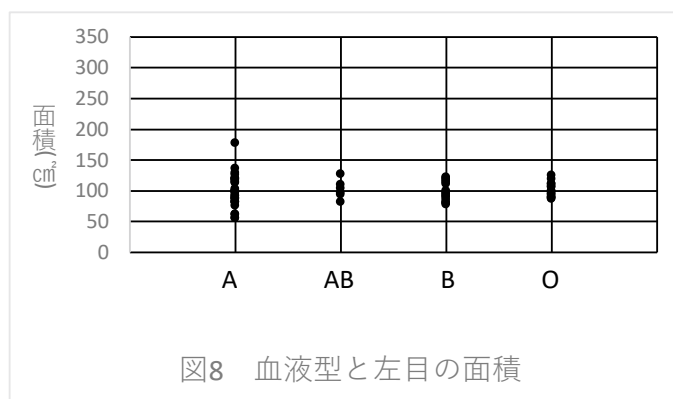
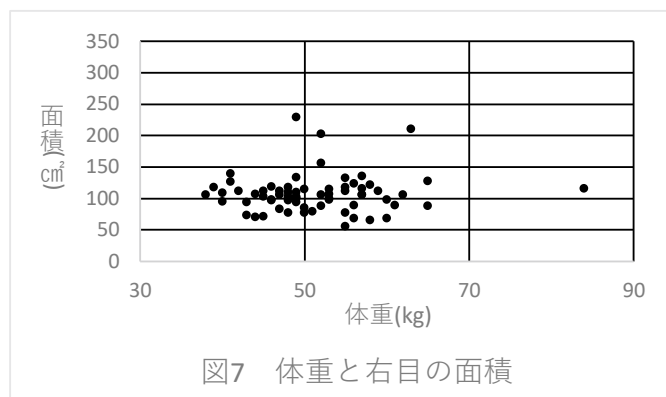
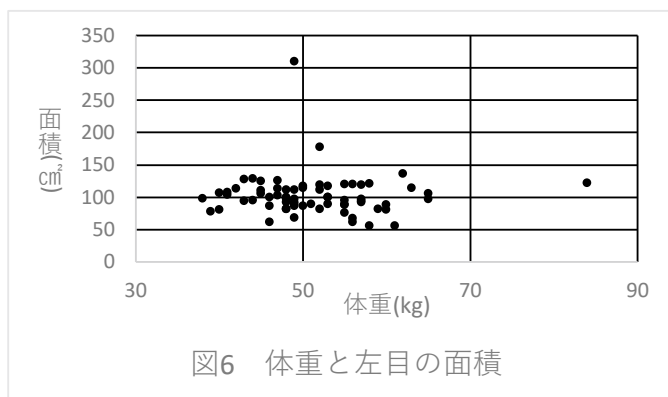


図5 身長と右目の面積



盲斑の大きさと比較対象5つをグラフにするとばらつきは見られたが、関係性が見られなかったため、盲斑の平均値を出して比較を試みた。

表1 性別と左右の面積平均値

	女子	男子
左目面積平均(cm ²)	99.9	106.9
右目面積平均(cm ²)	105.6	110.5

表2 身長と左右の面積平均値

	161cm 未満	161cm 以上
左目面積平均(cm ²)	100.8	104.5
右目面積平均(cm ²)	106.0	109.0

表3 体重と左右の面積平均値

	51kg 未満	51kg 以上
左目面積平均(cm ²)	105.9	99.1
右目面積平均(cm ²)	105.9	109.4

表4 血液型と左右の面積平均値

	A 型	AB 型	B 型	O 型
左目面積平均(cm ²)	99.4	102.7	99.2	101.7
右目面積平均(cm ²)	110.3	107.1	109.4	96.9

表5 利き目と左右の面積平均値

	利き目	利き目でない
左目面積平均(cm ²)	90.9	109.3
右目面積平均(cm ²)	112.7	98.4

表1は男女ともに右目の面積が大きく、左右ともに男子の面積が大きくなる。

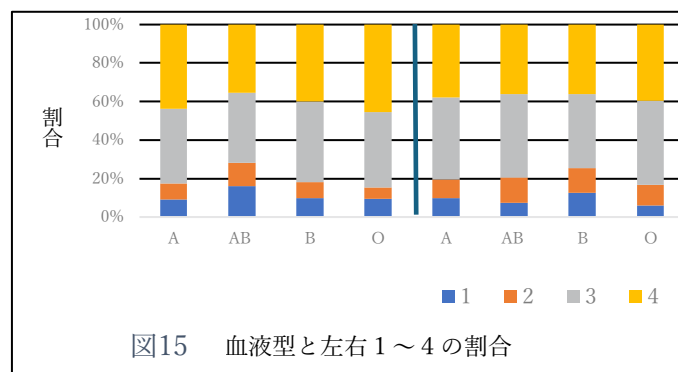
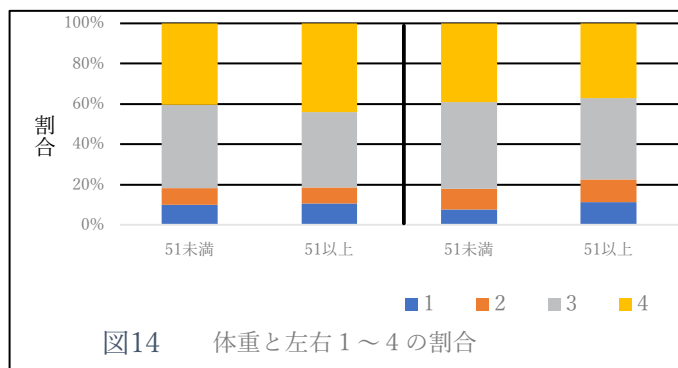
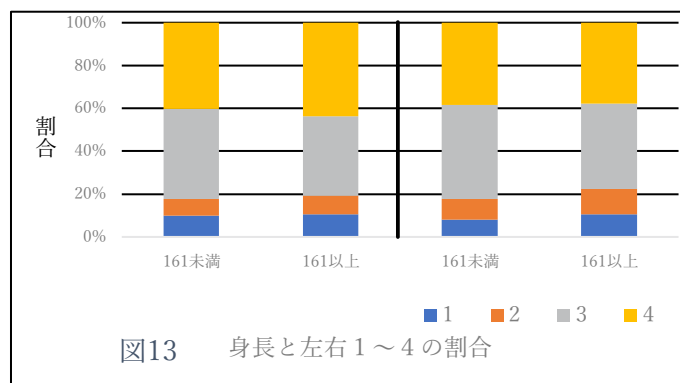
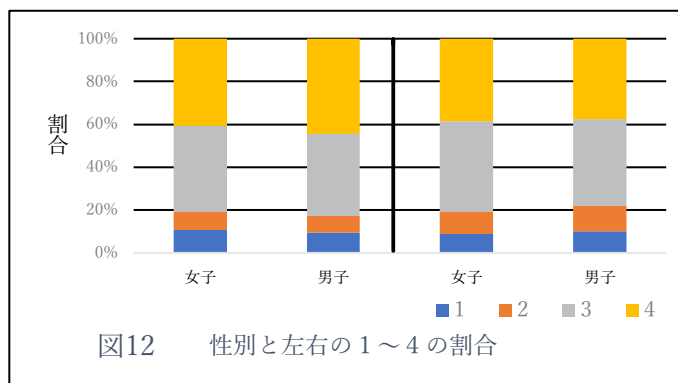
表2は測定した人の平均身長 161cm を基準する。161cm 未満 161cm 以上ともに右目の面積が大きく、左右ともに 161cm 以上の面積が大きくなる。

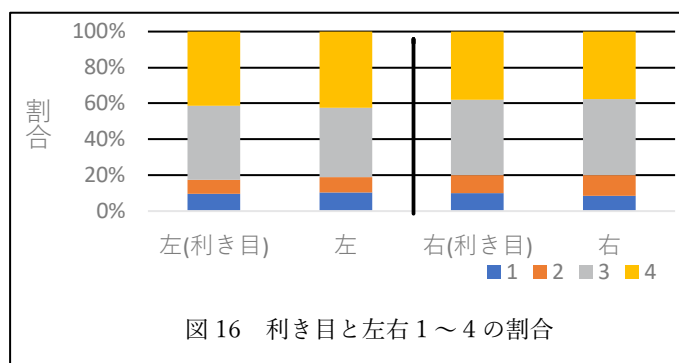
表3は検査した人の平均体重 51kg を基準とする。51kg 未満の人は左右の面積が同じ値で、51kg 以上の人は右目の面積が大きくなる。左目の面積は 51kg 未満の人が大きく、右目の面積は 51kg 以上の人が大きくなる。

表4はA型、AB型、B型は右目の面積が大きく、O型は左目の面積が大きくなる。

また、左目の面積はAB型が1番大きく、右目の面積はA型が1番大きくなる。

表5は利き目では左目の面積が大きく、利き目でない方では左目の面積が大きくなっている。左目の面積では、利き目でない方が大きくなり、右目の面積では利き目の方が大きくなる。





グラフは 4 分割した面積 1～4 の割合とそれぞれの項目との比較を表している。

図 12 は左から、女子男子の、左目、右目。

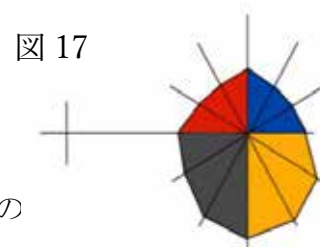
図 13 は左から、161cm 未満 161cm 以上の、左目、右目。

図 14 は左から 51kg 未満 51kg 以上の、左目、右目。

図 15 は左から、A 型 AB 型 B 型 O 型の、左目、右目。

図 16 は左から、利き目が左の人の左目、利き目が右目の人の
人の右目、利き目が右目の人の右目。

全ての図は共通して 1～4 の割合にばらつきが見られ、特に 3、4 の割合が大きくなった。



6 追加実験

6-1 実験

実験を行うにつれて、遺伝子が近いと盲斑は似てくるのではないかと考えた。そこで追加実験として双子 2 組 (A、B) を対象に検査を行った。

遺伝的関係を調べたいので 5 つの比較項目は気にせず、それぞれの双子の盲斑の大きさ、面積のみを比較した。

6-2 結果

表 6

	A-1	A-2
左目面積合計 (cm ²)	130.9	161.8
右目面積合計 (cm ²)	147.1	148.5

表 7

	B-1	B-2
左目面積合計 (cm ²)	119.1	107.4
右目面積合計 (cm ²)	80.9	141.1

それぞれの双子を A-1、A-2、B-1、B-2 とし、これまでと同様に結果をグラフ、表で表した。

表 6、7 より、双子の面積はそれぞれ異なっていることがわかる。

7 考察・まとめ

表 1～6 の面積平均値に t 検定を行ったところ以下のような結果になった。

○男女の左目と右目の盲斑面積比較

男女の左目及び右目の盲斑の面積を比較したところ、有意差はなかった。

t 境界値両側(1.99) 左: t 値(-0.855) 右: t 値(-0.649)

○身長 of 左目と右目の盲斑面積比較

身長 of 左目及び右目の盲斑の面積を比較したところ、有意差はなかった。

t 境界値両側(1.99) 左: t 値(-0.469) 右: t 値(-0.409)

○体重 of 左目と右目の盲斑面積比較

体重 of 左目及び右目の盲斑の面積を比較したところ、有意差はなかった。

t 境界値両側(1.99) 左: t 値(-0.854) 右: t 値(-0.481)

○A 型, AB 型, B 型, O 型の左目と右目の盲斑面積比較

それぞれの血液型同士の左目及び右目の盲斑の面積を比較したところ、有意差はなかった。

A 型と AB 型 t 値境界値両側(2.04) 左: t 値(-0.289) 右: t 値(0.223)

A 型と B 型 t 値境界値両側(2.02) 左: t 値(0.025) 右: t 値(0.096)

A 型と O 型 t 値境界値両側(2.02) 左: t 値(-0.306) 右: t 値(1.351)

AB 型と B 型 t 値境界値両側(2.10) 左: t 値(0.463) 右: t 値(-0.321)

AB 型と O 型 t 値境界値両側(2.10) 左: t 値(0.156) 右: t 値(1.063)

B 型と O 型 t 境界値両側(2.05) 左: t 値(-0.477) 右: t 値(1.935)

○左目及び右目の利き目と非利き目の盲斑面積比較

盲斑の面積をそれぞれ比較したところ、左目にのみ有意差がみられた。

利き目(左目)の左目盲斑と利き目(右目)の左目盲斑

t 値境界値両側(1.99) t 値(-2.282)

利き目(左目)の右目盲斑と利き目(右目)の右目盲斑

t 値境界値両側(1.99) t 値: (-1.908)

利き目が左目の人の右目の盲斑と利き目が右目の人の右目の盲斑の面積の t 値境界値両側と t 値の差は、他と比べて 0.082 と非常に値が小さかった。そのため、被験者数を増やしていくと、右目の盲斑の面積も同様に有意差が出てくるのではないかと仮定することができ、表 5 より利き目が右目の人の両目の盲斑が大きくなると考えられる。利き目が右目の人の両目の盲斑が大きくなる理由として、利き目と神経の関係や脳との関係をふまえて考えたが、今のところ原因は分からなかった。

追加実験より、遺伝子の近い双子の面積はそれぞれ異なったので、盲斑の大きさは遺伝的關係が無いと考える。

盲斑の形は一人一人異なっているため、指紋と同じように、個人を特定する要素として使えるのではないかと考える。

8 参考文献

- ・ 【利き目の調べ方】 手や足のように目にも「利き目」があることご存知ですか

<https://enkinpro.com/column/care/%E6%89%8B%E3%82%84%E8%B6%B3%E3%81%AE%E3%82%88%E3%81%86%E3%81%AB%E7%9B%AE%E3%81%AB%E3%82%82%E3%80%8C%E5%88%A9%E3%81%8D%E7%9B%AE%E3%80%8D%E3%81%8C%E3%81%82%E3%82%8B%E3%81%A3%E3%81%A6%E3%81%94%E5%AD%98/>

- ・ 実験生物-25

<https://www.hyogo-c.ed.jp/~rikagaku/jjmanual/jikken/sei/sei25.htm>

9 謝辞

実験を行うにつれ、ご指導してくださった井口修先生、新垣光功先生、琉球大学の杉尾幸司教授ありがとうございました。また、実験に協力してくださった方々に深く感謝申し上げます。

沖縄本島における湧水と土壌との関係

The Relationship Between Spring Water and Soil on the Main Island of Okinawa.

仲座茉凜 大城茉瑚 大城真莉衣 知念佑香

Marin NAKAZA Mako OSHIRO Marii OSHIRO Yuuka CHINEN

要 旨

1年生の頃の野外実習で米須海岸に行った。その際に湧水のサンプリングを行い、海岸で湧水が流れていることに疑問をもち、湧水の水質について調べることにした。本研究ではマルチ水質測定器、パックテストを使い、島尻マージとジャーガルに分布する湧水の水質の違いについて調べた。そこで、私たちは土壌の成分が湧水に浸透して土壌と湧水の成分は似ているのではないかと仮説を立てた。しかし実験からは湧水と土壌の関係について証明できなかったため、今回の実験が簡易的であったことが原因だと考えた。今後は琉球大学に水質の分析を依頼してデータを得て、実験の最終結果をまとめたい。

Abstract

When we were first grade students in high school, we went to *Komesu* coast for an outdoor training course. During that visit, we sampled the spring water and decided to investigate its quality after questioning the fact that the spring water was flowing onto the beach. In this study, we used a multi-water quality meter and a pack test to investigate the differences in water quality of the spring water distributed in *Shimajiri Merge* soils and *Jegal* soils. We hypothesized that soil and spring water components might be similar, with soil components permeating the spring water. However, we could not prove the relationship between the spring water and soil from the experiment, because this experiment was simplified. In the future, we would like to ask the University of the *Ryukyu* to analyze the water quality to obtain the data and compile the results of the experiment.

1. はじめに

(1) 目的

土壌と湧水の関係性について解明する。

(2) 先行研究

① 沖縄県の主な土壌

島尻マージ（弱酸性～弱塩基性）

ジャーガル（塩基性） 国頭マージ（酸性）

② 土壌の母材

島尻マージ→長江以南の中国南東部に広がる
高自然放射線地域を起源地とする風成塵

ジャーガル→島尻層群泥岩が風化した土壌

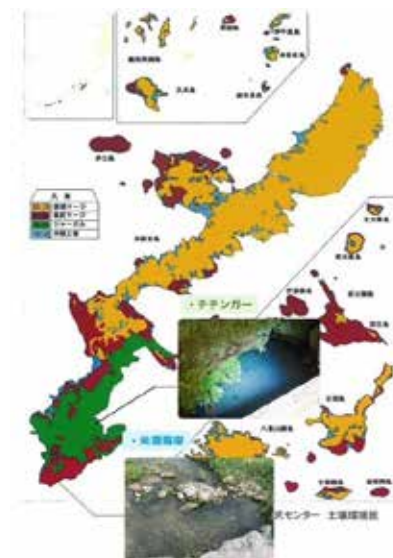


図1 沖縄県の主な土壌

(引用：沖縄農林水産部編集－沖縄農林水産業)

(3) 仮説

① 土壌の性質によって湧水の性質が決まる。

② 湧水はその土地の土壌と似た性質を持つと考えられ
イオンの値は表1のように島尻マージよりジャーガル
の方が大きくなる。

※交換性塩基→土壌の粒子に吸着されている塩基
水質調査後の仮説

③ 土壌に雨水の成分が浸透している。

表1 土壌の交換性塩基

	Ca	Mg	K	Na
島尻マージ	11.7	2.2	0.3	0.6
ジャーガル	34.0	5.5	0.5	1.3

(引用：沖縄に分布する島尻マージおよび
ジャーガルの土壌特性－渡嘉敷義浩)

2. 実験・観察

(1) 水質調査

a. 湧水を月に1～2回採水し、水質を調べる。

b. 採水した湧水を総合地球環境学研究所で分析する。

① 調査器具

・パックテスト

(カルシウムイオン、マグネシウムイオン、
アンモニウムイオン、リン酸イオン)

・マルチ水質測定器

(塩分濃度、pH、電気伝導率、SS、水温)

② 採水する場所

・米須海岸(島尻マージ) ・チチンガー(ジャーガル)



図2 採水した雨水

(2) 実験「土壌に雨水を通す実験」

① 学校でバケツを用いて雨水を、島尻マージとジャーガルに分布する畑から土を採取する。

② 細かい穴の空いた容器に脱脂綿を引き、採取した土壌を入れ、地層に見立てる。

- ③ ②に①で採取した雨水を通す。(2、3回繰り返す)
- ④ ③で採取した水をマルチ水質測定器とパックテストを用いて水質を調べる。

3. 結果

(1) 水質調査

図3は水質調査の結果である。違いが顕著に表れたのは、SS(濁度)で米須海岸は値が平均的に高かったのに比べ、チチンガーはほとんどの日が0だった。

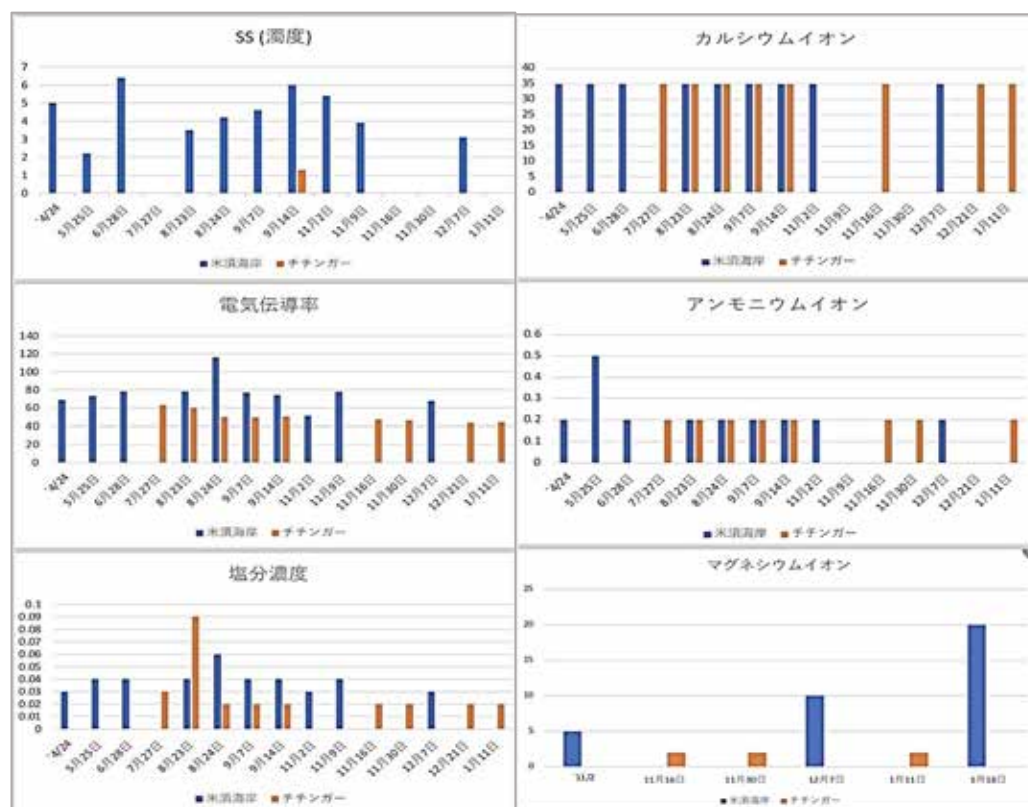


図3 マルチ水質測定器で測定した湧水(左)とパックテストで測定した湧水(右)の結果

また、米須海岸とチチンガーで表2のような数値の違いがみられ、全てのイオンの値において米須海岸が大きくなった。

特に差が大きかった項目:カルシウムイオン、マグネシウムイオン、
カリウムイオン、硫酸イオン、硝酸イオン

表2 イオンクロマトグラフィー(湧水の分析結果)

sample name	Cl-	NO3-	SO42-	HCO3-	Na+	K+	Mg2+	Ca2+	anion	cation	balance
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	(meq/L)	(meq/L)	(%)
A-7 4/24 米須	17.7	86.7	0	251.4	23.3	5.7	10.1	101.3	6.018	7.044	7.858
A-8 5/25 米須	42.3	33.1	76.9	269.1	28.8	5.5	10.6	108.6	7.74	7.68	-0.387
A-9 6/28 米須	40.2	35.8	78.8	291.6	28.5	5.8	10.8	109.9	8.132	7.76	-2.344
A-10 7/27 チチン ガー	23	4.6	19.6	244	22	0.6	3	69.7	5.13	4.701	-4.369
A-11 8/24 米須	48.1	34.3	73.7	257.5	28.6	5	10.4	107.8	7.663	7.61	-0.343
A-12 8/24 チチン ガー	40.4	5.8	18.1	206.2	24.6	0.6	3.3	72.5	4.99	4.977	-0.138
A-13 9/7 米須	50	35.6	77.2	271.5	31	4.7	10.6	113.2	8.04	7.985	-0.342
A-14 9/7 チチンガー	40.4	5.7	18.1	214.1	25.5	1.6	3.3	73.7	5.118	5.104	-0.136

(2) 実験「土壌に雨水を通す実験」

実験の結果は図2の通りだった。

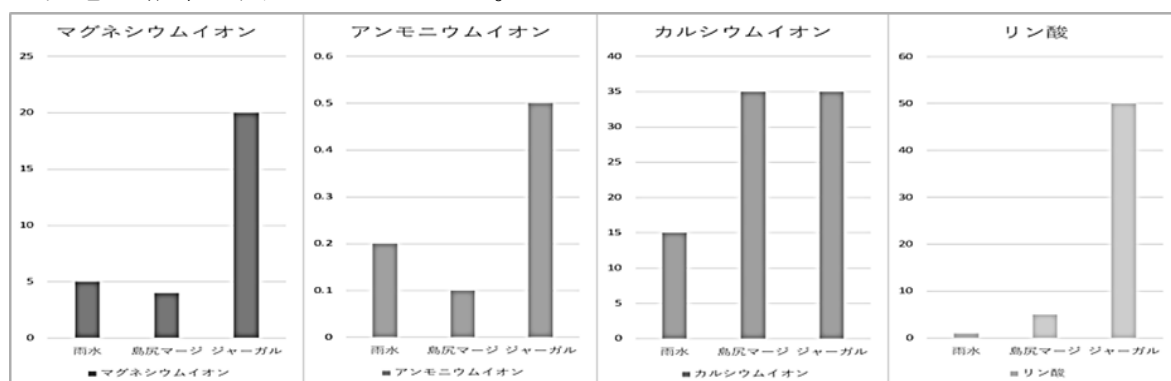


図2 土壌に雨水を通す実験パックテストの結果

4. 考察

(1) 水質調査

表2より、チチンガーと米須海岸の湧水のイオンの値に違いがみられたので、仮説①は正しいと考えられる。しかし、米須海岸(島尻マーシ)の方がチチンガー(ジャーガル)より仮説②はイオンの値が大きくなり証明されなかった。このことから湧水に土壌の成分が浸透しているのではなく土壌に湧水の成分が浸透しているのではないかと考えた。

(2) 実験

表1と表2のイオンの値の大きさが逆になっていることから、湧水は畑の土を通るだけではないのかもしれないと考えた。私たちが立てた仮説が正しければ、どちらの土壌に通した雨水の成分も、土壌に吸収されて通す前の雨水の成分より小さくなる。しかし、土壌の成分に近くならず、土壌に通す前の雨水の値より小さくもならなかったので、仮説②③が違うことが確認できた。

5. 今後の展望

現在琉球大学に実験で採取した水の分析依頼をしているため、その結果がわかり次第データをまとめ、最終的な研究結果を出したい。

6. 参考文献

沖縄県農林水産部編集－沖縄農林

<https://ryuhi.sakura.ne.jp/dojoubunpu.html>

沖縄農業研究センター

https://sugar.alic.go.jp/japan/example_02/example0910a.htm

古川雅英, 他,

「自然放射能からみた東アジアにおけるレスと風成塵起源土壌の特徴」, 2005年10月

謝 辞

本研究を進めるにあたり、琉球大学名誉教授の古川雅英先生、地球環境学研究所の皆様、元向陽高校教諭の松本拓利先生をはじめ、研究に携わって頂いた全ての皆様に心より感謝申し上げます。

雄樋川の水質調査

Water Quality Survey of the Yuhi River

安和梨桜華 玉寄朝暉 知花心光
照屋理桜音 平田璃奈 松川まひろ

Riona AWA Tomoki TAMAYOSE Kokomi CHIBANA

Rion TERUYA Rina HIRATA Mahiro MATSUGAWA

要 旨

私たちは、沖縄県南部にある雄樋川の汚染を改善したいと思い、河川の水のサンプリングを始め、原因を推定し改善策を考えた。雄樋川の上流はBOD（生物が水中にある有機物を分解するのに必要とする酸素の量）が他の地点よりも高く、汚染されていることが分かった。中流はアンモニア・リンが高く、畜舎排水、生活排水が流れ込んでいる事が考えられた。下流は硫酸イオンや塩化物イオン、EC（電気伝導率）が極めて高く、サンプリング場所が海に近すぎたことが原因ではないかと考えた。今後は下流の測定場所を再検討し、天気や地質にも目を向けたい。また、木炭の水質浄化の実験を進め、水質の改善方法を考えていきたい。

Abstract

We wanted to improve the pollution situation of the Yuhi River in southern Okinawa prefecture. We started by sampling river water, estimating the causes and thinking of improvement measures. We found that upstream BOD (Biochemical Oxygen Demand, which is the amount of oxygen consumed by microorganisms when they break down organic matter in water) was higher than other points of the river and was polluted. It was thought that the middle stream was high in ammonia and phosphorus, suggesting livestock drainage and domestic wastewater were flowing in. We thought the sampling location of the downstream water was too close to the sea because the values of sulfate ion, chloride ion, and EC (Electrical Conductivity) were extremely high. In the

future, we will re-examine the downstream sampling location and determine the relationship between weather and geology on pollution. In addition, we would like to proceed with the experiment of water purification using charcoal. After that, we would like to think about how to improve the water quality of the Yuhi River.

はじめに

去年、授業で雄樋川の水をサンプリングし分析した結果、pH(酸性またはアルカリ性の強さを表す指標)・COD(水中の有機物等を酸化剤で酸化するときに消費される酸化剤の量を酸素の量に換算したもの)ともに値が8程度と出たため、汚染されていることが分かった。CODの値が6~8だと汚水と見なされる。

また、沖縄県南部を流域とする雄樋川は環境省の水質基準によりD類型に分類されている事が分かっており、D類型とは薬品注入、高度な浄水操作を行えば工業用水に利用できる程度で、農業用水として利用できる程度のことである。

そこで、私たちはより詳細かつ継続的にその水質を調査することによって、経年的な水質の変化と汚濁の原因を推定し、水質の改善方法を考えたい。

仮説

1. 上流(A地点)について、ダムは山から出てきた綺麗な水を貯めているため、中性で不純物がない水だろう。
2. 中流(B地点)は、周りに畑が多いことから、肥料が流れ込み、リンの値が高くなるだろう。
3. 下流(C地点)は、周りに住宅地が広がっているため雄樋川に有機物が流れ込みBODの値が高くなるだろう。



【図1】樋川の各地雄点



【図2】上流(A地点)



【図3】中流(B地点)



【図4】下流(C地点)

実験・観測方法

(1) 水質調査

【図 1】のように雄樋川に上流（A 地点）、中流（B 地点）、下流（C、D 地点）の 3 地点を設定した。雄樋川は延長が 2km あるため、1km 地点を中流とした。

各地点の河川の水を測定し、結果を「環境省の水質汚濁に係る環境基準」と比較し、汚濁の原因を推定する。測定項目は pH・水温・濁度・EC（電気伝導率）・BOD・リン酸(P)・アンモニウム態窒素 (NH_4^+)・SS（水中に懸濁している不溶解性物質）・ICP-MS（水溶液中の微量元素）・イオンクロマトグラム（水溶液中の陽イオンと陰イオン濃度）の 10 項目である。リン酸の値が高いと畜舎排水が原因の可能性が高く、アンモニウムの値が高いと工場排水か生活排水の可能性が高いことが分かっている。pH・水温・濁度・EC はマルチ水質測定器を用い、現地で測定する。BOD・リン酸・アンモニウム態窒素はパックテストを用いて測定する。SS は琉球大学からろ過器、乾燥器をお借りして測定する。ICP-MS・イオンクロマトグラムは総合地球環境学研究所に分析を依頼した。

(2) 水質の改善方法

茨城県立鉾田第二高等学校の「ホコニ水質浄化プロジェクト」を参考に、木炭の水質浄化作用を利用した実験を行った。

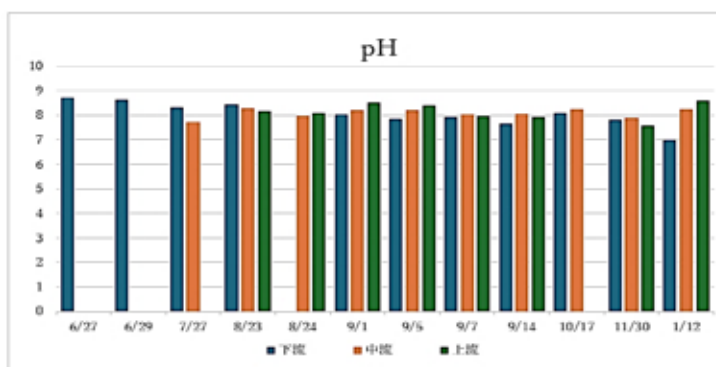
河川中流の水 4L にオガ炭（木材加工の際に出るおがくずを再利用して作られた木炭の一種）400g を入れ、一週間ごとに pH・水温・濁度・EC・BOD・アンモニウム態窒素・リン酸を測定した。

結果

(1) 水質調査

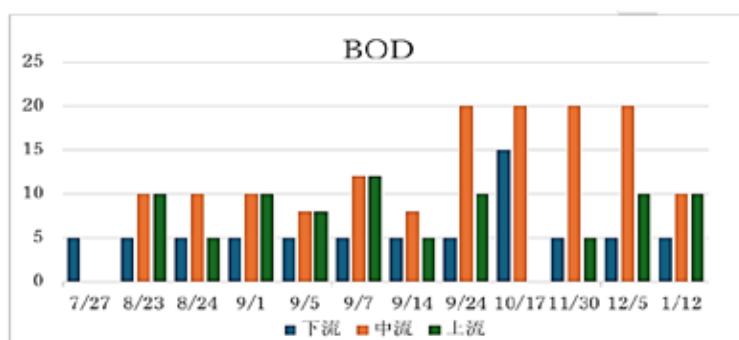
下流の測定地点について、6 月 27 日から 9 月 24 日までは C 地点、10 月 17 日から 1 月 12 日までは D 地点で水のサンプリングを行った。

図 5 は A、B、C、D 地点の pH である。下流、中流、上流もほとんどの値が 8 前後の弱アルカリ性で優位な差は見られなかった。



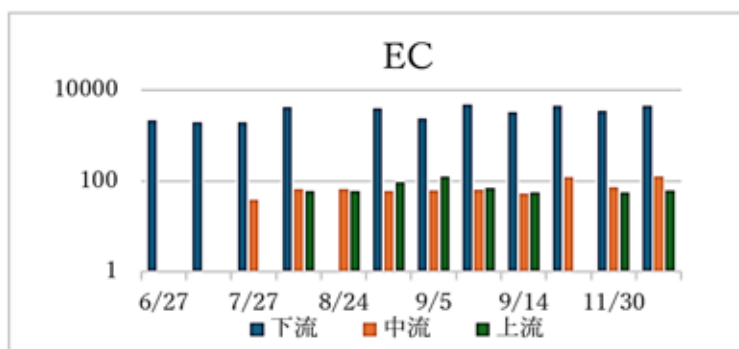
【図 5】上流（A）、中流（B）、下流（C、D）地点の pH 値

図6はA、B、C、D地点のBOD値である。下流は全て5mg/Lだが中流や上流は10mg/L前後と値が高くなった。



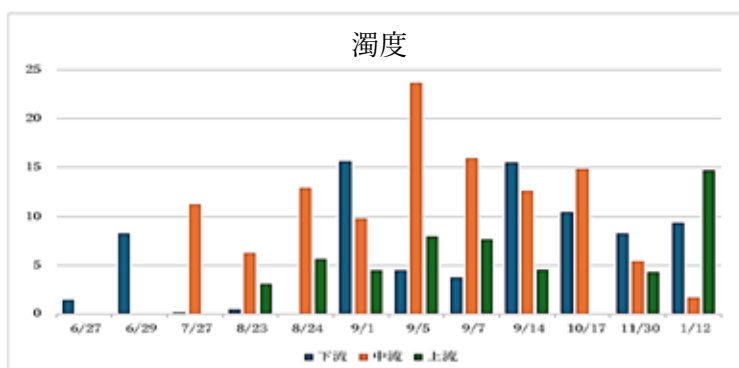
【図6】上流 (A)、中流 (B)、下流 (C, D) 地点のBOD値

図7はA、B、C、D地点のEC値である。下流の値が他の2地点に比べて高くなった。また、中流と上流は60前後とほとんど同じ値になった。



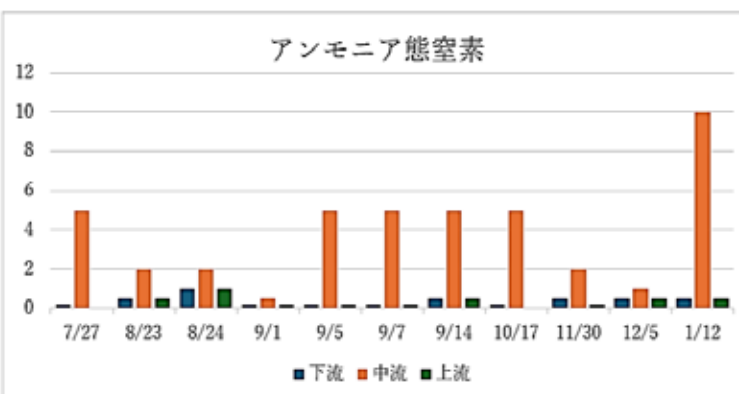
【図7】上流 (A)、中流 (B)、下流 (C, D) 地点のEC値

図8はA、B、C、D地点の濁度地点である。測定値にばらつきはあるが中流の値が高くなった。



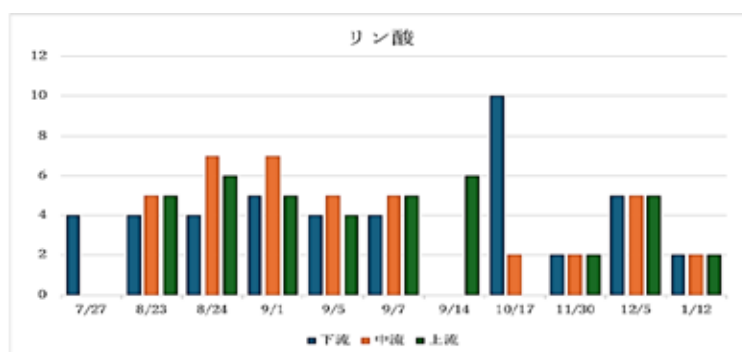
【図8】上流 (A)、中流 (B)、下流 (C, D) 地点の濁度値

図9はA、B、C、D地点のアンモニア態窒素値である。アンモニア態窒素は、中流の値が下流や上流と比べて5から10と比較的高くなった。下流や上流の値は0に近くなった。



【図9】上流 (A)、中流 (B)、下流 (C, D) 地点のアンモニア態窒素値

図10はA、B、C、D地点のリン酸値である。10月17日と11月30日、1月12日のA、B、C、D地点の測定値に差が見られ



【図10】上流（A）、中流（B）、下流（C,D）地点のリン酸

表1はA、B、C、D地点のイオンクロマトグラムのデータである。ICP-MSとイオンクロマトグラムのデータは中流だけがリン酸イオンの値が高くなった。下流では塩化物イオンと硫酸イオンの値が高くなっていた。

【表1】イオンクロマトグラムのデータ

	F ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	Br ⁻	NO ₂ ⁻	SO ₄ ²⁻	PO ₄ ³⁻	HCO ₃ ⁻
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
A-1 9/1 上流	0.2	51.1	0.0	0.5	1.7	48.6	0.0	163.5
A-2 9/1 中流	0.2	48.3	0.0	0.3	7.3	43.5	2.7	220.9
A-3 9/1 下流	10.3	16360.6	0.0	71.6	74.0	2247.4	0.0	172.0
A-4 9/7 上流	0.2	97.9	0.0	0.5	1.4	58.2	0.0	165.3
A-5 9/7 中流	0.2	46.2	0.0	0.3	6.3	36.2	2.4	192.8
A-6 9/7 下流	0.0	17418.7	0.0	78.6	0.0	2407.9	0.0	159.2

SSは、53.3mg、76.5mgで、変わらずD類型に分類されると分かった。

(2) 水質の改善方法

木炭を利用した水質浄化の実験では、実験前の値と変化がなかった。また、時間が経つと木炭のくずが出てきてしまった。

考察

(1) 水質調査

図6より上流のBODの値が高くなっていることから、上流がコンクリートの三面張りであり、そこを川の水が通っているため微生物が住み付かず有機物の分解がされないことが原因だと考えた。図9、10より中流は他の地点と比べてリン酸、アンモニア態窒素の値が大きいため汚濁の原因として畜舎排水、生活排水がなんらかの形で流れ込んでいると考えた。また、表1より下流(C地点)の測定場所がイオンや塩化物イオン、ECの値がひととき高くなったことから海に近すぎたと考えた。また、下流の位置をD地点へ変更したが、ECの値が変わらず高かったため、D地点も海に近すぎたことやとても汚れていると考えた。図10より10月17日の下流(D地点)の値が高くなったのは、測定場所をC地点からD地点に変更したためであり、またその後の値に関してはパックテストで目視だったため値に差が生まれたと考えた。

(2) 水質の改善方法

水質浄化の実験で効果がなかった原因は、使用した川の水の量に対して炭の量が少なく、浄化作用が弱かったからだと考えた。また、炭のくずが出てきてしまった原因は、備長炭のような天然木で作られている堅い木炭ではなく人工成形燃料の柔らかいオガ炭を使ったことだと考えた。

今後の課題

環境 DNA は個々の生物個体からではなく、海・川・湖沼などの水、土壌、大気といった環境の中に存在する生物由来の DNA の総称である。今後は、環境 DNA を採取・分析することで、その環境に存在する生物の種類、特定種の存在の把握、生物の量や個体数の推定をしていきたい。同時に沖縄県環境部の水質階級と指標生物を参考に河川の汚濁の原因を推定していきたい。また、下流の測定場所を再検討し、天気や地質にも目を向けながらサンプリングを続けデータを集めていきたい。水質浄化の実験では、天然木で作られている炭を使ったり、定期的に炭を変えたりしながら改善方法を考える。

参考文献

- 1 BOD、COD「国土交通省近畿地方整備局」
https://www.kkr.mlit.go.jp/yodogawa/know/summary/quality/wq_bod.html
- 2「環境省の水質汚濁に係る環境基準」
<https://www.env.go.jp/kijun/mizu.html>
- 3「ホコニ水質浄化プロジェクト」(銚田第二高等学校)
<http://mirai.biol.tsukuba.ac.jp/biol3.pdf>

謝辞

終始熱心なご指導を頂いた産業技術総合研究所の井口亮教授、研究に関する有益な助言を頂いた琉球大学の古川雅瑛教授、元沖縄県立向陽高等学校教諭松本拓斗先生に心より感謝申し上げます。

トラス構造について ～ダンボールの強度とトラスの密度との関係～

Truss structures: The Relationship Between Cardboard Strength and Truss Density

照屋盛也 渡邊波輝 笈沼美妃 大城美優

Seiya TERUYA Namiki WATANABE Misaki OINUMA Miyu OSHIRO

要旨

ダンボールの強度に興味を持ち、ダンボールを構成するトラス構造の強度と密度の関係について調べた。ケント紙を用いてトラス構造を作り、その上に錘を乗せ壊れた時の重さを量った。密度を大きくするとトラス構造の強度、トラス構造を構成する三角形の強度、斜辺の耐えることのできる力は全て上がっていた。

Abstract

We became interested in the strength of cardboard and investigated the relationship between the strength and density of the truss structure that makes up cardboard. We made a truss structure using Kent paper, put a weight on it, and weighed it when it broke. As the truss structure density increased, the truss structure strength, the strength of the triangles within the truss structure, and the force that the hypotenuse can withstand all increased.

【キーワード】

・トラス構造・密度・強度

1 初めに

私たちはオリンピックの選手村で使用されていた段ボールベッドの存在を知り、段ボールの強度について興味を持ち研究を始めた。研究をするにあたり注目したのは三角形を1つの単位として組み合わせた構造で強度が非常に強いことで知られているトラス構造である。この実験では三角形の密度を変えていき、より強度の高い密度を見つけることを目的とした。ここで密度とは10 cmあたりの三角形の個数のことを指す。

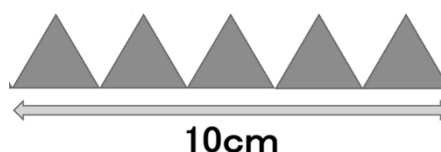


図 1

2 仮説

三角形の密度を大きくすればするほど、強度も高くなっていくという仮説を立てた。トラス構造は三角形の頂点に加わった力を左右に分散することで安全性を保つことができるという仕組みで成り立っているので、三角形1つあたりが耐えることのできる力は常に一定であり、錘に触れる部分の三角形の数が増えることにより強度も増していくのではないかと考えた。

作り方

1. ケント紙をカッターで切る
2. 三角形ができるように折り曲げる
3. 両面テープを貼ったケント紙の上に三角形を作るように乗せる

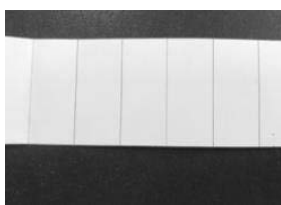


図 2

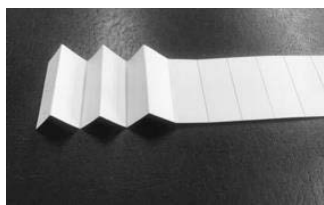


図 3



図 4

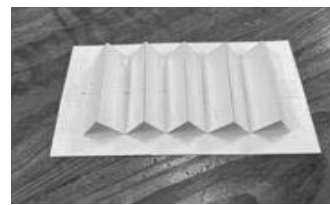


図 5

3 実験と結果・考察

実験

密度の違うトラス構造の強度を調べる。この時、トラス構造の高さは全て1 cmに揃えた。

実験方法

1. 作ったトラス構造の上にアクリル板を置く
2. その上に容器を乗せ、その中に静かに水を入れていく
3. 潰れた時の水の総量を測る



図 6



図 7

※容器の底が平らではないのでアクリル板を置いて全ての三角形に均等に重さがかかるようにした。

4 結果

図 8 は横軸がトラス構造における三角形の個数で、縦軸がトラス構造が壊れた時の重さである。グラフをみると三角形の密度が増えるに従い、潰れた時の重さも増加していることがわかる。

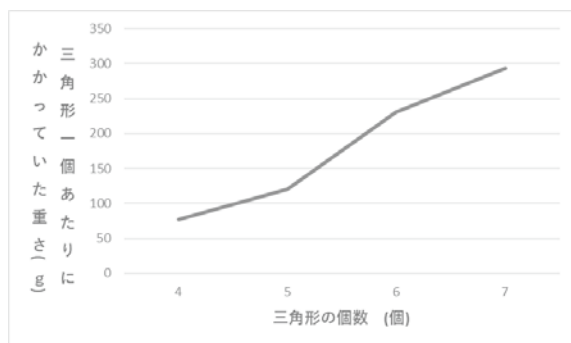


図 8

図 9 は力の分解を表しており、それを用いて斜辺方向の力について説明する。斜辺 AB が $X\text{cm}$ 、高さ AC が 1cm のトラス構造を考え、線分 AC と線分 AB のなす角を θ とすると $\cos \theta$ は AC/AB なので $1/x$ となる。そして、 n 個の三角形に質量 m の錘が乗っていて均等に重さがかかるとするとこの鉛直方向の力は mg/n である。ここでの g は重力加速度を表す。この鉛直方向の力を斜辺方向の力に分解すると斜辺方向の成分 AE へ分解できる。この斜辺方向の力を F とし、直角三角形 AED を見た時、辺 AD の長さがひし形の性質から $mg/2n$ となる。よってこの三角形において $\cos \theta$ は $mg/(2n/F)$ となりこれを F について解くと $mg/2n\cos \theta$ になる。 $\cos \theta$ は $1/x$ であるのでこの式を整理すると斜辺方向の力 F は $mgx/2n$ とすることができる。よってこの三角形において $\cos \theta$ は $mg/(2n/F)$ となりこれを F について解くと $mg/2n\cos \theta$ になる。 $\cos \theta$ は $1/x$ であるのでこの式を整理すると斜辺方向の力 F は $mgx/2n$ とすることができる。図 9 は横軸は三角形の個数で縦軸は斜辺方向の力となっている。斜辺方向の力とは三角形が壊れた時に斜辺にかかっていた力のことなので、斜辺が耐えることのできる限界値であると考えられ、個数が増えるに従い増加していることがわかる。図 8 は横軸は三角形の個数で縦軸が三角形 1 つあたりにかかっていた重さを表している。三角形 1 つあたりにかかっていた重さは、三角形 1 つあたりが耐えることのできる重さと考えられた。従って三角形 1 つあたりが耐えることのできる重さは個数が増えるのに従い増加していることがわかる。

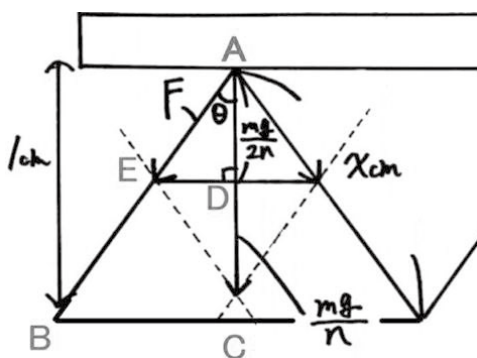


図 9

図 10 から三角形の密度を増やせば増やすほど強度は高くなった。また図 8、11 から、三角形の斜辺方向にかかっていた力の大きさや三角形 1 つあたりの強度も同様に高くなった。

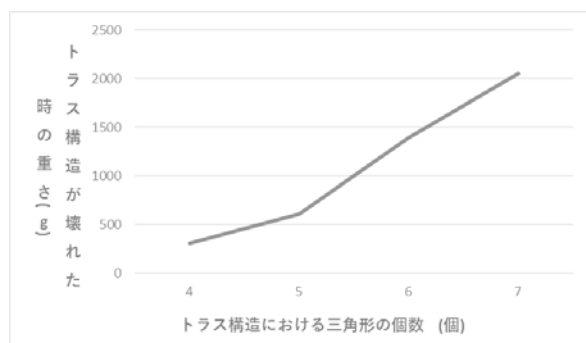


図 10

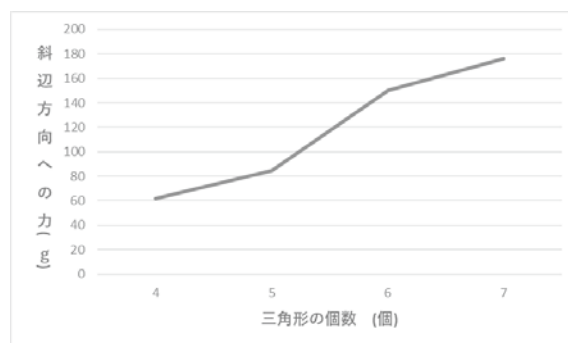


図 11

5 考察

実験で三角形の個数が増えるほど強度が増すことがわかった。私たちは仮説として三角形 1 つあたりが耐えることができる力は一定であると考えていたが三角形 1 つあたりの耐えられる重さは、図 10、11 から三角形の個数が多くなるほど増加していることがわかった。このことから、強度が増した原因は三角形の個数が増えたことによるものだけではないと考えられる。

6 今後の課題

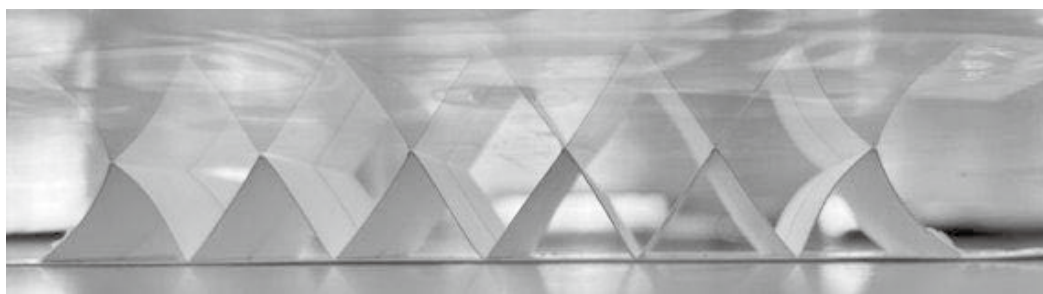


図 12

実験で図 12 のように端の三角形から潰れていく様子が見られたので、端の三角形に錘が乗っていない状態で実験をして違いを調べたい。

三角形の個数の変化に伴い、三角形の形も変化するるので形による影響も調べたい。

7 謝辞

本研究でお世話になった琉球大学理学部物質地球科学科准教授前野昌弘先生、照屋遼先生、大城航先生に感謝申し上げます。

圧電素子による発電

Piezoelectric Element

城間健耀 中島優樹 山入端利匠 崎原紳太郎 下地亜雄

Kenyo SHIROMA Yuki NAKAZIMA

Russo YAMANOHA Shintaro SAKIHARA Ao SHIMOJI

要旨

私達はエネルギー生産に圧電素子という物体に注目しそれを利用した。また効率よく発電するため直列接続と並列接続を比較し、得られる電圧が最大になるように実験を進めた。その結果、斜面からカプセルを転がし圧電素子に圧力を加えるよりも自由落下によって圧電素子に圧力を加えるほうが得られる電圧は大きくなると分かった。また、圧電素子から生じる電圧と電流は直列接続も並列接続もほとんど変わらなかった。さらに、圧電素子に加える圧力と電圧には強い正の相関があるということがわかった。

Abstract

We focused on and utilized piezoelectric elements for energy production. Also we considered series and parallel circuits to generate energy efficiently, and conducted experiments to generate maximum voltage. As a result of comparing the control experiment by using series and parallel circuits, we realized that there was almost no difference in voltage and current generated from piezoelectric elements between series and parallel circuit. Furthermore, when we measured the voltage from piezoelectric elements under changing pressures, we learned that there was a strong positive correlation between the pressure given to the piezoelectric elements and voltage.

1 初めに

現在、様々な発電方法がある中で、SDGs（持続可能な17の開発目標）のクリーンエネルギーの実現として、CO₂を排出せず圧力を加えることで発電することのできる圧電素子に興味を持った。私たちが日常生活の中で物体の運動を利用して遊びを行っている事に着目して、この運動エネルギーを利用して圧電素子による効率の良い発電方法を調べた。3Dプリンターを用いて球体を作成し、この球体を転がすことで内部に入れた圧電素子による発電を行い、電圧を得ることができた。

2 仮説

圧電素子をカプセル内に貼り付け、カプセル内部に質量 m の球をいれて、高さ h からカプセルを転がしたときと、質量 m の球を高さ h から自由落下させて圧電素子に直接ぶつけたときでは、転がしたときの方が遠心力などがはたらくため、より高い電圧を得られる。並列接続よりも直列接続のほうが、より効率的に電力を得ることが出来る。使用する圧電素子から得られる最大電圧に達するまでは、加えた運動エネルギーと得られる電圧は強い正の相関関係にある。

3 実験

実験器具の説明

図1 カプセル 半径5センチのものを3Dプリンターで製作した。直列接続した圧電素子をカプセル内に取り付けて小球をカプセルに入れた。

図2 カプセルを転がす坂 この坂の上から手を離すようにして圧電素子を転がした。仮説を検証するために3つの実験を試行した。

- 1 斜面からカプセルを転がし、生じた電圧と電流を測定する。
- 2 小球を圧電素子上に自由落下させ、生じた電圧と電流を測定する。
- 3 カプセルを自由落下させ、生じた電圧と電流を測定する。



図1 カプセルを転がす坂

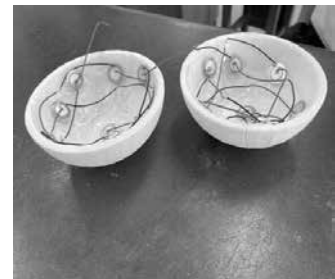


図2 球体及びその内部

4 結果

実験1で圧電素子に小球を自由落下させた際に発生した電圧と、実験2で圧電素子を張り付け、小球を入れたカプセルを転がした際に発生した電圧を計測した結果、実験1よりも実験2のほうが電圧が大きくなった。実験3で圧電素子を直列と並列でそれぞれ接続し、10 cmの高さから圧電素子に球を落下させ電圧を測った。その結果、図3と図4を見ると両方とも2V前後となり、電圧の最大値の違いはほとんど見られなかった。同様の方法で電流の値も計測した結果、図5と図6から両方とも約10mAと電流の値もほとんど変わらなかった。実験3で5 cmから40 cmにかけて5 cmおきに高さを変えて圧電素子に球を落下させて、電圧を測った結果、図7から圧電素子に接触させる球の高さが大きくなるほど、生

じる電圧の量は大きくなった。またこのことから、仮説で設けた相関関係に関しては強い正の相関が見られた。

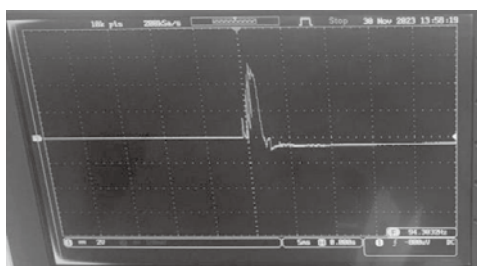


図3 直列接続時の電圧

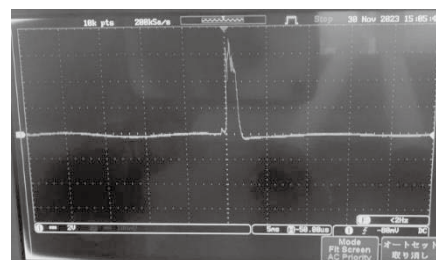


図4 並列接続時の電圧



図5 直列接続時の電流



図6 並列接続時の電流

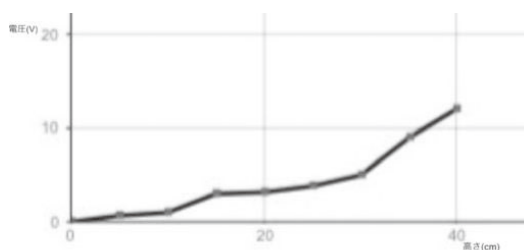


図7 縦軸電圧 (V) 横軸 (cm)

5 考察

以上の結果から、私達は3つの考察を立てた。

①実験2が実験1より高い電圧が出たのは、カプセルが坂を転がっている間、内部の球体は複数回カプセルと衝突したため、最下点に達するまでに力学的エネルギーの総和は増加せず逆に減少する。これは、カプセルの側面と球体が衝突した際にエネルギーが音や摩擦熱として放出されるためと考えられる。

②坂からカプセルを転がすという条件のもとでは並列接続のほうが直列接続のほうが優れている。それぞれのつなぎ方をした圧電素子に同じ高さから球を落としたところ、電圧、電流ともにほとんど変化がなかった上に、直列接続の場合は繋いでいる圧電素子全体に圧力を加えないといけないのに対して、並列接続の場合は繋いでいる圧電素子のどれか一つに圧力が加われば実験と同じ結果が得られるので、並列接続のほうが電流を発生させやすいということから並列接続を採用しようという結論に至った。方をした圧電素子に同じ高さから球を落としたところ、電圧、電流ともにほとんど変化がなかった上に、直列接続の場合は繋いでいる圧電素子全体に圧力を加えないといけないのに対して、並列接続の場合は繋いでいる圧電素子のどれか一つに圧力が加われば実験と同じ結果が得られるので、並列接続のほうが電流を発生させやすいということから並列接続を採用しようという結論に至った。

③圧電素子に接触させる球の高さとその電圧には正の相関がある。実験⑤より圧電素子に落下させる球の高さを高くするほど得られる電圧の値が大きくなったことから、正の相関関係がある。

6 今後の課題

実際に、並列接続でカプセル内部全体に圧電素子を張り付け、カプセルを坂から転がしてから最下点に至るまでに得られた電圧の大きさ。内部の球体により大きな運動エネルギーを持たせることにより圧電素子の最大発電量をカプセルを用いた状態で得られるようにする。

7 参考文献

技術コラム～圧電素子とは？

https://www.matsusada.co.jp/column/whats_piezo.html

GLIS サイエンス×探求Ⅱ令和4年度 課題研究論文集

<https://www.hyogo-c.ed.jp/~kenita-hs/30-special/30-70-GLiS/R4ronbunsyu.pdf>

圧電素子による発電効率の向上に関する研究

<https://www.chusho.meti.go.jp/sapoin/index.php/cooperation/project/>

8 謝辞

本研究にあたって多くの方々にご指導やご協力をいただきました。いつも熱心にご指導してくださった大城航先生、照屋遼先生を始めとした多くの先生方、琉球大学の前野昌弘准教授、心より感謝申し上げます。

水切りの跳ねる回数を増やすには

How can we increase the number of Mizukiri's bounce.

西條福之助 城間富大 新垣元希 上野琉碧 玉城愛登

SAIJO Fukunosuke SHIROMA Tomiharu ARAKAKI Motoki

UENO Rui TAMASHIRO Manato

要旨

自作した発射装置を使って、石の入射角による石の跳ねる回数を調べたが、石の角度を変えて発射した実験では全ての角度で1度も跳ねなかった。跳ねない原因が装置によるものではないかと考え装置の発射するゴムの張り具合や石を包むタオルの太さなどの条件を変え、石を発射した。全ての装置の条件でも1度も跳ねなかった。次に石の回転数に跳ねない原因があると考え、回転数と水に沈むのにかかる時間の関係を調べる実験を行った。回転数が多くなるほど水に沈むまでの時間が早くなった。石が跳ねない原因は装置で発射した時の回転数が多すぎる事だと考えた。今後の展望として、跳ねやすい回転数で発射出来る装置を作り、再び石が最も跳ねる条件を調べる。

Abstract

Using a self-made launcher, we investigated the number of times a stone would bounce depending on the angle of incidence of the stone. However in experiments where the stone was fired at different angles, it did not even bounce once. Thinking that the cause of the stones not bouncing may be due to the device, the stones were fired by changing variables, such as the tension of the rubber used by the device, and the thickness of the towel wrapped around the stones. It did not even bounce once under all the different equipment. Next, thinking that the reason why the stone did not bounce was due to the number of rotations of the stone, we conducted an experiment to investigate the relationship between the number of rotations and the time it took for a stone to sink into the water. The higher the rotation speed, the shorter it took to sink into the water. We thought that the reason why the stones did not bounce was because the number of rotations when fired by the device was too high. As for future prospects, we will create a device that can fire at a rotational speed that makes it easy for the stone to bounce, and once again investigate the conditions under which the stone will bounce the most.

【キーワード】 #mizukiri #the number of bounces #stone incidence angle #number of revolutions

1 初めに

石を水面に投げて何回跳ねさせることができるかを競う水切りという遊びがある。その際にできるだけ多くの回数跳ねさせるためにはどのような条件が必要なのかということに興味を持ち、角度や回転に関する実験を行い、その条件を調べることにした。

2 仮説

水面に衝突した時、図1のように水面に対して衝突した角度が水平に近い程水平方向の力が大きくなるため、より多く跳ねるのではないかと考えた。

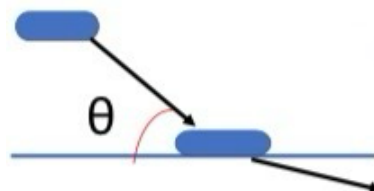


図1

3 実験1

水面に対して上向きと下向きに 0° ～ 15° までそれぞれ発射する。スマートフォンと目視によって跳ねた回数を計測する。

4 結果1

表1 上下向き 0° ～ 15° に向けたときの跳ねた回数

角度	下向き 15°	10°	5°	0°	上向き 5°	10°	15°
跳ねた回数(回)	0	0	0	0	0	0	0
試行回数(回)	30	30	30	30	30	30	30

5 考察1

石を上に向けて放っても下に放っても跳ねなかったことから、石を放つ方法ではなく装置自体に跳ねない原因があるのではないかと考えて次の実験を行った。

6 実験2

装置の条件を変えて石を放ち石が跳ねる条件を探す。ゴムの張り具合や回転をかけるためのタオルを変えた装置を6つ用意して、跳ねる条件を調べる。

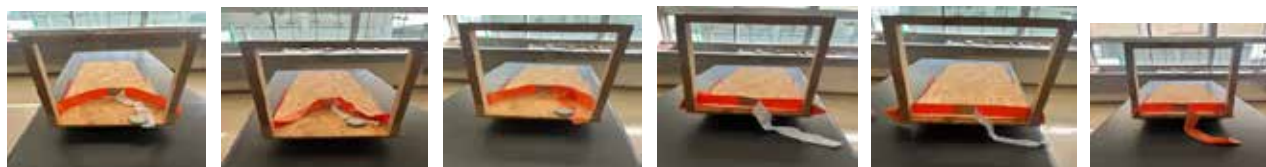


図2 太タオル 図3 細タオル 図4 ゴム 図5 太タオル 図6 細タオル 図7 ゴム
張らない 張らない 張らない 張る 張る 張る

7 結果 2

表 2 装置の条件を変えて石を放ったときの跳ねた回数

巻く材料、張り具合	図 2 太タオル 張らない	図 3 細タオル 張らない	図 4 ゴム 張らない	図 5 太タオル 張る	図 6 細タオル 張る	図 7 ゴム 張る	手投げ
跳ねた回数 (回)	0	0	0	0	0	0	30
試行回数(回)	30	30	30	30	30	30	30

8 考察 2

手で投げたときには図 8 のように着水した後にすぐに跳ねて水から離れた。装置を使ったときは図 9 のように着水した後、水の上を滑るように動き、その後沈んだ。次に両方の石の飛び方を動画のスロー再生で比較したところ、回転数に違いがあると分かった。そこで回転数が原因となって石が沈んでいるのではないかと考えた。

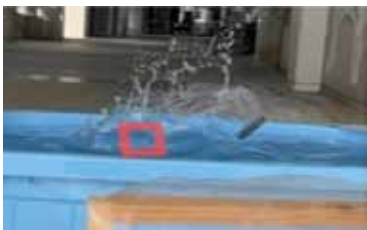


図 8



図 9

9 実験 3

水槽に水を貯めて、そこに人力で回転をかけた石を水面と平行にして落とす。そして石が着水した瞬間から水槽に貼ったマスキングテープを通過するまでの時間を計測し回転数によって沈むのにかかる時間を調べる。



図 10

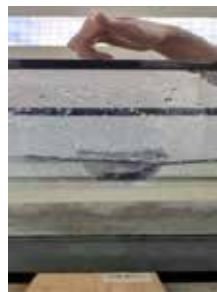


図 11

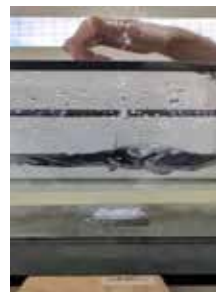


図 12

10 結果 3

～スロー再生で測った 1 回転にかかる時間～

0.3～0.4 秒（装置を使用した時）

①無回転②2.12 秒③1.43 秒④0.66 秒⑤0.56 秒

表 4 回転数ごとの石が沈むのにかかる時間

	①	②	③	④	⑤
1 回目	0.71	0.86	0.81	0.77	0.74
2 回目	0.61	0.88	0.79	0.76	0.68
3 回目	0.61	0.95	0.76	0.76	0.69
4 回目	0.67	0.95	0.81	0.79	0.63
平均	0.665	0.91	0.79	0.77	0.69

単位 [s] ※すべて同じ倍率のスローで測った数値

11 考察 3

①の結果から水切りにはジャイロ効果（回転のおかげで物体の姿勢が保たれる効果）が必要である。結果から①を除いて②から⑤にかけて回転数が早くなっていくたびに沈むのが早くなっていることがわかる。回転数が大きいほど沈むのが早くなることから回転により水をはじいて、跳ねる前に沈んでしまっているのではないかと考えた。

12 今後の展望

跳ねやすい回転数で発射出来る装置を作り、再び最も跳ねる条件を調べる。

13 謝辞

熱心なご指導をいただいた照屋遼先生と大城航先生、実験の際にプールの使用許可をいただいた体育科の先生方には大変お世話になりました。本研究に協力していただいた全ての皆様に心より感謝申し上げます。

14 参考文献

- ・水切りにおいて水上を跳ねる回数が増える石の条件とその投げ方.pdf (takefu-h.ed.jp)
- ・仁淀川国際水切り大会 | 投げ続けて 20 年！仁淀川で真剣勝負！（niyodoriver.com）
- ・石の「水切り」を成功させる物理的な条件が明らかに (2/3) - ナゾロジー (nazology.net)

風を受けて転がる物体の構造の条件

The Condition of Structure of an Object Rolling in the Wind

村井 泉

長濱 心乃

Izumi MURAI

Mino NAGAHAMA

要旨

私達の身の回りにある転がる物体について考えたとき、その多くは円柱や球体などの形をしている。しかし、これらの物体は風を受けにくい構造であると考えた。そこで、私達は、これらの物体を、風を受けやすい構造（風車や水車など）を参考に、さらに転がりやすいモデルを作成し、以下の実験を行った。①独自モデルを用いて羽の枚数とその移動距離を調べる。②独自モデルと円柱の風を受けての転がりやすさを比較する。実験の結果、次のことがわかった。①独自モデルでは円柱に比べて羽根 6 枚がよく転がる。②独自のモデルが円柱より長い距離転がる。

Abstract

When we think about the rolling objects around us, many of them are in the form of cylinders or spheres. However we thought that these objects had a structure that was not easy affected by wind. Therefore, we created a model of these objects that are more likely to roll by referencing wind-susceptible structures. (such as windmills and water mills) and conducted the following experiments. (1) Using a model, the number of blades and the distance traveled are examined. (2) Compare the custom model with the ease of a cylinder rolling in the wind. As a result of the experiment, it was found that; (1) In the custom model, 6 blades roll better than a cylinder. (2) The model rolls a longer distance than the cylinder.

【キーワード】 風 3D プリンター 構造 円

1, 研究背景

本来私たちは、風を受けて転がる地雷処理装置があると知り、それに近い自然の力を利用した地雷を処理できる装置を造りたいと考えていた。しかしテーマ検討会時に、地雷というテーマは人命に関わるため、どうしても実用性や安全性を求められるという点から、地雷処理に直接関わるのは困難だと判断した。そこで私達は規模を縮小し風の力で転がる物体という点に視点を変え当研究に至った。

2, 研究目的

1. 風を受けて転がる物体を創作し、そのモデルの最も転がりやすい条件を調べる。
2. モデルと円柱に風を与えたときの移動距離と比較する。

3, 研究方法

MISSION 1

円柱に比べ、風を受けやすい構造を設計する

(1) モデルの設計

転がる形状と言え、球体や円柱が身近である。球体は地面との接地面が円柱よりも小さいため、進み方が不安定である。よって、比較的安定して転がる円柱に近い形が望ましいと仮定する。私達は、風車や水車からインスピレーションを受け、転がりやすく、風を受けやすい形を加味し、図1のような独自のモデルを考えた。

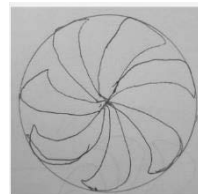


図1

(2) モデルの再現

3Dプリンターを使ってモデルの再現を行った。3Dプリンターの使い方は独学だったため、大変苦勞した。しかし、完成したモデルに風を与えても転がらなかった。これは地面との接地面が2点で安定してしまっていることが原因と考え、モデルの周りを写真2のように囲い、接地面を1点にした。

(3) 試作実験

これらの課題が改善されているかを確かめるため、試作実験を行った。

- ・周りの枠を3Dプリンターで作成し転がす

結果 真っ直ぐ進まなかった。

考察 試走した地面が机の上と床だったため摩擦が少なく 本体が滑ることで斜めに進むと考えた。よって地面を摩擦の大きい吸音マットの上で実験を行うことうまく転がると考え、実際に吸音マットの実験を行って見たところ真っ直ぐ進んだ。よって、これからの実験は吸音マットを用いることにする。

4, 実験方法

・実験方法

初期位置から風を当てた時の移動距離を調べ、羽の枚数を5枚～7枚に変えた時の違いを比較する。また、モデルと同じ大きさの円柱のときと比較する。

・実験装置

吸音マットの上にメジャーを貼り付けて、転がった距離を計測した。計測時モデルに印をつけ初期位置を決め、実験開始時の条件を揃えた。ドライヤーのみの風を受けるようにダンボールで囲いを作った。

・仮説

- ①羽の枚数が多いほど風を受けやすく、枚数が最も多い7枚の方が遠くまで進む。
 - ②円柱は風を受けにくい構造をしているため、作成したモデルの転がる距離は数倍程度増加する。
- 実験を常に同じ条件で行うために風を同じように当てる、初期位置を固定するなど工夫した。

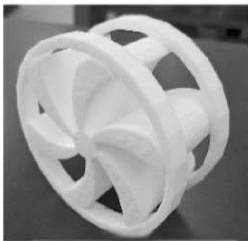


図 2

実際の枠付きモデル

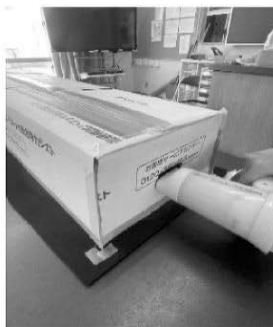


図 3

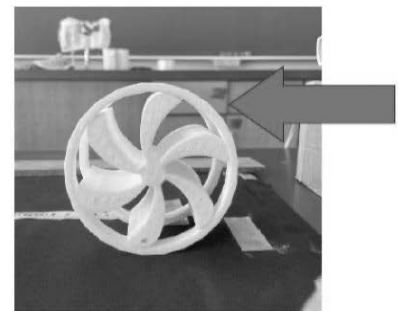


図 4

実験風景

5. 実験結果

羽の枚数を変えた場合、円柱の場合それぞれの データを 15 回ずつ計測した。

- (1) 羽の枚数を変化させたところ、枚数の少ない5枚が最も転がる
- (2) 円柱よりもモデルの方が転がる

しかし、モデルのそれぞれの質量が異なるため移動距離に差があると気づいた。まずは円柱とモデルの基本形を比較する。→円柱の質量を6枚の質量より軽く、できるだけ6枚の質量に近づけて比較する。

・モデルの質量 [g]

5枚 81.9 g 6枚 93.8 g

7枚 104.2 g

円柱 1 125.6 g 円柱 2 92.4 g

・充填率 円柱 1 → 円柱 2 15% → 9%

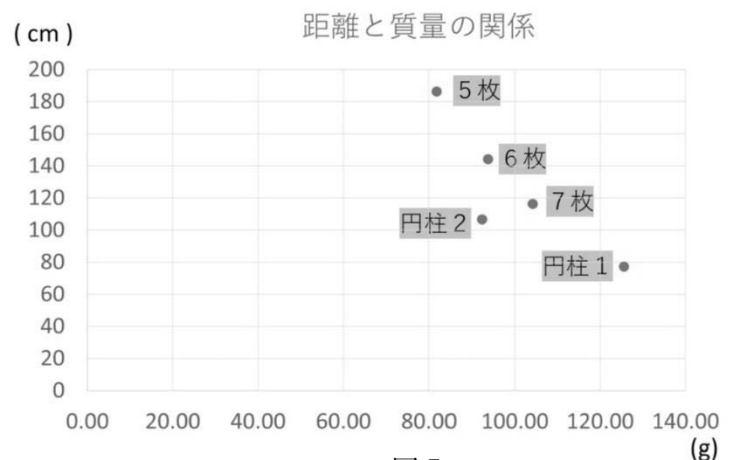


図 5

6, 考察

実験後、円柱とモデルを斜面上で転がし、物体の並進運動の様子を観察した。質量が近い円柱1とモデル7枚、円柱2とモデル6枚を比較したところ、どちらも円柱よりもモデルのほうが早く着地した。これより、円柱よりもモデルのほうが並進運動において転がるといえる。加えて風の力が加わることで、モデルの方がよく転がったのではないのではないかと考えられる。



7, 今後の展望

枚数が増えると質量も大きくなってしまうため、質量が距離に影響してしまう。よって、5枚、7枚の充填率を調整し、基本形の6枚の質量に近づけて実験を行う二次実験として、風力を変え実験を行う。風力を変えてもベストだと言える条件を見つける。

8, 謝辞

本研究を行うにあたって沖縄県立向陽高等学校の大城航先生をはじめ、照屋遼先生には終始適切な助言を頂き、より内容を深めることができました。また、モデルを考案する際には数学科の野原朝裕先生、米吉亮一先生、徳本博一先生に多大なお力添えをいただきました。本研究にご協力頂いたすべての皆様に心から感謝申し上げます。

高校受験の新しい情報収集手段を模索する

New Information Gathering Methods for High School

大城 京祐 与儀 祐太

Kyosuke OSHIRO Yuta YOGI

要旨

2020 年頃から新型コロナウイルスの世界的流行が始まり、政府は休校措置をとり、予定されていた行事の中止や高校の説明会の中止が相次いだ。その結果、進学を希望する学校の情報を入手する手段が減少した。

そこで私たちは、進学希望先の情報収集に活用でき、尚且つ外的要因に左右されない情報収集手段を製作することは出来ないだろうか考えた。本研究では学校の内部を 360 度画像で観覧でき、行事の様子や卒業生の進路状況を確認できるホームページの制作を行うとともに、Minecraft 内で学校を再現し自由に探索できる取り組みを行った。

Abstract

From 2020, COVID-19 started spreading around the world. The government took measures to close schools. As a result, planned events such as school information sessions were canceled. And the opportunity for obtaining information on high schools decreased. From these events, we wonder if we can find a way to gather high schools' information without the influence of external factors. In this research, we created a website where you can have a 360° view of the inside of the school, check out photos of events and check the career paths of graduates in tables and displays. We also recreated the school in Minecraft so that you can freely explore it.

1.はじめに

2020 年初頭に新型コロナウイルス感染症の流行が始まり、多人数での交流や外出が忌避されるようになった結果、高校受験にもその余波が及んだ。人との交流を避けるために多くの学校説明会が中止になり、受験生は多大な影響を受けた。(図 1 より)

そこで私たちは「学校の情報収集をする手段を外的要因から切り離すことが出来ればより安定した情報収集が可能になるのではないか」という仮説を立て、この研究を行った。

2.目的

仮想空間には、いつでも誰でも参加でき、誰もが気軽に参加しやすい、現実と比べてコミュニティが比較的参加しやすいといった特徴がある。また仮想空間のうち、Minecraft は老若男女問わず人気があって話題性が高く、クリエイティブ性にも優れている。そのため、Minecraft 内での訪問を情報収集手段とすることで、直接来校するよりも参加人数が増加し、来校者や高校生等との情報交換の機会も増やすことができると考えた。

加えて、高校受験の際には、高校等の HP や受験・教育に関する情報サイト等が主に観覧されやすい傾向がある。(図 2 より) そのため、高校の公式 HP から直接飛ぶことのできる学校紹介 HP を作成することで、多くの人に閲覧してもらえ、情報収集手段の幅が広まると考えられる。また、高校に関する情報だけでなく、360 度画像も用いて学校紹介をすれば、入学後を想像しやすくなると考えた。

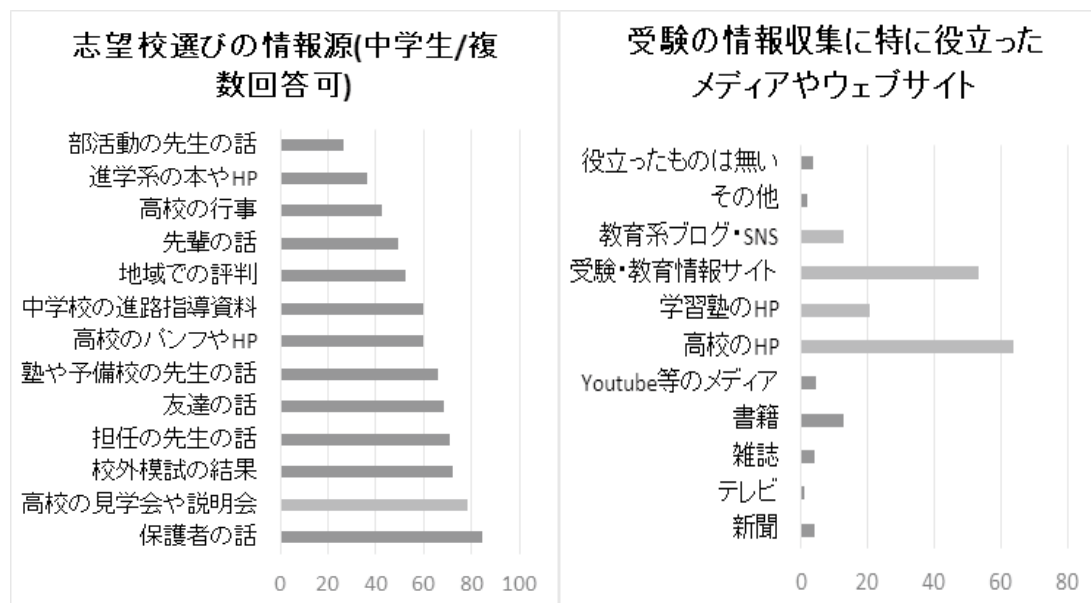


図1(Benesse 2012 教育研究開発センター 高校受験調査 より)

図2(栄光ゼミナール 2023 高校受験の情報収集に関する実態調査)

3.取り組みの流れ

(1)学校紹介専用のホームページ作成

1. 学校内の 360 度画像の撮影
2. HP の作成・創作(360 度画像の添付、学校の情報の記載等)
3. HP の一般公開
4. アンケートの収集

(2)仮想空間(Mnecraft)内での学校再現

1. 学校の再現
2. 仮想空間(Minecraft)内での一般公開
3. アンケートの収集

4.検証方法

- (1)HP・仮想空間内の学校訪問に関するアンケートへの参加を促す
- (2)アクセス数、時間などのデータを収集して分析する
- (3)収集したデータから情報収集に役立っているかを考察する

5. 実験・観察

(1) 学校紹介専用のホームページ

1. Wix というホームページ作成ツールを使用してホームページを作成し、主に向陽高校の概要や学校行事などの特色、校舎外周・校舎内の 360 度画像、進学実績を掲載した。

一般の高校公式ホームページとは違い、志望校選びのための情報源だけを載せて、気軽に情報収集できるホームページにした。また、学校周辺の 360 度画像や行事紹介とその写真を載せて、入学後を想像しやすいようにした。

2. 360 度画像の撮影には iPad を用い、bubbil というアプリを使用した。また、校舎外周 6 ヶ所、校舎内 5 ヶ所の計 11 ヶ所の 360 度画像を載せた。

(2) 仮想空間 (Minecraft) 内での学校紹介

まず、外観から向陽高校の雰囲気を感じてほしいと思い、Minecraft 内で向陽高校のシンボルであるガジュマル広場やピロティ周辺を優先的に再現した。

一般の高校の見学会とは違い、まだ志望校が決まっていない人や、直接来校することが困難な人でも気軽に参加できるようにした。

6. 結果

行事の様子や進学実績の情報、撮影した 360 度画像などを掲載した HP を完成させることができた。また、仮想空間内での当初の目標であったピロティ周辺の再現まで達成することができた。しかし、完成が遅れてしまったことによりアンケートの実施も遅れてしまい、十分なデータを確保することが出来ずに実験結果を評価することが出来なかった。その結果、他の計画を実行する段階まで進めることが出来なかった。

7. 課題と今後の展望

ホームページを有効活用することが出来なかった点や校舎が作成途中であり、

ピロティ周辺のみしか作成が完了していない点、対応するバージョンを増やすことが出来なかったことや、当初の目標まで達成することができなかったことなどが挙げられる。

また、計画していた人を募ってのテストプレイや、紹介用の動画作成など、達成できなかった目標がいくつもあった。

よりホームページの有用性を上げられるように改善をする、アンケートでデータとして活用できる情報収集を出来るようにすることなどを目標としていきたい。

8.参考文献

- ・駒澤大学附属苫小牧高等学校 Google マップストリートビュー屋内版 学校内写真の公開を始めました (<https://www.komazawa-uth.ed.jp/gmap-streetview/>)
- ・インターネット・コミュニティの実験から見えてきたこと ～「デジタル・ネイティブ」から「スマホ・ネイティブ」へ～ (<https://www.blog.crn.or.jp/lab/02/23.html>)
- ・調査・研究データ | ベネッセ教育総合研究所 (<https://berd.benesse.jp/research/>)
- ・2023 高校受験の情報収集に関する実態調査 | 栄光ゼミナール公式サイト (<https://www.eikoh.co.jp/news/torikumi/p88296/>)
- ・東京成徳大学中学・高等学校における文化祭の取り組み (<https://edu.watch.impress.co.jp/docs/topic/special/1432157.html>)
- ・学生らが Minecraft の世界でキャンパス内の建物を再現 | 国立大学法人 大阪教育大学 (https://osaka-kyoiku.ac.jp/university/kouhou/topics/detail.html?item_id=7271&dispmid=5480)



図 3 学校紹介ホームページ



図 4 ホームページ内の 360 度画像



図 5 Minecraft 内で再現された校舎

円周上を回転する直線の交点の軌跡

The Trajectory of the Intersection of Straight Lines

Rotating Around the Circumference

大嶺駿 審虹昊 照屋盛陽 仲宗根伊吹

Shun OMINE Nico AKIRA Seiyo TERUYA Ibuki NAKASONE

要旨

共通の軸のまわりを回転する 2 つの図形による交点の軌跡を、三角関数を応用して求められるのではないかと考えた。軸のまわりに回転する直線は円周上を回転する直線と考えることができる。従って円周上を回転する 2 つの直線の交点の軌跡を求めることと捉え直し、考察を進めていった。2 つの直線の回転速度を $1:t$ とし、2 つの直線の方程式を立て、連立することにより交点の軌跡を求めた。関数ソフト(GeoGebra)を利用して t の値の違いによる軌跡の変化を分析し、現れる軌跡の形状や本数、漸近線などについて直交座標や極座標を用いて様々な方法で考察した。

Abstract

We thought that it might be possible to find the locus of the intersection of two straight lines rotating around a common axis by applying trigonometric functions. A straight line rotating around an axis can be thought of as a straight line rotating on a circumference. Assuming the rotational speed of the two straight lines to be $1:t$, we established an equation for the straight lines and found the locus of their intersection. Using functional software (GeoGebra), we analyzed changes in trajectories due to differences in the value of t . We examined the shape, number, and asymptote of the trajectories using rectangular coordinates and polar coordinates.

1.動機

三角関数の授業の中で点の回転について学んだ際に、図形の回転に応用できるのではないかと考えた。2つの図形を共通の軸に対して回転させたときに、その2つの図形の辺どうしの交点がどのような軌跡を描くのか考察することにした。

2.研究方法

1つの軸のまわりに回転する図形の辺は、図1のように円周に沿って回転する直線となる。簡単にするため、単位円上を回転する2点 P 、 Q について考える。原点を O とし、線分 PO と x 軸の正の向きのなす角を θ 、線分 QO と x 軸の正の向きのなす角を $t\theta$ とする。ここで、 θ は回転角を表す変数、 t は回転速度の比を表す変数である。

また、 P 、 Q の座標はそれぞれ $P(\cos\theta, \sin\theta)$ 、 $Q(\cos(t\theta), \sin(t\theta))$ と表される。

次に、点 P 、 Q を通る単位円の接線を l 、 m とすると、 m は l の t 倍の速度で単位円の円周に沿って回転する直線である。ただし、 t が負の値をとる場合は、2直線は互いに逆方向に回転する。

このようにして設定した2直線の方程式を、連立させることにより交点の座標を媒介変数表示し、関数ソフトを用いて交点の軌跡を描く。またその得られた軌跡から、形状やその特徴について分析を進めていく。

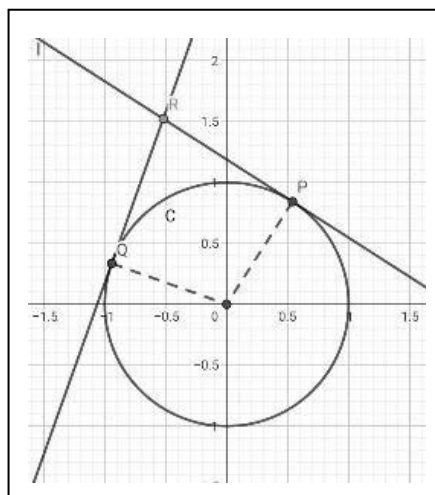


図1

3.結果

直線 l 、 m の方程式は

$$l: y = -\frac{\cos\theta}{\sin\theta}x + \frac{1}{\sin\theta} \quad m: y = -\frac{\cos t\theta}{\sin t\theta}x + \frac{1}{\sin t\theta}$$

上記の2式を連立して得られる、直線 l 、 m の交点 R の座標は以下の通り

$$x = \frac{\cos \frac{t\theta + \theta}{2}}{\cos \frac{t\theta - \theta}{2}}, \quad y = -\frac{\sin \frac{t\theta + \theta}{2}}{\cos \frac{t\theta - \theta}{2}} \quad \dots \dots \dots (1)$$

次に示す図 2 は様々な速度比で回転する 2 つの直線の交点の軌跡である。

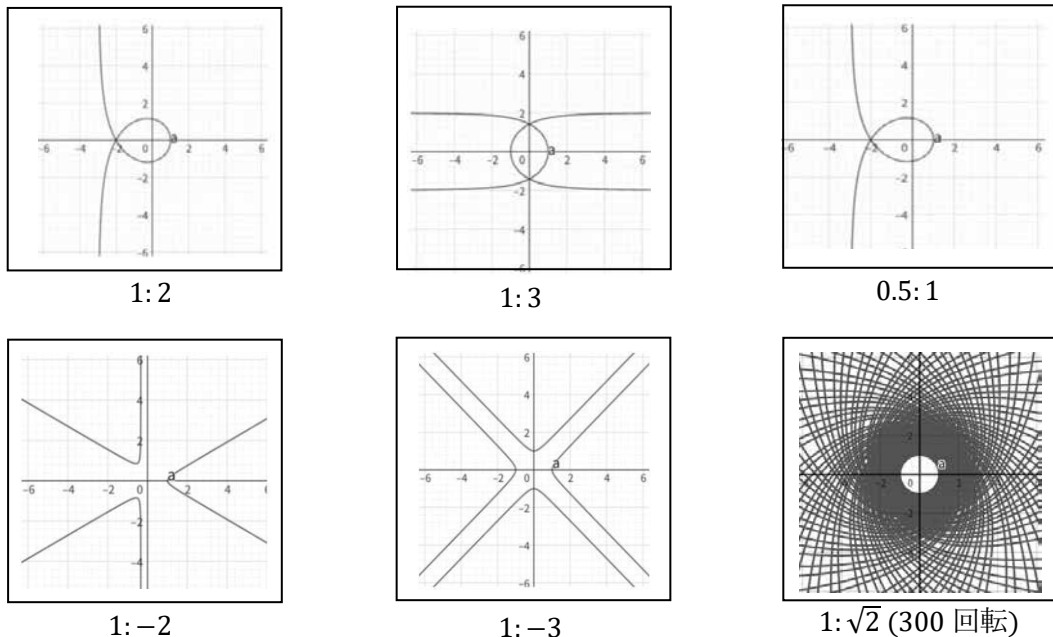


図 2

4.考察

1:0.5 と 2:1 のように角速度の比率が等しい場合は同じ形状の軌跡を描く。 t が有理数の場合、交点の軌跡は周期性をもつが、 t が無理数の場合、周期性をもたずに単位円の周りを曲線が何度も覆い尽くしていく。

t が有理数の場合の軌跡の考察

まず $t = -1, 0, 1$ の場合について考察する。 $t = -1$ のとき、2 直線は $x = 1$ の状態から互いに逆方向に同じ速さで回転を始めるため、交点の軌跡は $y = 0$ ($|x| \geq 1$)、となることは容易に想像でき、また式 (1) に代入することでも求められる。 $t = 0$ についても同様に考えると軌跡は $x = 1$ 。また $t = 1$ のとき、2 直線が重なる場合の交点を円との接点と定義すると、交点の軌跡は、 $x^2 + y^2 = 1$ となる。

直線 l, m が原点 O を挟み平行となり、点 P, Q が回転して直線 l, m が再び原点を挟み平行となるまでに点 R は 1 つの曲線を描く。ここで、直線 l, m が原点を挟み平行となる条件は、 k を整数とすると、

$$\theta = \frac{2k-1}{t-1} \pi \quad (1 \leq |k| \leq |t-1|) \quad \dots \dots \dots (2)$$

2 直線が円の原点を挟んで平行な状態、すなわち点 Q が $(-1, 0)$ の位置、点 P が $(1, 0)$ の位置から始まるようにすると、(1) の $t\theta$ を $t\theta + \pi$ とすればよいから、点 R の座標は

$$x = \frac{\sin \frac{t+1}{2} \theta}{\sin \frac{t-1}{2} \theta}, \quad y = \frac{\cos \frac{1+t}{2} \theta}{\sin \frac{1-t}{2} \theta} \quad \dots \dots \dots (3)$$

と求められる。ここで、角度 θ を 0 に近づけると

$$\lim_{\theta \rightarrow +0} x = \frac{t+1}{t-1}, \quad t \geq 2 \text{ のとき } \lim_{\theta \rightarrow +0} y = -\infty, \quad t \leq -2 \text{ のとき } \lim_{\theta \rightarrow +0} y = \infty$$

したがって、このとき点 R の漸近線は、直線 $x = \frac{t+1}{t-1}$ であることが分かる。

この結果は、点 PQ が $P(1,0)$, $Q(-1,0)$ の位置で 2 直線が平行となる場合であるが、その他の漸近線もすべて原点からの距離が $\frac{t+1}{t-1}$ の直線である。すなわち、

点 R の描く軌跡の漸近線は、原点を中心とし、半径 $\frac{t+1}{t-1}$ の円 C' の接線であり、

その偏角は $\frac{2k-1}{t-1}\pi$ であるから、次のように表せる。

$$x \cos \frac{2k-1}{t-1} \pi + y \sin \frac{2k-1}{t-1} \pi = \frac{t+1}{t-1}$$

図 3 は $t = -2$ のときの軌跡のグラフと漸近線および円 C' である。

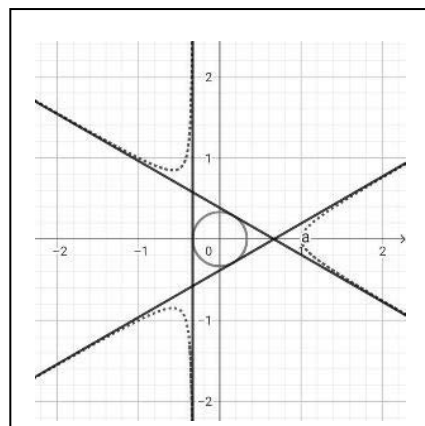


図 3

5.今後の展望

互いに大きさの異なる円周に沿って回転する直線の交点の軌跡など、条件を変えたときの図形の研究

6.謝辞

本研究にあたり、指導教諭として終始お世話になった米吉先生、野原先生には厚く御礼申し上げます。また、助言して頂いた山城先生や佐久川先生にも感謝の意を表します。ありがとうございました。

令和6年度指定スーパーサイエンスハイスクール

SS 課題探究 生徒論文集 第1年次

発行日 令和7年3月

発行者 沖縄県立向陽高等学校

〒901-0511 沖縄県島尻郡八重瀬町字港川 150 番地

電話 098-998-9324 Fax 098-998-9326

<http://www.koyo-h.open.ed.jp>



