

スーパーサイエンスハイスクール研究開発

令和5年度
理数科課題研究論文集



高知県立高知小津高等学校

目 次

はじめに	1 ページ
トラス橋の斜材本数と揺れの伝わり方の関係	2 ページ
フリーズドライ牛乳の溶解特性に関する研究Ⅱ	4 ページ
被災時におけるビタミン不足解消法について	8 ページ
有機酸・亜鉛化合物の添加によるエタノールの効果の変化の研究	12 ページ
高知県におけるホンダタヌキの DNA 解析による地理的隔離	16 ページ
映像酔いの研究	20 ページ
落ち葉を肥料へ～身近な発酵食品を用いて、栽培用土壌の改良を目指す～	22 ページ
構造物が波に与える影響の研究	25 ページ
コラッツ予想と3進数の関係	27 ページ
(参考) 課題研究発表に関する活動	30 ページ

はじめに

本校は平成 14 年度より文部科学省のスーパーサイエンスハイスクール事業の研究指定を受けており、本年度は第Ⅳ期終了後の経過措置 2 年目（通算 22 年）の最終年度となっています。第Ⅳ期の指定からSSHの取組を理数科のみならず普通科まで広げ、学校全体で探究型学習「課題研究」に取り組み、主体性や思考力、協働する力などを備えた次代を担う生徒の育成を目指しています。感染症も落ち着きつつあるため、本来の実施形態に戻しつつ、内容を精選することで効果的な取組を進めてきました。

本校において第Ⅳ期は主題を「地域創生に資するグローバルな視点で活躍できる理数系人材の育成プログラムの開発」として取り組んできました。経過措置である本年度もこの主題を引継ぎ、「ALL高知」の掛け声のもと、大学や研究機関、企業など多くの方々にご協力いただきながら、地域の課題や先進的な取組を学ぶ「地域フィールドワーク」、科学分野への興味関心と実験技能等の向上を図る「OZUサイエンス」や「短期集中体験ゼミ」、四国の自然環境や関連施設に対する興味を高めるための「サイエンスフィールドワーク」など様々な取組を実施することで、生徒たちは自然科学を学ぶ面白さや魅力を実感することができました。

理数科課題研究については、1年次に学習する「理数探究基礎」を通じてデータの分析やプレゼンテーションに必要な知識や技能を早い段階から習得させ、それらを生かして2年次、3年次の課題研究に取り組むことで、科学的な探究力や論理的に思考する力、プレゼンテーション能力などを総合的に育成する取組を行っています。また、同じく理数科では、科学技術の研究や自然科学に関する事柄を英語で学び、英語での資料作成や発表を行う授業である「科学英語」を実施し、国際感覚の醸成と英語によるプレゼンテーション能力を育む取組も進めてきたところです。

さて、感染症拡大の影響もあり、社会全体ではデジタル化が加速的に進行し、AIやIoT、IoT技術が急速に普及するなど、社会生活が大きく変化する一方で、本来私たちの生活を豊かにするはずの技術や情報に私たち自身が翻弄される状況も出てきています。今後このような世の中を生きる生徒の皆さんには、多くの情報の中から事実を正確につかみ取り、考え、分析し、判断して、しっかりと根拠を示しながら説明するとともに、仲間と協力しながら将来を切り開いていく力を身につけてもらいたいと思います。理数科の課題研究の取組は、将来の困難を乗り越えるためのそうした力の育成に必ずつながるものであると考えております。

この論文集にまとめられた課題研究は、令和3年度入学の理数科生の3年間の探究的な学習活動の集大成です。ぜひ多くの方にこの論文集を手にとっていただき、本校のSSH活動の取組と生徒の活動に理解と共感をしていただけましたら幸いです。

最後に、本研究の実施に際しましてご支援をいただきました大学・研究機関、企業の方々に心からお礼申し上げます。

令和6年2月

高知県立高知小津高等学校長 濱川 智明

トラス橋の斜材本数と揺れの伝わり方の関係

片岡 寛文, 瀬上 夏生, 西川 海斗

Abstract

The purpose of this research is to find the relationship between the number of diagonal pillars and the bridge's movement. First, we made bridges with different numbers of diagonal pillars: 8, 12 and 16. Next each bridge was shaken with the same intensity and for the same amount of time. When the bridges were shaking vertically, bridges with 12 diagonal pillars experienced the smallest amount of shaking. In conclusion, we thought that bridges with 12 diagonal pillars would be the best to build in the long-term when considering earthquakes.

1 はじめに

日本は地震が多い島国であり、本州や四国を結ぶ橋は非常に大切だと考えた。現在、多くの橋にトラス構造が採用されているが、トラス構造の縦向きへの力に強いことは知られているが、風や地震のような横揺れに対しての研究が行われていなかったのので、調査したいと感じ、取り組んだ。

2 研究の概要

斜材本数の異なる橋を作成し、地震発生装置で揺らした。実験Ⅰでは、橋を揺れと平行で、実験Ⅱでは橋を揺れと垂直に設置して実験を行った。実験Ⅲは橋脚の形が揺れに影響を与えるか調査するために行った。

それぞれの斜材本数で同様に実験を行い、平均値を求め、比較した。



写真1 斜材本数8本、12本、16本の模型

3 目的

地震が発生した際の被害を抑えるために、揺れを最も軽減するトラス橋の斜材本数を調べる。

4 準備物

- トラス橋の模型
橋脚：角柱 斜材本数：8本、12本、16本
橋脚：角柱、円柱 斜材本数：8本
- 地震発生装置「じしん君 mini」
(振幅 3.5cm、周波数 2.1Hz)
- ハイスピードカメラ ・ おもり 200g

5 方法

(1) 実験Ⅰ

- 斜材本数の異なる模型(8本、12本、16本)の上に 200gのおもりを置き、定規を固定させる。
- 橋の真上から撮影できるようにハイスピードカメラを設置し、前後に揺らした。
- 前後6往復の元の位置から移動した距離を求め、5回測定をして平均値をグラフにする。

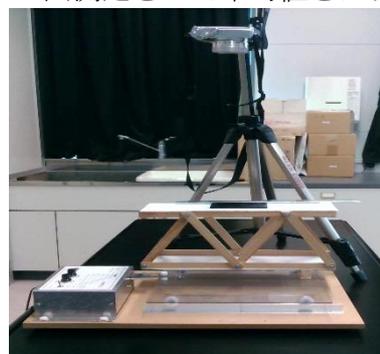


写真2 実験の様子

(2) 実験Ⅱ

- 斜材本数の異なる模型(8本、12本、16本)の上に 200gのおもりを置き、定規を固定させる。
- 橋の真上から撮影できるようにハイスピードカメラを設置し、前後に揺らした。
- 前後3往復の元の位置から移動した距離を求め、5回測定をして平均値をグラフにする。

(3) 実験Ⅲ

- 斜材本数8本の橋脚の異なる模型(円柱、角柱)の上に 200gのおもりを置き、定規を固定させる。
- 橋の真上から撮影できるようにハイスピードカメラを設置し、前後に揺らした。
- 前後6往復の元の位置から移動した距離を求め、5回測定をして平均値をグラフにする。

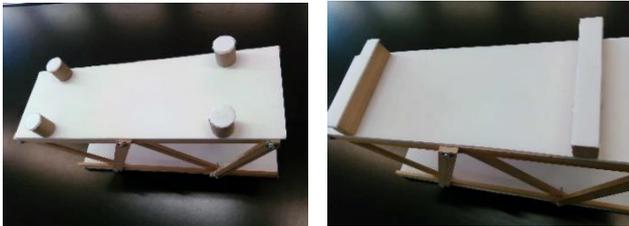


写真3 斜材本数8本の橋脚の異なる模型 (左:円柱、右:角柱)

橋脚の形においては、円柱の方が橋脚1本当たりにかかる揺れの方向の合力が小さくなることで、揺れ幅や最終位置が角柱よりも適切な橋脚の形だと考えた。

表1 各実験の適切な斜材本数と橋脚の形

	揺れ幅	最終位置	今後の予想
実験Ⅰ	8本	12本	12本
実験Ⅱ	8本	16本	16本
実験Ⅲ	円柱	円柱	円柱

*なお、今回の「適切」という表現は揺れ幅と最終位置の結果から考えた。

6 結果

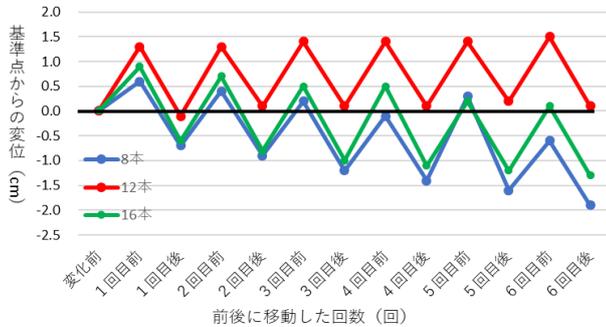


図1 実験Ⅰの結果

- ・揺れの幅 (平均) は斜材本数8本が最も小さい
- ・最終位置は斜材本数12本が基準点に最も近い

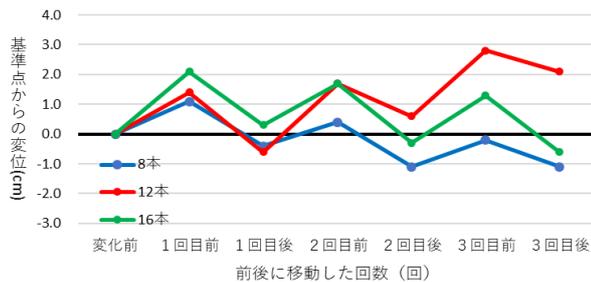


図2 実験Ⅱの結果

- ・揺れの幅 (平均) は斜材本数8本が最も小さい
- ・最終位置は斜材本数16本が基準点に最も近い

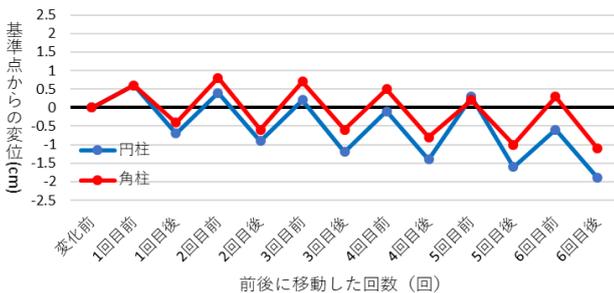


図3 実験Ⅲの結果

- ・揺れの幅の平均、最終の位置ともに円柱の方が揺れの幅も小さく、基準点に近い

7 考察

斜材本数が増えると土台と斜材の間の角が大きくなり、横の揺れに弱くなったと考えた。そのため、斜材本数が少なくても角度が小さい模型の方が、揺れ幅が小さくなると思った。

8 参考文献

- (1) ハナダ ユキヒロ, 「建築学生が学ぶ構造力学」. <http://kentiku-kouzou.jp/struc-torasu.html>. 2022年9月29日.
- (2) スライドで学ぶ建設工学 by 雅 (2020年). 「わかりやすい構造力学～トラス～」. <https://www.youtube.com/watch?v=cwLIohojrC0>. 2023年3月17日

9 謝辞

本研究を進めるにあたり、本州四国連絡高速道路株式会社 鎌田様にご助言いただきました。ここに感謝の意を表します。

10 指導者より

グループのメンバーらと共に、トラス橋の模型の作成や、測定方法に工夫を凝らし、試行錯誤する姿が印象的であった。また多くの発表の機会を通じて、相手に分かりやすく伝える能力が身についた。課題研究を通じて得たことが、彼らの今後の大学生活の糧となることを願う。

フリーズドライ牛乳の 溶解特性に関する研究Ⅱ

天富 雄雅、高橋 亜里紗、山崎 萌亜

Abstract

The purpose of this study was to improve the dissolution properties of freeze-dried milk (Following, FD milk). FD milk is soluble in warm water, but it is difficult to dissolve in room temperature water. Therefore, adding lecithin before freeze-drying improved the dissolution properties of FD milk.

1 はじめに

子供の頃、冷たいカルピスを飲むと口の中にプニプニとした固形物を感じるがあった。不思議に思い調べてみると、主に乳製品に含まれているタンパク質のカゼインが原因であることが分かった⁽²⁾。また、牛乳に含まれているタンパク質のうち約80%がカゼインタンパクで、水に溶解しにくい性質を持っている。このことは、フリーズドライ牛乳(以下、FD牛乳という。)が常温の水に溶けない原因と関連しており、カゼインの凝集によるものであった。そこで、本研究ではFD牛乳を作成する段階で水溶性大豆多糖類⁽⁴⁾(以下、レシチンという。)を添加し、FD牛乳の溶解特性を向上させることを目的として調査を行った。

常温の水(20℃)への溶解特性が向上すれば、様々な食品や製品への利用が可能になり、FD牛乳の実用性の向上に繋がると考えた。また、本校の先行研究「フリーズドライ牛乳の実用性に向けた溶解特性に関する研究」の課題解決にも繋がるのではないかと考えた。

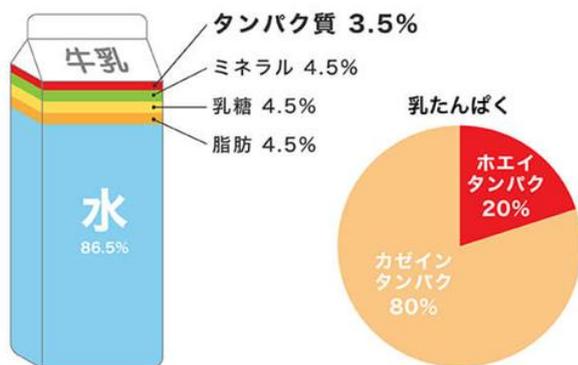


図1. 島袋好一(2020)「プロテインの読みもの」より引用(1)

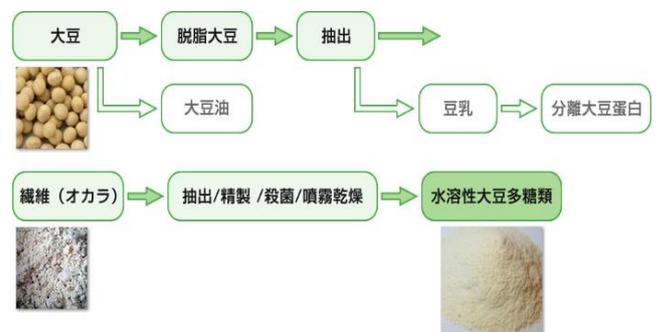


図2. 不二製油株式会社(2018)。「水溶性大豆多糖類の詳細情報」より引用(5)

※レシチンの製造方法は、大豆から大豆油や豆乳の成分を取り除き繊維(オカラ)を作る。その後、弱酸性で抽出/精製/殺菌/乾燥を経て製造される。

2 研究の概要

FD牛乳の溶解特性を向上させることを目的に研究を行った。FD牛乳は、温水(60℃)には非常によく溶けるが、常温の水(約20℃)には極めて溶けにくい。そこで、フリーズドライ化する前の牛乳に、乳化剤のレシチンを加えたところ、FD牛乳の溶解特性を向上させることができた。しかし、レシチンの添加量が増加するに伴い、匂いや味に酸味や甘みを強く感じ牛乳本来の旨味は感じにくくなった。

3 目的

先行研究では、FD牛乳を作成後にレシチンを添加して溶解特性を変化させようとして取り組んでいたが、本研究では、牛乳の段階でレシチンを加え、その後フリーズドライ化することで、溶解特性の変化したFD牛乳を作製できるのか、また、添加するレシチンの量と溶解特性の間に関係性があるのかを明らかにすることを目的に実験を行った。実験で使用した牛乳は、高知県で製造されている「ひまわり牛乳」を使用した。

カゼインの凝集を解決できればFD牛乳を常温の

水にも溶かせるようになり実用性も向上させることができるようになるのではないかと考えた。



図3. 実験で使用した牛乳とその栄養成分表

4 方法

(1) 実験 I (溶解度)

- ① 牛乳各 1L にレシチン 2g, 4g, 6g を溶かし、レシチン含有量 0.2%, 0.4%, 0.6%の牛乳溶液を用意し、FD 牛乳を作製する。
- ② 各濃度の FD 牛乳を細かく粉碎し、粉末状の FD 牛乳とする。
- ③ 約 20°Cの蒸留水 33.5mL に粉末状の FD 牛乳 5g を入れ、500rpm の速さで 4 分間攪拌する。
- ④ 濾過に使用するガーゼの質量を測定する。
- ⑤ 攪拌後の FD 牛乳溶液を、ガーゼで濾過する。
- ⑥ ガーゼと残留物は、直射日光を避けて 24 時間自然乾燥させた後、質量を測定する。



図4. 実験の様子



図5. 先行研究における残留物の様子 (左から順に0.3%, 0.5%, 1.0%)



図6. 本研究における残留物の様子 (左から順に0.2%, 0.4%, 0.6%)

(2) 実験 II (透過率)

- ① 0%, 0.6%のFD 牛乳溶液を蒸留水で1,000倍に希釈する。
- ② セル(試料を入れる容器)に①の希釈溶液を入れ、700nmの光線における透過率(%)を紫外線可視分光光度計を用いて測定する。セルに蒸留水を入れて測定したときの透過率を100%とした。



図7. 紫外線可視分光光度計 UVM11-1240

5 結果

(1) 実験 I (溶解度)

先行研究では、レシチンの添加量に関係なく、残留物の質量がほぼ一定であったのに対し、本研究ではレシチンの添加量に比例して残留物の質量を減少させることができた。しかし、0.4%と0.6%の間には有意な差が見られず、FD 牛乳の溶解特性は、レシチンの添加量に単純比例するわけではなかった。

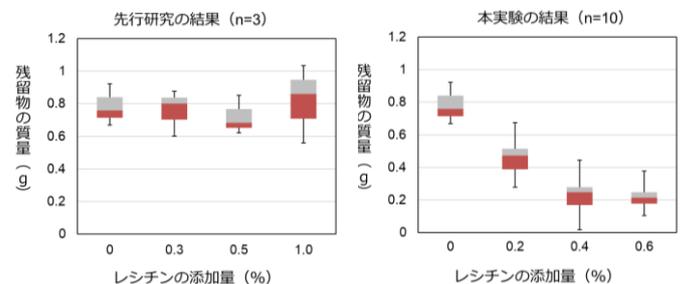


図8. 先行研究と本研究の溶解度の実験結果

(2) 実験 II (透過率)

透過率は、溶液中に粒子が多く存在することで光を遮り測定値が小さくなる。逆に、溶液中の粒子が少ないと光が多く通過し測定値が大きくなる。実験の結果、0.6%の牛乳溶液の方が透過率の値が小さくなったため、より多くの物質が溶けていると考えられた。しかし、3回の平均値の差が1%程度であったため、測定手段として適切でなかった可能性も考えられる。

透過率の平均(n=3)	
0%のFD牛乳	77.3%
0.6%のFD牛乳	76.2%

図9. 透過率の測定結果

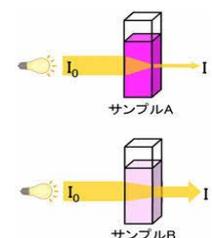


図10. MST 材料科学技術振興財団 紫外可視分光法より引用(6)

6 考察

牛乳の段階でレシチンを加え、その後にフリーズドライ化することで、FD牛乳の溶解特性を向上させることが出来た。その要因はレシチンであると考えた。そこで、0%および0.6%のFD牛乳を電子顕微鏡を用いて観察することで、レシチンがカゼインの凝集に対してどのように作用しているか確認できるのではないかと考え、高知県工業技術センターの協力のもと、電界放出型走査電子顕微鏡で観察を行った。



図11. 電界放出型走査電子顕微鏡 JSM-6701F

0%および0.6%のFD牛乳の粉末を10,000倍で観察するとフリーズドライ化したことにより、水以外の成分が凝集していることが確認できた。さらに倍率を上げ、50,000倍で観察をしたが、レシチンを確認することはできなかった。凝集体の大きさを確認するため、倍率を3,000倍まで下げて観察を行ったところ、20~30 μm 程度の大きさの凝集体であることが分かった。

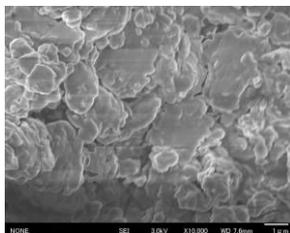


図12. 0%FD牛乳 (10,000倍)

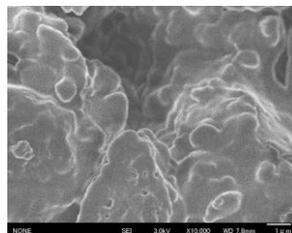


図13. 0.6%FD牛乳 (10,000倍)

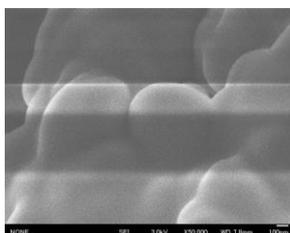


図14. 0.6%FD牛乳 (50,000倍)

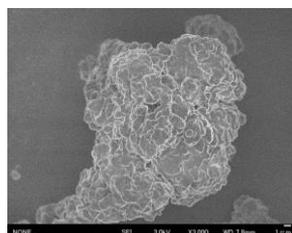


図15. 0.6%FD牛乳 (3,000倍)

レシチンの存在を確認できなかったのは、粉末を観察したためと考え、0%と0.6%のFD牛乳を水で1,000倍希釈した溶液をプレパラートに薄く伸ばし、自然乾燥させた物を電子顕微鏡で観察した。

その結果、プレパラートの表面には膜状になったタンパク質などが見られた。0.6%のFD牛乳では、0%のFD牛乳で観察されなかった0.5 μm 程度の大きさの六角形の析出物が確認できた。

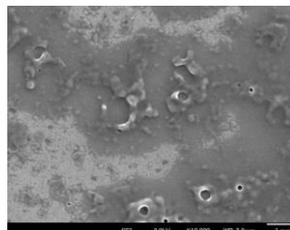


図16. 0%FD牛乳 (10,000倍)

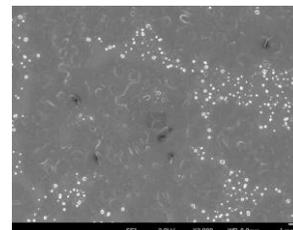


図17. 0.6%FD牛乳 (3,000倍)

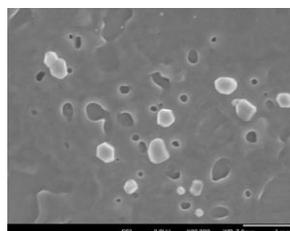


図18. 0%FD牛乳 (20,000倍)

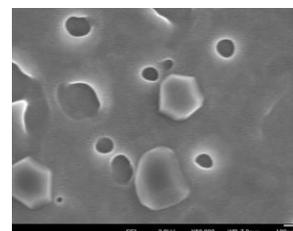


図19. 0%FD牛乳 (50,000倍)

析出物は非常に小さく、取り出して調査することができなかったが、0%のFD牛乳では確認できていないため、レシチンの結晶である可能性が考えられた。析出物の形をもとに調べてみると、タンパク質の結晶化に関する先行研究⁽⁷⁾において類似の結晶が示されていたため、本研究で確認できた析出物はタンパク質由来の物である可能性も考えられる。

本研究でレシチンの存在と働きを確認することはできなかったが、溶解特性を向上させることができた要因は、レシチンがカゼインに何らかの作用をしたからだと考えている。

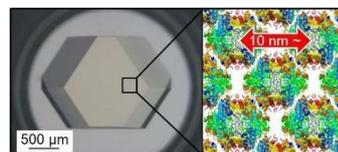


図20. 横浜市立大学 橋研究室 (2013). 「タンパク質結晶」より引用(7)

7 今後の課題・展望

実験回数を増やし実験の信頼性を向上させると共に、匂いや味の変化を抑えつつ溶解特性を更に向上させるための最適な濃度を明らかにしていきたい。また、FD牛乳の実用性の調査や0.6%FD牛乳で観察された六角形の析出物についての調査を進めていきたい。

8 参考文献・引用文献

- (1) 島袋好一(2020). 「プロテインの読み物」.
<https://grong.jp/protein/read/type-characteristics-difference-how-to-choose/>. 2022年5月22日.
- (2) 中村彰宏(2014). 「オカラ由来の大豆多糖類 SSPS の開発と食品機能素材としての利用」.
『応用糖質科学』4(3). 228-233.
- (3) MMJ(2021) 「フリーズドライ牛乳 溶解性テスト 動画」. <https://youtu.be/9b-av50bWoQ>.
- (4) 久禮昭二、長谷川芳則(2018). 「水溶性大豆多糖類」. 『特許公報(B2)』. 特許第 6292125 号.
- (5) 不二製油株式会社(2018). 「水溶性大豆多糖類の詳細情報」. https://www.fujioil.co.jp/healthy_soy/polysaccharides/04/index.html. 2023年6月13日.
- (6) 材料科学技術振興財団(2015). 「紫外線可視分光法」. <https://www.mst.or.jp/method/tabid/1222/Default.aspx>. 2023年7月18日.
- (7) 横浜市立大学 橋研究室(2013).
http://tachibanalab.jp/research/protein_crystal.html. 2023年7月4日.

9 謝辞

本研究を行うにあたり施設提供をして下さいました高知県工業技術センターの皆様、FD牛乳の作成および観察にご協力頂きました同センターの森山様、鶴田様、研究指導や添削等をして頂きました高知小津高校の先生方、本研究のサポートにご尽力下さいました皆様に心よりお礼申し上げます。

10 指導者より

継続研究に取り組むにあたり、先行研究をよく調べ、自分たちの独自性を出せたことが良かった。牛乳という身近な食品を使った研究で、実生活に応用できる可能性をもった研究であった。

溶解特性が向上したメカニズムの解明には至らなかったが、研究をすすめるための様々なアイデアを出し合い、協力して研究に取り組んだ経験を大切に、今後に生かしてほしい。

被災時におけるビタミン不足解消法について

笹岡 大次郎, 金谷 栄治郎, 朝比奈 愛海, 岩下 陽海

Abstract

The purpose of this research is to produce powdered dried vegetables, which do not lack vitamins and will not impair health. We hypothesized that powdered dried vegetables will be a good means of resolving the lack of vitamins in emergency food and will help prevent illness due to it. We made powdered food. After that, we compared the amount of vitamins it contains. We found the amount of water needed when making pregelatinized rice changes by adding powder, and that it can take the necessary vitamins. Therefore, the research concludes it is a good means of resolving a lack of vitamins in emergency food.

1 はじめに

高知県では近い将来、南海トラフ地震は必ず起こると言われている。また、「高知県の備蓄方針」によると、被災後三日間は配給が届かず備蓄品のみで生活しなければならないと想定されている。そこで、本校の備蓄品を見てみると、炭水化物が多く、被災後三日間でビタミンが不足し、そこから引き起こされる体調不良及びそれに伴う不安感などが懸念される。

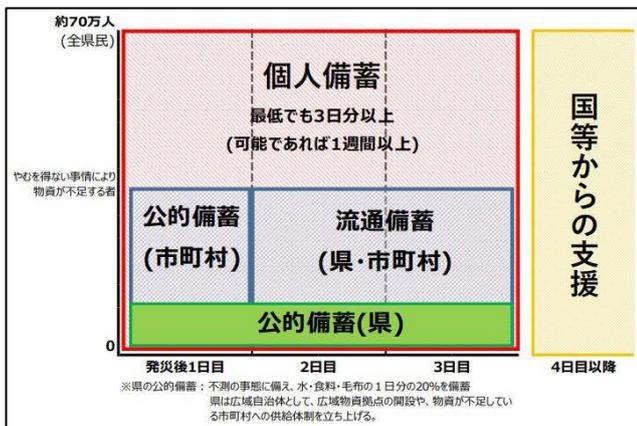


図1 高知県の備蓄の基本的なイメージ「高知県の備蓄方針より」

2 研究の意義・目的

本校で被災したことを想定して、被災後から三日間不足しやすいビタミンを手軽に摂取し、栄養不足から引き起こされる体調不良も緩和できるようにしたいと考えた。そのためには、野菜などを乾燥させ、粉末状にしたものを常備しておくことが有効な手段となると考え、以下のことを目的に野菜の粉末を作成した。なお、一日の摂取基準量は高校生を対象とし、食物アレ

ルギーについては考慮せず作成を行った。

- (1) ビタミン B1, ビタミン B2, ビタミン C の一日の摂取基準量の 1/3 を補うこと。
- (2) 野菜の粉末の量や味といった点を考慮し、被災後三日間食事に飽きないように、様々な味の粉末を作ること。

3 方法

- (1) 江崎グリコ株式会社の「栄養成分ナビ」を用いて摂取したいビタミンの質量から、使用する野菜の質量を計算する。

食品名	ビタミンB1 (mg)	ビタミンB2 (mg)	ビタミンC (mg)
(トマト類) 赤色ミニトマト 果実 生	0.04	0.03	16
合計	0.04	0.03	16
栄養素等表示基準値	1.20	1.40	100

図2 赤色ミニトマトの栄養成分表示「栄養成分ナビ(江崎グリコ株式会社)より」

- (2) 野菜を乾燥機で 70 °C, 13 時間乾燥させた後、ミルサーで粉末にする。



図3 使用した乾燥機



図4 使用したミルサー

- (3) 市販のアルファ化米に粉末にした野菜を入れ、熱湯を注ぐ。
- (4) 15分後、出来上がったものを試食する。

4 結果

(1) 実験1

- ① さつまいも(60 g)・枝豆(40 g)・ほうれん草(30 g)・生姜(131 g)・乾しいたけ(20 g)を乾燥させた。



図5 実験1で粉末にした食材



図6 実験1において粉末を入れたアルファ化米

- ② 生姜の味が強く味を損ねた。また、粉末が多すぎたため、固まったり容器が閉まらなくなったりした。乾しいたけは水分をほとんど含んでいない。乾燥によって質量が減らなかったため、粉末の量が多くなったと考えられる。
- ③ 改善点として粉末の量を考慮して栄養計算すること、薬味などの独特な味の食材を減らすことがあげられた。

(2) 実験2

- ① グリーンピース(45 g)・赤色ミニトマト(120 g)・マッシュルーム(70 g)・玉ねぎ(50 g)を乾燥させた。乾燥後の粉末の質量の合計は、38.1 gだった。

また、味を改善するために、コンソメキューブを約1/2個使用した。



図7 実験2で使用した食材



図8 実験2で粉末にした食材



図9 実験2において粉末を入れたアルファ化米

- ② コンソメを使用したことによって、味が改善され、食べやすくなった。粉末の量を少なく抑えることができたが、トマトの酸味が強く感じられた。また、グリーンピースの食感を残したことで食べ心地が良くなった。
- ③ 改善点としてトマトの酸味を抑えた別の組み合わせを考えるということがあげられた。

(3) 実験3

- ① ミニトマト(50 g)・グリーンピース(55 g)・赤ピーマン(10 g)・マッシュルーム(65 g)を乾燥させた。乾燥後の粉末の質量の合計は、33.1 gだった。



図 10 実験 3 で使用した食材



図 11 実験 3 で粉末にした食材



図 12 実験 3 において粉末を入れたアルファ化米

- ② トマトの量を減らし、コンソメの使用量を粉末で前回の倍量の 5.3 g まで増やしたことでトマトの酸味が抑えられた。しかし、水分が少なく、食べづらかった。
- ③ 改善点として実験 2 よりビタミン B 群の質量が少なくなったため栄養計算をし直すこと、アルファ化米を戻す際に使用した水の量が少なくアルファ化米が硬くなったため水の量を考慮することがあげられた。

(4) 実験 4

- ① エリンギ(45 g)・マッシュルーム(60 g)・ミニトマト(80 g)・グリーンピース(80 g)を乾燥させた。乾燥後の粉末の質量の合計は、46.4 g だった。



図 13 実験 4 で使用した食材



図 14 実験 4 で粉末にした食材



図 15 実験 4 において粉末を入れたアルファ化米

- ② 味は良かったが底にコンソメが溜まってしまった。また、実験 1 ほどではないが容器の蓋が閉じづらくなった。
- ③ 赤ピーマンは含まれている水分の量が多い。また、粉末の量が同じでもビタミン B2, ビタミン C とともに含有量が多いのでグリーンピースより赤ピーマンの方を使用するべきだと考えられる。

5 考察・結論

- (1) 一食あたりのビタミンの質量は一日に必要なビタミンの質量の約三割を取りたいと考えた。そのため、ビタミン B1 は 0.40 mg, ビタミン B2 は 0.46 mg, ビタミン C は 33 mg を目

安に栄養計算を行った。ビタミンの質量に注目しすぎると、粉末の量が多くなりすぎてしまうことがわかった。

- (2) 今回の実験では、味にさほど問題がなく十分なビタミンを摂取できる粉末を作成できた。このことから、野菜を粉末化したものをアルファ化米に加える方法は粉末が被災時に使用可能であれば、ビタミン不足解消に有効な手段であると言える。

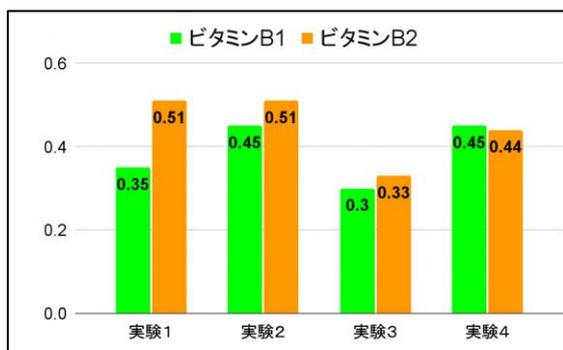


図 16 各実験における摂取できるビタミン B1, ビタミン B2 の質量 (mg)

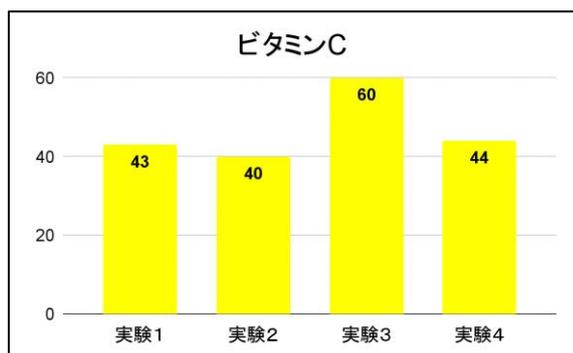


図 17 各実験における摂取できるビタミン C の質量 (mg)

6 今後の課題と展望

粉末の量で必要な水分の量が変わるためアルファ化米の食感に違いがあった。そのため、粉末に対しての適切な水の量を調べる必要があると考えた。また、実験の回数・粉末の組み合わせを増やす、保存性の確認をするなどの課題が残っている。

7 参考文献・引用文献

- (1) 高知県危機管理部南海トラフ地震対策課 (2021) . 「高知県の備蓄方針」 https://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/010201/files/2021071500099/file_20217154113041_1.pdf (2023 年 4 月 7 日)
- (2) 西尾食品株式会社. 「100 g 尾西の白飯 商品情報」 https://www.onisifoods.co.jp/products/ha_kuhan.html (2023 年 3 月 13 日)

- (3) 江崎グリコ株式会社 (2022) . 「すぐわかる栄養成分ナビゲーター」 <https://www.glico.com/jp/navi/food/select> (2023 年 4 月 5 日)
- (4) 独立行政法人 国立健康・栄養研究所. 「『避難所における食事提供の計画・評価のために当面目標とする栄養の参照量』に対応した食品構成例」 https://www.nibiohn.go.jp/eiken/info/hinan_kousei.html (2023 年 11 月 21 日)
- (5) 食品成分データベース. (2023) 「穀類/こめ/[うち米製品]/アルファ化米/一般用 - 01. 一般成分表」 https://fooddb.mext.go.jp/details/details.pl?ITEM_NO=1_01110_7 (2023 年 11 月 21 日)
- (6) 味覚ステーション. (2023) 「完全栄養食とは? ~ 1日に必要な『必須栄養素』一覧~」 <https://mikakukyokai.net/2019/04/30/eiyou/> (2023 年 11 月 21 日)
- (7) 厚生労働省. 「避難生活で生じる健康問題を予防するための栄養・食生活について『4. 高齢者リーフレット』の解説資料」 <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-10600000-Daijinkanboukouseikagakuka/4b.pdf>

8 謝辞

本研究を進めるにあたり、多くの方々にご指導をいただきました。高知県危機管理部 南海トラフ地震対策課 百田 将 様, 古井 湧也 様には高知県としての被災時の対応、本研究へのご助言をいただきました。また、高知県工業技術センター 食品開発課 森山 洋憲 様にも本研究へのご助言をいただきました。ここに感謝の意を表します。

9 指導者より

研究当初はローリングストック法に着目し、既存の非常食の保存方法を伸ばせないかを研究テーマに掲げた。しかし、賞味期限を測定するために長い年月を要することから、身近な学校の備蓄品に焦点を当て研究を再スタートさせた。外部機関を訪問してのインタビュー調査を繰り返し、研究手法を確立するために必要な情報を集め、自分たちでできる研究方法を立案した。研究方法が定まったのが遅かったため十分な実験時間を確保できなかったが、研究の意義や目的を定めるために重ねた議論は、今後の社会生活で十分に役立つものと思われる。培った情報収集力や課題解決力を生かし、未知なる課題を解決できる人材に育ってほしい。

有機酸・亜鉛化合物の添加による エタノールの効果の変化の研究

宮田 志, 川瀨 日咲野, 國松 李胡, 南 充郎

Abstract

Recently, there are many times that we use some kind of ethanol because of covid-19. So we are interested in the effect of ethanol. And we found the study about enhanced ethanol by adding organic the acid and zinc compound. But it didn't research effect on bacteria and thus we researched it. The result, the additives enhance ethanol's power in all concentrations. On the other hand, we found the organic acid melted the LB culture medium and expanded the colony size.

1 はじめに

新型コロナウイルスの蔓延によってエタノール消毒液の使用頻度が増えている。しかし、

アルコールベースの消毒液はインフルエンザ等のエンベロップウイルスに対しては明確な有効性を示すものの、近年、高齢者を中心に重篤な症状を示すことがある感染性胃腸炎の原因となるノロウイルスや、ウイルス性結膜炎の原因ウイルスとして眼科領域での感染管理が難しいアデノウイルスなどのノンエンベロップウイルスに対して十分な薬効を有しない(アルコール消毒薬のノンエンベロップウイルスに対する有効性改善策 岡本 2010、p. 1¹⁾)

ということが知られている。

そのため、エタノールを改良する研究が製薬会社等で多くされている。その中に、有機酸・亜鉛化合物の添加によって除菌できる菌を増やすことができるという研究があったが、評価対象が特定のウイルスのみであった。

よって、評価対象をウイルスではなく細菌に変えて実験を行った。

また、エタノールの各濃度における除菌効果についての研究では、信憑性が疑われるほ

どに古い資料(図1)しかなく、結果にもばらつきがあり除菌効果が分かりにくいものだった。

よって、エタノールのみの各濃度における除菌効果を評価する実験も行った。

二つの実験について「エタノールのみの各濃度における除菌効果を評価する実験」を実験 I とし、「有機酸・亜鉛化合物の添加による細菌への除菌効果を評価する実験」を実験 II とした。

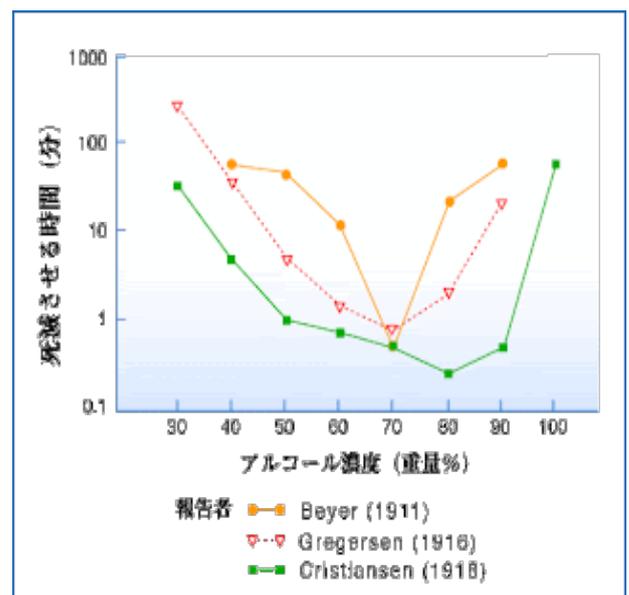


図1 各エタノール濃度における除菌効果のグラフ³⁾

2 研究の概要

エタノールの各濃度の細菌への除菌効果を確かめるとともに、有機酸・亜鉛化合物を添加した強化されたエタノールは細菌への除菌効果が変化するのかを調べた。

3 目的

- (1) エタノールの各濃度の除菌効果を調べてグラフを作成し、前述の資料(図1)と比較する
- (2) 添加物によるエタノールの除菌効果の変化を調べて、エタノールだけのグラフと比較し、効果の違いを確かめる
- (3) 添加物の種類による除菌効果の変化を知る

4 実験Ⅰ エタノールのみでの除菌効果の検証

(1) 実験方法

- ① 菌を採取し培養する(枯草菌を使用した)
- ② 培養液を 5000 倍に希釈する
- ③ 0~95v/v%のエタノール作成(5%刻み)
- ④ ②の液 40 μ L と③の液 1200 μ L を混ぜ攪拌する
- ⑤ ④の液 80 μ L を LB 培地に塗布しコンラージ棒で均等に塗り拡げる
(LB 培地は一般的に細菌を培養するための培地である)
- ⑥ 恒温器で約 42 時間培養する
- ⑦ 発生したコロニー数を数える

(2) 結果

エタノールの濃度が上がると、発生したコロニー数が減少した。エタノール濃度とコロニーの数の関係を図2、各エタノール濃度におけるコロニー発生の様子を図3に示す。

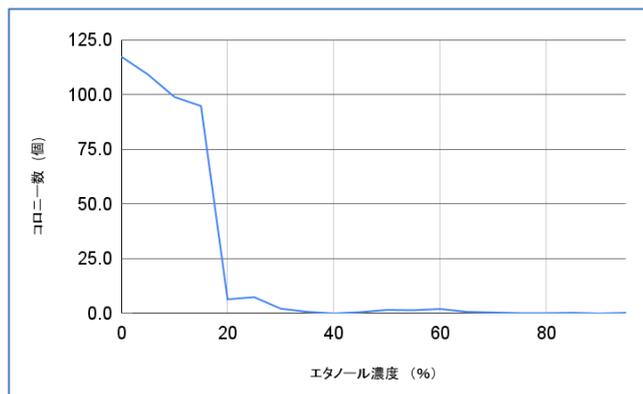


図2 エタノール濃度とコロニー数の関係

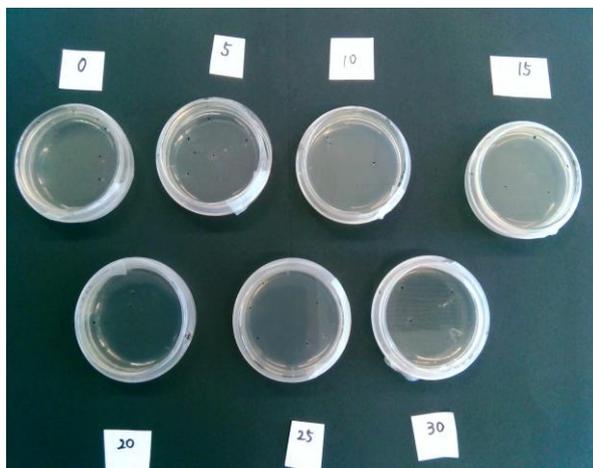


図3-1 実験Ⅰのコロニーの画像

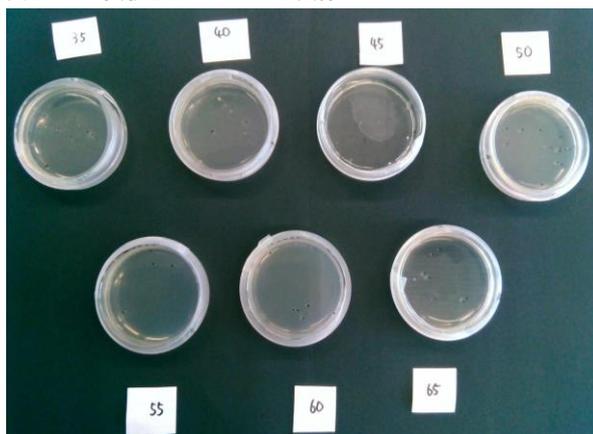


図3-2 実験Ⅰのコロニーの画像

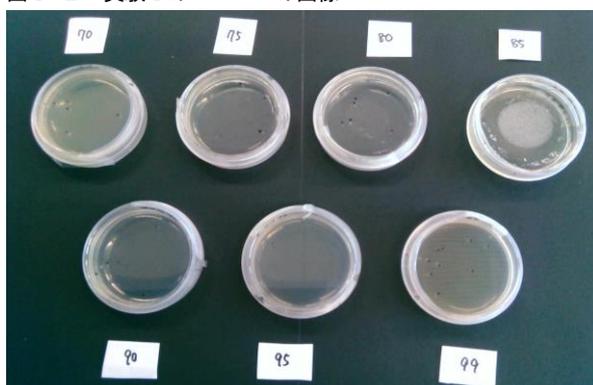


図3-3 実験Ⅰのコロニーの画像

5 実験Ⅱ 添加物の添加による除菌力の変化の検証

(1) 実験方法

- ① 4 (1) 操作③のエタノールに下記の添加物を次のパターンごとに添加し、その後4 (1) 操作④以降と同様の操作を行う

表1 添加物の組み合わせ

A	クエン酸、乳酸、硫酸亜鉛
B	クエン酸、硫酸亜鉛
C	乳酸、硫酸亜鉛

添加物の組み合わせは先行研究¹⁾をAとし、B・Cについても検討を行う

② 実験 I との結果を比較し、作成した消毒液の細菌への除菌効果について考察を行う

(2) 結果

① パターン別のエタノール濃度とコロニーの数の関係を図 4 に示す。実験 I の結果と比較すると、エタノール濃度が 0% の時点でコロニーの数が少ないことが分かる。

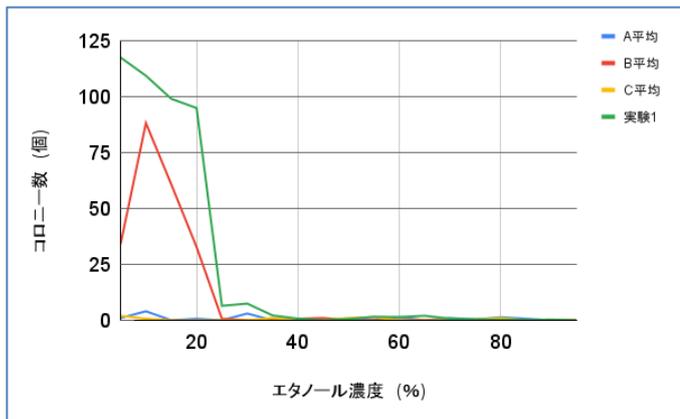


図 4 それぞれのパターンにおけるエタノールの濃度とコロニー数の関係

② 各エタノール濃度におけるコロニー発生の様子をパターン別に図 5、図 6、図 7 に示す。実験 I、C パターンでは粒状のコロニーが多く発生していたが、A パターンと B パターンでは平たい形状のコロニーが発生していた。

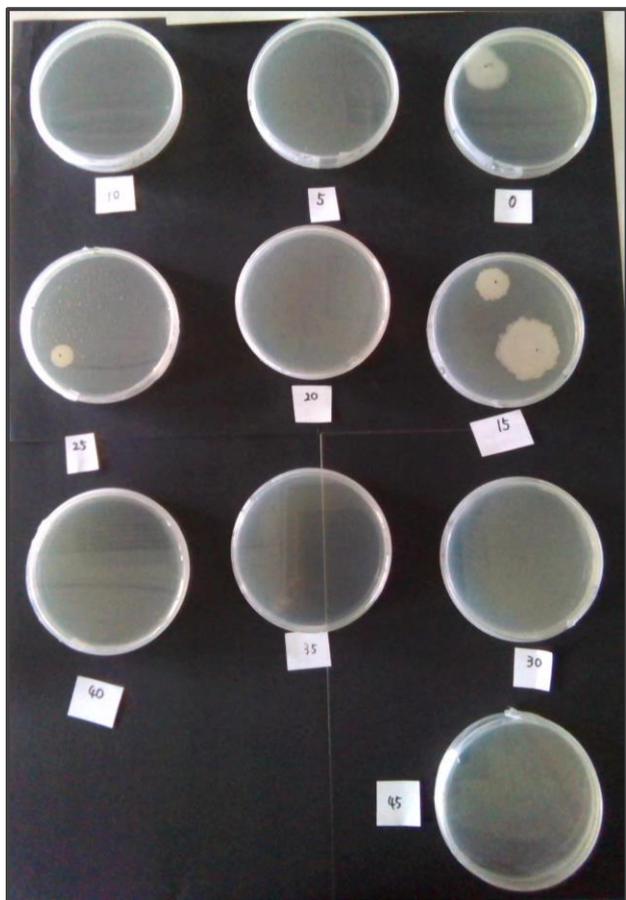


図 5-1 A パターンのコロニーの画像

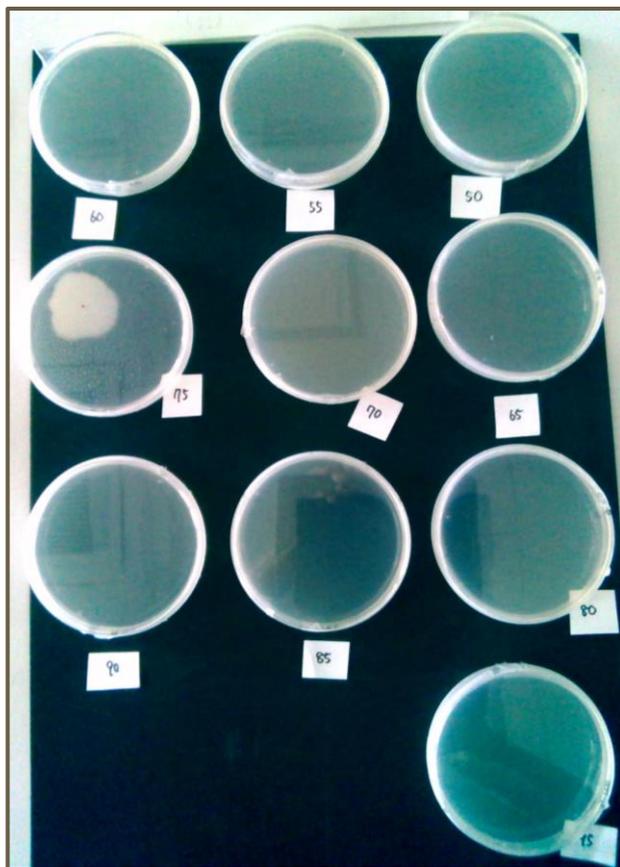


図 5-2 A パターンのコロニーの画像

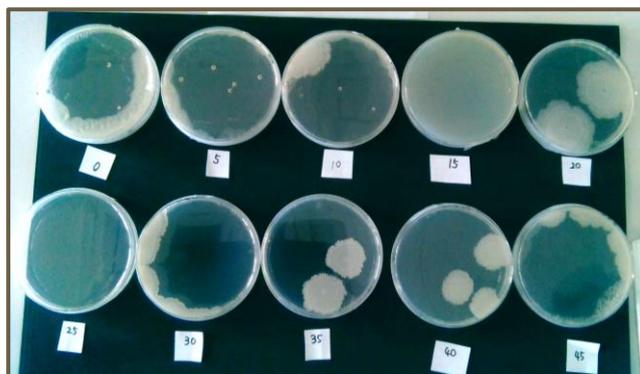


図 6-1 B パターンのコロニーの画像

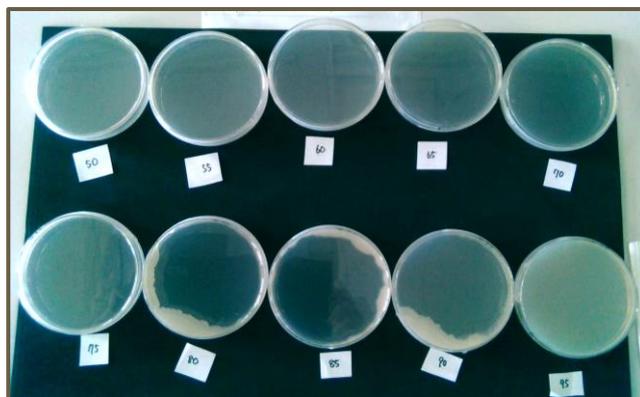


図 6-2 B パターンのコロニーの画像

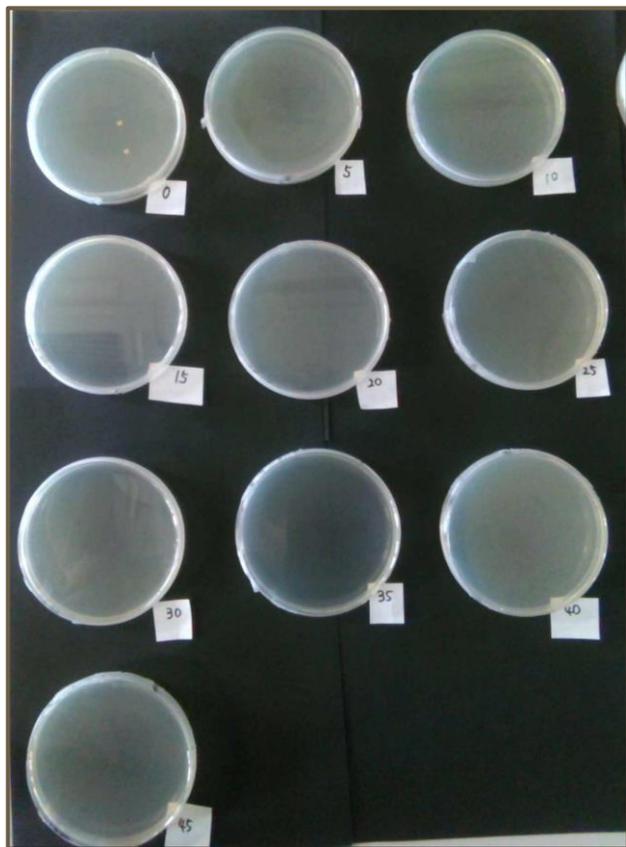


図 7-1 C パターンのコロニーの画像

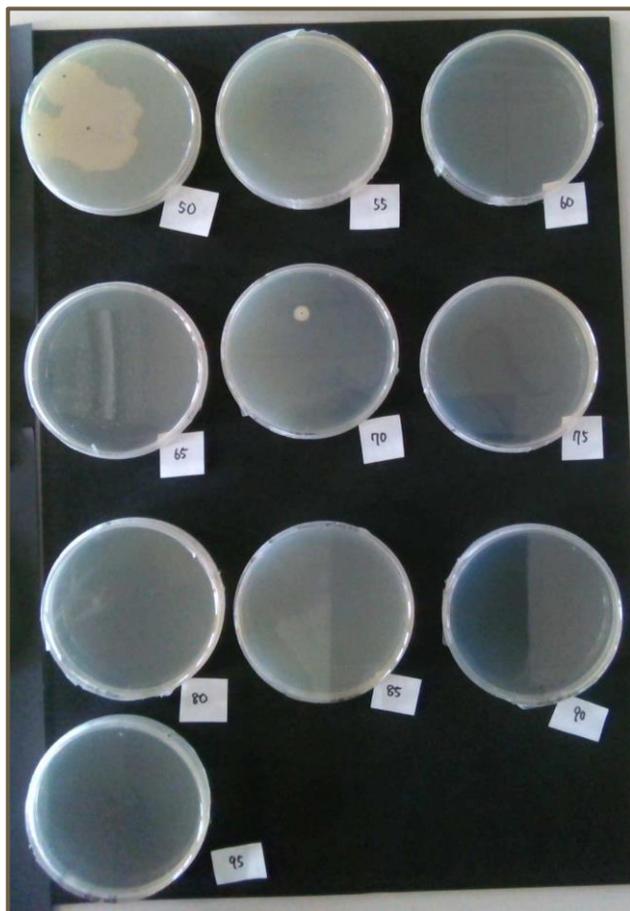


図 7-2 C パターンのコロニーの画像

6 考察

実験 I と実験 II を比較すると有機酸・亜鉛化合物の添加によって、エタノール濃度 0% から細菌への除菌効果が上昇していることがわかる。よって、添加物自体にも除菌効果があると推測できる。

また、添加物の種類を変えた実験 II の結果から、A パターン・B パターンに添加されていたクエン酸には LB 培地を液化させる効果と、コロニーを肥大化させる効果があると推測できる。

今後は、添加物の組み合わせのパターンをもう少し変化させ、発生するコロニーの数や形状について比較検討を行い、添加物の種類による除菌効果の変化についても研究したい。

7 参考文献

- 1) アルコール消毒薬のノンエンベロープウイルスに対する有効性改善策
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsei/25/2/25_2_68/_pdf/-char/ja (2022 年 6 月 15 日)
- 2) 東京医療保健大学大学院 医療保健研究科 医療保健学専攻 神明 朱美 殺菌・抗ウイルス効果に及ぼすエタノール濃度の影響
<http://www.thcu.ac.jp/uploads/imgs/20190605090207.pdf> (2022 年 6 月 15 日)
- 3) ドミネガ君の山日記 消毒用エタノールのススメ
http://mitis2011.blogspot.com/2013/08/blog-post_26.html (2023 年 4 月 7 日)
- 4) 新型コロナウイルスの消毒・除菌方法について
https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/syoudoku_00001.html (2023 年 4 月 7 日)

8 謝辞

本研究を遂行する上で多くの皆様にご指導・ご助力を頂きました。この場を借りて感謝申し上げます。

9 指導者より

先行研究や既知の内容についての調査・考察に多くの時間を費やし、慎重に研究を進められたと思う。発表会等への参加によって得られた助言などをもとに、さらに研究を深める努力を怠らなかつたことも評価できる。菌を扱う実験ということもあり、実験後の処理なども気を遣うことが多かったが、4人で協力して適正に処理できていた。

この課題研究を通して得た学びや経験を今後にも生かして頑張ってもらいたい。

高知県におけるホンダヌキの DNA 解析による 地理的隔離

松本 新太, 西笛 裕人, 林 和治, 林 秀

Abstract

Purpose of investigating the geographical isolation of raccoon dogs living in Kochi Prefecture. DNA was extracted from raccoon dog muscle tissue Which was obtained from 24 municipalities in Kochi Prefecture. Results of analyzing and comparing base sequences of specific regions. There is no isolation by rivers. There is genetic exchange within Kochi Prefecture. We thought that genetic diversity was maintained.

1 はじめに

ニホンタヌキは、シベリア東部から北朝鮮、中国東部やベトナム北部など、東アジアに分布しているタヌキのニホン産亜種で、北海道から九州まで国内に広く分布し、市街地の近くに姿を現したり、湿地や標高 2,000m を超える高地・山や森林が近くにある海岸にも姿を現せるなど様々な環境に適応している。また、ニホンタヌキの平均的な行動範囲は 3.4km² 程度と言われているが、詳しくはわかっていない。(Private Zoo Garden)

高知県には、4つの一級河川(四万十川、仁淀川、吉野川、物部川)と8つの二級河川があり、これらは動物の往来を防げることが考えられる。そこで本研究では高知県内の24市町村から得られたタヌキの筋肉組織からDNAを抽出し、遺伝子の一領域である主要組織適合遺伝子複合体中のclass II PRB exon 領域(以下、class II 領域と略す)の塩基配列を調べ、比較することで河川等による地理的隔離の状況について調べた。

2 研究の概要

高知県内に生息するタヌキの地理的隔離の状況を調べる目的で、高知県内24市町村から得られたタヌキの筋肉組織からDNAを抽出した。class II 領域の塩基配列を解析して比較を行った結果、河川等による地理的隔離は見られず高知県内での遺伝的交流があり、遺伝的多様性が保たれていると考えた。

3 目的

高知県のタヌキの塩基配列を読み取り、地理的隔離の状況を調べる。

4 試料と方法

(1) 試料及びDNAの抽出作業

アルカリ溶解法(東洋紡 KOD FX)を用いて、ニホンタヌキの肉片約2mmからDNAを抽出した。本研究で用いた試料の採取地及び性別は、表1に示した。

(2) class II 領域の解析

抽出されたDNAよりPCR法にてclass II 領域を増幅した。PCR法には東洋紡 KOD FXを使用した。またプライマーには(谷地森ら, 1997) primer#1(5'-ATCCTCTCTCTGCAGCACATTTCT-3')と primer#2(5'-TCGCCGCTGCACCGTGAAGCTCTC-3')を使用し267bpを増幅した。PCR条件は94℃で2分間の加熱後に、熱変性98℃ 10秒、伸長反応68℃ 2分30秒を30サイクル行なった。また、電気泳動によりclass II 領域の増幅を確認した(図1, 図2)。その後、サンガー法により各個体の塩基配列を決定した。

表 1 解析に用いたニホンタヌキ試料の性別および採取地域

試料番号	試料名	性別	採取地域
1	H29-107	オス	土佐清水
2	H27-142	オス	三原
3	H29-023	メス	四万十市
4	H28-059	オス	黒潮
5	R01-036	オス	四万十町
6	H24-218	メス	梶原
7	R02-052	オス	津野 A
8	H28-060	メス	中土佐
9	H31-001	オス	須崎
10	R01-029	オス	越知
11	H23-289	オス	佐川
12	H18-121	※	日高
13	H28-039	オス	土佐市
14	R03-023	※	伊野
15	R01-039	※	高知
16	H24-116	※	本山
17	R03-054	オス	南国
18	H28-048	メス	津野 B
19	H25-200	※	香美
20	H25-038	オス	香南
21	R02-071	オス	安芸
22	H25-193	オス	奈半利
23	H24-222	オス	北川
24	H30-058	メス	室戸
25	H20-027	※	エゾタヌキ
26	R01-036	オス	四万十町
27	H21-078	メス	四万十町 A
28	H20-053	メス	四万十町 B
29	H28-027	オス	四万十町 C
30	H28-060	メス	中土佐
31		※	金沢

※は性別の確認ができなかった個体

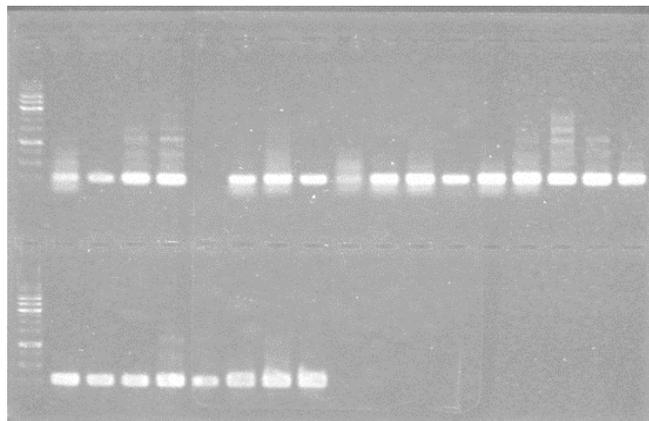


図 1 増幅させた class II 領域の電気泳動像
 ※上段左から試料番号 1～17、下段左から 18～25
 ※試料番号 5 は増幅が確認できなかった
 ※試料番号 9 はバンドが不鮮明

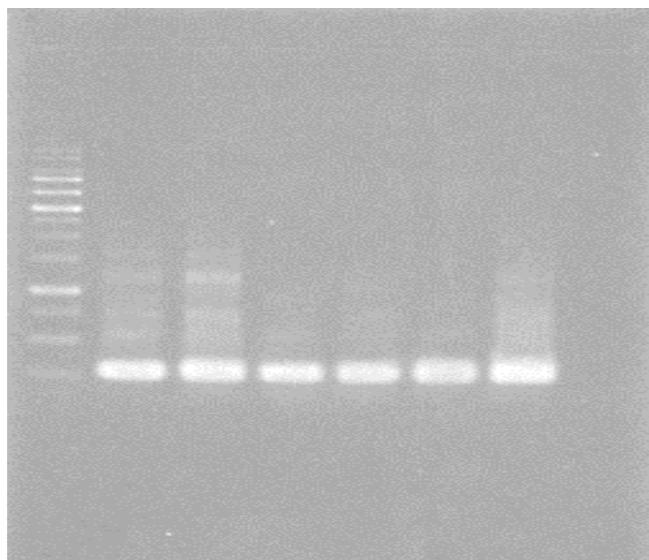


図 2 増幅させた class II 領域の電気泳動像
 ※左から試料番号 26～31
 ※試料番号 5 と 26 は同じ試料

5 結果

電気泳動で増幅が確認できた各試料の class II 領域の塩基配列を表 2 および表 3 に示す。その結果、class II 領域の 2 箇所(116 番目と 164 番目)塩基の一塩基多型(SNP)が確認された。116 番目は A, T, W (A, T) の 3 つのタイプ、164 番目は C, G, S (G, C) の 3 つのタイプが確認された。

- (3) Private zoo garden(2023). インターネット動物園. <https://pz-garden.stardust31.com/syokuniku-moku/inu-;ka/nihon-tanuki.html>. 2023年11月24日.

8 謝辞

本研究は、谷地森秀二博士により回収されたサンプルを使用して行われた。

また、本研究は高知大学教育研究部総合科学系生命環境医学部門准教授である加藤伸一郎博士の助成を受けたものである。

9 指導者より

DNA の抽出や塩基配列の決定は高知大学にて、加藤伸一郎准教授のご指導のもと行ったが、その後のデータの分析は、生徒たちが力を合わせ生物の教科書で学んだ知識をもとに考察した。DNA を扱う実験は、通常の授業の中ではなかなかできないが、実際に実験を行ったことで、教科書の内容がより深く理解できたのではないだろうか。

2年次より長い時間をかけて一つのテーマについて研究した経験は、この先いろいろな場面で必ず活かされると思う。また、課題研究を通して、谷地森博士や加藤准教授らを始めとする多くの方々から力を貸してくれたことへの感謝の気持ちを忘れることなく、これからを励んで欲しい。

映像酔いの研究

伊豆田 京介, 井本 久温, 小椋 慎ノ介

Abstract

Researching methods to prevent motion sickness, which is an issue in VR technology and virtual reality that uses highly immersive images. The hypothesis is that editing the video can reduce VIMS.. Create a motion-inducing video of "arrow", "point", and "unedited" for people to watch. Investigate the degree of intoxication. Measure SSQ and heart rate. Have 5 people look at it and give the results. As a result, "points" showed the most improvement in motion sickness. Therefore, editing can prevent motion sickness.

1 はじめに

映像酔いとは映像コンテンツを視聴している際に覚える、乗り物酔いに似た感覚及び症状のことである。映像酔いは将来 VR 技術や臨場感の高い映像を利用した仮想現実等において、課題となるとされている。しかし、映像酔いを軽減するために映像編集をする研究は少ない。そのため本研究では映像に手を加え映像酔いを軽減する。

2 研究の概要

酔いや酔い映像を自分たちで作成し、福島大学田中明教授の助言と実験方法を参考にし、本校に暗室を作成する。また、本研究における酔いの評価は SSQ アンケートと心拍数を映像酔いの指標とし映像を視聴した被験者の酔いの度合いを計測する。

3 目的

映像に編集を加え軽減できるかを調べ、映像酔いや酔い映像を見やすくする方法を調べる。

4 方法

(1) 映像を準備

① 映像①：未編集の映像

私達が撮影した映像に何も手を加えていない映像を被験者が視聴する。

② 映像②：映像が動く方向にあらかじめ矢印が出る映像

映像が急な方向に動く前にあらかじめ矢印（白矢印：⇒）を出し予測できるようにするための編集。

③ 映像③：映像の中に動かない部分がある映像

私達が考案した、映像の中央に動かない点（白丸：○）を置くことで、被験者の視点をある程度点の部分に固定させる編集。

(2) 映像を視聴

テレビ（大きさ：縦 83 cm, 横 145 cm）, 被験者とテレビの距離は約 1 m。暗室の中は心電図計を装着した被験者 1 人で映像を視聴。酔いの度合いの主観的な評価（SSQ）を 2 分毎に隣接した部屋の人に伝える。

(3) 映像酔いの度合いを評価

映像酔いの評価は 2 分毎の主観評価 (SSQ) と、実験全体を通して記録し続けた心電図のデータをもとに比較する。

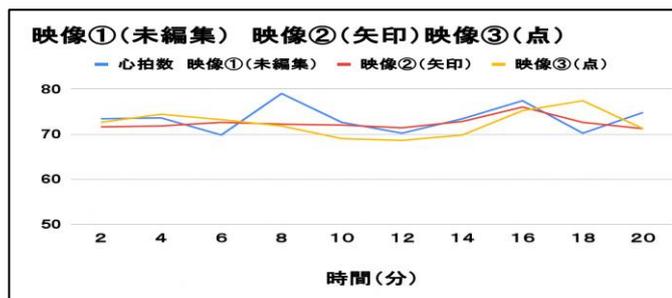
※ SSQ とは吐き気、目の疲れ、ふらつき感の 3 つの下位項目から成る 16 の質問項目について、0 から 3 の 4 段階で酔いの度合いを評価。

[0 : 酔いなし → 3 : 酔いの度合最大]

1	全体的に気分がよくない
2	疲れた
3	頭痛がする
4	目が疲れた
5	目の焦点を合わせにくい
6	つばがよく出る
7	汗をかいている
8	吐き気がする
9	集中するのが難しい
10	頭がぼうつとする
11	ぼやけて見える
12	目を開けているとふらふらとした感じがする
13	目を閉じているとふらふらとした感じがする
14	ぐるぐるしためまいがする
15	胃に違和感がある
16	げっぷが出る

5 結果

(1) 5人の被験者の心拍数の平均値



各映像を視聴しているときの心拍数はどれも大きな変化見られず、心拍数は約70~80の間に収まっていた。

(2) 映像①(未編集) 視聴後のSSQ

	Aさん	Bさん	Cさん	Dさん	Eさん
気分が良くない	3	2	1	0	3
疲れた	2	1	1	0	2
頭痛がする	3	2	1	0	0
目がかれた	1	0	0	0	0
目の焦点を合わせにくい	0	0	0	0	0
つばがよく出る	0	1	0	0	2
汗をかいている	2	0	0	0	1
吐き気がする	3	3	1	0	3
集中するのが難しい	1	0	0	0	1
頭がぼんやりする	3	0	1	0	1
ぼやけて見える	0	0	0	0	0
目を開けているとフラフラとした感じがする	1	0	0	0	0
目を閉じているとふらふらとした感じがする	1	1	0	0	0
ぐるぐるしためまいがする	1	0	0	0	0
胃に違和感がある	0	0	0	0	1
ゲップが出る	0	0	0	0	0

3人の被験者に4段階評価の中で1番高い評価3(一番映像酔いしている)が確認できた。1人だけ16項目すべてが0になった人もいた。

(3) 映像②(矢印) 視聴後のSSQ

	Aさん	Bさん	Cさん	Dさん	Eさん
気分が良くない	1	0	0	0	0
疲れた	2	0	0	0	0
頭痛がする	2	1	0	0	0
目がかれた	2	0	0	0	0
目の焦点を合わせにくい	0	0	0	0	0
つばがよく出る	0	1	0	0	0
汗をかいている	0	0	0	0	0
吐き気がする	1	1	0	0	0
集中するのが難しい	0	0	0	0	0
頭がぼんやりする	1	0	0	0	0
ぼやけて見える	1	0	0	0	0
目を開けているとフラフラとした感じがする	0	0	0	0	0
目を閉じているとふらふらとした感じがする	0	0	0	0	0
ぐるぐるしためまいがする	0	0	0	0	0
胃に違和感がある	0	0	0	0	0
ゲップが出る	0	0	0	0	0

5人全員に評価3はなかったが、1, 2の評価は一部の人に見られた。

(4) 映像③(点) 視聴後のSSQ

	Aさん	Bさん	Cさん	Dさん	Eさん
気分が良くない	0	0	0	0	0
疲れた	2	0	0	0	0
頭痛がする	1	1	0	0	0
目がかれた	0	0	0	0	0
目の焦点を合わせにくい	0	0	0	0	0
つばがよく出る	0	0	0	0	0
汗をかいている	0	0	0	0	0
吐き気がする	0	0	0	0	0
集中するのが難しい	0	0	0	0	0
頭がぼんやりする	0	0	0	0	0
ぼやけて見える	0	0	0	0	0
目を開けているとフラフラとした感じがする	0	0	0	0	0
目を閉じているとふらふらとした感じがする	0	0	0	0	0
ぐるぐるしためまいがする	0	0	0	0	0
胃に違和感がある	0	0	0	0	0
ゲップが出る	0	0	0	0	0

映像①, 映像②と比較すると、一番酔いの症状が見られなかった。

6 考察

本研究において映像視聴における前後で酔いが軽減されたことがSSQアンケートの結果から分かった。よって映像を編集することで映像酔いを軽減できると考える。また、映像③の結果から、点などの動かないものを映像に入れることで、感覚の不一致を防ぎ、酔いを軽減する効果が一番高いと考えられた。

7 参考文献

- 福島大学 田中明研究室 (2010). https://www.fukushima.ac.jp/press/H22/pdf/12_02.pdf. 2022年11月28日.
- 金 京室(2018). 「短波長光への暴露がMotion sicknessの感受性に及ぼす影響」. 『北海道大学学位論文』. 博士(保健科学)甲第13193号.

8 謝辞

本研究を進めるにあたり、福島大学理共生システム工学類物理・システム工学コース 田中明教授には、研究に対しての的確な助言、心から感謝いたします。また、終始温かいご助言を頂いた高知小津高校山中寿紀先生にも大変お世話になりました。お礼申し上げます。

9 指導者より

映像酔いの研究で一番苦労したことは被験者探しだったのでないか。蒸し暑い密閉空間での実験であったので、実験者・被験者ともに大変だっただろう。

今回の研究を通して、実験の大変さやしんどさ、充実感などさまざまな経験値を獲得できたはずである。未知で困難なことに取り組み、乗り越えることで得られるものは大きい。これからもさまざまなことに果敢に挑戦し続けてもらいたい。

落ち葉を肥料へ

～身近な発酵食品を用いて、栽培用土壌の改良を目指す～

高橋 宏斗, 高畑 湊, 久岡 叶汰, 渡部 希望

Abstract

We wanted to explore how microorganisms act as decomposers, breaking down carcasses and fallen leaves and converting them into nutrients. We experimented with growing tomatoes using fermented food that we are familiar with: fermented beans, yogurt, vinegar, and miso were used as fermented foods and humans were made by adding soil and fallen leaves. For a control experiment, we also made soil without fermented foods and placed the containers in the shade and in the sun. The results, showed that growing vegetable in hummus with miso in the shade produces optimal vegetables in every organ of the vegetable.

1 はじめに

有機肥料として用いられる腐葉土や堆肥を作成する際に使われるコンポストは、時間や手間がかかる点や作成段階で強い悪臭が生じる点などが課題である。また化学肥料は、化学燃料や鉱物資源を用いて生成させるため環境に悪影響を及ぼす点やその原材料を日本はほとんど輸入に頼っている状況が課題である。私たちはこれらの課題を解決し、より安全かつ栄養成分豊富な土壌への改良を目標とした。

2 研究の概要

私たちは栽培用土壌を作成してトマトを栽培し、途中経過を観察した。また pH 値、硝酸イオン値、糖度値の測定を行った。

3 目的

化学肥料を用いず堆肥や腐葉土を利用することで環境に配慮した土壌にする。さらに、作成期間が短く環境への負担が少なく栄養成分豊富な土壌へ改善し、より良い土壌環境にする。

私たちは土壌改良には腐葉土に発酵食品を加えることが好条件になると考え、身近な発酵食品から効果の高いものを調べる。

4 実験

(1) 実験 1

① 腐葉土の作成

日向に置いた容器（以後、日向容器）と日

陰に置いた容器（以後、日陰容器）に赤玉土と落ち葉を 8 : 2 の割合で混ぜ、そこに身近な発酵食品を加えて腐葉土を作成した。

※使用した発酵食品

- ・納豆：おかめ納豆極小粒
(タカノフーズ株式会社)
- ・味噌：贅沢に麴を使った甘みと深い旨みの生みそ (マルコメ株式会社)
- ・酢：お米で作った純なお酢
(株式会社ミツカン)
- ・ヨーグルト：明治ブルガリア
(株式会社明治)

② 栽培用土壌の作成

作成した腐葉土と赤玉土を 3 : 7 の割合で混ぜて栽培用土壌を作成し、それぞれの容器にトマトを植えた (図 1)。トマトの経過観察過程ではリアルタイム診断という方法を取り入れて栄養成分を調査した。

※リアルタイム診断とは、期間中の”今”現在の養分状況を即時・簡易に判定する方法として農林水産省が推奨している診断方法。



図 1 栽培用土壌を入れた実験用の日向容器(左)と日陰容器(右)

(2) 実験 2

① pH 値の測定

作成した栽培用土壌 20g に対し水道水 50mL を入れ、よく混ぜる。7 分後、上澄み液をスポイトで採取し pH 測定器で値を測定した。

② 硝酸イオン値の測定

トマトの側軸 3 箇所先の先端の葉を採取し、乳鉢に純水 5 mL を入れ、葉の形がなくなるまですり潰す。その液をスポイトで硝酸イオンメーターに滴下し、値を測定した。

③ 糖度値の測定

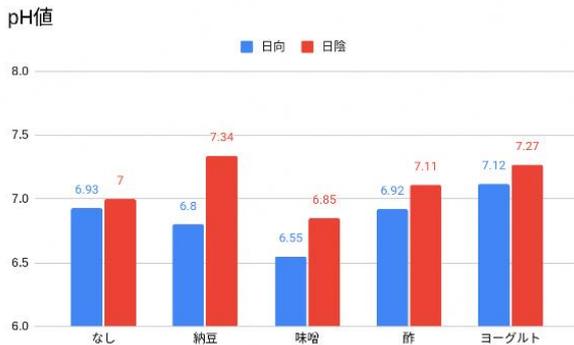
スポイトでトマトの果汁を採取し、その糖度を測定した。

④ トマトの経過観察

週に 1 回、6 週間にわたって「トマトの背丈の伸長状況」、「実の個数」、「葉の様子」を調査した。

5 実験 2 の結果

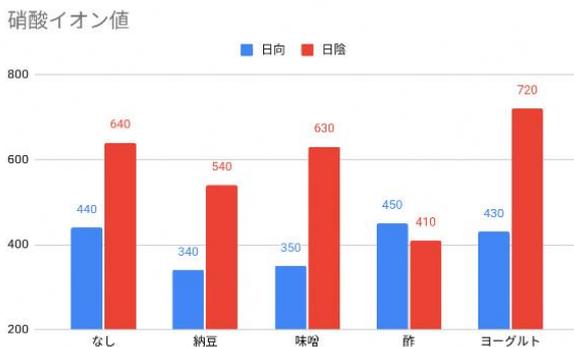
① pH 値の測定結果



栽培用土壌と水を混ぜ、その上澄み液の pH 値を測定した。

その結果、中性に近い値を示したものが多く、明確に弱酸性を示したのは味噌を加えた日向容器、弱塩基性を示したのは納豆を加えた日陰容器であった。

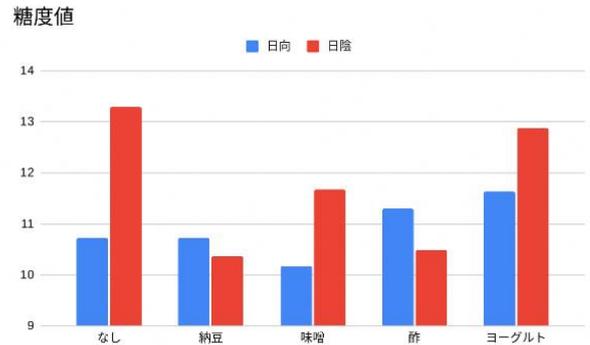
② 硝酸イオン値の測定結果



栽培したトマトの葉をすり潰してその硝酸イオン値を測定した。

この測定では、ほとんどの日陰容器の数値が日向容器の数値に比べて約 1.5 倍高くなっていたが、土壌に酢を加えたものは日向容器と日陰容器の数値があまり変わらない結果となった。

③ 糖度値の測定

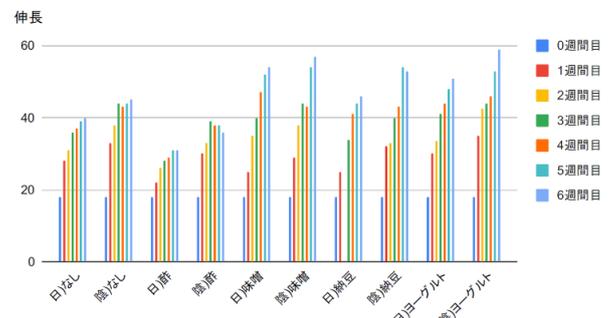


トマトの果汁を採取してその糖度を測定した。その結果、糖度値の高いものであっても果実内の水分量が他と比べて少ないトマトもあり、糖度値が高い=美味しい、という結果にはならなかった。

④ トマトの経過観察

ア トマトの背丈の伸長状況

トマトの成長状況

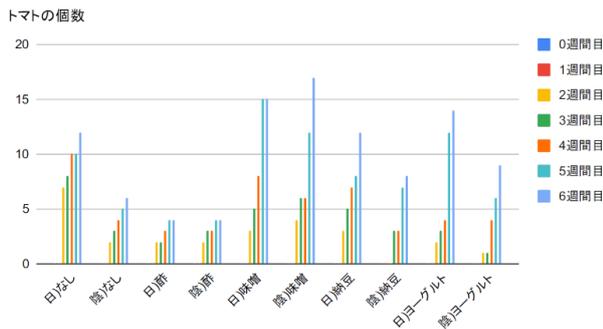


実験を始めて一週間ごとにトマトの背丈の伸長状況を測定した。

その結果、加えた発酵食品ごとにそれぞれ日向容器と日陰容器を比較すると、いずれの場合も日陰容器の方が伸長していた。その要因として、植物は日陰に置かれると茎を伸ばして日陰を回避する反応を示すため、このような結果になったと推察できる。また、酢を加えたものは日向日陰を問わず他と比較して伸長状況が一番悪かった。

イ 実の個数

トマトの成長状況



実験を始めて一週間ごとにトマトの実の個数を数えた。

その結果、日向日陰を問わず味噌を加えた容器が一番多く実をつけ、酢を加えた容器はつけた実の個数が一番少なかった。

ウ 葉の様子



図2 日向容器(右)と日向容器(左)

日陰容器では黄色化した葉が見られたのに対し、日向容器では濃い緑葉が多く。また葉の枚数が多かった。

6 考察

日向容器の硝酸イオン値が、酢を加えたもの以外は日陰容器よりも低かった点について私たちは二つの理由を考えた。一つ目はもともと腐葉土を含んだ土壌内の硝酸イオン含有量が少なかった。二つ目は、日向では光合成が盛んに行われたため土壌中の硝酸イオンが日陰のトマトに比べて生長や果実成熟などのタンパク質合成に多く消費された。以上二つの理由から日陰容器と比較して低い数値になったと考えた。また、酢を加えた土壌は経過観察の結果からトマトの生長には不適と考えられ、日向日陰を問わずあまり硝酸イオンが使われなかったため差が小さかったと思われる。

私たちが行った今回の実験結果では味噌を加えた腐葉土が日向日陰を問わず一番伸長し、つけた実の個数も一番多かった。このことから腐

葉土に混ぜて最も効果のある発酵食品は味噌であるといえる。それに対して、酢はトマトの土壌に加える発酵食品として不適であるといえる。しかし味噌のどの成分がトマトの生長に効果があったのかは調べられなかったので、後輩に託したい。

7 参考文献

- (1) トマトの育て方.com(2020).「トマト栽培 葉色で健康チェック」. <https://トマトの育て方.com/トマト栽培qa/トマト栽培-葉色で健康チェック.html> 2023年11月28日.
- (2) 窪田新之助(2019). SMART AGRI「農作物の体調を“リアルタイム”で診断する新技術とは?」. <https://smartagri-jp.com/smartagri/471> 2023年11月28日.
- (3) 農林水産省.「農薬コーナー」 <https://www.maff.go.jp/j/nouyaku/> 2023年11月28日. 農林水産省.「リアルタイム診断」 https://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/hozen_type/h_sehi_kizyun/pdf/siryos8.pdf 2023年11月28日.
- (4) 農林水産省(2023).「肥料をめぐる情勢」 https://www.maff.go.jp/j/seisan/sien/sizai/s_hiryo/attach/pdf/HiryouMegujiR5-5b.pdf 2023年11月28日.
- (5) ProLabo-farm.「日本の野菜は大丈夫?!世界と日本のネオニコチノイド農薬に対する規制の違い」. <https://prolabo-farm.com/column/sekaitonihon/> 2023年11月28日.
- (6) 高橋伸彰(2007).「土壌pHがトマトの生育と食味に及ぼす影響およびこれらに対する有機物施用の効果」.『帯広畜産大学学術研究報告』, 28, 13-22.
- (7) 株式会社アタゴ「糖度表」. <https://www.atago.net/japanese/new/brix-list.php> 2023年11月28日.

8 指導者より

身近な発酵食品を用いた土壌改良を目標として、発生する悪臭に悩まされながらも全員で協力して研究を進めることができた。結果から味噌が効果的と分かり、これから研究内容をいっそう深めていくところを時間切れで終わってしまったことは残念であったが、互いに意見を出し合い役割分担して協力しながら主体的に研究を行った経験を、今後に生かしてもらいたい。

構造物が波に与える影響の研究

野中 琉翔, 森光 琉貴, 山下 匡仁

Abstract

A major earthquake is predicted to occur within 30 years with a probability of about 80%. In this study, with the aim of reducing corrosion of breakwaters, we conducted experiments on wave pressure by creating reduced-size wave-dampening blocks with triangular and square-shaped tips, respectively, since research reports indicate that wave-dampening blocks with more tips are more likely to stop waves. As a result, it was found that the triangular columns were able to attenuate waves better than the square columns.

1 はじめに

大規模な地震が 30 年以内に約 80%の確率で起き、それと同時に約 27m の巨大津波が起きることが予想されており、津波の威力を軽減するための防波堤の腐食が進んでいることが問題視されている。

2 研究の概要

先行研究より下の表の No. 13 の形が最も波を減衰させていたことから、No. 13 の形を参考にし、先端の形状を三角柱や四角柱に変えた縮小サイズの消波ブロックを用いて波の減衰率を調べた。

Table 1. Type of wave absorbing blocks

radiation type				hollow type	axis having leg type								
													
No.1	No.2	No.4	No.5	No.12	No.13	No.14	No.17	No.18	No.19	No.20	No.21	No.22	No.24

京都大学防災研究所
<https://www.dpri.kyoto-u.ac.jp/nenpo/no53/ronbunB/a53b0p46.pdf>

3 目的

前述で述べた防波堤の腐食を抑えるための消波ブロックの形状について考える。

4 仮説

作成した消波ブロック(三角柱型、四角柱型)のうちブロック同士のかみ合わせが良い四角柱型の方が波を減衰させる。

5 方法

(1) 実験道具

波発生装置 (35×30×330cm)

消波ブロック 2 kg (四角柱・三角柱)

ロードセル

水 25L



写真1 ロードセル



写真2 波発生装置



写真3 四角柱型ブロック



写真4 三角柱型ブロック

(2) 実験方法

水槽を用いて縮小した消波ブロックを設置して波を発生させ、ロードセル(圧力計測器)で圧力を計測し波の減衰率を調べる。水のみ、四角柱、三角柱の場合をそれぞれ3回ずつ計測し、その平均値を出す。

形状について試行錯誤しながら検討を重ねることができた。

6 結果

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	平均
ブロックなし	5.5N	5.0N	5.3N	5.5N	5.2N	5.3N
三角柱	1.7N	1.6N	1.4N	1.4N	1.4N	1.5N
四角柱	1.1N	2.0N	1.5N	1.5N	2.0N	1.6N

結果から四角柱と三角柱はあまり変わらないことがわかった。ただし、圧力の値が安定しているのは三角柱である。

7 考察

圧力が大きくなる原因として、構造物を超えてしまった波が勢いを増して大きい圧力の値が出ると思った。よって、波が構造物を超えて流れるよりかは、構造物の隙間を通過していった方は圧力が小さい値になると考える。このことから構造物同士の隙間が大きいほうが波の逃げ道ができ、より弱めると考える。(水の量は構造物で跳ね返っている部分もあるので構造物の向こう側にいく水の量は減っている)

8 参考文献

- ・安田誠宏 (2010). 「高耐波安定性消波ブロックの開発および性能照査に関する実験的研究」. 『京都大学防災研究所年報』. 第 53 号 B. 417-423.
- ・内閣府 (2019). 「南海トラフ地震の多様な発生形態に備えた防災対応検討ガイドライン【第1版】の概要」. https://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/pdf/gaiyou_guideline.pdf. 2023 年 11 月 28 日.

9 指導者より

防波堤そのものを変えることなく、消波ブロックでどのくらい波の力を軽減できるかを注目し、今後の防災や護岸に役立てることを意識し研究に取り組むことができた。今回ブロックの形状について比較し考察できたが、水の量 (=波の力) やブロックの量 (=ブロックの総質量) を変えることで波の力をどれだけ減衰できるかの研究を進めてほしい。特にブロック作成にあたり、大きさや

コラッツ予想と3進数の関係

小笠原 羽琉 田内 悠斗 杉本 右京 松浦 伸哉 川村 一世

Abstract

The research background is that its content was simple. We hypothesized that there is a regularity between ternary numbers and the Collatz Conjecture. The research method is that we operated the Collatz Conjecture in ternary number and we used $3n+3^p$ prediction, we operated it in ternary number. As a result, if natural numbers are odd numbers, when using $3n+3^p$ prediction, it is effectively the same as using the Collatz Conjecture. However $3n+3^p$ prediction may not be used effectively because Collatz Conjecture has not been proven to be correct. Conclusion is that loops with a number other than 1 as well as not diverging, and the number of operations in progress is less than the initial value.

1 はじめに

今回私たちが行った研究は、『コラッツ予想』という80年以上証明されていない数学上の未解決問題である。『コラッツ予想』とは、すべての自然数 n に対して、『偶数ならば2で割り、奇数ならば3倍して1を足す』という操作を繰り返し行くと、有限回の操作回数で1に到達するという予想である。この予想において、初期値の自然数 n と操作回数は比例しない。

例： $n=27$ の場合（操作回数 111 回）

27, 82, 41, 124, 62, 31, 94, 47, 142, 71, 214, 107, 322, 161, 484, 242, 121, 364, 182, 91, 274, 137, 412, 206, 103, 310, 155, 466, 233, 700, 350, 175, 526, 263, 790, 395, 1186, 593, 1780, 890, 445, 1336, 668, 334, 167, 502, 251, 754, 377, 1132, 566, 283, 850, 425, 1276, 638, 319, 958, 479, 1438, 719, 2158, 1079, 3238, 1619, 4858, 2429, 7288, 3644, 1822, 911, 2734, 1367, 4102, 2051, 6154, 3077, 9232, 4616, 2308, 1154, 577, 1732, 866, 433, 1300, 650, 325, 976, 488, 244, 122, 61, 184, 92, 46, 23, 70, 35, 106, 53, 160, 80, 40, 20, 10, 5, 16, 8, 4, 2, 1

例： $n=995$ の場合（操作回数 23 回）

995, 2986, 1493, 4480, 2240, 1120, 560, 280, 140, 70, 35, 106, 53, 160, 80, 40, 20, 10, 5, 16, 8, 4, 2, 1

現在のところ、この操作を行って1に到達しない(偶数の操作後に奇数の操作を繰り返す)値は発見されておらず、T. Tao (2022) の論文に

は、『コラッツ予想』は殆どの場合において正しいことが述べられている。

また、『コラッツ予想』の先行研究として2018年に富田林高校が『コラッツ予想と同値な命題の発見について』を発表しており、その中で、『コラッツ予想』と『 $3n+3^p$ 予想』が同値であるという証明を行っていた。『 $3n+3^p$ 予想』とは、「任意の正の整数 n をとり、 n が偶数の場合は n を2で割り、 n が奇数の場合は n に3をかけて 3^p を足す」という操作を繰り返すとすべての自然数が 3^p に到達するという予想である

2 研究の概要

3進数を用いて『コラッツ予想』の操作を行うことにより、『コラッツ予想』の証明につながる糸口を見つけることができるのではないかと考えた。また、同様に『 $3n+3^p$ 予想』の操作を行うことにより『コラッツ予想』との関係性についても考えたい。

『コラッツ予想』では、「初期値 n が操作の途中で n より小さくなるのが、すべての自然数において成り立てばよい」ということが知られている。初期値 n が偶数の場合は最初の操作でこのことを満たしているから、今回の研究においては奇数について考察する。

3進数を用いたのは、計算の規則性が存在すると考えたからである。

3 研究動機

未解決問題であるが、計算の過程がシンプルであり、3進数での計算なら十分に取り組むことができると考えた。

4 研究方法

(1) 『コラッツ予想』の操作を3進数で行い、規則制を求める。

《操作規則》

① 奇数の場合：右端に1を付ける。

例： $n=17$

$$122_{(3)} \rightarrow 1221_{(3)}$$

② 偶数の場合：2で割る操作を(a)(b)(c)の手順で行う。

(a) 位の大きい左から数えて

奇数番目の1 \Leftrightarrow 0

偶数番目の1 \Leftrightarrow 2

(b) 隣り合う奇数番目と偶数番目の1に挟れている

0 \Leftrightarrow 1

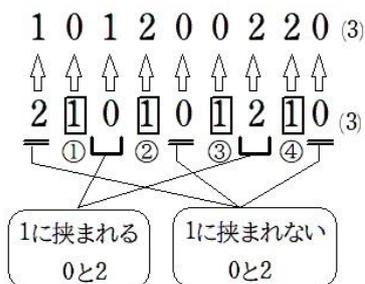
2 \Leftrightarrow 2

(c) 隣り合う奇数番目と偶数番目の1に挟れていない

0 \Leftrightarrow 0

2 \Leftrightarrow 1

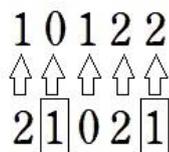
《操作例》



計算例： $21021_{(3)} \div 2$ の場合

$$\begin{array}{r} 10122 \\ 2 \overline{) 21021} \\ \underline{2} \\ 10 \\ \underline{2} \\ 12 \\ \underline{11} \\ 11 \\ \underline{11} \\ 0 \end{array}$$

操作規則に従って
行くと



(2) 『 $3n + 3^p$ 予想』の操作を3進数で行い、規則制を求める。

《操作規則》

③ 奇数の場合：右端に0をつけて右から $p+1$ 桁目の数に1を足す

例 $p=2 \quad n=17$

$$122 \rightarrow 2020 \quad (1220 \rightarrow 2020)$$

④ 偶数の場合：『コラッツ予想』の《操作規則》と同じ。

5 結果

(1) 『コラッツ予想』の操作を3進数で行い、次の関係性が分かった。

$n > 1$ とする。奇数である初期値 n を3進数で表示したとき、位が大きい左から数えて

- ・ 1に挟まれている0の数
- ・ 1に挟まれてない2の数
- ・ 一番位が小さい1より右側（小さい）の位にある0の数

これらの数の合計が偶数（0を含む）であるならば（図1参照）、 n は必ず

1回目の操作後の値は偶数

2回目の操作後の値は偶数

3回目の操作後の値は奇数または偶数となる（図2参照）。このとき、3回の操作後の奇数は初期値の奇数 n より小さい値をとることを示す。

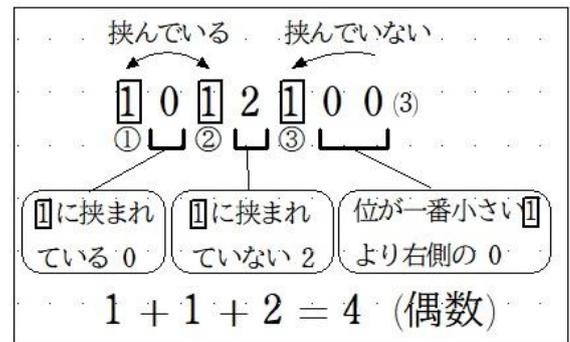


図1

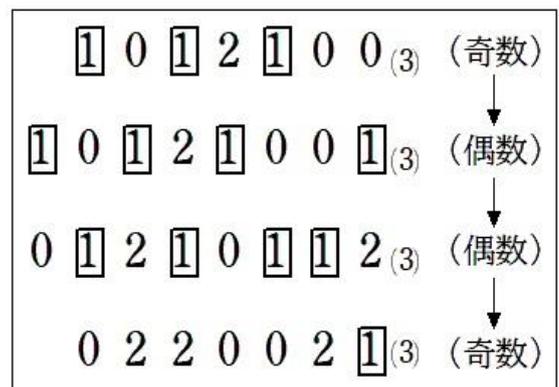


図2

証明)

10進数で考える。

初期値の奇数を n ($n > 1$) とするとき、

3回の操作により

$$n \rightarrow 3n + 1 \rightarrow \frac{3n + 1}{2} \rightarrow \frac{3n + 1}{4}$$

このとき、

$$n - \frac{3n + 1}{4} = \frac{n - 1}{4} > 0 \quad (n > 9 \text{より})$$

よって、

$$n > \frac{3n + 1}{4} \text{ が成り立つ。}$$

したがって、初期値より3回目の操作後の値が小さくなることを示すことができた。

- (2) 3進数での『 $3n + 3^p$ 予想』予想において、初期値 n に対して、奇数の場合の操作を p 回行った時点で操作後の数 3^p の整数倍になる。よって p 個分の0を除いた上での奇数の場合の操作「3をかけて1を足す」ことと同じ値である。3進数における 3^p の p の値と、収束した時の1の位から連続した0の個数は一致している。

例: $p=2, n=17$

122 → 2020 → 1010 → 120 → 2000 → …… → 100

1回目の
奇数の操作

2回目の
奇数の操作

- (2) T. Tao. 「Almost all orbits of the Collatz map attain almost bounded values」. Cambridge University Press & Assessment. 2022. <https://www.cambridge.org/core/journals/forum-of-mathematics-pi/article/almost-all-orbits-of-the-collatz-map-attain-almost-bounded-values/1008CC2DF91AF87F66D190C5E01C907F> (参照 2023-11-20)

8 指導者より

数学の未解決問題をテーマとし、2年次より長い時間をかけて取り組んだ。一つのテーマについていろいろな角度から考え、自分の考えを仲間と共有した経験は、結果に結びつくことは少なかったけれど、きっと一人一人の成長に繋がっていると思う。この課題研究の経験を学習面だけでなく、これからの人生の様々な場面で生かしてくれることを期待している。

6 考察

10進数では、 $4n + 1$ (n は自然数) を満たす数が操作の途中で初期値より小さくなることが知られている。今回の研究により、3進数の場合で考えると“5結果の(1)”を満たす奇数ならば、操作の途中で初期値より小さくなることを示すことができた。

7 参考文献

- (1) 大阪府立富田林高等学校. 「コラッツ予想と同値な命題の発見について」. 大阪府立富田林中学・高等学校. 2019. https://tonko.ed.jp/cms/wp-content/themes/tonko/download/08/平成30年度大阪サイエンスデイ_コラッツ予想_要旨.pdf (参照 2023-11-20)

課題研究発表に関する活動

分野	研究テーマ	発表会		
物理	トラス橋の斜材本数と揺れの伝わり方の関係			第 25 回中国・四国・九州地区 理数科高等学校課題研究発表大会 (鳥取 8/17・18)
化学	フリーズドライ牛乳の溶解特性に関する研究Ⅱ			令和 5 年度スーパーサイエンスハイスクール 生徒研究発表会 (神戸市 8/9・10)
	被災時におけるビタミン不足 解消法について	第 11 回四国地区SSH生徒研究発表会 4月9日 (高知小津高校)	高知小津高等学校 課題研究ポスター発表会 5月27日 (高知小津高校)	高知小津高等学校 SSH課題研究発表会 7月22日 (高知小津高校)
	有機酸・亜鉛化合物の添加による エタノールの効果の変化の研究			
高知県におけるホンダタヌキの DNA 解析による地理的隔離				
生物	映像酔いの研究			第 25 回中国・四国・九州地区 理数科高等学校課題研究発表大会 (鳥取 8/17・18)
	落ち葉を肥料へ ～身近な発酵食品を用いて、 栽培用土壌の改良を目指す～			
	構造物が波に与える影響の 研究			
数学	コラッツ予想と3進数の関係			第 9 回中高生のためのかはく科学研究 プレゼンテーション大会 (愛媛 8/6)

第 9 回中高生のためのかはく科学研究プレゼンテーション大会(愛媛県総合科学博物館) R5/8/6

令和 5 年度スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会(神戸国際展示場) R5/8/9・10

第 25 回中国・四国・九州地区理数科高等学校課題研究発表大会(鳥取市文化ホール) R5/8/17・18

スーパーサイエンスハイスクール研究開発
令和5年度 理数科課題研究論文集

令和6年2月発行

発行者 高知県立高知小津高等学校
〒780-0916 高知県高知市城北町1-14
TEL 088-822-5270 FAX 088-823-6387

