

令和6(2024)年度
理数探究報告集



長野県木曾青峰高等学校

【 目 次 】

研究テーマ	氏名	指導
1 ダイラタンシー現象	○井口 航 越取 祐真 徳原 基充 瀬脇 凜奈 久保 咲永美 西 陽太 中澤 亮太	小野
2 黄金比を用いた紙飛行機の飛距離の変化	○尾崎 隼斗	玉谷
3 御嶽山三ノ池溶岩の成り立ち ～溶岩による崖と溶岩堤防による区分～	○天野 陸斗 伊藤 奏太	西澤
4 えひめ AI-2 による水質浄化実験	○田口 彩葉 征矢 心晴 清水 もみじ 安田 捷人	渡辺
5 カイコの餌の色と糸の色の関係	○日野 彩花 大橋 由依	石澤
6 ダンゴムシとワラジムシの共存様式 ～食物選好性の違いに着目して～	○千村 あいり 下起 愛珠 伊藤 春香 高橋 心菜	前田
7 アリの巣に水を流した時のアリへの影響	○小野 空斗 佐々木 陸琥 瀬口 敦士 村井 優翔	前田

【指導教員】

伊澤 瑞紀 石澤 淳 小野 浩介 玉谷 義樹 中村 紀和
西澤 孝洋 前田 拓哉 渡辺 孝志

ダイラタンシー現象

○井口航 越取祐真 徳原基充 瀬脇凜奈 久保咲永美 西陽太 中澤亮太

【要旨】

デンプンと水の混合物は、急激な外力に対して固体のように、ゆっくりとした外力に対しては液体のように振る舞う性質を持つことが先行研究で調べられている。その混合物が流体としての性質を示すことから「ダイラタンシー流体」といわれる。そこで、この流体に対して鉄球を落とす高さを変化させると衝撃吸収力がどのように変化するのかに着目して研究を行った。溶質と溶媒の混合比を一定にした条件で3種類のデンプンを含んだ混合物に関する実験を行った。その結果、鉄球の落とす高さを高くすると、混合物が衝撃によって固化の影響を受けた時間が増加した。また、コーンスターチを含んだ混合物が最も固化の影響を受けた時間が長いことも分かった。デンプンの種類によって、鉄球の衝撃の影響を受けた粒子間のすき間が変化したことが考えられる。

1. 動機・目的

粉末固体粒子と液体からなる混合物に異常な粘性が見られる「ダイラタンシー現象」に関しては先行研究が行われている。そこで、3種類のデンプン（片栗粉、タピオカ粉、コーンスターチ）と蒸留水との混合物に着目し、それぞれの混合物について、鉄球を落とす高さによって、混合物の衝撃吸収性がどのように変化するかについて研究しようと考えた。

2. 仮説

上述した研究目的について、鉄球が混合物に接触して完全に沈み込む時間を測定することにより、鉄球による混合物の衝撃吸収性は高さが高いほど大きいと考える。

3. 実験材料

「ホクレン」片栗粉、「玉三」コーンスターチ、「NICHIGA」タピオカ粉（溶質）、蒸留水（溶媒）、鉄球（67.72g、直径25mm）、磁石、実験装置、実験容器

4. 実験方法

温度と湿度を一定に保つために、物理室奥の暗室を実験場所とした。

①溶質：溶媒=4：3を基準にして、片栗粉を入れた容器に蒸留水を入れ、上澄み液が出ないように均一に混ぜ合わせる。

②図1に示す測定装置において、スタンドで固定した板の裏に鉄球を磁石で装着させ、磁石を離すことで床の上に設置した容器内にある混合物へ向けて自由落下させる。鉄球が混合物の表面に当たってから完全に沈み込むまでの時間を動画で撮影して測定した。鉄球の落とす高さは、0.40m、0.80m、1.20m、1.60mの4段階とした。本実験において、衝撃吸収性の大きさの視点を鉄球が混合物に接触して完全に沈み込む時間とした。

③他のデンプン（タピオカ粉、コーンスターチ）を入れた容器をそれぞれ用意し、片栗粉における溶質：溶媒=4:3に近い状態で蒸留水を入れ、②と同様な実験を繰り返し行った。



図1 実験装置

5. 結果

まず、片栗粉を使用した混合物について、鉄球を落とした高さで鉄球が沈み込むまでの時間との関係を図2に示す。0cmと40cmでは、あまり時間の差が見られなかったが、高さを上げていくごとに完全に沈み込むまでの時間が長くなった。特に高さ160cmでは、沈み込むまでの時間が急激に長くなった。高さ0cmの時すなわち、鉄球による衝撃がない時における鉄球の沈み込む時間を基準とし、その時間を流体の影響を受けた時間と定義する。高さを上げるにつれて、流体の影響を受けた時間を超えた部分の時間を固体の影響を受けた時間(固化による時間)と定義した。

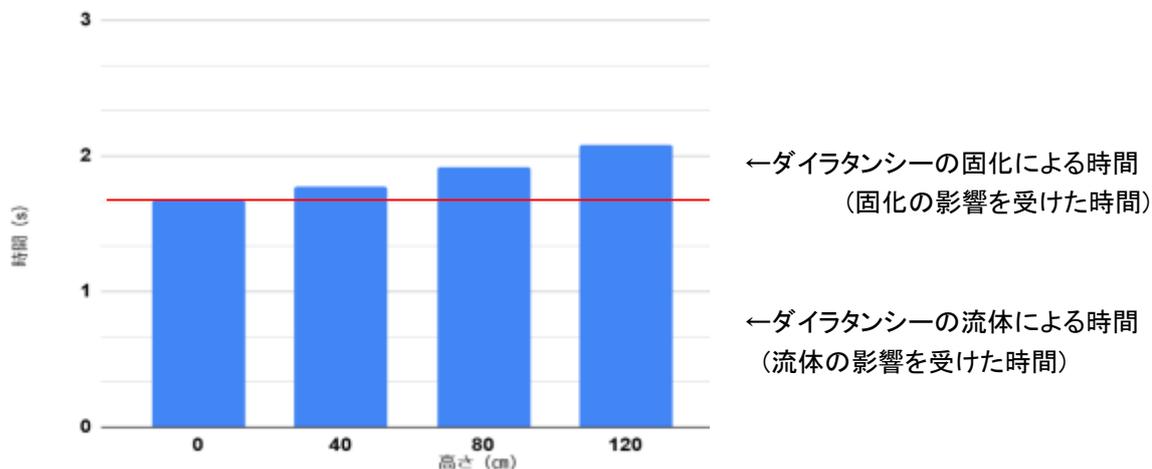


図2 鉄球を落とす高さで鉄球が混合物中に沈み込む時間との関係

また、固化による時間のみに着目したグラフを図3に示す。3種類のデンプンを含んだ混合物における固化時間はそれぞれ異なった。タピオカ粉を含んだ混合物については高さが高くなると固化時間は大きく変化しなかったが、コーンスターチを含んだ混合物について、固化時間は急激に増加した。デンプンの種類によって衝撃吸収性が異なることが分かった。

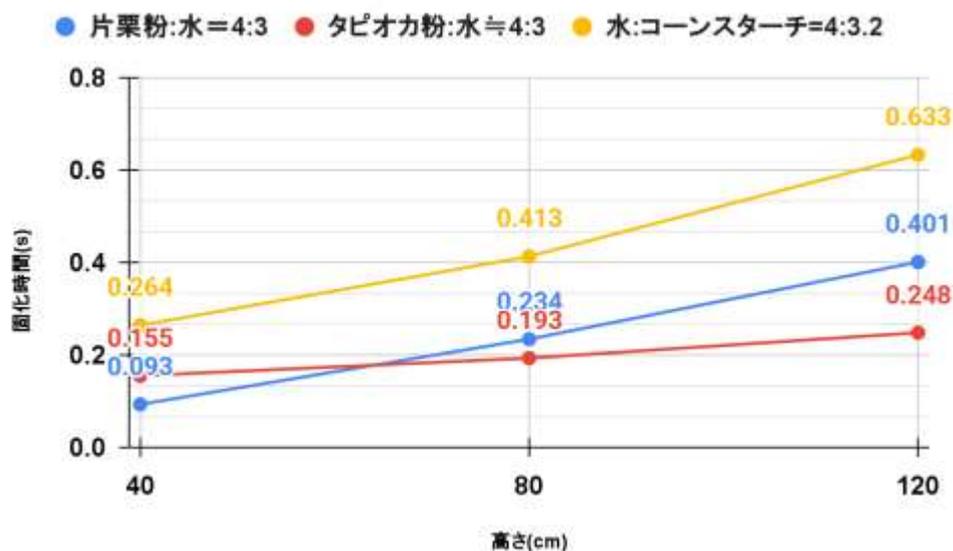


図3 3種類のデンプンによる固化時間と鉄球を落とす高さの関係

6. 考察

図2のグラフより、鉄球を落とす高さが高いほど、衝撃によってデンブンを入れた混合物が固化することが分かった。ダイラタンシー流体の状態における粒子間のすき間が衝撃によって狭くなり、固化したと考えられる。また、タピオカ粉を含んだ混合物による固化時間が他のデンブンよりも短いことから、衝撃によりデンブン粒子からの抵抗力を受ける時間が短い状態で固化したと考えられる。このことから、タピオカ粉を含んだ混合物の衝撃吸収性が最も小さいと考えられる。逆にコーンスターチを含んだ混合物については、固化時間が長いことから、粒子から受ける抵抗力が長い時間はたっているために衝撃吸収性が最も大きいと考えられる。

7. および今後の課題

溶質に対する溶媒比を今回とは異なる条件にすること、他のデンブンを含む混合物に着目して今回の実験を行いたいと考える。これにより多くのデータを収集し、分析していく予定である。また、混合物を冷却したときの衝撃吸収性の変化にも着目して、さらにデンブンを含む混合物の物性を明らかにしていきたい。

8. 参考文献

[1]スーパーサイエンスハイ研究開発 令和3年度理数科課題研究論文集 ダイラタンシー現象

<https://www.kochinet.ed.jp/ozu-h/SSH/SSHseikabutsu/seikabutsu39.pdf>

[2]ダイラタント流体の衝撃吸収性

<https://uwajimahigashi-h.esnet.ed.jp/uploads/h301nen05.pdf>

[3]九州大学統計物理学研究室

<http://www.stat.phys.kyushu-u.ac.jp/~nakanisi/Physics/Dilatancy/index.html>

9. 謝辞

最後に、本研究を進めるのにあたり指導担当の小野先生、装置を作る際にご協力していただいたインテリア科の先生方、ありがとうございました。

【要旨】

本研究では、紙飛行機という分野における黄金比の有用性について明らかにするために、A4 サイズの用紙(白銀比)とそこから一定の長さで切り出した用紙(黄金比)を用いて紙飛行機を作成、発射台を用いて飛ばして飛距離を記録し、その値について距離、精度の2つの観点から考察した。その後、より精度に着目した実験を行うため、A5 サイズに切った用紙(白銀比)、そこから同じように切り出した用紙(黄金比)を用いてやり飛行機、ギネス飛行機を作成、飛距離を記録し、ギネス飛行機については標準偏差も求め、数値のばらつきから精度について考察した。A5 サイズで作成したやり飛行機では黄金比の機体の方の平均値が高く、A5 サイズで作成したギネス飛行機では黄金比の機体の方の標準偏差が低く、精度が高いという結果が得られた。これらの結果から、紙飛行機の飛距離の精度という面における黄金比の有用性を僅かではあるが見出すことができた。

1 動機・目的

人間が最も美しいと感じる比率である黄金比について「美しい」以外の観点から黄金比の有用性について知りたいと考えたため。

2 仮説

①距離、精度という2つの観点から実験を行うことで、黄金比の有用性を調べることができる。

②2つの翼の面積の間で差異が大きかった紙飛行機はより値の変化が大きい。

3 実験方法

まず、A4 サイズの使用する紙の横の長さの比を1とし、立式した式を解いて黄金比を求め、切り出す。

切り出した黄金比の紙と白銀比の紙から紙飛行機を作成し、作成した発射台で飛ばす。



図1 発射台

作成した A4 サイズの紙飛行機で以下の機体で実験 I、II を行う。

実験 I

へそ飛行機とやり飛行機

実験 II

ギネス飛行機とこうもり飛行機

(実験 I ではやり飛行機、実験 II ではギネス飛行機の方が翼の面積の差異が小さい)

これらの飛距離を記録、平均値を求める。

これ以降は紙飛行機の飛距離の精度に着目し、使用していた紙を半分の大きさ (A5 サイズ) に切って紙飛行機を作成し、以下の実験 III、IV を行う。

実験 III

やり飛行機

実験 IV

こうもり飛行機

これらの飛距離を記録、平均値を求める。実験 IV については標準偏差も求める。

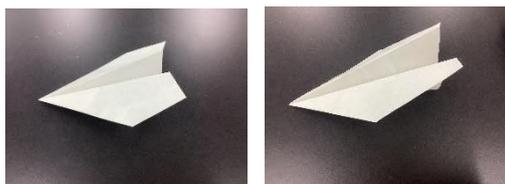


図 2 へそ飛行機 (左 : 白銀比、
右 : 黄金比)

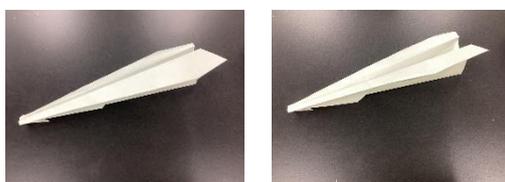


図 3 やり飛行機 (左 : 白銀比、
右 : 黄金比)

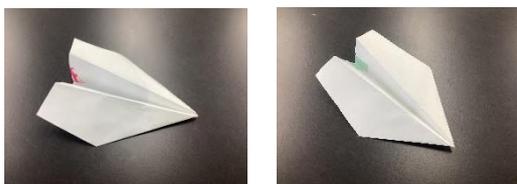


図 4 ギネス飛行機 (左 : 白銀比、
右 : 黄金比)



図 5 こうもり飛行機 (左 : 白銀比、
右 : 黄金比)

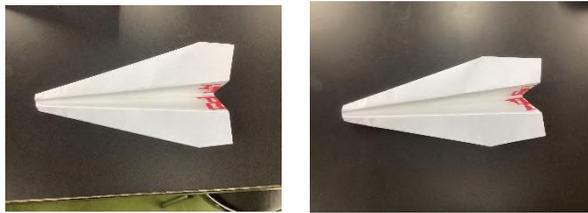


図6 やり飛行機 A5 サイズ(左：白銀比、右：黄金比)

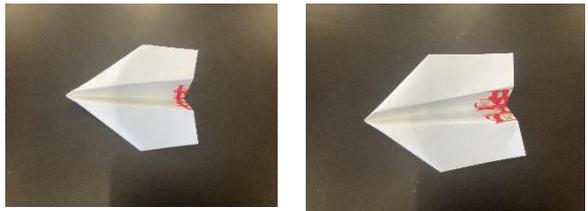


図7 ギネス飛行機 A5 サイズ(左：白銀比、右：黄金比)

○黄金比の切り出し方

使用する紙の縦の長さを1とすると黄金比となる横の長さをとることができないので、紙の横の長さ1として縦の長さを計算により求めた。

結果、A4 サイズでは紙の縦の辺を 2.65cm だけ切れればよく、A5 サイズでは紙の縦の辺を 1.89cm だけ切れれば良いとの結果になったので、この値を使用して切り出した紙で紙飛行機を作成した。

4 結果

I

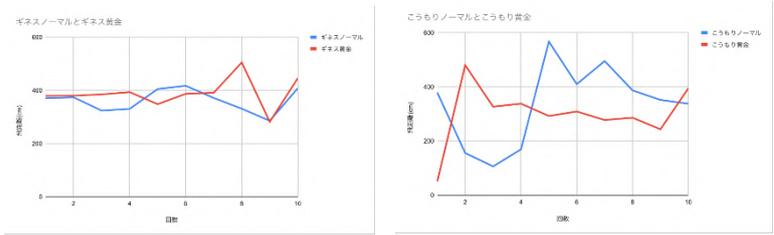


グラフ1 へそ飛行機の飛距離(左)
グラフ2 やり飛行機の飛距離(右)

紙飛行機の飛距離の平均値 (cm)	
へそ	やり
白銀比	白銀比
582.69	1065.23
黄金比	黄金比
251.58	858.47

表1 へそ飛行機とやり飛行機の飛距離の平均値

II

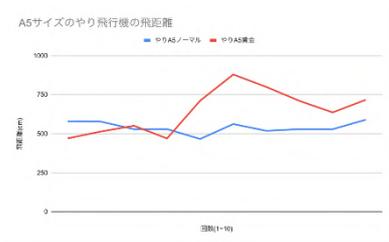


グラフ3 ギネス飛行機の飛距離
グラフ4 こうもり飛行機の飛距離

紙飛行機の飛距離の 平均値 (cm)	
こうもり	ギネス
白銀比	白銀比
335.83	361.76
黄金比	黄金比
299.74	389.64

表2 ギネス飛行機とこうもり飛行機の飛距離の平均値

III



(右)A5サイズのやり飛行機の飛距離の平均値(cm)
白銀比
540.96
黄金比
645.64

グラフ4 やり飛行機 (A5サイズ)の飛距離

表3 やり飛行機 (A5サイズ)の飛距離の平均値

IV



ギネス飛行機のA5サイズの飛距離(cm)	標準偏差
白銀比	
305.06	82.5
黄金比	
302.37	35.9

グラフ5 ギネス飛行機 (A5サイズ)の飛距離

表4 ギネス飛行機 (A5サイズ)の飛距離の平均値

5 結果

- I ・へそ飛行機のグラフは互いに離れているが、やり飛行機のグラフは互いに交わっている箇所がある。
 - ・やり飛行機は数値のばらつきが小さい。
- II ・ギネス飛行機では飛距離の差が小さく、こうもり飛行機の飛距離では飛距離の差が大きい。
 - ・ギネス飛行機では黄金比の平均値の方が高い。
- III ・A5 サイズの白銀比では A4 サイズのものより数値のばらつきが小さい。
 - ・全体の飛距離は A4 サイズの方が大きい。
 - ・A5 サイズでは黄金比の平均値の方が高い。
- IV ・全体の飛距離は白銀比の方が高い。
 - ・標準偏差は黄金比の数値の方が低く、数値のばらつきが小さい。

6 考察

- ・実験 I、II において翼の面積の差異が小さかったやり飛行機やギネス飛行機の飛距離においては白銀比と黄金比の紙飛行機の間で飛距離の違いが抑えられたため、仮説②が正しいと言えるデータを取ることができた。
- ・実験 III、IV において A4 サイズから A5 サイズに変更した紙飛行機で実験した結果、やり飛行機では白銀比より黄金比の平均値の方が高いという結果が得られ、ギネス飛行機では白銀比より黄金比の方が数値のばらつきが小さいという結果が得られた。

この結果から、精度という面においては黄金比の紙の方が白銀比の紙よりも優れているのではないかと考察する。

7 参考文献

- ・黄金比ってなに?デザインを思考する上で欠かせない概念を徹底解説!/MarkeTRUNK/PROFUTURE 株式会社
<https://www.profuture.co.jp/mk/column/36009> (最終更新 2024/8/30, 最終アクセス 2025/1/10)

8 謝辞

本探究を行う上で探究のテーマについてのアドバイスを下さった田中先生、1年間探究のサポートをして下さった玉谷先生、今まで本当に有難うございました。

御嶽山三ノ池溶岩の成り立ち

～溶岩末端崖と溶岩堤防による区分～

○天野陸斗・伊藤奏太

【要約】

本研究では、御嶽山にある三ノ池溶岩の成り立ちを解明する事を目的とした。文献調査の結果、三ノ池溶岩から流れでたと思われる溶岩の範囲は、地質的に一つの区分とされていたが(図1)、私たちはさらに複数の区分に分けることが可能ではないかと考え、実験を進めた。実験の結果三ノ池溶岩には複数の崖や溶岩堤防が確認され、それらの関係性から三ノ池溶岩を複数に区分する方向性の一つを示すことができた。

1. 動機・目的

御嶽山は、古くから木曾地域の生活に根付いており木曾の人々に深い関係がある。また、2014年の御嶽山水蒸気噴火により、甚大な被害が出ており、この研究を通じて噴火を風化させたくない思いがあったため。加えて、三ノ池溶岩を分析するにあたり、三ノ池溶岩の地形区分は御嶽山全体の溶岩地形の中で、形が明瞭であり、詳しく地形区分されている資料や文献が確認できなかったため研究を行うことにした。

2. 仮説

三ノ池溶岩は一度の噴火の噴出により形成されたのではなく、数回に分かれて噴出し形成されたのではないか。溶岩末端崖と溶岩堤防を分析することで、三ノ池溶岩を複数の区分に分けることができるのではないかと。

3. 文献調査

火山土地条件図を調べ、それぞれの火口から噴出した溶岩を確認し、三ノ池溶岩は図1注釈部分であると確認した。また、三ノ池溶岩は約9000年前の比較的新しい噴火により形成されていることを確認した。

(串田ほか(1998) 御嶽山, 日本の名山 11, 博品社, 252p.) (及川ほか(2014) 御嶽山の噴火—その歴史と2014年噴火, 岩波科学 12月号, 1218-1225.)

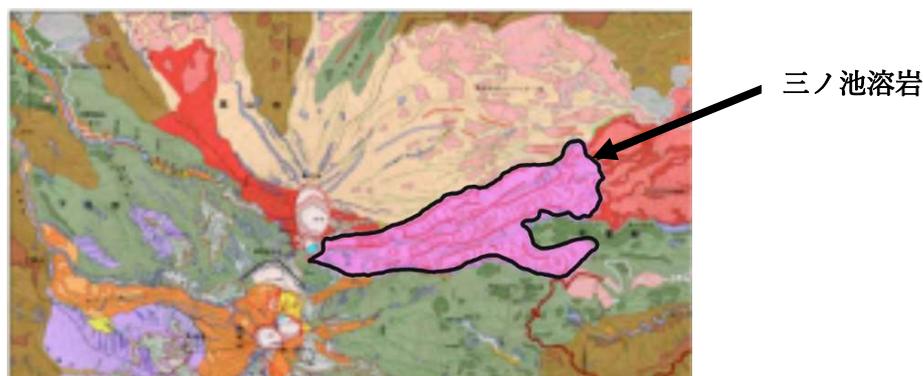


図1 1:25,000 火山土地条件図「御嶽山」全体図 地理院地図 2009

4. 実験方法

実験①: 三ノ池溶岩を分析する実験としてカシミール3Dの陰影図を用いて三ノ池溶岩を中心として印刷を行い、トレース紙を用いて模写をした。(図2、3)

模写の内容として、目視で崖と判断したものを境として地形を浮かび上がらせ、溶岩しわをトレースする。



図2 三ノ池溶岩を中心とした印刷図

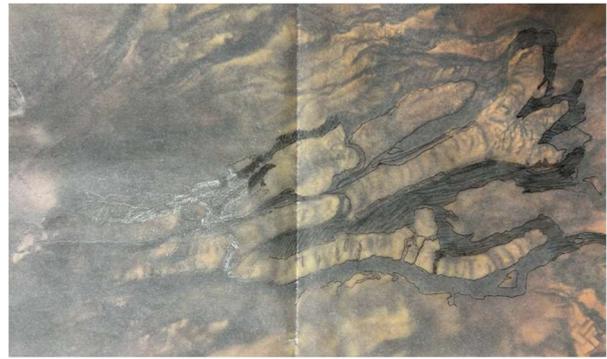


図3 (図2)を模写した図

実験②：溶岩地形の定量的な分析の方法として、国土地理院地図のツールである断面図を用いて A、B 間の地形を横方向に切った断面図を作成する。(図4) 一定の距離ごとに高低差をとり、高低差から勾配を計算する。勾配の値を出す式として、高低差/距離を用いている。これらのことから崖の定義化、崖の位置を特定する。

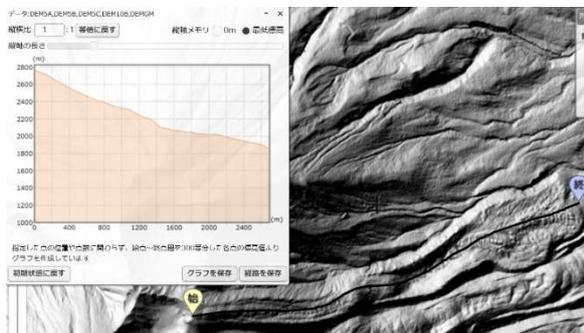


図4 縦横比 1:1 の断面図

5.結果

実験① 三ノ池溶岩の地形を A、B、C、D、E、F、G、H と 8 つに分類した。(図5) また、図5に溶岩堤防の関係と崖の位置を示した。(図6)

(なお 一線 細線 引かれている地形が溶岩堤防であり、**|| 太線** で書かれている範囲が崖である。)

例として、図3にて赤い枠で囲われている C の溶岩堤防と F の溶岩堤防の関係性は F の溶岩堤防が途中で切れているため、C の溶岩堤防がその上に重なったと考えられ、古い土地ほど下になっているので、C の溶岩地形の方が F の溶岩地形より新しく形成されたと思われる。

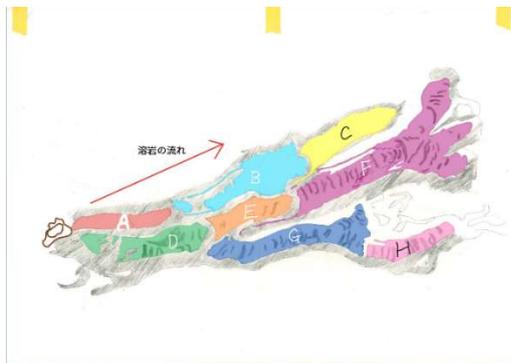


図5 8つに分類した三ノ池溶岩地形

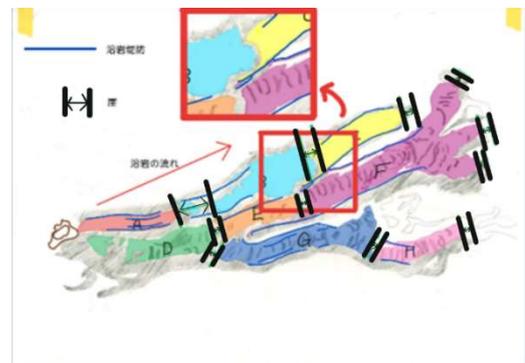


図6 溶岩堤防の関係と崖の位置を加えた図

実験② 図7は、地形 A,B 間を 100m ごとに距離を分け、それぞれの勾配をとったものであり、この図の情報から、勾配の平均値、最大値、最小値をとる。A,B 間において崖であると判断した場所を崖①とし、B の末端部において崖であると判断した場所を崖②とすると崖①では、勾配の平均値が他の場所より高い。崖②では比較的大きい値がでた地点があったが、勾配の平均値は他の場所と比べ低い値となった。加えて、図8は50m ごとに距離を分けそれぞれの勾配をとった。こちらも勾配の平均値、最大値、最小値をとる。崖①では勾配の平均値が他の場所より高く、崖②では比較的大きい値がでた地点があったが、勾配の平均値は他の場所と比べ低い値となった。図7、図8より標高が高い地点では勾配の値が大きくなっており、標高の低い地点では、勾配の値が小さくなっていった。これらのことから実験①と実験②で示した崖の位置には関連性が見られる。

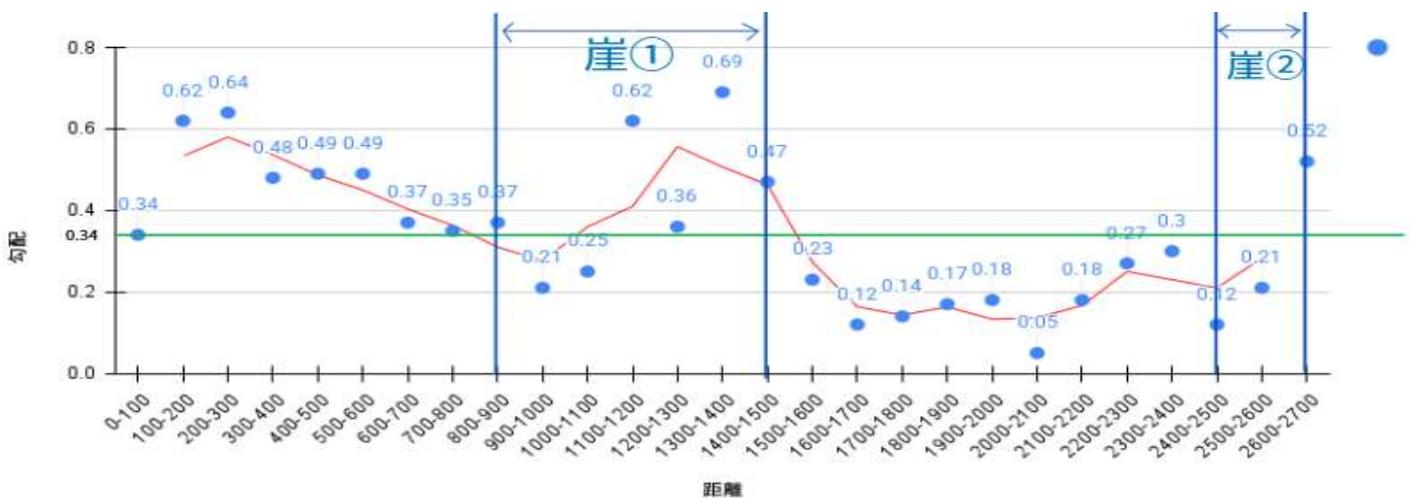


図7 100m の勾配

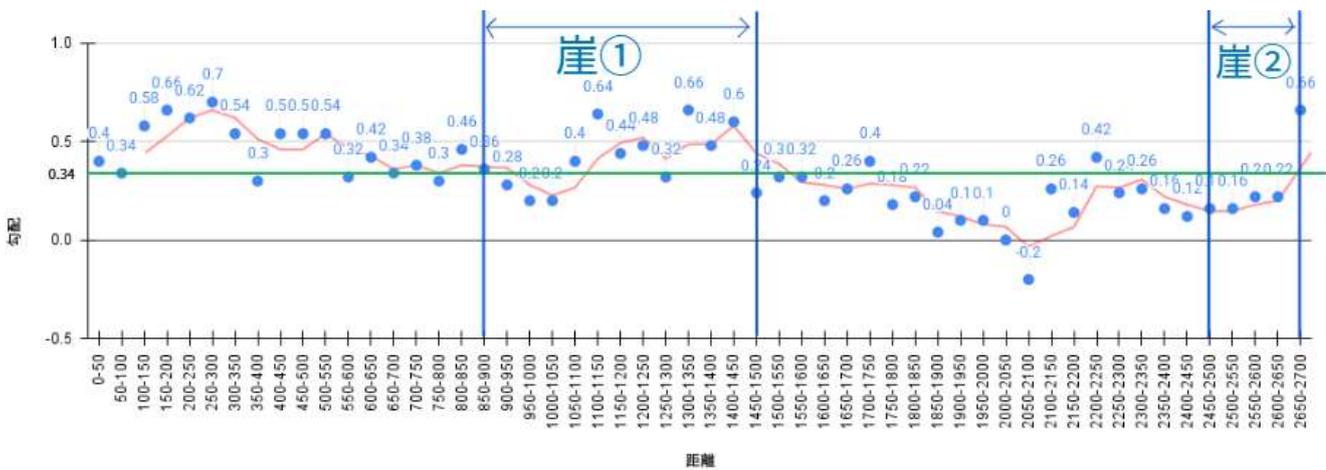


図8 50m の勾配

6. 考察

実験①では崖ならびに溶岩地形の形成順序から、溶岩の形成時期は新しい順から H,G,F,E,D,C,B,A と考えた。また溶岩堤防の形成順序から、溶岩を3つのグループ(ABC,DEF,GH)に分けることができるのではないかと考えた。実験①と実験②で示した崖には関連性が見られるので勾配が大きな場所を崖として定義し、溶岩の区分に用いることができるのではないかと考えた。

7. 謝辞

最後に、本研究を進めるにあたって、溶岩の知識や登山のサポート、発表の機会・仕方など指導してくださった名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山研究センター 金幸隆特任准教授に深く感謝申し上げます。貴重なお時間本当にありがとうございました。

8. 参考文献

・玉滝村 HP

https://www.vill.otaki.nagano.jp/aboutus/kanko/ontake/kisoontakesan_sannoike.htm

2024 10.4 14:39

・気象庁 HP

https://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/312_Ontakesan/312_index.html#:~:text=%E6%A6%82%E8%A6%81,%E5%9C%B0%E5%BD%A2%E3%81%8C%E3%81%A4%E3%81%8F%E3%82%89%E3%82%8C%E3%81%9F%E3%80%82

2024 10.4 14:52

・火山土地条件図「御嶽山」について

本文(火山土地条件図「御嶽山」について) (gsi.go.jp) 2024 11.29 13:38

・気象庁|活火山とは

気象庁|活火山とは (jma.go.jp) 2024 10.11 9:45

・地震火山研究センター

三ノ池-コバルトブルーの水を湛えた美しい火口湖 | 御嶽山火山研究施設 (nagoya-u.ac.jp) 2024 10.11 12:51

・国土地理院地図

地理院地図 / GSI Maps|国土地理院 2024 11.29 13:37

・NHK 名古屋放送局

<https://www.nhk.or.jp/nagoya/lreport/article/002/46/img/0dda189a-c43a-408c-90e5-9b45bdec7c25.jpg>

2024 10.4 14:38

えひめ AI-2 による水質浄化実験

○田口彩葉・征矢心晴・清水もみじ・安田捷人

【要旨】

本研究の目的は、家庭用に改良されたえひめ AI-2 を対象として、えひめ AI-2 の主体の 1 つであるヨーグルト由来の乳酸菌を、市販の植物性乳酸菌に置き換えて、その機能を検証すること。そして、パックテストの 5 項目(リン酸態りん、アンモニウム態窒素、硝酸態窒素、亜硝酸態窒素、COD)のうちリン酸態りん、アンモニウム態窒素の 2 項目に対して浄化作用をもつえひめ AI-2 を見つけることである。今回実験にて使用する植物性乳酸菌として、豆乳ヨーグルトと植物性乳酸菌ラブレを用意し、この 2 種類でえひめ AI-2 を作り水質浄化実験を行った。その結果、どちらのえひめ AI-2 も上記の 2 項目を浄化する能力があることが分かった。

1. はじめに

最近、植物性乳酸菌を用いた発酵食品が増加している。本研究では、家庭用に改良したえひめ AI-2 の主体の 1 つであるヨーグルト由来の乳酸菌を、市販の植物性乳酸菌に置き換えて、その機能を検証すること。そして、パックテストの 5 項目のうちリン酸態りん、アンモニウム態窒素に対して浄化作用を持つえひめ AI-2 を見つけることが目的である

今回の実験で使用するえひめ AI-2(あいこ)及びえひめ AI-1(あいいち)とは、えひめ AI-1 は愛媛県産業技術研究所にて開発された『環境浄化微生物』である。えひめ AI-2 とは、えひめ AI-1 を家庭用に改良したものである。材料・製造方法に若干の違いはあるものの、効果に変わりはない。

2. 実験方法

先行実験および愛媛県産業技術研究所で示されている方法でえひめ AI-2 を作成する。次に、えひめ AI-2 で用いる動物性乳酸菌を市販の植物性乳酸菌に置き換え作成する。パックテスト、吸光光度計を用いて透過率を測定し、水質浄化力を調査する。ラブレを使ったえひめ AI-2 をラブレ AI-2 とし、豆乳ヨーグルトを使ったえひめ AI-2 を豆乳 AI-2 とする。

① 材料

植物乳酸菌ラブレもしくは豆乳ヨーグルト 6.25 g、ドライイースト 0.5 g、三温糖 6.25 g、納豆 0.025 g、水(40°C) 62.5 g、ペットボトル(500 ml)

② 製法

(1)ラブレ、もしくは豆乳ヨーグルト、ドライイースト、三温糖をビーカーに入れて攪拌

する。

(2) (1)に納豆 1 粒を約 0.25 秒つけて(これが 0.025 粒)ドライイーストが溶けるまで攪拌する。

(3) 水(40℃)を(2)に入れ、攪拌する。(図 1)

(4) (3)をペットボトルに移し、インキュベーターで 35℃約 1 か月間発酵させる。(図 2)
(発酵時に膨張するので炭酸飲料のペットボトルが良い。)

※ラブレ AI-2、または豆乳 AI-2 は pH が約 4 であることを満たしていれば完成とする。
満たしていない場合、追加発酵をする。

(5) 完成したラブレ AI-2、豆乳 AI-2 を 5.0 μm のろ紙でろ過したあと、1.0 μm のろ紙で再度ろ過する。その後、メンブレンフィルター(PORE SIZE:0.20 μm)でもう一度ろ過をする。ろ過する理由として、濁っていると透過率をはかる際正確に浄化されているかどうかを確認できないためである。

(6) ろ過し終わったラブレ AI-2 と豆乳 AI-2 を蒸留水で 2 倍希釈する。



図 1 攪拌途中の様子



図 2 完成したえひめ AI-2

3. 仮説

市販されている植物性乳酸菌を使った製品でも、えひめ AI-2 が作成できること。そして、完成したえひめ AI-2 を使ってアンモニウム態窒素、リン酸態りんの 2 つに対して浄化作用が確認できると予想される。

4. 結果

4-1

〈結果〉

ラブレ AI-2 : pH 4.1

豆乳 AI-2 : pH 4.3

結果より、ラブレ AI-2、豆乳 AI-2 のどちらも完成したものとする。

4-2

生物室に常備してある水槽(図3)の水を使用し、水質浄化能力を確認する。



図3 実験に使用した水槽

〈結果〉

パックテストにて確認したところ、ラブレ AI-2、豆乳 AI-2 を入れた水槽の水は何も入れていない状態の水槽の水よりも汚いという数値が確認された。水槽には生命体が存在せず水が標準値に近かったため、汚いとされる水の基準を満たしていなかったと考えられる。そのため、パックテストにおいて正確にラブレ AI-2 と豆乳 AI-2 の浄化能力をはかることが出来なかったと考えられる。

4-3

パックテストにおいて測定のできる各成分の標準液を作成し、水槽の水の代わりとして代用する。リン酸態りん(リン酸)の浄化率を確認する標準液としてリン酸(PO_4)85PPm を 100 倍希釈したものを、アンモニウム態窒素の浄化率を確認する標準液としてアンモニア(NH_3)17PPm を 1.5 倍希釈したものを使う。制作したえひめ AI-2 と標準液を 1 : 1 の比率にして実験する。

【リン酸態りん確認】

- A…リン酸：蒸留水(一番汚染されている状態とする)
- B…リン酸：ラブレ AI-2
- C…リン酸：豆乳 AI-2

【アンモニウム態窒素確認】

- D…アンモニア：蒸留水(一番汚染されている状態とする)
- E…アンモニア：ラブレ AI-2
- F…アンモニア：豆乳 AI-2

〈結果〉

透過率を表にしたものを図4と図5、透過率より導いた浄化率を棒グラフにしたものを図6、図7に示した。図6より、AとBを比較するとBは40%浄化能力があることが分かる。また、AとCを比較するとCは26%浄化能力があることが分かる。したがって、BとCとでは14%、Bの方が浄化能力が高いといえる。図7より、DとEを比較するとEは64%浄化

能力があることが分かる。また、D と F を比較すると F は 78%浄化能力があることが分かる。したがって、E と F とでは 14%、E の方が浄化能力が高いといえる。

表 4 リン酸態りんの透過率

	PO4+水	PO4+ラブレ AI-2	PO4+豆乳 AI-2
透過率 波長:540 nm	28	57	47

(%)

表 5 アンモニウム態窒素の透過率

	NH4+水	NH4+ラブレ AI-2	NH4+豆乳 AI-2
透過率 波長:830 nm	86	95	97

(%)

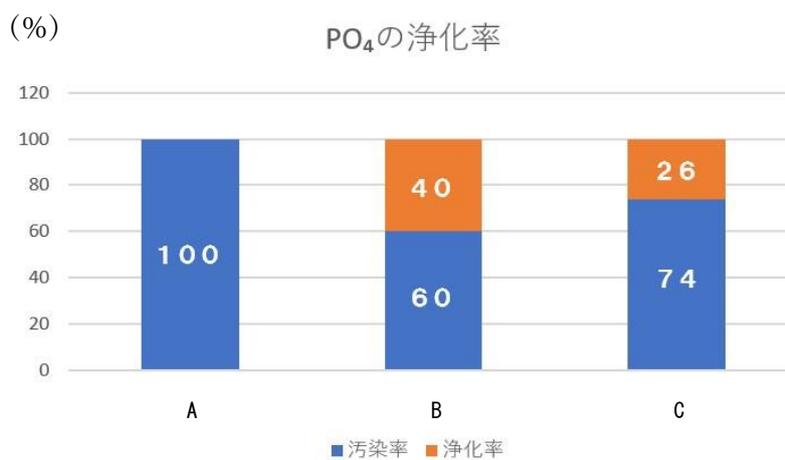


図 6 リン酸態りんの浄化率

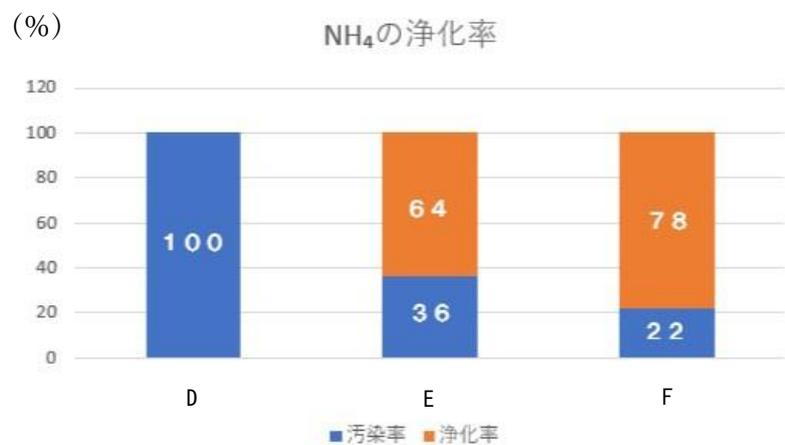


図 7 アンモニウム態窒素の浄化率

5、考察

結果より、リン酸態りんに関してラブレ AI-2の方が効果があることが分かる。アンモニウム態窒素に関して豆乳 AI-2の方が効果があることが分かる。よって、リン酸態りんによって汚染されている水にラブレ AI-2を、アンモニウム態窒素によって汚染されている水に豆乳 AI-2を入れることによって浄化することが出来ると考えられる。

6、課題と展望

今回一回分のラブレ AI-2 と豆乳 AI-2 を作成し実験を行ったが、より正確な浄化能力を測るために多くのラブレ AI-2 と豆乳 AI-2 を用いて実験を行う必要がある。

予備実験にて行った動物性乳酸菌でも、今回使用した標準液を使用して数値をとり、植物性乳酸菌で作ったえひめ AI-2 と浄化作用を比較する必要がある。

7、引用文献・引用サイト

- ・平成 30 年度 理数科課題研究報告書「すんきの乳酸菌を使ったえひめ AI-2 の水質浄化」(参照 2024-11-28)
- ・愛媛県庁. “「えひめ AI-2」の作り方と作り方”
<http://www.water.sannet.ne.jp/qualityaotomato/ehimeai.htm>
<https://www.pref.ehime.jp/h30103/sangiken/alls/etc/documents/ai-2.pdf>
<https://kyoritsu-lab.co.jp/seihin/list/instructions/az-rw-2.pdf>(参照 2024-11-29)
- ・乳酸菌培養実験東京農業大学応用生物科学部生物応用化学科 微生物学実験 2016
<https://packtest.jp/list>(参照 : 2025-02-14)

8、謝辞

渡辺孝志先生、伊澤瑞紀先生、中村紀和先生ありがとうございました。

【要旨】

本研究の目的は、蚕に二種類以上の染料を餌とともに与えた際にできた繭の様子を観察し、一種類のみ与えた蚕の繭と比較することである。食紅（青・赤・黄色）、コールドイホット（青）、メチルオレンジを用いて繭の着色を試みたが色は付かなかった。この結果と解剖結果を踏まえ、品種ごとに消化管または絹糸腺が通過させることができる粒子の大きさが異なる可能性があり、それが繭の着色に影響を与えていると考えた。

1. 動機・目的

1996年に西村らが発表した論文にて「蚕に餌とともに染料を与えるとその繭に色がつく」ということが書かれていた。

その論文では与える染料の種類は蚕1頭につき1種類だったため、私達は1頭の蚕に2種類以上の染料を与えたとき、繭の色は1種類のとときと比べてどのような違いがあるのかということに興味を持ち調べてみようと考えた。

2. 仮説

色素は蚕の体内で混ざり繭は中間の色に染まる。または、色素は完全に混ざることではなくモザイク状の繭ができると考えた。



図1 仮説のイメージ

3. 材料と方法

①食紅（青）×食紅（赤）×食紅（黄）

この実験では食紅の青色1号、赤色102号、黄色4号を使用した。

朝と夕方、食紅を混ぜた蒸留水を散布した桑の葉を蚕に与えた。食紅は5.5gを蒸留水500mlに溶かし、赤と黄色は5ml、青は3.5ml与えた。食紅の色は一日ごとにローテーションした。

食紅のデータは先行研究では示されていないが、食紅を使用した理由としては構成成分がわかっているため実験後の分析がしやすいと考えたためである。

②コールドイホット青×メチルオレンジ(薄)

この実験では先行研究で着色性が認められているコールドイホットという染料の青と色素のメチルオレンジを使用した。

朝、コールドアイホット青とメチルオレンジを混ぜた蒸留水を散布した人工飼料を蚕に与えた。コールドアイホット青とメチルオレンジは0.05gを蒸留水250mlに溶かし、5ml与えた。

この実験から使用した人工飼料とは、桑の葉の粉末やデンプンを混ぜて作られたものである。人工飼料は桑の葉よりも長期間保管でき、桑の葉のように摘みに行く手間もないため採用した。



図2 人工飼料

③コールドアイホット青×メチルオレンジ(濃)

この実験ではメチルオレンジは②の濃度で飽和であったため、そのままの濃度のものを使用し、コールドアイホット青のみ、先行研究と同じ20倍希釈に溶かして行った。あとの方法はすべて②と同じである。

4. 結果と考察

①食紅（青）×食紅（赤）×食紅（黄）

どの繭にも着色は見られなかった。私達はこの理由を食紅の成分が向いていないのではないかと考えた。



図3 ①で散布した水溶液と結果

②コールドアイホット青×メチルオレンジ(薄)

どの繭にも着色は見られなかった。この実験では染料の濃度が薄かったのではないかと考えた。



図4 ②で散布した水溶液と結果

③コールドイホット青×メチルオレンジ(濃)

濃度の低い実験と同様に着色性は認められなかった。

私達はこれらの実験でなぜ色がつかなかった原因が蚕の体内にあるのではないかと考えた。

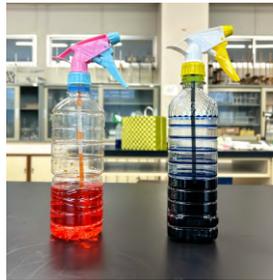


図5 ③で散布した水溶液と結果

5. 蚕の繭に色がつくまでの仕組み

蚕の食べた餌及び染料は図のように消化管へ移動する。その後、消化管から、糸を作る器官である絹糸腺に染料が染み出し、糸および繭に色がつくと考えられている。

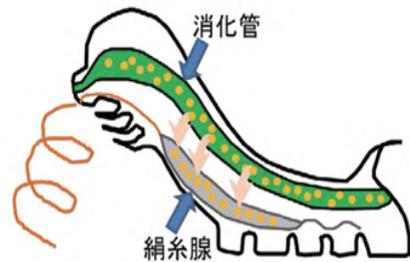


図6 色がつく仕組み

6. 解剖

消化管から絹糸腺に染料が移っているのなら、消化管には色が付いているはずだと考え、染料及び色素を食べさせた蚕を解剖した。

【結果】

コールドイホットの青を与えた蚕もメチルオレンジを与えた蚕も消化管には色は付いていなかった。

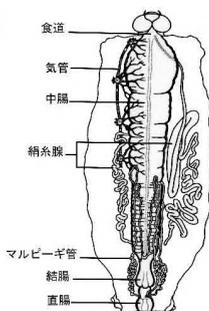


図7 解剖図



図8 青の蚕の解剖写真(左) オレンジの蚕の解剖写真(右)

7. 結論

私達の研究で色が付かなかった原因として、染料のつぶのようなものが絹糸腺に通らなかったのではと考えた。

先行実験とは違う品種の蚕を使ったことから、品種ごとに絹糸腺を通る粒の大きさが違ったため色が付かなかったのではないかと考えた。

8. 参考文献

木内信,本くに子『カイコの絵本』そだててあそぼう,農文協,1999年4月10日

岡田英二,中島建一,三澤利彦,宮崎栄子,間瀬啓介,高林千幸「家蚕繭の新たな特徴としての光沢・色彩とその評価」『日本シルク学会誌』vol. 16 (2007)

上石洋一,宮沢福寿,気賀沢尚人「セラミックス粉末混人工飼料給餌蚕繭糸の観察」『日本シルク学会誌』8巻 p.53-56 (1999)

駒ヶ根シルクミュージアムの展示

里山のクラフト便り,”【ハイビジョン】えさを食べる蚕-里山のクラフト便り-”.youtube.2013/11/05(参照2024年12月6日)

東京農工大学農学部生物生産学科蚕学教育研究分野.”カイコ幼虫の内部形態”.蚕学研究室. 2003年12月25日.https://web.tuat.ac.jp/~kaiko/03/dissect/youtyou.htm,(参照2025年1月22日)

8. 謝辞

最後に、本研究を進めるにあたって的確な助言、支援をしてくださった石澤先生、前田先生、ありがとうございました。

ダンゴムシとワラジムシの共存様式
～食物選好性の違いに着目して～

長野県木曾青峰高等学校
2年 ○千村あいり 下起愛珠 伊藤春香 高橋心菜

【要旨】

オカダンゴムシ *Armadillidium vulgare* とワラジムシ *Porcellio scaber* は石や朽ち木の下で一緒にいることがよくある。2種は一見よく似た生物ではあるが、別種であり、食物を奪い合わないのかと疑問を持った。そこで、オカダンゴムシとワラジムシの食物選好性の違いに着目して研究をすることにした。特に同じ餌でも腐り具合などで好みが変わるのではと考え、2種の糞を用いて実験を行った。結果は、同じ材料でも腐り具合によって各種選り好みがあることがわかった。自然界においても、この違いにより2種が共生しやすくなっているかもしれないが共生関係については、まだはっきりとはわからなかった。

1. 動機及び目的

オカダンゴムシ *Armadillidium vulgare* とワラジムシ *Porcellio scaber* は石や朽ち木の下で一緒にいることがよくある。2種は一見よく似た生物ではあるが、別種であり、食物を奪い合わないのかと疑問を持ったのが本研究に着手した動機である。分解者である両種は、野外では落ち葉などを食べており、食物は十分であり、排他的な競争は起きにくいと考えられるが、それを考慮しても、同じ場所で見つかることが非常に多く、何らかの共生関係を持っている可能性もある。

オカダンゴムシとワラジムシの食性の違いについては奥山ら（2013）の飼育所見の中で「ワラジムシは、オカダンゴムシとは、食べ物の好みは少し異なるようで、オカダンゴムシほどは生野菜に執着せず落ち葉をより好む」という記述がみられる。しかし、これら2種の食性を直接比較した研究事例は見当たらなかった。そこで、私たちはこれらの種の食物選好性の違いに着目し、研究を行った。特に、同じ餌でも腐り具合の好み異なる可能性について追求した。また、食物の摂取量の指標として、糞の数を用いる方法を独自に考え、実践した。オカダンゴムシの糞かワラジムシの糞かを、糞の形態から判別することにも試みた。糞からの判別が可能であれば、糞を用いた実験の幅も広がる。

本研究の最終目的は、2種の食物選好性の違いをより明確にすることで、その共存様式の解明に貢献することである。

2. 方法

2-1. 材料

実験にはオカダンゴムシとワラジムシの2種を用いた。いずれも長野県木曾青峰高等学校の丘の上キャンパス敷地内で採取した。実験には主に成体と思われる、比較的体サイズの大きい個体を用いた。いずれの実験においても、石膏を薄く敷いた直径9cmの蓋つきシャーレを実験容器として用いた。

2-2. 実験① 新鮮なニンジン

実験容器に、オカダンゴムシ（2個体）と新鮮なニンジン（円錐形、直径2cm、高さ5mm程度）を2切れ入れ、蓋をして直射日光の当たらない暗い場所（常温）に置き、ほぼ毎日実験容器の糞の数を数え、数え終わった糞を取り除いた（水分は適宜与えた）。実験期間は9月13日から10月4日までの22日間だった。データの取れなかった期間がある場合は、糞の数日数で割って平均を出した。

ワラジムシについても、同じ期間で同じ方法で実験を行った。

2-3. 実験② 腐ったニンジン

オカダンゴムシ、ワラジムシ、それぞれについて、新鮮なニンジンの代わりに腐らせたニンジンを用いた点以外は実験①と同じ方法で、同じ期間で実験を行った。腐らせたニンジンは、新鮮なニンジン（円錐形、直径2cm、高さ5mm程度）を薄く水を張った容器に数日入れて腐食作用により黒色になるまで放置したものである。

2-4. 実験③ 糞の形態観察

腐食した植物の葉を、オカダンゴムシとワラジムシそれぞれに与え、排出された糞の形態観察を行った。観察には実体顕微鏡および走査型電子顕微（HITACHI TM4000Plus）を用いた。

3. 結果と考察

3-1. ニンジンの腐り具合と選好性

図1の結果から、オカダンゴムシは新鮮なニンジンを食べるが、ワラジムシはあまり食べないことが分かった。野外の新鮮な落ち葉においても同じ傾向があるかもしれない。また、図1の結果から、オカダンゴムシは腐り始めのニンジンは好まないことが分かった。オカダンゴムシはこの期間は、石膏を食べてしのいでいた（図1では石膏由来と思われる白い糞の数は無視されている）。

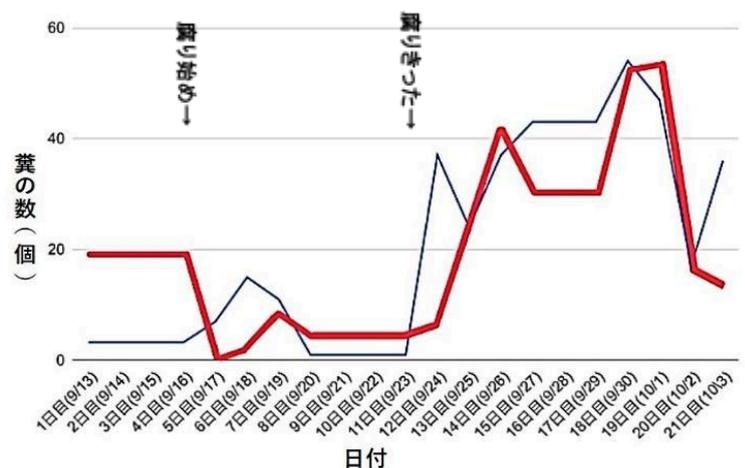


図1 新鮮なニンジンを与えた時の糞の数の推移（実験①の結果）。太い線がオカダンゴムシ、細い線がワラジムシ。

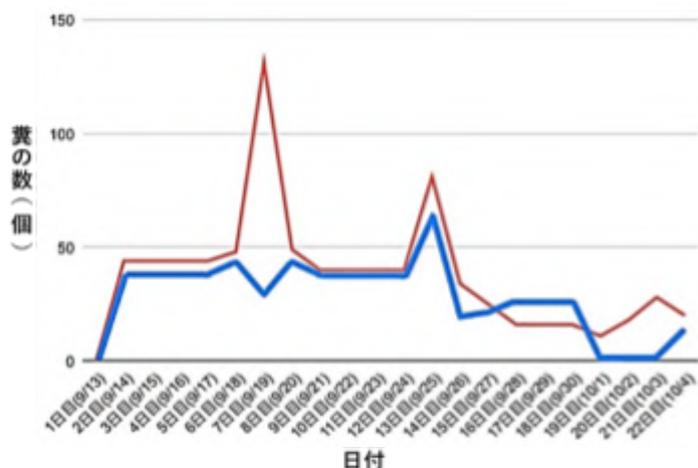


図2 腐ったニンジンを与えた時の糞の数の推移（実験②の結果）。太い線がオカダンゴムシ，細い線がワラジムシ。

一方、ワラジムシは腐り始めの初期に一度ピークがある点が特徴的である。

最後に、図1、2の結果から、腐ったニンジンとは両種ともに好んで食べることが分かった。

3-2. 石膏を食べるオカダンゴムシ

本研究の準備段階において、実験容器を試作している段階で、餌を入れずに石膏のみで飼育した場合、オカダンゴムシを入れた容器には石膏由来と思われる白い糞が生じたが、ワラジムシを入れた容器にはそれがみられなかった。この観察から、オカダンゴムシは石膏を食べることができ、ワラジムシはそれをしないことが分かった。

実験中、オカダンゴムシはニンジンの状態によっては、石膏の方を選んで食べている期間があった。

3-3. オカダンゴムシの食糞

本研究の予備実験において、ニンジンを入れた実験容器にオカダンゴムシ2匹を入れ、定期的に糞の数を数えたところ、糞の数が減っていることがあった。これは、数えた糞を取り除かなかつたことで、食糞をしたのだと考えられる。ワラジムシではこのような例は確認できなかった。

3-4. 糞の形態による判別

両種の糞の形態はよく似ており、電子顕微鏡レベルでも判別はできなかった。いずれも、最も面積の大きい面の一つにくぼみが見られる、おおむね整った直方体であった。

3-5. まとめ

本研究で分かった2種の食物選好性をまとめたものが表1である。

表1 両種の食物選好性の違い (◎:とても好む, ○:好む, △:少し食べる, ×:食べない, ?:未確認)

	ニンジン			石膏	糞
	新鮮	腐り始め	腐った		
オカダンゴムシ	○	×	◎	○	○
ワラジムシ	△	○	◎	×	?

表1より、同じ材料でも腐り具合によって、各種選好性があることが分かった。奥山ら (2013) の飼育所見とも矛盾はしない結果だった。また、石膏や糞の結果からわかるように、利用できる餌資源自体が異なっている可能性も示唆された。今回の結果からは、石膏を食べることができたオカダンゴムシの方が、利用できる餌資源の範囲は広そうである。また、オカダンゴムシは新鮮なニンジンが好き、腐ったニンジンは両種とも好むといった結果から、ニンジンの腐り具合で種による選好性の違いが少し見られた。自然界においても、このような食物選好性の微妙な違いにより、2種が共存しやすくなっているのかもしれない。また、石膏に見られた「食べる」「食べない」といったはっきりした選好性の違いも2種の共存を可能にしているのかもしれない。共生関係については、今のところ何とも言えない。

4. 反省と課題

オカダンゴムシとワラジムシの食物選好性の違いは、食物の腐り具合ではなく、食物の柔らかさと関係がある可能性もある (または両方)。実際に、硬い石膏を食べることができたオカダンゴムシは、石膏を食べない (または食べることができない) ワラジムシよりも、硬い新鮮なニンジンをよく食べていた。ワラジムシは物理的に硬いものを齧ることができないのかもしれない。実体顕微鏡や電子顕微鏡により詳細な口器の形態の比較が必要である。

ニンジンの鮮度 (腐り具合) を数値化することができなかった。野菜の品質管理に使われる鮮度を測る装置などの活用も考えられる。

糞による種の区別ができていない。電子顕微鏡観察まで行ったが、たとえ電子顕微鏡レベルで区別できたとしても、実験においては有用ではない。実体顕微鏡レベルでの見分けができるか、さらに調査したい。

共生関係の有無については判断が難しい。例えば、ワラジムシがオカダンゴムシの糞を好んで利用するなどのデータが取れば、片利共生の可能性が出てくる。そういった観点でも調査したい。

5. 引用文献

奥山風太郎・みのじ (2013):ダンゴムシの本 まるまる一冊ダンゴムシガイド, DU BOOKS.

6. 謝辞

最後に、本研究を進めるにあつて多くの助言、支援をしてくださった前田拓哉先生、実験に携わっていただいたオカダンゴムシ、ワラジムシの皆様、本当にありがとうございました。

アリの巣に水を流した時のアリへの影響

○小野空斗 佐々木陸琉 瀬口敦士 村井優翔

【要約】

よく小さい子供がアリの巣に水を入れるという行動がみられるが、それが倫理的に問題があるか不明な点が多い。そこで自分たちは水中でのアリの耐久性という観点からアリにどのような影響があるのかを研究することにした。その実験の中でアリの静止行動が見られた。

1. 動機・目的

アリは私たちの身近にある生物であり、アリに関する生態や身体の機能について調べたいと思った。

アリの巣の水攻めはアリにとって被害があるのかを明確にする。そして、公園などで子供がアリの巣に水を流し込む遊びがアリにとって迷惑な行為なのかを考えたい。

また、本研究の過程において、多くのアリの種が水に浸された時に、静止するという行動が確認された。このような行動をとる理由についても、実験による考察を試みた。

2. 仮説

2-1. 水中でアリはどれくらいの時間、活動可能か(水中でのアリの耐久性)

屋外においても、梅雨などで雨が続き、巣が水に浸された状態が継続することがありうるので、長時間水中にいても問題なく活動できるのではないかと仮説を立てた。

2-2. 水中耐久時間とアリの住処の関係

土中性のアリと樹上性のアリとで、水中で耐えられる時間が異なると仮説を立てた。水没しやすい地面に巣を作る土中性のアリは、樹上に巣を作る樹上性のアリよりも、長時間の水没に耐えられると考えた。

2-3. 水中での静止行動について

水中での静止行動は、呼吸による酸素の消費を抑え、より長時間水中で耐えるための行動であると仮説を立てた。息がもたなくなるにつれて、動きを再開すると考えられる。

3. 材料と方法

3-1. 水中でのアリの耐久性

実験器具等: ケース×2、紙粘土、石膏、クロヤマアリ *Formica japonica*
(青峰高校の中庭で捕獲したもの)

方法: 紙粘土でアリの巣の形を作り、ケースに石膏を流すことで人工的なアリの巣を作る。クロヤマアリを複数個体入れて、巣の中に水を流し、アリがどんな行動をするのかを観察する。特に、どれくらいの時間水中でじっとしていたかを記録した。

3-2. 水中耐久時間の比較

材料: クロオオアリ *Camponotus japonicus*、ナワヨツボシオオアリ *Camponotus nawai* (いずれも木曾青峰高校の敷地で採取)

方法: ビーカーに石を置き、アリを1匹入れ、石をつかんでいる状態で、水を注ぎ、アリを水没させた。そしてアリが動き始めるまでの時間を調べた。これを、個体を変えて何度か行った。

3-3. 水中での静止行動について

材料: クロナガアリ *Messor aciculatus* × 10 (木曽青峰高校のグラウンドにて採取)、水酸化ナトリウム水溶液の入った小瓶、ゴム管、メスピペット、水、スクリー瓶、粘土

方法(図1): 酸素を消費し、二酸化炭素が排出されることによって水が進行方向に動く。二酸化炭素を排出すればするほど、ゴム管の方に進む。そのメスピペットの数値を記録し、同じ時間内で最初の水の場所から何センチ動いたのかを記録する。(静止時と活動時でそれぞれ記録をとり、比較したかったが、後述のとおり、十分な結果が得られなかった)

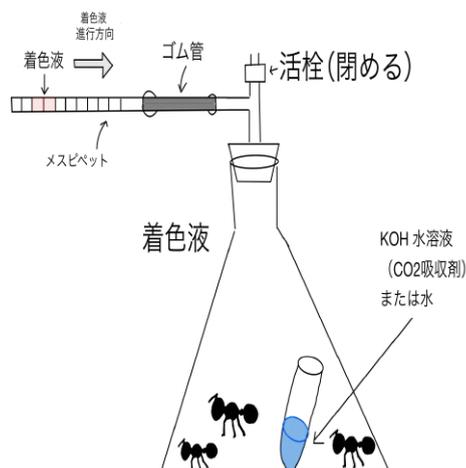


図1. アリの呼吸量を測定する装置の模式図. 実際は図2の装置を使って実験を行った.

4. 結果

4-1. 水中でのアリの耐久性

巣の中に水が流し込まれるとクロヤマアリは巣の一定の場所で**静止**し、この時に使った容器は水が少しずつ漏れる仕組みになっており、水が引くにつれてアリも動き出した。途中水面に浮かんできたアリは少し経つと死んでしまい、**20分以上**水の中で**静止**していたアリは、完全に水が引いた後も生きていた。

4-2. 土中性のアリと樹上性のアリの水中耐久時間の違い

クロオオアリが水中にいた平均時間は約4分だった(表1)(ヒトは1分半程度といわれている)。樹上性のナワヨツボシオオアリは土中性のクロオオアリとは違い、すぐに石から手を離してしまい、記録が取れなかった。したがって比較はできなかった。

表1. 水中でクロオオアリが動き出すまでの時間(秒).

クロオオアリが動き出すまでの時間(秒)	
個体1	323
個体2	46
個体3	213
個体4	267
個体5	565
個体6	237
個体7	141
個体8	141
平均値	241.625

4-3. 水中での静止行動について

予備実験として、クロナガアリ、クロナガアリ、トビイロシワアリ *Tetramorium tsushimae* などの他の土中性のアリにも同様の水攻めを行った。結果は表2のようになった。トビイロシワアリはすぐに石から足を離してしまった。

表2. 土中に巣を作るアリの水中における静止行動の有無.

アリの種類	静止の有無
クロナガアリ	○
クロオオアリ	○
トビイロシワアリ	×

クロナガアリを十匹、図2のような実験装置に入れて一晩放置した。翌朝にメモリを確認した結果、最初のメモリとほとんど変化はなかった。



図2. 呼吸量を測定する実験装置.

5. 考察

実験1の結果より水面に出てすぐに死んでしまったのは油粘土による水面に浮いている油に浸かっている時間が長かった為、気門から水が侵入して死に至ったと考えられる。また20分という記録は不思議である。おそらく、石膏内にとどまっていた空気を、水中においても気門から取り入れていたのではないかと考えられる。

実験3の結果よりアリが水攻めにおいて水の勢いに負けてしまったのはアリの体がとても小さく、水の勢いに負けてしまった可能性がある。

実験4の結果より最初のメモリとほとんど変化がなかったのはアリの体が小さいがために、消費される酸素の量が少なく、メモリの変化を目視することができなかつたためと考えられる。装置に原因がある可能性も考えられたので、同様の実験をカメムシでも行った際には、一晩でメモリに変化が見られることもあった。ただし、この水の移動の仕方や頻度に違和感があり、カメムシの呼吸によるものかどうかははっきりしていない。表面張力などの影響があったように思われる。

6. 反省点・今後の課題

本研究の反省点や課題は以下のようなものがあげられる。

- ・アリの活動時期が限られており、データの数が少なくなってしまった。
- ・アリは小さいだけでなく、素早いので取り扱うのが予想以上に難しく、一つ一つの実験にとっても時間を要し、多くのデータをとることができなかった。
- ・実験の回数を重ねてより正確なデータを取る必要がある。
- ・アリを飼育するための技術の確立が必要であった。
- ・アリの静止時間に水温が影響した可能性があったため、水温を一定にするべきだった。
- ・本研究において新たに発見できた水中で**静止**するという行動についてエネルギー消費という観点からその行動の利点をデータから考察することが今後の課題である。

7. 謝辞

前田拓哉先生をはじめとする研究に携わっていただいた皆様ありがとうございました。

8. 参考文献

・<http://khasap.net/2012/10/28/%E3%82%A2%E3%83%AA%E3%81%AE%E5%B7%A3%E3%81%AF%E9%9B%A8%E3%81%AE%E6%97%A5%E3%81%AB%E3%81%A9%E3%81%86%E3%81%AA%E3%82%8B%EF%BC%9F%E6%B0%B4%E6%94%BB%E3%82%81%E3%81%95%E3%82%8C%E3%81%9F%E3%82%89%EF%BC%9F/>「ASAPアニマル
ニュース アリの巣は雨の日になるとどうなる？水攻めされたら？他の虫が巣にいる！」 管理人:ハク
ナ又ソウ アクセス日:2025年10月4日

令和6（2024）年度 理数探究報告集

発行 令和7年3月14日

編集 長野県木曾青峰高等学校 理数科運営委員会
〒397-8571 長野県木曾郡木曾町福島 1827-2
TEL 0264-22-2119 FAX 0264-21-1056

印刷 木曾オールプリント株式会社
〒397-0001 長野県木曾郡木曾町福島 6916
TEL 0264-21-3166 FAX 0264-22-2635