

三重ジュニアドクターレポート
Report of Mie Jr. Doctor School

第 1 号



2020 年 3 月

目 次

アルコールによるゼブラフィッシュ神経発達への影響 ー胎児性アルコール症候群ー	新井沙都子	1
魚の眼の機能 ーマダイとクロダイの違いー	後藤瑞季	3
「涼風パイプ」による効果の解明	西田連太朗	5
イルカの頭骨形態に関する研究	山村洸葉	6
オオサンショウウオ交雑種における個体間の関係	池田萌朱那	9
雨水がサラセニアの消化液分解力に与える影響について	梅村理紗子	11
魚の行動から脳の働きを考える	岡崎楓河	15
月の影響で潮の満ち引きが起きているのは本当か？	木本茉佑	16
蚊の糞における微生物相	坂崎遥菜	20
惑星までの距離を求める ー簡単な計算で木星までの距離を求められるのかー	寺田壮汰	22
1/f ゆらぎのある音を聞くと人はどのような気持ちになるか	西井晴菜	23
津市河芸町の海岸に漂着した貝殻	西飯健太	25
キウイフルーツを解剖する！？	野村茉央	28
プラナリアの再生と走光性	三島瑠理	30
風車の羽の面積と出力の関係 ーエネルギーの変換ー	南 心結	33
塩害に負けるな！ PART II ー植物の力による除塩の研究ー	湯目航生	35
日本古来のすし「なれずし」の作製	岩本和也	37
離れて暮らす祖父母の生活に活力をもたらすために	井村風海大	39

アルコールによるゼブラフィッシュ神経発達への影響

ー胎児性アルコール症候群ー

新井沙都子

三重大学教育学部附属中学校 1年

Satoko Arai

要旨

ゼブラフィッシュの受精卵に、アルコール（エタノール）をかけ、受精卵の神経発達の変化を調べる。今回は、ニューロンとアストロサイトと言う2つの神経系細胞の発達について調べる。

キーワード

胎児性アルコール症候群:妊娠中の母親の習慣的アルコール摂取により、胎児の神経発達などが障害される。

ニューロン:神経細胞。刺激を受けることで興奮し、その刺激情報を他の細胞に伝達する。

アストロサイト:グリア細胞の一種。神経細胞に栄養を与えることなどにより、神経細胞の生存と働きを助ける。

1. はじめに

妊娠中の母親は、薬、お酒、煙草を控えなければならないと聞く。前回、薬（CPM・DXM）によるゼブラフィッシュへの影響を調べた。そのため、今回はお酒（エタノール）の影響に興味を持ち、調べることにした。

2. 材料と方法

(1) 実験動物

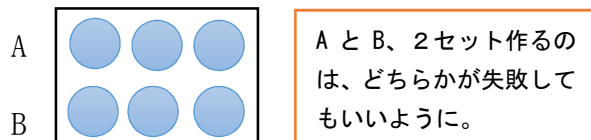
ゼブラフィッシュの卵・・・180個

（生まれても、実験前に死んでしまった魚もいるので最終的には180個より少なくなった。）

(2) 実験方法

①6well プレートを使い、1wellにつきゼブラフィッシュの卵（その日の午前9時頃に生まれた）を30個ずつ入れる。

図1



②一番左の2つは基準にするため、「control」

真ん中の2つは0.5%のエタノールを入れる。

一番右の2つは0.75%のエタノールを入れる。

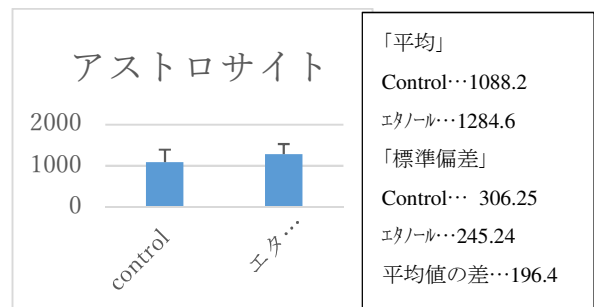
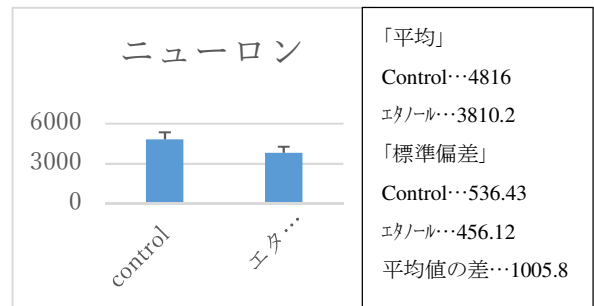
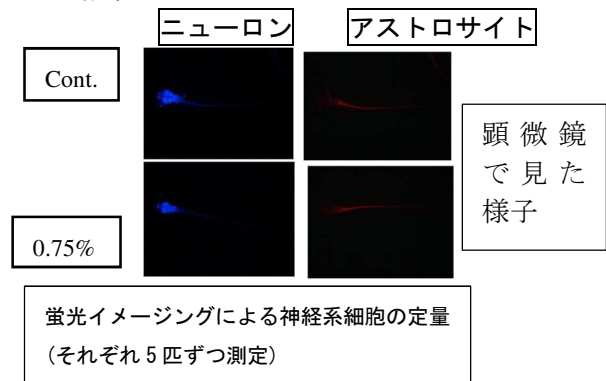
③28度前後に保って、5日間置いておく。

④孵化した稚魚（死んでいる魚は取り除く）がいるプレートに2000分の1倍に薄めた麻酔を加える。（動かないようにして、観察しやすくするため。）

⑤光学顕微鏡で神経を観察し、写真を撮る。（19倍）

⑥イメージJというソフトを使い、⑤の写真のニューロンとアストロサイトの蛍光シグナルを定量する。

3. 結果



4. 考察

孵化する前のゼブラフィッシュの卵にエタアストロサイトが多くなる傾向を認めた。ニューロン数の低下は、胎児性アルコール症候群における知的障害の原因の一つと考えられる。エタノールを加えるタイミングを変化させ、ニューロン数の低下に影響する時期を調べることにより、妊娠中の飲酒に特に気をつけなければならない時期を特定できると考えられる。また、エタノールを加えるとアストロサイトが増えることの意義について調べていきたい。

魚の眼の機能

ーマダイとクロダイの違いー

後藤瑞季

桑名市立光陵中学校 1 年

Mizuki Goto

要旨

マダイとクロダイの視機能にはどのような違いがあるのか疑問に思ったので、調べることにした。魚の頭部をブアン氏液で固定し、眼球から網膜を取り出して展開標本を作製し、染色液で染色した。作製した組織標本を光学顕微鏡で観察し、視細胞の種類・数を観察札・計測した。錐体細胞を観察した結果、マダイとクロダイではモザイク配列に違いがあり、クロダイの方が色を感知する錐体細胞の種類が多いことが明らかになった。また、錐体細胞密度の傾向は両者に違いは無く、見ている方向は同じであると考えられた。マダイは視力が良く、ものを「色」で見分けている。それに対しクロダイは視力が悪く、「大きさ」や「明暗」で見分けているおり、生活環境に合わせて視機能の違いが見られると考えられた。

キーワード: マダイ・クロダイ・視機能・錐体細胞、視力

1. はじめに

スーパーやお寿司屋でよく見かけるタイは、正しくは「マダイ」という。タイには他にもマダイと形は似ているが、体の色が違うクロダイもいる。よく似ているマダイとクロダイにはどのような違いがあるのか調べてみたところ、住んでいる場所や食べているものに違いがあることが分かった。住んでいる場所や食べているものが違うということは、見ているものなども違うのではないかと考え、マダイとクロダイの視機能について調べてみたいと思った。

2. 材料と方法

- 1, 魚を固定液（ブアン氏液）で固定する。
- 2, 魚から眼球を取り出す。
- 3, 網膜を花のように開き、それぞれを 9～12 個に切り分け、番号をつける。
- 4, 脱水と脱脂をエタノールによって行う。
- 5, 組織にパラフィンを浸透させ、7 μm に薄切する。
- 6, 細胞を観察しやすいように染色液（ヘマトキシリン・エオジン染色）につけて染色する。
- 7, 永久標本を作る。
- 8, 光学顕微鏡で視細胞を観察し、各部位の錐体細胞数

を計数し、密度分布図を作成する。

- 9, 視力を計算する。

視力の計算

$$\text{最小分離角 } a = \left(\frac{0.1(1+0.25)}{\sqrt{n}} \times 2 \right) \frac{1}{F} \quad \text{Radian (単位ラジアン)}$$

[n = 錐体細胞の最大密度 (0.01mm²あたり)、F = 焦点距離 (2.55×水晶体半径)]

3. 結果

(1) マダイ

① 錐体細胞のモザイク配列

マダイには単錐体と複錐体（又は双錐体）が確認された。Wang らの文献によると、マダイの錐体細胞からは赤色の視物は見つからず、偽遺伝子化しているとのことだった。したがって、マダイの網膜は、青色を感知する単錐体細胞と、緑色を感知する双錐体細胞で構成されることが分かった。

② 錐体細胞の密度分布

外側周囲、特に dorsal (背側) で密度が高かった。

③ 視力

水晶体半径 : 8.12mm 最小分離角 : 2.924 分

視力 = 0.34

(2) クロダイ

① 錐体細胞のモザイク配列

クロダイには複錐体（又は双錐体）しか確認されなかった。Wang らの文献によると、クロダイの網膜は緑色と赤色を感知する双錐体細胞と 青色を感知する単錐体細胞で構成されていることが分かった。しかし、今回の観察では青色を感知する 単錐体細胞は確認できなかった。

②錐体細胞の密度分布

分布は全体に散らばっているが、特に密度が高いところは dorsal (背側) だった。

③視力

水晶体半径：8.00mm 最小分離角：10.975 分
視力=0.09

4. 考察

＜錐体細胞の種類から＞

マダイは紫外線と赤色の感知が無く、緑色と青色を感知する錐体細胞で視覚を働かせていると考えられた。

クロダイは紫外線のみの感知が無く、緑色と青色と赤色を感知する錐体細胞で視覚を働かせているとされているが、今回は青色を感知する単錐体細胞は見つからなかった。なぜ見つからなかったのかは分からないが、もっと標本をたくさん見れば見つかったかも知れない。

＜錐体密度分布から＞

マダイの錐体細胞の密度は、外側周囲、特に dorsal (背側) で高かった。レンズを通すと上下前後が逆になるので、正面から見て前方斜め下側を見ていると考えられた。

クロダイの錐体細胞の密度は、マダイと比べて全体に散らばっているが、特に密度が高いところはマダイと同じく、dorsal (背側) だった。クロダイも同じく、正面から見て前方斜め下側を見ていると考えられる。

どちらも主に捕食しているものがエビやカニなどの甲殻類であることや、岩礁域に生息していることから考えると、暗い海底を見て捕食していると考えられる。

＜視力から＞

今回測定したマダイの視力は、0.34 だった。比べてクロダイは 0.09 と、マダイの方が視力は良いと推測できる。捕食しているものは似ているのに、これほど視力に差がある理由として、住んでいるところの違いでエサの見分け方が違うことが挙げられる。

マダイは水のきれいなところに住んでいるため、「色」で見分けて捕食している。そのためレンズを大きくし、画素数を高くする必要がある。レンズが大きくなると視力は高くなるのでマダイの視力は高いと考えられる。

クロダイは水の濁ったところに住んでいるため、「大きさ」や「明暗」で見分けて捕食している。そのため視力が悪くてもエサを見つけて捕食することが出来るので、マダイよりも視力が悪いと考えられる。

5. 参考文献

- 1) https://www.shokabo.co.jp/sp_opt/observe/eye/eye.htm
- 2) <https://www.zukan-bouz.com/>
- 3) <https://tsurihyakka.yamaria.com/issues/マダイ>
- 4) 田村保. 魚類の視覚について, 「水産学集成」(末広恭雄, 大島泰雄, 檜山義男編) 東京大学出版会, 東京, 1957: P721-750.
- 5) <http://www.mie-u.ac.jp/Rnavi/column/cat452/MiyazakiTaeko.html>
- 6) Wang FY, Yan HY, *et al.* Adaptation of visual spectra and opsin genes in seabreams. Vision Research 2009, 49: P18

「涼風パイプ」による効果の解明

西田連太郎
津市立久居中学校 1 年

Rentaro Nisida

要旨

熱中症対策に作った涼風パイプを実用化するため、冷却効果と乾燥効果の2つを調べた結果、冷却効果は、体感できる程の効果があったが、乾燥効果は、体感では感じる事ができないほどの効果だった。

キーワード： 涼風パイプ、冷却効果、乾燥効果

1. 目的

この「猛暑撃退これぞ涼風パイプ」は、昨年熱中症のニュースが多く報道されていて、とても暑くこれは危ないと思い、熱中症対策に作った。この作品は、熱が上昇するという性質を利用した作品で、目的はランドセル等を背負った時、汗を乾かし涼しくすることなのですが、実際の効果がわからなかったため、実験をして確かめることにした。

2. 材料と方法

(1) 実験に使用した物

涼風パイプ、ペットボトル、タオル、温度・湿度計

(2) 実験方法

実験①では、人体に見立てたペットボトル2本(38℃)をメッシュのカバンに入れ、リュックをかぶせたものと間にパイプを挟んだものを比べ、お湯の温度を測る。

実験②では、先ほどのメッシュのカバンより保温性のあるカバンに変えたことで、ペットボトル(40℃)を冷ましにくくした。そのカバンに、汗でぬれたTシャツを模擬した100g水増したタオル、リュックという順番でかける。タオルとリュックの間にパイプを挟んだものを比べ、タオルの重さを測る。

3. 結果

実験①の結果を見ると、どちらも初めはじわりじわりと温度が上昇していますが、15分ごろには2℃の差があり、そのまま直線に進んでいる。温度差は2℃だけですが、この差は体感上十分だと思う。

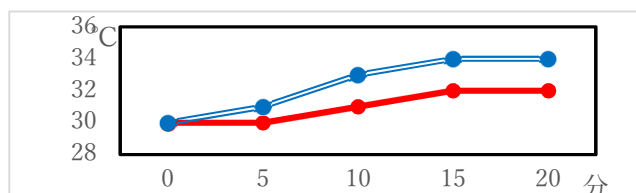


図1 涼風パイプによる冷却効果 (実験①)

実験②では、両方のタオルが乾燥とともに軽くなったが、涼風パイプの有無によって、30分で1.5gの差が出た。

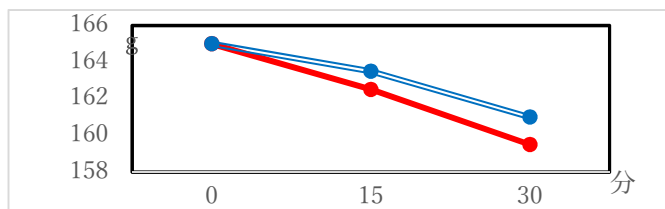


図2 涼風パイプによる乾燥効果 (実験②)

4. 考察

実験①では、涼風パイプの冷却効果を調べた結果、温度差は、2℃だけだったが体感上十分であることがいえる。

実験②では、涼風パイプの乾燥効果を調べた結果、タオルの重さの差は1.5gしかなかったが、パイプ有の方が少しだけ乾くのが早かったことがいえる。しかし、体感では感じる事が難しいと思う。

これらのことから、涼風効果は大きいですが、乾燥効果はあるものの、その効果は少なかったといえる。なので、実用化するには、乾燥速度を上げることが必要だと思う。

イルカの頭骨形態に関する研究

山村 洸葉

四日市市立内部中学校 1 年

Hiroha Yamamura

要旨

動物は種類の違いや成長によって、大きさや体の形が異なったり、変化したりする。イルカの頭骨に注目し、種や成長によって形がどのように違うのかを統計的手法を用いて調べた。種間の違いについての実験では、大体、種の分類通りに分かれた。また、スナメリを対象として、種の中での成長による変化について調べたところ、測定した部位の変化は一律ではなく、部位による違いが見られた。成長にともなう増加傾向の見られなかった部位は、目の周辺部位だった。このことから、体長の小さい段階で目の周辺は成長がすでにとまっていると考えられた。

キーワード：イルカ、頭骨、形態、スナメリ、種、成長

1. はじめに

動物は種類の違いや成長によって、大きさや体の形が異なったり、変化したりする。ここでは、一生を水中で生活するようになった哺乳類であるイルカの頭骨に注目して、種や成長によって形がどのように違うのかを調べた。

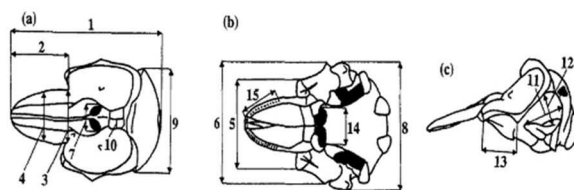


図1 頭骨の測定部位

2. 材料と方法

(1) 実験動物

種による頭骨形態の比較

計 10 種 13 個体のイルカの頭骨

種内の頭骨形態の成長による変化

伊勢湾・三河湾で漂着、混獲された

スナメリの頭骨 18 個

(2) 実験

頭骨の測定は、以下の 15 カ所について行った。

- | | |
|----------|-----------|
| 1：頭蓋骨基底長 | 8：頬骨突起間最大 |
| 2：吻長 | 9：頭頂骨間最大幅 |
| 3：吻基部の幅 | 10：左鼻骨最大幅 |
| 4：吻中央の幅 | 11：側頭窩最大長 |
| 5：前眼窩最大幅 | 12：側頭窩最大幅 |
| 6：後眼窩最大幅 | 13：左眼窩長 |
| 7：骨鼻孔最大幅 | 14：後鼻孔最大幅 |
| | 15：左上顎歯列長 |

計測には人体測定器と大型ノギスを使用し、測定した数値をもとに統計解析ソフトを用いて解析した。



図2 人体測定器（左）と大型ノ

3. 結果

(1) 種による頭骨形態の比較

頭骨を測定した対象の 10 種（ハナゴンドウ、コビレゴンドウ、ユメゴンドウ、スナメリ、イシイルカ、シロハイルカ、マダライルカ、スジイルカ、カマイルカ、ハンドウイルカ）は上の図のように、A から D の 4 つのグループに分かれた。

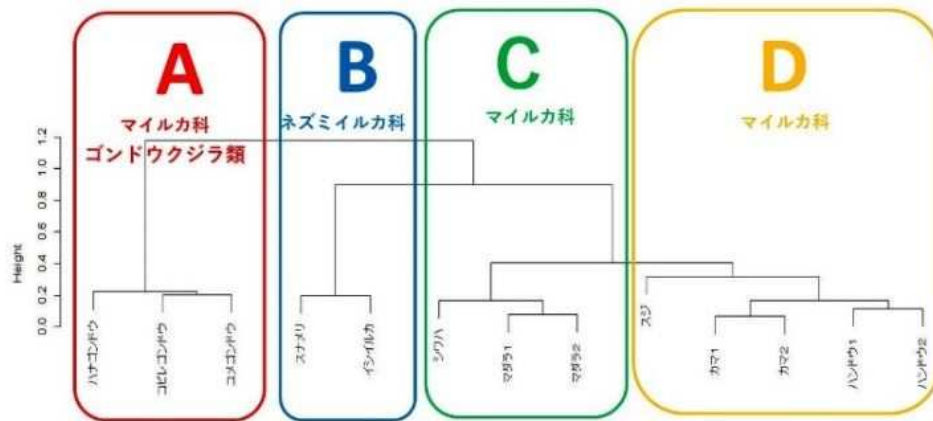


図3 イルカ10種のクラスター分析の結果

続いて、主成分分析を行ったところ、次の図4のような結果になった。

(2) 種内の頭骨形態の成長による変化 (図5)

- 成長に伴う増加が見られた。
- 増加傾向が見られる部位については、体長 160 cmでその部位の成長も止まる傾向が見られた。
- 変化が見られなかった部位は左鼻骨最大幅 (s10) と左眼窩長 (s13) であった。

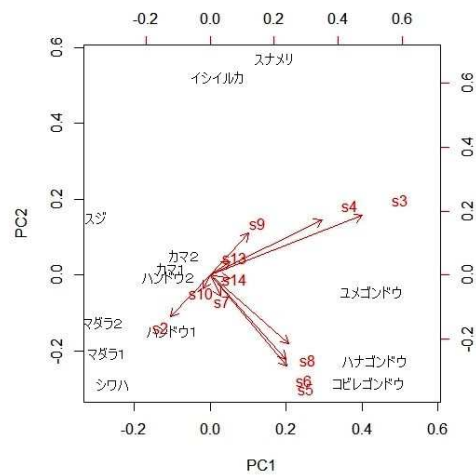


図4 主成分分析の結果

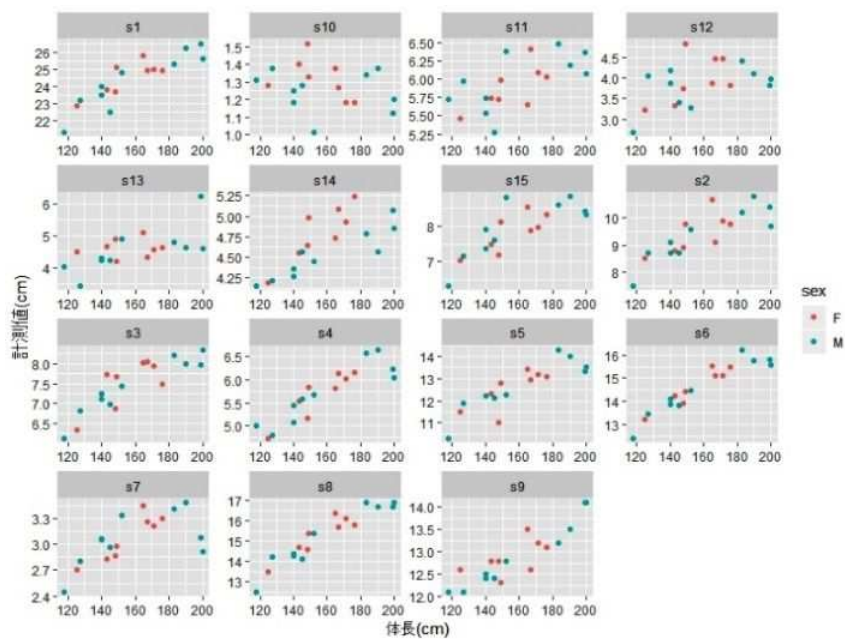


図5 測定した15部位の体長と計測値の関係
(赤のF: 雌、青のM: 雄)

4. 考察

(1) 種による頭骨形態の比較

クラスター分析の結果、測定した頭骨は4つのグループにわけられると考えられた。1つはハナゴンドウ、コビレゴンドウ、ユメゴンドウの3種からなる、マイルカ科の中でもゴンドウクジラ類と呼ばれる吻が突出しないグループ(グループA)である。グループAは図を見るとほかの3つのグループから遠い距離にあり、ほかの7種とは大きく異なる性質をもったグループであることが考えられる。2つ目のグループはネズミイルカ科に属するイシイルカとスナメリからなるグループBである。ネズミイルカ科は、ゴンドウクジラ類と同じように、吻が突出しないことが特徴的な種類である。残りの2つのグループ(CとD)には、どちらもマイルカ科の中でも吻が突出し、いわゆる“イルカ”的な特徴を有する種で構成されており、グループCにはシロハイルカとマダライルカが、グループDにはスジイルカとカマイルカ、ハンドウイルカが分類された。

次に主成分分析における第1主成分(PC1)では、s4、3、5、6、8といった主に頭骨の幅を表す部位が右側に、吻の長さを示すs2が左側に、比較的大きく矢印を伸ばしており、頭骨基底長(s1)に対する頭骨の幅が大きいと第1主成分が高く、頭骨基底長に対して吻の長さが長いと第1主成分が低くなっていることがうかがえる。また、第2主成分(PC2)では、s2、5、6、8が下側に、s3、4、9が上側に矢印を伸ばしており、眼窩周辺の幅が大きいほど、第2主成分が低く、吻や後頭部の幅が大きいほど第2主成分が高くなる傾向を示していた。これを踏まえたうえで、それぞれの種の位置関係を見ても、グループAに属するゴンドウクジラ類はグラフ右下に固まっており、頭骨全体の幅が広く、眼窩周辺の幅は特に広いことが特徴的であると考えられる。眼窩のすぐ上には音の発生に重要とされている脂肪組織である「メロン」があり、コビレゴンドウなどはメロンが大きく発達する種類である。メルロンの大きさと眼窩周辺の頭骨の幅とが関係しているかもしれない。ネズミイルカ科が属するグループBは第1主成分では、グループAとグループC、Dの中間的な値を示したが、第2主成分は、他のグループよりも突出して高く、グラフではs9の真上に位置していた。このことからグループBは短い吻と後頭部の幅の広さが特徴的なグループであると考えられる。外見的には、吻が突出せず、似たような頭の形をしているグループAとBであるが、頭骨のおおまかな形態的には、グループAは頭骨の真ん中、眼窩周辺の幅が広がる菱形のような形であるのに対して、グループBは頭の後方に行くにつれて頭骨の幅が広がる三角形のような形であると考えられ、これがこの2つのグループを分けている主な理由であ

ると思われる。グループCとDは比較的位置が近かったが、2つのグループ間で位置が重なることはなく、グループCは左下に、グループDは中央寄りに数値がプロットされた。この2つのグループはs3、4の対面、かつs2の方向に位置し、吻が細く長いことが特徴的なグループであると判断される。特に極端に左下に偏っているグループCはグループDと比べて吻がより長く細いことがうかがえ、これによって2つのグループが分けられたと考えられる。

(2) 種内(スナメリ)の頭骨形態の成長による変化

15の測定部位について体長との関係を見ると、①体の成長の途中で発達が緩やかになる部位、②体長の変化とともに直線的に発達し続ける部位、さらに、③体長との関連性がみられない部位の3つのパターンがあった。

まず、①の体の成長の途中で発達が緩やかになった部位は、s1、2、3、7、8、11、12、14、15であり、およそ体長160 cm辺り(年齢では5歳から10歳)から成長が緩やかになっていた。伊勢・三河湾産のスナメリは、多くの個体が、オスは体長180 cm、メスは体長170 cm辺りまで成長する。したがって、頭骨の長さや大まかな形は、体の成長が止まるよりも前に発達が終わり、完成するのではないかと考えられた。

一方、②の体長の変化(増加)とともに直線的に発達し続ける部位は、s4、5、6、9であった。これらはすべて頭骨の幅に関する部位である。このことから、頭の長さの発達が止まった後も頭の幅は大きくなり続けることが示された。これには脳やメロンの発達も関係しているのかもしれない。

一方で、③の増加傾向が見られなかった部位は、s10、13であった。s10は鼻孔周辺、s13は眼の周辺部位である。これらの部位は産まれた直後もしくは体長がかなり小さい段階で発達が止まることを示している。このことは、視力や呼吸はスナメリが産まれてからすぐに生きるために必須なものであることを考えると、出生後の早い段階で骨が完成するのではないかと考えられた。

参考文献

- Yoshida, H., Shirakihara, S., Shirakihara, M. and Takemura, A., 1995. Geographic variation in the skull morphology of the finless porpoise *Neophocaena phocaenoides* in Japan Waters. *Fisheries Science*, 61(4): 555-558.
- S・レザーウッド, R・リーヴズ, 1996. クジラ・イルカハンドブッカー・シエラクラブ版. 平凡社, 358pp.
- ドルフィンジャーニー: イルカの形態 dolphins-journey.com/dolphin/ecology.html

オオサンショウウオ交雑種における個体間の関係

池田萌朱那

三重大学教育学部附属中学校 3年

Moana Ikeda

要旨

これまでほとんど明らかになっていないオオサンショウウオの行動特性を解明するために、名張市より借り受けた交雑種 6 個体を用いて、体サイズの異なる 2 個体を遭遇させた時の行動観察を行った。行動はビデオで撮影・記録し、個体間にどのような関係があるのかについて分析した。その結果、大きい個体による小さい個体への一方的な咬みつきや、小さい個体による大きい個体の身体の下への潜り込みといった行動が観察でき、これらは体サイズの違いによる個体間の上下関係を反映している可能性があると考えた。

キーワード: オオサンショウウオ、行動、個体間相互作用

1. はじめに

三重県では、侵入したチュウゴクオオサンショウウオと在来種のオオサンショウウオの交雑が進み大きな問題となっている（三重県 2015）。この問題に関心を持ち、4 年前から名張市の調査に参加してきた。雑種は在来種に比べて気性が荒く、攻撃的だと感じられるが、そのような行動特性に関する研究はこれまでにほとんどなされていない。

在来種の保全のためには、生息地の保全や雑種の捕獲・隔離だけでなく、他個体との相互作用に関する知見が必要である。

そこで本研究では、雑種個体の行動特性について、個体間でみられる関係は体サイズによって異なるという仮説を立て、これを検証することを目的とした。

2. 材料と方法

(1) オオサンショウウオ

オオサンショウウオは日本の固有種で、世界最大の両生類である。生きた化石としても知られており、国の特別天然記念物に指定されている。主に溪流に生息するが、開発などの人為的影響で数を減らしており、環境省レッドリストでは絶滅危惧Ⅱ類に指定されている。また、上述の交雑による遺伝子汚染も進行している。

2019 年 6 月に、名張市郷土資料館で隔離飼育されている雑種個体から、体サイズの異なる 6 個体（全長 339 mm～760 mm）を選び、三重大学で借り受けた（図 1）。6 個体とも名張市の滝川で捕獲された個体である。飼育施設は、教育学部の屋外の円型水槽（FRP、直径 2 m）とし、個体間の干渉が生じないように、水槽内で各個体

別にプラスチック製のカゴに入れて飼育した。

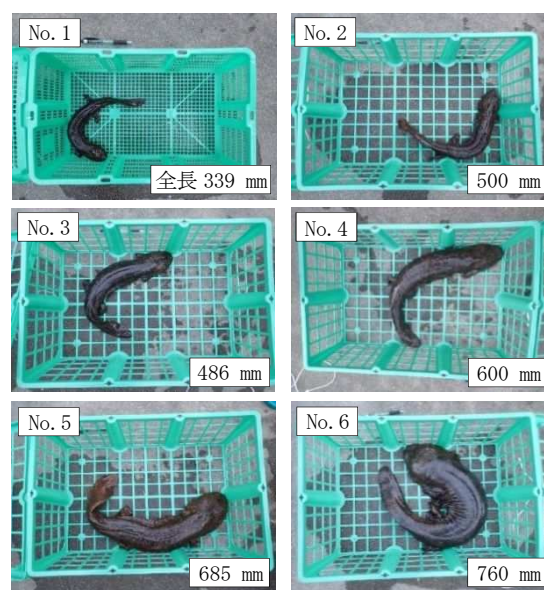


図 1. 調査個体。

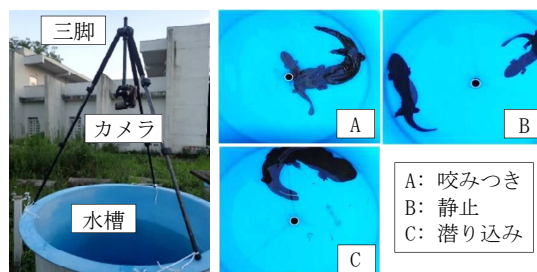


図 2. 撮影装置（左）と行動の例（右）。

(2) 行動実験

日没前（18 時）に、行動観察に用いる 2 個体を直径 1 m の円形水槽に移し、一定時間（30 分間）の行動を

水槽上部に設置したビデオカメラで撮影した（図 2）。激しい咬みつきが生じたら、その時点で終了とした。この実験は、個体 No. 2、No. 4、No. 5、No. 6 の総当たり（6 通り）で行った。

記録動画をもとに、それぞれの個体の 30 分間の行動を、(1) 静止、(2) 遊泳、(3) 相手の体への接触、(4) 相手の体の下への潜り込み、(5) 息継ぎ、(6) 刺激追従（相手の動きに追従して頭部あるいは体全体を向ける行動）、(7) 後ずさり、(8) 頭突き押し、(9) 咬みつ、(10) あぶく吐きの 10 項目に分けた（図 2）。

全 6 通りの実験から得たデータをもとに、異なる体サイズの組み合わせによって、時間経過とともに、どのような行動がみられるかに注目して分析した。

3. 結果

(1) 体サイズ差の大きい組み合わせ

体サイズの差が大きい組み合わせ（No. 2-No. 6、No. 4-No. 6、No. 2-No. 5）では、大きい方の個体が小さい方の個体に咬みつく行動が見られ、小さい個体が大きい個体に咬みつことは一度もなかった（図 3）。咬みつかれた個体では、その後、相手個体と対面した際に後ずさりの行動が見られた。

また、小さい個体が大きい個体の下に潜り込む行動が顕著に見られた。一方で、個体サイズの差が小さい個体同士の組み合わせでは、どちらの個体でも咬みつは見られなかった。

さらに、いくつかの組み合わせにおいて、小さい個体が大きい個体の口先に体を横づけして静止する、服

従ととれるような行動も見られた。

(2) 体サイズ差の小さい組み合わせ

体サイズ差の小さい組み合わせ（No. 2-No. 4、No. 4-No. 5、No. 5-No. 6）では、どちらの個体からも咬みつは見られなかった。小さい個体による大きい個体の体の下への潜り込みは見られた。また、体サイズ差の大きい組み合わせでの実験時に比べて、2 個体ともに静止している時間が長かった。

4. 考察

当初に立てた仮説の通り、個体間の関係は体サイズで異なることが示唆された。本研究で得られた個体間の関係は主に次の 3 点である — (1) 大きい方の個体による小さい個体への一方的な咬みつ、(2) 小さい個体による大きい個体の体の下部への潜り込み、(3) 体サイズ差が比較的小さい個体間では咬みつが見られないこと。これらの結果は、体サイズの違いによる個体間の上下関係を反映している可能性があるのではないかと考えている。今後、実験数を増やして行動分析を継続していきたい。

参考文献

三重県（2015）三重県レッドデータブック 2015 ～三重県の絶滅のおそれのある野生生物～. 共立印刷株式会社. 757pp

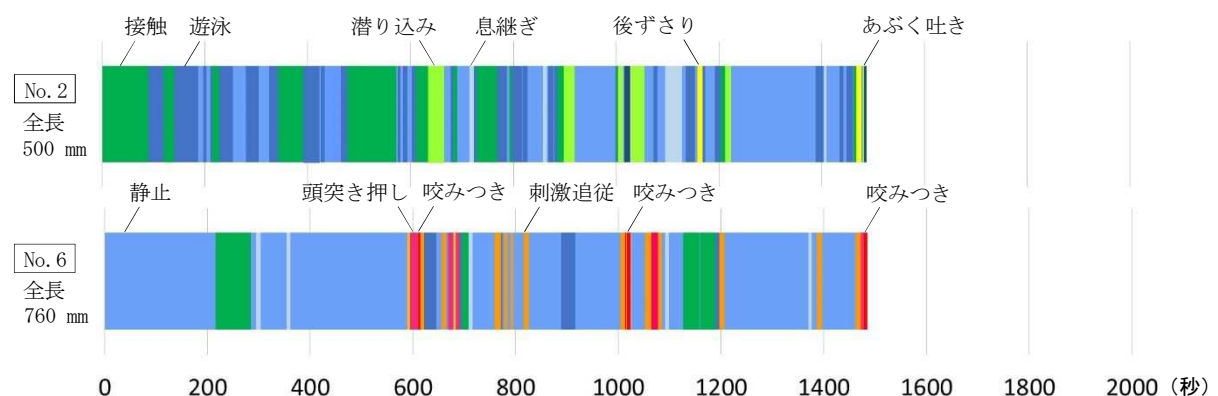


図 3. 行動分析結果の例. 個体 No. 2 と No. 6 の遭遇後の行動の経時変化.

雨水がサラセニアの 消化液分解力に与える影響について

梅村理紗子
高田中学校 2年

Risako Umemura

要旨

ウツボカズラの袋の上部には、ふたのような形をしたものがあり、それが雨水の侵入を防ぐ役割をしている。一方で、サラセニアは葉が大きく上に空いているので、雨が降った際には、袋に雨水が侵入することになる。本研究では雨水がサラセニアの消化液分解力に与える影響について検証した。種によって違いはあるが、雨水を入れると、たんぱく質分解力が高まることが推測できた。また、雨水を入れた消化液には、たんぱく質分解力のある微生物が生息していることも推測できた。

キーワード： 食虫植物、微生物、消化液分解力

1. はじめに

私は小学生の時に図書館の図鑑で食虫植物を知って以来、食虫植物がとてもお気に入りである。その独特な姿や生態はとても魅力的である。特に、生育していくために、光合成だけではなく捕虫を行い消化することで必要な栄養素を吸収していることはとてもユニークである。そのことを確かめてみたいと思い、昨年、ウツボカズラの消化液について実験を行い、消化液にたんぱく質を分解する力があることを確認できた。

今年は、サラセニアを使って消化液のたんぱく質分解力を調べることにした(図1)。前回の実験で使ったウツボカズラとサラセニアには捕虫葉の形状が大きく違うところがある。ウツボカズラには消化液がたまっている袋の上部にふたのような形をしたものがあり、それが雨水の侵入を防ぐ役割をしている。一方で、サラセニアは葉が大きく上に空いているので、雨が降った際には、袋に雨水が侵入することになる(図1)。サラセニアの捕虫葉の酵素を分泌する器官もあまり発達しておらず、消化液中の虫を分解する酵素は微量で、雨水が侵入した際には消化酵素が薄まった状態になるが、このとき消化液中で微生物が繁殖して消化を助けているそう(植物の育て方図鑑やサシエンゲイ)。このことから、サラセニアにとって雨水の侵入は必ずしもマイナス要素ではないことが考えられる。以上の背景より、本研究では雨水がサラセニアの消化液分解力に与える影響、特に消化液のたんぱく質の分解力、消化液のpH、消化液中の微生物数について検証することとした。

2. 研究方法

(1) 消化液の採取

本研究では、A種・B種の二種類のサラセニアを用いた。サラセニアの袋は、A①, A②, B①, B②, B③, B④として管理した(図2)。

サラセニアの消化液をすべて取り除き、超純水でサラセニアの袋の中を簡単に洗浄した。サラセニアの袋の中に雨水または超純水を約5ml入れ、雨水が入らない場所で一週間おいた。一週間後にサラセニアの袋の中の消化液をスポイトで採取し、滅菌チューブに入れて冷凍保存した(図3)。



図1：食虫植物の例

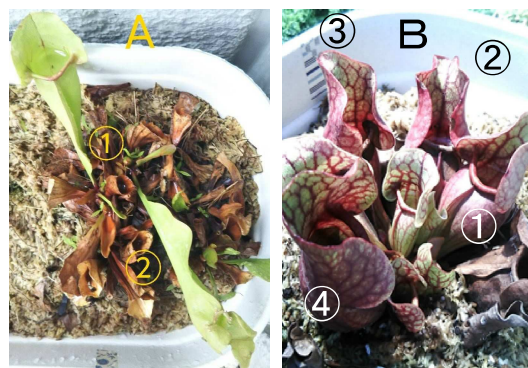


図2：本研究で使ったサラセニアA種(左)とB種(右)、
その捕虫葉



図3：サンプリングに用いた滅菌スポイト（左）と滅菌チューブ（右）



図4：たんぱく質分解力測定の酵素反応（右と中央）と遠心分離（右）の様子

（2）消化液のたんぱく質分解力の測定

採取した消化液 500μL に、たんぱく質として 1% カゼイン溶液 100μL を加え、30℃ のウォーターバスで 4 時間おいた（図4）。5% トリクロロ酢酸溶液を 500μL 添加し、たんぱく質を沈殿させた。15,000rpm で 5 分遠心分離して、上清を回収した。上清中の、たんぱく質が分解されて生じた芳香族アミノ酸（チロシン、トリプトファン）の濃度を、波長 280nm の吸光度を測定することで評価した。

（3）消化液の pH 測定

採取した消化液、超純水、雨水の pH を、pH メーター LAQUAtwin（堀場製作所）によって測定した。

（4）消化液中の微生物数の測定

BBL Trypticase Soy Broth 24g、超純水 800ml、寒天 12g を混ぜて、高圧蒸気滅菌機を使って 121℃ で 1 時間加熱し、滅菌シャーレに注いで固めることで、トリプチケースソイ寒天培地を作成した。採取した消化液を 1/10000 倍に希釈し、寒天培地上に塗布し、生じた微生物コロニー数を調べた。

（5）タンパク質分解微生物の同定

寒天培地に形成された微生物コロニーを 5 つピックアップして、16S rRNA 遺伝子配列を解析し、微生物を同定した。

（6）単離した微生物のたんぱく質分解力

各微生物を 0.5% スキムミルク培地中で、30 度で 10 日間培養した。

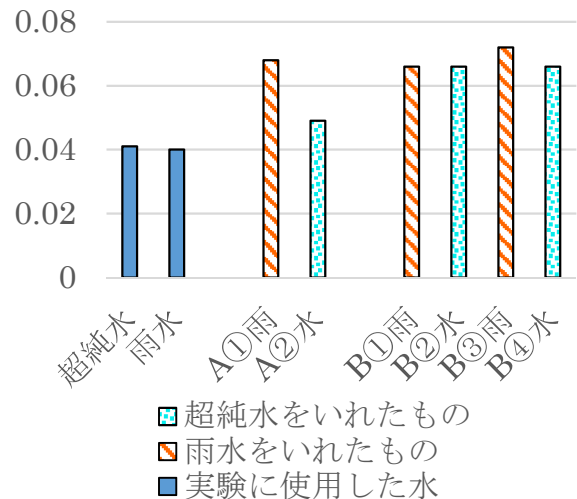


図5：雨水のサラセニア消化液のたんぱく質分解力に与える影響

3. 結果と考察

サラセニアの袋には雨水が入る。雨水には様々な物質が含まれており、消化液の分解力への影響があるものと想定した。本研究では、サラセニアの袋の中に雨水を入れたときの、消化液のたんぱく質分解力、消化液の pH、消化液中の微生物数と微生物のたんぱく質分解力について調べた。

まず、雨水がサラセニア消化液のたんぱく質分解力に与える影響について検証した。サラセニアの袋に入れた超純水と雨水の吸光度はそれぞれ、0.041 と 0.040 であった。サラセニア A 種について、雨水を入れた袋①では吸光度は 0.068、超純水を入れた袋②では吸光度は 0.049 であり、雨水を入れた方が超純水を入れた方より高いたんぱく質分解力を示した（図5）。一方でサラセニア B 種については、雨水を入れた袋①、③の吸光度はそれぞれ 0.066、0.072、超純水を入れた袋②、④の吸光度はそれぞれ 0.066、0.066 であり、雨水を入れた袋と超純水を入れた袋でタンパク質分解力はあまり変わらなかった。したがって、A 種のサラセニアは、雨水が消化液のたんぱく質の分解力を高めている可能性があると考えた。しかし B 種のサラセニアでは雨水を入れてもたんぱく質の分解力に影響をあまり与えなかったように、その効果は種によって異なる可能性も考えられた。

次に、消化液の pH を調べた。サラセニアの袋に入れた超純水と雨水の pH はそれぞれ、5.97 と 4.73 であった。サラセニア A 種について、雨水を入れた袋①では pH 4.84、超純水を入れた袋②では pH 6.69 であり、雨水を入れた方がより強い酸性を示した（表1）。一方でサラセニア B 種については、雨水を入れた袋①、③の pH はそれぞれ 7.16、4.80、超純水を入れた袋②、④の

表 1 : 雨水のサラセニア消化液の pH に与える影響

	超純水	雨水	A 1 (雨水)	A 2 (超純水)	B 1 (雨水)	B 2 (超純水)	B 3 (雨水)	B 4 (超純水)
pH	5.97	4.73	4.84	6.69	7.16	7.39	4.8	3.91

表 2 : サラセニア消化液の微生物数

	A 1 (雨水)	A 2 (超純水)	B 1 (雨水)	B 2 (超純水)	B 3 (雨水)	B 4 (超純水)
微生物コロニー数 (/ml)	3.5×10^4	1.1×10^4	1.5×10^6	3.3×10^4	1.0×10^3	4.5×10^2

表 3 : 消化液から単離された微生物 (DNA 配列解析の結果)

A1.1	<i>Pedobacter nutrimenti</i>
A1.2	<i>Pedobacter nutrimenti</i>
A1.3	<i>Rhizobium pusense</i>
A1.4	類似の微生物が見つからない
A1.5	<i>Pedobacter nutrimenti</i>
B1.1	<i>Achromobacter mucicolens</i>
B1.2	<i>Chryseobacterium nepalense</i>
B1.3	<i>Chryseobacterium nepalense</i>
B1.4	<i>Chryseobacterium nepalense</i>
B1.5	<i>Stenotrophomonas indicatrix</i>

pH はそれぞれ 7.39, 3.91 であり、雨水と超純水を入れた場合で消化液の pH に差はあまりみられなかった。

なお、2008 年倉田、矢ヶ部によると、ウツボカズラは、蓋が開いてからの消化液では pH が 5.5 - 8.2 と幅が広く、加えてほとんどの消化液は中性か、もしくはアルカリ性を示したとされており、今回の結果と異なっている。

サラセニアの消化液のはたらきは、微生物の作用により助けられているのではないかと考え、消化液中の微生物数について検証した。サラセニア A 種、B 種について、雨水を入れた消化液のほうが超純水を入れた消化液に比べて多くの微生物が生息していた (表 2)。

雨水を入れた消化液は、微生物が多く生息していたため、A 種①と B 種①サンプルからの微生物を単離して、その種類について確認した (表 3)。

確認できた微生物について、たんぱく質分解力を確認したところ、B1.2 と B1.4 の溶液は透き通ってみえ、タンパク質が分解されたと考えられた。少なくとも今回取得した *Chryseobacterium nepalense* には、タンパク質分解力があると推測できた (図 6)。

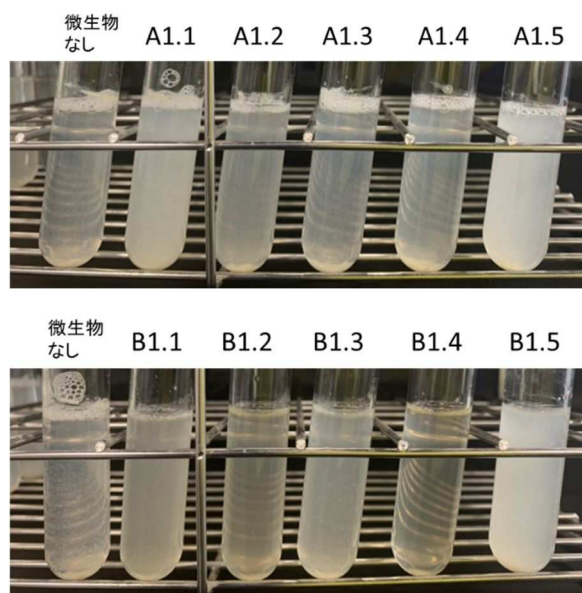


図 6 : 単離した微生物のタンパク質分解力

以上より、A 種のサラセニアは、雨水が消化液のたんぱく質の分解力を高めていると推測できる。また、雨水を入れたサラセニア消化液はたんぱく質を分解する微生物が生息しており、微生物の力を借りてタンパク質の分解を行っているのではないかと推測できる。

参考文献

- Clarke C (1997) *Nepenthes of Borneo*. Natural Publications (Borneo), Kota Kinabalu, Malaysia.
- 倉田薫子, 矢ヶ部重隆 (2008) *Nepenthes rajah* における消化液の pH 特性, 共通教育センター紀要, 1, 31-37
- 諸星知宏, 及川学, 佐藤祥子, 菊池典子, 加藤紀弘, 池田幸 (2011) 食虫植物ウツボカズラ消化液内共生細菌メタゲノムライブラリーからの新規リパーゼ遺伝子のスクリーニング, JBB, Vol.112, №4, 315-320

植物の育て方図鑑やさしいエンゲイ（京都けえ園芸企画舎）

BotanyWEB 筑波大学生物学類

謝辞

研究を進めるにあたり、丁寧にご指導いただいた三重大学教育学部の市川俊輔先生に感謝します。また、このような貴重な機会をあたえていただいた三重ジュニアドクター育成塾の後藤太郎先生をはじめ、ご協力いただいた先生方に感謝いたします。実験に使用したサラセニアのご提供や、食虫植物の研究についてアドバイスいただいた基礎生物学研究所の長谷部光泰先生に感謝いたします。

魚の行動から脳の働きを考える

岡崎楓河
鈴鹿中等教育学校 3年

Fuga Okazaki

要旨

魚はいろいろなものに興味を持って行動しています。この行動は脳の働きによってコントロールされています。脳の働きには、様々な遺伝子が関わっていると考えられていますが、どの遺伝子がどのような行動と関係しているのかについては、まだまだわかっていないことがあります。この研究では、脳の働きに大切な油（脂肪酸）を作る遺伝子が壊れている魚と、正常の魚の行動を比べて、脂肪酸によりコントロールされる行動を明らかにすることを目標としました。

2 実験

(1) 実験動物

ゼブラフィッシュ（以後魚）

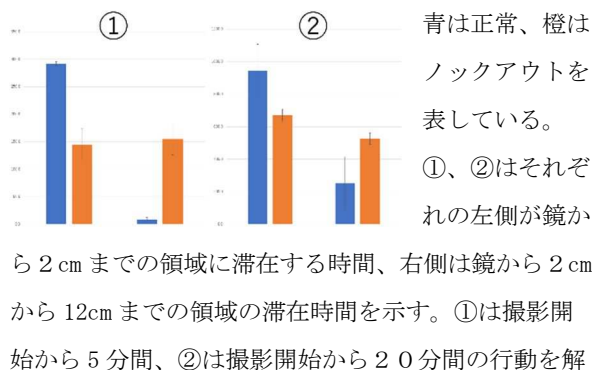
(2) 方法

脂肪酸をつくる遺伝子が壊れている魚（以後ノックアウト）5匹と、正常の魚（以後コントロール）を3匹用意する。内面の4面の内一面に鏡をつけた縦12cm、横17cmの水槽に魚を1匹ずつ入れ、魚の行動を20分間真上から撮影する。撮影した動画を「idTracker」という行動解析アプリで解析した。

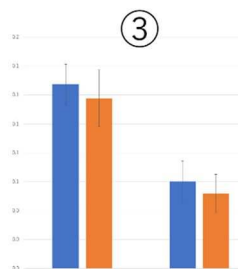
3 結果・考察

解析結果をみるとコントロールは鏡に長い時間興味を持っているが、ノックアウトは最初興味を示しても途中で興味を無くしていることが分かった。実験した全ての魚を比べると開始から5分間がノックアウトとコントロールで鏡への興味の差が顕著であると感じた。

そこでこの違いを数値化した。



析した。ノックアウトはコントロールよりも鏡の近くにいる時間が短いこと、撮影開始からの5分間においてその傾向が顕著であることが分かる。このデータは滞在時間しか示していない。鏡面に近い（鏡に映る自分の姿を見ている）場所で、1秒以上一定方向に進むことが対象に対して注意を集中していることを示すと考えた。そこで、撮影開始から5分間、鏡から2cmまでの距離に魚がいる時間のうち、1秒以上右または左向きに進んだ時間の割合を数値化した（③）。左がコントロール、右がノックアウト。青が右、橙が左向き。右向き、左向きともに、ノックアウトはコントロールよりも1秒以上同じ方向に進む時間が短いことがわかった。



まとめ

脂肪酸をつくる遺伝子が壊れている魚の行動を調べること
で、脂肪酸が注意力、集中力
に重要であることが示唆され
た。今後、脂肪酸をつくる遺伝子が壊れている魚に対
して、DHAなどの脂肪酸を含んだ餌を与え、行動を解
析することで、魚の注意力、集中力が回復するのかを
実験していきたいと思います。

月の影響で潮の満ち引きが起きているのは本当か？

木本茉佑
高田中学校 3年

Mayu Kimoto

要旨

潮の満ち引きの現象を探究する。実際に潮の潮位を観測し、気象庁の満潮干潮予報時刻との時間差を確認し、月の出入りや南中時刻との関係性について調べた。観測の結果、月の動きと比較すると月と潮位の周期性は似ている事がわかった。教科書や文献等では、満潮と月の南中タイミングが一致している図を用いて原理を解説されているが、実際は一致しなかった。また池や琵琶湖の水位変化はなかった。潮の満ち引きは、月の影響があるものの、それだけでは十分に説明がつかない。月以外の要因について、今後も調査をしていく必要がある。

キーワード： 月と地球の万有引力、引力(重力)と遠心力のつり合い、潮の満ち引き、潮汐力

1. はじめに

通学等でよく通る地元の川に架かる橋から眺める海は、潮が満ちている時と引いている時で全く違った景色を見せる。潮の満ち引きが当たり前のよう起きており、気にも止めていなかったこの不思議な現象について、育成塾で学んだ「探究心」から、なぜ満ち引きが起こるのか詳しく調べてみたいと思った。

文献を調べると潮の満ち引きが月の影響であるとのことだったので(図1)、実際に自分で確認するとともに、観測結果から何がどのように影響しているのか、より詳細に調査したいと考えた。

そこで、自分の観測データを用いて潮の満ち引きの現象を探究することを目的とした。

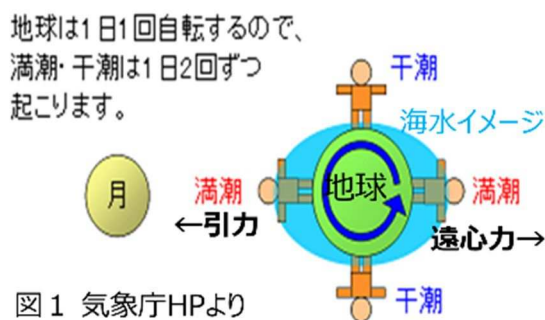


図2 潮位測定場所

観測は、2019年6月22日、7月13日、7月15日、8月4日の4回行った。海面の高さが、最も高くなった時刻を満潮時刻、最も低くなった時刻を干潮時刻とする。



図3 観測方法

2. 観測方法

三重県松阪市を流れ伊勢湾に注ぐ三渡川の河口付近で潮位の変化を記録した(図2)。潮位測定には巻き尺を用い、海面の高さを15分単位で観測した(図3)。そして、潮位の測定と合わせ30分単位で写真を撮り、海面の変化を観察した

3. 調査結果

潮位の変化について、8月4日の30分毎の海面変化の様子を図5に示す。

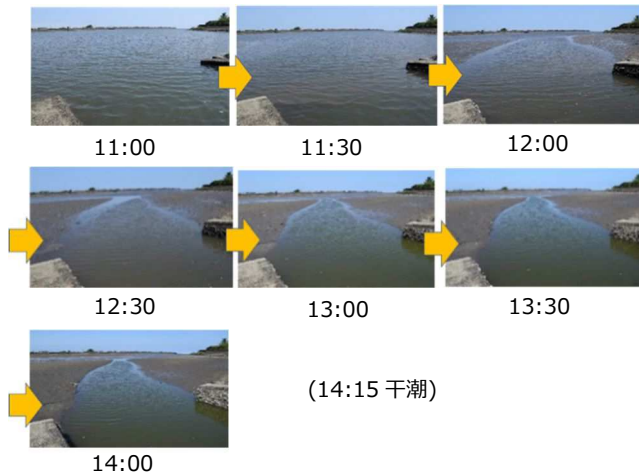


図5 潮位の変化の様子

(1) 干潮時刻について

観測結果から、海面の高さの変化は日ごとに異なるとともに、変動の大きさにも差があることがわかった（図6）。一方で、測定結果を時間方向と海面の高さ方向にずらすと、一致することがわかり、この結果から干潮の時刻を推定できると考えた（図7）。

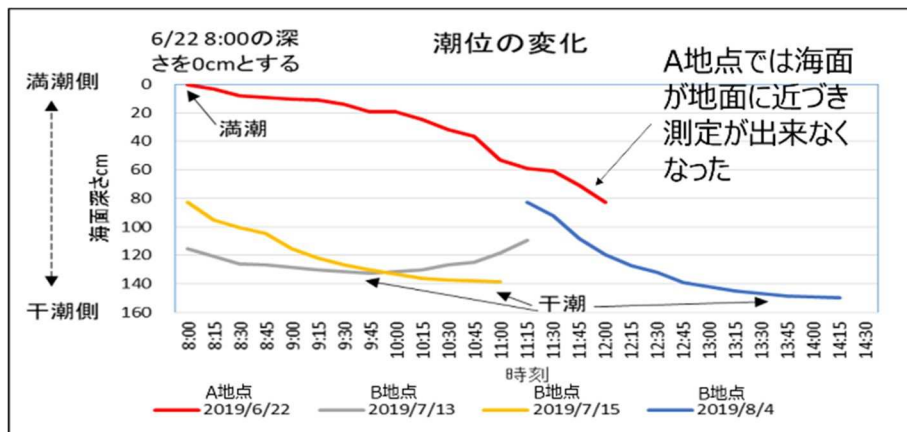


図6 4回の潮位の測定結果

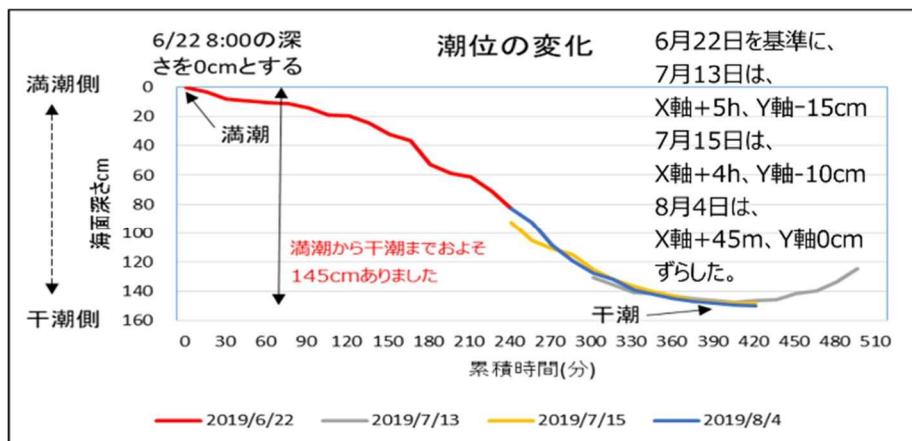


図7 4回の計測を合成 潮位は145cm変化することがわかった

(2) 気象庁のデータとの比較

気象庁予報の月の動きを図8に、月の南中時刻と満潮干潮予報時刻を図9に示す。この結果、月の出から次の月の出まで平均24h50mで、1日あたり50分ずつずれていることが分かった。これは南中や月の入りで

も同じであった。また、1日(24h)で、月の南中1回に対し、満潮2回、干潮2回起きていることも分かった。

図9の干潮から干潮までの平均間隔は、干潮1で24h41m、干潮2で24h52mであった。間隔のばらつきがあるものの月と潮位の周期性は似ている。

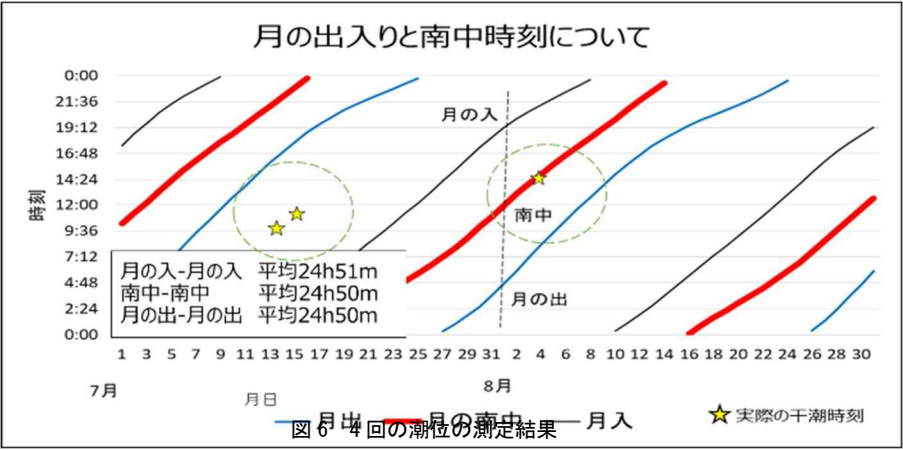


図 8 気象庁の予報 月の出入りと南中時刻(名古屋港、7月1日～8月31日)

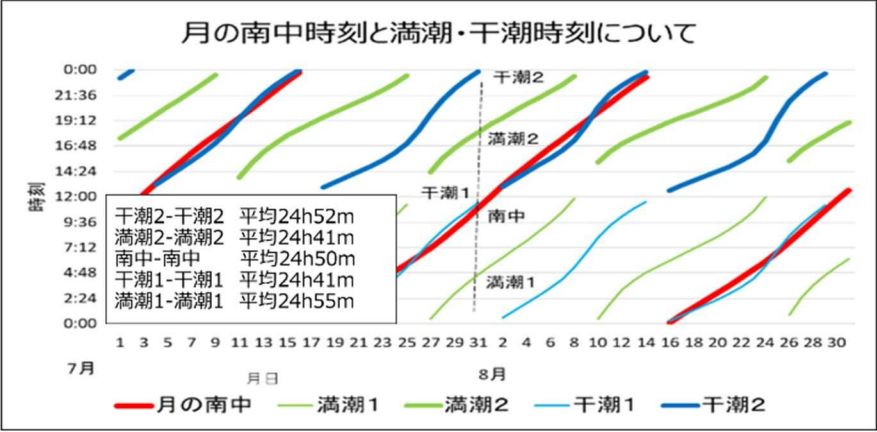


図 9 気象庁の予報 南中時刻と満潮干潮時刻(名古屋港、7月1日～8月31日)

表 1 は今回の測定から推定した松阪での干潮の時刻と気象庁のデータの比較である。松阪における気象庁のデータはなかったので名古屋港でのデータと比較している。干潮の時刻は平均して 8 分ずれているが、日によって時刻のずれは違っている。ただ、15 分間隔での測定だったため、このずれが実際に発生しているずれなのかまでは判断ができなかった。

表 1 気象庁予報時刻と観測時刻の時間差

観測日	干潮時刻		<①-②> 時間差 (h:m)
	①予報	②実際	
	気象庁 (名古屋港)	三渡川 (15分単位)	
6月22日	14:51	未確認	
7月13日	9:31	9:45	0:14
7月15日	11:04	11:00	0:04
8月4日	14:21	14:15	0:06
平均			0:08

表 2 観測日の月齢と月の南中高度

観測日	月齢 (日)	月の高度 (°)
6月22日	18.7	36.7°
7月13日	10.3	35.0°
7月15日	12.3	31.8°
8月4日	3.0	60.7°

4. 考察

(1) 潮の満ち引きの原因は何か？

図 1 は気象庁の HP に掲載されている潮の満ち引きの原理を解説した図である。この図では月が南中している時と、その反対側にいる時に満潮になっている。

一方で、今回の観測結果からは、月の南中のタイミングと干潮のタイミングがほぼ一致しており（図 9）、気象庁の解説図とは違っている。このことから、潮の満ち引きが本当に月の引力で起きているのか疑問が生じる。

（２）月の南中時刻と満潮時刻がなぜずれる？

図 8 より月の動きは 24h50m の周期で規則的に繰り返されており、図 9 より満潮干潮も 24h50m で規則的に繰り返されており、どちらの周期も同じになっている。月以外に海面の変化を引き起こす要因として、風の影響、波の影響、海流、川からの流入量、台風の影響を考えた。しかし、確認できた範囲において、これらの要因は 24h50m の周期で変化をしていることはなかった。したがって、干潮・満潮の周期的な変化は説明できない。

月の南中時刻と満潮の時間差は、名古屋港では 6h だったが、長崎県の大浦では約 9h、佐渡では 2h30m であり、場所によってかなり違っていた。

この比較から月との関連が強いと考えられるが、外的要因（地形や海流の影響など）をなくす目的で、コップの水や自宅近くの池、琵琶湖を調査したが、水位の変化はなかった（図 10）。



6. まとめ

- ・潮位の変化を実測すると、海面高さは日ごとに異なった。
- ・干潮時刻の推定を行い、月の動きと比較すると月と潮位の周期性は似ている事がわかった。
- ・干潮と月の南中タイミングが一致し、満潮とは一致しなかった。
- ・コップ・池・湖の水位変化はない。

潮の満ち引きは、月の影響があるものの、それだけでは十分に説明がつかない。月以外の要因について、今後も調査をしていく必要がある。

7. 今後の発展について

本研究が社会に役立つ事ができないか、日本でも NEDO 等で潮力発電の検討が行われているが、例えばフランスのランス潮汐発電所の様に、日本でも潮汐力（自然エネルギー）を発電に変換出来ないか考えていきたい。

また、重力変化を監視し、天災などの予知予防に繋がられる研究を行っていきたい。

参考文献

- ・白尾元理 月のきほん
- ・稲葉茂勝 月学
- ・国立天文台 HP 名古屋地方のこよみ
<https://eco.mtk.nao.ac.jp/koyomi/dni/2019/m2407.html>
- ・気象庁 HP 名古屋港潮位
<https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/db/tide/suisa/>

蚊の糞における微生物相

坂崎遥菜

三重県鈴鹿市立千代崎中学校 3年

Haruna Sakazaki

要旨

昨年に引き続き蚊の生態の事についてもっとよく調べたいと思い、今回は蚊の糞について調べることにした。蚊の糞からDNAを取り、紫外線を照射し見てみると、バクテリアのDNAと、人のDNAが見えた。そして、蚊の糞から取った人のDNAが自分のDNAと一致するかを調べた結果、一致した。このことから、蚊の糞中には、吸った血の中のDNAが分解されずに残っていることが分かった。

キーワード: 蚊の糞のDNA

1. 研究の動機とねらい

蚊は血のような液体を食べているので、どのような糞をするのか不思議に思い、実際に蚊を飼育し、観察することにした。

蚊を捕まえて、飼育すると、蚊が糞をして、採取できることがわかった。そこで、その糞からDNAを取り、どのようなDNAが含まれているかを調べる。また、自分のDNAを取り、蚊の糞に自分のDNAと一致するものがあるかどうかを調べる。

2. 材料と方法

・鳥かご ・防虫ネット ・透明フィルム ・結束バンド ・テープ ・水道水 ・砂糖水 ・カメラ
・スポイト ・つまようじ ・採取チューブ (小・大)

- ① ホームセンターで買ってきた鳥かごに、防虫ネットと透明フィルムを結束バンドで括り付ける。エサ入れの右は水道水、左は砂糖水を入れておく。ネットの一部は蚊を入れるために開けておく。
- ② 普段生活するうえで、蚊を見つけたら採取チューブ(大)で捕まえて、飼育かごに放す。
- ③ 毎日、定期的に自分の手を飼育かごに近づけて、蚊が寄ってきたら、離れていくまで待つ。
- ④ 飼育かごの中に、蚊の糞らしきものが落ちていたら、スポイトで吸うか、つまようじでとって、採取チューブ(小)の中に入れ、蓋に日付を書いて、冷蔵庫で保管しておく。
- ⑤ 三重大の実験室をお借りして、採取した蚊の糞からDNAを取り、実験を行った。

実験①

- ① 6月21日と6月25日に採取した蚊の糞をそれぞれチューブに入れた。(それぞれA, Bとする)
- ② NaOH(水酸化ナトリウム水溶液)を、A, Bそれぞれにピペットで180μlずつ入れた。

- ③ 沸騰した鍋で10分間加熱し、氷上で冷やした。
- ④ 中和するために、トリス緩衝液を20μlずつ入れ、タッチミキサーで混ぜた。
- ⑤ 遠心分離をする機械で、ごみを落とすため、10分間回転した。
- ⑥ AとBそれぞれ3つずつ0.2mLチューブを用意した。
- ⑦ PCR(ポリメラーゼ連鎖反応)のための試薬を混合して、氷上にすぐ置いた(反応がすぐ始まってしまうため)。ヒトのDNAの増幅には、第一染色体のVNTRを増幅するプライマー、細菌のDNAは、リボソームRNA遺伝子を増幅するプライマー、他の微生物には、ITS領域を増幅するプライマーを使用した。
- ⑧ それぞれ異なる条件でPCR(ポリメラーゼ連鎖反応)を行った。
- ⑨ アガロースゲルを作り、反応後の試料とローディング緩衝液を混ぜて、ゲルの穴にピペットで入れた。
- ⑩ アガロースゲルを電気泳動装置に入れて、移動するまで待つ。移動したら、ゲルを取り出して、紫外線を照射してDNAを見た。

実験②

- ① 綿棒で自分のほほの内側を50回こすって、チューブの中に入れた。(Sとする)
- ② 実験1と同じ方法で、VNTRの増幅を行った。

実験③

- ① 16SrRNAの27Fと1492Rのプライマーを使用して、増幅を行った。
- ② 次世代型シーケンサーで塩基配列を解析した。

3. 結果

実験①

- ・バクテリアのDNAがはっきり見えた。
- ・人のDNAの部分もうっすら見えた。
- ・このことから、蚊の糞中には、細菌がいることが分かった。

実験②

- ・6月21日(A)に採取した、蚊の糞から取った VNTR のパターンが、自分のDNAパターンと一致した。
- ・6月25日(B)に採取した、蚊の糞から取った人のDNAは出てこなかった。
- ・このことから、蚊の糞中には、吸った血の中のDNAが分解されずに残っていることが分かった。

実験③

- ・6月21日の試料
198 の配列を読むことができ、検出できた細菌では、*Lactobacillus* 属 (70 配列) の乳酸菌が多数であったが、53% が分類できていない属であり、新種が含まれている可能性が高かった。
- ・6月25日の試料
2611 の配列を読むことができ、多くが、プロテオバクテリア門に属する細菌であった。中でも *Pelomonas* 属 (215 配列)、*Sphingomonas* 属 (126 配列) の菌が多く存在していた。

4. まとめと考察

- ・蚊の糞にはバクテリアのDNAと血を吸った人のDNAが含まれていることが分かる。
- ・実験②の結果から、蚊が血を吸った後、排せつしても、その人のDNAは残るという事が分かった。
- ・実験②の結果から、蚊は血を吸った後、血球は完全に体内で分解されず、排せつ物として出てくると考えられる。赤血球は DNA を持っていないので、白血球が残っていたかも

しれない。実際に採取した糞は赤くはなかった。VNTR 領域は個人識別領域で、一人一人が違ったパターンを持つことから、今回に実験では、自分の血を吸わせていたので、自分のパターンが検出できたのだと考えられる。

- ・よって、蚊の糞からDNAが取れば、だれの血を吸ったか個人が特定できると考えられる。
- ・実験③での、二つの試料の菌相は、全く異なっており、この原因は蚊の個体が違っていったのか、食べたものが違っていったのか、分からない。
- ・6月21日の試料に、乳酸菌が多いのは、砂糖水を餌として与えていたからだと考えられる。
- ・*Pelomonas* 属のうち、ほとんどが、*P. saccharophila* (211 配列) であった。この菌は土壌細菌として知られていた。

5. 今後の展開

- ・実験③は、今後も詳細な検討が必要であるが、特に、6月21日の糞には、未知の細菌の存在が示唆された。また、同一個体なのかどうか、観察をしっかりとしながら追跡をする必要があると思う。

6. 参考文献

- TaKaRa PCR実験の手引き
- ・PCRの基礎知識 (Thermo Fisher Scientific-JP)

7. 協力 三重大学生物資源学研究所 荻田修一先生

惑星までの距離を求める

ー簡単な計算で木星までの距離を求められるのかー

寺田 壮汰

桑名市立明正中学校 2 年

Souta Terada

要旨

地球から惑星までの距離については、インターネットや資料などから簡単に知ることができるが、実際に観測した情報から、自分で距離を求める方法について考えてみました。そして、その距離について、自分なりの精度をもって確認してみました。

キーワード: 木星、アンタレス、座標距離

1. はじめに

(1) 動機

2018 年は 2003 年以来の火星大接近の年であり、その大きさに感動しました。その時に、具体的な距離はどれくらいなんだろう、そして測ってみたいと思うようになりました。

今年は、木星の距離が測れるということを知ったので、中学生である私でも観測で距離を測れるのかということを試してみたくなりました。

(2) 研究目的

研究目的は、以下の 3 項目になります。

- ① 距離の測り方を学ぶ
- ② 測った距離が実際の距離に近づくのには、どれくらいの観測期間が必要なのかを調べる。
- ③ 中学生の計算力でも可能なのかを試す。

2. 木星までの距離の求め方

(1) 必要なこと

距離を求めるためには、木星以外の星が 2 つ以上写った写真が 2 日間以上あることと、「マカリ」ソフトが使えることです。

「マカリ」とは、惑星の位置座標を出すことのできるアプリのことです。

(2) 方法

距離の求め方の方法は、以下の順序で行いました。

- ① 木星の位置座標を「マカリ」を使って調べる。
- ② 位置座標から惑星間の距離を求める。
- ③ 木星が移動した距離を求める。
- ④ 地球が移動した距離を求める。

なお、撮影期間は、2019 年 7 月 22 日から 8 月 12 日の 28 日間で、家のベランダ（桑名市参宮通地内）で実

施しました。

3. 結果

木星以外の星が二つ以上ある写真が、観測期間中に撮れたのは、2019 年 7 月 30 日と 8 月 7 日でした。

そして、両日とも木星以外の惑星が見られたのは、「アンタレス」、「惑星 h」、「惑星 c」でした。

結果から、惑星間の距離を求めます。

求め方は、惑星と惑星を結んだ辺を辺 c' とします。そして直角三角形をつくり、残りの辺を辺 a' と辺 h' とします。

- ① 7 月 30 日から 8 月 7 日へ変化した距離はすべて「5」未満であった。
- ② アンタレスから惑星 c の距離は変化しなかった。
- ③ 木星はとても大きく変化した。

4. 考察

木星が大きく変化した理由として、「地球からの距離が他の惑星と比べると近い」ことが考えられます。

なぜなら、木星の地球からの距離は、他の惑星よりも近いため、早く移動しますが、地球から遠いアンタレスなどの惑星は、あまり変化が出ないからです。

ただし、木星までの距離を求めることができない状態です。これからも観測データを増やしていき、来年の自由研究には自分で求めた距離と実際の距離を比べてみたいと考えます。

1/f ゆらぎのある音を聞くと 人はどのような気持ちになるか

西井晴菜

三重大学教育学部附属中学校 2年

要旨

今回の研究では『音のゆらぎ解析君』を使って12個の自然音を対数グラフで表した。このグラフと1/f ゆらぎの傾きが同じようにして重なっている部分を抽出した。そして、アンケート結果とグラフを照らし合わせて2300Hz以上の高音部の音は不快に感じやすいことが分かった。

キーワード: 1/f ゆらぎ

1. はじめに

今回は、1/f ゆらぎのある音の中でどのような音が快い音なのかを前回のアンケート調査と『音のゆらぎ解析君』を使って解析した結果をグラフに表したものを照らし合わせて考えた。

2. 材料と方法

(1) 実験材料

自然音12個と『音のゆらぎ解析君』ソフト。

(2) 実験方法

- ① これまでの実験で使っていた12個の自然音を『音のゆらぎ解析君』で解析した。
- ② 解析結果をExcelに取り込み、対数グラフ*にした。

③ これらのグラフから1/f ゆらぎのグラフと重なっている部分を抽出した。

④ これまでのアンケート調査を使ってグラフと照らし合わせた。

※対数グラフとは
普通のグラフと比べて見たときに違いが分かりやすいグラフのこと。また、対数目盛りは一定距離ごとに数が10倍ずつ増えていく。

3. 結果

図1は対数グラフで表した電車の音と1/f ゆらぎである。このグラフから重なっている部分を抽出したものが図2である。

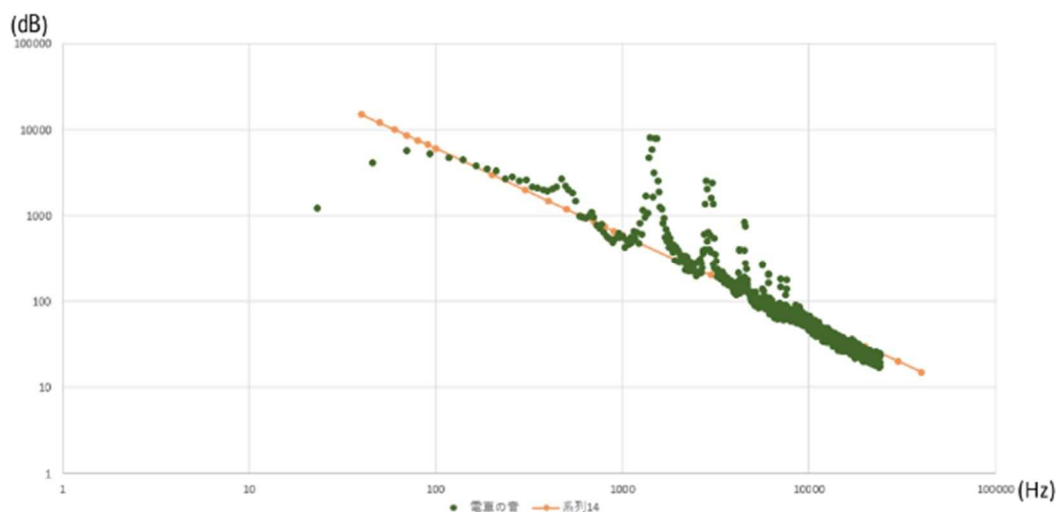


図1 対数グラフで表した電車の音と1/f ゆらぎ

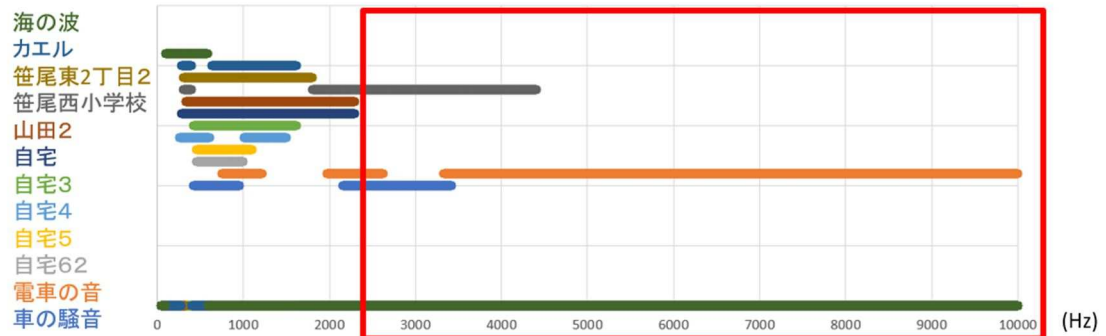


図2 1/f ゆらぎとの重なりを表したもの

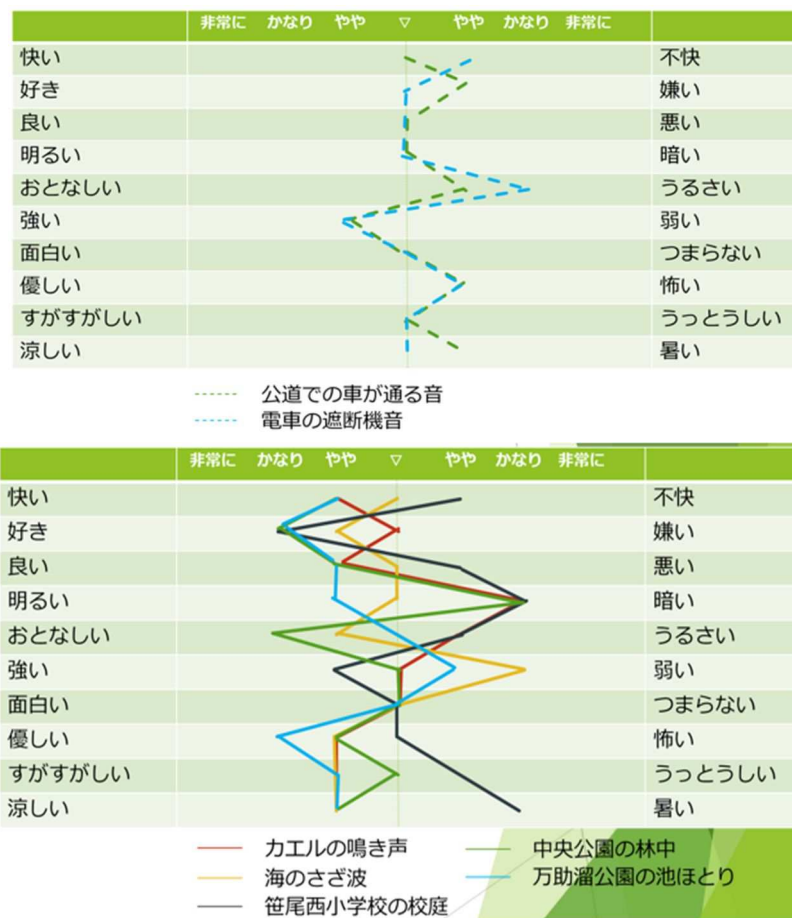


図3 アンケート結果

表2、表3から1/f ゆらぎと音が2300Hz以上で重なっていると不快に感じやすいことがわかる。

4. 考察

1/f ゆらぎのある音でも音の周波数によって不快と感ずることが分かる。

また、グラフから2300Hz以上の音が不快と感ずることが分かる。

しかし、2300Hz以下の部分が快と感ずるわけではないことも分かった。

今後は快と感ずる音の特徴を見つけていきたい。

参考文献

あの人の声はなぜ魅力的なのか～惹かれる声と声紋の化学～

(知りたいサイエンス) 鈴木松美

音のゆらぎ解析君

<http://www.asahi-net.or.jp/~HB9T->

KTD/music/Japan/Soft/Yuragi.html

津市河芸町の海岸に漂着した貝殻

西飯健太
鈴鹿中等教育学校 3年

Kenta Nishii

要旨

津市河芸町東千里の海岸で、2019年7月と2020年1月に、漂着した貝殻を2回採集した。同定したところ、11種の貝が採集され、特に、バカガイ、マガキ、シオフキの3種が多く採集された。やや個体数が少ないとされるアリソガイや、絶滅が危惧されているムラサキガイも採集された。

キーワード： 貝殻、同定、海岸、伊勢湾、津市

1. はじめに

「化石の研究をしたい」と思っていたところ、海岸に打ち上げられた貝の中にも数百年前の貝が打ち上げられているかもしれないことを知った。そこで、近所の海岸に打ち上げられた貝殻を採集し、研究することにした。

2. 方法

津市河芸町東千里にあるマリーナ河芸付近の海岸（図1、2）で、夏（2019年7月20日）と冬（2020年1月30日）の2回に分けて貝殻を採集した。砂浜では約2㎡の枠内にある貝殻をすべて採集した。採集した貝殻は全て持ち帰り「海辺で拾える貝ハンドブック」と「日本の貝」を使って貝を同定した。さらに、誤同定をなくすため中野環先生に、同定のミスを指摘してもらい修正した。また、各生物種の個体数については、2枚の貝殻がくっついた合弁のものは貝殻2枚につき1個体とし、離弁のものは、貝殻1枚につき1個体とした。



図1 採集地点（○で示した）



図2 採集した場所の様子

3. 結果

採集された貝は以下の通り。

カキ目 イタボガキ科

採集された貝は以下の通り。

カキ目 イタボガキ科

マガキ

Crassostrea gigas (Thunberg)

フネガイ目 フネガイ科

サルボウガイ

Anadara kagoshimensis (Tokunaga, 1906)

マルスダレガイ目 シオサザナミガイ科

ムラサキガイ

Soletellina diphos (Linnaeus, 1771)

オチバガイ

Gari (Psammotaena) virescens (Deshayes, 1855)

マルスダレガイ目 ニッコウガイ科

サクラガイ

Nitidotellina hokkaidoensis (Habe, 1961)

マルスダレガイ目 バカガイ科

バカガイ Mactra chinensis Philippi, 1846

シオフキ Mactra quadrangularis Reeve, 1854

アリソガイ Mactra antiquata Spengler, 1802

マルスダレガイ目 マテガイ科

マテガイ Solen strictus Gould, 1861

マルスダレガイ目 マルスダレガイ科

アサリ

Ruditapes philippinarum (Adams & Reeve, 1850)

カガミガイ Dosinia japonica (Reeve, 1850)

表1 採集された貝の個体数と種類

種名	7月20日	1月13日
バカガイ	31	29
マガキ	21	29
シオフキ	19	52
サルボウガイ	9	4
アサリ	5	3
マテガイ	1	13
カガミガイ	1	
ムラサキガイ	1	
オチバガイ	1	
サクラガイ		3
アリソガイ		1

7月は9種89個体、1月は8種134個体が採集され、全て死貝であった。そのうちの6種は7月、1月とも採集された。7月はバカガイ、1月はシオフキが最も多く採集された。

4. 考察

研究を始めたころ、念入りに図鑑を使って貝の同定をしたにもかかわらず、誤同定が多かった。7月の採集物については、正しく同定されたものが5種だったのに対して、誤同定をしていたものは9種だった。2回目は速く同定することができたが、やはり誤同定があった。

バカガイ、マガキ、シオフキの3種で、採集された全個体数のうちの80%程度を占めていた。この3種は図鑑でも「普通種」と書かれており、伊勢湾に多く生息すると考えられた。

図3の貝は、貝殻に細い同心円状の筋があり、アリソガイと考えられた。「日本の貝」では「外洋に面した海域に分布。やや少ない」と書かれており、三重県レッドデータブック(2015)で絶滅危惧IB類(EN)、第三次レッドリスト「レッドリストあいち2015」で絶滅危惧IA類(CR)、環境省レッドリスト2019で絶滅危惧II類(VU)に指定されている。採集された個体(図3)は離弁で、殻長71mm、殻高57mmと小さいが、貴重な産出例

となった。殻皮が残っていることから死んで間もない事がわかり、採集地の近辺で本種が生息している可能性を示唆している。



図3 採集されたアリソガイ

また、ムラサキガイは、三重県レッドデータブック(2015)において絶滅危惧II類(VU)に指定され、愛知県では絶滅危惧IB類、国では絶滅危惧II類に指定されている。中野(2014)は「1980年代には、大型の個体が普通に打ち上げられていたが、1990年代になると、ほとんどみられなくなった。しかし、2012年12月頃から、殻長50mmほどの個体が多く確認されるようになった」と述べており、今回のような少ないサンプルにムラサキガイが含まれていたのも納得できる。採集された個体(図4)は合弁で、殻長84mm、殻高42mmであった。



図4 採集されたムラサキガイ

謝辞

本研究をするにあたり、三重大学教育学部准教授の

栗原行人先生にご指導いただいた。貝類の同定の際には中野環先生に指導いただいた。記して感謝の意を表したい。

参考文献と引用文献

愛知県. 2015. レッドリストあいち 2015. 愛知県環境部自然環境課, 愛知県,
<https://www.pref.aichi.jp/kankyo/sizen-ka/shizen/yasei/redlist/>.
池田等. 2016. 海辺で拾える貝ハンドブック. 文一総合出

版, 96pp.

環境省. 2019. 環境省レッドリスト 2019. 環境省自然環境局. <https://www.env.go.jp/press/106383.html>.

三重県. 2015. 三重県レッドデータブック 2015～三重県の絶滅のおそれのある野生生物～. 三重県農林水産部みどり共生推進課, 三重県, 758pp.

中野 環. 2015. 三重県総合博物館所蔵貝類コレクション シオサザナミ科・キヌタアゲマキ科-. 三重県総合博物館研究紀要, 1: 37-49.

高重博. 2019. 日本の貝. 誠文堂新光社, pp383.

キウイフルーツを解剖する！？

野村 茉央

三重大大学附属中学校 2年

Mao Nomura

要旨

この夏大腸菌を使ってキウイフルーツとパイナップルのRNAの分解の実験を行なった。その結果キウイフルーツにはDNAとRNAを分解する核酸分解酵素が多く入っていることが分かった。核酸分解酵素とは、「カツオだし」の旨味を作っているものとのこと。このことから、味噌汁にキウイフルーツを入れることで、キウイフルーツに含まれる旨味を作る酵素が味噌汁を更においしくすることができるかどうかを調べてみることにした。そして、その旨味を生み出す酵素がどの部分にあるのかなどを探してみた。キウイフルーツの消化作用や血糖値を下げる作用、がん抑制作用など多くの効能が知られているが、キウイフルーツの旨味を生み出す成分がどこまで料理に反映できるかを実験した。

キーワード: キウイ、RNA 分解酵素、旨味

1. はじめに

私は、昨年、ブロッコリーからDNAを取る実験を行った。この実験で、タンパク質を分解するために、パイナップルとキウイフルーツの果汁を加えたところ取れるDNAの量が減ることに気づいた。そこで、この夏、大腸菌を使ってキウイフルーツとパイナップルのRNA分解の実験を行い、その結果、キウイフルーツには、DNAとRNAを分解する核酸分解酵素が多く入っていることがわかった。また、キウイフルーツにはタンパク質分解酵素があり、分解物のアミノ酸とRNA分解でできるヌクレオチドが呈味成分であることから、味噌汁にキウイフルーツを入れることで、キウイフルーツに含まれる旨味を作る酵素が味噌汁を更においしくできるかどうかを調べてみることにした。そして、その旨味を生み出す酵素がどの部分にあるのかを調べて、料理にキウイフルーツの旨味成分がどこまで反映できるのかを調べてみることにした。

2. キウイフルーツの RNA 分解の実験

(1) 材料と方法

・材料

- ①溶液 1 (グルコース+EDTA)
- ②溶液 2 (水酸化ナトリウム+界面活性剤)
- ③溶液 3 (酢酸ナトリウム)
- ④キウイ果汁
- ⑤遠心分離機
- ⑥大腸菌
- ⑦減圧乾燥機
- ⑧ブロックヒーター

・方法

1. 溶液 1 を $100\ \mu\text{l}$ とり、大腸菌と混ぜた。溶液 2 を $200\ \mu\text{l}$ とって、1 に入れ、混ぜた。溶液 3 を $150\ \mu\text{l}$ 入れ、15000 回転/3 分遠心分離機にかけた。

2. 溶液 3 の 2 つから液だけ取り、違うチューブに $400\ \mu\text{l}$ 入れた。これに、エタノール $800\ \mu\text{l}$ を入れ、15000 回転/5 分で遠心分離機にかけ、液の部分だけ取って沈殿を残し、減圧乾燥機にかけて、DNA と RNA を精製した。
3. 2 に水を入れ、4 本のチューブに分けた。これに、試料を加え、ブロックヒーターを 37°C 、30 分で加温した。
4. 3 とローディング緩衝液を混ぜ、これをゲルの穴に入れて、電気泳動した後、核酸を確認した。

(2) 結果

図 1 は、ゲルの穴に入れて、電気泳動させた後、核酸を確認した結果である。レーンの上から、水をいれていないもの、水、パイナップル果汁、キウイ果汁を加えたものである。キウイ果汁には核酸のバンドがみられなかったことから、DNAとRNAを分解する酵素が多く含まれていると考えられる。パイナップルの果汁には、RNAを分解する酵素は入っていないが、DNAを分解する酵素は少しだけ入っていた。

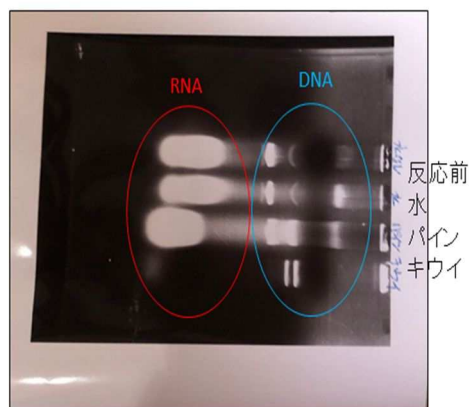


図 1 パイナップルとキウイにおける核酸の電気泳動写真

3. うまみ成分の実験

(1) 材料と方法

・材料

- ① 味噌汁
- ② 乾燥させたキウイフルーツと生のしぼり汁
- ③ あみ

・方法

- ① キウイフルーツを約2日間、外で干す。
- ② だしの入っていない味噌で味噌汁を作る。
- ③ キウイフルーツを量や部分によって分ける。
- ④ ③を味噌汁に入れ、約30分待つ。

30分後味噌汁を飲んで味を確認する。

(2) 結果

	生	生	生
量・部分	1cc	5cc	10cc
匂い	少しキウイの匂いを感じた	1cc よりキウイの匂いを強く感じた	5ccよりキウイの匂いを強く感じた
味	酸っぱさを感じた	1cc より酸っぱさを感じた	5ccより酸っぱさを感じた

表1 生のしぼり汁

キウイフルーツ自体の匂いと味を強く感じてしまう生を利用するのではなく、乾燥して粉末にしてみたらどうかと考えた。そこで、まず乾燥キウイフルーツを作ることにした。キウイフルーツの皮をむき、なるべく薄くスライスするものと早く乾燥できるのではないかと思い細かく刻み広げたものをペーパータオルにのせて干してみた。曇りの天気と無風のため、なかなか乾燥できずペーパータオルに緑色がしみこみキウイ自体は茶色に変色してしまった。そこで、直接すだれに置いて上からも下からも風通しよくしてみた。切り方は、薄くスライスしたものと細かく刻み広げた2種類の違う切り方の材料を準備し乾燥させた。その結果、スライスしたものは、緑色が残った状態で乾燥することができたが、細かく刻み広げたものはスライスしたものより乾燥が遅く、変色も早いという結果になった。このことから、薄くスライスしたものを使うことにした。

表2 キウイフルーツを粉末にしたもの

	乾燥	乾燥	乾燥
量・部分	1g	3g	5g
匂い	味噌	少しキウイの匂いを感じた	キウイの匂いを感じた
味	味噌だけのものとは違うと感じた	飲めなくはないが少しキウイの酸っぱさを感じた	キウイの酸っぱさを感じた

次にすり鉢を使って乾燥スライスを粉末にしようと試みたが、なかなか自分が思っていた粉末には出来ず、細かくちぎったものになってしまったが、これを1g・3g・5gに分けて100ccの味噌汁に入れて30分おいて飲んでみた。結果、100ccに対し1gのキウイフルーツを入れた味噌汁に味の変化を感じた。そこで、今度はどの部位にうまみ成分が含まれているのか乾燥キウイフルーツの中心・種子・外側の緑の部分で確認してみることにした。乾燥するうえでどのタイミングで次のステップに進むかを悩んだが、完全乾燥ではなく、少し柔らかさが残る程度のものにした方が、すりおろしも容易であるし、きれいな緑色を残し見た目も良いので、これからは完全乾燥する前のスライスしたもので実験を行うことにした。

表3 部分ごとにいれたもの

	乾燥	乾燥	乾燥
量・部分	1g (中心)	1g (種子)	1g (外側)
匂い	味噌	少しキウイの匂いを感じた	キウイの匂いを感じた
味	味噌だけのものとは違うと感じた	強くキウイの酸っぱさを感じた	少しキウイの酸っぱさを感じた

結果、中心部の味噌汁が一番美味しいと感じた。

4. 考察

家族にも試食してもらくと、中心部が入っている味噌汁が一番美味しいと意見が一致した。実験の結果から中心部分に注目したところ、この部分に粘着性を感じるので、これがうまみ成分を作る酵素ではないかと考え次回調べてみたいと思う。また、うまさがひきたつ方法も考えてみたいと思った。今回は乾燥キウイフルーツをそのまま使用したが、水で戻すなど他の取り方でも試してみたい。1個のキウイフルーツの皮をむき、スライスして乾燥させると10~11g。そのうち中心部は、1g。種子は、5g。外側は、6gとなる。この割合を考えると、活用するのは難しいかもしれないが、消化作用や血糖値を下げる作用、がん抑制作用など多くの効力が知られているキウイフルーツをもっと違う方法で旨味を生み出す成分だけ引き出せないかを今後考えてみたいとも思った。

謝辞

三重大学生物資源学部教授荻田修一先生にご指導頂きました (RNA や DNA の分解に関する実験)

プラナリアの再生と走光性

三島瑠理
津市立西橋内中学校 2年
Ruri Mishima

要旨

扁形動物であるプラナリアは、その再生能力の強さや、飼育のしやすさから、様々な再生実験や行動実験に利用されている。光に対して負の走光性を示し、より波長の短い光を嫌うこと、頭部を切断すると負の走光性が弱くなることなどが知られている。プラナリアの切断した頭部と尾部の切断個体について、光の波長による反応の違いや、再生過程における反応について調べた。白色ライトおよびブルーライトに対する反応を、切断前の個体、切断後の頭部と尾部の切断個体の反応を比較したところ、切断個体の頭部は切断前の個体と同様の反応を示したが、尾部はブルーライトに対して負の走光性を示したが、目が再生するまで白色ライトに対して反応しなかった。この結果から、白色ライトの受容には目が関与しており、ブルーライトの受容は目以外の部分であることがわかった。

1. はじめに

2018年に、プラナリアを頭部と尾部に切断した個体にブルーライトを当ててみたところ負の走光性を示すことが分かった。そこで、2019年には再生過程で走光性がどのようになるか調べることとした。

2. 材料と方法

(1) 実験動物

三重県津市稲葉町長野川でプラナリア(ナミウズムシ)を採集し、自宅にて汲み置き水道水で飼育した。えさには冷凍の赤虫を解凍し週一回与えた。

プラナリアの切断は、保冷材の上にも紙を置き、その上にプラナリアを置いてカミソリで頭部と尾部の二つに切り離した。実験には6個体を用い、切断がうまくいった3個体については切断後10日目までの再生個体について調べた



頭部(切断直後)



尾部(切断直後)

図1 切断直後のプラナリア

(2) 行動実験

走光性の実験には、細長いプラスチックのケース(長さ15.7×幅2.7×高さ2.5cm)を用い、これに5mm程度水を入れた。

1個体のプラナリアを容器に入れ、部屋の電気を消し、30秒ほど暗順応させた。容器の片方から光をあてるために、照度計では検出できない暗さ2.5ルクス以下の中で、容器の端から5mmのところにプラナリアを移動させた。

用いた光は、白色LEDライト(1281ルクス)と、ブルーライト(1061ルクス)であり、いずれもダイソーで購入した。これらの光のスペクトルを分光センサー(Pasco社)で調べると、図2のように白色LEDは青から赤までの波長の光を含んでおり、ブルーライトは短波長の光だけであった。

容器の一端から光を1分間照射し、5秒ごとに進んだ距離を記録した。

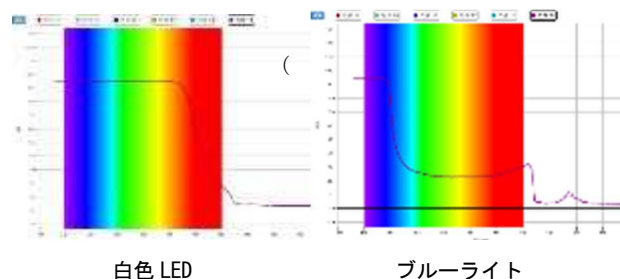


図2 用いた光のスペクトル

2. 結果

白色ライトとブルーライトのいずれに対しても、6個体のプラナリアはすべて負の走光性を示し、移動速度に差は見られなかった(図3)。

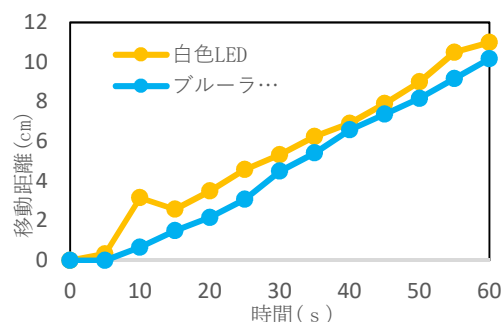


図3 成体 負の走光性(6個体の平均)

切断直後では、頭部は切断前の個体と同様に白色ライトにもブルーライトにも負の走光性を示した(図4)。しかし、尾部は白色ライトには全く反応せず、ブルーライトには弱い負の走光性を示した(図5)。

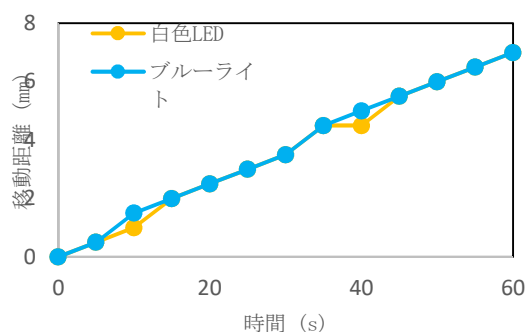


図4 個体Cの頭部切断直後

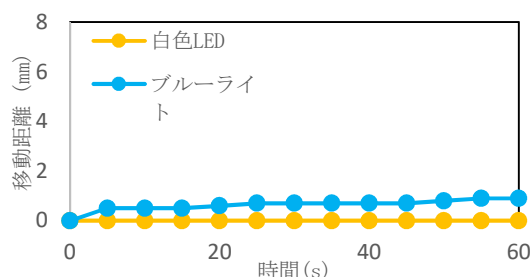


図5 個体Cの尾部切断直後

切断した3個体の再生過程における走光性を切断直後から2日間隔で調べた。白色ライトに対して、頭部は負の走光性を示したが、尾部は再生8日目まではほとんど反応がなかった(表1)。しかし、再生10日目では弱い負の走光性が見られた。

表1 3個体(A-C)の再生過程における白色ライトに対する反応速度(cm/秒)

日数	A		B		C	
	頭部	尾部	頭部	尾部	頭部	尾部
0	8	0.5	6.5	0	7	0
2	7	3.5	7	3	5.5	0
4	4	0	6	2	6	0.5
6	6.5	0.5	7.5	0	6	0
8	7	2.5	4	0	7.5	0
10	8	1	6	3	7	3

表2 3個体(A-C)の再生過程におけるブルーライトに対する反応速度(cm/秒)

日数	A		B		C	
	頭部	尾部	頭部	尾部	頭部	尾部
0	6.5	2.5	6.5	4	8	0
2	9	4	8	4	7	2.5
4	7	5	8	5	6.5	2
6	7.5	4	9	5	6	3
8	5	4	9	1	7	3.5
10	8.5	5.5	9.5	5.5	9.5	3.5

ブルーライトに対しては、頭部と尾部のいずれも負の走光性を示したが、尾部のほうが弱かった(表2)。しかし、尾部の負の走光性は白色ライトよりブルーライトに対するほうが強かった。

個体Cの頭部と尾部について、再生8日目と10日目の光に対する反応が図6-9である。8日目では頭部も尾部もブルーライトに同程度の負の走光性を示したが、白色ライトに対して尾部は無反応であった。

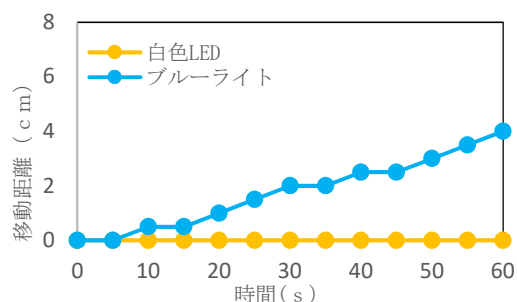


図7 個体Cの尾部 6日目

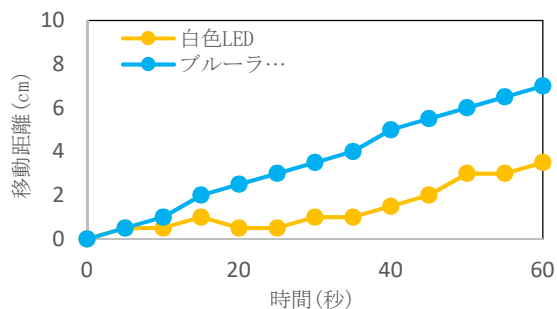


図4 個体Cの頭部 6日目

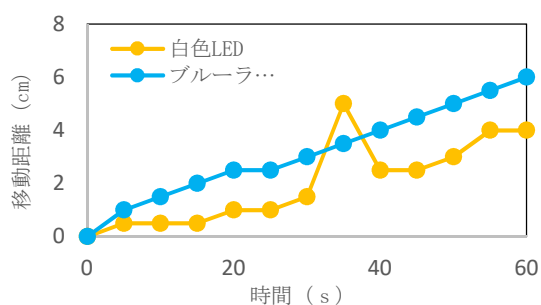


図8 個体Cの頭部10日目

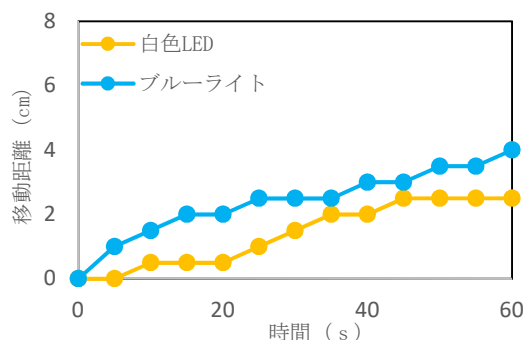


図9 個体Cの尾部10日目

しかし再生10日目では頭部と尾部のいずれも白色ライトとブルーライトに対してほぼ同程度の負の走光性を示した。

尾部には再生8日目までは目の再生が見られなかったが、再生10日には黒い点として目がみられた（図10）。

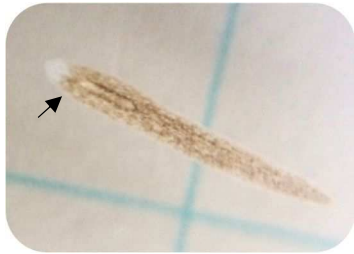


図10 再生10日目の尾部

4. 考察

切断直後の頭部は切断前よりも動きが鈍かったが、白色ライトに負の走光性を示した。尾部は白色光にはほとんど反応しなかったが、ブルーライトは頭部より鈍いが負の走光性を示した。

再生8～10日目には切断部が白い再生芽が目立つようになり、白色光にも反応するようになった。尾部に

も小さいながら目ができていたことから、白色ライトに対する反応と目は関係していると考えられる。目がなくてもブルーライトには負の走光性を示すことから、目以外の部位でブルーライトを感じていると考えられる。

実験は11月から1月にかけて自宅で行ったが、室温が低い日は動きが悪かった。個体数を増やすことで、今回の実験結果をさらに確かめたい。

参考文献

- 阿形清和. 2009. 『切っても切ってもプラナリア』岩波書店.
- 宮崎武史. 2012. 『プラナリアって何だろう?』幻冬舎ルネッサンス pp42-46
- 山田卓三, 山極隆 編. 1980. 『新しい教材生物の研究』講談社. pp74-83.
- ブルーライト研究会、ブルーライトとは
bluelight.biz/about_bluelight/ (2019年1月6日閲覧)
- プラナリアの自発振動からひも解く行動の適応戦略
https://www.jstage.jst.go.jp/article/hikakuseiriseika/36/3/36_166/_pdf/-char/ja (2020年2月10日閲覧)

風車の羽の面積と出力の関係

ーエネルギーの変換ー

南 心結

鈴鹿市立千代崎中学校 2年

Miyu Minami

要旨

風車の羽の枚数を変えても羽の総面積が同じであれば出力(仕事率)は同じなのか、ジュールの実験を応用し、風力をおもりを持ち上げる力に変換する装置を作製し、検証した。総面積が同じで、枚数が異なる羽を数パターン用意し、扇風機で風を当て、1分間で12cm持ち上げる事が出来る最大のおもりの質量を比較した。その結果、①風車の羽の面積と出力はほぼ比例する、②総面積が同じなら、羽の枚数が変化しても出力はほぼ変化がないが、羽の枚数が増えるごとに出力も微増する、③総面積と羽の枚数が同じ場合は、羽の長さが長いほど出力が大きくなる、という事がわかった。

キーワード: エネルギー変換、風車、仕事率、簡易風洞実験

1. はじめに

エネルギーの変換について学んだ時に、以前から気になっていた風車の羽の面積と出力(仕事率)の関係について、ジュールの実験(図1)を応用すれば、実験結果をわかりやすい数値で表せ、考察できるのではないかと考えた。風車の羽の枚数を変えても、羽の総面積が同じであれば出力は同じなのか、風力のエネルギーをおもりを持ち上げる力に変換する装置(図2)を作製し、検証する。

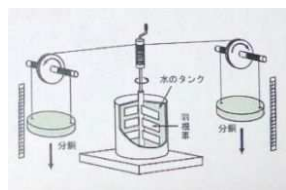


図1 ジュールの実験装置

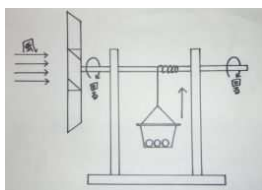


図2 風車の出力実験装置

2. 材料と方法

(1) 実験材料

- ・実験装置(木材、木工釘、木工用ボンド、ベアリング、風糸、透明プラカップ、セロハンテープ、高さ調整用の台)
- ・羽部分(1mm硬質塩化ビニール板、ポリスチレン)
- ・おもり(ビー玉、1円玉)
- ・送風装置(扇風機、模造紙、針金、セロハンテープ、支え台)
- ・はかり(キッチンスケール、キッチンタイマー)

摩擦によって結果が左右されないよう、軸の回転部にはベアリングを使用。羽は厚さ1mmの硬質塩化ビニ

ール板。風洞には扇風機を使用し、風がまっすぐ当たるよう模造紙を巻いた。(図3)



図3 風車と風洞実験装置

(2) 実験方法

- ①風力でおもりが持ち上がる装置を作製する。
- ②総面積が同じで枚数が異なる羽を数パターン用意する。(図4)
- ③扇風機で風車に風を当て、1分間で12cm持ち上げる事が出来る最大のおもりの質量を比較する。

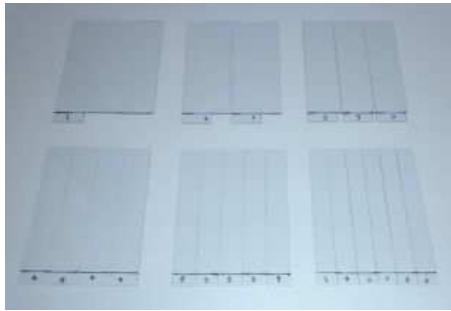


図4 風車用の羽

3. 結果

結果①

まずは確認のため、6枚用の羽(12cm×1.66cm)を使用し、羽の枚数と面積の違いによる変化をはかった。

〈揃えた条件：羽の長さ 12cm〉

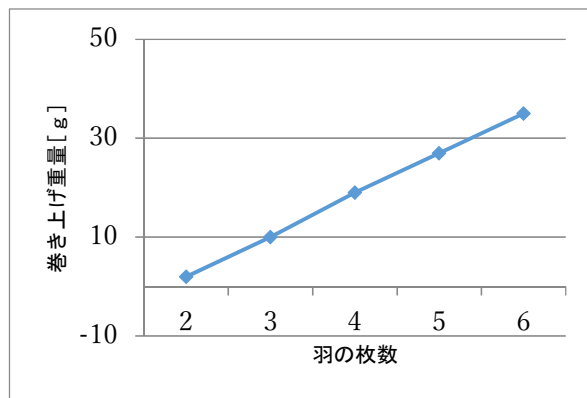


図5 羽の面積(枚数)と出力の関係

表1 羽の枚数と巻き上げ重量の関係

羽の枚数	2	3	4	5	6
総面積 [c m ²]	40	60	80	100	120
おもり [g]	2	10	19	27	35

羽の枚数(総面積)が増えると、持ち上げる事が出来るおもりの重さも増えた。

結果②

次に、羽の総面積が同じで、羽の枚数だけを変えて実験した。〈揃えた条件：総面積 120c m²、羽の長さ 12cm〉

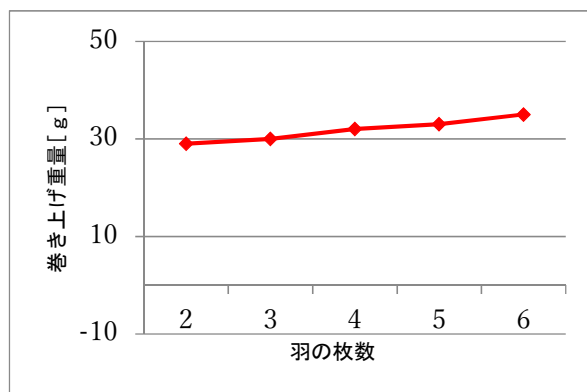


図6 羽の枚数と出力の関係

表2 羽の枚数と巻き上げ重量の関係

羽の枚数	2	3	4	5	6
総面積 [c m ²]	120	120	120	120	120
おもり [g]	29	30	32	33	35

ほとんど変化がなかったが、羽の枚数が増えるごとに、持ち上げる事が出来るおもりの量がほんの少しずつ増えた。

結果③

では、羽の総面積が同じで、羽の長さが違う場合はどうか。羽の総面積と羽の枚数を同じにし、羽の長さを変えて実験した。

〈揃えた条件：総面積 120c m²、羽の枚数 4枚〉

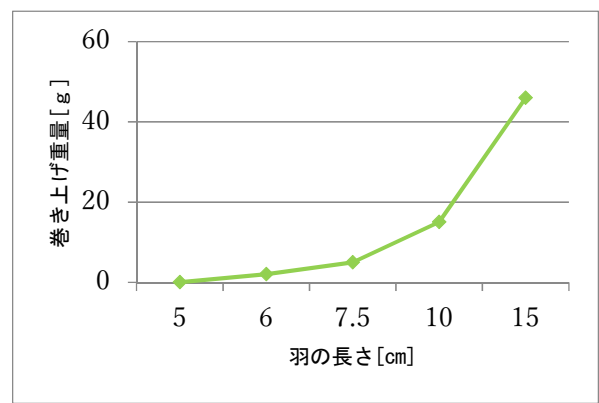


図7 羽の長さと出力の関係

表3 羽の長さと巻き上げ重量の関係

羽の横幅と長さ [cm]	6×5	5×6	4×7.5	3×10	2×15
総面積 [c m ²]	120	120	120	120	120
おもり [g]	0	2	5	15	46

羽の長さが長くなるほどに、持ち上げる事が出来るおもりの量が増えた。

4. 考察

3つの実験結果から、①羽の枚数と総面積が違う場合、羽の枚数と巻き上げ重量の関係はほぼ比例の関係であるといえる、②総面積が同じで羽の枚数が違う場合は、出力にほぼ変化がないが、羽と羽の間隔が小さくなるほど、わずかに出力が大きくなる、③総面積と羽の枚数が同じ場合は、羽の長さが長くなればなるほど出力が大きくなる、という事がわかった。

以上の事から、風車の羽の総面積が同じでも、羽の枚数や長さが異なると、出力も異なると考えられる。

塩害に負けるな！ PART II

— 植物の力による除塩の研究 —

湯目航生

伊勢市立倉田山中学校 2年

Koki Yunome

要旨

3種の牧草（イタリアングラス、スーダングラス、大麦）の苗（草丈10cm）を用いて、塩濃度の異なる塩水（0.1%～8%）に対する耐塩性、土の中の塩分、および植物体に含まれる塩分を測定することで、除塩効果についてしらべた。イタリアングラスは0.5%の塩水でも6時間ほどでしおれたが、スーダングラスと大麦は1週間変化がなく、大麦は2週間しおれることはなかった。大麦は1%塩水でも2週間は葉の色が緑だった。いずれの牧草も植物体には土よりも塩濃度が高く、塩を吸収したことがわかった。今回の結果から、スーダングラスがもっとも塩分吸収が高く、大麦は塩濃度が高くても生育がよかったことから、2週間程度でも土の中の塩分除去に役立つことがわかった。

キーワード： 塩害、耐塩性植物、牧草

1. はじめに

東日本大震災による津波で海水が田畑に浸水し、今も円買いとして農作物が育たないことを知り、塩で植物が育たなく理由や、塩害を受けた土地でも再び植物を育てるにはどのようにしたらよいか疑問をもった。昨年度、カイワレダイコンを使って、植物が生育できる塩濃度や、石灰の除塩作用について調べた。その結果、石灰に除塩効果があることがわかった。

耐塩性植物として知られているものを調べたところ、牧草として用いられる植物には耐塩性があることを知った。そこで、どの牧草がどの程度の塩濃度まで耐えられるのか、また、植物が塩分を吸収することで土の除塩ができるかどうか調べることにした。

2. 材料と方法

（1）牧草の苗の準備

牧草としては、イタリアンライグラス、スーダングラス、大麦を選んだ。育苗ポットに、「種まき培土」（タキイ種苗）を18g入れ、この中に、牧草の種子30粒をまいた。種苗ポットは24個用意し、各牧草について8個とした。

発芽4～5日後、約10cmに草丈が成長した後、発芽種子の数を20本に揃えた。

（2）テスト液

牧草に与えるテスト液としては、塩濃度0.1～8%の6段階（0.1, 0.5, 1, 2, 4, 8%）の塩水を用意した。塩

は天然塩を用いた。この他に、海水（約3.5%）も用いた。

1種の牧草について各テスト液を1つのポットに入れた。ポットには十分テスト液を入れ、染み出たテスト液が土の中の水分と完全に置き換わったことを塩濃度計で確認した。

（3）生育の観察と塩濃度測定

テスト液を与えたときの牧草の状態を一定時間後（1時間、3時間、6時間、10時間、7日後、2週間）に観察した。葉の状態を5段階に分け、これを数値化した（表1）。

表1 植物の状態

段階	葉の状態
5	葉が緑色でシャンとしている
4	葉が緑色で一部グッタリしている
3	葉のほぼ全てがグッタリしている
2	葉が全て下方に倒れ床に付いている
1	葉が茶色で枯れている

2週間後に、土と植物体に含まれる塩分量を求めた。土の塩分量は、土の重量を測定してから100mlの水を加えて攪拌し、この水の塩濃度を塩濃度計で測定することで求めた。また、植物の塩分量は、植物体に20mlの水を加えて乳鉢ですりつぶし、この水の塩濃度を測定することで求めた。

3. 結果

（1）植物の状態

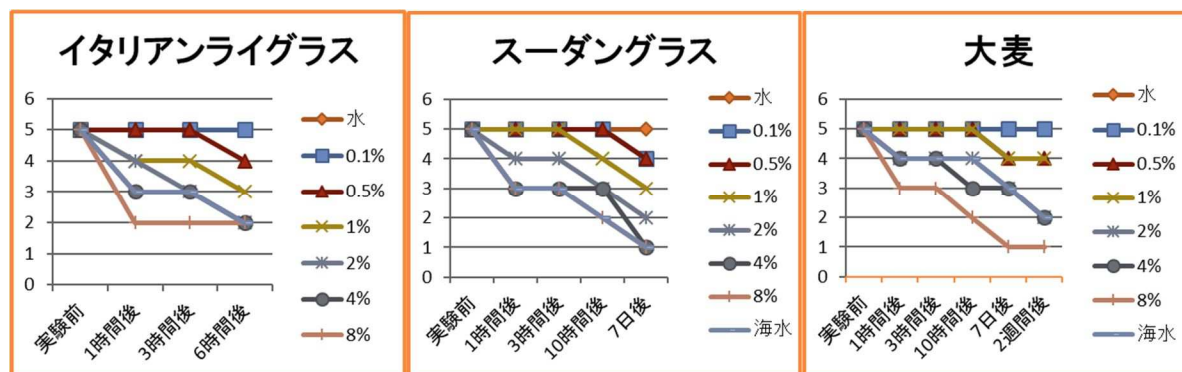


図1 イタリアングラス、スーダングラス、オオムギに塩水を与えた時の変化。

イタリアングラスは 0.1%では 6 時間は変化がなかったが、1%以上では葉が倒れるようになり、特に 8%では 1 時間でしおれた。スーダングラスは 1%でも 10 時間程度は大きな変化はなく、1 週間後でも葉が少ししおれた程度であった。大麦では 1%でも 2 週間は状態が良好だった。大麦は塩分に長期間耐えた。



図2、スーダングラスの葉に見られた塩の結晶。

スーダングラスの塩分濃度 2%以上では、1 週間後に葉に結晶が観察できた。特に塩分濃度 4%と 8%では、大きな塩の結晶が観察された (図2)。また、大麦でも黒点や、塩の結晶が観察された。

土と牧草、各々 1 g 当りの塩分量を計測・比較したら、3 種類とも土より牧草の塩分量が多く含まれていた (表2)。

表2 土および植物体 1 g に含まれる塩分量 (g)

	イタリアングラス		スーダングラス		オオムギ	
テスト液 (%)	土	植物体	土	植物体	土	植物体
水	0	0	0	0	0	0
0.10%	0	0.05	0	0.06	0	0.05
0.50%	0.01	0.08	0	0.1	0.006	0.03
1%	0.01	0.08	0.02	0.2	0.02	0.13
2%	0.02	0.06	0.03	0.13	0.03	0.06
4%	0.06	0.16	0.05	0.17	0.04	0.12
8%	0.11	0.24	0.1	0.1	0.09	0.16
海水	0.05	0.32	0.05	0.15	0.04	0.09

4. 考察

スーダングラスの塩分濃度 2%以上では、1 週間後に葉に結晶が観察できた。特に塩分濃度 4%と 8%では、大きな塩の結晶が観察できた。また、大麦でも黒点が観察されたり塩の結晶が観察された。土と牧草、各々 1 g 当りの塩分量を計測・比較したら、3 種類とも土より牧草の塩分量が多く、植物が塩を吸収したことが明らかになった。

3 種類の牧草全て予想以上に塩を吸収していたので除塩に有効だと感じた。昨年研究して除塩効果がみられた石灰と合わせて、今回研究した牧草など耐塩性植物を農地に利用すれば塩害を改善できると考えられる。前回の研究の課題であった大量の石灰を使用しなければならないことが解消され、少ない量でも効果を出せると考える。

塩害改善策として考えられることが図 4 である。耐塩性植物を農地に植えることで、土中の塩分を植物が吸収して葉の外に出すことにより、地上へ排出される。雨などで葉から地表面に落ちるので、その地表面に石灰を撒けば効率よく農地の塩分濃度を下げられるだろう。

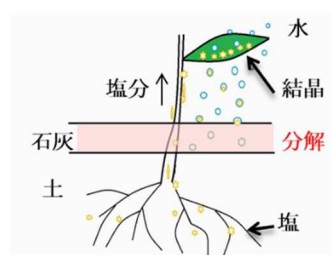


図4、塩分除去のまとめ。

参考文献

<https://wired.jp/2008/12/09/「塩水で育つ植物」がエネルギー・食糧問題を解決>

日本古来のすし 「なれずし」の作製

岩本和也
熊野市立有馬中学校 3年

Kazuya Iwamoto

要旨

三重県東紀州地域には、なれずしを作れる方が多数いる。作り手によって見た目や味が異なる。実際になれずしを作ってみて、なれずしの発酵過程を知りたいと考えた。サンマの塩漬けと米を混合して2週間以上発酵させた時点で、水分が出てきて、加えて米粒が溶けている様子を観察できた。魚の匂いに加え、酸味のある強い匂いを感じた。これらの変化は、サンマにいた乳酸菌による発酵の効果だと考えられた。なれずし中の乳酸菌数を評価すると発酵3週間目でなれずしの溶液 1ml に 7,000 個の乳酸菌が存在することがわかった。また、発酵期間が長くなることで、pH が小さくなることが確認できた。作製したなれずしの溶液のデンプン分解力は、発酵期間1週間目のものが高かった。発酵期間1週間時点での乳酸菌数は少なかったため、なれずしのデンプン分解は、乳酸菌以外の微生物が行なっている可能性があると考えられた。

キーワード: サンマなれずし、乳酸菌、デンプン分解力

1. はじめに

正月に親族が集まった際に、祖母から「サンマずし」と「なれずし」をふるまわれたことがあった。サンマずしもなれずしも、どちらもサンマを使った寿司である。しかし、なれずしは匂いが強く、やわらかそうな見た目だったので、サンマずしが腐ったものに見えた。このように、なれずしは変わった食べ物なので、なぜこれを食べるようになったのか知りたくなった。本研究では、なれずしの歴史を調べてまとめた。また、なれずしを実際に作成して、そのデンプン分解力、pH、乳酸菌数を評価することで、なれずしがなぜ強い匂いがして柔らかくなるのか調べた。

2. 材料と方法

(1) なれずしの試作

なれずしの歴史や、東紀州地域のなれずしの特徴について、インターネットを活用して調べた。

なれずしの作製方法は祖母に尋ねた。まず生のサンマを3日間塩漬けにし、その後を塩抜きした。このサンマを酢・米・もち米に漬け、密封して重石をし、3週間で発酵させた。

(2) なれずしの作製

なれずし作製過程の特徴を調べるために、小分けにした複数のなれずしを作製しなおした。まず、魚屋でサンマを処理してもらって購入し、そのサンマを塩に漬け10-15日程度重石をした。たっぷりの水で3時間程度、サンマの塩抜きをした。次に水を多めにして、炊

飯器で米を炊き、その米にサンマをのせた。ジップロック袋にサンマと米を入れて、塩水（濃度は水2Lに塩大さじ1）を入れて、空気が入らないようにしっかりと閉めた。これを冷蔵庫の野菜室に入れ、0、1、2、3週目で冷凍して保存した。

(3) なれずし中の乳酸菌数評価

作製したなれずしの溶液 1ml を、3 MTM ペトリフィルムTM 乳酸菌数測定用プレート (LAB プレート) にのせた。LAB プレートを室温で2日間おいた。赤色のコロニーを数えて、なれずし中の乳酸菌数とした。

(4) なれずしの pH 測定

作製したなれずしの溶液の pH を、pH メーター (コンバクト pH メータ LAQUAtwin) を用いて測定した。

(5) なれずしのでんぷん分解力評価

1%可溶性デンプン 1ml を 40℃で5分間保温した。作製したなれずしの溶液 0.1ml を加えて攪拌後、40℃で反応させた。反応液 0.1ml を 0.1M 塩酸 1ml に加えて、反応を停止させた。反応停止液 50μl をヨウ素液 (0.005% I₂ / 0.05% KI) 1ml に加えた。デンプンが呈色する青紫色を 660nm の吸光度で測定した。酵素液の代わりに緩衝液のみを加えたものを対照とし、青紫色呈色1%低下する酵素量を1ユニットとした。

3. 結果

現在私たちは、酢飯を使って寿司を作っている。お

酢を入れることで魚が腐りにくい。しかし酢を利用できるようになったのは江戸時代以降だった。それ以前の時代では、魚を米に漬けることで保存していた。魚を米につけている間に、乳酸菌が働いて乳酸発酵し、そのおかげで腐りにくくなる。30年間置いておいても食べられるものもある。これをなれずしとして人は食べていた。したがって、なれずしは寿司の原型であるといえる。

なれずしと似た製品として、富山県のかぶらずしや、滋賀県のふなずしなどがある。これらは各地域の特産品として有名であり、同様に東紀州地域でもなれずしを特産品として盛り上げようとしている。

御浜町にはなれずしを販売している店があるため、これを購入して食べてみた。サンマずしに似た味がしたが、米は溶けており口当たりはヨーグルトのようだった。強い匂いはなかったが、後味に苦味を感じた。総合的に美味しいと感じた。

東紀州地域には、なれずしを作る方が多数いる。作り手によって見た目や味が異なる。実際になれずしを作ってみて、なれずしの乳酸発酵過程や、味に違いがでるポイントなどを知りたいと考えた。水分が多く出たりして何度も失敗したが、祖母につくり方を聞きながら、なれずしづくりを進めることができた。サンマがちょうどおさまる容器を用意し、ビニール袋のなかにサンマと塩を入れ、重石をすることで、サンマの塩漬けを作成できた。その後、サンマの塩漬け、酢米、もち米を混合して発酵させた。2週間以上発酵させた時点で、水分が出てきて、加えて米粒が溶けている様子を観察できた(図1)。魚の匂いに加え、酸味のある強い匂いを感じた。これらの変化は、サンマにいた乳酸菌による発酵の効果だと考えられた。

そこで、なれずし中の乳酸菌数を評価することにした。ジップロック袋にサンマ、米、塩水を入れて、空気が入らないようにしっかりと閉め、冷蔵庫の野菜室に3週間発酵させた。その間のなれずし中の乳酸菌数を測定した。0-2週間は、乳酸菌は検出できなかった。



図1 試作したサンマなれずし

3週間発酵させると、なれずしの溶液 1ml に 7,000 個の乳酸菌が存在することがわかった。なれずしを作成すると乳酸菌が増えることを確認できた。市販のなれずしの溶液からは、数えきれないほどの乳酸菌が存在した。

なれずし発酵期間 0、1、2、3 週間目の溶液の pH はそれぞれ、6.60、6.16、6.02、5.84 だった(表1)。発酵期間が長くなるにつれて pH が小さくなることが確認できた。市販のなれずしの溶液の pH は 5.21 だった。

続いて、なれずしのデンプン分解力を評価した。発酵期間 0、1、2、3 週間目の溶液のデンプン分解力はそれぞれ、2.9、15.9、2.0、4.7 ユニットだった。発酵 1 週間目のデンプン分解力が高いことがわかった(図2)。市販のなれずしの溶液のデンプン分解力は 11 ユニットだった。

4. 考察

作製したなれずしを 3 週間発酵させることで、乳酸菌を増やすことができた。また、発酵期間が長くなることで、pH が小さくなることが確認できた(表1)。乳酸菌の働きによって pH が小さくなったと考えられた。今回作製したなれずしの乳酸菌数は、市販のものよりも少なかったため、今回の作製条件では乳酸発酵はあまり進んでいなかったことがわかった。

作製したなれずしの溶液のデンプン分解力は、発酵期間 1 週間のものが高かった(図2)。発酵期間 1 週間時点での乳酸菌の数は少ない。なれずしのデンプン分解は、乳酸菌以外の微生物が行なっている可能性があると考えられた。

表1 作製したなれずしの溶液の pH

発酵期間 (週)	0	1	2	3
pH	6.60	6.16	6.02	5.84

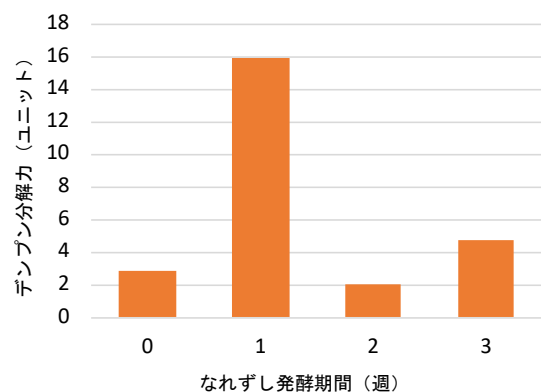


図2 作製したなれずしの溶液のデンプン分解力

2019 年度第二段階教育プログラム指導教員

名前	指導教員
新井 沙都子	医学研究科・西村有平
後藤 瑞季	生物資源学研究科・宮崎多恵子
西田 連太郎	教育学部・松本金矢
山村 洸葉	生物資源学研究科・吉岡 基
池田 萌朱那	教育学部・平山大輔
梅村 理紗子	教育学部・市川俊輔
岡崎 楓河	医学研究科・西村有平
木本 茉佑	教育学部・伊藤信成
坂崎 遥菜	生物資源学研究科・荻田修一
寺田 壮汰	教育学部・伊藤信成
西井 晴菜	工学研究科・藤原裕司 教養教育院・野呂雄一
西飯 健太	教育学部・栗原行人
野村 茉央	生物資源学研究科・荻田修一
三島 瑠理	教育学部・後藤太一郎
南 心結	教育学部・松本金矢
湯目 航生	教育学部・後藤太一郎
岩本 和也	教育学部・市川俊輔
井村 風海大	工学研究科・松井博和

2020 年3月 発行

三重ジュニアドクターレポート

発行	国立大学法人三重大学 地域理数教育推進室 津市栗真町屋町 1577 TEL/FAX 059-231-9949 E メール mie-cst@ab.mie-u.ac.jp URL http://cst.pj.mie-u.ac.jp/index.html
----	--
