

アカハライモリの再生

プラナリアの再生速度を速められるか

カイワレ大根の英才教育

アルテミア耐久卵の熱耐性

光刺激によるアルテミアの光走性の変化

コオロギの体重増加に適した餌の検討

葉がもたらす溶存イオンの増加とその関係

身近なものによるダンゴムシの忌避

アカハライモリの再生

1. 緒言

私たちはアカハライモリの再生について研究した。まず、アカハライモリとはどのような生物なのだろうか。アカハライモリは有尾目イモリ科イモリ属の両生類で、その名の通りお腹に赤い模様がある。また、優れた再生力を持ち、手足の肉や骨だけでなく、心臓や脳の一部など内臓までも再生させることができる。近年、このアカハライモリの驚異的な再生能力が注目されている。そこで、私たちは再生部の形に注目した。私は尾の脊髄を損傷させた際に再生部に異常が発生することを再現し、再生部の形が脊髄の損傷の有無によって変化することを示すことで、仮説は再生部の形を決定しているものの一つが脊髄で、脊髄の損傷がある場合は再生時に双尾になる可能性が高まり、損傷のない場合は元通りに再生するというを示すことを目的とした。

2. 実験手順

私たちはアカハライモリを15匹飼育し、それぞれをA～Oと名付け、2つの実験を行った。

実験1: 個体B,I,Lを用いた。

1. p-アミノ安息香酸エチルの上澄み液を用いて、麻酔をかけた。
2. 尾の付け根部分で、右側を脊髄を損傷させる程度に切除、左側を損傷させない程度に切除した。
3. 再生部の形を観察する。



拡大図
→



図1 切断部位の上面

結果:

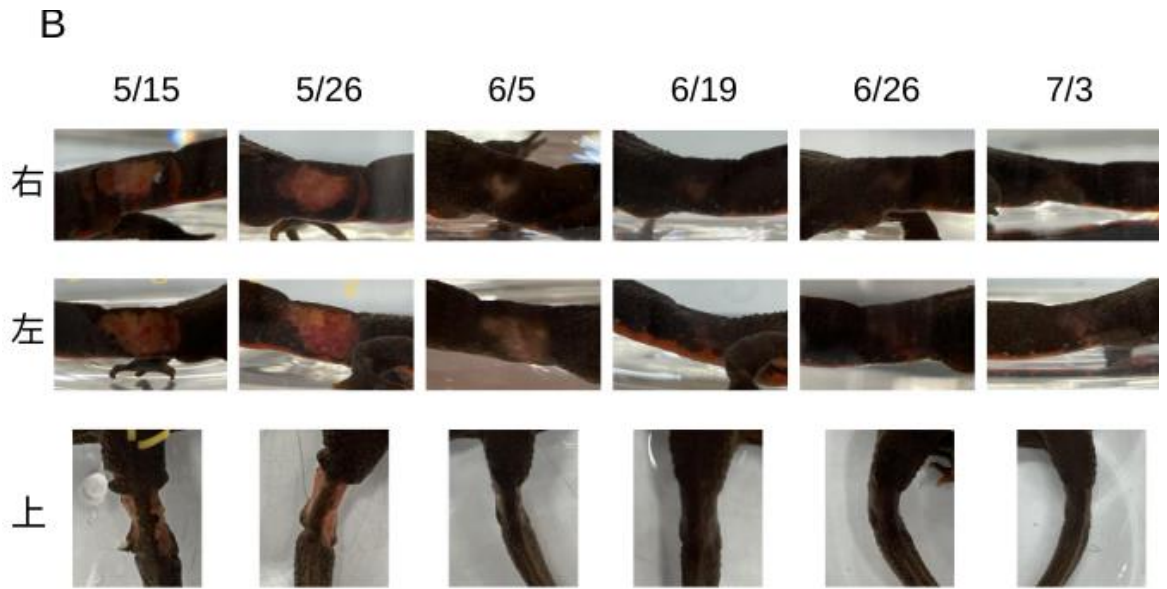


図2 個体Bの切断部の経過

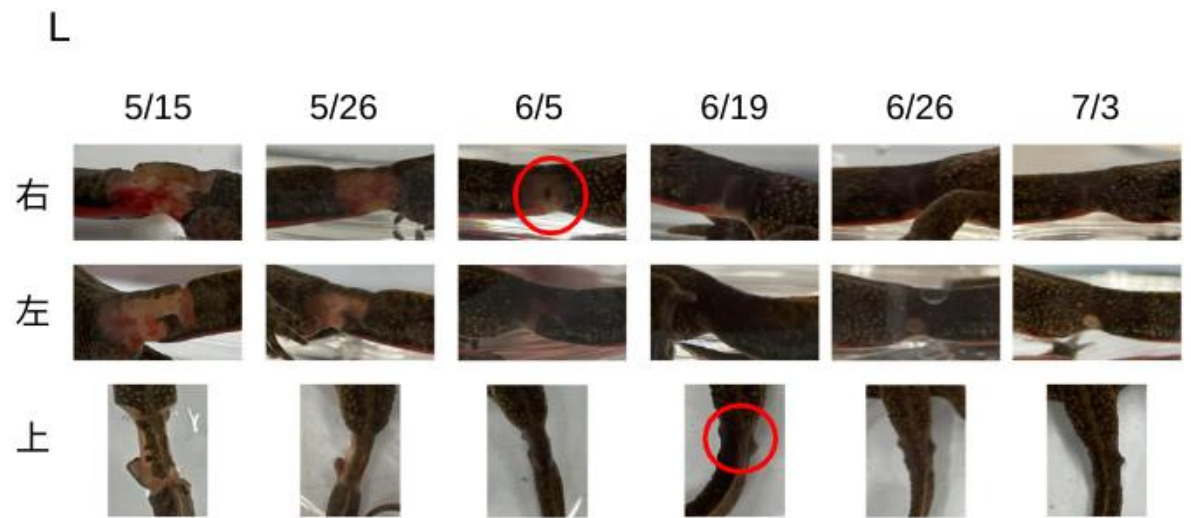


図3 個体Lの切断部の経過

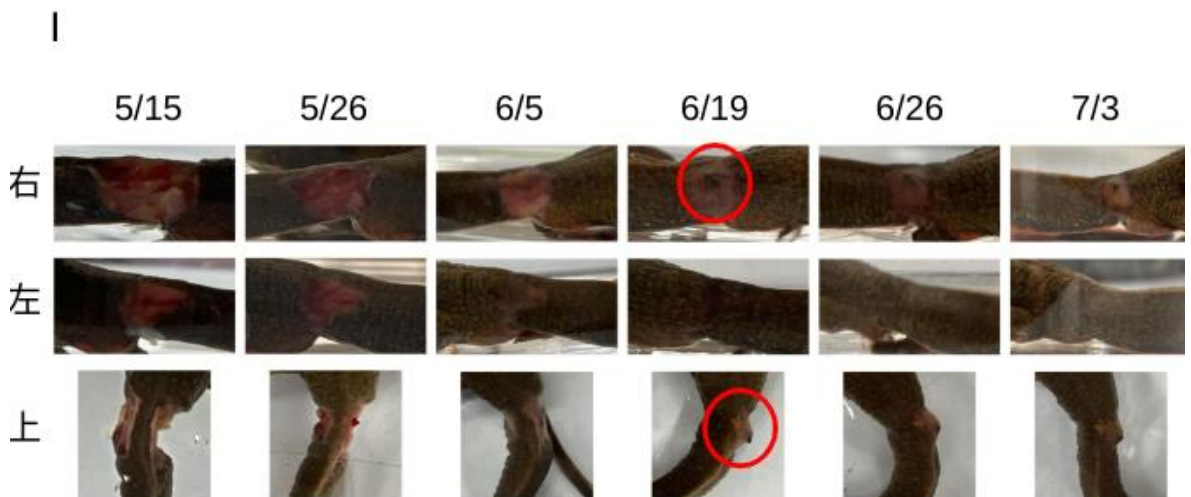


図4 個体Iの切断部の経過

明確な結果は得られていない。個体IとLにおいて、右側(脊髄の損傷あり)の再生部が突き出ており、左側(損傷なし)と明らかに異なっている。個体Bは左右ともに完全に元通りに再生しかけている。

実験2: 個体C、F、Nを用いた。

1. 実験1と同様にして麻酔をかけた。
2. それぞれの尾の付け根部分で、下側を脊髄を損傷させる程度、上側をさせない程度に切除した。
3. 再生部の形を観察した。

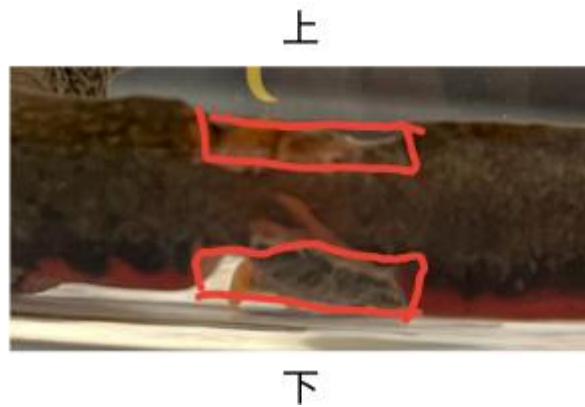


図5 切断部位の左面

結果:

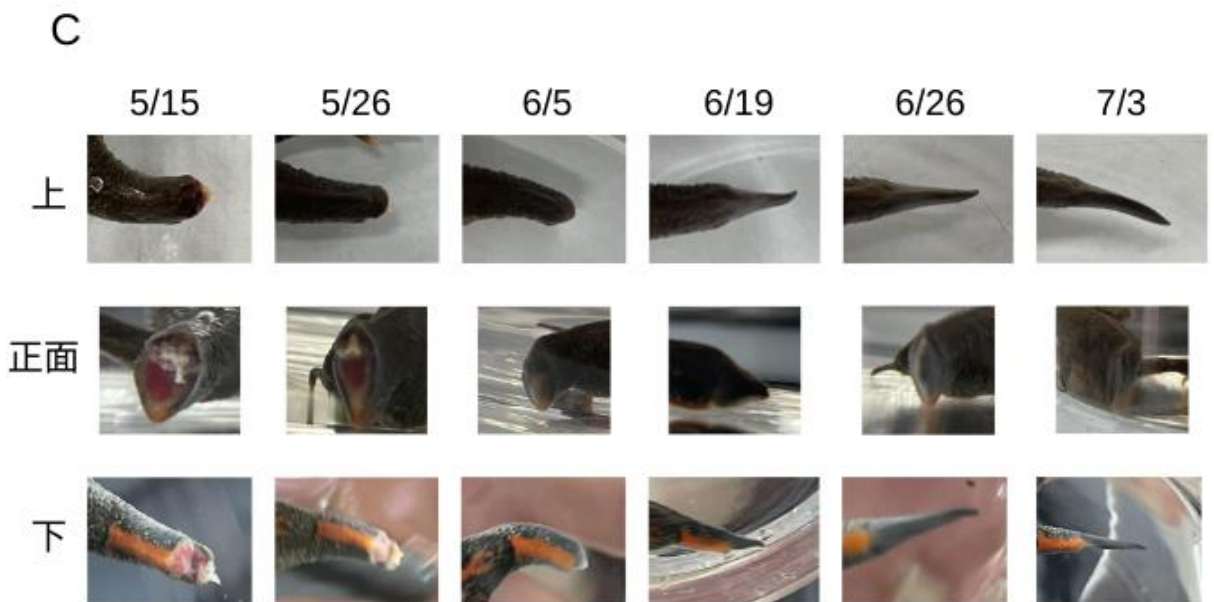


図6 個体Cの切断部の経過

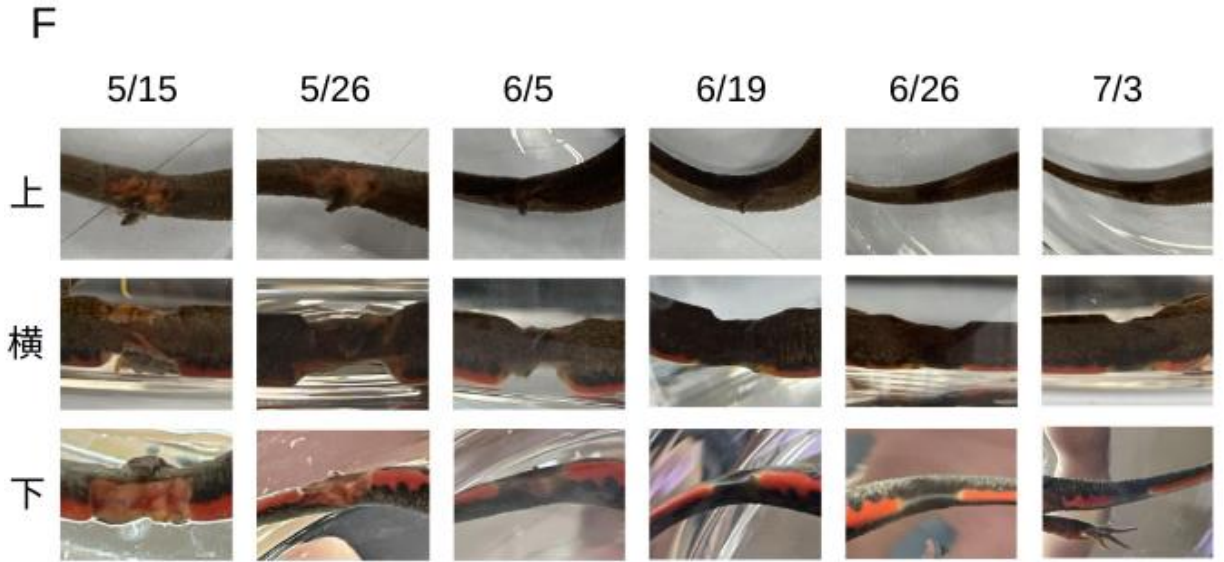


図7 個体Fの切断部の経過



図8 個体Nの切断部の経過

同じく結果は得られていない。個体C、Nは尾が完全に切断されてしまった。個体Fは上下ともに完全に元通りに再生しかけている。

5. 考察

実験1の個体IとLの結果を見ると再生部の形は脊髄が関係していると言えなくもないが、実験2のCとNも同じく脊髄が損傷されているが、尾の形に異常は見られない。脊髄の損傷の有無と再生部の形に明確な関係はないと思われるが、尾を垂直に切り取った場合と、尾の一部を切除した場合とで、脊髄の作用が異なっているのではないだろうか。

6. 結論

アカハライモリの再生に脊髄が関係しているかは断定できなかった。

プラナリアの再生速度を速められるか

1. 諸言

私は生物の再生について興味を持ち、比較的实验を行いやすいプラナリアについて研究することにした。この実験での目的は再生にかかる日数を最も短縮できる条件の絞り込みとした。水温と与える餌についてそれぞれ比較実験を行った。結果は水温では20℃、餌では鶏レバーのとき最も早く再生された。

2. 実験手順

・前提として

1. ウズムシ綱ウズムシ目プラナリア科ナミウズムシを用いる。15℃の人工気象器で飼育し、餌は鶏レバーを与える。餌を与えてから2～3日後に前後軸に垂直な方向に4分割する。元々頭部であった方から順に①②③④と番号をつけ、番号ごとにプラスチック容器に入れ経過を観察する。なおこの間餌は与えない。この状態では7日間で再生される。実験の都合上この状態を基準状態と呼ぶ。再生されたと決定する基準は正常眼が再生されることとした。この際①の部分は元々正常眼があるので観察対象外とした。



・水温についての実験

15℃、20℃、25℃の水温について実験を行う。各温度6匹ずつ使用する。どの温度が早く再生されるか観察する。

・餌についての実験

①鶏レバーのみ、②質量比1:1の鶏レバーとバナナをすり合わせた冷凍したもの、③質量比1:1の鶏レバーと茹でたほうれん草をすり合わせ冷凍したものの3種類の餌を用いる。各餌6匹ずつ使用する。どの餌も15℃で飼育し経過を観察する。

3. 実験結果

・水温についての実験結果

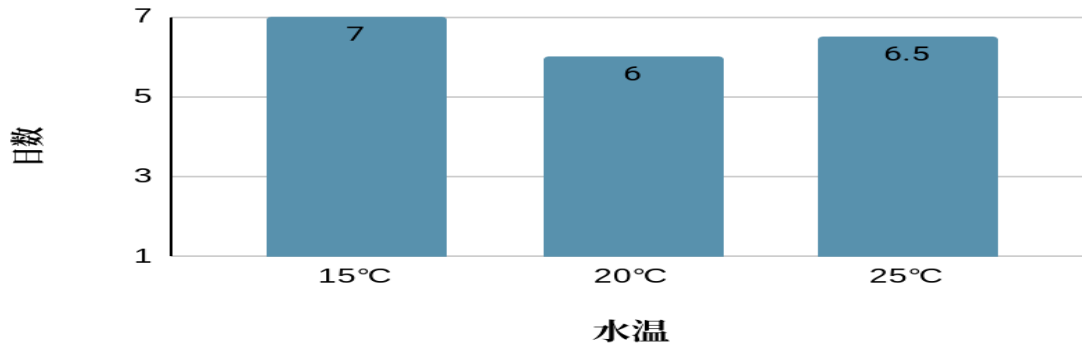
6匹×3部分部分の計18ピースの平均結果において20℃のとき6日間と最も速く再生された。二番目に早かったのは25℃で6.5日間だった。一番遅かったのは15℃で7日間だった。各温度において各温度において②の部分が最も遅く再生される傾向があった。

・餌についての実験結果

6匹×3部分部分の計18ピースの平均結果において①の餌のとき7日間と最も速く再生された。二番目に早く再生されたのは②の餌のときで7.5日間だった。最も遅かったのは③の餌のときで8日間だった。各種類の餌において②の部分が最も遅く再生される傾向があった。

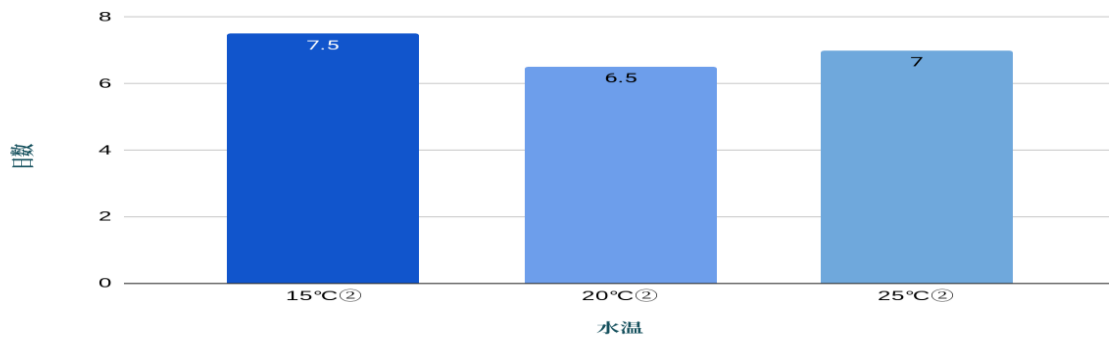
水温と日数

18ピースの平均

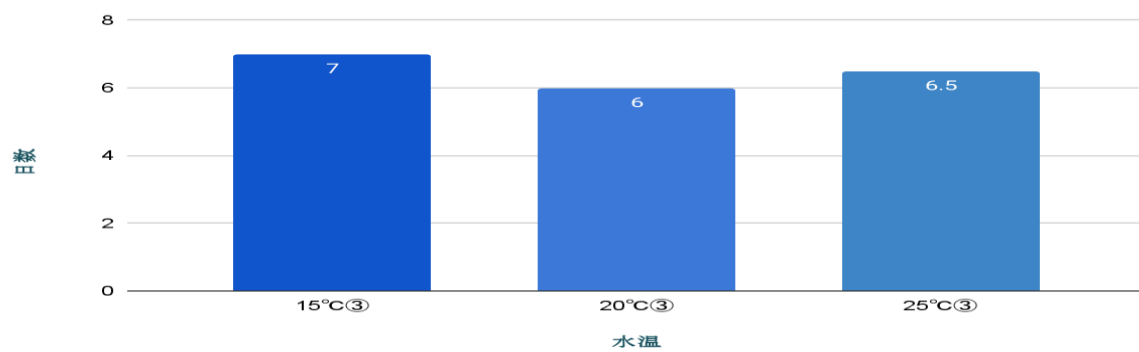


各実験結果のグラフと餌に用いた材料の成分表示については下記の通り

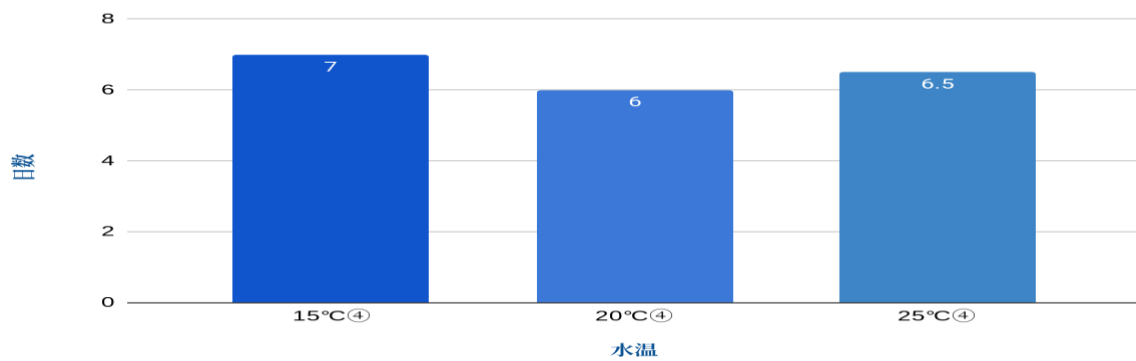
水温と日数 ～②～



水温と日数 ～③～



水温と日数 ～④～



カイワレ大根の英才教育

—植物の成長の過程における音の影響—

1. 要旨

音が植物の成長に与える影響に着目し、成長が早く、栽培しやすいカイワレ大根を用いていくつかの周波数の音を聞かせ、音の有無・周波数の違いによって成長の仕方に違いが見られるか「発芽率・茎の長さ」の2点から研究を行った。

「音無し・1500Hz・1500Hz(うなり)・3000Hz」の4種類の音を聞かせ実験を行った結果、3000Hzの音を聞かせた個体は発芽率が低下したが、成長が良く、茎の長さが安定してばらつきが少ないという特徴が見られた。また、1500Hz(うなり)を聞かせた個体は発芽率が高く、茎の成長も良いという結果となった。

本研究で得られた結果から、カイワレ大根の成長の過程において「高周波の音は主に茎の成長を促進する」「周期的な音の強弱の変化が発芽及び茎の成長に良い影響を与える」「音を聞かせることで発芽が促進される」「3000Hzの音は、良く成長する個体を選定する際に有効である」と考察する。

2. 研究目的

国内での食物の生産について関心があり、植物の栽培の効率を上げることを目標として研究を行いたいと考えた。

植物の栽培の効率を上げるということは、収穫物の重さ当たりの栄養量を増加させる、または時間当たりの生産量を増加させることが必要であると考えた。

まず、栄養量を増加させることについて実験を行うことを検討したが、実がなる植物では収穫までに時間を要するため、今回の研究期間においては十分な回数の実験を行うことが難しく、必要なデータの数を確保することが困難であると判断した。

そこで、時間当たりの生産量を増加させることについて着目することとした。音楽を流して栽培された野菜についてニュースやインターネット記事で見聞きしたことがあり、音が植物に何かしらの影響を与えているのではないかということから、音と植物の関係を研究することで、種まきから収穫までの期間を早めるなど、植物の栽培において有効的に活用できるのではないかと考えた。音楽は様々な要素で構成されているものであり、実験による結果がどの要素によるものであるのか判断することが難しいため、音を構成する「大きさ(振幅)・高さ(周波数)・音色(波形)」の三要素のうち、1/f ゆらぎなど人間にも影響を与える「高さ(周波数)」が植物でも影響が見られるのではないかと考え、本研究では「周波数」に着目し実験を行うこととした。

カイワレ大根は成長が早く、比較的栽培しやすい植物であるため、カイワレ大根に「音無し・1500Hz・1500Hz(うなり)・3000Hz」の4種類の音を聞かせ、音の「周波数」が植物の成長に与える影響について「発芽率・茎の長さの推移」の2点に着目し実験・観察を行った。聞かせる音の選定理由としては、以前行った実験でカイワレ大根に100Hz・300Hzの音を聞かせて茎の成長に違いが見られるか観察を行ったところ、これらの低い周波数においては発芽や茎の成長に影響が見られなかったため、本実験では1500Hz・3000Hzという「高い周波数」と「うなり」を聞かせる音として採用した。「うなり」とは、周波数の違う音がお互いに干渉すると音が周期的に強くなったり弱くなったりする現象であ

り、周波数 n [Hz] の差につき 1 秒間に n 回うなりが発生する。本実験では 1 秒間につき 1 回うなりを発生させた。

3. 研究方法

実験に使用するカイワレ大根の種子は、種子の時点で内部の栄養量に差がある可能性を考慮し、条件を揃えるため予め重量を計測しておき 0.0025g 毎に選別をした。その中で 0.0126~0.0150g と 0.0151~0.0175g の個体数が多かったため、本実験では 0.0126~0.0150g を A グループ、0.0151~0.0175g を B グループとし、この二種類のグループに分けて実験を行った。

図 1 は実験装置を撮影した写真で、図 2 は実験装置の仕組みについて作図したものである。段ボールで台を作りその中心にビーカーの直径と同じ大きさの穴をあけ、そこに水の入ったビーカーを設置した。この時、水の蒸発を防ぐためビーカーの上をラップで覆い、中の水は水面が底から約 5cm を切らない程度に補充を行った。ビーカーの周りに、脱脂綿を底に敷いたシャーレを 4 つ設置し、それぞれ 10 個の種子を蒔いた。ビーカーの水をシャーレに供給するために、細長く切った脱脂綿の一端をビーカーに浸し、もう一方をシャーレに垂らし繋げた。このビーカーとシャーレを繋げる脱脂綿はシャーレの底に敷いている正方形 (4cm×4cm) のものと同様のものを使用し、1/3 のところに互い違いに切り込みを入れ細長く伸ばして使用した。ビーカーの水面の高さとシャーレの底に敷いた脱脂綿の高さに差があると、水を上手く吸い上げることができないため、先述した段ボールの台の穴にビーカーを設置することで高低差を小さくし、水がスムーズにビーカーとシャーレをつなぐ脱脂綿に浸透するようにした。

上記のセット (ビーカー 1 つ・シャーレ 4 つ) を A グループ (0.0126~0.0150g) と B グループ (0.0151~0.0175g) で計 2 セット用意し、その両端にスピーカーを 1 台ずつ計 2 台設置し「音無し・1500Hz・1500Hz(うなり)・3000Hz」の音に分けてそれぞれ発芽~10 日目まで常時流し続けた。スピーカーをそのまま設置すると段ボールで作った台に乗せているシャーレより低い位置となり、音の波に干渉する物が多く、カイワレ大根に正しく音が伝わらないため、段ボールで台を作り高い位置にスピーカーを設置し、上から音を流すことで全てのシャーレに均等に音の影響を与えるようにした。

研究は以下の①~⑤の手順で行った。

- ① シャーレの底に脱脂綿を敷き、ひとつのシャーレにつき 10 個の種子を蒔いた。
- ② 先述した実験装置を涼しくて暗い場所に置いた (図 1)。
- ③ スピーカーから「音無し・1500Hz・1500Hz(うなり)・3000Hz」の音を流した。
- ④ 発芽後は明るい場所で育てる必要があるため 3 日目以降は上部に設置した蛍光灯を点灯した。この際、照度計を使用し照度は常に一定にした。
- ⑤ 6~10 日目に茎の長さや発芽率を計測した。

実験開始当初はシャーレではなくビーカーを用いて、定期的な水やりを行うという方法で実験を行っていた。しかし、ビーカーは底が深く、計測の際に他のカイワレ大根に触れストレスを与えてしまっていた。そこで種子を 1 個ずつ試験管に入れ観察を行うことにしたが、1 回に結果を得ることができる個体数が少ないため効率が悪く、狭い環境での生育が好ましくないなどの問題点があった。ビーカーでの実験と試験管での実験に共通して、水の供給が安定して行うことが難しいという課題もあった。人為的な水やりでは定期的

行ったとしても、次の水やり時まで十分な量の水を与えると一時的に過多になってしまい、カイワレ大根の生育に良くない環境になってしまっていた。

そこで、カイワレ大根が受ける計測の際のストレスや生育環境によるストレスを改善するために、シャワーを用いて図 2 のように自動的に水が供給される装置を採用することにした。



図1 実験装置

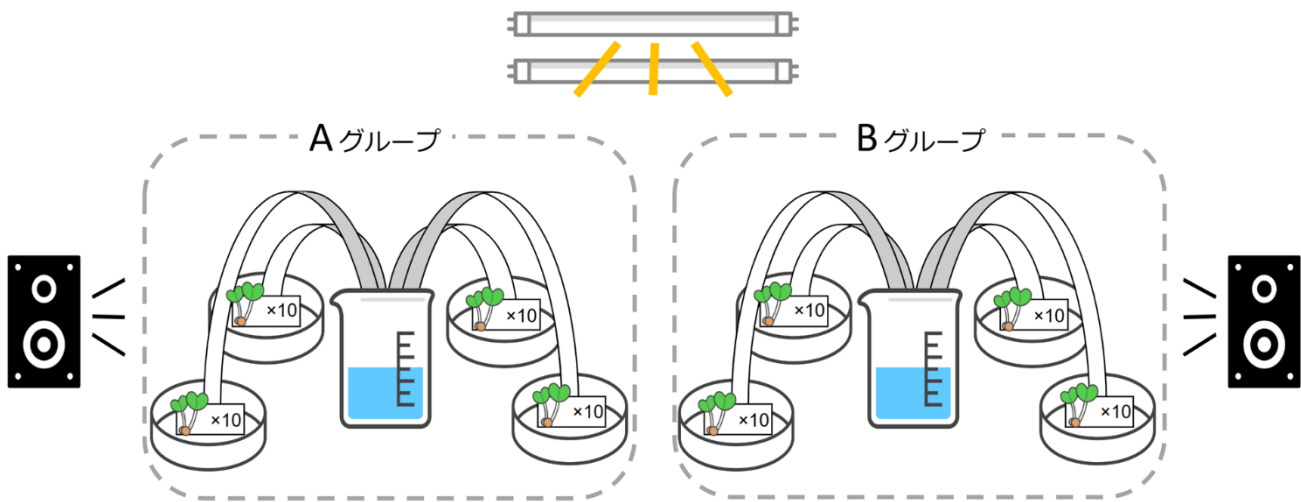


図2 実験装置の仕組みについて

4. 結果

Aグループ (0.0126~0.0150g) の茎の長さの推移 (図 3) をみると、「1500Hz」「3000Hz」は「音無し」に比べ成長が良いが「1500Hz (うなり)」においてはあまり差が見られなかった。

Aグループ (0.0151~0.0175g) の茎の長さの推移 (図 4) を見ると、Aグループの結果では音を聞かせた個体の中で最も長さが小さかった「1500Hz (うなり)」の成長が早く、Bグループの中で最も良く成長しているのが分かる。反対に「1500Hz」「3000Hz」についてはAグループよりもやや成長が悪くなっているが、あまり差は見られないためこれらの周波数においては重量による音の影響に差が無いことが分かった。

発芽率の結果（図 5）を見ると「音無し」「1500Hz」「1500Hz（うなり）」は全体的に高い割合で発芽しているが「3000Hz」について A グループ（0.0126～0.0150g）は 37.5%、B グループ（0.0151～0.0175g）は 27.5%と他と比べて大幅に低くなっている。

Aグループ（0.0126～0.0150g）の茎の長さの標準偏差（表 1）を見ると「音無し」「1500Hz」「1500Hz（うなり）」は 2.5～3.5 付近であるのに対し、「3000Hz」は 1.28～1.41 で約半分の数値となっており、茎の長さが安定してばらつきが少ないことがわかる。

Aグループ（0.0151～0.0175g）の茎の長さの標準偏差（表 2）を見ると、全体的に A グループ（0.0126～0.0150g）と比べて数値が大きい。その中で比較的「1500Hz（うなり）」の数値が小さくなっている。

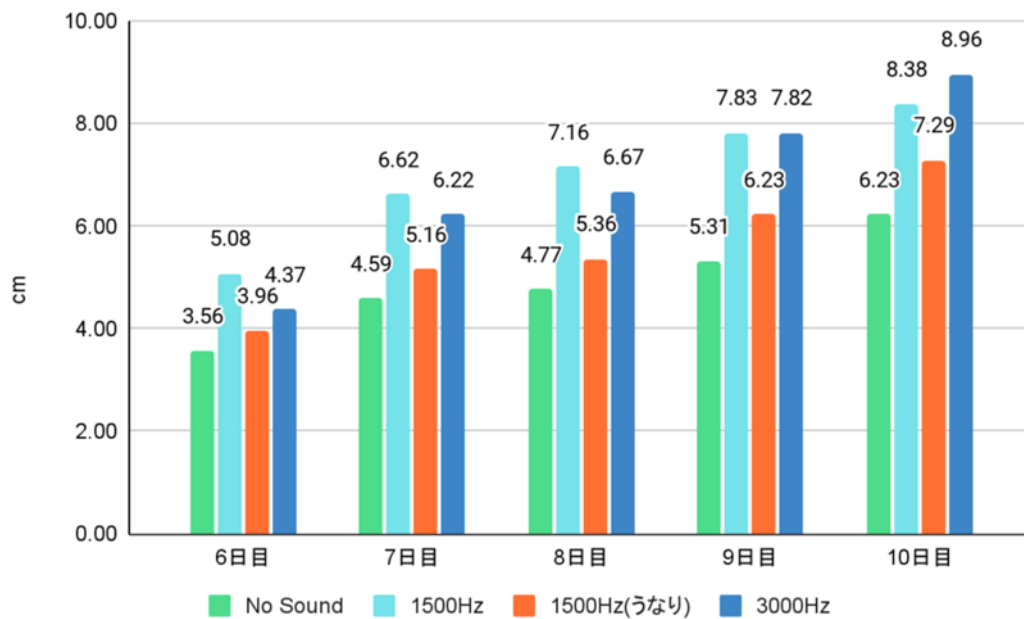


図3 茎の長さの推移（Aグループ）

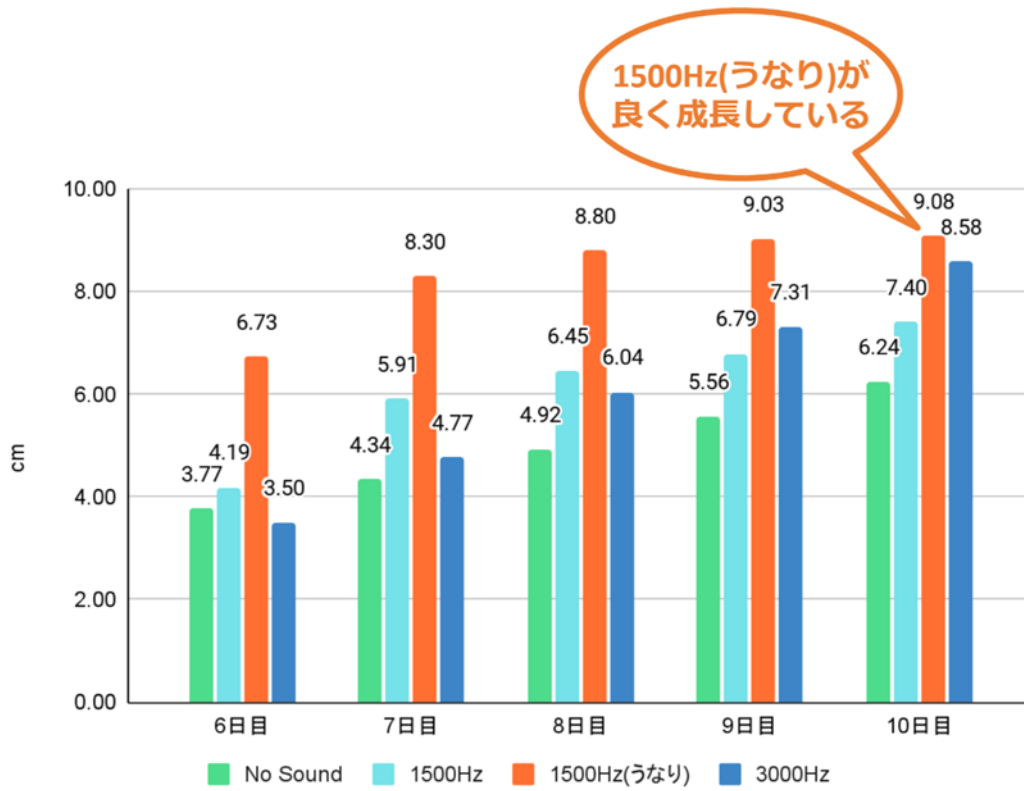


図4 茎の長さの推移 (Bグループ)

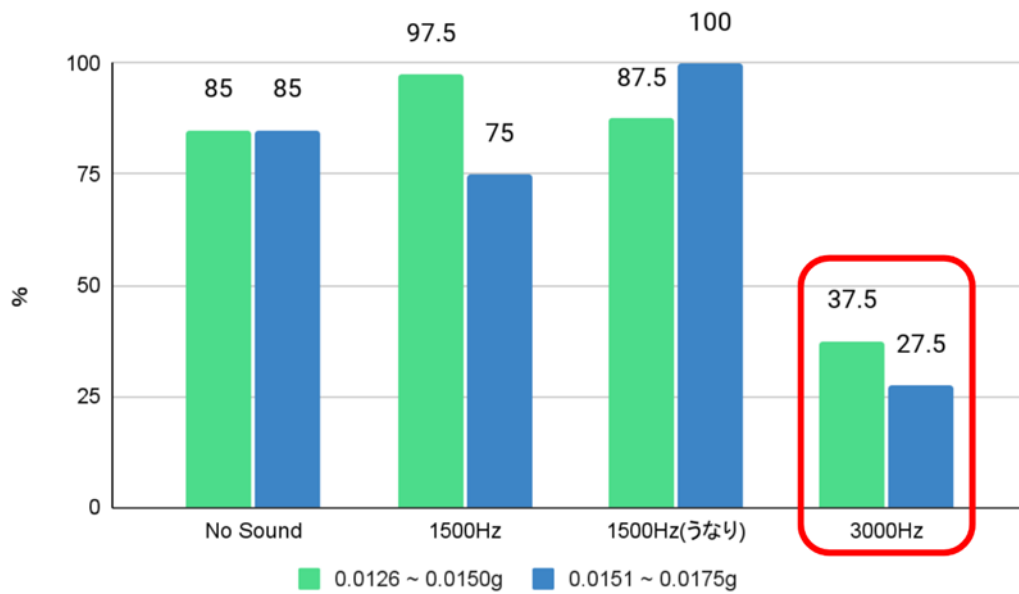


図5 発芽率

表1 茎の長さの標準偏差 (Aグループ)

	No Sound	1500Hz	1500Hz(うなり)	3000Hz
6日目	2.58	2.75	2.90	1.28
7日目	3.12	3.27	3.57	1.30
8日目	3.58	3.68	3.84	1.32
9日目	3.40	3.84	2.86	1.41
10日目	2.54	2.92	2.34	1.36

表2 茎の長さの標準偏差 (Bグループ)

	No Sound	1500Hz	1500Hz(うなり)	3000Hz
6日目	2.28	2.38	2.20	2.96
7日目	2.77	3.09	2.14	3.40
8日目	3.01	3.50	2.12	3.57
9日目	2.97	3.81	2.12	3.61
10日目	2.88	3.54	2.18	3.87

5. 考察

茎の長さの推移の結果を見ると、B グループ (0.0151~0.0175g) の「1500Hz(うなり)」が全ての実験を通して最も成長していることがわかる。周波数という点で比べると、茎の長さにおいては「3000Hz」が最も数値が大きく、「1500Hz」が発芽率、茎の長さともにバランス良く大きい数値であった。

Aグループ (0.0126~0.0150g) と B グループ (0.0151~0.0175g) の結果を比べると、「音無し」「1500Hz」「3000Hz」において種子の重量による成長の違いはほとんど見られなかったのに対し「1500Hz(うなり)」だけは重量による影響が大きく、B グループ (0.0151~0.0175g) においてのみ、発芽率、茎の長さともに数値が大きいという結果となった。

「3000Hz」の実験結果に着目すると、発芽率は低い、成長が良く、茎の長さが安定していてもばらつきが少ないという特徴が見られたため、3000Hz の音を流すことによって、発芽直後の段階から今後の成長を予測することができ、成長の良い個体の選定に有効に活用することができるのではないかと考える。

また観察を行っていく中で、音を聞かせた個体は発芽の時期が早い傾向が見られ、今回の実験で扱った高周波の音はカイワレ大根がより早い段階で発芽するのを促進するのではないかと考える。このことによって、10 日目時点で音を聞かせた個体と聞かせていない個体の茎の長さにも差が生まれ「音無し」が他と比べ小さくなっている要因の 1 つであると見ることができる。

6. 結論・今後の課題

本研究では、カイワレ大根の成長の過程において「高周波の音は主に茎の成長を促進する」

「周期的な音の強弱の変化が発芽及び茎の成長に良い影響を与える」「音を聞かせることで発芽が促進される」という結果が得られた。また 3000Hz の音は、良く成長する個体を選定する際に活用できると考えられる。

今後の課題としては、データの数を増やし信頼性を高めつつ、音がどこに作用しているのかを究明することや「音の大きさ（振幅）・音色（波形）」といった他の音の三要素の影響、音ではなく「音楽」を聞かせた場合の変化も調べたい。また、観察の際には、収穫後にすりつぶして中の栄養量を調べるなど、より多様な視点から結果を評価したいと考える。

さらに、カイワレ大根以外の植物でも実験を行い、植物全体と音の関係について研究したい。

アルテミア耐久卵の熱耐性

1. 緒言

アルテミア (*Artemia*) は塩湖に生息する鰓脚綱無甲目ホウネンエビモドキ科の1属である。(画像1) 普段は母体で卵を孵化させ幼生を放出する卵胎生だが、環境が幼生の生育に適さなくなるとトレハロースを主成分とする殻をもつ耐久卵を産みおとす生物である。また、アルテミアの耐久卵は乾燥などのストレスに強いことが知られている。



画像1 アルテミア成体
(千葉県ホームページより)

生物は日々、様々なストレスを受けているが、その中で温度というストレスは生物の生存にとって影響が大きいものである。アルテミアの耐久卵が乾燥耐性を持つということはよく知られている一方で他の耐性についてはあまり調べられていない。本研究の目的はアルテミアの耐久卵が熱耐性を持つのかどうかや、熱耐性の性質や生じるメカニズムを解明することである。

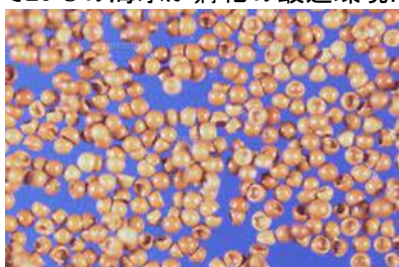
私は高温ストレスに着目して実験し、40°Cのストレスを与えた耐久卵はストレスを与えなかったものに比べて同程度の孵化率を、60°Cでは半分程度の孵化率を示すという結果が得られた。また80°Cでもわずかながら孵化した。このような結果からアルテミアの耐久卵に熱耐性があることが分かった。

2. 実験手順

実験を始めるにあたり、アルテミア耐久卵(画像2)の熱耐性を孵化率という尺度で測るために、アルテミアの最適な孵化方法を実証した。一般的にアルテミアの孵化方法は、温度は25°C、卵の密度は1Lに1g、飼育液は海水と言われている。私は①温度、②飼育密度、③海水か淡水か、という3つのパラメーターに着目し、それの一つずつ変化させて実験を行った。

①温度を変えた実験では一般的な孵化温度である25°Cに加え、4°C、20°C、40°Cで実験した。また温度の調整には恒温器を使用し、25°Cが最も孵化率が高いという結果が得られた。(図1-1) ②飼育密度を変えた実験では一般的な密度に加え、卵同士が触れ合うほどの極端に密度が高い状態で実験し、孵化率に大きな差はないという結果が得られた。(図1-2) ③海水か淡水かでは人工海水と蒸留水を用いて実験し、孵化率に大きな差はないという結果が得られた。(図1-3)

以上より、孵化という点では25°Cさえあればよいと言える。ただし、淡水下では孵化後に死亡してしまい、孵化個体数を数えるのが困難になるため、孵化率を測定するには海水で孵化させる必要がある。よって25°Cの海水が孵化の最適環境だと確認できた。



画像2 アルテミア耐久卵
(アマナイメーجزより)

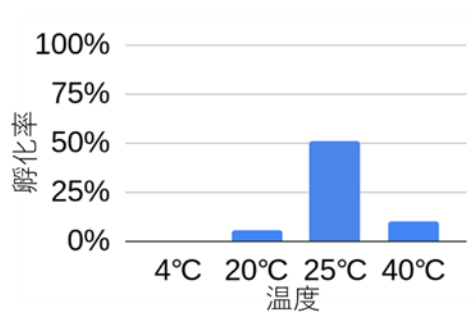


図1-1 温度と孵化率との関係

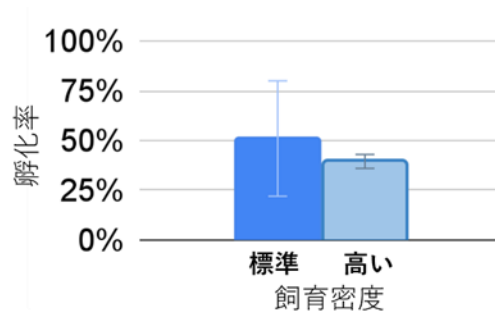


図1-2 飼育密度と孵化率との関係

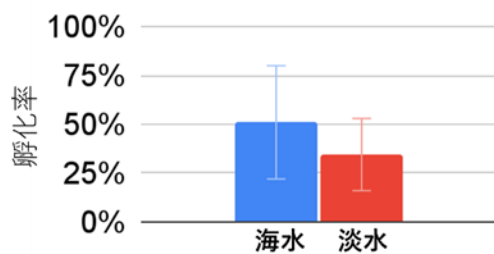
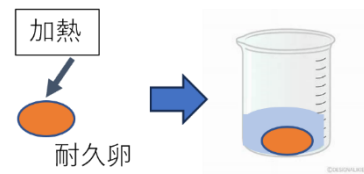


図1-3 海水か淡水かと孵化率との関係

実験

耐久卵がどのような熱耐性を持つのかを調べるために、耐久卵をいくつかの温度で加熱し、加えた温度と孵化率との関係を調べた。また、それぞれの温度における加熱時間と孵化率との関係を調べた。恒温器を用いて耐久卵を1~4時間加熱処理した(40°C、60°C、80°C)。それぞれの加熱処理をした耐久卵及び処理をしていない耐久卵を最適環境で孵化させた。そして水和72時間後の孵化率をそれぞれ比較した。



3. 実験結果

〈加熱温度と孵化率〉

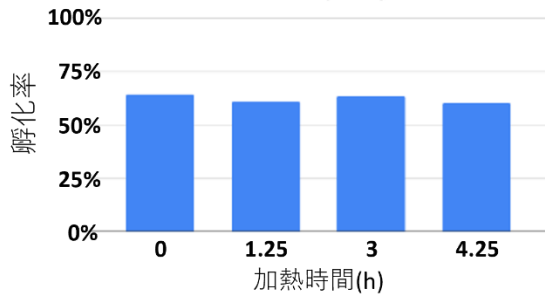
図2-1~2-3より、加熱温度が高くなるにしたがって孵化率は下がっていったが、80°Cでも孵化した。また40°Cでは加熱していない耐久卵と同程度の孵化率を示した。

〈加熱時間と孵化率〉

40°C: 図2-1より、加熱時間が長くなっても加熱していない耐久卵と同程度に高い孵化率を示した。

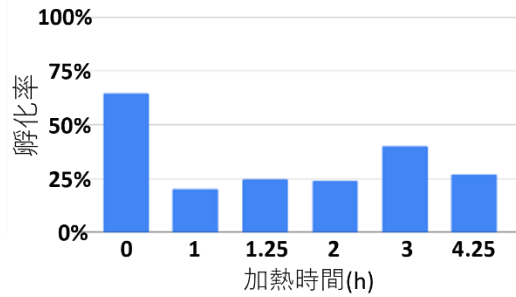
60°C: 図2-2より、加熱時間が長くなっても孵化率に大きな変化はなく、加熱していない耐久卵の半分程度の孵化率を示した。

80°C: 図2-3より、極めて低い孵化率を示した。加熱時間が長い耐久卵の方が孵化率が高くなる傾向も見られた。



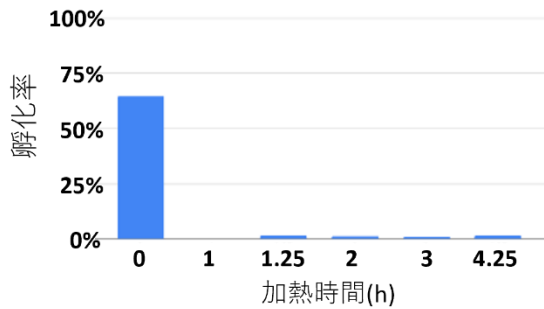
	1.25h	3h	4.25h	control
experiment1	57.9	60	64.5	64
experiment2	64.4	67.5	55.9	72.7

図2-1 加熱時間による孵化率の推移(40°C)



	1h	1.25h	2h	3h	4.25h	control
experiment1	-	31.6	-	41.3	27.1	64
experiment2	-	18	-	28.6	27.2	72.7
experiment3	15.3	-	23.1	-	-	56.7
experiment4	24.8	-	25.1	-	-	-

図2-2 加熱時間による孵化率の推移(60°C)



	1h	1.25h	2h	3h	4.25h	control
experiment1	-	0	-	1.9	2.9	64
experiment2	-	3.1	-	0	0	72.7
experiment3	0	-	0	-	-	56.7
experiment4	0	-	2.2	-	-	-

図2-3 加熱時間による孵化率の推移(80°C)

4. 考察

加熱しても孵化する耐久卵があることから、アルテミアの耐久卵は高温に対する耐性があると考えられる。

先行研究では、アルテミアの耐久卵の表面にあるグリセロールは凍結によってガラス化し、凍結耐性を持たせることが述べられている。また、グリセロールが耐久卵に様々な耐久性を持たせる可能性が指摘されている。したがって、耐久卵が高温でも孵化したのはグリセロールなどの卵殻の物質の化学変化も関係していると考えられる。

5. 結論

アルテミアの耐久卵は80°Cまでの熱耐性を持つ。

6. 参考文献

Clegg, J.S. and Trotman (2002) Physiological and Biochemical Aspects of Artemia Ecology. Artemia: Basic and applied biology: p.129-170

伊藤らら(2018) [P-6]アルテミア卵の表面を覆うグリセロールの役割について. SCIENCE CASTLE 2018

光刺激によるアルテミアの光走性の変化

1. 緒言

アルテミアは無甲目ホウネンエビモドキ科、体長1 cm程度の小型甲殻類であり、状況により変化する光走性を持っている。

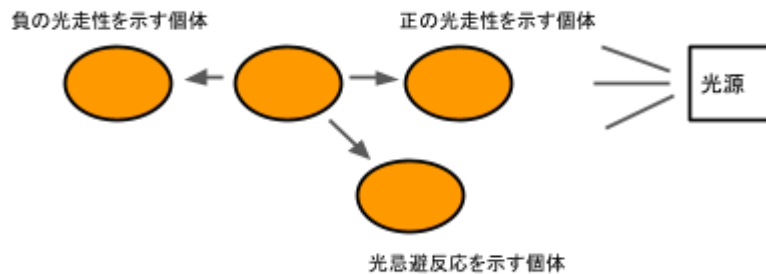


図1：光走性と光忌避行動

アルテミアの場合、孵化直後の個体は正の光走性を示し、孵化後約2週間で負の光走性を示すようになると言われている。しかし、実験を行う中で孵化直後に負の光走性を示し、その後正の光走性を示す個体がいることを発見した。

私たちは、本来とは反対の行動を示すアルテミアがいる原因を、光の照射時間に条件を絞り調べた。

2. 実験手順

準備 100mlの人工海水を入れたビーカーに負の光走性を示す20匹のアルテミアを入れ、暗室で2時間以上安置した。アルテミアは孵化後3日以内の個体を使用した。

1. ビーカーに一方向から光を照射し続けた。
2. 2時間後に正の光走性を示す個体数を数えて、その個体を取り除いた。
3. さらに光を照射し続け、5時間後にもう一度正の光走性を示す個体数を数えた。

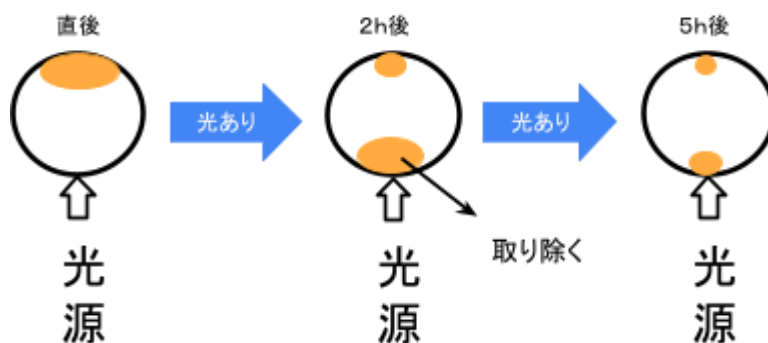


図2：実験の簡略図　また、正の光走性を示す個体数を数えるときのみ3分間光を照射し、それ以外の時間は光を照射しない、という予備実験も行った。

3. 実験結果

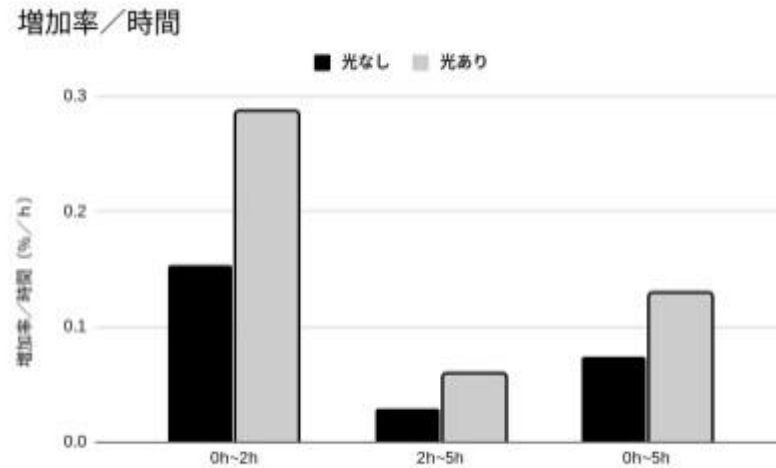


表1：増加率/時間の平均

実験を開始してから2時間後に正の光走性を示す個体を取り除いているため、実験開始2時間後にビーカー内に存在するアルテミアの個体数が実験ごとに異なる。よって、正の光走性を示す個体の増加数（匹）／ビーカー内のアルテミアの残数（匹）を時間ごとの割合で出し、各実験の基準を揃えた状態で比較した。

光を照射した場合、照射しなかった場合のどちらにおいても、最終的に正の光走性に変化した個体のうちの多くが0 h～2 hの間に変化していた。また、0 h～2 hにおいても、2 h～5 hにおいても、光を照射した場合における1時間あたりの増加率は照射しなかった場合のおよそ2倍だった。

4. 考察

・考察 i

光を照射し続けなかった場合でも、アルテミアが正の光走性に変化していることから、負の光走性を示す個体は光刺激以外の条件でも正の光走性に変化すると考えられる。

・考察 ii

光を照射し続けなかった場合と比べ、照射し続けた場合では1時間あたりの増加率がおよそ2倍になっていることが分かる。このことから光を照射し続けることで負から正への光走性の変化を促進することができるのではないかと考えた。

5. 結論 光刺激が与えられ続ける環境下では、アルテミアの光走性がより大きく変化する。今後は、負から正に光走性が変化した個体が再び負の光走性を示すかを詳しく調べていきたい。

6. 参考文献

◆矢島エイ子・水納谷民太郎（1980）アルテミアの走光性の研究-

I 光集合の作用スペクトル長崎大学教養部紀要（自然科学篇）第

21巻第1号 29-33

◆R. Seifert:Z. f. vergl. Physiol. 16, 111（1932）

肛門足類、真正足類の空間的配向と走光性カイロセファルスとアルテミアの実験

7. 実験結果それぞれの値

1. 実験

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目
2時間後	13	10	7	11	10	6	8	8
5時間後	1	2	5	1	3	5	1	6
合計	14	12	12	12	13	11	9	14

	9回目	10回目	11回目	12回目	13回目	14回目	15回目	16回目
2時間後	16	15	8	18	14	10	10	13
5時間後	1	2	1	0	1	1	0	1
合計	17	17	9	18	15	11	10	14

	17回目	18回目	19回目	20回目	21回目	22回目	23回目	24回目
2時間後	12	12	9	11	14	14	11	13
5時間後	2	0	0	0	0	0	3	1
合計	14	12	9	11	14	14	14	14

	25回目	26回目	27回目	28回目	29回目	30回目	31回目	32回目
2時間後	12	6	11	13	13	13	15	10
5時間後	0	3	0	2	2	1	0	1
合計	12	9	11	15	15	14	15	11

2. 予備実験

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目
2時間後	4	7	6	8	4	8	6	8
5時間後	2	1	0	0	0	0	0	5
合計	6	8	6	8	4	8	6	13

	9回目	10回目	11回目	12回目	13回目	14回目	15回目	16回目
2時間後	6	7	1	5	6	6	7	9
5時間後	2	0	7	2	2	0	0	0
合計	8	7	8	7	8	6	7	9

表 2 : 2 時間後、5 時間後における正の光走性を示す個体数

コオロギの体重増加に適した餌の検討

1. 概要

未来の食糧不足を危惧したことから、近年徐々に広まりつつある昆虫食について興味をもった。そこで、効率の良い食料の供給を見据えてコオロギを用いた実験を行った。

2. 実験①

三大栄養素である、炭水化物、タンパク質、脂質をそれぞれ多く含む食材である、パスタ、鰹節、マカダミアナッツを餌として用いる。成虫になっていないクロコオロギを3匹ずつ入れた箱を9箱用意し、3箱ずつの3つのグループに分けてそれぞれ別の餌を与え、数日おきに体重を測り、餌の違いで体重増加にどのような差が出るのかを観察した。

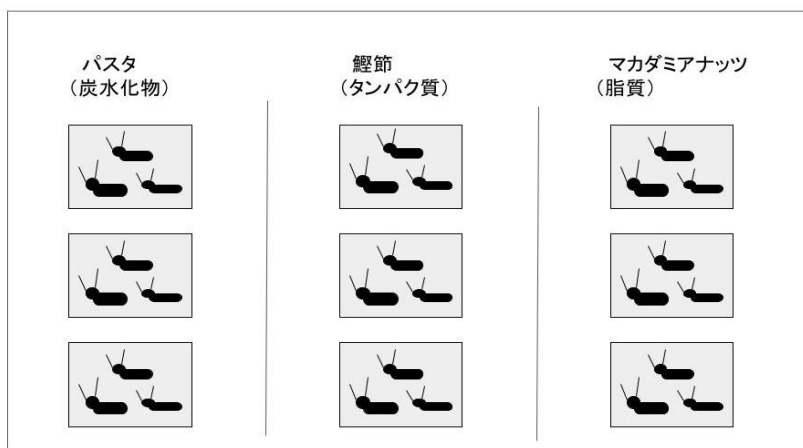


図1 実験①のグループ分け

3. 結果

炭水化物を多く含む餌のパスタを与えた個体の体重が、若干他の個体より増加した。脂質を多く含む餌であるマカダミアナッツを与えた個体は実験途中で他の個体より早く死んでしまった。

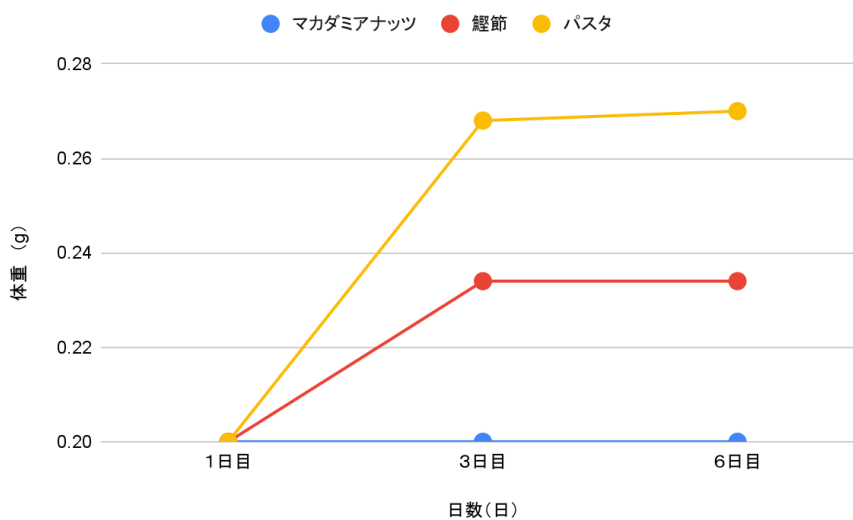


図2 三種の餌ごとの平均体重の推移

4.考察

餌の硬さに差があったことや、体重増加の差が非常に小さかったことから、正確な結果が得られなかった。また、雄と雌を同じ箱に入れると共食いが起こりやすい傾向があり、実験途中で死んでしまう個体が多かった。

そこで餌とコロロギ1匹の大きさ、グループの分け方を変更し、2度目の実験を行った。

5.実験②

炭水化物を多く含む小麦粉とタンパク質を多く含むゼラチンを1:1、3:1、1:3の割合で混ぜた練り物3種を餌として用いる。

成虫のヨーロッパイエコロロギを雄のみ3匹、雌のみ3匹ずつを入れた箱を6箱ずつ、計12箱用意し、雄雌2箱ずつ、計4箱ずつの3つのグループに分けてそれぞれ別の餌を与え、数日おきに体重を測り、炭水化物とタンパク質とでは、どちらを多く与えた個体の方が体重が増加しやすいのかを観察した。

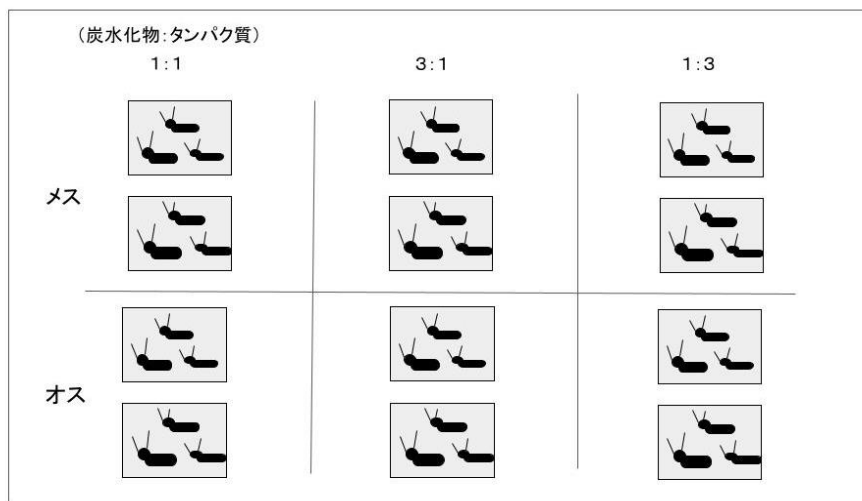


図3 実験②のグループ分け

6.結果

2週間の計測を行った結果、最終的には炭水化物を多く含む小麦粉とタンパク質を多く含むタンパク質を3:1、つまり、炭水化物を多く与えた個体の体重が1番増加した。

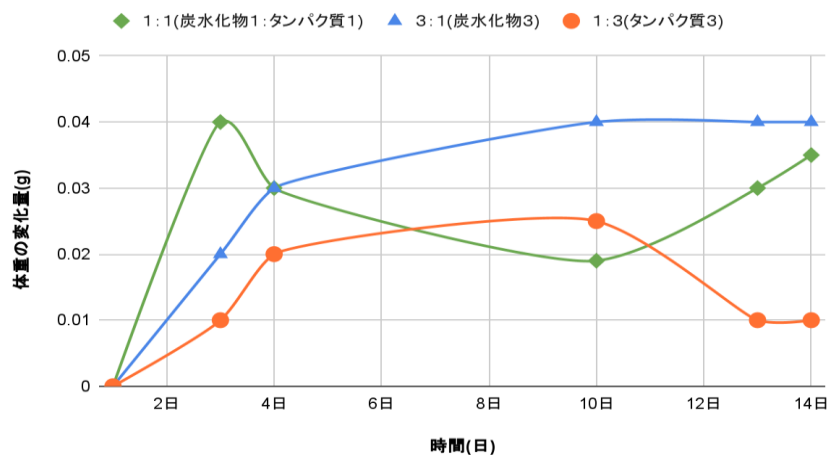


図4 三種の餌ごとの平均体重増加量の推移

7.考察

体重増加は確認できたものの、今回の実験に用いたのは脱皮を終えた成虫のコオロギであったため、差は明確にならなかった。コオロギに炭水化物を多く与えると大幅に体重を増やすことができるかもしれないが、今回の実験から明言することはできない。

8.今後の展望

同様に繰り返して行った実験から、寿命が近づいた個体の体重が徐々に減少していくような傾向が見られた。今回実験に用いたコオロギは全て成虫の個体であり、実験後に死んでしまった個体もいたため、餌の影響だけでなく、寿命の影響による体重変化も起こっていたのではないかと考えられる。したがって、幼虫のコオロギを用いて実験すれば、どの栄養素がコオロギの体重増加のために適しているのかを、より正確に判断することができるかもしれない。

9.参考文献

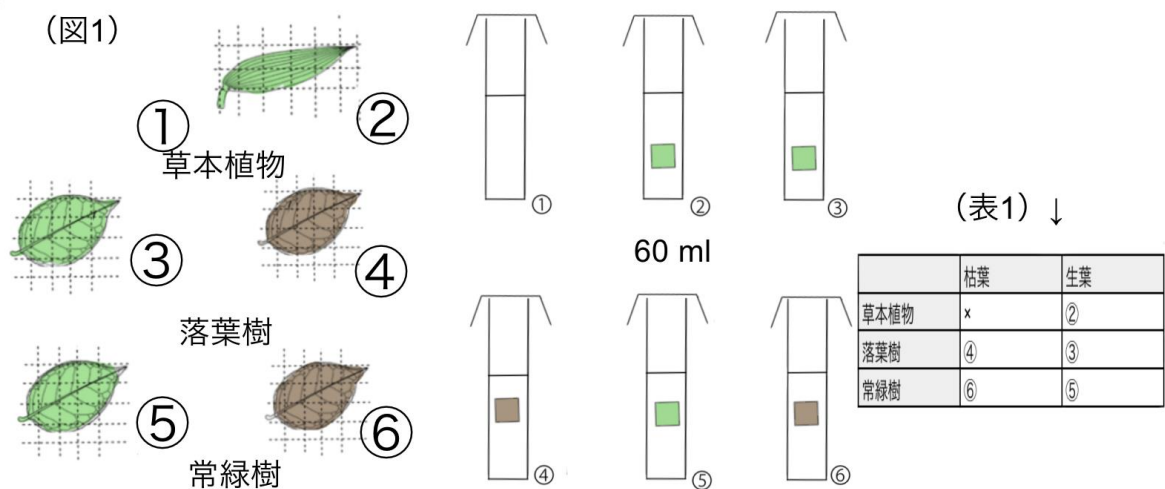
犬飼哲夫『クロコオロギを用いた実験の検討』<https://core.ac.uk/download/pdf/80041286.pdf>

葉がもたらす溶存イオンの増加とその関係

1. 緒言

海水や河川等の水質汚濁が、人類全体としての問題となっている。この問題を改善するため、水質改善に有効である「藻場の形成」について研究を始め、藻がより多く生える条件を調べた。また、藻の生育には水中の「溶存イオン」が深く関わっていること、葉を入れることで水中の溶存イオンを増やすことができることを知った。そこで、私達は入れる葉の種類によって、どのようにイオンの増加に違いが見られるのかを調べた。その結果、常緑樹、落葉樹問わず生葉がより多くのイオンを溶出することが分かった。

2. 実験手順



試験管に60mlの水道水を注ぎ、校内で採取した葉を1cm角に切り試験管内に浸した。

このとき、使用した植物の種類はクスノキ、サクラ、草本植物だった。(草本植物は種が同定不能だったため、そのまま記載している)

草本植物は生葉のみ、クスノキとサクラは枯葉と生葉を用意した。

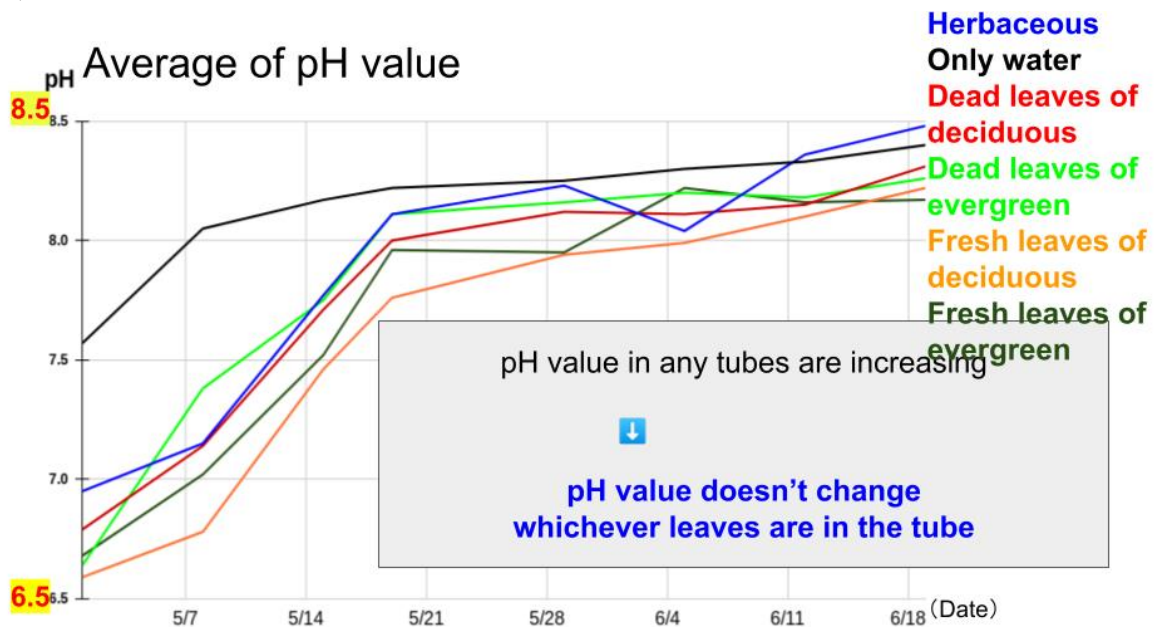
表1のように、葉の種類や枯れているか否かによって試験管を分類した。

①は葉を入れず水のみを入れている。

1週間ごとにリン酸イオン、亜硝酸イオン、pHの値を測定した。

3. 結果

〈pH〉



グラフのように、全ての試験管においてpHの増加が見られた。今回の実験で出た全ての値は生物が安全に生きられるという6.8～8.5に収まっている。

〈亜硝酸イオン〉



(写真1)

<0.3mg/l
0.3mg/l
0.8mg/l
1.6mg/l
3.3-33mg/l

(表2)

(写真1)は観察最終日の様子である。亜硝酸イオン濃度は、(表2)の色を元を目視で値を取る。全ての試験管において0.3mg/L以下という結果が出た。この値は初日から変化しなかった。

〈リン酸イオン〉

Concentration of phosphate ions Experiment #1

	water	herbaceous	fresh deciduous	dead deciduous	fresh evergreen	fresh evergreen
A	①	②	③	④	⑤	⑥
5/1	0.1	0.5	0.5	0	0.5	0.05
5/8	0.1	1	0.5	0.05	0.05	0.05
5/15	0.05	10	0.5	0.05	0.5	0.05
5/19	2	5	0.5	0.05	0.2	0.05
5/29	0.1	5	1	0.05	0.5	0.05
6/5	0.05	5	0.2	0.05	5	0.05
6/12	0.1	10	1	0.1	5	0.1
6/19	0.1	10	1	0.05	2	0.05

11

Concentration of phosphate ions Experiment #2

	water	herbaceous	fresh deciduous	dead deciduous	fresh evergreen	fresh evergreen
B	①	②	③	④	⑤	⑥
5/1	0	0.5	0.2	0.05	0.2	0
5/8	0.05	1	0.5	0.1	0.2	0.05
5/15	0.05	10	0.1	0.05	0.05	0.05
5/19	2	5	0.5	0.05	0.5	0.05
5/29	0.05	5	1	0.05	1	0.1
6/5	0.05	2	1	0.1	5	0.05
6/12	0.05	10	5	0.5	5	0.1
6/19	0.05	5	1	0.1	1	0.05

12

Concentration of phosphate ions Experiment #3

	water	herbaceous	fresh deciduous	dead deciduous	fresh evergreen	fresh evergreen
C	①	②	③	④	⑤	⑥
5/1	0	0.5	0.5	0.2	0.2	0.2
5/8	0.05	10	0.5	0.2	0.5	0.2
5/15	0.05	10	0.05	0.05	0.1	0.1
5/19	2	10	1	0.2	0.5	0.5
5/29	0.05	5	1	0.5	1	0.2
6/5	0.05	10	1	0.5	1	0.5
6/12	0.1	10	1	0.5	2	0.1
6/19	0.05	10	1	0.05	2	0.05

13

結果をまとめると、草本＞落葉樹(生葉)＝広葉樹(生葉)＞水のみ＞落葉樹(枯葉)＝広葉樹(枯葉)
 この結果から枯葉はリン酸イオン濃度の上昇に影響が無いが、草本含む生葉はリン酸イオンの濃度を上昇させることが分かった。

4. 考察

植物はリン欠乏下で、生体膜のリン脂質を分解することでリンを活用と言われており、生葉は細胞によって分解されたリンが水中に溶け出したと考えられる。一方、枯葉はリンの水中での分解が行われなかったと考えられる。生葉に比べて枯葉のリンの分解、リン酸イオンの溶出が見られなかった要因は、枯葉では細胞が枯死していたこと、表面が硬化していたことが挙げられる。しかし、リン酸は核酸等にも含まれるので、細胞のどこから溶け出したリン酸なのかは断定できない。

5. 結論

どのような種であっても生葉はリン酸イオン濃度を顕著に増加させることがわかった。一方で植物の種類はリン酸イオンの増加にあまり影響がないものと思われる。

今回は常緑樹と落葉樹の比較でそれぞれ、クスノキとサクラを使用した。生葉と枯葉の比較とは違い、顕著な差が見られなかった。生葉の種による違いを調べるため、常緑樹、落葉樹のそれぞれの種類を増やして傾向を見る必要がある。

6. 参考文献

◆水産庁 藻場の働きと現状

https://www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/tamenteki/kaisetu/moba/moba_genjou/

◆理化学研究所 リンが欠乏した植物の成長に必要な化合物を発見

https://www.riken.jp/press/2021/20211023_1/index.html

◆環境研ミニ百科 湖沼における窒素の循環

https://www.ies.or.jp/publicity_j/mini_hyakka/50/mini50.html

身近なものによるダンゴムシの忌避

1.緒言

ダンゴムシの駆除にカフェインが効果的だということを知り、私は最も忌避効果をもつカフェインを含む飲料水について調べることにした。さらにカフェインを含まない身近なものについてもまた、ダンゴムシの忌避効果のあるものを調べた。その結果、お酢が一番効果的だということが分かった。

1.目的

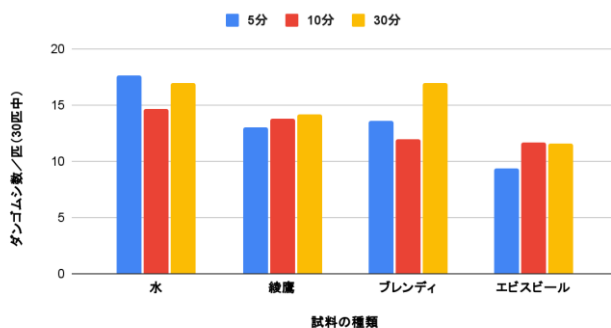
ダンゴムシが最も忌避するものを調べ、花壇などに現れるダンゴムシの駆除を目指す。

2.実験手順1

A4の大きさの箱を用意し、中央で半分に区切り、片側には水で湿らせたティッシュペーパー、もう片側には試料を置く。中央にダンゴムシを30匹入れ、各試料最低3回ずつ、水側と試料側のダンゴムシの数を5,10,30分毎に記録する。試料は水、カフェインを含むものとしてコーヒー(ブレンドイ)と綾鷹、更にダンゴムシが好むと言われているビールを用いた。

3.実験結果1

試料に集まったダンゴムシの数の平均



ダンゴムシが好むと考えられたビールでは忌避傾向がみられ、思った結果が得られなかった。ダンゴムシの反応時間による差はあまりみられなかったため反応の時間を5分に固定することにした。

グラフ1 試料に集まったダンゴムシの数の平均

2.実験手順2

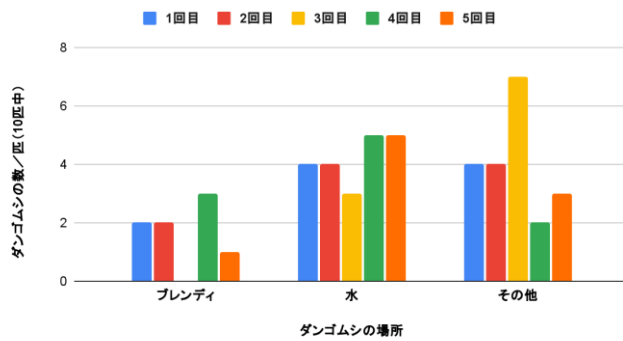
実験1では、ダンゴムシの忌避傾向が思うように得られなかったため、先行研究を参考に別の装置を作った。左側には水、右側には試料を設置した。下の円の部分にダンゴムシを10匹一斉に入れ、5分後に”水側”、”試料側”、はじめにダンゴムシが歩く直線を伸ばした部分は”その他”としてダンゴムシの数を記録した。



図1 実験2の様子

3.実験結果2

コーヒー(ブレندي)



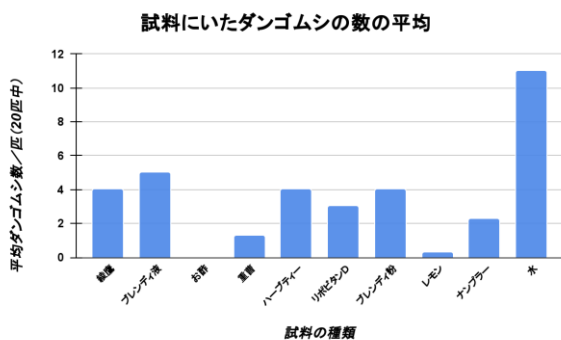
コーヒーで実験したところ、コーヒーを忌避する傾向が見られたものの、その他のダンゴムシが多かった。”その他”を無くすため、次の実験方法に変更した。

グラフ2 コーヒー(ブレندي)実験2を行った結果

2.実験手順3

1回目の実験方法を基に、箱の大きさを小さくした。コーヒーで実験したところ、うまくいった。ダンゴムシ20匹を5分後、各試料3回ずつ行った。

3.実験結果3



お酢とレモンが効果的だった。

一般的にコーヒーが効果があると言われているが、ハーブティーやリポビタンDのほうが効果的だった。

カフェインの含む飲み物ではカフェインの量が多い順にリポビタンD、コーヒー、綾鷹だったが、忌避する強さはリポビタンD、綾鷹、コーヒーの順だった。

グラフ3 実験3の実験結果

4. 考察

お酢とレモンが最も効果があったことから、ダンゴムシは酸性のものを嫌うのではないかと考える事ができる。また、一般的にコーヒーが効果的だと言われているが、それよりもハーブティーやリポビタミンDの方が効果的なことから、きつい匂いのものを嫌うのだと考えた。これは、お酢についても同様に考えることもできるであろう。また、飲み物に合わせたカフェインの量と忌避効果についての相関は見られなかった。

5. 結論

酸性のものはダンゴムシの忌避に効果的である。カフェイン量によるダンゴムシの忌避は考えにくい。

6. 参考文献

石井友樹 後藤拓磨 塩島健吾 節足動物は危険な匂いを避けるか
kyoto-be.ne.jp/rakuhoku/mt/ssh/pdf/PBEFile03263347.pdf