

大手前高校 75期 S 探 理系 生物分野論文集

[金属イオンがミドリムシに与える影響](#)

[ボルボックスの培養環境と有性生殖](#)

[ツヤケシオオゴミムシダマシが蛹化する条件](#)

[ナメクジの体の大きさの決定](#)

[メダカvsカダヤシ](#)

[スギが水槽に与える影響](#)

[ダンゴムシが嫌うハーブのにおい](#)

[アリの学習能力について](#)

金属イオンがミドリムシに与える影響

1. 緒言

ミドリムシとは、原生生物界鞭毛虫類ミドリムシ科ミドリムシ属に属する種の総称である。ミドリムシは鞭毛という器官を使って前進・後退などの動きを行っている。鞭毛とは、細胞から生じた細長い毛状の細胞小器官のことで、ミドリムシに尻尾のように生えている。鞭毛を動かすことを鞭毛運動と言う。参考にした先行研究ではゾウリムシの繊毛運動が Ni^{2+} で止まることから、ミドリムシの鞭毛運動も Ni^{2+} で止まるのではないかと、また、他の金属イオンでも止まるのではないかとという仮説をたてていた。先行研究ではミドリムシの比較対象としてブラインシュリンプを使用していたが、ミドリムシとの体格差が大きすぎるため、私達はゾウリムシを比較対象として使用した。

2. 実験手順

器具：ピペットマン P200 アズワン株式会社

薬品：塩化カルシウム(2水和物) I 級 キンダ化学株式会社

塩化ナトリウム 特級 キンダ化学株式会社

塩化ニッケル I 級 キンダ化学株式会社

硫酸銅 試薬特級 半井化学薬品株式会社

塩化カリウム 試薬特級 半井化学薬品株式会社

塩化マグネシウム 試薬特級 半井化学薬品株式会社

硫酸鉄 米山一級 米山薬品工業株式会社

塩化鉄(II) 特級 キンダ化学株式会社

塩化コバルト(6水和物) 特級 キンダ化学株式会社

塩化銅(II)2水和物 特級 キンダ化学株式会社

準備 ミドリムシの培養は、水1Lにハイポネックス1mlを加えたものをオートクレーブで滅菌し、そこにミドリムシを少量滴下して25℃の恒温器で保管することで行った。培養は2週間ほどで完了した。

実験① 各金属イオンを100mlの蒸留水で0.1mol/Lに希釈した。50μLのミドリムシ水に、同量の希釈した金属イオン溶液をそれぞれ滴下して鞭毛の動きを観察した。ゾウリムシでも同様に実験を行った。

実験② アルカリ金属、アルカリ土類金属、遷移元素での動きの違いを比較するために、 K^{+} 、 Co^{2+} 、 Cu^{2+} でそれぞれ濃度を変えて実験を行った。

実験③ 実験①でゾウリムシに Cu^{2+} を滴下した際、先行研究と結果に差異が出たため、 Cu^{2+} については濃度を変えてゾウリムシの動きを観察した。

3. 実験結果

実験① 実験①の結果を以下の図1に示す。ゾウリムシに Cu^{2+} を滴下したとき以外は全て先行研究と同じ結果になった。また、私達が追加で実験した Mg^{2+} 、 Ca^{2+} はミドリムシ、ゾウリムシともに動きは止まらなかった。 Cu^{2+} については、ブラインシュリンプを使用していた先行研究では動きが止まっていなかったが、ゾウリムシに変えて実験を行ったところ、動きが停止した。

金属イオン	Na^{+}	K^{+}	$\text{Fe}^{2+}(\text{Cl})$	Co^{2+}	$\text{Fe}^{2+}(\text{SO}_4)$	Ni^{2+}	Cu^{2+}	Mg^{2+}	Ca^{2+}
ミドリムシ	—	—	++	++	++	+	++	—	—
停止までに要した時間						3m45s			
ゾウリムシ	—	—	—	—	—	—	++	—	—

図1

実験② 中間発表時に動きが止まらなかった K^{+} 、 Ca^{2+} は濃度を濃くして実験し(図2)、動きが止まった Co^{2+} は濃度を薄めて(図3)実験した。結果は以下のグラフに示す。

K^{+} (太線)、 Ca^{2+} (細線)のグラフ

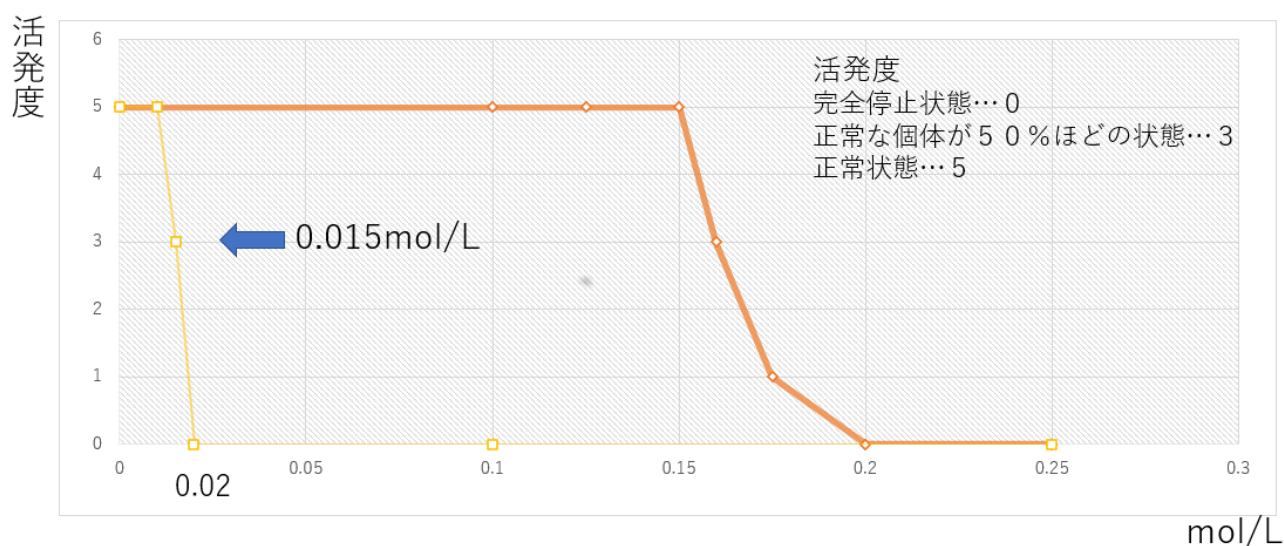


図2

Co²⁺のグラフ

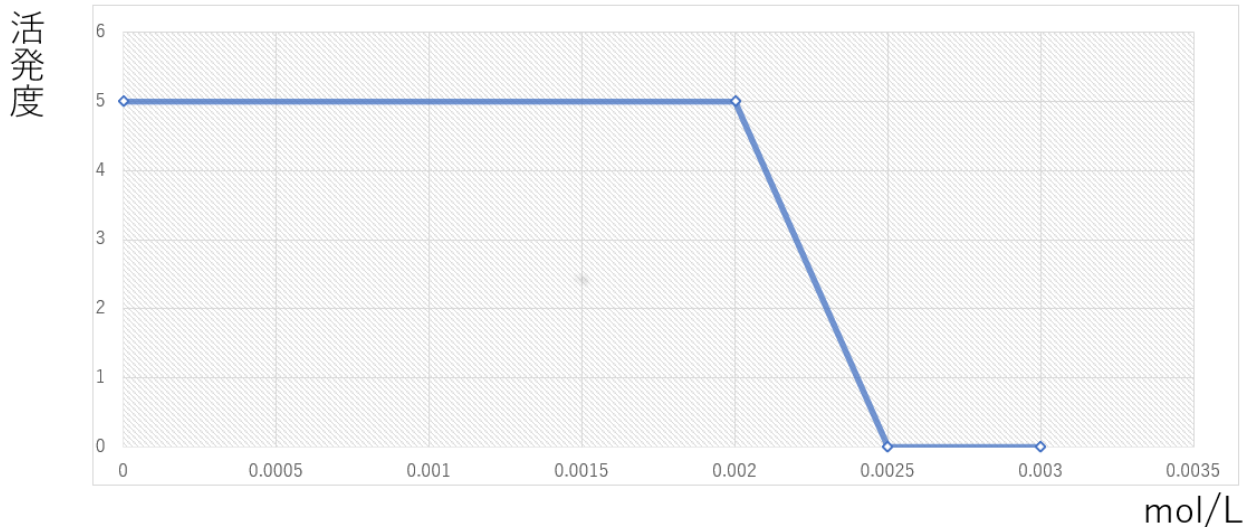


図3

実験③ 0.001 mol/L の Cu²⁺を滴下すると、ゾウリムシの収縮胞が異常に肥大化し、収縮胞、体の動きがともに静止した。収縮胞が破裂した個体、体の三分の二ほどの大きさまで収縮胞が拡大した個体などが現れた。(図④)

この異常性が Cu²⁺によるものなのか SO⁴⁺によるものなのか調べるために、CuCl₂でも同様に実験を行った。

CuCl₂でも同様に収縮法の肥大化が見られたが、体の動きは正常だった。(図⑤)



図④



図⑤

4. 考察

Cu²⁺は、ミドリムシ、ゾウリムシともに動きが静止したので、Cu²⁺の毒性が強く、死んでしまったと考えられる。また、私達が使用したアルカリ金属 (Na, K) はミドリムシの体内にすでに大量に含まれているため、ミドリムシの動きに与える影響は少なかったと考えられる。また、遷移元素であるニッケルイオンはゾウリムシの運動を司るダイニンの動きを阻害することが知られている。よって遷移元素である Co⁺もニッケルと同じようにダイニンの動きを阻害したのではないかと考えられた。しかし、遷移元素の種類はとても多いため、この実験結果だけでは判断できない。

5. 結果

ミドリムシは遷移元素で動きが止まりやすい。ただし、実験に使用した金属の種類が少ないため、断定はできない。ゾウリムシの収縮胞は Cu^{2+} の影響で肥大化する。

6. 参考文献

神戸市立六甲アイランド高等学校 18 期生 SSH 課題研究論文集

ボルボックスの培養環境と有性生殖

1. 要旨

ボルボックスは群体を形成する緑藻の一種で、池や川、水田などの淡水に生息している。また肉眼でも緑色の球体を観察することができる。ボルボックスを用いて実験を行うには個体数の確保が必要であるが、個体の死滅や数の急激な変化が見られることも多い。そこで、本研究では長期間安定して個体数を確保するための培養環境について実験を行った。

またボルボックス(図1)は春から秋にかけて無性生殖を行うが、冬が近づき環境が悪化すると有性生殖で接合子(図2)を作り、冬を越すことが分かっている。そこで有性生殖を誘発するための条件についても研究を行った。先行研究(参考文献①)で酢酸ナトリウムを含む培地で有性生殖を誘発できることが示されていたため、培養液中の酢酸ナトリウム濃度を変えて接合子が観察できる条件を調べた。

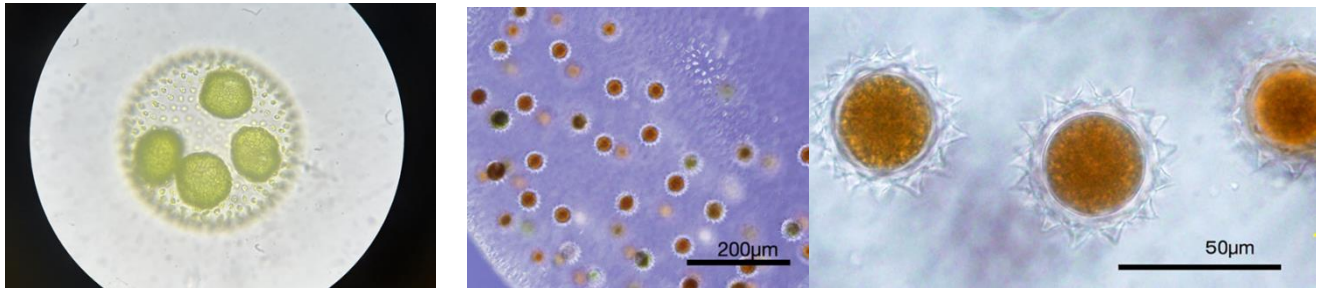


図1 ボルボックスの顕微鏡写真 図2 接合子の顕微鏡写真

2. 実験手順

基本培養液

ハイポネックス原液をミネラルウォーター(北アルプス保存水 株式会社大観峯)で 0.05%に希釈、オートクレーブ(高圧滅菌器 電気式オートクレーブ ケニス株式会社)で滅菌し、培養液を作った。これを基本培養液とする。すべての実験でこの基本培養液を試験管に各 20 ml ずつ用い、植え継ぎ培養液は 0.3 ml で統一した。

実験Ⅰ:温度による増殖の違いを調べる実験

基本培養液を使用した。先行研究(参考文献②)で示されていた 18.0℃と、一般的に微生物の培養に使われる 25.0℃の二種類の温度に恒温器(人工気象器 LH-100R0 開放型)を設定し、増殖の様子を観察した。

実験Ⅱ:土の種類と質量による増殖の違いを調べる実験

基本培養液を使用した。恒温器は実験Ⅰの結果より 18.0℃に設定した。使用した土の種類と質量は下記の表に示す。〈表Ⅰ〉

対照実験として土を使用しない条件でも実験を行った。

表Ⅰ 使用した土の種類と質量

赤玉土			鹿沼土		
2 g	3 g	5 g	2 g	3 g	5 g

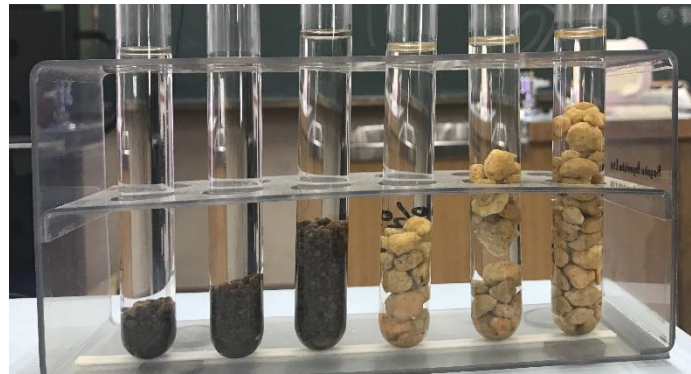


図3 培地の様子

実験Ⅲ：土の種類と体積による増殖の違いを調べる実験

図3より同じ土の質量でも種類によって体積が異なるため、実験Ⅲでは使用する土の体積を変えて実験を行った。

基本培養液を使用した。恒温器は 18.0℃に設定した。使用した土の種類と体積は下記の表に示す。〈表2〉また体積の測定は試験管の底からの高さを測ることとする。〈図2〉

表2 使用した土の種類と体積

赤玉土		鹿沼土	
2 cm	3 cm	2 cm	3 cm



図4 体積の測り方

実験Ⅳ：有性生殖が観察できる条件を調べる実験

基本培養液を使用した。恒温器は 18.0℃に設定し、培養土は赤玉土 2 g を用いた。培養液の酢酸ナトリウム（一級 キンダ化学株式会社）を加えた。濃度は 10 ppm、100 ppm、500 ppm、1000 ppm の四種類に設定して培養を行い、接合子が発生するか観察した。

3. 実験結果

（実験Ⅰ）

ボルボックスの個体数を定量的に測ることができなかったため、計 3 回の実験結果の平均をイメージ図にしたものを図 5 に示す。最初は 25.0℃の方が増殖率が高かったが、3 週間後には 18.0℃の方が多く増殖しており、恒温器 18.0℃の方が長期的に増殖するという結果となった。

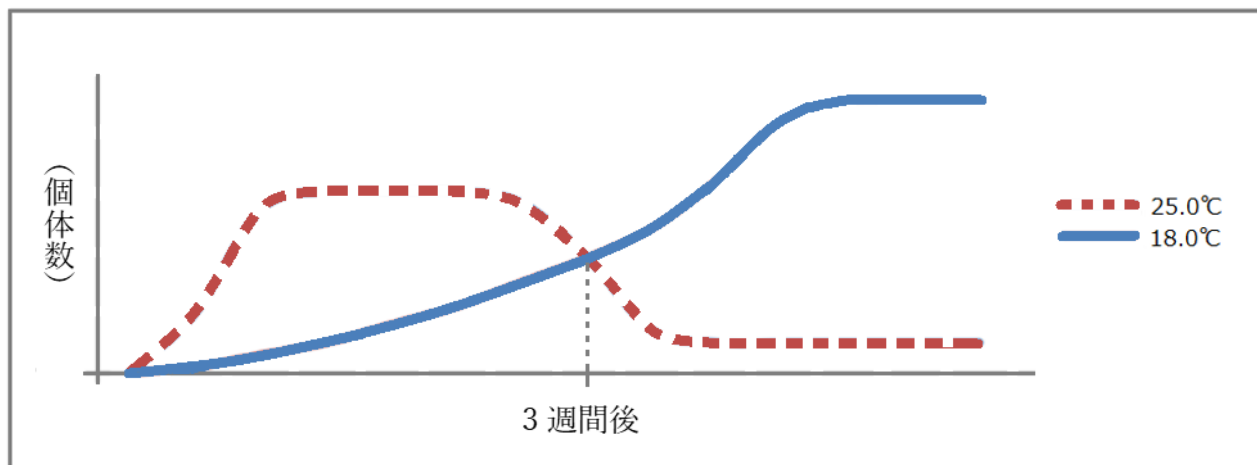


図 5 温度による増殖の変化イメージ図

(実験Ⅱ)

計 5 回の実験結果の平均をまとめたものを表 3 に示す。すべての植え継ぎにおいて赤玉土 2g が最も多くの個体数を確認できた。土の種類は赤玉土、質量はより小さい方が培養に適しているという結果になった。対照実験として行った土を使用しない条件では約 1 週間で完全に個体を確認できなくなった。

表 3 土の種類と質量による増殖の様子

赤玉土			鹿沼土		
2g	3g	5g	2g	3g	5g
++	+	+-	+	—	—

植え継ぎ当初と比較して

++: 大きく個体数の上昇が見られた, +: 個体数の上昇が見られた

+-: あまり変化がなかった, —: 個体数が減少もしくは個体を確認できなくなった

(実験Ⅲ)

計 5 回の実験結果の平均をまとめたものを表 4 に示す。体積が小さい方がより多く増殖しており、また実験Ⅱのときと同様に赤玉土の方が培養に適しているという結果になった。

表 4 土の種類と体積による増殖の様子

赤玉土		鹿沼土	
2 cm	3 cm	2 cm	3 cm
++	+	+-	—

植え継ぎ当初と比較して

++: 大きく個体数の上昇が見られた, +: 個体数の上昇が見られた

+-: あまり変化がなかった, —: 個体数が減少もしくは個体を確認できなくなった

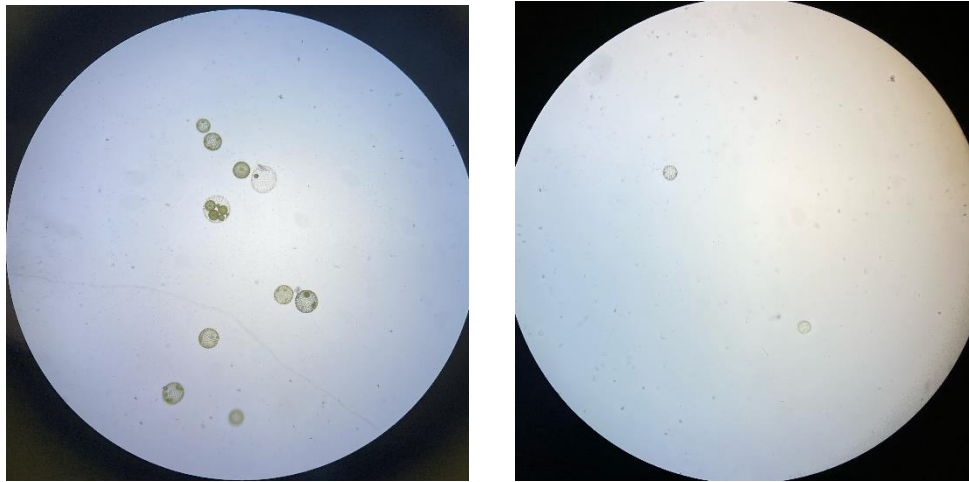


図 6 左:赤玉土 2 cmで培養 右:鹿沼土 2 cmで培養

(実験Ⅳ)

どの濃度でも接合子を確認することはできなかった。濃度 10 ppm と 100 ppm の培地では多くの個体を確認できたのに対し、濃度 500 ppm と 1000 ppm の培地では個体を確認することができなくなった。濃度 500 ppm 以上では培養液が濁っていた。

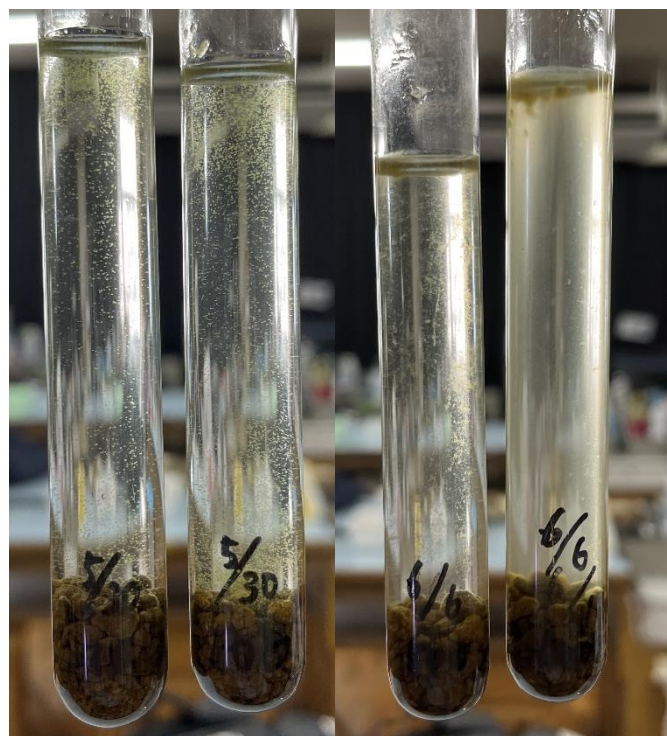


図 7 酢酸ナトリウムを含む培養液で培養した様子
左から 10 ppm, 100 ppm, 500 ppm, 1000 ppm

4. 考察

今回の研究ではボルボックスの安定した培養に適した環境は、25.0℃より 18.0℃の低温、培養土は赤玉土で質量や体積がより小さいものであることが分かった。

実験Ⅰでは増殖率は 25.0℃の方が高かったものの、長期的に個体数を確保できたのは 18.0℃の方であっ

た。安定的な培養を行うという点では 18.0℃の方が適していると考えられる。

実験Ⅱ・Ⅲにおいて赤玉土を使った培地の方が鹿沼土使ったものより多くの個体数を確認できたのは、赤玉土 pH5.0~6.0、鹿沼土 pH4.0~5.0 である土の pH 値の違いによるものと考えられる。また、土の質量や体積が小さい方が多くの個体数を確認できたのは、土が蓄える栄養分の量に関係していると考えられる。土の量が多いとより多くの栄養分を蓄えることができるが、栄養分が存在しすぎる環境はボルボックスの培養には適していないと予想される。今後は各土が蓄えることのできる栄養分の種類や量の違いについて調べたい。

実験Ⅳでは接合子を確認することはできなかった。しかし、培養液中の酢酸ナトリウム濃度 100 ppm 以下では酢酸ナトリウムを加えなかったときとあまり変化が見られなかったのに対し、濃度 500 ppm 以上では培養液が濁り、ボルボックスが生息するには環境が悪化しすぎているのが分かる。このことより、濃度 100 ppm~500 ppm の間で有性生殖を誘発できるのではないかと予想している。こちらについては 100 ppm~500 ppm の間で濃度を細かく設定し、接合子を観察したい。

個体数を定量的に測る方法を確立できなかった点が今回の課題である。ボルボックスの培養環境に変化を生じさせずに、個体の増減をデータとして記録したい。また、実験結果をさらに集めるとともに細かい条件設定で実験を行い、個体の増殖のより詳しい推移を観察したい。

5. 参考文献

前川洋(1997)「ボルボックスの簡易継代培養法」北海道理科教育センター研究紀要第9号

①ボルボックスの2種類、DNA配列データに基づき世界で初めて発見

<https://www.s.u-Tokyo.ac.jp/ja/press/2012/22.html>

②沖縄県立球陽高等学校「ボルボックスの増殖と水温の関係」

ボルボックスの考察 <https://kirara-sha.com/id3/volvox03/>

ツヤケシオオゴミムシダマシが蛹化する条件

1. 概要

ツヤケシオオゴミムシダマシ(学名 *Zophobas atratus*)は甲虫目の昆虫で、一般にジャイアントミルワームという名で知られている。この昆虫は、卵→幼虫→蛹→成虫と完全変態を行い、蛹化前には、前蛹という体が丸まってほとんど動かない状態になる。また、この幼虫は一般に1匹ずつ隔離して飼育しなければ蛹化しないといわれている。参考文献によると、高密度環境では、蛹化を促進するホルモン(脱皮ホルモン)の分泌が抑制されるため、蛹化しにくくなるとあったが、1匹ずつ隔離しなければ蛹化しないということを示した文献は見つからなかった。そこで、私は、低密度環境では2匹以上を同じ容器に飼育しても蛹化するのではないか、という仮説を立て、これを検証するために実験を行った。また、蛹化に与える影響の要因は密度以外にもあるのではないかと考え、視覚による影響を調べるも行った。



図1 ツヤケシオオゴミムシダマシ 左:幼虫 中央:蛹 右:成虫

2. 実験手順

I: 密度による影響を調べる実験

実験1 牛乳パックで1辺7cmの立方体の容器を作成し、その容器に幼虫を1匹、2匹、3匹、4匹、5匹、10匹ずつ飼育する。蛹化した匹数、蛹化にかかった日数、蛹の状態を調べる。実験は3回行った。

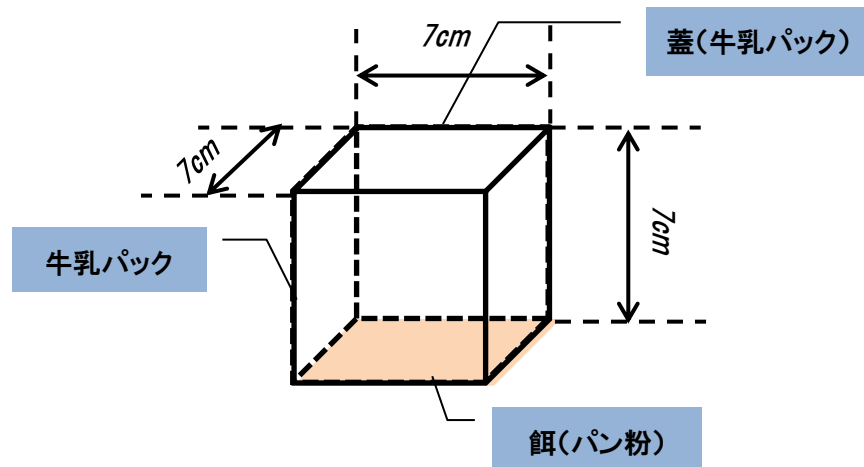


図2 実験1で使用した容器

実験2 牛乳パックで体積が50,100,200,300,400,500,1000(cm^3)の容器を作成し、その容器に幼虫を2匹ずつ飼育する。蛹化した匹数、蛹化にかかった日数、蛹の状態を調べる。この実験では幼虫どうしが与える影響を調べるために、2匹のうち1匹が蛹化したとき、もう1匹が幼虫であった場合はその時点で実験を中止、も

う 1 匹が前蛹であった場合は実験を継続する。また、実験 2 からは餌を入れず、絶食状態で実験を行う。実験は各体積の容器を 3 個ずつ計 2 回行った。

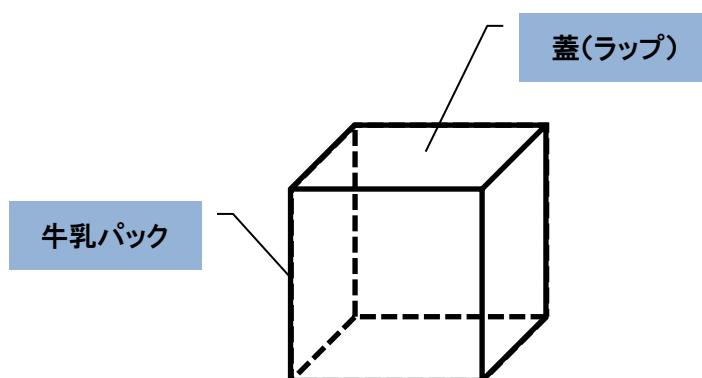


図 3 実験 2 で使用した容器

II: 視覚による影響を調べる実験

実験 3 牛乳パックで作成した 1 辺 7cm の立方体の容器を 2 個繋げて、間を透明な板で仕切り、両側の容器に幼虫を各 1 匹ずつ飼育する。実験は容器を 3 個ずつ計 2 回行った。(容器 A~F)

実験 4 対照実験として、牛乳パックで 1 辺 7cm の立方体の容器に幼虫を 1 匹ずつ飼育する。実験は 6 個の容器で行った。(容器 G~L)

どちらも蛹化した匹数、蛹化にかかった日数、蛹の状態を調べる。

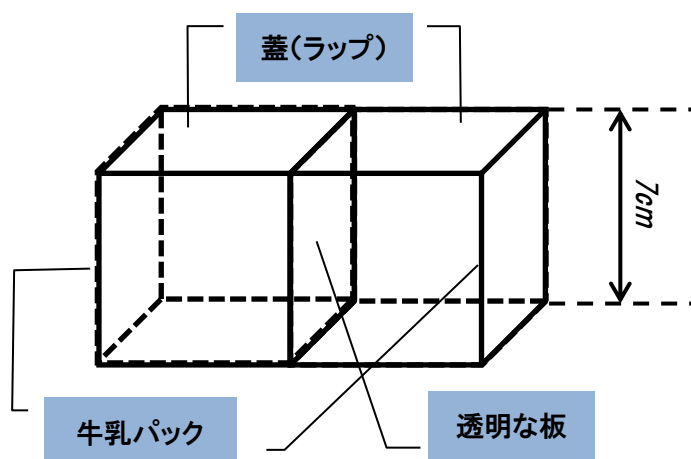


図 4 実験 3 で使用した容器

3. 実験結果

実験 1 1 回目 (80 日経過時点) の結果を表 1 に、2 回目 (44 日経過時点) の結果を表 2 に、3 回目 (31 日経過時点) の結果を表 3 に示す。1 回目、2 回目では、どちらも 1 匹、2 匹を入れた容器で 1 匹が蛹化した。3~10 匹を入れた容器では 1 匹も蛹化しなかった。1 回目の 3 匹を入れた容器、2 回目の 5 匹を入れた容器では脱走したため、結果なしとした。3 回目では、どの容器の個体も蛹化しなかった。

また、1 回目では、1 匹を入れた容器では 23~24 日で蛹化、2 匹を入れた容器では 31~40 日で蛹化、と 2 匹よりも 1 匹の方が早く蛹化した。2 回目では、1 匹を入れた容器では 14~21 日で蛹化、2 匹を入れた容器

では 19~21 日で蛹化した。日数に幅があるため有意な差があるとは言い難い。

表 1 実験 1 結果 (1 回目)

容器内の匹数	1	2	3	4	5	10
蛹化した匹数	1	1		0	0	0
蛹化にかかった 日数	23~24	31~40				
蛹の状態	正常	正常				

表 2 実験 1 結果 (2 回目)

容器内の匹数	1	2	3	4	5	10
蛹化した匹数	1	1	0	0		0
蛹化にかかった 日数	14~21	19~21				
蛹の状態	正常	正常				

表 3 実験 1 結果 (3 回目)

容器内の匹数	1	2	3	4	5	10
蛹化した匹数	0	0	0	0	0	0
蛹化にかかった 日数						
蛹の状態						

実験 2 1 回目 (66 日経過時点) の結果を表 4 に、2 回目 (31 日経過時点) の結果を表 5 に示す。ただし、全体の匹数は、脱走、死亡によって変わっているところがある。

1 回目の実験では、50 cm³では脱走、死亡により結果なし、100 cm³では 6 匹中 0 匹、200 cm³では 4 匹中 1 匹、300 cm³では 4 匹中 1 匹、400 cm³では 4 匹中 2 匹、500 cm³では 4 匹中 1 匹、1000 cm³では 6 匹中 4 匹が蛹化した。2 回目の実験では、50 cm³では死亡により結果なし、100 cm³では 4 匹中 1 匹、200 cm³では死亡に

より結果なし、300 cm³では 6 匹中 2 匹、400 cm³では 4 匹中 0 匹、500 cm³では 4 匹中 1 匹、1000 cm³では 6 匹中 3 匹が蛹化した。

1 回目と 2 回目の結果を合わせて、体積と蛹化した割合についてグラフに表したものが図 4 である。図 4 から、体積が小さい容器よりも体積が大きい容器の方が多く蛹化していることがわかる。また、1 回目と 2 回目の結果を合わせて、体積と蛹化にかかった日数の平均についてグラフに表したものが図 5 である。図 5 から、平均日数にはばらつきがあることがわかる。

表 4 実験 2 結果 (1 回目)

体積 (cm ³)	50	100	200	300	400	500	1000
蛹化した匹数		0/6	1/4	1/4	2/4	1/4	4/6
蛹化にかかった日数			39	33~35	①19~21 ②33~35	31	①22 ②29 ③30 ④32
蛹の状態			正常	正常	全て正常	正常	全て正常
備考	・2 匹脱走 ・1 匹死亡		・1 匹死亡	・1 匹死亡	・2 匹死亡	・1 匹死亡	

表 5 実験 2 結果 (2 回目)

体積 (cm ³)	50	100	200	300	400	500	1000
蛹化した匹数		1/4		2/6	0/4	1/4	3/6
蛹化にかかった日数		11~13		①20 ②20		16~17	①15 ②16~17 ③20
蛹の状態		正常		全て正常		正常	全て正常
備考	・3 匹死亡	・1 匹死亡	・3 匹死亡		・1 匹死亡	・1 匹死亡	

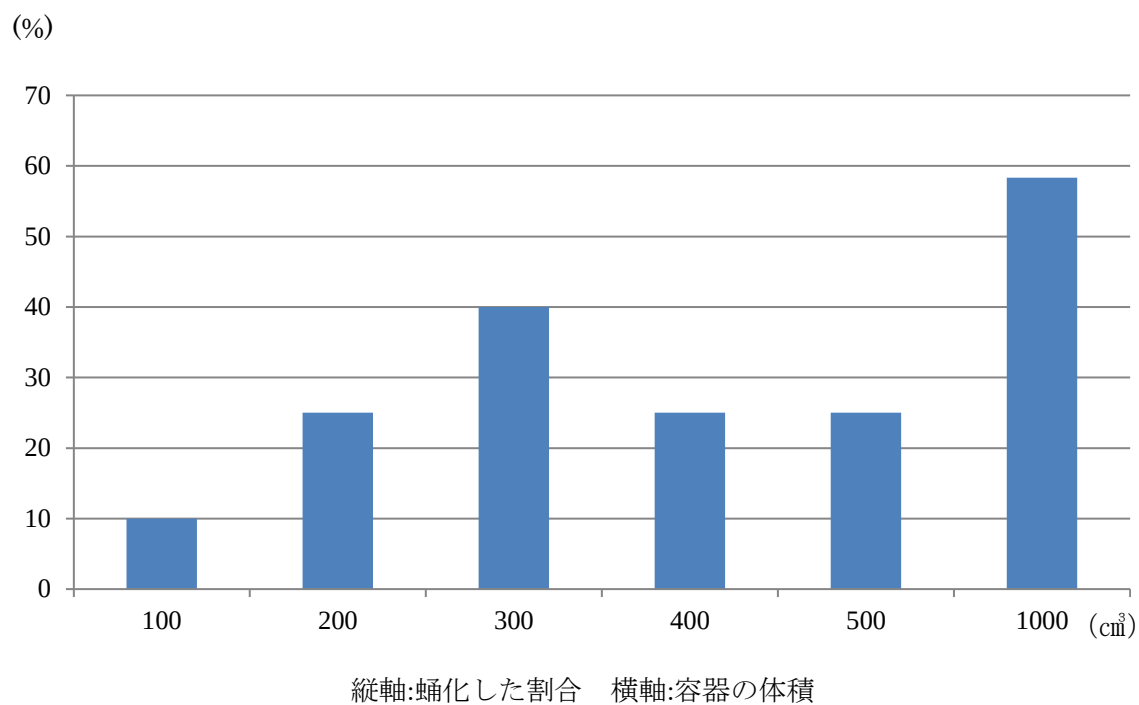


図 5 実験 2 体積と蛹化した割合の関係

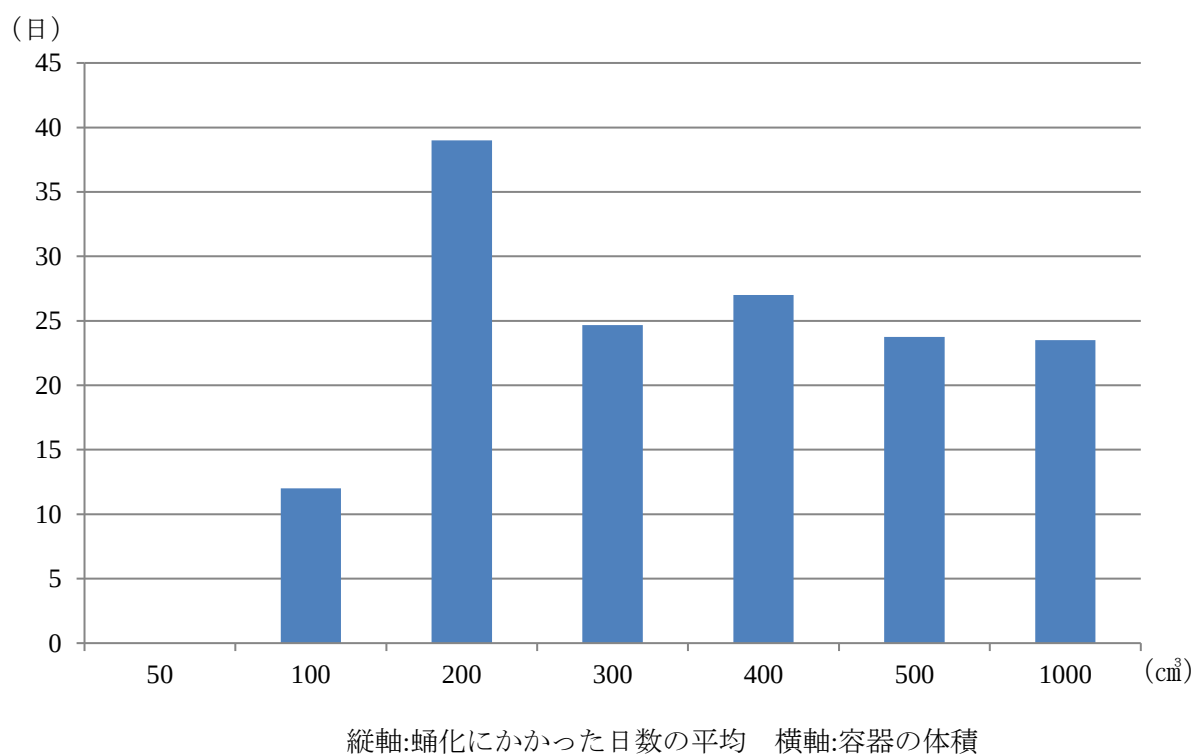


図 6 実験 2 体積と蛹化にかかった日数の平均の関係

実験 3 1 回目 (66 日経過時点) の結果を表 6 に、2 回目 (31 日経過時点) の結果を表 7 に表す。1 回目、2 回目ともに脱走、死亡個体以外は全て蛹化した。蛹化にかかった日数の平均は、1 回目は 32 日、2 回目は 16.7 日であった。

表 6 実験 3 結果 (1 回目)

容器	A-左	A-右	B-左	B-右	C-左	C-右
蛹化したかどうか			蛹化		蛹化	蛹化
蛹化にかかった日数			30		35	31
蛹の状態			正常		正常	正常
備考	脱走	A-左の脱走により中止		53 日目に死亡		

表 7 実験 3 結果 (2 回目)

容器	D-左	D-右	E-左	E-右	F-左	F-右
蛹化したかどうか	蛹化	蛹化		蛹化	蛹化	蛹化
蛹化にかかった日数	14	20		20	16~17	13
蛹の状態	正常	正常		正常	正常	正常
備考			21 日目に死亡			

実験 4 31 日経過時点の結果を表 8 に示す。6 匹中 5 匹が蛹化した。蛹化にかかった日数の平均は 20 日であった。

表 8 実験 4 結果

容器	G	H	I	J	K	L
蛹化したかどうか	○	×	○	○	○	○
蛹化にかかった日数	25~27		15	13	25~27	20
蛹の状態	正常		正常	正常	正常	正常

4. 考察

体積による影響を調べる実験において、2匹を同じ容器に入れても蛹化したことから、1匹ずつ隔離しなければ蛹化しないとはいえないということがわかった。また、高密度環境よりも低密度環境の方が蛹化しやすいといえる。このことから、1匹あたりに十分な体積があれば、2匹を同じ容器に飼育しても蛹化すると考えられる。今後は、1匹あたりに十分な体積があれば、3匹を同じ容器に入れても蛹化するのか調べたい。

視覚による影響を調べる実験において、実験3では脱走、死亡個体以外は100%蛹化、実験4では80%蛹化したことから、視覚によって蛹化が抑制されるとはいえない。今後は、密度以外に蛹化に影響を与える要因として、匂いについて調べたい。

また、実験の試行回数が少なく、全体を通して蛹化にかかった日数について有意な結果が得られなかったため、今後は試行回数を増やして正確な結果を求めたい。

6. 参考文献

ジャイアントミルワームにおける混み合いによる変態制御機能の解明

<https://kaken.nii.ac.jp/ja/grant/KAKENHI-PROJECT-18K14796>

ナメクジの体の大きさの決定

1. 概要

ナメクジは複数個体を同じ飼育ケースで飼育すると、1 個体だけが大きくなることが知られている(引用：<https://www1001.com/n/s/namekuji/2001-02-01.html>) が、その原因は分かっていない。そこで、1 個体だけが大きくなる原因を調べた。

今回、使用したのはチャコウラナメクジ(学名 *Ambigolimax valentianus*) でヨーロッパ原産の外来種であるが、日本では最も普通に見られるナメクジの一つになっている。

私たちは①粘液を使って縄張りをもつことで餌を所有物と考え、多くの餌を食べるのではないかと②摂食量の違いや餌の好き嫌いがあるのではないかと、この 2 つの仮説を立て、それぞれを調べた。

2. 実験手順



図1 チャコウラナメクジ

実験 1

大手前高校の中庭で採取したチャコウラナメクジ 3 個体(いずれも成体) A, B, C を用いて実験を行った。各個体の体重を電子天秤(島津製作所, LIBROR, EB -330H)で測定する。
3 個体で最も体重の大きい個体の粘液を、縄張りとしてエサのキャベツ片に塗布する。このとき、キャベツ片の全面に十分粘液が付着するように留意した。
3 日おきに 3 個体の体重を測定する。

実験 2

実験開始前に、チャコウラナメクジを空腹にするため、2 日間エサを全く与えずに飼育をした。
チャコウラナメクジ 9 個体 #1~9 の体重を測定し、それぞれを別々のケースで飼育する。
エサとして、キャベツ片約 1.0g を各々に与える。
2 日後にキャベツ片の質量とチャコウラナメクジの体重を再び計測する。ただし、
(摂食量) = (実験開始時のキャベツ片の質量) - (実験終了時のキャベツ片の質量) とする。

実験 3

実験開始前に、チャコウラナメクジを空腹にするため、2 日間エサを全く与えずに飼育した。それから体重を測定する。その後、6 個体のナメクジ #1~6 を体重によって大(0.8g 以上) 中(0.5g 以上) 小(0.5g 未満)

6 個体を用い、大中小 3 個体のグループを 2 つ作る。

実験 4

チャコウラナメクジ5個体 A～E を用い、エサとしてキュウリ、キャベツ、ニンジンを与える。それぞれのエサにおける体重の増減を調べる。

3.実験結果

(実験1)

実験により以下のような結果が得られた。

キャベツに粘液を塗り 1 週間放置した結果、粘液をつけた A だけでなく、粘液をつけていない個体 B、C も体重が増えたことがわかる。

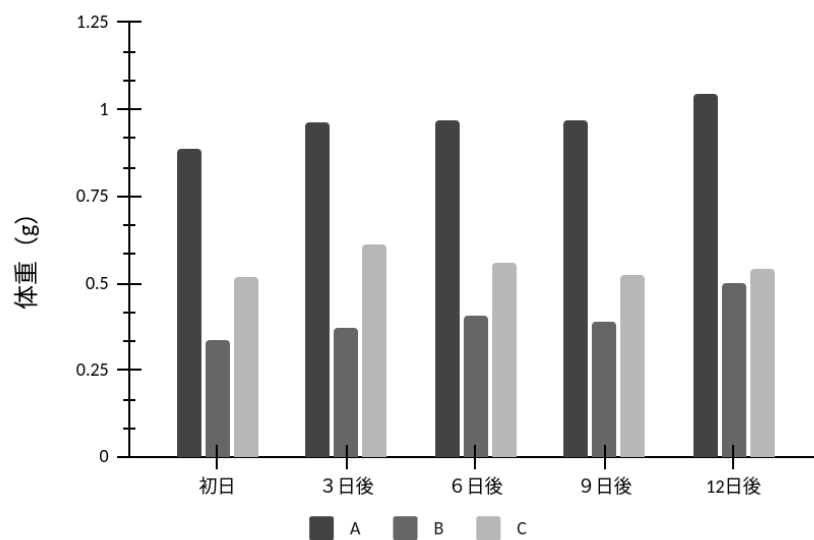


図 2 個体 A,B,C の 12 日間における体重変化

	初日	3日後	6日後	9日後	12 日後
A	0.89	0.96	0.97	0.97	1.04
B	0.34	0.37	0.41	0.39	0.50
C	0.52	0.609	0.558	0.523	0.54

表 1 個体 A,B,C の 12 日間における体重変化(g)

(実験2)

#1#2#3 の中ではキャベツの摂食量は#3 が 3 個体の中で 1 番大きく、体重変化÷摂食量(2 日間)の値は #3 が一番大きかった。

#4#5#6 の中ではキャベツの摂食量は#5 が3個体の中で 1 番大きく、体重変化÷摂食量(2 日間)の値も#4 が一番大きかった。

#1	#2	#3	#4	#5	#6
0.34	0.29	0.54	0.25	0.29	0.27

表 2 個体 #1、#2、#3、#4、#5、#6 の 2 日間におけるキャベツの摂食量(g)

#1	#2	#3	#4	#5	#6
-0.34	0.23	0.29	-0.40	0.22	0.08

表 3 個体 #1、#2、#3、#4、#5、#6 における 2 日間の体重変化÷摂食量の値

(実験3)

#6 は 6 日目に死亡したため箱 B の結果は 0 日目から 4 日目までの体重変化とする。

図 3 から箱 A において、#1、#2 は 0 日目から 6 日目にかけて体重が減少しているのに対し、#3 のみ 0 日目から 6 日目にかけて体重が増加していることがわかる。

図 4 から箱 B では #4、#6 は 0 日目から 4 日目にかけて体重が減少しているのに対し、#5 のみ 0 日目から 6 日目にかけて体重が増加していることがわかる。

A の箱においては 0 日目から 6 日目にかけて体重が増加している #3 が体重変化÷摂食量の値が 3 個体の中で 1 番大きい個体であることが図 2、表 3 からわかる。

B の箱においても 0 日目から 4 日目にかけて体重が増加している #5 が 3 個体の中で体重変化÷摂食量の値が一番大きい個体であることが図 3、表 3 からわかる。

また、B の箱で平均の体重増加量が最も大きかった #5 は 2 日間に食べたキャベツの量も多かった。

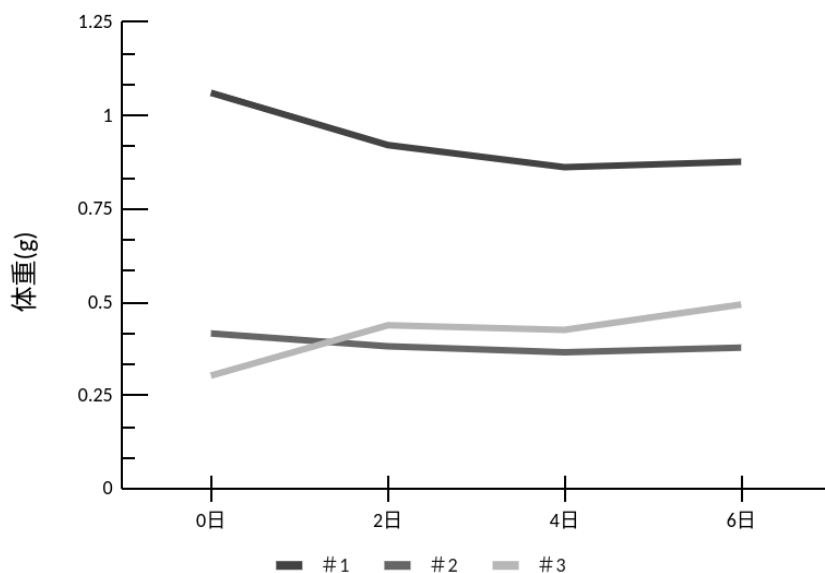


図 3 箱 A における個体 #1、#2、#3 の体重変化

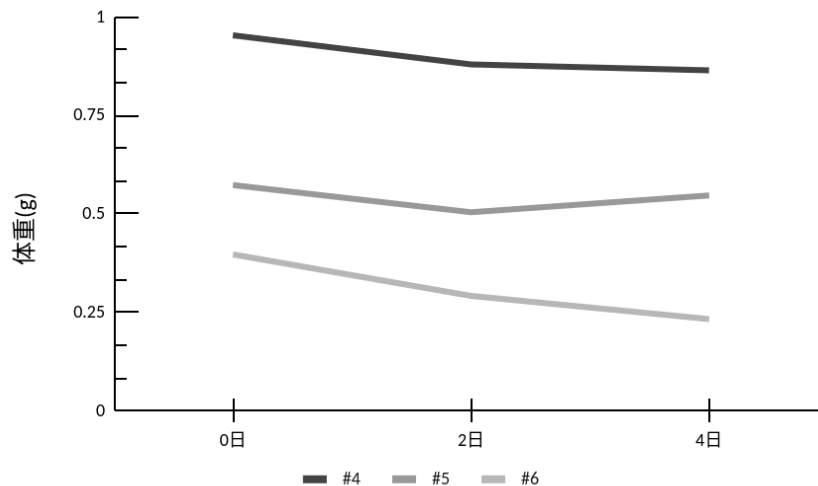


図4 箱Bにおける個体#4、#5、#6の体重変化

(実験4)

ABCDEの個体における体重の増加量を表したものが下のグラフである。図からわかる通り、3種類の餌で体重の変化量に差があった。

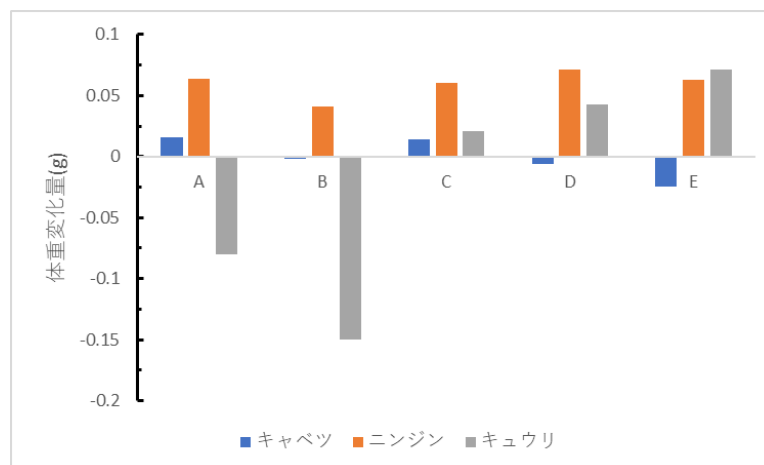


図5 個体A,B,C,D,Eにおけるキャベツ、ニンジン、キュウリをそれぞれ餌として3日間を入れたときの体重の変化量

4.考察

実験1では個体B、Cが個体Aの粘液がついたキャベツを食べていたことから、粘液には餌のマーキングの効果はないと考えた。

実験3については、平均体重増加量が最も大きかった個体は、1,2のどちらも最も太りやすい個体であった。このことから一番大きくなる個体と太りやすさとは関係があるのではないかと考察した。しかし、実験期間が短く本当に一番太りやすい個体が大きくなるかは言えなかった。

実験4からはキャベツ、ニンジン、キュウリの三種類において体重の増減に大きな差があった。また、餌によって体重が減少する個体が出たことからナメクジの好き嫌いはあると考えた。ただし、ここでは消化のしやすさについては考慮しなかった。

5.結論

本研究では、1 個体だけが大きくなる理由としては個体ごとの太りやすさが関係するのではないかと考察した。今後の課題としては実験期間の長期化や実験時に死亡させないこと、そして食べ物による消化のしやすさの考慮である。

6.参考文献

<https://www.l00l.com/n/s/namekuji/2001-02-01.html>

メダカvsカダヤシ

1. 概要

メダカは、1999 年に環境省レッドリストで絶滅危惧Ⅱ類(VU)に指定された。用水路の護岸による沈水植物の減少やカダヤシの移入等が原因で、メダカの個体数が減少したことが理由だと言われている。カダヤシは北アメリカ原産の特定外来生物に指定されている魚類で、1910 年代にボウフラ駆除の目的で日本に移入され、その後爆発的に分布を広げている。メダカと生息域が重なり攻撃性が強いカダヤシは、メダカなどの在来生物を攻撃して駆逐しているとの報告がある(参考文献①)。しかし、微細な生息環境の違いにより、両種が共存している地域もあると確認されている(参考文献②)。だが、この共存が成立する条件はわかっていない。

先行研究(参考文献③)で、カダヤシの攻撃によってメダカの尻鰭や尾鰭が損傷すると、産卵数や受精率が低下したり、正常な遊泳ができなくなったりすることが分かっている。このことから、共存のためにはカダヤシからメダカへの攻撃を抑える必要があると考えられる。

また、障害物となる木綿糸を沈水植物に見立て、水槽内に一定間隔(最大の糸密度 1000 本/m²)で垂直に設置した時のメダカとカダヤシの採餌行動の違いについての研究結果(参考文献④)より、メダカは障害物を苦にしないがカダヤシは障害物を嫌ってあまり移動せず、糸密度が高くなると摂食行動に支障をきたすことがわかっている。この結果から、沈水植物に見立てた木綿糸の密度を高くするとカダヤシの行動が抑えられ、それによりカダヤシの攻撃性を抑えることができるのではないかと考え、沈水植物に見立てた毛糸を障害物として用いて、カダヤシからメダカへの攻撃を抑えられるかを調べた。

2. 実験材料

メダカ (*Oryzias*) はダツ目メダカ科に分類される卵生の淡水魚である。雌雄ともに全長4cm程度に成長する。カダヤシ (*Gambusia affinis*) はカダヤシ目カダヤシ科に分類される卵胎生の淡水魚で、雌は5cm、雄は3cm程度に成長する。両種とも流れの穏やかな小川や水路を好んで生息している。

なお、実験ではメダカ・カダヤシともに体長4cm程度、胸鰭を広げた時の横幅が 1.5 cm程度の個体を使用した。

表 1：毛糸の本数と毛糸の間隔の関係

毛糸の本数	毛糸の間隔
0本	10.4cm
1本	5.2cm
2本	3.5cm
3本	2.6cm
4本	2.1cm
5本	1.7cm

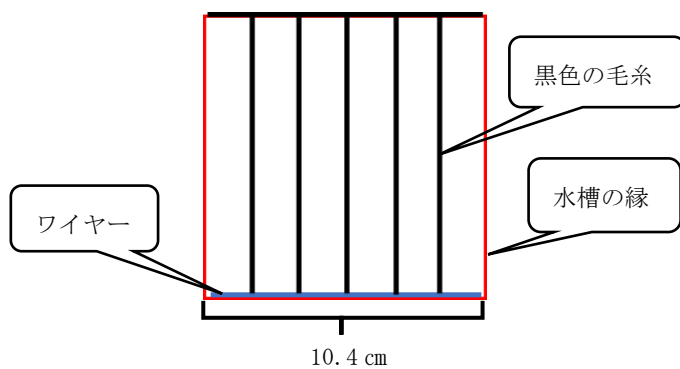


図 1

図1は毛糸(黒色 太さ2mm)の本数が5本のときの障害物を水槽(独身寮(株式会社スドー 横×縦×高さ=390×104×128(mm)))の側面から見た時の様子を図示したものである。毛糸の本数は0本から5本

の6パターンとし、それぞれの本数の時の毛糸の間隔は表1に従う。また、メダカ・カダヤシ両種の胸鰭を広げたときの横幅が約 1.5 cmであることから、毛糸の本数が 6 本以上の時、すなわち毛糸の間隔が 1.4 cm 以下の時について今回は調べなかった。なお、表1における毛糸の間隔は毛糸の太さを考慮せずに表記している。

3. 実験手順

実験1

毛糸を障害物として用い、メダカとカダヤシの行動を障害物の間隔を調べた。ワイヤーに毛糸を複数本括り付けた障害物(図1)を4カ所に、それぞれ等間隔になるように水槽の底に養生テープで固定し、水槽を5つの区画にわけた。

次に、区画の境界に仕切りを置き、メダカが区画間を移動できないようにした。その後、区画ごとにメダカを2匹ずつ、合計 10 匹入れた。この水槽の環境(カルキ抜きを行った水温 20℃の水)に慣らすために 10 分間遊泳させた後、仕切りを取り外して区画の境界を通過できるようにした。この状態での遊泳の様子をカメラで 30 分間録画し、メダカ 10 匹が区画の境界を通過した回数をカウンターで数えた。カウントするタイミングは尾鰭が区画の境界を通過したタイミングとした。また、水槽の底には高さ1cm ほど砂利を敷き、水槽の側面のうち3面はビニールで覆い、外界からの影響を少なくした。

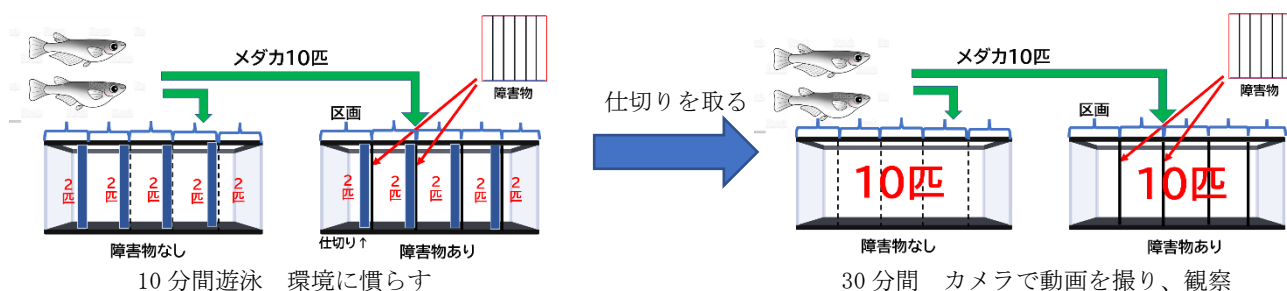


図 2

カダヤシでも同様の作業を行う。

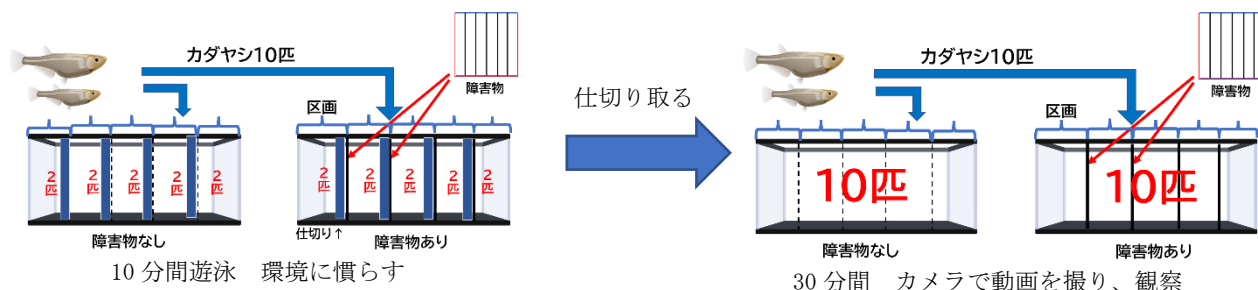


図 3

実験2

実験1の結果からカダヤシの行動を抑えられたと考えられる障害物の間隔で両種を混泳させ、障害物なしの時と比べて、カダヤシからメダカへの攻撃を抑えられるかを調べた。

事前にメダカとカダヤシの行動を観察したところ、両種が行う攻撃は2種類見受けられたため、参考文献5をもとに攻撃は他の個体に噛みつく行動を攻撃行動、他個体を比較的長い時間追いかけてまわす行動を追いかけて行動と定義した。

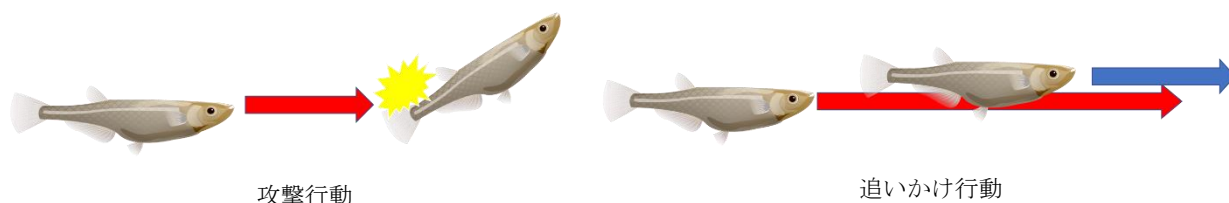


図 4

環境に慣らすために 10 分間遊泳させたあと、カメラを用いて 30 分間の動画を撮り、攻撃行動と追いかける行動がどの種からどの種へそれぞれ何回行われたかをカウンターで数えた。また、水槽の底には高さ 1 cm 程度砂利を敷き、水槽の側面のうち3面はビニールで覆い、外界からの影響を少なくした。

4. 実験結果

実験 I

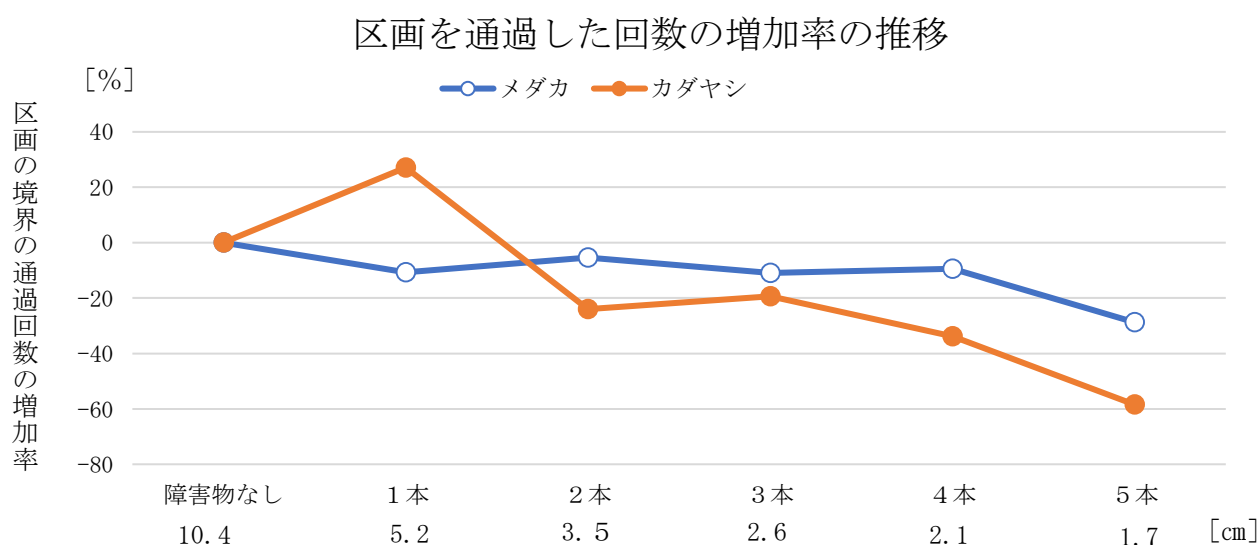


図 5 障害物の間隔

表 2：メダカの区画の通過回数(回)

メダカ	0本	1本	2本	3本	4本	5本
1回目	2226	2171	1867	2218	1598	1295
2回目	2132	1550	1615	1549	1922	1600
3回目	1668	1659	2218	1603	1936	1397
平均	2008	1793	1900	1790	1820	1431

表 3：カダヤシの区画の通過回数(回)

カダヤシ	0本	1本	2本	3本	4本	5本
1回目	2331	3488	1652	1839	1416	1221
2回目	1807	3781	2187	1977	1853	1113
3回目	3261	2137	1782	2148	1630	740
平均	2466	3135	1874	1988	1633	1025

※表の数値は小数点第2位を四捨五入

4つの区画の境界の通過回数を合計した値の平均をとり、障害物なしの時の値を基準として増加率を百分率で表した。このグラフから、カダヤシの区画の通過回数は障害物の間隔が 5.2 cmのときに増加し、その他の間隔のときは減少していることがわかる。また、メダカの区画の通過回数は 5.2 cm、3.5 cm、2.6 cm、2.1 cmのときはあまり変化が見られず、1.7 cmのとき大きく減少していることがわかる。

この結果を踏まえ、実験2での毛糸の間隔は 2.1 cmと 1.7 cmとした。

実験2

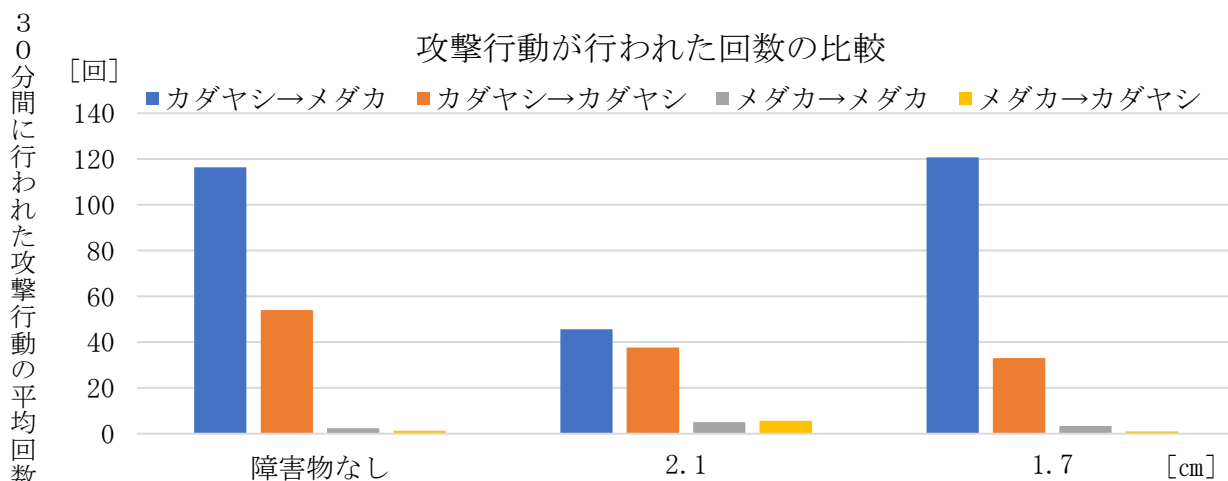


図6 障害物の間隔

表4:障害物なしのときの攻撃回数(回)

攻撃	カダヤシ→メダカ	カダヤシ→カダヤシ	メダカ→メダカ	メダカ→カダヤシ
1回目	3 2	1 6	2	1
2回目	2 6 8	9 6	4	2
3回目	4 9	5 0	1	1
平均	1 1 6 . 3	5 4	2 . 3	1 . 3

表5:障害物の間隔が 2.1 cmのときの攻撃回数(回)

攻撃	カダヤシ→メダカ	カダヤシ→カダヤシ	メダカ→メダカ	メダカ→カダヤシ
1 回目	5 3	5 2	2	3
2 回目	2 6	1 8	4	5
3 回目	5 8	4 3	9	9
平均	4 5 . 7	3 7 . 7	5	5 . 7

表6:障害物の間隔が 1.7 cmのときの攻撃回数(回)

攻撃	カダヤシ→メダカ	カダヤシ→カダヤシ	メダカ→メダカ	メダカ→カダヤシ
1 回目	1 6 7	4 4	4	1
2 回目	9 1	4 0	3	0
3 回目	1 0 4	1 5	3	2
平均	1 2 0 . 7	3 3	3 . 3	1

※表4から表6の平均値は小数点第2位を四捨五入している

図6から、障害物の間隔が 2.1 cmの時は障害物なしの時に比べて、メダカからカダヤシの攻撃回数は大きく減少していることがわかる。また、1.7 cm間隔のとき、障害物なしの時と比べてカダヤシからメダカの攻撃行動の回数にはあまり変化が見られない。一方メダカからの攻撃行動の回数は総じて少なく、変化もあまり見られない。

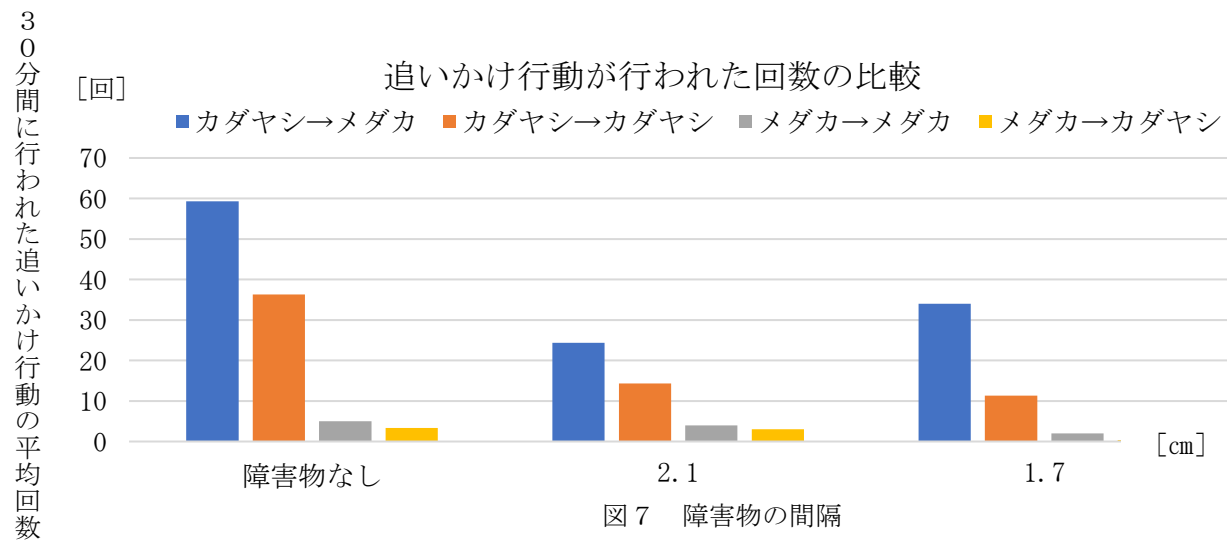


表7:障害物なしの時の追いかけて回数(回)

追いかけて	カダヤシ→メダカ	カダヤシ→カダヤシ	メダカ→メダカ	メダカ→カダヤシ
1 回目	3 9	1 1	4	4
2 回目	1 1 3	2 8	1 1	5
3 回目	2 6	7 0	0	1
平均	5 9 . 3	3 6 . 3	5	3 . 3

表8:障害物の間隔が 2.1 cmのときの追いかけて回数(回)

追いかけて	カダヤシ→メダカ	カダヤシ→カダヤシ	メダカ→メダカ	メダカ→カダヤシ
1 回目	3 2	2 3	3	4
2 回目	1 4	9	4	3
3 回目	2 7	1 1	5	2
平均	2 4 . 3	1 4 . 3	4	3

表9:障害物の間隔が 1.7 cmのときの追いかけ回数(回)

追いかけ	カダヤシ→メダカ	カダヤシ→カダヤシ	メダカ→メダカ	メダカ→カダヤシ
1 回目	6 0	1 6	2	0
2 回目	2 1	1 6	4	1
3 回目	2 1	2	0	0
平均	3 4	1 1. 3	2	0. 3

図7から、2.1 cm間隔、1.7 cm間隔で障害物があるときカダヤシからメダカの追いかけ行動の回数は減少していることがわかる。また、メダカからの追いかけ行動の回数は総じて少なく、あまり変化も見られない。

実験1の結果より、カダヤシの行動を阻害する障害物の間隔は 2.1 cmと 1.7 cmであり、メダカの行動を阻害する障害物の間隔は 1.7 cmであると考えられる。

実験 2 の結果より、障害物の間隔が 2.1 cmのとき、カダヤシからメダカへの攻撃行動と追いかけ行動を抑えることができていると考えられる。また、1.7 cm間隔のとき、カダヤシからメダカの追いかけ行動を抑えることができる一方で、カダヤシからメダカの攻撃行動を抑えることはできないと考えられる。

5. 考察

障害物の間隔が 2.1 cmのとき、カダヤシの行動は阻害され、カダヤシからメダカへの攻撃や追いかけの回数を抑えることができる。その一方で、メダカの行動は阻害されない。このことから、実際に共存している場所では、本実験のように沈水植物が 2.1 cm程度の間隔で生育している可能性がある。しかし、この環境が実際に共存できる環境であるかどうかは今回の実験結果からはわからないため、長期的に実験を行い共存がおこるか観察する必要がある。また、すべての実験において試行回数が少ないので、実験の精度を上げるために試行回数を増やし、障害物が他の間隔のときにおいてもメダカとカダヤシを混泳させて攻撃行動・追いかけ行動の回数に変化が見られるかも調べたい。

6. 参考文献

①メダカとカダヤシ 大阪府立環境農林水産総合研究所

<http://www.kannousuiken-osaka.or.jp/zukan/station/osaka/tansui/medakadahikaku.html>

②メダカとカダヤシの環境変化に対する適応性の比較

<http://soil.en.a.u-tokyo.ac.jp/jsidre/search/PDFs/11/11001-29.pdf>

③メダカ *Oryzias latipes* における雄の鰭の損傷による産卵数および受精率の低下－外来種カダヤシ *Gambusia affinis* が与える繁殖への潜在的影響－

https://www.jstage.jst.go.jp/article/wildlifeconsjp/10/1-2/10_10-1/_article/-char/ja/

④メダカとカダヤシの環境変化による摂食行動の変化

<https://library.jsce.or.jp/jsce/open/00061/2013/40-07-0021.pdf>

⑤ゴールデンゼブラ・シクリッドの攻撃行動の研究

<https://gakusyu.shizuoka-c.ed.jp/science/sonota/ronnbunshu/053030.Pdf>

スギが水槽に与える影響

1. 緒言

アクアリウムの飾りとして、様々な種類の流木が使われている。しかし、スギを水槽に入れることは水質への影響などから避けたほうが良いと言われている。しかし、その原因を特定した先行研究は見つけられなかった。そこで、私たちはスギが水槽に与える影響について調べることにした。今回、私たちはスギが硝化作用へ与える影響に着目し、実験を行った。硝化作用とは、硝化菌が水槽内のアンモニアや亜硝酸を分解する機能のことである。(参考文献①)アンモニアと亜硝酸が水槽内に蓄積すると、水槽内の生物に悪影響を与える。仮説として、スギが硝化作用を抑制することによって、水槽内の水質が悪化する。スギが水槽内の生物に悪影響を及ぼす。と考えた。

2. 実験手順

実験材料:スギ、ヒノキ、マツ

器具:飼育ケース、300 ml ビーカー、酸素溶出剤(ジェックス株式会社)、お茶パック

薬品:テスト試験紙アンモニア(ドイツテトラ社)、テスト亜硝酸試薬(ドイツテトラ社)

生物:クロメダカ *oryzias latipes*

実験①:スギ、ヒノキ、マツがメダカに与える影響と硝化作用に与える影響を調べる実験

飼育ケースに水 1 L を入れ、スギ、ヒノキ、マツの木片(殺菌のため、30 分間煮沸した)を入れたものと何も入れなかったものを用意した。その中で、メダカ 3 匹を 2 週間飼育した。2 週間の間に、一定の間隔を空けて 7 回アンモニア濃度と亜硝酸濃度を測定した。

実験②:スギがアンモニアと亜硝酸に与える影響を調べる実験

飼育ケースに水 500 ml を入れて、その中でメダカ 5 匹を 3 日間飼育する。そして、3 日後にアンモニア濃度、亜硝酸濃度を計測した。その飼育水 100 ml を 300 ml ビーカーに入れて、4種類のビーカー(図1)を作成した。そして、さらに1日放置し、1 日後に再度アンモニア濃度、亜硝酸濃度を計測した。(実験②-i)また、この実験の後、硝化菌の働きを顕著に見るために、硝化菌の濃度を 10 倍にした。(実験②-ii)

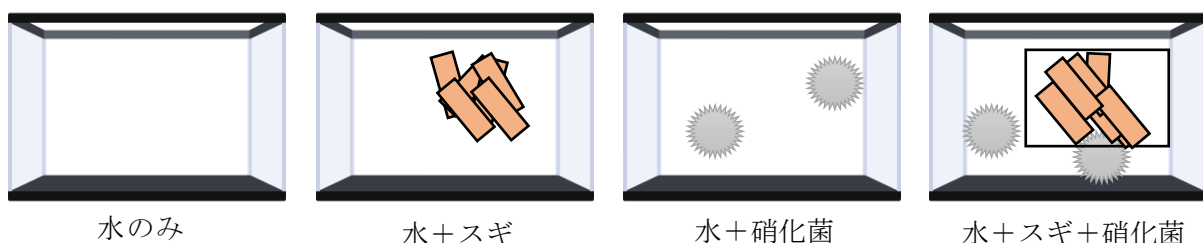


図1(※スギは 2g)

実験③：実験②と同じ方法で、メダカを飼育し、アンモニア濃度、亜硝酸濃度を計測した。スギの木片を水 150 ml に 30 g を入れて、24 時間時間放置し、水溶性の成分を抽出した。その飼育水 100 ml を 300 ml ビーカーに入れた。そして、その中に抽出液 20 ml を入れ、4種類のビーカーを作った。その後アンモニア濃度と亜硝酸濃度を測定し、変化を見た。今回は、硝酸濃度も測った。

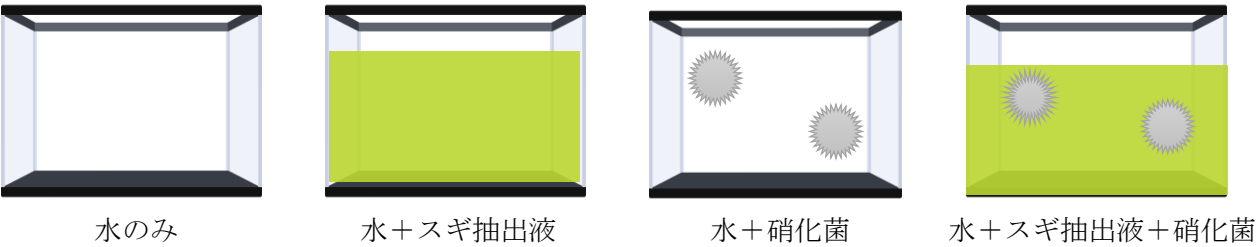


図 2

3.実験結果

【実験①】スギ、ヒノキ、マツの木片、と何も入れなかったものを用意し、2 週間の間に一定の間隔を空けて 7 回アンモニア濃度と亜硝酸濃度を測定した。今回計測初日と最終日となる 14 日目の以下に示す。全ての水槽でアンモニア濃度の上昇がみられたが、スギの木片を入れた時のみ、亜硝酸濃度の上昇が見られなかった。

表 1

	水のみ	スギ	ヒノキ	マツ
アンモニア濃度(1 日目)mg/L	0.0	0.0	0.0	0.0
アンモニア濃度(14 日目)mg/L	1.0	1.0	1.0	1.0
亜硝酸濃度(1 日目)mg/L	0.0	0.0	0.0	0.0
亜硝酸濃度(14 日目)mg/	0.3	0.0	0.3	0.3

【実験②— i】実験から得た結果を以下に示す。水のみ入れたときと、水+スギを入れたときの比較から、アンモニア濃度と亜硝酸濃度が共に低くなった。水のみを入れたときと水+硝化菌を入れたときの比較から、硝化菌の働きを数値として顕著な変化が表れなかった。

表 2

	水のみ	水+スギ	水+硝化菌	水+スギ+硝化菌
アンモニア濃度(1 日目) mg/L	6.0	6.0	6.0	6.0
アンモニア濃度(14 日目) mg/L	6.0	1.0	6.0	1.0
亜硝酸濃度(1 日目) mg/L	0.0	0.0	0.0	0.0
亜硝酸濃度(14 日目) mg/L	0,0	0.0	0.3	0.0

【実験②— ii】実験②— i において、硝化菌の働きが数値として顕著な変化が表れなかった。そのため硝化菌を10倍にして、実験②— i と同様の過程で実験を行った。結果を以下に示す。表3より、水のみと水+スギ、水+スギ+硝化菌を比較から、スギを入れると、アンモニア濃度と亜硝酸濃度の減少が見られた。

表 3

	水のみ	水+スギ	水+硝化菌	水+スギ+硝化菌
アンモニア濃度(1日目) mg/L	6.0	6.0	6.0	6.0
アンモニア濃度(14日目) mg/L	6.0	1.0	6.0	1.0
亜硝酸濃度(1日目) mg/L	0.3	0.3	0.3	0.3
亜硝酸濃度(14日目) mg/L	0.3	0.0	0.8	0.0

【実験③】実験から得た結果を以下に示す。ご助言をいただき、今回の実験では、硝酸濃度も測定した。表4の水のみと水+スギ、水+スギ+硝化菌の比較から、スギの水溶性の成分を入れると、アンモニア濃度、亜硝酸濃度の減少が見られた。しかし、硝酸濃度の上昇は見られなかった。また、水のみと、水+硝化菌の比較をすると、アンモニア濃度の減少、亜硝酸濃度の上昇、硝酸濃度の上昇が見られた。

表4

4.考察

仮説として、スギが硝化作用を抑制することによって、水槽内の水質が悪化する。スギが水槽内の生物に悪影響を及ぼす。と考えていたが、実験①よりスギは、ヒノキ、マツに比べ、硝化作用に作用する物質が多く存在していると考えられ、実験②から、スギがアンモニア、亜硝酸を吸着すると考えられ、実験③から、

	水のみ	水+スギ抽出液	水+硝化菌	水+スギ抽出液+硝化菌
アンモニア濃度(1日目) mg/L	6.0	6.0	6.0	6.0
アンモニア濃度(14日目) mg/L	6.0	0.0	1.0	0.0
亜硝酸濃度(1日目) mg/L	0.3	0.3	0.3	0.3
亜硝酸濃度(14日目) mg/L	0.3	0.0	0.8	0.0
硝酸濃度(1日目) mg/L	0.0	0.0	0.0	0.0
硝酸濃度(14日目) mg/L	0.0	0.0	50	0.0

スギの水溶性の成分には吸着作用があり、それによってアンモニアや亜硝酸、硝酸は吸着され、濃度が上がらなかったと考えられる。これらの実験より、硝化作用を抑制しているのではなく、スギに含まれる水溶性の成分がアンモニア、亜硝酸を吸着していたということが示唆される。

5.結論

今回の実験でスギに含まれる水溶性の成分がアンモニア、亜硝酸を吸着しているということが分かった。今後、スギが硝化作用以外に与える影響について調べたい。

6.参考文献

①排水処理における生物学の基礎 セントラル科学株式会社
the-biologicial-basis-of-wastewater-treatment-jp

ダンゴムシが嫌うハーブのにおい

1. 緒言

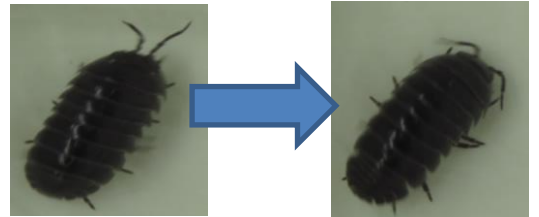
ハーブには害虫の嫌うにおいを発して自らの身を守る忌避効果があることが知られている。

私たちは身近な生物であるダンゴムシの忌避にどのようなハーブが有効なのか気になり、研究を行った。

ダンゴムシはアルコールや酢を嫌うことが知られている。

アルコールや酢を染み込ませたティッシュペーパーにダンゴムシを近づけたところ、触角を折り曲げて後ずさりする忌避行動(画像 I)が観察できた。

この忌避行動をもとに実験での観察項目を設定し、
ダンゴムシが嫌うにおいの成分を持つハーブを決定した。



画像 I : ダンゴムシの触角の動き

2. 実験手順

実験 I : ダンゴムシが忌避するハーブを見つける

- ・牛乳パックの底面に水で濡らしたキッチンペーパーを敷き、観察容器とした(図 I)。

- ・容器の片側に、お茶パックに入れた試料を置いた。

液体の試料はティッシュペーパーにしみこませてお茶パックに入れ、ハーブを試料に用いる場合は、収穫後すりつぶしたハーブ 3gをお茶パック内で均等に広げた。

- ・容器にダンゴムシ 10 匹を入れて 2 分間、行動を観察した。

- ・各実験に対して試料なしの実験を行った。

試料なしの実験ではお茶パックにティッシュペーパーを入れ、試料ありの実験とお茶パックの厚みを揃えた。

- ・この実験を、試料ありと試料なしについてダンゴムシの個体を変えて 5 回ずつ行った。

(試料): アルコール、酢

ローズマリー、コリアンダー、ディル、ペパーミント、レモンバーム、スペアミント

<評価方法>

二つの項目を確認した。

①ダンゴムシがお茶パックの上下を通った回数

②ダンゴムシの触角の反応の有無

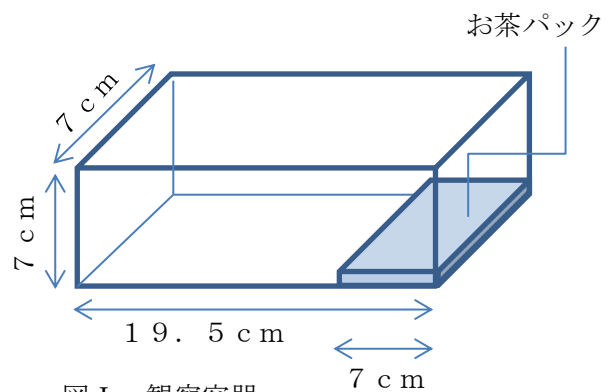


図 I 観察容器

実験Ⅱ：ダンゴムシが忌避するハーブの成分を調べる

実験Ⅰからダンゴムシはペパーミントに忌避反応を示すことが分かった。(表Ⅰ)

そこで、ダンゴムシの忌避に効果のあったペパーミントの香りの成分を特定するために、次の2つの実験を行った。

〈1〉忌避効果のあった成分の性質を調べる。

ダンゴムシの忌避に効果があった成分が、ペパーミントの水溶性成分と油性成分のどちらであったのか、液液抽出法を用いて調べた。

- ・収穫したペパーミントの葉を日の当たらないところで2日間程干して乾燥させた。
- ・乾燥させたペパーミントの葉15gにシリカゲル(キシダ化学株式会社, 白色 小粒)を加えてすり鉢で粉末状にし、十分浸る量のジエチルエーテル(キシダ化学株式会社, I級)に10分間浸けた。
- ・液体部分だけをビーカーに移し、水とオリーブオイルを5mlずつ加え、ジエチルエーテルを揮発させた。ただし、事前に水とオリーブオイルはダンゴムシの行動に影響を与えないことを確認した。
- ・分離した水分と油分をスポイトで分けて取り出し、それらを試料として実験Ⅰと同様に実験した。

〈2〉忌避効果があった成分がーメントールであったのか調べる。

ダンゴムシの忌避に効果のあった成分が、ペパーミントの主成分であるーメントールであったのか確かめるために、ハッカ油を用いて実験を行った。

ハッカ油は水蒸気蒸留法によって精製されるジャパニーズミントのエッセンシャルオイルであり、ジャパニーズミントはペパーミントと同様に主成分としてーメントールをもつ。

- ・ハッカ油(健栄製薬)を試料として実験Ⅰと同様に実験した。

3. 実験結果

評価方法①について、試料ありの実験での回数の平均を試料なしの実験での回数の平均で割ったものをダンゴムシの接触度とする。接触度は、値が小さいほど試料がダンゴムシの忌避に効果があったことを示す。

評価方法②について、触角の反応があったものを○、なかったものを×と表す。

表Ⅰ 実験Ⅰ

試料	接触度	触角の反応
アルコール	0.35	○
酢	0.03	○
ローズマリー	0.59	×
コリアンダー	0.90	×
ディル	1.05	×
ペパーミント	0.51	○
レモンバーム	1.44	×
スペアミント	0.76	×

実験Ⅰの結果を表Ⅰに示す。ダンゴムシが嫌うアルコールと酢では、比の値が小さくなり触角の反応が見られた。また、ハーブを用いた実験では、ペパーミントで比の値が最も小さくなり、ダンゴムシの触角の反応が見られた。

表2 実験Ⅱ〈Ⅰ〉

試料	接触度	触角の反応
油性成分	1.08	×
水溶性成分	1.08	×

実験Ⅱ〈Ⅰ〉の結果を表2に示す。ダンゴムシはペパーミントの油性成分、水溶性成分のどちらにも反応しなかった。

表3 実験Ⅱ〈Ⅱ〉

試料	接触度	触角の反応
ハッカ油	0.24	○

実験Ⅱ〈Ⅱ〉の結果を表3に示す。ダンゴムシはハッカ油に忌避反応を示した。

4. 考察

実験Ⅰから、ダンゴムシはペパーミントに忌避反応を示すことが分かった。

ペパーミントの香りの主成分はーメントールであり、試料として用いた他のハーブにはーメントールが含まれない（参考文献ⅱ）ので、ダンゴムシはーメントールに忌避反応を示した可能性があると考えられた。

実験Ⅱ〈Ⅰ〉において、ダンゴムシはペパーミントの油性成分、水溶性成分のどちらにも忌避反応を示さなかった。これは、ーメントールが揮発性の物質である（参考文献ⅰ）ことや、溶媒を加えたこと等から、液液抽出の過程で、ーメントールの濃度が極めて低くなったことが原因である可能性が高いと考えられた。

実験Ⅱ〈Ⅱ〉において、ダンゴムシはハッカ油に忌避反応を示した。

ペパーミントとジャパニーズミントに共通して含まれるーメントールが、ダンゴムシが忌避する成分であると考えられる。同じミントでもーメントールを持たないスペアミントにダンゴムシは忌避反応を示さなかったことから、その可能性は高いと考えられる。

5. 結論

ダンゴムシはペパーミントを忌避する。

また、ーメントールがダンゴムシの嫌う成分である可能性が高い。

実験Ⅰの実験方法において、ダンゴムシが試料の色や形状等、におい以外の刺激に反応する可能性を排除するために、ダンゴムシにハーブのにおいのみが届く実験装置を用いることが必要であった。

また、エッセンシャルオイルを精製する方法である水蒸気蒸留法を用いてハーブの油性成分、水溶性成分をそれぞれ抽出し、ハーブの成分の濃度を高めた状態で実験を行いたい。

6. 参考文献

- i :厚生労働省 職場の安全サイト <https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen/gmsds/2216-51-5.html>
- ii :ハッカの種類 北見ハッカ通商
<https://hakka.be/knowledge/type/>

アリの学習能力について

1. 緒言

私はアリが広大な巣を迷わず行き来できることに疑問を覚え、これにはアリの学習能力が関わっているのではないかと考えた。なお、ここで言う「アリ」とは、大手前高校校内に生息していた(*) クロヤマアリとする。

(*) クロヤマアリ(学名: *Formica japonica*)…日本に広く分布しているアリの1つ。体長 4.5~6mm で、体は灰色がかった黒色。巣は、巣口を中心としたクレター状の盛り土がある。

2. 実験方法

実験材料：大手前高校中庭で採取したクロヤマアリ5匹、LAQ（ヨシリツ株式会社）{No.1…220個、No.3…200個、No.4…102個、No.6…28個、No.7…33個(内18個はNo.3の代用)}、A3 高白色コピー用紙(LIFELEX)、飽和砂糖水適量、100mL ビーカー、3.0mL スポイト、絵筆(SAKURA UR 4)、ストップウォッチ(本実験ではスマートフォンのストップウォッチ機能で代用)、縦 2.5cm 程度、横 2.5cm 程度に切り取った厚紙2枚、セロハンテープ、ボールペン

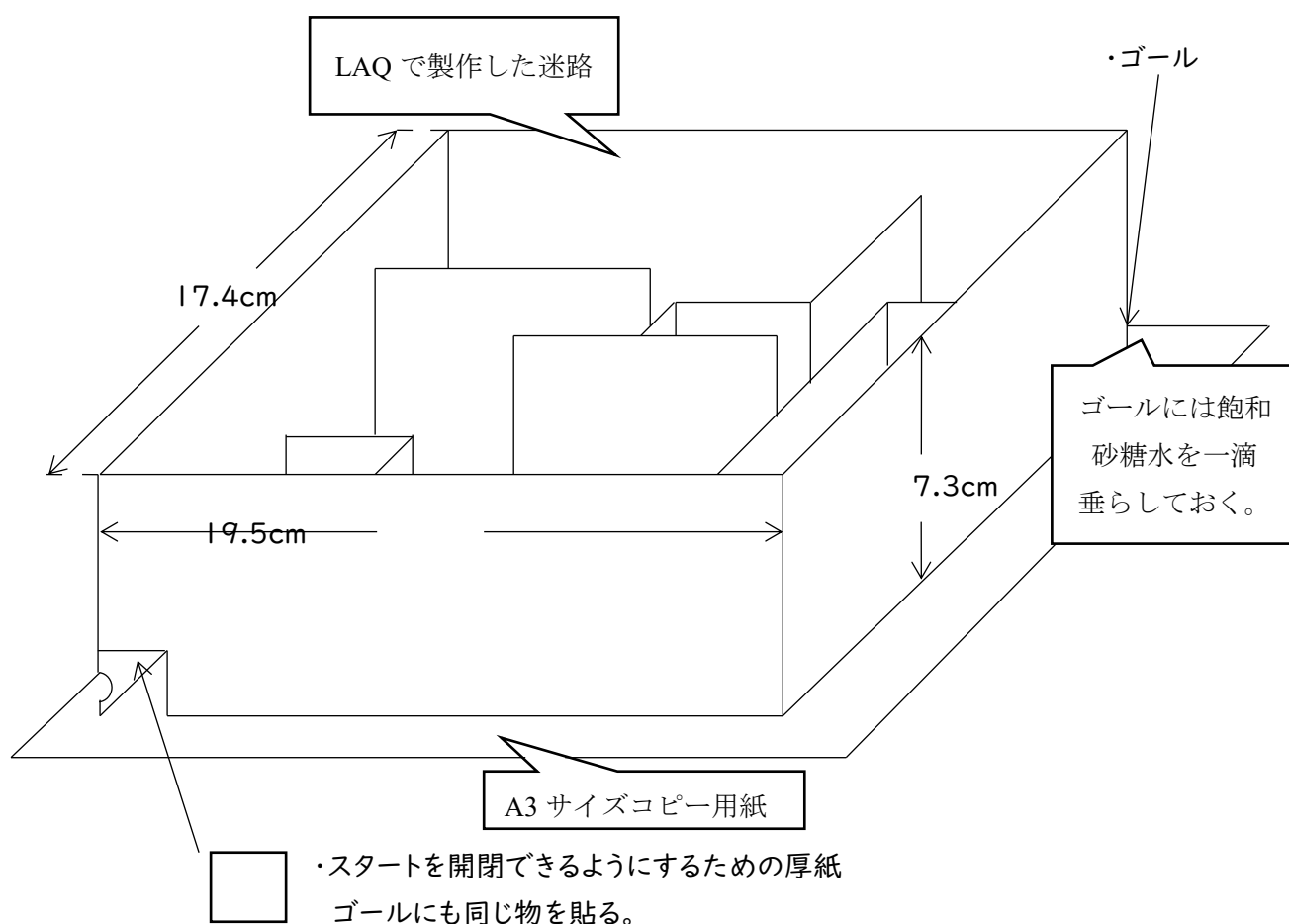


図1 アリの実験用の迷路

実験手順:①アリをスタートに入れてスタート開閉用の厚紙を閉め、同時にストップウォッチによるタイムの

計測を始める。

②アリが壁をよじ登る等の行動を取った時は、絵筆を使ってアリの壁から落とし迷路に戻す。

③アリが長時間動かない(30秒を目安とする)場合は絵筆でアリの突いて刺激する。

④アリがゴールしたらストップウォッチを止め、タイムを記録する。アリが通った道にアリが分泌する道標フェロモンが残っている場合は次のタイム計測に影響が出るかもしれないので、コピー用紙を取り換え、迷路を水で洗う。一度使用したコピー用紙は使用しない。

⑤①～④を繰り返し、ゴールしたタイムの変化を調べる。

⑥この実験を5匹のアリで行う。

※道標フェロモン:アリの群れが列を成して行動できるように通った道に付けておく物質。列の後ろにいるアリは、列の前にいるアリが分泌した道標フェロモンを目印として行動する。

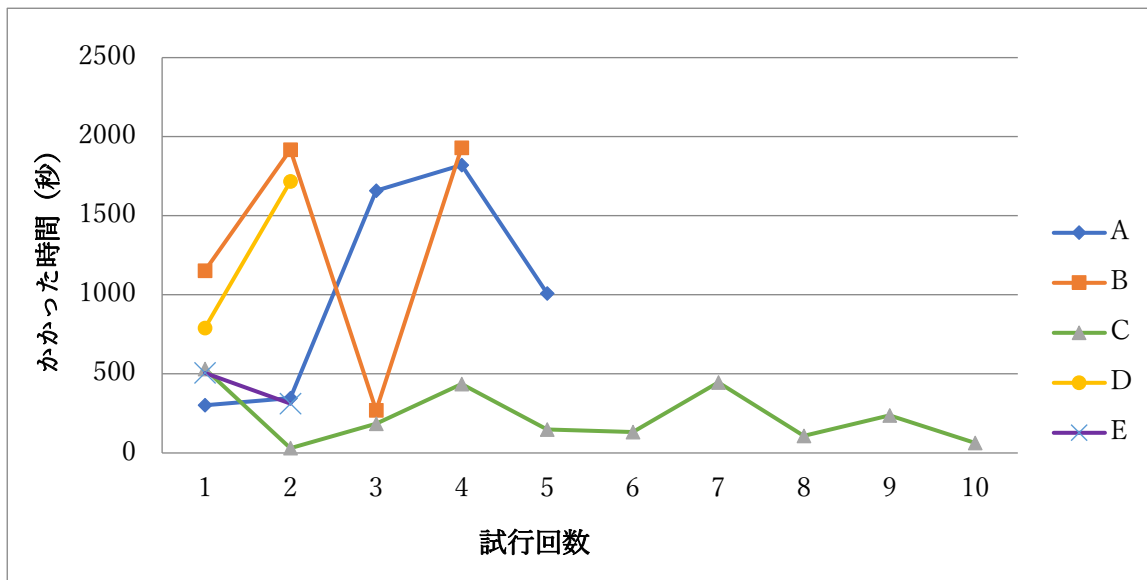
3. 実験結果

五匹のアリをそれぞれ A,B,C,D,E として区別する。五匹のアリそれぞれの実験の試行回数とゴールまでにかかった時間(秒)を表1にまとめた。なお、Aは5回目、Bは4回目、Cは10回目、D、Eは2回目の試行の後に死んでしまった。

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
A	301.66	346.14	1659.3 5	1820.6 4	1009.4 3					
B	1153.2 6	1918.1 6	269.31	1930.3 5						
C	531.84	30.25	185.12	435.52	147.79	131.4 1	446.0 9	107.3 7	238.4 7	64.5 1
D	790.03	1717.6 8								
E	506.06	312.10								

表1 各個体の迷路による実験の試行回数とゴールまでにかかった時間(秒)

また、ゴールまでにかかった時間の変化を見やすくするため、表1の結果をグラフ1にまとめた。



グラフ1 各個体の迷路による実験の試行回数とゴールまでにかかった時間(秒)

- ・グラフ1の折れ線の様子から分かるように、アリがゴールしたタイムはほとんど無規則だったが、個体 C は徐々にタイムが縮んでいた。
- ・アリが迷路を進む様子を観察すると、(・少し右に逸れながら真っ直ぐ進む。・進行方向に壁があったら広い道がある方向に曲がる。)といった傾向が見られた。

4. 考察

実験結果より、個体 D、E は分からないが、個体 A、B についてはそのまま実験を続けられていたとしてもゴールしたタイムに規則性を見出せないと思われる。そして、アリの学習能力には個体差があると考えられ、その場合アリの学習能力はアリが巣の中で迷わないこととは直接関係がないと思われる。また、アリの巣の方が、実験中に見られたアリの進み方の傾向に基づいて設計されているという可能性も、今回の研究で見えてきた。

5. 結論

今回の研究では、アリが巣の中で迷わない理由としてアリに学習能力が備わっているからではないか、と仮説を立て迷路による実験でその有無を調べた。その結果アリの学習能力には個体差があり、アリが巣の中で迷わないこととは直接関係がないことが分かり、予想していた結果は得られなかった。また、迷路を複雑に作り過ぎたのか、アリのゴールしたタイムが予想より遥かに遅かったので、一回の試行に時間がかかり過ぎたことは今回実験を素早く進められなかった要因だと感じている。さらに、アリが死んでしまって想定していたものよりも試行回数が遥かに少なくなってしまった結果、結論付けるには不十分なデータのまま研究期間が終わってしまった。今後生物を扱う研究では、生物を飼育する環境の手入れにより力を入れ、同じ個体での実験の試行回数を増やし、より信用できる記録にしたい。

6. 参考文献

寺山守=解説 久保田敏=写真 2009 年 文一総合出版「アリハンドブック」