

# 甲殻類の防衛反応

3632 水野 智貴

3633 南中道 優地

3524 林 利磯

## 要旨

生物の進化や環境適応に興味を持ち、ミジンコとダンゴムシの2種の甲殻類の防衛反応について調べた。ミジンコは、捕食者を感知すると頭部を長く変態させるという防衛反応を持ち、どのような環境で誘発されるかを調べたが、確認できなかった。ダンゴムシはどのような刺激で丸まるかを調べ、体の内側への物理的的刺激や電流によって防衛反応がみられること、体長の小さな個体の方が反応しやすい可能性があることなどを明らかにした。また、防衛反応の延長として、ダンゴムシが紫外線を避けることを発見した。

## 1. 動機・目的

生物は、今日まで環境に適応して進化し、子孫を繁栄させるために様々な能力を獲得してきた。しかし、進化過程にはまだ謎が多い。そこで、防衛反応を観察できる甲殻類を用いて、防衛反応がどう変化するかを分析することで、絶滅しないための進化過程の解明につながると考えた。

## 2. ミジンコについて

### [1] 動機

生物の資料集で、「ミジンコは捕食者を感知すると、自身の頭部を長く変態させて防衛を試みる」という記述を見つけた(図1)。

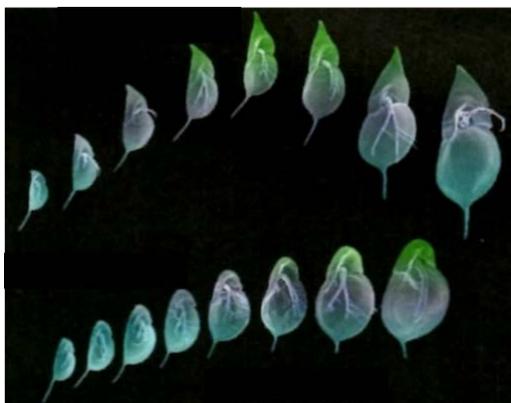


図1 ミジンコの防衛変態

引用：ニューステージ新生物図表

図1において、上のミジンコは、捕食者がいる環境、下のミジンコは捕食者がいない環境で成長したものとされていた。この特異的な防衛反応に興味を持ち、研究対象にすることにした。

(以下、この防衛反応を防衛変態と呼ぶ。)

### [2] 目的

ミジンコの防衛変態の誘発条件を明らかにし、捕食者に対してどれほど効果があるのかについて調べる。

## [3] 実験 I

### ① 概要

ミジンコと捕食者、非捕食者を同じ容器に入れ、ミジンコが防衛変態をするのかを調べ、比較する。

### ② 目的

防衛変態を実際に観察しつつ、安定して防衛変態をする個体を作る方法を探る。

### ③ 仮説

- (1) ミジンコは捕食者がいる環境では、1日ごとに防衛変態したミジンコの割合が増えていき、数日で全てのミジンコが防衛変態する。
- (2) 捕食者がいない環境や非捕食者がいる環境ではミジンコは防衛変態しない。

### ④ 使用したもの

・ビーカー	3つ
・タブレットスコープ	1台
・ミジンコの餌 <sup>i</sup>	4日分
・カルキ抜き水 <sup>ii</sup>	300mL
・タマミジンコ <sup>iii</sup>	30匹
・巻貝	3匹
・カの幼虫	3匹

カの幼虫は捕食者として使用した。これは、文献にカの1種である「フサカ」の幼虫が防衛変態を誘発する捕食者とされているからである。

巻貝は非捕食者として使用した。これはミジンコの水槽の掃除のために使用していたものである。

なお、どちらも詳しい種の分類は不明である。

### ⑤ 手順(図2)

- (1) 3つのビーカーをA、B、Cとし、それぞれ100mLのカルキ抜き水と10匹のミジンコを入れる。
- (2) ビーカーAにカの幼虫を3匹、ビーカーBに

- 巻貝を3匹入れる（Cには何も入れない）。
- (3) 1日ごとに餌を与える。
- (4) 4日後変化が見られたかをタブレットスコープを用いて観察する。

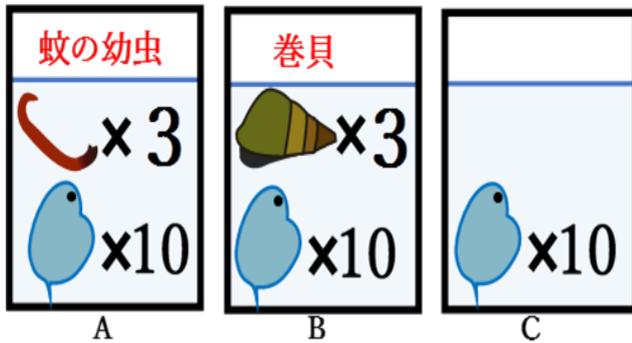


図2 実験の概要図

[4] 結果 I

A、B、C の全てで防衛変態をした個体はいなかった（図3）。



図3 Aのミジンコの様子

- (1) 捕食者がいる環境ではミジンコの防衛変態は見られない。なお、ミジンコの個体数が減少していなかった。
- (2) 捕食者がいない環境や非捕食者がいる環境ではミジンコの防衛変態は見られない。

[5] 考察 I

(1)はミジンコの個体数が減少していなかったことから、カの幼虫がまだ成熟しておらず、ミジンコの捕食者として機能していなかった。

(2)は仮説通りである。そもそも、飼育環境において変態したミジンコは見られないことから、自明のことである。

[6] 実験 II

① 概要

ミジンコの休眠卵を、金魚を飼育していた水の中に入れ、ふ化したミジンコが変態するかを調べる。

② 目的

防衛変態を実際に観察しつつ、安定して防衛変態をする個体を作る方法を探る。

③ 仮説

ミジンコを捕食者である金魚の水槽の水に入れると、1日ごとに防衛変態したミジンコの割合が増えていき、数日で全てのミジンコが防衛変態する。

④ 使用したもの

・ビーカー	1つ
・タブレットスコープ	1台
・ミジンコの餌	数日分 <sup>iv</sup>
・カルキ抜き水	100mL
・金魚の水槽の水	100mL
・タマミジンコの休眠卵	20個

休眠卵を使用した理由は、幼体の方が変態しやすいと考えたからである。

金魚がミジンコを捕食することは確認しており、水槽の水であれば金魚が出す防衛変態誘発物質が含まれていると考えた。

⑤ 手順

- (1) ビーカーに金魚の水槽の水を100mL入れ、タマミジンコの休眠卵を10個入れる。
- (2) 1日ごとに餌を与えて観察し、ふ化してから3日後に防衛反応を変態したかをタブレットスコープで調べる。

[7] 結果 II

10日後にミジンコがふ化しているのを確認した。その3日後、ミジンコをタブレットスコープで観察したが、防衛変態した個体は見られなかった。

[8] 考察 II

防衛変態を誘発する物質があまり含まれていなかったのではないかと。今回使用した金魚の水槽はろ過装置が稼働しており、また汲み入れたのは最初の1回のみでつぎ足してはいないので、ミジンコが感知するには十分な量の誘発物質が含まれていなかった可能性がある。

[9] 実験 III

① 概要

水槽の中に多数のミジンコと金魚を入れ、防衛変態をするのか観察する。

② 目的

防衛変態を実際に観察しつつ、安定して防衛変態をする個体を作る方法を探る。

③ 仮説

ミジンコと生きた金魚を同じ容器内に入れておけば、誘発物質が行き渡り、防衛変態をするの

ではないか。

#### ④ 使用したもの

・水槽	1 個
・カゴ	1 個
・エアープンプ	1 個
・タブレットスコープ	1 台
・ミジンコの餌	1 週間分
・カルキ抜き水	1000mL
・タマミジンコ(幼体)	約 50 匹
・金魚	1 匹

カゴは金魚がタマミジンコをなるべく食べないようにするために用いた。小さな穴が開いており、誘発物質は拡散しても、金魚が自由に捕食できないようにした。

エアープンプは、金魚が呼吸できるようにし、タマミジンコを捕食されにくくするために用いた。

前回休眠卵を用いたのに対して今回幼体を用いたのは、休眠卵だとふ化するタイミングにばらつきがあるほか、実験に時間がかかってしまうためである。そのため、個体は飼育用の水槽から小さな個体を選んで使用した。

#### ⑤ 手順 (図 5)

- (1) 水槽にカルキ抜き水を入れ、カゴをセットする。
- (2) エアープンプをカゴ内に入れ、作動させ、金魚を入れる。
- (3) ミジンコをカゴの中に入れていないように水槽に入れる。
- (4) 1 日ごとにえさを与え、蒸発分のカルキ抜き水を足す。
- (5) 1 日ごとにミジンコが変態しているかをタブレットスコープで観察する。

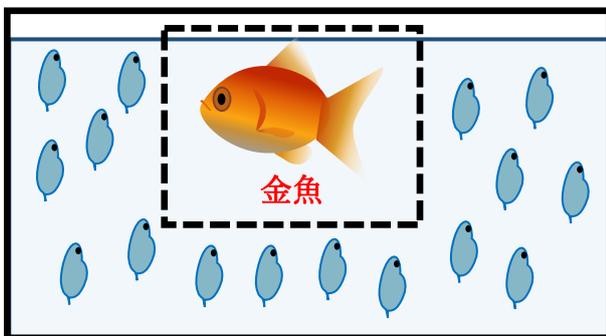


図 5 実験の概要図

#### [10] 結果Ⅲ

7 日間かけて 7 回観察を行ったが、防衛変態が見られた個体はいなかった。(図 6)



図 6 7 日目のミジンコの様子

ミジンコはカゴの隙間からだんだんと捕食されていき、8 日後にはミジンコはすべて金魚に捕食されて 1 匹も残っていなかった。

#### [11] 考察Ⅲ

金魚はミジンコの捕食者であり、変態誘発物質が不十分だったとは考えにくい。また、観察期間が短かったというわけでもない。このことから、次の二つの原因が考えられる。

- ① 金魚が変態を誘発しない捕食者ではないか。
- ② 「タマミジンコ」が防衛変態をしない種ではないか。

#### [12] まとめ

ミジンコの防衛変態について、タマミジンコを用い、実際に変態が誘発されるかを観察したが、変態は見られなかった。

研究に行き詰まり、自力での解決が難しいと感じたので、ミジンコを専門に研究されている宇都宮大学の宮川教授に相談した。すると、ここでいう防衛変態は、特に「カブトミジンコ」という種のミジンコが「フサカ」という蚊に誘発されて起き、タマミジンコでは顕著にみられないことを教えていただいた。

次に、「フサカ」を求めて高校周辺の池を調査した。しかし、冬に差し掛かる時期だったこともあり、それらしい生物を見つけることができなかった。また、気温の低下によって実験どころかミジンコの飼育も困難になってきたので、ミジンコでの研究に区切りをつけることにした。

### 3. ダンゴムシについて

#### [1] 動機

ミジンコに近い種類で防衛反応が観察しやすい生物を模索し、「ダンゴムシ」を研究対象に決めた。ミジンコと同じく甲殻類であり、丸まるという防衛反応が観察でき、飼育がとても簡単で

採集しやすいことから、実験にとっても適している。

## [2] 目的

ダンゴムシはよく知られている通り、身を守るために丸まる。この行為（以下防衛体勢になると呼ぶ）が何によって引き起こされるのかについて明らかにする。

## [3] 実験 I

### ① 概要

10 匹のダンゴムシに対して外側と内側にそれぞれ 3 回ずつ刺激を与え、防衛体勢になるかを調べた（図 7）。

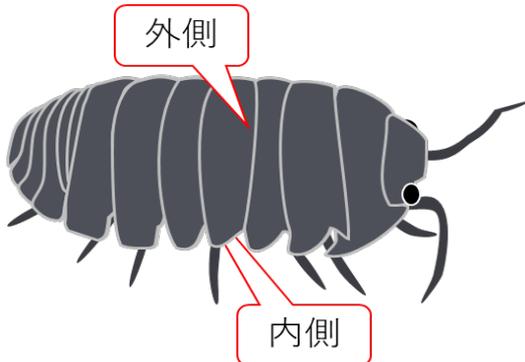


図 7 刺激を与えた部位

### ② 目的

ダンゴムシはどの部分に反応するのか調べる。

### ③ 仮説

ダンゴムシが防衛体勢になるとき、体の下側を包み込むようにすることから、体の外側より内側の方が反応する。

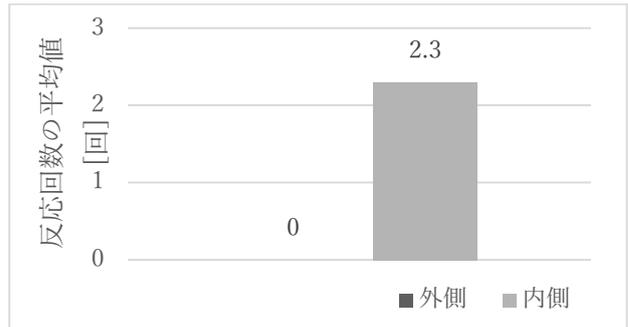
### ④ 使用したもの

- ・シャーレ 1 つ
- ・柄付き針 1 本
- ・ダンゴムシ<sup>v</sup> 10 匹

### ⑤ 手順

- (1) ダンゴムシをシャーレに入れる。
- (2) ダンゴムシに刺激を与える。  
※刺激の与え方は、刺激を与える箇所に柄付き針の先端をトントントと 3 回つつくことを 1 回の刺激と定義した。  
※また、丸まり具合も一定ではないので、甲殻全体が丸まりかけた時点で、「防衛体制になった」と記録することにした。（完全に丸まっていなくても防衛体制になろうとしたということで記録する。）
- (3) 結果を記録する。

## [5] 結果 I



グラフ 1 内側と外側の反応回数の平均

## [6] 考察 I

グラフ 1 より、仮説通りダンゴムシは内側に対してよく反応するようである。外側を刺激されたダンゴムシは、防衛体制になるというよりも、逃亡するという形で、防衛を図っているようであった。しかし、おおよそ、内側が反応しやすいというという結果が得られたが、試行回数は不十分である。

## [7] 実験 II

### ① 概要

ダンゴムシ 50 匹に対して、6 か所（図 8、図 9）を各 10 回針で刺激を与えて、丸まるかどうかを調べた。

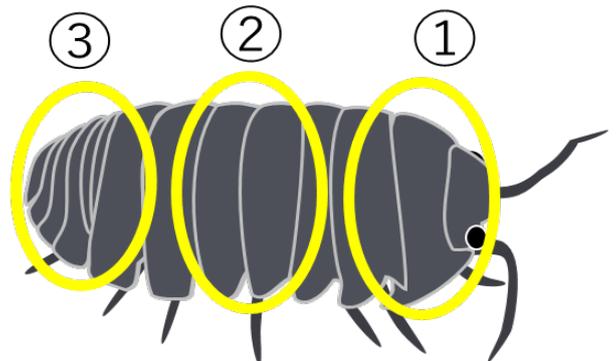


図 8 刺激を与えた部位（外側）

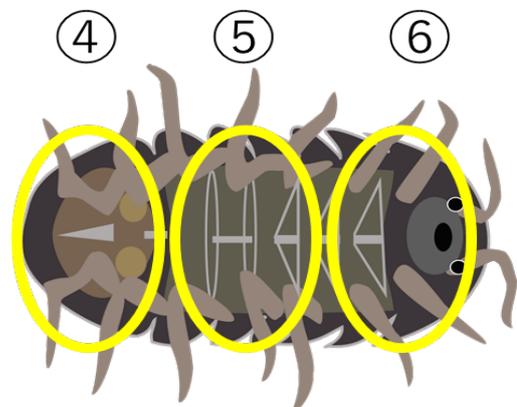


図 9 刺激を与えた部位（内側）

② 目的

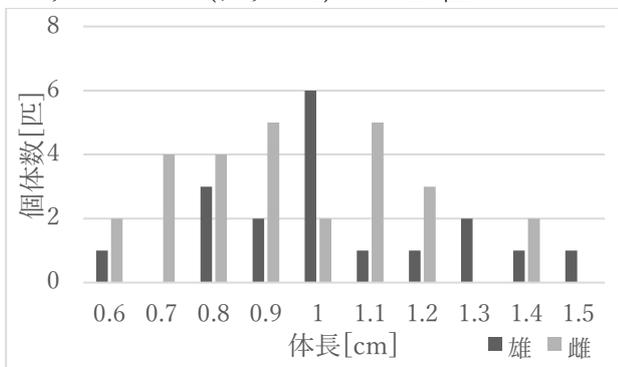
より詳しく正確にダンゴムシの反応する部分を調べ、体長や雌雄と相関があるか明らかにする。

③ 仮説

- (1) 実験 I 同様、外側よりも内側に反応しやすい。
- (2) ④には呼吸器や生殖器があるので、ほかの部分よりも反応しやすい。
- (3) 未熟な個体のほうが弱いので、体長が小さな個体の方が反応しやすい。
- (4) メスは卵を持つこともあるので、メスのほうが反応しやすい。

④ 使用したもの

- ・シャーレ 1つ
- ・柄付き針 1本
- ・定規 1つ
- ・ダンゴムシ (グラフ 2) 45匹

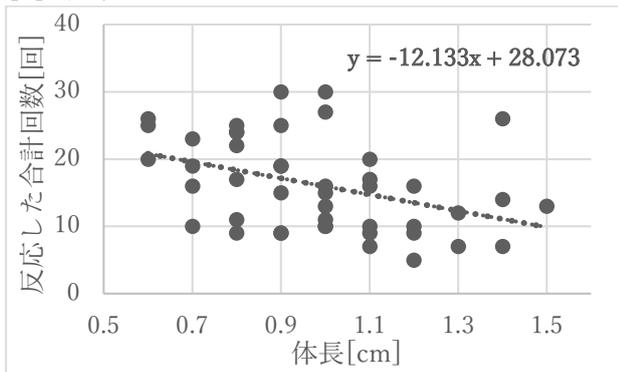


グラフ 2 使用したダンゴムシ

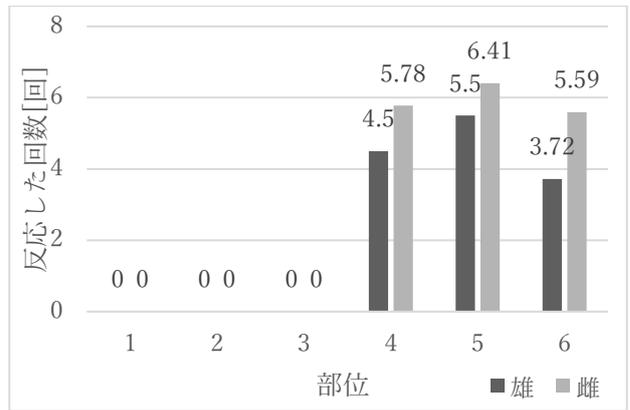
⑤ 手順

- (1) ダンゴムシの体長を定規で測定する。この研究においては、体長をダンゴムシが丸まっていない状態での、ダンゴムシの甲殻の全長と定義した。
- (2) ダンゴムシの雌雄を判別する。vi
- (3) ダンゴムシをシャーレに入れ、図 8、9の番号の順番に針で 10 回ずつ刺激を与えていく。
- (4) 防衛体勢になった回数、体長、雌雄を記録する。

[8] 結果 II



グラフ 3 体長と反応した合計回数



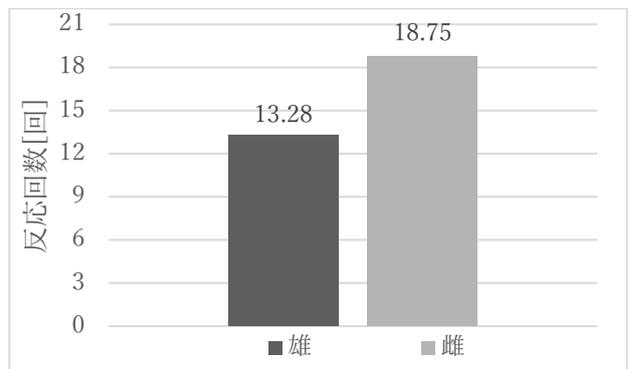
グラフ 4 部位ごとの反応した回数

[9] 考察 II

グラフ 3 より、ダンゴムシの体長と反応のしやすさに負の相関がある可能性がある。

グラフ 4 より、①、②、③の部分は、実験 I でも示されていたように、防衛体制になるよりも逃亡するという防衛反応をとることが分かった。また、④、⑤、⑥の部分は⑤が最も反応しているように見えるが、大きな差はないので、つきやすさによって生じた差ではないかと考えた。

また、雄と雌のどちらが反応しやすいかということに関して、体長の大きさを考慮して補正したのがグラフ 5 である。



グラフ 5 雄と雌の反応回数

合計回数の平均を体長の平均で割って補正した。グラフから、雌のほうが反応しやすいといえる。

[10] 実験 III

① 概要

ダンゴムシを表向き裏向きでそれぞれ吹き飛ばし、防衛体勢になるか調べた。

② 目的

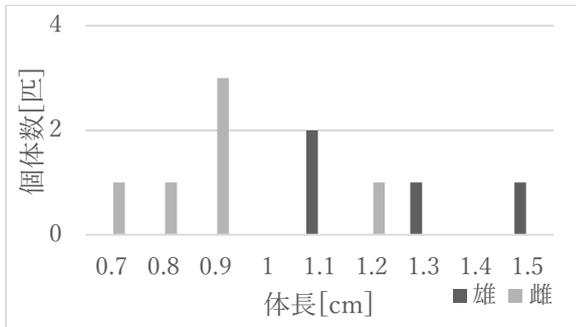
自然に存在する刺激である風で飛ばされたときに防衛体勢になるかを調べる。

③ 仮説

風に飛ばされた時、身を守ろうとし防衛体勢になる。

④ 使用したもの

- ・扇風機 1台
- ・定規 1つ
- ・ダンゴムシ (グラフ 5) 11匹



グラフ 5 使用したダンゴムシ

⑤ 手順

- (1) ダンゴムシの体長を定規で測定し、雌雄を判別する。
- (2) ダンゴムシを図 10 のように置き、扇風機を回す (風速 180m/min)。表向きと裏向きで 5 回ずつ行う。
- (3) 測定結果を記録する。

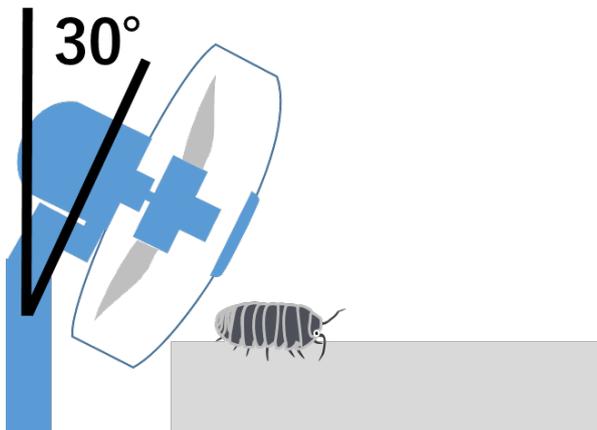


図 10 実験の概要図

[11] 結果Ⅲ

表向き、裏向きのいずれにおいても防衛体勢になった個体はいなかった。どの個体も裏向きの際は起き上がろうとして動いていた。

[12] 考察Ⅲ

個体数は少ないが、どのダンゴムシでも共通して同じ結果となったので十分と考えた。

防衛体制にならなかったのは、ダンゴムシは落ち葉の下などに生息しており、風でよく飛ばされるということは少ないからかもしれない。

[13] 実験Ⅳ

① 概要

暗所に置いたダンゴムシに光を当て、防衛体勢になるかどうか調べた。

② 目的

さらに別の自然的要因である光で防衛体勢になるのか調べる。

③ 仮説

ダンゴムシは落ち葉や石の下に隠れて暮らしているということから、光が急に当たるときは、それらが取り除かれたときであり、危険が及ぶ可能性があるため防衛体勢になると考えた。

④ 使用したもの

- ・LED ライト 1つ
- ・定規 1つ
- ・容器 (図 11) 1つ
- ・キッチンペーパー 1枚
- ・箱 1つ
- ・ダンゴムシ (グラフ 5) 24匹

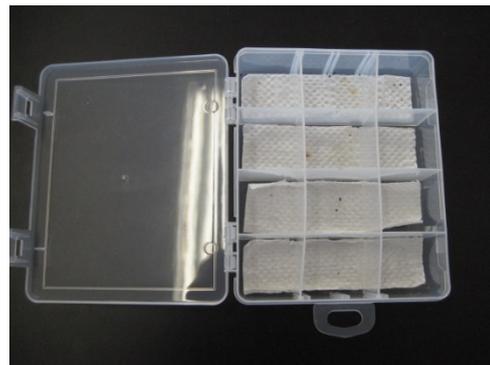
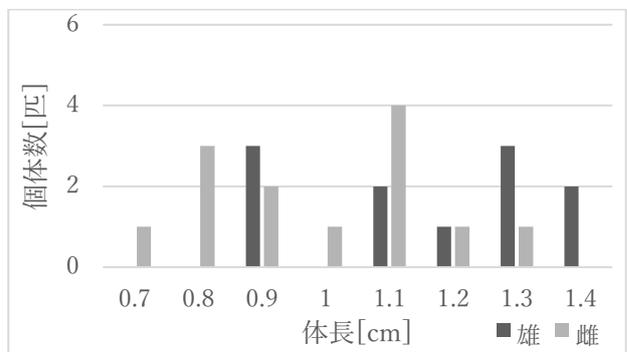


図 11 容器の様子

この空間に仕切られた容器を用いて、12 匹のダンゴムシをまとめて実験した。



グラフ 5 使用したダンゴムシ

⑤ 手順

- (1) 定規でダンゴムシの体長を測り、雌雄を判別する。

- (2) 容器の中にキッチンペーパーを敷き、湿らせる。こうすることで、転がったダンゴムシが起き上がれるようにする。
- (3) ダンゴムシを容器に入れ、それを箱に入れて光を遮断して5分待つ。
- (4) 箱を開け、容器に約4500~5500lx<sup>vii</sup>の光を当てる。この時容器を揺らさないようにする。
- (5) 5回繰り返し、結果を記録する。

[14] 結果IV

防衛変態をした個体は見られなかった。どの個体も特に動じることなく動かなかった。最初から防衛体勢になっている個体もいたが、すぐに動き出したので光が原因ではないと思われる。

[15] 考察IV

結果から、光にはあまり反応しないのではないかと考えられる。落ち葉をかき分けたときにダンゴムシが防衛体勢になっているのを見るのは、光が当たってなったのではなく、もともと最初からなっていたのだと考えられる。

[16] 実験V

① 概要

圧電素子を用いてダンゴムシに電流を流し、防衛体勢になるかどうかを調べた。

② 目的

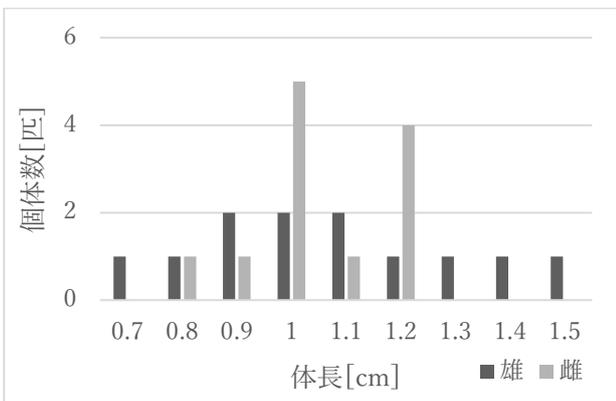
自然界にない刺激かつ経験したことのない刺激である「電気」で防衛体制になるのか調べる。

③ 仮説

電流は強い刺激であり、害をもたらさうる刺激なので、防衛体勢になる。

④ 使用したもの

- ・圧電素子 1つ
- ・シャーレ 1つ
- ・ダンゴムシ (グラフ6) 24匹



グラフ6 使用したダンゴムシ

圧電素子は、加えられた力を電圧に、あるいは電圧を力に変える装置である。これを用いてダンゴムシに電流を流した。

⑤手順 (図12)

- (1) 定規でダンゴムシの体長を測り、雌雄を判別する。
- (2) ダンゴムシをシャーレに入れ、圧電素子で電流を流す。
- (3) 3回繰り返し、結果を記録する。

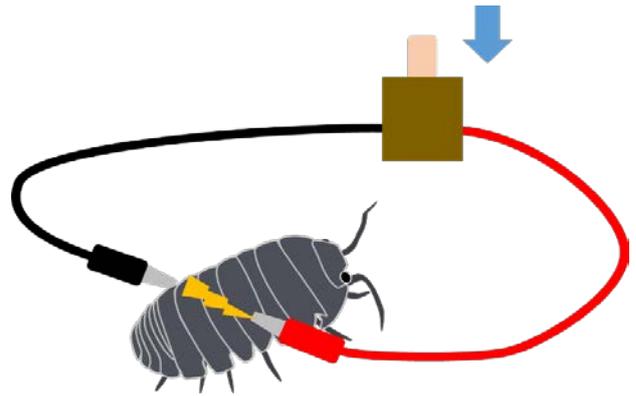


図12 実験の概要図

試行回数を3回にとどめたのは、3回行った時点で、ダンゴムシが弱ったように見えたので、それ以上は行わなかった。

[17] 結果V

すべてのダンゴムシが電流の刺激に反応し、防衛体勢になった。

[18] 考察V

ダンゴムシはそれまで経験したことのない刺激であっても、強い刺激を与えられると身の危険を感じて防衛体勢になるということが分かった。

次に、防衛反応には防衛体制になることだけでなく、刺激を避けたり逃亡したりすることも含まれると考え、ダンゴムシの刺激に対する行動について追究することにした。

[19] 実験VI

① 概要

キムタオルに pH3、pH5、pH7、pH9、pH11 の溶液をしみこませ、ダンゴムシが特定の場所に移動するのかを調べる。

② 目的

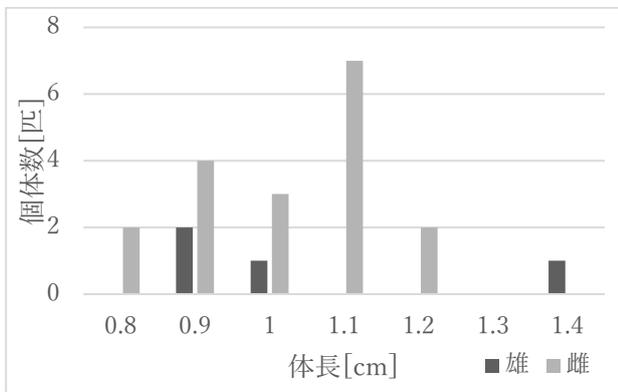
酸性・塩基性を判断し、自分の防衛に最適な pH に集まるのか調べる。

③ 仮説

酸性・塩基性に傾くのではなく、pH7の部分に集まる。

④ 使用したもの

- ・発泡スチロールの箱 1つ
- ・キムタオル 5枚
- ・ビーカー 5つ
- ・シャーレ 1つ
- ・タブレット 1台
- ・ダンゴムシ (グラフ7) 22匹
- ・塩酸
- ・水酸化ナトリウム
- ・純水
- ・テープ
- ・ハサミ



グラフ7 使用したダンゴムシ

⑤ 手順 (図13)

- (1) 水酸化ナトリウムを用いて pH3、pH5 の溶液、塩酸を用いて pH9、pH11 の溶液を作る。純粋と合わせて、20mL ずつ 5 つのビーカーに入れる。
- (2) キムタオルを容器の底面を 5 等分した大きさに 5 枚切り取り、5 mm の隙間を開けて貼り付ける。そして、発泡スチロールの容器の中に敷く。
- (3) 使用するダンゴムシをシャーレに集める。
- (4) pH の低い順にビーカーの溶液をキムタオルにしみこませる。
- (5) タブレットを容器の上から撮影できるようにセットし、撮影を開始して、シャーレの中のダンゴムシを容器の中に入れる。
- (6) 2 時間後、録画を止める。

キムタオルとキムタオルの間に 5 mm の隙間を空けたのは、隣り合う溶液が混ざって pH が変化することを防ぐためである。

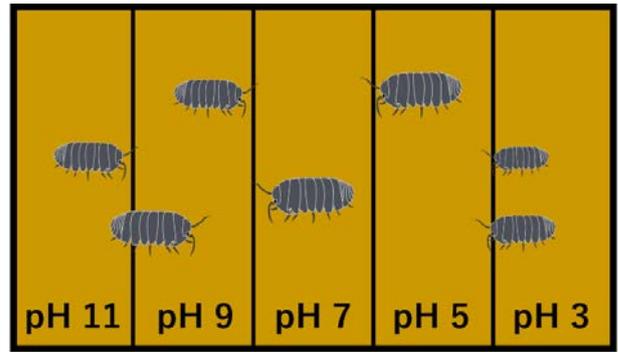


図13 実験の概要図

[20] 結果VI

ダンゴムシは容器の壁を伝って動き回ったが、特定の pH に集まったり、特定の pH を避けたり、溶液の境目で動きを変えたりといった行動は見られなかった。(図14、図15。どちらも左から pH3、pH5、pH7、pH9、pH11 と並んでいる。これ以降はダンゴムシがキムタオルの中にもぐってしまい、カメラでどこにいるか判断しにくかった。)

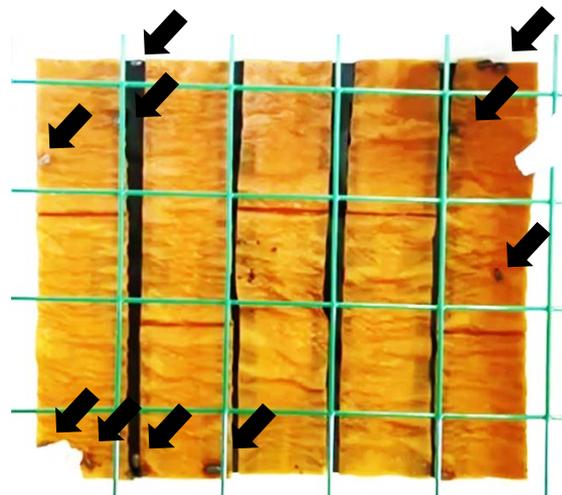


図14 30分後の様子

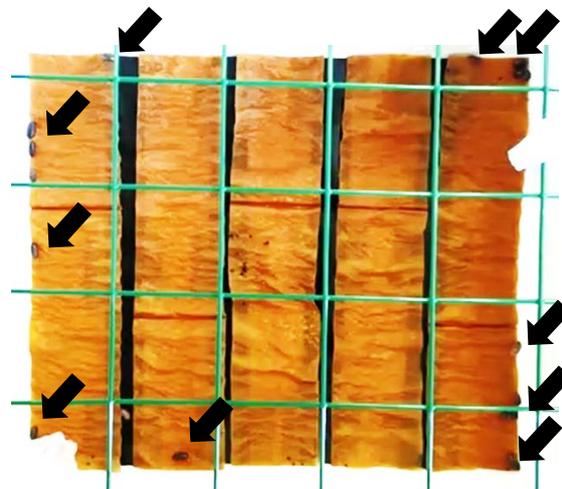


図15 1時間後の様子

[21] 考察VI

ダンゴムシは pH を判断して移動するということがないことが分かった。

[22] 実験VII

① 概要

容器を自然光、暗所、ブラックライトの3つに区分し、ダンゴムシの移動を調べた。

② 目的

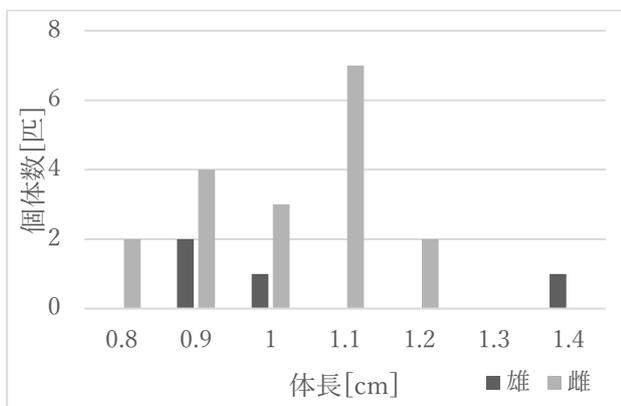
ダンゴムシは紫外線に反応し、集まったり避けたりするのか調べる。

③ 仮説

ダンゴムシは夜行性であり、落ち葉の下など、光の当たらないところに生息しているので、暗所に集まる。

④ 使用したもの

- ・発泡スチロールの箱と蓋 1個
- ・紫外線灯 1個
- ・厚紙 2枚
- ・ダンゴムシ (グラフ 8) 22匹
- ・タブレット 1台
- ・カッター
- ・ハサミ
- ・ビニールテープ



グラフ 7 使用したダンゴムシ

⑤ 手順 (図 16)

- (1) カッターを使って、発泡スチロールの箱の蓋を3分の1の部分で1か所切る。
- (2) 厚紙を切って容器の3分の1の部分で2か所区切る。ただし、容器の底の部分はダンゴムシが移動できるように1.5 cm空けておく。
- (3) 壁面にブラックライトを固定する。
- (4) 蓋をかぶせたときに光が漏れないように隙間をテープでふさぐ。
- (5) ダンゴムシを入れ、1時間ごとにタブレットで容器を撮影して記録する。

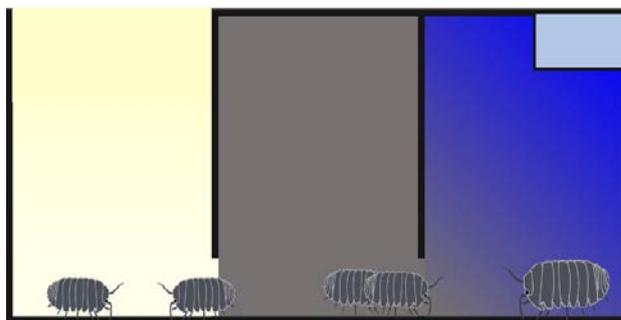


図 16 実験の概要図

[23] 結果VII

ダンゴムシは容器の端に集まっていたが、ブラックライトの部分でとどまるダンゴムシは見られなかった。また、最終的に、ブラックライトから最も遠い隅に集まった。(図 17、図 18。左から、自然光、暗所、ブラックライト。)



図 17 1時間後の様子



図 18 2時間後の様子

[24] 考察VII

ブラックライトを避けていることが分かった。なぜ、夜行性で暗所ではなく自然光のもとに集

まったかはわからないが、次の2つが推察できる。

- ① ダンゴムシが隅に集まる性質がある。
- ② ブラックライトをできるだけ避けようとする。

#### [25] まとめ

今回の研究では、次の5つのことが明らかになった。

- ① ダンゴムシは体の内側の物理的刺激に反応すること。
- ② ダンゴムシは体長と反応のしやすさに負の相関がある可能性があること。
- ③ ダンゴムシは雄より雌のほうが反応しやすいこと。
- ④ ダンゴムシは風や光では防衛体勢にならないこと。
- ⑤ ダンゴムシは電流によって防衛体勢になること。
- ⑥ ダンゴムシは土壌の pH を判断することができないこと。
- ⑦ ダンゴムシは紫外線を避けて行動すること。

#### 4. 今後の展望

今回の研究では、甲殻類の様々な刺激に対する防衛反応の変化を追究し、次のことを明らかにした。

- ① ダンゴムシは体長が大きい個体ほど反応しにくくなること。
- ② ダンゴムシは紫外線を避けて行動すること。

①からは、ダンゴムシが成長するにつれて刺激に慣れることが示唆される。よって、刺激をよりたくさん受けたダンゴムシのほうが防衛体制になりにくくなる可能性がある。

②からはダンゴムシにとって紫外線は有益でないことが分かる。したがって、ダンゴムシは紫外線を検知しやすい個体や、紫外線に強い個体が進化の過程で生き残ってきたとみられる。

#### 5. 謝辞

研究の際、情報を提供して頂いた宇都宮大学農学部バイオサイエンス教育研究センター准教授宮川一志先生に感謝します。

#### 6. 参考文献

- ・マイナビニュース(2015/03/16)「生物に学ぶ、驚きの「性」と「サバイバル術」(後編)」  
<<https://news.mynavi.jp/article/20150316-nins02/>>(2018/02/27 閲覧)
- ・ジャングルタイムズ(0218/02/13)「【ミジンコ】驚くべき生態と雑学10選! 正面から見るミジンコは衝撃的だった!」  
<<https://jungle-time.com/asphnia-1522/>>(2018/04/06 閲覧)
- ・ダンゴムシジャパン (2018/03/08)  
<<http://dango64jp.starrypages.net/>>(2018/12/12 閲覧)
- ・浜島書店編集部. ニューステージ新生物図表. 2017年, 株式会社浜島書店

<sup>i</sup> 本研究では、飼育・実験の全てで餌としてサン・ニュートリジョン株式会社の商品、「ミジンコ君」を使用した。

<sup>ii</sup> ミジンコはカルキに弱く、死んでしまうのでカルキ抜き水を使用する。

<sup>iii</sup> 本研究でタマミジンコを用いたのは、繁殖させやすいということで購入したからである。

<sup>iv</sup> ふ化後にえさを与えないと水が汚れてしまうので、ふ化状況次第で量は変わる。

<sup>v</sup> 本研究で用いたダンゴムシは、すべて日本で一般にみられる

「オカダンゴムシ」を使用した。

<sup>vi</sup> 雌雄は主に甲殻の模様で判断した。背中に黄色い斑点模様がよく出ていて、基調が鈍いのが雌である。また、成長した個体の場合は、雄の腹部に中央に造雄腺という器官があり、そこで区別することができる。

<sup>vii</sup> この照度はスマートフォンアプリ「露出計」を用いて計測した値である。この実験において照度がどのくらい大きかったかは重要でないと考え(飽くまで十分な光が当たった時に反応を示すかを見た)、参考程度に計測した。