

ミミズの生存戦略の解明

3518 高谷咲穂 3614 佐々部櫻子 3627 林優唯菜

ミミズが一斉に土の中から出てくる理由と、ミミズが干からびるのを防ぐ方法の解明を目的とした。仮説として、雨上がりにミミズが多く土の中から出てくるため、雨天時の環境の変化から、地上に出てくる、また忌避物質を用いることで乾燥を防ぐことができると考えた。土の中での行動を調べる実験を行った。この結果から、ミミズは必ずしも雨天時に、皮膚呼吸が出来ずに地上に出てくるのではないと考えられる。その後、乾燥を防ぐ溶液と忌避物質の解明を行った。結果、ミミズの乾燥に対する生態がわかり、忌避物質を用いることで行動を誘導できると考えられる。

1. 目的

本研究の目的は、干からびて死んでしまうミミズを減らすことである。研究を通して以下の点を明らかにする。①ミミズが一斉に土の中から出てくる理由や、土の中での動きの解明②乾燥により死んでしまうことを防ぐ方法の解明

- ・寒天が固まった後、それぞれの容器にミミズを入れ、様子を観察する。
- ・ミミズが水に触れるとどうなるかを観察するため 0.7%の寒天溶液の寒天上に水を浮かべた。(深さ約 0.3 mm)

2. 仮説

一般に雨上がりにミミズが多く土の中から出てきていると考えられている。それゆえ、ミミズは雨天時に環境の変化を察し、土の中から出てくると仮説を立てた。また、忌避物質を用いることで、ミミズの行動を誘導することができると考えた。

3. 実験 I

ミミズが土の中でどんな動きをするのかを寒天を用いて観察する。

3-1 使用した器具など

- ・寒天溶液(質量パーセント濃度 0.5%、0.6%、0.7%、0.8%、0.9%)
- ・横 15 cm×縦 1.5 cm×高さ 14 cmの透明な容器
- ・ミミズ 5 匹

3-2 研究・実験の手順

- ・0.5%~0.9%の寒天溶液をそれぞれ調製する。(Table1)

Table 1 寒天溶液の調製方法

寒天溶液の 質量パーセント濃度 (%)	水 (g)	寒天末 (g)
0.5	199.0	1.0
0.6	198.8	1.2
0.7	198.6	1.4
0.8	198.4	1.6
0.9	198.6	1.8

3-3 結果

0.6%~0.8%の寒天溶液に潜ることができた一方で、0.5%と 0.9%の寒天溶液に潜ることができなかった。

ミミズは環帯のある頭部から寒天に潜り、蠕動運動を行って移動した。(図 1)

ミミズは、水に触れると逃げ出し、この時、後ろ向きに進んでいたミミズも見られた。また、水の量が多すぎなければ、もがいて動くことができた。

3-4 考察

寒天溶液の濃度が高いほどミミズが潜りにくいと考えられるが、濃度 0.9%の寒天にミミズは潜らなかった。そのことから、行動の活発さには個体差があると考えられる。

濃度 0.6%~0.8%の寒天では、ミミズは全身が寒天に密着していたが、活発に動き回っていた。これは、蠕動運動によってミミズと寒天の間に隙間ができ、皮膚呼吸ができたことによるものではないかと思われる。また、ミミズは寒天を掘るようにして進んでいたこと、容器の底にミミズの糞が見られたことから、ミミズは寒天を取り込みながら進んでいったと推測した。

水を浮かべた場合での行動から、ミミズは水から逃げる性質(負の走性)があると思われる。

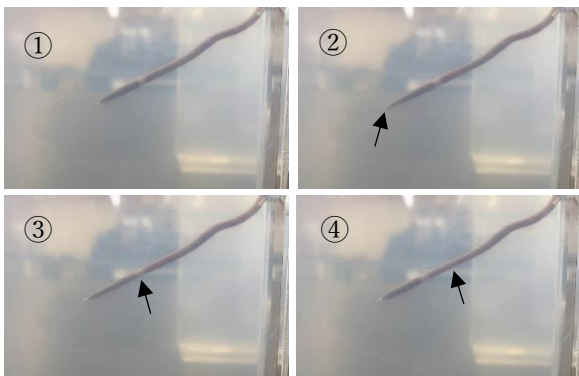


図1 ミミズの蠕動運動の様子

ミミズはまず①の状態から頭部の体節を収縮させ(②、③)、順に後ろの体節へと収縮を伝え(④)、生じた摩擦によって収縮させた体節を伸長させ、前進する。(②~④における矢印はミミズの収縮した部分を示している。)

ミミズは 0.5%の寒天に潜ったが、1.0%の寒天には潜らなかったため、ミミズの潜れる寒天の硬さには限界があり、1.0%の寒天には硬度の関係で潜ることができなかったと考えられる。また、寒天をかき混ぜたことで隙間ができ、ミミズが潜ることができたと思われる。

4. 実験Ⅱ

乾燥したミミズを元に戻す。

4-1 使用した器具など

- 直径約 20 cm、深さ 10 cmの透明な水槽
- pH メーター
- ドライヤー
- ミミズ 3 匹
- 雨水
- 純水
- 食酢
- 草木灰

4-2 研究・実験の手順

- ミミズを水槽に入れ、ドライヤーの冷風で5分乾かす。(なお、ドライヤーをミミズから 30 cmの高さのところに設置する。)
- 5 分後にそれぞれのミミズに駒込ピペットで 0.50mL の溶液をかける。
 - 溶液 A 純水 (pH6.51)
 - 溶液 B 当日の朝に採取した雨水 (pH7.49)
 - 溶液 C 薄めた食酢 (pH2.98)
食酢 10mL を純水 95mL で薄めたもの
 - 溶液 D 草木灰を水に溶かしてろ過したもの (pH9.42)
草木灰 0.020g に 70mL の純水を加えた。

4-3 結果

溶液 A(純水)では、はじめは反応がなく、逃げようとしたが、その後溶液 A に近づいた。

溶液 B(雨水)では、溶液を与えられてしばらくしてから動き始め、逃げるそぶりは見られなかった。

溶液 C(食酢)では、溶液を与えられると激しく反応し、はねながら逃げ回った。(図 2)

溶液 D(草木灰)では、溶液を与えられた直後に動き回った。

また、全ての実験で、ドライヤーをあてられたミミズは伸縮を繰り返したのち、他のミミズと絡まるか、丸まり、表面積が少なくなった。



図2 ミミズに溶液Cをかけた時の反応

4-4 考察

ドライヤーをあてられ乾燥すると、ミミズは、互いに体の表面をこすりあった。そうすることで分泌した体液を共有し、窒息を防ぐためにできるだけ体表を湿潤に保とうと努力していると考えた。(前提としてミミズは体表の水分に溶けた空気中の酸素を利用して呼吸している。)

ミミズは、溶液Cに激しく反応し、逃げ回ったため、酸性が苦手であるのと考えられる。溶液B、Dでは、逃げるそぶりは見られず、比較的早く動き始めた。このことから、塩基性や中性の溶液のほうが馴染みやすく、ミミズに刺激をあまり与えずに体表の乾燥を和らげるのに適していると考えられる。

5. 実験Ⅲ

ミミズが乾燥してしまうような危険な場所に行くのを防ぐために、利用できるミミズの忌避物質を解明する。

なお、物質に対するミミズの激しい反応を忌避反応とみなし、相対的に評価する。

5-1 予備実験

シャーレの上で各物質に対するミミズの反応を観察する。

5-1-1 使用した器具など

- ・ミミズ(各シャーレに1匹ずつ)
- ・シャーレ
- ・お茶(緑茶、ほうじ茶の出がらし)
- ・からし
- ・ポッカレモン

5-1-2 研究・実験の手順

- ・溶液を0.5mLずつシャーレに入れ(お茶の場合はシャーレの半分に敷き詰める)、ミミズを1匹入れる
- ・反応を1分間観察したのち、ミミズをシャーレから取り出し、軽く水洗いを行い、付着した溶液や物質を洗い落とす

・物質A ポッカレモン

A1 50%の溶液

純水0.5mLとポッカレモン0.5mL

A2 20%の溶液

純水2.0mLとポッカレモン0.5mL

・物質B お茶

B1 緑茶の出がらし

B2 ほうじ茶の出がらし

・物質C からしの溶液

C1 からし(粉末状のもの)を0.5gと水2.5g

C2 からし(粉末状のもの)を0.5gと水5.0g

C3 からし(粉末状のもの)を0.5gと水10.0g

5-1-3 結果

物質A1では、ミミズはシャーレに入れられた直後から激しく動き回り、伸縮を繰り返し、からだを丸くしていた。1分後にミミズを取り出すと、ミミズは体の下半分の色が変色していた。また、土壌に戻すと、下半分ではあまり蠕動運動を行うことができず、引きずっているような動きが見られた。物質A2では、ミミズは伸縮を繰り返し動き回ったが、A1よりも様子が穏やかだった。

物質B1、B2では、ともにミミズの反応はあまり見られなかったが、お茶の葉に対する興味を示した。

物質C1では、ミミズは入れられたとき、から

だの上半分がからし溶液に接していたが、しばらく動き回ったのち、からだ全体をからし溶液のない部分に移動させた。また、物質 A1 と同様にからだを丸くしていた。物質 C2 では、ミミズはからだの上半分を動かし、何かを探るような動きを見せた。また、物質 A1、C1 と同様にからだを丸くしていた。物質 C3 では、ミミズはからし溶液から逃げるそぶりを見せず、ゆっくりと動いていた。

5-1-4 考察

物質 A のポッカレモンにおいて、ミミズは伸縮を繰り返し、激しく動き回ったことから、ミミズの忌避行動が見られた。ミミズがからだをできるだけ丸くしていたことから、ミミズは丸まることにより、溶液と接触するからだの表面積を減らそうとしていたのではないかと予想した。また、A1 と A2 でのミミズの反応の違いから、ミミズの行動はレモンの濃度に左右され、レモンの濃度が濃いほど忌避的に働くと思われる。

物質 B のお茶の出がらしがある環境において、あまり反応が見られなかったことから、お茶の出がらしは、ミミズに対して忌避的に働かないと思われる。市販の駆除剤にミミズの忌避物質として含まれているサポニンと呼ばれる成分が、お茶の葉に含まれている疎水性の物質であることを知り、お茶の出がらしを使用した。出がらしの状態でのサポニンの濃度が低く、ミミズの体表に付着することがなかったためミミズの反応に影響を与えなかったのではないかと推測した。

物質 C のからし溶液では、C1、C2 についてミミズが動き回り、からだを丸くしていたことから、ミミズの忌避行動が見られた。また、物質 A についての実験と同様にミミズの反応はからし溶液に左右されたため、からしの濃度が濃いほどミミズに対して忌避的に働くと思われる。

5-2 本実験

より広い空間での各物質に対するミミズの反応を観察する。

なお、本実験・パターン①では、140 秒後に、溶液の塗られていない地点にいるミミズの個体数が 5 匹中 3 匹以上であることをもって、忌避反応を示したとみなす。パターン②では、5 分後まで、20 秒ごとに、溶液の塗られていない地点にいるミミズの数を読み、平均個体数が 3 匹以上であったとき、忌避反応を示したとみなす。また、溶液の塗られている地点に入り、10 秒以内に引き返し始める行動も忌避反応とみなしている。基準が 3 匹であるのは、割合にして 60%、半分以上のミミズが反応・移動した場合、確率以上の傾向が見られると考えたためである。

5-2-1 使用した器具など

- ・5cm ごとに区切った縦 50cm 横 60cm の白い紙
- ・ミミズ
- ・純水
- ・からし
- ・ポッカレモン
- ・ラップ

5-2-2 研究・実験の手順

- ・白い紙(1 辺 5 cm の正方形のマスが示された紙)を覆うようにラップを敷き、ミミズが移動しやすいよう純水を薄く延ばし広げる。
- ・マスに合わせ、用意した溶液を塗り広げる。以下の 2 パターンを用意した(図 3)
- ・ミミズをラップ上の定位置(図 3)に置き、行動、物質に対する反応を 5 分間観察する。
- ・ミミズを取り出し、軽く水洗いを行い、付着した溶液や物質を洗い落とす。

・物質 A ポッカレモン

純水 3mL とポッカレモン 7mL(70%の溶液)
溶液の使用量

パターン①では 2mL、パターン②では 8mL

・物質 B からしの溶液

からし(粉末状のもの)を 2.0g と水 10g

溶液の使用量

パターン①では 10mL、パターン②では 29mL

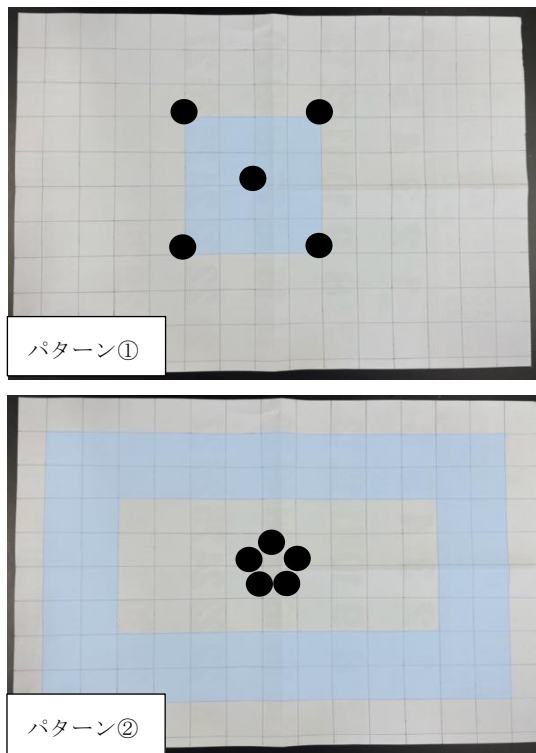


図3 実験で準備した2つのパターン
上からパターン①、パターン②の順になっており、水色で示された部分に物質を塗布し、●はミミズの位置を表している。

5-2-3 結果

物質 A の実験において、パターン①では、3匹が溶液から逃げるようにして動き、最終的に3匹が溶液の塗られていない領域に移動した。パターン②では、ミミズは固まりなかなか動きださなかったが、溶液の塗られている部分に入った直後引き返す行動が見られ、全個体が溶液の塗られていない領域へ移動した。

物質 B の実験において、パターン①では、4匹はからしから逃げるようにして動き、最終的に4匹がからしの塗られていない領域に移動した。そのうち2匹は素早く反応を示し、もう2匹は約1分をかけてからしの塗られていない領域に移動した。パターン②では、からしの塗られていない部分ではミミズは活発的に動いた。一方で、からしの塗られている部分に入った直後、入ってから1分20秒後にからしから逃げようとした個体、からしのほうへ進んでは戻りを繰り返した個体が見られた。最初の位置から全く移動しなかった個体も見られた。5分後には全

個体がからしの塗られていない領域に移動した。

なお、グラフでは140秒時点までのみを表しているが、すべて5分後まで観察を続けた。

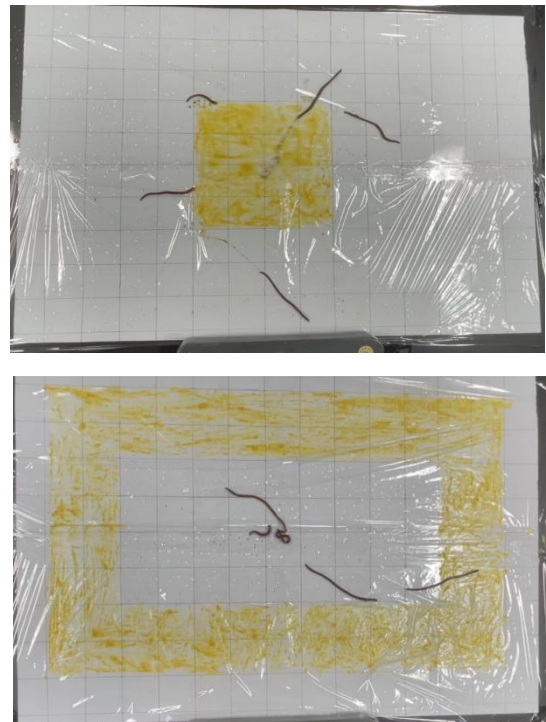


図4 物質 B での実験時の様子
上からパターン①、パターン②である

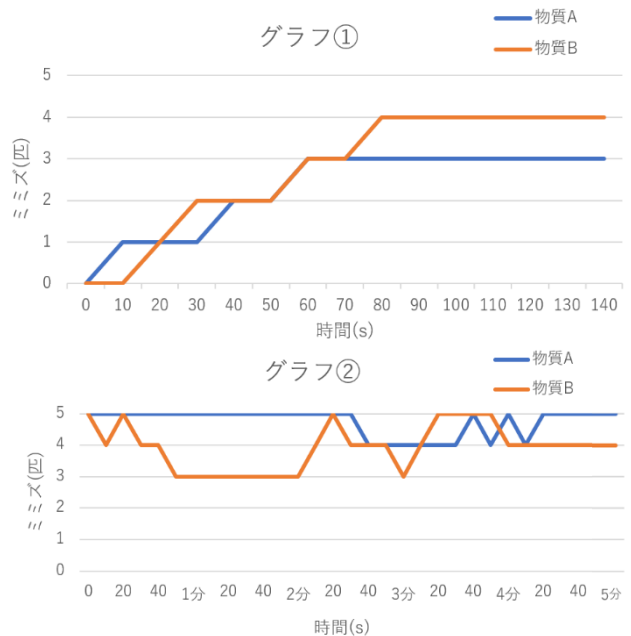


図5 本実験の結果

グラフ①: パターン①で物質 A、B を塗布した際の、溶液の塗られていない地点にいるミミズの数を、140秒後まで10秒ごとに示している。

グラフ②: パターン②で物質 A、B を塗布した際の、溶液の塗られていない地点にいるミミズの数を、5分後まで20秒ごとに示している。

5-2-4 考察

物質 A、B ともに、溶液から逃げ、溶液中から引き返す反応が見られた。パターン①では、140 秒後時点で物質 A・3 匹、物質 B・4 匹が溶液の塗られていない地点にいた。パターン②では、物質 A・平均 4.8 匹、物質 B・平均 3.9 匹が溶液の塗られていない地点にいた。上記の 2 つの基準から考えると、物質 A、B ともに、忌避物質として有効だ。2 つの溶液に対する反応から、物質 A より物質 B の方が、忌避物質としての有効性が高いと考えられる。加えて、物質 A は濡らしていた純水で薄まってしまい実験終了時点での忌避行動が見られにくかった可能性が高く、物質 B の方が忌避物質としての利用が容易だろう。

6. 展望

ミミズがコンクリートなどの上で干からびて死んでしまうことを防ぐ方法を発見する。

今回判明した忌避物質を利用し、ミミズを乾燥から遠ざけ、安全な状態にする方法を探す。この際の実験は雨天時の環境を調べ、実際の環境に近い形で行う。また、ミミズの好物を解明、利用し、ミミズにとって安全な場所にミミズを集める実験を今後行っていきたい。

7. 謝辞

この研究の実行にあたり、携わっていただいた北村先生をはじめとする先生方に感謝申し上げます。

実験に大いに貢献して下さったミミズの皆様に心から感謝申し上げます。

8. 参考文献

・静岡県立浜松湖東高等学校 天文・生物部
ミミズの研究

<https://gakusyuu.shizuoka-c.ed.jp/science/sonota/ronnbunshu/h28/163105.pdf> (2023-05-10)

・中央大学 理工学部 中村 太郎 教授
ミミズの蠕動運動を模擬した人工筋肉利ロボットと管内検査・高粘性流体ポンプ・掘削用途等

への応用

<https://www.campuscreate.com/global/ja/wp-content/uploads/2020/05/campus10-mimizu.pdf> (2023-08-03)

・株式会社豊徳 ミミズの生態

<https://www.hotokuco.jp/mimizu/%E3%83%9F%E3%83%9F%E3%82%BA%E3%81%AE%E7%94%9F%E6%85%8B/> (2024-03-21)